阆中双瑞能源有限公司

《安全操作规程》

（2024年版）

修订委员会

主 任：刘海涛

委 员：蒲 毅、汪 成、吴 凡、侯立志

阆中双瑞能源有限公司

《安全操作规程》

（2024年版）

修订小组

组 长：刘海涛

副 组 长：蒲 毅、汪 成、吴 凡、侯立志

编写人员：母龙心、王 超、李迎春、崔永成、陈 军

刘颖林、何临君、李福友、施 杰、杨紫杰

**目 录**

**[第一部分 绪 论 8](#_Toc20356)**

[第一章 液化天然气介绍 8](#_Toc11906)

[第二章 行业LNG技术简介 11](#_Toc10940)

**[第二部分 公司、部门基本概况 18](#_Toc6944)**

[第一章 公司简介 18](#_Toc18604)

[第二章 部门概况 19](#_Toc31248)

[第三章 部门职能 19](#_Toc21819)

[第四章 装置概况 19](#_Toc23911)

[第五章 巡检要求 20](#_Toc203)

**[第三部分 安全规程 22](#_Toc2072)**

[一、作业过程主要危险有害因素及控制措施 22](#_Toc28212)

[二、作业过程须正确穿戴劳动防护用品 28](#_Toc5766)

[三、日常及高危作业安全规定 28](#_Toc24980)

[四、作业过程突发事故/件应急要求 36](#_Toc30863)

**[第四部分 LNG装置操作规程 36](#_Toc16027)**

[第一章 目的 36](#_Toc12591)

[第二章 适用范围 36](#_Toc6716)

[第三章 生产原理及流程 36](#_Toc12261)

[一、生产原理 36](#_Toc751)

[二、流程简述 37](#_Toc31350)

[第四章 原料、辅料化学品规格、废弃物处理 41](#_Toc31711)

[一、原料及辅助原料规格 42](#_Toc20953)

[二、化学品特性、规格 43](#_Toc19135)

[三、废弃物的处理 44](#_Toc4926)

[第五章 首次开车 45](#_Toc29983)

[1开车准备 45](#_Toc24209)

[2开车步骤 54](#_Toc29037)

[第六章 正常操作 56](#_Toc5617)

[一、关键控制 56](#_Toc28942)

[二、常见故障处理 105](#_Toc9706)

[三、采样操作 116](#_Toc5170)

[四、通用设备操作 117](#_Toc17525)

[五、动设备启停和切换 171](#_Toc7502)

[第七章 正常停车 218](#_Toc1293)

[一、正常停车准备 218](#_Toc10594)

[二、停车步骤 221](#_Toc21083)

[三、临时停车 225](#_Toc23414)

[四、紧急停车 225](#_Toc8771)

[第八章 特殊操作 227](#_Toc7409)

[一、填料装卸 227](#_Toc8025)

[二、填料（分子筛）再生 235](#_Toc25016)

[三、大修完成或紧急停车后开车 236](#_Toc6922)

[四、槽车装卸 245](#_Toc5687)

[第九章 重大危险源操作 258](#_Toc30202)

[一、三级重大危险源（冷剂罐区） 258](#_Toc20161)

[二、一级重大危险源（LNG储罐） 272](#_Toc22632)

[第十章 消防报警控制系统 279](#_Toc19184)

[一、主机操作流程 279](#_Toc8852)

[二、一般性操作说明 280](#_Toc13537)

[三、火警现场处理 281](#_Toc32127)

[第十一章 安全设施配置情况 284](#_Toc903)

[第十二章 危险化学品特性及防范措施 294](#_Toc30331)

[一、危险化学品信息 294](#_Toc24684)

[二、应急处置原则 295](#_Toc9314)

[三、操作时的人身安全保障 295](#_Toc13460)

[第十二章 异常工况及紧急处置 296](#_Toc2932)

[第十三章 LNG工厂事故案例 307](#_Toc23904)

[第十三章 附件 308](#_Toc23847)

[附件一 安全联锁一览表 308](#_Toc20899)

[附件二 工艺联锁一栏表 312](#_Toc23404)

[附件三 工艺控制指标及范围一览表 320](#_Toc71)

[附件四 主要设备一览表 322](#_Toc9021)

[附件五 采样点一览表 324](#_Toc15671)

[附件六 工艺流程图 325](#_Toc106)

[附件七 工艺参数一览表 326](#_Toc30303)

[附件八 能量平衡表 349](#_Toc15616)

[附件九 产品质量控制指标 350](#_Toc31246)

[附件十 产品能耗指标 351](#_Toc12483)

[附件十一 物料平衡表 352](#_Toc8441)

**前言**安

为了确保阆中双瑞能源有限公司（以下简称公司）生产过程的安全、稳定和高效运行，保障员工的生命安全和身体健康，提高产品质量和企业经济效益，公司组织修订了此《安全操作规程》。本规程主要依据最新国家有关法律法规、行业标准和企业内部管理规定，结合公司生产实际，对生产过程中的关键工艺环节、操作要求、安全防护措施等方面进行了全面系统的阐述。旨在为各类操作人员提供一套科学、合理、实用的操作指南，以确保生产过程的安全、稳定和高效运行。

本规程的主要内容包括：

工艺流程：详细介绍了化工厂生产过程中的关键工艺环节，包括原料准备、反应过程、工艺原理等。

操作要求：对各个工艺环节的操作要求进行了详细规定，包括操作步骤、操作方法、操作顺序、操作时间等方面。

安全防护：强调了在工艺操作过程中应遵循的安全防护原则，包括设备安全、操作安全、环境安全等方面。

应急处理：针对生产过程中可能出现的异常情况，制定了相应的应急处理措施和程序，以确保生产过程的安全和稳定。

附则：对本规程的解释、修改、补充等方面进行了规定。

本规程的实施，对于提高公司工艺操作水平、保障生产过程的安全和稳定、提高产品质量和企业经济效益具有重要意义。希望广大工艺操作人员认真学习、严格遵守本规程，共同为公司的发展作出贡献。同时，各级管理层也应加强对本规程的监督和执行，确保规程的有效实施。

2024年版本《操作规程》在2023版的基础上，根据国家最新相关法律法规，结合实际操作运行情况进行修订和完善。敬请使用者对新修订的《操作规程》提出宝贵意见，执行期间若法律法规和上级主管部门提出更新的要求（标准），以新的要求（标准）为准。

# 第一部分 绪 论

## 第一章 液化天然气介绍

当天然气在大气压下冷却至约-162℃时，天然气由气态转变成液态，称为液化天然气 (Liquefied Natural Gas，缩写为LNG)。LNG 是一种在液态状况下的无色液体，主要由甲烷组成，可能含有少量的乙烷、丙烷、氮或通常存在于天然气中的其他组分。LNG体积约为同量气态天然气体积的1/625，密度在450kg/m³左右。

LNG为低温液体，生产、储运及利用过程中都需要相应的液化、保温和汽化设备，投资额高。这种运输形式只有在规模发展较大时才具有合理的经济性能。

**一、LNG基本性质**

液化天然气的主要组分是甲烷，其临界温度为-83℃，故在常温下无法仅靠加压将其液化。

通常的液化天然气多储存在温度为-162℃、压力为0.1MPa 左右的低温储罐内，密度为标准状态下甲烷的600 多倍，十分有利于输送和储存。

液化天然气是将天然气经过净化处理（脱水、脱烃、脱酸性气体）后，采用膨胀及外加冷源冷却的工艺得到的。预处理主要包括 H₂S、CO₂、水的清除，以免低温下冻结、堵塞。

液化天然气主要物理性质为（气田不同其性质略有差异）：甲烷含量为81%～99%，液态密度为0.421～0.485t/m³，气态密度为0.688～0.872kg/m³，汽化潜热为510.25kJ/m³，液态热值为50.18MJ/kg, 气态热值为36 .2～40 .8MJ/m³, 临界压力4 .49MPa, 临界温度为-82.3℃，常压沸点为-162.15℃，熔点为-182℃，燃点（气态）为650℃，辛烷值为130（研究法），爆炸极限为5%～15%，华白指数在55MJ/m³ 左右，液态体积与气态体积比为1:625~1:600。根据GB/T38753-2020《液化天然气》，液化天然气根据甲烷含量和高位发热量分为贫液类、常规类和富液类三个类别。

天然气液化工厂的工艺流程不同，出厂LNG 的温度和压力也有所不同。例如，新疆广汇液化工厂出厂LNG 温度约为-162℃，压力为常压；中原绿能高科液化工厂出厂LNG温度约为-145℃，压力为0.35MPa。

**二、LNG相关特点**

（一）经济高效

在标准状况下，1体积的 LNG 可以转变为约625体积的气体，储存成本仅为气态天然气的1/7～1/6。与输气管道比较，输送相同体积的天然气，LNG 输送管的直径要小得多。LNG 泵站的费用要低于压缩机站的费用，LNG 泵站的能耗也要比压气站能耗低很多。10m³ 的LNG就可供1万户居民1天的生活使用。此外，LNG 汽化潜热高，所携带的冷量可以部分回收利用。

（二）清洁环保

根据取样分析，作为汽车燃料，LNG 比汽油、柴油的综合排放量减少85%左右，其中CO 排放减少97% ,CO₂ 排放减少90%，烃类排放减少70%～80%，NOX排放减少30%～40%，微粒排放减少40%，噪声减少40%，而且无铅、苯等致癌物质。

LNG组分较纯，燃烧完全，燃烧后生成二氧化碳和水，基本不含硫化物，环保性能非常优越，减少了城市污染，有利于环境保护。

（三）灵活方便

LNG通过专门的槽车或轮船可以将大量的天然气运输到管道难以到达的任何用户，不仅比地下输气管道节省投资，而且方便可靠、风险性小、适应性强。据统计，在美国、日本、欧洲已建成投产100多座LNG调峰装置。它不仅比地面高压储气罐和地下储气库建设节省土地、资金、工期，而且方便、灵活、不受地质条件限制。对于自身气源不足的国家，进口LNG 是解决其燃气供应最方便、最经济的方式。此外，用海水可使LNG很容易地汽化。

（四）安全可靠

LNG的燃点比汽油（约427℃）高230℃，比柴油（约220℃）更高。LNG 爆炸极限比汽油高2.5～4.7倍。

由于LNG具有这些显著的优点，特别是在工业中心、人口稠密和能源匮乏的地区，使用LNG 更具优越性。目前世界上环保先进的国家都在大力推广使用LNG。

LNG在液化过程中已经脱除了H₂O、重烃类、H₂S等杂质，是一种十分清洁的能源，其燃烧尾气不会对大气造成污染。另外，与其他能源形式相比，使用天然气的经济性也强。

**三、天然气与液化石油气（LPG） 比较**

天然气与液化石油气的部分物理性质见表。

表1-1天然气与液化石油气的部分物理性质

从表可知，天然气比空气轻，少量泄漏进入大气时容易扩散，不容易形成爆炸性混合物。天然气着火温度、在空气中形成爆炸性混合物的比例均比LPG高，使用相对安全。LNG 的主要成分为甲烷，燃烧后排出的二氧化碳是LPG的1/4～1/3，减少了温室气体排放量，对环保更有利。

**四、LNG运输方式**

天然气深冷液化后体积仅有气相时的1/600，长途运输某些条件下比管输更经济方便。

LNG的运输已是非常成熟的技术，主要有以下几种方式：

1 轮船运输：用于国际间大宗贸易，一次运量（12～16）×10⁴m³。

2 汽车运输：用于陆地200～1000km 的运输， 一次运量27～40m³。

3 火车运输：用于陆地长途（1000～4000km）的运输，采用罐式集装箱， 一次运量（车皮）40～80m³。

**五、国内LNG现状**

我国LNG上游气源主要有三个：国内天然气、进口管道气和进口LNG，上游采购后经中游企业气化调压后输入城市管网，目前主要的上游采购商为中国石油、中国石化和中国海油等大型央企，由于LNG行业具有更高的技术壁垒，因此拥有LNG运输、仓储相关配套设施的民营企业可以更好地参与到LNG市场的建设与竞争中。由于行业的特有属性，LNG具有一定的经营半径范围，我国主要燃气销售经营企业主要分为两大类：跨区域的燃气运营商和区域性较强的城市燃气运营商；前者主要包括中国燃气、新奥能源、港华燃气等企业，后者包括如北京燃气、重庆燃气、深圳燃气等企业。

目前我国LNG行业已经出现了龙头企业，例如广汇能源、新奥股份、九丰能源、洪通燃气等，行业集中程度不断提高。

截至2023年4月30日的统计，中国目前已投产、在建和拟建的LNG工厂共计492座，当前天然气处理能力为15823万立方米/天，近期天然气处理能力预期增量为6798.8万立方米/天，远期天然气处理能力预期增量为11922.5万立方米/天。当前LNG存储规模为3611067立方米，近期LNG存储规模的预期增量为1609845立方米，远期LNG存储规模的预期增量为1144130立方米。

据国家能源局预测，2025年我国天然气消费量将达到4,300至4,500亿立方米，到2030年将达到5,500至6,000亿立方米。天然气的全球资源分布不均衡，2020年全球天然气储量为188.1万亿立方米，其中，俄罗斯、伊朗和卡塔尔分别占全球天然气储量的19.88%、17.07%和13.13%；而我国天然气资源稀缺，仅占全球的4.47%。考虑到国内天然气储量和产量的不足，我国LNG进口有望长期维持增长。

未来，随着环保意识的增强和能源结构的调整，LNG的应用将越来越广泛。

## 第二章 行业LNG技术简介

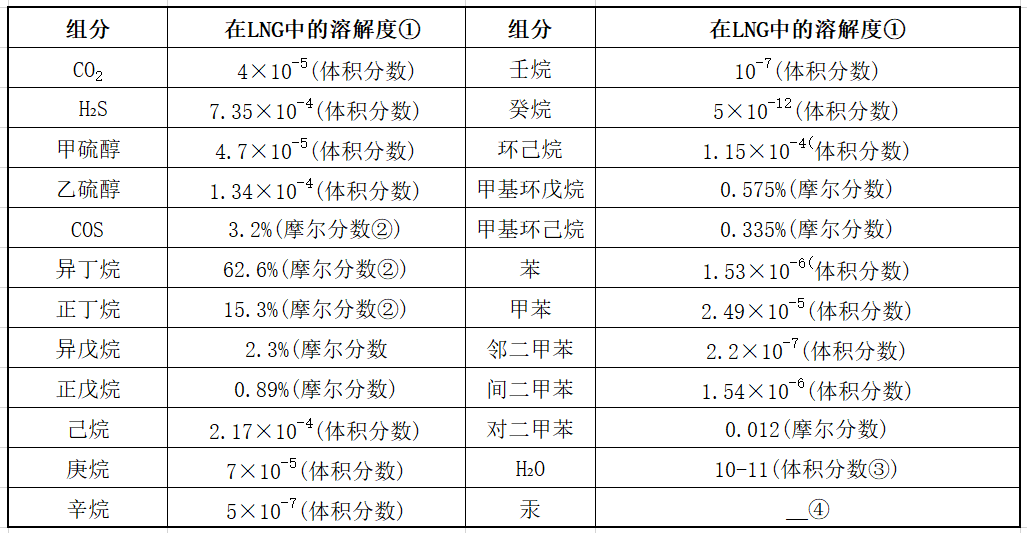
在进行天然气液化之前，必须将天然气中的酸性气体和杂质如H₂S、CO₂ 、H₂O、Hg 等选步去除，以免它们在低温下冻结而堵塞、腐蚀设备和管道，并提高产品的纯度。表1-2列出了基地型LNG工厂天然气预处理标准和杂质的最大允许含量。

表1-2原料气杂质在 LNG 中的溶解度

注：① 按在储罐中纯LNG的溶解度为基准，再校正为原料气杂质含量。考虑数据误差则乘以1.2的系数。

② 如果含量达到表中数值，这样高的摩尔百分数会改变溶剂 (LNG)的性质，故应重新计算其他组分的溶解度。这样做并非十分合理，因此表中列出的全部溶解度是将纯净LNG当作溶剂来计算的。

③ 根据经验，水的体积百分数达到0.5×10-6时不会出现水的冷凝析出问题。

④ 由于汞对铝有害，原料气中不应当有汞存在。

表1-3基本负荷LNG 工厂预处理指标

注：①.A 为无限制生产下的累积允许值； B 为溶解度限制； C 为产品规格。

②表中打\*处的m³ 是指标准状态下的体积数。

**一、天然气中脱酸性气体**

由地层采出的天然气除通常含有水蒸气外，往往还含有一些酸性气体。这些酸性气体一般是 H₂S、CO₂ 、COS等气相杂质。天然气最常见的酸性气体是 H₂S、CO₂ 和 COS。 含有酸性气体的天然气通常称为酸性气或含硫气。

H₂S是酸性天然气中含有的毒性最大的一种酸气组分。H₂S有一种类似臭蛋的气味，具有致命的毒性。它在很低含量下就会对人体的眼、鼻和喉部有刺激性。若在含 H₂S 体积分数为0.06%的空气中停留2min, 人可能会死亡。另外H₂S对金属具有腐蚀性。

CO2也是酸性气体，在天然气液化装置中，CO2易成为固相析出，堵塞管道。同时CO2不燃烧，无热值，所以运输和液化它是不经济的。

因此，酸性气体不但对人身有害，对设备管道有腐蚀作用，而且因其沸点较高，在降温过程中易呈固体析出，故必须脱除。脱除酸性气体常称为脱硫脱碳，或习惯上称为脱硫。在净化天然气时，可考虑同时除去CO₂ 和 H₂S, 因为醇胺法和用分子筛吸附净化中，这两种组分可以被一起脱除。

**（一）酸性气体脱除方法分类**

用于天然气液化过程中脱除酸性组分的方法有化学溶剂法、物理溶剂法、物理化学溶剂法、直接转化法、分子筛法等。表1-4给出了有代表性的方法及其脱硫原理与主要特点。

表1-4代表性的方法及其脱硫原理与主要特点

（二）酸性气体脱除方法的选择原则

天然气在选择脱硫方法时需要考虑的主要因素有：原料气中酸性组分的类型和含量，原料气的温度、压力及处理量，对脱除酸气后的净化气及对所获得的酸气的要求，脱硫装置的总成本和操作费用等。

当酸气中H2S和CO2含量不高、CO2/H2S（CO2与H2S 含量之比）≤6并且同时脱除Hg及 CO2时，应考虑采用MEA 法或混合胺法；当酸气中CO₂/H₂S≥5, 且需选择性脱除H2S时，应采用MDEA法或其配方溶液法；当酸气中酸性组分分压高、有机硫化物含量高并且同时脱除 H2S 和CO2时，应采用Sulfnol-D 法；如需选择性脱除H2S时，则应采用 Sulfinol-M 法。

**二、天然气脱水**

在液化装置中，若天然气中含有水分，水在低于零度时将以冰或霜的形式冻结在换热器的表面和节流阀的工作部分。另外，天然气和水会形成天然气水合物，它是半稳定的固态化合物，可以在零度以上形成。它不仅可能导致管线堵塞，也可造成喷嘴和分离设备的堵塞。 水合物形成温度的影响因素主要有以下三个方面：

①混合物中重烃特别是异丁烷的含量；

②混合物的组分，即使密度相同而组分不同，气体混合物形成水合物的温度也不相同；③压力越高，生成水合物的起始温度也越高。

在输送含有酸性组分的天然气时，液态水的存在还会加速酸性组分 (H2S、CO2等 ) 对管壁、阀门件的腐蚀，减少管线的使用寿命。

为了避免天然气中由于水的存在造成堵塞现象，通常须在高于水合物形成温度时就将原料气中的游离水脱除，使其露点达到-100℃以下。目前，常用的天然气脱水方法有冷却法、吸收法和吸附法等，以及近年发展起来的膜分离法。表1—5对这四类脱水方法进行了一般性的比较。

表1-5天然气脱水方法比较

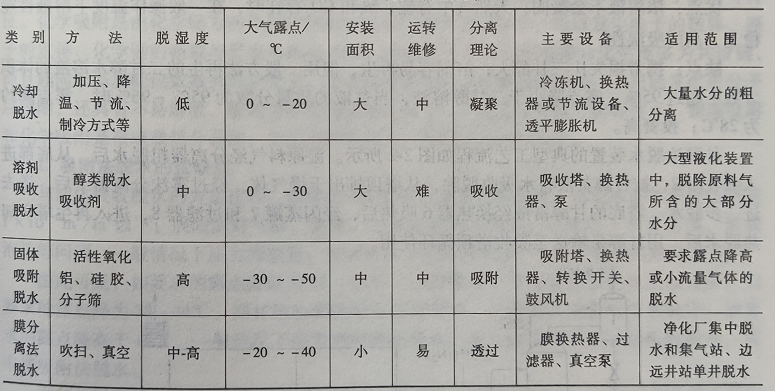


表 1 - 6 脱水工艺方案优缺点比较表



**三、天然气其他杂质的脱除**

（一）汞的脱除

1973年，LNG工业才意识到即使天然气中含有极少量的汞成分（包括单质汞、汞离子及有机汞化合物），也会造成铝合金材料的腐蚀。它还会引起催化剂中毒，造成环境污染以及检修过程中对人员的危害等不良后果。由于水的存在会极大增强这种伤害，而最好的干燥法也不可能除去全部水分，因此必须把汞减少到尽可能的低水平。由于汞对铝式板翅式换热器有损害，故也必须去除。所以，在液化前必须将原料气中的Hg含量限制到0.01μg/m³以下。

对于Hg的去除，常采用不可再生的固定床。这些材料有带S的活性炭、含S的分子筛和金属硫化物，它们能与Hg反应生成HgS。

（二）重质烃组分的脱除

重烃常指 C5+以上的烃类。在烃类中，分子量由小到大时，其沸点是由低到高变化的，所以在冷凝天然气的循环中，重烃总是先被冷凝下来。如果未把重烃先分离掉，或在冷凝后分离掉，则重烃将可能冻结从而堵塞设备。

极少量的C6+馏分特性的微小变化，对于预测烃系统的相特性有相当大的影响。C6+馏分对气体混合物影响如此之大的原因，被认为是气体的露点受混合物中最重组分的影响较大，重组分的变化对露点温度或压力有惊人的影响。

在-183.3℃以上，乙烷和丙烷能以各种浓度溶解于LNG 中。最不易溶解的是 C6+烃（特别是环状化合物），还有CO2和水。在用分子筛、活性氧化铝或硅胶吸附脱水时，重烃可被部分脱除。脱除的程度取决于吸附剂的负荷和再生的形式等，但采用吸附剂不可能使重烃的含量降低到所要求的很低浓度，余下的重烃通常在低温区中的一个或多个分离器中除去，此法也称为深冷分离法。

（三）氮气、氧气、氦气的脱除

原料气中N₂、O₂、He含量较高时，天然气不易液化且影响产品的热值。氧气的液化温度与氮气和氦气（常压下液化温度为77K） 相近，较甲烷低（常压下液化温度为111K）。在天然气净化过程中，高温下氧气的存在还会导致净化溶液的降解。生产的LNG中N₂、O₂、He 含量过高，在储存时易产生翻滚现象产生BOG，致使安全性降低。所以，在液化前必须将原料气中的N₂、O₂、He含量分别限制到标准允许的最大含量以下。 一般采用闪蒸的方法将LNG中的N₂、O₂、He 选择性地脱除。

（四）COS（羰基硫）的脱除

在极少量的水存在时，COS与水形成H2S和CO2对设备产生腐蚀；COS的沸点为-48℃，接近于丙烷的沸点（-42℃）。在LNG生产过程中当分离回收丙烷时，约有90%的COS出现液化石油气中，如果在运输和储存中出现潮湿，即使是0.5×10-⁶m³/m³的 COS 被水化，也会产生腐蚀故障，所以COS必须在净化时脱除。 一般在脱除H2S和CO2 时一起脱除COS，不采用专门的净化措施脱除COS。

**四、天然气液化**

自阿尔及利亚的 Camel 液化天然气工厂1965年投入运作以来，液化天然气（简称LNG） 生产已有近50年的历史了。LNG 装置中流程有以下三大类：①混合制冷剂流程；②级联流程；③膨胀流程。

对液化流程的一种分类方式为按流程的循环数量来划分，分为单循环流程、双循环流程和三循环流程。流程中制冷循环回路数越多，则以此为流程的LNG单线产能越大。

对于流程中的制冷循环的数量，只有在不增加循环数量的情况下增加产量，才能实现液 化装置的规模经济效应。当需要的循环数增加时，设备数量、安装空间及复杂度都相应增加 因而使得液化流程改进所节省的开支消耗掉。但当LNG流程的生产规模增大时，气体处理 设施、产品存储、运输设施、应用及装船环节的经济性也会提高。因此，若有足够气源且在可获得相应的设备前提下，LNG装置越大越好。

混合制冷剂流程 (MRC) 是以碳氢化合物及N2等组成的多组分混合制冷剂为制冷剂，进行逐级冷凝、蒸发、节流膨胀得到不同温度水平的冷量，以达到逐步冷却和液化天然气为目的的循环。MRC既达到类似级联式液化流程的目的，又克服了其系统复杂的缺点。

使用混合制冷剂时，主要制冷剂一般为甲烷、乙烯、丙烷、氮气的混合物，也可包括丁烷和戊烷，具体选择何种物质作为制冷剂需根据混合制冷剂循环类型和原料气的工况等因素来确定。

混合制冷剂的特点如下：

1 由于混合制冷剂是混合物，因此其吸热沸腾过程是个变温过程，这使换热器中热流和冷流之间的传热温差始终较低，从而换热器的效率高。

2 当生产条件，如天然气的组分、环境温度、产量要求等发生变化时，可通过调节混合制冷剂的组分使流程适应这些条件的变化，从而使流程运行在较低的比功率之下。

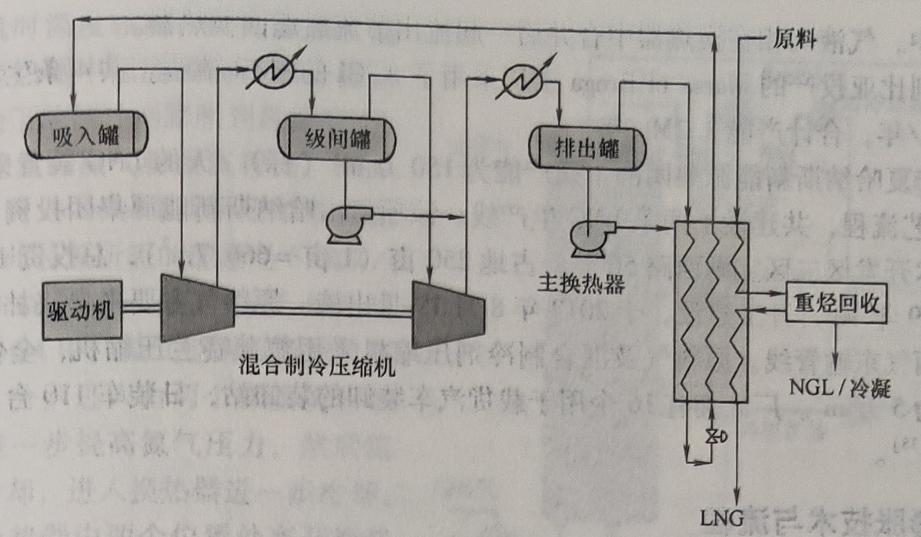
3 使用混合制冷剂的缺点是：需要实现混合制冷剂在换热器内的均匀分布以实现适当的热交换。

4在单级混合制冷工艺流程中，制冷剂被压缩，并在随后的后冷却器中冷却。制冷剂在主换热器中不断冷却、冷凝。冷凝的制冷剂通过焦耳-汤普森阀节流膨胀降温。膨胀降温后的制冷剂进入主换热器，并吸收天然气和高压制冷剂的热量，直到它以气态形式离开主换热器，并在此过程中天然气被冷凝成LNG。这个流程因所需设备数量少而在小型液化装置中备受青睐。单混合制冷剂流程适用于单线产能低于1.5Mt/年的LNG装置。与经典级联流程相比，单混合制冷剂流程简单且设备数量少。通过调整混合制冷剂的组分可有效降低换热器内冷热流体之间的温差，提高流程效率。

5单混合制冷剂流程有各种具体形式，下面以行业典型的BV公司的Prico ®流程为例。

6 BV公司的PRICO ®流程是典型的单混合制冷剂流程，该流程仅有一个压缩机系统用于压缩混合制冷剂，主换热器是板翅式换热器，故液化流程简单且易于操作。该系统在停车中制冷剂依然存储在系统中，无须排放或泄压。

7 Prico ®流程混合制冷剂由氮、甲烷、乙烷、丙烷和异戊烷组成，冷却和液化在冷箱中的板翅式换热器 （PFHE）中进行。流程中制冷剂经一级压缩后，由冷却器冷却后进入中间级缓冲分离器，产生的气相进入二级压缩机压缩，产生的液相由泵压缩，这样可以节省压缩功，并有效避免二级压缩机产生液击现象。泵和二级压缩机的排出流体经冷却器冷却后进入排气缓冲分离器中，产生的气相和液相分别进入板翅式换热器。在换热器中被返回的低压制冷剂冷却后混合离开换热器，流经节流阀膨胀降压降温后，流入换热器为高压制冷剂和天然气提供冷量，实现天然气的冷却和冷凝。对于天然气回路，流入板翅式换热器冷却到一定温度后，离开换热器进入重烃回收器回收重烃NGL后，气相部分流回板翅式换热器继续冷却直至冷凝成 LNG。铝制板翅式换热器做成冷箱的形式，所有的连接均位于冷箱外，以消除箱内潜在泄漏的可能性。

Prico ®流程混合制冷剂流程

# 第二部分 公司、部门基本概况

## 第一章 公司简介

阆中双瑞能源有限公司是一家国有控股的清洁能源生产企业，其建设的元坝气田天然气储气调峰工程项目（LNG项目）是积极响应国家储气调峰要求、地方环保和能源发展需要，由中石化西南油气分公司与阆中市人民政府签约的重点项目。

公司位于阆中市工业集中区，占地304亩，具有日处理天然气110万标方，年产LNG（液化天然气）25.66万吨的生产规模，实际投资6.73亿元，配套独立设置LNG储罐区一座，内设1个20000m3LNG单包容低温储罐。LNG储罐最大储气量为1300万方。

公司生产厂区按功能分区进行布置，LNG储罐区和制冷剂罐区分开设置，均有独立围堰。厂区划分为四个功能区，即厂前区、工艺生产装置及辅助生产装置区、储罐及火炬系统区、装车站及停车场。

根据《危险化学品目录（2015版）》，公司原料天然气、辅料制冷剂（甲烷、氮气、乙烯、丙烷、异戊烷）、氢氧化钠、硫酸；产品LNG；副产品液化石油气（正戊烷、异戊烷、新戊烷等）为危险化学品（现有供气条件不发生变化，不会产生副产品）。

公司立足建设全国技术先进、管理一流的LNG生产基地，按照“高起点设计，高标准要求，高质量建设”的总体要求，采用美国博莱克威奇（BV）公司的PRICO®混合冷剂制冷专利工艺技术，由康泰斯公司提供基础设计和关键设备，中国东华工程科技股份有限公司负责工程设计，中石化四建负责设备安装，中国八冶负责储罐制作安装。项目于2014年5月经四川省发改委批准立项，2015年5月项目主体工程正式开工建设，2016年10月18日一次投料试车成功，2016年11月1日顺利产出LNG产品。

## 第二章 部门概况

为满足安全生产需要，公司设置有生产运行部、机电仪车间、安全环保部、企管法务部等部门。生产运行部设置有经理、副经理、主任工程师、安全员、班长、内主操、外副操、分析员等岗位，共计约35人。部门下设四个工艺班组和1个分析班组，工艺班组每班7人左右，负责日常生产运行工作、生产指令执行、应急情况处置等工作，分析班共计2人，负责日常或临时水质、气质、特殊作业分析等工作。

## 第三章 部门职能

1、负责贯彻执行国家有关安全生产、环保、节能等政策、法规和标准以及公司有关管理制度。

2、建立、健全部门管理制度和考核办法，明确各岗位工作责任并严格考核。

3、制订并实施操作规程、应急预案、工艺指标等技术文件和内容。

4、负责部门应急预案演练。

5、汇总各项安全生产信息，提出解决问题的建议和措施。

6、组织制定并实施部门培训计划和考核工作。

7、督促、检查隐患排查和整改工作，及时消除HSE隐患。

8、负责装置的生产运行和装置开停车，为各类检维修作业创造安全条件。

9、各种异常工况、事故的处置，及时如实报告HSE事故，并配合进行事故调查、分析和处理。

10、负责管辖区域、重大危险源的管理和巡回检查工作。

11、完成领导交办的其他工作。

## 第四章 装置概况

阆中双瑞能源有限公司LNG装置日处理天然气110万方，占地面积173262㎡（约259.893亩），气源来自中石化元坝净化厂。装置引进博莱克·威奇公司软件包，液化工段采用博莱克·威奇公司的专利PRICO®单循环混合冷剂制冷工艺，主要设备从国外进口。

厂前区布置在厂区北侧，紧邻汉王祠路，布置了综合楼、广场及运动健身场地，厂前区临汉王祠路处设置一厂区主要人流出入口及大门、门卫及接待室。工艺生产装置及辅助生产装置区布置在整个厂区南侧，为厂区的主要部分，布置了工艺生产装置、控制室、总变电所、装置变配电间、空压站、氮气站、脱盐水站和泡沫站、消防泵房和水池、给水站、循环水站、废水收集池、丙类物品仓库、综合仓库及维修间。工艺生产装置里布置了原料气接收、CO2脱除、干燥、制冷和液化、闪蒸气/再生气回收、冷剂储存、补充和卸料、压缩机房等。罐区及火炬区布置在厂区东侧，该区域的北侧布置一储存20000m3LNG储罐，南侧布置一高架火炬。该区域紧邻莺花路，在该区域的东部设置一个物流和消防出入口。装车区及停车场布置在厂区的西南侧，LNG装车站布置在该区域西侧，设置一有6个装车位的装车棚和两台称重为80吨的地中衡，地中衡旁设置一地磅房、门卫、销售人员及司机休息间。

厂区道路设计为城市型道路，采用暗管排除雨水。道路平面布置成环形，路面宽度分为12m和6m两种，主要道路和消防车道的转弯半径不小于12米。

厂区设置4个出入口，厂区北侧对着汉王祠路设置一个厂前区出入口，为厂区主要人流出入口。东侧临莺花路设置一物流和消防出入口，沿着迎宾大道设置两个出入口，由西向东分别为LNG槽车停车场出入口和装车站出入口。

## 第五章 巡检要求

**（一）目的**

为加强对生产过程的监控，及时了解和掌握设备运行情况及工艺指标执行情况，发现和消除事故隐患，确保装置安全稳定运行。

**（二）巡检注意事项**

1 巡回检查工作由岗位操作人员或经考核合格正在实习的操作人员负责进行，在巡回检查中不应从事与检查无关的事情。

2、各岗位人员在巡回检查时思想要集中，应根据检查标准和设备实际情况进行认真分析，确保巡回检查质量。

3、巡检时应携带所需工具，包括：手电筒、测温仪、测振仪、气体检测仪、对讲机等；做到：腿要走到、眼要看到、耳要听到、鼻要闻到、手要摸到。

4、巡检人员应根据操作规程的要求进行巡回检查，戴好安全帽，必要时戴防冻手套，注意自我保护，确保巡检安全。

5、当遇有雷、雨、大风、洪水、高温、严寒等恶劣天气，除进行正常巡回检查外，应加强重点部位检查。

6、遇有运行方式变更、设备运行异常、设备过负荷或带病运行、备用设备故障或正在检修、新设备试运行等，应有目的地增加巡回检查次数，做到心中有数。

7、巡检过程中发现重大设备故障、安全隐患或操作问题不能及时处理，应及时报告班长或值班领导。

8、接班人员必须按时到岗位，并在生产现场认真巡检，符合接班条件时方能接班。

**（三）巡检项目**

班中应按时对所在岗位的生产现场进行巡检，巡检应包括以下内容：

1. 仪表空气压力是否满足，调节阀是否灵敏可靠。
2. 压力、温度、液位等是否在指标范围内，显示是否与中控一致等。
3. 各类机泵的温度、电流、振动是否在指标范围内。
4. 设备、管道、阀门等有无跑、冒、滴、漏、松动及异响或损坏。
5. 机泵所用的冷却水、洗涤用水压力、流量、温度。
6. 水体及大气是否受到污染。
7. 机泵的油压、油温、油位是否正常，声音是否出现异常。
8. 各类电气设备运行参数是否在指标范围内。
9. 各类设备是否有超温超压现象。
10. 各种备用设备是否完好备用。
11. 设备管道保温、保冷是否有破损现象，是否有漏冷结霜等现象。
12. 装置区内是否有无关人员作业，作业人员作业票证是否齐全，是否按规程作业等。
13. 燃烧装置燃烧状况是否正常。
14. 调节阀、电动阀及其他阀门的开度，自动手动状态是否与中控室显示一致。
15. 雷雨季节，需检查现场雨水排放沟是否畅通，厂区是否有塌陷现象，厂房是否有漏水现象等。

16、部门管理人员和操作人员按规定的巡回检查路线准时进行检查，发现问题做好记录并及时处理。

**（四）巡检路线**

生产装置区原则上以主装置区和公用工程划分为两个区域，巡回检查按规定线路按不同时间段交叉进行，各班班长或外主操根据本班人员实际情况安排巡检区域责任人员。

具体线路由生产运行部根据实际情况优化设置。

**（五）其它事项**

其他（如：巡检频次等）重要内容参照国家规范、标准要求、公司《HSE管理制度》和《生产管理制度》执行。

# 第三部分 安全规程

为保证《安全操作规程》的完整性，进一步完善操作规程，让操作人员深刻了解岗位安全风险，更有力地保障安全生产，特制定本规程。

## 作业过程主要危险有害因素及控制措施

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **作业过程主要危险和有害因素** | **事故类别或受伤性质** | **控制措施** |
| **（一）人的因素** |  |  |
| **1.心理、生理因素** |  |  |
| 1.1负荷超限：加班、劳动强度过高、休息时间不足、高强度运动、听力负荷超限、视力负荷超限等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①合理安排劳动时长  ②机械替代人工  ③班前做到充足睡眠  ④合理安排倒班、休班及轮换 |
| 1.2健康状况异常：中暑、感冒、发烧或其他疾病 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①定期组织健康体检确保人员身体条件满足操作需要  ②安排人员替岗调休  ③班前做到充足睡眠  ④做好防中暑等相应药品配备  ⑤配备相应的应急救援器材 |
| 1.3从事禁忌作业：恐高症爬高、噪音易感者从事噪音岗位等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①进行职业健康监测  ②对有相应禁忌证者安排至其他不涉及禁忌作业的岗位  ③配备相应的应急救援器材 |
| 1.4心理异常：焦虑、抑郁、过度兴奋、精神障碍、情绪异常、冒险心理、过度紧张等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①做好班前人员和心理状况检查  ②采取谈话谈心进行疏导  ③进行职业健康体检  ④配备相应的应急救援器材 |
| 1.5辨识功能缺失：感知延迟、行为障碍、认知缺陷等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①做好班前人员和心理状况检查  ②定期进行职业健康体检  ③配备相应的应急救援器材 |
| **2.行为因素** |  |  |
| 2.1指挥错误：不按照制度和规程要求指导操作、不进行安全教育强令作业、对有隐患设备擅自安排使用、已发现事故隐患继续强令冒险作业、不执行作业票审批、擅自变更工艺和操作程序等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①严格遵守管理制度  ②严格执行安全操作规程  ③隐患整改和验收合格后方可再次投用  ④严格执行作业票审批制度  ⑤严格进行变更管理  ⑥员工有权拒绝违章指挥等强令冒险作业行为 |
| 2.2操作错误：不按规程要求操作、阀门误操作、启停设备方式方法或顺序错误、防爆场所使用非防爆工具、使用非防爆手机、管道泄压或置换不合格、关闭安全阀根部阀导致安全阀失效、擅自解除联锁、设备运转过程中进行检维修作业、高温/低温介质操作未按规定穿戴防护用品等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①严格遵守管理制度  ②严格执行安全操作规程  ③严格执行作业票审批制度  ④正确穿戴防护用品  ⑤正确使用防爆工器具  ⑥配备相应的应急救援器材  ⑦加强对人员培训教育，增强员工安全意识 |
| 2.3监护失误：监护人员安全知识欠缺安全意识不强、未严格履行作业票、擅自离开作业现场、不清楚现场作业人员数量及作业工具和作业内容、未及时对违章行为进行制止、未及时发现异常情况和危险、未严格履行监护职责、盲目施救等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①严格遵守管理制度  ②严格执行安全操作规程  ③严格执行作业票审批制度  ④监护人员确保对作业全过程监督  ⑤员工有权拒绝违章指挥等强令冒险作业行为  ⑥出现异常情况科学合理施救  ⑦加强对监护人员的安全培训教育 |
| **（二）物的因素** |  |  |
| **1.物理性危险和有害因素** |  |  |
| 1.1设备设施工具附件缺陷：阀门内漏、安全阀未经校验、仪表联锁故障失效、设备带病运行、备用机组不备用、应急发电机和消防泵等未定期启动确认其可靠性、冷剂换热器内漏、C301密封气管道密封圈泄漏、机泵出口止逆阀缺失或有缺陷等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电等 | ①定期对安全阀进行校验  ②阀门故障及时处置更换  ③对故障设备设施及时停机检修消除隐患  ④定期对备用机组进行盘车确保其备用状态  ⑤定期启动应急发电机和消防泵 |
| 1.2防护缺陷：人员易接触运转部件如联轴器、动火作业氧气乙炔瓶距离不足5m以及距离动火点不足10m、防火防爆安全距离不足如紧急切断现场手动按钮距离危险源不足10m、存在可燃气体泄漏区域电机抗爆等级不足、未设置爬梯护栏、消防水池/集液池/循环水池防护措施缺失或有缺陷等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①严格遵守管理制度  ②按规范要求正确设置运转部件防护设施  ③防爆区域电器设备规范选型  ④按照标准规范确保作业间距 |
| 1.3电危害：用电单位未可靠接地、防雷接地线未可靠连接、进入重大危险源区域未触摸静电释放球、未办理作业票进行私拉乱接、不按规定带电作业等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、触电等 | ①正确穿戴防静电服装  ②按规定使用绝缘工器具  ③定期进行防雷接地检测  ④规范设置静电跨接、接地  ⑤严格执行用电作业票  ⑥进入装置区或重大危险源区域规范触摸静电接地球 |
| 1.4噪音：压缩机厂房噪音、空压机房内噪音 | 其它伤害 | ①佩戴耳塞或耳罩  ②定期进行职业健康体检  ③定期对作业场所进行职业危害监测 |
| 1.5振动危害：离心式压缩机喘振、运转设备振动大、设备管道液击等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤等 | ①精细工艺操作调节，及时开启防喘振阀  ②加强现场巡检，发现异常及时处置  ③关键设备设置在线监测  ④巡检使用测振仪对设备振动进行监测 |
| 1.6电离辐射：变压器GIS开关现场 | 其它伤害 | ①定期进行职业健康体检  ②定期组织职业危害因素检测  ③合理安排作业，减少现场停留时间 |
| 1.7运动物危害：高空抛物、作业工器具掉落、胺液泄漏飞溅、冷剂泵泄漏冷剂飞溅 | 机械伤害、灼烫、冻伤等 | ①正确穿戴劳动防护用品  ②发现泄漏应及时切断泄漏源前置阀门  ③作业时携带工具包，现场工器具规范摆放 |
| 1.8明火：焊接作业、电火花、携带烟火进入厂区 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、灼烫等 | ①严格执行作业票审批  ②厂区内严禁烟火  ③加强对人员安全培训和管理  ④装置现场做好防静电措施  ⑤做好电气设备维护保养，规范电气作业 |
| 1.9信号缺陷：调节阀反馈信号缺失、联锁动作逻辑错误、信号滞后或超前、机泵出口压力表缺失或有缺陷 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、触电等 | ①加强系统日常维护保养  ②定期进行调试检测  ③加强人员培训提升员工故障应急处置能力 |
| 1.10标志标识缺陷：重大危险源标识不全、风向标破损、安全出口指示标志缺失、楼爬梯未设置警示标识、标识掉落破损、警告禁止指令提示标识顺序错误等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、淹溺、触电、高处坠落等 | ①按照标准规范设置标识标牌  ②定期对标识标牌进行检查  ③及时对破损标识进行更换 |
| 1.11信息系统缺陷：网络故障、DCS监控故障、GDS监控故障、现场视频监控缺失、信号线路破损等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电等 | ①加强系统日常维护保养  ②定期对系统进行调试检测  ③加强人员培训提升员工故障应急处置能力  ④对信号线路、设施设备定期巡回检查 |
| **2.化学性危险和有害因素** |  |  |
| 2.1理化危险：天然气、低温冷剂、LNG等生产物料泄漏 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、灼烫、冻伤等 | ①严格遵守管理制度  ②严格执行安全操作规程  ③严格执行作业票审批制度  ④正确穿戴防护用品  ⑤正确使用防爆工具  ⑥配备相应的应急救援器材  ⑦进入生产装置区佩戴便携式气体检测仪  ⑧规范设置GDS现场监测设施 |
| 2.2健康危险：冷剂、液氮泄漏、胺液泄漏、脱硫剂失效硫化氢气体泄漏、分析接触强酸强碱等腐蚀性物质、蒸汽或其他高温物料泄漏 | 中毒/窒息、灼烫、冻伤等 | ①严格遵守管理制度  ②严格执行安全操作规程  ③正确穿戴防护用品  ④配备相应的应急救援器材  ⑤进入生产装置区佩戴便携式气体检测仪  ⑥规范设置GDS现场监测设施 |
| **（三）环境因素** |  |  |
| **1.室内作业场所环境不良** |  |  |
| 1.1室内地面湿滑：地面、楼梯被污染或润湿造成滑跌 | 其它伤害 | ①正确穿戴防护用品  ②上下楼梯拉好扶手  ③及时清理地面淤积物 |
| 1.2室内作业场所杂乱：总控室、巡检室等不符合5S管理要求 | 其它伤害 | ①加强5S现场管理  ②对各班组负责卫生区域进行划分  ③加强管理和考核 |
| 1.3室内地面不平：总控室地板破损、地面沉降 | 其它伤害 | ①加强5S现场管理  ②及时对破损部位修复处理 |
| 1.4房屋安全出口缺陷：防爆门故障无法打开、应急疏散指示标识缺失 | 其它伤害 | ①确保应急通道畅通  ②正确设置疏散标识 |
| 1.5采光照明不良：办公室、控制室照明不良 | 其它伤害 | ①工作场所确保良好照明  ②定期对照明灯具进行检查 |
| 1.6作业场所空气不良：总控室新风系统故障、受限空间作业未进行可燃气体、有毒气体和氧含量分析 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、其它伤害 | ①确保室内通风良好  ②受限空间严格执行作业票证办理  ③携带便携式气体监测设备 |
| **2.室外作业场地环境不良** |  |  |
| 2.1恶劣气候与环境：5级大风及以上、极端温度、大雾、暴雨雪、洪水、地震等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电等 | ①恶劣气候及环境避免户外作业  ②配备相应的应急救援器材  ③配备应急处置物资，如沙袋等  ④正确穿戴防护用品 |
| 2.2作业场地湿滑：爬梯湿滑、地面积水等 | 其它伤害 | ①正确穿戴防护用品  ②上下楼梯拉好扶手  ③及时清理地面淤积物 |
| 2.3作业场地杂乱：现场材料堆放杂乱、作业场所工器具未按规定摆放等不符合5S现场管理的现象 | 其它伤害 | ①加强5S现场管理  ②对各班组负责卫生区域进行划分  ③加强管理和考核 |
| 2.3作业场地不平：沟盖板缺失破损、阀门井盖缺失破损、地面塌陷等 | 其它伤害 | ①加强5S现场管理  ②及时更换沟盖板  ③及时对场地进行平整 |
| 2.4脚手架、阶梯和活动梯架缺陷：设备或管廊操作平台、爬梯松动、脚手架未按照规范搭设和固定、活动梯架未固定牢固 | 高处坠落、其它伤害 | ①加强5S现场管理  ②加强现场巡查，及时修复松动  ③现场设置警示标识，提醒人员注意安全  ④加强安全教育，规范使用脚手架和活动梯架 |
| 2.5作业场地安全出口缺陷：安全出口提示标识缺失、安全出口被杂物遮挡 | 其它伤害 | ①确保应急通道畅通  ②设置醒目的安全出口标识  ③定期对安全出口进行检查 |
| 2.6作业场地光照不良：巡检路线照明不足、受限空间或夜间作业未按规定设置照明设施 | 高处坠落、其它伤害 | ①加强5S现场管理  ②作业场所确保良好照明  ③定期对照明灯具进行检查 |
| 2.7作业场地空气不良：受限空间通风不良、作业场地存在有毒或可燃气体等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息等 | ①进入受限空间严格办理作业票并进行审批  ②随身携带便携式可燃气体检测仪  ③作业场地保持良好通风 |
| **（四）管理因素** |  |  |
| 1.职业安全卫生责任制不完善或未落实：未组织签订班组级安全生产责任承诺书、未进行班组级风险研判、未对职业安全卫生责任制进行培训、班组成员不知晓制度相关内容、人员巡检履职不到位等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①建立健全安全生产责任制  ②对职业安全卫生责任制组织进行培训  ③组织班组签订安全生产承诺书  ④组织班组进行风险研判，形成清单  ⑤对风险研判清单组织班组人员进行培训  ⑥加强巡检管理和对巡检记录的考核 |
| 2.职业安全卫生管理制度不完善或未落实 |  |  |
| 2.1安全风险分级管控：未建立或更新安全风险分级管控清单、未对风险分级管控清单进行培训 | 其它伤害 | ①建立班组级作业安全风险分级管控清单  ②定期对班组人员进行风险分级管控清单内容培训 |
| 2.2事故隐患排查治理：未对事故隐患治理项目管理规定进行班组培训、班组未开展隐患排查、隐患整改落实不到位、未上报隐患排查和整治情况等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①按要求认真排查现场隐患  ②对隐患及时整改闭环处理  ③按要求上报隐患及整改情况 |
| 2.3培训教育制度：班组未开展安全教育培训管理规定培训、新进员工班组级培训不落实等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①加强对新工的班组级教育  ②定期对制度进行培训  ③定期组织开展实操培训工作 |
| 2.4操作规程：未按照规程进行操作、不熟悉操作规程规定指标内容、未定期对操作规程进行评审和修订、操作规程规定内容与实际不一致等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①加强操作规程培训  ②按计划开展“每日一问、每周一训、每旬一考”活动  ③组织班组人员对规程进行评审  ④实际运行与规程偏离的，实际更符合要求时，及时对操作规程进行评审和修订 |
| 3.应急管理缺陷 |  |  |
| 3.1事故应急预案缺陷：预案可操作性差、预案不健全、无针对性 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①定期组织对预案进行培训  ②对班组级现场处置方案进行演练，对实用性和可操作性进行评估，及时进行补充完善 |
| 3.2应急预案培训不到位：未制定应急预案培训计划、乙烯泄漏现场处置方案等处置方案培训不到位 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①制定预案培训计划  ②定期组织对预案进行培训  ③对班组级现场处置方案进行演练，对实用性和可操作性进行评估，及时进行补充完善 |
| 3.3应急预案演练不规范：未按照每月2次开展班组级现场处置方案演练、演练未正确佩戴和使用空气呼吸器、演练未佩戴硫化氢防毒面具、消防设施自动启停未投用、未对危险区域进行警戒和隔离、未按照演练方案进行操作等 | 其它伤害 | ①定期组织对预案进行培  ②按计划定期开展演练  ③发生事故立即启动应急预案组织人员处置  ④对空气呼吸器、灭火器等使用进行培训和考核  ⑤定期对消防设施进行巡检和维护保养 |
| 3.4应急预案评估不到位：未发现演练存在的问题、问题评估不全面、演练总结材料和记录不完善等 | 爆炸、火灾、中毒/窒息、机械伤害、灼烫、冻伤、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等 | ①认真对演练进行总结  ②及时记录演练过程，并对预案进行评估 |

## 二、作业过程须正确穿戴劳动防护用品

|  |  |
| --- | --- |
| **作业场所/作业类别** | **防护措施** |
| 进入生产装置区 | 佩戴安全帽、规范着工作服（鞋） |
| 进入压缩机厂房、空压站 | 必须佩戴耳塞或耳罩 |
| 进入可燃气体可能泄漏区域 | 佩戴便携式可燃气体检测仪 |
| 脱硫剂装卸 | 佩戴防尘口罩、安全带、安全绳、防毒面具、长管呼吸器 |
| 分子筛装卸 | 佩戴防尘口罩、安全带、安全绳 |
| 活性炭装卸 | 佩戴防尘口罩或防尘面罩、安全带、安全绳 |
| 凉水塔填料装卸 | 佩戴防尘口罩、手套、安全带、安全绳 |
| 登高作业 | 必须采取防坠落措施、佩戴安全带、安全绳、工具包 |
| 涉腐蚀性介质现场 | 必须佩戴护目镜或全防护面罩、防酸碱手套、专用防护衣等 |
| 涉及低温介质操作 | 必须佩戴低温面罩、低温手套、低温裙 |
| 循环水药剂添加 | 必须佩戴防酸碱手套衣等 |

**三、日常及高危作业安全规定**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 作业  项目 | 禁止行为 | 必须遵守的行为规范 |
| 1 | 通用要求 | 1.严禁在厂区内吸烟及携带火种和易燃、易爆、有毒、易腐蚀物品入厂。  2.严禁未按规定办理用火手续，在场内进行施工用火或生活用火。  3.严禁穿易产生静电的服装进入易燃、易爆区，尤其不应该在该区穿、脱衣服或用化纤织物擦拭设备。  4.严禁穿带铁钉的鞋进入易燃、易爆装置区。  5.严禁用汽油、易挥发溶剂擦洗设备、衣物、工具及地面等。  6.严禁未经批准的各种机动车辆进入生产装置、罐区及易燃易爆区。  7.严禁就地排放易燃、易爆物料及化学危险品。  8.严禁在易燃、易爆装置区用易产生火花的工具敲打、撞击和作业。  9.严禁堵塞消防通道及随意挪用或损坏消防设施。  10.严禁损坏厂内各类防爆设施。 | 1.加强明火管理，防火、防爆区内不准吸烟。  2.生产区内，不准带进小孩。  3.禁火区内，不准无阻火器车辆行驶。  4.上班时间，不准穿高跟鞋（一寸以上）、裙子、留长发、披肩发；不准睡觉、干私活、离岗和干预生产无关的事。  5.在班前、班上不准喝酒。  6.不准使用汽油等挥发性强的可燃液体擦洗设备、用具和衣物。  7.必须按本公司规定穿戴劳动保护用品（包括工作服、工作帽、工作鞋等），否则不准进入生产岗位。  8.安全装置不齐的设备，不准使用。  9.不是自己分管或操作的设备，不准动用。  10.检修设备时，安全措施不落实，不准检修。  11.停机检修后的设备，未经彻底检查不准启动。  12.不拴安全带，不准登高作业；无采取防护保险措施，不准从事多层作业。  13.脚手架、跳板不牢，不准上架作业。 |
| 2 | 生产操作 | 1、严禁误动作。  2、严禁阀门正对人。  3、严禁生产大幅波动。 | 1、严格进行交接班  2、严格进行巡回检查  3、严格控制工艺指标  4、严格执行操作规程  5、严格遵守劳动纪律  6、严格执行安全管理规定 |
| 3 | 日常巡检 | 1. 严禁巡检使用非防爆电子产品 2. 巡检过程严禁攀扶、跨越运转设备，不得踩踏仪表和细小管线，不得随意翻越护栏。 3. 严格进行巡回检查，不得由非岗位人员顶替。 | 1、按时巡检，巡检过程应采用看、闻、听、摸、测等方法，做到5到“身到、心到、眼到、手到、口到”。  2、双人巡检相互监护，突发可燃、有毒介质泄漏或发生其他异常情况时，要互相沟通、科学处置，确保巡检人员人身安全。 |
| 4 | 动火作业 | 1、动火证未经批准，禁止动火。  2、未与生产系统可靠隔绝，禁止动火。  3、未清洗、置换合格，禁止动火。  4、未消除周围易燃物，禁止动火。  5、未按时作动火分析，禁止动火。  6、无消防措施，禁止动火。  7、安全监护人不在作业现场，禁止动火。  8、防火措施不落实，禁止动火。 | 1、动火作业必须进行审批备案，并建立监督检查机制。  2、动火作业必须现场审查和动火条件确认。  3、凡在盛有或盛装过助燃或易燃易爆危险化学品的设备、管道等生产、储存设施、设备上的动火作业，应与生产系统彻底断开或隔离，不应以水封或仅关闭阀门代替盲板作为隔断措施。  4、动火安全监护应逐项检查防火措施落实情况，防火措施不落实有权拒绝动火。  5、动火期间，距动火点30m内不应排放可燃气体；距动火点15m内不应排放可燃液体；在动火点10 m 范围内、动火点上方及下方不应同时进行可燃溶剂清洗或喷漆作业；在动火点 10 m 范围内不应进行可燃性粉尘清扫作业。  6、使用气焊、气割动火作业时，乙炔瓶应直立放置，不应卧放使用；氧气瓶与乙炔瓶的间距不应小于5m，二者与动火点间距不应小于10 m，并应采取防晒和防倾倒措施；乙炔瓶应安装防回火装置。  7、作业完毕后应清理现场，确认无残留火种后方可离开。  8、拆除管线进行动火作业时，应先查明其内部介质危险特性、工艺条件及其走向，并根据所要拆除管线的情况制定安全防护措施。  9、遇五级风以上（含五级风）天气，禁止露天动火作业；因生产确需动火，动火作业应升级管理。  10、特级、一级动火安全作业票有效期不应超过8h；二级动火安全作业票有效期不应超过72h。 |
| 5 | 受限空间作业 | 1、严禁无证开展特殊作业。  2、受限空间严禁采用水封或关闭阀门代替盲板隔离。  3、氧气含量为 19.5%～21%（体积分数），在富氧环境下不应大于 23.5%（体积分数）。  4、操作人员必须严格遵守作业规程，不得违反安全规定和检维修程序。 | 1.必须申请、办证，并得到批准。  2.必须进行安全隔离。  3.必须切断动力电，并使用安全灯具。  4.必须进行置换通风。  5.必须按时间要求进行安全分析。  6.必须佩戴规定的防护用具。  7.必须有人在容器外监护并坚守岗位。  8.必须有抢救的后备措施。  9、作业现场应配置移动式气体检测报警仪，连续检测受限空间内可燃气体、有毒气体及氧气浓度，并2h记录1次；气体浓度超限报警时，应立即停止作业、撤离人员、对现场进行处理，重新检测合格后方可恢复作业。  10、受限空间安全作业票有效期不应超过24h。 |
| 6 | 盲板作业 | 1、严禁无证开展特殊作业。  2、不得在同一管道上同时进行两处及两处以上的盲板抽堵作业。  3、在易燃易爆场所进行盲板抽堵作业时，作业人员应穿防静电工作服、工作鞋；  4、距作业地点 30m 内不得有动 火作业。 | 1、盲板抽堵作业实施作业证许可管理，作业前应办理《盲板抽堵安全作业许可证》。  2、生产运行部应预先绘制盲板位置图，对盲板进行统一编号，并设专人负责。盲板抽堵作业人应在作业负责人 的指导下按图作业。  3、作业人员应对现场作业环境进行有害因素辨识并制定相应的安全措施。  4、盲板抽堵作业应设专人监护，监护人不得离开作业现场。  5、在作业复杂、危险性大的场所进行盲板抽堵作业，应制定应急预案。  6、在有毒介质的管道、设备上进行盲板抽堵作业时，系统压力应降到尽可能低的程度，作业人员应穿戴适合 的防护用具。  7、工作照明应使用防爆灯具；作业时应使用防爆工具，禁止用铁器敲打管线、法兰等。  8、在强腐蚀性介质的管道、设备上进行抽堵盲板作业时，作业人员应采取防止酸碱灼伤的措施。  9、在介质温度较高、可能对作业人员造成烫伤的情况下，作业人员应采取防烫措施。  10、作业结束，由盲板抽堵作业负责人、生产运行部共同确认。 |
| 7 | 临时用电作业 | 1、严禁无票证开展临时用电作业。  2、严禁未分析合格进行临时用电。  3、各类移动电源及外自备电源，不应接入电网。 | 1、作业时应对周围环境进行可燃气体检测分析，分析结果应满足规范要求。  2、动力和照明线路应分路设置。  3、在开关上接引、拆除临时用电线路时，其上级开关应断电上锁并加挂安全警示标牌。  4、临时用电应设置保护开关，使用前应检查电气装置和保护设施的可靠性。所有的临时用电均应设置接地保护。  5、配送电单位应将临时用电设施纳入正常电气运行巡回检查范围，确保每天巡回检查，并建立检查记录和隐患处理台账，确保临时供电设施完好，对存在重大隐患的紧急情况，配送电单位有权紧急停电；  6、行灯电压不应超过36伏，在特别潮湿的场所或塔、釜、槽、罐等金属设备作业中，所安装的临时照明行灯电压不应超过12伏；  7、临时用电单位应严格遵守临时用电规定，不得随意变更作业地点和内容，禁止任意增加用电负荷或私自向其他单位转供电；  8、在临时用电有效期内，如遇作业过程中停工或人员离开时，临时用电单位应从受电端向供电端逐次切断临时用电开关，待重新作业时，对线路、设备进行检查确认后。方可送电；  9、在开关上接引、拆除临时用电线路时，其上级开关应断电上锁并加挂安全警示标牌  10、当用电作业全部结束时，临时用电单位应从受电端向供电端逐次切断临时用电开关，配送电单位拆除临时用电设施，关闭临时用电安全作业证。  11、临时用电时间一般不超过15天，特殊情况不应超过30天；用于动火、受限空间作业的临时用电时间应和相应作业时间一致；用电结束后，用电单位应及时通知供电单位拆除临时用电线路。 |
| 8 | 高处作业 | 1、严禁无票证开展高处作业。  2、雨天和雪天作业时，应采取可靠的防滑、防寒措施；遇有五级风以上（含五级风）、浓雾等恶劣天气，不应进行高处作业、露天攀登与悬空高处作业。  3、作业使用的工具、材料、零件等应装入工具袋，上下时手中不应持物，不应投掷工具、材料及其他物品。  4、易滑动、易滚动的工具、材料堆放在脚手架上时，应采取防坠落措施。  5、在同一坠落方向上，不应进行上下交叉作业。 | 1、高处作业使用的脚手架、梯子、安全带等，作业前应认真检查所用的安全设备是否牢固、可靠。  2、作业人员必须按规定正确佩戴和使用安全帽、安全带等防护用品。  3、高空作业前，应组织有关部门对安全防护设施进行验收，经验收合格签字后方可作业。  4、安全带应高挂低用，防止摆动和碰撞，安全带上的各种部件不得任意拆掉。  安全带外观有破损时，应立即更换。  5、高处作业人员不应站在不牢固的结构物上进行作业。  6、中间应设置安全防护层，坠落高度超过24m的交叉作业，应设双层防护。  7、因作业需要，需临时拆除或变动作业对象的安全防护设施时，应经作业审批人员同意，并采取相应的防护措施，作业后应及时恢复。  8、拆除脚手架、防护棚时，应设警戒区并派专人监护，不应上下同时施工。  9、遇到各种恶劣天气时，必须对各类安全设施进行检查、校正、修理使之完善。  10、安全作业票的有效期最长为7天。当作业中断，再次作业前，应重新对环境条件和安全措施进行确认。 |
| 9 | 吊装 | 1、严禁无票证开展吊装作业。  2、不应靠近高架电力线路进行吊装作业，确需在电力线路附近作业时，起重机械的安全距离应大于起重机械的倒塌半径，不能满足时，应停电后再进行作业。  3、大雪、暴雨、大雾、六级及以上大风时，不应露天作业。  4、吊装过程中吊物及起重臂移动区域下方不应有任何人员经过或停留。 | 1、吊装作业人员应遵守如下规定：  a）按指挥人员发出的指挥信号进行操作；任何人发出的紧急停车信号均应立即执行，吊装过程中出现故障，应立即向指挥人员报告  b）吊物接近或达到额定起重吊装能力时，应检查制动器，用低高度、短行程试吊后，再吊起；  c）利用两台或多台起重机械吊运同一吊物时应保持同步，单台起重机械载荷不应超过各自额定起重能力的 80%；  d）下放吊物时，不应自由下落（溜）；不应利用极限位置限制器停车；  f）停工和休息时，不应将吊物、吊笼、吊具和吊索悬在空中；  g）以下情况不应起吊：  1）无法看清场地、吊物，指挥信号不明；  2）起重臂吊钩或吊物下面有人、吊物上有人或浮置物；  3）重物捆绑、紧固、吊挂不牢，吊挂不平衡，索具打结，索具不齐，斜拉重物，棱角吊物与钢丝绳之间无衬垫；  4）吊物质量不明，与其他吊物相连，埋在地下，与其他物体冻结在一起。  司索人员应遵守如下规定：  a）听从指挥人员的指令，并及时报告险情；  b）不应用吊钩直接缠绕吊物及将不同种类或不同规格的索具混在一起使用；  c）吊物捆绑应牢靠，吊点设置应根据吊物重心位置确定，保证吊装过程中吊物平衡；起升吊物时应检查其连接点是否牢固、可靠；吊运零散件时，应使用专门的吊篮、吊斗等器具，吊篮、吊斗等不应装满；  d）吊物就位时，应与吊物保持一定的安全距离，用拉绳或撑杆、钩子辅助其就位；  e吊物就位前，不应解开吊装索具； |
| 10 | 动土 | 1、严禁无票证开展动土作业。 | 1、现场支撑应检查牢固。  2、作业现场应根据需要设置护栏、盖板和警告标志，夜间应悬挂警示灯。  3、在动土开挖前，应先做好地面和地下排水，防止地面水渗入作业层面造成塌方。  4、作业前，作业单位应了解地下隐蔽设施的分布情况，作业临近地下隐蔽设施时，应使用适当工具人工挖掘，避免损坏地下隐蔽设施；如暴露出电缆、管线以及不能辨认的物品时，应立即停止作业，妥善加以保护，报告动土审批单位，经采取保护措施后方可继续作业。  5、挖掘坑、槽、井、沟等作业，应遵守下列规定：  a）挖掘土方应自上而下逐层挖掘，不应采用挖底脚的办法挖掘；使用的材料、挖出的泥土应堆在距坑、槽、井、沟边沿至少 1 m处，堆土高度不应大于1.5m；挖出的泥土不应堵塞下水道和窨井；  b）不应在土壁上挖洞攀登；  c）不应在坑、槽、井、沟上端边沿站立、行走；  d）应视土壤性质、湿度和挖掘深度设置安全边坡或固壁支撑；作业过程中应对坑、槽、井、沟边坡或固壁支撑架随时检查，特别是雨雪后和解冻时期，如发现边坡有裂缝、疏松或支撑有折断、走位等异常情况时，应立即停止作业，并采取相应措施；  e）在坑、槽、井、沟的边缘安放机械、铺设轨道及通行车辆时，应保持适当距离，采取有效的固壁措施，确保安全；  f）在拆除固壁支撑时，应从下而上进行；更换支撑时，应先装新的，后拆旧的；  g）不应在坑、槽、井、沟内休息。  6、机械开挖时，应避开构筑物、管线，在距管道边1m范围内应采用人工开挖；在距直埋管线2m范围内宜采用人工开挖，避免对管线或电缆造成影响。  7、动土作业人员在沟（槽、坑）下作业应按规定坡度顺序进行，使用机械挖掘时，人员不应进入机械旋转半径内；深度大于2m时，应设置人员上下的梯子等能够保证人员快速进出的设施；两人以上同时挖土时应相距2m以上，防止工具伤人。  8、动土作业区域周围发现异常时，作业人员应立即撤离作业现场。  9、在生产装置区、罐区等危险场所动土时，监护人员应与所在区域的生产人员建立联系，当生产装置区、罐区等场所发生突然排放有害物质时，监护人员应立即通知作业人员停止作业，迅速撤离现场。  10、在生产装置区、罐区等危险场所动土时，遇有埋设的易燃易爆、有毒有害介质管线、窨井等可能引起燃烧、爆炸、中毒/窒息危险，且挖掘深度超过1.2 m时，应执行受限空间作业相关规定。  11、动土作业结束后，应及时回填土石，恢复地面设施。 |
| 11 | 断路 | 1、严禁无票证开展动土作业。 | 1、作业前，作业单位应会同危险化学品企业相关部门制定交通组织方案，应能保证消防车和其他重要车辆的通行，并满足应急救援要求。  2、作业单位应根据需要在断路的路口和相关道路上设置交通警示标志，在作业区域附近设置路栏、道路作业警示灯、导向标等交通警示设施。  3、在道路上进行定点作业，白天不超过2h、夜间不超过1h即可完工的，在有现场交通指挥人员指挥交通的情况下，只要作业区域设置了相应的交通警示设施，可不设标志牌。  4、在夜间或雨、雪、雾天进行断路作业时设置的道路作业警示灯，应满足以下要求：  a）设置高度应离地面1.5 m，不低于1.0 m；  b）其设置应能反映作业区域的轮廓；  c）应能发出至少自150m以外清晰可见的连续、闪烁或旋转的红光。  5、作业结束后，作业单位应清理现场，撤除作业区域、路口设置的路栏、道路作业警示灯、导向标等交通警示设施，并与危险化学品企业检查核实，报告有关部门恢复交通。 |
| 12 | 日常检维修 | 1、严禁设备带电检修；  2、严禁设备带压堵漏；  3、严禁冒险作业。 | 交代检修任务，交代安全措施，交代安全检修方法，交代安全注意事项，交代应遵守的有关安全管理规定。 |

## 四、作业过程突发事故/件应急要求

作业过程突发事故/件按照公司应急处置方案进行处置。

**第四部分 LNG装置操作规程**

**第一章 目的**

为了确保阆中双瑞能源有限公司生产过程的安全、稳定和高效运行，保障员工的生命安全和身体健康，提高产品质量和企业经济效益，公司组织编制和修订了此《安全操作规程》。

**第二章 适用范围**

本操作规程适用于阆中双瑞能源有限公司（以下简称公司）LNG生产装置。本规程主要依据最新国家有关法律法规、行业标准和企业内部管理规定，结合公司生产实际，对生产过程中的关键工艺环节、操作要求、安全防护措施等方面进行了全面系统的阐述。旨在为各类操作人员提供一套科学、合理、实用的操作指南，以确保生产过程的安全、稳定和高效运行。

**第三章 生产原理及流程**

**一、生产原理**

本装置是将来自（界区外）输送管线的原料气经过净化、干燥至液化一系列工艺过程，再将LNG送入储罐，经泵送、装车。液化前，必须脱除管道原料气中所含有的水和二氧化碳等，这些物质在液化工艺所采用的低温状态下会冻结，并堵塞设备或降低换热器的性能。因此，装置中包含一个胺吸收塔和两套分子筛吸附系统分别将二氧化碳与水脱除到50ppmv 与1ppmv以下。

来自液化工段的液态天然气送入液态LNG储罐储存。储罐内的液态LNG经装车泵送至装车站装车外运。

来自储罐的工艺液体由于闪蒸、吸热和物料输送移动过程中产生的蒸发气，被送入蒸发气压缩机进行压缩，升压送至冷箱进行再次液化。再生尾气一部分将被送往上游压缩机前循环使用，在正常操作中工艺没有资源的浪费。

本装置的液化工段使用专利PRICO®工艺技术生产LNG产品。由博莱克·威奇（BV）公司发明的PRICO®工艺，设计简单、可靠并且易于操作。LNG储存和灌装系统采用英国TD公司的LNG储存技术。

**二、流程简述**

**1原料气接收及进气压缩单元**

原料气进入工艺装置，在进气过滤分离器V-101中脱除原料气夹带的液体和固体杂质。一般情况下，原料气中不会含有液体，如果有的话，脱除的液体被送到废液罐 V-107。原料气与再生气混合后进入进气压缩机C-101，将进气压力提高到5.2MPa，然后在进气压缩机出口冷却器E-106中与冷却水换热，冷却至 40℃。冷却后的高压气体进入高压天然气过滤分离器V-109脱除其中的水分和其他杂质（水分和杂质排放至V-107），高压气体进入胺系统。

**2胺单元（二氧化碳脱除）**

原料气中的CO2脱除由胺单元完成，系统中MDEA溶液的循环量约为15-63.6m3/hr。

天然气经压缩后进入胺吸收塔 T-101。胺液由塔顶流下，与原料气逆流接触，将原料气中的 CO2 浓度降低到 50ppm以下。从塔顶出来的天然气在冷冻水换热器E-105中进行冷却以凝结可能夹带的水分，降低分子筛系统的脱水负荷。天然气在进入脱水系统之前，首先进入胺液脱除罐 V-110，将可能夹带来的液体（胺或水）分离。这样可以保护下游的分子筛吸附剂不接触到液体，避免液体对吸附剂的破坏，脱除掉的液体通过液位控制自动排放至胺闪蒸罐 V-102。富胺液（富含CO2）离开胺吸收塔T-101底部，节流降压后进入胺闪蒸罐V-102。富含CO2的闪蒸汽排放到热火炬总管。V-102出来的富胺溶液，约20%的量通过富胺液过滤器F-102，过滤掉胺液可能携带的固体颗粒后进入富/贫胺液换热器 E-101，进入到胺汽提塔T-102，其控制是以V-102 液位作为控制。富/贫胺液换热器能节省T-102的热负荷，减少胺再沸器 E-104（蒸汽加热）需要的热量。E-104用低压蒸汽作为热源，低压蒸汽由蒸汽锅炉H-101供给，换热器的壁温不宜过高，避免胺液出现降解。 贫胺液通过胺再沸器后，产生足够的汽提气进入胺汽提塔。这些汽提气不仅可提供破坏二氧化碳-胺化学键的反应热，同时可为胺液提供显热以及对胺液进行汽提，以降低二氧化碳的分压。 E-104的加热介质为蒸汽锅炉H-101提供的低压蒸汽。蒸汽锅炉的蒸汽闭路循环，同时为E-107提供热量。贫胺液从汽提塔塔底流出，进入贫胺液缓冲罐 V-104。贫胺液缓冲罐可为贫胺液提供缓冲空间并可以减小T-102塔底空间。胺增压泵 P-102A/B将贫胺液从 V-104 中送入富/贫胺换热器 E-101进行冷却的同时向进入汽提塔的富胺液提供热量。在胺冷却器 E-103 中，贫胺液被冷却后约20%的量依次通过贫胺过滤器 F-101及贫胺液活性炭床V-106，以分别除去杂质颗粒及污染物。最后一起由胺循环泵P-101A/B送入胺吸收塔塔顶进行循环。

胺汽提塔塔顶气相（含大部分二氧化碳及水）进入汽提塔回流冷凝器 E-102进行冷却并部分冷凝。此两相混合流股进入汽提塔回流罐 V-103 进行气液分离。汽提塔回流泵 P-103A/B将冷凝水（含部分胺）循环回塔顶，富含二氧化碳的气相进入干法脱硫系统后放空至大气。塔的回流减少了胺液系统中水的损失，也降低了需要的补充水量。

**3分子筛干燥/再生及脱汞单元**

经胺处理后的气体先进入分子筛过滤/分离器V-201，分子筛过滤/分离器用于收集凝结水及来自上游处理过程中夹带过来的微量胺液。脱除的液体会通过液位控制自动排放至胺闪蒸罐V-102或胺收集罐 V-105，原料气离开分子筛过滤分离器后进入脱水器V-202 进行干燥处理。

气体进入处于工作状态（即干燥模式）的干燥床顶部，其中的水分在气体通过床层过程中被吸收。在干燥环节中床层的工作状态是这样的：一个床层对进气进行干燥，此时另一个床层处于再生阶段的某个步骤以脱除水分准备再次进入吸水的工作状态。处于工作状态的床达到饱和后被处于清洁的床层代替下线，饱和床层进入再生环节进行加热后再冷却。干燥器一个床层完成整个循环的时间是20小时，其中10小时用于吸水，2.5小时用于再生的加热工序，1.5小时用于再生的冷却工序，6小时用于待用空闲时间以及阀的切换。

再生/冷吹工序中，来自碳尘过滤器（F-202）出口的净天然气，一部分进入再生气加热器H-201加热至约290℃。高温干燥的气体自下而上（逆向）通过待再生干燥床，随着气体的通过而将水分脱除。再生后的“湿”再生气通过再生气冷却器E-201被脱盐水冷却。凝结水在再生气分离器V-203中被分离。小部分的再生气用作装置内的燃料气，大部分的再生气循环至原料气过滤分离器V-101的后端，即脱碳单元的上游进行增压回收循环利用。在再生的冷却工序中，冷却气体的流向与再生模式时相同。但在该工序时再生气加热器停止加热，净天然气气体直接流经再生床。这一点十分关键，可以确保在床层处于干燥状态时，不会有高温气体进入液化系统。再生气冷却器E-201冷却水为脱盐水，防止因温度变化产生结垢，而堵塞换热管束，由脱盐水循环泵P-201A/B输送而来的脱盐水经过再生气冷却器E-201换热后再由循环水对其冷却，冷却后的脱盐水再回到脱盐水循环泵P-201A/B入口进行闭路循环，损失的脱盐水由膨胀罐V-207提供。干原料气从干燥床出来后首先经过粉尘过滤器F-201A/B过滤从分子筛中携带的粉尘，接着进入脱汞床V-204，将其中可能携带的汞脱除到0.01ug/Nm3，然后进入两个全流量活性炭过滤器F-202A/B中的一个，以除去除汞吸附剂细尘。

**4天然气液化单元**

液化段采用博克.威奇公司的单循环混合冷剂制冷工艺，液化经过处理的原料气并生产LNG产品。冷剂作为一种混合物，由氮气和C1至C5的碳氢化合物组成。混合冷剂压缩机为两段压缩，由电机驱动。单循环混合冷剂制冷工艺流程简单，操作方便，在提供高效液化工艺的同时，配管少、控制点少、设备数量少。预处理后的气体进入冷剂换热器E-301。原料气从顶部进入冷箱，向下流动。冷却到-65℃后，再进入气T-302进行重烃脱除。冷凝后的部分高压冷剂从冷剂回路中分出，流经小型J-T阀TV-32404，以保证E-306的适当冷却。离开E-306的低压冷剂返回到冷剂压缩机的低压冷剂管路。一旦冷箱中建立起正确的温度梯度，就可将气体直接切换到E-301顶部A通道，不再进入E-306。冷原料气被引出冷剂换热器，进入T-302以除去其中的重烃组分。重烃组分尤其是苯和环戊烷会在低温下结冰。需要除去这些重烃组分以避免低温设备中堵塞或结垢。冷剂换热器上段的旁路用调温阀TV-31210来控制进入T-302的进气温度。

从T-302脱除的重烃流入下游高压重烃换热器E-305，由P-302A/B泵输送的热冷剂液体加热到约27℃。加热后重烃流股部分气化，然后由降压后进入热重烃分液罐V-309，分离重烃中的气体。气相进入再生气压缩机吸入罐V-503以回收利用。液相经由低压重烃换热器E-304进一步加热气化，然后进入重烃罐V-504进行分离。V-504的气相和来自V-503的再生气混合后去往燃料气缓冲罐V-505。重烃在重烃罐V-504中储存并定期用槽车外运。V-505的气相进入燃料气系统，液相部分进入废液罐。

由冷箱B通道出口引出少量LNG液体，经P-304A/B输送至T-302顶部，作为精馏塔T-302的塔顶重烃气相冷凝液，以提高其气相产品的纯度，T-302出来的-66℃的原料气返回到冷箱B通道，继续向下流动，到底部出来时，液化成为-156℃的液化天然气。液化天然气中仍含有较高的氮气，必须脱除这部分氮气以降低液化天然气中的氮气含量（当产品LNG中氮含量低于1%，冷箱出口液化天然气不需要经过脱氮塔）。这是通过液化单元下游减压到0.13MPa（绝压）在脱氮塔T-301中将氮气脱除，脱除的氮气与大罐BOG混合后经蒸发器换热器E-501换热后进入BOG压缩机输送至冷箱E通道再液化脱氮。T-301液相由LNG产品泵P-303A/B输送至液化天然气储罐储存。液化天然气的总流量由液化天然气产品管线上的调节阀来控制。调节阀降压至LNG储罐压力，小部分液化天然气闪蒸，产品最终温度降至-162℃左右。BOG在冷箱E通道重新液化，然后减压到约0.40MPa进入V-305以闪蒸BOG中大部分富氮气，这样可以脱除系统中的大部 分氮气以避免在系统中积累。富氮气体在脱氮闪蒸罐V-305中脱除后，经由E-308换热后送入火炬系统中冷、热放空管做吹扫气，来自于V-305的液体（LNG）送入脱氮塔T-301作为塔顶冷源，以提高塔顶气相产品回收率和产品纯度，或直接进入产品线。

**5制冷单元**

PRICO@工艺采用了一个简单的闭式制冷循环，冷剂经压缩、部分冷凝、冷却、膨胀，然后被加热并提供冷量。

从冷箱顶部出来的温度为21.8℃，压力约为0.2MPa混合冷剂气体，进入冷剂吸入罐V-301，经混合冷剂压缩机C-301第一级压缩到1.28MPa、107℃，进入冷剂压缩机级间冷却器E-302冷却至30℃，然后进入级间分离罐V-302进行气液分离。气体进入混合冷剂压缩机C-301二段压缩至3.0MPa、113℃，液体由级间冷剂泵P-301A/B送到混合冷剂压缩机C-301二段出口，与C-301 二段出口的高压冷剂混合，进入冷剂冷凝器E-303冷凝至30℃，气液混合物进入冷剂出口分离器V-303中进行气液分离。自冷剂出口分离器V-303出来的高压冷剂气体和冷剂液体分别经管道进入冷箱（冷剂液体由冷剂泵P-302A/B输送）。气体和液体冷剂在冷箱钎焊铝芯内混合。高压气体冷剂和高压液体冷剂分别输送是为了保证其进入换热器时能均匀分布。高压冷剂在冷箱内向下流动，从底部出来时完全冷凝为-156℃的液体。此液体流经J-T阀，降压到0.32MPa左右，部分冷剂汽化，温度降到约-158℃。降压后的冷剂返回冷箱，进入冷端并向上流动，从原料气和高压冷剂流中吸收热量。从冷箱出来的低压冷剂回到冷剂吸入口分离罐V-301。从冷箱出来的低压冷剂的温度一般高于露点，不会有液体存在。设置吸入口分离罐可以保证在运行异常和开车期间液体不会进入压缩机。吸入口分离罐收集的液体不予排放，而是用从压缩机出口引至冷剂吸入罐底部的一小股热气体，将其蒸发从而使其简单地返回制冷循环。这样可以避免冷剂在系统异常时的损失。

**6冷剂补充和储存单元**

冷剂的补充：氮气在装置中制备并提供。甲烷的补充来自干燥系统。乙烯、丙烷和异戊烷均由各自的储罐提供。所有的冷剂均由冷剂吸入罐的入口管线加入。

各冷剂组分与来自C-301出口的一小股高压热气体混合，此热气体（吹扫气）直接由压缩机出口引至冷剂补充总管，用来蒸发乙烯和重组分。另外一小股来自压缩机出口的旁路气体引至吸入口分离罐V-301的底部，用来蒸发多余重组分冷剂引起的任何残留液体。冷剂储罐V-401用来存储系统维修时从设备内移出的液态冷剂或其他来源的液态冷剂，在需要时可返回到系统，以尽量减少冷剂损失。从级间分离罐出来的液态冷剂可由级间冷剂泵输送到V-401。

装置停车后，低温冷剂缓慢升温，易挥发性组分慢慢汽化，系统内的压力慢慢升高。大约一周以后系统达到稳定状态，即达到一定的压力后稳定下来。一般情况下，系统无需释放压力，设备和管道的设计压力远高于冷剂的压力。由于系统内的压力，启动冷剂压缩机可能要困难一些，启动所需的扭矩也比较大。如果需要，可以打开压缩机吸入管线的一个排放阀，将气体部分排放到火炬，或者如果时间允许，可传送一些冷剂到V401，这样既大大降低了系统压力，也无需移出回路中的全部冷剂。

**7蒸发气压缩单元**

来自LNG储罐的蒸发气由蒸发气压缩机压缩。压缩之前，先在蒸发气换热器中被压缩机排出的热气体加热。由于由LNG进入储罐时产生的闪蒸气、储罐吸热产生的闪蒸气、环境温度变化产生的气体、LNG进出储罐造成的气相变化等所组成，蒸发气的体积都是连续变化的。而且蒸发气压缩机的吸入压力接常压。

压缩后的BOG也进入E-301进行重新液化以回收甲烷并脱除累积的氮气。在E-301中BOG先冷却到-154.4℃再节流降温至-169℃后进入V-305BOG闪蒸罐。V-305的液体减压后作为塔顶回流进入T-301顶部，V-305的气体富含氮气，作为吹扫气排放到火炬。

**8再生气压缩及重烃储存单元**

V-203顶部出来的再生气与经V-309分离的气体混合后进入V-503，在V-503中的液相部分送入废液罐，气相循环至进气压缩机的上游与原料气混合后的进入进气压缩机压缩，部分V-503出来的气体通过PV-51707A调节送入V505后进入燃气管网平衡燃气管网压力。

**9LNG储存及装运单元**

从液化单元来的LNG（液化天然气）经进料管送到20000m3的单包容LNG 储罐TK-601，按约10天储存量考虑。储罐可以从顶部也可以从底部进料，正常时从底部进料，如果LNG的比重差较大时，可以选择从顶部进料。储罐配备了液位、压力和温度测量仪表。

储罐的保护系统和安全控制系统与DCS相连接，当储罐内液位和压力高的时候，进口阀门就自动关闭，储罐中的温度和密度沿储罐的整个高度来测量，以监视罐内可能发生的翻滚风险。

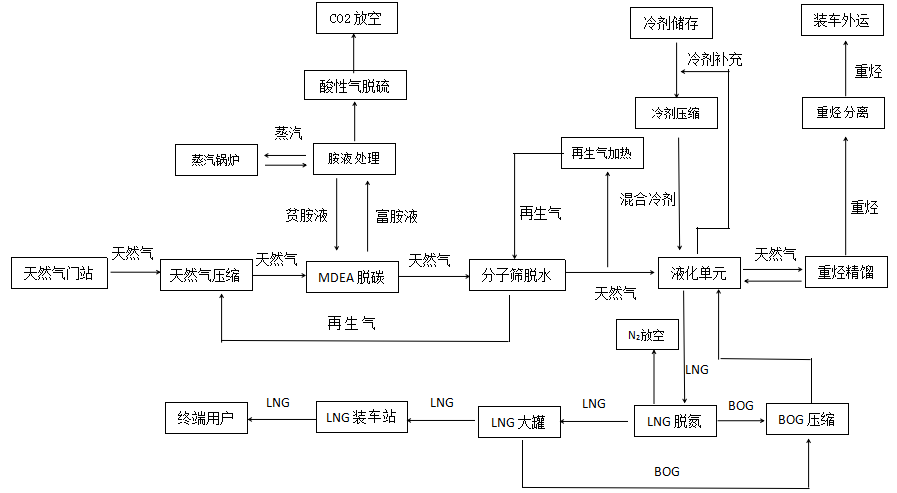
储罐配备有排放到火炬系统的压力控制阀，以及排放到大气的安全阀。同时安装有真空破除阀，作为储罐的负压保护。

LNG经储罐内安装的两台潜液泵（每台设计能力为265m3/h，一开一备）输送至装车区，由灌装臂向LNG槽车充装LNG。潜液泵安装在罐内的泵柱中，并配有底阀。每台泵都配有回流管线，在无充装操作时可保证泵的最小流量。

**10火炬系统单元**

火炬系统由火炬总管，火炬罐和高架火炬组成。冷火炬总管和热火炬总管分别从V-701（冷火炬分离罐）和V-702（热火炬分离罐）进入冷火炬头FL-701和热火炬头FL-702，火炬头位于火炬筒体F-701顶部。冷火炬分液罐V-701配有电加热器E-701，使积累的液体汽化。为防止空气进入火炬系统，需对火炬系统分支管的末端进行连续吹扫。

**11工艺流程方框图**



**第四章 原料、辅料化学品规格、废弃物处理**

装置主要原辅料、中间产品、副产品及产品一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 年产/消耗量 | 最大储存量 | 物态 | 储存方式 | 储存地点 |
| 主要原辅料 | | | | | | |
| 1 | 天然气 | 3.63亿方（消） | / | 气态 | 管道储存 | 天然气管道 |
| 2 | 丙烷 | 10吨（消） | 16吨 | 液态 | 压力容器储存 | 冷剂罐区 |
| 3 | 异戊烷 | 10吨（消） | 25.77吨 | 液态 | 压力容器储存 | 冷剂罐区 |
| 4 | 乙烯 | 10吨（消） | 16吨 | 液态 | 低温容器储存 | 冷剂罐区 |
| 5 | 液氮 | 200吨（消） | 15吨 | 液态 | 低温容器储存 | 空压站 |
| 中间产品 | | | | | | |
| / | / | / | / | / | / | / |
| 副产品 | | | | | | |
| 根据原料气组分情况，可能有中间产品重烃 | | | | | | |
| 产品 | | | | | | |
| 6 | LNG | 25.66万吨（产） | 8470吨 | 液态 | 低温容器储存 | LNG大罐 |

**一、原料及辅助原料规格**

**1原料天然气**

天然气是由烃类和非烃类组成的复杂混合物。大多数天然气的主要成份是气体烃类，此外还含有少量非烃类气体。天然气中的烃类基本上是烷烃，通常以甲烷为主，还有乙烷、丙烷、丁烷、戊烷，以及少量的已烷以上烃类。在C6+中有时还含有极少量的环烷烃（如甲基环戊烷）及芳香烃（如苯、甲苯）。天然气中的非烃类气体，一般为少量的氮气、氧气、氢气、二氧化碳、水蒸气、硫化氢，以及微量的惰性气体如氦、氩、氙等。天然气中的水蒸气一般呈饱和状态。

本天然气液化装置的主要原材料为天然气，原料天然气的主要技术规格如下：

原料天然气进装置压力 2.5-5.2MPa

原料天然气进装置温度 25℃左右

原料天然气组成（mol％）见下表。（注意：原料气组分可能会出现变化，需要及时与上游供气单位沟通）。

原料天然气组成

| 组分 | mol% | 备注 |
| --- | --- | --- |
| 甲烷 | 99.3 |  |
| 乙烷 | 0.0397 |  |
| 丙烷 | ＜0.01 |  |
| 异丁烷 | ＜0.01 |  |
| 正丁烷 | ＜0.01 |  |
| 新戊烷 | ＜0.01 |  |
| 氮 | 0.421 |  |
| 二氧化碳 | 0.237 |  |
| 硫化氢 | ＜0.1 | ×10-6 |
| 羰基硫 | 3.83 | ×10-6 |
| 甲硫醇 | 1.33 | ×10-6 |
| 乙硫醇 | 0.105 | ×10-6 |
| 甲硫醚、二氧化硫、异丙硫醇、噻吩、乙硫醚 | ＜0.1 | ×10-6 |
| 二甲基二硫醚 | 0.296 | ×10-6 |
| 四氢噻吩 | 0.142 | ×10-6 |

**2 辅料**

**胺液**

N-甲基二乙醇胺（MDEA），分子式为CH3-N(CH2CH2OH)2，分子量119.2，沸点246-248℃，闪点260℃，凝固点-21℃，汽化潜热519.16kJ/kg，能与水和醇混溶，微溶于醚。在一定条件下，对二氧化碳等酸性气体有很强的吸收能力，而且反应热小，解吸温度低，化学性质稳定，无毒而不降解。

化学反应方程

MDEA+CO2+H2O=MDEAH++HCO-3

MDEA+H2S=MDEAH++HS-

**二、化学品特性、规格**

| 序号 | 物料  名称 | 危害特性 | 相对  密度 | 沸点（℃） | 闪点（℃） | 爆炸极限（V%） | 危险化学品分类 | 安全措施 | 用途 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 甲烷 | 易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险 | 0.42 | -161.5 | -188 | 5.0-15 | 第2.1类易燃气体 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 原料、  制冷剂 |
| 2 | 丙烷 | 极易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸 | 0.58 | -42.1 | -104 | 2.1-9.5 | 第2.1类易燃气体，本品有单纯性窒息及麻醉作用 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 制冷剂 |
| 3 | 异戊烷 | 极易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸 | 0.62 | 27.8 | -51 | 1.4-7.6 | 第3.1类易燃液体，无色透明的易挥发液体，有令人愉快的芳香气味 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 制冷剂 |
| 4 | 乙烯 | 易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物 | 0.61 | -103.9 | -125.1 | 2.7～36 | 第2.1类易燃气体 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 制冷剂 |
| 5 | 氮 | 若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险 | 0.81 | -195.6 | / | / | 第2.2类不燃气体；无色无臭气体。微溶于水、乙醇 | 加强通风，防止聚集，防止窒息 | 制冷剂 |
| 6 | 硫化氢 | 无色、有臭鸡蛋气味的有毒气体，中毒窒息，易燃易爆。 | 1.189 | -60.2 | -50 | 4.3-46 | 第2.1类易燃气体 | 加强通风，防止聚集，加强监测。 | 尾气 |
| 7 | 二氧化碳 | 无色、无臭的不燃气体，中毒窒息。 | 1.53 | -78.5 | / | / | 第2.2类不燃气体 | 加强通风，防止聚集 | 尾气 |

**三、废弃物的处理**

1本项目需要处理的“三废”具体内容如下：

（1）废气污染源主要为放空火炬烟气、蒸汽锅炉及加热炉烟气、MDEA解吸再生废气等；主要污染物为烟尘、氮氧化物、二氧化硫、硫化氢等。

（2）废液污染源主要为压缩机房、维修车间等地面冲洗水、生活污水、初期污染雨水、废胺液、废油、实验室废酸（碱）等，其主要污染物为石油类、COD、BOD、SS等。

（3）本项目固体废弃物主要为：废分子筛、废活性炭、生活垃圾等，其中废活性炭、废润滑油为危险废物。

2废气治理

（1）对于加热炉和锅炉，选用清洁燃料——天然气，从源头控制其烟气污染，通过烟囱排入大气，实现达标排放。

（2）对于MDEA解吸再生废气，通过脱硫罐除去其中的硫化物，确保达标排放。

（3）火炬设计选择采用蒸汽消烟型低噪音火炬头，提高燃烧完全程度，并严格按有关规范设计一定高度的烟囱和火炬，排放的烟气不会对大气造成污染。

3废液治理

本项目按清污分流原则，排水系统分为生活污水系统、生产污水系统，生活污水通过污水池后直接排放进入市政污水管网。生产污水通过地下管网排放进入事故应急池，经处理合格后排放进入市政污水管网。其它废油、废酸等通过有资质单位进行处置。

4固体废物处置

本项目产生的废分子筛、废胺液、废活性炭由有资质单位厂家回收处置，生活垃圾由当地环卫部门统一收集处置。

生产装置“三废”处理设施已建成投用。环境监测所需的仪器、化学药品已齐备，分析规程及报表准备完毕。生产运行部制定采样点及分析频率表、应急处置措施预案；安全环保部确定环保管理制度、各装置环保控制指标。落实现场人员组织、交通工具等，制定进厂制度、重点部位的保卫制度，落实与地方联动的措施。

**第五章 首次开车**

**1开车准备**

**1.1组织准备**

阆中双瑞能源有限公司LNG项目是目前国内规模较大的液化天然气项目，工艺装置采用美国BV公司专利技术。为确保首次（包括装置大修后）开车成功，开车组织机构设立组长和成员，小组职责如下：

（1）全面负责试车阶段工作的组织、指挥

（2）负责协调试车过程中参试各方工作关系

（3）负责研究、解决试车过程中出现的重大问题

（4）负责试车过程中安全措施的督导、落实

须完成如下工作：

（1）岗位分工明确，班组生产作业制度已建立；

（2）公司、部门、单元三级试车指挥系统已落实，干部已值班上岗。并建立例会制度；

（3）公司、部门两级生产调度制度已建立；

（4）岗位责任、巡回检查、交接班等各项制度已建立；

（5）已做到各种指令、信息传递文字化，原始记录数据表格化。

**1.2人员准备**

负责装置首次开车人员要熟练掌握工艺原理、流程、开车文件；国内外同类装置实习、培训已结束；已进行岗位练兵、模拟练兵、反事故练兵，达到“四懂三会”（四懂：懂原理、懂结构，懂性能、懂用途；三会：会操作、会维修、会排除故障），提高“六种能力”（思维能力，操作能力，协调组织能力，反事故能力，自我保护救护能力，自我约束能力）；已汇编国内外同类装置事故案例，并组织学习，对本装置试车以来事故和事故苗头本着“四不放过”的原则已进行分析总结，吸取教训。

工艺班长要熟练掌握工艺作业指导书、事故应急预案，熟悉工艺安全运行的规定。操作人员必须经地方职能部门培训合格并取得相关资格证。上岗前必须经工艺管理员进行笔试综合考核，考试内容中工艺管线、仪表控制流程，相关工艺运行的安全规定掌握程度应达到合格水平才发放安全作业证。

所有开车人员确认无职业禁忌证。

**1.3技术准备**

试车领导小组审查单机试车方案、生产运行部编制首次试车方案、编制管道仪表流程图、物料平衡图、修订操作规程、工艺控制指标、现场处置方案等生产技术资料。

**1.4物资准备**

1. 供电系统已平稳运行。已实现及电源、双回路供电；仪表电源稳定运行；保安电源已落实，事故发电机处于良好备用状态；电力调度人员已上岗值班，已供电线路维护已经落实，人员开始倒班巡线。
2. 蒸汽系统已平稳供给，参数稳定；无明显跑、冒、滴、漏，保温良好。
3. 供氮、供风系统已运行正常。压缩空气、仪表风、氮气系统运行正常；压力、流量、露点等参数合格。化工原材料、润滑油（脂）准备齐全；物料装填完毕；润滑油三级过滤制度已落实，设备润滑点已明确。
4. 备品配件齐全。备品配件可满足试车需要，已上架，账物相符；库房已建立昼夜值班制度，保管人员熟悉库内物资规格、数量、存放地点，出库及时准确。
5. 通讯联络系统运行可靠。指挥系统电话畅通；岗位电话已开通好用；直通、调度、火警电话可靠好用。无线电话、对讲机呼叫清晰。
6. 物料贮存系统已处于良好待用状态。原料、燃料、中间产品、产品贮罐均已吹扫、试压、气密、干燥、已氮封完毕。
7. 机泵、管线联动试车完毕，处于良好待用状态；贮罐防静电、防雷设施完好。
8. 贮罐的呼吸阀已调试合格；贮罐位号、管线介质名称与流向、灌区防火有明显标志。运销系统已处于良好待用状态。
9. 原料、燃料、中间产品、产品交接的质量、数量、方式等制度已经落实；产品销售和运输手段已落实；产品出厂检验、装车、运输已演习。
10. 移动/固定可燃/有毒气体监测已安装或布置到位，均能正常投用，应急防护器材（低温服、空呼、担架、急救药箱）等均已备齐，劳动防护用品（手套、防静电服、安全帽等）等均已备齐，涉及其他有关个体防护的物品均已按要求备齐。

**1.5外部条件准备**

安全、消防、急救系统抗震防雷应急处置已完善。特种设备登记和检测检验，动火制度、禁烟制度、车辆管理制度已建立并公布；消防巡检岗制度、消防车现场管理制度已制定，消防作战方案已落实，消防道路已畅通，并进行过消防演习；岗位消防器材、护具已备齐，人人会用；气体防护、救护措施已落实；现场人员劳防用品穿戴符合要求，职工急救常识已经普及；生产装置、罐区的消防泡沫站、汽幕、水幕、喷淋以及烟火报警器、可燃气体和有毒气体监测器已投用，完好率达到100%；安全阀试压、调校、定压；铅封完毕；锅炉等压力容器已经质量监督部门确认发证；盲板已有专人管理，设有台账，现场挂牌；现场急救，已建立，并备有救护车等，应急指挥中心实行24小时值班。

**1.6吹扫、清洗、气密（压力）试验**

进行吹扫、清洗、气密（压力）试验时，应编制清洗、吹扫、气密（压力）试验方案，落实责任人，按照方案组织实施，落实以下试验要求：

1.6.1吹扫清洗前，应确认吹扫清洗流程、介质及压力，并在排放口设置警戒区。

1.6.2选择水、空气、蒸汽对系统进行清洗、吹扫；使用介质、流量、流速、压力等参数及检验方法，应符合设计和规范的要求。

1.6.3化学清洗时，应落实防止化学品伤害的安全防护措施，配备必要的劳动防护用品；清洗废液应经处理后安全排放或作为危险废物进行合规处置。

1.6.4气密试验前应用盲板将气密试验系统与其他系统隔离，明确系统气密试验的最高压力等级，严禁超压；需对气密试验中发现的问题进行处理时，应先泄压，再进行处理。

须严格落实以下安全措施：

1.6.5冲洗/吹扫的顺序应按照主管、支管、疏排管依次进行，吹出的脏物不得进入已经清理合格的设备或管道系统；

1.6.6对雨水管道，在吹扫过程中严防水进入设备和管道系统内；

1.6.7经冲洗/吹扫合格的管道系统，应及时填写好系统冲洗/吹扫台账记录；

1.6.8在管道系统冲洗/吹扫时，对冲洗/吹扫合格的管路应及时将管内的余压排泄掉。对第二天需要继续冲洗/吹扫的管道，不允许管路带压过夜，以防因阀门误操作使带压的压缩空气伤人；

1.6.9对冲洗/吹扫用的隔离阀应挂“禁止操作”牌，以防他人误操作；尤其对大管径管道进行冲洗/吹扫时，因冲洗/吹扫气流波及的范围较大，故爆破口正前方50米范围内禁止任何人员通行，每个爆破口设置安全监护人。

1.6.10凡是进行冲洗/吹扫的区域，方圆50米设置警戒线，并由专人对四周进行巡检；

1.6.11进入现场必须正确佩戴安全帽、工作鞋、防护眼镜和长袖工作服等，高空作业系好安全带，严禁高空投物；

1.6.12冲洗/吹扫要有统一的组织机构、统一指挥。成立冲洗/吹扫作业领导小组，对冲洗/吹扫人员专人专职责任到人。冲洗/吹扫试压区域进行封闭，严禁无关人员进入，冲洗/吹扫时间用书面的形式告知其他单位；

1.6.13冲洗/吹扫作业人员对受压中的管线必须分段严密监护，不得随意离岗，发现异常及时对讲机进行联系；

1.6.14负责升降压的操作人员，必须按预定的冲洗/吹扫作业曲线图，严格控制升压的速度，进水、进气和冲洗/吹扫时注意放空。

**1.7单机试车**

企业应成立单机试车小组，设立组长和成员，检查单机试车方案安全措施落实情况，主要包括：

（1）单机安装工作全部完成；

（2）转动设备保护装置、机构及保护系统安装完成，保护功能试验合格；

（3）动力系统检查确认具备使用条件；

（4）划定试车区域，无关人员禁止进入；

（5）单机试车过程中，应安排专人操作、监护、记录，发现异常立即处理，专利设备或关键设备应由供应商负责调试，单机试车时应按照点动试车、无负荷试车、带负荷试车的顺序依次进行。

**1.8中间交接**

企业应组织有经验的专业人员和操作人员开展“三查四定”工作，落实整改措施，重点检查安全措施的缺项、设计缺陷等。时间在工程安装基本结束之后，工程中间交接之前，属于首次开车阶段。目的是顺利完成单机试车任务而进行的由各参建单位参与的对工程质量检查、初评的工作。

**1.9三查四定的工作要求：**

1.9.1一般在机械安装基本结束时就要组织进行三查四定工作；

1.9.2从机械安装结束到装置开车，期间三查四定工作根据个人经验一般至少要经过3轮，每一轮的检查重点和检查的人员有所不同，一般来说第一轮是对照PID图重点检查未完工程，检查人主要是工艺和班组人员；第二轮检查的重点是施工质量，比如管道垫片材质等疑问，第三轮检查的重点是影响到开车和运行的原则性疑问，一般由部门经理或项目建设方、管理方、设计单位等相关职能单位分管负责人组织检查后并由外协专家审核、审批；

1.9.3三查四定关键在于检查要细致，重点在于落实，即定可行的时间、措施和责任人，查出的疑问有很多是跨专业，跨部门的，所以措施和时间要求一定要有科学性，同时要注意协调，最后要注意跟踪验证。

1.9.4三查四定分工艺、设备、仪表、电气、土建、安全、消防等专业进行检查，汇总疑问后，集中发放整改通知限期整改。

**1.10联动试车**

（1）联动试车安全管理

联动试车应具备下列条件：所有操作人员考核合格并已取得上岗资格；公用工程系统已稳定运行；试车方案和相关操作规程、经审查批准的仪表报警和联锁值已整定完毕；各类生产记录、报表已印发到岗位；负责统一指挥的协调人员已经确定。引入燃料或窒息性气体后，设置警示标识，重点巡查；公司建立并执行每日安全调度例会制度，统筹协调全部试车的安全管理工作。

（2）投料安全管理

投料试生产过程中，确认流程正确，与其相连的非联动试车系统已完全隔离。严格控制现场人数，严禁无关人员进入现场，严禁不戴呼吸设备向可能存在氮气危险的容器内探视。有氮气排放的容器开孔处近端工作；出现紧急情况，严禁在无监护人员的情况下进入受限空间施救等现场行为。

胺系统宜采用水为介质，作为试车原料，冷剂系统宜采用氮气作为试车原料。注意各班组之间加强信息交流，若压缩机机组温度升高要及时预警，采取措施。对存在的氮气安全问题及时向下个班交接。在受限空间内、有氮气危险的设备开孔处等现场作业人员应配备便携式气体检测器。当作业过程中产生报警时，应立即停止作业，撤离现场并进行风险评估。

**1.11开车前安全审查**

**1.11.1安全审查范围**

审查范围包括：

a）项目“三查四定”发现问题的整改落实情况；

b）安装的设备、管道、仪表及其他辅助设备设施符合设计安装要求情况，特种设备和强检设备已按要求办理登记使用并在检验有效期内，安全设施经过检验、标定并达到使用条件；

c）安全信息资料是否准确、齐全，风险管控措施落实情况；

d）系统吹扫冲洗、气密试验、单机试车、联动试车完成情况；

e）相关试车资料、试生产方案、操作规程、管理制度等准备情况；

f）现场确认工艺、设备、电气、仪表、公用工程和应急准备等是否具备投料条件；

g）发生的变更是否符合变更管理要求；

h）员工培训考核情况；

i）应急预案编制和演练完成情况；

j）安全、环保、职业卫生措施落实情况等.

**1.11.2 开车安全审查表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **完成** | **姓名** | **日期** |
| **一、安全信息** | | | |
| （1）制定了安全信息管理程序 |  |  |  |
| （2）涉及的化学品安全说明书为有效版本，且在现场可以找到 |  |  |  |
| （3）编制了区域内化学品的清单和相互反应矩阵或说明 |  |  |  |
| （4）健全最新的装置技术资料，主要包括：  ———工艺设计基础；  ———工艺说明；  ———危险化学品信息；  ———危险化工工艺类型；  ———界区条件表；  ———管道表；  ———工艺设备表；  ———工艺流程图；  ———管道及仪表流程图；  ———工艺设备资料及数据表；  ———安全阀、爆破片数据表或规格书以及一览表；  ———工艺参数安全操作范围；  ———设计的物料最大存储量；  ———所有设备资料；  ———仪表及电气设备的技术资料；  ———各阶段风险分析报告 |  |  |  |
| （5）设备安全资料已经更新，完整可用，并已转交给指定的管理人员 |  |  |  |
| （6）PID图-竣工图清晰易懂、准确，反映实际的安装状况 |  |  |  |
| （7）操作、维护、技术、管理人员通过相应的途径已经得到相应的安全信息 |  |  |  |
| **二、风险分析** | | | |
| （1）设计的所有变更，包括现场变更，已对其危险性进行了审查，并按照项目变更管理规程实施了审批，同时所有相关的资料已经更新 |  |  |  |
| （2）对涉及重点监管危险化学品、重点监管危险化工工艺和危险化学品重大危险源的生产储存装置采用了HAZOP等进行分析 |  |  |  |
| （３）整个设备（包括变更的设备）HAZOP是完整的，且采取的安全措施经现场核实确认已落实 |  |  |  |
| （４）风险分析报告中所提出的建议已全部落实并记录.风险分析报告的内容已与操作人员、维护人员、技术人员及受影响的相关部门、装置人员进行沟通并签名、归档 |  |  |  |
| **三、培训** | | | |
| （1）按照培训计划，完成了对各级领导、管理人员、技术人员、操作人员（操作工、DCS操作员）、维修人员（机械、仪电维修人员）进行其工作任务所需技能的培训并确认 |  |  |  |
| （２）对与设备有关的承包商，在设备危险、安全工作惯例以及为确保安全工作所需的步骤方面进行了培训 |  |  |  |
| （３）对在开车时的厂商、合同服务和专家支持进行了明确，同时确认开车时能够获得这些服务和支持 |  |  |  |
| （４）各工种人员经考试合格，已取得上岗证 |  |  |  |
| （５）已汇编国内外同类装置事故案例，并组织学习；对本装置试车以来的事故和事故苗头已进行分析总结，吸取教训 |  |  |  |
| **四、指导性技术文件和程序** | | | |
| （１）工艺流程图、岗位操作法、工艺卡片、工艺技术规程、安全技术规程、事故处理预案、分析规程、检修规程、主要设备运行规程、电气运行规程、仪表及计算机运行规程、联锁整定值等完备，经批准下发并随时可用 |  |  |  |
| （２）工艺操作（高危作业）过程中所有与安全相关的内容在操作规程中有明确要求 |  |  |  |
| （3）工艺设备的投产方案已经制定并批准 |  |  |  |
| （４）取样、检验、搬运、装卸、输转、清洗等作业制定适宜的作业程序并已批准 |  |  |  |
| （５）已制定作业许可制度，明确界定了危险作业范围 |  |  |  |
| （６）编制完成所有设备和设施的维护维修程序.维护维修材料、备件的质量和数量控制程序已建立并执行 |  |  |  |
| **五、设计和施工** | | | |
| **１.设备和管道** |  |  |  |
| （1）项目涉及的设备设施和管道全部依据设计规范安装 |  |  |  |
| （２）设备设施上的人孔法兰、管线法兰垫片、螺栓等的安装符合设计规范 |  |  |  |
| （３）设备设施的铭牌完好、准确，设备位号清晰可见 |  |  |  |
| （４）设备、管线的防振装置已经安装 |  |  |  |
| （5）装置现场有足够的维修通道及空间 |  |  |  |
| （６）设备、管道防静电接地完好，连接部位紧固并经测试合格 |  |  |  |
| （７）安全阀试压、调校、定压、铅封合格 |  |  |  |
| （8）工艺管线中锁开和锁关阀门的状态正确并上锁 |  |  |  |
| （9）安全阀和爆破片安装正确，设定值符合设计要求并处于投用状态 |  |  |  |
| （10）盲板的安装正确并进行编号、挂牌和登记 |  |  |  |
| （11）止回阀安装的位置、方向、角度正确 |  |  |  |
| （12）隔离阀门状态正确，检查确认清单是最新的；隔离阀已经上锁或铅封 |  |  |  |
| （13）对动设备的跳车设定点尤其是超速进行了检查和测试；所有设备的防护部件已安装；动设备的润滑系统投用正常；振动监控系统具备投用条件 |  |  |  |
| （14）梯子、护栏、护笼、平台、移动式平台安装，符合设计要求，无隐患 |  |  |  |
| （15）设备、管线已清理、吹扫及置换合格 |  |  |  |
| （16）润滑油（脂）准备齐全；必要的设备润滑已完成 |  |  |  |
| （17）法律法规要求的检验检测设备（如压力容器、起吊设备、消防设备等），已取得有关监管部门（或第三方）的认证 |  |  |  |
| **2.仪表和联锁系统** |  |  |  |
| 1. 仪表设计、安装符合标准和规范的要求 |  |  |  |
| 1. 仪表设备符合所在区域的防爆等级要求 |  |  |  |
| 1. 所有仪表、仪表控制盘、孔板正确安装就位 |  |  |  |
| 1. 压力、温度、流量、液位（界位）仪表指示安装的位置易于观察.仪表的实际测量值显示为环境值或归零 |  |  |  |
| 1. 所有计量仪器、仪表、自动控制阀检验合格并在有效期内 |  |  |  |
| 1. 压力、温度、液位、流量等所有仪表完成系统调校，可以正常使用 |  |  |  |
| 1. 紧急切断阀门和控制阀门经校验，现场和控制室的阀门开度一致 |  |  |  |
| 1. 建立了联锁和紧急切断系统管理程序，包括旁路的管理；建立了开、停车联锁投用状态表 |  |  |  |
| 1. 自动控制阀门进行了回路和功能测试且合格 |  |  |  |
| 1. 所有控制阀门的动作行程和失效位置正确 |  |  |  |
| 1. 分析仪器已正确安装、测试，具备投用条件 |  |  |  |
| 1. 警报和报警仪表设施等正确安装并测试合格 |  |  |  |
| 1. 联锁、报警清单为最新版本 |  |  |  |
| 1. 联锁调试完毕并建立了相应的联锁调试记录 |  |  |  |
| **３.电气** |  |  |  |
| （１）防爆区域分级明确，符合规范要求 |  |  |  |
| （2）电气设备符合所在区域的防爆等级标准 |  |  |  |
| （３）所有防爆箱和导线管盖、帽正确固定就位 |  |  |  |
| （４）电机控制电路和设施安装正确，可正常运行 |  |  |  |
| （５）对电气继电器、断路器和应急电力系统进行了检查且测试合格 |  |  |  |
| （６）对UPS或应急电力和后备系统进行了测试，具备投用条件 |  |  |  |
| （7）接地系统设置合格 |  |  |  |
| （8）防静电、防雷设施完好 |  |  |  |
| （９）在开关设备和启动、停车开关上提供了锁定保护措施 |  |  |  |
| （10）电气联锁功能测试合格 |  |  |  |
| （11）电气线路的各项绝缘经过检测合格 |  |  |  |
| （12）配套的电气安全用具配备（验电笔、绝缘手套等）齐全并经过检验合格 |  |  |  |
| **４.消防** |  |  |  |
| （１）消防系统和设施符合设计、安装要求 |  |  |  |
| （２）设置的火灾隔离设施（如防火墙，防爆门等）符合要求，具备使用条件 |  |  |  |
| （3）防火材料符合要求 |  |  |  |
| （4）消防设施安装就位并编号 |  |  |  |
| （5）消防设施按要求进行登记并检查合格 |  |  |  |
| （6）消防通道符合设计要求且保持畅通 |  |  |  |
| （７）消防设施（灭火器）按要求的数量、种类、位置配备 |  |  |  |
| （８）生产装置区、罐区的消防泡沫站、汽幕、水幕、喷淋以及烟火报警器、可燃气体和有毒气体监测已投用，完好率达到100％ |  |  |  |
| （９）可燃气体的监测设施，按要求的数量、位置、高度设置并经过检验合格 |  |  |  |
| **六、职业卫生和环境保护** | | | |
| （１）产生气体、液体、粉尘等危害的场所已评估且已对评估出的职业危害因素采取消除或控制措施 |  |  |  |
| （２）确定职业卫生监测点，制定监测计划并按照职业卫生监测计划实施监测 |  |  |  |
| （3）环境保护设施足够并可正常投用 |  |  |  |
| （4）设置环境监测点并满足取样监测的条件 |  |  |  |
| （５）制定环境监测计划并可以实施.废物料的识别、分类和处置符合安全环保要求 |  |  |  |
| （6）对环境有影响的物料建立目录清单及数量要求 |  |  |  |
| （７）已根据法律法规要求办理相关环保许可证 |  |  |  |
| （８）排水池、排污池、围堰容积符合规定和标准要求.排水的隔断阀关闭 |  |  |  |
| （９）排污点按要求配备接盘（池）并加盲板或丝堵 |  |  |  |
| （10）危险废物转移联单已办理 |  |  |  |
| **七、人身安全** | | | |
| （1）充分识别现场潜在危害并对相关人员进行安全培训及危害告知 |  |  |  |
| （２）在危害识别的基础上，为员工配备相应的个体防护用品，配备的个体防护用品检验合格且在有效期内.作业人员能够正确使用配备的个体防护用品 |  |  |  |
| （3）作业现场照明亮度满足作业要求 |  |  |  |
| （4）不需要的或妨碍操作的工作台、脚手架、工具、材料、临时设施等清理干净 |  |  |  |
| （5）现场设置足够的安全冲淋和洗眼器且可以正常使用 |  |  |  |
| （６）工作区域和危险区域设置足够的标志牌、安全警示标识、围栏 |  |  |  |
| （７）显示屏、控制指示盘，起、停、紧急按钮容易看清、易懂、操作方便，不易发生错误操作 |  |  |  |
| （８）操作、维修活动具有足够的空间 |  |  |  |
| **八、应急准备** | | | |
| （1）已识别装置开车后可能发生的重大危险事件并制定了相应的应急预案 |  |  |  |
| （2）应急物资的配置满足应急响应的需要并易于取用 |  |  |  |
| （３）进行应急预案培训并组织演练.应急抢险人员经相应培训 |  |  |  |
| （4）应急通信系统完备 |  |  |  |
| （5）应急照明满足要求 |  |  |  |
| （6）紧急出口和逃生路线畅通且标识明显 |  |  |  |
| （７）紧急集合地点标识清晰、员工清楚 |  |  |  |
| （8）应急设施的平面布置图为最新版本 |  |  |  |
| （9）应急报警的设备设施完好并投用 |  |  |  |
| （10）与相关单位进行了应急预案的沟通 |  |  |  |

**2开车步骤**

**2.1 开工检查**

2.1确认气源有保障，装置及其附属设施良好备用。

2.2机泵及附属设施是否完好。

2.3检查各测试仪表、显示仪表、调节仪表、仪表联锁反应灵敏，调节仪表处于手动状态。

2.4检查流程及各个阀门的开关状态。

2.5检查各工艺管线连接是否完好。

2.6安全消防设施准备齐全，灵活好用。

2.7岗位培训到位，操作人员熟悉装置工艺流程，各设备性能、操作方法。

2.8应检查原料气是否具备开车条件。

开工前检查完毕

**2.2 装置盲板抽出**

2.1倒换进出装置界区及原料气进出装置旁路盲板。

2.2检查各工艺管线是否畅通。

**2.3 装置泄漏测试和吹扫、置换**

2.3.1一般来说，装置检修后、首次开工或装置某设备、管线更换后都必须对系统吹洗置换。吹扫、置换介质采用氮气。

2.3.2应分别对原料气处理区高压系统、预处理区低压系统、分子筛干燥系统、液化及冷剂系统、再生气系统及罐区储存系统设备及管线进行置换。

2.3.3在对冷箱系统吹扫时，应将冷箱进出口盲断，防止异物进入冷箱内部。

2.3.4肥皂水检验用于检查法兰和螺纹连接。法兰可用打有小孔的宽胶带包裹用肥皂水检查是否漏气。

2.3.5置换时，控制好置换气压力，如排放气体中含氧量低于0.5%，则认为置换合格。

装置氮气吹扫、置换合格

**2.4 胺系统的清洗及冷循环**

2.4.1对胺系统进行去离子水清洗、碱洗、热洗，防止胺液发泡

2.4.2对胺系统进行建压

2.4.3对系统进行5%浓度胺液配置（胺液循环建立）

2.4.4对胺系统进行5%浓度热循环（H101 启动，再沸器投用、温控阀投用）

胺液冷循环建立

**2.5 启天然气压缩机组系统**

2.5.1联系天然气供气门站供气并切入装置。

2.5.2原料天然气经过分离过滤器和机组旁路进入压缩机出口，调整出口压力至 1MPa以下。

2.5.3投运天然气压缩机自动控制系统。

天然气压缩机组系统正常运行，后续流程畅通

**2.6 胺系统的液位和50%浓度建立及开车**

2.6.1通过原料气压缩机组对胺系统进行建压，要求胺液吸收塔出口天然气压力控制在3MPa左右，此股天然气可通过再生气系统外输或放空。

2.6.2对系统进行建立到设计液位和50%浓度的胺液配置（胺液系统达开车运行条件）。

2.6.3对胺系统进行带负荷热循环（H-101 启动，再沸器投用、温控阀投用）。

胺液循环建立即低负荷运行

**2.7 提高天然气压缩机组负荷及运行脱酸系统**

2.7.1联系输气门站提升天然气供气量。

2.7.2原料天然气经过分离过滤器进入压缩机入口，调整入口压力至 2.5MPa 左右，通过机组变频装置控制胺液吸收塔入口天然气压力达5.2MPa。

天然气增压系统及胺系统中负荷正常运行

**2.8 分子筛干燥器开车**

2.8.1 分子筛干燥器的初次再生及后续流程置换

2.8.2当胺液吸收塔出口天然气压力小于 1.0MPa 时，可直接将出干燥器的再生气经冷却后外输或放空。

2.8.3干燥器在装置的初次启机、检修后或长时间没有使用后，再次启动该系统时，应首先对干燥器进行再生。

2.8.4初次再生时温度应接近 290℃左右，应重复再生/冷吹 3-4 次。对再生气系统及罐区储存系统设备及管线进行置换。在后续流程置换合格前确保一塔备用吸附状态。

2.8.5在对冷箱系统吹扫时，应将冷箱进出口盲断，防止异物进入冷箱内部。

2.8.6肥皂水检验用于检查法兰和螺纹连接。法兰可用打有小孔的宽胶带包裹用肥皂水检查是否漏气。

2.8.7置换时，控制好置换气压力，如排放气体中含氧量低于0.2%，则认为置换合格。

2.8.8利用干燥器程控系统投入运行及一塔吸附一塔再生。吸附气返回V-101进口或放空，再生气由主工艺流程返回至原料气压缩机组入口循环使用。

2.8.9适时检测干燥器出口天然气指标达标（CO2＜50PPm、H2O＜1PPm）后逐步切入液化单元的开工换热器。

干燥器出口天然气指标达标

**2.9 启动液化\制冷系统**

2.9.1尽量保持冷剂组分接近设计值确保 E-301 的冷却速度不过快。最大冷却速率是 0.5℃/分钟任意两个通道给定的最大温差是 27℃。

2.9.2J-T阀后的温度为 0℃时，逐步关小开车换热器流量打开小流量天然气流过冷箱。

2.9.3J-T阀后的温度为-15℃时，启动冷剂泵P-302 A/B，冷剂液体流入冷箱。

2.9.4装置产量由J-T阀开度和C-301的出口压力设定，由工艺过程中“充注”的冷剂组分比例决定。

冷剂循环建立、正常生产

**2.10 启动BOG回收系统**

2.10.1LNG储罐压力达100mbar时，利用储罐上部的压力控制阀手动设定值为100mbar，稳定储罐压力4h。主要是将产品线和BOG线及LNG储罐因置换存留的氮气放空到火炬，以降低液化单元负荷。

2.10.2依次投运C-501/C-502，调整C-502出口压力达2.3MPa，依据C-502出口压力和LNG储罐压力手动调整两机组滑阀开度。

2.10.3机组运行正常后，利用PV-31225A/B控制V-305压力在0.35MPa以内达2h，依据AX-71360分析结果后逐步提升V-305工作压力达0.4MPa。

BOG回收系统运行、装置正常生产

**第六章 正常操作**

**一、关键控制**

**（一）原料气进气**

**1 单元任务**

1.1将原料气压力提升至设计压力（5.20MPa），以满足生产需要。

1.2将脱水单元再生气进行回收再利用。

**2 主要设备**

2.1进气过滤分离器（滤筒式） V-101：

规格：尺寸 DN500mm×3978mm 设计压力和温度： 6.0MPa 66℃

2.2 进气压缩机排气冷却器E-106：换热面积：241 m²

设计压力和温度： 管程6.5MPa 200℃ 壳程0.8MPa 60℃

2.3 废液罐（卧式）V-107：

规格： 尺寸 DN1800mm×5600mm 设计压力和温度：1.03MPa 66℃

2.4高压天然气过滤分离器 V-109：

规格：尺寸 DN700mm×3870mm 设计压力和温度：6.15MPa 66℃

**3 流程简述**

进界区原料天然气通过进气过滤分离器V–101 ，脱除原料气夹带的液体和固体杂质（这些液体和固体杂质会损害进气压缩机）。通常不会有液体存在，如果有脱出的液体，这些液体将被送入废液罐V-107 。废液罐中的气相排入火炬，液相可手动排至卡车或其他废料系统中。原料气经过进气过滤分离器V-101 后进入进气压缩机C-101 升压至 5.2MPa，然后在进气压缩机出口冷却器E-106中与冷却水换热，冷却至40℃。冷却后的高压气体进入高压天然气过滤分离器V-109脱除其中的水分和烃类（液烃排放至V-107）之后进入胺系统。

**4 操作步骤**

打开切断阀XV-11102，天然气压力由PIC-11104控制至2.5～5.2MPa进入装置。

进气压缩机启动应具备的条件：

4.1机组已调试完成，油系统油洗合格

4.2隔离气投用

4.3油系统运行，高位油箱充满油

4.4密封气系统投用

4.5循环水投用

一旦达到进气压缩机进气压力，压缩机可以启动，同时将防喘振阀（FV-12517）完全开启。 压缩机启动成功后，PIC-11104的设定压力将缓慢升至C-101正常操作时的吸入压力。缓慢打开V-109上游切断阀的旁路为下游设备充压。随着旁路的打开，原料气将流过高压天然气过滤器（V-109）、胺系统。随着预处理系统处理量的增大，C-101防喘振阀开始缓慢关闭。

**5 正常生产期间操作调整**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **控制方式** | **可能的偏差和故障** | **处置措施** | **应急处置预案** |
| 1 | 2.5～5.2MPa | 通过PIC-11104调压阀控制 | 出现低于和高于压力范围 | 1. 立即手动调节调压阀 2. 调节装置负荷   3、联系供气门站协调 | 1. 对生产管网进行压力调整 2. 调整原料气压缩机频率或防喘振阀。 3. 严格执行操作规程进行压力调整 4. 及时汇报相关领导 |

**6 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 通过PIC-11104调压阀控制原料气压力2.5～5.2MPa | 原料气压力<2.5MPa | 门站输气压力低；  装置用气量偏大；  出现异常泄漏或放空。 | 原料气压缩机或生产负荷偏高；天然气泄漏导致起火或爆炸 | ①排查装置跑冒滴漏  ②联系输气门站调整供气压力  ③调节C-101运行负荷  ④调整进入冷箱冷剂负荷 |
| **2** | 通过PIC-11104调压阀控制原料气压力2.5～5.2MPa | 原料气压力>5.2MPa  超过规定指标  超6MPa安全阀起跳 | 门站输气压力高；  装置用气量偏少；C-101运行负荷过高 | 出现管道或容器超压，导致火灾或爆炸 | ①联系输气门站调整供气压力  ②调节C-101负荷  ③调整产量  ④开启安全阀副线泄压避免压缩机喘振 |
| **3** | C-101机组油压＞0.2MPa | 机组油压＜0.2MPa | 油系统过滤器堵塞；阀门故障 | 压缩机低油压跳车 | ①切换至备用台换热器  ②切换至备用过滤器  ③检查油泵运行情况，切换备用泵 |

**（二）胺液脱碳**

**1 单元任务**

用MDEA溶液脱除原料气中的二氧化碳等酸性气体，使其在原料气中的含量降到50ppm以下，避免在液化过程的低温条件下冻结，堵塞设备，降低换热器性能。

**2 主要设备**

2.1 胺吸收塔T-101：

规格：尺寸DN1600mm×18970mm 设计压力和温度： 6.0MPa 125℃

2.2 胺汽提塔T-102：

规格：尺寸 DN1700mm×23180mm 设计压力和温度：0.34MPa 150℃

2.3 贫/富胺换热器E-101：换热面积：171 m²

设计压力和温度： 管程1.03MPa 150℃ 壳程1.03MPa 150℃

2.4 汽提塔回流冷凝器E-102：换热面积：95.43m²

设计压力和温度： 管程0.7MPa 66℃ 壳程0.34MPa 150℃

2.5 胺冷却器E-103：换热面积：224.68 m²

设计压力和温度： 管程0.7MPa 66℃ 壳程1.03MPa 150℃

2.6 胺再沸器E-104：换热面积：253.07 m²

设计压力和温度： 管程1.03MPa 205℃ 壳程0.34MPa 205℃

2.7 吸收塔出口气体冷却器E-105：换热面积：90 m²

设计压力和温度： 管程1.03MPa 66℃ 壳程6.0MPa 125℃

2.8 贫胺过滤器 F-101：

规格：尺寸 DN200mm×2762mm 设计压力和温度：1.03MPa 80℃

2.9 富胺液过滤器F-102：

规格：尺寸 DN200mm×2762mm 设计压力和温度：1.03MPa 125℃

2.10 胺闪蒸罐 （卧式）V-102：

规格：尺寸 DN2000mm×4700mm 设计压力和温度： 1.03MPa 125℃

2.11 汽提塔回流罐 （立式） V-103：

规格：尺寸 DN1700mm×3600mm 设计压力和温度： 0.34MPa 80℃

2.12 贫胺缓冲罐 （卧式） V-104：

规格：尺寸 DN2000mm×5600mm 设计压力和温度： 0.34MPa 150℃

2.13 胺收集罐 （卧式） V-105：

规格：尺寸 DN2000mm×6300mm 设计压力和温度： 0.34MPa 150℃

2.14 贫胺液活性炭床 V-106：

规格：尺寸 DN1400mm×4400mm 设计压力和温度： 1.03MPa 80℃

2.15 胺液脱除罐 （卧式）V-110：

规格：尺寸 DN1600mm×5400mm 设计压力和温度： 6.0MPa 66℃

**3 工作原理**

MDEA即N-甲基二乙醇胺。MDEA 水溶液是脱碳工艺中常用的化学吸收剂，MDEA为叔醇胺，吸收CO2较为缓慢，为促进溶液吸收和再生速率，加入少量活化剂，活化MDEA同时具备了物理吸收和化学吸收的特点，提高了MDEA对CO2的吸收效率和解吸效率。

**4 流程简述**

原料天然气经压缩后进入胺吸收塔T-101 ，胺液由塔顶流下，与原料气逆流接触，将原料气中的CO2浓度降低到50PPm （百万分之五十）以下。从塔顶出来的天然气在冷冻水换热器 E-105 中进行冷却以凝结可能夹带的水分，降低分子筛系统的脱水负荷。天然气在进入脱水系统之前，首先进入胺液脱除罐V-110 ，将可能夹带来的液体（胺或水）分离。这样可以保护下游的分子筛吸附剂不接触到液体，避免液体对吸附剂的破坏，脱除掉的液体通过液位控制自动排放至胺闪蒸罐V-102 。

富胺液（富含CO2）从胺吸收塔T-101 底部离开，降压后进入胺闪蒸罐V-102 ，V-102 的操作压力为0.45MPa。溶解在富胺液中的甲烷及其他轻烃经过闪蒸后排放至燃料气缓冲罐。V-102 出来的富胺溶液，约20%的量通过富胺液过滤器F-102，过滤掉胺液可能携带的固体颗粒后进入富 /贫胺液换热器E-101 ，换热后进入到胺汽提塔T-102 ，其控制是以V-102 液位作为控制。富/贫胺液换热器能节省T-102 的热负荷，减少胺再沸器E-104 （蒸汽加热）需要的热量。E-104 用低压蒸汽作为热源，低压蒸汽由蒸汽锅炉H-101 供给，换热器的壁温不宜过高，避免胺液出现降解。

贫胺液通过胺再沸器后，产生足够的汽提气进入胺汽提塔。这些汽提气不仅可提供破坏二氧化碳- 胺化学键的反应热，同时可为胺液提供显热以及对胺液进行汽提，以降低二氧化碳的分压。E-104 的加热介质为蒸汽锅炉H-101 提供的低压蒸汽。蒸汽锅炉的蒸汽闭路循环，同时为E-107提供热量。

贫胺液从汽提塔塔底流出，进入贫胺液缓冲罐V-104 。贫胺液缓冲罐可为贫胺液提供缓冲空间并可以减小T-102 塔底空间。胺增压泵P-102A/B 将贫胺液从V-104 中送入富/贫胺换热器E-101 进行冷却的同时向进入汽提塔的富胺液提供热量。在胺冷却器E-103 中，贫胺液被冷却后约20%的量依次通过贫胺过滤器F-101 及贫胺液活性炭床V-106， 以分别除去杂质颗粒及污染物。最后一起由胺循环泵P-101A/B或P-110A/B送入胺吸收塔塔顶进行循环。

胺汽提塔塔顶气相（含大部分二氧化碳及水）进入汽提塔回流冷凝器E-102 进行冷却并部分冷凝。此两相混合进入汽提塔回流罐V-103 进行气液分离。汽提塔回流泵P-103A/B 将冷凝水（含部分胺）循环回塔顶，富含二氧化碳的气相进入干法脱硫系统后放空至大气或后期拟建酸性尾气脱硫工段。塔的回流减少了胺液系统中水的损失，也降低了需要的补充水量。

**5 胺液系统操作步骤**

胺系统的操作应达到如下状态：

蒸汽锅炉H-101煮炉、调试完成；

调整蒸汽锅炉压力，以满足胺再沸器操作温度要求；

投用胺再沸器E-104；

建立循环量，控制进入T-101流量在15000kg/h～25000kg/h；

将贫胺液冷却器出口温度控制置在40.5℃左右。

上述状态为100%设计流量，这样为原料气流量最终的增加具备所有条件。开始时气体流过胺单元的量很小，胺溶液处于低负荷运行。大量CO2在塔中被汽提出来之前，T-102的操作有些不稳定；这是正常现象，随着CO2量的增加，操作会趋于稳定。可观察到塔顶温度开始下降，因为越来越多的酸性气被汽提蒸汽带出。分析胺液在操作中的问题和性能情况：

处理气 ＜50 PPm CO2

贫胺液浓度 50 wt.%

贫胺液负荷 0.018mol/mol （最大）

富胺液负荷 0.354mol/mol （最大）

**6 胺液系统控制**

胺系统的目的：处理后的天然气中二氧化碳含量＜50 PPm。

重要的是要完成胺、补充水、化学品和公用工程的最低消耗这一目标。同样重要的是保持操作人员和设备的安全，减少腐蚀和维修以延长设备的使用寿命，切勿在设备铭牌允许的温度和压力范围以外操作设备。

由操作人员控制的主要几个过程变量，通过位号逐一介绍，这些变量许多是相互关联的，所以一个变量的变化可能会影响其他变量。

6.1 LIC-11206: 胺吸收塔液位

LIC-11206 通过LV-11206 调节进胺闪蒸罐的胺液来控制胺吸收塔的液位（50%）。

LIC-11206 具有低液位（25%）报警和高液位（70%）报警。高液位报警防止淹塔并可能提升塔板；而低水位报警，保持液体通过控制阀进入闪蒸罐，液封防止阀门泄漏，高压气体进入闪蒸罐，泄漏的高压气体进入闪蒸罐将导致安全阀起跳，当液位下降到停车设定值以下（15%）时，导致T-101液相出口切断阀XV-11207关闭。

6.2 FIC-11212：胺循环量

FIC-11212 通过FV-11212 来控制胺液循环量，设计流量和正常运行流量的设定点是15～25t/h。在操作过程中，通过调整循环量以优化操作。

胺液循环量是决定从天然气进料中脱除二氧化碳量的一个重要因素。然而，操作人员需要谨慎地考虑其他造成降低处理能力的因素，如贫胺负荷高或胺液浓度低、乳化的问题也会造成处理气不合格。

推荐的最大的富胺负荷为每摩尔胺含0.354摩尔二氧化碳。

如果胺液浓度低且处理后的气体中CO2 浓度高于50 PPm，胺液循环量应暂时增加，提高胺液循环量应被视为短期的解决方案，然后通过调整胺液、天然气温度，调整胺液浓度，加强过滤等方式进一步优化脱除效果。

操作人员应监测天然气进料量、进料中的二氧化碳浓度、处理后气体中二氧化碳浓度、胺液的浓度，以及富胺液和贫胺液的负荷，应用这些信息来优化胺液循环量。

6.3 LIC-11304: 胺闪蒸罐液位

LIC-11304 通过LV-11304 调节进胺汽提塔的胺液来控制胺闪蒸罐的液位，正常范围是20%～50%.

下列因素影响设定值的选择：

在操作过程中，稳定且持续地将富胺注入到胺汽提塔以保持其足够高的液位。

闪蒸罐正常压力范围是在0.45 MPa左右，但不同的工况可能会稍高或稍低，一旦确定一个可靠的压力，就不能随意更改。

通常情况下，液位控制在正常液位（20%—50%）。由于胺汽提塔和贫胺缓冲罐的液位不做控制，此液位可以作为胺液系统胺液充装量的一个指标。

6.4 PV-11303B: 胺闪蒸罐气体泄放口

在胺闪蒸罐V-102中产生的闪蒸气将通过PV-11303B送到热火炬。正常设定值应该在0.4和0.55MPa 之间。

6.5 PV-11303A: 胺闪蒸罐充压阀

当不产生闪蒸气体，通过PV-11303A 手动将燃料气引入胺闪蒸罐。在正常操作时，控制器的设定点为约0.4 MPa左右，可以将闪蒸出的可燃气体返泄入燃料气管网。

6.6 TI-11401: 胺汽提塔进料温度

胺汽提塔进料温度（TI-11401 ）可手动控制，必要时一部分热贫胺液通过旁路阀绕过富/贫胺换热器，可使汽提塔进料温度降低。

胺汽提塔进料温度为70℃和99℃ 之间，取决于富胺进入换热器的温度。

汽提塔进料温度高引起胺汽提塔回流冷凝器负荷过高，导致CO2 酸性气中水损失高，这增加了工艺补充水量（注意：其他问题也可能引起冷凝器负荷过高，如污垢或再沸器的负荷高）。

如果进入换热器的贫胺液的温度过高，T-102进料温度就会升高，操作上可以通过降低贫胺液温度，减少胺热降解的可能性。

6.7 TIC-11703: 汽提塔回流冷凝器出口温度

TIC -11703 通过TV -11703 调节热流旁路来控制汽提塔回流冷凝器的出口温度。设计值为49℃，温度的范围一般为20℃至55℃。

应避免TI-11703温度过高，因为过多的水通过PV-11714 排放大气引起水损失，这将增加工艺补充水量。塔顶冷凝回收尽可能多的水量，温度保持在设定值以下，即不能过度增加再沸器的负荷。

6.8 PIC-11714: 汽提塔回流罐顶部压力

通过PV-11714 调节胺汽提塔的压力。必要时，调整塔的压力设定值来优化操作。

下列因素影响设定值的选择：

压力是决定胺再沸器的出口物料温度的主要因素（其他因素有胺液浓度和降解物的累积）。再沸器的出口物流温度应介于110℃和125℃ 之间。

根据经验，塔底部压力每增加（或减少）0.007 MPa，再沸器的出口物料温度将增加（或减少）约1℃ 。通常用TI-11607 来监视再沸器出口物料的温度。

如果再沸器的出口温度低于110℃，可稍微增加PIC-11714 的设定值。低温会导致两个问题：首先，解吸反应效率降低，更难以充分再生胺溶液；第二，富/贫胺换热器的温差降低，胺汽提塔的进料温度可能较低。

**注意**：

如果再沸器的出口温度高于125℃（PIC-11714 为0.04MPa），可能会引起塔的压降过大，胺液浓度过高，或降解产物的浓度过高。高温增加了胺热降解的潜在可能性。

在操作过程中，汽提塔顶部压力应足够高，以能够使酸气持续地通过塔顶部压力调节阀PV-11714 放空。

在正常操作时，为避免气体损失，需要提高PV-11701 的设定值。

较高的塔顶压力有助于汽提塔回流冷凝器的冷凝回流、有助于增压泵将贫胺液输送到胺循环泵、有助于富/贫胺换热器的预热操作（因为贫胺离开塔时温度会更高）。

较低的塔顶压力有助于汽提塔中酸气的解吸反应，有助于贫胺液在胺冷却器中冷却（因为贫胺离开塔时温度会更低）。

对于胺处理装置，正常的压力范围是0.02 至0.07 MPa，通常压力范围的低端是首选，除非特殊情况下需要较高的压力，一旦确定最佳的压力，就不应该随意更改。

6.9 LIC-11705 汽提塔回流罐液位

通过塔顶回流罐液位调节阀LV-11705 来控制胺回流罐的液位。正常操作应保持液面在35%～50%之间。

如果液位低于LIC-11705 的设定值，控制器将关闭LV-11705。当这种情况发生时，汽提塔的正常回流量将减小，通过泵循环量来保持泵的流量，如果不打循环，LI-11713 将继续下降，直到液位降低到LALL-11710，最终汽提塔回流泵联锁停。此设置用以防止泵发生气蚀。

6.10 TIC-11802: 胺冷却器出口温度

通过TV -11802 调节旁路热胺液来控制胺冷却器的出口温度。设定温度是40.5℃左右。

下列因素影响的设定值的选择：

随着贫胺温度的升高，吸收塔顶出口气体温度也会随之增加，这增加了水和胺在天然气中的分压。增加了工艺补充水和胺补充的需求量，以及下游分子筛装置的负荷。

随着贫胺温度的升高，吸收塔的整体温度也将随之增加。

随着贫胺温度的升高，胺液的黏度减小，降低了胺循环泵的负荷和减小乳化物的稳定性。

随着贫胺温度的升高，CO2 的吸收率也将随之增加，正面影响是降低了处理后的天然气中CO2 浓度。

随着贫胺液的温度升高，富胺液的温度也会随之增加，这对于操作可能会有正面和负面两方面的影响。

通常贫胺液温度范围是30℃-55℃。在此范围内，温度变化只对水和胺在天然气中分压有影响。

6.11 V-102闪蒸气回收操作规程

1. V-102（胺闪蒸罐）闪蒸气回收燃料气的主要作用

在装置运行生产阶段，利用控制阀PV11303A补充燃料气和控制阀PV11303B火炬泄放来稳定胺闪蒸罐压力时，胺闪蒸罐压力波动大，不易控制稳定，泄放火炬造成天然气能耗增加。技改把V-102闪蒸气引入燃料气V-505，将2止回阀H-113-02阀芯拆除，改变调节阀PV-11303A阀门进出方向。增加V-102（胺闪蒸罐）闪蒸气回收燃料气的主要作用是用PV11303A控制闪蒸罐压力到泄放燃料气管网，确保整个胺系统工艺参数，同时达到节能降耗的效果。

1. V-102（胺闪蒸罐）闪蒸气回收燃料气操作与控制

装置运行阶段通过设置胺闪蒸罐工作压力0.43MPa、燃料气管网工作压力0.42MPa，用PV11303A控制闪蒸罐压力到泄放燃料气管网。设置控制压力时，注意燃气锅炉的运行状态，确保胺系统正常运行，燃料气管网压力稳定。

1. V-102（胺闪蒸罐）闪蒸气回收燃料气使用操作步骤
2. 缓慢减低燃料气管网设定压力，PV-51707A设定值0.42MPa。
3. PV11303A投手动缓慢关闭至0.5%—1%，调整胺系统循环量及T-101、V-102液位。
4. V-102压力缓慢降至0.45MPa时，且胺系统运行稳定，把PV11303A投自动运行，设定压力0.45MPa。
5. **注意**

V-102是低压闪蒸罐，胺液与CO2发生放热反应后变成富胺液进入V-102闪蒸酸气，技改后长时间运行会使燃料气管网积液，造成燃气锅炉运行故障和生活用气无法点火，运行阶段需要定期进行排液，注意胺系统和锅炉的运行状态。

**7 正常生产期间操作调整**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **控制方式** | **可能的严重偏差** | **处置措施** | **应急处置预案** |
| 1 | 原料气脱酸后CO2含量<50ppm | 控制胺液浓度约50%；天然气和胺液循环量匹配；T-101吸附完全；T-102再生彻底。 | 含量>50ppm | 提升胺液浓度和循环量；分析气源气质是否变化；提升胺液再生温度； | ①提升胺液浓度  ②提升胺液循环量  ③分析气源气质是否变化  ④提升胺液再生温度  ⑤调整贫胺液进吸收塔温度 |
| 2 | 脱硫塔内温度<70℃ | TIC-12401设定温度为45℃运行 | 脱硫塔温度超过70℃ | 通入氮气置换；减少酸气产生量；淋水降温。 | ①通入氮气置换  ②调整再生塔压力减少酸气产生量  ③淋水降温  ④加强脱硫塔底部排液 |

**8 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 控制H-101压力0.1MPa-0.4MPa | H-101异常停炉 | 点火针接触不良；燃料气进气不足；检火线断裂 | 蒸汽锅炉停运；胺液再生终止；CO2含量上涨 | ①检查停炉原因并重启  ②降低装置处理量  ③检查燃烧机是否故障，及时进行处置  ④调整燃烧机空燃比  ⑤调整燃料气压力  ⑥调整锅炉蒸汽目标压力  ⑦锅炉高点泄压，避免超压停炉 |
| **2** | 胺液循环量15T/h-25T/h | 胺液发泡 | 胺液污染带杂质；胺液乳化，胺液降解。 | 液面波动剧烈；塔压差波动，下游设备带液 | ①降低胺液循环量  ②手动对V-110和V201排液  ③重启P110A/B  ④添加消泡剂  ⑤补充胺液，增加浓度和V104液位  ⑥提升胺液再生温度，按要求配置胺液 |
| **3** | 胺液循环量15T/h-25T/h | 胺液再生不彻底 | 胺液发泡；再生温度不足；循环量过大 | 胺液吸收二氧化碳能力降低 | 提升胺液再生温度，按要求配置胺液。 |
| **4** | 控制V-104液位35%—80% | 胺液液位不足 | 液位补充不及时；胺系统循环平衡被打破 | 低液位导致停泵 | ①降低胺液循环量  ②手动对V-110和V201排液  ③重启P110A/B  ④添加消泡剂  ⑤补充胺液，增加浓度和V104液位  ⑥提升胺液再生温度，按要求配置胺液 |
| **5** | 控制V-112压力0.02-0.08MPa | V-112超压或者负压  硫化氢泄漏 | 密封不严；脱硫塔吸附饱和 | 硫化氢有毒有害气体散逸，人员中毒 | ①紧固泄漏点  ②更换吸附填料  ③穿戴空呼，佩戴硫化氢检测仪  ④接触硫化氢出现中毒症状需紧急就医  ⑤现场设置GDS监控 |
| **6** | 控制P-103流量500—2800Kg | P-103流量波动 | E-102温度波动 | 脱酸气效果不好 | ①稳定E-102温度；  ②手动调节P-103出口流量。 |
| **7** | 控制V-103液位30%—60% | V-113液位偏多或偏少  机泵联锁停机 | 分离液多；排液不及时 | V-113液位高报警；分离不及时 | ①液偏多时及时对V-103排液或启动备用泵，维持塔内压力稳定  ②液偏少时及时减小LV11705开度，启动备用泵。 |

**（三）干法脱硫**

**1 流程简述**

自PV-11714放空阀调节来气进入V-113分离气体中夹带的部分液态水，防止进入到脱硫装置后污染脱硫剂。脱水后的气体进入脱硫化氢加热器E-107，由H-101提供的蒸汽将气体加热至45℃后进入V-112A/B脱硫塔，脱硫塔可串联并联、单塔使用。这里需要特别说明，脱硫塔实际操作过程中需注意串联使用的流程顺序，因脱硫塔A中装填的氧化铁脱硫剂，脱硫塔B中装填的是活性炭吸附剂，因此要求在串联操作时气相应先进入脱硫塔A再进入脱硫塔B。要求脱硫后的气体硫化氢含量低于20mg/m3就地（T-102顶部）排放。技改增加复线将进入脱硫塔前气体引入H101燃烧后放空。

**2 管辖范围**

2.1脱硫化氢加热器E-107：换热面积：9.5m²

设计压力和温度：管程1.03MPa205℃壳程0.34MPa150℃

2.2脱硫化氢过滤器V-113（立式）：

规格：尺寸DN1000mm×2000mm设计压力和温度：0.34MPa80℃

2.3脱硫塔（立式）V-112：

规格：尺寸DN2000mm×7000mm设计压力和温度：0.34MPa80℃

**3 正常生产期间操作调整**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **范围目标值** | **控制方式** | **操作波动** | **处置措施** | **应急处置预案** |
| 脱硫塔内温度<70℃ | TIC-12401设定温度为45℃运行 | 脱硫塔温度超过70℃ | 通入氮气置换；减少酸气产生量；淋水降温。 | 降低装置负荷和胺系统负荷；通入氮气置换；淋水降温。 |

**4 异常情况处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **异常现象** | **异常原因** | **出现结果** | **处置方法** |
| 硫化氢泄漏 | 密封不严；脱硫塔吸附饱和 | 硫化氢有毒有害气体散逸，人员中毒 | 紧固泄漏点；更换吸附填料；穿戴空呼，佩戴硫化氢检测仪；就医。 |
| P-103流量波动 | E-102温度波动 | 脱酸气效果不好 | 稳定E-102温度；手动调节P-103出口流量。 |
| V-113液位偏多 | 分离液多；排液不及时 | V-113液位高报警；分离不及时 | 及时对V-113排液；  减小酸气分离流量。 |

**5 应急处理原则**

巡检中发现硫化氢泄漏时，应立即向当班班长、值班经理/领导汇报，根据泄漏部位和泄漏量的大小在确保人身安全的前提下，果断采取应急措施，若泄漏量不大，通知检修人员尽快处理；若泄漏量较大，则立即通知相邻可能遭到伤害的岗位人员采取个人防护措施或者撤离被污染现场，并汇报班长和领导，在尽可能小的范围内隔离泄漏部位，必要时停车处理。若泄漏量很大，则立即通知受到威胁的岗位人员做好个人防护或撤离，装置紧急停车，并尽快隔离泄压，值班经理或领导在得知现场发生大的泄漏事故时，应立即通知应急救援队参与现场应急处理，并将情况报告应急救援指挥部。

5.1、当现场作业人员遭遇H2S时，应迅速逃离现场至安全地带，并向应急指挥小组报告情况，应急小组根据情况初步判断中毒级别，若属轻、中度，应立即接受吸氧30分钟后，再将伤员送至救助的医疗机构，同时应急小组组长通知相关人员迅速撤离至安全地带。

5.2 若确需在有H2S气体存在的场所继续作业，必须两人以上组成一个小组佩戴防毒面具或正压式空气呼吸器工作。

5.3 当有人发现现场作业人员发生H2S重度中毒时，应迅速报告应急指挥小组组长，应急小组组长应立即组织人员穿戴好空呼将伤员迅速撤离现场，放置在安全地带，若中毒者能自行进行呼吸，应立刻进行吸氧，并应保持中毒者处于放松状态、保持中毒者的体温，不能乱抬乱背，应将中毒者放于平坦干燥的地方就地抢救，然后将伤员送至救治的医疗机构。

5.4当重度中毒者撤离至安全地带时，已休克、心脏或呼吸已停止时，应立即采取人工呼吸、呼吸器、人工胸外心脏按压法等方法进行抢救。

1) 胸外心脏按压法：

a) 解开有碍呼吸的领扣、腰带（注意防止着凉），平放仰卧在有衣物垫护的硬板上，拉开中毒者下颌，使口腔张开，以利呼吸；

b) 救护者跨跪在中毒者腰部，正确找准挤压点，两手相叠，手掌根部放在心窝稍高一点的地方，即掌根放在胸骨底下三分之一部位；

c) 掌根向下（脊背方向）挤压，压出心脏内血液，每秒一次，压陷3～5厘米，用力应均匀；

d) 挤压后掌根很快放松，使中毒者胸廓自动复原，血液又充满心脏。如此反复挤压、放松，用力应适当，既有效挤压，又避免内伤。

2) 人工呼吸：

a) 让中毒者仰卧，解开领口和腰带，将中毒者头部转向一边，清除中毒者口中黏痰、泥沙等异物；

b) 将中毒者下颚用力向前张开，使之呼吸道畅通；

c) 抬起下颌用一只手捏住中毒者鼻子，口对中毒者的口做深呼吸，吸出中毒者体内废气；

d) 吸大口气口对口吹气入中毒者体内，此时看到中毒者胸部鼓起，证明呼吸无阻塞；

e) 吹足气后，将嘴移开，让其呼出体内的气，每3秒均匀吹一次。重复上述c)~e）动作，直至中毒者能自由呼吸为止。

对严重H2S中毒者，在抢救过程中，上述两法最好同步进行，一旦中毒者能自由呼吸或确认中毒者已死亡，方可停止进行。

5.5 当发生重度H2S中毒时，应急指挥小组启动公司级预案，委派工作人员赶赴现场和医院进行处理；并将情况汇报公司领导。

**6 职业健康注意事项**

工作场所空气中最高容许浓度不超过10mg/m3。IDLH浓度为430mg/m3，属酸性气体，由于能引起嗅觉疲劳，警示性低。密闭、局部排风、呼吸防护。禁止明火、火花、高热，使用防爆电器和照明设备。工作场所禁止饮食、吸烟。

**（四）干燥脱水系统**

**1 单元任务**

脱水单元脱除原料气中的水分，含量低于1ppmV，以防止原料气进入下游液化单元发生冷冻而堵塞设备或管道，保证天然气液化装置的正常运行。

**2 管辖范围**

2.1再生气冷却器E-201：换热面积：29.3m²

设计压力和温度：管程1.03MPa80℃壳程6.0MPa330℃

2.2脱盐水冷却器E-202：换热面积：106.57m²

设计压力和温度：管程0.7MPa66℃壳程1.03MPa80℃

2.3脱水器V-202A/B：全容积11.7m³

规格：尺寸DN1500mm×6100mm设计压力和温度：6.0MPa330℃

2.4分子筛过滤/分离器V-201：

规格：尺寸DN500mm×3828.5mm设计压力和温度：6.0MPa66℃

2.5再生气分离器（立式）V-203：

规格：尺寸DN900mm×3100mm设计压力和温度：6.0MPa66℃

2.6干燥系统脱水炭过滤器（立式）V-205：

规格：尺寸DN750mm×2000mm设计压力和温度：6.0MPa66℃

2.7脱苯床V-206

规格：尺寸DN700mm×3475mm设计压力和温度：6.0MPa330℃

2.8膨胀罐V-207

规格：尺寸DN600mm×3000mm设计压力和温度：1.03MPa80℃

**3 工作原理**

水吸附剂是一种能发挥吸附作用的多孔固体物质，有很大的内表面积，吸附剂可吸收原料天然气的水分，吸附剂饱和后可通过再生再次使用。常用的水分子吸附剂主要有硅胶、铝胶和分子筛。本装置采用4A分子筛作吸附剂。

**4 流程简述**

原料天然气离开胺吸收塔T-101后，经过吸收塔出口冷却E-105及胺液脱除罐V-110后进入干燥单元，对处理后的气体进行冷却，可以凝结其中的水分从而降低干燥器分子筛床的负荷。胺液脱除罐V-110用于收集胺液系统异常运行时夹带过来的胺液。分子筛过滤/分离器V-201用于收集凝结水及来自上游处理过程中夹带过来的微量胺液。脱除的液体会通过液位控制自动排放至胺闪蒸罐V-102或胺收集罐V-105，原料气离开分子筛过滤分离器后进入脱水器V-202进行干燥处理。

气体进入处于工作状态（即干燥模式）的干燥床顶部，其中的水分在气体通过床层过程中被吸收。在干燥环节中床层的工作状态是这样的：一个床层对进气进行干燥，此时另一个床层处于再生阶段的某个步骤以脱除水分准备再次进入吸水的工作状态。处于工作状态的床达到饱和后被处于清洁的床层代替下线，饱和床层进入再生环节进行加热后再冷却。干燥器一个床层完成整个循环的时间是20小时，其中10小时用于吸水，4小时用于再生的加热工序，5.5小时用于再生的冷却工序，0.5小时用于待用空闲时间以及阀的切换。

再生/冷吹工序中，来自碳尘过滤器（F-202）出口的净天然气，一部分进入再生气加热器H-201加热至约290℃。高温干燥的气体自下而上（逆向）通过待再生干燥床，随着气体的通过而将水分脱除。再生后的“湿”再生气通过再生气冷却器E-201被脱盐水冷却。凝结水在再生气分离器V-203中被分离。小部分的再生气用作装置内的燃料气，大部分的再生气循环至原料气过滤分离器V-101的前端，即脱碳单元的上游进行增压回收循环利用。在再生的冷却工序中，冷却气体的流向与再生模式时相同。但在该工序时再生气加热器停止加热，净化天然气气体直接流经再生床。这一点十分关键，可以确保在床层处于干燥状态时，不会有高温气体进入液化系统。

为了切换上述干燥床，需要若干阀动作完成。系统中有13个切换阀。正常操作时这些阀通过PLC（可编程逻辑控制器）。PLC按适当的时间和正确的顺序控制阀门动作，不需要人工操作。另外，通过温度、压力和阀位信号联锁到PLC，就可以提醒操作人员注意操作顺序和操作错误。

再生气冷却器E-201冷却水为脱盐水，防止因温度变化产生结垢，而堵塞换热管束，由脱盐水循环泵P-201A/B输送而来的脱盐水经过再生气冷却器E-201换热后再由循环水对其冷却，冷却后的脱盐水再回到脱盐水循环泵P-201A/B入口进行闭路循环，损失的脱盐水由膨胀罐V-207提供。

**5 分子筛系统操作步骤**

**5.1天然气开始时的路径为**

通过胺单元由上至下通过一个分子筛床层，一小股气体首次开车或装置长时间停运后再启会流经HV-21715泄放至火炬，当再生具备条件时，HV-21715将关闭，该流股将流至再生气线，再生气全部来自干燥后的天然气并将流过H-201至V-202A/B。

再生气从分子筛床层顶部出来完成再生，通过再生气冷却器和再生气分液罐，由PV-21401调压，然后再生气流过V-503再生气分离罐。经过分离罐后一部分气体经过PV-51707A流至燃料气总管。其余气体循环至脱碳上游，也可在该点将再生气排至火炬。

**注意：**

首次开车开始时干燥后的天然气将作为再生气的补充，流入胺和脱水单元的净天然气的量很小，这部分量经HV-21715至火炬或返回至进气压缩机进口或用作再生气体。

**5.2隔离冷箱**

下列阀门将保持关闭，直到气体含水低于1.0PPmv，含CO2低于50PPmv：

XV-32501-天然气至冷箱-关闭

TV-21534－气体至解冻系统－关闭

PV-21527-气体至解冻系统－关闭

**5.3分子筛充压**

分子筛系统充压前，下列阀门处于以下位置：

原料气至脱水－关闭

XV-21110下游8″切断阀和1″旁路阀－关闭

KV-21213-再生气旁路－关闭

HV-21715-泄放至火炬－关闭

LV-21108-再生气分离器液相出口－关闭

XV-21560-再生气加热器入口－打开

XV-21561-再生气加热器出口－打开

手动阀-干充压气至LNG储罐－关闭

**注意：**PV-21710可视情况投入运行，从预处理上游提供破真空气至储罐。

**5.4开始充压**

打开XV-21110，然后打开位于XV-21110下游8″切断阀的1″旁路阀。这将使分子筛床层压力与天然气进气管道压力相当，当8″阀两侧压力相等后，打开XV-21110下游8″切断阀。

**5.5充压A床和B床**

通过每个床层1″充压阀，KV-21201和KV-21205的缓慢开启，两个床层和下游管路都将升压至操作压力。确保每个阀门上都安装有限流孔板。注意在充压或泄压过程中，压力变化率不要超过0.34MPa/分钟，否则可能造成床层损坏或升起。

**5.6床层A建立天然气流量**

当两床都完成充压后，一股天然气将通过床层A。打开KV-21202，床层A进料阀。接下来轻轻开启HV-21715使一小部分气体泄放至火炬从而使床层A建立流量。

**5.7床层B建立再生流量**

接下来需要使用经过床层A的气建立再生气流量，通过FV-21501，再生气加热器，由下至上经过床层B，再通过PV-51401返回到V-101进口（或泄放至火炬）。PV-51401的设定压力5.20MPa（可根据操作实际适当调整此压力）。为了建立再生气流量，需按如下步骤进行，以确保满足压力变化率的要求，从而保护床层不会升起：

5.7.1打开FV-21501约5%（再生气补充）

5.7.2设定PIC-51401压力为5.20MPa自动控制（再生气背压）

5.7.3关闭KV-21205和KV-21211以隔离床层B和进料

5.7.4打开KV-21212，打开再生气至床层B通路

5.7.5打开KV-21207使床层B泄压速率小于0.34MPa/分钟

5.7.6当压力稳定后打开KV-21208

5.7.7将FIC-21501（再生气补充气）设为手动：5100kg/h（设计流量）

**5.8开启再生气加热炉H-201**

如果之前没有完成使加热器可以开始操作的步骤，则需根据厂家指导说明启动再生气加热炉。（很多加热炉在开始时需要一段时间的低负荷运行来干燥加热器内部的防火衬里，这通常意味着要达到设定的温度点需要几个小时的时间。）

当再生气加热炉操作准备就绪，启动H-201控制再生气出V-202顶部温度为260℃。注意在启动加热炉之前必须建立充足的再生气流量，开启加热炉之前确保再生气冷却器（E-201）正常运行，同时再生气分液罐（V-203）液位控制已投入使用，以及PV-21401和4″手阀投用和打开。

启动C-101为再生气提供气源动力时，只有少量去做再生气，多余的气量循环至V-101入口，由此进行闭路循环。

**5.9分子筛床层再生**

初次开车时，分子筛床应至少再生3次，再将解冻气引入制冷系统，应严格按照附录中阀门时序控制来执行，除前两次再生外，加热循环的时间可以被延长直到床层顶部温度接近260℃。

将干燥气引入制冷系统之前的最后一次再生操作将由自动控制完成，以确保所有PLC控制工作正常。

**6 分子筛系统控制**

分子筛单元阀门的配置、先后动作顺序，参见附件中分子筛逻辑切换表。

将两分子筛床与再生气管线的温度读数（TE-21217/22/23/24）作为“绑定”许可。当计时器开始把床体投入使用时，如果气温读数过高，逻辑程序将保持床体再生冷却模式，这样可防止分子筛出来的气体不会太热而流到下游冷剂系统中去。

分子筛切换设计的特点是增压/减压阀门KV-21201/203/205/207。这些小阀在大阀门打开前，平衡主阀前后的压力，这样可防止床层发生“流化”或“吹起”的现象，这些问题会导致床或支撑物损坏、分子筛移位或到跑到管网的其他地方上去及维护方面的问题。

PLC的逻辑控制使轨道阀能自动和正确切换，分子筛其他的控制回路来自DCS，详见如下：

6.1HV-21715减压手动调节阀

该阀将分子筛出来后的天然气减压排放到火炬系统中，正常操作时，HV-21715前后的手阀应打开，这样在紧急情况下控制室能打开该阀进行减压排放。

6.2 TI-21404再生气冷却器温度

再生气冷却器工艺侧的温度由TI-21404指示，当温度出现过高或过低时，操作人员会收到报警信号，温度高高联锁会导致H-201紧急停车以及LV-21409、LV-51410自动关闭。

6.3 LV-21409再生气分离器液位控制

再生气分离器的液位由LIC-21409控制，通过调节LV-21409阀使V-203液位维持20%左右。当液位出现过高或过低、超出LIC-21409正常控制范围内10%～30%时，操作人员会收到报警信号。注意：LALL-21410低低液位（10%）信号将连锁关LV-21409，防止气体窜到下游的V-105。

6.4TE-21532再生气温度控制

该温度用于控制再生气加热器H-201的温度，在加热器控制盘上设定再生气温度为290℃左右。

6.5 FIC-21501再生气流量控制

再生气去往加热器的流量，分子筛床再生的流量、再生气冷却器的流量和再生器分离罐的流量都通过FIC-21501控制。

再生气的流速是个很重要的变量，应确保分子筛能完全再生。流速太低，床层不能被很好地再生，容易使水分穿破床层，进而带到下游冷剂换热器中。

6.6其他

正常操作时，应监控过滤器（PDI-21305/21603/21703）的压差，以便需要时切换或更换滤芯提供帮助。同时，需要密切关注分子筛床本身的压差（PDI-21228），流量不增加而压差增加可能意味着床层被污染或分子筛有故障。在吸附过程中，操作人员应周期性地检查，确定水分何时能穿透床层。用观察到的穿透时间和原料气中实际的水含量，即可计算出分子筛的吸附容量。

**7 正常生产期间操作调整**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 范围目标值 | 控制方式 | 操作波动 | 处置措施 | 应急处置预案 |
| 原料气含水量﹤1ppm | 脱水塔V202A/B交替运行，吸附天然气中水分 | 水含量持续上涨，超过要求值 | 检查V201过滤分离器效果；  加大再生气流量，再生加速  检查分子筛吸附效果；  提前切换分子筛床层。 | ①检查V201过滤分离器效果；  ②加大再生气流量，再生加速；  ③检查分子筛吸附效果；  ④提前切换分子筛床层。 |
| 控制范围 | 相关参数 | 正常调整 | | |
| 0～1ppm | 分子筛吸附时间控制12h以内 | 设定分子筛吸附时常在要求值以内；保障再生气流量和压力值；及时切塔；手动分析含水量 | | |

**8 异常情况处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **异常现象** | **异常原因** | **出现结果** | **处置方法** |
| 再生气加热炉不启动 | 程序故障或点火器故障 | 分子筛再生迟缓，切塔延迟至水分吸附饱和 | ①现场检查原因并重启；  ②手动复位；  ③对仪控进行检查。 |
| 前工段带液严重 | 胺液发泡；分离器工作异常；水分仪故障 | 水含量超标至冷箱冻堵 | ①临时调整分子筛吸附时间；  ②彻底再生分子筛；  ③全回流运行净化系统。 |
| 原料气二氧化碳超标 | 原料气含量过大；胺系统脱除不彻底；在线分析不准 | 二氧化碳超标至冷箱冻堵 | ①提升胺系统脱除二氧化碳能力，增加胺循环量，调整胺液温度  ②检查胺液吸收能力  ③净化、液化单元全回流运行  ④冷箱吹除解冻。 |
| 分子筛床层压差高 | 分子筛粉化、水汽超量或分子筛中毒致气流不畅 | 分子筛床层压差高报警 | ①检查分子装填程序  ②合理设置分子筛吸附时长  ③检查水汽含量  ④检查V-201分离及排放情况 |

**（五）脱汞**

**1 单元任务**

脱汞单元脱除原料气中的汞，保护设备不受腐蚀。

**2 主要设备**

2.1粉尘过滤器F-201A/B：设计压力和温度：6.0MPa66℃

2.2汞脱除器（立式）V-204：

规格：尺寸DN1500mm×3000mm设计压力和温度：6.0MPa66℃

2.3碳尘过滤器F-202A/B：设计压力和温度：6.0MPa66℃

**3 工作原理**

本装置采用载硫活性炭为脱汞剂，由活性炭孔隙结构解析表明，其大部分硫被覆于活性炭过渡孔中，使汞蒸气更容易、更有效与硫反应生成硫化汞，沉积于活性炭孔隙中，除去天然气流中含汞蒸气。

**4 流程简述**

干燥后的大部分气体从在线干燥床出来后全流量进入两个粉尘过滤器F-201A/B中的一个，以除去气流中夹带的吸附剂或其他可能通过分子筛床层的固体细尘。之后气体进除汞床V-204除汞，然后全流量进入两个活性炭过滤器F-202A/B中的一个，以除去除汞吸附剂细尘。气体中的汞必须除去以防止其对铝制冷剂换热器E-301A/B的腐蚀。此处理后的气体进入液化单元。

**5 脱汞器**

脱汞器V-204在原料气进入液化单元前，将汞脱除。容器内含有一次性的硫化活性炭吸附剂，使用寿命约为5年。当达到使用寿命后，饱和床的吸附剂需更换，并通过合适的方式处理，容器将填装新吸附剂。

**注意：**

当处置废弃的汞吸附剂时，应特别小心，汞可以渗入到皮肤，汞蒸气能被吸入人体。大量的汞外漏对人体神经有严重伤害，必须注意安全。废弃的汞吸附剂应储存标记好，并作为有害的废弃物处理。

**6 脱苯床**

V-206脱苯床主要作用是为循环冷剂系统补充洁净的甲烷气体，脱除天然气中含有的苯以及重烃，防止苯以及重烃在冷箱深冷部位发生冻堵。当首次开车前和吸附到饱和状态时，需引H-201加热后的再生气对其加热再生，再生后的气体排入热火炬线。

**（六）工艺运行风险分析及应急处置**

**1 净化气中CO2含量超标**

**1.1风险特征**：200区在线二氧化碳检查含量超标。

**1.2风险产生的原因：**

⑴原料气中CO2含量突然增加；

⑵T-102再生效果不好，贫液中CO2浓度增加；

⑶T-101贫胺液温度上升；

⑷脱碳溶液MDEA浓度下降；

⑸MDEA溶液发泡。

**1.3偏离正常工况的后果：**冷箱A/B通道冰堵。

**应急工作职责：**当班班组处置工艺异常情况；如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**1.4防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

⑴调整E-106出口天然气温度；

⑵增加T-102再生温度，增加胺液循环量；

⑶通过E-103换热器，调整进T-101的贫液温度；

⑷补充新鲜MDEA溶液或将T-102顶部温度提高，用多蒸发的方式以减少MDEA溶液含水量；

⑸将少量消泡剂注入系统，分析发泡原因，如因MDEA 浓度变化引起，则调整浓度至正常值。

⑹联系首站，减小天然气的流量。

**注意：**在补充新鲜胺液时要做好个人防护，避免胺液腐蚀，若不小心飞溅至眼睛，立即用大量清水冲洗后就医。

**2 MDEA溶液发泡**

**2.1风险特征：**

⑴T-101/T-102差压变大，液位上升；

⑵200区在线二氧化碳检查含量超标；

⑶V-104、T-102液位降低；

⑷V-102液位波动；

⑸V-110液位上升，V-201液位上升。

**2.2风险产生的原因：**

1. V-106中活性炭失效；
2. 原料气里带油及烃类物质，或循环MDEA液里带杂质，原料气气质变化；
3. 胺液浓度过低；
4. 塔盘和除沫过滤器损坏。

**2.3偏离正常工况的后果：**工艺压力大幅波动，影响生产平衡。

**2.4应急工作职责：**当班班组处置工艺异常情况；如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**2.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

**2.5.1班组级应急处置**：

⑴控制贫胺液的温度比进口气体高5-10℃，可以防止进口气中的轻质烃组分凝结下来；

1. 降低V-102、T-102压力，把PV-11714去脱硫塔放空流程投用，切断酸气去H-101；

⑶当溶液由于高分子量有机化合物的溶解或降解而引起发泡时，可将溶液通过活性炭层面而消除。可以通过控制F-101/V-106旁通阀门FV-11809的开度来调节控制量，并降低胺系统循环率。

⑷胺系统添加消泡剂，监控V110、V-201的液位，加强排液；

⑸如果胺系统发泡问题不能解决，立即升级部门级胺液发泡应急处置方案；

⑹取样各分析贫/富胺液浓度后，补充脱盐水。

**2.5.2部门级应急处置：**

⑴部门领导命令升级为部门级胺液发泡应急处置方案；

⑵通知供气首站，原料气短时间降量；

⑶降低原料气进气量和压力，打开C-101防喘振阀，C-101部分循环；

⑷打开部分200区回100区的单元跨界手阀，直到二氧化碳含量分析合格；

⑸300区进行短时间降量处置，维持冷箱、C-301正常运行；

⑹如果胺系统发泡问题不能解决，立即升级公司级胺液发泡应急处置方案。

**注意：**

1. 记得遵循物质的性质，因为过度的利用消泡剂会加剧发泡。并且必须确认消泡剂在有效期内；
2. 冷箱操作注意液相的控制，防止偏箱或淹箱。

**特别强调：**

**因为胺液发泡是威胁胺液系统运行最重要的因素，这里再详细探讨一下引起 MDEA 溶液发泡因素的相关知识。**

MDEA（N-甲基二乙醇胺）溶液用于脱除天然气中的 CO2、H2S 等酸性气体杂质，具有较高的处理能力，较低的反应热和腐蚀性；但MDEA 存在着易发泡的缺点，这将导致溶液净化效率降低，雾沫夹带严重，系统处理能力严重下降等一系列问题。气泡是一定体积气体被液体包围所形成的多相不均匀系统。它有两个主要指标：气泡结构和稳定性。干净的 MDEA 溶液虽然具有发泡的倾向，但其气泡极不稳定，不会影响装置正常运行。只有外来物质增强了气泡的稳定性，溶液才会发泡。

下列因素是LNG行业在MDEA 溶液运行时总结的发泡主要原因：

1. **固体颗粒。**溶液中固体颗粒主要有以下几种：管线上的钢渣和碳钢设备的腐蚀产物FeS、Fe（OH）3等，在高速气体和液体的长期冲刷下，会逐渐剥落于溶液中；用于过滤的活性炭在使用中逐渐粉化变细，夹带入溶液中；原料气中夹带的催化剂粉末和管道粉尘；泵填料粉末；加入的化工物料（如软水）中的不溶杂质。这些固体颗粒聚集在气泡的液膜中，增加了表面粘度和液膜中液体流动的阻力，减缓液膜的排液，从而增加了气泡的稳定性，其中 FeS 颗粒和活性炭颗粒都有很强的泡沫稳定作用。
2. **表面活性剂。**主要是泵和阀门的润滑油，以及原料气中夹带的润滑油和可能含有C4以上的烃类。这些表面活性剂进入系统后，会明显降低溶液的表面张力而引起发泡。
3. **胺降解。**MDEA与系统中的氧或酸性杂质，如甲醇等反应能生成一系列很难再生的酸性盐（HSAS），包括甲酸盐，乙酸盐，草酸盐，硫酸盐等；MDEA 与CO2在一定温度下发生降解反应，生成噁唑烷酮类和羟乙基哌嗪类化合物；此外，氧还会与CO2或H.S反应，生成甲酸盐或硫代硫酸盐等，这些物质在溶液中积累到一定程度后，就会改变溶液的pH值、粘度、表面张力等性质，从而引起发泡（正常的 MDEA 的pH 值在 9.5 左右）。
4. **操作波动大。**当系统加减量过快，系统操作压力波动较大，或再生塔再沸器外供热量过大时，会造成气液接触速度太快，胺液搅动过分剧烈，引起溶液发泡。
5. **吸收塔温度变化。**吸收塔内 MDEA溶液温度的变化（由原料气进塔温度，贫液入塔温度的变化造成），对其发泡性能也有一定的影响。溶液温度逐渐降低，其发泡高度及消泡时间逐渐增大。
6. **酸气负荷变化。**酸气负荷增加，MDEA 溶液的发泡性能快速增大。MDEA溶液吸收酸气本身就有很大发泡趋势，一旦原料气处理量增大，或原料气中酸气含量增大，导致溶液中的酸气负荷变大，会增加发泡概率。

**预防 MDEA 溶液发泡的一般建议：**

1. 加强对MDEA 溶液的监控，关注其清洁度并定期检查溶液浓度。
2. 密切关注胺工厂过滤系统，及时清洗，更换滤芯和活性炭。
3. 密切关注原料气输送管道及胺系统装置的腐蚀状况，进行防腐处理。
4. 补充去离子水中的氧含量推荐控制在0.4mg/L以下，防止胺降解。
5. 定期检查是否有油污或其他液体、油污。
6. 定期检查闪蒸罐是否有碳氢化合物
7. 胺工段设备腐蚀与防护。影响胺系统装置腐蚀的因素很多，有工业试验表明，醇胺法装置的腐蚀严重程度，总是随原料气中酸性气体（H2S和CO2）浓度的增加而增加的。因此，可以认为装置上主要的腐蚀剂就是酸性气体本身。

**3 原料气H2O含量超标**

**3.1风险特征：**在线色谱仪AE-21711分析结果中H2O含量高。

**3.2风险产生的原因：**

⑴分子筛吸附时间过长；

⑵再生温度太低，分子筛未再生彻底；

⑶分子筛失效或是损坏；

⑷分子筛未冷却到位就切换使用；

⑸MDEA发泡导致大量液体带入后续单元。

**3.3偏离正常工况的后果：**冷箱A/B通道冰堵。

**3.4应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况。如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**3.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

⑴严格按照分子筛规定时间操作及时切换分子筛；

⑵提高分子筛再生温度；

⑶更换分子筛；

⑷严格按照冷却要求操作；

⑸MDEA加消泡剂，并通过排凝阀排除多余液体。

**注意：**通过查询切换时间判断是否超时使用，通过曲线查询是否冷却到位。

**4 锅炉水锤**

**4.1风险特征：**

⑴在锅炉和管道处发出有一定节律的撞击声，有时响声巨大，同时伴随给水管道或蒸汽管道的强烈振动；

⑵压力表指针来回摆动，与震动的响声频率一致。

⑶水锤严重时，可能导致各连接部件，如法兰、焊口开裂、阀门破损等。

**4.2风险产生的原因：**

1. 管道有残余空气未能及时排出；

⑵补水操作不当。

**4.3偏离正常工况的后果：**

汽管道会产生强烈的水冲击，严重时会撕裂管道，甚至殃及锅炉和设备；

**4.4应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况。如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**4.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

1. 如止回阀失灵，应减弱或停止燃烧，降低负荷和压力，关闭蒸汽出口截止阀，迅速修理蒸汽止回阀。同时应观察水位，防止发生缺水事故；

⑵应迅速关闭蒸汽回流阀；

⑶减少供汽，必要时关闭主汽阀；

⑷打开蒸汽管道上的疏水阀进行疏水；

1. 加强水处理工作，保证给水和锅水质量，避免发生汽水共腾；
2. 水锤消除后，检查管道和管架、法兰等处的状况，如无损坏再暖管一次进行供气。

**注意：**一旦发生锅炉爆炸事故，必须设法躲避爆炸物和高温水、气，在可能的情况下尽快将人撤离现场，有条件时拨打“119”“120”“110”等电话请求救援，并将情况逐级上报。爆炸停止后立即查看是否有伤亡人员，并进行救助。

**5 H-101烟气温度高联锁停机**

**5.1风险特征：**

⑴H-101蒸汽温度和压力增高；

(2)E-102温度增高，胺系统补水频繁；

(3)P-103循环量增加，V-112排液量增加，胺系统紊乱。

**5.2风险产生的原因：**

⑴H-101设定负荷过大；

⑵风力与燃料气配比失调。

**5.3偏离正常工况的后果：**

1. 胺系统发泡；
2. 胺液和脱盐水浪费；
3. 系统紊乱导致脱除效果不好。

**5.4应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况。如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**5.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

⑴降低H-101目标压力；

⑵调节风量与燃料气配比。

**注意：**调节风量和燃料气的配比时。要注意防止锅炉喘振。

**6 P-101、P-102泵跳机**

**6.1风险特征：**

1. 胺系统循环量降为零，CO2无法有效脱除导致冷箱冻堵；
2. P-101、P-102泵运行信号停止。

**6.2风险产生的原因：**

设备故障，胺系统液位低联锁。

**6.3偏离正常工况的后果：**

⑴P-102跳泵后会低压联锁停P-101，胺循环量中断，天然气中CO2超标，冷箱B流道产生冻堵现象。

**6.4应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况；如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**6.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

⑴P102、P101启动备用泵；

⑵通知首站原料气降量，降低天然气负荷，冷箱冷剂退量；

⑶关注200区在线分析仪的CO2含量；

⑷关注冷箱差压变化，LNG产品流量；

⑸通知设备检修泵。

**注意：**短时间内备用泵能切换，装置不需要降量退量。

**7 V-102放空阀冬季开度波动较大**

**7.1风险特征：**放空阀开度波动范围大，0至60开度波动。

**7.2风险产生的原因：**

⑴空管有积液现象；

⑵阀门控制机构故障；

⑶T-101液位太低，串压；

⑷V-110胺液回收量太大；

⑸V-110胺液回收阀门内漏。

**7.3偏离正常工况的后果：**

（1）系统液位波动大，胺液发泡；

（2）系统串压；

（3）H-101燃料气带液.

**7.4应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况。如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**7.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

⑴管道排淋；

⑵通知仪表专业调整调节阀PID。

**注意：**管道排淋排出的液体要做好回收处理，同时应携带可燃气体检测仪检测可燃气体浓度。

**8 C-101联锁停机**

**8.1风险特征：**

1. 原料压缩机停机后导致冷箱过冷，再生气无法正常流动；
2. 再生气加热炉超温引起锅炉积热，爆炸。
3. 冷箱被淹，C-301停机。

**8.2风险产生的原因：**

1. 再生气无法有效流动导致锅炉燃烧的热量无法有效带出；
2. 原料气压力降低导致系统被迫降量，冷量过大导致淹箱。

**8.3偏离正常工况的后果：**锅炉爆炸或系统停车。

**应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况。如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**8.4防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

1. 联系门站，并告工况异常，停止供气；
2. 调整胺液循环量；
3. 冷箱退量，防喘振阀打开；
4. 箱液相冷剂吹扫出来后，冷剂系统回流状态；
5. BOG系统停用；
6. 准备C-101压缩机重启。

**注意：**

1. 注意大罐压力，必要时放火炬；

⑵控制C-101启机压力。

**9 C101高位油箱喷油**

**9.1风险特征：**高位油箱满油位，油箱低液位，现场溢油。

**9.2风险产生的原因：**

⑴上油阀开度过大；

⑵油温低，回油不畅；

⑶回油管道过滤网堵塞或过滤网目数太小。

**9.3偏离正常工况的后果：**

⑴造成C-101联锁停机；

⑵润滑油浪费，环境污染。

**9.4应急工作职责：**

当班班组处置工艺异常情况，如果不能有效控制、解决就联系相关部门，最后汇报部门经理。

**9.5防止和纠正偏离正常工况的方法与步骤：**

⑴调整上油阀开度；

⑵投用油箱电加热器；

⑶清洗过滤网。

**注意：**投用油加热器时，要现场确定是否送电正常投用。

**（七）其他工艺异常及应急操作**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **工艺异常情况** | **原因分析** | **处置措施** |
| H-101液位下降过快 | 1．疏水阀故障；  2．排污阀内漏。 | 1．清洗、维修疏水阀；2、维修、更换排污阀。 |
| H-201 自动点火不成功 | H-201 燃烧器故障报警或点火器故障。 | 1．现场 PLC 复位手动启炉；  2．联系机电仪车间检查控制系统。 |
| V-101、V109、V201 压差增大 | 1．原料气携带杂质过多；  2．气质高含油污水。 | 1.切换到旁滤临时过滤器，清理或更换滤芯；  2.联系上游提高气质。 |
| V-202 带液致分子筛粉化失效 | 1.V-201 液位高限；  2.V-201 液位检测失真； | 1.控制 V-201 低限液位运行；  2.维修检测仪表； |
| E-102 出口温度高，酸气带液量增大 | 1.E-102 入口温度高；  2.E-102 循环水流量低；  3.生产负荷低致 T-102 酸气量偏低。 | 1.降低 H-101 目标压力及燃料气流量；  2.降低 T-102操作压力；  3.增加 E-102 循环水流量；  4.增加装置生产负荷。 |
| P-101/P110 泵体泄漏 | 1.泵体焊口裂纹；  2.泵壳锻造缺陷。 | 切泵机泵通知检修处理。 |
| 冬季停车期间胺系统冷循环困难 | 胺液黏度大，启泵流量供给不及时容 易跳机。 | 1.投用机泵入口管网电伴热；  2.运行 P-102；  3.运行 H-101提高贫胺温度。 |
| 出现机泵自启 | 机泵送电时出现自启； | 1.通知电气检查控制系统；  2.通知电气送电前完成启泵前检查工作。 |
| V-202 轨道阀阀位故障 | 1.工艺管道内有杂质；  2.仪表风压力低或执行器故障。 | 1.清理管道；  2.提高仪表风压力或维修执行器。 |
| 分子筛再生期间加热温度未达到设定值 | 1.再生气流量未满足；  2.再生气回流 100 区差压未建立。 | 1.满足分子筛再生工艺条件；  2.调整 PV-21401、FV-21501阀门开度，建立差压。 |
| 过滤器F201/F202压差过高 | 1.填料出现漏床。  2．过滤器堵塞。 | 立即切换至备用过滤器，故障过滤器立即关闭进出口手阀，泄压置换。 |
| 蒸汽锅炉异常停车 | 1.仪表线路故障（点火线、检火线）；  2.再生塔排放气量过大。 | 1.稳定再生塔排放气量；  2.通知检修锅炉 |

**（八）工艺操作**

**1 正常操作**

1.1胺系统补水：根据胺液浓度补充脱盐水，待V-104补水阀门打开后，启动脱盐水泵，控制泵出口压力0.35MPa以上，严禁补水过快对系统造成波动。

1.2 H-101补水：根据H-101液位补充脱盐水，待补水阀门打开后，启动脱盐水泵，控制泵出口压力0.35MPa以上，严禁补水过快对系统造成波动，严禁让锅炉水倒流进入脱盐水。

**2 临时操作**

2.1 P-101/P110/P-102/P103切换（详见设备启停）

2.2 V-113/V-203排液：现场排液阀门打开后，中控复位打开，严禁排液过快和窜压。

2.3纯胺液添加：使用叉车将胺液和加液泵运送至现场，连接好管线和电路，对管线灌液排气后启动加液泵，加液过程中做好安全防护。

**3正常开车步骤为**：P102-P101-H101-P103 （详见开车规程和设备启停）

**4正常停车步骤为**：H101-P103-P101-P102 （详见开车规程和设备启停）

**5紧急停车：**在发生可能造成设备超压、超温、超负荷、电线短路等危及人员、设备安全情况时，需按下设备紧急开关并撤离现场。

**6安全要求：**设备启动运行过程中需严谨仔细，严禁各类设备超压、超温、超负荷，严格按照操作规程作业。

**（二）液化及脱重烃单元**

**1 单元任务**

通过封闭式循环冷剂压缩膨胀制冷技术提供所需的冷量，使天然气温度降到-156℃以下液化为液态天然气。

**2 主要设备**

2.1 冷剂换热器E-301A/B：

由两个包在冷箱内的钎焊铝质板翅式换热器组成，换热器芯垂直安装。冷箱和芯体之间充满了珠光砂绝热材料，设计通入氮气置换，流量为3m³/h。

换热量：111.5（×1.05）GJ/h

设计压力和温度： A通道（原料气） 6.0MPa -185/66℃

B通道（冷原料气） 6.0MPa -185/66℃

C通道（高压冷剂） 4.48MPa -185/66℃

D通道（低压冷剂） 3.10MPa -185/66℃

E通道（BOG） 3.0MPa -185/66℃

2.2 低压重烃换热器E-304：换热面积：5.9 m²

设计压力和温度： 管程4.48MPa -185/66℃ 壳程6.0MPa -185/66℃

2.3 高压重烃换热器E-305：换热面积：23.4 m²

设计压力和温度： 管程4.48MPa -185/66℃ 壳程6.0MPa -185/66℃

2.4 开工换热器E-306：换热面积：618.5×2 m²

设计压力和温度： 管程6.0MPa -185/66℃ 壳程3.10MPa -185/66℃

2.5脱氮再沸器E-307：换热面积：1.8 m²

设计压力和温度： 管程6.0MPa -185/66℃ 壳程1.03MPa -185/66℃

2.6氮气加热器E-308：换热面积：43.5 m²

设计压力和温度： 管程1.03MPa -185/66℃ 壳程6.0MPa -185/66℃

2.7重烃精馏塔再沸器E-309：换热面积：1.9 m²

设计压力和温度： 管程6.0MPa -185/66℃ 壳程6.0MPa -185/66℃

2.8脱氮塔T-301：尺寸 900mml.D\*14964DW/F 2500mml.D\*4520mmT/T

设计压力和温度：1.03MPa -185/66℃

2.9 重烃精馏塔T-302：尺寸 DN1000mm×16060mm

设计压力和温度：6.0MPa -185/66℃

2.10 脱氮闪蒸罐V-305：尺寸 DN1300mm×3300mm

设计压力和温度：1.03MPa -185/66℃

**3 工作原理**

采用博莱克·威奇公司的专利PRICO®单循环混合冷剂制冷工艺。

**4 主要工艺参数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 控制点 | 设计操作温度（℃） | 设计操作压力（MPa） |
| 原料气进冷箱（A通道入口） | 23.9 | 4.89 |
| 冷原料气去T-302（A通道出口） | -65.5 | 4.78 |
| T-302去冷箱（B通道入口） | -66 | 4.73 |
| LNG出冷箱（B通道出口） | -156 | 4.68 |
| 高压气相冷剂（C通道入口） | 36 | 3.94 |
| 高压液相冷剂（C通道入口） | 36 | 3.94 |
| J-T阀前高压冷剂（C通道出口） | -154.4 | 3.91 |
| J-T阀后低压冷剂（D通道入口） | -157 | 0.32 |
| 低压冷剂出冷箱（D通道出口） | 21.8 | 0.28 |
| BOG进冷箱（E通道入口） | -54.8 | 2.41 |
| BOG出冷箱（E通道出口） | -154.4 | 2.38 |

**5 流程简述**

原料气从顶部进入冷剂换热器A通道，向下流至冷剂换热器底部的冷端。PRICO®工艺中，深冷液体只出现在冷剂换热器底部。开车时，气体在进入E-301 前应在开车换热器E-306 中冷却到-65℃后，再进入脱重烃T-302 进行重烃脱除。冷凝后的部分高压冷剂从冷剂回路中分出，流经小型J-T 阀TV-32404，以保证E-306 的适当冷却。离开E-306的低压冷剂返回到冷剂压缩机的低压冷剂管路。一旦冷箱中建立起正确的温度梯度，就可将气体直接切换到E-301 顶部A通道，不再进入E-306。冷原料气被引出冷剂换热器，进入脱重烃塔T-302以除去其中的重烃组分。重烃组分尤其是苯和环戊烷会在低温下结冰。需要除去这些重烃组分以避免低温设备中堵塞或结垢。冷剂换热器上段的旁路用调温阀TV -31210来控制进入T-302 的进气温度。

从重烃分离塔T-302 脱除的重烃，先进入脱重烃塔塔底再沸器，气化重烃中的轻质组分后进入塔底，再流经下游高压重烃换热器E-305 ，被流经换热器的高压液体冷剂加热，部分重烃组分汽化后进入重烃分离罐V-309，气相组分与再生气混合后进入再生气分离器V-503，再生气分离器V-503若出现凝液则排入废液罐V-107，气相部分进入燃料气管网，其余全部至原料气压缩机C-101入口前端，达到循环的目的。重烃分离罐V-309中的液相重烃经低压重烃换热器E-304后输送至重烃储罐V-504A/B。

由冷箱B通道出口引出少量LNG液体，经P-304A/B输送至 T-302顶部，作为精馏塔T-302的塔顶重烃气相冷凝液，以提高其气相产品的纯度，T-302出来的-66℃的原料气返回到冷箱B通道，继续向下流动，到底部出来时，液化成为-156℃ 的液化天然气。液化天然气中仍含有较高的氮气，必须脱除这部分氮气以降低液化天然气中的氮气含量（当产品LNG中氮含量低于1%，冷箱出口液化天然气不需要经过脱氮塔）。这是通过液化单元下游减压到0.13MPa（绝压）在脱氮塔T-301中将氮气脱除，脱除的氮气与大罐BOG混合后经蒸发器换热器E-501换热后进入BOG压缩机输送至冷箱E通道再液化脱氮。T-301液相由LNG产品泵P-303A/B输送至液化天然气储罐储存。液化天然气的总流量由液化天然气产品管线上的调节阀来控制。调节阀降压至LNG储罐压力，小部分液化天然气闪蒸，产品最终温度降至-162℃左右。

BOG在冷箱E通道重新液化，然后减压到约0.40MPa 进入V-305以闪蒸BOG中大部分富氮气，这样可以脱除系统中的大部分氮气以避免在系统中积累。富氮气体在脱氮闪蒸罐V-305中脱除后，经由 E-308 换热后送入火炬系统中冷、热放空管做吹扫气，来自于V-305 的液体（LNG）送入脱氮塔T-301作为塔顶冷源，以提高塔顶气相产品回收率和产品纯度，或直接进入产品线。

**6 液化系统正常开车操作步骤**

6.1 向V-302和V-303内充入异戊烷，建立初始液位。确认P-301A/B和P-302A/B达到开车要求。

6.2 投用冷剂压缩机隔离气，运行油系统，投用密封气系统（密封气来源于V206脱苯床后，开启前先置换管道，排除管内不合格气体。注意：密封气源压力较高，适当开度稳定压力和压差即可，开度过大，压力过高易导致冷剂系统内甲烷和羰基硫含量偏多。）；冷剂压缩机能在甲烷和丙烷气相比例为70/30时（原始开车时），全循环模式下启动。冷剂气相按需加入以稳定压缩机操作。

6.3 通过加入冷剂并在线和取样分析最终达到所需的气相组成。

6.4 随着J-T阀的打开，冷剂换热器开始冷却（冷却速率不超过0.5℃/分钟，相邻两点温差不大于27℃，任意两点温差不大于28℃），气相冷剂经过E-301闭路循环。

6.5 当冷剂换热器芯冷至0℃时，可开始对开工换热器进行冷却，同时向E-306引入一小股原料气，并通过T-302顶部出口排至火炬。

6.6 当冷剂换热器芯底部冷至-40℃，启动P-302A/B，液相冷剂开始加入冷箱。流量应向设计值调整。

6.7 当从E-301A通道出来的天然气温度达到-45℃时，脱除重烃后进入B通道继续冷却。

6.8 天然气达到-156℃时，产生LNG产品。同时开始增加原料气量和冷剂量以增加产量。

6.9 随着产量和冷量的增加，E-301已经足够冷，流经E-306的气体将逐渐转移到E-301顶部天然气通道，E-306可以停止运行。

**7 液化系统正常操作**

**7.1天然气温度控制**

冷箱E-301为钎焊铝制板翅式换热器，为保护设备，其最高设计工作温度为66℃，应确保经预处理的干燥天然气进入冷箱的温度不得超过该设计温度。否则，冷箱的高温感应器TI-32505会触发关闭天然气进气XV-32501。

**7.2冷量控制**

流过冷箱的冷剂总流量通过HIC-31128A/B控制HV-31128A/B，此阀为J-T阀，对冷剂压缩机及系统起到节流作用，决定着液化单元LNG的产量。调节J-T阀时通常应微量调整，因为这会影响压缩机的性能。微调可以改变产能和冷剂系统负荷。一般来讲，增加冷箱的冷剂量可提高LNG的生产能力，如果LNG流量不变，则可降低LNG温度。

**7.3 冷剂压缩机正常操作**

操作重点是压缩机的一、二级防喘振控制，确保油系统、干气密封系统的正常运行。应经常查看C-301上的就地PLC设备数据和报警，这些报警数据对液化单元设备的操作非常有用。例如，如果压缩机的出口温度升高，这可能是制冷剂的组成太轻，在这样的情况下，就需要通过FV-32312增加液态冷剂。

**7.4 冷箱预冷和操作**

冷箱的预冷是通过逐步调节进行，预冷冷箱的时候J-T阀每分钟降温不超过0.5℃，同一面的温差不大于27℃，不同平面温差不大于28℃。先对系统添加氮气、甲烷，通过J-T阀的调节，用轻组分把冷箱预冷到-40℃左右时，通过FV-32312调节进冷箱的泵液量，FV-32312的调节每次不超过0.3％。在开车的时候，冷箱内的温度并未形成梯形，换热器芯体都处在环境温度，只有底端较冷。当要进气的时候，此时，原料气会去开车换热器，因为现在原料气进入冷箱，从中部出来，温度达不到脱除重烃的条件，所以通过冷箱底端引出冷剂到开车换热器，通过一个小型的J-T阀TV-32404控制TTC-32404（去冷剂吸入罐温度），原料气吸收冷剂的冷量，以帮助达到脱除重烃。当冷箱各点的温度达到正常后，就不需要进入开车换热器。刚开始，如果对冷箱控制不当，会造成原料气在冷箱中部出口温度过低，会对重烃的脱除造成影响，此时情况原料气不会进入冷箱，而是通过在T302顶部出口的旁通放到火炬。由于开车时，冷箱温度处在不稳定期间，所以LNG在成品线上，只是部分进入了LNG储罐，其余都是打开了旁通放火炬。通过大罐压力可以看出LNG产品液化率。当压力稳定后，说明冷箱温度达到正常状态。LNG的温度由TIC-31233显示，它与LNG流量控制阀FIC-31204连锁。LNG温度低于设定值时，会增加LNG的生产量。相反，温度过高将减少LNG生产量。如果工厂的BOG系统出现问题或LNG储罐的压力过高，可以将TIC-31338的LNG温度调低，以减少BOG压缩机的负荷。产品的温度越低，BOG的产生量也越低。如果FIC-31204不与温度连锁，FT-31204可以将LNG的流量控制在一个恒定值。然而，在这样的运行模式下，LNG温度将随制冷循环、进气压力和温度变化而变，这将导致不同时期LNG的温度不同。

**7.4 单回路混合冷剂整体循环工艺操作基本要点**

**7.4.1液化单元开停车的基本操作要点**

机组确认后起动压缩机组，检查处理后天然气二氧化碳和水合格，给冷箱充压后开始给冷箱降温，当冷剂压缩机介质循环量足够且系统平稳时，可按照开关速率为1%到2%（需要根据系统动态进行调整）开始打开各J-T阀。

当冷箱开始降温后，需要注意稳定压缩机单元各分液罐的液位，如出现重冷剂补充过量造成压缩机一段入口液位升高过快，可以通过打开压缩机热气回流，同时适当加快冷箱液化段和过冷段的降温速度等办法解决。

倘若出现超出工艺数据要求的冷箱快速降温的过程，则可以通过开大天然气进气量的同时降J-T阀开度来进行控制；当冷箱降温正常后，及时进行冷剂分析，根据色谱分析结果添加冷剂使其尽量靠近设计值；同时使压缩机单元的吸入、排气压力及各段的循环量靠近工艺设计的数值。当系统偏离设计时则靠向新的系统动态操作经验数值，这些数据通常是先通过离线的计算机流程模拟，之后经实践运行数据来验证。

液化单元的正常停车从冷箱退气开始。即缓慢关闭回路的J-T阀，同时关注冷箱的温度、压缩机的进出口温度、压力及流量，还有各分液罐的液位。基本要点仍是要控制好冷箱

的回温速度，留意进罐产品温度。需要及时关闭LNG产品线上的阀门。当各个J-T阀全部关闭且产品温控阀关闭，冷剂压缩机组防喘阀全开时手动停机组。

**7.4.2装置处理负荷变化的基本操作要点**

常规的减负荷操作是根据原料气压缩机入口压力下降速度缓慢关闭产品阀门，同时匹配系统动态而关小J-T阀；根据冷箱各段温度、冷剂压缩机系统吸气压力及压缩机各段流量、防喘振阀开度和各段余量综合判断进行调节（根据实际的系统动态，每次的调节幅度约在0.2%）。基本的原则是要保证冷箱温度等工艺参数平稳且控制好冷箱各段之间、层与层之间的温差，**冷剂换热器生产商要求换热芯内任意点的升温速率都不要超过每分钟0.5°C，同时需保证冷箱内水平截面上换热板两侧不同通道之间的温差不超过27°C**。此外，除了基本的J-T 阀操作，还可以通过调节冷剂压缩机的防喘阀来匹配冷热负荷，特别是减负荷速度过快、调节J-T阀跟不上响应（过快关小J-T阀会造成压缩机防喘振阀的快速动作）；而此时冷箱降温过快会造成冷剂压缩入口压力下降过快。此时需要根据低压冷剂单元压力而缓慢调整防喘阀开度，而将压缩机入口压力控制好。

装置增加负荷的操作正好是上述操作的相反过程，即有节奏地开大各个J-T阀，及缓慢降低防喘阀开度：同时需要根据低压冷剂侧的压力及色谱检验结果适当补充冷剂进入回路。

**7.5单回路混合冷剂整体循环工艺控制要点**

**7.5.1装置处理负荷变化的控制**

如前所述，单回路混合冷剂整体循环工艺的主要特点即装置简单，当装置的处理量发生变化时，实际操作中可以通过调节冷剂循环的J-T阀、LNG产品线上的流量调节阀及液相冷剂流量调节阀来对装置负荷进行调整。对工艺更加熟悉的操作人员还可进一步通过冷剂组分优化来降低主冷剂压缩机功耗等方式，使得装置在较低负荷下也具有尽可能低的能耗指标。

**7.5.2气源中重组分变化时的基本操作**

单回路混合冷剂整体循环工艺的重烃脱除单元设计为一简单的重烃分离罐（即一层理论板的分离塔），这对于仅脱除低温下的“冻堵”组分，不追求副产品规格且具备循环气压缩机的装置不失为一种简单有效的方案。通过改变分离罐的温度和压力也可在一定范围内适应气源组分变化时的操作。如内蒙古某LNG装置设计气源为气源一，脱重烃温度为-70.5℃；投产气源为气源二，在未进行设备改造的情况下，将脱重烃温度调整至-45℃后可长期运行。近几年的生产中，上游调整气源时实际的运行气源为该两处气源以不定比例供应，为此操作人员将脱重烃温度在-45℃至-73℃之间调整，且通过调整冷剂组分、冷剂循环 J-T 阀开度和液相冷剂量来应对组分变化，保证了生产的连续平稳。

表2-14 两种气源组分

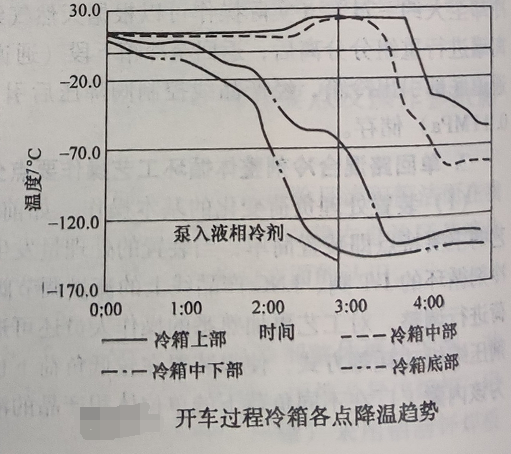
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气源 | He | N₂ | C1 | C2 | C3 | iC4 | nC4 | iC5 | nC5 | C6 | C6+ | CO₂ | 苯 |
| 1 | 0.03 | 0.2 | 95.47 | 0.73 | 0.13 | 0.12 | 0.06 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 3.08 | 80×10~6 |
| 2 | 0.04 | 0.88 | 92.14 | 4.59 | 0.85 | 0.15 | 0.15 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.96 | 30×10~6 |

**7.5.3开车过程中泵入液相冷剂时机的把握问题**

对于相同的阀门特性而言，重组分较多的液相冷剂与气相为主的轻组分冷剂的流通量显热存在数量级上的差距，引入液相冷剂时，冷箱内制冷量呈现数量级的增长，而且将集中体现在冷箱中上段，此时需保证合理的冷剂循环量以控制冷箱温度降低幅度和冷箱内温度梯 度。从实际运行情况来看，泵入液相冷剂过早，会由于流动情况恶化而出现积液现象，或是由于现场的实际配管及管件等其他因素偏离工艺要求而导致的分配问题而使得冷箱出现大幅的温度波动；倘若泵入重组分冷剂过晚，则容易导致后面的冷却过程中冷箱中上部温降过快，因此需要根据冷热负荷匹配的情况寻找最为合适的液相冷剂泵入时间。

**7.5.4液相冷剂泵入初期流量与J-T阀开度、天然气流量的匹配问题**

一方面由于液相冷剂的泵入会影响混合冷剂在J-T阀前后的流通量；另一方面由于随液相冷剂进入循环回路的重组分的增加显著改变了回路中混合冷剂的组分，从而改变了沿 冷箱长度方向的升温和降温曲线，即冷热流之间的换热状况。在泵入液相冷剂后.会发现 J-T 阀前后温差变小、冷箱中上部温度降低、冷箱底部温度可能会出现降低、不变或升高等情况。因此，在泵入液相冷剂时，需根据冷箱底部温度变化趋势及时调整J-T阀开度，以保证冷箱底部温度随冷箱中上部一并逐步降低的趋势，避免出现冷箱底部急剧相变造成温度快速上升或下降、大量的液相冷剂堆积造成的流动情况恶化等恶劣工况出现。



**7.5.5天然气引入时机把握及流量控制问题**

在调整总的冷剂循环量及液相冷剂泵入量的同时，可调整引入天然气的量，一方面可平衡冷箱降温过快或出现升温工况；另一方面可提前对后续管线进行预冷，以防止在大量引入天然气时 LNG 产品线出现阻塞流等不稳定的两相流状态而影响冷箱的热负荷，造成液化系统的运行不稳定及冷箱温度大幅的波动。根据冷箱预冷流道换热温差的要求综合制定及调整开车原料天然气的流量及引入时机。

电脑屏幕的照片上有文字

描述已自动生成

**7.6 单回路混合冷剂整体循环工艺操作参数影响**

**7.6.1重烃分离温度对冷剂系统的影响**

单回路混合冷剂整体循环工艺特点为N₂、C1、C2、C3、iC5等五种冷剂混合，全部经过冷箱底部的 J-T 阀，节流后按照近似恒压据泡点不同在上升过程中逐步气化产生制冷效果。该流程特点揭示了某一点冷量的产生并非某一两种冷剂作用的效果，而是多种冷剂以混合态逐步气化、较 重组分冷剂气相分率逐步增加的过程，处于一个动态平衡。即当冷箱下部冷量过剩 时，较轻冷剂在冷箱内的气化区域会上移，冷箱内低温区会逐步上移甚至影响冷箱 中上部；当冷箱冷量不足或中上部负荷偏大时，较重冷剂在冷箱内的气化区域会下 移，冷箱内低温区热负荷过多从而影响 LNG 过冷效果。以气源二为例，当将重烃分离温度从-60℃降低至-70℃时，重烃分离温度降低带来重组分量大幅增加，冷 箱预冷段负荷大幅增加。增加液相冷剂泵入量是首要操作点，在增加液相冷剂流量 的过程中，会发现冷箱中下部出现温升现象，因此需匹配增加冷剂 J-T开度以增加总的冷剂循环量及轻组分冷剂流量以稳定冷箱工况。

**7.6.2制冷剂参数的变化对压缩机组运行的影响**

受装置负荷率及环境温度影响，装置实际运行时制冷剂参数（如制冷剂组分、压缩机人口温度、压缩机压等）会有一定变化，该变化将影响制冷剂压缩机组实际功耗，从而直接影响压机组运行经济性即装置能耗水平。

**7.6.3冷剂温度对单位产品功耗的影响**

单回路混合冷剂整体循环工艺中，天然气液化所需的冷量大约仅为冷剂热交换器热负荷的15%～20%，因此降低混合冷剂压缩机一、二段冷却分离温度，可有效降低冷剂压缩机功耗。模拟计算结果显示、混合冷剂冷却温度每降低1℃大约可以节省1%的轴功率。

**7.6.4制冷剂组分对单位产品功耗的影响**

针对LNG 装置实际运行参数，以压缩机功耗最小即最低产品能耗为目标优化制冷剂组分，是单回路混合冷剂整体循环工艺优化的关键点。因此，在实际操作过程中，需要运行 理论计算工具结合通过实际操作经验所获得的对系统动态的认识，不断摸索优化制冷剂组分及操作参数。

在混合制冷循环液化天然气流程中，由于天然气和混合制冷剂均为混合物，而且流程中涉及众多设备，流程较为复杂，因此，有许多参数将对流程的可行性、压缩机耗功、混合制冷剂的流量和换热器的传热量等产生影响。

混合制冷剂的组成、混合制冷剂压力等参数存在着较为复杂的相互作用，参数选择是否恰当，对液化流程计算结果及装置的技术经济指标有较大的影响。例如，混合制冷剂的组成和压力会影响到气液分离器的分离效果，而由气液分离器分离出来的制冷剂气相、液相成分及流量的改变都将影响到其他级的相平衡，进一步影响到级间温度和换热器温差。因此，在选定液化流程参数时，必须对这些关键参数进行分析，注意它们之间的内在关系并进行调整，以获得最佳的流程性能。

混合制冷剂由氮、甲烷、乙烷和丙烷等组成，各组分的比例根据天然气的组成由液化装置的热量和物料衡算确定。

混合制冷剂的氮含量由天然气所需要的过冷度确定，也应随着天然气中氮含量的增加而 增加。一般而言，当待液化的天然气平均相对分子质量较高时，混合制冷剂的相对分子质量也应随之升高，即当天然气中重组分乙烷、丙烷、丁烷等增加时，混合制冷剂中重组分乙烷和丙烷的含量也要随之增加。

**1）混合制冷剂中CH₄ 含量的影响**

天然气冷却负荷、功耗以及液化率均随甲烷的摩尔分数的增加而增大。随着甲烷的摩尔分数的增加，气液分离器中混合制冷剂的汽化率上升，为后续换热器提供冷量的制冷剂流量之增加，天然气经过冷换热器可过冷到更低的温度。因此，液化率随甲烷的摩尔分数的增加而增大。由于混合制冷剂的流量也会随之增加，因此功耗变化曲线呈上升趋势。综合两方面作 用的结果，由于液化率增加速度较快，LNG的比功耗总体呈下降趋势。但如果甲烷含量（摩尔分数）过大，气液分离器中分离出的混合制冷剂气体流量过大，则有可能因后续流程的制冷剂流量过大而导致过冷换热器冷量过剩，不能正常工作。

**2）混合制冷剂中N2含量的影响**

随着氮气的摩尔分数的增加，天然气冷却负荷、液化率以及压缩机功耗都将增加，但是与甲烷的摩尔分数变化时相比更为缓慢。由于功耗的增加较液化率的增加更为明显，LNG的比功耗随氮气的摩尔分数的增加呈上升趋势。

**3）混合制冷剂中C2H₄ 含量的影响**

随着乙烷的摩尔分数的增加，天然气冷却负荷、液化率以及压缩机功耗都将降低。 LNG 的比功耗随乙烷的摩尔分数的增加先下降后又上升，存在一个比功耗最小的极值点。因此，合理地选择乙烷的摩尔分数，可以取得较佳的流程性能。

**4）混合制冷剂中C₃H₈ 含量的影响**

随着丙烷的摩尔分数增加，天然气冷却负荷、液化率以及压缩机功耗都将降低。由于冷却负荷与功耗变化曲线的斜率较大，LNG的比功耗随丙烷的摩尔分数增加呈上升趋势。出于降 低功耗的考虑，混合制冷剂中丙烷的摩尔分数不宜过大。但同时应注意丙烷的摩尔分数也不 宜过低。如果混合制冷剂中甲烷等轻组分的摩尔分数过高而丙烷的摩尔分数太低，将导致气液分离器中的汽化率过大，为后续流程提供冷量的制冷剂气体流量过大，过冷换热器不能正常工作。

**7.6.5混合制冷剂压力对液化流程性能的影响**

随着混合制冷剂高压压力的升高，混合制冷剂节流前后的压差增加，所提供的冷量也增 加，因此混合制冷剂的流量和总功耗呈下降趋势；而且由于压力升高，混合制冷剂的露点温度升高，混合制冷剂中的重组分容易凝结下来，故气液分离器中的混合制冷剂汽化率降低，为过冷换热器提高冷量的制冷剂流量也随之减少。因此，天然气的过冷温度升高，液化率降低。但总的来讲，由于液化率的降低更为明显，故LNG的比功耗是上升的。天然气液化率与功耗都随着高压混合制冷剂压力的升高而降低。

低压混合制冷剂压力升高，对液化流程性能的影响与高压混合制冷剂压力的影响相似。 随着低压压力升高，混合制冷剂节流前后的压差降低，制冷剂节流获得的温度降减少，为换热 器提高的冷量也随之降低，天然气过冷温度升高，液化率也降低；另外，高低压混合制冷剂的压比也随着降低，功耗都随着低压混合制冷剂压力的升高而降低。但从整体来讲，由于功耗的降低更为明显，LNG的比功耗呈下降趋势。

**8 液化单元临时操作**

8.1液化单元天然气负荷加减临时操作

（1）确认指令，通知门站，依据天然气压力PIC-11104做好天然气负荷加减准备。

（2）提升或降低胺系统循环量。

（3）增减冷剂系统负荷，可调节冷剂循环量、气液相配比来实现，保证冷剂换热器冷量充足，使液化天然气达-158℃左右。

（4）按照要求适当调节产品阀FV-31204，达到要求的开度和液化天然气流量（注意：此阀调节只能微调，防止工艺波动，出现偏差）。

（5）时刻关注防喘振曲线情况，根据流量和压比情况打开防喘振阀门。

（6）根据冷箱底部温度（-157℃左右），及时开大或关小J-T阀门。

（7）根据冷箱中部温度（-65℃左右），及时开大或关小液相冷剂加注阀。

（8）根据原料气压缩机出口压力情况，及时增加或减小压缩机电机转速，并根据防喘振曲线开大或关小防喘振阀门。

（9）系统增减负荷时，可通过冷剂缓冲罐来调节系统气相冷剂存量，降负荷时，将系统气相冷剂导入冷剂缓冲罐，增负荷时，将冷剂缓冲罐气相导入冷剂系统，其他冷剂组分不足时，可根据冷剂组分分析添加对应冷剂。

（10）系统增减负荷时应保持系统平稳，严禁出现较大的温度波动。

**9 液化单元应急操作**

9.1液化天然气泄漏，压力急剧下降

当生产区内发生大量天然气泄漏事故且时间较长时，可燃气体探测仪会发生报警，天然气浓度足以使人产生窒息时，首先操作人员应迅速报告值班领导，查明泄漏源，按照就近切断的原则在DCS系统上关闭天然气泄漏点前后阀门，调整和停止生产持续状态，保障人身和财产安全，同时组织人员戴上防毒面具或呼吸器，在没有天然气泄漏的场所触摸接地金属释放掉身上的静电后进入现场，打开泄漏点的放空阀进行放空。同时疏散组组织人员拉警戒线进行疏散、警戒和监护，禁止机动车辆和无关人员进入危险区，一旦发现现场操作人员有窒息晕倒的情况，应及时将人员撤离到安全的地方，抢救组依照情况采取人工呼吸、吸氧等紧急处理措施，然后迅速送往就近的医院进行治疗，必要时拨打急救电话及请求外部救援，并启动相关应急预案。

**10 控制要求及常见故障处理（**液化单元**）**

| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 一、二段防喘点流量差≥2000m3 | 冷剂压缩机喘振 | （1）开车时冷箱降温速率过快，冷剂补充不及时。（2）压缩机负荷波动幅度大，冷箱温度波动幅度大，调整不及时。（3）冷剂配比未及时调整。 | ⑴喘振造成机械振动强烈时损坏密封，会使动静部位撞击、损坏。进一步加剧振动，还会使轴承，特别是止推轴承损坏，严重时损坏整台机器。⑵负荷波动，冷箱升温，LNG储罐超温超压。⑶压缩机联锁停机，压缩机故障。⑷装置停车。 | ①控制冷剂循环压力（或压比）和压缩机出口压力相适应，使其不高出该转速下的喘振点  ②控制冷箱预冷速率，适当补充液相冷剂  ③根据踹振线，开大J-T阀和泵液阀开度  ④根据踹振线，及时开启防踹振阀、加热线 |
|  | 密封气压差＞40KPa | 冷剂压缩机密封气压差低低联锁跳车 | ⑴切换密封气速度过快，造成密封气压力不稳定或密封气压差测量偏差⑵在密封气切换过程中由于V-206压力远远大于C-301二段出口压力，在打开二段供给阀门后，逐步关小V-206管线，由于密封气压力变化大。压差调节阀反馈不及时关小过慢，造成密封气压差短暂时间低低，导致停车。 | 压缩机联锁停机。 | ①按压缩机紧急停车处理，断开密封气，关闭J-T阀、泵液阀 、UV-31804、UV-31604、UV-31402等相关阀门  ②打开放火炬降低系统压力做好再开车准备工作  ③将V-206压力控制在2.5MPa左右，密封气切换时必须缓慢，切忌快开快关  ④切换密封气过滤器至备用  ⑤检查仪表是否正常 |
|  | 冷箱A、B通道＜34.5KPa | 冷箱A、B通道压差高 | 天然气流量过大，冷箱负荷过高，二氧化碳和水含量超过设计值、过滤器堵塞等情况导致压差高报警。 | 出现压差报警 | ①首先调整天然气的流量和流速至要求值  ②调节液相冷剂的比例，适当降低冷箱负荷，减小装置生产任务  ③拆检冷箱入口过滤器并进行清洗。更换新滤芯或多目滤芯  ④有效脱除二氧化碳和水含量 |
|  | 进入E-301的天然气温度10°-50° | 进冷剂换热器温度超过66℃ | 分子筛再生不彻底，冷吹不合格 | XV-32501阀门联锁；全厂停车；生产中断 | 重新再生分子筛；继续冷吹分子筛；计划再开车 |
|  | 上下2点温度相差不超27°左右相差不超28° | 冷箱泵液阀A/B 芯泵液量有偏差 | 原因：冷箱泵液阀A/B泵液量有偏差，手阀开度不一致，某通道结垢或堵塞 | 造成冷箱冷剂量偏芯。 | 及时调整HV-31128A/B、FV-32312、HV-32315、HV32316等冷剂进入A/B芯流量。调整调节阀前后手阀 |
|  | D流出口温度≥5° | 冷箱被淹 | 原因：液相冷剂量过大，天然气热负荷较小。 | 装置停运，设备受损。 | 通过冷箱温度控制点TI-32701/TI-32702和TI-32713/TI32714是否平衡以判断冷箱是否被淹。通常解决办法是通过减少进入冷箱的液量，开大J-T阀和C301二段出口去400区的热气 |
|  | 冷剂吸入罐液位在0%～10% | 通过JT阀和液相冷剂阀控制；有液时可调节小热线或者去火炬放空阀 | 当冷剂换热器液相冷剂过多，气相冷剂偏少时会发生波动 | 打开小热线去V301底部；  打开去火炬放空阀门；  减少液相冷剂量；  开大大热线；关小冷剂压缩机防喘振阀门 | ①调整冷剂配比  ②打开大、小热线  ③调整气、液相冷剂流量  ④减小泵液量 |
|  | 控制密封气流量在0.142m³/h-0.283m³/h | 冷剂泵机械密封无流量 | 单向阀故障或者管路堵塞 | 冷剂泵无密封气保护，冷剂泄漏 | 调整密封气流量开度阀门；维修密封气单向阀 |
|  | 控制泵振动≤5gw | 冷剂泵振动偏大 | 冷剂分离罐液位偏少；泵轴向偏移；机械杂质卡塞；设备本体故障 | 泵损坏；正常生产中断 | ①提升冷剂分离罐液位  ②重新对中找正  ③维修设备本体 |
|  | 控制E-302、E-303出口温度20°—45° | 冷剂换热器出口温度偏高 | 循环水开度不够；换热器热负荷偏大 | 温度超过联锁值66℃将会关闭XV-31922，继而导致生产停车 | 提升循环水流量，加大循环水风机频率；降低冷剂换热器热负荷 |
|  | 控制C-301电机定子温度≤75° | 冷剂压缩机电机出风口压差高 | 滤网堵塞 | 电机散热不足 | ①拆洗过滤网  ②通知电气专业设置送风设施 |

**11 液化单元正常停车及紧急停车**

**11.1 液化系统正常停车**

（1）打开段间冷剂泵出口液相进冷剂储罐控制阀 HV-41108，将 V-302 中液态冷剂输送到 V-401，确保 V-302 在低液位运行；

（2）打开 V-301 上的手阀，将 C-301 的排放热气送到 V-301 的底部；

（3）V-301 的底部没有液体；

（4）将液相冷剂进冷箱C通道总流量阀 FV-32312 置于手动，并逐步降低其开度；

注意：小心关注防喘振阀FV-31610和FV-31805运行，确保压缩机防喘振控制系统正常运行；

（5）逐渐打开防喘振阀 FV-31610 和 FV-31805；

（6）设定高压冷剂液态流量控制器 FIC-32312开度为0；

（7）2分钟后，将 LNG 流量控制器 FIC-31204 置于“手动”并开始逐步降低设定值；

（8）LNG 流量控制器 FIC-31204 开度大约为 5%；

注意：①E-301任一点温度变化不能高于0.5℃/分钟且任意水平面上的温度差不能高于28℃；②如果去V-301的热蒸汽不足以汽化所有积聚的液体，将会导致液位上升。

（9）逐步关闭J-T阀；

（10）停运 C-301；

（11）停运 P-301A/B；

（12）关闭冷剂排放阀 HV-41108。

**11.2 液化单元紧急停车（ESD）**

当液化单元发生严重故障或设备系统发生严重故障时，操作人员应当机立断，立即按紧急停车按钮，隔离液化单元，然后执行与正常停车时的顺序开关各阀门。

**12** **安全要求**

如果维护需要，用P-301A/B、P-302A/B的排液口以及V-301的手动排放阀，将冷剂回路中残存的液体排放到冷剂储罐V-401或排放到火炬；

冷剂回路中的气体可以从V-301气相出口阀HV-31410和靠近E-301A/B的手动“解冻”出口减压排放至火炬管线；

任何管道和设备的所有要打开维护的部分都首先由N2吹扫至火炬，直到系统内的烃浓度低于其可燃下限的一半（LFL）；

在产品阀FV-31204关闭之后， 应该监控冷剂换热器的LNG侧的压力，当压力接近6.0MPa时，微开FV-31204或打开解冻气出口手动阀，泄放多余压力。

**13 冷剂组成**

开始时冷剂组成的目标值为去E-301 的气相组成（P-302A/B的液相还没有加入）。这个气相组成大部分为氮气、甲烷、乙烯和一部分丙烷。异戊烷和大量丙烷不会出现在冷剂循环中直到液相冷剂泵开始输送液体进入E-301 。下表为设计和初始气相的目标组成。

|  |  |
| --- | --- |
| **冷剂组分** | **冷剂设计值** |
| **氮气** | 8.91% |
| **甲烷** | 27.60% |
| **乙烯** | 31.74% |
| **丙烷** | 14.32% |
| **异戊烷** | 17.42% |
| **总计** | 100.0% |

随着液相冷剂被泵输入，C-301 吸入侧冷剂组成将开始接近设计组成。冷剂组成主要看分析仪的分析结果，加入系统的冷剂量可作为辅助参考。

**14 控制回路描述**

HV-31128A/B ：此阀为J-T阀，用于控制进入各冷箱的冷剂流量，通常进行相同设定以平衡各冷箱间的工艺负荷，改变这些阀的设定点可以调节J-T阀后温度，因而会改变装置产品的产率。

XV-32501：此阀由仪表安全系统（SIS）控制，用于液化单元与分子筛脱水单元的隔离。如果在冷箱入口处原料气温度TE-32505≥66℃会导致此阀关闭，以防冷箱受高温流体损害。

TV-31210：此阀用于控制进入脱重烃塔的冷原料气的温度，一旦来自冷箱的冷原料气温度比设定点（-65℃）低，一部分热流气会通过冷箱的旁路与脱重烃塔上游的冷气流混合，达到期望的温度。

PV-31202A: 此阀用于控制进入脱重烃塔的冷原料气的压力（5MPa）。

FV-31204：此阀用于调节LNG进脱氮塔的流量。

LV-31234：此阀用于调节脱氮塔T-301的液位，当液位低低（10%）时联锁P-303A/B。

XV-31306：此阀为切断阀，由仪表安全系统（SIS）控制，用于脱氮塔T-301液位低低时（5%）切断至LNG储罐的液体。

LV-31229：此阀用于调节蒸发器闪蒸罐V-305的液位（25%～50%），当液位低低时（15%）连锁关闭。

XV-31226：此阀为切断阀，由仪表安全系统（SIS）控制，用于蒸发器闪蒸罐V-305液位低低时（15%）切断至LNG管线的液体流。

XV-31502：此阀为切断阀，由仪表安全系统（SIS）控制，氮气加热器出口温度低低时（≤-20℃）连锁关闭。

LV-31206：此阀用于调节脱重烃塔T-302的液位（30%～50%）。

PV-31202B：此阀用于控制原料气进开工换热器E-306后进入T-302的压力。

TV-32404：此阀是根据开工换热器E-306天然气侧温度TIC-32404（-66℃），调节进开工换热器的混合冷剂量。

TV-31252：此阀是根据脱氮塔中部温度TIC-31252（-163℃），调节进脱氮塔再沸器E-307的天然气量。

FV-31211：此阀是根据进脱重烃再沸器E-309的天然气流量来控制脱重烃塔内部温度。

PV-51116：此阀是根据开度的大小控制蒸发汽压缩机C-502的出口压力。

**（三）制冷剂循环**

**1 单元任务**

根据天然气液化对冷量的需要，通过简单的封闭式循环冷剂压缩膨胀制冷技术提供所需的冷量，使天然气气体温度降到-156℃以下液化。在生产过程中，随时调整和补充混合冷剂的相关组分，使混合冷剂进行100%负荷的制冷循环。

**2 主要设备**

2.1 级间冷却器E-302：换热面积：1536.68m²

设计压力和温度： 管程3.1MPa 165℃ 壳程0.7MPa 66℃

2.2 冷剂冷凝器E-303：换热面积：963m²

设计压力和温度： 管程4.48MPa 160℃ 壳程0.7MPa 66℃

2.3 冷剂吸入罐V-301：尺寸 DN2300mm×5200mm

设计压力和温度：3.10MPa 66℃

2.4 级间分离罐V-302：尺寸 DN2600mm×5820mm

设计压力和温度：3.10MPa 66℃

2.5 出口分离器V-303：尺寸 DN2900mm×6000mm

设计压力和温度：4.48MPa 66℃

2.6 级间冷剂泵P-301A/B：

设计流量和压力：57.64×1.1m³/hr 2.99MPa d/p

2.7 冷剂泵 P-302A/B：

设计流量和压力：153.5×1.1m³/hr 0.429MPa d/p

**3 工作原理**

制冷循环由氮气、甲烷、乙烯、丙烷、异戊烷按一定比例组成的混合冷剂进行的是封闭循环过程，在对天然气的液化过程中，混合冷剂通过混合冷剂压缩机C-301压缩后，将机械能通过J-T阀膨胀做功，不断取走天然气的热量，以满足保持低温过程的需要。

**4 主要参数控制**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 控 制 点 | 操作温度（℃） | 压力（MPa） |
| 冷剂吸入罐V-301入口 | 21.8 | 0.2 |
| 冷剂压缩机C-301一级出口 | 107 | 1.28 |
| 冷剂压缩机C-301二级入口 | 36 | 1.22 |
| 冷剂压缩机C-301二级出口 | 113 | 4.0 |
| V-303出口气相冷剂 | 36 | 3.94 |
| 冷剂泵 P-302A/B出口液相 | 36 | 3.94 |
| 冷剂吸入罐V-301液位 | ＜10%（设计值） | |
| 级间分离罐V-302液位 | 16%～30%（设计值） | |
| 出口分离器V-303液位 | 25%～50%（设计值） | |

**5 流程简述**

从冷箱顶部出来的温度为21.8℃，压力约为 0.2MPa混合冷剂气体，进入冷剂吸入罐V-301，经混合冷剂压缩机C-301第一级压缩到1.28MPa、107℃，进入冷剂压缩机级间冷却器E-302冷却至35℃，然后进入级间分离罐V-302 进行气液分离。气体进入混合冷剂压缩机C-301二段压缩至4.0MPa、113℃，液体由级间冷剂泵P-301A/B送到混合冷剂压缩机C-301 二段出口，与C-301 二段出口的高压冷剂混合，进入冷剂冷凝器E-303冷凝至36℃，气液混合物进入冷剂出口分离器V-303 中进行气液分离。

自冷剂出口分离器V-303出来的高压冷剂气体和冷剂液体分别经管道进入冷箱（冷剂液体由冷剂泵 P-302A/B输送）。气体和液体冷剂在冷箱钎焊铝芯内混合。高压气体冷剂和高压液体冷剂分别输送是为了保证其进入换热器时能均匀分布。

高压冷剂在冷箱内向下流动，从底部出来时完全冷凝为-156℃的液体。此液体流经J-T 阀，降压到0.32MPa 左右，部分冷剂汽化，温度降到约-158℃ 。降压后的冷剂返回冷箱，进入冷端并向上流动，从原料气和高压冷剂流中吸收热量。从冷箱出来的低压冷剂回到冷剂吸入口分离罐V-301。从冷箱出来的低压冷剂的温度一般高于露点，不会有液体存在。设置吸入口分离罐可以保证在运行异常和开车期间液体不会进入压缩机。吸入口分离罐收集的液体不予排放，而是用从压缩机出口引至冷剂吸入罐底部的一小股热气体，将其蒸发从而使其简单地返回制冷循环。这样可以避免冷剂在系统异常时的损失。

**6 冷剂系统正常开车**

**6.1 各冷剂储罐已干燥并填充合格的冷剂**

**6.2 从冷剂储罐向V-302和V-303输送异戊烷**

用冷剂储罐内保护气的压力（确保异戊烷储罐V-404的压力高于V-302，V-303的压力），从异戊烷储罐V-404向段间分离罐V-302和制冷剂出口分离器V-303输送液相异戊烷至每个容器达到低－低液位。

段间冷剂泵P-301A/B和制冷剂泵P-302A/B的进口和出口阀都应打开。泵腔至分液罐排气线应打开。这些排气线将确保泵腔内充满不含气泡的液体。

运行P-301A或B，关闭LV-31709并手动打开FV-31718至100%（或参考厂家推荐值），以全循环方式启动泵。如果流量计工作正常，回流控制器FIC-31718可设为自动。检查泵流量计FIC-31718、泵吸入和排出就地压力表，确认泵是否与其工作曲线一致。

运行P-302A或B，关闭FV-32312并手动打开FV-31912至100%（或参考厂家推荐值），以全循环方式启动泵。如果流量计工作正常，回流控制器FIC-31912可设置为自动。检查泵流量计FIC-31912、泵吸入和排出就地压力表，确认泵是否与其工作曲线一致。

**6.3 启动冷剂压缩机**

6.3.1首先具备启机条件：

6.3.1.1各专业检查确认完毕

6.3.1.2隔离气已投用

6.3.1.3开车氮气密封气（高压）或脱苯天然气必须可用

6.3.1.4润滑油系统运行正常，且高位油箱已充油

6.3.1.5密封气系统已准备好

6.3.1.6 PLC控制柜保护气已投用

6.3.1.7作业票签署完毕

具体条件：

1、密封气差压已经建立PDI-32104＞40KPa

2、密封隔离气差压已经建立PDI-32111＞25KPa

3、润滑油泵已经运行，高位油箱上油，且润滑油总管压力PI-32001＞55KPa

4、主泄放驱动端爆破片PSH-31905正常

5、主泄放非驱动端爆破片PSH-31908正常

6、所有报警和停车条件已全部清除

7、所有需要复位信号都已复位

8、惯性停车计时器时间已到

9、电机没有运行，机组已送电

10、振动探头正常

11、模拟启动正常，阀门开关正常，无报警

6.3.2密封气回收系统

密封气回收系统回收通过压缩机密封泄漏的气体。由压缩机二段出口排出的气体提供密封气，同时也为喷射器J-301提供动力气，传送泄漏的密封气返回至压缩机吸入口。相比将这股气体泄放，这种方式可节约冷剂。

密封气泄漏至密封气罐V-306。通过PV-32110控制V-306的压力同时为喷射器J-301提供动力气。开始时将冷剂系统用甲烷和丙烷气相混合物（70/30 比例）充压至0.5-0.6MPa左右，然后在启动压缩机前泄放吸入压力到约0.2MPa。

开车时密封气供给阀UV-32112应关闭，引入高压开车密封气（通常为脱苯天然气）至压缩机密封，启动压缩机。

**6.4 压缩机操作**

将冷剂系统用甲烷和丙烷气相混合物（70/30 比例）充压至5-6barg，然后在启动压缩机前泄放吸入压力到约2barg 启动后，可能需要添加甲烷或丙烷，以免压缩机入口真空。在压缩机启动之前，V-403 顶部到正常液相丙烷出口的气相线中充满了常温气相物流，液相丙烷不能直接加入冷剂回路，因为这时没有吹扫带入气去气化丙烷。代替的方案是从V-403 气相空间引一股蒸气通过这条线将丙烷加入到回路中，添加丙烷相应提高了冷剂分子量。当快接近正常操作状态时（流量、温度、压力），压缩机启动时的混合物组成应约为70%的甲烷和30%丙烷气相。

压缩机运行的介质为甲烷/丙烷混合物，分子量远低于设计值并且压缩机的排出压力也较低。如介质为甲烷时，二段排出压力约为0.83MPa，而介质为混合冷剂则为4.0MPa。

在甲烷/丙烷为介质启动压缩机后，其他冷剂组分也需要加入到系统中。这将增加混合气体的分子量，也将使压缩机能有更高的排出压力。系统将需要几个小时的转换时间，从介质为甲烷、分子量为16、压缩机排出压力为0.83MPa转换为排出压力为4.0MPa、分子量为34.32。

**6.5 在连续性上的注意**

当压缩机第一次启动，正常的动力和推力还没有被施加到压缩机内部组件上。这将导致机械内的不平衡可能损坏内部组件。因此，启动时保持连续性或机械出口至入口建立流量至关重要。

**7 制冷剂单元临时操作**

**7.** 1运行中对冷剂的添加

在正常运行中，当冷箱温度发生变化时，添加冷剂前主要是先通过观察冷箱中温度情况，先是通过优化系统的组分调节，经过调节后冷箱的温度没有达到预定值，再通过在线分析参考，会得出全面的结果。在线分析上某种冷剂比例过大，就要减少此冷剂的进入量，过小则反之。系统中冷剂的添加是通过实际决定的，当系统负荷提高时，主要先通过补充冷剂储罐的气态冷剂，再根据系统需求，单独添加冷剂。

**8 制冷剂单元的正常和紧急停车**

制冷剂单元的正常停车：冷剂循环系统停车可分为正常停车和紧急停车，正常停车优先级为：降低泵液量—开防喘阀—关小J-T阀。

制冷剂单元的紧急停车：紧急停车直接通过中控的紧急停车按钮实现。届时，应及时导出气、液相制冷剂至冷剂储罐，关闭制冷剂单元隔离阀。

**9 安全要求**

冷剂吸入罐用于保护压缩机，防止异常情况下和开机启动时，流体进入凝液时，通过引入一段出口的小量气体，到V-301底部，即刻将液体汽化然后投入到循环中。

离心式压缩机喘振工况是在进口流量减少到一定程度时产生的，该流量统称压缩机的喘振流量，也是维持压缩机运行的最小流量。为确保压缩机平衡运行，则进口实际流量必须大于最小流量。离心式压缩机可以在不同转速下工作，不同转速有不同的性能曲线，和相应的喘振流量。按照需求及时调节压缩机的第一、第二段防喘振阀门。

**10 控制回路描述**

UV-31402：此阀为开/关隔离阀，用于冷箱和冷剂压缩机的低压吸入口的隔离，压缩机未运行时为关闭状态。压缩机运行后，当差压仪表PDI-31404显示压力平衡后，由控制室人员开启。

UV-31403：此阀与UV-31402并列，用于均衡UV-31402阀两侧的压力（冷箱和冷剂压缩机吸入口之间的压力），压缩机未运行时此阀为关闭状态，压缩机运行后，先在控制室打开此阀，调整UV-31402两侧PDI-31404差值，直到压差值最小（10KPa）。

HV-31401：此阀用于将氮气补充至冷剂回路，操作人员如需补充氮气，可将阀的开度及补充时间输入至DCS系统，防止冷剂补充过多，输入时间达到后，阀门关闭。

HV-31405：此阀用于将干燥甲烷补充至冷剂回路，操作人员如需补充甲烷，可将阀的开度及补充时间输入至DCS系统，输入时间达到后，阀门关闭。

HV-31410：此阀用于降低冷剂回路的低压冷剂压力。开车期间，如果入口压力过高，可用该阀排放，减少压缩机的入口压力；此外在紧急停车时，也可通过此阀减少回路中的气体冷剂。

PV-31505：此阀用于控制冷剂压缩机C-301的入口压力（0.04～0.20MPa）。

TV-31603：此阀用于调节级间冷却器E-302冷剂出口温度。

UV-31604：此阀用于隔离冷剂回路的低压段和中压段，以保证在停车期间，冷剂回路的压力稳定，防止串压。

FV-31610：此阀用于冷剂压缩机C-301一段防喘振保护，由机组防喘振逻辑控制器调节此阀来维持一段入口流量（165762Kg/h）。

LV-31709：此阀为段间冷剂罐V-302的液控阀，用于调节段间冷剂罐V-302的液位（20%～40%），可间接调节冷剂出口分离器液位。

FV-31718：此阀为段间冷剂泵P-301A/B的最小流量阀，用以保护段间冷剂泵。因工艺需要通过FIC-31718的流量降至设定点（34400Kg/h）以下时，此阀打开；正常操作时，工艺流量比最小流量大，此阀关闭。

TV-31803：此阀用于调节级间冷却器E-303冷剂出口温度。

UV-31804：此阀用于隔离冷剂回路的中压段和高压段，以保证在停车期间，冷剂回路的压力稳定，防止串压。

FV-31805：此阀用于冷剂压缩机C-301二段防喘振保护，由机组防喘振逻辑控制器调节此阀来维持二段入口流量。

FV-31912：此阀为冷剂泵 P-302A/B的最小流量控制阀，用以保护冷剂泵。因工艺需要通过FV-32312阀的流量降至设定点（70450Kg/h）以下时，此阀打开；正常操作中，工艺流量比最小流量大，此阀关闭。

XV-31922：此阀由仪表安全系统（SIS）控制进行关闭的，用于切断进入冷箱的高压气相冷剂。此阀会在液化单元中SIS跳车期间关闭，也会由于冷剂出口分离器V-303出口超温而关闭（≥66℃）。

FV-32312：此阀用于控制进入冷箱的液体冷剂流量（70450Kg/h），当冷剂压缩机跳车时，该阀应快速关闭，以防止过量的重组分冷剂流入冷箱；通过此阀控制的冷剂流应与通过J-T阀的总流量成正比。

**（四）BOG压缩和再液化**

**1 单元任务**

液化天然气储罐和液化天然气装车系统产生的BOG，由BOG压缩机C-501/C-502 进行压缩换热后进入冷箱E通道再液化回收。

**2 主要设备**

2.1 BOG换热器E-501：换热面积 62.7m²

设计压力和温度：管程1.03MPa -185/66℃ 壳程3.0MPa -185/66℃

**3 流程简述**

来自LNG储罐的BOG和装车站来BOG，先在BOG换热器E-501 内和高压BOG压缩机C-502的热出口气体进行换热并被预热，然后进入低压BOG压缩机C-501压缩，被压缩的BOG再经高压BOG压缩机C-502进行二次压缩，压缩后的气体经过冷却、过滤之后直接送去冷箱液化。注意，C501入口温度点温度低报警是-45℃，若低于此温度，应开起C502出口高温气相加热线或者V206脱苯后气体，保证入口温度在设定值内。

低压BOG压缩机C-501出口气体经低压BOG压缩机C-501出口冷却器E-503（水冷）冷却，然后进入高压BOG压缩机C-502进一步压缩至2.3MPa，高压BOG经过高压润滑油分离器V-502和出口气体冷却器E-505后进入F-503、F-504、F-505，在F-505的下游设有聚结器F-506以进一步保护下游设备不受油污染。过滤后的气体与C-501入口BOG换热之后送入冷箱下部进行深冷再液化。

**4 BOG系统操作**

4.1 PIC-60207通过发送信号至螺杆压缩机来控制液化天然气储罐的压力（或BOG压缩机吸入口压力）。螺杆压缩机通过一个滑阀来调节其负荷，其负荷范围可达0%～100%，滑阀实际上是调节螺杆的长度。如需进一步降低负荷，可调节再循环阀（供货商范围内的循环管线上），以使压缩机出口气体循环至进口。如果超出压缩机的负荷或出口压力（液化天然气储罐压力）过高，压力控制阀PV-51105将开启，将BOG排放至火炬。

4.2 随着LNG生产的开始，LNG储罐中将产生BOG，为了保持储罐内的压力，BOG必须被处理或泄放至火炬。当持续的BOG产生时，BOG压缩机C-501、C-502将按照供货商说明以全循环方式启动。BOG换热器，以及机组换热器、过滤器都应正常操作，同时PIC-51105设为自动模式。

4.3 BOG离开E-301后将液化并流至V-305。V-305的液位和压力控制应设为自动模式。离开V-305的气相将富含氮气，这股气体可被用作冷热火炬系统总管的吹扫气。V-305的液相为LNG产品将在液位控制下输送至T-301作为塔顶的冷却回流，以提高其气相产品的收率和纯度，与原料气液化后的LNG一起由P-303A/B送入LNG储罐。（T301未投用情况下，直接将LNG产品输送至产品线至LNG储罐）。V-305产品流量由V-305入口的PV-51116控制。

4.4 BOG压缩机的正常停机，填写停机操作作业卡，负荷停车作业条件后方可进行。

1. 通知电气岗中控将停机作业；
2. 同时降低高/低压蒸发器压缩机的负荷，注意高压蒸发器压缩机入口压力，防止抽空；
3. 首先停止压缩机的驱动电机，压缩机将逐渐停止；
4. 辅助油泵将自动启动在压缩机停机后润滑压缩机；
5. 屏蔽系统的自动控制并设置成停机模式；
6. 装置备用的加热器通电，在停机过程中给装置保温，压缩机的电加热器的功能是保持压缩机油箱的温度以防止润滑油吸收过量的冷量而变质。

4.5 E-501旁路管线操作规程

（1）蒸发气换热器（E-501）回流线主要作用

增加蒸发气换热器（E-501）回流线的主要作用是在装置停工阶段，维持BOG压缩机的稳定运行，正常外输BOG。在装置停工期间避免因为LNG储罐（TK-601）BOG闪蒸量不够、LNG槽车装车产生的蒸发气量不够稳定、BOG压缩机入口压力低、BOG压缩机入口温度低、BOG外输管线温度低等原因，从而导致BOG机组故障不能外输，造成BOG只能放空冷火炬。

蒸发气换热器（E-501）回流线，是在E-501增加冷热介质跨接，将热介质引入C-501进口，操作上更容易将C-501进口温度控制在指标范围内，同时避免LNG储罐（TK-601）BOG闪蒸量的不稳定，确保BOG压缩机的稳定运行。

（2）蒸发气换热器（E-501）回流线操作与控制

装置停工阶段BOG压缩机根据LNG储罐压力间断启动，进行BOG外输。实际运行中C-501进口温度不得低于-45℃，当大罐压力较低时，BOG压缩机负荷过低，将引起BOG压缩机联锁停车。

（3）蒸发气换热器（E-501）回流线流程

E-501冷介质来自大罐BOG，经与BOG压缩机出口来的热介质换热后，进入BOG压缩机（C-501），将E-501热介质（BOG压缩机出口天然气）与冷介质（来自大罐BOG）用DN15不锈钢管线相连，并增加一截止阀，以便于将热介质引入C-501进口。

（4）蒸发气换热器（E-501）回流线使用操作步骤

1. BOG压缩机机组按照操作规程启动。
2. BOG外输管网压力、流量稳定后，内主操根据BOG压缩机入口温度和BOG外输管线温度，指挥外操调节蒸发气换热器回流线阀门开度。
3. 内主操参数控制要点：C-501进口温度不得低于-45℃，BOG外输管线温度TI-51109不得低于-20℃。
4. 蒸发气换热器（E-501）回流线关闭操作步骤

即关闭管线上手动阀门即可

（5）BOG压缩机机组按照操作规程停机。

机组降负荷时，同时蒸发气换热器回流线阀门处安排外操，根据C-501滑阀关闭程度，关小蒸发气换热器回流线阀门，直到BOG压缩机机组停机，立刻全关蒸发气换热器回流线阀门。

（6）注意事项

蒸发气换热器回流线，可通过手阀调节热介质进入C-501的天然气量，但当BOG压缩机停车后，若不及时关闭跨接控制阀，易造成BOG压缩机出口高压热介质串入LNG储罐，造成储罐压力迅速上升。同时，在BOG压缩机正常运行时，跨接控制阀也必须处于完全关闭状态，避免增加不必要的电耗。

**5 BOG系统临时操作**

BOG系统的临时操作包括高/低压蒸发器压缩机的启停、负荷加减、E通道负荷调整等。工作人员在具体作业时应按照作业规程，制定作业方案，达到作业效果。

**6 BOG系统应急操作**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 紧急现象 | 原因及后果 | 应急操作 | 备注 |
| BOG机组油泵电机电流低故障 | 原因：⑴电气故障，油加热器故障。⑵润滑油温度低，润滑油黏度大，启动油泵电流保护跳闸。  后果：⑴BOG机组无法启动。⑵油泵故障。⑶LNG储罐超压，BOG放空。 | ⑴通知机电仪车间处理、检查更换油加热器。  ⑵严格控制BOG机组入口温度。 |  |
| BOG机组再循环阀阀位异常波动致联锁停机 | 原因：⑴机组振动致测量偏差波动。⑵信号传输线短路。  后果：⑴BOG机组故障。  ⑵LNG储罐超压，BOG放空。 | ⑴出现阀位波动手动降低BOG压缩机负荷。  ⑵将再循环阀置于手动，关至0%。  ⑶若BOG压缩机跳车，开大C-301防喘4%左右，并降低液相冷剂、J-T阀开度，保持冷箱温度。  ⑷保持BOG管线压力，关闭FV-51116。 |  |

**7 .BOG压缩再液化单元正常开车与紧急停车**

7.1正常开车步骤：

（1）TK-601产生连续的闪蒸汽后开BOG进口14蝶阀和出口阀；

（2）工艺启动BOG压缩机，控制TI-401＞-45℃；

（3）将PIC-60200设定168Mbar入自动状态；

（4）将BOG压缩机低压机C-501滑阀投入手动，高压机C-502投入自动状态运行。

（5）缓慢调节压缩机负荷，将BOG引入冷箱E流道液化，进入V-305缓冲罐，设定缓冲罐液位LV-31229为30%值投入自动状态。

（6）引入液化后BOG进入LNG储罐储存。

7.2紧急停车步骤

（1）中控人员当机立断按下单元紧急停车键HS-71356.

（2）将BOG压缩机滑阀全部设为自动状态降低滑阀至10%以下。

（3）切断压缩机进出口阀门，对机组泄压作业。

（4）通知电气断电处理。

（5）调整V-305储罐液位，适当调节冷箱冷量。

（6）对紧急情况分析原因和制定应对办法。

**8 安全要求**

（1）开、停车中必须贯彻“安全第一、预防为主”的方针，安全工作必须贯彻作业技术要求的全过程；

（2）现场要用警戒线隔离，非工作人员禁止进入现场；

（3）检查消防设备应齐全有效；

（4）定时检测可燃气体含量；

（5）在开、停车过程时要对低温管线进行冷紧固；

（6）不能带火种及通讯设备，除公司配发的防爆对讲机；

（7）作业人员必须佩戴规定的劳动防护用品；

（8）现场开、停车的阀门开关要有挂牌标识，设备运行停止的标识；

（9）开车必须在相关负责人的统一指挥下进行。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 控制入口温度＞-45° | BOG压缩机入口温度低 | 滑阀和加热线不匹配 | 压缩机入口温度低联锁停机 | ①降低滑阀开度  ②开大加热线  ③开启出口返入口热气  ④提升E-505出口温度 |
| **2** | 设备保冷 | E-501设备结冰 | 设备温度过低；设备保冷效果差 | 设备损坏；E通道漏冷；能耗增加 | 调节E-501温度；重新对设备保冷 |
| **3** | 控制V-305液位25%—45% | V-305现场液位计失真 | 液位计故障；低温冻堵； | 现场液位计不准确 | 检查现场液位计，消除故障；  更换液位计 |
| **4** | 控制电机温度≤70° | C-501电机温度升高 | 电机负荷过大；环境温度升高 | 电机损坏；机组带病运行 | 降低电机负荷；接空压风冷吹，加强通风 |
| **5** | 控制V-305放空管压力0.02MPa-0.38MPa | E-308放空阀PV-32509  故障 | 仪表仪器故障；连接线中断 | 富氮气排放不及时；V-305压力上升 | 联系仪表检查并恢复；  现场手动打开回收线至E-501  通过PV31225A放火炬 |
| **6** | 控制电机振动＜10gw | C-502电机轴承高振动报警 | 电机轴承松动、磨损 | BOG压缩机振动高联锁停机 | 降低BOG压缩机负荷；  检测压缩机振动并上报；  停机检查；更换轴承 |

**9 正常生产期间操作调整**

**10.故障处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **故 障** | **原 因** | **处理措施** |
| 1 | C-501压缩机振动位移报警、C-501电机温度高报、C-501压缩机故障 | C-502润滑油，通过蒸发气换热器回流线串入E-501，润滑油颗粒结冰后进入压缩机 | 热吹E-501，设备抽芯清洁，降低C-502润滑油油位 |
| 2 | C-501/C-502电流高报故障、C-501入口压力降低、C-501入口温度升高 | C-502润滑油，通过蒸发气换热器回流线串入E-501结冰 | 热吹E-501，设备抽芯清洁，降低C-502润滑油油位 |
| 3 | LNG储罐压力上升、C-501入口压力上升 | BOG压缩机出口高压热介质串入LNG储罐 | 立刻全关蒸发气换热器回流线阀门 |

**二、常见故障处理**

**（一）原料气压缩操作常见问题处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 通过PIC-11104调压阀控制2.5Mpa≤原料气压力≤5.2Mpa | 原料气压力＜2.5Mpa  压缩机联锁停机 | ①排查装置跑冒滴漏  ②联系输气门站调整供气压力  ③调节C-101运行负荷  ④匹配调整进入冷箱冷剂量 |
| 2 | 原料气压力＞5.2Mpa  超过规定指标  超6Mpa安全阀起跳 | ①联系输气门站调整供气压力  ②调节C-101负荷  ③调整产量  ④开启安全阀副线泄压避免压缩机喘振 |
| 3 | C-101机组油压＞0.2Mpa | 机组油压＜0.2Mpa | ①切换至备用台换热器  ②切换至备用过滤器  ③检查油泵运行情况，切换备用泵 |

**（二）脱碳操作常见问题处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 原料气中CO2含量＜50ppm | 含量＞50ppm | ①提升胺液浓度  ②提升胺液循环量  ③分析气源气质是否变化  ④提升胺液再生温度  ⑤调整贫胺液进吸收塔温度 |
| 2 | 脱硫塔内温度＜70℃ | 脱硫塔温度超过70℃ | ①通入氮气置换  ②调整再生塔压力减少酸气产生量  ③淋水降温  ④加强脱硫塔底部排液 |
| 3 | 控制0.1Mpa≤H-101压力≤0.4Mpa | H-101异常停炉 | ①检查停炉原因并重启  ②降低装置处理量  ③检查燃烧机是否故障，及时进行处置  ④调整燃烧机空燃比  ⑤调整燃料气压力  ⑥调整锅炉蒸汽目标压力  ⑦锅炉高点泄压，避免超压停炉 |
| 4 | 15t/h≤胺液循环量≤30t/h | 胺液发泡造成流量超指标 | ①降低胺液循环量  ②手动对V-110和V201排液  ③重启P110A/B  ④添加消泡剂  ⑤补充胺液，增加浓度和V104液位  ⑥提升胺液再生温度，按要求配置胺液 |
| 5 |
| 6 | 35%≤控制V-104液位≤80% | 胺液发泡造V-104液位波动大 | ①降低胺液循环量  ②手动对V-110和V201排液  ③重启P110A/B  ④添加消泡剂  ⑤补充胺液，增加浓度和V104液位  ⑥提升胺液再生温度，按要求配置胺液 |
| 7 | 0.02Mpa≤控制V-112压力≤0.08Mpa | V-112超压或者负压导致硫化氢泄漏 | ①紧固泄漏点  ②更换吸附填料  ③穿戴空呼，配戴硫化氢检测仪  ④接触硫化氢出现中毒症状需紧急就医  ⑤现场设置GDS监控 |
| 8 | 500Kg≤控制P-103流量≤2800Kg | P-103流量波动大 | ①稳定E-102温度  ②手动调节P-103出口流量 |
| 9 | 30%≤V-103液位≤60% | V-103液位偏多或偏少  机泵联锁停机 | ①液偏多时及时对V-103排液或启动备用泵，维持塔内压力稳定  ②液偏少时及时减小LV11705开度，启动备用泵。 |

**（三）脱水操作常见问题处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 原料气含水量﹤1ppm | 水含量持续上涨超过要求值 | ①检查V201过滤分离器效果  ②加大再生气流量，再生加速  ③检查分子筛吸附效果  ④提前切换分子筛床层 |
| 2 | 再生气加热炉正常点火 | 再生气加热炉不启动，分子筛再生迟缓，切塔延迟至水分吸附饱和 | ①现场检查原因并重启  ②手动复位  ③对仪控进行检查 |
| 3 | 脱碳工段正常不带或少量带液 | 前工段带液严重，水含量超标至冷箱冻堵 | ①临时调整分子筛吸附时间  ②彻底再生分子筛  ③净化、液化单元全回流运行  ④冷箱吹除解冻 |
| 4 | 原料气二氧化碳正常 | 原料气二氧化碳超标，二氧化碳超标至冷箱冻堵 | ①提升胺系统脱除二氧化碳能力，增加胺循环量，调整胺液温度  ②检查胺液吸收能力  ③净化、液化单元全回流运行  ④冷箱吹除解冻 |
| 5 | 分子筛床层压差在指标范围内 | 分子筛床层压差高，分子筛床层压差高报警 | ①检查分子装填程序  ②合理设置分子筛吸附时长  ③检查水汽含量  ④检查V-201分离及排放情况 |

**（四）液化单元操作常见问题处置**

| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 一、二段防喘点流量差≥2000m3 | 冷剂压缩机喘振 | ①控制冷剂循环压力（或压比）和压缩机出口压力相适应，使其不高出该转速下的喘振点  ②控制冷箱预冷速率，适当补充液相冷剂  ③根据踹振线，开大J-T阀和泵液阀开度  ④根据踹振线，及时开启防踹振阀、加热线 |
| 2 | 密封气压差＞40kPa | 冷剂压缩机密封气压差低低联锁跳车 | ①按压缩机紧急停车处理，断开密封气，关闭J-T阀、泵液阀 、UV-31804、UV-31604、UV-31402等相关阀门  ②打开放火炬降低系统压力做好再开车准备工作  ③将V-206压力控制在2.5Mpa左右，密封气切换时必须缓慢，切忌快开快关  ④切换密封气过滤器至备用  ⑤检查仪表是否正常 |
| 3 | 冷箱A、B通道＜34.5kPa | 冷箱A、B通道压差高 | ①首先调整天然气的流量和流速至要求值  ②调节液相冷剂的比例，适当降低冷箱负荷，减小装置生产任务  ③拆检冷箱入口过滤器并进行清洗。更换新滤芯或多目滤芯  ④有效脱除二氧化碳和水含量 |
| 4 | 上下两点温度相差不超27℃左右相差不超28℃ | 冷箱泵液阀A/B 芯泵液量有偏差 | 及时调整HV-31128A/B、FV-32312、HV-32315、HV32316等冷剂进入A/B芯流量。调整调节阀前后手阀 |
| 5 | D通道出口温度≥5℃ | 冷箱淹箱 | 通过冷箱温度控制点TI-32701/TI-32702和TI-32713/TI32714是否平衡以判断冷箱是否被淹。通常解决办法是通过减少进入冷箱的液量，开大J-T阀和C301二段出口去400区的热气 |
| 6 | 0%≤冷剂吸入罐液位在≤10% | 液位上升，可能超过联锁液位值 | ①调整冷剂配比  ②打开大、小热线  ③调整气、液相冷剂流量  ④减小泵液量 |
| 7 | 0.142m³/h≤控制密封气流量在≤0.283m³/h | 冷剂泵机械密封无流量 | ①调整密封气流量开度阀门  ②维修密封气单向阀 |
| 8 | 控制冷剂泵振动≤5gw | 冷剂泵振动偏大 | ①提升冷剂分离罐液位  ②重新对中找正  ③维修设备本体 |
| 9 | 20℃≤E-302、E-303出口温度≤45℃ | 冷剂换热器出口温度偏高 | ①提升循环水流量，加大循环水风机频率  ②降低冷剂换热器热负荷 |
| 10 | 控制C-301电机温度≤75℃ | 冷剂压缩机电机出风口压差、温度高报警 | ①拆洗过滤网  ②通知电气专业设置送风降温设施 |

**（五）BOG压缩操作常见问题及处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 控制入口温度＞-45℃ | BOG压缩机入口温度低 | ①降低滑阀开度  ②开大加热线  ③开启出口返入口热气  ④提升E-505出口温度 |
| 2 | 设备保冷 | E-501设备结冰 | 调节E-501温度；重新对设备保冷 |
| 3 | 25%≤V-305液位≤45% | V-305现场液位计失真 | ①检查现场液位计，消除故障  ②更换液位计 |
| 4 | 控制电机温度≤70℃ | C-501电机温度升高 | ①降低电机负荷  ②接空压风冷吹，加强通风 |
| 5 | 0.02Mpa≤V-305放空≤0.38Mpa | E-308放空阀PV-32509  故障 | ①联系仪表检查并恢复  ②现场手动打开回收线至E-501  ③通过PV31225A放火炬 |
| 6 | 控制电机振动＜10gw | C-502电机轴承高振动报警 | ①降低BOG压缩机负荷  ②检测压缩机振动并上报  ③停机检查；更换轴承 |

**（六）重大危险源操作常见问题及处置**

**1 冷剂罐区**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 15%≤乙烯罐液位≤80% | 乙烯罐液位低报警，触发应急预警系统 | ①乙烯液位偏少，提前在NCC系统提交采购计划  ②及时停止乙烯补充至冷剂系统； |
| 2 | 0.15Mpa≤乙烯储罐压力≤1.52Mpa | 乙烯储罐压力高报警，触发应急预警系统 | ①立即泄压至冷剂储罐  ②打开冷却喷淋水  ③补充乙烯至冷剂系统  ④打开安全阀副线泄压 |
| 3 | -20℃≤TI-41116温度 | 大热线温度TI-41116温度低报警 | ①停止冷剂补充  ②开大大热线热气阀门HV-41214阀门开度 |
| 4 | 通过装车液相回流管线补充甲烷 | 冷剂组分中甲烷无法补充 | ①液相回流线压力小，提升装车臂流量  ②手动关小大罐液相回流线手阀 |
| 5 | 丙烷、异戊烷、重烃储罐正常运行无泄漏 | 丙烷、异戊烷、重烃储罐液相根部焊接点出现泄漏 | 储罐泄压并注水，减小易燃物料泄漏后更换密封或焊接等 |

**2 LNG储罐**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 储罐内LNG液位缓慢变化，产品温度偏差不大。 | LNG储罐翻滚 | ⑴严格控制好储罐内LNG的密度和温度。调整上进液和下进液开度  ⑵控制好进液量及温度，温度不应与储罐内的温度偏差太大  ⑶加强监管力度杜绝误操作  ⑷加大LNG泵回流量  ⑸及时调整BOG负荷，防止大罐压力上升 |
| 2 | 6kPa≤LNG储罐压力≤17kPa | LNG储罐压力突然上涨 | ⑴增加装车站循环量  ⑵调节进液阀方式：低液位时，下进液全开，上进液开一半；高液位时，上下进液同时开部分  ⑶控制LNG产品温度 |
| 3 | P601潜液泵大罐顶部泵筒保温无结霜 | P601潜液泵出口泵筒漏冷结霜 | ⑴适当降低泵组运行频率  ⑵检查或更换泵体保冷设施  ⑶班组加大巡检力度，建立报表记录台账，发现该问题及时反馈处理 |

**（七）空压机操作常见问题及处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **出现问题** | **处置措施** |
| 1 | 0.8Mpa≤空压机出口压力≤1.0Mpa | 空气储罐压力不足 | ⑴及时启动备用压缩机  ⑵加大液氮气化量向空气管线补充 |
| 2 | 压缩空气密封储存 | 空气泄漏 | ⑴排查泄漏点及时处置  ⑵压缩空气达不到指标要求时及时启动备用压缩机或通入液氮（气化） |

**（八）其它运转设备常见异常现象及处理操作**

**1 C101压缩机故障及解决方法**

**1.1 机组振动大**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ⑴机组不对中 | ⑴重新找正 |
| ⑵轴承间隙过大 | ⑵调整间隙或更换轴承 |
| ⑶轴承衬背过盈量小(瓦背紧力小） | ⑶增加过盈量（加大紧力） |
| ⑷转子动静部分摩擦 | ⑷调整转子与定子的间隙 |
| ⑸转子不平衡 | ⑸转子做动静平衡 |
| ⑹油温过低 | ⑹关小循环冷却水 |
| ⑺进气量过小 | ⑺增加入口流量 |
| ⑻冷气带液 | ⑻调整液相冷剂加注量，V301液体加热或放火炬 |
| ⑼轴弯曲 | ⑼修轴或更换转子 |
| ⑽联轴器胶圈磨损 | ⑽更换胶圈 |
| ⑾机组地角固定螺栓松动 | ⑾紧固螺栓 |
| ⑿机组喘振 | ⑿注意调节进口流量、压力。 |

**1.2轴承温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因 | 处理方法: |
| ①进油温度过高 | ①降低进油温度 |
| ②润滑油压力低 | ②提高润滑油压力 |
| ③轴承间隙小或损坏 | ③调整间隙或更换轴承 |
| ④润滑油变质 | ④更换润滑油 |

**1.3 压缩机排气温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①隔板密封间隙过大 | ①调整密封间隙 |
| ②冷却器冷却效果差 | ②清扫，维修冷却器 |
| ③机组压缩比增大 | ③降低压缩比 |

**1.4 润滑油压力低**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因: | 处理方法： |
| ①油压调节阀定值过低或卡涩 | ①调整、修理油压调整阀 |
| ②油泵安全阀失灵 | ②检查安全阀、重新设定压力 |
| ③油过滤器堵塞 | ③清洗过滤器 |
| ④油泵发生故障 | ④修理油泵 |
| ⑤油冷却器管束漏油 | ⑤维修油冷器 |
| ⑥油位低、油泵抽空 | ⑥添加润滑油 |
| ⑦轴承间隙过大 | ⑦更换轴承 |
| ⑧油管破裂或连接法兰有泄漏 | ⑧更换油管并拧紧连接法兰螺栓 |
| ⑨压力表失灵 | ⑨更换压力表 |
| ⑩油泵出口单向阀内漏 | ⑩修复或更换单向阀 |

**2 C301压缩机故障及解决方法**

**2.1机组振动大**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ⑴机组不对中 | ⑴重新找正 |
| ⑵轴承间隙过大 | ⑵调整间隙或更换轴承 |
| ⑶轴承衬背过盈量小(瓦背紧力小） | ⑶增加过盈量（加大紧力） |
| ⑷转子动静部分摩擦 | ⑷调整转子与定子的间隙 |
| ⑸转子不平衡 | ⑸转子做动静平衡 |
| ⑹油温过低 | ⑹关小循环冷却水 |
| ⑺进气量过小 | ⑺增加入口流量 |
| ⑻冷气带液 | ⑻调整液相冷剂加注量，V301液体加热或放火炬 |
| ⑼轴弯曲 | ⑼修轴或更换转子 |
| ⑽联轴器胶圈磨损 | ⑽更换胶圈 |
| ⑾机组地角固定螺栓松动 | ⑾紧固螺栓 |
| ⑿机组喘振 | ⑿注意调节进口流量、压力。 |

**2.2 轴承温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因 | 处理方法: |
| ①进油温度过高 | ①降低进油温度 |
| ②润滑油压力低 | ②提高润滑油压力 |
| ③轴承间隙小或损坏 | ③调整间隙或更换轴承 |
| ④润滑油变质 | ④更换润滑油 |

**2.3 压缩机排气温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①隔板密封间隙过大 | ①调整密封间隙 |
| ②冷却器冷却效果差 | ②清扫，维修冷却器 |
| ③机组压缩比增大 | ③降低压缩比 |

**2.4 润滑油压力低**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因: | 处理方法： |
| ①油压调节阀定值过低或卡涩 | ①调整、修理油压调整阀 |
| ②油泵安全阀失灵 | ②检查安全阀、重新设定压力 |
| ③油过滤器堵塞 | ③清洗过滤器 |
| ④油泵发生故障 | ④修理油泵 |
| ⑤油冷却器管束漏油 | ⑤维修油冷器 |
| ⑥油位低、油泵抽空 | ⑥添加润滑油 |
| ⑦轴承间隙过大 | ⑦更换轴承 |
| ⑧油管破裂或连接法兰有泄漏 | ⑧更换油管并拧紧连接法兰螺栓 |
| ⑨压力表失灵 | ⑨更换压力表 |
| ⑩油泵出口单向阀内漏 | ⑩修复或更换单向阀 |

**3 C501/C502压缩机故障及解决方法**

**3.1机组振动大**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因: | 处理方法： |
| ⑴机组不对中 | ⑴重新找正 |
| ⑵轴承间隙过大 | ⑵调整间隙或更换轴承 |
| ⑶轴承衬背过盈量小(瓦背紧力小） | ⑶增加过盈量（加大紧力） |
| ⑷转子动静部分摩擦 | ⑷调整转子与定子的间隙 |
| ⑸转子不平衡 | ⑸转子做动静平衡 |
| ⑹油温过低 | ⑹提高进油量 |
| ⑺进气量过小 | ⑺增加入口流量 |
| ⑻冷气带液 | ⑻调整分液灌液位或停车 |
| ⑼轴弯曲 | ⑼修轴或更换转子 |
| ⑽联轴器胶圈磨损 | ⑽更换胶圈 |
| ⑾机组地角固定螺栓松动 | ⑾紧固螺栓 |

**3.2 轴承温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因: | 处理方法： |
| ①进油温度过高 | ①降低进油温度 |
| ②润滑油压力低 | ②提高润滑油压力 |
| ③轴承间隙小或损坏 | ③调整间隙或更换轴承 |
| ④润滑油变质 | ④更换润滑油 |

**3.3 压缩机排气温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因: | 处理方法： |
| ①隔板密封间隙过大 | ①调整密封间隙 |
| ②冷却器冷却效果差 | ②清扫，维修冷却器 |
| ③机组压缩比增大 | ③降低压缩比 |
| ④循环水量太小 | ④开大循环水 |

**4 冷剂泵故障及解决方法**

**4.1 启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |
| ③滤网堵塞 | ③停泵清洗滤网 |

**4.2 振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**4.3 轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

**5 循环水泵故障及解决方法**

**5.1 启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 ，抽真空 |

**5.2 振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**5.3 轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

**6 LNG泵故障及解决方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **正常工况控制** | **出现问题** | **处置步骤** |
| 泵出口管道处于预冷状态 | 管道没有预冷，LNG直接进入管道，造成管道因气化致快速升压 | ①停泵  ②对管线进行泄压 |
| 41.4m/s2≤振动检测≤69m/s2 | LNG泵振动、位移频率过大 | ①至备用泵运行  ②通知检修现场查看处置 |
| 泵顶部氮气≤0.8Mpa | 密封气没有投用或没有流量，造成天然气泄漏 | ①停泵  ②投用密封气  ③启动消防雨淋阀组对周边环境进行降温，对泄漏天然气进行稀释 |

**7 胺液泵故障及解决方法**

**7.1 启动后不出液、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |
| ③最小回流阀未关闭 | ③关闭最小回流阀 |
| ④安全阀未能正确回座 | ④检修处理安全阀 |
| ⑤滤网堵塞 | ⑤停泵清洗滤网 |

**7.2 振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**7.3 轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

**8 消防电泵故障及解决方法**

**8.1 启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |

**8.2 振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**8.3 轴承过热**

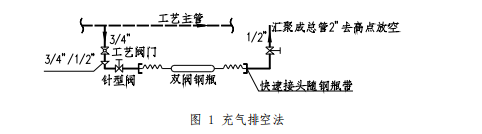
|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

**三、采样操作**

取样的主要作用是获得足够量的有代表性的样品。不同的取样方法，适用于不同的分析取样点。天然气的取样采用间接取样即充气排空法。

**1 气体取样——充气排空法**

充气排空法适用于样品容器温度等于或高于气源温度的情况，气源压力高于大气压。取样简图如下图1所示。



具体操作步骤为：

打开与工艺主管连接的阀门，充分吹扫取样口，排除死气及污物后，关闭阀门。

将样品容器保持直立，按图1依次连接取样阀、钢瓶、放空管。

打开与工艺主管连接的阀门，全开与钢瓶连接的两端阀门，用针型阀调节流量，缓慢吹扫取样管和钢瓶。

关闭钢瓶后阀门，使钢瓶内压力升高到所需的压力，迅速关闭钢瓶进口阀门，再由钢瓶后出口阀门缓慢将气体放空，重复3～5次，使钢瓶内原有气体排出干净。

关闭钢瓶后阀门，打开前面阀门，充气到需要压力，迅速关闭阀门。记录钢瓶压力和温度，关闭阀门，取下钢瓶，贴上标签。

**2 液体取样**

常温常压无毒的液体介质可以直接从管道导淋处或设备管口取样，但贫胺液（SC-003）、锅炉炉水（SC-007）和蒸汽冷凝液（SC-008）温度高于80℃，需加取样冷却器用循环水冷却，用玻璃瓶取样。

**3 密闭取样器取样**

**3.1钢瓶取样**

3.1.1确认所有阀关闭；

3.1.2可靠连接取样钢瓶至QC1、QC2，扣紧SC，打开CV1、CV2；

3.1.3旋SV至取样，PV至排空，进行置换；

3.1.4 5min后旋CV2至一定开度，在SP显示到目标压力后，依次关闭CV1和CV2；

3.1.5旋SV至排空，PV至排空，待SP示数为0后，旋SV、PV至关闭；

3.1.6取下钢瓶，连接QC2至QC1，完成取样。

**3.2放样口取样**

3.2.1确认所有阀门关闭；

3.2.2放样口接好取样容器；

3.2.3旋SV职样，PV至排空，进行置换；

3.2.4 2min后旋SV至排放，PV至排放，打开FV到一定开度；

3.2.5 等取满样品，关闭FV，旋SV2、PV至关闭；

3.2.6取下取样容器，完成取样。

**3.3取样安全注意事项**

3.3.1对易燃、易爆介质取样时，尽量选择钢瓶取样，置换尾气宜排放至火炬等安全区域，采样时应使用防爆工具。

3.3.2对有毒、有害介质取样时，应对应做好安全防护，佩戴防毒面具、耐酸碱手套、防护服等。

3.3.3水池取样时，应做好防溺水措施，陪同人员做好监护。

3.3.4受压管道、容器取样时，严格控制阀门开度，防止液体飞溅，做好防窒息等措施。

3.3.5其他内容参照国家、行业相关标准规范和公司管理制度要求进行。

**四、通用设备操作**

#### （一）空压站

**1 空压站系统基本原理**

常压空气经消声、过滤进入螺杆空气压缩机，经压缩后空气进入5m³压缩空气缓冲罐，再分别供氮气、仪表空气处理设备、工艺用压缩空气，工艺用压缩空气通过外管架送到工艺区；一部分压缩空气进入组合式干燥机进行干燥，将气体露点降至-40℃以下可视为露点合格，可送入仪表风系统使用，由外管架送入仪表空气系统的干燥气为全场气动阀门提供动力，以便阀门动作，同时也可作为部分PLC控制柜的吹扫气，防止可燃气体聚集。另一部分压缩空气进入制氮装置产出合格氮气供现场隔离气或者置换、密封使用。

仪表用压缩空气先进入前置C级过滤器、前置T级过滤器，进行油水分离、除油、除尘后，含有一定水分的湿空气再进入微热再生吸附式干燥器脱水干燥后，然后通过后置A级过滤器进行粉尘，达标的仪表空气要求送入仪表空气储气罐，并通过外管网送入各压缩空气用户。

正常操作：压缩空气储罐排水，干燥机过滤器排水，制氮机排水等。

临时操作：空压机切换，干燥机切换。

正常开车步骤为：空压机－组合式干燥机-制氮机干燥机-制氮机。

正常停车步骤为：制氮机-制氮机干燥机－组合式干燥机－空压机。

应急操作：全厂停电时，为保证全厂阀门不因仪表空气压力低而误动作，需将平时为盲关的仪表空气与氮气连通盲板导通，将升温后的液氮导入仪表风系统维持压力＞0.55MPa。

紧急停车：在发生可能造成设备超压、超温、超负荷、电线短路等危及人员、设备安全情况时，需按下设备紧急开关并撤离现场。

安全要求：1、设备启动运行过程中需严谨仔细，严禁各类设备超压、超温、超负荷，严格按照操作规程作业；2、容器排水时严禁开度过大。

**性能参数**

根据仪表用气、工艺用压缩空气及氮气站用气负荷、用气等级、用气压力和当地的气象条件等要求，空压站设有17.5m3/min循环水冷螺杆空压机3台（2用1备）；22m3/min组合式露点干燥机2台（1用1备）；22Nm3/min前置C级过滤器、前置T级过滤器、后置A级过滤器各2台（1用1备）；以及体积为5m3的空气缓冲罐1台；40m3的空气储气罐2台。

**公用工程耗量**

动力电源电压：380/220V，50Hz，

装机功率：空压机110kW/台

组合式露点干燥机：12.6kW/套

除空气储罐布置于室外，其余设备均布置在室内。

**2 仪表风系统**

**2.1空气压缩及净化**

仪表空气必须首先进行压缩及净化。

由于空压机送来的压缩空气（0.8MPa），进入前置C级过滤器、前置T级过滤器，进行油水分离、除油、除尘后，再经过T级过滤器，进一步除去油水滴和油蒸汽，达到干燥器所需的空气质量，最后在经过干燥器出口设置A级过滤器后的达标仪表空气。

残油含量：≤0.01ppm残余粉尘：≤0.01µm

压力露点：≤-40℃（0.70MPa）

压缩空气生成的冷凝液通过冷凝排放管排到指定地点。

**2.2压缩空气储存及供气**

压缩空气缓冲罐的作用是：缓冲由阀门切换所引起的压力波动；

**2.3组合式干燥机工作原理**

利用冷媒与压缩空气进行热交换，把压缩空气温度降到2～１０℃范围的露点温度，使压缩空气中含水量过饱和的状态，从而除去压缩空气中的水分（水蒸气成分），再进入干燥吸附筒，进一步降低露点。

**2.4系统操作说明**

水冷螺杆式空气压缩机的运行信号均在控制室显示，当空压机发生故障时，可以随时派人维修。水冷喷油螺杆式空气压缩机采用英格索兰（中国）有限公司的SＡＹＭ-120Ｎ型空压机，其详细的安装、运行、维护、保养详见厂家使用手册，附件SＡＹＭ-120Ｎ型空压机使用手册。

组合式干燥器故障信号在控制室显示，当干燥器发生故障时，可以随时派人维修。微热再生吸附式干燥器采用SLZH-20JNF型干燥器，其详细的安装、运行、维护、保养详见厂家提供的使用说明书，微热再生干燥机使用说明书。

仪表空气用各类过滤器的安装、运行、维护、保养详见厂家使用手册。

仪表空气总管上压力信号（PIA-21502）在控制室显示，当其压力低于0.55MPa时控制室报警。

工艺用压缩空气总管上压力信号（PIA-21506）在控制室显示，当其压力低于0.55MPa时控制室报警。

**2.5空压系统准备和开车工作**

2.5.1检查电源开关位置、手动阀门状态、设置运行参数等。

2.5.2送电源：送控制系统、干燥器、空压机电源、检查电器接线是否安全可靠。

2.5.3请仔细阅读螺杆式空气压缩机说明书的章节；将水分离器分离出的污水引入排水道。将空气滤清器清洗干净。

2.5.4所有的开机准备和检查都应严格按照螺杆式空气压缩机说明书来执行；

2.5.5检查出口的截止阀是否打开（一旦截止阀打开，显示的压力是系统的压力）；向油气分离器内注入润滑油，初次加到油试镜可视上限，开机运转平稳后，液面应位于试油镜的可视范围的1/3-1/2处。

2.5.6联系电气人员接通电源，电源指示灯亮，压缩机开始启动延时，禁止立刻启动空压机；打开排气截止阀。

2.5.7按启动按钮，空压机正在执行正常的延时启动，一旦预先设定的启动时间到，空压机即自动启动，先手动卸载几分钟，再加载，之后让设备自动运行，并检查设备的运行状态和运行数据（在延时时间内，按停止按钮可以停机）。

2.5.8观察控制面板上的操作温度和系统压力，正确操作空压机；

2.5.9当达到设定的压力后，压力开关动作，空压机继续运行，但运行在空载状态；

2.5.10空压机通过加载、卸载循环地向外供气，操作时必须注意压力、温度以及电流的波动情况；

2.5.11当控制盘上仪表空气压力指示高于0.4MPa时，启动前的准备工作结束。

2.5.12每次停车后重新开车前应先仔细检查系统各个设备情况、管路阀门、仪表控制系统、PLC控制系统、电源、接地装置等，若损坏或失灵，应修复。

**2.6启动**

2.6.1启动：通知电气人员合上电源。

2.6.2送气：缓慢打开干燥机前后切断阀，将压缩空气缓慢送入干燥机，空气压力逐渐升至工作压力。

2.6.3设备投运：按下控制面板“启动”按钮。观察启动后的机组是否有异常振动、噪音、气/油渗漏。

2.6.4调整：检查各仪表显示是否正常，当干燥机其中一个吸附器步序运行至再生时间内，通过再生气调节阀，将再生气调节压力调整至0.3MPa。机组运行的第一个小时仔细观察运行情况，以后7个小时随时进行观察，若发现问题，立即停机进行整改。

**2.7停车**

2.7.1干燥机停车应尽量选择在充压阶段。

2.7.2按下操作面板“停止”按钮。

2.7.3关闭干燥机前后切断阀，打开吸附器底部排污阀，确认容器中压力降至0。

2.7.4关闭吸附器底部排污阀。切断电源开关。

**2.8机组切换倒机**

2.8.1按启动步骤启动备用机

2.8.2按停机步骤停运转机

**2.9紧急停机**

在下列非正常情况下按急停开关按钮，并切断电源开关。

2.9.1设备发出异常声音危及运行。

2.9.2设备启动后不运转。

2.9.3电气设备起火、冒烟。

2.9.4压力异常升高，超过规定值。

2.9.5设备发生反转情况。

**2.10 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 空压机出口压力0.8MPa-1.0MPa | 空气储罐压力不足 | 空气泄漏或备用空压机启动异常 | 仪表风、氮气压力不足，引发系统停车 | 及时启动备用压缩机或通入液氮（气化） |
| **2** | 压缩空气密封储存 | 空气泄漏 | 密封失效 | 仪表风、氮气压力不足，引发系统停车 | 及时启动备用压缩机或通入液氮（气化） |

**3 PSA制氮系统**

**3.1 工艺描述**

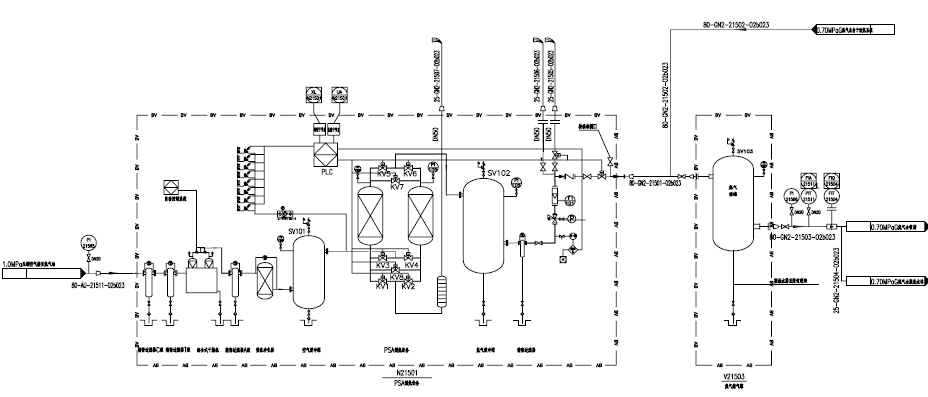
本装置采用典型的三塔流程，空气经空压机加压，冷却器将气温降至≤50℃后，进入压缩空气储罐，分离压缩空气产生的凝结水和油渍，分离后的压缩空气进入高效除油器除去冷凝水及油渍，再进入制氮机干燥吸附筒，降低其露点至-60℃以下，后进入PSA制氮装置，产生合格氮气并进入氮气储罐，正常生产情况时，PSA制氮系统由为工艺装置提供压力0.70MPaG、纯度为99.9%的氮气，当PSA制氮系统制氮能力不足或者出现故障时，由液氮汽化系统为工艺装置提供氮气。另外液氮装置为工艺提供8小时的开车用液氮。

**3.2 PSA制氮的原理**

PSA（变压吸附制氮技术），是一种在常温下从空气中直接制取氮气的高新节能气体分离技术。SCMT-150D制氮装置，采用碳分子筛作为吸附剂，运用PSA变压吸附原理，在常温、低压条件下从空气中制取氮气，在本装置的PSA制氮机内设置了内平衡压紧装置，当碳分子筛量下降到一定程度时，在面板上有红灯报警，须及时添加碳分子筛，以保证氮气质量。

主要技术参数：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术参数名称 | | | 技术参数 |
| 氮气产量Nm3/h | | | <150 |
| 氮气纯度% | | | 99.9 |
| 氮气压力MPa | | | ≥0.7（可调） |
| 氮气露点℃ | | | -70 |
| 控制电源V/HzW | | | 220/50100 |
| 制氮机进气气源质量要求 | 工作压力MPa | | 0.7~0.9（表压） |
| 进气温度℃ | | ≤45 |
| 进气含油量PPm | | ≤0.03 |
| 耗气量Nm3/min | | ≥11.1Nm3/min |
| 必须是洁净无腐蚀剂的气体 | | |
| 环境温度℃ | | <36 | |
| 外形尺寸L×W×Hmm | | 1900×2000×2680 | |
| 设备重量kg | | 3000 | |



经过净化处理已干燥的压缩空气，在变压吸附的作用下，氮氧分离，即有效地富集氮气。富氧空气平均氧含量：33.3%.

由于空气动力学效应，氧在碳分子筛上的扩散速率明显高于氮，从而氧分子被分子筛吸附，氮分子通过吸附床被富集起来成为产品氮气。

本装置采用三台吸附器组成一个变压吸附系统，完成吸附剂吸附、再生如此循环交替，以实现连续生产高品质的氮气。

经过压缩、分离脱水和微干的空气（其中含21%的氧气和78%的氮气）进入PSA制氮装置，通过碳分子筛来吸附空气中的氧等微量气体，由此得到大量的氮气。在高压时，碳分子筛对氧气，CO2等气体的吸附量远远大于在低压时的吸附量，因此，通过压力的升高和降低，氧气、CO2等物质被捕获和释放，也就是所谓吸附和再生的过程，而氮气则被作为成品气流而获得。

**3.3空气压缩及净化**

用于PSA空气分离的原料空气必须首先进行压缩及净化。

由空气压缩机送来的压缩空气（≥0.8MPa），进入过滤器，除去大部分粉尘与油水滴，经过干燥干机及二级聚合微粒过滤器除去压缩空气中的大部分油和水。而后进入活性炭过滤器，进一步除去油水滴和油蒸气，达到PSA所需的空气质量，空气进入吸附塔A、B、C中杂质含量如下：

残油含量≤0.01mg/m3（21℃）

残余粉尘≤0.1μm

压缩空气生成的冷凝液通过冷凝排放管排到指定地点。

空气缓冲罐提供所有气动程序控制阀的空气。

**3.4操作**

控制系统：PSA控制系统是由程序逻辑控制器（PLC）、氧分析仪、流量计、电磁阀、气动阀及辅助元器件和线路构成。控制系统按一定的逻辑和时序发出信号，控制10只程序控制阀门的开闭；氧分析仪在线分析产品氮气中的氧含量，如氧含量超过报警值5000ppm时，控制器发出联锁信号，气体直接放空，防止不合格气进入下工段。

PSA制氮装置的主要控制过程如下：

1）切换阀门的程序控制：

由可编程序逻辑控制器（PLC）、电磁阀、气动控制阀等组成。程控阀按事先编制的时序开启和关闭，自动完成PSA过程的吸附、均压和解吸等过程。

2）压力控制过程：

当氮气缓冲罐压力高于0.8MPa，且当压力持续高于0.8MPa的时间超过10分钟，PSA系统将自动停止运行，处于备用状态；待压力低于0.6MPa后，PSA系统将自动恢复运行。

纯度不合格报警、联锁：

由氧分析仪、PLC、程控阀组成。氧分析仪在线分析产品气中的氧含量，当氧含量超过设定值5000ppm时，发生氧报警，并联锁放空阀，让产品气放空，但PSA系统并不停机；当氧含量低于设定值5000ppm，报警自动解除，系统恢复供气。

SCMT-150D制氮装置工艺流程图

本制氮装置采用的三塔流程，利用分子筛性能，所有吸附塔吸附时间为59秒；先A塔工作30秒，再B塔开始工作，再过30秒，此时A塔工作59秒，B塔工作30，A塔切换到C塔；再过30秒，即B塔工作59秒，而C塔工作30秒、A塔再生30秒，由B塔切换到A塔，如此循环工作。

具体流程见工艺流程图

打开V4，A塔工作；再过30秒打开V5，B塔工作；30秒后，从A塔切换到C塔，切换流程为：

打开V10、V12，同时关V4进行顶部均压；接下来再打开V7、V9进行底均压。均压完毕后，关V9、V10、V12，打开V6,C塔开始工作，同时打开V1——A塔开关再生，再生气通过再生阀由单向阀H1进入A塔。这就是一个切换过程。从B塔到A，从C塔到B塔的跟这个切换流程一样。

**吸附器操作程序表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 步骤 | 吸附器A | 吸附器B | 吸附器C |
| 1 | 均压 | 吸附 | 排气 |
| 2 | 吸附 | 吸附 | 冲洗 |
| 3 | 吸附 | 排气 | 均压 |
| 4 | 吸附 | 冲洗 | 吸附 |
| 5 | 排气 | 均压 | 吸附 |
| 6 | 冲洗 | 吸附 | 吸附 |

当经处理的氮气纯度达不到设定值时可以向空中排放掉，简称放空。放空装置设有手动（见下图）

放空及出口装置示意图

**手动放空**

当须放空时用调压阀调整好氮气压力，然后打开阀4即为放空。

**操作：**

3.4.1操作前的准备

使用前请认真阅读有关说明书（SKH空气纯化干燥机、计量仪表仪器、精密过滤器等），注意正确使用。

3.4.2开车

3.4.2.1打开空气进气阀，待空气压力升到0.55MPa时，启动SKH空气纯化干燥机，待空气压力升到0.8MPa时，按动制氮机控制柜面板示意图（图4）上的启动按钮，装置进行运行状态。

3.4.2.2待氮气工艺罐压力升到0.7MPa时，打开放空阀，缓慢调节流量阀，调节流量至额定流量，从放空支路放空。打开取样阀，取样气量在300ml—400ml之间，观察氮气纯度。若控制柜面板上显示氮气纯度已达到要求，则关闭放空阀，打开送气阀准备操作供气。

3.4.2.3供气时先用调压阀调整好产品氮气压力为0.7MPa（可调），缓缓打开阀1，注意流量计显示，注意保持压力。

3.4.3运行中监测和记录

3.4.3.1装置在运行过程中，需定时检查各设备运行情况如：进气是否正常，各吸附器压力循环是否正常，成品氮气浓度是否符合要求.

3.4.3.2注意氮气纯度是否合格，否则手动放空。

3.4.3做好操作记录（每半小时检查一下仪表读数是否正常）

3.4.3.4记录的内容有：时间、室温、空气进出口及制氮压力、产品氮气流量及纯度等。

3.4.3.5注意定时排放污水：每班至少排放2～3次。

3.4.4停车

3.4.4.1关闭氮气储气罐的出气阀门以停止供气；

3.4.4.2关闭吸附器进气阀门；

3.4.4.3按下控制柜停止开关，系统停止工作；

3.4.4.4关闭所有仪表的进气阀门；

3.4.4.5关闭SKH空气纯化干燥机；

3.4.4.6关闭空气总进气阀；

3.4.4.7切断电流；

3.4.4.7打开所有的排污阀，排污后关闭；

3.4.5记录停机状态和时间，等待下次开机运行结束待机。

PSA制氮系统工艺指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 工艺名称 | 正常运转 |
| 1 | 空压机进气压力 | 1.0MPa |
| 2 | 氮气机工作压力 | 0.7~0.9MPa |
| 3 | 氮气出口压力 | 0.7MPa（可调） |
| 4 | 氮气纯度 | 99.9% |
| 5 | 氮气流量 | <150Nm3/h |
| 6 | 进气温度 | 45℃以下 |
| 7 | 环境温度 | 36℃以下 |

**4 螺杆式空压机的启动**

**4.1应具备条件**

压缩机及辅助机电设备、仪表和供风管网及空气缓冲罐均已安装完毕，并经中间检查验收合格。

供电系统授电正常。

压缩机单机试车合格，并且系统吹扫完毕。

**4.2启动准备**

接通电源，电源指示灯亮。

检查油位计。

打开供气阀。打开冷却水供水和回水阀门。

**4.3启动**

在控制面上按开机按钮，压缩机开始卸载运行，自动运行指示灯亮。

约10秒后，压缩机开始加载运行，显示屏上的显示信息从自动卸载变为自动加载运行。

**4.4运行**

当自动运行指示灯点亮，表示电机的启动和停机由电脑控制器自动控制。

注意：如果压缩机停机，它可能会自动启动。

**警告：在执行任何保养，维修或调整前，停止空压机，按下紧急停车按钮并断开电源，关闭空气出气阀。**

经常检查显示屏上的读数和信息。

通常主显示屏，显示空压机出口压力，空压机的运行状态。

经常检查显示屏，检查压缩机的实际运行状态。

如果某一保养计划的周期已超过，或者某一监测元件超过保养要求，则应执行该保养计划的保养措施，或更换该元件，复位相关的时钟。

手动卸载/加载：

通常空压机处于自动运行状态，即电脑控制器自动控制压缩机加载、卸载停车和系统启动。自动运行指示灯点亮。

手动卸载

按“卸载键”，自动运行指示灯熄灭。信息“手动卸载”出现在显示屏上，空压机保持卸载运行，直到再次手动加载。

手动加载

按“加载键”，自动运行指示灯点亮，命令“加载”并不强迫压缩机处于加载状态，而是使空压机再次恢复到自动运行状态，当气网压力低于程序设定的加载压力（0.65MPa）时，压缩机才加载运行。全面检查机组的运行情况，无异常现象后逐渐关小放空阀，使空压机转为带负荷状态下运行，确认空压机带负荷运转无异常。

**4.5停机**

按停机按钮，自动运行灯熄灭，显示屏上出现程序停车的信息，压缩机将卸载运行30秒钟后停机。

若是紧急情况下停机，则按紧急停车按钮，报警指示灯闪烁，排除故障后，将此按钮拔出即可解除锁定。

关闭供气阀。

切断电源。

说明：按过停机按钮后，压缩机将卸载运行30秒钟，过了此段时间后，压缩机才停机，在此过程中发出的开机指令将被忽略。停机后，压缩机将在一定时间（20秒钟）内无法再启动。在此段时间内发出的开机指令就储存在PLC控制器中；自动运行指示灯点亮。压缩机将在最少停机时间过去后启动。

停止运行。

**4.6常规故障及处理**

故障停机报警信息出现在显示屏上，当机头的出口温度太高，“报警指示灯”将点亮，当故障排除后，报警信息立即消失。

机器故障停机，当机头的出口温度过高，电机过载，继电器跳闸“报警指示灯”闪烁。参考电脑控制器使用手册，解除故障并复位故障停机信息。

4.6.1故障停机复位。

4.6.1.1断开电源排除故障。故障排除后，合上电源并按复位键。

4.6.1.2按返回键回到主屏幕并重新启动空压机。

4.6.2风扇电机过载复位。

4.6.2.1切断电源排除故障。当冷却后复位过载继电器，当故障停机条件消失，合上电源按复位键。

4.6.2.2按返回键回到主屏幕并重新启动空压机。

4.6.3空压机机头出口温度或排气温度高于正常值

4.6.3.1冷却水不够，检查冷却水是否受阻，改善压缩机水路管道。

4.6.3.2油位过低，检查确认后及时补油。

4.6.3.3油冷器堵塞，停机处理。

4.6.3.4水冷却器堵塞，停机处理。

**5 过滤器的投用**

5.1投用前的检查

5.1.1初次运行或久停而重新运行前，应检查所有管路接头，连接螺栓是否旋紧可靠，各阀应在关闭位置。

5.1.2初次运行前应对管路进行清扫，以防杂物及各种污物进入设备影响过滤精度。

5.1.3确认压缩机是否已正常运行。

5.2投用步骤

5.2.1缓慢开启过滤器的进气阀。

5.2.2开启一下排水阀，检查是否有气排出，若有表示运行正常，然后关闭排水阀。

**6 组合式干燥机的投用**

6.1**组合式干燥机**开机前的检查

6.1.1检查电源、电压、相数是否正确。

6.1.2电气设备是否有效接地。

6.1.3检查制冷系统，观察铜管是否有破裂损伤，制冷剂有无泄漏。

6.1.4检查压缩空气管路系统是否正常。空气进口压力不得超过1.0MPa，进气温度不得大于45℃。

6.1.5检查周围环境通风是否良好。

6.1.6检查各运转部件是否正常。润滑是否符合要求。

6.1.7检查各阀门是否正常，有无泄漏、失灵、损坏，否则应先行修换。

6.1.8开机前应打开排水器前球阀。

6.2启动

在待机状态按下且为本地模式时，按下面板上“启动/停止”键即可启动或停止设备；在待机状态且控制为远程控制模式时，按面板上“启动/停止”键将不起作用，启动或停止设备必须通过相关远程输入信号来执行。在运行状态下，运行LED指示灯点亮，同时状态输出线圈闭合。

6.2.1组合式干燥机系统带电，自动延时后（见显示屏），冷媒压缩机开始工作。

6.2.2检查冷媒压缩机运行是否正常，有无异常声响，观察冷媒压力表的指示是否正常。

6.2.3缓慢打开组合式干燥机的进气阀，同时关闭空气旁路阀，开始送压缩空气，此时空气出口压力表指示值，就是组合式干燥机的工作压力，按下显示触摸按钮键则先显示进口温度当前值，注意是否≤45°C

6.2.4经过5—10分钟后，经组合式干燥机处理后的压缩空气即可达到使用要求，此时冷媒低压指示在0.30-0.5MPa，高压值指示在1.2-1.8MPa。

6.2.5当遇智能控制仪声光报警时，应注意显示屏显示符号，查出故障，采取措施迅速排除故障，检查无误后可重新开机。

6.2.6投用初期，关闭排水器前端的球阀，用手动排污运转24小时后排尽管道中的污水后，打开排水器前端的球阀，让凝结水经排水器排出。

6.3操作注意事项：

6.3.1开机前应将管内留存的压缩空气放掉。

6.3.2不要长时间在空负荷状态下运行

禁止组合式干燥机的短时间连续开停，每次开机至少间隔10分钟，以免过载继电器跳闸，造成制冷压缩机受损。

6.3.3当突然停电时，干燥机的两只进气气动阀门会自动打开，两只再生排气阀会自动关闭。重新供电后，首先缓慢升高两个塔的压力至正常工作管道压力，再按下“启动/参数”按钮，控制器开始工作。两塔中的一塔会进入吸附状态，另一塔降压进入再生状态。

6.5停机

6.5.1关闭进气阀，再按下运行/停止键使组合式干燥机停机。

6.5.2切断电源。

6.6控制仪表板说明[详见《冷冻式干燥机的控制使用说明》]。

冷媒低压表：指示蒸发器内冷媒的饱和压力值。

冷媒高压表：指示冷媒的冷却压力。

空气进口压力表：指示压缩空气在组合式干燥机进口处的压力。

空气出口压力表：指示压缩空气在组合式干燥机出口处的压力。

启动按钮：按下此键，时间继电器动作，通过延时后，压缩机开始工作。

停机按钮：按下此键组合式干燥机停止工作。

高低压指示灯：此灯亮说明组合式干燥机的高低压开关跳闸。

运行指示灯：此灯亮说明组合式干燥机运行正常。

电源指示灯：此灯亮说明组合式干燥机已经接通电源。

过载指示灯：此灯亮说明压缩机工作电源过载。

**7 PSA制氮装置的投用**

7.1条件确认及检查。

7.1.1空压机开车并运转正常。

7.1.2空气经空气总管在尾气放空阀处放空。

7.1.3组合式干燥机工作正常。

7.2PSA启动

7.2.1在微热干机工作正常5分钟后按下制氮机“启动/停止”开关，启动PSA吸附器运行，控制器处于运行状态。

7.2.2待氮气缓冲罐压力升到0.8MPa，且吸附器切换运行六七个周期后，再逐步缓缓打开产品气阀，关闭放空阀。

7.2.3引氮气至氮气储罐，使流量逐步上升到额定气量。

**8 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 制氮机出口压力0.5MPa-0.8MPa | 氮气储罐压力不足 | 氮气使用量过大、泄漏，或空压系统异常 | 氮气压力不足，引发系统停车 | 及时通入液氮（气化）维持压力并处理故障原因 |
| **2** | 氮气密封储存 | 氮气泄漏 | 密封失效 | 氮气压力不足，引发系统停车、人员窒息 | 及时通入液氮（气化）维持压力并处理故障原因，处理漏点，救治伤员 |
| **3** | 加热器温控正常 | 加热系统温控异常升温 | 温控失效 | 起火燃烧 | 立即停机，扑灭火灾，及时通入液氮（气化） |
| **4** | 氮气纯度＞99.9% | 氮气纯度＜99% | 系统制氮效果不好 | 导致现场可能存在火灾或爆炸 | 调小氮气流量，补入液氮（气化） |
| **5** | 氮气或仪表风露点＜-60℃ | 氮气或仪表风露点＞-60℃ | 干燥系统失效或仪表异常 | 现场仪表故障率上升 | 调整再生流量和温度，更换干燥填料 |

#### （二）液氮系统

**1 概述**

液氮供气站是利用储槽储存低温液氮，通过汽化器连续汽化低温液氮，源源不断地输出具有一定压力的氮气。该系统主要由五部分组成：

ａ、15.7m3储罐，b、600Nm3/h电热式水浴液氮加热器

c.调压阀组d、600Nm3/h板翅式空气汽化器

e.液氮增压装置。

**2 设备简介**

设备主要技术性能如下：

A.液氮储罐

有效容积：15.7m3。

设备空重（kg）：10670

最大工作压力：1.5MPa

设计压力（内筒）：1.64MPa

设计温度：-196℃

液氮储罐主要由内外两层容器组成。外筒设有一外筒防爆装置，以确保储罐安全。此外，储罐还附有安全系统，由安全阀与防爆片来保证内筒体的压力不致过高，各有二套。二套可以同时使用，也可以一备一用。增压系统由蒸发盘管与调节阀组成。增压系统的压力代表内筒储存压力，由调节阀调节。储罐内筒压力由压力表显示，充液量由液位计显示。

**注意：**储罐上除增压阀、排液阀、安全阀的手柄需视情况开关外，各调节阀、安全阀、切断阀在第一次充灌液氮时已经校好，请用户不要随意更动。紧急情况时（如超压）须关闭增压阀和出口阀，并打开泄压阀泄压。

B．板翅气化器

型号：QQN-600/16设计压力：1.60MPa.

汽化量：600Nm3/h.工作介质：LN2

C.电热式气化器

管程壳程

设计压力2.0MPa常压

设计温度-196℃80℃

工作介质LN2水

主体材料S30408Q235B

**3 操作**

液氮供气站使用前，操作者应熟悉该气站流程和厂家提供的使用说明书。

正常操作：液氮储罐增压，气液出口切换，提高氮气管网压力。

临时操作：液氮卸车。

正常卸车步骤为：车辆停好位置－液氮储罐泄压－槽车增压－连接管线预冷－低流量卸车－大流量卸车－卸车完毕拆除管线。

应急操作：卸车过程中出现连接口液氮泄漏时，应将储罐进液和槽车出液阀门关闭，紧漏后再继续卸车。

紧急停车：在发生可能造成设备超压、超温、冻伤等危及人员安全情况时，需立即关闭设备阀门并撤离现场。

安全要求：1、严格按照操作规程作业，操作者应熟悉该操作规程。2、操作过程中严格劳动用品穿戴。

3.1储罐灌充

储罐灌充时，用户须做好清场，防止万一有低温液氮溅出伤人。另外，灌充时储罐内有大量放空氮气喷出，应注意安全。

3.2供气

核实各阀门位置。

检查储罐内的压力是否是设定值0.80MPa，若压力低于设定值，打开增压阀进行增压，在连续供气的情况下，一般宜保持常开；若用气量比较小，储罐本身的吸热也能维持设定压力时，此阀可以常闭。

打开排液阀开始向用户管线供气（液氮气站只是作为PSA系统的后备或者冷剂补充使用，当PSA停机或者产量不能满足使用要求时，液氮直接通过汽化器向用气点供气）。

3.3储罐工作压力调整

储罐内的压力是通过调节增压调节阀来调节的，调节增压调节阀时最好在满罐时进行，因为调节时的压力变化会很快在压力表上反映出来。注意：储罐上的增压调节阀在第一次充灌时已由液氮储槽厂家调节好，一般情况下请用户不随意更动。

3.4供气压力调整

用户管线供气压力是由减压阀调节的。当需要提高管线供气压力时，顺时针方向缓缓旋动减压阀的调节螺钉，直至压力表上的指示达到所需要的压力值；反之当需要降低管线供气压力时，逆时针方向缓缓旋动减压阀的调节螺钉，直至压力表上的指示达到所需要的压力值。

3.5日常停气

日常停气是指装车停止且制氮机产量能满足生产需求时停气。

3.5.1短时间内的停气（如午间休息）

关闭出液阀

关闭调压阀前球阀

3.5.2稍长时间的停气（如检修）

适当提前关闭增压阀

关闭出液阀

关闭调压阀前球阀

**注意：**若长时间停气，在关闭出液阀和调压阀前球阀后，请放空管道内气体，直到管道内压力不再升高为止。

**4. 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 控制液氮罐压力0.5MPa-1.5MPa | 液氮罐超压 | 阀门内漏气化或真空失效 | 储罐压力上升 | 检查压力上升原因，及时打开气相阀门泄压 |
| **2** | 液氮密封储存 | 液氮泄漏 | 密封失效 | 人员冻伤或窒息 | 储罐泄压并处理漏点 |

#### （三）一体化净水站

**1 装置概述**

本净水装置由净水装置本体、多介质过滤器、加药设备、中间提升泵、自动控制系统，江边泵等组成。

1.1凝聚反应区：

江边泵启动后，江水经加药混合后的原水进入一体化净水器，首先进入装置底部的配水区，净水器的进水为底部配水区进水，穿孔管布水，确保设备布水均匀，并且每个微孔处水流以一定的流速喷出，使絮状污泥与原水中的细小矾花充分接触，前级混合后的原水在污泥的吸附作用下，进行彻底的混凝反应，通过剩余污泥的循环回流，进行絮凝反应，使进水与污泥具有更大的接触面积，提高污泥的凝聚效率，使原水中的小矾花凝聚成较大的矾花，为斜管沉降创造有利条件。

1.2斜管沉淀区：

沉降区分为上下两部分，通过改变上下两层的斜管的孔径，提高水力梯度值，依据浅层沉淀理论，设置了斜管加速沉降，下部反应区快速形成的大颗粒状絮体，在两层斜管之间水流方向发生改变，将会增加小颗粒絮体间的接触机会，在流经上层斜管时，进一步提高出水水质。

形成的絮状体悬浮物在一层斜管区进行整流，一层斜管起均匀布水及导流作用，经充分反应后絮状水体沿二层斜管倾斜方向往上流动，进入沉降区内进行固液分离，沉积下来的污泥在重力及水流推力的作用下，沿斜管倾斜方向往下滑落。

1.3污泥区：

斜管沉淀区沉淀的污泥通过水力的推流及自然沉降，部分经水力推动进入污泥区，部分污泥回流进入高浓度混合反应区，为保证污泥区排泥的彻底性，每套净水器污泥区由隔板分为3个小室，每个室均设有电动排泥系统及辅助排泥装置。

1.4排泥系统：

每套净水器排泥系统由3套电动排泥阀组成，排泥管采用穿孔管结构，沿污泥区底部设置，用于排泥时污泥区的搅动，以利于污泥的彻底排净。

系统排泥按设定的时间程序进行，每周期每格污泥区排泥1—5min（排泥时间可调），排泥从每套净水器的1室至3室逐个进行。

1.5集水及滤池配水区：

在沉淀池的清水区采用可调式三角堰板集水，汇入清水池，使系统集水均匀。

斜管区集水槽设有清水池，分别进入中间提升泵，每个清水池的出水配有出水手动调节阀，可对每个清水池出水流量进行手动调节及控制。两台清水池还配套联通阀，以防单台净化器或中间提升泵出现故障。

1.6多介质过滤系统：

经沉淀后的水体由清水池通过中间提升泵分配进入多介质过滤器之内，通过过滤器上布水器进行配水，并由上而下通过滤料层，滤后水由滤池内的产水管在压力作用下至客户产水池。

1.7多介质过滤器反冲洗系统：

每台多介质过滤器均配有1套反/正冲洗系统，过滤系统的反冲洗排水通过设定的程序，通过中间提升泵对多介质过滤器进行反冲洗和正冲洗。

多介质过滤器是本系统的重要过滤装置，它采用石英砂、无烟煤作为滤料，它的作用是滤除原水带来的细小颗粒、悬浮物、胶体等杂质，保证产水水质满足反渗透装置的进水水质要求，并保证其出水多介质出水浊度：≤3mg/l。

其特性：①能够有效地去除原水中的胶体、悬浮物、铁锈；②具有独特的均匀布水方式，能够阻留滤料均衡滤层阻力防止偏流，使过滤器达到最好效果；③填料选用优质滤料，滤料不均匀系数均为2-3以保证良好的过滤效果，且不会出现反洗乱层现象；④选用较低的运行流速，以适应将来水质变坏的可能性。

本系统设置直径3200mm的立式多介质过滤器，1用1备，运行时出力100m3/h/台，运行流速12.5m/h。当过滤器在进出口压差达到0.1MPa时，则应退出使用进行反洗。

过滤器是否反洗根据运行压差和出水悬浮物含量来判断，过滤器前后设有压力表，根据前后所显示压力的差值，判断是否需要反洗。

该净水器设备从反应、絮凝沉淀、集水、配水、过滤、体内反洗、排泥等一系列运行程序，均为全自动运行。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备位号** | **设备名称** | **数量（台）** | **型号** | **材质** | **重量**  **（净重）** | **介质** | **温度** | **参数** |
| 1 | S40201A/B | 一体化净水器 | 2 | 100T/H | 碳钢 | 50T | 原水 | 常温 | Q=100T/H |
| 2 | P40201A/B | 中间提升水泵 | 2 | CDL120-20-2 | 铸铁 | 245KG | 原水 | 常温 | Q=100T/HH=30mP=15KW |
| 3 | PA40201 | 杀菌剂加药装置 | 1 | MOLDOING-25L/H | 碳钢衬胶 | 500KG | 杀菌剂溶液 | 常温 | Q=25L/HP=1.5KW |
| 4 | PA40202 | 混凝剂加药装置 | 1 | MOLDOING-150L/H | 碳钢衬胶 | 500KG | PAC溶液 | 常温 | Q=150L/HP=1.5KW |
| 5 | SR40201A/B | 多介质过滤器 | 2 | MOLMMF-100 | 碳钢衬胶 | 6700KG | 原水 | 常温 | Q=100T/H |
| 6 | P40202A/B/C/D | 生产水泵 | 4 | CDL32-30 | SS304 | 100KG | 生产用水 | 常温 | Q=30T/HH=40mP=5.5KW |
| 7 | Z40203 | 生活水箱 | 1 | MOL-5m³ | SS304 | 200KG | 生活用水 | 常温 | 长宽高：2.5m\*1m\*2m |
| 8 | P40203A/B/C | 生活水泵 | 3 | CDL4-7 | SS304 | 33KG | 生活用水 | 常温 | Q=6T/HH=40mP=1.5KW |

给水系统主要设备一览表

**2 规格及技术参数**

2.1处理水量：100m3/h

2.2进水浊度：≤2000mg/l

2.3多介质出水浊度：≤3mg/l

2.4沉淀区设计表面负荷：3～6m/h·m2

2.5过滤区设计滤速：11～13m/h

2.6过滤器冲洗强度：14～16L/m·s

2.7过滤器冲洗历时：10～15min（可调）

2.8总停留时间：40～50min

2.9进水压力：≥0.1MPa

2.10过滤器滤料厚度（双层）：1200mm

2.11净水设备运行负荷：150T/台·h；多介质过滤器运行负荷50T/台·h

2.12净水器出水水质：见下表

**3 一体化净水器操作规程**

3.1开启全自动控制柜电源，检查电压是否正常（电压表指示380V）。

3.2把系统自动转换旋钮全部转换“停止”位置。

3.3闭合每路控制电路的保险盒和电源开关，检查是否正常。

3.4把自动转换旋钮转换至“手动”位置，检查各控制元件是否能进行正常工作（在初次启动或长时间未启用设备需检查）。

3.5把自动转换旋钮转换至“自动”位置之前，根据PLC控制原理“T”形图，调整设定工作时间（调试完毕设备请不要轻易更改）。

3.6待调整好之后（注意：调整时必须先断开电源开关），把转换开关打在“自动”位置，此时设备根据生产水池液位情况进入全自动运行状态。

3.7根据原水浊度确定加药量，调整加药计量泵，此时可根据生产水池液位，全自动投入工作。

3.8操作人员必须认真定期检查加药装置的贮药量，加药量是否正确，备用药剂是否准备好。

3.9当泵类自动运行出现故障，可切换至备用泵，也能全自动投入工作。

3.10自动净水装置的一侧有一组排泥电动蝶阀，手动检查排泥是否正常，再把转换开关打在“自动”位置，控制程序已经在调试过程中设置完成。

3.11江边泵启动操作规程

（1）上岗前必须正确穿戴好劳防用品。

（2）作业前检查确认所使用的工器具、防护用品应符合安全要求。

（3）严禁站在有水或潮湿的地面上操作电气开关。

（4）启泵必须2人同行。

（5）启动前需检查线路上有无施工，线路有无损坏等情况，有影响安全的问题时，不得启动江边泵，及时汇报部门领导。

**4 一体化净水器维护及注意事项**

4.1水箱液位到达高位和低位时不能进行自动工作

4.1.1检查控制柜电源是否正常。

4.1.2检查转换开关是否在正确位置上。

4.1.3检查启动按钮是否正常。

4.1.4如不能进行正常自动工作，采用手动工作。

4.2不能正常进水和停机后沉淀池液位下降

4.2.1查检进水前置单向阀门、手动检修阀门、自动控制电动阀是否在正确位置。

4.2.2出现以上问题可以检查控制柜电控部分，先检查控制面板指示灯、按钮，检查时采用手动操作。

4.3出水水质不稳定

4.3.1检查加药装置

加药计量不正确。

加药计量泵出现故障。

药剂配比不正确。

4.3.2检查进水水量

4.3.3长时间没有排泥

4.3.4原水水质有变化

4.3.5填料堵塞（进水量太小、藻类大量生存）或进水杂质太多形成补水系统堵塞。

4.3.6检查石英砂滤层是否乱层，导致过滤水穿透滤层，出水恶化，出现这种情况必须全部更换新滤料；检查排水帽是否有局部损坏，如有损坏，需更换排水帽。（注：此情况一般不会出现）

4.3.7当计量泵、搅拌机、排泥和进水电动阀出现故障，不能正常工作，详见计量泵、搅拌机、排泥和进水电动阀说明维护手册。

**5 过滤器滤料装填前的准备工作**

滤料装填前首先要检查一切管道是否有坏的现象。过滤室滤帽要齐全。各种滤料是按石英砂—无烟煤的顺序进行充填，要充填前，用水冲洗干净各种滤料，把灰尘和细小粒子除去，再进行充填。

**6 过滤器填充滤料前注意事项**

在开始填充滤料之前将过滤室内部清扫干净。为防止滤料填充混乱，在填充前，在过滤室内壁照填充尺寸画线。填充滤料时，充填人员要进入过滤器内部，以便使滤料能够均匀地填充，当达到划线时，必须把滤料耙平，使之均布于过滤室。

**7 过滤器滤料填充的顺序**

7.1充填天然精制石英砂粒径4～8厚100mm

7.2充填天然精制石英砂粒径2～4厚100mm

7.3充填天然精制石英砂粒径1～2厚600mm

7.4充填精制无烟煤粒径0.8～1.8厚400mm

7.5充填完毕，清扫过滤器，并再次检查是否充填均匀，然后固定人孔盖。

7.6、滤料必须放置在通风、干燥、防晒的地方。

**8 净水器维修、养护工作**

8.1每半年或一年停机检查一次。

8.2停机检查时，应先关闭进水出水阀门，再打开放空阀门，放空过滤器内水体。

8.3打开人孔盖，检查滤料层，是否有结块现象，如发现结块现象，应清除结块滤料，并添加新的滤料。

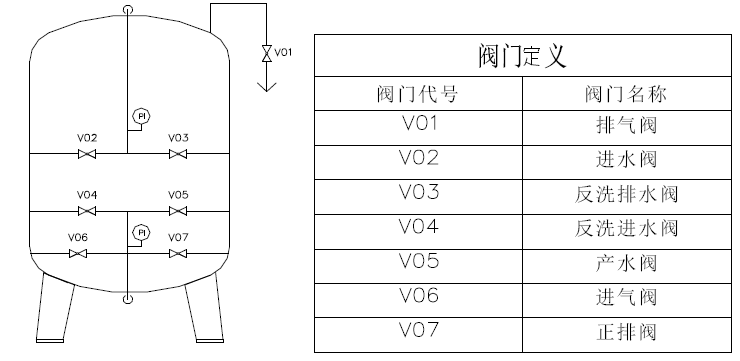
8.4检查滤料层厚度是否达到设计要求，如因滤料自然损耗，或被水流挟带而减少，则应补足清洁的滤料（粒径0.5～1天然精制石英砂）。

8.5检查完毕后，关闭人孔盖，使之不渗漏并关闭放空阀门。

8.6检查沉淀区斜管填料，由于填料在水中长期浸泡，易生青苔（藻类等），可配制二氧化氯或漂白粉溶液浸泡填料4～10小时后人工用高压水进行冲洗。

8.7以上维修、养护完毕后按初始运行步骤操作，直至投入正常运行。

**9 多介质过滤器维修、养护工作**



9.1作业前点检

9.1.1检查容器的各个部件是否正常及其他设备是否接通。

9.1.2各阀门位置确认。

9.2操作方法

9.2.1首次冲洗

设备及其附属管道、仪表安装完毕后，可对过滤器进行滤料和管道的冲洗，以保证系统的正常投运和安全稳定运行。

多介质过滤器的冲洗，冲洗应采用先反洗后正洗的方法交替进行，一般需进行5－10次以上才能将滤料彻底冲洗干净。反洗时间：60分钟，正洗时间15分钟，初步清洗合格后可配合空气擦洗，冲洗几次后，测定过滤器出水的多介质出水浊度：≤3mg/l，当过滤器出水多次测定多介质出水浊度：≤3mg/l时，过滤器冲洗合格，停机备用。

9.2.2反洗

9.2.2.1多介质过滤器在出水浊度超标，或进出口压差大于0.1MPa时，应退出系统，进行反洗。

9.2.2.2自动状态下多介质过滤器运行48h后会自动进入反洗状态；

过滤器如需手动反洗时需将现场过滤器电控柜旋钮旋向“就地”，这样就可以根据反洗步骤手动相应的旋钮旋向启动控制过滤器的反洗、气洗、正洗和运行等步骤。

9.2.2.3反洗步骤：多介质过滤器先关闭进水阀、产水阀；打开反洗进水阀、反洗排水阀进行过滤器反洗，时间一般为15分钟；关闭反洗进水阀、反洗排水阀；打开排气阀、进气阀进行过滤器气洗，时间一般为3分钟；关闭进气阀、排气阀；打开进水阀、正洗排水阀进行过滤器正冲洗，时间一般为10分钟；如此时产水还不合格则以上步骤反复进行，直到产水合格为止。（由于现场无气源所以省略气洗步骤）警告：室温在-2℃以下时，处于停机状态的过滤器可能面临结冰的危险，应将过滤器内水排空，同时使管路中的水排空！

9.3维护

为了稳定地保持适当的出水水质，使系统有效地运行，过滤器维护良好的工作状态，因此应该做好如下工作：

9.3.1年度检查

每0.5年对过滤器内部进行一次检查，以保证不存在异常情况。在适当的时候添加一些石英砂。

过滤器在反冲无效时，应考虑更换石英砂。更换石英砂时，应小心，不要穿硬底鞋，避免损坏设备内衬及集水、布水系统。石英砂更换周期建议3—5年一次，最长更换周期不得长于5年。

**10 一体化净水器配套加药装置**

10.1加药装置的主要组成部分

加药箱、搅拌装置、计量泵等主要部件组成。

10.2投入使用前的准备工作

10.2.1清洗储液箱，废水从储液箱的排污口排出。

10.2.2检查搅拌装置是否安装平稳、牢固。并检查电源是否接通，并使用就地状态在投入使用前空转1分钟；无噪声且运转平稳为正常。

10.2.3检查计量泵是否安装平稳、牢固；并检查电源是否接通；计量泵润滑油是否加注。

10.2.4检查各管、阀件等是否安装完好。

10.2.5如以上工作检查完毕，即可投入使用。

10.3药剂的配制

10.3.1聚合氯化铝溶液

10.3.1.1投加聚合氯化铝溶液

10.3.1.2原装药剂为黄色固体状；在搅拌箱内配制成4%～5%的水溶液。（即25kg包装的药剂两包搅拌一箱）

10.3.1.3配制过程，先放固体聚合氯化铝，然后加入过滤后产水；当水全部浸没固体药剂时，打开搅拌装置；停止加水，开始搅拌；使药剂与水充分混合后，打开自来水继续加水并搅拌（一边加水一边搅拌），直至配制成4%～5%的溶度，停止加水，继续搅拌；搅拌10分钟左右后。停止搅拌。药剂配制完成。

10.3.2杀菌剂溶液

10.3.2.1投加杀菌剂型号为MBC781，MBC781是一种光谱的生物抑制剂，在低加药量的情况下可以快速的起到杀菌的作用；加药浓度为1～15mg/L

10.3.2.2原装药剂为黄绿色液体；在搅拌箱内配制成9%～10%的水溶液。（即25kg包装的药剂四桶搅拌一箱）

10.3.2.3配制过程，先放MBC781杀菌剂，然后加入过滤后产水；当水全部浸没搅拌片时，打开搅拌装置；停止加水，开始搅拌；使药剂与水充分混合后，打开自来水继续加水并搅拌（一边加水一边搅拌），直至配制成9%～10%的溶度，停止加水，继续搅拌；搅拌10分钟左右后，停止搅拌，药剂配制完成。

**11 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 产量浊度＜3mg/L | 产量浊度＞3mg/L | 过滤填料失效或药剂添加不合理，反洗系统故障，原水浊度超标等 | 浊度高导致循环水指标异常，现场换热器结垢倾向增加 | 更换过滤填料，调整药剂添加，检查反洗系统，减小进水量 |
| **2** | 产量大于＞100方/小时 | 产量大于＜100方/小时 | 过滤填料堵塞，反洗系统故障等 | 产水量不足导致循环水系统补水不及时 | 及时排查并检修 |

#### （四）脱盐水系统

**1 脱盐水系统流程**

生产水—→原水箱—→原水泵—→多介质过滤器—→活性炭过滤器—→软化器5um微滤—→一级高压泵—→一级RO膜系统—→二级高压泵—→二级RO膜系统中间水箱—→EDI系统—→纯水箱—→纯水泵—→管廊至用水点。

反渗透装置化学清洗流程

清洗水箱→清洗水泵→精密滤器→流量计→反渗透装置

**2 准备工作**

本脱盐水站利用厂区生产水来制备工艺用脱盐水，其工艺流程为：一级反渗透+自动混床，脱盐水系统试车程序严格执行脱盐水系统设备厂家的《2.0T/H纯水处理系统操作手册》。

**2.1系统控制参数**

2.1.1脱盐水制取原理采用反渗透装置生产，脱盐水水质要求如下：

电导率≤0.7～1.5μs/cm；

pH值6.5～8.5；

温度25℃；

2.1.2脱盐水产量：不小于2000kg/h；

2.1.3脱盐水供水压力≥0.60MPa；

2.1.4操作方式：全自动运行。

系统监测项目及标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 运行设备 | 监测项目 | 标准 |
| 1 | 多介质过滤器 | 出水浊度（手动） | <2mg/L |
| 运行压差（手动） | 0.03-0.07MPa |
| 2 | 活性炭过滤器 | 出水耗氧量（手动） | <2mg/L |
| 运行压差（手动） | 0.03-0.07MPa |
| 3 | 钠离子交换器 | 出水硬度（手动） | <0.03mmol/L |
| 4 | 反渗透装置 | 出水pH（手动） | 5.0-9.0 |
| 出水含盐量（手动） | <25mg/L |
| 5 | EDI | 出水电导率 | ≤0.5μS/cm（25℃） |
| 出水SiO2（手动） | ≤0.02mg/L |
| 出水铁（手动） | ≤0.01ppm |
| CI-（手动） | ≤0.02mg/L |
| 出水铜（手动） | ≤0.2ppm |
| 总硬度（按CaCO3计）（手动） | ≤0.2ppm |
| pH值（手动） | 7±0.5 |

**2.2脱盐水站管道的组成**

2.2.1自来水管路

2.2.2脱盐水管路

2.2.3仪表空气管路

**3 脱盐水系统联运**

**3.1目的**

脱盐水系统带负荷运转是整个脱盐水系统交付验收使用前对系统设计、安装质量的最后一道程序。

**3.2要求和步骤**

3.2.1这项试运转必须在水压试验、系统吹污后再进行；

3.2.2试运行前应做下列准备工作：

原水管中是否有压力水；

各设备手动门、气动门启闭可靠；

泵和电机具备运行条件；

各监测仪表处于备用状态；

3.2.3试运转过程中应作下列检查和记录：

检查各个设备运转情况；

系统管路上仪表动作的灵敏度；

运动部件有无异声响，各连接部位有无松动、漏气、漏水和漏油现象；

电动机的电压、电流和温升是否正常。

**4 反渗透系统操作**

**4.1开机前准备事项：**

4.1.1开启设备前，使各手动阀门处于标识状态；

4.1.2确认系统通电，电控箱内各开关处于闭合状态。

**4.2开机操作步骤：**

4.2.1把控制面板上原水泵，高压泵，纯水泵及冲洗电磁阀对应的旋转开关扳到“自动”挡；

4.2.2把总旋转开关扳到“自动”挡；

4.2.3按一下“启动/停止”按钮，使按钮闭合，此时若原水箱高于

低水位，纯水箱低于高水位，则设备开始运行；

4.2.4如需停止运行，则再按一下“启动/停止”按钮，使按钮断开设备自动停机。

**4.3预处理冲洗操作步骤：**

4.3.1多介质过滤器冲洗步骤

4.3.1.1把控制面板总旋钮及原水泵，高压泵，纯水泵，冲洗电磁

阀对应的旋转开关扳到“停止”挡；

4.3.1.2把多介质过滤器上方多路阀转至反冲位置

4.3.1.3把控制面板总旋钮及原水泵对应的旋转开关扳到“手动”挡；手动开启原水泵用自来水反冲洗多介质过滤器约10分钟。然后把控制面板原水泵对应的旋转开关扳到“停止”挡；手动关闭原水泵。

4.3.1.4把多介质过滤器上方多路阀转至正冲位置

4.3.1.5把原水泵对应的旋转开关扳到“手动”挡；手动开启原水泵用自来水正冲洗多介质过滤器约5分钟。然后把控制面板原水泵对应的旋转开关扳到“停止”挡；手动关闭原水泵。

4.3.1.6把多介质过滤器上方多路阀转至运行位置，多介质过滤器进入运行待机。

4.3.2活性炭过滤器冲洗步骤

4.3.2.1把控制面板总旋钮及原水泵，高压泵，纯水泵，冲洗电磁

阀对应的旋转开关扳到“停止”挡；

4.3.2.2把活性炭过滤器上方多路阀转至反冲位置

4.3.2.3把控制面板总旋钮及原水泵对应的旋转开关扳到“手动”挡；手动开启原水泵用自来水反冲洗活性炭过滤器约10分钟。然后把控制面板原水泵对应的旋转开关扳到“停止”挡；手动关闭原水泵。

4.3.2.4把活性炭过滤器上方多路阀转至正冲位置

4.3.2.5把原水泵对应的旋转开关扳到“手动”挡；手动开启原水泵用自来水正冲洗活性炭过滤器约5分钟。然后把控制面板原水泵对应的旋转开关扳到“停止”挡；手动关闭原水泵。

4.3.2.6把活性炭过滤器上方多路阀转至运行位置，活性炭过滤器进入运行待机。预处理冲洗再生结束后，系统可以进入自动运行。

**5 EDI装置启动程序及步骤**

5.1在将管路连接至CEDI之前，请先确认所有前级预处理设备和管路已符合清洁要求。

5.2确保所有连接至CEDI模块的管路连接正确，管路已符合清洁要求。

5.3检查所有相关的手动阀门处于正确的位置和开启/关闭状态。进水阀、产水阀、超纯水箱进水阀和浓水流量控制阀处于完全开启状态。

5.4在冲洗过程中，检查所有管路连接和阀门，确保无泄漏。如果必要的话，锁紧连接部分。

5.5确认CEDI模块至电源供电模块的接线正确。

5.6启动RO产水输送泵。调节阀门开度至设计流量和设计压力。检查设计回收率和实际回收率。一直注意检查系统压力，同时确保系统运行压力不超过模块的最高运行压力极限。

5.7在设计流量下，调节阀门直至产水压力比浓水排放压力高2-5psig。重复以上步骤，直至系统运行符合设计产水量和浓水流量。计算系统回收率，与设计值比较。

5.8开启模块电源开关，缓慢调节显示板直流电源至需要数值。注意观察出水水质。

5.9记录所有运行数据

5.10测试所有流量限位开关和相关连锁动作。确保当浓水循环流量不足时，EDI供电模块断电。

5.11继续将CEDI处于循环状态，直至产水指标达到要求。

5.12一旦EDI出水指标达标，将EDI产水阀（至后级水箱）打开，将EDI产水回流阀（至RO水箱）关闭。再次确认产水压力比浓水排放压力高2-5psig。

5.13将系统运行值与设计值比较；在系统运行稳定后（水质和流量），在日常运行数据记录表中记录运行数据。将运行模式选定在自动模式。

5.14在系统运行的第1周，定期检查系统的运行情况以确保系统正常可靠的运行。

**6 系统维护保养**

6.1脱盐水系统中的设备应根据厂家使用说明书定期检查、维护，确保能正常工作。

6.2脱盐水系统中的阀门应定期检查、维护，核实阀门是否处于正常工作状态，并确保开启和关闭自如，不应锈蚀。

6.3应定期检查脱盐水系统中各个设备的排污情况，以确保系统的正常运行。

**7 脱盐水反洗**

7.1当反渗透系统随着运行，出现下述任何一种情况，RO系统就必须清洗：

（1）产水量比初始或上次清洗后降低10--20％

（2）脱盐率下降10％

7.2RO膜化学清洗药剂柠檬酸和氢氧化钠，先碱洗后酸洗。

7.3碱洗操作方法

7.3.1清洗准备

将RO水箱制满水，关闭软化器出口阀门，确保清洗水箱，过滤器干净，通知电气连接好电路。

7.3.2清洗液的配置与混合

称取氢氧化钠5Kg，用中间水分批将其溶解混合均匀后倒入清洗水箱，手动连接管线向清洗水箱内加入RO水，使清洗箱水液位至1/2左右后关闭系统，用PH试纸测试清洗液pH值，使pH值在11左右。在加清洗液入RO反渗透膜前，要确定药品已完全溶解。

7.3.3清洗

1段RO膜清洗：连接好清洗泵出口与1段RO清洗进口，关闭一段产水阀，一段产水回流阀，手动启动清洗泵将RO膜中的原水置换，然后连接1段浓水回流与清洗水箱进液口，打开清洗泵开关，将混合好的清洗液以低压（≤0.2MPa）打入反渗透装置中，如此循环60分钟，在清洗时应监测清洗液的pH值，碱溶液在溶解无机沉淀物时会被消耗掉，因此当pH值降低0.5个单位时，就需要加碱溶液，保持pH值在11左右。

7.3.4冲洗

清洗结束后，排净清洗箱中的药液并加入RO水，启动清洗泵将RO膜中的碱液置换干净。

7.4酸洗操作方法

酸洗与碱洗的操作方法相同，使用柠檬酸（10Kg）配置pH值约为3的清洗液。

7.5冲洗

导通RO水流程，关闭产水阀，导通RO水流程，关闭产水阀，打开浓水排放阀，产水回流阀，使浓水排走，RO水排入清洗箱。待RO水pH值与原水pH值基本一样、RO水清洁、无泡沫或无清洗剂时停止冲洗。

冲洗结束后，将系统改为自动状态进行正常制水。

7.6二段RO水清洗与一段清洗相同，

7.7注意事项

①清洗操作的时候要有安全防护措施，如戴防护镜，手套、鞋和衣等。

②用到酸清洗时要考虑到通风。

③固体清洗剂必须充分溶解后，再加其他化学试剂。进行充分混合后才能泵入RO装置。

④清洗过程密切注意清洗液温度情况。切忌温度超过40℃，观察清洗水箱液位和清洗液的颜色变化，必要时补充清洗液。

**8 异常情况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| **1** | 产量＞1t/h | 产量＜1t/h | 反渗透膜或EDI异常 | 补水不及时引发锅炉停车 | 及时完成检修 |
| **2** | 产水水质标准（见设计值） | 水质不达标 | 反渗透膜或EDI异常 | 补水不及时引发锅炉停车 | 及时完成检修 |

**（五）循环水系统**

**1 概述**

循环水系统为主装置区各换热器提供冷却水，通过与工艺介质换热，吸收工艺介质热量，满足工艺设计参数的需要。从循环水系统往装置区提供冷却水的是循环水给水，与工艺介质换热后回循环水系统的是循环水回水。循环水回水通过冷却塔降低回水温度，使循环水给水温度满足工艺介质换热的需要。冷却水就是不断吸收工艺介质的热量，吸收了热量的冷却水通过冷却塔降温后以此循环为主装置区提供换热介质。

设备选型依据：根据主装置区各换热器工艺介质需要冷却水的负荷，循环水系统设计水量为4000m3/h，设计回水温度为40℃，给水温度32℃，温差∆t＝8℃，循环水设计湿球温度为26.5℃。循环水给水压力设计0.45MPa，循环水回水压力为0.1MPa，水质为弱碱性。本装置循环水系统由冷却塔、循环水池、循环水泵、反洗装置、加药装置等组成。

**2 设备基本组成**

**2.1循环水系统设备组成**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 品牌 | 型号/规格 | 数量 |
| 1 | 原水取水增压泵 | 上海/合肥凯泉泵业 | WQ5290-232-100-P | 2台 |
| 2 | 循环水泵 | 成都威克瑞 | XL500-400 | 3台 |
| 3 | 冷却塔风机 | 中航惠阳 | LF-70 | 2台 |
| 4 | 高压三相异步电动机 | 南阳电机 | YKK400-6W | 3台 |
| 5 | 冷却塔 | 江苏武南玻璃钢 | FNG-2000 | 2台 |

**2.2主要设备技术参数**

原水（嘉陵江）取水泵：

流量：125m3/h功率：37kW扬程：52m

循环水泵：

流量：2000m3/h转速：990r/min功率：400kW

扬程：55m汽蚀余量：4.8m

三相异步电动机：

额定电压：10000V工作制：S1（连续工作制）

额定频率：50Hz转速：987r/min额定功率：400kw

**备注：**该系列电动机除原水取水泵外符合GB3836.3-2000《爆炸性气体环境用电设备第3部分：增安型“e”》的规定。户外（W）、防腐（F）型符合JB9537-1999《户外、防腐防爆异步电动机环境技术要求（机座号45-710）》的规定。

冷却塔：

单塔处理水量：2000m3/h进塔温度：40℃

出塔温度：≤32℃

三相异步电动机：

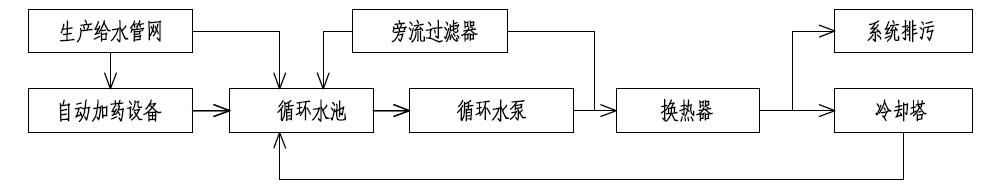
功率：90kw转速：1485r/min

电压：380V工作制：S1（连续工作制）

电动蝶阀：

电机功率：P=550W电压：380V

**3 流程简述**



由原水增压泵将嘉陵江水泵送到原水预处理系统后，经过滤处理后进入循环水池，循环水池内的冷却水经循环水泵（P-404A/B/C）进入循环水给水管网，大部分冷却水进入工艺区的各换热器与工艺介质换热，少部分经旁滤装置过滤后返回循环水池，用以稀释冷却水。从各换热器返回的循环水回水汇总后经回水总管进入冷却水塔顶部自下而上分散冷却，汇集于循环水池。配有加药加氯系统等稳水措施，用以保证冷却水水质。冷却水补水由自来水管网提供水量（设有液位计及自动控制阀，用以自动控制进水量。）

**4 主要技术参数**

**循环水系统工艺指标**

循环给水温度≤32℃

循环回水温度≤40℃

循环给水压力0.4MPa（表压）

循环回水压力≤0.12MPa（表压）

浓缩倍数≤4

循环水总量4000m3/h

补充水量（最大）64m3/h

排污水量（最大）12m3/h

**循环水水质控制指标及分析频率见表：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 控制指标 | 分析频率 |
| pH | 7.8~8.8 | 1次/天 |
| 浊度NTU | ≤10 | 1次/天 |
| 悬浮物mg/L | ≤20 | 1次/月 |
| 钙硬度（以CaCO3计）mg/L | ≤600 | 1次/天或抽检 |
| 总碱度（以CaCO3计）mg/L | ≤400 | 1次/天或抽检 |
| 氯离子mg/L | ≤50 | 1次/天或抽检 |
| 总铁mg/L | ≤1.0 | 1次/天 |
| 异氧菌总数个/mL | ≤105 | 1次/周 |
| 电导us/cm | ≤1200 | 1次/天 |

主要分析项目pH值、总硬度、Ca2＋、胺离子、Fe＋、氯离子、菌藻分析等，化验室负责分析水质情况。

**5 循环水泵启停操作**

**5.1启动前的准备工作**

5.1.1首先检查轴承箱内是否加注润滑油脂。润滑轴承用的锂基黄油的数量以占轴承体空间的1/3—1/2为宜（要定期添加更换润滑脂）

5.1.2转动泵的转子，应该轻滑均匀，用手能容易地转动转子（至少一圈），再装好联轴器防护罩

5.1.3关闭出水闸阀，向泵内注水，打开泵入口阀向泵内充满水，启动真空泵抽尽循环水泵内空气。泵不允许空运转

5.1.4检查供电系统是否正常

5.1.5检查所有的电气设备连接和接地是否完好

5.1.6检查仪表是否完好

5.1.7检查地脚螺栓是否有松动现象

5.1.8检查所有的管道、阀门是否完好，水泵与管路之间的结合面，应保证良好的气密性，尤其要检查进水管路不能有泄漏现象

5.1.9点动试车，看电机的旋转方向是否与标识一致

5.1.10通知相关岗位做好开泵准备

**5.2泵的启动及操作**

5.2.1上述准备工作完成后，启动泵，注意启动电流、出口压力及各处的泄漏情况，待转速正常后再缓慢打开出口阀（在出口阀未开的情况下，决不允许长时间的使泵运转）；如流量过大，可以适当地关小出口阀门进行调节；反之，流量过小时，将出口阀门开大，依据压力情况调节阀门开度

5.2.2本泵采用填料密封形式，应均匀地拧紧填料压盖上的压紧螺母，使液体成滴状漏出，同时注意填料腔处的温升

**5.3泵的运行检查**

5.3.1检查泵的振动、泄漏情况，检查填料是否正常，漏水应是少量均匀的，每分钟约60滴

5.3.2检查各连接部位是否有松动现象

5.3.3循环水泵轴承温度一般不应超过75℃。当环境温度达到40℃时，轴承温度不应超过90℃，当环境温度再升高时，轴承温度不应超过100℃

5.3.4运转过程中，如发现噪声或其他不正常的声音时，应立即停车，检查其原因加以消除

5.3.5用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题

5.3.6定期检查弹性联轴器部件，如密封环与叶轮配合部位的间隙磨损过大应更换新的密封环

**5.4停泵**

5.4.1慢慢关闭泵的出口阀门

5.4.2停止运行时应注意电机是否平稳停车

5.4.3切断电源后关闭泵进口阀门

5.4.4在冬季要排净泵内液体

**5.5泵的切换**

5.5.1做好启动泵的检查工作后，打开准备启动泵的进口阀

5.5.2启动泵，待启动的泵的声音、转速、压力正常后再缓慢打开出口阀

5.5.3用出口阀调整启动泵的流量、压力至正常值后关死要停泵的出口阀

5.5.4再按第4条（停泵操作）要求进行停泵操作

5.5.5检查启动泵的润滑和泄漏等情况，一切正常后，切换即完

5.5.6切换至循环水泵D泵时，要关闭现场用水点（C-501/C-502、空压机除外），确保循环水D泵流量≤200m3/h，严禁电机超电流运行。

**6 故障分析与排除**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 故障 | 原因 | 解决方法 |
| 泵不出水，压力表是显示有压力 | 1.出水管路阻力太大  2.旋转方向不对  3.叶轮堵塞  4.转速不够 | 1.检查或缩短出水管路  2.纠正电动机的旋转方向  3.清洗叶轮  4.检查电源电压，提高转速 |
| 流量不足或扬程太低 | 1.叶轮或进水管路阻塞  2.双吸密封环磨损过多或叶轮损坏  3.转速低于规定值 | 1.清洗叶轮或管路  2.更换损坏的零件  3.调整至额定转速 |
| 泵消耗的功率过大 | 1.填料压得太紧  2.叶轮与好吸密封环摩擦 | 1.拧松填料压盖  2.检查原因，消除机械摩擦 |
| 泵内部声音异常，泵不上水 | 1.吸水管阻力过大  2.吸水高度过大  3.吸水处有空气吸入  4.所吸送液体温度过高  5.流量过大而发生汽浊现象 | 1.清洗吸水管路及底阀  2.降低吸水高度  3.检查底阀，降低吸水高度，堵塞漏气处  4.降低液体温度  5.调节出水闸阀。使之在规定的性能范围内运转 |
| 水泵发生振动和有杂音 | 1.泵内吸入空气  2.地脚螺丝松动  3.转子找正本身不平衡  4.轴承磨损严重或松动，损坏  5.动静（转动部分）卡涩磨损  6.泵内吸入杂物 | 1.停泵，排出空气，重新启动  2.上紧地脚螺丝  3.停泵通知检修  4.停泵更换轴承或紧固  5.停泵更换动静卡涩  6.停泵清理杂物 |
| 电机过负荷 | 1.泵负荷过大  2.转动部分磨损、卡住或盘根压得过紧  3.保险丝一相熔断 | 1.关小水泵出口门，降低负荷  2.松动盘根或停泵检修  3．联系电气值班员处理 |
| 电机过热 | 1.三相电流不平衡 | 1.联系电气值班员处理 |

**6.1冷却塔风机故障**

6.1.1风机产生振动的原因：

叶轮旋转时碰撞机壳，此时发生异常声音，原因可能是机壳或叶轮变形；风机基础刚度不够或底架与基础连接松动；风机进出口安装不良；系统工况波动过大

6.1.2电机电流过大或温度升高原因：

电机轴承损坏；开车时进出口管道阀门关闭；电压低或电源单相断电；系统阻力过大；输送气体密度过大；输送气体温度过高

**6.2机械故障：**

6.2.1温度过高：

原因：风路受阻，旋转方向不对

处理：检查风道，调换转向

6.2.3摩擦噪声：

原因：转动零件受到摩擦

处理：查明原因，重新找正

6.2.4径向跳动：

原因：①转子不平衡②耦合机械不平衡③转子部位不正，轴弯曲

处理：①卸下转子，重新找正②重新平衡耦合机械③通知厂家

**7 故障分析与排除**

**7.1概况**

本工厂生产运行采用的加药装置控制方式为就地手动调节或自动调节加药两大种类。结构合理、操作方便、运行可靠。

**7.2特点**

化学加药装置用于循环水处理系统加药，它可将特定的化学药阻垢剂、缓蚀剂、氧化剂溶液由加药计量泵循环水系统，使系统处于良好的化学工况，以保证循环水品质达标。

**7.3投运**

7.3.1投运前的准备工作

确定各管路连接正确无误。

确定各电气线路连接正确无误。

通知打开各加药点一次门。

给各加药泵加满润滑油。加油时先将加药泵的行程调节螺杆全部旋出，再旋下油腔排气螺塞，将润滑油慢慢倒入齿轮箱，油位计至油位标测杆刻度线即可。稍后，应观察油位是否维持在油位标测杆刻度线上。最后，旋上排气螺塞。

7.3.2溶液罐蓄水

打开进水阀门，向各溶液罐注入除盐水至调试确定刻度。

7.3.3配制加药溶液

氧化剂溶液的配制

打开溶液箱进液阀，氧化剂注入至调试确定刻度。启动搅拌电机匀和溶液。

磷酸盐溶液的配制

打开加药盖，加入调试确定的量的阻垢剂。启动搅拌电机匀和溶液。

7.3.4投运

确定加药泵加满润滑油。

确定加药泵进、出口阀门已打开。

确定加药泵内充满液体。

检查加药泵马达旋转方向（俯视时，马达旋转方向为逆时针方向）。

启动加药泵马达，运转10—20秒，停泵20—30秒，听听马达和转轴有无异常声音。

进行泵的走合期运行。先将泵的柱塞行程调节到20%，运行2小时，再将泵的柱塞行程调节到50%，运行2小时，最后将泵的柱塞行程调节到80%运行2小时后才可投入正常运行。

**7.4加药控制**

药泵、注药泵、搅拌器、电磁阀的工作方式

加药泵以两种状态运行：

在手动状态下，依靠按钮启停，泵电机在工频电压下工作，输出药量大且固定不变；在自动状态下运行，泵电机的工作电压和频率是变化的，它取决于各被加药介质中调节量的测量值，此值以4～20mA的形式送到本装置，进入变频器，通过变频器内置的PID功能，计算并输出泵的工作电压和频率，控制加药量。自动状态中，泵启动后一直工作，而当输入的4～20mA通过PID运算后的输出频率大于变频器的启动频率，泵才启动。

注药泵：手动启、停，正常工作时，由计量箱中的液位开关（当箱中的液位高时）停止泵。

搅拌器：手动启、停，正常工作时，由时间继电器控制停止工作。时间继电器设定20min。

主/备用切换：

一台备用泵支持二台主泵，在手动状态时，按钮启停备用泵，通过手动开闭阀门，代替相应的主泵，也可二泵、两阀同时工作，备用泵支持主泵工作。

搅拌器工作：

按搅拌器启动按钮，搅拌器工作。

工作20min（时间继电器设定值）后，搅拌器停止。也可按停止按钮停止。

注药泵工作：

按注药泵启动按钮，注药泵工作，向计量箱注药品。

随着注药泵工作，计量箱中的药品液位升高，至液位开关设定点，停止泵工作。也可按停止按钮停止。

**7.5自动运行**

将状态选择按钮（钥匙按钮）打至“自动”位置。

主泵工作：

当状态选择按钮处于“自动”位置，启动变频器。系统反馈信号4～20mA进入变频器，通过变频器内置的PID功能，计算并输出泵的工作电压和频率，控制加药量。自动状态中，泵启动后一直工作，而当输入的4～20mA通过PID运算后的输出频率大于变频器的启动频率，泵才启动。

备用泵工作：

当主泵故障热继电器保护动作或拨动主泵/备用泵选择开关，备用泵自动代替主泵工作，同时相应的阀门需打开工作。

搅拌器与注药泵运行操作与手动状态一致。

**7.6故障指示**

每支泵的热继电器动作，都有指示灯指示。

溶液箱液位低、液位低低，有相应的指示灯指示。

**7.7定期试验**

可能出现的故障和产生原因及解决方法：

7.7.1加药泵完全不输液

电气故障，马达不工作；检查电气线路是否短路或过载。

7.7.2加药泵出口流量偏小

加药泵空吸；重新配制加药溶液。

加药泵吸入口管路泄漏；检修加药泵吸入口管路。

7.7.3加药泵运动部件发热

润滑油量不足；加满润滑油。

加药泵有卡涩现象；检修加药泵。

7.7.4加药泵输液时有冲击振动

加药泵吸入口管路漏气；检修加药泵吸入口管路阀门泄漏。

加药泵零部件损坏；检修加药泵。

7.7.5管路元器件泄漏

检修管路元器件。

**7.8使用操作注意事项**

7.8.1配制好符合浓度要求的化学溶液。

7.8.2搅拌器的开启和停止根据需要而定。

7.8.3启动计量泵之前应将泵前后的进液口和出药口处的阀门打开、关闭计量泵之间的隔离阀门。

7.8.4启动计量泵，向系统加药。

7.8.5在加药过程中，经常巡视溶解箱液位变化，并及时补充加药溶液。

7.8.6在运行中如工作泵出现故障应及时切断工作泵电源，开启、关闭相应的阀门，启动备用泵，继续加药。

7.8.7应视情况对液位计排污、清洗过滤器。

7.8.8按计量泵使用说明书规定，更换添加润滑油。

7.8.9检修更换压力表时，须将稳压器内的溶液倒干净后再装压力表。

7.8.10保持设备及现场环境整洁。

#### （六）消防系统

**1 消防给水加压泵站简介**

消防给水加压泵站担负着向生产装置以及办公大楼等供应消防、冷却水和消防泡沫。消防给水加压泵站包括消防水池，泵2台、稳压设备1套（含配套的稳压泵2台）以及隔膜型泡沫比例混合装置1套。为保证消防给水系统的压力，稳压设备正常处于使用状态，消防泵组投入自动状态，以便可以随时投入使用，扑灭一切火灾事故。消防水池溢流排入全厂雨水系统。本项目的消防水系统主要由室外消火栓系统、室外固定消防水炮系统、室内消火栓系统、液化天然气储罐和冷剂储罐固定消防冷却水系统（简称储罐喷淋系统）组成。消防泵房引出两路消防管道，在厂区成环布置，供给厂区各消防水系统用水，消防管网主管管径为DN500。

**2 隔膜型泡沫比例混合装置**

**2.1工作原理**

压力水在流经混合管路时有部分水经进水管路进入贮罐内，贮罐内与主管道上压力平衡，同时适量的泡沫液经出液管流入混合器，并与压力水按比例自动混合成泡沫混合液。泡沫混合液被输送至泡沫产生器、泡沫枪、泡沫炮或其他泡沫设备，产生空气泡沫扑救甲、乙、丙类液体火灾及木材、纸张、纺织品等固体火灾。

**2.2基本结构**

混合装置采用压力式比例混合形式，由罐体、混合器管路、进水管路、出液管路。排气管路、排液管路、位标、压力表和安全阀等组成，各管路上均设有相应阀门。

隔膜型贮罐内装有高强度橡胶膜，橡胶膜将泡沫液与罐内的水隔离开来，这样使用后所剩的泡沫液仍可使用，避免了泡沫液的浪费。在使用水成膜泡沫液时，橡胶膜还可避免罐壁上的铁离子接触泡沫液，从而影响水成膜泡沫液的性能。因此系统使用水成膜泡沫液时必须选用隔膜型混合装置。

**2.3隔膜型混合装置操作**

**2.3.1所有阀门平时均处于关闭状态。**

**2.3.2加液**

打开排气阀及位标显示阀，从加液阀处加入泡沫液，加液时观察位标，位标满后即停止加液。若停止加液后位标回落说明为假性充满，应继续加液。加满后关闭所有阀门。为防止泡沫液在位标管上结垢，应将排空阀打开放尽位标管中的泡沫液后再关闭。

**2.3.3调试**

调试时只需加入装置容积25%或1m3（两者取小值）的泡沫液。消防验收调试时若要测泡沫液混合比，应直接与制造商联系加液量事宜。系统调试时先开通压力水，再开进水阀进水及排气阀、进行排气，若出水阀、出液阀有水或泡沫液流出则应分别关闭。待装置上压力表显示与主管道基本一致时打开出液阀，输出泡沫液。欲停止喷射泡沫液时，先后关闭出液阀、进水阀，待管路冲洗干净后可停止系统工作。然后打开排空阀卸压，待装置压力复零后开阀排尽罐体中的水，再关闭所有阀门待重新加液。

**2.3.4工作**

备用状态下装置内应灌满泡沫液。使用时先开进水阀，待装置压力与主管道基本一致时打开出液阀即可输出泡沫液。其后步骤同第3条所述。

**2.3.5自动控制**

需自动控制贮罐操作时，进水阀及出液阀必须是电动或气动阀门，同时还应在贮罐上安装电接点压力表。

**3 稳压设备**

**3.1设备组成及工作原理**

本套设备由囊式气压水罐、稳压泵、连接管路、阀门及电接点压力表组成，本套设备不含电气控制部分。其在消防系统中的作用是：囊式气压水罐用来储能，使用前已充压氮气，正常工作时无需进行补气操作。水泵的运行由电接点压力表控制，设备投入正常运行后，当系统压力降至设定的稳压压力下限时（由电接点压力表决定），启动稳压泵补水增压；当压力上升至设定的稳压压力上限时，则停止泵的运行。压力再次下降至下限值时，再次启动水泵，如此循环往复，维持消防管网的水压。当火灾发生时，消防用水量激增，此时稳压系统将止不住管网压力的下降。当压力下降至消防泵启动压力时，消防泵启动供水。

**3.2设备调试**

**3.2.1**本设备最好在电气控制部分也安装好后进行整体调试；

**3.2.2**检查管路系统、电气接线，以及控制柜内各调整元件整定值是否正确；

**3.2.3**将电接点压力表上下限值分别调整至所需的稳压压力范围；

**3.2.4手动试验**

打开水泵进出口阀门，关闭总出口阀，选择手动工作方式，手动运行稳压泵，检查泵的运转是否良好、囊式罐的稳压是否有效。打开总出口阀，向管网充水（管网内最好已充满水，但无压力），检查管网有无泄漏并使管网内压力上升至要求的压力值。

**3.2.5自动试验**

选择自动方式，微开泄水阀（模拟泄漏），当管网压力降至稳压下限时稳压泵应自动启动，关闭泄水阀，当压力升至稳压上限时，稳压泵应自动停机。

**3.2.6正常运行**

设备调试正常后，将设备进出口阀门全开，电源置于合上状态，工作方式置于自动挡，则整套稳压设备处于自动运行状态。

**3.2.6临时操作**

因消防管网检修等原因需对管网进行泄压时，要关闭囊式气压水罐进出口，并关闭稳压泵进出口。

**4 电动消防泵组**

**4.1概况**

电动消防泵组以电机为动力的消防泵组，配备有电机的降压启动柜及消防泵的自动控制柜。自动控制柜可接收火警信号或管网压力信号来实现消防泵的自动启动。

电动消防泵组有操作维护简单、对环境要求低、噪音低等特点。为了确保全厂的消防需要，同时配备了柴油机消防泵组作为备用。

**4.2泵组启动、运行和停车**

**4.2.1启动**

通常情况下消防泵进口阀应为常开，不工作时出口阀门是常闭的。起动时应确认消防泵的旋转方向无误（对电动机组可在安装后通过点动来判断）及进出口阀分别为常开及常闭，然后起动消防电泵。当泵全速运转后逐渐打开出口阀门调节到工况点。同时，将电泵的运转方式投入到变频模式，依据实际需要调节电泵负荷。要指明的是，在湿式管网系统中出口阀是常开的。

**4.2.2运行**

运行时应检查泵轴封的泄漏情况，机械密封的泄漏量应小于3滴/分钟（否则应更换机械密封），填料密封的泄漏应为点滴（否则应微松或压紧、更换盘根）。还应观察或测量轴承的温度，其温度不可超过75℃，温升不可超过35℃。运行中若泵组有异常声响应停泵检查。

**4.2.3停车**

停泵前应先关闭泵组出口阀，然后再停电机。如长期停泵且环境温度低于5℃时应排尽泵内的水以防冰冻。

**4.2.4故障及排除**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 故障现象 | 可能的原因 | 排除方法 |
| 水泵不出水 | a．进出口阀门未打开，管路或流道堵塞  b．电机转向不对，或电机缺相转速慢  c．吸入管漏气  d．泵没灌满水，腔内有空气  e．进口供水不足  f．管路阻力过大 | a．开阀，去除堵塞物  b．调整电机方向，紧固电机接线  c．拧紧各密封面，排除空气  d．旋开排气塞排除空气  e．停机调整  f．减少管路弯道等 |
| 水泵流量不足 | a．管路、流道部分堵塞  b．电压偏低，转速低  c．口环磨损 | a．去除堵塞物  b．稳定电压  c．更换口环 |
| 功率过大 | a．流量过大  b．吸程过高  c．泵轴承磨损 | 1．关小出口阀门调节流量  2．降低吸程  3．更换轴承 |
| 杂音振动 | a．管路支撑不稳  b．液体内混有气体  c．产生气蚀  d．轴承损坏  e．电机超载发热运行  f．消防泵轴与电机轴不在同一中心线上 | a．稳固管路  b．排气  c．检查气蚀原因并排除  d．更换轴承  e．按5调整  f．将消防泵轴与电机轴对准 |
| 电机发热 | a．流量过大，超载运行  b．电机轴承损坏  c．电压不足 | a．关小出口阀  b．更换电机轴承  c．稳定电压 |

**注：**上述分析主要针对电动消防泵组而言，柴油机泵组与之的区别主要在于：取决于转速控制机构（如油门、伺服机构等）的动力，转速偏低时会造成扬程不够、流量不足；消防泵大流量工作时油机可能会冒黑烟、开锅（散热水箱内水沸腾）。

**5 柴油机消防泵组**

**5.1概况**

高速柴油机消防泵由无锡动力工程股份有限公司生产的WD269TAB48型柴油机为动力，为全厂提供消防安全保障。

柴油机消防泵主要工艺参数为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 轴功率 | kW | 422 |
| 扬程 | m | 100 |
| 转速 | r/min | 1500 |
| 流量 | m3/h | 1150 |

**5.2机组的结构**

自动机组由柴油发动机、底架、热交换器及膨胀水箱、冷却水管路、弹性联轴器、水泵、柴油箱及其管路、机旁接线盒、蓄电池及其支架和控制屏等设备组成。水泵通过弹性联轴器与柴油机直接连接，共同安装于公共槽钢底架上。发动机水套内部的水的冷却由外部冷却水经热交换器进行冷却。外部冷却水由水泵出口管路引出，经减压阀（铜闸阀）减压后进入热交换器。热交换器和膨胀水箱也安装在底盘上。控制屏与机组采用分体式，两者通过控制电缆、信号电缆、动力电缆连接，电缆连接机旁接线盒内端子排和控制柜端子排。

**5.3柴油机消防泵组的使用**

**5.3.1自动机组的功能**

**5.3.1.1柴油机冷却系统预热**

为保证机组在寒冷气候时随时投入运行，需对机组冷却水系统进行预热，预热装置采用电加热式预热装置（交流220V），水温宜控制在40℃～55℃之间（该温度值可在加热器上设定）。使用时应确认柜内空气开关已闭合，并柜面按钮打开预热系统。该系统无手动/自动分别，当柴油机在运转后，水温如超过原设定值时，电加热式预热装置会自动断路，且无须人工复位。

**5.3.1.2自动保护功能**

（1）启动保护：若机组三次启动不成功，输出启动失败信号并闭锁自动工作系统。蜂鸣器报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，声报警消失，报警指示灯转为平光指示。

（2）水温高保护：机组在运行过程中，若出现水温≥95℃故障时，蜂鸣器立即报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，声报警消失，报警指示灯转为平光指示。

（3）油压低保护：机组在运行过程中，若出现油压≤0.07MPa（各种柴油机该值均不同，用户可通过控制柜自检功能查得该值）故障时，立即发出声光报警，蜂鸣器报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，声报警消失，报警指示灯转为平光指示。柴油机不停机。

（4）超速保护：机组在运行过程中，若出现转速超过额定转速10%（或15%）故障时，立即发出声光报警，蜂鸣器报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，声报警消失，报警指示灯转为平光指示。同时柴油机降速并立即停机。

（5）燃油油位低保护：机组在运行过程中，若出现燃油油位低于规定高度时，蜂鸣器立即报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，声报警消失，报警指示灯转为平光指示，直至油位恢复正常为止。柴油机不停机。

（6）电瓶电压低保护：在机组处于集控状态待命时，当电瓶电压低于22V（或10V）时蜂鸣器立即报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，报警声消失，报警指示灯转为平光指示，且一直保持到电压恢复正常为止。

（7）充电失败保护：在机组处于集控状态待命时，当发生充电故障时，蜂鸣器立即报警，报警灯闪烁，按消音按钮消音，报警声消失，报警指示灯转为平光指示。

上述（1）、（4）项报警信号均有自锁功能，只有现场人员排除故障后，将系统重新上电复位后，才能继续工作。

**5.3.1.3自动充电功能**

为保证机组的启动和控制用电，该机组采用两套充电装置。柴油机自带发电机在机组正常运行时为电瓶充电。控制屏柜内浮充电装置在机组处于集控状态待命时，通过220V交流电为电瓶进行浮充电，同时保证控制屏用电。当机组接收启动指令时，自动切断浮充电装置，当机组自动停机后，自动结合浮充电装置。该装置以28V高电位为蓄电池充电，当蓄电池电量充足时，充电器会自动减小充电电流以保护蓄电池。并且当该装置发生故障时（包括断路等），控制柜会发出声光报警。

**5.3.2启动前的准备工作**

**5.3.2.1柴油机部分**

1）柴油机进气管道连接是否密封可靠；

2）排气波纹管安装后是否处于自由状态；

3）是否已避免外部水源从排气管进入柴油机；

4）排气管中是否清洁无异物；

5）机房是否有良好的通风条件；

6）冷却水是否选用处理后的软化水或蒸馏水；

7）加水过程是否已充分排气并使水箱保留5%的空间；

8）冷却水管路连接是否可靠无渗漏；

9）柴油机热交换器进水管路上的手动阀门是否处于全开状态；

10）润滑油是否选用粘度适当的机油；

11）是否按要求将机油液面加注到油尺的L－H之间；

12）燃油是否选用的是0号或－10号轻柴油；

13）燃油箱、管路是否满足使用要求；

14）蓄电瓶是否满足启动电机对电压、容量的使用要求；

15）启动机连接导线是否已符合要求。

**5.3.2.2水泵部分**

1）管路系统是否已进行清洗；

2）管路是否加了支撑；

3）管路系统是否泄漏或松动；

4）填料压盖是否压得过紧；

5）轴承润滑油或润滑脂是否已加足；

6）是否已排空泵入口管线内的空气；

**5.3.3操作部分**

1）柴油机仪表、开关是否正常；

2）自动控制柜与柴油机之间的连接电缆是否连接牢靠；

3）停机电磁铁工作是否正常；

4）转速电动执行机构动作是否正常。

**5.3.4自动化机组的手动操作**

5.3.4.1机组启动

启动前先切断浮充电器。

1）手动/自动开关切换到手动挡，如有声光报警可通过“消音”按钮消音；

2）总开关接通系统电源；

3）压下启动按钮直至柴油机启动为止。一般一次不宜超过10s。

5.3.4.2机组运行

发动机在怠速（发动机空转时一种工作状况）工作一段时间后，按下升速按钮，发动机转速从怠速上升到额定转速。

初次操作期间，在机组处于额定工况运行时，调节冷却管路上的铜闸阀，将热交换器进口压力调节到0.18－0.2MPa（g）。该压力值调整后，可将该阀门的手柄取下，保持该阀门的开度。

5.3.4.3机组停机

1）水泵出口阀门应逐渐关小，以减小负载

2）按下降速按钮，使柴油机转速下降到怠速

3）在怠速下工作3－5分钟，压下停机按钮直到柴油机停止工作为止。

柴油机组运行期间，必须经常注意仪表盘上的各仪表指示值是否正常，注意排气烟色、运行声响、通风及热状态，发现异常时应停机检查。

**5.4柴油机消防泵组的维修保养**

按规定，柴油机消防泵组必须每星期启动一次，并且每次启动必须带载运行直至柴油机冷却水温达到正常运行温度，运行时间不小于3分钟。对机组的维护保养还须注意以下几点：

5.4.1注意在冬季节对柴油机、水泵的保温，防止因水温低而冻坏设备。室温宜保持在5℃以上。

5.4.2蓄电池初次使用前，加足电瓶液后宜进行充电。

5.4.3每天检查柴油机启动电瓶的电压和蓄电池电解液高度。保持蓄电池、蓄电池端子、接线的清洁，接触良好。

5.4.4在运转一段时间后，检查消音器及排气管道，清除积碳，防止火花产生。

5.4.5在运转一段时间后，检查水泵的盘根密封是否磨损，必要时及时更换。检查水泵的润滑脂是否损耗。

5.4.6对机组应当定期检测其对中情况，因为基础下沉、老化，轴承磨损，热变形、建筑结构载荷发生变化等情况均有可能影响机组对中。

5.4.7贮油箱应当尽可能始终保持充满，最低不能少于油箱容量的50%。加油时，应确保排除水分和杂质。

**6 消防水炮维护和保养**

本装置配置消防水炮15套，在发生火灾时，能集中力量进行火灾扑救。消防水炮在装置区的具体分布：主装置区9套、LNG储罐区4套、LNG装车站2套。

6.1消防水炮应在使用压力（0.8～1.1MPa）范围内使用。

6.2每周进行一次检查，确认炮的完好性和操作灵活性，由于消防水炮是有一定危险度的设备，所以在使用前如果发现紧固件松动，应及时修理，使炮一直处于良好的使用状态。

6.3每季度对回转动部位进行润滑，用注脂腔向注脂孔注入锂基脂润滑油，以保证转动灵活。

6.4射水操作时，松开锁紧螺钉，调整好炮的喷射方向和角度，然后提高至所使用的压力，使得射水的效率达到最高。

6.5转动射流调节环即可实现水的直流变换为水雾，或将水雾变换为直流。

6.6每次使用后，应喷射一段时间的清水，然后将炮内水放净，以免里面有很多杂质，降低其使用寿命。

6.7喷射时，炮口前严禁站人。

6.8非工作状态下，炮应置水平状态，并用防雨布盖好。

**7消火栓及消防水带箱**

本装置由于其特殊的生产性质，发生火灾、爆炸事故后，具有影响范围广、爆炸危险性大、燃烧速度快、容易出现立体形式燃烧等特点。因此，及时扑救或控制初起火灾，控制火灾蔓延，保护邻近设备极为重要。消火栓及消防水带箱共计配置34套，分别布置在装置生产区周围，供自救消防车使用。具体分布：主装置区13套、LNG储罐区7套、公用工程区5套、综合楼2套、LNG装车站3套、LNG罐车停车场4套。

**8地下管网**

8.1消防水系统的地下管网延伸到整个厂区的每个角落，是最大的地下管道设施。消防水系统管网不仅在装置正常生产期间要起保护作用；而且在装置全面大修（面临大面积的动火作业）期间，同样要起到保护作用。因此，消防水系统管网必须连续、长期处于应急备用状态。

8.2消防水系统地下管网在管网干线及每一支线上，分段设置阀门，保证在管网的任意位置出现设施漏、损坏等情况时，能在最少影响管网运行的情况下进行隔离维修。避免为了维修一处消防栓而被迫停掉整个装置的消防水。

8.3对消防管网阀门井要定期检查，清除井中的杂物，并对阀门加润滑脂，确保阀门灵活好用。

**9 消防器材使用操作及维护保养**

9.1灭火器的使用操作及维护保养

灭火器是一种轻便的灭火工具，它主要用于扑救初起火灾，控制蔓延。不同种类的灭火器，适用于不同物质的火灾，其结构和使用方法也各不相同。灭火器的种类很多，按其移动方式可分为：手提式和推车式；按驱动灭火剂的动力来源可分为：储气瓶式、储压式、化学反应式；按所充装的灭火剂则又可分为：泡沫、干粉、二氧化碳等。

A.干粉灭火器：

⑴干粉储压式灭火器（手提式）是以氮气为动力，将筒体内干粉压出。适宜于扑救石油产品、油漆、有机溶剂火灾。它能抑制燃烧的连锁反应而灭火。也适宜于扑灭液体、气体、电气火灾（干粉有5万伏以上的电绝缘性能）。有的还能扑救固体火灾。

干粉灭火器不能扑救轻金属燃烧的火灾。

⑵使用时：将灭火器提到距火源适当距离后，站在火源的上风向，先上下颠倒几次，使筒内的干粉松动，然后让喷嘴对准燃烧最猛烈处，拔去保险销，压下压把，灭火剂便会喷出灭火。灭火时要接近火焰喷射；干粉喷射时间短，喷射前要选择好喷射目标，由于干粉容易飘散，不宜逆风喷射。

⑶干粉推车使用时，首先将推车灭火器快速推到火源上风向近处，拉出喷射胶管并展直，拔出保险销，开启扳直阀门手柄，对准火焰根部，使粉雾横扫重点火焰，注意切断火源，控制火焰窜回，由近及远向前推进灭火。

⑷维护保养：每月定期对灭火器进行一次自检，自检内容包括：

①检查压力表指示位于绿区和黄区时可以正常使用，位于红区时停止使用。

②检查铅封有无脱落，胶管有无裂纹，检查喷嘴有无堵塞。

③检查灭火剂有无结块。

④检查灭火器是否在校验期内。

B.二氧化碳灭火器

二氧化碳灭火剂，起窒息作用。可用于B类、C类及600V以下带电火灾，不适用A类火灾。

灭火时只要将灭火器提到或扛到火场上风向，在距燃烧物5米左右，放下灭火器拔出保险销，一手握住喇叭筒根部的手柄，另一只手紧握启闭阀的压把。对没有喷射软管的二氧化碳灭火器，应把喇叭筒往上板70-90度。使用时，不能直接用手抓住喇叭筒外壁或金属连线管，防止手被冻伤。灭火时，当可燃液体呈流淌状燃烧时，使用者将二氧化碳灭火剂的喷流由近而远向火焰喷射。如果可燃液体在容器内燃烧时，使用者应将喇叭筒提起。从容器的一侧上部向燃烧的容器中喷射。但不能将二氧化碳射流直接冲击可燃液面，以防止将可燃液体冲出容器而扩大火势，造成灭火困难。

使用二氧化碳灭火器时，在室外使用的，应选择在上风方向喷射。在室内窄小空间使用的，灭火后操作者应迅速离开，以防窒息。

燃烧是剧烈地发光发热的化学反应，其三个基本条件是：可燃物，助燃物，火源。因此，围绕着火的三要素，确定灭火的方法有：

冷却法：就是降低着火温度，消除燃烧条件。

隔离法：就是将火与可燃物质隔离，不使燃烧蔓延。

窒息法：就是使可燃物与助燃物隔绝，燃烧物得不到空气中的氧，不能继续燃烧。

抑止法：也叫化学反应中断法。是灭火剂参与到燃烧反应过程中去，使燃烧过程中产生的游离基消失，而形成稳定分子或低活性的游离基，从而使燃烧的化学反应中断。

自燃：有些可燃物质受到水、空气、热、氧化剂或其他物质的作用时，虽未接触到火源，也能自行燃烧，这种现象称为自燃。

闪燃：液体遇到高温，散发出气体，气体一接触火焰发生转瞬即逝的燃烧，这种现象称为闪燃，出现闪燃的最低温度称为闪点。

A类火灾：固体物质火灾，如木材、棉、布、塑料等引起的火灾；

B类火灾：易燃液体和可融化固体物质火灾，如油品、油脂引起的火灾；

C类火灾：气体火灾，如天然气、煤气等引起的火灾；

D类火灾：金属火灾，由钾、纳等引起的火灾。

#### （七）冷冻水系统

**1 基本参数：**

本系统专为T-101出口天然气冷却

数据表：

设备型式：水冷式螺杆式双机头设备型号：LSBLG780DT

设备名称：冷冻水机组

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 制冷量 | 854.5kW（380V）（设计工况） | 制冷剂 | R407C |
| 冷冻水供/回水温度 | 10/20℃ | 冷冻水流量 | 73.5m3/h |
| 水泵输送介质 | 冷冻水 | 粘度 | 0.8@30℃，最大1.7，cp |
| 设备入口压力 | 额定0.60MPa，最大0.75MPa | 冷却水流量 | 178m3/h |
| 冷却水供/回水温度 | 32/37℃ | 设计环境 | 夏39.0℃冬-4.9℃ |

**2 机组工作原理：**

机组是利用卡诺循环原理来实现制冷循环，制冷系统由压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器组成，用管道将其连成一个封闭系统，内部充注一定量的制冷剂。

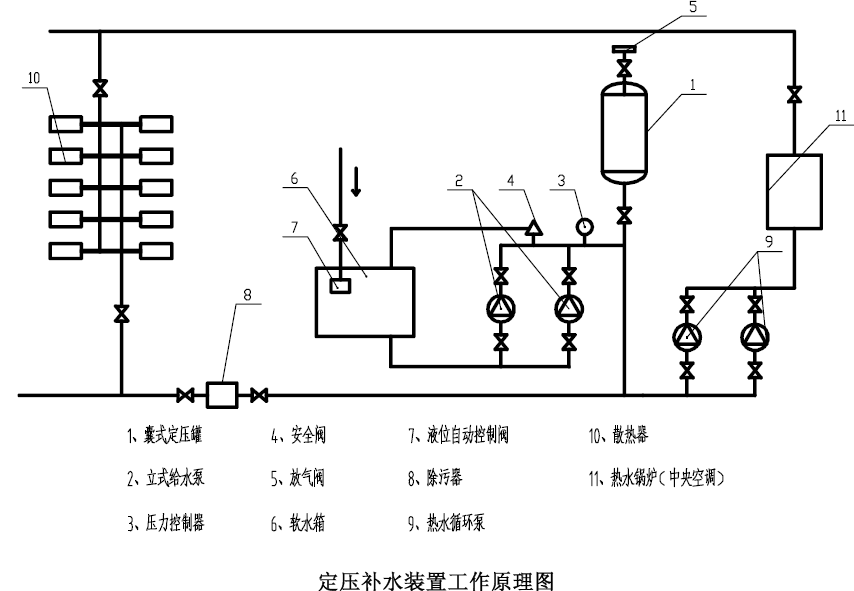
机组工作时，制冷剂蒸汽被压缩机吸入，经压缩机压缩成高温、高压气体，排入冷凝器，被流经冷凝器的冷却水带走热量；高温、高压的气体被冷凝成过冷液体，制冷剂经膨胀阀节流减压，变成低温低压的气液两相混合物进入蒸发器，在蒸发器内，制冷剂不断蒸发并吸收流经蒸发器冷水中的热量，从而使水温降低，蒸发器内的制冷剂吸热汽化为蒸汽后，被压缩机吸入。进入下一步循环，如此不断循环，从而达到降低冷水温度的目的。该机组可提供-5℃~13℃的冷水，机组冷水的出水温度在5℃~13℃时，可用水作为载冷剂；当机组冷水的出水温度在<5℃~-5℃时，需用质量浓度不超过30%的乙二醇溶液作为载冷剂。

冷冻系统流程图

冷却循环水供/回温度：32/37℃。32℃的冷却循环水经过水冷螺杆式冷冻水机组内的水冷冷凝器后，温升至37℃再回至冷却水总管。（开式系统）

冷冻站系统冷冻循环水流程由1个循环环路组成，即冷冻站系统内冷冻水循环环路。冷冻循环水供/回温度：10/20℃。（闭式系统）

补水定压系统采用自动囊式定压补水装置，其利用气体的可膨胀性进行工作。它主要由囊式定压罐、水泵、压力传感器、控制箱、安全阀、底座，以及连接管路等组成。当系统内温度升高时水的体积增大时，系统压力增大，这时会有部分水进入囊式定压罐的胶囊中，胶囊膨胀会压缩罐内的气体，直到系统的压力和罐内的压力达到平衡为止。当系统中水的体积减小，系统压力降低时，罐内的气体膨胀将囊中的水压回系统。如果这些补水量仍不能满足系统需要水量，水泵启动补水。水泵的启动与停止动作由系统的压力传感器和智能控制器进行控制。智能控制器有两个设定压力点，一个是水泵启动压力P1，一个是水泵停止压力P2，当通过囊式定压罐补水后系统压力仍达不到P1时，控制箱控制水泵开启向系统补水，当补到系统压力和罐内压力大于P2时，水泵停止。



**3 机组开机操作步骤：**

3.1依照《电器操作说明书》开启操作界面；

3.2接通主机电源过电6小时；

3.3在操作界面上选择“自动”控制方式；

3.4启动水泵和冷却塔风机；

3.5开启机组主机；

3.6观察主机启动运转情况；

3.6.1若机组运行正常，记录当前运行数据；

3.6.2如果出水温度≤15℃则哪个末端装置，并记录当前运行数据；

3.7按要求定期记录运行数据（巡检报表）。

3.8冷冻水系统的调试

运行前要确认系统管路上的水阀均已打开，系统已注满水，管路中的空气已排空，水泵试运转正常。

逐台启动，系统的冷冻水泵全部投入运行。注意检测水泵电机电流，运行电流应不大于水泵设计工况点电流。

检测蒸发器进出口的水压差，测定蒸发器水流量，调节蒸发器进出口水阀开度，控制蒸发器水流量符合系统设计要求。

检测表冷器进出口的水压差，测定表冷器水流量，调节分水器、集水器和表冷器进出口水阀开度，控制表冷器水流量符合系统设计要求。

应对小系统单独运行进行实验，尽量做到大小系统从并联运行切换到小系统单独运行时，系统运行正常，水流量满足运行要求，不必对系统手动水阀进行再次调节。

3.9冷却水系统的调试

运行前要确认系统管路上的水阀均已打开，系统已注满水，管路中的空气已排空，水泵试运转正常。

逐台启动，系统的冷冻水泵全部投入运行。注意检测水泵电机电流，运行电流应不大于水泵设计工况点电流。

检测冷凝器进出口的水压差，测定冷凝器水流量，调节冷凝器进出口水阀开度，控制冷凝器水流量符合系统设计要求。

调试完毕，系统中手动水阀均应保持运行时的开启状态。

3.10补水定压系统的调试

装置初次使用，接入系统后，打开定压罐顶部的排气阀进行排气。

将水泵与补水箱连接，接通控制箱电源，水泵开启，装置进入工作状态。

**4机组停机操作步骤：**

4.1关闭机组主机；

4.2待出水温度≥10℃时关闭水泵和冷却塔风机；

4.3断开主机电源；

4.4关闭并锁好主机电控柜门同时悬挂“备用”标牌；

4.5停止末端设备运行；

4.6记录机组状态。

**5注意事项：**

5.1机组内压缩机配有保护性加热器，在停机备用期间请勿切断总电源，第一次开机或长期停机后再开机，必须将机组总电源接通12小时以上方可开机；

5.2冬季不使用该设备，期间应把水冷凝器、干式蒸发器内的水排尽，防止温度过低冻坏冷凝器和蒸发器；同时切断电源。

5.3当机组保护停机后应排除故障后方可启动；

5.4机组只能添加厂家指定的制冷剂和冷冻油。

5.5严禁频繁操作主机启动开关。频繁地操作会大大降低机组使用寿命，甚至造成损坏（每小时启动不得超过五次）

**（八）火炬系统**

1火炬运行条件

1.1火炬系统吹扫完成；

1.2火炬系统置换完成；

1.3门站已投入使用；

1.4装置界区引入原料气。

2安全措施

2.1在火炬开车过程中必须贯彻“安全第一、预防为主”的方针，安全工作必须贯彻在开车的全过程；

2.2在加装盲板和拆除盲板时必须办理盲板抽堵作业证；

2.3开车现场要用警戒线隔离防止不相关人员进入作业区域；

2.4现场操作人员必须佩戴好劳动防护用品；

2.5火炬开车必须在负责人统一指挥下进行；

2.6带压设备及管线在未经允许的状况下不可私自开启任何阀；

2.7检查所有高点放空和低点排净，以确认所有的烃类已被排净；

2.8N2置换合格。

3开、停程序

3.1开车

3.1.1点火器送电，打开引火火炬气动阀；

3.1.2再打开长明灯气源的气动阀；

3.1.3点火；

3.1.4引入燃料气，关闭引火火炬，长明灯始终保持点燃.

3.2停车

3.2.1停止燃料气供应；

3.2.2用N2吹扫火炬管线，在低点和高点检测可燃气体含量，直至合格为止；

3.2.3打开火炬系统的低点排净和高点放空，直至低点排不出液体为止，泄压至常压；

3.2.4待吹扫合格后火炬与系统可靠隔离，在与系统所有的连接处加装盲板；

3.2.5在所有的排火炬的安全阀以及安全阀副线加装盲板。

3.3火炬点火操作

3.3.1通过放散阀和手动释放将冷剂和低温设备里的介质排放到冷火炬。两个DCS控制的卸压阀、碳尘过滤器下游的HV-21715和制冷吸气罐顶的卸压阀HV-31410都连接到了火炬。这些阀门是用于在紧急卸压时从控制室操作卸压所用。在制冷剂储存区，V-401、V-402、V-403、V-404、V-405、V-406和V504的放散阀均排放至火炬。

3.3.2火炬分离罐V-701，是用来收集火炬头流体内夹带的液体。电加热器设在火炬分离罐上，将液体加热汽化后送到火炬。该分液罐防止液体夹带在火炬头积聚从而在大流量的情况下被带至火炬之上，或造成火炬系统背压升高及造成火炬周围下起“火雨”。电加热器是由温度控制，LI-71208加热器逻辑控制。

3.3.3装置运行期间必须遵循设计理念从各装置的端头通入惰性气体及吹扫气由上游向下游不间断对全部管线及设备进行连续吹扫，火炬筒体下部的氮气吹扫限流阀必须常开，避免因管网泄漏或始端吹扫气中断致回火事故发生。

3.3.4将现场PLC控制屏上“自动/手动/现场”选择开关（SA0）置于“手动”位置，其他旋钮开关处于“关闭”状态。

3.3.5打开氮气和燃料气管路所有压力表和压力开关阀门，其他阀门关闭。

3.3.6氮气压力低指示灯闪烁，燃料气压力低指示灯闪烁，蜂鸣器（HB）响，按（SB1）按钮，消音平光。按（SB2）按钮，报警重新启动，等待1分钟后，PLC自动消音，指示灯闪烁，报警功能调试完成。

3.3.7氮气压力开关（PS9902）在安装前应调到低于0.3MPa报警，燃料气压力开关（PS9901）在安装前应调到低于10KPa报警。

3.3.8打开氮气管路总阀和气动球阀工作气源阀门，将气动球阀上气源调压阀调至0.5MPa。

3.3.9氮气压力低指示灯灭，氮气压力正常。

3.3.10数显表T1～T4应显示当时火炬头所处的环境温度。

3.3.11长明灯燃气阀关闭指示灯为红色，表示该燃气阀处于关闭状态。

3.3.12空载功能调试

3.3.12.1手动

将长明灯燃气阀旋钮（SA1）转到开阀位置打开长明灯燃气阀，燃气阀打开指示灯为绿色，燃气阀处于打开状态；将长明灯燃气阀旋钮（SA1）转到关闭位置关闭长明灯燃气阀，燃气阀关闭指示灯为红色，燃气阀处于关闭状态，说明长明灯控制回路工作正常。

“手动”空载功能调试完成。

3.3.12.2自动

将PLC控制屏上“自动/手动”选择开关（SA0）置于“自动”位置，其他旋钮开关处于“关闭”状态。

由用户给PLC输入“开始放散信号”。

绿色放散指示灯亮。

提示：

如果选择开关不在自动位置，指示灯闪烁，提示操作者需要进行点火操作。

PLC在接收到用户的“开始放散信号”时自动完成点火操作。

自动点火过程如下：

触发高压点火器点火。

延时1秒打开长明灯燃气阀，PLC控制屏上对应的燃气阀打开指示灯为绿色，燃气阀处于打开状态。

检测三个长明灯温度并进行判断。如果某个长明灯温度高于温度数显表的设置阈值（100℃），该长明灯燃烧指示灯亮；如果某长明灯温度低于温度数显表的设置阈值，等待时间结束后返回步骤（B．）。

每盏长明灯具有三次点火尝试，因为是空载功能调试，三次点火失败，三盏长明灯故障指示灯闪烁，同时蜂鸣器报警。

按消音按钮（SB1）后，报警指示灯停止闪烁，蜂鸣器消音。

提示：如果在1分钟内没有按消音按钮，蜂鸣器也会停止报警，但指示灯不会停止闪烁。

按消音按钮后如果出现新的故障，蜂鸣器会继续报警。

关闭长明灯燃气阀，PLC控制屏上对应的燃气阀关闭指示灯为红色，燃气阀处于关闭状态。

按复位按钮，PLC清除故障标志，报警指示灯熄灭。

PLC重新启动点火程序。

由用户给PLC输入“停止放散信号”。

绿色放散指示灯熄灭。

PLC关闭长明灯燃气阀，控制屏上对应的燃气阀关闭指示灯为红色，燃气阀处于关闭状态。

自动空载功能调试完成。

3.3.13加载调试

将PLC控制屏上“自动/手动”选择开关置于“手动”位置，其他旋钮开关处于“关闭”状态。

将1#～3#长明灯风门间隙调至3～6mm（两边对称）。

打开燃料气管路总阀和各阀组直通阀，旁路和排污阀处于关闭状态。

手动打开长明灯燃气阀，在通气状态调整调压阀出口压力至40KPa，关闭长明灯燃气阀。

燃料气压力低指示灯灭，燃料气压力正常。

①手动

按下点火按钮后，将长明灯燃气阀旋钮转到开阀位置打开长明灯燃气阀，接通点火器8秒钟左右松开按钮。

**提示：**

点火器属于短时工作制电器，每次工作时间不要超过10秒钟，如果点火不成功，需等待30秒后再点火。

通过数显表观察长明灯温度，判断长明灯是否点燃。

提示：

由于热惯性，在温度出突变时热电偶需要约2～3分钟左右的热响应时间才会达到稳定状态，因此在完成一次点火尝试后不要急于进行下次点火尝试。事实上如果观察到数显表温度上升，也可以判定长明灯已经点着。

在手动方式时，长明灯故障指示灯不会亮。

如果多次点火均未点燃或火焰刚度差，则通过调整该长明灯风门间隙再试，直至点燃并且火焰刚度适中止。

按经验一般长明灯风门间隙调至3～6mm时均能点着，并且火焰刚度适中。

如果多次点火均未点燃，可按以下步骤操作：关闭长明灯风门，拧开点火嘴边2个通风螺丝，按点火步骤点火或直接在长明灯出口用明火点；点燃后，观察火焰，可发现火焰发红且长而软，此时慢慢调大风门间隙（两边对称），直至火焰微蓝且变短，为刚度适中。

成功后，再按点火步骤试点火1～2次，然后将风门紧固螺母拧紧。

长明灯点燃后，观察主火炬温度应有明显上升趋势。

关闭长明灯燃气阀。

手动加载调试完成。

②自动

将PLC控制屏上“自动/手动”选择开关置于“自动”位置，其他旋钮开关处于“关闭”状态。

由用户给PLC输入“开始放散信号”。

绿色放散指示灯亮。

PLC触发高压点火器点火，自动完成点火操作。

PLC检测长明灯温度并进行判断。如果某个长明灯温度高于温度数显表的设置阈值，该长明灯燃烧（绿色）指示灯亮。

由于此时实际没有放散，在整个点火周期结束后，主火炬或未点燃的长明灯故障（红色）指示灯亮闪烁，同时蜂鸣器报警。

按消音按钮后，报警指示灯停止闪烁，蜂鸣器消音。

由用户给PLC输入“停止放散信号”。

绿色放散指示灯熄灭。

PLC关闭燃气阀。

自动加载调试完成。

温度数显表恢复出厂时设置的阈值。

点火试验时的安全注意事项请参照《PLC控制屏操作说明》。

试压、吹扫、氮气置换等过程请按相关规范中有关条款进行。

如果需要在天然气放散状态下进行系统点火试验，应在试压、吹扫、氮气置换等工作完成的情况下进行。氮气应始终保持0.3MPa以上的工作压力，当低于0.3MPa工作压力时，筒体吹扫可能不充分、气动球阀将不能正常工作。燃料气压力应始终保持10KPa以上的工作压力，当低于10KPa工作压力时将影响长明灯的点火成功率。

注意**：**火炬筒体必须保持微正压，以防空气进入其内，造成回火！

3.4火炬系统操作与控制

火炬头在运作的各个时期必须保持没有空气进入。不要将含氧气的气体放入火炬，以免在管网内形成可燃混合物。如果有系统里氧气，在连接到火炬头以前，应该用氮气吹扫。

燃气吹扫点应定期检查，以确保它们在设定的吹扫流量范围内，即以1米/秒的速度进行吹扫的范围内。

火炬总管不能积液。在高流量的情况下，如果放空阀开启，液体堵塞在火炬总管可能引起安全阀高背压，当液体高速通过时，会对管件，如弯头，产生高的应力，且在火炬烟囱顶端被喷出。冷火炬分离罐V-701和热火炬分离罐V-702是为在液体在进入火炬前，将它们收集起来。冷火炬分离罐上的LIC-71208/LG-71209和热火炬分离罐上的LI-72108/LG-72109指示液位。应经常检查这些仪表读数以确定罐中是否有液体。V-701高液位时可由浸没式电加热器E-701加热蒸发掉积液。

3.5火炬系统停车

只要厂区可能出现的以液/固形式存在的烃类（分子筛部分的天然气除外），火炬系统就必须保证一直在线。当液化部分火炬头停车时，必须按以下步骤进行：

3.5.1通过减压或排放至适当位置以除尽设备和管道里的烃类，并通过氮气置换至火炬。所有高点放空和低点排液必须检查以确认烃类已被去除。

3.5.2当管道/设备，包括火炬总管内部清洁干净烃类后，关闭阀门并在所有去火炬的入口加装盲板。

3.6风机启动条件

3.6.1装置区冷火炬大量放空时启动风机，直到放空量减小后关闭。

3.6.2火炬有明显黑烟时启动风机。

3.6.3V-701有积液现象时。

3.6.4放空量过大时。

3.7事故处理

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 故障 | 原因 | 处理措施 |
| 点火不成功 | 爆燃气混合比例不当 | 微调燃料气管线上的球阀F，使之达到爆燃混合比例 |
| 燃料气进入压力过高或过低 | HFG-01-50管线上减压阀被冻结失灵 | 对减压阀采取伴热措施 |

3.8异常情况处置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **正常工况控制** | **可能的严重偏差和故障** | **原因分析** | **后果** | **处置步骤** |
| 1 | 火炬系统正常微正压 | 火炬氮气吹扫未投导致火炬负压或仪表空气窜入火炬 | 空气进入火炬总管或人员误操作 | 爆炸或火灾 | 1. 立即投用火炬氮气吹扫； 2. 按照应急处置方案处置。 |
| 2 | 正常启动火炬风机 | 肢体伸入转动部位 | 人员误操作 | 机械伤害 | 1. 人员立即送医。 |
| 3 | 正常排液 | 液体未做好收容和防静电措施 | 静电起火 | 引燃周围地面，造成人员受伤 | 1. 立即停止排放液烃； 2. 按照应急救援方案处置。 |
| 4 | 正常操作 | 工艺操作或检修，密封部位燃气泄漏 | 密封垫破损、管道锈蚀或人员误操作 | 爆炸或火灾 | 1、立即切断燃气阀门；  2、按照应急救援方案处置。 |

### 五、动设备启停和切换

#### （一）P-101A/B、P110A/B胺循环泵

**1 启动前的准备工作**

1.1对检修或停用时间超过七天的机泵，经电工检查后方可送电；

1.2检查泵的出入口的阀门、法兰、地脚螺栓、联轴器、对轮是否紧固、温度计和压力表等是否完好；

1.3盘车数圈，检查机泵旋转部分是否转动灵活，有无摩擦、卡阻现象，检查安全防护设施是否完好；

1.4打开泵最小回流阀门；

1.5检查机泵各润滑点的油位，油质是否正常；油位在1/2-2/3处。

1.6检查各阀门位置是否正常。打开泵的入口阀上游管路上的所有阀门，关闭泵的出口阀；

1.7打开泵的入口阀引液灌泵，打开排气阀进行排气，见到排气口有不带气泡液体排出时，关闭排气阀。

1.8灌泵后，点动泵组，检查电动机与离心泵的转向是否一致，电机接地良好；

1.9对于一般离心泵，启动前要关闭出口阀；

1.10最后应测试接地电阻（接地电阻不大于4Ω）；

1.11通知相关岗位做好开泵准备。

**2泵的启动及运行控制**

2.1按电机启动按钮，启动电机；

2.2打开压力表阀门，当泵压力达到额定压力时，打开泵出口阀及系统管路阀门；

2.3检查压力是否平稳，电机各部位温度、机泵运行声音有无异常。电机电压、电流是否在规定的范围内；

2.4启动后，如泵压力上不来，应打开本泵出口的排空阀进行排空。当压力起来后关闭排空阀。

注意：在出口阀未开的情况下，不允许长时间的使泵运转。

**3泵的运行检查**

3.1观察泵的出口压力表、电流表的波动情况；

3.2检查泵的振动、泄漏情况；

3.3定期检查泵的轴承温度、电机温度；

3.4运转期间应定期检查辅助装置；

3.5经常校正联轴器的同轴度，应及时调整偏差，以避免造成损坏；

3.6经常开启备用泵，以保证应急时顺利投入使用。泵如果长期停车应排净液体（冷却水也应排净）然后封存；

3.7用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题。

4 **停泵操作**

接停泵通知指令后操作人员迅速到达指定地方。

4.1慢慢关闭泵的出口阀门；

4.2停泵后关闭泵的进口阀门；

4.3等泵体温度下降后再关冷却水阀（如果泵送介质温度过高，备用泵在备用时又必须保持随时启动状态，应一直供给冷却水）；

4.4当泵停止运转时，自动回流调节阀可以保持打开状态；

4.5泵停止运行时，应注意电机是否平稳停车；

4.6在冬季要排净泵内液体；

4.7通知相关岗位已停泵；

4.8做好设备的清洁卫生工作。

**5泵的切换**

5.1做好要启动泵的检查工作后，打开要开泵的进口阀，灌泵，盘泵，对泵进行排气；

5.2启动泵，待启动的泵的声音、转速、压力正常后再缓慢打开出口阀；

5.3用出口阀调整启动泵的流量、压力至正常值后关闭要停泵的出口阀；

5.4再按第4条（停泵操作）要求进行停泵操作；

5.5检查启动泵的润滑和泄漏等情况，一切正常后，切换即完成；

5.6做好记录、汇报中控室。

**6故障及解决方法**

**6.1启动后不出液、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |
| ③最小回流阀未关闭 | ③关闭最小回流阀 |
| ④安全阀未能正确回座 | ④检修处理安全阀 |
| ⑤滤网堵塞 | ⑤停泵清洗滤网 |

**6.2振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**6.3轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

#### （二）P-102A/B胺增压泵

**1启动前的准备工作**

1.1检查油箱内的油位是否达到恒位油杯1/2以上且油杯内也存有润滑油；

1.2检查泵的出入口的阀门、法兰、地脚螺栓、联轴器、温度计和压力表等是否完好；

1.3点动盘车，检查泵的转动是否灵活、轻巧、无杂音；

1.4打开所有冷却水阀门，检查水压是否正常，冷却水是否畅通；

1.5检查安全防护设施是否完好；

1.6泵的灌注：

打开入口管路中的截止阀，打开泵出口排气阀，缓慢转动泵转子，当液体不带气泡流动时，关闭排气阀。

1.7点动泵组检查旋转方向和运转是否正常；

1.8最后应测试接地电阻（接地电阻不大于4Ω）；

1.9通知相关岗位做好启泵准备。

**2泵的启动及运行控制**

2.1按电机启动按钮，启动电机；

2.2当泵压力达到额定压力时，打开泵出口阀及系统管路阀门；

2.3检查压力是否平稳，电机各部位温度、机泵运行声音有无异常。电机电压、电流是否在规定的范围内；

2.4启动后，如泵压力上不来，应打开本泵出口的排空阀进行排空。当压力起来后关闭排空阀；

**注：在出口阀未开的情况下，不允许长时间的使泵运转。**

**3泵的运行检查**

3.1调节出口阀的开度达到所需的流量；

3.2检查泵的振动、泄漏情况；

3.3定期检查泵的轴承温度、电机温度；

3.4经常校正联轴器的同轴度，应及时调整偏差，以避免造成损坏；

3.5经常开启备用泵，以保证应急时顺利投入使用。泵如果长期停车应排净液体（冷却水也应排净）然后封存；

3.6用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题。

**4停泵操作**

4.1慢慢关闭泵的出口阀门；

4.2停止驱动器，同时注意转子缓慢停下的实际情形；

4.3关闭泵进口阀门；

4.4等泵体温度下降后再关冷却水阀；

4.5当泵停止运转时，自动回流调节阀可以保持打开状态；

4.6在冬季或长期停止使用的情况下，要排净泵内液体；

4.7通知相关岗位已停泵；

4.8做好设备的清洁卫生工作。

**5泵的切换**

5.1做好要启动泵的检查工作后，打开要开泵的进口阀；

5.2启动泵，待启动的泵的声音、转速、压力正常后再缓慢打开出口阀；

5.3用出口阀调整启动泵的流量、压力至正常值后关闭要停泵的出口阀；

5.4再按第4条（停泵操作）要求进行停泵操作；

5.5检查启动泵的润滑和泄漏等情况，一切正常后，切换即完成。

**6故障及解决方法**

**6.1启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |
| ③最小回流阀未关闭 | ③关闭最小回流阀 |
| ④滤网堵塞 | ④停泵清洗滤网 |

**6.2振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**6.3轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |
| ⑥未投用冷却水 | ⑥投用冷却水 |

#### （三）P-103A/B汽提塔回流泵

**1启动前的准备工作**

1.1检查驱动轴端是否加满锂基脂（如未加先将轴承箱、轴承清洗干净，并擦干，然后再加润滑脂）；

1.2检查泵的出入口的阀门、法兰、地脚螺栓、联轴器、温度计和压力表等是否完好；

1.3点动盘车，检查泵的转动是否灵活、轻巧、无杂音；

1.4检查安全防护设施是否完好；

1.5灌注泵时，应将V103到泵之间的连接管路上的关闭阀门全部打开；

1.6灌泵后应短时间接通电源，检查旋转方向是否正确（泵转子的转向必须与泵标牌上的箭头方向一致）；

1.7泵在运行前入口阀必须全部打开（决不能在入口阀关闭的情况下启动泵，否则会发生危险，流量调节必须由出口阀进行）；

1.8最后应测试接地电阻（接地电阻不大于4Ω）；

1.9做好设备的清洁卫生工作；

1.10通知相关岗位做好开泵准备。

**2泵的启动及运行**

2.1按电机启动按钮，启动电机；

2.2当泵压力达到额定压力时，打开泵出口阀及系统管路阀门；

2.3检查压力是否平稳，电机各部位温度、机泵运行声音有无异常。电机电压、电流是否在规定的范围内；

2.4启动后，如泵压力上不来，应打开本泵出口的排空阀进行排空。当压力起来后关闭排空阀；

**注：在出口阀未开的情况下，不允许长时间的使泵运转。**

**3泵的运行检查**

3.1调节出口阀的开度达到所需的流量；

3.2检查泵的振动、泄漏情况；

3.3定期检查泵的轴承温度、电机温度；

3.4经常校正联轴器的同轴度，应及时调整偏差，以避免造成损坏；

3.5经常开启备用泵，以保证应急时顺利投入使用。泵如果长期停车应排净液体（冷却水也应排净）然后封存；

3.6用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题。

**4停泵操作**

4.1慢慢关闭泵的出口阀门；

4.2停泵后关闭泵进口阀门；

4.3停止运行时应注意电机是否平稳停车；

4.4等泵体温度下降后再关冷却水阀；

4.5当泵停止运转时，自动回流调节阀可以保持打开状态；

4.6在冬季要排净泵内液体；

4.7通知相关岗位已停泵；

4.8做好设备的清洁卫生工作。

**5泵的切换**

5.1做好要启动泵的检查工作后，打开要开泵的进口阀；

5.2启动泵，待启动的泵的声音、转速、压力正常后再缓慢打开出口阀；

5.3用出口阀调整启动泵的流量、压力至正常值后关闭要停泵的出口阀；

5.4再按第4条（停泵操作）要求进行停泵操作；

5.5检查启动泵的润滑和泄漏等情况，一切正常后，切换即完成。

**6故障及解决方法**

**6.1启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |
| ③回流阀开太大 | ③关小回流阀 |
| ④滤网堵塞 | ④停泵清洗滤网 |

**6.2振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**6.3轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

#### （四）P-105/ P104胺补充泵、P-201脱盐水循环泵

**1启动前的准备工作**

1.1检查泵的零部件是否齐全、完好，各连接处是否紧固可靠；

1.2各阀门安装是否齐全完好，各安全防护设施和电器、仪表是否齐全完好；

1.3检查地脚螺栓是否有松动现象；

1.4将泵的进口阀完全打开；

1.5将泵灌满（该泵不能无液运转，否则会引起滑动轴承的损坏）；

1.6 检查联轴器的螺母是否有松动或脱落现象；

1.7 最后应测试接地电阻（接地电阻不大于4Ω）；

1.8 点动试车，看电机转向是否正确；

1.9 做好设备的清洁卫生工作；

1.10 通知相关岗位做好开泵准备。

**2泵的启动和运行**

2.1上述准备工作完成后，启动泵，注意启动电流、出口压力及各处的泄漏情况，待一切正常后再缓慢打开出口阀

**注：在出口阀未开的情况下，决不允许长时间的使泵运转。**

2.2 调节出口阀直至达到正常工作压力，当出口节流阀关闭（过热）时；泵可以短时间运转；

2.3为了保证泵的正常运转，应遵守技术规范中规定的最大扬程。

2.4 本泵的联轴器为膜片联轴器，日启动次数在1—5次（膜片的使用寿命最少在5年，如不按此操作则使用寿命会大大降低）。

**3泵的运行检查**

3.1调节出口阀的开度达到所需的流量；

3.2观察电流表，电流不得超出电机铭牌上的额定电流值；

3.3泵的运转应平滑、无振动，如有高噪声或高振动说明有故障应停车予以消除；

3.4检查各连接部位是否有松动现象；

3.5用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题。

3.6检查泵的振动、泄漏情况；

3.7检查泵的流量及扬程（为保证泵的正常工作应保证泵在泵所规定的流量及扬程范围内），注意：最大流量时的功率不等于但小于许可的正常值；

3.8如在操作过程中发现泵在干运转或汽蚀状况下运行后，应立即停车，检查滑动轴承磨损情况；

3.9泵在正常运行情况下，发生振动、噪音及功率消耗增大，说明轴承已经磨损应立即停车，对轴承进行检查；

**4停泵操作**

4.1慢慢关闭泵的出口阀门；

4.2停泵后关闭泵进口阀门；

4.3停止运行时应注意电机是否平稳停车；

4.4当泵停止运转时，自动回流调节阀可以保持打开状态；

4.5 在冬季要排净泵内液体；

4.6 通知相关岗位停车；

4.7 做好设备的清洁卫生工作。

**5.故障及解决方法**

**5.1启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |
| ③滤网堵塞 | ③停泵清洗滤网 |

**5.2振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**5.3轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

**P-104为罐内潜液泵，启动方式除无有关进口阀门的动作外，其余相同。**

#### （五）P-401/P-402冷剂卸车泵/P-503重烃装车泵

**1启动前的准备工作**

1.1检查轴承箱是否加满润滑脂（如未加满先将轴承箱、轴承清洗干净，并擦干，然后再加润滑脂）；

1.2检查泵的出入口的阀门、法兰、地脚螺栓、联轴器、温度计和压力表等是否完好；

1.3点动盘车，检查泵的转动是否灵活、轻巧、无杂音（如转动不灵活检查皮带松紧程度）；

1.4 检查安全防护设施是否完好；

1.5 最后应测试接地电阻（接地电阻≯4Ω）；

1.6 做好设备的清洁卫生工作；

1.7 通知相关岗位做好开泵准备。

**2泵的启动及运行：**

2.1关闭出口管路的截止阀；

2.2打开储液罐的进口截止阀；

2.3打开旁通管的截止阀；

2.4核对电机转向（本泵的旋转方向——从皮带轮方向看为顺时针方向旋转），若泵内未通入介质时，时间不得超过30秒钟；

2.5打开泵进口管路的排气装置，放出气体；

2.6启动泵，液体通过旁通管循环，用旁通截止阀将出口压力调整到规定值；

2.7打开出口管路截止阀，同时关闭旁通管的截止阀，观察压力表变化，要求压力表数值保持不变。

**3泵的运行检查**

3.1调节出口阀的开度达到所需的流量；

3.2检查泵的振动、泄漏情况；

3.3检查各连接部位是否有松动现象；

3.4定期检查泵的轴承温度、电机温度；

3.5泵如果长期停车应排净液体，然后封存。

**4停泵操作**

4.1打开旁通管的截止阀，关闭出口管的截止；

4.2切断电源后，关闭储液罐的溢流阀及旁通管的截止阀；

4.3停止运行时应注意电机是否平稳停车；

4.4通知相关岗位停车；

4.5做好设备的清洁卫生工作。

**5故障及解决方法**

**5.1工作压差不够**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障发生原因： | 故障排除方法： |
| ①电机转向不对 | ①核对转向； |
| ②滑片不出来 | ②缓慢关闭旁通管关断阀（绝不允许关死）仍不上压，则拆泵检查； 若滑片厚，则应在平板上铺砂纸进行磨削。直到滑片与转子槽间隙0.50mm为止；若液体中含有大量污物、杂质，则应对转子进行洗刷，并检查过滤器。 |
| ③皮带松 | ③调整泵与电机中心距，使皮带松紧适宜 |
| ④机械密封大量泄漏 | ④先检查轴承是否损坏，若未损坏，再检查各种胶圈及动、静环。若胶圈未损坏则换动、静环，如无条件全换，静环应在平板上进行研磨。换好以后二小时内允许滴漏，但两小时仍不见好转，则再一次进行研磨 |
| ⑤安全阀压力过低 | ⑤旋拧调整螺栓，调整安全阀压力 |
| ⑥泵内部损失过大 | ⑥泵的主要件如内套、侧板、转子槽、滑片等磨损过大则需换件 |

**5.2振动和噪声**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障发生原因： | 故障排除方法： |
| ①气相甚多 | ①排气 |
| ②轴承损坏 | ②换轴承 |
| ③内套磨损太大，已失去原有的曲线 | ③换内套 |
| ④溢流阀或出口关断阀损坏 | ④更换控制阀 |

**5.3密封泄漏**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障发生原因： | 故障排除方法： |
| ①轴承损坏 | ①换轴承，换轴承后还应更换动、环。若无条件全换，把静环放在平板上进行研磨 |
| ②装配不合适。 | ②静环槽对准轴承销钉，再看看各胶圈是否合适 |

#### （六）P-303A/B LNG输送泵

**1启泵前准备工作**

1.1启泵前应进行置换，保证氧气含量低于0.5%，保证露点低于-65℃（氮气吹扫压力有0.05MPa就可以）。

1.2先预冷T-301，打开V-305去T-301手阀半圈缓慢预冷塔顶部，待塔顶部预冷到-160℃后，打开FV-31204后进T-301手阀一圈，预冷塔中部，同时打开FV-31313旁通手阀半圈缓慢预冷塔底部，直到塔整体预冷到-160℃，并已建立液位。预冷过程中若T-301压力升高，则打开PV-31250A，让气化的天然气进入E-501去E通道再液化。

1.3待T-301有液位后，立即开始预冷P-303，全开泵进口手阀，全开泵池回气（回T-301），打开泵池放空手阀一圈，打开泵出口放空一圈，预冷泵应在1小时以上，泵上温度应低于-150℃为合格。

1.4预冷T-301时密切关注大罐压力，调节BOG压缩机负荷，防止大罐压力过高。

**2启泵步骤**

2.1启泵前应保证T-301液位不高于20%，同时提前降低装置负荷，以增加泵运行异常的缓冲时间，启泵前应进行流程切换，由两人去快速开大FV-31204后进T-301手阀，一人去关6产品线旁路，在FV-31204后进T-301手阀开大后，立即将6产品线旁路关死，在T-301液位达到30%后启泵（一定将6产品线旁路关死后才能启泵，否则泵会气蚀，同时注意防止FV-31204阀后憋压）。

2.2启泵前必须将V-305去6产品线旁路手阀关闭，打开V-305去T-301手阀，否则启泵后，泵会严重气蚀。

2.3启泵前全开泵出口手阀，LV-31234手动开 60%,FV-31313手动开17%，按下启动按钮启泵，泵额定流量为67m³/h，应不超过此值，泵进出口压差0.24MPa左右，T-301压力控制在30-60KPa，泵正常运行时应只打开泵池回气，关闭泵池放空和泵出口放空。泵运行中根据实际情况调节泵出口压力、流量和T-301液位。

2.4泵运行中若T-301液位不降，泵出口压力过高，则打开泵出口放空排气，若泵体回温，则打开泵池放空。

**3停泵步骤**

3.1停泵前应将T-301液位控制低于30%，为切换流程争取时间，一人去先缓慢开6产品线旁路手阀，两人去快速关闭FV-31204后进T-301手阀，在FV-31204后进T-301手阀全关后，关闭V-305去T-301手阀，打开V-305去6产品线旁路手阀。

3.2在T-301液位低于20%后停泵，停泵后关闭泵池放空和泵出口放空，全开泵池回气，防止憋压，让泵缓慢回温。

**4注意**

预冷、切泵过程中注意冷箱波动和异常温度变化，因T-301压力较低，产品温度会有明显回升，应适当关小FV-31204。

#### （七）P-304A/B LNG回流泵

**1启泵前准备工作**

1.1启泵前应进行置换，保证氧气含量低于0.5%，保证露点低于-65℃（氮气吹扫压力有0.05MPa就可以）。

1.2启泵前应进行泵预冷，微开泵池放空和泵出口放空，微开泵池回气，然后微开泵进口旁路手阀缓慢预冷，泵预冷应在0.5小时以上。根据泵体压力、温度调节放空和回气阀开度，

1.3注意监控泵池液位不要过高，以免憋压，在温度达-150℃时缓慢打开泵进口手阀建立液位，在泵运行时可以高液位，泵无高液位连锁。

1.4开始预冷时一定注意监控泵出口压力可能超高。

1.5泵进口预冷阀门一定不能开度过大，以免造成冷箱波动。若冷箱出现波动，应及时调节生产负荷。

**2启泵步骤**

2.1全开泵进出口手阀，打开FV-31212阀门20%，泵回流不开，按下启动按钮启泵。

2.2泵额定流量为6m³/h，应不超过此量，泵进出口压差控制0.4-0.5MPa。

2.3泵运行正常后，关闭泵池放空和泵出口放空手阀，若泵进出口压差过高，则打开泵出口放空手阀排气，若泵体回温，则打开泵池放空手阀。

**3停泵**

直接按下停泵按钮停泵，全开泵池回气，关闭泵池放空和泵出口放空，让泵缓慢回温。

#### （八）P-404A/B/C循环水泵

**1启动前的准备工作**

1.1首先检查轴承箱内是否加注润滑油脂。润滑轴承用的锂基脂的数量以占轴承体空间的1/3—1/2为宜（要定期添加更换润滑脂，参见电机铭牌下侧关于轴伸端轴承及非轴伸端轴承的润滑周期及加油量）；

1.2转动泵的转子，应该轻滑均匀，用手能容易地转动转子（至少一周），再装好联轴器防护罩；

1.3检查冷却循环水池水位是否达到规定水位；

1.4打开进口阀，启动真空泵抽真空，要保证泵内充满水，无空气窝存。

1.5检查供电系统是否正常；

1.6检查所有的电气设备连接和接地是否完好；

1.7检查仪表是否完好；

1.8检查地脚螺栓是否有松动现象；

1.9检查所有的管道、阀门是否完好，水泵与管路之间的结合面，应保证良好的气密性，尤其要检查进水管路不能有漏气现象；

1.10 点动试车，看电机的旋转方向是否正确；

1.11 做好设备的清洁卫生工作；

1.12 通知相关岗位做好开泵准备。

**2 泵的启动及操作**

2.1上述准备工作完成后，启动泵，注意启动电流、出口压力及各处的泄漏情况，待转速正常后再缓慢打开出口阀（在出口阀未开的情况下，决不允许长时间地使泵运转）；如流量过大，可以适当地关小蝶阀进行调节；反之，流量过小时，将蝶阀开大。

2.2本泵采用填料密封形式，应均匀地拧紧填料压盖上的压紧螺母，使液体成滴状漏出，同时注意填料腔处的温升。

**3泵的运行检查**

3.1检查泵的振动、泄漏情况；

3.2检查各连接部位是否有松动现象；

3.3水泵轴承温度一般不应超过75℃。当环境温度达到40℃时，轴承温度不应超过90℃，当环境温度再升高时，轴承温度不应超过100℃；

电机绕组温度一般不超过：145℃，如超过145℃自动报警、超过155℃自动跳闸；

电机瞬间启动电流一般较高，可能超过额定电流；

3.4运转过程中，如发现噪声或其他不正常的声音时，应立即停车，检查其原因加以消除；

3.5经常开启备用泵，以保证应急时顺利投入使用。泵如果长期停车应排净液体然后封存；

3.6用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题；

3.7定期检查联轴器部件。

**4停泵操作**

4.1慢慢关闭泵的出口阀门；

4.2切断电源后关闭泵进口阀门；

4.3停止运行时应注意电机是否平稳停车，慢慢关闭泵的出口阀门；

4.4 停止运行时应注意电机是否平稳停车；

4.5 在冬季要排净泵内液体（将泵体下部的四方螺塞打开，排掉剩余的水，以免冻裂泵体）；

4.6 通知相关岗位停泵；

4.7 做好设备的清洁卫生工作。

**5泵的切换**

5.1做好要启动泵的检查工作后，打开要开泵的进口阀；

5.2启动泵，待启动的泵的声音、转速、压力正常后再缓慢打开出口阀；

5.3用出口阀调整启动泵的流量、压力至正常值后关闭要停泵的出口阀；

5.4再按第4条（停泵操作）要求进行停泵操作，切换至循环水D泵时，一定要关闭现场大多数循环水使用点；

5.5检查启动泵的润滑和泄漏等情况，一切正常后，切换即完成。

**6故障及解决方法**

**6.1启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 ，抽真空 |

**6.2振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**6.3轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

#### （九）P-10801消防电泵

**1启动前的准备工作**

1.1首先检查轴承箱内是否加注润滑油脂。润滑轴承用的锂基脂的数量以占轴承体空间的1/3—1/2为宜（要定期添加更换润滑脂）；

1.2检查联轴器的同轴度；

1.3检查供电系统是否正常；

1.4检查所有的电气设备连接和接地是否完好；

1.5检查地脚螺栓是否有松动现象；

1.6检查仪表是否完好；

1.7管路连接是否完好，进出口阀门已打开；

1.8检查水池水位是否符合规定要求；

1.9起动前，转动泵的转子，应该轻滑均匀，用手能容易地转动转子（至少一周）；

1.10打开泵体排水阀门，要保证泵内充满水，无空气窝存（泵不允许干运转）；

1.11 做好设备的清洁卫生工作；

**2泵的启动及操作**

2上述准备工作完成后，打开控制面板，将控制方式设为就地，进线合闸，出线合闸，设定频率为10Hz左右，通知电气和中控启动消防电泵。变频启动泵，注意启动电流、出口压力及各处的泄漏情况，根据需要增加或减小电机频率，（在出口阀未开的情况下，决不允许长时间地使泵运转）；

**3泵的运行检查**

3.1检查泵的振动、泄漏情况；

3.2检查各连接部位是否有松动现象；

3.3水泵轴承温度一般不应超过75℃。当环境温度达到40℃时，轴承温度不应超过90℃，当环境温度再升高时，轴承温度不应超过100℃。

3.4运转过程中，如发现噪声或其他不正常的声音时，应立即停车，检查其原因加以消除；

3.5泵如果长期停车应排净液体然后封存；

3.6用手背触摸电机侧及泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题；

3.7定期检查弹性联轴器部件。

**4停泵操作**

4.1慢慢减小电机频率至10Hz左右；

4.2点击停止，出线分闸，进线分闸；

4.3停止运行时应注意电机是否平稳停车；

4.4待泵完全停止后准备投用稳压泵

4.5在冬季要排净泵内液体（将泵体下部的四方螺塞打开，去掉剩余的水，以免冻裂泵体）；

4.6通知相关岗位停车；

4.7做好设备的清洁卫生工作。

**5.故障及解决方法**

**5.1启动后流量、压力不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①启动前灌泵排气不足 | ①停车重新灌泵 |
| ②排液阀未关闭 | ②关闭排液阀 |

**5.2振动大、声音不正常**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①叶轮磨损或阻塞造成叶轮不平衡 | ①清洗叶轮并进行平衡找正 |
| ②泵轴弯曲，泵内旋转部件与静止部件有严重摩擦 | ②矫直或更换轴，检查摩擦原因并消除 |
| ③两联轴器不同心 | ③找正两面联轴器的同心度 |
| ④泵内发生汽蚀现象 | ④提高液位，消除产生汽蚀的原因 |
| ⑤地脚螺栓松动 | ⑤拧紧地脚螺栓 |

**5.3轴承过热**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①轴承损坏 | ①更换轴承 |
| ②轴承安装不正确或间隙不对 | ②检查并进行修理 |
| ③轴承润滑不良（油质不好、油量不足） | ③更换润滑油 |
| ④泵轴弯曲或联轴器没找正 | ④矫直或更换泵轴，找正联轴器 |

#### （十）P-10802消防柴油泵

**1准备工作**

1.1确认柴油发动机，是否按规定加好燃油及机油、蓄电池是否充足电（按要求添加电解液，慢速充电至少24小时）、蓄电池的安装是否尽可能地靠近发动机，分别连接蓄电池和启动电机的正负极，连线尽量缩短，如太长须加大连线截面的规格。水冷系统是否正常，各阀门是否已打开；

1.2检查联轴器的同轴度；

1.3检查供电系统是否正常；

1.4检查所有的电气设备连接和接地是否完好；

1.5检查地脚螺栓是否有松动现象；

1.6检查仪表是否完好；

1.7检查风冷水箱的风扇叶是否靠近水箱并保证运转时无碰擦现象；

1.8检查电磁阀连线连接是否正确，管路连接是否完好，进出口阀门已打开；

1.9检查供油管路的各连接处应连接可靠，柴油箱液位1/2至2/3之间，不应有漏油、气现象，使油泵吸油困难，影响供油；

1.10打开电源开关，检查显示屏的各种读数是否正常，按自检按钮检查各报警参数；

1.11点动试车，看电机的旋转方向是否正确；

1.12做好设备的清洁卫生工作；

1.13通知相关岗位做好开泵准备。

**2泵的启动及操作**

2.1上述准备工作完成后，提前打开部分消防炮等排放泄压（至少3个），启动柴油泵，注意启动电流、出口压力及各处的泄漏情况，

**注意：在出口阀未开的情况下，决不允许泵运转。**

2.2本泵采用填料密封形式，应均匀地拧紧填料压盖上的压紧螺母，使液体成滴状漏出，同时注意填料腔处的温升。

**3泵的运行检查**

3.1检查泵的振动、泄漏情况；

3.2检查各连接部位是否有松动现象；

3.3水泵轴承温度一般不应超过75℃。当环境温度达到40℃时，轴承温度不应超过90℃，当环境温度再升高时，轴承温度不应超过100℃;

3.4运转过程中，如发现噪声或其他不正常的声音时，应立即停车，检查其原因加以消除；

3.5经常开启备用泵，以保证应急时顺利投入使用。泵如果长期停车应排净液体然后封存；

3.6用手触摸泵侧轴承温度的温升是否过快及过高，如果温升快或高，应立即停车检查，看是否缺润滑脂，或有脏物及轴承质量问题；

3.7定期检查弹性联轴器部件。

**4停泵操作**

4.1通知相关部门准备停车；

4.2连续长按停止按钮；

4.3停止运行时应注意电机是否平稳停车；

4.4完全停止转动后，准备关闭现场排放点，投用稳压泵；

4.5在冬季要排净泵内液体（将泵体下部的四方螺塞打开，去掉剩余的水，以免冻裂泵体）；

4.6通知相关岗位；

4.7做好设备的清洁卫生工作。

#### （十一）C-101原料气压缩机

**1压缩机结构型号及工作原理**

1.1结构型号：

BCL404压缩机为叶轮顺排布置、机壳垂直剖分结构，叶轮名义直径为φ400mm，工艺气体依次进入各级叶轮进行压缩，一直压缩至出口状态。没有中间气体冷却器。

1.2工作原理：

离心式增压压缩机的构造和工作原理与离心式鼓风机极为相似。但它的工作原理与活塞式压缩机有根本的区别，它不是利用气缸容积减小的方式来提高气体的压力，而是依靠动能的变化来提高气体压力。离心式压缩机具有带叶片的工作轮，当工作轮转动时，叶片就带动气体运动或者使气体得到动能，然后使部分动能转化为压力能从而提高气体的压力。这种压缩机由于它工作时不断地将天然气吸入，又不断地沿半径方向被甩出去，所以称这种形式的压缩机为离心式压缩机。其中根据压缩机中安装的工作轮数量的多少，分为单级式和多级式。如果只有一个工作轮，就称为单级离心式压缩机，如果是由几个工作轮串联而组成，就称为多级离心式压缩机，本压缩机为4级一段压缩。

**2流程简述**

来自界外天然气2.6 MPa进入液气分离器V-101脱除固液杂质后进入原料气压缩机C-101，经压缩增压到5.2MPa（G）进入压缩机后水冷器，再进入工艺系统净化单元高压天然气过滤/分离器V-109入口。

油站循环油流程简述： 油槽润滑油通过泵加压后，经油冷器→油过滤器→各润滑点→回到油箱。

**3工艺指标**

吸气压力：≥2.50MPa 排气压力：≤5.20MPa

冷却水进水压力：≥0.40MPa

润滑系统供油总管压力：≥0.25MPa 流量：≥855.9Nm3/min

吸气温度：≤40℃ 循环冷却水进水温度：≤31℃

循环润滑系统供油温度：38-43℃

主电机额定功率：2000KW 主电机电压：10KV

**4开停车程序**

**4.1正常开车程序**

**4.1.1开车前的准备**

⑴配备好安全防护用品、周围无异物、公用工程水、电、仪表正常。

⑵通知启C-101压缩机，各专业到现场检查确认并办理相关票证；

⑶检查压缩机原始记录，了解压缩机运转情况，是否达到工艺要求方可进行开车准备；

⑷通知电气给C-101油加热器送电，并现场在PLC上手动启动油加热器。

⑸检查各种仪表及自动装置是否齐全好用，检查安全装置是否完善，检查通信联络是否畅通，检查各压力表、温度计、联锁信号装置齐全完好；

⑹检查各设备、排放各油水分离器、集液罐油水情况、压缩机低点排油；

⑺检查油箱油位在标定值之间、油质是否变质；

⑻检查打开循环水总管及各支管阀门、检查冷却系统中的水压、水温是否符合规定要求，确认E-106、C-101、C-101油系统冷却水投用，检查冷却水回水是否通畅；

⑼检查启机工艺流程，包括油系统流程，检查设备机组进出口阀及防喘振阀使之处于全开状态，安全阀全部投用；

⑽检查设备主机运动部件紧固情况、管道各连接情况，排出各积水；

⑾打开仪表风，检查仪表风压力是否正常≥0.60MPa、调试各气量调节阀是否灵活好用，调节手柄置于空载位置。

**4.1.2开车**

⑴投用C-101隔离气，保证氮气管网压力大于0.40MPa，隔离气减压后进机组压力在0.02-0.04 MPa；

⑵PLC上投入两台油泵，一台油泵会自动运行，另一台备用，观察各运动机构和润滑点来油情况、油温、油压是否正常，泵出口压力是否正常（≥0.40MPa），减压后去机组油压是否正常（≥0.25MPa，若压力不够则关小回流阀），开车润滑油最低温度35℃；打开去高位油箱手阀，高位油箱上油，（注意高位油箱油不能满，满则油箱溢油），待高位油箱油位充足后关闭去高位油箱手阀；

1. 投用C-101密封气，启用密封气增压泵，一级密封气流量驱动端和非驱动端都保持大于160㎥/h（若流量不够则调节增压泵增压），二级密封气流量驱动端和非驱动端都保持6㎥/h，一级泄漏气流量驱动端和非驱动端都保持11㎥/h，投用过程保证氮气管网压力大于0.60MPa；

⑷启动电机排烟风机A和B；

⑸通知检修将C-101盘车；

⑹确认PLC上C-101的允许启动条件都满足，并变为绿色；

⑺将C-101入口压力通过安全阀旁通泄压到2.0MPa-2.50MPa；

⑻通知电气将C-101机组送电，现场通知中控室对机组复位，接到允许启动信号后通知中控注意观察；

⑼通知中控和电气启动C-101，全开防揣振阀FV-12517，启动变频器，待压缩机自动加载到1586r/min，将模式切换至PID控制，根据情况手动加载电机转速，根据机组运行状况逐步关小防揣振阀；

⑽压缩机运行正常后，切换密封气为压缩机出口工艺气；

⑾运行过程中，视天然气中CO2和H2O含量开启F-202回原料气管线的手阀。

**注：启动时、应注意倾听机器的声音和振动有无异常**

1. 按工艺系统要求逐渐调整气量，最后加载至需要的负荷；

②检查机组各温度、压力、声音是否在规定范围；

③挂好运行牌、做好记录，通知中控室机组运转正常。

**注：压缩机的运行检查：**

①润滑油压力、温度、各循环润滑部位的供油情况；

②压缩机各部位的密封情况各气、油、水管路的接头、法兰等连接部位；

③检查压缩机各部位的工作状况，有无撞击声、杂音等异常情况和振动情况，各部位的温升情况及有无松动现象；

④压缩机进、排气压力及温度；水管路系统的进、出水温度；

⑤压缩机的排气量；

⑥各处仪表及联锁装置的灵敏度；

⑦主电动机的电流、电压及电机轴承温升情况。

**4.1.3正常停车程序**

⑴接通知准备停C-101压缩机；

⑵开大防揣振阀，按工艺要求将转速缓慢降低到最低转速；

⑶通知中控停压缩机主电机，待压缩机完全停止，观察机组各轴承温升情况；

⑷通知中控室将压缩机置于禁止启动状态、通知电气主机断电；

1. 挂好备用牌、做好记录，汇报中控室；

**注意**：压缩机停后，等机组温度≤35℃后再停油泵，等油泵停1小时后再切断隔离气。

**4.2紧急停车程序**

工艺系统发生严重故障或本机组系统发生严重故障时（油压过高或过低且无法调整、压缩机有不正常的撞击声、冷却水排出温度过高且不能调整），操作人员应当机立断，立即按紧急停车按钮，切断主机电源，然后执行与正常停车时的顺序开关各阀门。

**5 正常生产操作维护**

5.1严格控制进、出气压力在工艺指标范围内；

5.2严格控制进、出口温度在工艺指标范围内；

5.3经常检查注油点、油质、油位是否正常；

5.4经常检查各运转部位、是否有异常、发热情况，各连接管道是否有振动、摩擦和泄漏；

5.5系统开关阀门应缓慢，防止流速过快引起着火、爆炸；

5.6密切监控主电机电流、励磁电流、机壳温度，不超负荷运行；

5.7检查润滑油规格、油箱油位是否符合要求；

5.8严格注意控制对外送气，防止发生气体倒灌。

**6常见异常现象及应急处理操作**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 问题描述 | 故障原因： | 处理方法： |
| 1 | 排气量减少 | 进气温度太高 | 检查进气流程、冷却水压力或水冷器 |
| 进气压力降低 | 联系门站 |
| 容器、管道泄漏 | 检查设备、管道 |
| 2 | 排气压力高 | 进气压力高 | 降低进口压力 |
| 止回阀坏或管道设备堵塞 | 查明原因处理 |
| 3 | 冷却水回水温度高 | 冷却水进口压力低 | 联系提高水压 |
| 冷却水管堵塞或阀门开度小 | 查明原因处理 |
| 排气温度高 | 降低排气温度 |
| 水冷器内漏 | 停车处理 |
| 冷却水进水温度高 | 降低循环水出水温度 |
| 4 | 循环油压低 | 油泵磨损或损坏 | 停车检修油泵 |
| 温度太高 | 降低油温 |
| 油过滤网脏 | 清洗过滤网 |
| 油位太低 | 加油 |
| 旁路开度过大 | 调整旁路开度 |
| 运动摩擦部件间隙增大，耗油增大 | 停车检修 |
| 其它部位泄漏 | 查明原因处理 |
| 5 | 主轴温度高 | 进油温度高 | 调整冷却水 |
| 油压低，油量不够 | 调整油压油量 |
| 油质劣化 | 换油 |
| 运动部件运转不平稳摩擦大 | 检修处理 |
| 轴瓦损坏 | 停车检修 |

**7.岗位危害辨识及过程控制**

**7.1风险识别**

活动风险识别与评价

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 危险源 | 风险危害 | 风险值 | | | 是否重大风险 | | |
| L | S | R | 一般 | 中度 | 重大 |
| 物体打击 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 火灾、爆炸 | 人身伤害 | 2 | 3 | 6 | √ |  |  |
| 环境污染 | 环境污染 | 1 | 3 | 3 | √ |  |  |
| 滑倒跌落 | 人身伤害 | 2 | 2 | 4 | √ |  |  |
| 触电 | 人身伤害 | 1 | 5 | 5 | √ |  |  |

**7.2过程安全措施**

7.2.1作业现场人员劳保穿戴整齐，进入现场作业人员务必正确佩戴安全帽、防护手套、对讲机，中控配备空呼、硫化氢检测仪、可燃气体检测仪、防爆电筒、过滤式防毒面罩等安全防护用品，现场配备灭火器及消防水带水枪等。

7.2.2持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员。

7.2.3如在开机过程中遇可燃气体泄漏，立即组织有关人员按照现场处置方案进行果断处置，发生现场着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（119）。

7.2.4如出现天然气泄漏，及时对泄漏点进行确认，及时按照现场处置方案和应急预案进行处置。

#### （十二）C-301冷剂压缩机

**1压缩机结构型号及工作原理**

1.1结构型号

D16R8B离心式压缩机组成，此压缩机是由一台异步电动机通过变速箱驱动。

1.2 工作原理

离心式制冷压缩机的构造和工作原理与离心式鼓风机极为相似。但它的工作原理与活塞式压缩机有根本的区别，它不是利用气缸容积减小的方式来提高气体的压力，而是依靠动能的变化来提高气体压力。离心式压缩机具有带叶片的工作轮，当工作轮转动时，叶片就带动气体运动或者使气体得到动能，然后使部分动能转化为压力能从而提高气体的压力。这种压缩机由于它工作时不断地将制冷剂蒸汽吸入，又不断地沿半径方向被甩出去，所以称这种形式的压缩机为离心式压缩机。其中根据压缩机中安装的工作轮数量的多少，分为单级式和多级式。如果只有一个工作轮，就称为单级离心式压缩机，如果是由几个工作轮串联而组成，就称为多级离心式压缩机，本压缩机为8级二段压缩。

**2流程简述**

来自冷剂单元进V-301（冷剂吸入罐）出口冷剂0.15~0.20 MPa，再经锥形过滤器后进入C-301（冷剂压缩机）一级入口，经一段压缩增压到1.28MPa。进入E-302（冷剂压缩机段间冷却器）换热、再经V-302（段间缓冲罐）液气分离，气相冷剂进入C-301（冷剂压缩机）二段口，经二段压缩增压到4.0MPa与P-301A/B（段间冷剂泵）出口气液混合一起进入E-303（冷剂压缩机冷凝器）换热，再经V-303（冷剂压缩机出口分离器）气液分离，气相冷剂直接进入E-301（冷剂换热器）顶部入口，液相通过P-302A/B（冷剂泵）增压后经过E-304（低压重烃冷却器）、E-305（高压重烃冷却器）再送至E-301（冷剂换热器）顶部入口，气液混合冷剂从E-301（冷剂换热器）底部出口经HV-31128A/B节流、降压、降温进入E-301（冷剂换热器）底部进口，吸收热量后从顶部出口进入V-301（冷剂吸入罐）入口，再进入冷剂压缩机进行冷剂系统循环。

**3工艺指标**

压缩机一段进气量：165762Kg/h 压缩机一段进气压力：0.28MPa

压缩机一段排气压力：1.28MPa 压缩机二段进气量：132434Kg/h

压缩机二段进气压力：1.22MPa 压缩机二段排气压力：4.0MPa

隔离气：0.5MPa-0.8MPa 密封气：1.3 MPa-4.2MPa

冷却水总进水压力： 0.4 MPa

循环润滑系统供油总管压力：0.18MPa—0.21MPa

压缩机一段吸气温度：≤31℃

压缩机一段排气温度：≤107.3℃ 压缩机二段进气温度：≤36℃

压缩机二段排气温度：≤113.2℃ 循环冷却水总进水温度：31℃

润滑系统供油温度：43℃～54℃ 压缩机主轴承温度：报警≤85℃

压缩机主轴承停机温度：95℃ 电机主轴温度：≤85℃

电机转速： 1494 r/min 齿轮箱速比： 5.741 ：1

压缩机额定转速：8571 r/min 主电机额定电流：825.7 A

主电机额定功率：16550 kW 主电机电压：10000V

**4开停车程序**

**4.1正常开车程序**

**4.1.1开车前的检查**

⑴配备好劳防用品、周围无异物、公用工程水、电、仪表正常。

⑵接通知启C-301压缩机通知各专业到现场检查确认；

⑶检查压缩机原始记录，了解压缩机运转情况，是否达到工艺要求方可进行开车准备；

⑷检查各种仪表及自动装置是否齐全好用，检查安全装置是否完善，检查通信联络是否畅通；

⑸检查油箱油位正常Min.OPER/MAX.OPER之间、油质、油量合格。备足量的合格润滑油；

⑹检查高位油箱各连接处是否完好；

⑺检查密封气及隔离气系统阀位开关情况使之处于开车状态；

⑻检查打开循环水总管及各支管阀门、检查冷却系统中的水压、水温是否符合规定要求；

⑼仪表检查调校入口吸入阀PV-31505，一级防喘振阀FV-31610, 二级防喘振阀FV-31805，使之达到开车条件；

⑽检查工艺管线一段、二段喘振阀是否全开及机组各阀门开关情况使之处于开车备用状态；

⑾检查设备主机运动部件紧固情况、管道各连接情况，排出各积液；

⑿检查机组仪表风压力正常各压力表、温度计、联锁信号装置齐全完好。

**4.1.2开车准备**

**⑴隔离气的建立**

建立隔离气的目的是防止轴承箱内的轴承油蒸汽污染工艺气体。

将液氮压力升压至相应的压力，打开隔离气进入压缩机机组入口阀调节隔离气压力通过调节使其稳定在500KPa-800KPa、压差通过（PDIT-32111）监控≥25KPa。

**⑵密封气的建立**

建立密封气是为了防止工艺气体窜入大气、防止工艺气体向外泄漏。（以下2选1）

1.打开V206到密封气天然气管线手阀，打开密封气进入压缩机机组入口阀调节密封气压力，通过手阀调节密封气压力稳定在1500KPa-2500KPa，压差通过（PDIT-32104）监控≥60KPa。

2.将液氮压力升压至相应的压力，打开密封气进入压缩机机组入口阀调节密封气压力通过监控调节其稳定在1300KPa-1800KPa，压差通过（PDIT-32104）监控≥60KPa。

**注：在建立隔离气和密封气与介质差压之前，按顺序打开密封气、隔离气管线上的排淋手阀，排尽管内残留液体，确保密封气、隔离气管内无残留液体。压缩机启动运转稳定正常后密封气将切换至本机二段出口的工艺气体。**

**⑶润滑系统的建立**

①通过（TE-32007）监测润滑油温度在43℃～54℃范围内，油温过低<45℃将自动开启（H-277/278/279）油温过高>55℃自动停止（H-277/278/279），润滑油油位（LIT-32003）监控；

②启动前检查润滑系统各阀门开关情况，检查油泵启停开关将置于在停止状态。将油泵出口回油箱手阀全开、出油总阀关闭、打开高位油箱进油手阀；

③手动启动油站油泵，打开润滑油出口总管手阀观察各运动机构及润滑点进油、回油情况、缓慢关闭泵出口回油手阀调节油压。通过视镜确认高位油箱溢流管线有油后，关闭高位油箱进油手阀，通过关小回油手阀调节油压（PI-32007）在700—800KPa之间正常稳定后将辅助油泵置于自动状态，主油泵置于手动状态。通过监控PIT-32007润滑油出口总管压力，当油压低于620KPa，辅助油泵将会自动启动。

**注：调整进入主电机前后轴承的油流量和油压，控制电机轴承箱油位在60%—70%。**

**注：启动油站辅助油泵往压缩机机组引油时，应注意观察干气密封系统压力正常稳定，不能在刚启动主油泵就将辅助油泵置于自动，油压没建立起会引起两台泵同时运行。**

**⑷压缩机机组增压**

①检查工艺系统管线各阀门开关情况、仪表各压力表是否投用，使之处于开车状态；通知工艺将系统充压到0.18MPa--0.25MPa；

②确认V-301出口到C-301冷剂压缩机入口管线PV-31505前后手阀完全打开；

③一段防喘振阀（FV-31610）、二段防喘振阀FV-31805及前后手阀完全打开；

④现场PLC控制面板确认冷剂压缩机一段入口控制阀（PV-31505），一段防喘振阀（FV-31610）、二段防喘振阀FV-31805自动全开状态；

⑤按顺序打开压缩机汽缸底部排淋阀共计10个，排尽缸内残留液，确保压缩机气缸密封腔内无残留液体。

⑥压缩机启机条件完全具备后，通知中控和电气人员，现场模拟启动冷剂压缩机。

**4.1.3启动**

**注：在启动前设备、工艺、电气、仪表做最后一次检查确认并签字认可。**

* + 1. 通知配电室主机送电；
    2. 通知中控室机组复位、将禁止启动置于启动位置；
    3. 许启动条件

|  |  |
| --- | --- |
| ∨YES | PDIT-32104干气密封气压差已建立 |
| ∨YES | PDIT-32111隔离气压差已建立 |
| ∨YES | PIT-32007润滑油总管压力已建立 |
| ∨YES | LIT-32001保证高位油箱满 |
| ∨YES | FZT-31610一段防喘振阀开启（投自动） |
| ∨YES | FZT-31805二段防喘振阀开启（投自动） |
| ∨YES | PZT-31505入口调节阀开启（投自动） |
| ∨YES | TE-32007润滑油总管温度大于43℃ |
| ∨YES | 压缩机前端密封气排气爆破膜 |
| ∨YES | 压缩机后端密封气排气爆破膜 |
| ∨YES | 至少一台润滑油泵在手动运行；另外一台油泵置于“自动”位置。 |
| ∨YES | 允许冷剂加压（输送给DCS） |
| ∨YES | 允许启动（来自DCS）闭合=（启动） |
| ∨YES | 振动探头正常 |
| ∨YES | 停车故障清除 |
| ∨YES | 完全惯性停车 |
| ∨YES | 系统停车 |
| ∨YES | 允许启动主电机 |

⑷启动压缩机主电机

①现场PLC控制柜操作台上复位，使机组人机操作界面压缩机达到允许启动条件；

②压缩机机组允许启动条件满足及接到允许启动信号；

③通知中控室DCS操作画面按工艺要求做好准备；

④现场按启动按钮启动压缩机主电机，（启动时间约35秒）；

⑤压缩机主机启动正常，密切监控隔离气、密封气波动使之气压力稳定；

⑥按工艺冷剂系统需求缓慢调节压缩机机组负荷，最后调节至达到工艺系统要求；

⑦压缩机启动运转正常后，检查机组各温度、压力、声音、振动是否在规定值范围；

⑧待压缩机机组、工艺系统调节运行稳定后二级出口压力大于1.4MPa切换密封气，先打开来自V-301入口出来的备用气进入C-301密封气入口手阀、观察压力缓慢关闭氮气入口手阀；

⑨挂好运行牌、做好记录，通知中控室机组运转正常。

**注：压缩机的运行检查**

①润滑油压力、温度、各循环润滑部位的供油情况；

②压缩机各部位的密封情况及气、油、水管路的接头、法兰等连接部位；

③检查压缩机各部位的工作状况，有无撞击声、杂音等异常情况和振动情况，各部位的温升情况及有无松动现象；

④压缩机进、排气压力及温度；水管路系统的进、出水温度及工作情况；

⑤压缩机的排气量；

⑥各处仪表及联锁装置的灵敏度；

⑦主电动机的电流、电压及电机轴承温升情况；

⑧轴承系统的温度、轴位移、振动情况。

**4.1.4正常停车程序**

⑴正常停车包括系统卸载、系统关闭和保持压力组成、DCS控制系统的操作。

接通知准备停C-301压缩机；

⑵通知工艺将液氮压力升至适当的压力，检查将密封气切换至氮气，缓慢打开氮气入口阀、缓慢关闭冷剂入口阀，调节稳定密封气压力；

⑶通知中控室按工艺冷剂系统要求将负荷缓慢逐渐降至空负荷状态；

⑷通知中控室停压缩机主电机，并调节各工艺参数；

1. 待压缩机主机完全停止状态，检查油泵、密封气、隔离气系统，确保油系统运转正常；
2. 待压缩机各轴承温度情况≤35℃时停油泵、停冷却水。

**注：（观察轴承温度是否继续升高、如果升高还要将油泵开启）**；

⑺通过回油总管线视镜观察，待回油总管线内无油流动时，停隔离气、密封气系统，通知工艺停液氮；

⑻通知中控室将压缩机置于禁止启动状态、通知配电室主电机断电；

⑼挂好备用牌、做好记录，汇报中控室。

**4.1.5紧急停车程序**

当工艺系统发生严重故障或本机组系统发生严重故障时（ 一级排气压力（中间压力）过高或过低、油压过高或过低且无法调整、压缩机有不正常的撞击声、冷却水排出温度过高且不能调整），操作人员应当机立断，立即按紧急停车按钮，切断主机电源，然后执行与正常停车时的顺序开关各阀门。

**5正常生产维护**

5.1严格控制各段进、出压力在工艺指标范围内；

5.2严格控制各段进、出口温度在工艺指标范围内；

5.3经常检查、油质、油位是否正常；

5.4经常检查水冷却器、上水和回水情况，发现异常及时处理；

5.5经常检查各运转部位、主轴、缸体、变速箱齿轮、油泵等是否有异常、发热情况，各连接管道是否有振动、摩擦和泄漏；

5.6系统开关阀门应缓慢，防止流速过快引起着火、爆炸；

5.7密切监控主电机电流、励磁电流、机壳温度，不超负荷运行；

5.8检查润滑油规格、稀油站油量、是否符合要求；

5.9严格注意控制对外送气，防止发生气体倒灌。

**6 常见异常现象及应急处理操作**

**6.1机组振动大**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ⑴机组不对中 | ⑴重新找正 |
| ⑵轴承间隙过大 | ⑵调整间隙或更换轴承 |
| ⑶轴承衬背过盈量小（瓦背紧力小） | ⑶增加过盈量（加大紧力） |
| ⑷转子动静部分摩擦 | ⑷调整转子与定子的间隙 |
| ⑸转子不平衡 | ⑸转子做动静平衡 |
| ⑹油温过低 | ⑹关小循环冷却水 |
| ⑺进气量过小 | ⑺增加入口流量 |
| ⑻冷气带液 | ⑻调整液相冷剂加注量，V301液体加热或放火炬 |
| ⑼轴弯曲 | ⑼修轴或更换转子 |
| ⑽联轴器胶圈磨损 | ⑽更换胶圈 |
| ⑾机组地角固定螺栓松动 | ⑾紧固螺栓 |
| ⑿机组喘振 | ⑿注意调节进口流量、压力。 |

**6.2 轴承温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因 | 处理方法： |
| ①进油温度过高 | ①降低进油温度 |
| ②润滑油压力低 | ②提高润滑油压力 |
| ③轴承间隙小或损坏 | ③调整间隙或更换轴承 |
| ④润滑油变质 | ④更换润滑油 |

**6.3压缩机排气温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①隔板密封间隙过大 | ①调整密封间隙 |
| ②冷却器冷却效果差 | ②清扫，维修冷却器 |
| ③机组压缩比增大 | ③降低压缩比 |

**6.4润滑油压力低**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①油压调节阀定值过低或卡涩 | ①调整、修理油压调整阀 |
| ②油泵安全阀失灵 | ②检查安全阀、重新设定压力 |
| ③油过滤器堵塞 | ③清洗过滤器 |
| ④油泵发生故障 | ④修理油泵 |
| ⑤油冷却器管束漏油 | ⑤维修油冷器 |
| ⑥油位低、油泵抽空 | ⑥添加润滑油 |
| ⑦轴承间隙过大 | ⑦更换轴承 |
| ⑧油管破裂或连接法兰有泄漏 | ⑧更换油管并拧紧连接法兰螺栓 |
| ⑨压力表失灵 | ⑨更换压力表 |
| ⑩油泵出口单向阀内漏 | ⑩修复或更换单向阀 |

**7其他安全要求**

7.1作业现场人员劳保穿戴整齐，进入现场作业人员务必正确佩戴安全帽、防护手套、对讲机，中控配备空呼、硫化氢检测仪、可燃气体检测仪、防爆电筒、过滤式防毒面罩等安全防护用品，现场配备灭火器及消防水带水枪等。

7.2持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员。

7.3如在开机过程中遇可燃气体泄漏，立即组织有关人员按照现场处置方案进行果断处置，发生现场着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（119）。

7.4如出现天然气或冷剂泄漏，及时对泄漏点进行确认，及时按照现场处置方案和应急预案进行处置。

**16.8 C-301安全操作规程**

**16.8.1开机前准备**

⑴首先通知电气给油加热器送电油加热器自动加热。

⑵现场导通冷剂侧流程、并给V-302、V-303导异戊烷至低液位。

⑶现场导通冷剂补充流程以便启机时及时补充冷剂。

⑷油温达到25℃以上时投用隔离气并手动启动油泵此时由于油温过低油泵出口压力在500KPa即可、给高位油箱上油（通过回油阀调节）。注：此时应全关油冷却器的冷却水。

⑸当油温＞43℃时调节油泵出口压力至780-800KPa并观察PI-32001在150KPa-210KPa。此时将另一台油泵投自动。此时观察机组回油视镜回油是否正常、电机端油位是否正常。

⑹启动循环水泵调节压力流量至设定值。

⑺E-302、E-303换热器冷却水高点排气。

⑻投用密封气建立密封气压差后给机主缸体排淋打开排污。

⑼检查PLC上PV-31505、FV-31610、FV-31805状态是否全开。

⑽V-301充压至0.2MPa**（最好充入甲烷与丙烷气相）**。

⑾所有条件具备后中控复位。

**16.8.2 C-301模拟启动**

⑴通知电气C-301需要模拟启动一次。

⑵电气打至模拟状态后、现场按下急停按钮机组允许启动灯亮后说明机组已经具备启机条件。

⑶通知各专业现场模拟启动C-301，倒计时5S按下启动按钮、此时将FV-31610 FV-31805设为手动状态。

⑷待35S后启动完成运行指示灯常亮后，立即开启PV-31505观察PV-31505状态没问题则可模拟停止C-301（按停止按钮观察PV-31505动作情况）。

**16.8.3 C-301正式启动**

⑴与中控联系确定现场人员都到位。

⑵PLC条件都已具备则通知电气送电。中控将V-301压力调节至200KPa。

⑶通知中控复位现场倒计时5秒启动。

⑷启动后PLC上立即将FV-31610、FV-31805设为手动状态、中控立即补充冷剂至系统防止压缩机吸入压力过低（不低于0KPa）。

⑸待35秒后启动完成运行指示灯常亮后，立即开启PV-31505观察PV-31505状态注：PV-31505只能在运行指示灯常亮后才能打开、根据压力关小冷剂补充阀门。

⑹机组运行正常后观察机组内部温度是否在正常范围内根据油温调节油冷却器。

**注**：**启动完成后油压会下降通过回油阀调节油压至720KPa**

⑺现场开XV-31922旁路给J-T阀前均压，待压力平衡后开XV-31922。

⑻中控开UV-31403给J-T阀后均压压差小于5KPa打开UV-31402。

⑼待二级出口压力＞1.4MPa后中控开UV-32112密封气供给阀现场切密封气。

**注：切密封气先开二级密封气阀再关闭V-206阀门，切换时动作要慢，关注密封气压差变化情况。**

⑽根据负荷继续补充冷剂并开J-T阀关小防喘阀，启动完成。

#### （十三）C-501/C-502低/高压蒸发气压缩机

**1 压缩机结构型号及工作原理**

C-501结构型号：RWDⅡ856-cm型，560KW。

C-502结构型号：RWBⅡ222-cm型，630KW。

压缩机结构：压缩机机体中平行地配置着一对相互咬合的螺旋形转子。节圆外凸齿的转子、称为阳转子，把节圆内凹齿的转子，称为阴转子。在阳转子与原动机连接，由转子带动阴转子转动。

工作原理：将借助于气缸内的螺旋形转子，按一定的转动比相互咬合回转运动所产生的工作容积的变化，而实现气体压缩进气、压缩、膨胀、排气四个过程。

**2流程简述**

来自储罐TK-601的0.104 MPaBOG进蒸发气换热器E-501 再经锥形过滤器后进入低压蒸发气压缩机C-501入口，经压缩增压到0.6MPa。进入V-501油分离器、E-503冷却器冷却到常温后送至高压蒸发气压缩机C-502压缩至2.44MPa，再次压缩后的BOG经过油气分离V502、E505降温后，经过压缩机出口活性炭过滤器吸附工艺气中夹带的油，后在E-501中与大罐来BOG换热，最后输送至冷箱再液化。

**3工艺指标**

**3.1 C-501**

⑴压力

吸气压力：≥0.104 MPa （绝压） 排气压力：600-670 KPa

循环润滑系统供油总管压力： 0.5-0.65MPa 冷却水进水压力： 0.4 MPa

⑵温度

吸气温度：-45~-30℃ 排气温度：≤95℃

循环冷却水总进水温度：32℃，出水：37℃ 流量：34m3/h

循环润滑系统供油温度：≤65℃

主轴承温度：≤85℃ 电机主轴温度：≤80℃

电机定子温度：≤105℃

1. 公用工程消耗

低压级氮气吹扫压力：0.5~0.8MPa，流量：7Nm3/h 。

**3.2 C-502**

（1）压力

吸气压力：≥0.5 MPa 排气压力：≤2.541MPa

循环润滑系统供油总管压力： 2.1-2.3MPa 冷却水总进水压力： 0.4 MPa

⑵温度

吸气温度：40℃ 排气温度：≤98℃

循环冷却水总进水温度：31℃ 循环润滑系统供油温度：≤66℃

主轴承温度：≤85℃ 电机主轴温度：≤80℃

（3）电机定子温度：≤105℃

（4）公用工程消耗

高压级氮气吹扫压力：0.5~0.8MPa，流量：22Nm3/h 。

**4 开停车程序**

**4.1开车前的准备**：

操作人员配备好劳防用品、检查机组确认周围无异物、公用工程水、电、仪表正常。

①接通知启C-501/C-502压缩机，通知各专业到现场检查确认；

②检查压缩机原始记录，了解压缩机运转情况，是否达到工艺要求方可进行开车准备，成功完成所有预开机工作；

③现场检查PLC画面各设定值是否在规定范围内，完成报警和停机的安全控制检查；

④检查各种仪表及自动装置是否齐全好用，检查安全装置是否完善，检查通信联络是否畅通；

⑤检查压缩机各零件部分是否完好，各保护装置、仪表、阀门、管路及接头是否有损坏或松动；

⑥确认制冷剂充注量充分，检查油分离器油位是否在正常油位之间，不足时应补充。注意加油前确认系统内无压力（油位以停机十分钟后观察为准，在运转中油位较停机时稍低）；确认油泵处于“自动”位置。

⑦检查打开循环水总管及各支管阀门、检查冷却系统中的水压、水温是否符合规定要求；

⑧检查设备主机运动部件紧固情况、管道各连接情况，检查管内是否有积液排出；开机前24小时，投用油加热器，默认设定温度45℃。

⑨检查机组各压力表、温度计、联锁信号装置齐全完好。

**4.2启动C-501/C-502压缩机：**

①中控确认大罐压力高于0.104MPa，具备启机条件，现场开启大罐到E-501BOG进口阀。

②现场PLC操作台复位，使机组人机操作界面压缩机达到允许启动条件；

③压缩机机组允许启动条件满足及接到允许启动信号；

④通知中控按工艺要求做好准备；现场将高压级返回低压级再循环阀门手动开至100%.将高压级容量控制阀打到“自动”、将低压级容量控制阀打到“手动”位置。

⑤通知电气C-501/C-502供电，电气确认供电后，现场按启动按钮先启动高压BOG压缩机主电机（启动时间约10～15秒）；

⑥C-502启动运行正常15秒后，C-501将自动启动，待C1/C2压缩机运行平稳后，现场将再循环阀投为自动确保其关闭，根据C-502出口压力调节压缩机滑阀开度，中控根据大罐压力逐步关小PV-51105开度；

⑦压缩机启动运转正常后，检查机组各温度、压力、声音、振动是否在允许范围内；

⑧缓慢提升C-501/C-502负荷达到设计要求；

⑨挂好运行牌、做好记录，通知中控室机组运转正常。

**4.3正常停车程序**

正常停车包括系统卸载、系统关闭、DCS控制系统的操作。

①接通知准备停C-501/C-502压缩机组；

②中控调整冷剂压缩机C-301冷剂组分及冷箱E-301温度梯度；

③中控通知外操对C-501负荷手动缓慢逐渐降至空负荷状态；C502机组负荷达10%以下。逐步开大PV-51105，大罐BOG放空到火炬。

④中控通知现场停压缩机主电机，驱动设备停止后，压缩机自然停机。中控调节各工艺参数；启动油泵提供后续润滑，压缩机停机过程中提供足够油压。停机过程中设备加热器通电保证加热设备温度，保持润滑油槽温度，防止润滑油吸收过量制冷剂。

⑤待压缩机主机完全停止状态，通知中控室将压缩机置于禁止启动状态、关闭自动控制功能，通知配电室主电机断电；

⑥挂好备用牌、做好记录，汇报中控室。

**4.4紧急停车程序**

当工艺系统发生严重故障或本机组系统发生严重故障时（ 排气压力过高或过低、油压过高或过低且无法调整、压缩机有不正常的撞击声、冷却水排出温度过高且不能调整），操作人员应当机立断，立即按紧急停车按钮，切断主机电源，然后执行与正常停车时的顺序开关各阀门。

**5正常维护操作**

5.1严格控制各段进、出压力在工艺指标范围内；

5.2严格控制各段进、出口温度在工艺指标范围内；

5.3经常检查、油质、油位油过滤器压差是否正常；

5.4经常检查水冷却器、上水和回水情况，发现异常及时处理；

5.5经常检查各运转部位、主轴、缸体、变速齿轮等是否有异常、发热情况，各连接管道是否有振动、摩擦和泄漏；

5.6系统操作应平稳，防止流速过快引起着火、爆炸；

5.7密切监控主电机电流、机壳温度，不超负荷运行；

5.8检查润滑油规格、稀油站油量、是否符合要求；

5.9严格注意控制对外送气，防止发生气体倒灌。

**6常见异常现象及应急处理**

**6.1机组振动大**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ⑴机组不对中 | ⑴重新找正 |
| ⑵轴承间隙过大 | ⑵调整间隙或更换轴承 |
| ⑶轴承衬背过盈量小（瓦背紧力小） | ⑶增加过盈量（加大紧力） |
| ⑷转子动静部分摩擦 | ⑷调整转子与定子的间隙 |
| ⑸转子不平衡 | ⑸转子做动静平衡 |
| ⑹油温过低 | ⑹提高进油量 |
| ⑺进气量过小 | ⑺增加入口流量 |
| ⑻冷气带液 | ⑻调整分液罐液位或停车 |
| ⑼轴弯曲 | ⑼修轴或更换转子 |
| ⑽联轴器胶圈磨损 | ⑽更换胶圈 |
| ⑾机组地角固定螺栓松动 | ⑾紧固螺栓 |

**6.2 轴承温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①进油温度过高 | ①降低进油温度 |
| ②润滑油压力低 | ②提高润滑油压力 |
| ③轴承间隙小或损坏 | ③调整间隙或更换轴承 |
| ④润滑油变质 | ④更换润滑油 |

**6.3压缩机排气温度高**

|  |  |
| --- | --- |
| 故障原因： | 处理方法： |
| ①隔板密封间隙过大 | ①调整密封间隙 |
| ②冷却器冷却效果差 | ②清扫，维修冷却器 |
| ③机组压缩比增大 | ③降低压缩比 |
| ④循环水量太小 | ④开大循环水 |

**7 其它**

7.1作业现场人员劳保穿戴整齐，进入现场作业人员务必正确佩戴安全帽、防护手套、对讲机，中控配备空呼、硫化氢检测仪、可燃气体检测仪、防爆电筒、过滤式防毒面罩等安全防护用品，现场配备灭火器及消防水带水枪等。

7.2持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员。

7.3如在开机过程中遇可燃气体泄漏，立即组织有关人员按照现场处置方案进行果断处置，发生现场着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（119）。

7.4如出现天然气或LNG泄漏，及时对泄漏点进行确认，及时按照现场处置方案和应急预案进行处置。

#### （十四）空压机

**1总体描述**

螺杆式空压机的螺杆转子是按国际标准制造，采用不对称线型设计，保证使用都以最小的能耗而获得最多的压缩空气。空压机采用模块化设计，螺杆转子、油气分离筒、冷却器、电机都安装在一个框架内，隔声罩通过橡胶材料隔音。

**2工作原理及流程**

螺杆空压机的主要部件是螺杆机头，油气分离筒。螺杆机头通过进气过滤器和进气控制阀吸气，油也同时注入压缩室，对机头进行冷却，同时对螺杆和轴承进行润滑，经压缩即产生压力空气。 压缩后生成的油气混合气体，排放到油气分离筒内。在机械离心力和重力的作用下，绝大多数的油从油气混合气体中分离出来。残余的油雾经过油气分离芯再被分离出来。油气分离芯分离出来的油经过滤后，洁净的油再流回螺杆机头的工作腔。当油被分离出来后，压缩空气经过最小压力阀进入后冷却器，把压缩空气冷却到高于环境温度7~10℃排出。最小压力阀维持启动及正常运行时油循环所需的最小压力。

**3控制系统**

控制系统的目的就是控制进气阀的开启度，确保空气的正常流入。该系统包括一个进气阀，一个活塞，二个电磁阀。

**3.1 启动**

当启动空压机时，进气阀由弹簧力的作用而关闭。因此空压机在空载的情况下启动，只有少量的空气经过进气控制器的单向阀被吸入，建立腔内的压力来确保油循环；

**3.2 加载**

当空压机启动运行到加载（运行）状态时，压缩机内部是真空，空气过滤器处有压力，二者的压差使进气阀活塞动作，进气阀打开。随着空气进入促使进气阀全部打开，系统的压力上升；

**3.3 满载**

当油气分离筒的压力达到40KPa 时，最小压力阀打开，压缩空气流出（只要系统压力低于设定的压力，进气阀一直打开）；

**3.4 卸载**

当管路的压力达到设定压力时，压力开关使电磁阀断电，压缩机内部和空滤之间没有压差。依靠弹簧的作用，将进气阀关闭。排气电磁阀动作，油气分离筒的压力降低，从而使螺杆机头的背压降低。卸载时有少量的空气进入来保持一定的压力，确保润滑油的工作压力，使转子、轴承润滑。当管路压力下降到设定的加载压力时，空压机返回到加载状态。电磁阀通电，进气阀打开，系统的压力上升。根据对压缩空气的需要，重复循环这一过程；

**3.5 停机**

当空压机停机时，所有的电磁阀断电，进气阀关闭，筒内的压力通过排气电磁阀卸压。

**4参数控制**

**4.1 进气温度**

空压机设计操作温度为5℃到50℃，测量点是空气的入口点；

**4.2 冷凝-低温**

在湿度比较高的地方，且操作温度又比较低时，冷凝水容易聚集在油内。空压机配有温控阀，温度设定在70℃（这是饱和蒸汽蒸发所必需的温度），当油温高于这一温度时油才经过油冷却器。 在环境温度低于5℃的地区，使用本机时，油气分离筒下要求装加热器；

**4.3 过热-高温**

当环境温度在50℃以上或安装有锅炉的房间内，使用本机时，吸入空气必须从外面引进。 空压机最高的操作温度是105℃，必须根据手册找出故障的原因，或与客户服务部联系；

**4.4 排气温度**

空压机排气温度的测温点设置在排气口处。排气温度是根据环境温度、冷却器的清洁度、进气过滤器的清洁度以及油过滤器的清洁情况变动。正常操作温度应在70℃到90℃之间。 在冷态开机时，排气温度快速上升到85℃，温控阀完全打开（温控阀在70℃开始动作）。当油温回到70℃时，这时温控阀会旁通一部分油，防止油温过低。温控阀是控制经过油冷却器的油量来调节排气温度。

**5操作**

下面的程序是空压机的最初启动，或者空压机停止使用两个月以上的操作程序。

**5.1 开机前的准备**

空压机配有先进的起停延时功能，这些功能与空压机组装在一起，能够起到保护电机、螺杆机头继电器，来优化系统的操作性能。

启动延时：

本功能是避免在停电或应急停机后电机的连续启动。在这段时间内，空压机不能启动，确保该系统的压力降下来，防止空压机在有背压的情况下启动。 在这一段时间内按启动按钮，系统会自动记录这一信号，等延时时间到，空压机会自动启动。

停机延时：

这是一个软停机功能，它使空压机卸载停机。按停机按钮后，空压机卸载，运行了一段预先设定的时间后才停机（这有利于降低油气分离筒的压力）。 在停止延时这一段时间内按开机按钮，停止延时这一时间自动结束，只要系统压力需要加载，空压机正常加卸载。

**5.2 初始开机程序**

请仔细阅读本手册前面的章节；

所有的开机准备和检查都应严格按要求执行；

①检查出口的截止阀是否打开（一旦截止阀打开，显示的压力是系统的压力）；

②接通电源，电源指示灯亮，压缩机开始启动延时，禁止立刻启动空压机； 按启动按钮，空压机正在执行正常的延时启动，一旦预先设定的启动时间到，空压机即自动启动（在延时时间内，按停止按钮可以停机）；

③观察控制面板上的操作温度和系统压力，正确操作空压机；

④当达到设定的压力后，压力开关动作，空压机继续运行，但运行在空载状态；

⑤空压机通过加载、卸载循环地向外供气，操作时必须注意压力、温度以及电流的波动情况；

⑥确保机器平稳运行，没有意外的振动。

提示：机器意外地振动，请停机与客户服务部联系。

**5.3 日常开机程序**

5.3.1检查油位是否正确，油位必须在油标的中间；

5.3.2排放储气罐的冷凝水；

5.3.3确认冷却系统冷却水打开；

5.3.4按启动按钮（空压机没有自动启动，运行灯在闪，表明空压机在延时启动）。

**注意：在停机60秒之内，不要启动机器，必须将油气分离筒内压力完全释放（防止空压机在有背压情况下启动）。**

**5.4停机程序**

只要按停机按钮，空压机就开始延时停机状态，这时备机的指示灯闪烁。经过一段时间后，空压机自动停止。如果空压机在运行时已经停机，按停止按钮后就完全停机。

**注意：空压机在备机状态时可能会停机，也可能在某一时刻启动，即使电机没有转动也不要认为是停机，必须查看备机的灯是否亮着。**

**提示：紧急停机按钮，一般只用于紧急状态。**

**6功能控制**

**6.1标准型**

标准型空压机的监控装置在空压机面板的前上方。控制面板对机器状态的显示如下述，在控制板上有三个数字显示器和一个压力表。数字显示器显示螺杆机头排气口的温度，压力表指示最小压力控制阀后的压力。

在控制板上的标准功能：

①紧急停机按钮（失控时硬停机） ②启动按钮

③停机按钮（延时软停机功能） ④服务工时计

⑤油气温度数字显示监视器 ⑥滤前压力表

⑦排气压力表

在高级监控板上的额外功能：

①电源指示 ②运转指示 ③油气高温指示 ④主电动机过载指示

⑤卸载指示 ⑥空气过滤芯受堵指示 ⑦油气分离筒芯受堵指示

⑧油过滤器受堵指示 ⑨风机过载指示 ⑩断水指示

**7保护装置**

**7.1高温停机**

空压机配备高温保护装置 ：螺杆机头的高温保护

空压机配备了数字监控显示装置，如果转子出口温度达到105℃（这是工厂设定，不能改变）时空压机停机 当高温报警时，应及时采取措施查明原因，排除故障。高温停机后启动空压机，必须重新确认（等机器冷却后），在开机前按停机按钮。

**提示：如果故障不能排除，这可能是由于内部温度还很高，在这种情况下，必须让空压机冷却下来。**

**7.2电机过载保护**

空压机的电机都配有温度过载保护装置，当电机的温度过大的时候，温度过载保护器动作使空压机停机。当出现这种情况时，启动器内部的保护装置必须重新确认。切断电源，打开电控箱，按下过载装置的重新设定按钮，找到位置，解决问题的原因。

**8保养**

**8.1日常操作**

启动前：排尽油气分离筒的冷凝水，直到有油流出为止，并检查油位是否在正确位置。

**注意：在停机5分钟后才可以打开排油球阀。**

启动后：观察控制面板上显示的压力，检查操作温度，检查机器内总体情况，冷却器的表面，螺栓情况，是否有渗漏等。

**8.2 保养计划**

⑴检查机器的运行温度，工作压力（2h/次）；

⑵记录空压机运行的电流、电压、温度、压力（2h/次）；

⑶清洁机器（必须在停机时候）（月/次）；

⑷吹洗空气过滤器（周/次）；

⑸检查油位（班/次）；

⑹检查联轴器的螺栓（必须在停机时候）（月/次）；

⑺吹洗冷却器（月/次）；

⑻运行500小时（进行第一次保养）；

⑼检查油质，若合格可人为过滤清洁后再使用，若不合格则更换油 ；

⑽更换油过滤器芯；

⑾更换空气、冷却水过滤器芯；

⑿更换油气分离器芯；

⒀检查回油管滤网；

⒁检查膜片联轴器的同轴度；

**注意：空气过滤器与环境的情况有关，如果环境过度污染，应缩短更换的期限。**

每运行3000小时：

①更换油、冷却水过滤器芯

②更换空气过滤器芯

③更换油气分离器芯

④更换压缩机专用油

⑤检查并调整皮带轮的平面度或联轴器的同轴度

⑥检查并清洗回油管滤网

⑦检查进气控制阀

每6000小时：

①完成所有每3000小时的检查外还要完成以下检查：

②检查最小压力控制阀

③检查温控阀

④检查电器端子是否紧

⑤检查主要螺栓、螺母、管接头是否紧

⑥检查安全装置

**8.3保养指导**

空压机在运行或带压时，不要对空压机进行任何保养和维修。先停机，等内部压力释放后再进行保养。维护及保养完毕后，应全面检查是否已经重新装置完好，各个紧固件及密封部件是否安装到位。

空气过滤器的保养方法：

⑴打开端盖

⑵轻轻拿出过滤芯

⑶检查空气过滤芯的情况（如果不好就更换）

⑷清除堆积在底盖上的灰尘

⑸更换新的滤芯，安装好

⑹盖好端盖

油过滤器的保养方法：

⑴用带钳拧下旧的过滤器

⑵清洁接触面

⑶在新的过滤器密封圈的表面镀一层薄油膜

⑷用手把紧新的过滤器，直到垫片密封

⑸开机后检查是否渗漏

油气分离筒芯的保养方法：

⑴打开机器的服务边门和顶门

⑵松开管与最小压力阀连接的头

⑶松开油气分离筒盖上的管路，记住确保能正确地安装

⑷松开油气分离筒上的紧固螺栓

⑸轻轻拿起盖板，清洁回油管

⑹拿出油气分离筒芯

⑺更换新的油气分离筒芯和垫片

⑻按相反的步骤安装，注意检查回油管的长度（请参阅回油管的保养）

⑼使用扭力扳手，拧紧每一颗螺栓

⑽重新紧固油气分离筒盖板螺栓，当机器开机发热后直到操作温度

进气控制阀的特性及保养方法：

进气控制阀主要由阀体、阀门、活塞、气缸、弹簧、密封圈等组成，其侧面装有控制块及控制电磁阀，集合了通断调节、减荷、消声、降压以及停机放空等功能。减荷时有小部分的气体通过阀内的小孔放掉，以平衡进气控制阀小孔的吸入气量，使分离油罐的压力保持在 0.2~0.3MPa，维持正常的润滑油循环。进气控制阀的开启关闭动作是否灵活，对压缩机的可靠性是很重要的。因此，进气控制阀应保养，以维持良好的工作状态。

保养时，须将零件拆下，检查各摩擦表面的磨损情况，特别需注意检查橡胶密封圈表面，如有损坏或裂缝，则须更换新件，在重新安装时，各零件应清洗干净，金属零件的摩擦表面应涂上润滑油。

最小压力控制阀的保养方法：

⑴拧下盖，小心阀内的弹力

⑵拿下盖子

⑶检查密圈，如果损坏就更换

⑷检查密封圈，如果损坏就更换

⑸用高温油脂润滑，按拆时的反方向，把这些重新安装起来

**注意：在确保能够组装起来的前提下，才打开最小压力控制阀。**

润滑油的更换方法：

⑴停机

⑵接上排油管，打开球阀，将油排放到废油收集筒内

⑶关闭排油球阀，打开注油盖，重新注入新的油，直到油位到油标中间位置

⑷盖上注油盖，注意0型圈是否在正确的位置

⑸开机，运行一段时间后，检查油位；如果油位低了，适当再添加到合适位置

**注意：当机器操作环境温度较高或多尘时，油的更换间隔要相应缩短。**

油位：

最高油位：空压机停机30分钟，油平面的油表中间位置。

最低油位：在机器运行的时候检查，油平面在油标下间位置。

#### （十五）H-101蒸汽锅炉

**1 启动前检查**

1.1机、电、仪及辅助系统准备就绪

1.2联系供电仪表检查电气线路及仪表无故障

1.3检查锅炉各部件及附属零部件完好、正常

1.4检查锅炉各阀阀位是否在正确的“开”“关”位置上

1.5确认安全阀调校至安全起跳压力

1.6将水位表中心的上下20mm处漆以红线，作为水位自动控制的观察标志

1.7风机、泵等各种辅机的运行是否正常

1.8锅炉水处理系统的运行是否正常

1.9化验人员化验水质合格

1.10确认水路和蒸汽管路畅通，无泄漏现象

**2 启动**

2.1投用锅炉给水系统

2.2锅炉为程序启动，按下控制柜上的启动按钮

2.3燃烧风机\电机进入程序启动

2.4进行炉膛吹扫，时间通常为2分钟左右

2.5自动点火，稳定燃烧

2.6根据你所需要的负荷调整燃料量，锅炉投入正常运行

**注意：**用手触摸锅炉止回阀前的进水管，若超过室温，则是止回阀失灵，可关闭靠近锅炉的截止阀， 打开止回阀清洗密封面。

**出现下列情况立即停炉**：

①锅炉水位低于水位表的下部可见边缘

②不断加大给水及其他措施，但水位仍继续下降

③锅炉水位超过最高可见水位，经放水仍不能见到水位

④给水泵全部失效或给水系统故障，不能向锅炉进水

⑤水位表或安全阀全部失效

⑥锅炉元件损坏，危及运行人员安全

⑦燃烧设备损坏等严重威胁锅炉安全运行

⑧其他异常情况危及锅炉安全运行

**3 机组启动后确认和调整**

3.1确认锅炉仪控系统监控、显示正常

3.2检查各辅助设备运转是否正常

3.3确认给水系统正常

3.4确认锅炉蒸汽压力正常

3.5确认蒸汽出口压力在0.13～0.30MPa左右

3.6确认锅炉房无跑、冒、滴、漏现象

**4 停炉**

4.1降低锅炉运行负荷

4.2按下停炉开关，锅炉按程序自动停炉

4.3开给水泵进水至高水位

4.4待锅炉蒸汽压力降至0.20MPa进行冲洗水位表、安全阀并排污

**注意：**按锅水水质要求，每班排污1～2次，快速排污阀采用“三开三关”的方法进行，为保护紧靠锅炉的排污阀，不使在压差状态下开闭， 排污时应先开此阀，关闭时后关此阀，每次排污须适量，一般为10秒，排污最好在停炉后进行，排污时锅炉水位应位于高水位。

4.5水位表的冲洗，弹簧安全阀的放气冲洗，须在停炉后进行，一般每月一次

4.6关闭主汽阀

4.7切断控制柜电源

**5 锅炉交付维修保养**

5.1排尽锅炉水

5.2确认锅炉处于冷状态

5.3确认锅炉与系统完全隔离

5.4确认锅炉内介质已排干净

5.6确认断电

**6 日常维修及保养**

6.1锅炉日常检查和维保

6.1.1清理风机入口过滤网

6.1.2检查燃烧机风门动作是否正常、灵敏等

6.1.3检查引风机的滚动轴承是否正常，叶轮和外壳的磨损程度

6.1.4检查风机轴承座油位是否正常，冷却水管应畅通

6.1.5对自控系统设备及仪表全面检查，水位、压力等重要检测仪表及自控设备确保正常工作

6.1.6水位表、阀门、管道法兰等处如有渗漏应予修复

6.1.7对转动部分的机械进行一次润滑油添加或更新

6.2锅炉每年维修

6.2.1打开前后烟箱的大门，检查密封垫片及烟垢、锈蚀情况，以决定是否更换和清洗

6.2.2打开前，检查燃烧道的烧嘴砖是否烧坏，以决定是否更新

6.2.3检查进水和排污管道等的腐蚀情况

6.2.4检查电机、电器、电线、电缆的绝缘情况

6.2.5检查电气仪表箱各控制仪表、指示仪表的正确性

6.2.6特种设备法定检测

**（十六）H-201再生气加热炉**

**1操作人员必须经过培训，对机械设备及电控性能详细了解，考试合格。**

**2检查各部位润滑油是否短缺，各部位连接螺栓是否松动。**

**3启动运行**

3.1先启动送风机。启动送风机前先将调节风门关闭，风机运转正常后再将阀门慢慢开启，调节到额定风量（注意电机不能超载）。

3.2点火升温，升温时应缓慢进行。

3.3供热量调整

由于气温变化，热风炉运行中需要加大供热量时，在额定供热量范围内可加大供气量，以提高热风温度，但不允许超过规定的热风温度（130℃）。需要减少供热量时，程序与此相反，严禁用减少送风机额定风量的方法降低供热量。

**4停机**

4.1运行中由于特殊原因而关停送风机时，应采取紧急停机。首先关闭燃烧器，打开炉门、观察门，让送风机继续运转，以降低炉膛温度。

4.2正常停炉顺序：先停止燃烧器工作，关闭燃气阀，待炉膛降温至常温后，方可关停送风机。

**5注意事项**

5.1锅炉应在规定的热量下运行，严格控制温度（280～305℃），如果超过305℃仍不能停机，应停机检查电控系统，处理完毕再重新开机。不允许超温运行，更不能随意调高热风温度。

5.2在正常运行状态下，燃烧器控制箱上开关应处于ON（开）的位置。运行时，电控柜上的闭锁开关必须处于闭锁状态，以防发生干烧。

5.3注意观察燃气压力，其工作压力不得小于0.3MPa，不得高于0.7MPa，如果过高或过低，应及时查明原因进行调整，并通知调度。

5.4经常巡视检查，注意各种机械设备运行是否正常，是否有异常声响，发现故障应及时排除。

5.5注意观察各部电机运行的电压，电流是否正常，各种信号指示是否正常，发现异常要及时搞清原因并排除，如不能排除，要立即向调度汇报。

5.6经常检查换热器下部的耐火材料是否完整，发现脱落应及时修补。

#### （十七）冷剂泵（P-301A/B、P-302A/B）

**1风险：**

1.1段间分离罐和制冷剂出口分离器液位低，造成泵和冷剂压缩机连锁停机

1.2泵密封气无流量、泵泄漏、密封气泄放端漏液

1.3泄漏、火灾与爆炸

处置：按《工艺、设备应急处置方案》处置

**2程序与步骤**

**2.1检查与准备**

2.1.1通知电气岗、中控岗将对冷剂泵操作；准备所需防爆工具

2.1.2检查密封气流程，投用密封气，确保密封气压力、流量在正常范围

2.1.3检查流程是否正确，压力是否稳定

2.1.4检查润滑油油位在1/2～2/3

2.1.5检查电路、接地线、配电室电压是否正常

2.1.6确定泵入口储罐液位是否正常

2.1.7打开泵进口阀门，让泵内充满液体；微开放空。排尽泵内气体

2.1.8卸下防护罩，沿转动方向盘泵2～3圈，看转动是否灵活，安装防护罩

2.1.9通知中控开大泵回流阀至70%—80%开度

2.1.10微开出口阀

**2.2启动操作**

2.2.1按启动按钮启泵，待出口压力稳定后，逐渐打开泵出口阀门，调节好泵压和流量

2.2.2观察泵进出口压力、听运转声音是否正常，判断泵运行情况

2.2.3观察电流，是否在规定的范围

2.2.4观察密封气泄放端压力变化情况

**2.3切换操作**

2.3.1调节泵的回流，确定切换泵组运行模式

2.3.2启动备用泵，调节好泵压和流量，直到运行稳定

2.3.3关运行泵出口阀，停运行泵，关闭进口阀门

2.3.4观察泵进出口压力、听运转声音是否正常，判断泵运行情况

**2.4停运操作**

2.4.1接到停泵通知后，和电气岗进行联系

2.4.2先关小出口阀门，当电流下降接近最低值时，按停止按钮

2.4.3关闭进出口阀门

#### （十八）装车泵P-601

**1风险提示和应急措施**

1.1管道没有预冷，LNG直接进入管道，造成管道因气化致快速升压，须停泵，对管线进行泄压

1.2密封气没有投用或没有流量，造成天然气泄漏，须投用密封气，并执行相应应急预案

1.3LNG泵振动、位移频率过大，电流升高，须停泵挂牌检修，切换至备用泵运行

**2检查和准备**

2.1确定储罐液位，LNG泵电、仪，密封气压力均满足启泵条件

2.2导通LNG泵回流流程，关闭去装车站切断阀和手阀（前或后）

**3启动操作**

3.1通知电气专业，启动LNG泵

3.2检查并记录电机电流、振动、位移，泵出口压力、温度

3.3确定无任何泄漏

**4预冷操作**

4.1泵充分预冷且流量稳定后，微开去装车站切断阀旁路，进行管道预冷（温降速率≤10℃/h），根据预冷情况，逐步开大旁路阀。打开切断阀，缓慢开大切断阀手阀，直至装车站温度下降至-150℃左右

4.2预冷去装车站的LNG液相回流管线，依据管线预冷情况，微开装车臂液相回流阀门

4.3预冷去装车站的LNG气相回流管线，依据管线预冷情况，微开装车臂气相回流阀门

4.4装车站管网温度降低至-150℃后，装车管线及装车泵按照非装车状态运行

4.5操作期间检查管道是否有漏点，并监控LNG泵的电流、振动情况

**5停运操作**

5.1降低泵的负荷至65%后，停运LNG泵

5.2关闭LNG泵出口阀，打开LNG泵回流阀至5%，防止管道憋压

5.3装车站打开气相回流阀

#### （十九）其它操作规程

**1再生气湿气再生操作规程**

**1.1流程简述**

原料天然气气体进入处于工作状态（即干燥模式）的干燥床顶部，其中的水分在气体通过床层过程中被吸收。干燥器一个床层完成整个循环的时间是20小时，其中10小时用于吸水，4 小时用于再生的加热工序，5.5小时用于再生的冷却工序，0.5 小时用于待用空闲时间以及阀的切换。

再生/冷吹工序中，引一股分子筛过滤器V-201出口的高压天然气（PIC-21201减压阀前），进入再生气加热器 H-201 加热至约290℃ 。高温的气体自下而上（逆向）通过待再生干燥床，随着气体的通过而将水分脱除。再生后的“湿”再生气通过再生气冷却器E-201 被脱盐水冷却。凝结水在再生气分离器V-203 中被分离。小部分的再生气用作装置内的燃料气，大部分的再生气由压差推动回到（减压阀PIC-21201）阀后，V-202脱水器前段。

**1.2天然气再生气操作步骤**

**1.2.1开始充压**

打开XV-21110，然后打开位于XV-21110下游8″切断阀的1″旁路阀。这将使分子筛床层压力与天然气进气管道压力相当，当8″阀两侧压力相等后，打开XV-21110下游8″切断阀。

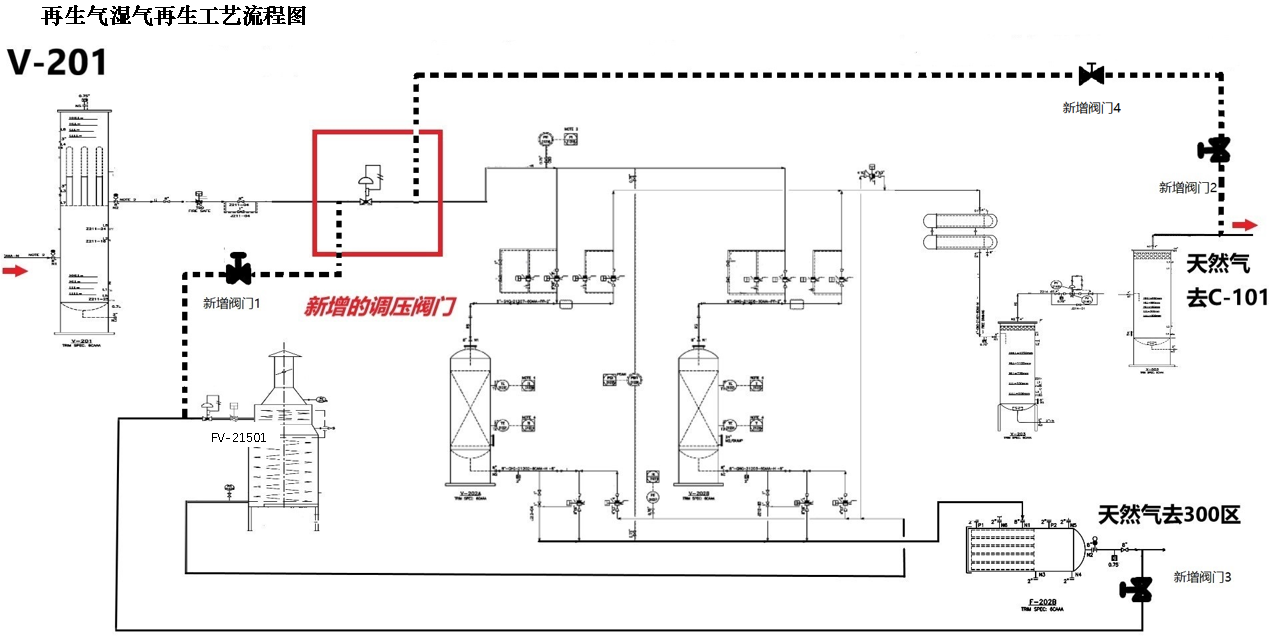
**1.2.2 充压A床和B床**

通过每个床层1″充压阀，KV-21201和KV-21205的缓慢开启，两个床层和下游管路都将升压至操作压力。确保每个阀门上都安装有限流孔板。注意在充压或泄压过程中，压力变化率不要超过0.34MPa/分钟，否则可能造成床层损坏或升起。

**1.2.3床层A建立天然气流量**

当两床都完成充压后，一股天然气将通过床层A。打开KV-21202，床层A进料阀。接下来轻轻开启HV-21715使一小部分气体泄放至火炬从而使床层A建立流量。

**1.2.4 导通再生气改造后流程（由原始设计流程切换为再生气改造后流程）**



单元吸附塔前增加调压阀，将再生气来气管线改造至此调压阀前，再生气去C-101管线改造至调压阀后，利用调压阀产生一定压降，使低压侧的再生气能回到调压阀后，这样原料气压缩机无运行的必要，可节约较多电能。

1. 关闭F-202后去FV-21501手阀，关闭FV-21501前手阀，关闭FV-21501，通过低点导淋对此管段泄压至压力为0，将F-202后去FV-21501的八字盲板导为盲关，将PIC-20201阀前新增再生线八字盲板（179号）导为盲开；
2. 关闭V-503去V-101闸阀Z111-43，关闭V-203进V-503闸阀Z514-01，打开V-503放空阀对V-503至V-101管线泄压至PI-51401显示为零；
3. 在Z111-43阀前靠V-503侧加装盲板；将新增再生气回主管线八字盲板（176号）导为盲开；
4. 微开新增再生气管线手阀，对新增再生流程充压，至压力平衡；全开再生气去FV-21501手阀，FV-21501前手阀，再生气回FIC-21201阀后手阀；打开V-503进口闸阀对V-503充压至压力与主天然气官网压力一致；

**1.2.5 建立再生气流量**

通过手动调节FV-21501，关小PIC-21201建立再生气流量至5000kg/h，再生气通过H-201，由下至上经过床层B，再通过V-503出口返回到PIC-21201阀后（或泄放至火炬）。

**1.2.6停运C-101**

将C-101旁路八字盲板导为盲开，全开Z125A-10，缓慢打开C-101 防喘振阀FV-12517至80%，两人配合一个缓慢关闭Z125A-9至全关，一人缓慢打开Z125A-11至全开，中控根据冷箱温度调整冷箱JT阀开度和液相冷剂流量，必要时打开C-301防喘振阀。

**1.2.7开启再生气加热炉H-201**

当再生气加热炉操作准备就绪，启动H-201控制再生气出V-202顶部温度为260℃。注意在启动加热炉之前必须建立充足的再生气流量，开启加热炉之前确保再生气冷却器（E-201）正常运行，同时再生气分液罐（V-203）液位控制已投入使用，以及PV-21401和4″手阀投用和打开。

建立PIC-21201前后压差为再生气提供气源动力时，再生气通过压差推动回到阀PIC-21201后。

**注：根据再生气流量调整PIC-21201阀门开度，保证FI-21501流量在5000kg/h-5500kg/h之间。**

**1.2.8再生气改造流程切换至原设计再生流程（临时操作）**

当再生气改造后的流程无法满足脱水系统脱除要求时需在线切换至原设计流程，以确保脱水后的水含量低于1ppm，具体操作如下：

1. 关闭FV-21501，全开FIC-21201。
2. 中控关小原料气进装置手阀PV-11101，缓慢降低系统压力至≤2.5MPa。
3. 根据冷箱温度降低冷剂负荷，必要时打开C-301防喘振阀。
4. 打开C-101出口闸阀Z2125A-09，关小Z125A-11阀杆至1/3处。
5. 启动C-101，待C-101运转正常后迅速关闭Z125A-11至全关并全关Z125A-10阀。切断C-101旁路流程。
6. 缓慢提升装置压力和负荷至正常水平，关小C-101防喘振阀；提升冷剂负荷至相应水平。
7. 关闭再生气改造流程的所有手阀。
8. 导通F-202后至FV-21501的盲板至盲开，导通V-503至V-101流程，拆除盲板。
9. 打开FV-21501建立再生气流量至正常值，启动H-201，天然气再生恢复至原设计流程。
10. 根据切换时间长短决定是否将再生气新流程盲板导为盲关。

**注：切换时要统一指挥，密切配合，确保一次性切换到位和C-101的稳定投用。**

**1.2.9紧急停车**

在发生可能造成设备超压、超温、超负荷、电线短路等危及人员、设备安全情况时，需紧急停止再生气切换操作；启停C-101过程中出现喘振，立即按紧停按钮，关闭出口阀，防止压缩机反转。

**1.2.10工艺异常及应急操作**

再生气流量不足

**原因分析：**

1. FIC-21201前后压差不足。
2. FIC-21501阀门开度不够。
3. 原料气进系统压力过低。

**处置措施：**

1. 关小FIC-21201，增大阀前阀后压差。
2. 开大FI-21501，建立流量至正常值。
3. 联系门站，提升系统原料气压力。

**2集液池潜水泵安全操作规程**

**2.1启泵前检查准备**

2.1.1检查集液池液位，确保集液池液位高度完全淹没泵池；

2.1.2设置浮球在距泵池上方20cm处；投用集液池液位浮球控制；

2.1.3检查潜污泵相应的出水阀是否在开启状态；

2.1.4将转换开关打到手动控制或自动控制

2.1.5检查控制电源是否闭合状态。

**2.2泵的启动**

2.2.1通过浮球自动控制或是现场手动启动运行潜水泵；

2.2.2现场人员在泵启动过程中，应观察设备运行有无异常，如振动过大、反转现象和其他的声响时，应立即按下停止按钮；

2.2.3严禁超负荷启动，遇到异常情况可按下急停"按钮，强制停机；

**2.3泵的停止**

待集液池液位下降到距泵池20cm处时，手动按下停止按钮，关闭潜水泵；或者待液位降低到浮球控制位置时自动停泵；

**2.4运行中注意事项**

2.4.1水泵带负载运行时检查出口是否出水，无异常现象发生，方可认为启动成功；

2.4.2水泵运行中遇到下列之一情况必须紧急停机：

2.4.2.1发生异常响声，剧烈振动；

2.4.2.2电流表指针抖动或突然上升或突然下降。

2.4.2.3出现缺相运行状况，电机发出沉闷的运行响声，就立即关闭设备。电控系统应该带有缺相、过载、短路和堵转保护功能。

2.4.2.4出口不出水，或泵进口堵塞。

2.4.2.5发生物料泄漏时，立即停泵，防止物料外泄。

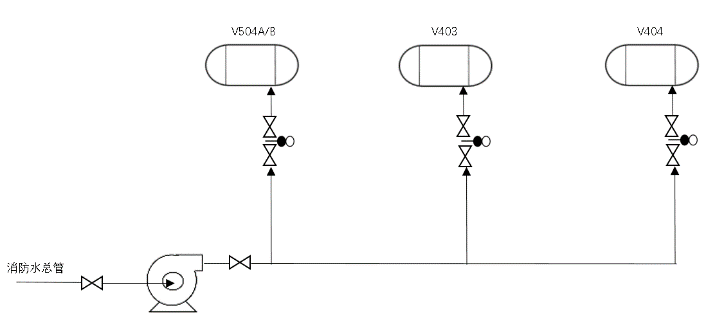
**3 冷剂罐区注水系统安全操作规程**

**3.1流程简述**

由装置区消防总管引出一支管进入注水管道泵（P4001）进口，消防水通过注水泵增压0.5MPa后可向重烃、丙烷、异戊烷储罐注水。

该注水系统仅用于处理液化烃储罐底部密封部位泄漏且无法直接堵漏时使用，由于冷剂须严格控制含水量，日常运行时，为预防消防水进入冷剂或重烃储罐，注水管道须加装盲板，当储罐确需注水处理故障时，导通盲板和流程，启动注水泵注水。

**3.2注水系统流程简图**



**3.3管道注水泵启动和运行**

**3.3.1启泵前检查准备**

1. 确认指令，并确认注水的必要性
2. 检查消防管道压力，确认管道压力（0.75-1.0MPa）经增压泵后压力大于需注水储罐压力
3. 导通流程，对注水管道充水，注水泵灌泵排气
4. 导通注水管道盲板和阀门
5. 启动消防电泵维持消防管网压力

**3.3.2泵的启动**

1. 现场手动启动注水管道泵；
2. 现场人员在泵启动过程中，应观察设备运行有无异常，如振动过大、反转现象和其他的声响时，应立即按下停止按钮；
3. 持续关注泵进口压力，根据需要增大消防电泵负荷，提高消防管网压力，防止泵进口抽空；

**3.3.3泵的停止**

1. 完成故障处置，确认不再需要注水后手动关闭泵出口阀门，按下停止按钮，停运注水泵；
2. 关闭进入储罐的阀门，并回装盲板

**3.3.4注意事项**

1. 注水系统非必要不得启用，确需启用时（如储罐液相根部密封点泄漏等）须制定检维修方案，经由相关专业审核，领导签批后才能执行注水操作；
2. 向冷剂储罐注水后需对冷剂进行干燥，使水含量小于0.1%后才可使用；
3. 水泵运行时密切关注水泵运行温度、压力、电流等参数，严防超温、超压、超负荷等，发现异常情况及时停机处理；
4. 严格监控储罐压力，防止储罐超压。
5. 冬季需做好消防管道防冻、防凝工作。

**4 橇装流量计操作规程**

**4.1流程简述**

原料天然气由界区进入我厂区橇装流量计，先通过闸阀、XV11102切断阀后分别进入两组撬装流量计，每组流量计设有1台过滤器，过滤精度10μm，当其中一台过滤器压差高于40KPa时，需切换至备用流量计。

流量计为孔板流量计，同时配套有温度、压力补偿和管道分布器。通过流量计后，天然气进入生产装置净化工段。

流量计投用：先检查各密封部位已完成试压、检漏工作，所有连接部位均已连好，管道已进行氮气置换，氮气管线阀门已有效关闭。微开流量计进口阀门对管线进行升压，升压速率不超过3.4MPa/分钟，完成升压后开展捡漏，确认无泄漏后，打开流量计后手阀。

流量计切换：先按照投用步骤，投用备用流量计，然后关闭需切换的流量计前后阀门，打开低点泄放导淋对管线进行泄压，待泄压完毕后充入少量氮气，对管道内的天然气进行置换。

过滤器检修：步骤与流量计切换一致，待过滤器检修完毕后，按照流量计投用步骤进行投用。

**4.2工艺异常及应急操作**

**4.2.1 过滤器压差持续上升**

**原因分析：**

上游带入大量固体杂质或粉尘。

**处置措施：**

1. 根据过滤器压差情况，及时切换至备用流量计。
2. 已堵塞的过滤器及时完成检修备用。
3. 联系门站，对接天然气气源情况。

**4.2.2原料天然气泄漏**

及时完成泄漏点前后阀门切断，并按照公司相关应急预案执行。

**第七章 正常停车**

**一、正常停车准备**

**（一）LNG装置停工确认表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 时间 | 班次 | 任务内容 | 责任班组 | 责任人 | 完成情况 | 确认人 |
| 1 |  |  | 装车任务完成后、停运装车泵 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 2 |  |  | 通知门站降量 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 3 |  |  | C-301降量，回收冷剂 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 4 |  |  | C-101降量，系统压力降至2MPa左右 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 5 |  |  | 冷箱降量，BOG导通外输 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 6 |  |  | 停P-302、P-301及C-301 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 7 |  |  | 停分子筛系统 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 8 |  |  | 停H-101、H-201、冷冻机 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 9 |  |  | 停C-101 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 10 |  |  | 停脱碳系统（胺液泵，隔断酸气） | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 11 |  |  | 准备循环水D泵流程，倒换循环水D泵 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 12 |  |  | 关闭原料气进厂总阀 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 13 |  |  | 100区、200区、300区隔离，卸压 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |
| 14 |  |  | 停BOG、停空压机、干燥机、制氮机、生产水泵等 | 工艺班组 | 工艺班长 |  |  |

**（二）停车风险识别与过程控制**

2.1 活动风险识别与评价

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 危险源 | 风险危害 | 风险值 | | | 是否重大风险 | | |
| L | S | R | 一般 | 中度 | 重大 |
| 物体打击 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 火灾、爆炸 | 人身伤害 | 2 | 5 | 10 |  | √ |  |
| 腐蚀伤害 | 人身伤害 | 1 | 5 | 5 | √ |  |  |
| 中毒伤害 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 |  | √ |  |
| 环境污染 | 环境污染 | 1 | 3 | 3 | √ |  |  |
| 滑倒跌落 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 |  | √ |  |
| 触电 | 人身伤害 | 1 | 2 | 5 | √ |  |  |
| 冻伤 | 人身伤害 | 3 | 3 | 8 |  | √ |  |
| 窒息 | 人身伤害 | 3 | 3 | 8 |  | √ |  |

2.2.作业过程安全措施

2.2.1作业现场人员劳保穿戴整齐，进入现场作业人员务必正确佩戴安全帽、防护手套、对讲机，中控配备空呼、硫化氢检测仪、可燃气体检测仪、防爆电筒、过滤式防毒面罩等安全防护用品，现场配备灭火器及消防水带水枪等，停车前，班长要组织对岗位劳动防护用品进行检查确认，确保所有劳动防护用品、消防器材及工器具等处于有效备用状态。

2.2.2持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员，停车时，现场操作由当班班长统一指挥。

2.2.3交叉作业时，作业人员务必带好随手作业工具，现场工具、材料妥善放置，不得掉落。

2.2.4如遇雷电、暴风、冰雹等恶劣天气，不得进行停车作业。

2.2.5如在停车过程中遇可燃气体泄漏，立即组织有关人员按照现场处置方案进行果断处置，发生现场着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（119）。

2.26.6如出现天然气或LNG泄漏，及时对泄漏点进行确认，及时按照现场处置方案和应急预案进行处置。

2.2.7停车过程中，装置区水体全部排放至废水池，不得将废水直接外排引起环境污染事件。

2.2.8停车过程中切换阀门名称及位号、机泵停车前状态等应详细记录，为装置再开车工艺流程确认创造条件。

**（三）工作危害分析记录**

分析人： 分析时间：202 年 月 日

| 序号 | 作业活动 | 危害或潜在事件 | 主要后果 | 以往  案例 | 风险评价 | | | | | 是否不可承受 | 建议改正/控制措施 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L | E | C | D | 级别 |
| 1 | 设备操作 | 错误开关阀门 | 损坏设备或引发物料泄漏 | 无 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 否 | 一人操作，一人监护确认 |
| 2 | 错误停机程序 | 损坏设备或引发物料泄漏 | 无 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 否 | 一人操作，一人监护确认 |
| 3 | 参数控制 | 管道、容器超压 | 泄漏、爆炸、燃烧 | 无 | 1 | 1 | 7 | 7 | 4 | 否 | 严格指标控制 |
| 4 | 温度控制超标 | 火灾或爆炸、设备损坏 | 无 | 1 | 1 | 7 | 7 | 4 | 否 | 严格指标控制 |
| 5 | 流量控制超标 | 引发系统波动 | 无 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 否 | 严格指标控制 |
| 6 | 液位控制超标 | 造成物料损坏或系统波动 | 无 | 3 | 1 | 3 | 9 | 4 | 否 | 严格参数控制 |
| 7 | 现场作业 | 低温液相管线未及时泄压 | 泄漏、爆炸、燃烧 | 无 | 3 | 1 | 3 | 9 | 4 | 否 | 低温管道及时泄压，严防超压 |
| 8 | 操作过程安全防护不全 | 人员受伤 | 无 | 3 | 1 | 3 | 9 | 4 | 否 | 严格安全防护用品穿戴 |
| 9 | 现场违规泄放燃气 | 爆炸、燃烧 | 无 | 3 | 1 | 3 | 9 | 4 | 否 | 开停车过程禁止现场泄放燃气 |
| 10 | 违规进行特殊作业 | 爆炸、燃烧 | 无 | 3 | 1 | 3 | 9 | 4 | 否 | 严格落实防控措施 |
| 11 |  | 其他有关安全的事项 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**（四）停工准备**

装置处于稳定生产状态

4.1状态确认：

（内操） — 确认装置联锁系统置入自动状态且操作正常；

（内操） — 加热炉系统各参数操作正常；

（内操） —冷剂压缩机组系统各参数操作正常；

（内操） — 原料气压缩机组、BOG 压缩机组各参数操作正常；

（内操） — 锅炉、循环水系统各参数操作正常。

4.2 协调准备

[班长] — 联系专业技术员，准备好胺液或冷剂的回收准备；

[班长] — 制定出所需要的全部盲板的数目和规格，并按要求准备好所有盲板和明细；

[班长] — 联系专业技术员，保证停工期间氮气的供给；

[外操] — 准备齐全停工后检修用的所有工器具和备品备件及相关材料。

4.3再次状态确认：

（班长） — 确认天然气流程贯通及停车后BOG外送流程，且已做好对接协调工作；

（班长） — 确认有足量的 N2供给，备有所需规格的盲板数；

（班长） — 各岗位人员到位。

**二、停车步骤**

[班长] — 通知专业负责人并得到停工命令；

**1 液化系统停车**

[内操] —如果需要，打开段间冷剂泵出口液相进冷剂储罐控制阀 HV-41108，将 V-302 中液态冷剂输送到 V-401，确保 V-302 在低液位运行；

[外操] —打开 V-301 上的手阀，将 C-301 的排放热气送到 V-301 的底部；

（外操） — V-301 的底部没有液体；

[内操] —将液相冷剂进冷箱C通道总流量阀 FV-32312 置于手动，并逐步降低其开度；

注意：小心关注再循环阀FV-31610和FV-31805运行，确保压缩机防喘振控制系统正常运行

（内操） —逐渐打开防喘振阀 FV-31610 和 FV-31805；

[内操] —设定高压冷剂液态流量控制器 FIC-32312开度为0；

[内操] —2分钟后，将 LNG 流量控制器 FIC-31204置于“手动”并开始逐步降低设定值；

（内操） —LNG 流量控制器 FIC-31204 开度大约为 5%；

注意：⑴E-301任一点温度变化不能高于0.5℃/分钟且任意水平面上的温度差不能高于28℃；

⑵如果去V-301的热蒸汽不足以汽化所有积聚的液体，将会导致液位上升。

[内操] —逐步关闭J-T阀；

[外操] —停运 BOG压缩机；

[外操] —停运 C-301，大罐BOG根据需要放火炬，严禁储罐超压；

[外操] —停运 P-301A/B；

[内操] —关闭冷剂排放阀 HV-41108。

说明：

如果维护需要，用P-301A/B、P-302A/B的排液口以及V-301的手动排放阀，将冷剂回路中残存的液体排放到冷剂储罐V-401或排放到火炬；

冷剂回路中的气体可以从V-301气相出口阀HV-31410和靠近E-301A/B的手动“解冻”出口减压排放至火炬管线；

任何管道和设备的所有要打开维护的部分都首先由N2吹扫至火炬，直到系统内的烃浓度低于其可燃下限的10%（LEL）；在产品阀FV-31204关闭之后， 应该监控冷剂换热器的LNG侧的压力，当压力接近6.0MPa时，微开FV-31204或打开解冻气出口手动阀，泄放多余压力。

液化系统停工完毕

**2 分子筛干燥系统停车**

[内操] —当一个分子筛床完成再生循环并且准备投用时，停止 PLC 的切换逻辑；

[内操] —关闭脱水单元入口手控阀或 XV-21110；

[内操] —关闭 XV-32501；

[外操] —按要求停再生气加热器 H-201，记录分子筛运行时间；

[外操] —关闭进再生气加热器 H-201 再生气阀。

说明：

如果需要，分子筛单元可以通过 HV-21715直接去火炬降压。如果是长时间停车，用天然气或氮气 N2保持系统微正压，以防止空气进入。

分子筛系统停工完毕

**3 胺系统停车**

[外操] —根据系统降量情况，开大防喘振阀门，降低转速，操作过程中严防压缩机喘振。

[内操] —严格监控喘振曲线，监控密封气压差；

[外操] —根据需要保证密封气供应；

[外操] —原料气压缩机降低到最低转速时，停原料压缩机 C-101；

[外操] —待机组不再转动时关闭密封气，机组温度＜35℃时，停润滑油泵，高位油箱无回油30分钟后停隔离气。

[外操] —停蒸汽锅炉 H-101；

[外操] —停回流泵；

[外操] —停胺循环泵和增压泵，结束胺循环；

[外操] —关闭胺冷却器（E-103）；

[内操] —将 LV-11206, LV-11304, LV-11705, 和 FV-11901 置手动模式，然后关闭。

说明：

胺再生塔冷却时，冷凝蒸汽可能出现真空。如果这样，打开 PV-11701 补充保护气 N2 进入塔顶以保持正压 （胺再生塔及相关塔顶系统的设计考虑真空情况。然而在真空条件下，系统会吸入空气；因此，尽量保持 PV-11701 在投用状态）；持续运行胺循环直到汽提塔底部温度达到或低于 66℃可使胺热降解的可能性降到最低，并防止排胺液时烫伤；胺再沸器内的蒸汽冷凝时可能会造成真空，因设备设计已考虑真空因素，除非因环境温度或检修原因确实需要排净，否则请不要打开放空口引入空气。如果有空气渗漏进来（通过法兰，排放口等），在下次开车前必须用惰性气体置换干净；或者停车时用 N2 置换及保护。

胺系统停工完毕

**4 空压站、循环水停运**

[外操] — 现场停运空压站系统；

[外操] — 现场停运循环水系统；

（班长） — 确认按空压站及循环水泵操作规程停运。

空压站、循环水系统停工完毕

**5 停工说明**

5.1正常停车要有序、安全、合乎逻辑，如果必要，也可通过安全仪表系统（SIS）快速停车，即紧急停车（ESD）；

5.2在正常操作中， DCS操作人员密切监控所有控制器，确认维持其设定值，或确认控制器不会响应太快而出现实际值与设定值有较大偏差；

5.3再沸器出口降温速度控制在10℃/小时之内；再生气温降速率控制在50℃/小时之内；

5.4制冷和冷剂系统停车后，除非需要维护或系统需要打开，否则，冷剂需留在系统里并且升温至环境温度；

5.5 BOG回收系统除非该系统自身维护需要，正常情况下，闪蒸气回收或BOG系统需连续或间断运行将增压BOG外输或自用以保证产品LNG储罐压力不超上限，原则上需连续运行；

5.6当需要长时间（一般为7个自然日）停车进行整体检维修，则装置必须卸压并使用N2置换含烃类及含可燃物的管线和设备。

5.7系统停车后，可打开200区至原料气管线跨接阀门将系统天然气通过返输管线外送，平时正常运行时须保持技改阀门处于关闭状态。

5.8系统停车后，大罐蒸发气可通过BOG压缩机压缩后进行返输，系统天然气可通过技改管线打通BOG与原料气跨接进行返输操作。系统开车时须关闭跨接阀门，停止返输。

**6 停工要求**

6.1停工方案要做到“三个明确”：明确具体操作的时间和操作员，明确降温、降压的速度，明确扫线介质、扫线方向、吹扫时间；

6.2在装置非检维修停工期间不安排任何施工作业，并制止施工单位向装置内运送工具、材料等行为；

6.3操作人员扫线过程中，扫线介质不能流经流量计量表，要将其隔离。管线吹扫时，先副（支）线，后主线，最后同时吹扫；

6.4操作人员吹扫时，与之连通的排污线、排凝线、排气线、火炬线、放空点、连通线均要吹扫干净，不能存有死角；

6.5高温（＞100℃）塔、器吹洗（蒸塔）时，加密回流缓冲罐脱水。塔、罐吹洗结束冷却降温时，必须保证其顶、底排阀打开，避免冷却时形成负压；

注：在氮气吹扫作业结束后，将所有固定或临时氮气吹扫口加盲板。工艺系统内不需要氮气时，应尽快用工艺介质将氮气置换，并在氮气系统界区处加盲板。

系统置换合格微正压，全装置具备检修条件

**7 紧急停机**

状态确认：

紧急停机是公用工程系统突然中断、单元系统突发不可控故障、装置突然停电、主要设备发生故障、发生重大安全事故、事故隐患采取的紧急停工、工艺物料大量泄漏或发生火灾、爆炸、不能人为控制的自然灾害（地震、大型的泥石流等）等。

7.1 突然停电时，装置生产的保护控制系统动作而紧急停工，操作人员应迅速做好以下工作：

[外操] — 迅速打通 BOG 气体至火炬系统流通，保证 LNG 储罐不超压；

[外操] — 若脱水系统正在对干燥器再生，应立即对H-201停炉并急停H-101；

[班长] — 打电话向上级报告；

（班长） — 按正常停工操作。

7.2公用工程系统突然中断

7.2.1 停循环冷却水

应急措施：

（1）联系生产专业负责人，查清原因；

（2）短时间停循环水时，装置适当降负荷；

（3）长时间停循环水时，按正常停车处理；

（4）循环水恢复后，按正常开车步骤开车。

7.2.2 停仪表风

应急措施：

（1）联系生产专业负责人，查找原因；

（2）所有气动阀门改为现场控制或切换氮气线用作仪表风，防止系统超温超压；

（3）待仪表风正常后，调整操作至正常。

7.2.3 其他（地质灾害、泄漏、着火爆炸等）制约系统运行因素

应急措施：

（1）依照公司《专项应急处置方案》逐项实施；

（2）排除并经专业负责人确认后，按正常开车步骤开车。

**8 其他要求**

8.1动设备停机要填写停机操作卡。

8.2现场作业严格按照操作规程执行。

8.3冷剂尽量回收至V-401、V-302和V-303。

8.4低温管道停用后，管道内的物料尽量排净，当班人员定时检查，防止挥发憋压。

8.5装置停车后酸气要切换至脱硫塔。

8.6在停车检修期间，关注氮气管网压力和仪表风管网压力，适时打开氮气到仪表风的跨接。

8.7 BOG避免大量放空，尽量在停车前将大罐压力抽至最低（140mbar），并集中安排装车。

### 三、临时停车

1临时停车内容

临时停车属于计划性停车，包括全装置临时短停/停电、临时中断生产（退出天然气）、临时中断某单元等内容。

2临时停车执行步骤

2.1确认临时停车原因、停车必要性和具体指令。

2.2结合临时短停原因，按照正常停车规程进行停车，看根据需要保留部分设备或单元运行（如：若H101长时间无法运行导致CO2超标，可对冷箱天然气完全退量，保留脱碳和脱水单元运行）

2.3涉及全装置短停，需将液氮导入仪表风管网，保证仪表风、氮气管网压力在0.5MPa以上。

2.4停车前冷剂回收，确保V-401与C-301二段出口压力一致。

2.5气相冷剂小量泄放火炬，直到C-301入口压力达到启机标准。

2.6临时停车后检查装置运行情况，确保无窜压、超压、超温等安全风险，持续跟进故障处置，并做好开车条件准备。

2.7临时停车后开车按正常开车程序进行。

### 四、紧急停车

1紧急停车内容

1.1紧急停车：发生有可能危及人员生命健康、公司财产和设备安全的事件或事故时，对全装置、单元或设备采取紧急停车以降低安全风险、损失的行为。

1.2紧急停车程序指令由班长及以上管理人员下达，有操作班组具体执行。

1.3紧急停车由指令下达人根据实际情况，认真研判安全风险作出的责任行为。

1.4紧急停车方式可分为ESD紧急停车、DCS设备急停、现场设备急停等。

2紧急停车执行步骤

2.1根据紧急停车必要性，及时准确下达指令，并采取对应保护性措施，降低安全运行或设备运行风险。

2.2及时向相关领导汇报情况，内容涉及紧急停车原因、时间、风险等。

2.3涉及全装置紧急停车，根据需要将液氮导入仪表风管网，保证仪表风、氮气管网压力在0.5MPa以上，同时做好冷剂回收，检查装置运行情况，确保无窜压、超压、超温等安全风险。

2.4紧急停车后，会同各部门详细检查故障原因，并持续跟进故障处置，做好开车条件准备。

2.5紧急停车后根据全厂开车、单元开车或设备开车程序进行。

**第八章 特殊操作**

**一、填料装卸**

**（一）风险识别与过程控制**

**1风险识别**

**活动风险识别与评价**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **作业活动** | **危险源** | **风险危害** | **风险值** | | | **是否重大风险** | | |
| 分子筛装卸 | **L** | **S** | **R** | **一般** | **中度** | **重大** |
| 物体打击 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 起重伤害 | 人身伤害 | 1 | 2 | 2 | √ |  |  |
| 高处作业 | 人身伤害 | 2  3 | 4 | 8 |  | √ |  |
| 火灾、爆炸 | 人身伤害 | 2 | 5 | 10 |  | √ |  |
| 人员触电 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 |  | √ |  |
| 中毒伤害 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 |  | √ |  |
| 环境污染 | 环境污染 | 1 | 3 | 3 | √ |  |  |
| 人员窒息 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 |  | √ |  |

**吊装风险识别**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 风险评估 | 风 险 削 减 | 应 急 安 全 措 施 |
| 1 | 由于地面硬度不够导致吊车腿下陷造成吊车翻车 | 对吊车站位的地面进行夯实，并用枕木、管排将吊车腿垫实。 | 吊装负责人组织有关人员对受伤人员进行现场抢救，同时拨打120，将伤员送到医院抢救。同时研究解决事故现场仍存在的险情，保护事故现场。 |
| 2 | 吊车工作半径过大承载超标，造成吊车翻车 | 吊装前认真计算最大载荷、确定吊车站位，选用吊车必须满足此载荷，并有富余量。 | 吊装负责人组织有关人员对受伤人员进行现场抢救，同时拨打120，将伤员送到医院抢救。同时研究解决事故现场仍存在的险情，保护事故现场。 |
| 3 | 现场出现不可预料的险情 | 吊装前认真落实吊装方案中的各项工作，吊装过程中严格执行吊装方案中的安全注意事项，杜绝违章指挥和违章操作。 | 吊装负责人组织有关人员对受伤人员进行现场抢救，同时拨打120，将伤员送到医院抢救。同时研究解决事故现场仍存在的险情，保护事故现场。 |

**2过程安全措施**

（1）施工现场人员劳保整齐，现场设有施工区域，并用警戒带标识。

（2）持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员。

（3）高空作业人员要佩戴安全带，并有专人监督保护。

（4）吊装时，主绳扣要拴挂牢靠。

（5）风力在五级或五级以上严禁进行高空作业。

（6）现场配备灭火器，发生着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（拨打119）。

（7）使用轴流风机在下人孔处通风，保证塔内空气流通，做好受限空间作业的各项安全防护措施。

**（二）作业准备**

1 搞好施工现场以及施工方案的审批，将作业的具体现场条件、施工要求文件、施工组织方案的要求贯彻到作业小组负责人人头。

2 进行施工现场存放填料、置换管路、供电、消防等设施的完善。

3 对施工场地的障碍物进行清除或设置保护措施。

4 施工前及施工期间提前核实了解气候变化情况和容器内件及涂层完好情况。

**（三）责任分工**

1 生产运行部负责填料卸/装技术方案、作业方案的编制、签批并对相关作业人员指导、培训。

2 机电仪车间负责卸/装工作的物资准备，将物资库房的填料按需要及时转运至作业现场，人员组织、卸/装工作的实施，现场吊车使用的协调。

3 公司HSE办公室负责现场安全措施的落实和管理，负责现场安全管理、票证办理及安全措施的落实，负责完善废料处置程序及拉运废料车辆保障。

**（四）主要材料及机具**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 名 称 | 数 量 | 是否合格 |
| 1 | 废料运输车辆 | 1辆 | 是 |
| 2 | 转运叉车 | 1辆 | 是 |
| 3 | 物料 | 根据需要 | 达使用寿命 |
| 4 | 物料 | 根据需要 | 是 |
| 5 | 风向标 | 1套 | 是 |
| 6 | 灭火器（8Kg） | 6支 | 是 |
| 7 | 爬钩（1.5米/2.5米） | 各2把 | 是 |
| 8 | 爬锄（1.5米/2.5米） | 各2把 | 是 |
| 9 | 正压式空气呼吸器 | 4套 | 是 |
| 10 | 长管式呼吸器 | 1套 | 是 |
| 11 | 测氧仪/测温枪 | 各2支 | 是 |
| 12 | 可燃气体检测仪 | 2支 | 是 |
| 13 | 防爆应急灯 | 2支 | 是 |
| 14 | 安全警戒带 | 1套 | 是 |
| 15 | 起重吊具 | 1台 | 是 |
| 16 | 22—65重力套筒扳手 | 2套 | 是 |
| 17 | 22—46死扳手 | 1套 | 是 |
| 18 | 22—46梅花扳手 | 1套 | 是 |
| 19 | 铜榔头 | 1支 | 是 |
| 20 | 加力杆（两长两短） | 4支 | 是 |
| 21 | 活动扳手 | 4把 | 是 |
| 22 | 起子 | 4把 | 是 |
| 23 | 美工刀 | 1把 | 是 |
| 24 | 刀片 | 1盒 | 是 |
| 25 | 电工胶布 | 1盒 | 是 |
| 26 | 铁丝 | 10公斤 | 是 |
| 27 | 塑料薄膜（黑） | 40米 | 是 |
| 28 | 防爆电源线 | 100米 | 是 |
| 29 | 防爆插座插头 | 2套 | 是 |
| 39 | 鼓风机 | 1台 | 是 |
| 31 | 钢丝网（18目×0.6mm） | 6.6m2 | 是 |
| 32 | 钢丝网（4目×1.2mm） | 6m2 | 是 |
| 33 | 卸料漏斗/卸料溜槽 | 各1个 | 是 |
| 34 | 石棉板 | 20公斤 | 是 |
| 35 | 遮雨篷布 | 20米 | 是 |
| 36 | 软爬梯（8米高） | 1个 | 是 |
| 37 | 钢丝钳 | 1把 | 是 |
| 38 | 布袋（8米） | 1个 | 是 |
| 39 | 瓷球φ6氧化铝 | 根据需要 | 是 |
| 40 | 瓷球φ12氧化铝 | 根据需要 | 是 |
| 41 | 瓷球φ25氧化铝 | 根据需要 | 是 |

**（五）装填装卸操作规程**

**阆中双瑞能源有限公司LNG生产装置无催化剂，下以分子筛装填为例，讲解物料装填，其余物料触类旁通。**

**1 V-202脱水器分子筛填料卸料作业操作规程**

**1.1施工作业前准备工作**

1.1.1调整流程，置换V-202A/B；

1）关闭V-202进口阀XV-2110,Z211-04，关闭H-201出口阀XV-21561/Z215-07，关闭再生气出口阀PV-21401前后手阀，关闭F-201进口闸阀Z213-01/02,J213-01/02；打开V-202轨道阀KV-21201/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13；

2）打开V-202脱水塔安全阀PSV-21214/PSV-21215副线对脱水器系统整体泄压至火炬系统，泄压至PI-21215/PI-21216显示为0；

3）关闭V-202轨道阀KV-21201/02/03/04/05/06/07/08/10/12/13；

4）在V-202A底部2寸导淋连接高压软管接入氮气，用氮气置换脱水塔V-202A/B的可燃气体，从PSV-21214/PSV-21215副线排放至火炬系统，连续置换至便携式可燃气体检测仪检测可燃气体含量≤10%LEL，停止置换；

5）拆开V-202A/B底部法兰，在V-202A/B底部8寸法兰口加装盲板；

6）拆开V-202A/B顶部封头，8"短接、卸料孔；

1.1.2在V-202顶部平台边缘设置风向标1套，分子筛出料口区域安装两个以上强排风鼓风机，向下风口方向进行吹扫，作业人员站上风口作业，吹扫至检便携式氧气检测仪检测氧气浓度在18.5%—20.9%，

1.1.3作业人员穿戴好安全防护用品：工服、工鞋、安全帽、安全带、防尘口罩、防毒面具（佩戴前检查好防毒面具是否安全可靠，做好检查前的记录工作）或正压式呼吸器（包括长管式）等。

1.1.4备好施工作业工器具，为避免金属与金属之间发生碰撞产生火花和划伤塔器内壁，带金属的作业用具要经过处理（缠上胶带）。

1.1.5配置可燃气体检测仪/氧气检测仪/测温枪各一台。消防措施：备好干粉灭火器等消防器材。

**1.2作业内容**

1.2.1V-202脱水器泄压并隔离置换。

1.2.2拆卸V-202A/B脱水器卸料口法兰，卸出固废分子筛。为了避免对现场空气的污染，严格控制缩短分子筛的卸料时间，用双层塑料编织口袋迅速密封打包上车，运离作业现场。

1.2.3清理干净下部瓷球，塔内不允许有残留的废物料粉尘。如果瓷球有破损现象，必须全部清理出来过筛除去破碎瓷球。

1.2.4如果当天不能卸尽，下班前要将卸料口恢复安装，防止空气从下部窜入塔内，

**1.3作业步骤**

1.3.1作业前的检查：

(1) 关闭卸料塔进/出口阀门。

(2) 泄压、放空、置换加装盲板。

(3) 检查脱水塔内是否存有爆炸气体。

2、卸料操作程序：

1. 断开脱水器的进口和出口阀门。
2. 放空、泄压使脱水塔内压力与大气压力平衡。
3. 作业区域地面及设备设施用塑料薄膜遮挡。
4. 作业人员佩戴好安全防护用品。
5. 打开脱水塔的顶部封头。
6. 拆开脱水塔下部卸料口放料、打包、转运及装车。

**2脱水塔填料分子筛装填作业操作规程**

**2.1施工作业前的准备工作**：

2.1.1确认塔器填料类别和装填高度，并在塔器外壁做好高度标记分别装填4.36米高，型号：4A-DG1/8，单塔约5.25吨。

2.1.2把脱水塔内剩余的废旧分子筛粉尘吹扫、清洗干净，脱水塔内不允许有残存的废固分子筛粉尘。

2.1.3A塔内件规格：检查脱水塔下部的隔篾板及丝网，如有破损，则需维修或更换。在塔器下部隔篾板上依次铺4目×1.2mm钢丝网，2层18目×0.6mm钢丝网，再铺1层4目×1.2mm钢丝网，钢丝网上铺一层（约75mm厚）φ12氧化铝瓷球，φ12瓷球上铺一层约（75mm）φ6氧化铝瓷球，锁紧出料口锁紧装置，紧固出料口人孔，严格执行螺杆锁紧操作规范。分子筛装填完成后，在分子筛上面依次铺一层4目×1.2mm钢丝网、0.6mm×18目的钢丝网，翻边高度210mm，钢丝网上面铺上一层（约150mm厚）φ25氧化铝瓷球，避免气体直接冲击分子筛。

2.1.4B塔内件规格：检查脱水塔下部的隔篾板及丝网，如有破损，则需维修或更换。在塔器下部隔篾板上依次铺4目×1.2mm钢丝网，2层18目×0.6mm钢丝网，再铺1层4目×1.2mm钢丝网，钢丝网上铺一层（约75mm厚）φ12氧化铝瓷球，φ12瓷球上铺一层约（75mm）φ6氧化铝瓷球，锁紧出料口锁紧装置，紧固出料口人孔，严格执行螺杆锁紧操作规范。分子筛装填完成后，在分子筛上面依次铺一层4目×1.2mm钢丝网、0.6mm×18目的钢丝网，翻边高度210mm，钢丝网上面铺上一层（约150mm厚）φ25氧化铝瓷球，避免气体直接冲击分子筛。

**2.2具体装填及投用程序**

2.2.1均匀装填好瓷球后按设计要求封好下部卸料孔。

2.2.2在脱水塔内安装好软梯和安全照明光源。

2.2.3装填人员若需进入塔内应戴好防护用品，系好安全应急绳，戴好长管呼吸器。

2.2.4塔器顶部入口处安装好漏斗，漏斗的下部连好布袋，扎紧后放入脱水塔内。

2.2.5地面人员依次打开分子筛包装桶。（编好装填序号）

2.2.6容器顶部平台上指挥人员指挥吊车把吊桶吊到塔器顶部平台上，装填人员拉开吊桶底部的水平拉门，将分子筛卸入漏斗中。

2.2.7在布袋进料前，先由塔器内的装填人员扎好下口，再由顶部装料人员慢慢地将填充物卸入布袋中，均匀地将分子筛铺入床层，要求在整个过程中，装填物的自由落下高度不能超过0.5米。

2.2.8在装填过程中，要求容器内装填人员均匀填充，不能将全部的分子筛在塔器内堆成一堆之后再耙平，这样容易使小颗粒和粉尘留在堆子中心，而较大颗粒滚向边缘，从而导致操作时气体分布不均匀。

2.2.9进行布料时要求必须站在木踏板上，并且要不断挪动木踏板的位置。

2.2.10要求塔器内人员均匀填充 ，使床层截面均匀上升，小心防止在分子筛料层形成空腔。

2.2.11随着装填不断进行，床层高度在不断增加，这时可用剪刀适当地剪短下料布袋，并及时将剪下部分装入小桶中，同时适当的卷起部分软梯。

2.2.12当接近顶层界面标记时，通知缓慢下料并及时耙平料位，防止装入过量。

2.2.13每当装完一层时，要求料面层平整，若有不足的地方，可用小料桶把装填料送入干燥器内，再由装填人员小心地补齐。

2.2.14待全部分子筛填料装填完并检查合格后，按设计要求把塔类器件复位

2.2.15装填完成后密封上部进料口及人孔。

2.2.16办理盲板抽出证，导通脱水系统工艺流程。

2.2.17填料粉尘吹扫及系统置换。

（1）用氮气置换塔内空气，氮气置换程序：打开V-202A氮气高压软管临时接管处阀门向单个脱硫塔内引入一定压力及数量的氮气，从V-202顶部PSV-21214/PSV-21215管线上0.75寸导淋排气，用氮气进行系统吹扫置放，待置换至排气口氧气检测仪检测氧气含量＜0.3%时关闭氮气软管连接处阀门。

（2）用天然气置换脱水塔内的氮气，待出气口与进气口气体成分相等时系统置换结束，从而绝对确保空气排放安全。若置换气体是天然气置换系统，气体的流速控制在每秒不超过六米，防止天然气置换时天然气与空气混合后产生爆炸，待出口气与进口气成分相同后认为置换合格。使用检测仪检测出口含氧量，要求含氧量≯0.3%，吹扫置换升压时应缓慢平稳，待空气排尽后关闭系统。

2.2.18试压：压力升至工况允许范围内，检查各法兰是否有泄漏情况出现，及时紧固。

2.2.19升压：在加压系统中应进行逐步升压，每分钟升压速度＜0.34MPa，直至达到设计压力（5MPa），升压结束后，对拆卸过的法兰检漏。

**2.3环保处置**

固体污染

现场散落的新、废分子筛和瓷球全部收集装袋，随处置车运走。

液体污染

现场污水通过沟渠排放进入污水池，处理合格后外排市政管网。

**2.4应急处置**

2.4.1 现场着火的应急处置

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 现象 | 处置 | 负责人 |
| 报告 | 1.立即向当班班长报告。 | 发现者 |
| 2.通知现场安全督导组领导 | 发现者 |
| 应急  处置 | 3.立即根据现场火势情况进行灭火。 | 现场人员 |
| 4.立即疏散无关人员。 | 应急  处置  人员 |
| 5.调集区域手推式和便携式干粉灭火器、启动消防水炮到事故现场进行灭火。 |
| 6. 火情严重情况下打开消防通道，接应消防车、救护车辆等到事故现场支援。 |
| 应急  终止 | 7. 在应急救援专业人员确认火灾已完全扑灭后，清点人员，应急终止。 | 值班领导 |

2.4.2 施工现场人身伤害的应急处置

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 步骤 | 处置 | 负责人 |
| 报告 | 1.立即向当班班长报告。 | 发现者 |
| 2.通知安全督导组领导。 | 当班班长 |
| 应急  处置 | 3.对现场受伤人员进行必要的应急处理：  a）脱离危险场地，伤口包扎。  b）对心跳停止者，进行心肺复苏。  4.现场建立警戒区域 | 应急  处置  人员 |
| 应急  终止 | 5.将受伤人员送至医院做进一步治疗和处理，应急终止。 | 值班领导 |

2.4.3急救措施

2.4..3.1当眼睛内含有粉尘时，用足够的水冲洗（睁开）眼睛15分钟。

2.4.3.2当感觉呼吸困难时，及时找医生治疗；如果呼吸停止，立即进行人工呼吸。

2.4.3.3当皮肤难受时，用水和肥皂洗涤。

2.4.3.4大量饮水。

2.4.4高处作业造成事故

后果：人身伤害；

预防措施：

①进行高处作业时，必须佩戴安全带。

②进行高处作业时，需2人以上进行操作；悬挂警示牌；

③进行高处作业时要有专人监护；

④劳防用品要穿戴齐全。

应急措施：①对伤员进行现场抢救，若伤势严重，立即通知医疗部门进行抢救；

②通知有关领导和相关部门。

2.4.5进入有限空间作业造成事故

后果：①人身伤害；

预防措施：①进行作业时，用电不得超过36v。

②进行作业时，塔内要保持通风。

③作业时，需2人以上进行操作；悬挂警示牌或专人看守；

④进入有限空间作业时要有2人以上监护；

⑤劳防用品要穿戴齐全，配备防毒面具及防爆工具；

⑥塔内必须光源充足。

⑦作业时，必须进行气体检测，保证实时监测，检测合格后方可作业。

⑧在塔内作业不得超过15分钟，采用轮班制作业。

应急措施：①对伤员进行现场抢救，若伤势严重，立即通知医疗部门进行抢救；

②通知有关领导和相关部门

2.4.6中毒造成事故

后果：①人身伤害；

预防措施：①进行作业时，必须做好防护，佩戴防毒面具。

②进行作业时要有专人监护；

③劳防用品要穿戴齐全；

应急措施：①对伤员进行现场抢救，若伤势严重，立即通知医疗部门进行抢救；

②通知有关领导和相关部门。

**2.5其他安全注意事项**

2.5.1分子筛的卸装必须满足石油化工单元作业的有关安全规定。

2.5.2分子筛的卸装工作应选在干燥的晴天进行，禁止雨天装卸。

2.5.13新旧分子筛在搬运过程中，要轻放、轻卸、避免破碎。

2.5.14卸料口的工作人员必须戴口罩，携带氧气检测仪。

2.5.15进入塔内卸料的人员，务必履行受限空间作业管理规定要求的手续。必须站在预先准备好的木板上，禁止直接踩在分子筛床层上，以防人员陷落。一次最多只允许两人同时进入塔内，并且每人要系一条安全绳，V-202脱水器入口要有两人专门负责监护。

2.5.16装填过程中，分子筛的自由落体高度要小于1m。

2.5.17接触分子筛的工作人员必须穿好洁净的工作服，进入反应器的人员要扎紧袖口、裤口、清除衣袋中的杂物，以防掉入塔内。

2.5.18散落在地或玷污的分子筛，不得装入塔内。

2.5.19装卸人员不得站在吊篮或装填桶的下方，以防意外。

2.5.10在装填时，不要把防护用具和装填工具遗忘在床层中。

**二、填料（分子筛）再生**

**（一） 分子筛活化程序**

1 分子筛活化依据

本活化依据 BV 相关设计文件编制，其中分子筛工作流程如下：10h 吸附，10h 再生，

其中 2.5h 加热，1.5h 炉子冷却，其余时间备用。

2 分子筛活化

2.1 活化前准备工作

（1） 检查分子筛系统各种仪器、仪表是否正常，并正常投用。

（2） 检查确认安全阀、泄放阀应安装合理、泄放管畅通。

（3） 擦净火焰检测器玻璃。

（4） 检查各种仪器、仪表是否正常，控制器设定是否正确。

（5） 检查触摸屏及 PLC 程序是否正确。

（6） 检查接线是否正确。

（7） 检查电源是否连接到位。

（8） 检查炉子供气是否正常。

（9） 检查确认锅炉自动控制系统是否正常。

（10） 检查确认平台、扶梯、围栏须完好，照明及救火设施完好齐全，场地和设备

周围通道应清洁、畅通。

（11） 检查是否有其他异常情况。

2.2 活化步骤

（1）打开 XV-11102，从界区外引原料气到 V-101。投用 E-106 循环水，启动 C-101。

经过增压后的原料气经过 V-109、T-101、V-110 至 200 区 V-201 处。此时分子筛系统所有轨道阀均处于关闭状态。打开 B 床的轨道阀 KV-21205 进行均压。均压完成后关闭此阀并打开 KV-21206、KV-21211 通入原料气。此时原料气通过 V-202B 经 F-201AB、V-204、F-202AB处。以 F-202AB 后的原料气为再生气的来源，打开 A 床的轨道阀 KV-21203 进行再生气均压。均压完成后关闭此阀并打开 KV-21210、KV-21204 通再生气。再生气经过 E-201、V-203、V-503 返回至 100 区 V-101 出口处。具体工艺路线流程参见附件 1。

（2）投用 E-201 循环水。启动 H-201，开始进行烘炉。此时 A 床可以进行加热再生，时间约为 150mim（参考 BV 设计文件，具体可结合现场实际情况调整，下同）。B 床处于原料气通过或吸附状态。

（3）再生冷吹流程

A 床加热完成后，关闭 A 床再生气轨道阀 KV-21210 和 KV-21204。打开旁路轨道阀KV-21213 通过热地再生气。打开 KV-21209 阀和 KV-21204 阀，对 A 床进行再生冷吹。此时可以重复 1-3 类似步骤对 B 床进行再生。具体流程参见附件 3。

3安全措施

3.1 活化前，对参与人员进行安全技术交底。

3.2 认真做好活化的检查工作，发现问题及时处理。

3.3 现场要设有各种告示牌等明显标志，比如：无关人员禁止入内等。

3.4 操作人员必须熟悉活化方案，精心操作，认真检查。

3.5 按设计要求配备消防设备（灭火器等） 。

3.6 活化期间做好高温防止烫伤等安全措施。

3.7 操作人员必须佩用防护用品，如防护手套、眼镜，工作服，安全带等。

4应急预案

执行公司有关应急预案或现场处置方案。

**三、大修完成或紧急停车后开车**

**（一）目的**

公司LNG装置停车检修。为保证开车过程安全、环保和一次性开车成功，特制定本开车工艺方案。

**（二）开车条件确认表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **装置大修后再开车工艺准备/条件确认表** | | | | | | | |
| **程序与步骤** | | **作业/确认人** | **完成时间** | **落实情况** | **确认人签字** | **负责人** | **备注** |
| 气源 | 落实装置开车原料天然气流量及开车负荷、压力及到场具体时间 |  |  |  |  |  | 对接企管部 |
| 工艺系统 设施状态检查/确认 | 100区、200区流程确认，自动、手动控制阀门投用。 |  |  |  |  |  |  |
| 盲板均已恢复至开车状态 |  |  |  |  |  |  |
| 调整/确认H-101工艺流程、设备状态和原料气线跨接相关流程是否符合开车条件 |  |  |  |  |  |  |
| 确认300区流程，自动、手动控制阀门投用 |  |  |  |  |  |  |
| C-101、C-301、H-201和H-101试车成功 |  |  |  |  |  |  |
| 拆除过、检维修过的塔器、设备均回装，试压试漏正常 |  |  |  |  |  | 对接机电仪车间 |
| 确认400区、500区流程，自动、手动控制阀门投用 |  |  |  |  |  |  |
| 仪表、自控阀门调试完成 |  |  |  |  |  | 对接机电仪车间 |
| 检查生产辅料备用状态 |  |  |  |  |  |
| 确认本次再开车应运行机泵（包括LNG装车泵）编号 |  |  |  |  |  |
| 公用工程工艺指标内正常，设备运行或备用 |  |  |  |  |  |
| 仪控联锁信号的解除或投用程序已完成，具备开车条件 |  |  |  |  |  |
| 检查液化低温工段管道支撑、支架移位情况 |  |  |  |  |  |  |
| 所有机泵已盘车，确认其状态符合开车条件、V-202流程/状态确认 |  |  |  |  |  |  |
| 化验分析200区、 300区天然气/冷剂流程露点合格 |  |  |  |  |  | 要有检测记录 |
| 制度落实 | 工艺再开车编组运行人员已安排通知到位，分工明确 |  |  |  |  |  | 要有详细分工步  骤及内容 |
| 《开车方案》培训到位，操作人员熟悉再开车方案及注意事项 |  |  |  |  |  | 要有培训记录 |

**（三）风险识别与过程控制**

1风险识别

活动风险识别与评价

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险因素 | 主要风险危害 | 风险值 | | | 风险程度分级 | | |
| L | S | R | 低  风险 | 一般风险 | 较大风险 |
| 冲击和撞击 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 火灾和爆炸 | 人身伤害、财产损失 | 2 | 4 | 8 | √ |  |  |
| 腐蚀 | 人身伤害 | 1 | 5 | 5 | √ |  |  |
| 中毒/窒息 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 | √ |  |  |
| 环境污染 | 环境污染 | 1 | 3 | 3 | √ |  |  |
| 高处坠落 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 | √ |  |  |
| 触电 | 人身伤害 | 1 | 2 | 2 | √ |  |  |
| 职业病 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 新冠病毒 | 人身伤害 | 1 | 7 | 7 | √ |  |  |

2过程安全措施

2.1作业现场人员劳保穿戴整齐，所有作业人员都必须全程佩戴口罩，进入现场作业人员务必正确佩戴安全帽、防护手套、对讲机，中控配备空呼、硫化氢检测仪、可燃气体检测仪、防爆电筒、过滤式防毒面罩等安全防护用品，现场配备灭火器及消防水带水枪等。

2.2公司开车资料齐全，完成政府相关部门的开工备案，所有人员持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员。

2.3尽可能减少人员聚集，按岗位各司其职，交叉作业时，作业人员务必带好随手作业工具，现场工具、材料妥善放置，不得掉落。

2.4如遇雷电、暴风、冰雹等恶劣天气，不得进行开车作业。

2.5如在开车过程中遇可燃气体泄漏，立即组织有关人员按照现场处置方案进行果断处置，发生现场着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（119）。

2.6如出现天然气或LNG泄漏，及时对泄漏点进行确认，及时按照现场处置方案和应急预案进行处置。

2.7开车过程中，装置区水体全部排放至废水池，不得将废水直接外排引起环境污染事件。

2.8冷箱吹扫完毕，置换后露点合格。

**（四）开车前安全检查**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 检查内容 | | 符合情况 | 存在问题 |
| 总体 | 1 | 部门已组织开车前检查验收，具备开车条件 |  |  |
| 安全 | 2 | 安全阀已经投用（查安全阀投用记录） |  |  |
| 3 | 连锁解除、投用（查连锁解除投用记录） |  |  |
| 4 | 盲板已经倒换（查抽倒盲板记录） |  |  |
| 5 | 各类安全防护用品配备齐全完好 |  |  |
| 6 | 开车危害识别充分，风险评价适宜、防范措施齐全有效 |  |  |
| 7 | 开车方案下发到岗位并培训合格 |  |  |
| 8 | 各类安全标识牌已布置齐全 |  |  |
| 9 | 有毒可燃气体探测仪投用正常 |  |  |
| 10 | 视频监控系统投用正常 |  |  |
| 11 | 设备设施检修结束，经设备工艺安全综合验收移交工艺 |  |  |
| 12 | 现场是否工完料尽场地清，安全通道畅通 |  |  |
| 应急 | 13 | 应急救援预案经培训合格，并组织演练 |  |  |
| 14 | 应急救援物质齐配完好 |  |  |
| 15 | 现场急救培训合格，医药箱备用 |  |  |
| 环保 | 16 | 废水废气已经采取回收措施 |  |  |
| 17 | 噪声已经采取降噪措施（消音器） |  |  |
| 18 | 环保设施已具备同步开车条件 |  |  |
| 消防 | 19 | 火灾报警系统投用正常 |  |  |
| 20 | 灭火器完好备用 |  |  |
| 21 | 消火栓、水带、水枪完好备用 |  |  |
| 22 | 消防通道保持畅通 |  |  |
| 23 | 应急灯投用正常 |  |  |
| 24 | 消防标志标识完好 |  |  |
| 职业卫生 | 25 | 劳动防护用品（耳塞、安全帽）发放到位，规范佩戴 |  |  |
| 26 | 职业卫生告知卡、标志完好 |  |  |
| 27 | 淋浴洗眼器正常投用备用 |  |  |
| 隐患整改 | 28 | 年度安全环保隐患治理项目整改情况 |  |  |
| 29 | 大修中发现的重大安全隐患项目整改情况 |  |  |
| 30 | 需大修期间落实整改的隐患是否全部整改 |  |  |

**（五）开车步骤**

**1 公用工程开车**

**方案中代码表示含义：**

|  |
| --- |
| ［ ］— 操作动作 ［ ］— 同时操作  （ ）— 状态确认  〈 〉— 安全操作项目 |

循环水开车检查

（外操） —冷却塔、集水池及其附属设施完好备用

（外操） —确认系统流程及各个阀门的状态

（外操） — 确认各个阀门的开关状态，确认泵完好备用

（外操） — 确认开车的流程是否正确

启泵（详见启机操作卡）

（外操） —确认电机送电，具备开机条件

[外操] — 按电机启动按钮

[外操] — 待泵出口压力表指示 0.5～0.75MPa 后，打开电动阀，打开现场换热器上水和回水阀门。

[外操] — 手动出口阀开度达 15%后，应缓慢开阀，调整管网压力在 0.4～0. 5MPa

（外操） — 电机电流应小于额定值

（外操） — 泵轴承温度正常

投用冷却塔

（外操） — 确认风机具备开机条件

（外操） — 启动循环水风机

空气压缩机启动 （详见启机操作卡）

启动前的检查与确认

（外操） 一 确认机组各仪表完好

（外操）一 确认油箱液位正常

（外操）一确认电机送电

开机

[外操] — 开空压机出口阀

[外操] — 启动电机，空压机在空负荷下运转

[外操] — 确认空压机带负荷运转无异常

仪表风系统开车

[外操]— 确认空压机运行正常，缓冲罐内压力正常、稳定

[外操]— 检查流程，确认阀门状态，关闭氮气补仪表风阀门

[外操]— 启动组合式干燥机

[外操]— 系统管网压力正常稳定

PSA制氮开车

( 外操 )—在启动PSA系统前应先仔细检查系统各个设备情况、管路阀门、仪表控制系统、PLC控制系统、电源、接地装置等

( 外操 )—确认空压机运行，空气缓冲罐压力保持正常

**注意：**如只运行一台空压机同时运行微热干燥器，则启动PSA制氮机前必须首先启动另一台空压机，以防造成空气缓冲罐压力严重波动

[ 外操 ]—启动微热干燥机

( 外操 )—确认空气缓冲罐压力上升至0.80MPa 左右

[ 外操 ]—启动制氮机，装置即进入运行状态

[ 外操 ]—打开车艺氮气储罐后流量计前后的切断阀门及手动放空V4，不合格氮气放空

( 外操 )—确认制氮机控制面板上面的氮气分析仪显示氮气纯度要达到要求

[ 外操 ]—缓慢打开送气阀门，同时关闭放空阀门

[ 主操]—调整氮气工艺储罐后调压阀将产品氮气压力调整为0.55MPa

( 外操 )—氮气纯度合格

[ 外操 ]—将合格的氮气送至氮气储罐

**2 LNG装置开车**

**2.1开车前的检查**

2.1.1装置附属设施检查（详见开车条件确认表、启机操作卡）

（1）装置及其附属设施良好备用

（2）机泵及附属设施是否完好

（3）检查各测试仪表、显示仪表、调节仪表、仪表联锁反应灵敏， 调节仪表处于手动状态。

（4）检查流程及各个阀门的开关状态

（5）检查各工艺管线连接是否完好

（6）安全消防设施准备齐全，灵活好用。

（7）岗位培训到位，操作人员熟悉装置工艺流程，各设备性能、操作方法。

（8）应检查原料气是否具备开车条件。

（9）停车过程中对F-201、F-202、P-101、P-301、P-302、E-301C通道进口、F-506等处过滤器进行了检查，开车前要对拆检处法兰进行试压检漏，确认无泄漏。

2.1.2 装置盲板抽出

（1）倒换进出装置界区及原料气进出装置盲板

（2）检查各工艺管线是否畅通

2.1.3 装置泄漏测试和吹扫、置换

（1）设备、管线进行检修后都必须对进行置换，吹扫、置换介质采用氮气。

（2）在对冷箱系统吹扫时，应将冷箱进出口盲断，防止异物进入冷箱内部

（3）用肥皂水检查法兰和螺纹连接是否有泄漏。法兰可用打有小孔的宽胶带包裹用肥皂水检查是否漏气。

（4）置换时，控制好置换气压力，如排放气体中含氧量低于0.5%，则认为置换合格。

**2.2 胺系统的循环**

（1）对胺系统进行脱盐水添加

（2）对胺系统进行充压

（3）启动P102/P110对系统进行循环建立

（4）H-101启动，根据V103液位启动P103

（5）启动冷冻循环泵和冷冻机

**2.3 启天然气压缩机组系统**

（1）联系天然气供气门站供气并入装置

（2）启动原料气压缩机

（3）投运天然气压缩机自动控制系统，系统充压

**2.4 分子筛干燥器投用**

（1）检查干燥单元流程，确认流程畅通，各设备管道具备条件。

（2）分子筛床层均压，打开FV-21501，建立再生气循环。

（3）检查床层状态，调整分子筛自控程序，投自动运行。

（4）启动脱盐水循环系统

**2.5启动液化/制冷系统**

（1）确认公用工程、净化单元运行正常，冷剂单元具备启机条件。

（2） 检查冷剂单元阀门状态

（2）**C-301 启动（**详见启机操作卡**）**

**开车前确认：**

( 外操 )—氮气隔离气、密封气、仪表空气必须可用；

( 外操 )—所有的仪表和安全设备必须安装，检验，可用并在它们的操作位置；

( 外操 )—油冷器，级间冷却器、压缩机冷凝器的水冷却系统可用并且在运行；

( 外操 )—压缩机润滑油系统在运行状态

启动冷剂压缩机后**：**

[ 主操]—将温度控制器TIC-31610和TIC-31803置于手动模式并保持100%打开状态。

[ 主操]—打开UV-31403，压差＜5KPa时，打开UV31403.

[ 主操]—根据二段出口压力和V303压力，打开UV-31804

[ 主操]—打开密封气供应阀UV-32112，切换密封气为二段出口冷剂

[ 班长 ]—打开已处理原料气切断阀 XV-32501。

[ 班长 ]—打开冷剂气体去冷箱阀 XV-31922。

[ 主操]—逐步开大J-T阀，对冷箱进行降温，降温速率小于0.5℃/min。

[ 外操 ]—注意观察 LNG 储罐的压力，根据实际情况，启动C-501。

[ 外操 ]—J-T阀的温度为-15℃时，启动冷剂泵 P-302A/B。

[ 主操]—将FIC-32312打开为1%或2%。

[ 主操]—将FV-31912 设为自动状态，流量控制在 35000 方/每小时。

[ 主操]—将TV-31803 设定为 36℃。

[ 主操]—当T-302温度达到-66℃时，可以脱除重烃，然后慢慢关闭T-302出口排火炬的阀，采用 FV-31202A控制使小流量天然气通过冷箱。

[ 外操 ]—注意观察 LNG 储罐的压力，根据实际情况，启动 C-501。

[ 主操]—将TV-31603 设定为36℃。

[ 外操 ]—启动级间泵 P-301A/B。

[ 主操]—将FV-31718 设为自动状态，流量控制在 30000千克/小时。

[ 主操]—将TV-31803 设定为 36℃。

[ 主操]—将LV-31709 设置为自动状态，液位控制在20%左右。

**注：**此时，可以通过调节 FIC-32312 的设定点改变重烃组分，如果冷剂液体流量过大，进入V-301的冷箱顶部的冷剂温度将减小，液体被带回 V-301。

**说明：**

①随着冷箱温度继续降低，需要继续向系统添加冷剂。

②如果C-301 压缩机高压端过压，打开 HV-31410 排放到火炬。

③冷却过程中，理想状态下， J-T 阀（TI-31238）下游的制冷温度和 LNG（TIC-31238）的温差应该为几度的数值，避免这个差值超过 27℃。

④冷箱的降温速度通过 J-T 阀开度控制。当在冷箱底部形成液态时，流过 J-T 阀的流量将增加。为避免冷却太快，需关闭 J-T 阀。

⑤随着J-T 阀的流量增加，压缩机回流管线将关闭。冷箱将继续随冷剂填充而冷却，LNG产量将增加。随着该步骤继续进行，LNG速率将升高至 100%。

[ 主操]—打开FV-31204、LV-31234，打开安全阀PSV-31305旁路放空。

[ 外操 ]—当TI-31233达到-145℃时，关闭安全阀PSV-31305旁路，LNG送入大罐。

[ 外操 ]—大罐压力达80mbar时，启动BOG压缩机，将BOG送入E-301通道至V-305安全阀PSV-31231旁路放空。

[ 主操]—当TI-31223达到-145℃时，关闭放空，E通道LNG汇入产品线。

[ 主操]—继续调整冷剂组分接近设计值，冷箱底部温度达-154℃，产品温度TI-31233达-158℃以下。

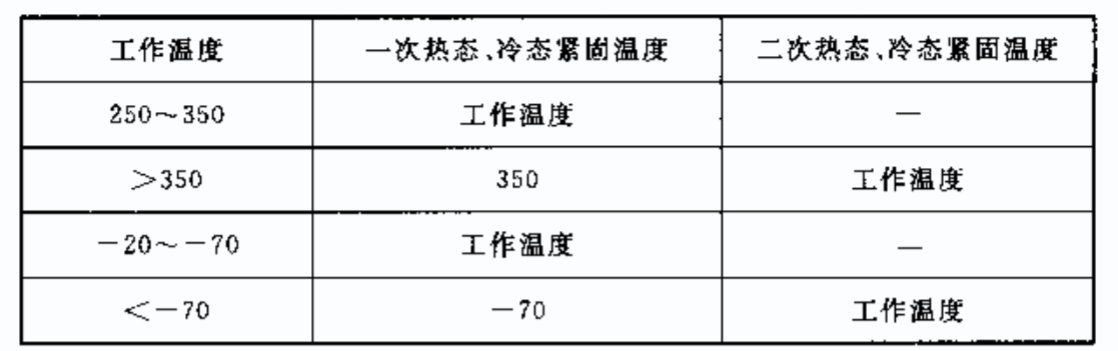
[ 主操]—根据用气量加负荷。

**特别说明：**

**在低温设备、管道达到-65℃左右时，应通知机电仪车间组织进行螺栓紧固检查，防止螺栓冷收缩导致法兰处可燃气体泄漏。在紧固过程中，要落实好人员的安全防护措施，要指定专人监护。**

**3 冷态紧固检查**

停车后，300区低温设备会出现回温，需要在管道预冷的过程中进行冷态检查，防止因冷缩招致可拆连接处松动泄漏，冷紧按照《GB 50235-2010 工业金属管道工程施工及验收规范》进行：



**4 应急处置**

开车过程是十分危险的，各种风险因素叠加，极易在开车过程发生突发事件。因此，本专业人员应熟悉公司《现场处置方案》《专项应急预案》《综合应急预案》，依据不同级别进行应急响应。

**（六）紧急停车后再开车**

**紧急停车：**在发生可能造成设备超压、超温、超负荷、电线短路等危及人员、设备安全情况时，需按下设备紧急开关，发生单元安全风险如天然气大量泄漏、着火等可进行单元停车或全厂停车。

**安全要求：**设备启动运行过程中需严谨仔细，严禁各类设备超压、超温、超负荷，严格按照操作规程作业。

**风险识别与过程控制**

1 风险识别

**活动风险识别与评价**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险因素 | 主要风险危害 | 风险值 | | | 风险程度分级 | | |
| L | S | R | 低  风险 | 一般风险 | 较大风险 |
| 冲击和撞击 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 火灾和爆炸 | 人身伤害、财产损失 | 2 | 4 | 8 | √ |  |  |
| 腐蚀 | 人身伤害 | 1 | 5 | 5 | √ |  |  |
| 中毒/窒息 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 | √ |  |  |
| 环境污染 | 环境污染 | 1 | 3 | 3 | √ |  |  |
| 高处坠落 | 人身伤害 | 2 | 4 | 8 | √ |  |  |
| 触电 | 人身伤害 | 1 | 2 | 2 | √ |  |  |
| 职业病 | 人身伤害 | 3 | 2 | 6 | √ |  |  |
| 新冠病毒 | 人身伤害 | 1 | 7 | 7 | √ |  |  |

**2过程安全措施**

2.1作业现场人员劳保穿戴整齐，所有作业人员都必须全程佩戴口罩，进入现场作业人员务必正确佩戴安全帽、防护手套、对讲机，中控配备空呼、硫化氢检测仪、可燃气体检测仪、防爆电筒、过滤式防毒面罩等安全防护用品，现场配备灭火器及消防水带水枪等。

2.2公司开车资料齐全，完成政府相关部门的开工备案，所有人员持证上岗，人员分工明确。现场设专人指挥，不允许多人指挥，发生意外情况时要及时传递给专职指挥人员。

2.3尽可能减少人员聚集，按岗位各司其职，交叉作业时，作业人员务必带好随手作业工具，现场工具、材料妥善放置，不得掉落。

2.4如遇雷电、暴风、冰雹等恶劣天气，不得进行开车作业。

2.5如在开车过程中遇可燃气体泄漏，立即组织有关人员按照现场处置方案进行果断处置，发生现场着火要立即组织有关人员进行灭火，火势严重时要通知消防部门（119）。

2.6如出现天然气或LNG泄漏，及时对泄漏点进行确认，及时按照现场处置方案和应急预案进行处置。

2.7开车过程中，装置区水体全部排放至废水池，不得将废水直接外排引起环境污染事件。

2.8冷箱吹扫完毕，置换后露点合格。

**3紧急停车后再开车程序**

3.1全厂停车：执行常规开车程序

3.2液化单元停车：执行液化单元开车程序

3.3净化单元停车：冷剂系统全回流运行，维持冷箱温度，净化单元完成重启后液化单元投料开车，其他紧急情况，在排除故障原因后执行相对应的单元开车程序。

### 四、槽车装卸

**（一）LNG充装操作规程**

|  |  |
| --- | --- |
| **风险提示** | **控制措施** |
| 1、充装人员出现人身伤害 | 规范穿戴个人劳动防护用品 |
| 2、充装过程中车辆移位 | 投用拉断阀，车辆前后垫三角枕木，放置警示锥桶，收缴车辆钥匙。 |
| 3、充装期间遇极端天气 | 立即停止充装作业 |
| 4、充装过程中槽车压力升高 | 立即停止进液，通过气相臂泄压至大罐 |
| 5、充装过程中出现泄漏 | 执行LNG泄漏现场处置方案 |

1. **充装流程简述：**

LNG采用20000m³储罐贮存，储罐内LNG贮存的温度为-162℃，压力为常压。LNG充装分为槽车移动式压力充装和车用气瓶充装。（1)槽车充装：工作时，通过低温泵P-601A/B将液体送入充装站，充装管线预冷合格后，操作人员将充装量报送中控，中控打开操作阀门通过充装臂将LNG充装至LNG罐车内。(2)气瓶充装：工作时，通过低温泵P-601A/B将液体送入加注站，通过潜液泵加压，经加注机计量通过加注金属软管进入车用气瓶。

1. **充装管线预冷：**
2. 现场充装管线流程确认无误，个人劳动防护用品规范穿戴；

2、打开充装来液管线手阀VC-825和充装气相管线手阀VC-836；

3、打开充装气液相连通阀VC-826；

4、联系中控打开XV-60801、XV-60803、VX-60804，FV-60800开度5%进行气液相管道预冷；

5、预冷过程关注温度和压力变化情况，降温速率控制在10℃/分钟；

6、现场管线温度低于-150℃，充装气液相管线预冷合格；

7、加注机按下“加气”按钮后自动进入预冷程序，直至预冷合格。

**三、LNG槽车充装操作规程**

**1.0 LNG槽车充装前准备及检查**

**1.1 槽车及驾乘人员证照检查**

1.1.1 汽车驾驶员是否具有机动车驾驶执照；

1.1.2 汽车槽车押运员是否具有押运员证；

1.1.3 驾驶员是否具有道路危险货物运输从业资格证；

1.1.4 汽车槽车是否具有道路危险货物运输许可证；

1.1.5 汽车槽车移动式压力容器使用登记证是否在有效期内；

1.1.6 槽车的液面计指示刻度与容积的对应关系表，在不同温度下，介质密度、压力、体积对照表是否符合相关规定；

1.1.7 汽车槽车警示灯具、标志、罐体告示牌、颜色、环表色带是否符合要求；

1.1.8 汽车槽车外观有无损伤；

1.1.9 汽车槽车驾驶室内是否有无关人员；

1.1.10 槽车发动机阻火器是否安装完好。

**1.2 槽车进入充装站后，发现下列情况之一的不得充装**

1.2.1 槽车使用证或准运证已超过有效期；

1.2.2 槽车未按规定进行定期检验；

1.2.3 槽车漆色或标志不符合有关规定。

1.2.4 槽车未携带防护用具、服装、专用检修工具、备品备件；

1.2.5 随车必带的文件和资料不符合有关规定或与实物不服；

1.2.6 首次投入使用或检修后首次使用的汽车槽车，不能提供置换合格分析报告单或证明文件的；

1.2.7 槽车余压小于0.05MPa或高于0.25MPa；

1.2.8 槽车罐体（筒体、封头、人孔盖、凸缘、螺栓）或者安全附件（爆破片装置、紧急断装置、导静电装置、安全阀、压力表、液面计、温度计）、阀门等有任何异常；

1.2.9 槽车安全附件超过检验期的。

**1.3充装设备设施检查**

1.3.1 灭火器是否已配备；

1.3.2 锥形桶、三角枕木是否按规定配置并放置在指定位置；

1.3.3 应急器材、防爆工具是否已配置；

1.3.4 个人防护用品是否配置并按规定佩戴；

1.3.5 充装臂阀门、拉断阀状态是否正常；

1.3.6 充装管线、充装臂有无漏冷或泄漏现象；

1.3.7 充装介质温度（-150℃以下）、压力（~0.30MPa）是否正常；

1.3.8 吹扫氮气压力（0.6MPa）是否正常。

**1.4 充装前准备**

1.4.1 确认非雷电、大风、暴雨等极端天气；

1.4.2 联系中控，准备装车，确认LNG泵已启动，泵的流量正常；

1.4.3 确认管线介质温度，压力正常；

1.4.4 检查确认各安全阀根部阀、出口阀是否打开，安全阀旁路和管线上导淋等是否关闭；

1.4.5 检查大罐来液体LNG控制阀是否打开；

1.4.6 引导车辆停放到充装位，确认发动机已熄火；

1.4.7 确认充装车辆已关闭车体所有电源，并将车辆钥匙交至充装员保管；

1.4.8 确认车轮下已垫三角枕木，车前后放警示锥桶；

1.4.9 确认充装人员已正确佩戴劳保防护用品（安全帽、防护面罩、低温防护手套）；

1.4.10 确认应急器材、设施是否完好有效（低温防冻服、灭火器等）；

1.4.11 工作人员触摸防静电柱释放人体静电；

1.4.12 确认槽车紧急切断装置完好；

1.4.13 检查跨接车体静电接地线接触良好；

1.4.14 确认槽车罐体内压力不高于0.25MPa；

1.4.15 确认液面计、各阀门无泄漏，车体安全附件在有效期内；

1.4.15 填写“充装安全检查记录”；

1.4.16 联系中控，人员已到位，确认已具备装车条件。

**2.0 LNG槽车充装作业**

2.1 检查气、液相臂前两个排空（淋）阀是否完全关闭。

2.2 操作鹤管与槽（罐）车气、液相接口对正。

2.3 确认充装臂和槽车气液相接口密封面完好，无损坏、变形、垫圈老化等缺陷，分别与槽（罐）车气、液相接头对接，操作要平稳。

2.4 对连接的臂位打开气液相臂相应氮气阀门，检查连接气密性，如有泄漏，立即关相应阀门处理直至合格，氮气利用槽（罐）车卸放管就地排空。

2.5 若槽车压力高（大于0.25Mpa）,通过气相臂进行泄压后，在进行充装。

2.6 打开液相臂手阀，关闭气、液相间的连通阀门，打开拉断阀安全螺栓，报告中控充装量。

2.7 先开槽车上进液阀门，待压力稳定后，全开上下进液手阀。

2.8 槽车装好后，先关闭液相臂手阀，后关闭气相臂手阀。

2.9 关闭气液相手阀后，关闭拉断阀安全螺栓，打开液、气相管线氮气阀门，将鹤管残余的液体吹至槽车后，关闭槽车的液、气相手阀阀及紧急切断阀。打开该臂气液相臂连通阀将臂内液体汽化后排入LNG储罐。

2.10 拆开气液相臂与槽车连接法兰，操作时人员要注意站位，如有天然气、液体排出，应停止拆卸，待压力消除后，方可继续拆除。

2.11 将气、液相臂分别恢复原位并锁上固定销。

**3.0 LNG槽车充装后检查及出站**

3.1 检查确认槽车液相气动、手动阀及气相气动、手动阀门处于全关状态。

3.2 现场各法兰接口无泄漏。

3.3 通知槽车司机填写“充装安全检查记录”；拆除三角枕木和警示锥桶至指定位置，将车钥匙交于槽车司机。

3.4引导LNG槽车驶离充装台。

**四、气瓶充装操作规程**

**1.0充装前准备及检查**

1. 车辆气瓶检查内容

1.1 气瓶使用登记证；

1.2 气瓶钢印标记及颜色标记；

1.3 气瓶的首次充装或定期检验后的首次充装，是否经过置换或抽真

空处理及有证明文件；

1.4 首次站内充装的气瓶是否有气瓶生产合格证书或质检证明；

1.5 瓶内有无剩余压力；

1.6 气瓶或安全附件是否损坏、不全或不符合规定；

1.7 气瓶是否超过检验期限；

1.8 瓶阀及管路系统是否有泄漏。

**2.汽车进入加注站前，发现下列情况之一的不得充装**

2.1 汽车槽车气瓶使用登记证已超过有效期；

2.2 汽车槽车气瓶未按规定进行定期检验；

2.3 汽车槽车气瓶漆色或标志不符合有关规定。

2.4 随车必带的文件和资料不符合有关规定或与实物不服；

2.5 首次投入使用或检修后首次使用的汽车槽车气瓶，不能提供置换

合格分析报告单或证明文件；

2.6 槽车气瓶或者安全附件、阀门等泄漏；

2.7 气瓶安全附件超过检验期。

**3.充装设备设施检查**

3.1 灭火器是否已配备；

3.2 警示锥桶、三角木是否按规定配置并放置在指定位置；

3.3 应急器材、防爆工具是否已配置；

3.4 个人防护用品是否配置并按规定佩戴；

3.5 阀门开关状态是否正常；

3.6 充装管线、加注枪有无漏冷或泄露现象；

3.7 充装介质温度（-150℃以下）、压力（~0.30MPa）是否正常；

3.8 吹扫氮气压力（0.6MPa）是否正常

4.充装前准备

4.1 确认非雷雨天气；

4.2 确认泵池介质温度，压力正常；

4.3 检查确认各安全阀根部阀是否打开，安全阀旁路是否关闭；

4.4 检查大罐来液体 LNG 手阀是否打开；

4.5 引导车辆停放到充装位，确认发动机已熄火，关闭所有电源；

4.6 确认车轮下已垫三角木，车前放警示锥桶；

4.7 确认充装人员已正确佩戴劳保防护用品（安全帽、低温围裙、防

护面屏、低温防护手套）；

4.8 确认应急器材、设施是否完好有效；

4.9 充装人员触摸防静电柱释放人体静电,车体静电接地线接触良好；

**2.0气瓶充装作业**

2.1槽车开至指定位置，熄火拉手刹，关闭车体电源，车轮垫好三角木、

车前放置警示锥桶；

2.2规范连接车辆和加注机的接地连接线；

2.3检查气瓶压力≤1.2Mpa,压力过高通过回气管线泄压；

2.4用氮气对加注机枪头和气瓶瓶口进行吹扫，规范连接；

2.5将车辆相关信息录入手持追溯系统并确认；

2.6按下“加气”按钮，加注机开始加气；

2.7加液机自动跳枪或手动停止后，停止加气，打印小票；

2.8卸下加液枪头，断开静电接地线；

2.9填写加气记录，张贴安全警示合格标签。

**3.0 LNG槽车充装后检查及出站**

3.1检查确认槽车气瓶外观有无阀门状态是否正确。

3.2 气瓶管路连接口、阀门无漏气、漏液，安全附件是否完好。

3.3 检查封盖是否盖好，张贴气瓶警示标签和合格证；

3.4 通知司机在“LNG 车用气瓶检查记录表”签字；拆除防滑三角枕木至标志点处，移除警示锥桶至原定“黄色”标志点处。

3.5 充装员用手势引导 LNG 槽车驶离加注区。

**五、临时操作**

5.1 充装前槽车泄压。槽车压力高于0.25Mpa，打开充装气相臂手阀和槽车气相紧急切断阀，通过气相臂泄压至大罐，泄压完成后关闭气相臂手阀和槽车气相紧急切断阀，按正常流程进液。

5.2 充装期间槽车泄压。槽车压力高于0.25Mpa，停止槽车进液，打开充装气相臂手阀和槽车气相紧急切断阀，通过气相臂泄压至大罐，泄压完成后关闭气相臂手阀和槽车气相紧急切断阀，微开槽车上进液手阀1-2圈，槽车压力稳定后，正常进液。

5.3 槽车预冷作业。车辆停放时间较长，罐内温度高，需进行槽车预冷作业，通过充装臂液相上进液进行预冷，通过气相臂向大罐排气泄压，通过FV-60800控制降温速率，直至压力稳定不在上涨，

5.4 气瓶泄压。充装前气瓶压力高于1.2Mpa，需进行泄压后方可充装，连接泄压软管泄压至大罐，泄压至1.0Mpa左右，完成泄压移除泄压软管。

**六. 异常****工况处置**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 正常工况控制范围 | 可能严重偏差或故障 | 原因分析 | 后果 | 处置步骤 |
| 1 | 充装过程中槽车压力稳定 | 槽车压力持续上升 | （1）车辆为热车（2）罐体保冷效果差 | 安全阀起跳 | 立即停止充装，及时泄压至大罐。 |
| 2 | 充装臂万向节运行正常 | 泄漏 | 万向节垫圈损坏 | 火灾、爆炸、其他伤害（冻伤） | 立即停止充装，复温泄压更换万向节垫片。 |
| 3 | 充装量不超最大允许充装量 | 超装 | （1）充装时报送数据不准确；（2）槽车液位计显示不正确。 | 超载运输、违法充装 | 利用氮气对槽车进行泄液。 |
| 4 | 枪头加注无泄漏 | 泄漏 | （1）枪头内密封圈损坏（2）枪头枪罩磨损严重 | 火灾、爆炸、其他伤害（冻伤） | 立即停止充装，枪头取下后切断来液流程，复温泄压后处理。 |

**1.槽车法兰泄漏事故的应急处理：**

1.1 泄漏发生后，充装人员应立即停止充装，按下“紧停”按钮，迅速关闭充装管线来液切断阀，告知中控停止充装。

1.2 立即报告当班组长及站长，如实汇报泄漏大小等情况。当班组长或站长应立即启动相应现场处置措施，安排人员进行应急处置，及时向部门领导及职能部门报告。

1.3 立即疏散司机及现场无关人员，设立警戒区，现场人员站在上风向检测可燃气体浓度和泄漏情况。

1.4 现场处置人员迅速穿好低温防冻服，佩戴好空气呼吸器、低温防冻手套，关闭相应阀门，防止继续泄漏。

1.5 停止泄漏后，现场可燃气体检测浓度为零，联系检修人员对枪头进行检修维护。

1.6 应急处置完成后，现场恢复正常充装。

**2.充装管线法兰或阀门泄漏事故的应急处理**

2.1 泄漏发生后，充装人员应立即停止充装，按下“紧停”按钮，关闭充装管线切断阀，并通知司机准备撤离。在充装臂没有与罐车完全脱开前，禁止动车。

2.2 立即通知当班组长和站长，如实汇报泄漏大小等情况。当班组长或站长应立即启动相应现场处置措施，安排人员进行应急处置，及时向部门领导及职能部门报告。

2.3 立即疏散司机及现场无关人员，设立警戒区，现场人员站在上风向检测可燃气体浓度和泄漏情况。

2.4 现场处置人员迅速穿好低温防冻服，佩戴好空气呼吸器、低温防冻手套，确认泄漏位置和原因，关闭充装管线上的来液切断阀，对泄漏点进行有效隔离，防止继续泄漏。同时打开现场消防水炮，以雾状水稀释BOG蒸汽云，防止进一步扩散。

2.5 泄漏点停止泄漏后，现场处置人员对泄漏点进行检修处理。

2.6 应急处置完成后，现场恢复正常加液。

2.7 集液池废水应排至污水水池，防止发生环保事故。

**3.现场发生火灾事故应急处理：**

3.1 发生火灾后，充装人员应立即停止充装。

3.2 立即通知当班组长和站长，如实汇报泄漏大小等情况。当班生产组长或站长应立即启动相应现场处置措施，拨打119，安排人员进行应急处置，及时向部门领导及职能部门报告。

3.3立即疏散现场无关人员和车辆。

3.4 现场处置人员使用正确的灭火器材进行灭火，打开消防水炮对槽车进行降温，火灾扑灭后注意余火。

**4. 其他紧急情况启动对应的应急预案或现场处置方案**

**5.** **应急救援注意事项**

5.1 事故发生时，现场充装人员应及时向组长、站长报告，并采取果断处理措施，切断危险源。

5.2 组长、站长在接到应急处理信息后，及时向部门领导及职能部门报告并按事故处理措施对事故进行处理。

5.3处理泄漏事故时，处理人员首先用消防水炮水雾掩护，穿戴低温防冻服，空气呼吸器，采取、稀释、覆盖、收容等方法处理泄漏物，严禁单人独立行动，要有监护人监护。

5.4 如有人员受伤，应迅速将受伤人员带离现场，按受伤的性质对其进行现场临时处理，并立即通知站长联系车辆送医。低温冻伤，应立即脱去冻伤部位衣物，使用不超过40℃左右温水对冻伤部位进行浸泡；不慎吸入则迅速撤离至新鲜空气处，若呼吸停止立即进行人工呼吸并就医。

5.5 发生火灾，迅速查明原因，正确选择适用的灭火剂和灭火方法进行灭火，火灾扑灭后仍要派人监护现场，以消灭余火。

5.6 需外部援助的，应及时向上级公安、消防、安监、政府、友邻等部门发出请求援助，启动危险化学品事故应急救援预案。

**七、正常停车操作步骤**

7.1大罐内潜液泵停止运行。

7.1现场关闭1-6号臂来液手阀VC800和液相回流手阀VC825。

7.3打开充装臂气液相联通阀和安全阀旁路进行泄压。

7.4加注机按下“停止”按钮，加注停止。

7.5加注机PLC控制系统中将加气模式改为停止加气，加注停止。

**八、紧急停车操作步骤**

8.1如遇突发情况，通过现场作业人员按下手动“紧停按钮”，实现紧急停车。

8.2紧急停车后要打开充装臂气液相联通阀和安全阀旁路进行泄压

8.3气瓶充装紧停后需打开泵池回液和回气阀门，加注泄压阀门自动打开。

**九、安全要求**

9.1.从事充装操作的工作人员，必须经过培训，取得特种作业操作证，方准上岗操作。

9.2在准备连接充装臂或枪头时，与作业无关的人员不准在附近停留。

9.3进站后槽车车速每小时不得超过 5 公里，按指定位置停好、熄火并拉好手刹制动。

9.4进行充装作业时，操作人员不得离开现场，严格按照操作规程操作，观察压力变化情况，避免压力增加过快，影响充装安全。

9.5充装结束，驾驶员在确认槽车与充装臂或加气枪脱离后方可启动车辆。

9.6阀门、法兰、接口等处冻结时应控制充装速度，严禁用物体敲打。

9.7操作人员必须穿戴防护手套，低温围裙、防护鞋，防护面罩。抢险时应穿戴正压式空气呼吸器及低温防冻服。

9.8充装员在当班充装完成后，要对各阀门的关闭情况进行检查后方可离开。

**（二）液氮卸车操作规程**

**一、卸车前检查和准备工作**

1 检查罐车和司机的证件是否齐全并在有效期内。

2 工艺人员引导罐车到指定位置停车，司机给车轮垫上防滑块。

3 检查液氮质检报告单，确认罐车内介质是否与储罐的介质相符合。

4 检查罐车与储罐的压力，确认储罐压力在0.6MPa左右，罐车压力应高于储罐压力0.1MPa以上。

5 检查储罐的液位计指示是否正常。

6 检查罐车与储罐安全附件（压力表、安全阀、液位计）是否完好，消防器材是否在有效期内。

7 检查罐车与储罐外观是否有结霜、腐蚀、凹凸不平等现象。

8 检查卸车工具是否合格（金属软管外观、连接头、检测证明等）。

9 上述检查确认无异后，操作员穿戴好防护用品，准备卸车。

**二、卸车操作**

1 连接罐车与储罐的卸液金属软管。

2 开启罐车出液阀和管道排放阀，吹扫卸液软管及管路。

3 吹扫后，关闭充装管道排放阀，开启输出阀与增压器输出阀充液。

4 检查充装过程中罐车与储罐的压力和安全装置是否正常。

5 充装过程中，注意观察液位对照表。接近充满时（3500mm左右液位），开启溢流阀，该阀喷出液体时表明储罐已充满额定容量，应立即关闭罐车排液阀、充装阀和输入阀及回流阀，停止充液。

6 开启罐车充装管道上的排放阀，卸去软管的压力后关闭充装管道排放阀，然后，拆下卸液软管。

**三、卸车后检查**

1 检查罐车和储罐的压力是否正常，确认是否泄放或增加储罐压力。

2 检查各密封面有无泄漏。

3 检查罐车和储罐充装装置所有连接件是否分离。

4 检查罐车和储罐有无其他异常，拆除止滑垫。

5 工艺人员引导罐车离场到磅房，司磅人员在磅房对罐车进行称重计量，核定所卸介质的重量。

**四、异常情况紧急停车处理程序**

1 发现异常情况需紧急停车（停止卸车），在确认安全的前提下，把车辆移至到空旷的地方。

2 认真检查罐车与储罐发生异常情况的部位。

3 当现场人员无法有效控制和处理异常情况时，应及时报告部门管理人员。同时，扩大警戒范围，禁止其他车辆和人员靠近，等待救援。

**五、注意事项**

1 卸车现场应设置警戒，充装过程中禁止无关人员靠近。

2 低温防护用具（面屏、低温手套等）必须全程佩戴。

3 卸车区域至少保证2人同时在场，并保持通讯畅通。

4 液氮卸车时，中控人员应将981监控调整至卸车区域，全程监控。

**（三）冷剂卸车**

**1乙烯的卸车**

|  |  |
| --- | --- |
| **风险提示** | **应急措施** |
| 1、卸车流程中，螺栓垫片非不锈钢材质 | 更换不锈钢材质垫片螺栓 |
| 2、管道积液，升压 | 排除管道内的气液 |
| 3、液位计积液，失准 | 排除液位计内的气液 |
| 4、充装过程中储罐压力升高 | 泄放储罐的超压气体 |
| 5、管线连接口脱落泄漏、火灾与爆炸 | 执行相应应急预案 |

1.1检查和准备

* + 1. 检查储罐及卸车流程，管线阀门具备卸车条件，人员就位，现场至少保证2人作业，并全程监护
    2. 储罐和管道的安全附件（安全阀、压力表、液位计全部投用）且在正常工作状态
    3. 检查卸车臂状况完好，转向灵活，具备卸车条件。
    4. 防爆工具、卸车物品准备齐全
    5. 操作人员穿戴好劳动防护用品
    6. 现场消防器材配备到位（喷淋、干粉灭火器），关闭围堰排水阀门
    7. 点冷火炬，储罐压力泄压到火炬系统至≤0.6MPa，填写卸车操作卡
    8. 指引槽车开至指定位置，熄火、交钥匙、车轮放置止滑垫，连接静电接地线

1.2卸车操作

* + 1. 储罐压力泄压，槽车升压至储罐压力之上
    2. 连接卸车臂（气相和液相），打开氮气阀门，进行管道吹扫置换
    3. 关闭氮气阀门，连接好卸车法兰，确认无泄漏后，打开槽车液相出口
    4. 微开储罐进液阀，进行管道预冷
    5. 预冷完成后，全开储罐进液阀门
    6. 操作中注意储罐的液位不能超过设计值，充装过程中有压力波动，控制好进液量
    7. 检查设备管道的密封、连接情况

1.3停止充装

1. 停止充装时，关闭槽车液相出口阀，打开氮气吹扫气，吹扫管道内的残留液体，关闭卸车阀门。
2. 断开槽车与储罐的连接，移除静电接地线，移开止滑垫，工艺操作人员引导车辆离场过磅
3. 记录储罐的充装液位、压力

**2丙烷的卸车**

|  |  |
| --- | --- |
| **风险提示** | **应急措施** |
| 卸车过程中，车辆位移 | 设置车辆止滑垫 |
| 管道积液，升压 | 排除管道内的气液 |
| 液位计积液，失准 | 排除液位计内的气液 |
| 充装过程中储罐压力升高 | 泄放储罐的超压气体至火炬系统 |
| 充装过程中异戊烷泄漏、火灾与爆炸 | 立即停止充装，执行相应应急预案 |

5.2.1检查和准备

* + 1. 人员就位，现场至少保证2人以上作业，并全程监护
    2. 储罐和管道的安全附件（安全阀、压力表、液位计）在正常工作状态
    3. 储罐及卸车流程管线具备条件，关闭围堰排水阀门
    4. 卸车臂状况完好，具备卸车条件
    5. 准备好卸车作业的防爆工具、灭火器具，人员穿戴好劳动防护用品，佩戴可燃气体检测仪
    6. 指引槽车开至指定位置，熄火、交钥匙、车轮放置止滑垫，连接静电接地线
    7. 点冷火炬，储罐压力泄压到火炬系统至≤0.6MPa
    8. 检查槽车物料合格证书，确保物料介质与储罐介质相符，各项指标合格
    9. 卸车臂气/液相口与槽车连接口已氮气置换，并连接牢固
    10. 打开槽车液相卸料阀，检查连接口密封性是否良好
    11. 微开泄液阀门，并对管道预充。

5.2.2卸车作业

* + 1. 预充完成后，确认无泄漏等异常，开大卸车阀门，并再次确认流程阀门状态。
    2. 操作中注意储罐的液位不能超过警戒值85%，卸车过程中控制好进液量，丙烷储罐压力不超过1.5MPa，若压力上涨通过储罐安全阀副线放火炬。
    3. 检查卸车过程中设备管道的密封、连接情况

5.2.3停止卸车

* + 1. 关闭车辆卸车阀门，确认氮气压力大于卸车管线压力，打开卸车臂氮气阀门，将管道残液泄放进入槽车或储罐。
    2. 卸车管线泄压，断开槽车连接法兰，移除静电接地线，移开止滑垫，工艺操作人员引导车辆离场过磅
    3. 记录储罐的充装液位、压力

**3 异戊烷的卸车**

|  |  |
| --- | --- |
| **风险提示** | **应急措施** |
| 1、卸车过程中，车辆位移 | 设置车辆止滑垫 |
| 2、管道积液，升压 | 排除管道内的气液 |
| 3、液位计积液，失准 | 排除液位计内的气液 |
| 4、充装过程中储罐压力升高 | 泄放储罐的超压气体至火炬系统 |
| 5、充装过程中异戊烷泄漏、火灾与爆炸 | 立即停止充装，执行相应应急预案 |

3.1检查和准备

* + 1. 人员就位，现场至少保证2人以上作业，并全程监护
    2. 储罐和管道的安全附件（安全阀、压力表、液位计）在正常工作状态
    3. 储罐及卸车流程管线具备卸车条件，关闭围堰排水阀门
    4. 卸车臂状况完好，具备卸车条件
    5. 准备好卸车作业的防爆工具、灭火器具，人员穿戴好劳动防护用品，佩戴可燃气体检测仪
    6. 指引槽车开至指定位置，熄火、交钥匙、车轮放置止滑垫，连接静电接地线
    7. 点冷火炬，储罐压力泄压到火炬系统至≤0.3MPa
    8. 检查槽车物料合格证书，确保物料介质与储罐介质相符，各项指标合格
    9. 卸车臂气/液相口与槽车连接口已氮气置换，并连接牢固
    10. 微开槽车液相卸料阀，检查连接口密封性是否良好
    11. 微开卸车阀门，并对管道预充

3.2卸车作业

* + 1. 预充完成后，确认无泄漏等异常，开大卸车阀门，并再次确认流程阀门状态
    2. 操作中注意储罐的液位不能超过警戒值80%，充装过程中控制好进液量，异戊烷储罐压力不超过0.5MPa，若压力上涨通过储罐安全阀副线放火炬
    3. 检查充装过程中设备管道的密封、连接情况

3.3停止卸车

* + 1. 关闭槽车液相阀门
    2. 确认氮气压力大于卸车管线压力，打开卸车臂氮气阀门，将管道残液泄放进入槽车或储罐，关闭卸车阀门
    3. 断开槽车与储罐的连接，移除静电接地线，移开止滑垫，工艺操作人员引导车辆离场过磅
    4. 记录储罐的充装液位、压力

**4 异常情况处理程序**

**4.1 冷剂泄漏**

1. 根据现场情况，启动危化品泄漏专项应急预案
2. 现场操作人员立即按下紧急停车按钮，按下车辆卸车紧急停车按钮，疏散现场人员
3. 切断现场泄漏点前后阀门
4. 根据现场情况与中控室保持沟通，做好对应消防、系统或单元停车准备
5. 当现场人员无法有效控制和处理异常情况时，应及时报告部门管理人员。同时，扩大警戒范围，禁止其他车辆和人员靠近，等待救援
6. 配合现场事故应急处置
7. 根据现场情况启动对应应急处置预案

**4.2 火灾爆炸**

1. 根据现场情况，启动火灾爆炸专项应急预案
2. 现场操作人员立即按下紧急停车按钮，车辆紧急停车按钮，疏散现场人员
3. 切断现场泄漏点前后阀门
4. 根据现场情况与中控室保持沟通，启动冷剂罐区喷淋、消防广播、声光报警、消防炮、消火栓等对应消防系统，系统或单元停车
5. 当现场人员无法有效控制和处理异常情况时，应及时报告部门管理人员。同时，扩大警戒范围，禁止其他车辆和人员靠近，等待救援
6. 切换雨污水管网阀门至事故应急池
7. 配合现场事故应急处置
8. 根据现场情况启动对应应急处置预案

**4.3 其他紧急情况启动对应的应急预案或现场处置方案**

**第九章 重大危险源操作**

**一、三级重大危险源（冷剂罐区）**

**1 单元任务**

1.1冷剂罐区为冷剂（乙烯、丙烷、异戊烷）和重烃储存单元，外购的冷剂在此暂存，当系统出现冷剂量不足时，可通过大热线将冷剂升温后补充进入冷剂系统。

1.2**冷剂储存**：

日常补充量是根据冷剂在线组成分析测量的数据、冷箱各点温度分布来确定的，并经计量后加入系统。冷剂添加参考设计方给定的组分和冷箱上、中、下部温度情况，添加的冷剂少量多次原则防止单一组分含量过高。添加冷剂时先打开HV-41214阀门对大热线进行加温，升温后再打开丙烷、乙烯、异戊烷储罐对应的添加阀门。甲烷补充通过提升装车泵频率，关小液相回流，开大装车臂液相回流线，打开甲烷补充阀门来实现。

**1.3重烃储存：**

重烃作为天然气浅冷分离液体，储存于重烃储罐中，当储罐液位较高后，可通过重烃装车泵输送至槽车外运。

**2 主要设备及规格**

2.1丙烷卸车泵P-401：

设计流量和压力：10×1.2m³/h0.992MPad/p

2.2异戊烷卸车泵P-402:

设计流量和压力：10×1.2m³/h0.1483MPad/p

2.3制冷剂储罐V-401：尺寸DN2400mm×7000mm

设计压力和温度：4.48MPa66℃

2.4乙烯储罐V-402：尺寸DN2500mm×9280mm

设计压力和温度：1.598MPa-196/50℃

2.5丙烷储罐V-403：尺寸DN2200mm×7000mm

设计压力和温度：1.72MPa66℃

2.6异戊烷储罐V-404：尺寸DN2800mm×7000mm

设计压力和温度：0.69MPa66℃

2.7丙烷干燥床V-405：尺寸DN750mm×2500mm

设计压力和温度：1.72MPa66℃

2.8异戊烷干燥床V-406：尺寸DN750mm×2000mm

设计压力和温度：0.69MPa-8.2/66℃

**3 主要参数控制**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 位号 | 液位控制值（mm） | 压力控制值（MPa） |
| 制冷剂储罐V-401 | ＜20% | 0.1-4.2 |
| 乙烯储罐V-402 | 15%～80% | 0.15-1.52 |
| 丙烷储罐V-403 | 15%～85% | 0.2-1.6 |
| 异戊烷储罐V-404 | 15%～80% | 0.2-0.6 |

**4 流程简述及物料性质**

各冷剂组分与来自C-301出口的一小股高压热气体混合，此热气体（吹扫气）直接由压缩机出口引至冷剂补充总管，用来蒸发乙烯和重组分。冷剂储罐V-401用来存储系统维修时从设备内移出的液态冷剂或其他来源的液态冷剂，在需要时可返回到系统，以尽量减少冷剂损失。从级间分离罐出来的液态冷剂可由级间冷剂泵输送到V-401。

装置停车后，低温冷剂缓慢升温，易挥发性组分慢慢汽化，系统内的压力慢慢升高。大约一周以后系统达到稳定状态，即达到一定的压力后稳定下来。一般情况下，系统无需释放压力，设备和管道的设计压力远高于冷剂的压力。由于系统内的压力，启动冷剂压缩机可能要困难一些，启动所需的扭矩也比较大。如果需要，可以打开压缩机吸入管线的一个排放阀，将气体部分排放到火炬，或者如果时间允许，可传送一些冷剂到V401，这样既大大降低了系统压力，也无需移出回路中的全部冷剂。

**4.1甲烷**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **标识** | 中文名： 甲烷、沼气 | | | |
| 分子式：CH4 | | 分子量：16.04 | |
| **理化性质** | 性状： 无色无臭气体。 | | | |
| 溶解性：微溶于水，溶于醇、乙醚。 | | | |
| 熔点（℃）：－182.5 | 沸点（℃）：－161.5 | | 相对密度（水＝1）：0.42（－164℃） |
| 临界温度（℃）：－82.6 | 临界压力（MPa）：4.59 | | 相对密度（空气＝1）：0.55 |
| 燃烧热（KJ/mol）：889.5 | 最小点火能（mJ）：0.28 | | 饱和蒸汽压（KPa）：53.32（－168.8℃） |
| **燃烧爆炸危险性** | 燃烧性：易燃 | | 燃烧分解产物：一氧化碳、二氧化碳 | |
| 闪点（℃）：－188 | | 聚合危害：不聚合 | |
| 爆炸下限（％）：5.3 | | 稳定性：稳定 | |
| 爆炸上限（％）：15 | | 最大爆炸压力（MPa）：0.717 | |
| 引燃温度（℃）：538 | | 禁忌物：强氧化剂、氟、氯 | |
| 危险特性： 易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应。 | | | |
| 消防措施：切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 | | | |
| **毒性** | 窒息性气体 | | | |
| **对人体危害** | 侵入途径： 吸入。  健康危害：甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达25％～30％时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。 | | | |
| **急救** | 皮肤冻伤：若有冻伤，就医治疗。  吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 | | | |
| **防护** | 工程防护：生产过程密闭，全面通风。  个人防护： 一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。眼睛防护一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜，穿防静电工作服。戴一般作业防护手套。工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触，进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。 | | | |
| **泄漏处理** | 迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。 | | | |
| **贮运** | 包装方法：采用钢质气瓶等压力管道/容器包装。低温LNG通过LNG储罐或槽车储存和运输  储运条件：易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。 | | | |

**4.2乙烯**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **标识** | **中文名：** | 乙烯 |
| **分子式：** | C2H4 **分子量：**28.06 |
| **理化性质** | **外观与性状：** | 无色气体，略具烃类特有的臭味。 |
| **主要用途：** | 用于制聚乙烯、聚氯乙烯、醋酸等。 |
| **熔点（℃）：** | -169.4 **沸点（℃） ：**-103.9 |
| **相对密度(水=1)：** | 0.61 **相对密度(空气=1)：**0.98 |
| **溶解性：** | 不溶于水，微溶于醇、酮、苯，溶于醚。 |
| **临界温度（℃） ：** | 9.2 **临界压力（MPa）：**5.04 |
| **燃烧热（kj/mol）：** | 1409.6 **饱和蒸汽压（KPa） ：**4083.40／0℃ |
| **燃烧爆炸危险性** | **燃烧性：** | 易燃 **建筑火险分级：**甲 |
| **闪点（℃）：** | -136 **自燃温度（℃） ：**425 |
| **爆炸下限（V%）：** | 2.7 **爆炸上限（V%）：**36.0 |
| **危险特性：** | 与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氟、氯等能发生剧烈的化学反应。 |
| **燃烧（分解）产物：** | 一氧化碳、二氧化碳。 **稳定性：**稳定 |
| **聚合危害：** | 能发生 **禁忌物：**强氧化剂、卤素。 |
| **灭火方法：** | 切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。雾状水、泡沫、二氧化碳。 |
| **包装与储运** | **危险性类别：** | 第2.1类 易燃气体 **危险货物包装标志：**4 |
| **储运注意事项：** | 易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过30℃。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、氧化剂等分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。 |
| **毒性危害** | **接触限值：** | 中国MAC：未制定标准；苏联MAC：100mg／m3；  美国TWA：ACGIH 窒息性气体；美国STEL：未制定标准 |
| **侵入途径：** | 吸入 |
| **毒性：** | 属低毒类 |
| **健康危害：** | 具有较强的麻醉作用。急性中毒：吸入高浓度乙烯可立即引起意识丧失。吸入75-90％乙烯与氧的混合气体，可引起麻醉，苏醒迅速；比例变为25-45％时，可引起痛觉消失，对意识无影响。对眼、鼻、咽喉和呼吸道黏膜有轻微刺激性。慢性影响：长期接触乙烯，可引起头昏、全身不适、乏力、思维不集中。个别人有胃肠道功能紊乱。 |
| **吸入：** | 迅速脱离现场至空气新鲜处。注意保暖，保持呼吸道通畅。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。 |
| **防护措施** | **工程控制：** | 生产过程密闭，全面通风。 |
| **呼吸系统防护：** | 高浓度接触时，佩戴自给式呼吸器。 |
| **眼睛防护：** | 一般不需特殊防护，高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜。 |
| **防护服：** | 穿工作服。 |
| **手防护：** | 一般不需特殊防护，高浓度接触时可戴防护手套。 |
| **泄漏处置：** | | 迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并隔离直至气体散尽，切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。切断气源，喷雾状水稀释、溶解，通风对流，稀释扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器不能再用，且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。 |
| **其他：** | | 工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐或其他高浓度区作业，须有人监护。 |

**4.3丙烷**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **第一部分 化学品标识** | | | | | |
| 化学品中文名称： | 丙烷 | | | | |
| 分子式： | C3H8 | | | | |
| 分子量： | 44 | | | | |
| 有害物成分 | 含量 | | | | |
| **第二部分 危险性概述** | | | | | |
| 紧急情况概述： | 气体。极端易燃，有爆炸危险。高压，遇热有爆炸危险。 | | | | |
| 危险性类别： | 易燃气体 ，类别 1； 高压气体 ，压缩气体。 | | | | |
| 预防措施： | 严防储罐超温、超压。远离热源、火种，储于阴凉通风处；储罐设置防雷、防静电装置；禁止使用易产生火花的工具；皮肤接触时，迅速从寒冷地带转移并用热水洗浴使体温恢复。吸入挥发气体，给输氧或做人工呼吸。 | | | | |
| 安全储存 | 储罐设置防雷、防静电装置。储罐装设喷淋降温装置。严防储罐超温、超压。防止储罐与外部管线相连的阀门、法兰、仪表等泄漏。充装时防止丙烷泄漏。丙烷罐车勿在居民区和人员密集处停留。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。 | | | | |
| 健康危害： | 本品有单纯性窒息及麻醉作用。人短暂接触1%丙烷，不引起症状；10%以下的浓度，只引起轻度头晕；接触高浓度时可出现麻醉状态、意识丧失；极高浓度时可致窒息。 | | | | |
| **第三部分 成分/组成信息** | | | | | |
| 丙烷含量99.99% | | | | | |
| **第四部分 急救措施** | | | | | |
|  | | | | | |
| 皮肤接触： | 立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。 | | | | |
| 眼睛接触： | 用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。 | | | | |
| 吸入： | 立即将患者转移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者食入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。 | | | | |
| 食入： | 禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。立即呼叫医生或中毒控制中心。 | | | | |
| **第五部分：消防措施** | | | | | |
| 危险特性： | 易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出 内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器 可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。 | | | | |
| 灭火方法及灭火剂： | 合适的灭火介质： 干粉，干砂或石灰。  不合适的灭火介质： 水、二氧化碳和泡沫。 | | | | |
| 灭火注意事项及措施： | 灭火时，应佩戴呼吸面具并穿上全身防护服。在安全距离处、有充足防护的情况下灭火。防止消防水污染地表和地下水系统。 | | | | |
| **第六部分：泄漏应急处理** | | | | | |
| 应急处理： | **作业人员防护措施、防护装备和应急处置程序：**  避免吸入蒸气、接触皮肤和眼睛。谨防蒸气积累达到可爆炸的浓度。蒸气能在低洼处积聚。建议应急人员戴正压自 给式呼吸器，穿防毒、防静电服，戴化学防渗透手套。保证充分的通风。清除所有点火源。迅速将人员撤离到安全区域， 远离泄漏区域并处于上风方向。使用个人防护装备。避免吸入蒸气、烟雾、气体或粉尘。  **环境保护措施：**  在确保安全的情况下，采取措施防止进一步的泄漏或溢出。避免排放到周围环境中。  **泄漏化学品的收容、清除方法及处置材料：**  少量泄漏时，可采用干砂或惰性吸附材料吸收泄漏物，大量泄漏时需筑堤控制。附着物或收集物应存放在合适的密闭容器中，并根据当地相关法律法规废弃处置。清除所有点火源，并采用防火花工具和防爆设备。 | | | | |
| **第七部分 操作处置与储存** | | | | | |
| 操作注意事项： | 避免吸入蒸气。只能使用不产生火花的工具。为防止静电释放引起的蒸气着火，设备上所有金属部件都要接地。使 用防爆设备。在通风良好处进行操作。穿戴合适的个人防护用具。避免接触皮肤和进入眼睛。远离热源、火花、明火和 热表面。采取措施防止静电积累。 | | | | |
| 储存注意事项： | 保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。 | | | | |
| **第八部分 接触控制/个体防护** | | | | | |
| 监测方法： | 固定式可燃气体探测器，便携式可燃气体探测器 | | | | |
| 工程控制： | 保持充分的通风，特别在封闭区内。确保在工作场所附近有洗眼和淋浴设施。使用防爆电器、通风、照明等设备。设置应急撤离通道和必要的泄险区。 | | | | |
| 呼吸系统防护： | 如果蒸气浓度超过职业接触限值或发生刺激等症状时，请使用全面罩式多功能防毒面具（US）或 AXBEK 型（EN 14387）防毒面具筒。 | | | | |
| 眼睛防护： | 佩戴化学护目镜。 | | | | |
| 身体防护： | 穿阻燃防静电防护服和抗静电的防护靴。 | | | | |
| 手防护： | 戴化学防护手套（例如丁基橡胶手套）。 | | | | |
| 其他防护： | 工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。 | | | | |
| **第九部分：理化特性** | | | | | |
| 外观与性状： | | | 无色气体 | | |
| pH值（指明浓度）： | | | 不适用 | 气味： | 无特殊气味 |
| 沸点、初沸点和沸程（℃）： | | | -42 | 熔点/凝固点（℃）： | -189.7 |
| 相对蒸气密度(空气=1)： | | | 不适用 | 气味临界值： | 无资料 |
| 饱和蒸汽压（KPa）： | | | 不适用 | 相对密度(水=1)： | 不适用 |
| 蒸发速率： | | | 不适用 | 黏度（mm2/s）： | 不适用 |
| 闪点 (℃)： | | | 不适用 | n-辛醇/水分配系数： | 不适用 |
| 溶解性： | | | 微溶于水 | 引燃温度（℃）： | 450 |
| 爆炸上限 [％(V/V)]： | | | 9.5 | 爆炸下限[％(V/V)]： | 2.1 |
| **第十部分 稳定性和反应性** | | | | | |
| 稳定性： | | 在正确的使用和存储条件下是稳定的。 | | | |
| 禁配物： | | 氧化性物质和卤素。 | | | |
| 避免接触的条件： | | 不相容物质，热、火焰和火花。 | | | |
| 聚合危害： | | 遇明火易燃或爆炸 | | | |
| 分解产物： | | 在正常的储存和使用条件下，不会产生危险的分解产物。 | | | |
| **第十一部分 废弃处置** | | | | | |
| 废弃处置方法： | | 产品：如需求医，随手携带产品容器或标签。  不洁的包装：包装物清空后仍可能存在残留物危害，应远离热和火源，如有可能返还给供应商循环使用。 | | | |
| **第十二部分 运输信息** | | | | | |
| 联合国运输名称 | 丙烷 | | | | |
| 联合国危险性分类： | 2.1 | | | | |
| 包装方法： | 采用钢质气瓶等压力容器包装。按照生产商推荐的方法进行包装。 | | | | |
| 运输注意事项： | 装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等 混装混运。高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不 可交叉。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理 设备。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。 | | | | |

**4.4异戊烷**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **第一部分 化学品标识** | | | | | | | |
| 化学品中文名称： | | | 异戊烷 | | | | |
| 分子式： | | | C5H12 | | | | |
| 分子量： | | | 72.2 | | | | |
| 有害物成分 | | | 含量 | | | | |
| **第二部分 危险性概述** | | | | | | | |
| 紧急情况概述： | | | 危险！极易燃的液体和蒸汽，蒸汽可以引起闪燃。如果吞食具有很大的危害 性或致命性，吸入是有害的，影响神经中心系统。刺激皮肤、眼睛和呼吸道。 | | | | |
| 危险性类别： | | | 第 3.1 类 低闪点易燃液体类 | | | | |
| 预防措施： | | | 严防储罐超温、超压。远离热源、火种，储于阴凉通风处；储罐设置防雷、防静 电装置；禁止使用易产生火花的工具；皮肤接触时，迅速从寒冷地带转移并用热水洗 浴使体温恢复。吸入挥发气体，给输氧或做人工呼吸。 | | | | |
| 应急处理： | | | 隔离泄漏区，禁止一切产生明火源（禁止吸烟、火光和火焰等），用干土或泥沙 等不燃物质覆盖，采用实际可行的方法停止泄露，尽可能回收液体，用惰性物质吸收 少量的溢出物并转入到标准的废物容器里，对于大量的溢出物，用惰性物质围起来并 转入标准的废物容器里，不允许倒入到排水沟里。 | | | | |
| 安全储存： | | | 在避光合适的地方储存易燃物品，在干燥通风的条件下，采用直立和密闭方式放 置满的和部分满的储罐。远离不相容物质。保护储罐不要受到物理损伤。 | | | | |
| 废弃处置方法： | | | 处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧法处置。 | | | | |
| 物理和化学危险： | | | 本品为饱和烷烃，易挥发，蒸汽密度大于空气密度，其蒸汽易于低洼处积累，与空气易 形成爆炸混合物，遇明火易引起火灾或爆炸。 | | | | |
| 健康危害： | | | 无毒液体，经常接触对皮肤有轻微刺激。 | | | | |
| 环境危害： | | | 该物质对环境有危害，应特别注意对地表，土壤，大气和饮用水的污染，在异境中能 被生物降解。 | | | | |
| **第三部分 成分/组成信息** | | | | | | | |
| 含量≥98% | | | | | | | |
| **第四部分 急救措施** | | | | | | | |
| 皮肤接触： | | | | 立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。 | | | |
| 眼睛接触： | | | | 用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。 | | | |
| 吸入： | | | | 立即将患者转移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者食入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。 | | | |
| 食入： | | | | 禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。立即呼叫医生或中毒控制中心。 | | | |
| **第五部分：消防措施** | | | | | | | |
| 危险特性： | | | | 极易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火，高热极易燃烧爆炸。与氧化物接触发生强烈反应，甚至引起燃烧，其蒸气比空气重，沿地面扩散并易积存低洼处，遇明火会引起回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。燃烧生产有害的一氧化碳 | | | |
| 灭火方法及灭火剂： | | | | 用泡沫、干粉，二氧化碳，砂土灭火。 | | | |
| 灭火注意事项及措施： | | | | 消防人员必须佩戴空气呼吸器，穿全身防火防毒服，在上风向灭火。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。容器突然发出异常声音或出现异常现象，应立即撤离。用水灭火无效。 | | | |
| **第六部分：泄漏应急处理** | | | | | | | |
| 应急处理： | | | 小量泄漏：用活性炭或其他惰性材料吸收，也可以用不燃性分散剂制成的 乳液刷洗，洗液稀释后放入废水系统。  大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容：用泡沫覆盖，降低蒸汽危害。用防爆泵 转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。  清洗去污：用大量水冲洗不可回收的残留物 | | | | |
| **第七部分 操作处置与储存** | | | | | | | |
| 操作注意事项： | | | 装卸操作人员严格遵守操作规程，严禁大桶在地面滚动，摩擦撞击。库房 和操作现场不得穿带钉子鞋或化纤工作服，物品检验、倒桶、整理等各项 | | | | |
| 储存注意事项： | | | 储存于阴凉、通风仓库内，远离火种，热源，防止阳光直射，仓内温度不 宜超过 20℃，应与氧化剂分开存放，储存间内的照明，通风等设施应用防 爆型，开关设在仓库外，配备相应品种和数量的消防器材，罐储时要有防 火防爆技术措施。桶装堆垛不可过大，应留墙距，顶距，柱距及必要的防 火检查走道，若是储罐存放，储罐区域要有禁火标志和防火防爆措施。 | | | | |
| **第八部分 接触控制/个体防护** | | | | | | | |
| 监测方法： | | | 生产过程密闭。全面通风。提供安全沐浴和洗眼设备 | | | | |
| 工程控制： | | | 提供总的通风设备， 以维持室内浓度低于爆炸极限，定期检查戊烷的电气 设备和机械设备，接地和连接设备防止静电。 | | | | |
| 呼吸系统防护： | | | 不要求适当的通风区域，如果存在有吸入有毒蒸汽和雾气的可能性，则有 必要使用通风设备，依据浓度极限和工作环境决定戴何种防毒面具，不允 许超过防毒面具的工作极限。 | | | | |
| 眼睛防护： | | | 戴安全眼镜。依据物质性质和使用情况穿戴防尘眼镜或护罩。 | | | | |
| 身体防护： | | | 穿防静电工作服。 | | | | |
| 手防护： | | | 戴防苯耐油手套。 | | | | |
| 其他防护： | | | 工作现场严禁吸烟，避免长期反复接触。 | | | | |
| **第九部分：理化特性** | | | | | | | |
| 外观与性状： | | | | | 无色液体 | | |
| PH： | | | | | 无 | | |
| 熔点（℃）： | | | | | -159.4℃ | 相对水密度 | 0.62 |
| 沸点（℃）： | | | | | 27.8℃ | 相对蒸气密度 | 2.48 |
| 分子式： | | | | | C5H12 | 分子量： | 72 |
| 主要成分： | | | | | 纯品 | | |
| 饱和蒸汽压（KPa）： | | | | | 9.31(21.1℃) | 燃烧热（Kj/mol） | 3504 |
| 临界温度（℃）： | | | | | 187.8 | 临界压力 (MPa)： | 3.33 |
| 闪点（℃）： | | | | | -51 | 爆炸上限%(V/V)： | 7.6 |
| 引燃温度（℃）： | | | | | 420 | 爆炸下限%(V/V)： | 1.4 |
| 溶解性： | | | | | 微溶于水，溶于乙醇、乙醚。 | | |
| **第十部分 稳定性和反应性** | | | | | | | |
| 稳定性： | | 在正确的使用和存储条件下是稳定的。 | | | | | |
| 禁配物： | | 强酸、强碱、氧化性物质和卤素。 | | | | | |
| 避免接触的条件： | | / | | | | | |
| 聚合危害： | | 遇明火易燃或爆炸 | | | | | |
| 分解产物： | | 在正常的储存和使用条件下，不会产生危险的分解产物。 | | | | | |
| **第十一部分 废弃处置** | | | | | | | |
| 废弃处置方法： | | 产品：如需求医，随手携带产品容器或标签。  不洁的包装：包装物清空后仍可能存在残留物危害，应远离热和火源，如有可能返还给供应商循环使用。 | | | | | |
| **第十二部分 运输信息** | | | | | | | |
| 联合国运输名称 | 异戊烷 | | | | | | |
| 联合国危险性分类： | 3 | | | | | | |
| 包装方法： | 采用钢质气瓶等压力容器包装。按照生产商推荐的方法进行包装。 | | | | | | |
| 运输注意事项： | 装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等 混装混运。高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不 可交叉。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理 设备。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。 | | | | | | |

**5 冷剂储存和使用技术规程**

**5.1冷剂存储规程**

5.1.1丙烷和异戊烷采用碳钢压力容器存储，乙烯采用保温压力容器储存，储存过程中注意监控储罐压力，严禁超压，相关储存技术指标和应急处置措施如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **范围目标值** | **控制方式** | **操作波动** | **处置措施** | **应急处置预案** |
| V-401压力＜4.48MPa  V-402压力＜1.52MPa  V-403压力＜1.72MPa  V-404压力＜0.69MPa | 通过压力调节阀进行控制 | 压力波动高于参数要求值 | 及时泄压排放至火炬；  停止冷剂装卸；  打开储罐冷却喷淋水；  补充冷剂至冷剂系统 | 调整工艺流程；  对超压储罐泄压；  氮气置换泄压管线；  调整工艺负荷 |
| **控制范围** | **相关参数** | **正常调整** | | |
| 控制压力在要求值内 | 压力要求值 | V401压力通过冷剂回收阀和冷剂补充阀控制；V-402压力通过泄压至V401小阀和开冷却喷淋水控制；V403压力通过泄压至V404阀控制；V-404通过现场手阀手动控制 | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **范围目标值** | **控制方式** | **处置措施** | |
| V-401液位0-70%  V-402液位15%-80%  V-403液位15%-85%  V-404液位15%-80% | 卸车过程中严格控制液位 | | 液位低时，及时联系采购补充；  液位过高时，打开液相放火炬阀门或补充至冷剂系统。 |

**5.2冷剂使用规程（正常操作）**

5.2.1丙烷使用：系统需补充丙烷时，先预热大热线，微开HV-41214，管道温度上升后，打开丙烷补充阀门（HV-41212），注意此阀门不可开度过大，防止温度过低导致联锁关闭XV-41241和XV-41123。

5.2.2异戊烷使用：系统需补充异戊烷时，先预热大热线，微开HV-41214，管道温度上升后，打开补充阀门（HV-41213），注意此阀门不可开度过大，防止温度过低导致联锁关闭XV-41241和XV-41123。

5.2.3乙烯使用：系统需补充乙烯时，先预热大热线，微开HV-41214，管道温度上升后，打开补充阀门（HV-41124），注意此阀门不可开度过大，防止温度过低导致联锁关闭XV-41241和XV-41123。

5.2.4甲烷补充：系统需补充丙烷时，先预热大热线，微开HV-41214，管道温度上升后，提升装车泵频率，关小液相回流，开大装车臂液相回流线，打开补充阀门（HV-41231），注意此阀门不可开度过大，防止温度过低导致联锁关闭XV-41241和XV-41123。

**6 临时操作**

乙烯储罐按照设计压力为1.59MPa，丙烷储罐的设计压力是1.72MPa，异戊烷储罐的设计压力是0.69MPa.正常工况下，冷剂会挥发成为气态并集聚于储罐顶部，造成储罐压力持续上升，工艺操作员应密切关注冷剂储罐压力变化趋势，保障储罐压力稳定，及时泄压作业，防止出现储罐超压现象。

**7 应急操作**

**7.1冷剂罐区应急处置及操作方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **紧急现象** | **可能发生的后果** | **应急操作方法** | **备注** |
| 卸车时冷剂泄漏 | 设备损失、人身伤害 | 停止卸车、处理漏点 |  |
| 低温灼伤 | 人身伤害 | 用温水冲洗灼伤处，包扎伤口，送医。 |  |
| 现场着火 | 燃烧爆炸 | 停车卸车，人员撤离，就近启用消防灭火器材降温灭火处理。 |  |
| 氧含量低、窒息 | 人员缺氧窒息 | 适时用测氧仪、测爆仪进行环境分析。 |  |
| 装置区冷剂泄漏 | 人身财产安全事故 | 立即切断冷剂储存单元，停止冷剂补充。 |  |

**7.2冷剂储存单元冷剂泄漏现场应急处置方案**

|  |  |
| --- | --- |
| 报告 | 1外操立即向中控室、班长汇报泄漏情况。2.班长向部门领导、公司安全科报告。 |
| 响应 | 3.当班班长通知其人员增援：400区冷剂储单元发生泄漏，请各岗位留守维持正常作业，应急人员佩戴好空气呼吸器后立即到事故地点集合。增援人员集合后由班长指挥开展应急抢险指挥事故处理，根据现场情况申请专业救援。 |
| 处置方法 | 4.成立救生小组，携带救生器材进入指定地点对遇险人员转移并实施紧急救助、送医。  5.立即撤离人员至上风处，隔离现场，限制出入。  6.立即用高压软连接仪表空气吹散气化雾气，打开消防水喷雾稀释、降解泄漏物料浓度，使用高倍数泡沫发生器喷射泡沫，充分覆盖泄漏物料液面。  7.立即根据现场情况关断泄漏源前置阀门。对易燃液体泄漏处置，必须采取防爆措施，确保安全。 |
| 专业救援 | 8.一旦发生泄漏不可控，做好现场停车事宜，通知周围人员及时撤离现场，救援人员不要盲目进入现场，打开消防通道接应市应急救援站支援。指示救援车辆正确选择行车路线，停放位置和救援阵地。严密监视液体流淌情况，防止泄漏扩大。现场注意风向变化，实时调整部署。 |
| 应急终止 | 9.泄漏成功处理，生产正常运行，宣布应急终止。 |

**7.3冷剂储存单元紧急停车**

遇突发情况或不可抗力因素影响，应立即启动紧急停车，后续按正常停车步骤处理，严密监视冷剂储罐液位和压力，防止超压超液位现象发生。

**8安全要求**

（1）检查卸车各个接口及方向是否正确。

（2）根据乙烯储罐压力以及槽车压力确定是否需要给槽车增压或者乙烯储罐泄压。（）

（3）严密监控乙烯储罐及槽车压力、液位。

（4）如有突发事件须立即停止卸车待处理后重新开始卸车。

（5）卸车过程中必须佩戴护目镜及低温手套；

**9 安全注意事项**

（1）由于乙烯是易挥发，低沸点的易燃化学品，所以在卸料操作时，必须戴好防护手套，并尽量避免皮肤接触，使用的工具必须是不发生火花的不锈钢或铜、铝合金材质的工具。

（2）在卸车过程中，特别是开始卸车初期必须仔细检查各连接点是否有泄漏现象，如发现泄漏必须立即停止卸料操作并进行处理。

（3）在V-402进料后，要注意观察罐内压力变化情况必要时可打开安全阀旁路阀泄压，确保安全阀不起跳，设备不超压。

（4）认真学习公司《安全管理制度》和其他管理制度并严格遵守，踊跃参加公司各项安全活动，严格执行危化品装卸安全操作规程；

（5）危化品装卸人员应熟悉本公司所有需装卸的化学品的特性和防火安全措施及泄漏处置方法，掌握以上各种化学品安全装卸的操作方法，具备必备的消防知识与灭火操作技能；

（6）加强安全生产观念，装卸前必须接到装卸单，并确认品种数量；

（7）监督进入防火禁区内车辆有否戴防火罩，未戴防火罩的车辆严禁进入防火禁区；

（8）运输危化品的车辆必须有防静电装置，无防静电装置的车辆，禁止装卸或运输，装卸所有危化品之前，应先消除车、槽、桶的静电；

（9）在装卸过程中，要定人定时监督物料的抽卸情况，抽卸期间不得离开，同时，要经常检查装卸泵的运转情况，如有发现发热严重等异常情况时，应立即切换备用泵，找维修人员处理；

（10）装卸危化品期间，禁止一切撞击和剧烈的摩擦，严禁危化品的跑、冒、滴、漏现象发生，当装卸中途有少量物料露出时，应尽快用水冲洗干净，装卸完毕后，应用水冲洗工作场地处；

（11）防火禁区内，严禁检修车辆，严禁在禁区现场从事修理工作，严禁带入任何火种；

装卸工作人员有权制止、收发与工作有关的不安全行为（包括外来司机、业务员等）和违禁物品；

（12）正确穿戴好劳动防护用品，正确熟练使用安全消防设备器材。

**10 异常情况处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **异常现象** | **异常原因** | **出现结果** | **处置方法** |
| 丙烷、乙烯、异戊烷罐液位高报警 | 卸车未控制好量，导致储罐液位过高 | 导致卸车阀门联锁关闭，监控平台报警 | 及时关闭卸车阀门；  启动冷火炬和火炬风机；  打开液相出口管线安全阀副线泄放至火炬。 |
| 丙烷、乙烯、异戊烷罐压力低报警 | 泄压过多，冷剂（乙烯）温度过低 | 压力低导致冷剂无法补充至系统 | 乙烯储罐可打开自增压阀门，增加储罐压力  异戊烷储罐可打开丙烷充压线提升压力  立即关闭储罐放空阀门 |
| 乙烯罐液位低报警 | 乙烯液位偏少 | 乙烯冷剂补充；触发应急预警系统 | 及时停止乙烯补充至冷剂系统；  联系乙烯冷剂到场卸车至乙烯储罐 |
| 乙烯储罐压力高报警 | 乙烯冷剂蒸发产生乙烯气体 | 乙烯储罐压力高报警，触发应急预警系统 | 立即泄压至冷剂储罐；  打开冷却喷淋水；  补充乙烯至冷剂系统 |
| 大热线温度Ti-41116温度低 | 冷剂补充量过大；大热线HV-41214开度偏小 | V-301出现积液；冷剂补充阀关 | 停止冷剂补充；开大大热线热气阀门HV-41214阀门开度；汽化V-301底部液体 |
| 甲烷补充不便 | 液相回流线压力小 | 甲烷补充不足 | 提升装车臂流量；手动关小大罐液相回流线手阀 |
| 丙烷、异戊烷、重烃储罐液相根部焊接点出现泄漏 | 密封点泄漏或焊缝裂纹等 | 易燃物料泄漏 | 储罐泄压并注水，减少易燃物料泄漏后更换密封或焊接等 |

**11 冷剂储罐区监控操作**

（1）储罐区可燃气体，有毒气体报警处理当消防值班人员发现储罐区可燃气体或有毒气体报警时，要在第一时间通知当班人员去现场查看有无化学品泄漏，如发生泄漏现场人员应当立即确认储罐区排污阀是否关闭，并及时报告当班班组，班长立刻向公司应急指挥中心报警，公司应急指挥领导小组立即启动应急预案，组织消防抢险，抢修人员展开应急堵漏，收容。报警系统配置如下表所示。

（2）储罐区火灾报警处理：当消防值班人员发现储罐区视频火灾报警系统发生报警时，立刻通知当班班组，班长立刻向公司应急指挥中心报警，现场工作人员立即使用消防器材灭火，当现场人员不能及时扑救，启动公司消防应急预案，展开应急抢险救援。

（3）罐内监测传感器用于储罐内的液位和压力工艺参数的监控，防止冒顶或者异常的液位、压力变化。液位报警高低限各设置一级，报警阈值分别为高限和低限；压力报警高限设置两级。发现报警，当班班长立即派人现场查看并依本操作规程。

（4）储罐区视频监控处理：当消防值班人员发现储罐区视频画面出现险情时，要在第一时间通知当班人员去现场查看有无化学品泄漏，如发生泄漏，现场人员应当立即确认储罐区排污阀是否关闭，并及时报告当班班组，班长立刻向公司应急指挥中心报警，公司应急指挥领导小组立即启动应急预案，组织消防抢险，抢修人员展开应急堵漏，收容。

**二、一级重大危险源（LNG储罐）**

**1 主要设备**

1.1 LNG储罐TK601：容积20000m³

设计压力和温度：-0.5/20KPa，-163℃

外罐直径40m，内罐直径38m，夹层厚度1m。

罐体高度：顶高37.3米，内罐高度22.7m。

储罐容积：20000m3，最大安全储存量约8470吨。

1.2 LNG输送泵P-601A/B：

设计压力和流量：0.7MPa，265m3/h

**2 主要参数控制**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 控制点 | 设计值 | 操作要求 |
| 储罐压力 | -0.5～20KPa | 6～17KPa |
| 储罐液位 | 916～19000mm | 2000～18500mm |

**3 流程简述及物料性质**

从液化单元来的LNG（液化天然气）经进料管送到LNG贮罐TK-601，贮罐可以从顶部也可以从底部进料，正常时从底部进料，如果LNG的比重差较大时，可以选择从顶部进料。贮罐配备了液位、压力和温度测量仪表。

贮罐的保护系统和安全控制系统与DCS相连接，当贮罐内液位和压力高的时候，进口阀门就自动关闭，贮罐中的温度和密度沿贮罐的整个高度来测量，以监视罐内可能发生的翻滚风险。

贮罐配备有排放到火炬系统的压力控制阀，以及排放到大气的安全阀。同时安装有真空破除阀，作为贮罐的负压保护。

贮罐内安装有两台液下泵（每台设计能力为260m³/h，一开一备）安装在罐内的泵柱中，并配有底阀。每台泵都配有回流管线，在无充装操作时可保证泵的最小流量。

**3.1 LNG储罐设施介绍**

3.1.1温度

大罐温度由一组电阻温度探测器（RTD）监测，RTD安装在大罐上：-TE60234 A至E、TE60235 A至F和TE60236 A至J（共20个）

TE60234 A至E是泄漏检测用，位于与氮气相连的环形空间内（大罐夹层）。

TE60235 A至F为开车时监测用，位于内罐壁内侧。

TE60236 A至J为开车时监测用，位于内罐底板内侧。

储罐中产品的平均温度由多点温度传感器TE 60203监控，该传感器具有一系列热电偶，热电偶沿其敏感长度等距分布。

3.1.2压力和真空

大罐压力/真空由三个压力和真空变送器和一个压力和真空变送器监控指示，PT 60207A、PT 60207B、PT 60207C和PI 60210。这些都安装在压力缰绳管道系统上在K4A和K4B喷嘴处的罐顶。

还有减压阀和大罐上的真空安全阀。

PRV 60601、60602和PRV 60603是减压阀（200mbar启动）。

VRV 60610、60611、60612、60613是真空安全阀（-2.2mbar启动）。

泵出口处的压力由压力变送器在泵区监测PT 60306和PT 60406。

进入储罐和泵出口的管道工程由热泄压阀TRV 60100保护，

3.1.3液位

储罐液位由两个伺服液位计LT 60204和LT 60205以及一个雷达液位计控制液位计LT 60202。从罐底监控液位，包括高液位控制。

3.1.4流量

流入储罐的流量由储罐内的控制和仪表装置控制和监控液化区。从大罐到罐车装载区的流量由压差式流量监控孔板FE 60307/60407处的变送器FT 60307/60407。

3.1.5密度

储罐中产品的密度由密度变送器DT 60208监控，变送器为“伺服液位－浮子式”仪表。密度变送器应能在10个单独的点测量产品密度，将信息传递给分布式控制系统（DCS）。

3.1.6气体和火焰检测。

罐顶有以下安全仪表：罐顶可燃气体探测器AE 60218至AE 60223（六个）。3组红外对射可燃气体检测器，通过主罐平台检测气体AT/AR 60224、AT/AR 60225、AT/AR 60226，检测通过排气平台的气体。还有1台火焰探测器AE 60605（安全阀出口）。

**3.2 LNG储罐结构介绍**

我公司LNG储罐是一种单容罐，由内罐和外罐设计建造而成，内罐符合储存产品所需的低温展性：外罐主要用于隔热层的稳固和保护、约束吹扫蒸气的压力，而不用于储存意外从内罐漏的冷冻液体。内外罐之间填充保温材料。在金属罐外加有混凝土围堰，用于防止在主容器发生事故时LNG外溢扩散。

**4 储罐操作与控制**

**4.1压力控制**

LNG储罐设计为储存接近大气压力的LNG。设计最高压力为20KPa，计最低压力为-0.5KPa。储罐压力在控制室内显示并记录。此外，在储罐顶上的现场压力仪表也可显示。

环境热量进入介质将导致温度升高，从而导致压力升高。为防止储罐内压力升高，应使用BOG压缩机将BOG抽出。

LNG储罐压力≥17KPa，去火炬的压力控制阀开启。

储罐安装有2个安全阀，设定值为20KPa。安全阀尾管安装有可释放干粉的火警探测器。

压力≤7KPa时，低压报警。

压力≤6KPa，压力控制阀将开启，将天然气补入LNG储罐。

储罐安装有4个真空破除阀。

压力≤-0.22KPa时真空破除阀开启，当压力达到-0.5KPa时全开。但是，出于设计余量和安全考虑，不到万不得已，不应开启真空破除器。

**4.2液位控制**

LNG储罐配备有两个独立的液位测量装置，这两个液位测量装置分别安装在两个静水井内。液位测量是不间断的，并在DCS及储罐顶仪表上显示。

储罐正常操作液位2000mm～18500mm。

当液位≥18500mm时，高液位报警。

当液位≥18700mm时，高高液位报警。

当液位≥19000mm时，高高液位联锁，输送阀由控制系统关闭。

在罐内低液位情况下，储罐液位测量装置还可保护潜液泵。

当液位≤916mm时，低液位报警。

当液位≤756mm时，低低液位报警（泵启动最低液位）。

当液位≤456mm时，低低低液位报警，泵跳车。

**4.3正常运行操作**

**4.3.1产品进入储罐**

LNG产品通过管线编号 DN150-LNG-60102-P6SAA-C2-130 进入储罐。这为顶部进液口N1供料，这条线还供料其他两条线。底部进液DN 150-LNG-60104-P6SAA-C2-140至N2口。和管线编号DN80-LNG-60103-P6SAA-C2-110 到N5（开车冷罐口）该管道通过热释放阀TRV 60100防止产生过压。

通往顶部进液N1的进料管有一个控制阀（蝶式）XV-60102 和一个手动蝶阀（VC-112）。

通向底部进液N2的进料管有一个控制阀（蝶式）XV-60101 和一个手动蝶阀 (VC-107)。

由于通向N5的进料管仅在开车时使用，因此该管线没有控制阀。罐顶进口的隔离阀 (VC-105) 是一个球阀，以提供更好的控制，同时在启动期间控制到储罐的流量。

在进液阶段，罐体受到上述压力、温度和液位仪表的监控和保护。流向储罐的流量和压力由液化厂内的控制装置和仪表装置监控。回阀 VC-834和 XV-60804 之间有一个TRV-60827，将任何积聚的蒸汽释放到集管中。

**4.3.2储罐压力的控制**

如果储罐内压力升高，则蒸发气体BOG从储罐中排出（N6口处的 VC-119）并输送至管线编号DN350-GNG-60108-P1SAA-C2-150，这由XV- 60103控制。该蒸发气体然后输送至蒸发气体压缩机（C501/C502）。三个压力/真空变送器（PT-60207A、60207B 和 60207C）安装在K4A 和 K4B 处的压力吊索上。正是这些压力/真空变送器检测储罐的压力或真空状态。

它们将信号传送到DCS，当压力/真空变送器检测到罐内压力升高时，信号将通过 DCS 发送到 XV-60103。这将打开以允许蒸发气体流入 BOG 压缩机。

注意：在LNG泵出期间，大罐可能会出现真空情况。所以添加增压补气克服了这种情况。干气通过线路号 DN 100-GNG-60107-D3CAA-N 从装置区到罐顶阀门V-103处，到N20口处。三个压力/真空变送器（PT -60207A、60207B 和 60207C）安装在喷嘴 K4A 和 K4B 处的压力吊索上。正是这些压力/真空变送器检测罐的压力和真空状态。它们将信号传递给DCS，干燥气体的流量由 PV-60207 控制。该控制阀也与 DCS 相连，当压力/真空变送器检测到真空情况时，它将打开以允许干燥气体流入储罐内。

**特别强调的是，压力吊索上的压力变送器（PT-60207A、60207B 和 60207C）将其信号传递到客户的仪器 PY-60207，该仪器位于双瑞的分布式控制系统 (DCS) 内。这将使用三选二的投票状态，然后它为双瑞的压力指示器控制器 PIC-60207 供电，该控制器也在 DCS 中。本仪器发送三个信号。**

信号 1 发送到蒸发气压缩机供操作使用

信号 2 发送到罐顶上的蒸发气控制阀 (XV-60103)

信号 3 发送到罐顶上的干气补充阀 (PV-60207)

信号 1 和 2 将作用于高压情况，信号 3 作用于真空情况。

**4.3.3储罐运行期间的循环**

以LNG泵“A”为例：

有两台泵，一台在使用，一台备用。每个浸入式罐泵以一定压力输送约240 m3/hr的 LNG。每个泵都以 100% 的容量工作。当泵启动时，将 LNG 输送到每个充装臂。每辆公路罐车的安全工作空间为40 m3左右。

注意：在泵头处有一个 DN 50、150磅的法兰球阀 (VC-329 /429) 这些阀门是DN50的蒸气释放管线GNG-60312-P1SAA-P-25的一部分。当泵未使用时，即处于“备用”容量时，该阀通常打开以克服泵柱中积聚的任何蒸汽。蒸汽通过DN 50-GNG-60312-P1SAA-P-25 的开放路径通向N25口，该阀在泵运行时应关闭。

启动泵后，进料管线被冷却。在罐顶，XV-60300周围的手动隔离阀是打开的，XV-60300关闭。罐顶的回流阀FV -60301 也关闭，而手动阀打开。

在充装站区 FV- 60800 和 XV-60803 打开。

泵启动，XV-60300 打开，冷却阶段开始。在冷却再循环阶段，泵由泵的变频驱动器控制，以其最小流量运行。当充装站区的温度指示器指示处于或接近工作温度的温度时，可以开始向罐车运送产品。

当不充装时，必须定期使用冷却/再循环（即回流）来保持管道工作在低温下。未能将管道保持在低温下可能会在启动时对管道增加压力，并对阀门法兰等的螺栓施加过大的张力，这些法兰可能会成为泄漏点。

如果充装站区管道系统未处于工作温度 （-163℃左右），请勿装载罐车。

注意，在第一次（调试）启动时，XV-60300 保持关闭。 DN25的球阀 VC-308打开并将 LNG 泵送到装载区，通过 DN300-LNG-60800- P1SAA-C2-150 返回大罐。这条管线的冷却必须非常缓慢，以使管道工作的温度稳定。当充装站区的温度指示器指示温度接近工作温度时，可以打开 XV-60300 并关闭 VC-308，继续冷却过程，直到达到所需温度。

在这个阶段，压力控制通过两个点。一是泵排放的本地是一个压力变送器PT-60306，此压力传感器传送压力高或压力低。在充装站区有一个压力指示器 PI-60813。

在泵出口处还有一个热释放阀（安全阀）TRV-60301。释放阀设置值尽可能接近P1SAA 管道材料规格的设计压力上限 (19.0bar.g)。泄放气体通过管线编号 DN 50-GV-60312-P1SAA-P 排放回N22。

注：在适用的情况下，人员绝缘保护是“P”级。

泵出口处的 LNG 出口温度由温度指示器 TI -60308监控。罐顶的流量由流量变送器 FT-60307 监控。

FT-60301 确保排出流量不会低于泵的最小流量。当排放流量接近泵的最小流量时，回流上的 FV-60301 打开。液流通过编号为DN80/DN150-LNG-60303 / 60304-P1SAA-C2-110/ 130 的管道回流至储罐N3口。

当充装站的流量重新稳定时，FV-60301 关闭。然后液化天然气流向充装站区。当储罐车装载区的温度处于安全操作水平时，向罐车的产品交付阶段开始。

**5 储罐临时操作**

5.1当LNG储罐压力持续上涨或者下降时，此时应调整BOG压缩机的负荷，调整产品进料温度，合理安排装车数量等来调控。储罐液位变化时应及时调节装置负荷，防止储罐液位太少而出现泵跳车和储罐复温等问题**。**

5.2当LNG管线复温后启动装车泵时，需对充装管线进行预冷，缓慢打开泵出口截断阀旁路，预冷速率严格按照10℃/分钟要求预冷，同时严格控制LNG储罐压力，严禁超速率预冷和LNG储罐超压，预冷完成后再打开主路手阀。

**6 储罐应急操作**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 紧急现象 | 现象原因和后果 | 应急操作 | 备注 |
| **LNG储罐翻滚** | 原因：储罐内LNG的密度温度发生变化并产生分层。  后果**：**⑴储罐严重超压导致发生形变。  ⑵生产中断，储罐无法进液。 | ⑴严格控制好储罐内LNG的密度和温度。调整上进液和下进液开度。  ⑵控制好进液量及温度，温度不应与储罐内的温度偏差太大。  ⑶加大监管力度杜绝误操作。  ⑷加大LNG泵回流量。  ⑸及时调整BOG负荷，防止大罐压力上升。 |  |
| **LNG储罐压力突然上涨** | 原因：⑴LNG管道保冷厚度不够。⑵装车站液相、气相回流不稳定。⑶回流管道中有闪蒸汽。  ⑷LNG产品温度过高。  后果**：**LNG储罐内翻滚。 | ⑴增加装车站循环量。  ⑵调节进液阀方式。低液位时，下进液全开，上进液开一半。高液位时，上下进液同时开部分。  ⑶控制LNG产品温度。 |  |
| **P601潜液泵泵体结霜** | 原因：潜液泵泵体保冷效果差，泵组频率过大造成。  后果：潜液泵出现结冰结霜现象属于漏冷情况，冷量外漏会导致LNG储罐压力过快上升，气液混合至装车站造成装车计量不准确。 | （1）适当降低泵组运行频率，检查或更换泵体保冷设施。  （2）工艺班组加大巡检力度，建立报表记录台账，发现问题及时反馈处理。 |  |

**7 LNG储存和充装单元可能出现的异常工况后果以及防止和纠正措施**

|  |  |
| --- | --- |
| **异常工况** | **防止和纠正措施** |
| LNG储罐高液位报警或冒溢 | 1、生产系统立即紧急停车，远程关闭LNG储罐进液阀门。  2、启动公司综合应急预案进行处置。  3、严格监控储罐液位，防止超液位。 |
| 灌装区管线断裂发生泄漏，喷射出LNG | 撤离周边人群，在安全的情况下关闭泄漏点附近的切断阀，准备好现场灭火器，防止发生火灾。同时报告部门领导和安环部。 |
| 装车软管与槽车连接口泄漏 | 穿戴好防护装备，紧固螺丝。如果还有泄漏现象，停止灌装，用氮气吹扫干净。然后关闭槽车阀门，更换垫片。 |
| 灌装时槽车焊接处有液体漏出 | 停止灌装，吹扫卸压，进行堵塞或者用布匹缠绕几圈，防止喷洒。然后让罐车驶离灌装区，到安全的地方修理。 |
| 槽车升压自动排液 | 进行气线管卸压，注意管线与罐内的压差，罐内压力达到标准压力以下会自动停止。排出液体时注意个人安全和周边事物不受影响。 |
| 巡检发现灌装区设备有异常现象 | 检查设备处于什么状态，仔细排查原因及时解决，个人处理不了的问题及时上报班长并做好记录。 |
| 发现灌装设备损坏 | 发现设备受碰撞或损坏时，根据损坏的大小、严重情况处理，首先关闭此灌装台的进液阀，降低安全隐患到最小，保持好事发现场，等领导和维修人员到场后做进一步处理。 |
| 灌装区发生火灾 | ⑴打开灭火器灭火。  ⑵关闭火源附近的切断阀或者按下紧急停车键，阻止火势蔓延。  ⑶通知拨打火警电话。  ⑷打开喷淋，使用消防栓进行降温灭火。  ⑸通知现场安全人员，开启消防炮灭火。  ⑹如果火势严重，威胁到现场人员生命安全，在较短的时间内，人员全部撤离到安全地带。 |
| 操作人员发生液体冻伤或窒息 | 人员冻伤实行水浴恢复体温，窒息者迅速移到通风处进行应急救治或人工呼吸并迅速送往医院救治。 |

**8 安全要求**

（1）保证LNG储存安全（2）设置安全保护装置和紧急切断装置

（3）控制和消除引火源（4）设置可燃气体检测报警装置

（5）提升作业人员素质（6）佩戴安全防护器材

**9 充装操作规程**

（1）充装操作规程见槽车装卸

（2）装车泵见动设备启停操作

**10 正常生产期间操作调整**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **范围目标值** | **控制方式** | **操作波动** | **处置措施** | **应急处置预案** |
| **60～170mbar**  **2000mm～18500mm** | 通过PV-51105阀控制；通过产品阀PV-31204阀控制 | 压力低于或高于目标值；液位低于或高于目标值 | 对LNG储罐充压；调节PV-51105开度泄压；降低产品温度；合理计划充装量；调节装置产量 | 对LNG储罐进行充、泄压；  计划装车量；  调节装置产量、负荷；  上报现场情况 |
| **控制范围** | **相关参数** | **正常调整** | | |
| 要求压力液位在目标值内 | LNG压力和液位参数 | 压力调节通过BOG压缩机负荷加减；LNG储罐充、泄压；产品温度升降；检查LNG储罐夹层等方式。液位调节通过调整装置生产负荷；计划装车量增减等方式 | | |

**11 异常情况处置**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **异常现象** | **异常原因** | **出现结果** | **处置方法** |
| LNG密度变化大 | 新旧LNG出现分层；LNG储罐液位、压力影响；进液方式不匹配；仪器故障 | 影响LNG储罐压力，出现波动；影响LNG产量；影响装置气耗 | 调整LNG储罐上、下进液方式；  稳定LNG储罐压力，避免大幅波动；确保原料气组分稳定；合理安排充装量 |
| 储罐压力变送器不一致 | 仪器仪表故障 | 影响操作员操作；出现故障报警 | 调节BOG负荷；联系仪表专业处理；上报现场情况 |
| 装车泵振动波动大 | 泵频率调节方式偏差；泵体故障 | 泵体损坏；正常充装受限 | 制定泵运行方案填写运行数据；及时切换备用泵；上报泵运行情况 |
| LNG围堰内地面塌陷 | 地面基础不实 | 地面塌陷；管体支撑下陷 | 上报下陷情况；做好警戒示意；及时维修处置 |
| 积液池泡沫发生器堵塞 | 固体杂质堵塞 | 无法产生泡沫至积液池 | 联系维保单位到场维修；  测试消防泡沫系统 |

**第十章 消防报警控制系统**

### 一、主机操作流程

主机面板图：



1 火警处理：当发生火警时，首先应按“消音”键终止警报声。然后应根据控制器的报警信息检查发生火警的部位，确认是否有火灾发生；若确认有火灾发生，应根据火情采取相应措施：启动相应区域的联动设备，通知现场人员撤离启动声光报警器及消防广播系统，启动发生火情所在楼层及相邻楼层的送风阀，启动楼顶送风机，切断着火区域的非消防电源并启动应急照明，将电梯迫降到首层防止困住人员，火情较大时，启动消防泵出水救火。消除完火警将现场设备恢复后，控制室按“复位”键，确认后屏幕上显示“系统工作正常”。若为误报，应采取如下措施：检查误报火警部位是否灰尘过大、温度过高、确认是否由于人为或其他因素造成误报警，按“复位”键，确认后屏幕上显“系统工作正常”。使控制器恢复正常状态，观察是否还会误报；如果仍然发生误报可将其屏蔽，并尽快通知安装单位或厂家进行维修。

2 故障处理：当故障发生时，首先按“消音”键终止报声。然后应根据控制器的故障信息检查发生故障的部位，确认是否有故障发生；当发生故障原因不明或无法恢复时，可将这些设备进行屏蔽，然后尽快通知安装单位或厂家进行维修。

3 屏蔽操作：按“屏蔽”键，需输入密码时，直接按“确认”键，屏蔽中央提示：“请输入屏蔽设备号”此时将报故障或经常误报火警的设备的六位地址码输入，再按“TAB”键，此时屏幕中央“00­未定义”变亮，按键盘左下角两个“\*”键。按“确认”键后，屏幕中央还提示输入屏幕设备号，如有继续输入，如没有了按“取消”键，最后按“复位”键，误报设备被屏蔽，主机恢复正常。

4 取消屏蔽操作：按“取消屏蔽”键，需输入密码时，直接按“确认”键，屏幕中央提示：“请输入释放设备号”此时将被屏蔽的设备的六位地址码输入，再按“TAB”键，此时屏幕中央“00－未定义”变亮，按键盘左下角两个“\*”键。按“确认”键。

5 启动方式操作：按“启动方式”键，需输入密码时，直接按“确认”键，屏幕上会显示启动方式设置，如“手动方式”设置，按上下键直到显示为“允许”，按“确认”键。此时，可以手动启动手动键盘上各区域的联动设备。如“自动方式”设置，按“TAB”键，“自动方式”变亮，按上下键直到显示为“全部自动”，按“确认”键。此时，主机处于自动状态可以自动根据报警位置启动相应区域的联动设备。“提示方式”不操作。

6 打印控制：按“打印控制”键，需输入密码时，直接按“确认”键，屏幕上会显示打印方式设置，根据需要按上下键进行选择，选择完后按“确认”键。

7 记录检查：按“记录检查”键，需输入密码时，直接按“确认”键，屏幕上会显示：1运行记录，2火警记录。按“1”或“2”键后屏幕上显示近期的运行记录或火警记录，记录条数据比较多，用上下键进行翻阅，查看完后按“取消”键退出。

8 直启盘操作：当火情比较大，需要用消火栓泵救火时。首先接好消火栓箱水带，然后将直启盘左侧的小钥匙拧到“允许”上，通知泵房将泵柜打到自动，按消防泵启动键启泵，救完火后按消防泵停动键，将泵停止，再分别按下启动键、停动键将命令撤销。另外，当泵房的泵柜在自动方式时，消火栓箱中的消火栓按钮可以直接启动消火栓泵救火。当火情较大时，如现场有喷头破裂，主机报水流指示动作，压力开关报监管报警时，启动直启盘上的喷淋泵进行救火。

### 二、一般性操作说明

1 消音：当主机或电源盘发生报警时，按“消音”键即可消音。

2 复位：当主机屏幕显示有火警或故障信息且该火警或故障已被排除时，按“复位”键可将主机恢复至正常监控状态。

3 隔离/释放设备

隔离设备：此操作用发生故障设备，但又无法及时处理的情况。

操作方法如下：按“隔离”键+输入六位设备号+按“TAB”键+输入两位设备代码+按“确认”键即可。

释放设备：当故障设备排除后，即可对其进行释放操作，使其恢复正常工作。

操作方法如下：按“释放”键+输入六位设备号+按“TAB”键+输入两位设备代码+按“确认”键即可。

4 附常用设备代码：

03-光电感烟02-差定温05－可燃气体11－手动按钮12-消防广播13-讯响器15－消火栓

16-消火栓泵17-喷淋泵19－排烟机20－送风机21－新风机22－防火阀23－排烟阀24－送风阀29－压力开关30－水流批示31－电梯32－空调机组44-消防电源49-信号蝶阀

5 现场设备的控制（手动）

消火栓泵、喷淋泵的启/停

消火栓泵启/停：在消火栓泵处于自动状态下，按下手动控制盘上对应的按钮时即可启/停消火栓泵。

喷淋泵启/停控制同消火栓泵。

备注：当按下手动控制盘上某一按键时，其对应有一红灯点亮表示控制该设备的命令已发出，几秒钟后其对应的绿（红）灯点亮则表示现场设备已动作，同时在主机屏幕上亦有相应信息显示。

6 消防广播及声光讯响器的控制

按下手动盘上广播或讯响器对应的按键后即可启动相应楼层或区域的消防广播或讯响器；再按一次该键即可取消相应的消防广播或讯响器的控制命令，恢复其正常状态。启动命令，但必须现场恢复供电。

7 主机工作状态切换

主机平时正常工作应处于手动允许状态；当发生火灾且不能人为进行控制时，可将其设置为自动允许状态，主机即可按照事先编写好的程序自动运行，进行相应的联动控制。

操作方法如下：按下主机键盘上“启动方式”键+按一次“TAB”键+按“∧”或“∨”键将主机设置为“全部允许”+按“确认”键即可。

8 打印机控制

按下主机键盘上“打印控制”键即可进入打印机设置界面；

按“∧”或“∨”键选择“关闭打印”“选择打印”“即时打印”“即时火警”方式+按“确认”键即可。

校对时间

在监控状态下：按下主机键盘上“对时”键+按“TAB”键（选修改项）+修改+按“确认”键即可。

**注意事项**

当停电后，主机蓄电池可供工作八小时，如超过八小时，则须关机（主备电均要关闭），以防电池过放电后报废。

### 三、火警现场处理

当火警发生时，首先应按“消音”终止报警声，然后应根据控制器的报警信息检查发生火警的位置，确认是否有火灾发生。

若确认发生火灾，应根据火情采取相应措施：

1 启动报警现场的讯响器发出火警声光提示，通知现场人员撤离；

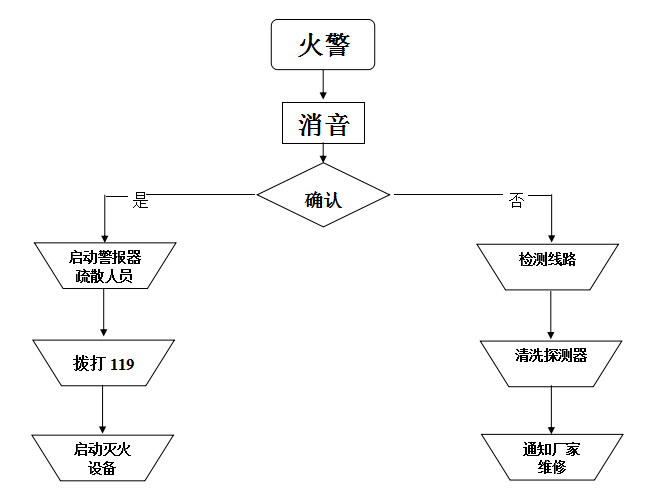
2 拨打119消防报警电话报警；

3 启动消防灭火设备等。

若为误报警，应采取如下措施：

检查误报火警部位是否灰尘过大、温度过高，确认是否是由于人为或者其他因素造成误报警；

按“复位”使控制器恢复正常状态，观察是否还会误报；如果仍然发生误报可将其屏蔽，更换或者尽快通知安装单位或厂家进行维修。



4 故障与异常处理

4.1当发生故障时，首先按“消音”终止警报声。然后根据控制器的故障信息检查发生故障的部位，确认是否有故障发生；若确认有故障发生，应根据情况采取相应措施。

4.2当报主电故障时，应确认是否发生市电停电，否则检查主电源的接线、熔断器是否发

生断路。主电断电情况下，备电可以连续供电8小时；

4.3当报备电故障时，应检查备用电池的连接器及接线、当备用电池连续工作时间超过8小时后，也可能因电压过低而报备电故障；

4.4若为现场设备故障，应及时维修，若因特殊原因不能及时排除的故障，应将其屏蔽，待故障排除后再利用设备取消屏蔽功能将设备恢复；

4.5当发生故障原因不明或无法恢复时，请尽快通知安装维保单位或厂家进行维修；

4.6若系统发生异常的声音、光指示、气味等情况时，应立即关闭电源，并尽快通知部门领导或安全环保部。

4.7保护备电

当使用备电供电时，应注意供电时间不应超过8小时，若超过8小时应关闭控制器的备用电开关，待主电恢复时再打开，以防蓄电池损坏。

4.8键盘解锁

控制器开机默认为锁键状态，若进行功能键（除“浏览火警”“信息查询”“消音”外）操作，液晶屏显示一个要求输入密码的画面，此时输入正确的用户密码并按下“确定”，才可继续操作，同时完成键盘解锁。

## 第十一章 安全设施配置情况

1 洗眼器分布一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **编号** | **介质** | **喷淋流量** | **洗眼流量** | **安装日期** | **安装位置** |
| 1 | XY-1 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | 硫酸库房 |
| 2 | XY-2 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | H101旁 |
| 3 | XY-3 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | TK101旁 |
| 4 | XY-4 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | E103旁 |
| 5 | XY-5 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | 压缩机厂房大门口 |
| 6 | XY-6 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | T302旁 |
| 7 | XY-7 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2016.5 | V404旁 |
| 8 | XY-8 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.3 | 一体化加药间 |
| 9 | XY-9 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.3 | 硫酸库房东侧 |
| 10 | XY-10 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.10 | E303旁 |
| 11 | XY-11 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.10 | P303旁 |
| 12 | XY-12 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.10 | V202A旁 |
| 13 | XY-13 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.10 | P201A旁 |
| 14 | XY-14 | 自来水 | 75.7L/mi n | 11.4L/mi | 2023.10 | 冷剂储罐旁 |

2 空气呼吸器等防护用品

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 器材名称 | 品牌 | 规格型号 | 配置位置 | 配置数量（套） |
| 1 | 移动呼吸供气装置 | 霍尼韦尔 | BC1766010 | 微型消防站 | 6 |
| 2 | 正压空气呼吸器 | 霍尼韦尔 | SCBA105M | 总控室 | 2 |
| 3 | 正压空气呼吸器 | 霍尼韦尔 | SCBA105M | 检修室 | 2 |
| 4 | 正压空气呼吸器 | 霍尼韦尔 | SCBA105M | 充装站 | 2 |
| 5 | 正压空气呼吸器 | 霍尼韦尔 | SCBA105M | 学习室 | 2 |
| 5 | 长管空气呼吸器 | 霍尼韦尔 | SCBA105M | 微型消防站 | 1 |

3 灭火器分布一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 放置位置 | 规格型号 | 数量 | 责任部门 |
| 1 | E301一层平台 | MFZ/ABC8型 | 2 | 生产运行部 |
| 2 | E301二层平台 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 3 | E301三层平台 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 4 | 消防泵房4#箱 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 5 | 消防泵房5#箱 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 6 | 消防柴油箱房 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 7 | 生产水加药间 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 8 | 生产水泵房 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 9 | 硫酸存储房旁 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 10 | 循环水加药间 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 11 | 循环水A泵按钮 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 12 | 循环水C泵按钮 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 13 | 装车站办公室 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 14 | 装车站门卫室 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 15 | 空压机房 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 16 | 脱盐水间 | MFZ/ABC4型 | 4 |
| 17 | 消防泡沫站 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 18 | 冷冻脱盐水泵房 | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 19 | 150过道1#箱 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 20 | 150过道2#箱 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 21 | 150过道3#箱 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 22 | 中控室 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 23 | V105东侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 24 | 脱硫塔北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 25 | P102西侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 26 | E101北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 27 | T102东侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 28 | V109北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 29 | V202西侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 30 | E202东侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 31 | V305北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 32 | E301底部 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 33 | C301北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 34 | C301南侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 35 | 压缩机厂房南大门 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 36 | 压缩机厂房北大门 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 37 | C101北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 38 | C101南侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 39 | 灌装平台 | MFZ/ABC8型 | 12 |
| 40 | LNG储罐东侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 41 | LNG储罐南侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 42 | LNG储罐西侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 43 | LNG储罐北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 44 | 消防控制台背后 | MT/4型 | 2 |
| 45 | 分析药品间 | MT/4型 | 4 |
| 46 | 综合库房（一） | MFZ/ABC4型 | 2 |
| 47 | 400区东侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |  |
| 48 | 400区西侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 49 | 400区南侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 50 | 400区北侧 | MFZ/ABC8型 | 2 |
| 51 | 150空调房 | MFZ/ABC8型 | 2 |

4 推车式灭火器

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 300区集液池 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 2 | 压缩机厂房南门 | MFTZ/ABC50型 | 3 |
| 3 | 压缩机厂房北门 | MFTZ/ABC50型 | 1 |
| 4 | LNG储罐东门 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 5 | LNG储罐西门 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 6 | LNG储罐南门 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 7 | LNG储罐北门 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 8 | H-201西侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 9 | V-203东侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 10 | TK-101东侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 11 | E-103北侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 12 | V-201北侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 13 | V-503西侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 14 | P-303南侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 15 | E-301底部 | MFTZ/ABC50型 | 1 |
| 16 | 火炬底部 | MFTZ/ABC50型 | 1 |
| 17 | 400区东侧 | MFTZ/ABC50型 | 2 |
| 18 | 400区西侧 | MFTZ/ABC50型 | 2 |
| 19 | 400区南侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |
| 20 | 400区北侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |
| 21 | P-302西侧 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |
| 22 | 大罐应急池 | MFTZ/ABC50型 | 1 |  |

5 消防栓一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 位置 | 数量 | 编号 | 责任部门 |
| 1 | 总控室北侧路 | 1 | 01 | 生产运行部 |
| 2 | 消防水池东侧 | 1 | 02 |
| 3 | 消防水池东侧 | 1 | 03 |
| 4 | 消防水池东侧 | 1 | 04 |
| 5 | 原水箱东侧 | 1 | 05 |
| 6 | 冷却塔东侧 | 1 | 06 |
| 7 | 压缩机厂房东侧路 | 1 | 07 |
| 8 | 压缩机厂房西侧路 | 1 | 08 |
| 9 | 压缩机厂房南侧路 | 1 | 09 |
| 10 | 乙烯储罐南侧路 | 1 | 10 |
| 11 | 乙烯储罐南侧路 | 1 | 11 |
| 12 | E305东侧路 | 1 | 12 |
| 13 | V303东侧路 | 1 | 13 |
| 14 | 重烃充装臂东侧路 | 1 | 14 |
| 15 | 冷火炬分离罐东侧路 | 1 | 15 |
| 16 | 冷火炬分离罐北侧路 | 1 | 16 |
| 17 | 空压机房北侧路 | 1 | 17 |
| 18 | LNG储罐北侧路 | 1 | 18 |
| 19 | 1 | 19 |
| 20 | LNG储罐南侧路 | 1 | 20 |
| 21 | 1 | 21 |
| 22 | LNG储罐东侧路 | 1 | 22 |
| 23 | 1 | 23 |
| 24 | 1 | 24 |
| 25 | 充装站台南侧 | 1 | 25 |
| 26 | 充装站台北侧 | 1 | 26 |
| 27 | 充装站台东侧 | 1 | 27 |
| 28 | 停车场北侧 | 1 | 28 |
| 29 | 停车场东侧 | 1 | 29 |
| 30 | 停车场西侧 | 1 | 30 |
| 31 | 停车场南侧 | 1 | 31 |
| 32 | 停车场北侧 | 1 | 32 |
| 33 | 物资仓库东侧路 | 1 | 33 | 机电仪车间 |
| 34 | 物资仓库北侧路 | 1 | 34 |
| 35 | 低压变电所北侧路 | 1 | 35 |
| 36 | 低压变电所南侧路 | 1 | 36 |

6 消防水炮一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 位置 | 数量 | 编号 | 责任岗位 |
| 1 | 冷却塔东侧 | 1 | 01 | 生产运行部 |
| 2 | V105北侧空地 | 1 | 02 |
| 3 | 压缩机厂房西侧 | 1 | 03 |
| 4 | H201东侧 | 1 | 04 |
| 5 | E305东侧路 | 1 | 05 |
| 6 | 乙烯储罐南侧路 | 1 | 06 |
| 7 | 重烃充装东侧 | 1 | 07 |
| 8 | LNG储罐北侧路 | 1 | 08 |
| 9 | LNG储罐西侧路 | 1 | 09 |
| 10 | LNG储罐东侧路 | 1 | 10 |
| 11 | LNG储罐南侧路 | 1 | 11 |
| 12 | 灌装平台西侧 | 1 | 12 |
| 13 | 灌装平台西侧 | 1 | 13 |
| 14 | E301北侧 | 1 | 14 |
| 15 | H101东侧 | 1 | 15 |

7 有毒气可燃气体检测报警仪一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 强制检定计量器具名称 | 编号 | 规格型号 | 监测气体和测量范围 | 安装使用地点 |
|
| 可燃气体检测器 | 1458 | XP3000 | 氢气 0～100%LEL | 101分析室色谱间 |
| 可燃气体检测器 | 1318 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 101食堂厨房顶部 |
| 可燃气体检测器 | 224 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 101生活水锅炉房 |
| 可燃气体检测器 | 1372 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 150中控室外墙南侧 |
| 有毒气体检测器 | 1382 | XP3000 | 硫化氢 0～100ppm | 150中控室外墙北侧 |
| 可燃气体检测器 | 1360 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 150中控仪表工程师间 |
| 可燃气体检测器 | 12137501502 | XP3000 | 柴油 3～100%LEL | 301应急发电机柴油间 |
| 可燃气体检测器 | 0122144031424 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | H201再生气加热炉 |
| 可燃气体检测器 | 1023 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V105胺液收集罐 |
| 有毒气体检测器 | 45619 | XP3000 | 硫化氢 0～100ppm | V112A南侧 |
| 有毒气体检测器 | 45620 | XP3000 | 硫化氢 0～100ppm | V112B南侧 |
| 可燃气体检测器 | 10190 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | P304LNG产品泵旁 |
| 可燃气体检测器 | 3619 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 300区积液池 |
| 可燃气体检测器 | 10200 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | T302脱重烃塔底部 |
| 可燃气体检测器 | 1309 | XP3000 | 乙烯 0～100%LEL | E301顶 |
| 氧含量探测仪 | 10129539 | / | 氧气 0～25VOL% | 分析小屋 |
| 可燃气体检测器 | 10121763 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 分析小屋 |
| 可燃气体检测器 | 122147000521 | XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | V302一级间段分离罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 122147000600 | XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | V303二级间段分离罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 1319 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V306东侧 |
| 可燃气体检测器 | 1323 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | C301油加热器东侧 |
| 可燃气体检测器 | 1381 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | C502南侧 |
| 可燃气体检测器 | 1363 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | C101平台北侧 |
| 可燃气体检测器 | 1359 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 压缩机厂房C301上方 |
| 可燃气体检测器 | 1377 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 压缩机厂房C501上方 |
| 可燃气体检测器 | 1344 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 压缩机厂房C101上方 |
| 可燃气体检测器 | 2523 | XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | V702火炬分离罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 122147000653 | XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | P402异戊烷卸液泵底部 |
| 可燃气体检测器 | 12109081390 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V107废液罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 120480026 | XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | V404异戊烷储罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 120480036 | XP3000 | 丙烷 0～100%LEL | V403丙烷储罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 122147000515 | XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | V401冷剂储罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 12109081381 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V504A重烃储罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 12109081385 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V504B重烃储罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 1342 | XP3000 | 乙烯 0～100%LEL | V402乙烯储罐底部 |
| 可燃气体检测器 | 12109081374 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V504A/B重烃充裝臂 |
| 可燃气体检测器 | 1069 | ES2000T | 甲烷 0～100%LEL | 加注机泵池顶 |
| 可燃气体检测器 | 1070 | ES2000T | 甲烷 0～100%LEL | 加注机泵池顶 |
| 可燃气体检测器 | 1369 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186-A/B装车臂上 |
| 可燃气体检测器 | 941 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186-A/B装车臂下 |
| 可燃气体检测器 | 1376 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186-C/D装车臂上 |
| 可燃气体检测器 | 1368 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186-C/D装车臂下 |
| 可燃气体检测器 | 1364 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186-E/F装车臂上 |
| 可燃气体检测器 | 1380 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186-E/F装车臂下 |
| 可燃气体检测器 | 1378 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 186装车站积液池 |
| 可燃气体检测器 | 1365 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐积液池 |
| 可燃气体检测器 | 1441 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐顶部5号P601A |
| 可燃气体检测器 | 1362 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐顶部6号P601B |
| 可燃气体检测器 | 1375 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐顶部2号液化天然气进口管线 |
| 可燃气体检测器 | 1576 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐顶部3号装车站蒸发气回流管线 |
| 可燃气体检测器 | 1366 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐顶部1号XV60400北侧 |
| 可燃气体检测器 | 1367 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 982大罐顶部4号XV60300西侧 |
| 可燃气体检测器 | 677 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 进界区天然气管线 |
| 可燃气体检测器 | 10164 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 计量撬A进口 |
| 可燃气体检测器 | 10209 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 计量撬B出口 |
| 可燃气体检测器 | 4431263 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 200区（E201背后） |
| 可燃气体检测器 | 44031262 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 100区（E106旁） |
| 可燃气体检测器 | 44031434 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 500区（E501上方） |
| 可燃气体检测器 | 44031262 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 分析小屋 |
| 可燃气体检测器 | 400112863 | XP3000 | 乙烯 0～100%LEL | 乙烯罐卸车臂 |
| 可燃气体检测器 | 0122247197431 | GTYQ-XP3000 | 异戊烷 0～100%LEL | 异戊烷卸车臂 |
| 可燃气体检测器 | 0122247197509 | GTYQ-XP3000 | 丙烷 0～100%LEL | 丙烷卸车臂 |
| 可燃气体检测器 | 0122144031366 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 中控门口 |
| 可燃气体检测器 | 0122144031479 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | H-101 |
| 可燃气体检测器 | 012137501764 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | v110旁 |
| 可燃气体检测器 | 0122144031309 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | v202顶部 |
| 可燃气体检测器 | 012137501752 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | E308旁 |
| 可燃气体检测器 | 012137501753 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | E302 |
| 可燃气体检测器 | 0122144031400 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | E303 |
| 可燃气体检测器 | 0122144031257 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | E304旁 |
| 可燃气体检测器 | 0122310114455 | XP3000 | 氢气 0～100%LEL | UPS室 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123772 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V-102调节阀处 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123905 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V-110 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123745 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | E-106南侧 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123752 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | T-101三层平台 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123904 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V-109平台 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123915 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V-202A |
| 可燃气体检测器 | 0122336123763 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V-202B |
| 可燃气体检测器 | 0122336123731 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | F-201A/B |
| 可燃气体检测器 | 0122336123797 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | V-305 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123796 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 界区 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123764 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 400区平台HV-41212旁 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123854 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 400区平台HV-41108旁 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123730 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 400平台区HV-41214旁 |
| 可燃气体检测器 | 0122310113683 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 400区平台PY-51601旁 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123888 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | E-501 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123774 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | F-506 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123739 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 火炬分液罐上方 |
| 可燃气体检测器 | 0122336123907 | XP3000 | 甲烷 0～100%LEL | 加注机泵池顶 |
| 可燃气体检测器 | 0122335020061 | XP3000 | 柴油 3～100%LEL | 消防泵房柴油间 |
| 可燃气体检测器 | 122144031382 | XP3000 | 柴油 3～100%LEL | 危废库房 |
| 家用可用气体探测器 | / | JT-AT2004A | 甲烷 0～20%LEL | 检修固定动火区 |

**第十二章 危险化学品特性及防范措施**

### 一、危险化学品信息

| 序号 | 物料名称 | 危害信息 | 理化特性 | | | | 危险化学品分类 | 职业健康注意事项 | 用途 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 相对  密度 | 沸点（°C） | 闪点（°C） | 爆炸极限（v%） |
| 11 | 天然气 | 易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险 | 0.42 | -161.5 | -188 | 5.0～15 | 第2.1类易燃气体； | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 原料、制冷剂 |
| 2 | 丙烷 | 极易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸 | 0.58 | -42.1 | -42.1 | 2.1～9.5 | 第2.1类易燃气体，本品有单纯性窒息及麻醉作用 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 原料 |
| 3 | 异戊烷 | 极易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸 | 0.62 | 36.1 | -40 | 1.7～9.8 | 第3.1类易燃液体，无色透明的易挥发液体，有令人愉快的芳香气味 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 制冷剂 |
| 4 | 乙烯 | 易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物 | 0.61 | -103.9 | -136 | 2.7～36 | 第2.1类易燃气体 | 加强通风，禁绝烟火，防止逸出，防止窒息和爆炸事故 | 制冷剂 |
| 5 | 液氮 | 若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险 | 0.81 | -195.6 | / | / | 第2.2类不燃气体；无色无臭气体。微溶于水、乙醇 | 加强通风，防止聚集 | 制冷剂 |
| 6 | 硫化氢 | 无色、有臭鸡蛋气味的有毒气体，中毒窒息，易燃易爆。 | 1.189 | -60.2 |  | 4.3～46 | 第2.1类易燃气体 | 加强通风，防止聚集，防止中毒，加强监测。 |  |

### 二、应急处置原则

1 【急救措施】吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在38～42℃的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感，就医。

2 【灭火方法】切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

3 【泄漏应急处置】消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为800m。

### 三、操作时的人身安全保障

1【一般要求】操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩戴供气式呼吸器。进入罐或其他高浓度区作业，须有人监护。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。

避免与氧化剂接触。

生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

2【特殊要求】【操作安全】

2.1天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。

2.2生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区30m以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。

2.3含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢检测.

2.4充装时，严防超装。

**第十二章 异常工况及紧急处置**

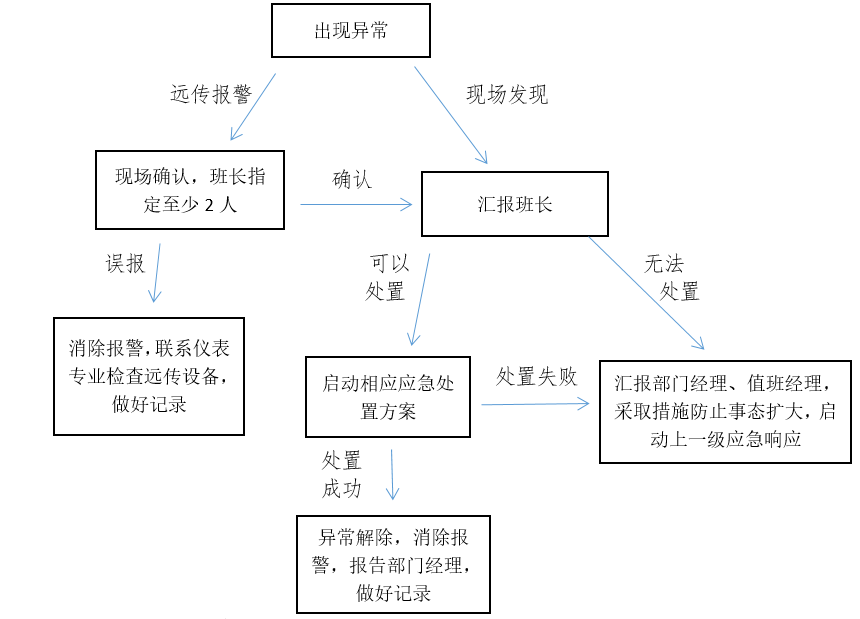
**一、目的**

目的：当出现生产工艺指标偏离正常运行限值，发生停水、断电、断气等异常状况时，操作人员能够采取有效措施，避免危害继续扩大，最终使异常工况达到安全受控的状态。

**二、组织与职责**

**三、处置程序**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 现场处置小组成员和职责 | | |
| 当班班长 | 当班内操 | 当班外操 |
| 负责组织并指挥人员在事故或工艺异常发生时的初期处置，及时消除异常状态，避免事故扩大，本级无法处置时，立即向上一级部门经理报告 | 及时发现事故或工艺偏差并报告班长，执行《现场处置方案》内操操作内容，执行组长的指令，及时向组长汇报处置过程中的突发情况，记录处置过程 | 及时发现事故或工艺偏差并报告班长，执行《现场处置方案》外操操作内容，执行组长指令，及时向组长汇报处置过程中的突发情况 |



注：由班长或班长指定人员向上级汇报，需准确报告异常事件的时间、地点、异常情况、已经采取的措施和结果以及其他需要说明的情况

**四、异常情况处置（未涉及的异常情况参照现场处置方案处置）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（1）UPS故障** | | |
| 异常分析 | 预警 | 故障报警灯亮 |
| 原因 | 元器件损坏、失电 |
| 危害 | 控制室无电源，引起DCS故障 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 尽快排查故障并恢复正常。 |
| 处置措施 | 1. 查看报警信息，检查UPS工作情况，检查各元器件、电路板工作状态 2. 检查正常运行的UPS主机无异常报警，保证该机运行无过载运行 3. 及时通知仪电维护人员检查处理 |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中要严防系统锁死引发装置系统停车或安全事故 2. 故障排除后，立即检查所有参数、设备运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 3. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（2）DCS故障** | | |
| 异常分析 | 预警 | 报警信号 |
| 原因 | 通信、硬件、软件等故障 |
| 危害 | 1. DCS参数丢失，调节阀误动或拒动 2. 影响装置正常生产 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 及时处理并恢复 |
| 处置措施 | 1. 立即通知仪表人员处理（班长） 2. 安排人员现场查看各设备运行情况，观察各个工段的就地压力表、温度计等参数，通过现场手阀控制（外操） 3. 中控暂停操作，与现场人员及时对接各项生产数据，确保在可控运行状态内（中控） 4. 及时报告部门经理，做好生产调整和紧急停车准备（班长） 5. 严密监控LNG储罐压力，通过手动放空防止LNG储罐超压 6. 故障处理完成恢复正常后，向部门经理汇报（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中要严防系统锁死引发装置系统停车或安全事故 2. 故障排除后，立即检查所有参数、设备运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 3. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（3）停循环水** | | |
| 异常分析 | 预警 | 1. 循环水泵停机信号 2. 循环水上水压力PI-40405低报 |
| 原因 | 1. 断电或触发联锁停机 2. 机组设备或仪表信号故障 |
| 危害 | 1. 全厂停车 2. 动设备超温 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 1. 尽快启动备用泵，稳定循环水压力 2. 调整现场循环水用量，优先保证大型机组运转正常 |
| 处置措施 | 一台泵停机时：   1. 立即对备泵做启机准备并立即启机（外操） 2. 现场查看故障泵电机温度、轴承、油位、进口压力等有无异常（外操） 3. 通知设备各专业检查停泵原因，电气给备用泵送电（班长） 4. 重点关注C-101、C-301、BOG压缩机机组温度和油温上升情况，E-302、E-303、E-106等换热器温升情况，适当降低负荷10万-20万方（内操） 5. 停冷冻机组，关闭冷冻机组换热器，用脱盐水持续补入冷冻水边补边排（外操） 6. 关闭E-202循环水，若H-201运行中需要先停运H-201（外操） 7. 关小E-106、E-103、E-102循环水量，控制温度接近高限运行，关闭备用的空压机、P-102、P-301、P-302的循环水阀门（外操） 8. 备用泵启机运行正常后，恢复正常生产状态，及时向部门经理汇报（班长）   两台泵停机时：  全厂紧急停车 |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴适合的防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 故障排除后，立即启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 3. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（4）停仪表风** | | |
| 异常分析 | 预警 | 压力PI-21505低压报警 |
| 原因 | 1. 空压机故障导致供气不足 2. 仪表风自力式调压阀故障 3. 干燥机故障 |
| 危害 | 现场气动阀门将无法动作导致全厂停车 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 稳定仪表风管网压力，避免发生停产停车事件 |
| 处置措施 | 1、检查流量FI-21502变化情况和现场仪表风管网否出现泄漏（内操、外操）  2、检查空压机运行是否正常，干燥机进口压力是否足够（外操）  3、检查干燥机运行情况，有故障及时切换备用机，联系设备人员检查。  4、检查仪表风储罐压力和自力式调压阀动作情况（外操）  5、关注仪表风压力≮0.6MPa，提高液氮管网压力，及时打开液氮管网补充仪表风阀门（内操、外操）  6、若空压机异常导致压力不够，则启动备用空压机稳定干燥机进口压力，通知设备人员检查故障空压机（班长）  7、发现泄漏时关闭泄漏点前后阀门，通知检修人员堵漏，若泄露点无法隔离，需立即报告部门经理，增大液氮供应维持仪表风压力（班长）  8、处置完成报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 故障排除后，启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理   3、出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告  4、险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（5）H-101停炉** | | |
| 异常分析 | 预警 | 1. H-101运行信号停止   2、烟道温度TI-12209快速下降 |
| 原因 | 1. H-101设备故障停机   2、H-101断电或触发联锁 |
| 危害 | 1. 胺液无法再生，二氧化碳含量超标，堵塞冷箱   2、处置不当引起锅炉损坏、爆炸 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 1. 系统退量，避免冷箱堵塞   2、查明停炉原因，恢复生产 |
| 处置措施 | 1. 现场查看蒸汽压力、水位、风机、燃气管道阀门及过滤器、减压阀等设备是否异常（外操） 2. 关闭酸气进H-101阀门，投用脱硫塔（外操） 3. 投液氮提高氮气管网压力补充T-102（外操、内操） 4. 查看系统燃气管网压力是否异常，根据当前生产情况降低负荷5万-20万（内操） 5. 因目标压力达到停炉压力而停炉，将停炉压力设高或者打开蒸汽管道安全阀泄压（外操） 6. 检查锅炉水位，因低水位停炉时，补充脱盐水，严重缺水时禁止补水。高水位则通过排污阀降低水位（外操） 7. 检查燃料气过滤器、减压阀等有无堵塞（外操、设备人员） 8. 烟气温度高导致停炉，需降低H-101目标压力，调整燃气和风量配比（外操、设备人员） 9. 通知仪表专业检查控制系统是否正常（班长）   10、故障排除H-101启动正常后，待胺液再生正常，恢复生产，报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 在锅炉严重缺水时补水可能引起爆炸，只能等锅炉自然回温，需立即报告部门经理，冷箱完全退量，避免二氧化碳堵塞冷箱 3. 故障排除后，启机检查运行状态，若未查出或无法排除故障，需立即报告部门经理 4. H-101停炉后，根据系统二氧化碳含量，高负荷最多运行2小时须立即降量 5. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 6. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（6）停氮气** | | |
| 异常分析 | 预警 | 氮气管网压力PI-21511下降 |
| 原因 | 1、空压机故障导致供气不足  2、氮气纯度不合格，自动放空 |
| 危害 | 1. 压缩机隔离气压力不够引起机组停机 2. P-301、P-302密封失效发生泄漏 3. 装车站无法使用氮气吹扫而停止装车   4、不合格的氮气引起冷箱、大罐夹层冻堵 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 稳定氮气管网压力，调整指标合格，避免发生停产停车事件 |
| 处置措施 | 1. 立即投用液氮给氮气管网增压＞0.55MPa（外操） 2. 检查现场是否有泄漏和大量用气，若泄漏点能够隔离或者控制，则联系设备处理漏点。若不能隔离或泄漏较大，需立即报告部门经理（外操） 3. 检查制氮机进口压力，压力＜0.75MPa检查空压机及相关管线（外操） 4. 检查加热器，制氮机吸附再生工作情况，若制氮机故障则停机检修（外操） 5. 调整制氮机出口流量（外操）   6、处置完成报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 故障排除后，立即启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 3. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 5. 室内发生氮气泄漏时人员处置中要做好防窒息措施 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（7）停脱盐水** | | |
| 异常分析 | 预警 | 脱盐水系统无法运行 |
| 原因 | 1. 脱盐水指标不合格 2. 系统设备或仪表故障 |
| 危害 | 胺液、冷冻水、锅炉等无法补水 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 恢复脱盐水正常产水 |
| 处置措施 | 1. 检查脱盐水系统流程，确认是否正常（外操） 2. 将脱盐水罐、RO水箱液位降低，PLC控制柜设定自动，查看是否产水（外操） 3. 检查原水泵、一二级反渗透泵、中间水泵等设备运行情况 4. 若有设备无法运行通知检修和仪表人员检查 5. 脱盐水指标不合格时，检查原水指标，反洗多介质过滤器、清洗一二级RO膜，检查吸盐箱、EDI运行情况（外操） 6. 处置完成报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 故障排除后，立即启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 3. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（8）停冷冻水** | | |
| 异常分析 | 预警 | 冷冻水管网压力PI-21508下降 |
| 原因 | 冷冻水系统设备故障 |
| 危害 | E-105天然气无法换热，引起系统偏差 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 恢复冷冻水系统，维持装置稳定生产 |
| 处置措施 | 1. 检查2组冷冻水机组是否运行，有无报警（外操） 2. 检查2台冷冻水泵运行情况，有故障切换备用泵（外操） 3. 检查冷冻水管网有无泄漏、压力是否稳定，压力不足补充脱盐水，查看稳压皮囊有无破裂（外操） 4. 通知设备专业人员检查故障原因（班长） 5. 关注E-105出口天然气温度，进冷箱温度不能超过55℃（内操） 6. 处置完成报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 故障排除后，立即启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 3. 出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（9）公用工程全部停机** | | |
| 异常分析 | 预警 | 空压机、制氮机、循环水等设备停机信号 |
| 原因 | 断电 |
| 危害 | 1. 装置停车 2. 设备损坏 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 紧急停车，防止设备损坏 |
| 处置措施 | 1. 通知门站设备故障暂停用气，关闭进口天然气阀门PV-11104（内操） 2. 通知设备专业查找原因，对跳车设备断电，并报告部门经理（班长） 3. 紧急停止C-101、C-301、BOG机组、P-301、P-302，防止设备超温损坏（外操） 4. 投用液氮补充氮气和仪表风系统（外操） 5. 检查压缩机停运后各个调节阀门是否联锁关闭，关注系统各工段和大罐压力，及时点火炬放空泄压（内操） 6. 关闭产品线进大罐手阀，打开产品线死管段放空手阀（外操） 7. 关闭跳车设备的进出口阀门，将运行状态调整为停止（外操） |
| 注意事项 | 1、人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡  2、故障排除后，立即启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理  3、出现其他异常情况或个人无法处置时，应立即向班长报告  4、险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（10）二氧化碳上涨** | | |
| 异常分析 | 预警 | 在线分析AI-21706含量突发上涨3PPM或持续上涨超过平时检测量 |
| 原因 | 1. 原料气二氧化碳含量突然增加 2. 胺系统吸收效果下降 |
| 危害 | 冷箱堵塞、引起停产 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 降低或控制二氧化碳含量不再上涨，避免冷箱堵塞 |
| 处置措施 | 1. 通知分析取样原料气和F-202后天然气二氧化碳组分（内操）。 2. 增大胺液循环量，降低T-102压力，提高H-101目标压力提高再生温度（内操）。 3. 通知仪表查看二氧化碳在线监测系统是否误报。 4. 胺系统正常并且在调整后二氧化碳含量仍然上涨，需果断降量，并报告部门经理（班长）。 5. 冷箱退气相、液相冷剂，气相冷剂导入V-401，逐渐关闭FV-31204退出负荷，C-301、C-101开防喘阀至全回流运行，关闭XV-31205前手阀，通知门站停止用气（内操、外操）。   6、打开F-202后回V-101进口的手阀，天然气循环运行至二氧化碳指标合格后，逐渐恢复生产并报告部门经理（班长）。 |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 若未查出或无法排除故障，需立即报告部门经理 3. 在降负荷过程中，注意C-301、C-101防止喘振或者超电流 4. F-202后回V-101进口是6″的管道，过大的动作阀门会显著增加C-101出口流量 5. 个人无把握处置时，应立即呼叫寻求帮助 6. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（11）水含量超标** | | |
| 异常分析 | 预警 | 在线分析AI-21711报警 |
| 原因 | 1. 原料汽水含量增大 2. 分子筛失效或再生不彻底 3. 分子筛吸附时间过长 |
| 危害 | 冷箱A/B通道冻堵 |
| 异常情况处置 | 处置目标 | 控制水含量不再上涨，防止冷箱冻堵 |
| 处置措施 | 1. 检查分子筛吸附时间和程序自动运行情况，检查该塔再生温度是否足够，条件允许则手动切塔（内操） 2. 通知分析人员在原料气进界区和F-202后分别取样测量水含量（班长） 3. 检查冷箱A/B通道压差上涨情况（内操） 4. 检查胺系统运行、V201液位情况（内操） 5. 报告部门经理，适当降量或者天然气在100、200区打循环运行，直至查明原因水含量恢复正常（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 若未查出或无法排除故障，需立即报告部门经理 3. 在降负荷过程中，注意C-301、C-101防止喘振或者超电流 4. F-202后回V-101进口是6″的管道，过大的动作阀门会显著增加C-101出口流量 5. 个人无把握处置时，应立即呼叫寻求帮助 6. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（12）C-301停机** | | |
| 事故分析 | 事故预警 | 1. C-301运行信号停止 2. 冷箱回温，V-301压力上涨 |
| 事故原因 | 1. C-301断电或触发联锁 2. 机组设备故障停机 |
| 事故危害 | 装置停车、设备损坏、大罐放空 |
| 事故处置 | 处置目标 | 1. 冷剂回收，100区、200区调整稳定 2. 查明停机原因，尽快启机 |
| 处置措施 | 1. C-101全开防喘阀防止喘振、超压，调整胺循环量到20—25吨左右，再生气流量（外操） 2. P-301、P-302远程停泵或者全开回流阀防止超压（内操） 3. 关闭PV-11104，通知门站设备故障暂停用气并报告部门经理，（班长） 4. 检查FV-31128A/B、FV-31204、UV-31202、UV-31604、UV-31804、UV-32112、HV32312和所有冷剂补充阀门是否关闭（内操） 5. 解除PV-41102联锁，将V-303气相导入V-401（内操） 6. 立即停止BOG机组，关闭PV-51116，关闭V-305回收线，打开大罐放空阀，火炬点火（内操、外操） 7. 手动全开LV-31229快速将V-305液位降到最低，关闭大罐进液手阀（内操、外操） 8. 现场检查机组PLC控制柜有无报警、油系统、冷却水系统、密封系统是否有泄漏、各种调压阀是否正常（外操） 9. 打开产品线安全阀附线防止超压（外操） 10. 通知设备专业人员现场检查停机原因（内操） 11. 做好C-301启机准备工作（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 开启的大罐进液阀会加速大罐压力上涨，V-305液位并非一定要降到最低，应根据情况判断 3. 若未查出或无法排除故障，需立即报告部门经理 4. 个人无把握处置时，应立即呼叫寻求帮助 5. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（13）P-101/ P-110停机** | | |
| 事故分析 | 事故预警 | 1. P-101出口流量、压力低报 2. P-101运行信号停止 |
| 事故原因 | 1. 机泵设备故障停机 2. P-101断电或触发联锁停机 |
| 事故危害 | 胺循环停止，导致二氧化碳含量超标，堵塞冷箱 |
| 事故处置 | 处置目标 | 启备用泵建立胺液循环，控制200区二氧化碳含量在50PPM以下 |
| 处置措施 | 1. 最快速度对备用泵做启机准备并立即启机，如果因为P-102停机联锁导致P-101停机，需要先启动P-102（外操） 2. 现场查看故障泵电机温度、轴承、油位、进口压力等有无异常（外操） 3. 通知设备各专业检查停泵原因，电气给备用泵送电（内操） 4. 手动全关LV-11206保持T-101液位，如果液位无法保持则关闭LV-11206前后手阀（内操、外操） 5. 监控200区二氧化碳含量、关小FV-31204适当减负荷5万-20万/天（内操） 6. 备用泵启机正常后，恢复正常生产，报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. P-101进口温度在40多度，注意烫伤 3. 若备用泵无法启动，立即报告部门经理，通知门站暂停用气，冷箱完全退量，避免二氧化碳堵塞冷箱 4. 故障排除后，立即启动故障机检查运行状态，若暂时无法排除故障，立即挂故障牌，报告部门经理 5. 个人无把握处置时，应立即呼叫寻求帮助 6. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（14）P-302停机** | | |
| 事故分析 | 事故预警 | 1. P-302运行信号停止 2. P-302出口流量压力下降 |
| 事故原因 | 1. P-302断电或触发联锁 2. 机组设备故障停机 |
| 事故危害 | 1. 液相冷剂中断，冷箱温度失控 2. C-301进口流量不够发生喘振 |
| 事故处置 | 处置目标 | 1. 尽快启动备用泵，避免C-301喘振 |
| 处置措施 | 1. P-302备用泵盘车，打开泵体排气阀门灌泵，投用冷却水（外操） 2. 现场查看故障泵电机温度、密封气、轴承、油位、进口压力等有无异常（外操） 3. 通知设备人员检查停泵原因，电气给P-302备用泵送电（内操） 4. 系统降负荷，开C-301防喘阀到50%，避免备泵启动不及时C-301喘振（外操） 5. 达到启机条件立即启动备用泵（外操） 6. 若备用泵无法启动，需立即报告部门经理，冷箱完全退量做紧急停车准备（班长） 7. 备用泵启机正常后，恢复正常生产，报告部门经理（班长） |
| 注意事项 | 1. 人员处置过程中佩戴防护用具，采取可靠的防护措施，避免人员伤亡 2. 若未查出或无法排除故障，需立即报告部门经理 3. 个人无把握处置时，应立即呼叫寻求帮助 4. 险情排除后，组织相关人员对现场进行排查，防止遗漏隐患 | |

**第十三章 LNG工厂事故案例**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 事故 | 事故描述 | 原因 |
| 2021年11月2日，国家管网集团北海液化天然气有限责任公司发生着火事故，造成7人死亡，2人重伤。 | LNG储罐平台起火 | 维修作业过程中，人员意外打开LNG阀门，导致LNG泄漏着火。 |
| 2011年2月8日晚19时，徐州一LNG储罐底部LNG泄漏被引燃 | LNG储罐底部发生LNG泄漏被外来火种引燃， | 未及时发现LNG泄漏，为未有效控制周围火源 |
| 2017年11月24日晚8时50分许，陕西液化天然气LNG 加注站LNG事故 | 发生管道轻微液体泄漏，并起火引燃管道外保温材料。 | 液化天然气 LNG 加注站管道泄漏，闪爆起火，引燃管道外保温材料。 |
| 2009-2-6上海洋山港LNG项目工地2.6爆炸事故致1死15伤 | 天然气管道爆燃 | 法兰断裂，天然气泄漏（法兰材质问题）  人员操作失误，向管道中通入NG（原来要通入空气） |
| 2009-6-17江苏LNG重大事故 | 储备罐第九层钢筋笼失衡倾覆 | 塔吊工人施工时操作不慎 |
| 1944年ClevelandLNG发生爆炸和火灾 | 储罐泄漏，NG飘散到邻近区域，发生爆炸和火灾 | 罐体材料采用了低镍钢板材（3.5%镍），投产后不久罐体材料就在低温下发生破坏，LNG液体泄漏，由于当时储罐没有设置围堰，LNG液体和蒸发气体流入排水管道或被风吹散到周围街道 |
| 1971年8月21日，位于意大利LaSpezia的SNAMLNG接收站发生一起LNG翻滚事故 | 2000吨LNG通过安全阀排放，罐顶有轻度破坏，没有发生火灾。 | 翻滚使储罐压力迅速升高，导致安全泄放阀持续开启 |
| 1972年1月，加拿大东蒙特利尔魁北克的一座LNG调峰站 | 压缩机入口的天然气管道超压泄漏发生爆炸 | 操作人员工作失误  操作人员抽烟 |
| 1973年，TexasEasternTransmissionCoMPany的LNG调峰站发生一起人员伤亡事故 | 绝热材料发生了燃烧，罐内压力迅速升高，6英寸厚的混凝土罐顶飞起，在下落后40名维修人员被压死 | 绝热材料发生破损，在修复过程中绝热材料发生了燃烧 |
| 1977年，阿尔及利亚Arzew | 1名操作人员接触低温液体后冻死 | 铝制阀门发生泄漏 |
| 1978年3月，阿拉伯联合酋长国达斯岛，LNG储罐 | 造成LNG溢出，但没有发生火灾 | 罐底接管发生泄漏 |
| 1979年，CovePointLNG接收站 | 爆炸，造成一名员工死亡一人受伤及3百万美元经济损失 | LNG进入LNG输送泵的动力电缆中，汽化经过200英尺长地下电缆，进入变电站。由于楼内没有安装气体探测器。天然气与断路器接触，导致爆炸。 |
| 1983年4月，印尼邦坦 | 换热器超压发生爆炸。 | 控制阀失效突然关闭 |
| 1993年10月，英国燃气公司 | 150吨天然气被排空 | 翻滚 |

**第十三章 附件**

**附件一 安全联锁一览表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SIS联锁一览表** | | | | | | |
| 序号45 | 仪表位号 | 监测点描述 | 联锁条件 | | 执行动作 | 联锁级别 |
| 高高限 | 低低限 |
| 1 | PAHH-11105 | 原料气去进气过滤/分离器压力高高 | 6.0MPa |  | XV-11102关闭、H-201停、C-301停、C-101停 | A |
| 2 | LALL-11107 | V-101进气过滤、分离器下液位低低 |  | 10% | LV-11108关闭 | A |
| 3 | LALL-11117 | V-101进气过滤、分离器上液位低低 |  | 10% | LV-11116关闭 | A |
| 4 | LAHH-11117 | V-101进气过滤、分离器上液位高高 | 80% |  | XV-11102关闭、H-201停、C-301停、C-101停 | A |
| 5 | LALL-11205 | T-101胺吸收塔液位低低 |  | 15% | XV-11207关闭 | A |
| 6 | TAHH-12209 | H-101排烟温度高高 | 170℃ |  | H-101停 | A |
| 7 | LALL-12503 | V-110胺液脱出除罐液位低低 |  | 10% | LV-12502关闭 | A |
| 8 | LAHH-12503 | V-110胺液脱出除罐液位高高 | 45% |  | XV-11102关闭、H-201停、C-301停、C-101停 | A |
| 9 | LALL-12707 | V-109高压天然气过滤器下液位低低 |  | 10% | LV-12711关闭 | A |
| 10 | LALL-12717 | V-109高压天然气过滤器上液位低低 |  | 10% | LV-12716关闭 | A |
| 11 | LAHH-12717 | V-109高压天然气过滤器上液位高高 | 80% |  | XV-11102关闭、C-101停 | A |
| 12 | LALL-21107 | V-201分子筛过滤、分离器下液位低低 | 10% |  | LV-21108关闭 | A |
| 13 | LALL-21111 | V-201分子筛过滤、分离器上液位低低 | 10% |  | LV-21103关闭 | A |
| 14 | LAHH-21107 | V-201分子筛过滤、分离器下液位高高 | 80% |  | XV-11102关闭、XV-21110关闭、H-201停、C-301停 | A |
| 15 | TAHH-21404 | 再生气去V-203温度高高 | 66℃ |  | LV-21409关闭、LV-51410关闭、H-201停 | A |
| 16 | LALL-21410 | V-203再生气分离器液位低低 |  | 10% | LV-21409关闭 | A |
| 17 | TAHH-21505 | H-201炉膛温度高高 | 800℃ |  | XV-21560关闭、XV-21561关闭、H-201停 | A |
| 18 | TAHH-21557 | 解冻气去E-301温度高高 | 66℃ |  | XV-21533关闭 | A |
| 19 | TAHH-32505 | 进冷箱前温度高高 | 66℃ |  | XV-32501关闭、C-301停 | A |
| 20 | TALL-32511TALL-32512（二选二） | 富氮去火炬温度低低 |  | -20℃ | XV-32502关闭 | A |
| 21 | LALL-31235 | T-301脱氮塔液位低低 |  | 10% | P-303A/B停 | A |
| 22 | LAHH-31235 | T-301脱氮塔液位高高 | 90% |  | FV-31204关闭 | A |
| 23 | LALL-31203 | T-302重烃精馏塔液位低低 |  | 15% | XV-31208关闭 | A |
| 24 | LALL-31228 | V-305蒸发器闪蒸罐液位低低 |  | 10% | XV-31226关闭 | A |
| 25 | LAHH-31408 | V-301冷剂吸入罐液位高高 | 20% |  | C-301停 | A |
| 26 | LAHH-31708 | V-302段间分离器液位高高 | 60% |  | C-301停 | A |
| 27 | LALL-31708 | V-302段间分离器液位低低 |  | 10% | P-301A/B停 | A |
| 28 | LALL-31921 | V-303冷剂出口分离器液位低低 |  | 20% | P-302A/B停 | A |
| 29 | TAHH-31923 | V-303冷剂出口分离器气相冷剂去冷箱温度高高 | 66℃ |  | XV-31922关闭、C-301停 | A |
| 30 | TALL-32304  TALL-32305 | 重烃从E-304低压重烃换热器去V-504重烃储罐温度低低（二选二） |  | -20℃ | XV-31208关闭 | A |
| 31 | TALL-32405 | 冷剂从E-306开工换热器去V-301冷剂吸入罐温度低低 |  | -20℃ | TV-32404关闭 | A |
| 32 | TALL-41116 | 冷剂补充去V-301冷剂吸入罐温度低低 |  | -25℃ | XV-41123关闭、XV-41241关闭 | A |
| 33 | LISHH-41120 | V402液位高高 | 90% |  | XV-41101关闭 | A |
| 34 | LISLL-41206 | V403液位低低 |  | 10% | XV-41202关闭 | A |
| 35 | LISHH-41206 | V403液位高高 | 90% |  | XV-41201关闭 | A |
| 36 | LISLL-41209 | V404液位低低 |  | 10% | XV-41205关闭 | A |
| 37 | LISHH-41209 | V404液位高高 | 90% |  | XV-41204关闭 | A |
| 38 | TAHH-51132 | BOG从E-501蒸发气换热器去E-301温度高高 | 66℃ |  | XV-51133关闭 | A |
| 39 | LALL-51409 | V-503再生气分离罐液位低低 |  | 10% | LV-51410关闭 | A |
| 40 | LAHH-51605 | V-504A重烃储罐液位高高 | 80% |  | XV-31208关闭 | A |
| 41 | LALL-51605 | V-504A重烃储罐液位低低 |  | 10% | P-503停 | A |
| 42 | LAHH-51615 | V-504B重烃储罐液位高高 | 80% |  | XV-31208关闭 | A |
| 43 | LALL-51615 | V-504B重烃储罐液位低低 |  | 10% | P-503停 | A |
| 44 | LSLL-60204  LSLL-60205 | TK-601液位低低 |  | 456mm | P-601停 | A |
| 456mm |
| 45 | LSHH-60202LSHH-60204LSHH-60205（三选二） | TK-601液位高高 | 19000mm |  | XV-11102关闭、H-201停、C-101停、C-301停 | A |
| 19000mm |  | A |
| 19000mm |  | A |
| 46 | 全厂停车 | XV-11102关闭、LV-11108关闭、LV-11116关闭、XV-11207关闭、P-101A/B停、P-102A/B停、P-103A/B停、P-104停、P-105停、H-101停、LV-12502关闭、LV-21103关闭、LV-21108关闭、XV-21110关闭、LV-21409关闭、XV-21533关闭、XV-21560关闭、XV-21561关闭、H-201停、P-201A/B停、XV-32501关闭、XV-32502关闭、XV-31208关闭、FV-31204关闭、XV-31226关闭、XV-31306关闭、P-303A/B停、P-304A/B停、C-301停、P-301A/B停、P-302A/B停、XV-31922关闭、TV-32404关闭、XV-41123关闭、XV-41241关闭、P-401停、P-402停、HV-41114关闭、HV-41124关闭、HV-41212关闭、HV-41213关闭、HV-41214关闭、HV-41231关闭、XV-51133关闭、C-501停、C-502停、LV-51410关闭、P-503停、C-101停 | | | | A |
| 47 | 300区停车 | XV-32501关闭、XV-32502关闭、XV-31208关闭FV-31204关闭、XV-31226关闭、XV-31306关闭、P-303A/B停、P-304A/B停、C-301停、  P-301A/B停、P-302A/B停  XV-31922关闭、TV-32404关闭、XV-41123关闭XV-41241关闭、P-401停、P-402停、HV-41114关闭、HV-41124关闭、HV-41212关闭、HV-41213关闭、HV-41214关闭、HV-41231关闭、XV-51133关闭 | | | | A |
| 48 | 400区停车 | XV-41123关闭、XV-41241关闭、P-401停、P-402停、HV-41114关闭、HV-41124关闭、HV-41212关闭、HV-41213关闭、HV-41214关闭、HV-41231关闭 | | | | A |
| 49 | 500区停车 | XV-31208关闭、XV-51133关闭  C-501停、C-502停、LV-51410关闭、P-503停 | | | | A |
| 50 | 装车站 | HS-71353按钮LSLL-60204DILSLL-60205DIXS-60319A按钮XS-60319B按钮XS-60319C按钮XS-60319D按钮XS-60319E按钮XS-60319F按钮 | | | P601A/B停 | A |
| 51 | 装车站 | HS-71353按钮XS-60319A按钮XS-60319B按钮XS-60319C按钮XS-60319D按钮XS-60319E按钮XS-60319F按钮 | | | XV-60805关 | A |

**附件二 工艺联锁一栏表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DCS联锁一览表** | | | | | | |  |
| 1 | | LALL-11116 | V-101上层液位低低 |  | 10% | LV-11116关 | B |
| 2 | | P-102A停（2取2）P-102B停（2取2） | P-102A/B胺增压泵运行信号 |  |  | P-101A/B停 | B |
| 3 | | LALL-11509 | V-104贫胺液缓冲罐液位低低 |  | 15% | P-102A/B停 | B |
| 4 | | LALL-11710 | V-103汽提塔回流罐液位低低 |  | 15% | P-103A/B停 | B |
| 5 | | PALL-11907 | P-101A胺循环泵入口压力低低 |  | 0.3MPa | P-101A停 | B |
| 6 | | PALL-11910 | P-101B胺循环泵入口压力低低 |  | 0.3MPa | P-101B停 | B |
| 7 | | LALL-12104 | V-105胺收集罐液位低低 |  | 15% | P-104停 | B |
| 8 | | LALL-12711 | V-109高压天然气过滤器下液位低低 |  | 15% | LV-12711关闭 | B |
| 9 | | LALL-12716 | V-109高压天然气过滤器上液位低低 |  | 15% | LV-12716关闭 | B |
| 10 | | LALL-21103 | V-203分子筛过滤、分离器上液位低低 |  | 15% | LV-21103关闭 | B |
| 11 | | LALL-21108 | V-201分子筛过滤、分离器下液位低低 |  | 15% | LV-21108关闭 | B |
| 12 | | LALL-21409 | V-203再生气分离器液位低低 |  | 15% | LV-21409关 | B |
| 13 | | LALL-31336 | P304A泵池液位低低 |  | 45% | P304A停 | B |
| 14 | | LALL-31337 | P304B泵池液位低低 |  | 45% | P304B停 | B |
| 15 | | PDAH-31404 | UV-31402/UV-31403前后压差高 | 10KPa |  | UV-31402关 | B |
| 16 | | XL-31518 | C-301运行信号 |  |  | HV-31128A/B关闭、FV-31204关闭、HV-31401关闭HV-31405关闭、UV-31402关闭、UV-31403关闭UV-31604关闭、UV-31804关闭、C-301停  UV-32112关闭、UV-32113关闭、FV-32312关闭TV-32404关闭、PV-41102关闭、HV-41114关闭HV-41124关闭、HV-41212关闭、HV-41213关闭HV-41214关闭、HV-41231关闭 | B |
| 17 | | PAH-31530 | C-301入口压力高 | 0.25MPa |  | HV-31401关闭、HV-31405关闭、HV-41124关闭、HV-41212关闭、HV-41213关闭、 | B |
| 18 | | LAHH-41111 | V-401冷剂储罐液位高高 | 80% |  | HV-41108关闭 | B |
| 19 | | LALL-51410 | V-503再生气分离罐液位低低 |  | 15% | LV-51410关 | B |
| 20 | | VAHI60314  VAHI60315 | P601A振动高高 | 0.4mm |  | P601A停 | B |
| 21 | | VAHI60414  VAHI60415 | P601B振动高高 | 0.4mm |  | P601B停 | B |
| 22 | | PILL-60207 | 大罐压力低低 |  | 60mbar | PV-60207开 | A |
| 23 | | PIL-60207 | 大罐压力低 |  | 80mbar | XV-60103关 | A |
| 24 | | PIH-60207 | 大罐压力高 | 80mbar |  | PV-60207关 | A |
| 25 | | PIHH-60207 | 大罐压力高高 | 100mbar |  | XV-60103开、PV-21710关 | A |
| **C-101机组联锁一览表** | | | | | | |  |
| 1 | TIAHH-12631 | | C-101压缩机止推轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 2 | TIAHH-12632 | | C-101压缩机止推轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 3 | TIAHH-12633 | | C-101压缩机止推轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 4 | TIAHH-12634 | | C-101压缩机止推轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 5 | TIAHH-12635 | | C-101压缩机支撑轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 6 | TIAHH-12636 | | C-101压缩机支撑轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 7 | TIAHH-12637 | | C-101压缩机支撑轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 8 | TIAHH-12638 | | C-101压缩机支撑轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 9 | TIAHH-12641 | | C-101变速机轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 10 | TIAHH-12642 | | C-101变速机轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 11 | TIAHH-12643 | | C-101变速机轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 12 | TIAHH-12644 | | C-101变速机轴承温度高高 | 115℃ |  | C-101停 | B |
| 13 | TIAHH-12651 | | C-101电机轴承温度高高 | 90℃ |  | C-101停 | B |
| 14 | TIAHH-12652 | | C-101电机轴承温度高高 | 90℃ |  | C-101停 | B |
| 15 | TIAHH-12653 | | C-101电机定子温度高高 | 145℃ |  | C-101停 | B |
| 16 | TIAHH-12655 | | C-101电机定子温度高高 | 145℃ |  | C-101停 | B |
| 17 | TIAHH-12657 | | C-101电机定子温度高高 | 145℃ |  | C-101停 | B |
| 18 | VIAHH-12631 | | C-101压缩机轴承振动高高 | 86um |  | C-101停 | B |
| 19 | VIAHH-12632 | | C-101压缩机轴承振动高高 | 86um |  | C-101停 | B |
| 20 | VIAHH-12633 | | C-101压缩机轴承振动高高 | 86um |  | C-101停 | B |
| 21 | VIAHH-12634 | | C-101压缩机轴承振动高高 | 86um |  | C-101停 | B |
| 22 | VIAHH-12641 | | C-101变速机轴承振动高高 | 75um |  | C-101停 | B |
| 23 | VIAHH-12642 | | C-101变速机轴承振动高高 | 75um |  | C-101停 | B |
| 24 | VIAHH-12643 | | C-101变速机轴承振动高高 | 75um |  | C-101停 | B |
| 25 | VIAHH-12644 | | C-101变速机轴承振动高高 | 75um |  | C-101停 | B |
| 26 | XIAHH-12631 | | C-101压缩机轴位移 | ±0.7mm |  | C-101停 | B |
| 27 | XIAHH-12632 | | C-101压缩机轴位移 | ±0.7mm |  | C-101停 | B |
| 28 | PIAHH-12686与FIAHH-12682（二选二） | | 非驱动端一级泄漏压力/流量 | 0.2MPa |  | C-101停 | A |
| 29 | 44Nm3/h |  | C-101停 | A |
| 30 | PIAHH-12685与FIAHH-12681（二选二） | | 驱动端一级泄漏压力/流量 | 0.2MPa |  | C-101停 | A |
| 31 | 44Nm3/h |  | C-101停 | A |
| 32 | PALL-12613 | | 润滑油总管压力低低（三选二） |  | 0.1MPa | C-101停 | B |
| 33 | PALL-12614 | |  | 0.1MPa | C-101停 | B |
| 34 | PALL-12615 | |  | 0.1MPa | C-101停 | B |
| 35 | PIA-12684与PIA-12612（二选二） | | 低压氮气减压阀后压力 | ≥0.25MPa |  | C-101油泵启动 | B |
| 36 | 润滑油总管压力 |  | ＜0.15MPa | B |
| **C-301机组联锁一览表** | | | | | | |  |
| 1 | PIALL-32002 | | C-301供油总管压力低低 |  | 55KPa | C-301停车 | A |
| 2 | PDIALL-32104 | | C-301工艺密封气体压差低低 |  | 20KPa | C-301停车 | A |
| 3 | PIAHH-32198 | | C-301主放空驱动端压力高高 | 207KPa |  | C-301停车 | A |
| 4 | PDIALL-32111 | | C-301隔离气压差低低 |  | 17KPa | 延时5秒C-301停车 | A |
| 5 | PDIAHH-32106 | | C-301密封气动力端放散压差高高 | 104KPa |  | C-301停车 | A |
| 6 | PDIAHH-32107 | | C-301密封气止推轴承端放散压差高高 | 104KPa |  | C-301停车 | A |
| 7 | PIAHH-32199 | | C-301分离气体供应压差主放空非驱动端压力高高 | 207KPa |  | C-301停车 | A |
| 8 | TIAHH-32227 | | C-301电机第一相定子温度高高 | 155℃ |  | C-301停车 | A |
| 9 | TIAHH-32233 | | C-301电机第二相定子温度高高 | 155℃ |  | C-301停车 | A |
| 10 | TIAHH-32234 | | C-301电机第三相定子温度高高 | 155℃ |  | C-301停车 | A |
| 11 | TIAHH-32254 | | C-301电机冷却空气温度高高 | 75℃ |  | C-301停车 | A |
| 12 | TIAHH-32216 | | C-301电机动力端轴承温度高高 | 120℃ |  | C-301停车 | A |
| 13 | TIAHH-32218 | | C-301电机非动力端轴承温度高高 | 120℃ |  | C-301停车 | A |
| 14 | TIAHH-32232 | | C-301增速箱高速轴后端轴承温度高高 | 116℃ |  | C-301停车 | A |
| 15 | TIAHH-32215 | | C-301增速箱低速轴前端轴承温度高高 | 116℃ |  | C-301停车 | A |
| 16 | TIAHH-32208 | | C-301增速箱高速轴前端轴承温度高高 | 116℃ |  | C-301停车 | A |
| 17 | TIAHH-32222 | | C-301增速箱低速轴后端轴承温度高高 | 116℃ |  | C-301停车 | A |
| 18 | TIAHH-32207 | | C-301压缩机前端轴承温度高高 | 126℃ |  | C-301停车 | A |
| 19 | TIAHH-32204 | | C-301压缩机后端轴承温度高高 | 126℃ |  | C-301停车 | A |
| 20 | TIAHH-32220 | | C-301压缩机内侧止推轴承温度高高 | 126℃ |  | C-301停车 | A |
| 21 | TIAHH-32203 | | C-301压缩机外侧止推轴承温度高高 | 126℃ |  | C-301停车 | A |
| 22 | VIAHH-32205 | | C-301电机动力端X轴方向振动高高 | 190um |  | C-301停车 | A |
| 23 | VIAHH-32230 | | C-301电机动力端Y轴方向振动高高 | 190um |  | C-301停车 | A |
| 24 | VIAHH-32206 | | C-301电机非动力端X轴方向振动高高 | 190um |  | C-301停车 | A |
| 25 | VIAHH-32219 | | C-301电机非动力端Y轴方向振动高高 | 190um |  | C-301停车 | A |
| 26 | VIAHH-32226 | | C-301增速箱低速轴后端X轴方向振动高高 | 101.6um |  | C-301停车 | A |
| 27 | VIAHH-32228 | | C-301增速箱低速轴后端Y轴方向振动高高 | 101.6um |  | C-301停车 | A |
| 28 | VIAHH-32202 | | C-301增速箱低速轴前端X轴方向振动高高 | 101.6um |  | C-301停车 | A |
| 29 | VIAHH-32229 | | C-301增速箱低速轴前端Y轴方向振动高高 | 101.6um |  | C-301停车 | A |
| 30 | VIAHH-32210 | | C-301增速箱高速轴后端X轴方向振动高高 | 63.5um |  | C-301停车 | A |
| 31 | VIAHH-32201 | | C-301增速箱高速轴后端Y轴方向振动高高 | 63.5um |  | C-301停车 | A |
| 32 | VIAHH-32209 | | C-301增速箱高速轴前端X轴方向振动高高 | 63.5um |  | C-301停车 | A |
| 33 | VIAHH-32225 | | C-301增速箱高速轴前端Y轴方向振动高高 | 63.5um |  | C-301停车 | A |
| 34 | ZIAHH-32235 | | C-301压缩机轴向位移高高 | ±813um |  | C-301停车 | A |
| 35 | ZIAHH-32236 | | C-301压缩机轴向位移高高 | ±813um |  | C-301停车 | A |
| 36 | PIS-32007 | | C-301油泵出口压力 |  | 620KPa | C-301油泵启动 | A |
| 37 | XI-31526 | | C-301主电机运行信号 | 断开 | | C-301停车 | A |
| **BOG压缩机组联锁一览表** | | | | | | |  |
| 1 | PIAHH-403 | | C-501排气压力高高 | 1200KPa |  | 延时2秒C-501/502停车 | B |
| 2 | PIAHH-404 | | C-501吸气压力高高 | 250KPa |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 3 | TIALL-401 | | C-501吸气温度低低 |  | -50℃ | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 4 | TIAHH-402 | | C-501排气温度高高 | 110℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 5 | TIALL-404 | | C-501油分离器温度低低 |  | 9.6℃ | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 6 |  | | C-501电机电流高高 | 39.5A |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 7 |  | | C-501电机电流低低 |  | 8A | 延时30秒C-501/502停车 | B |
| 8 | TIAHH-421 | | C-501电机定子温度高高 | 130℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 9 | TIAHH-422 | | 130℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 10 | TIAHH-423 | | 130℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 11 | PDIAHH-402 | | C-501油过滤器压差高高 | 206.9KPa |  | 延时15分C-501/502停车 | B |
| 12 | TIAHH-427 | | C-501电机轴端轴承温度高高 | 95℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 13 | TIAHH-428 | | C-501电机非轴端轴承温度高高 | 95℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 14 | TIALL-403 | | C-501润滑油温度低低 |  | 9.4℃ | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 15 | TIAHH-403 | | C-501润滑油温度高高 | 80℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 16 |  | | C-501低油压力（排气压力－油压） | 206.8KPa |  | C-501/502停车 | B |
| 17 |  | | C-501液击保护（与自身温度波动差值达到11.1℃） |  | 11.1℃ | C-501/502停车 | B |
| 18 | LIAHH-401 | | C-501油分离器液位高高 | 90% |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 19 | LIALL-401 | | C-501油分离器液位低低 |  | 33.6% | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 20 | PIAHH-60200 | | C-501吸气压力--储罐侧高高 | 130KPa |  | 延时90秒C-501/502停车 | B |
| 21 | PIALL-60200 | | C-501吸气压力－－储罐侧低低 |  | 60KPa | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 22 | GIAHH-403 | | C-501再循环阀位置反馈高高 | 108% |  | 延时15秒C-501/502停车 | B |
| 23 | GIALL-403 | | C-501再循环阀位置反馈低低 |  | -8% | 延时10秒C-501/502停车 | B |
| 24 | XIAHH-401 | | C-501压缩机吸气端振动高高 | 20gw |  | 延时20秒C-501/502停车 | A |
| 25 | XIAHH-402 | | C-501压缩机排气端振动高高 | 20gw |  | 延时20秒C-501/502停车 | A |
| 26 | XIAHH-403 | | C-501电机轴端振动高高 | 15gw |  | 延时10秒C-501/502停车 | A |
| 27 | XIAHH-404 | | C-501电机非轴端振动高高 | 15gw |  | 延时10秒C-501/502停车 | A |
| 28 | PIAHH-503 | | C-502排气压力高高 | 2830KPa |  | 延时2秒C-501/502停车 | B |
| 29 | PIAHH-504 | | C-502吸气压力高高 | 1150KPa |  | 延时3秒C-501/502停车 | B |
| 30 | TIALL-501 | | C-502吸气温度低低 |  | -50℃ | 延时3秒C-501/502停车 | B |
| 31 | TIAHH-502 | | C-502排气温度高高 | 120℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 32 | TIALL-504 | | C-502油分离器温度低低 |  | 9.6℃ | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 33 |  | | C-502电机电流高高 | 44.3A |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 34 |  | | C-502电机电流低低 |  | 7A | 延时30秒C-501/502停车 | B |
| 35 | TIAHH-521 | | C-502电机定子温度高高 | 130℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 36 | TIAHH-522 | | 130℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 37 | TIAHH-523 | | 130℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 38 | PDIAHH-502 | | C-502油过滤器压差高高 | 206.9KPa |  | 延时15分C-501/502停车 | B |
| 39 | TIAHH-527 | | C-502电机轴端轴承温度高高 | 95℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 40 | TIAHH-528 | | C-502电机非轴端轴承温度高高 | 95℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 41 | TIALL-503 | | C-502润滑油温度低低 |  | 9.4℃ | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 42 | TIAHH-503 | | C-502润滑油温度高高 | 80℃ |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 43 |  | | C-502低油压力（排气压力－油压） | 206.8KPa |  | C-501/502停车 | B |
| 44 |  | | C-502液击保护（与自身温度波动差值达到11.1℃） |  | 11.1℃ | C-501/502停车 | B |
| 45 | LIAHH-501 | | C-502油分离器液位高高 | 90% |  | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 46 | LIALL-501 | | C-502油分离器液位低低 |  | 23% | 延时5秒C-501/502停车 | B |
| 47 | XIAHH-501 | | C-502压缩机吸气端振动高高 | 20gw |  | 延时20秒C-501/502停车 | A |
| 48 | XIAHH-502 | | C-502压缩机排气端振动高高 | 20gw |  | 延时20秒C-501/502停车 | A |
| 49 | XIAHH-503 | | C-502电机轴端振动高高 | 15gw |  | 延时10秒C-501/502停车 | A |
| 50 | XIAHH-504 | | C-502电机非轴端振动高高 | 12gw |  | 延时10秒C-501/502停车 | A |

**附件三 工艺控制指标及范围一览表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ⅰ级（公司级）指标** | | | | | **Ⅱ级（部门级）指标** | | | | | **Ⅱ级（部门级）指标** | | | | |
| **名称** | **项目** | **位号** | **单位** | **指标** | **名称** | **项目** | **位号** | **单位** | **指标** | **名称** | **项目** | **位号** | **单位** | **指标** |
| 原料天然气 | 工作压力 | PT-12502 | MPa | 2.5～4.5 | 胺汽提塔 | 液位 | LT-11601 | % | 25～80 | 重烃到E-305 | 温度 | TE-31209 | ℃ | -70～-40 |
| 净化天然气 | CO2含量 | AI-21706 | PPm | ＜50 | 胺液再生塔 | 压力 | PT-11714 | MPa | 0.02～0.08 | E通道出口 | 温度 | TI-31223 | ℃ | -165～-140 |
| H2O含量 | AI-21711 | ＜1 | 蒸汽锅炉 | 蒸汽压力 | PI-12202 | MPa | 0.08～0.4 | A通道出口 | 温度 | TI-31116 | ℃ | -70～-40 |
| H-201炉膛 | 温度 | TIT-21505 | ℃ | ≤760 | 胺再沸器 | 温度 | TI-11607 | ℃ | 110～130 | V-305 | 液位 | LT-31229 | % | 25～35 |
| 冷箱B通道出口 | 温度 | TT-31233 | ℃ | -170～-145 | 回流罐 | 液位 | LT-11705 | % | 30～60 | 压力 | PIT-31225 | MPa | 0.2～0.8 |
| 冷箱A通道入口 | TIC-31103 | 10～50 | 胺液脱除罐 | LT-12502 | % | 13～30 | C-301入口 | 温度 | TI-31502 | ℃ | ≤30 |
| C-501入口 | 温度 | TI-401 | ℃ | ＞-45 | 过滤器V-201 | 差压 | PDIT-21105 | KPa | ＜25 | 压力 | PT-31529 | MPa | 0.04～0.20 |
| LNG储罐 | 压力 | PT-60207 | KPa | 6～17 | 脱水器V-202 | 出口温度 | TI-21301 | ℃ | ≤50 | 冷剂吸入罐 | 液位 | LT-31408 | % | ≤20 |
| 液位 | LI-60204 | mm | 2000～18500 | 原料气E-308 | TI-31103 | ℃ | 10～50 | E-302出口 | 温度 | TT-31603 | ℃ | 25～35 |
| 温度 | TI 60204 | ℃ | -170～-150 | 分子筛、活性炭床再生气 | 温度 | TT-21531 | ℃ | 200～305 | V-302 | 液位 | LT-31709 | % | 15～40 |
| **Ⅱ级（部门级）指标** | | | | | 流量 | FT-21501 | kg/h | 4500～6000 | E-303出口 | 出口温度 | TT-31803 | ℃ | 25～45 |
| 循环水系统 | 循环水量 | FT-40403 | m3/h | 1500～4000 | 压力 | PI-21218 | MPa | ≤5.2 | V-303 | 液位 | LT-31920 | % | 30～70 |
| 补充水量 | FI-40402 | ≤120 | 再生气分离器 | 液位 | LT-21410 | % | 25～60 | 冷剂储罐 | 压力 | PT-41104 | MPa | 0.1～4.2 |
| 给水温度 | TI-40404 | ℃ | 20～37 | 解冻气 | 温度 | TT-21534 | ℃ | ≤55 | 乙烯储罐 | PT-41107 | 0.15～1.52 |
| 回水温度 | TI-40401 | 35～45 | 脱汞床 | 差压 | PDIT-21603 | KPa | ≤35 | 乙烯储罐 | 液位 | LT-41120 | % | 15～80 |
| 给水压力 | PI-40405 | MPa | ≥0.25 | 再生气加热器 | 温度 | TT-21532 | ℃ | 280～305 | 丙烷储罐 | LT-41206 | 15～85 |
| 回水压力 | PI-40401 | MPa | ≤0.12 | 气相冷剂进冷箱 | 温度 | TE-31110 | ℃ | 10～40 | 异戊烷储罐 | LT-41209 | 15～80 |
| 仪表风 | 压力 | PI-21505 | MPa | ≥0.55 | 冷箱A通道 | 差压 | PDT-31115 | KPa | ≤34.5 | 冷剂储罐 | LT-41111 | 0～70 |
| 露点 | 干燥机（PLC） | ℃ | ≤-40 | 冷箱B通道 | PDT-31118 | ≤34.5 | E-501出口 | 温度 | TT-51109 | ℃ | -80～50 |
| PSA氮气 | 纯度 | CD21501N2 | % | ≥99.9 | 冷箱氮气吹扫 | 压力 | PT-31120 | KPa | ≥2.5 | F-505出口 | TT-51107 | ≤45 |
| 露点 | DW21501N2 | ℃ | ≤-70 | 冷箱C通道 | 差压 | PDT-31123 | KPa | ≤34.5 | C-501入口 | 压力 | PT-51103 | KPa | 7～17 |
| 氮气 | 压力 | PI-21511 | MPa | ≥0.50 | 冷箱D通道 | 差压 | PDT-31122 | KPa | ≤85 | P-601A | 电流 | VFD-60319 | A | ＜138 |
| 燃料气 | PT-51707A/B | 0.3～0.7 | 冷箱D通道 | 温度 | TI-31111 | ℃ | ≥10 | P-601B | VFD-60419 | ＜138 |
| LNG泵出口 | 压力 | PT-60306/PT-60406 | MPa | ＜0.7 | T-301 | 液位 | LT-31234 | % | 0～70 | P-101 | P-101操作柱 | ＜320 |
| 贫胺液进吸收塔 | 温度 | TI-11802 | ℃ | 38-55 | 压力 | PT-31250 | MPa | 0.005～0.25 | 备注：  1、以上指标均为生产系统正常运行时控制指标，生产运行部门必须严格在控制指标范围内操作运行。  2、停车检修等根据实际需要进行控制。  3、其他工艺控制参数按照参数一览表执行。 | | | | |
| 胺溶液 | 循环量 | FT-11212 | t/h | 15～63.5 | BOG去E-301 | 压力 | PT-503 | MPa | 1.5～2.53 |
| 胺循环泵 | 入口压力 | PT-11907 | MPa | ≥0.45 | V-503 | 液位 | LT-51410 | % | 0～70 |
| V-505 | 液位 | LIT-51705 | % | 0～70 | 循环气 | 压力 | PT-51401 | MPa | 3.4～5.2 |
| C-301电机 | 电流 | XL-31527 | A | ＜825 | T-302 | 顶部出口温度 | TI-31210 | ℃ | -80～-30 |
| C-101电机 | AI7-6 | A | ＜135 | 上部填料温度 | TI-31218 | ℃ | -75～-40 |
| 胺液吸收塔 | 液位 | LT-11206 | % | 45～60 | LNG回流量 | FI-31212 | kg/h | 0～2500 |
| E-101富液 | 出口温度 | TI-11401 | ℃ | 70～99 | 压力 | PT-31202 | MPa | 4.1～5.0 |
| 胺闪蒸罐 | 压力 | PT-11303 | MPa | 0.4～0.6 | 液位 | LT-31206 | % | 0～70 |

**附件四 主要设备一览表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 位号 | 型号 | 功率 | 型式 | 制造厂家 | 主要参数 | 数量 |
| 1 | 原料气压缩机 | C-101 | BCL404 | 2000KW | 离心式 | 沈阳透平机械 | 入口压力：2.528MPa  出口压力：5.368MPa  转速：12592r/min | 1 |
| 2 | 冷剂压缩机 | C-301 | D16R8B | 13945KW | 离心式 | DRESSERRAND | 叶轮数：8  入口压力：0.28MPa  出口压力：4.99MPa  转速：6724r/min | 1 |
| 3 | 低压BOG压缩机 | C-501 | RWDⅡ856-cm | 560KW | 螺杆式 | 无锡约克 | 排气量：110kg/min  转速：2950r/min | 1 |
| 4 | 高压BOG压缩机 | C-502 | RWDⅡ222-cm | 630KW | 螺杆式 | 无锡约克 | 排气量：110kg/min  转速：2950r/min | 1 |
| 5 | 蒸汽锅炉 | H-101 | WNS10-1.25 | 燃料气 | 火管式 | 江苏四方锅炉有限公司 | 蒸发量：10t/h  蒸汽出口压力：1.25MPa | 1 |
| 6 | 胺循环泵 | P-101A/B | SCSK60-50\*11 | 185KW | 离心泵 | 大连深蓝泵业公司 | 流量：69.96m³/h  扬程：507.6m | 2 |
| 7 | 胺增压泵 | P-102A/B | EAP80K2-200-9 | 22KW | 离心泵 | 大连深蓝泵业公司 | 流量：74.6m³/h  扬程：58.08m. | 2 |
| 8 | 汽提塔回流泵 | P-103A/B | ESH40-25-200 | 3KW | 离心泵 | 大连深蓝泵业公司 | 流量：3.78m³/h  扬程：39.4m | 2 |
| 9 | 胺收集泵 | P-104 | LC32-250-A-6 | 15KW | 液下泵 | 大连深蓝泵业公司 | 流量：5.44m³/h  扬程：84.16m.  槽深：1.8m | 1 |
| 10 | 胺补充泵 | P-105 | ESH32-20-315-L | 15KW | 离心泵 | 大连深蓝泵业公司 | 流量：1.37m³/h  扬程：81.96m. | 1 |
| 11 | 胺吸收塔消泡剂泵 | P-106A/B | DPWAB3.5/1.1-Ⅱ | 0.37KW | 柱塞计量泵 | 杭州德帕姆泵业公司 | 流量：0.0035m³/h  扬程：110m. | 2 |
| 12 | 脱盐水循环泵 | P-201A/B | ESH50-160 | 11KW | 离心泵 | 大连深蓝泵业公司 | 流量：53.3m³/h  扬程：30m | 2 |
| 13 | 段间冷剂泵 | P-301A/B | 8EJH-18 | 110KW | 离心泵 | FLOWSERVE | 流量：65.94m³/h  扬程：522.82m | 2 |
| 14 | 冷剂泵 | P-302A/B | 10EML-3 | 45KW | 离心泵 | FLOWSERVE | 流量：168.9m³/h  扬程：94.92m | 2 |
| 15 | LNG输出泵 | P-601A/B |  | 75KW | 潜液泵 | NIKKISO | 流量：265m³/h  扬程：130m |  |
| 16 | 重烃装车泵 | P-503 | CYQ28-5 | 11KW | 滑片泵 | 兰州海兰德泵业公司 | 流量：24m³/h  扬程：12.78m | 1 |
| 17 | 丙烷卸车泵 | P-401 | CYQ12-5 | 4KW | 滑片泵 | 兰州海兰德泵业公司 | 流量：12m³/h  扬程：30.44m. | 1 |
| 18 | 异戊烷卸车泵 | P-402 | CYQ12-5 | 4KW | 滑片泵 | 兰州海兰德泵业公司 | 流量：12m³/h  扬程：23.53m | 1 |
| 19 | 空气压缩机 | SKE-120SA/B/C | M110-W10 | 110KW | 螺杆式 | 英格索兰 | 排气量：17.5m³/min  排气压力：1.0MPa | 3 |
| 20 | 冷冻水机 | ----- | LSBLG780DT | 182.2KW | 螺杆式 | 南京五洲 | 换热面积：61m2  水温：20℃  制冷剂：R407C | 1 |
| 21 | 循环水冷却塔 | E-401A/B | FNG-2000x2 | 90KW | 聚酯风叶 | 江苏武南 | 冷却量：2000m³/h  进出口温度：37/31℃ | 2 |
| 22 | 循环水泵 | P-404A/B/C | KQSN500-M9/648 | 400KW | 离心泵 | 上海凯泉泵业 | 流量：2000m³/h  扬程：55m | 3 |
| 23 | 原水增压泵 | ---- | WQ5290-232-100-P | 37KW | 多级潜水泵 | 上海/合肥凯泉泵业 | 流量：125m³/h  扬程：52m | 2 |
| 24 | 胺循环泵 | P-110A/B | HM系列多级离心泵 | 90KW | 离心泵 | 大连环宇化工泵厂 | 流量：30m³/h  扬程：507.6m | 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**附件五 采样点一览表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **采样点名称** | **采样介质** | **采样频次** |
| 气相 | 界区计量撬取样口 | 原料天然气 | 次/月 |
| F-202取样口 | 净化气 | 次/周 |
| V-201取样口 | 脱酸气 | 按需 |
| 脱硫塔取样口 | 排放废气 | 按需 |
| V-301安全阀排淋 | 混合冷剂 | 次/周 |
| 5号装车臂取样口 | LNG | 次/周 |
| F-506出口 | BOG | 次/月 |
| V305取样口 | 闪蒸气 | 次/月 |
| 液相 | 消防水池 | 原水 | 按需 |
| 循环水池 | 循环水 | 次/每天 |
| 事故应急池 | 外排水 | 次/周 |
| E-103取样口 | 胺液 | 次/每天 |
| H-101取样口 | 蒸汽冷凝液 | 次/班 |
| V703取样口 | 脱盐水 | 次/每天 |
| P201出口取样口 | 冷冻水 | 次/两天 |

**附件六 工艺流程图**

**详见操作规程副本。**

**附件七 工艺参数一览表**

| **序号** | **部位** | **位号** | **监测点描述** | **低联锁值** | **低低报** | **低报** | **正常控制范围** | **高报警** | **高高报** | **设计值** | **高联锁值** | **执行动作** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | V-101 | PI-11105 | 原料气去进气过滤器压力 |  |  |  | 3.0-5.2MPa | 6.0MPa |  | 6.0MPa | 6.0MPa | XV-11102关闭、H-201停、C-301停、C-101停 |
| 2 | PDI-11118 | 原料气进气过滤器压差 |  |  |  | ＜10KPa | 10KPa | 40KPa | ＜40KPa |  |  |
| 3 | LIT-11117 | 原料气进气过滤器上液位 | 10% |  |  | 0-80% |  |  | ＜80% | 80% | 高联锁：XV-11102关闭、H-201停、C-301停、C-101停；  低联锁：LV-11116关闭 |
| 4 | PIC-11104 | 原料气去进气过滤器分离器 |  |  | 1.9MPa | 3.0-5.2MPa | 5.2MPa |  | 6.0MPa | 6.0MPa |  |
| 5 | FI-11113 | 原料气去进气过滤器分离器流量 |  |  |  | 12500-50000m3/h |  |  |  |  |  |
| 6 | TI-11112 | 原料气去进气过滤器分离器 |  |  | 5.0℃ | 5-40℃ | 40℃ |  |  |  |  |
| 7 | PI-12502 | 压缩机入口压力 |  |  | 2.5MPa | 2.5-4.5MPa | 4.5MPa |  | 6.0MPa |  |  |
| 8 | PIC-12502 | 压缩机入口调节阀阀位反馈 |  |  |  | 100% |  |  |  |  |  |
| 9 | LI-11108 | 进气过滤分离器下液位 | 10% | 10% | 20% | 0-60% | 60% | 80% | ＜80% |  | 低联锁：LI-11108关闭 |
| 10 | LI-11107 | 进气过滤器上液位 | 10% | 10% | 20% | 0-60% | 60% | 80% | ＜80% |  | 低联锁：LI-11107关闭，LV-11108B关闭 |
| 11 | LI-11116 | 原料气进气过滤器下液位 | 10% | 10% | 20% | 0-60% | 60% | 80% | ＜80% |  | 低联锁：LV-11116关闭 |
| 12 | LI-12304 | 废液罐液位 |  |  |  | 0-70% | 70% |  |  |  |  |
| 13 | E-105 | PI-11213 | 胺吸收塔出口压力 |  |  |  | 4.0-5.2MPa |  |  | 6.0MPa |  |  |
| 14 | TI-11210 | 胺吸收塔出口温度 |  |  |  | 35-55℃ |  |  |  |  |  |
| 15 | TI-11220 | 热交换器出口冷冻水温度 |  |  |  | 17-28℃ |  |  |  |  |  |
| 16 | TIC-11211 | 热交换器出口冷冻水温度 |  |  | 15℃ | 15-38℃ | 38℃ |  |  |  |  |
| 17 | TLC-31103 | 进冷剂换热器气体温度调节 |  |  | 10℃ | 10-50℃ | 50℃ |  |  |  |  |
| 18 | T-101 | TI-11219 | 热交换器出口气体温度 |  |  |  | 25-40℃ |  |  |  |  |  |
| 19 | TI-11214 | 胺吸收塔温度 |  |  |  | 27-41℃ |  |  |  |  |  |
| 20 | TI-11215 | 胺吸收塔温度 |  |  |  | 29-44℃ |  |  |  |  |  |
| 21 | TI-11216 | 胺吸收塔温度 |  |  |  | 31-46℃ |  |  |  |  |  |
| 22 | TI-11217 | 胺吸收塔温度 |  |  |  | 33-49℃ |  |  |  |  |  |
| 23 | TI-11218 | 胺吸收塔温度 |  |  |  | 35-52℃ |  |  |  |  |  |
| 24 | PDI-11201 | 胺吸收塔压差 |  |  |  | 0-28Kap |  |  |  |  |  |
| 25 | LI-11205 | 胺吸收塔液位 | 15% |  |  | 25%-70% |  |  | ＞15% |  | XV-11207关闭 |
| 26 | LIC-11206 | 胺吸收塔液位 |  | 15% | 25% | 25%-70% | 70% | 85% | 15%～90% |  |  |
| 27 | FIC-11212 | 胺到胺吸收塔流量 |  |  | 15000㎏/h | 15000-68000㎏/h | 68000kg/h |  | 68000kg/h |  |  |
| 28 | V-110 | LI-12503 | V-110液位 | 10% |  | 10% | 10%-45% | 45% |  | 10%～45% | 45% | 低联锁：LV-12502关闭  高联锁：XV-11102关闭、H-201停、C-301停、C-101停 |
| 29 | LIC-12502 | V-110液位 |  | 10% | 13% | 13%-30% | 30% | 45% | 10%～45% |  |  |
| 30 | P-101 | PI-11905 | P-101A出口压力 |  |  | 5.4MPa | 5.4-6MPa | 6MPa |  | 6MPa |  |  |
| 31 | PI-11907 | P-101A进口压力 |  | 0.3MPa | 0.45MPa | 0.45-0.7MPa |  |  |  |  |  |
| 32 | PI-11906 | P-110B出口压力 |  |  | 5.4MPa | 5.4-6MPa | 6MPa |  | 6MPa |  |  |
| 33 | PI-11910 | P-110B进口压力 |  | 0.3MPa | 0.45MPa | 0.45-0.7MPa |  |  |  |  |  |
| 34 | P-110 | PI-12806 | P-110出口压力 |  |  | 5.2MPa | 5.2-6MPa | 6MPa |  | 6MPa |  |  |
| 35 | PI-12802 | P-110A进口压力 |  | 0.3MPa | 0.45MPa | 0.45-0.7MPa |  |  | ＞0.3MPa |  |  |
| 36 | PI-12804 | P-110B进口压力 |  | 0.3MPa | 0.45MPa | 0.45-0.7MPa |  |  | ＞0.3MPa |  |  |
| 37 | V-102 | PIC-11303A | 胺闪蒸罐压力 |  |  |  | 0.30-0.6MPa |  |  |  |  |  |
| 38 | PIC-11303B | 胺闪蒸罐压力 |  |  |  | 0.35-0.7MPa |  |  |  |  |  |
| 39 | LIC-11304 | 胺闪蒸罐液位 |  | 10% | 18% | 18%-60% | 60% | 75% |  |  |  |
| 40 | F-102 | PDI-11407 | 进富胺液过滤器流量 |  |  | 1500kg/h | 1500—25000kg/h |  |  |  |  |  |
| 41 | PDI-11408 | 富胺过滤器压差 |  |  |  | 0-20KPa | 20KPa |  |  |  |  |
| 42 | E-104 | TI-11401 | 富胺出E-101温度 |  |  |  | 50-100℃ | 100℃ |  |  |  |  |
| 43 | TI-11405 | 富胺进E-101温度 |  |  |  | 25-45℃ |  |  |  |  |  |
| 44 | TI-11406 | 贫胺进E-101温度 |  |  |  | 100-125℃ | 125℃ |  |  |  |  |
| 45 | TI-11404 | 贫胺出E-101温度 |  |  |  | 60-98℃ | 98℃ |  |  |  |  |
| 46 | T-102 | LI-11601 | T-102液位 |  | 20% | 25% | 25%-80% | 80% |  |  |  |  |
| 47 | PDI-11604 | T-102压差 |  |  |  | 0-20KPa | 20KPa |  |  |  |  |
| 48 | PDI-11605 | T-102顶部压差 |  |  |  | 0-5KPa | 5KPa |  |  |  |  |
| 49 | PI-11606 | 胺再沸器到汽提塔压力 |  |  |  | 38-50KPa |  |  |  |  |  |
| 50 | TI-11607 | 胺再沸器到汽提塔温度 |  |  | 110℃ | 110-130℃ | 130℃ |  |  |  |  |
| 51 | TI-11608 | 胺汽提塔到胺再沸器温度 |  |  |  | 105-115℃ |  |  |  |  |  |
| 52 | PI-11611 | 胺汽提塔压力 |  |  |  | 20-80KPa | 80KPa |  | 0.34MPa |  |  |
| 53 | V-104 | FI-11504 | 补水到V-104流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 54 | FIQ-11504 | 补水到V-104累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55 | FIC-11501 | 胺增压泵出口流量 |  |  | 27000kg/h | 27000—68000kg/h | 68000kg/h |  |  |  |  |
| 56 | PI-11502 | P-102A出口压力 |  | 0.4MPa | 0.5MPa | 0.5-0.7MPa | 0.7MPa | 0.75MPa |  |  |  |
| 57 | PI-11505 | P-102B出口压力 |  | 0.4MPa | 0.5MPa | 0.5-0.7MPa | 0.7MPa | 0.75MPa |  |  |  |
| 58 | LI-11509 | 贫胺缓冲罐液位 |  | 15% | 35% | 35%-80% | 80% |  |  |  |  |
| 59 | H-101 | PI-12202 | H-101蒸汽压力 |  |  | 0.08MPa | 0.08-0.4MPa | 0.4MPa |  | 1.25MPa |  |  |
| 60 | LI-12205 | 锅炉水位信号 |  |  | -1 | 0-70 |  |  |  |  |  |
| 61 | TI-12209 | 蒸汽锅炉温度 |  |  |  | 80-120℃ | 170℃ |  |  | 170℃ | H-101停炉 |
| 62 | H101PT1 | 燃气压力1信号 |  |  | 1.5KPa | 1.5-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 63 | E-102 | PIC-11701 | 氮气到E-102压力 |  |  | 20KPa | 20-150KPa | 150KPa |  |  |  |  |
| 64 | TI-11702 | 汽提塔到E-102温度 |  |  | 85℃ | 85-108℃ | 108℃ |  |  |  |  |
| 65 | TIC-11703 | E-102出口温度 |  |  | 20℃ | 20-55℃ | 55℃ |  |  |  |  |
| 66 | V-103 | LIC-11705 | 汽提塔回流罐液位 |  | 15% | 30% | 30%-60% | 60% | 70% |  |  |  |
| 67 | LI-11710 | 汽提塔回流罐液位 |  | 15% | 20% | 30%-60% |  |  |  |  |  |
| 68 | PIC-11714 | 汽提塔回流罐放空压力 |  |  | 20KPa | 20-80KPa | 80KPa |  |  |  |  |
| 69 | P-103 | FI-11706 | P-103出口流量 |  |  | 500kg/h | 500—2800kg/h | 2800kg/h |  |  |  |  |
| 70 | PI-11709 | P-103A出口压力 |  |  | 0.25MPa | 0.25-0.45MPa | 0.45MPa |  |  |  |  |
| 71 | PI-11712 | P-103B出口压力 |  |  | 0.25MPa | 0.25-0.45MPa | 0.45MPa |  |  |  |  |
| 72 | V-113 | TI-12403 | V-103到V-113温度 |  |  |  | 28-40℃ |  |  |  |  |  |
| 73 | LI-12408 | 硫化氢过滤罐液位 |  | 10% | 15% | 15%-30% | 30% | 40% |  |  |  |
| 74 | TIC-12401 | E-107出口酸气温度 |  |  |  | 5-60℃ | 60℃ | 70℃ |  |  |  |
| 75 | V-112 | PI-12402 | V-112出口压力 |  |  |  | 0-20KPa |  |  | 0.34MPa |  |  |
| 76 | PDI-12401 | V-112A进出口压差 |  |  |  | 0-60KPa | 60KPa |  |  |  |  |
| 77 | PDI-12402 | V-112B进出口压差 |  |  |  | 0-60KPa | 60KPa |  |  |  |  |
| 78 | F-101 | TIC-11802 | E-103出口温度 |  |  | 37℃ | 37-55℃ | 55℃ |  |  |  |  |
| 79 | PDI-11804 | 贫胺过滤器压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 80 | PDI-11807 | 贫胺活性炭过滤器压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 81 | PDI-11808 | V-106出口过滤器压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 82 | FIC-11809 | 贫胺过滤器流量 |  |  |  | 0-6497kg/h | 6497kg/h |  |  |  |  |
| 83 | TK-101 | PI-12002 | 胺补充泵出口压力 |  |  | 0.5MPa | 0.50.8MPa | 0.8MPa |  |  |  |  |
| 84 | PI-12006 | 胺补充罐压力 |  | 0KPa | 0.27KPa | 0.27-0.8KPa | 0.8KPa | 1KPa |  |  |  |
| 85 | LI-12007 | 胺补充罐液位 |  |  | 10% | 10%-75% | 75% |  |  |  |  |
| 86 | V-105 | PI-12101 | P-104出口压力 |  |  | 0.5MPa | 0.5-1.1MPa | 1.1MPa |  |  |  |  |
| 87 | LI-12104 | 胺收集罐液位 |  | 15% | 16% | 16%-60% | 60% |  |  |  |  |
| 88 | C-101 | PI-12502 | C-101入口压力 |  |  | 2.5MPa | 2.5-4.5MPa | 4.5MPa |  | 6MPa |  |  |
| 89 | TI-12501 | C-101入口温度 |  |  |  | 10-40℃ | 40℃ | 45℃ |  |  |  |
| 90 | FI-12503 | C-101入口流量 |  |  |  | 1250-42000 | 42000 | 45000 |  |  |  |
| 91 | PIT-12505 | C-101出口压力 |  |  |  | 4.5-5.5MPa | 5.5MPa |  | 6MPa |  |  |
| 92 | TI-12506 | C-101出口温度 |  |  |  | 25-110℃ | 110℃ | 120℃ |  |  |  |
| 93 | TI-12507 | E-106出口温度 |  |  |  | 25-40℃ |  |  |  |  |  |
| 94 | 油系统 | PDI-12601 | 油过滤器压差 |  |  |  | 0-0.15MPa | 0.15MPa |  |  |  |  |
| 95 | TI-12603 | 润滑油冷却后温度 |  |  |  | 35-45℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 96 | TI-12602 | 润滑油箱温度 |  |  |  | 35-45℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 97 | PI-12612 | 润滑油总管压力 |  |  | 0.15MPaG | 0.15-0.25MPaG |  |  |  |  |  |
| 98 | TI-12653 | 电机定子温度 |  |  |  | ＜135℃ | 135℃ | 145℃ | 145℃ | 145℃ |  |
| 99 | TI-12655 | 电机定子温度 |  |  |  | ＜135℃ | 135℃ | 145℃ | 145℃ | 145℃ |  |
| 100 | TI-12657 | 电机定子温度 |  |  |  | ＜135℃ | 135℃ | 145℃ | 145℃ | 145℃ |  |
| 101 | TI-12651 | 电机轴承温度 |  |  |  | ＜85℃ | 85℃ | 90℃ | 90℃ | 90℃ |  |
| 102 | TI-12652 | 电机轴承温度 |  |  |  | ＜85℃ | 85℃ | 90℃ | 90℃ | 90℃ |  |
| 103 | TI-12641 | 变速机轴承温度 |  |  |  | ＜110℃ | 110℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 104 | TI-12642 | 变速机轴承温度 |  |  |  | ＜110℃ | 110℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 105 | TI-12643 | 变速机轴承温度 |  |  |  | ＜110℃ | 110℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 106 | TI-12644 | 变速机轴承温度 |  |  |  | ＜110℃ | 110℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 107 | TI-12637 | 压缩机支撑轴承温度 |  |  |  | ＜105℃ | 105℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 108 | TI-12638 | 压缩机支撑轴承温度 |  |  |  | ＜105℃ | 105℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 109 | TI-12635 | 压缩机支撑轴承温度 |  |  |  | ＜105℃ | 105℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 110 | TI13616 | 压缩机支撑轴承温度 |  |  |  | ＜105℃ | 105℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 111 | TI-12631 | 压缩机止推轴温度 |  |  |  | ＜105℃ | 105℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 112 | TI-12632 | 压缩机止推轴温度 |  |  |  | ＜105℃ | 105℃ | 115℃ | 115℃ | 115℃ |  |
| 113 | VI-12641 | 变速机轴振动 |  |  |  | ＜49.6um | 49.6um | 75um | 75um | 75um |  |
| 114 | VI-12642 | 变速机轴振动 |  |  |  | ＜49.6um | 49.6um | 75um | 75um | 75um |  |
| 115 | VI-12643 | 变速机轴振动 |  |  |  | ＜49.6um | 49.6um | 75um | 75um | 75um |  |
| 116 | VI-12644 | 变速机轴振动 |  |  |  | ＜49.6um | 49.6um | 75um | 75um | 75um |  |
| 117 | VI-12633 | 压缩机振动 |  |  |  | ＜61.4um | 61.4um | 86um | 86um | 86um |  |
| 118 | VI-12634 | 压缩机振动 |  |  |  | ＜61.4um | 61.4um | 86um | 86um | 86um |  |
| 119 | VI-12631 | 压缩机轴位移 |  | -0.7mm | -0.5mm | -0.5—0.5mm | 0.5mm | 0.7mm | 0.7mm | 0.7mm |  |
| 120 | XI-12632 | 压缩机轴位移 |  | -0.7mm | -0.5mm | -0.5—0.5mm | 0.5mm | 0.7mm | 0.7mm | 0.7mm |  |
| 121 | 密封气 | FI-12681 | 驱动端一级泄漏气流量 |  |  | 5Nm³/h | 5-22Nm³/h | 22Nm³/h | 44Nm³/h | 44Nm³/h | 44Nm³/h |  |
| 122 | FI-12682 | 驱动端一级泄漏气流量 |  |  | 5Nm³/h | 5-22Nm³/h | 22Nm³/h | 44Nm³/h | 44Nm³/h | 44Nm³/h |  |
| 123 | PI-12685 | 驱动端一级泄漏气压力 |  |  |  | 0-0.1MPa | 0.1MPaG | 0.2MPaG | 0.2MPaG | 0.2MPaG |  |
| 124 | PI-12686 | 驱动端一级泄漏气压力 |  |  |  | 0-0.1MPa | 0.1MPaG | 0.2MPaG | 0.2MPaG | 0.2MPaG |  |
| 125 | PDI-12681 | 工艺气过滤前后压差 |  |  |  | 0-0.08MPa | 0.08MPa |  |  |  |  |
| 126 | PDI-12682 | 一级密封气平衡管压差 |  |  | 0.1MPa | 0.1-0.16MPa |  |  |  |  |  |
| 127 | PI-12684 | 低压氮气减压阀后压力 |  |  | 0.2MPa | 0.2-0.5MPa |  |  |  |  |  |
| 128 | PDI-12683 | 低压氮气过滤器前后压差 |  |  |  | 0-0.08MPa | 0.08MPa |  |  |  |  |
| 129 | V-109 | PI-12705 | V-109进口压力 |  |  |  | 4.8-5.3MPa |  |  |  |  |  |
| 130 | TI-12702 | V-109进口温度 |  |  |  | 25-40℃ |  |  |  |  |  |
| 131 | FI-12703 | V-109进口流量 |  |  |  | 12500—34500kg/h | 34500kg/h | 36000kg/h |  |  |  |
| 132 | LI-12707 | V-109下液位 | 10% |  | 10% | 0～80% |  |  | 10%～80% |  | 低联锁：LV-12711关闭 |
| 133 | LI-12711 | V-109下液位 | 15% | 15% | 20% | 0-60% | 60% | 80% | 80% |  | 低联锁：LV-12711关闭 |
| 134 | LI-12716 | V-109上液位 | 15% | 15% | 20% | 0-60% | 60% | 80% | 80% |  | 低联锁：12716关闭 |
| 135 | LI-12717 | V-109上液位 | 10% | 10% | 20% | 0-60% | 60% | 80% | 80% |  | 低联锁：12716关闭 |
| 136 | PDI-12718 | V-109过滤器压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 137 | V-201 | TI-21101 | V-201进口温度 |  |  |  | 18-30℃ |  |  |  |  |  |
| 138 | LI-21108 | V-201下液位 | 15% | 15% | 20% | 20%-60% | 60% | 80% | 15%～80% |  | 低联锁：LV-21108A关闭 |
| 139 | LI-21107 | V-201下液位 | 10% | 10% |  | 15%-45% |  |  | 10%～80% |  | 低联锁：LV-20118B关闭 |
| 140 | LI-21103 | V-201上液位 | 15% | 15% | 20% | 20%-60% | 60% | 80% | 15%～80% |  | 低联锁：LV-21103A关闭 |
| 141 | LV-21111 | V-201上液位 | 10% | 10% |  | 15%-50% |  |  | 10%～80% |  | 低联锁：LV-21103B关闭 |
| 142 | PDI-21105 | V-201过滤器压差 |  |  |  | 0-25KPa | 25KPa |  |  |  |  |
| 143 | XV-21110 | V-201下液位 |  |  |  | 20%-60% |  | 80% | 80% |  | 高联锁：XV-21110关闭 |
| 144 | V-202A | PI-21216 | V-202进口压力 |  |  |  | 4.5-5.2MPa |  |  | 6MPa |  |  |
| 145 | PIC-21201 | V-202进口压力 |  |  |  | 4.5-5.2MPa |  |  | 6MPa |  |  |
| 146 | TI-21219 | V-202A上部温度 |  |  | 15℃ | 15-30℃ |  |  |  |  |  |
| 147 | TI-21220 | V-202A中部温度 |  |  |  | 18-293℃ |  |  |  |  |  |
| 148 | TI-21221 | V-202A下部温度 |  |  |  | 18-293℃ |  |  |  |  |  |
| 149 | PI-21225 | V-202A出口压力 |  |  |  | 4.8-5.15MPa |  |  |  |  |  |
| 150 | V-202B | TI-21222 | V-202B上部温度 |  |  | 15℃ | 15-30℃ |  |  |  |  |  |
| 151 | TI-21223 | V-202B中部温度 |  |  |  | 18-293℃ |  |  |  |  |  |
| 152 | TI-21224 | V-202B下部温度 |  |  |  | 18-293℃ |  |  |  |  |  |
| 153 | PI-21226 | V-202B出口压力 |  |  |  | 4.5-5.2MPa |  |  | 6MPa |  |  |
| 154 | PDI-21228 | 脱水器压差 |  |  |  | 0-45KPa | 45KPa |  |  |  |  |
| 155 | PI-21227 | V-202再生气压力 |  |  |  | 3.8-4.4MPa |  |  |  |  |  |
| 156 | TI-21217 | 再生气温度 |  |  |  | 15-290℃ | 290℃ |  |  |  |  |
| 157 | PI-21218 | 再生气冷却压力 |  |  |  | 3.8-4.5MPa |  |  |  |  |  |
| 158 | F-201 | TI-21301 | F-201温度 |  |  |  | 15-50℃ | 50℃ | 66℃ |  |  |  |
| 159 | PDI-21305 | F-201压差 |  |  |  | 0-25KPa | 25KPa |  |  |  |  |
| 160 | V-204 | PDI-21603 | V-204压差 |  |  |  | 0-35KPa | 35KPa |  |  |  |  |
| 161 | F-202 | PDI-21703 | F-202压差 |  |  |  | 0-25KPa | 25KPa |  |  |  |  |
| 162 | AI-21711 | 天然气进300区水含量指标 |  |  |  | 0-1ppm | 1ppm | 2ppm | 1 |  |  |
| 163 | AI-21706 | 天然气进300区二氧化碳指标 |  |  |  | 0-50ppm | 50ppm |  | 50 |  |  |
| 164 |  | PV-21710 | 大罐充压 | <60mbar |  |  | 0-20KPa | 0.4MPa | 0.5MPa |  |  | 低联锁： PIL-60207<60mbar,  PY-21710开启，  高联锁：PI-60207>170mbar，  PY-21710关闭 |
| 165 | V-206 | TI-21803 | V-206出口温度 |  |  |  | 15-305℃ | 305℃ |  |  |  |  |
| 166 | TI-21804 | V-206再生气进口温度 |  |  |  | 15-305℃ | 305℃ |  |  |  |  |
| 167 | PDI-21801 | V-206压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 168 | PI-21802 | V-206出口压力 |  |  |  | 0.1-5.2MPa | 5.2MPa |  | 6MPa |  |  |
| 169 | FI-21805 | V-206再生气质量流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 170 | FI-21805 | V-206再生气体积流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 171 | E-201 | TI-21416 | 再生气冷却回水温度 |  |  |  | 20-45℃ |  |  |  |  |  |
| 172 | TI-21404 | E-201出口温度 |  |  | 20℃ | 20-50℃ | 50℃ | 66℃ | 66℃ | 66℃ |  |
| 173 | FI-21905 | E-201循环水出口流量 |  |  | 20000kg/h | 20000—90000kg/h |  |  |  |  |  |
| 174 | V-203 | LI-21410 | V-203再生气分离器液位 | 10% | 10% | 15% | 15%-80% |  |  | ＞10% |  |  |
| 175 | LI-21409 | V-203再生气分离器液位 | 15% | 15% | 25% | 25%-60% | 60% | 70% | ＞15% |  |  |
| 176 | PIC-21401 | V-203再生气分离器出口压力 |  |  | 3.6MPa | 3.6-4.8MPa | 4.8MPa |  | 6MPa |  |  |
| 177 | LV-21409 | V-203液位控制阀 |  |  |  |  |  |  |  |  | 高联锁：TAHH-21404>66℃，低联锁：LALL-21410<10℃,LY-21409A关闭，低联锁：LALL-21409<15℃,LY-21409B关闭，温度高联锁H201停 |
| 178 | V-205 | PDI-21413 | V-205压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 179 | F-203 | PDI-21412 | F-203压差 |  |  |  | 0-10KPa | 10KPa |  |  |  |  |
| 180 | FI-21415 | 胺液回收流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 181 | P-201 | PI-21904A | P-201A出口压力 |  |  | 0.08MPa | 0.08-0.35MPa | 0.35MPa |  |  |  | HS-71353全厂停车按钮  ，XS-21901，P-201A停 |
| 182 | PI-21903B | P-201B出口压力 |  |  | 0.08MPa | 0.08-0.35MPa | 0.35MPa |  |  |  | HS-71353全厂停车按钮  XS-21902，P-201B停 |
| 183 | V-207 | LI-21910 | V-207膨胀罐液位 |  |  | 20% | 20%-90% | 90% |  |  |  |  |
| 184 | H-201 | FIC-21501 | H-201再生气加热器流量 |  |  | 3000kg/h | 4500—6000kg/h |  |  |  |  |  |
| 185 | TI-21552 | 再生气进H-201温度 |  |  |  | 15-27℃ |  |  |  |  |  |
| 186 | PI-21553 | 再生气进H-201压力 |  |  |  | 3.8-4.5MPa |  |  |  |  |  |
| 187 | XV-21560 | H-201再生气进口切断阀 |  |  |  |  |  |  |  |  | 高联锁：TAHH-21505>800℃，XY-21560关闭 |
| 188 | PI-21520 | H-201顶部辐射压力 |  |  |  | -50--10pa | -10pa |  |  |  |  |
| 189 | TI-21506 | H-201烟气温度 |  |  |  | 15-174℃ | 174℃ |  |  |  |  |
| 190 | PDI-21521 | H-201进出口压差 | 15KPa |  |  | 15-50KPa | 50KPa |  |  |  | 差压＜15KPa联锁停H201 |
| 191 | TI-21505 | H-201再生气加热炉温度 |  |  |  | 600-760℃ | 760℃ | 800℃ | 800℃ | 800℃ |  |
| 192 | TI-21531 | H-201工艺气出口温度 |  |  | 200℃ | 200-305℃ | 305℃ | 320℃ |  |  |  |
| 193 | PV-21527 | H-201再生气到冷剂换热压力 |  |  |  | 0.1-4.5MPa | 4.5MPa |  | 6.0MPa |  |  |
| 194 | XV-21561 | H-201工艺气出口切断阀 |  |  |  |  |  |  |  |  | 高联锁：TAHH-21505>800℃，XY-21560关闭 |
| 195 | XV-21533 | 工艺气进冷箱切断阀 |  |  |  |  |  |  |  |  | 高联锁：TAHH-21557>66℃，XY-21533关闭 |
| 196 | TIC-21534 | 工艺气进冷箱温度调节阀 |  |  | 20℃ | 20-55℃ | 55℃ |  |  |  |  |
| 197 | TI-21557 | 工艺气进冷箱温度 |  |  |  | 15-66℃ | 66℃ |  | 66℃ |  |  |
| 198 | E-308 | TI-32505 | F202进液化温度变送器 |  |  |  | 18-27℃ |  | 66℃ | 66℃ | 66℃ | XV-32501关闭、C-301停 |
| 199 | TI-32508 | 天然气去氮气排放加热器 |  |  | -5℃ | -5-45℃ |  |  |  |  |  |
| 200 | TI-32507 | 氮气排放加热器出口天然气温度 |  |  | 0 | 0-27℃ |  |  |  |  |  |
| 201 | PI-32517 | 天然气去氮气排放加热器 |  |  |  | 4.5-5.1MPa |  |  |  |  |  |
| 202 | PI-32515 | 氮气排放加热器 |  |  |  | 4.5-5.1MPa |  |  |  |  |  |
| 203 | PDIC-32515 | E308进口压差阀 |  |  |  | 0-0.05MPa | 0.05MPa |  |  |  |  |
| 204 | PDIC-31102 | E309压差阀 |  |  |  | 0-0.05MPa | 0.05MPa |  |  |  |  |
| 205 | PI-31102 | 天然气去冷剂换热器 |  |  |  | 4.5-5.2MPa | 5.5MPa | 5.7MPa | 6.0MPa |  |  |
| 206 | V-305 | TIC-31223 | 温度变送器 |  |  | ﹣165℃ | ﹣165--140℃ | ﹣140℃ |  |  |  |  |
| 207 | PIC-51116 | 蒸发器到冷箱 |  | 1.8MPa | 2.0MPa | 2.0-2.4MPa | 2.4MPa | 2.6MPa | 3.0MPa |  |  |
| 208 | TI-31224 | 液化天然气到闪蒸罐 |  |  |  | ﹣165--140℃ |  |  |  |  |  |
| 209 | PIC-31225A | 蒸发器闪蒸罐压力调节A |  |  | 0.2MPa | 0.2-0.8MPa | 0.8MPa |  | 1.03 |  |  |
| 210 | TI-31230 | 温度变送器 |  |  | ﹣175℃ | ﹣175--100℃ | ﹣100℃ |  | -185℃ |  |  |
| 211 | FI-31232 | 氮气排放去氮气排放加热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 212 | FQI-31232 | 来自重烃分离器顶部的天然气 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 213 | PIC-31225B | 蒸发器闪蒸罐压力调节B |  |  | 0.2MPa | 0.2-0.8MPa | 0.8MPa |  | 1.03MPa |  |  |
| 214 | TI-32506 | 氮气排放加热器出口放空气 |  |  |  | 0-30℃ |  |  |  |  |  |
| 215 | TI32512 | 温度变温器 | -20℃ | ﹣20℃ | ﹣5℃ | ﹣5-45℃ |  |  | ＞﹣20℃ |  | XV-32502关闭 |
| 216 | PIC-32509 | 氮气排放加热器排放气去闪蒸 |  |  | 0.02MPa | 0.02-0.38MPa | 0.38MPa |  | 1.03MPa |  |  |
| 217 | LI-31228 | B0G闪蒸罐液位 |  | 10% | 15% | 15%—80% |  |  |  |  | XV-31226关闭 |
| 218 | LIC-31229 | B0G闪蒸罐液位 | 15% | 15% | 25% | 25%-35% | 35% | 50% | ＞15% |  |  |
| 219 | P-304 | PI-31317 | P-304A压力 |  |  | 4.7MPa | 4.7-5.0MPa | 5.0MPa |  |  |  |  |
| 220 | TI-31321 | P-304A出口温度 |  |  |  | -170-﹣140℃ |  |  |  |  |  |
| 221 | TI-31338 | P-304A入口温度 |  |  |  | -170-﹣140℃ | ﹣140℃ |  |  |  |  |
| 222 | LI-31336 | P-304A液位 | 10% | 350mm | 450mm | ＞500mm |  |  | ＞10% |  | P-304A停机 |
| 223 | LI-31337 | P-304B液位 | 10% | 350mm | 450mm | ＞500mm |  |  | ＞10% |  | P-304B停机 |
| 224 | PI-31318 | P-304B出口压力 |  |  | 4.7MPa | 4.7-5.0MPa | 5.0MPa |  |  |  |  |
| 225 | TI-31322 | P-304B温度 |  |  |  | -145--170℃ |  |  |  |  |  |
| 226 | FIC-31314 | P-304回流流量 |  |  |  | 0-12000kg |  |  |  |  |  |
| 227 | FIC-31212 | P-304出口去T-302流量 |  |  |  | 0-8000kg |  |  |  |  |  |
| 228 | P-303 | PI-31301 | P-303A出口压力 |  |  | 0.23MPa | 0.23MPa-0.32MPa | 0.32MPa |  |  |  |  |
| 229 | TI-31311 | P-303A出口温度 |  |  |  | -145--170℃ |  |  |  |  |  |
| 230 | TI-31312 | P-303B出口温度 |  |  |  | -145--170℃ |  |  |  |  |  |
| 231 | PI-31302 | P-303B出口压力 |  |  | 0.23MPa | 0.23MPa-0.32MPa | 0.32MPa |  |  |  |  |
| 232 | FIC-31313 | P-303回流流量 |  |  | 12000kg/h | ＞12000kg/h |  |  |  |  |  |
| 233 | LIC-31234 | P-303泵体液位调节 |  | 10 | 25 | 25%—70% | 70 | 90 |  |  |  |
| 234 | FI-31340 | P-303出口流量 |  |  |  | ＞12000kg/h |  |  |  |  |  |
| 235 | V-301 | FI-31412 | V-301氮气补充流量 |  |  |  | 0-100kg/h |  |  |  |  |  |
| 236 | PDI-31404 | V-301加压阀压差 |  |  |  | 0-5KPa | 5KPa | 10KPa |  | 10KPa | UV-31402关闭 |
| 237 | FI-31413 | V-301甲烷补充流量 |  |  |  | 0-200KPa/h |  |  |  |  |  |
| 238 | PI-31411 | V-301压力 |  |  |  | 0-190KPa |  |  |  |  |  |
| 239 | LI-31408 | V-301液位 |  |  |  | 0-10% |  | 20% | 20% | 20% | C-301停机 |
| 240 | LI-31407 | V-301液位 |  |  |  | 0-10% | 10% | 20% |  |  |  |
| 241 | HV-31405 | 甲烷补充去V-301 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 242 | C-301 | PI-31501 | C-301一级吸入压力 |  |  |  | 20KPa-200KPa |  |  |  |  |  |
| 243 | TI-31502 | C-301一段温度 |  | 10℃ | 15℃ | 15-30℃ | 30℃ | 35℃ |  |  |  |
| 244 | FI-31503M | C-301一段质量流量 |  |  |  | 0-165kg/h |  |  |  |  |  |
| 245 | FI-31503V | C-301一段体积流量 |  |  |  | 0-50km³/h |  |  |  |  |  |
| 246 | PI-31529 | C-301一级吸入压力 |  |  | 40KPa | 40-200KPa | 200KPa | 250KPa | 3.1MPa |  |  |
| 247 | PDI-31504 | C-301一段过滤器压差 |  |  |  | 0-20KPa | 20KPa | 35KPa |  |  |  |
| 248 | PI-31509 | C-301一段出口压力 |  |  |  | 0-2000KPa | 2000KPa |  |  |  |  |
| 249 | TI-31510 | C-301一段出口温度 |  |  |  | 0-125℃ | 125℃ | 130℃ |  |  |  |
| 250 | FI-31511V | C-301二段入口体积流量 |  |  |  | 0-155kg/h |  |  |  |  |  |
| 251 | FI-31511M | C-301二段入口质量 |  |  |  | 0-20km³/h |  |  |  |  |  |
| 252 | PI-31512 | C-301二段入口压力 |  |  |  | 0-2000KPa | 2000KPa |  |  |  |  |
| 253 | TI-31513 | C-301二段入口温度 |  |  |  | 0-175℃ | 175℃ |  |  |  |  |
| 254 | PDI-31506 | C-301二段入口过滤器压差 |  |  |  | 0-20KPa | 20KPa | 35KPa |  |  |  |
| 255 | PI-31515 | C-301二段出口压力 |  |  |  | 1500-4300KPa | 4300KPa |  | 4.48MPa |  |  |
| 256 | TI-31516 | C-301二段出口温度 |  |  |  | 0-175℃ |  |  |  |  |  |
| 257 | XL-31527 | C-301电流 |  |  |  | ＜825AMP | 825AMP |  | 925A |  |  |
| 258 | 润滑油 | LI-32001 | 高油箱液位 |  | 90% | 95% | ＞95% |  |  |  |  |  |
| 259 | PI-32001 | 进C-301油压 |  | 55KPag | 83KPag | 83KPa-200KPa |  |  |  |  |  |
| 260 | TI-32012 | C-301油箱温度 |  |  | 43℃ | 43-67℃ | 68℃ |  |  |  |  |
| 261 | TI-32007 | 油冷却过后温度 |  |  | 43℃ | 43-54℃ | 54℃ |  |  |  |  |
| 262 | LI-32003 | C-301油箱液位 |  |  | 65% | 65%-85% |  |  |  |  |  |
| 263 | PI-32007 | P-304泵出口压力 |  |  | 620KPag | 720-750KPa |  |  |  |  |  |
| 264 | 密封气 | LI-32117 | 密封罐液位 |  |  |  | 0-10% |  |  |  |  |  |
| 265 | PDI-32102 | 密封气过滤器压差 |  |  |  | 0-100KPa | 100KPa |  |  |  |  |
| 266 | PDI-32101 | 隔离气过滤器压差 |  |  |  | 0-100KPa | 100KPa |  |  |  |  |
| 267 | PDI-32111 | 隔离气压差 |  | 17KPa | 20KPa | 20-60KPa |  |  |  |  |  |
| 268 | PDI-32104 | 密封气压差 |  | 20KPa | 40KPa | 40-75KPa |  |  |  |  |  |
| 269 | PI-32198 | 泄防端压力 |  |  | 35KPag | 35-150KPa | 150KPa | 207KPa |  |  |  |
| 270 | PDI-32107 | 泄放端压差 |  |  |  | ＜35KPa | 35KPa | 104KPa |  |  |  |
| 271 | PI-32199 | 泄防端压力 |  |  | 35KPag | 35-150KPa | 150KPa | 207KPa |  |  |  |
| 272 | PDI-32106 | 泄放端压差 |  |  |  | ＜35KPa | 35KPa | 104KPa |  |  |  |
| 273 | E-302 | TI-31621 | E-302出口温度 |  |  |  | 25-45℃ |  |  |  |  |  |
| 274 | TIC-31603 | E-302出口温度调节 |  |  | 25℃ | 25-45℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 275 | V-302 | PI-31705 | V-302压力 |  |  |  | 0-2000KPa |  |  |  |  |  |
| 276 | LI-31708 | V-302液位 | 10% | 10% | 15% | 15%—40% | 40% | 60% | 10%～60% |  | 液位低10%联锁P-301停机，高液位60%联锁C301停机 |
| 277 | P-301 | PI-31712 | P-301A出口压力 |  |  | 2.9MPa | 2.9-4.4MPa | 4.4MPa |  | 4.48MPa |  |  |
| 278 | PI-31717 | P-301B出口压力 |  |  | 2.9MPa | 2.9-4.4MPa | 4.4MPa |  | 4.48MPa |  |  |
| 279 | PI-31720 | P-301A密封盘入口压力 |  |  | 100KPa | 100-135KPa | 135KPa | 150KPa |  |  |  |
| 280 | PI-31721 | P-301A密封盘出口压力 |  |  |  | ＜50KPa | 50KPa | 70KPa |  |  |  |
| 281 | PI-31723 | P-301B密封盘入口压力 |  |  | 100KPa | 100-135KPa | 135KPa | 150KPa |  |  |  |
| 282 | PI-31724 | P-301B密封盘出口压力 |  |  |  | ＜50KPa | 50KPa | 70KPa |  |  |  |
| 283 | FIC-31718 | P-301回流流量 |  | 15000Kg/h | 20000kg/h | 20500kg/h-38500kg/h | 39000Kg/h |  |  |  |  |
| 284 | E-303 | TI-31808 | E-303出口温度 |  |  |  | 25-45℃ |  |  |  |  |  |
| 285 | TIC-31803 | E-303出口温度调节 |  |  | 25℃ | 25-45℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 286 | V-303 | PI-31906 | V-303压力 |  |  |  | 1.5-4.3MPa |  |  |  |  |  |
| 287 | LI-31921 | V-303液位 | 20% | 20% | 30% | 30%-70% | 70% | 85% | ＞20% |  | 低液位20%联锁P-302停机 |
| 288 | TI-31923 | V-303气相出口温度 |  |  |  | ＜46℃ | 46℃ | 66℃ |  | 66℃ | 温度高66℃联锁C-301停机 |
| 289 | P-302 | PI-31913 | P-302A出口压力 |  |  | 2.2MPa | 2.2-4.3MPa | 4.3MPa |  |  |  |  |
| 290 | PI-31918 | P-302B出口压力 |  |  | 2.2MPa | 2.2-4.3MPa | 4.3MPa |  |  |  |  |
| 291 | PI-31920 | P-302A密封盘入口压力 |  |  | 100KPa | 100-135KPa | 135KPa | 150KPa |  |  |  |
| 292 | PI-32921 | P-302A密封盘出口压力 |  |  |  | ＜50KPa | 50KPa | 70KPa |  |  |  |
| 293 | PI-31923 | P-302B密封盘入口压力 |  |  | 100KPa | 100-135KPa | 135KPa | 150KPa |  |  |  |
| 294 | PI-31924 | P-302B密封盘出口压力 |  |  |  | 100-135KPa | 50KPa | 70KPa |  |  |  |
| 295 | FIC-31912 | P-302回流流量 |  | 34000Kg/h | 38000Kg/h | 35000—37000kg | 80000Kg/h |  |  |  |  |
| 296 | 冷箱A芯 | TI-32701 | 冷箱换热器B出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 297 | TI-32702 | 冷箱换热器C出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 298 | TI-32703 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 299 | TI-32704 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 300 | TI-32705 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 301 | TI-32706 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 302 | TI-32707 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 303 | TI-32708 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 304 | TI-32709 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 305 | TI-32710 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 306 | TI-32711 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 307 | TI-32712 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 308 | TI-32725 | 冷箱换热器E出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 309 |  | TI-31116 | A箱A出口温度 |  |  | -70℃ | -70--40℃ | 40℃ |  |  |  |  |
| 310 | 冷箱B芯 | TI-32713 | 冷箱换热器B出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 311 | TI-32714 | 冷箱换热器C出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 312 | TI-32715 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 313 | TI-32716 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 314 | TI-32717 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 315 | TI-32718 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 316 | TI-32719 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 317 | TI-32720 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 318 | TI-32721 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 319 | TI-32722 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 320 | TI-32723 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 321 | TI-32724 | 冷箱换热器D出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 322 | TI-32726 | 冷箱换热器E出口温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 324 | E-305 | HV-32315 | 液相进冷箱手动控制阀 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 325 | HV-32316 | 液相进冷箱手动控制阀 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 326 | FI-32313 | 高压重烃换热器到冷箱 |  |  |  | 15000—41000kg/h | 41000kg/h |  |  |  |  |
| 327 | FI-32314 | 高压重烃换热器到冷箱 |  |  |  | 15000—41000kg/h | 41000kg/h |  |  |  |  |
| 328 | TI-32310 | 冷剂来自高压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 329 | TI-32311 | 重烃去高压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 330 | FIC-32312 | 冷剂来自高压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 331 | TI-32309 | 重烃来自高压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 332 | E-304 | TI-32306 | 低压重烃换热器到高压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 333 | TI-32307 | 重烃到低压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 334 | TI-32304 | 温度变送器 |  | ﹣20℃ | ﹣5℃ | ﹣5-50℃ |  |  | ＞﹣20℃ | ﹣20℃ | XV-31208关闭 |
| 335 | TI-32305 | 温度变送器 |  | ﹣20℃ | ﹣5℃ | ﹣5-50℃ |  |  | ＞﹣20℃ | ﹣20℃ |
| 336 | V-309 | LIC-31206 | 重烃分离器 |  |  |  | 15%-70% | 70% | 80% |  |  |  |
| 337 | LIC-32605 | 热重烃脱除罐 |  |  |  | 15%-60% | 60% |  |  |  |  |
| 338 | PI-32606 | 重烃闪蒸自热重烃高压重烃脱除罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 339 | FI-32602 | 重烃闪蒸自热重烃高压重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 340 | V-401 | PIC-41102 | 气体到冷剂补给罐 |  |  | 0.15MPa | 0.15-4.2MPa | 4.2MPa |  | 4.48MPa |  |  |
| 341 | PIC-41104 | 冷剂补给罐压力 |  | 0.1MPa | 0.15MPa | 0.15-4.2MPa | 4.3MPa |  | 4.48MPa |  |  |
| 342 | HV-41108 | 冷剂去冷剂储罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 343 | LI-41111 | 冷剂补给罐液位 |  |  |  | 0-70% | 70% | 80% | ＜80% | 80% | HV-41108关闭 |
| 344 | HKIC-41114 | 冷静去冷剂吸收罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 345 | TI-41115 | 冷剂补充到冷剂吸罐 |  | ﹣15℃ | ﹣5℃ | -5-100℃ |  |  |  |  |  |
| 346 | TI-41116 | 冷剂补充到冷剂吸罐 | ﹣25℃ | ﹣25℃ |  | ﹣25-100℃ |  |  | ＞25℃ |  | XV-41123关闭、XV-41241关闭 |
| 347 | V-402 | PI-41107 | 乙烯储罐压力 |  | 0.1MPa | 0.15MPa | 0.15-1.52MPa | 1.52MPa | 1.54MPa | 1.59 |  |  |
| 348 | LI-41120 | 乙烯补给罐 | 10% |  | 15% | 15%-80% | 80% |  |  | 90% |  |
| 349 | TIT-41118 | 乙烯储罐温度 |  |  | ﹣75℃ | ﹣75-45℃ |  |  |  |  |  |
| 350 | FI-41113 | 乙烯到冷剂储罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 351 | HKIC-41124 | 乙烯去冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 352 | V-403 | PI-41202 | 丙烷储罐压力 |  |  | 0.20MPa | 0.21-1.495MPa | 1.50MPa | 1.65MPa | 1.672MPa |  |  |
| 353 | LI-41206 | 丙烷补给罐 | 10% |  | 15% | 16%—84% | 85% |  |  | 90% |  |
| 354 | PIC41201 | 丙烷气体到异戊烷补给罐 |  |  | 0.21MPa | 0.22-0.59MPa | 0.6MPa |  | 0.69MPa |  |  |
| 355 | V-404 | LI-41209 | 异戊烷补充罐 | 10% |  | 15% | 16%—79% | 80% |  |  | 90% |  |
| 356 | V-405 | FI-41210 | 丙烷到冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 357 | HV-41212 | 丙烷到冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 358 | V-406 | FI-41211 | 异戊烷到冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 359 | HV-41213 | 异戊烷到冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 360 | HV-41231 | 甲烷去冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 361 | HV-41214 | 吹扫气去冷剂吸入罐 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 362 | E-501 | PIC-60200 | 大罐压力 |  |  | 60mbar | 61mbar-167mbar | 168mbar | 185mbar | 200mbar |  |  |
| 363 | TI-51101 | 蒸发器到蒸发器换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 364 | TI-51107 | 蒸发器来自蒸发器压缩机 |  |  |  | ＜45℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 365 | PIC-51116 | 蒸发器到冷箱 |  | 1.8MPa | 2.0MPa | 2.1-2.3MPa | 2.4MPa | 2.6MPa | 3.0MPa |  |  |
| 366 | FQI-51117 | 蒸发器到冷箱累积流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 367 | FI-51117 | 蒸发器到冷箱实际流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 368 | TI-51109 | 蒸发器出口温度 |  |  |  | ＜50℃ | 50℃ |  |  |  |  |
| 369 | TIT-51132 | 温度变送器 |  |  |  | ＜66℃ |  | 66℃ |  |  |  |
| 370 | TIC-51102A | 蒸发器到蒸发器换热器 |  |  | -45℃ | >-45℃ |  |  |  |  |  |
| 371 | TIC-51102B | 蒸发器到蒸发器换热器 |  |  | -45℃ | >-45℃ |  |  |  |  |  |
| 372 | BOG机组 | XI-401 | 压缩机吸气端振动 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 373 | XI-402 | 压缩机排气端振动 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 374 | XI-403 | 电机轴承端振动 |  |  |  | 0-7gw | 7gw |  |  |  |  |
| 375 | XI-404 | 电机非轴承端振动 |  |  |  | 0-7gw | 7gw |  |  |  |  |
| 376 | TI-421 | 电机定子温度1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 377 | TI-422 | 电机定子温度2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 378 | TI-423 | 电机定子温度3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 379 | TI-427 | 电机轴承端温度 |  |  |  | ＜70℃ | 70℃ | 85℃ |  |  |  |
| 380 | TI-428 | 电机非轴承端温度 |  |  |  | ＜70℃ | 70℃ | 85℃ |  |  |  |
| 381 | XI-501 | 压缩机吸气端振动 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 382 | XI-502 | 压缩机排气端振动 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 383 | XI-503 | 电机轴承端振动 |  |  |  | 0-5gw | 5gw |  |  |  |  |
| 384 | XI-504 | 电机非轴承端振动 |  |  |  | 0-5gw | 5gw |  |  |  |  |
| 385 | TI-521 | 电机定子温度1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 386 | TI-522 | 电机定子温度2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 387 | TI-523 | 电机定子温度3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 388 | TI-527 | 电机轴承端温度 |  |  |  | ＜70℃ | 70℃ | 85℃ |  |  |  |
| 389 | TI-528 | 电机非轴承端温度 |  |  |  | ＜70℃ | 70℃ | 85℃ |  |  |  |
| 390 | C501 | PI-51103 | 蒸发器到低压蒸发器压缩机 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 391 | PI-404 | 吸气压力 |  |  |  | 100-135KPa |  |  |  |  |  |
| 392 | TI-401 | 吸气温度 |  | -50℃ | -45℃ | >-45℃ |  |  |  |  |  |
| 393 | ZI-401 | C501滑阀 |  |  |  | 0-100% |  |  |  |  |  |
| 394 | PI-403 | C501出口压力 |  |  |  | 580-635KPa |  |  |  |  |  |
| 395 | PI-401 | 蒸发器油压 |  |  |  | 350-550KPa |  |  |  |  |  |
| 396 | TI-402 | 排气温度 |  |  | 75℃ | 75-105℃ | 105℃ | 115℃ |  |  |  |
| 397 | V501 | TI-404 | 油分温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 398 | LI-401 | 油分油位 |  |  | 40% | 40%—80% |  |  |  |  |  |
| 399 | E502 | PI-402 | 过滤器压力 |  |  |  | 400-635KPa |  |  |  |  |  |
| 400 | TI-403 | 油温 |  |  |  | 10-75 ℃ | 75℃ | 80℃ |  |  |  |
| 401 | V503 | PV-51401 | 再生气脱除罐压力 |  |  | 3.4MPa | 3.45-5.15MPa | 5.2MPa |  | 6.0MPa |  |  |
| 402 | LI-51410 | 再生气脱除罐液位 | 15% | 15% | 25% | 0-70% | 70% | 85% | 15%～80% |  | 低联锁：LV-51410关闭 |
| 403 | LI-51409 | 再生气脱除罐液位 | 10% | 10% | 25% | 0-70% | 70% | 85% | 10%～80% |  | 低联锁：LV-51410关闭 |
| 404 | V504A | LI-51605 | 重烃罐A液位 | 10% | 10% |  | 0-80% |  | 80% | 10%～80% | 80% | 高联锁：XV-31208关闭 低联锁：P-503停 |
| 405 | V504B | LI-51615 | 重烃罐B液位 | 10% | 10% | 15% | 0-70% | 70% | 80% | 10%～80% | 80% | 高联锁：XV-31208关闭 低联锁：P-503停 |
| 406 | V504A/B | PV51601A/B | 重烃储罐压力 |  |  | 0.01MPa | 0.01-0.8MPa | 0.8MPa |  | 1.03MPa |  |  |
| 407 | V505 | LI-51705 | 燃料气脱除罐 |  |  |  | ＜70% | 70% | 80% |  |  |  |
| 408 | PI-51707A | 燃料气脱除罐压力 |  |  | 0.4MPa | 0.41-0.69MPa | 0.7MPa |  | 1.03MPa |  |  |
| 409 | PI-51707B | 燃料气脱除罐压力 |  |  | 0.3MPa | 0.31-0.69MPa | 0.7MPa | 0.8MPa | 1.03MPa |  |  |
| 410 | TI-71405 | 燃料气脱除罐温度 |  |  | 5.0℃ | 6℃-44℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 411 | V-21503 | PI-21512 | 液氮储罐压力 |  |  | 0.55MPa | 0.56MPa-1.24MPa | 1.25MPa |  | 1.6MPa |  |  |
| 412 | LI-21501 | 液氮储罐液位 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 413 | PI-71802 | 液氮管网压力 |  |  | 0.25MPa | 0.25-0.8MPa |  |  |  |  |  |
| 414 | FT21501N2 | 制氮机流量 |  |  | 40m3/h | 45m3/h-148m3/h |  |  |  |  |  |
| 415 | CD21501N2 | 制氮机氮气纯度 |  |  | 99.89% | ＞99.89% |  |  |  |  |  |
| 416 | PT21501N2 | 制氮机氮气压力 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 417 | DW21501N2 | 制氮机氮气露点 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 418 | FIQ-21504 | 氮气总管累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 419 | FI-21504 | 氮气管网流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 420 | PI-21511 | 氮气管网压力 |  | 0.5MPa | 0.55MPa | 0.55MPa-0.65MPa |  |  |  |  |  |
| 421 | 一体化加药 | LI-40201 | 一体化净水器杀菌剂液位 |  |  | 25% | 26%—100% |  |  |  |  |  |
| 422 | LI-40202 | 一体化净水器pac液位 |  |  | 25% | 26%—100% |  |  |  |  |  |
| 423 | AE-40202 | 一体化净水器进水 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 424 | AE-40203 | 一体化净水器产水 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 425 | p40202 | PI-40202 | 生产用水压力 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 426 | FI-40202 | 生产用水流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 427 | SCLJ-FT01 | 生产用水累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 428 | P40203 | PI-40203 | 生活用水压力 |  |  | 0.2bar | 0.2-0.4bar |  |  |  |  |  |
| 429 | SHLJ-FT01 | 生活用水累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 430 | FI-40203 | 生活用水流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 431 | 循环水 | LI-E40401A | 冷却塔风机A油位 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 432 | VI-E40401A | 冷却塔风机A振动 |  |  |  | 0-5.8mm/s | 5.8mm/s |  |  |  |  |
| 433 | TI-E40401A | 冷却塔风机A油温 |  |  |  | 15-78℃ | 78℃ |  |  |  |  |
| 434 | LI-E40401B | 冷却塔风机B油位 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 435 | VI-E40401B | 冷却塔风机B振动 |  |  |  | 0-5.8mm/s | 5.8mm/s |  |  |  |  |
| 436 | TI-E40401B | 冷却塔风机B油温 |  |  |  | 15-78℃ | 78℃ |  |  |  |  |
| 437 | FI-40401 | 循环水回水流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 438 | PI-40401 | 循环水回水压力 |  |  |  | ＜0.12map |  |  |  |  |  |
| 439 | TI-40401 | 循环水回水温度 |  |  | 25℃ | 26-43℃ | 45℃ |  |  |  |  |
| 440 | LI-40401 | 循环水池液位 |  |  | 78.20% | 78.5%—94% | 95% |  |  |  |  |
| 441 | FI-40402 | 循环水给水流量 |  |  |  | ＞1500kg/h |  |  |  |  |  |
| 442 | FIQ-40402 | 循环水给水累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 443 | FI-40405 | 循环水旁滤流量 |  |  |  | 0-300kg/h |  |  |  |  |  |
| 444 | PI-40405 | 循环水出水压力 |  |  | 0.25MPa | 0.35-0.46MPa |  |  | 0.7MPa |  |  |
| 445 | FI-40403 | 循环水出水流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 446 | TI-40404 | 循环水出水温度 |  |  | 20℃ | 20℃-37℃ | 37℃ |  |  |  |  |
| 447 | FIQ-40403 | 循环水出水累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 448 | 大罐 | TI-60235A | 储罐内部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 449 | TI-60235B | 储罐内部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 450 | TI-60235C | 储罐内部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 451 | TI-60235D | 储罐内部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 452 | TI-60235E | 储罐内部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 453 | TI-60235F | 储罐内部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 454 | TI-60236A | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 455 | TI-60236B | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 456 | TI-60236C | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 457 | TI-60236D | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 458 | TI-60236E | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 459 | TI-60236F | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 460 | TI-60236G | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 461 | TI-60236H | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 462 | TI-60236J | 储罐底部温度 |  |  | -170 | -170--150℃ | -150 |  | -185℃ |  |  |
| 463 | TI-60234A | 储罐夹层温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 464 | TI-60234B | 储罐夹层温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 465 | TI-60234C | 储罐夹层温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 466 | TI-60234D | 储罐夹层温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 467 | TI-60234E | 储罐夹层温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 468 | TI-60204 | 储罐液位产品温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 469 | TI-60204-1 | 储罐液位气相温度 |  |  | -80 | -80-45℃ |  |  |  |  |  |
| 470 | LI-60204 | 储罐液位 | 456mm | 756mm | 916mm | 2000—18500mm | 18500mm | 18700mm | 19022mm | 19000mm |  |
| 471 | LI-60205 | 储罐液位 | 456mm | 756mm | 916mm | 2000—18500mm | 18500mm | 18700mm | 19022mm | 19000mm |  |
| 472 | LI-60204A | 储罐液位 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 473 | LI-60205A | 产品液位 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 474 | DI-60208 | 储罐密度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 475 | DI-60208D | 产品密度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 476 | LI-60208A | 产品液位 |  | 756mm | 916mm | 2000—18500mm | 18500mm | 18700mm | 19022mm | 19000mm |  |
| 477 | PIC-60200 | 储罐压力 |  | 60mbar | 70mbar | 71-167mbar | 168mbar | 185mbar | 200mbar |  |  |
| 478 | PIC-60207 | 干气保护 |  | 60mbar | 70mbar | 71-169mbar | 170mbar | 180mbar |  |  |  |
| 479 | PI-60207 | PT-60207A/B/C模拟量3取2 |  | 50mbar | 60mbar | 61-169mbar | 170mbar | 180mbar |  |  |  |
| 480 | PI-60207A | 大罐压力 |  |  |  | 71-167mbar |  |  |  |  |  |
| 481 | PI-60207B | 大罐压力 |  |  |  | 71-167mbar | 175mbar | 180mbar |  |  |  |
| 482 | PI-60207C | 大罐压力 |  |  |  | 71-167mbar |  |  |  |  |  |
| 483 | 装车臂AF | LFIC60800A | 液化天然气到装车台A |  |  |  | 45-63m3/h | 65m3/h | 68m3/h |  |  |  |
| 484 | LFIC60800B | 液化天然气到装车台B |  |  |  | 45-63m3/h | 65m3/h | 68m3/h |  |  |  |
| 485 | LFIC60800C | 液化天然气到装车台C |  |  |  | 45-63m3/h | 65m3/h | 68m3/h |  |  |  |
| 486 | LFIC60800D | 液化天然气到装车台D |  |  |  | 45-63m3/h | 65m3/h | 68m3/h |  |  |  |
| 487 | LFIC60800E | 液化天然气到装车台E |  |  |  | 45-63m3/h | 65m3/h | 68m3/h |  |  |  |
| 488 | LFIC60800F | 液化天然气到装车台F |  |  |  | 45-63m3/h | 65m3/h | 68m3/h |  |  |  |
| 489 | FOI60800A | 装车臂A流量累计 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 490 | FOI60800B | 装车臂B流量累计 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 491 | FOI60800C | 装车臂C流量累计 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 492 | FOI60800D | 装车臂D流量累计 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 493 | FOI60800E | 装车臂E流量累计 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 494 | FOI60800F | 装车臂F流量累计 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 495 | 火炬 | F701/T101 | 冷火炬1号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 496 | F701/T102 | 冷火炬2号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 497 | F701/T103 | 冷火炬3号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 498 | F701/T104 | 冷火炬4号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 499 | F701/T201 | 热火炬1号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 500 | F701/T202 | 热火炬2号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 501 | F701/T203 | 热火炬3号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 502 | F701/T204 | 热火炬4号热电偶 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 503 | F701-PT01 | 热火炬压力信号 |  |  | 0 | 0-5KPa | 5KPa |  |  |  |  |
| 504 | F701-PT02 | 冷火炬压力信号 |  |  | 0 | 0-5KPa | 5KPa |  |  |  |  |
| 505 | V702 | LI-72108 | 热火炬分离罐 |  |  |  | ＜30℃ | 30% |  |  |  |  |
| 506 | TI-72105 | 热火炬分离罐温度 |  |  | 5℃ | 5-48℃ | 48℃ |  |  |  |  |
| 507 | V701 | LI-71208 | 冷火炬分离罐 |  | 30% | 35% | 35%-40% | 40% |  |  |  |  |
| 508 | TI-71205 | 冷火炬分离罐温度 |  |  | 5.0℃ | 5.0-48℃ | 48℃ |  |  |  |  |
| 509 | TI-72105-1 | 热火炬分离罐温度 |  |  | 10℃ | 10-60℃ | 60℃ |  |  |  |  |
| 510 | TI-72105-2 | 热火炬分离罐温度 |  |  | 10℃ | 10-60℃ | 60℃ |  |  |  |  |
| 511 | 仪表风 | PI-21506 | 压缩机空气总管压力 |  |  | 0.7MPa | 0.7-0.9MPa |  |  |  |  |  |
| 512 | PI-21505 | 仪表风空气总管压力 |  |  | 0.7MPa | 0.7-0.9MPa |  |  | 1MPa |  |  |
| 513 | FI-21502 | 仪表压缩空气总管流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 514 | 冷冻水 | PI-21509 | 冷冻水总管压力 |  |  | 0.3MPa | 0.3-0.6MPa |  |  |  |  |  |
| 515 | PI-21508 | 冷冻水供水总管压力 |  |  | 0.35MPa | 0.36-0.6MPa | 0.65MPa |  |  |  |  |
| 516 | TI-21501 | 冷冻水供水总管温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 517 | FI-21503 | 冷冻水回水流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 518 | PI-21513 | 脱盐水泵出口压力 |  |  | 0.1MPa | 0.15-0.54MPa | 0.55MPa |  |  |  |  |
| 519 | 消防水 | PI-10801 | 消防水压力 |  | 0.5MPa | 0.7MPa | 0.71-0.99MPa | 1.0MPa |  | 1.1MPa |  |  |
| 520 | LI-10801 | 消防水液位 |  | 38% | 70% | 75%-97% | 98% |  |  |  |  |
| 521 | 一体化 | FI-40201 | 一体化进水流量 |  |  | 50T/h | 55—120T/h | 180T/h |  |  |  |  |
| 522 | E306 | FI-32403 | 天然气从干燥器到开工换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 523 | PIC-31202B | 进重烃精馏塔天然气调节阀B |  |  |  | 4.5-5.0MPa | 5.0MPa |  |  |  |  |
| 524 | TIC-32404 | 进重烃精馏塔天然气温度 |  |  | —70℃ | —70--40℃ | —40℃ |  |  |  |  |
| 525 | TI-32405 | 温度变送器 |  | —20℃ | —5℃ | —5-45℃ |  |  |  |  |  |
| 526 | TI-32406 | 冷剂来至开工换热器 |  | —20℃ | —5℃ | —5-45℃ |  |  |  |  |  |
| 527 | TI-32408 | 冷剂到开工换热器 |  | —180℃ | —165℃ | —165-45℃ |  |  | -185℃ |  |  |
| 528 | E-309 | FIC-31211 | 天然气去重烃分离再沸器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 529 | TI-31221 | 天然气去冷箱 |  |  | —70℃ | -70--45℃ |  |  |  |  |  |
| 530 | TI-31214 | 天然气去重烃分离器 |  |  | -70℃ | -70--30℃ | -30℃ |  |  |  |  |
| 531 | T-302 | PIC-31202A | 进重烃精馏塔天然气调节阀A |  |  |  | 4.5-5.0MPa | 5.0MPa |  | 6.0MPa |  |  |
| 532 | FIC-31204 | 来自重烃分离器顶部的天然气 |  |  | 14936kg/h | 14936—40000kg/h |  |  |  |  |  |
| 533 | TIC-31210 | T302出口 |  |  | -80℃ | -80--30℃ | -30℃ |  |  |  |  |
| 534 | TI-31201 | 来自重烃分离器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 535 | TI-31220 | 重烃分离器T302中部 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 536 | TI-31209 | LCH去E-305重烃换热器 |  |  | -70℃ | -70--40℃ | -40℃ |  |  |  |  |
| 537 | TI-31218 | 重烃分离器T302上部 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 538 | FIC-31212 | 液态天然气去重烃分离器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 539 | LI-31203 | 重烃分离器液位 | 15% |  | 15% | 15%-85% |  |  | ＞15% |  | 液位低低联锁XV-31208关闭 |
| 540 | FI-31213 | 液态重烃去重烃换热器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 541 | PDI-31215 | 重烃分离器上部压差 |  |  |  | ＜5KPa | 5.0KPa |  |  |  |  |
| 542 | PDI-31216 | 重烃分离器中部压差 |  |  |  | ＜5KPa | 5.0KPa |  |  |  |  |
| 543 | 脱氮塔 | TI-31255 | 脱氮塔入口液化天然气温度 |  |  | -170℃ | -170--145℃ | -145℃ |  |  |  |  |
| 544 | TIC-31204 | 重烃分离器顶部天然气流量 |  |  | 14936kg/h | 14936—40000kg/h |  |  |  |  |  |
| 545 | FQI-31204 | 累计流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 546 | TI-31245 | 脱氮塔上部温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 547 | PDI31246 | 脱氮塔上部压差 |  |  |  | ＜1KPa | 1KPa |  |  |  |  |
| 548 | PDI31247 | 脱氮塔中部压差 |  |  |  | ＜1KPa | 1KPa |  |  |  |  |
| 549 | PI-31250 | 脱氮塔顶部压力 |  |  | 5KPa | 5KPa | 250KPa | 300KPa | 1.03MPa |  |  |
| 550 | TI-31251 | 脱氮塔顶部温度 |  |  |  | ＜38℃ | 38℃ |  |  |  |  |
| 551 | TI-31244 | 脱氮塔顶部温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 552 | TI-31243 | 脱氮塔上部温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 553 | TI-31242 | 脱氮塔中部温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 554 | TI-31241 | 再沸器去脱氮塔温度 |  |  | -170℃ | -170-38℃ | 38℃ |  |  |  |  |
| 555 | TIC-31252 | 温度变送器 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 556 | FI-31248 | V-305去脱氮塔流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 557 | TI-31249 | V-305去脱氮塔温度 |  |  | -175℃ | -175-40℃ | 40℃ |  |  |  |  |
| 558 | LI-31235 | 脱氮塔液位 | 10% |  |  | 10%-70% | 70% | 90% | 90% |  | 液位低低P-303停机 |
| 559 | LIC-31234 | 脱氮塔液位 |  | 10% | 20% | 20%-70% | 70% | 90% | 90% |  |  |
| 560 | TI-31238 | 脱氮塔液态天然气温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 561 | TI-31239 | 天然气去氮脱除再沸器温度 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 562 | FI-31240 | 天然气去氮脱除再沸器流量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 563 | TI-31260 | 氮脱除再沸器出口天然气温度 |  | -75℃ | -70℃ | -70-45℃ |  |  |  |  |  |
| 564 | P-601 | FIC-60301 | P-601A最小回流量 |  |  | 82m³ | >85m³ |  |  |  |  |  |
| 565 | PI-60305 | P-601A泵顶部氮气 |  |  |  | 5.5-7.9bar | 8Bar |  |  |  |  |
| 566 | PI-60306 | P-601A出口压力 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 567 | FI-60307 | P-601A最小流量回流 |  |  | 82m³ | >85m³ |  |  |  |  |  |
| 568 | VI-60314 | P-601A振动检测 |  |  |  | <41m/s2 | 41.4m/s2 | 69m/s2 |  |  |  |
| 569 | VI-60315 | P-601A振动检测 |  |  |  | <41m/s2 | 41.4m/s2 | 69m/s2 |  |  |  |
| 570 | VFD-60319 | P-601A变频器 |  |  |  | 60—110A | 138A |  |  |  |  |
| 571 | XZ-60319 | P-601A变频器控制 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 572 | FIC-60401 | P-601B最小回流量 |  |  | 82m³ | >85m³ |  |  |  |  |  |
| 573 | PI-60405 | P-601B泵顶部氮气 |  |  |  | 5.5-7.9bar | 8Bar |  |  |  |  |
| 574 | PI-60406 | P-601B出口压力 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 575 | FI-60407 | P-601B最小流量回流 |  |  | 82m³ | >85m³ |  |  |  |  |  |
| 576 | VI-60414 | P-601B振动检测 |  |  |  | <41m/s2 | 41.4m/s2 | 69m/s2 |  |  |  |
| 577 | VI-60415 | P-601B振动检测 |  |  |  | <41m/s2 | 41.4m/s2 | 69m/s2 |  |  |  |
| 578 | VFD-60419 | P-601B变频器 |  |  |  | 60—110A | 138A |  |  |  |  |
| 579 | XZ-60419 | P-601B变频器控制 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**附件八 能量平衡表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 能源名称及耗能工质名称 | | 购入储存 | | | 加工转换 | | | 输送分配 | 终端使用 | | | | | |
| 实物量 | 单位 | 当量值 | 锅炉 | 空压机 | 小计 | 照明 | 生产工艺 | 暖通 | 产品 | 其它 | 小计 |
| 输入能量 | 电力 | 10780.27 | 万kwh | 13249 | 11.7 | 128.7 | 140.4 | 13096.9 | 188.8 | 12300.7 | 54.2 |  | 6.5 | 12550.2 |
| 天然气（含杂质） | 33300 | 万m3 | 378154.8 | 4484 |  | 4484 | 373671 |  | 730 |  | 370595.5 | 12.6 | 371338.1 |
| 水 | 1.11 | 万t | 0.9 |  |  |  | 0.9 |  |  |  |  | 0.9 | 0.9 |
| 压缩空气 |  |  |  |  |  |  | 109.4 |  | 109.4 |  |  |  | 109.4 |
| 蒸汽 |  |  |  |  |  |  | 3821.6 |  | 3635.1 |  |  |  | 3635.1 |
|  | 合计 |  |  | 391405 | 4496 | 129 | 4624 | 390700 | 188.8 | 16775.2 | 54.2 | 370595.5 | 20.0 | 387633.7 |
| 有效能量 | 电力 |  |  | 13237.8 |  |  |  | 12550.2 | 151 | 11070.6 | 29.8 |  | 5.2 | 11256.6 |
| 天然气 |  |  | 378154.8 |  |  |  | 371338.1 |  | 620.5 |  | 370596 | 8.2 | 371224.2 |
| 水 |  |  | 0.9 |  |  |  | 0.9 |  |  |  |  | 0.9 | 0.9 |
| 压缩空气 |  |  |  |  | 109.4 | 109.4 | 109.4 |  | 93 |  |  |  | 93 |
| 蒸汽 |  |  |  | 3821.6 |  | 3821.6 | 3635.1 |  | 2181.1 |  |  |  | 2181.1 |
|  | 合计 |  |  | 391393.5 | 3821.6 | 109.4 | 3931 | 387633.7 | 151 | 13965.2 | 29.8 | 370595.5 | 14.3 | 384755.8 |
| 损失能量 | |  |  | 11.2 | 674.1 | 19.3 | 19.3 | 693.4 | 37.8 | 2810.0 | 24.4 | 0.0 | 5.7 | 2877.9 |
| 能量利用率（%） | | 能量利用率=384755.8/391404.7\*100%=89.89% | | | | | | | | | | | | |

**附件九 产品质量控制指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **质量要求** | | |
| **贫液类** | **常规类** | **富液类** |
| 甲烷，摩尔分数/% | ＞97.5 | 86.0～97.5 | 75.0～＜86.0 |
| C4+，烷烃摩尔分数/% | ≤2 | | |
| 二氧化碳含量，摩尔分数/% | ≤0.01 | | |
| 氮气摩尔分数/% | ≤1 | | |
| 氧气摩尔分数/% | ≤0.1 | | |
| 总硫含量（以硫计）a/(mg/m3) | ≤20 | | |
| 硫化氢含量a/(mg/m3) | ≤3.5 | | |
| 高位体积发热量/(MJ/m3) | ≥37.0且＜38.0 | ≥38.0且≤42.4 | ＞42.4 |

**附件十 产品能耗指标**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **指标值** |
| 电耗 | 512 kWh/t |
| 气耗 | 1519 kWh/t |
| 备注：产品能耗指标根据生产考核指标不定期调整 | |

**附件十一 物料平衡表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **流体名称** | | | **进气过滤分离器（V-101）原料气** | | **吸收塔出口冷却器（E-105）原料气** | | **胺吸收塔（T-101）原料气** | **吸收塔出口冷却器（E-105）出口气** | **胺液脱除罐（V-110）出口气体** | **分子筛过滤分离器（V-201）出口气相** | **胺吸收塔（T-101）出口富胺液** | **胺闪蒸罐（V-102）出口气相** | **富/贫胺液换热器（E-101）进口富胺液** | **胺汽提塔（T-102）进口富胺液** | **胺汽提塔（T-102）顶部出气** | **汽提塔回流罐（V-103）放空气** | **汽提塔（T-102）回流液** | **进胺再沸器（E-104）胺液** | **去贫胺液缓冲罐（V-104）贫胺液** |
| **流体参数MOLWt** | | **单位** | **101** | | **102** | | **103** | **104** | **105** | **106** | **107** | **108** | **109** | **110** | **111** | **112** | **113** | **114** | **115** |
|  | **蒸汽馏分** |  | 1.0000 | | 1.0000 | | 1.0000 | 1.0000 | 0.9986 | 1.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0010 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
|  | **温度** | **℃** | 22.0 | | 21.9 | | 40.0 | 49.5 | 33.6 | 33.6 | 74.0 | 73.8 | 73.8 | 98.9 | 97.0 | 48.9 | 48.9 | 122.4 | 123.7 |
|  | **压力** | **MPa** | 5.30 | | 5.27 | | 5.23 | 5.20 | 5.16 | 5.16 | 5.23 | 0.55 | 0.55 | 0.48 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.19 | 0.19 |
|  | **质量流量** | **kg/h** | 33531 | | 33531 | | 37375 | 35001 | 34949 | 34949 | 69501 | 48 | 69453 | 69453 | 6812 | 4698 | 2114 | 73291 | 64762 |
|  | **体积流量** | **m3/h** | 781 | | 786 | | 960 | 983 | 925 | 924 | 65 | 12 | 65 | 66 | 4079 | 1727 | 2 | 77 | 68 |
|  | **分子量** |  | 18.03 | | 18.03 | | 18.00 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 31.52 | 21.53 | 31.53 | 31.53 | 29.80 | 42.17 | 18.04 | 28.70 | 30.96 |
| **流体性质** | **质量流量** | **kg/h** |  | |  | |  |  | 52 |  | 69.501 |  | 69.453 | 69310 |  |  | 2114 | 73291 | 64762 |
| **体积流量** | **m3/h** |  | |  | |  |  | 0.1 |  | 65 |  | 65 | 66 |  |  | 2 | 77 | 68 |
| **密度** | **kg/m3** |  | |  | |  |  | 1002.4 |  | 1069.3 |  | 1068.7 | 1043.9 |  |  | 991.0 | 957.9 | 958.3 |
| **粘度** | **cP** |  | |  | |  |  | 0.740 |  | 2.100 |  | 2.110 | 1.158 |  |  | 0.560 | 0.600 | 0.680 |
| **导热系数** | **W/m-K** |  | |  | |  |  | 0.623 |  | 0.400 |  | 0.400 | 0.414 |  |  | 0.800 | 0.400 | 0.400 |
| **表面张力** | **dyne/cm** |  | |  | |  |  | 70.6 |  | 45.8 |  | 45.8 | 42.4 |  |  | 67.9 | 39.6 | 38.9 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** |  | |  | |  |  | 4.43 |  | 3.16 |  | 3.15 | 3.32 |  |  | 4.26 | 4.04 | 3.97 |
| **分子量** |  |  | |  | |  |  | 18.02 |  | 31.52 |  | 31.53 | 31.52 |  |  | 18.04 | 28.70 | 30.96 |
| **蒸汽性质** | **质量流量** | **kg/h** | 33.531 | | 33.531 | | 37.375 | 35.001 | 34.949 | 34.949 |  | 48 |  | 143 | 6812 | 4698 |  |  |  |
| **体积流量** | **m3/h** | 781 | | 786 | | 960 | 983 | 924 | 924 |  | 12 |  | 24 | 4079 | 1727 |  |  |  |
| **密度** | **kg/m3** | 42.947 | | 42.673 | | 38.934 | 35.601 | 37.804 | 37.804 |  | 4.140 |  | 6.034 | 1.670 | 2.720 |  |  |  |
| **粘度** | **cP** | 0.0127 | 0.0127 | | 0.0132 | | 0.0133 | 0.0129 | 0.0129 |  | 0.0100 |  | 0.0175 | 0.0200 | 0.0200 |  |  |  |
| **可压缩性** |  | 0.91 | 0.91 | | 0.93 | | 0.94 | 0.93 | 0.93 |  | 1.00 |  | 0.99 | 1.00 | 1.00 |  |  |  |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.037 | 0.036 | | 0.039 | | 0.040 | 0.038 | 0.038 |  | 0.00 |  | 0.023 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 2.41 | 2.40 | | 2.38 | | 2.46 | 2.47 | 2.47 |  | 1.84 |  | 1.05 | 1.25 | 0.91 |  |  |  |
| **分子量** |  | 18.03 | 18.03 | | 18.00 | | 17.28 | 17.28 | 17.28 |  | 21.53 |  | 38.28 | 29.80 | 42.17 |  |  |  |
| **组分** | **氦4.00** | **kgmole/h** | 1.77 | 1.77 | | 1.96 | | 1.96 | 1.96 | 1.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **氮28.01** | **kgmole/h** | 82.18 | 82.18 | | 91.27 | | 91.27 | 91.27 | 91.27 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **H2S34.08** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **氩39.95** | **kgmole/h** | 0.18 | 0.18 | | 0.20 | | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **CO244.01** | **kgmole/h** | 55.78 | 55.78 | | 55.78 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 109.46 | 0.37 | 109.10 | 109.10 | 103.61 | 103.51 | 0.10 | 7.85 | 5.54 |
| **SO264.06** | **kgmole/h** | 0.07 | 0.07 | | 0.07 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **甲烷16.04** | **kgmole/h** | 1673.51 | 1673.51 | | 1871.74 | | 1871.74 | 1871.74 | 1871.74 | 1.82 | 1.64 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **乙烷30.07** | **kgmole/h** | 23.46 | 23.46 | | 27.49 | | 27.49 | 27.49 | 27.49 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **乙烯28.05** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **丙烷44.10** | **kgmole/h** | 12.27 | 12.27 | | 15.37 | | 15.37 | 15.37 | 15.37 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **异丁烷58.12** | **kgmole/h** | 2.97 | 2.97 | | 3.77 | | 3.77 | 3.77 | 3.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **正丁烷58.12** | **kgmole/h** | 2.79 | 2.79 | | 3.51 | | 3.51 | 3.51 | 3.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **22-Mpropane72.15** | **kgmole/h** | 0.65 | 0.65 | | 0.81 | | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **异戊烷72.15** | **kgmole/h** | 1.17 | 1.17 | | 1.41 | | 1.41 | 1.41 | 1.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **正戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.43 | 0.43 | | 0.51 | | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **正己烷86.18** | **kgmole/h** | 1.00 | 1.00 | | 1.15 | | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **正庚烷100.21** | **kgmole/h** | 0.41 | 0.41 | | 0.46 | | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **正辛烷114.23** | **kgmole/h** | 0.07 | 0.07 | | 0.08 | | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **Mcyclopentan84.16** | **kgmole/h** | 0.13 | 0.13 | | 0.14 | | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **苯78.11** | **kgmole/h** | 0.06 | 0.06 | | 0.07 | | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **环己烷84.16** | **kgmole/h** | 0.09 | 0.09 | | 0.10 | | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **H2O18.02** | **kgmole/h** | 0.27 | 0.27 | | 0.63 | | 5.35 | 5.35 | 2.48 | 1784.22 | 0.13 | 1784.09 | 1784.09 | 124.83 | 7.70 | 117.12 | 2234.62 | 1776.83 |
| **CS-2020105.00** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 309.55 | 0.00 | 309.55 | 309.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 311.45 | 309.57 |
| **合计** | | **kgmole/h** | 1859.27 | 1859.27 | | 2076.50 | | 2025.38 | 2025.38 | 2022.51 | 2205.16 | 2.22 | 2202.94 | 2202.94 | 228.63 | 111.41 | 117.22 | 2553.91 | 2091.94 |
| **流体名称** | | | **富/贫胺液换热器（E-101）贫胺液** | **胺冷却器（E-103）贫胺液** | | **贫胺过滤器/旁路出口** | | **贫胺过滤器** | **贫胺过滤器进口** | **吸收塔（T-101）进口贫胺液** | **脱水器（V-202A/B）进口气相** | **碳尘过滤器（F-202A/B）进口气相** | **液化气相** | **再生气加热炉（H-201）进口气相** | **再生气加热炉（H-201）废水** | **再生气分离器（V-203）进口再生气** | **再生气分离罐（V-503）进口气相** | **再生气分离器（V-203）出口再生气** | **冷剂换热器（E-301）进口气相** |
| **流体参数MOLWt** | | **单位** | **116** | **117** | | **118** | | **119** | **120** | **121** | **201** | **202** | **203** | **204** | **205** | **206** | **207** | **208** | **301** |
|  | **蒸汽馏分** |  | 0.0000 | 0.0000 | | 0.0000 | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.8841 | 1.0000 | 0.0000 | 1.0000 |
|  | **温度** | **℃** | 123.7 | 100.1 | | 48.9 | | 48.9 | 48.9 | 49.3 | 33.4 | 33.2 | 33.2 | 33.2 | 290.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 23.9 |
|  | **压力** | **MPa** | 0.77 | 0.72 | | 0.60 | | 0.49 | 5.30 | 5.13 | 4.96 | 4.96 | 4.96 | 4.89 | 4.82 | 4.82 | 4.82 | 4.82 | 4.89 |
|  | **质量流量** | **kg/h** | 64,978 | 64,978 | | 64,978 | | 51,982 | 12,996 | 64,978 | 34,949 | 34,950 | 31,050 | 3,855 | 3,855 | 4,390 | 3,862 | 528 | 31,050 |
|  | **体积流量** | **m3/h** | 68 | 66 | | 64 | | 51 | 13 | 64 | 931 | 963 | 857 | 106 | 216 | 114 | 113 | 0.5 | 834 |
|  | **分子量** |  | 30.96 | 30.96 | | 30.96 | | 30.96 | 30.96 | 30.89 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.37 | 17.28 | 18.02 | 17.28 |
| **流体性质** | **质量流量** | **kg/h** | 64,978 | 64,978 | | 64,978 | | 51,982 | 12,996 | 64,978 |  |  |  |  |  | 528 |  | 528 |  |
| **体积流量** | **m3/h** | 68 | 66 | | 64 | | 51 | 13 | 64 |  |  |  |  |  | 0.5 |  | 0.5 |  |
| **密度** | **kg/m3** | 958.3 | 979.4 | | 1022.8 | | 1022.8 | 1022.8 | 1022.3 |  |  |  |  |  | 997.4 |  | 997.4 |  |
| **粘度** | **cP** | 0.680 | 1.020 | | 3.920 | | 3.920 | 3.920 | 3.830 |  |  |  |  |  | 0.651 |  | 0.651 |  |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.400 | 0.400 | | 0.400 | | 0.400 | 0.400 | 0.400 |  |  |  |  |  | 0.632 |  | 0.632 |  |
| **表面张力** | **dyne/cm** | 38.9 | 42.2 | | 49.0 | | 49.0 | 49.0 | 48.9 |  |  |  |  |  | 4.43 |  | 89.5 |  |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 3.97 | 3.76 | | 3.45 | | 3.45 | 3.45 | 3.45 |  |  |  |  |  | 18.02 |  | 4.43 |  |
| **分子量** |  | 30.96 | 30.96 | | 30.96 | | 30.96 | 30.96 | 30.89 |  |  |  |  |  |  |  | 18.02 |  |
| **蒸汽性质** | **质量流量** | **kg/h** |  |  | |  | |  |  |  | 34,949 | 34,905 | 31,050 | 3,855 | 3,855 | 3,862 | 3,862 |  | 31,050 |
| **体积流量** | **m3/h** |  |  | |  | |  |  |  | 931 | 963 | 857 | 106 | 216 | 113 | 113 |  | 834 |
| **密度** | **kg/m3** |  |  | |  | |  |  |  | 37.555 | 36.244 | 36.244 | 36.244 | 17.841 | 34.167 | 34.167 |  | 37.230 |
| **粘度** | **cP** |  |  | |  | |  |  |  | 0.0129 | 0.0128 | 0.0128 | 0.0128 | 0.0128 | 0.0194 | 0.0130 |  | 0.0125 |
| **可压缩性** |  |  |  | |  | |  |  |  | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 1.01 | 0.94 | 0.94 |  | 0.92 |
| **导热系数** | **W/m-K** |  |  | |  | |  |  |  | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.077 | 0.039 | 0.039 |  | 0.037 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** |  |  | |  | |  |  |  | 2.47 | 2.46 | 2.46 | 2.48 | 3.01 | 2.44 | 2.44 |  | 2.46 |
| **分子量** |  |  |  | |  | |  |  |  | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 17.28 |  | 17.28 |
| **组分** | **氦4.00** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.96 | 1.96 | 1.74 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 1.74 |
| **氮28.01** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 91.27 | 91.27 | 81.19 | 10.08 | 10.08 | 10.08 | 10.08 | 0.00 | 81.19 |
| **H2S34.08** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **氩39.95** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.20 | 0.18 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.18 |
| **CO244.01** | **kgmole/h** | 5.54 | 5.54 | | 5.54 | | 4.43 | 1.11 | 5.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **SO264.06** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **甲烷16.04** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1871.74 | 1871.74 | 1665.02 | 206.72 | 206.72 | 206.72 | 206.72 | 0.00 | 1665.01 |
| **乙烷30.07** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.49 | 27.49 | 24.45 | 3.04 | 3.04 | 3.04 | 3.04 | 0.00 | 24.45 |
| **乙烯28.05** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **丙烷44.10** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.37 | 15.37 | 13.67 | 1.70 | 1.70 | 1.70 | 1.70 | 0.00 | 13.67 |
| **异丁烷58.12** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.77 | 3.77 | 3.35 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.00 | 3.35 |
| **正丁烷58.12** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.51 | 3.51 | 3.12 | 0.39 | 0.39 | 0.39 | 0.39 | 0.00 | 3.12 |
| **22-Mpropane72.15** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.81 | 0.81 | 0.72 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.00 | 0.72 |
| **异戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.41 | 1.41 | 1.25 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.00 | 1.25 |
| **正戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.51 | 0.51 | 0.45 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.45 |
| **正己烷86.18** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.15 | 1.15 | 1.02 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.00 | 1.02 |
| **正庚烷100.21** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 0.46 | 0.41 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.41 |
| **正辛烷114.23** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.07 |
| **Mcyclopentan84.16** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.13 |
| **苯78.11** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.06 |
| **环己烷84.16** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.09 |
| **H2O18.02** | **kgmole/h** | 1788.83 | 1788.83 | | 1788.83 | | 1431.07 | 357.77 | 1788.83 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.71 | 0.41 | 29.3 | 0.00 |
| **CS-2020105.00** | **kgmole/h** | 309.57 | 309.57 | | 309.57 | | 247.65 | 61.91 | 309.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **合计** | | **kgmole/h** | 2,103.94 | 2,103.94 | | 2,103.94 | | 1,683.15 | 420.79 | 2.,103.94 | 2,022.51 | 2,020,03 | 1,796.93 | 223.10 | 223.10 | 252.81 | 223.51 | 29.3 | 1,796.92 |
| **流体名称** | | | **冷剂换热器中部（E-301）出口气相** | **冷剂换热器（E-301）进口气相** | | **脱氮塔再沸器（E-307）进口气相** | | **冷剂换热器（E-301）出口气相** | **脱氮塔（T-301）进口气相** | **液化天然气输送泵（P-303A/B）进口气相** | **储罐进口气相** | **脱氮塔再沸器（E-307）出口气相** | **重烃精馏塔（T-302）进口气相** | **高压重烃换热器（E-305）进口重烃气** | **重烃分离器（V-309）进口重烃气** | **再生气分离罐（V-503）进口重烃气相** | **重烃储罐（V-504）进口重烃气** | **冷剂换热器（E-301）进口蒸发气** | **冷剂换热器（E-301）出口蒸发气液相** |
| **流体参数MOLWt** | | **单位** | **302** | **303** | | **304** | | **305** | **306** | **307** | **308** | **309** | **310** | **311** | **312** | **313** | **314** | **315** | **316** |
|  | **蒸汽馏分** |  | 0.9798 | 1.0000 | | 0.0000 | | 0.0000 | 0.0898 | 0.0000 | 0.0097 | 0.0099 | 0.0000 | 0.0000 | 0.6440 | 1.0000 | 0.4684 | 1.0000 | 0.0032 |
|  | **温度** | **℃** | -65.5 | -66.0 | | -163.3 | | -154.4 | -163.3 | -162.6 | -163.5 | -162.6 | -154.3 | -65.7 | 27.0 | 26.9 | 27.0 | -54.8 | -154.4 |
|  | **压力** | **MPa** | 4.78 | 4.73 | | 0.13 | | 4.7 | 0.13 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 4.90 | 4.76 | 4.73 | 4.70 | 0.70 | 2.41 | 2.38 |
|  | **质量流量** | **kg/h** | 31,050 | 29,874 | | 29,683 | | 29,874 | 29,872 | 29,337 | 29,337 | 29,683 | 2 | 1,178 | 1,178 | 515 | 663 | 5,667 | 5,667 |
|  | **体积流量** | **m3/h** | 423 | 425 | | 68 | | 68 | 1156 | 67 | 199 | 190 | 0.004 | 2 | 12 | 11 | 21 | 186 | 11 |
|  | **分子量** |  | 17.28 | 16.97 | | 16.65 | | 16.97 | 16.97 | 16.62 | 16.62 | 16.65 | 16.97 | 31.84 | 31.84 | 21.57 | 50.47 | 21.16 | 21.16 |
| **流体性质** | **质量流量** | **kg/h** | 1,160 |  | | 29,683 | | 29,874 | 26,729 | 29,337 | 29,008 | 29.337 | 2 | 1,178 | 664 |  | 453 |  | 5,652 |
| **体积流量** | **m3/h** | 2 |  | | 68 | | 68 | 61 | 67 | 66 | 67 | 0.004 | 2 | 1 |  | 1 |  | 11 |
| **密度** | **kg/m3** | 504.2 |  | | 439.3 | | 438.3 | 440.0 | 437.4 | 438.2 | 437.4 | 438.3 | 503.9 | 521.8 |  | 596.4 |  | 523.2 |
| **粘度** | **cP** | 0.134 |  | | 0.122 | | 0.102 | 0.123 | 0.121 | 0.123 | 0.121 | 0.102 | 0.134 | 0.127 |  | 0.197 |  | 0.078 |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.093 |  | | 0.196 | | 0.181 | 0.196 | 0.195 | 0.197 | 0.195 | 0.181 | 0.093 | 0.089 |  | 0.097 |  | 0.140 |
| **表面张力** | **dyne/cm** | 8.3 |  | | 12.9 | | 10.9 | 12.9 | 12.8 | 13.0 | 12.8 | 10.9 | 8.3 | 8.4 |  | 12.2 |  | 7.2 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 2.57 |  | | 3.53 | | 3.45 | 3.52 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.45 | 2.57 | 2.60 |  | 2.37 |  | 3.03 |
| **分子量** |  | 31.88 |  | | 16.65 | | 16.97 | 16.69 | 16.62 | 16.59 | 16.62 | 16.97 | 31.83 | 50.39 |  | 64.92 |  | 21.17 |
| **蒸汽性质** | **质量流量** | **kg/h** | 29,890 | 29,874 | |  | |  | 3,143 |  | 329 | 347 |  |  | 514 | 515 | 210 | 5,667 | 15 |
| **体积流量** | **m3/h** | 420 | 425 | |  | |  | 1,095 |  | 133 | 123 |  |  | 11 | 11 | 21 | 186 | 0.3 |
| **密度** | **kg/m3** | 71.115 | 70.280 | |  | |  | 2.869 |  | 2.471 | 2.813 |  |  | 48.150 | 47.776 | 10.204 | 30.387 | 45.262 |
| **粘度** | **cP** | 0.0105 | 0.0105 | |  | |  | 0.0053 |  | 0.0050 | 0.0052 |  |  | 0.0127 | 0.0127 | 0.0101 | 0.0111 | 0.0094 |
| **可压缩性** |  | 0.66 | 0.66 | |  | |  | 0.97 |  | 0.97 | 0.97 |  |  | 0.85 | 0.85 | 0.94 | 0.93 | 0.92 |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.030 | 0.029 | |  | |  | 0.010 |  | 0.010 | 0.010 |  |  | 0.035 | 0.035 | 0.024 | 0.024 | 0.030 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 4.00 | 3.97 | |  | |  | 1.65 |  | 1.72 | 1.69 |  |  | 2.51 | 2.51 | 1.89 | 1.70 | 1.81 |
| **分子量** |  | 16.98 | 16.97 | |  | |  | 19.89 |  | 19.29 | 19.61 |  |  | 21.57 | 21.57 | 34.07 | 21.16 | 17.22 |
| **组分** | **氦4.00** | **kgmole/h** | 1.74 | 1.74 | | 0.00 | | 1.74 | 1.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.65 | 1.65 |
| **氮28.01** | **kgmole/h** | 81.19 | 80.91 | | 32.61 | | 80.91 | 80.91 | 27.36 | 27.36 | 32.61 | 0.00 | 0.28 | 0.28 | 0.26 | 0.02 | 115.61 | 115.61 |
| **H2S34.08** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **氩39.95** | **kgmole/h** | 0.18 | 0.18 | | 0.12 | | 0.18 | 0.18 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 0.27 |
| **CO244.01** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **SO264.06** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **甲烷16.04** | **kgmole/h** | 1665.01 | 1643.32 | | 1716.38 | | 1643.32 | 1643.23 | 1703.96 | 1703.96 | 1716.38 | 0.09 | 21.78 | 21.78 | 19.01 | 2.77 | 150.28 | 150.28 |
| **乙烷30.07** | **kgmole/h** | 24.45 | 22.04 | | 22.04 | | 22.04 | 22.04 | 22.04 | 22.04 | 22.04 | 0.00 | 2.41 | 2.41 | 1.55 | 0.86 | 0.00 | 0.00 |
| **乙烯28.05** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **丙烷44.10** | **kgmole/h** | 13.67 | 9.08 | | 9.08 | | 9.08 | 9.08 | 9.08 | 9.08 | 9.08 | 0.00 | 4.59 | 4.59 | 0.49 | 2.76 | 0.00 | 0.00 |
| **异丁烷58.12** | **kgmole/h** | 3.35 | 1.38 | | 1.38 | | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 0.00 | 1.98 | 1.98 | 0.43 | 1.49 | 0.00 | 0.00 |
| **正丁烷58.12** | **kgmole/h** | 3.12 | 0.95 | | 0.95 | | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.00 | 2.16 | 2.16 | 0.09 | 1.74 | 0.00 | 0.00 |
| **22-Mpropane72.15** | **kgmole/h** | 0.72 | 0.18 | | 0.18 | | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.00 | 0.53 | 0.53 | 0.11 | 0.45 | 0.00 | 0.00 |
| **异戊烷72.15** | **kgmole/h** | 1.25 | 0.15 | | 0.15 | | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.00 | 1.10 | 1.10 | 0.04 | 0.98 | 0.00 | 0.00 |
| **正戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.45 | 0.04 | | 0.04 | | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.41 | 0.41 | 0.04 | 0.37 | 0.00 | 0.00 |
| **正己烷86.18** | **kgmole/h** | 1.02 | 0.03 | | 0.03 | | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.96 | 0.00 | 0.00 |
| **正庚烷100.21** | **kgmole/h** | 0.41 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 |
| **正辛烷114.23** | **kgmole/h** | 0.07 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| **Mcyclopentan84.16** | **kgmole/h** | 0.13 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.13 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |
| **苯78.11** | **kgmole/h** | 0.06 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| **环己烷84.16** | **kgmole/h** | 0.09 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 |
| **H2O18.02** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **CS-2020105.00** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **合计** | | **kgmole/h** | 1,796.92 | 1,760.03 | | 1,782.98 | | 1,760.03 | 1,759.93 | 1,765.3 | 1,765.3 | 1,782.98 | 0.10 | 36.99 | 36.99 | 23.86 | 13.13 | 267.81 | 267.81 |
| **流体名称** | | | **蒸发气闪蒸罐（V-305）蒸发气液相** | **氢气加热器（E-308）进口富氮气** | | **富氮气排放口** | | **脱氮塔（T-301）进口蒸发气液相** | **脱氮塔（T-302）出口气相** | **低压重烃换热器（E-304）进口冷剂** | **氢气加热器（E-308）出口气相** | **脱氮塔再沸器（E-307）进口气相** | **脱氮塔再沸器（E-307）出口气相** | **JT阀前冷剂组分** | **JT阀后冷剂组分** | **冷剂吸入罐（V-301）进口冷剂** | **冷剂压缩机（C-301）一段吸气** | **冷剂压缩机（C-301）一段排气** | **冷剂压缩机段间冷却器** |
| **流体参数MOLWt** | | **单位** | **317** | **318** | | **319** | | **320** | **321** | **322** | **323** | **324** | **325** | **351** | **352** | **352** | **354** | **355** | **356** |
|  | **蒸汽馏分** |  | 0.2996 | 1.0000 | | 1.0000 | | 1.0000 | 0.1281 | 1.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0780 | 1.0000 | 1.0000 | 0.8897 |
|  | **温度** | **℃** | -169.0 | -169.0 | | 20.0 | | 20.0 | -180.6 | -168.6 | 36.2 | 33.2 | 33.2 | 16.0 | -154.4 | -157.0 | 21.8 | 107.3 | 36.0 |
|  | **压力** | **MPa** | 0.40 | 0.40 | | 0.37 | | 0.37 | 0.13 | 0.11 | 4.11 | 4.96 | 4.96 | 4.92 | 3.91 | 0.32 | 0.28 | 1.28 | 1.22 |
|  | **质量流量** | **kg/h** | 5,997 | 2,223 | | 2,223 | | 2,223 | 3,774 | 4,309 | 79,303 | 26,283 | 4,767 | 4,767 | 165,762 | 165.762 | 165.762 | 165,72 | 165,762 |
|  | **体积流量** | **m3/h** | 176 | 169 | | 564 | | 564 | 154 | 1434 | 154 | 725 | 132 | 122 | 245 | 1283 | 41063 | 11240 | 8334 |
|  | **分子量** |  | 21.16 | 26.18 | | 26.18 | | 26.18 | 19.01 | 22.32 | 50.91 | 17.28 | 17.28 | 17.28 | 34.91 | 34.91 | 34.91 | 34.91 | 34.91 |
| **流体性质** | **质量流量** | **kg/h** | 3,774 |  | |  | | 3,092 |  | 79,303 |  |  |  | 165,762 | 15,150 |  |  |  | 33,328 |
| **体积流量** | **m3/h** | 7 |  | |  | | 6 |  | 154 |  |  |  | 245 | 232 |  |  |  | 358 |
| **密度** | **kg/m3** | 510.5 |  | |  | | 501.4 |  | 516.4 |  |  |  | 675.5 | 672.7 |  |  |  | 578.4 |
| **粘度** | **cP** | 0.117 |  | |  | | 0.161 |  | 0.111 |  |  |  | 0.738 | 0.931 |  |  |  | 0.161 |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.188 |  | |  | | 0.212 |  | 0.087 |  |  |  | 0.189 | 0.201 |  |  |  | 0.094 |
| **表面张力** | **dyne/cm** | 12.1 |  | |  | | 15.2 |  | 7.2 |  |  |  | 21.9 | 23.8 |  |  |  | 10.6 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 3.09 |  | |  | | 3.2 |  | 2.66 |  |  |  | 1.92 | 1.91 |  |  |  | 2.45 |
| **分子量** |  | 19.01 |  | |  | | 17.87 |  | 50.91 |  |  |  | 34.91 | 35.67 |  |  |  | 63.63 |
| **蒸汽性质** | **质量流量** | **kg/h** | 2,223 | 2,223 | | 2,223 | | 682 | 4.309 |  | 2.283 | 4,767 | 4,767 |  | 9,611 | 165,762 | 165,762 | 165,762 | 132,434 |
| **体积流量** | **m3/h** | 169 | 169 | | 564 | | 148 | 1,434 |  | 725 | 132 | 122 |  | 1,051 | 41,063 | 41,063 | 11,240 | 8,276 |
| **密度** | **kg/m3** | 13.155 | 13.155 | | 3.943 | | 4.598 | 3.005 |  | 36.244 | 36.244 | 38.967 |  | 9.147 | 4.037 | 4.037 | 14.747 | 16.002 |
| **粘度** | **cP** | 0.0069 | 0.0069 | | 0.0170 | | 0.0060 | 0.0055 |  | 0.0128 | 0.0128 | 0.0123 |  | 0.0072 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0135 | 0.0114 |
| **可压缩性** |  | 0.92 | 0.92 | | 1.00 | | 0.97 | 0.97 |  | 0.93 | 0.93 | 0.91 |  | 0.95 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.93 |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.011 | 0.011 | | 0.027 | | 0.009 | 0.010 |  | 0.038 | 0.038 | 0.036 |  | 0.012 | 0.022 | 0.022 | 0.032 | 0.025 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 1.24 | 1.24 | | 1.14 | | 1.15 | 1.43 |  | 2.46 | 2.46 | 2.48 |  | 1.22 | 1.68 | 1.68 | 2.04 | 1.82 |
| **分子量** |  | 26.18 | 26.18 | | 26.18 | | 26.82 | 22.32 |  | 17.28 | 17.26 | 17.28 |  | 25.94 | 34.91 | 34.91 | 34.91 | 31.35 |
| **组分** | **氦4.00** | **kgmole/h** | 1.74 | 1.74 | | 1.74 | | 0.00 | 1.74 |  | 1.47 | 0.27 | 0.27 |  |  |  |  |  |  |
| **氮28.01** | **kgmole/h** | 122.34 | 73.44 | | 73.44 | | 48.91 | 102.45 |  | 68.72 | 12.46 | 12.46 |  |  |  |  |  |  |
| **H2S34.08** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |
| **氩39.95** | **kgmole/h** | 0.29 | 0.11 | | 0.11 | | 0.18 | 0.25 |  | 0.15 | 0.03 | 0.03 |  |  |  |  |  |  |
| **CO244.01** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |
| **SO264.06** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |
| **甲烷16.04** | **kgmole/h** | 159.03 | 9.62 | | 9.62 | | 149.40 | 88.7 |  | 1409.39 | 255.63 | 255.63 |  |  |  |  |  |  |
| **乙烷30.07** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 20.70 | 3.75 | 3.75 |  |  |  |  |  |  |
| **乙烯28.05** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |
| **丙烷44.10** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 11.57 | 2.10 | 2.10 |  |  |  |  |  |  |
| **异丁烷58.12** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 2.84 | 0.51 | 0.51 |  |  |  |  |  |  |
| **正丁烷58.12** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 2.64 | 0.48 | 0.48 |  |  |  |  |  |  |
| **22-Mpropane72.15** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.61 | 0.11 | 0.11 |  |  |  |  |  |  |
| **异戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 1.06 | 0.19 | 0.19 |  |  |  |  |  |  |
| **正戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.38 | 0.07 | 0.07 |  |  |  |  |  |  |
| **正己烷86.18** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.86 | 0.16 | 0.16 |  |  |  |  |  |  |
| **正庚烷100.21** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.34 | 0.06 | 0.06 |  |  |  |  |  |  |
| **正辛烷114.23** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.06 | 0.01 | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **Mcyclopentan84.16** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.11 | 0.02 | 0.02 |  |  |  |  |  |  |
| **苯78.11** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.05 | 0.01 | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **环己烷84.16** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.08 | 0.01 | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **H2O18.02** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |
| **CS-2020105.00** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |
| **合计** | | **kgmole/h** | 283.40 | 84.9 | | 84.9 | | 198.49 | 193.11 | 1,557.74 | 1,521.05 | 275.88 | 275.88 | 4,748.00 | 4,748.00 | 4,748.00 | 4,748.00 | 4,748.00 | 4,748.00 |
| **流体名称** | | | **段间冷剂泵（P-301A/B）进口** | **段间冷剂泵（P-301A/B）出口** | | **冷剂压缩机（C-301）二段吸气** | | **冷剂压缩机（C-301）二段排气** | **冷剂冷凝器（E-303）进口冷剂** | **冷剂冷凝器（E-303）** | **冷剂换热器（E-301）进口冷剂气相** | **冷剂泵（P-303A/B）进气** | **冷剂换热器（E-301）进口冷剂液相** | **液化天然气储罐出口蒸发气** | **蒸发气换热器（E-501）进口气相** | **低压蒸发气换热器（C-501）进口气相** | **蒸发气换热器（E-501）进口高压气相** | **冷剂换热器（E-301）进口高压蒸发气** | **再生气分离罐（V-503）出口气相** |
| **流体参数MOLWt** | | **单位** | **357** | **358** | | **359** | | **360** | **361** | **362** | **363** | **364** | **365** | **501** | **502** | **503** | **504** | **505** | **506** |
|  | **蒸汽馏分** |  | 0.0000 | 0.0000 | | 1.0000 | | 1.0000 | 0.9586 | 0.6719 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0004 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
|  | **温度** | **℃** | 36.0 | 38.0 | | 36.0 | | 113.2 | 82.9 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 36.1 | -162.8 | -140.0 | -40.0 | 35.9 | -54.8 | 37.8 |
|  | **压力** | **MPa** | 1.22 | 1.22 | | 1.22 | | 4.00 | 4.00 | 3.94 | 3.94 | 3.94 | 3.94 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 2.44 | 2.41 | 4.70 |
|  | **质量流量** | **kg/h** | 33,328 | 33,328 | | 132,434 | | 132,434 | 165,762 | 165,762 | 86,459 | 79,303 | 79,303 | 1,687 | 5,997 | 5,997 | 5,997 | 5,997 | 4,377 |
|  | **体积流量** | **m3/h** | 58 | 57 | | 8276 | | 3055 | 2801 | 1907 | 1754 | 153 | 154 | 761 | 2924 | 5288 | 294 | 197 | 127 |
|  | **分子量** |  | 63.63 | 63.63 | | 31.35 | | 31.35 | 34.91 | 34.91 | 27.10 | 50.91 | 50.91 | 18.69 | 21.16 | 21.16 | 21.16 | 21.16 | 17.69 |
| **流体性质** | **质量流量** | **kg/h** | 33,328 | 33,328 | |  | |  | 11,271 | 79,303 |  | 79,303 | 79,284 |  |  |  |  |  |  |
| **体积流量** | **m3/h** | 58 | 57 | |  | |  | 24 | 153 |  | 153 | 153 |  |  |  |  |  |  |
| **密度** | **kg/m3** | 578.4 | 581.0 | |  | |  | 476.7 | 516.7 |  | 516.7 | 516.6 |  |  |  |  |  |  |
| **粘度** | **cP** | 0.161 | 0.159 | |  | |  | 0.087 | 0.112 |  | 0.112 | 0.111 |  |  |  |  |  |  |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.094 | 0.093 | |  | |  | 0.077 | 0.087 |  | 0.087 | 0.087 |  |  |  |  |  |  |
| **表面张力** | **dyne/cm** | 10.6 | 10.5 | |  | |  | 5.3 | 7.2 |  | 7.2 | 7.2 |  |  |  |  |  |  |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 2.45 | 2.43 | |  | |  | 2.99 | 2.67 |  | 2.67 | 2.67 |  |  |  |  |  |  |
| **分子量** |  | 63.63 | 63.63 | |  | |  | 57.32 | 50.91 |  | 50.91 | 50.92 |  |  |  |  |  |  |
| **蒸汽性质** | **质量流量** | **kg/h** |  |  | | 132,434 | | 132,434 | 154,490 | 86,459 | 86,459 |  | 19 | 1.687 | 5,997 | 5,997 | 5,997 | 5,997 | 4,337 |
| **体积流量** | **m3/h** |  |  | | 8,276 | | 3,055 | 2,777 | 1,754 | 1,754 |  | 0.4 | 760.7 | 2,924.4 | 5,288 | 294 | 197 | 127 |
| **密度** | **kg/m3** |  |  | | 16.002 | | 43.347 | 55.630 | 49.300 | 49.300 |  | 49.305 | 2.218 | 2.051 | 1.134 | 20.413 | 30.387 | 34.543 |
| **粘度** | **cP** |  |  | | 0.0114 | | 0.0151 | 0.0142 | 0.0130 | 0.0130 |  | 0.0130 | 0.0050 | 0.0066 | 0.0111 | 0.0145 | 0.0111 | 0.0129 |
| **可压缩性** |  |  |  | | 0.93 | | 0.90 | 0.82 | 0.84 | 0.84 |  | 0.84 | 0.97 | 0.99 | 1.00 | 0.98 | 0.93 | 0.93 |
| **导热系数** | **W/m-K** |  |  | | 0.025 | | 0.036 | 0.033 | 0.030 | 0.030 |  | 0.030 | 0.010 | 0.013 | 0.023 | 0.033 | 0.024 | 0.038 |
| **质量热容** | **kj/kg-K** |  |  | | 1.82 | | 2.20 | 2.27 | 2.11 | 2.11 |  | 2.11 | 1.78 | 1.50 | 1.51 | 1.65 | 1.70 | 2.43 |
| **分子量** |  |  |  | | 31.35 | | 31.35 | 33.94 | 27.10 | 27.10 |  | 27.12 | 18.69 | 21.16 | 21.16 | 21.16 | 21.16 | 17.69 |
| **组分** | **氦4.00** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 0.22 |
| **氮28.01** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 19.89 | 122.34 | 122.34 | 122.34 | 122.34 | 10.34 |
| **H2S34.08** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **氩39.95** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.04 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.02 |
| **CO244.01** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **SO264.06** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **甲烷16.04** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 70.35 | 159.03 | 159.03 | 159.03 | 159.03 | 225.73 |
| **乙烷30.07** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.58 |
| **乙烯28.05** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **丙烷44.10** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.53 |
| **异丁烷58.12** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 |
| **正丁烷58.12** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.82 |
| **22-Mpropane72.15** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.18 |
| **异戊烷72.15** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 |
| **正戊烷72.15** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| **正己烷86.18** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.16 |
| **正庚烷100.21** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| **正辛烷114.23** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| **Mcyclopentan84.16** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| **苯78.11** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| **环己烷84.16** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| **H2O18.02** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| **CS-2020105.00** | **kgmole/h** |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **合计** | | **kgmole/h** | 523.74 | 523.74 | | 4,224.26 | | 4,224.26 | 4,748.00 | 4,748.00 | 3,190.26 | 1,557.74 | 1,557.74 | 90.28 | 283.40 | 283.40 | 283.40 | 283.40 | 247.37 |
| **流体名称** | | | **界区外再循环气** | **重烃罐（V-504A/B）重烃气相** | | **燃料气组分** | | **槽车回流** | **纯净的液化天然气** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **流体参数MOLWt** | | **单位** | **507** | **509** | | **510** | | **511** | **601** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **蒸汽馏分** |  | 1.0000 | 1.0000 | | 1.0000 | | 1.0000 | 0.0000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **温度** | **℃** | 37.8 | 27.0 | | 21.4 | | -162.5 | -162.7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **压力** | **MPa** | 4.70 | 0.70 | | 0.70 | | 0.11 | 0.11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **质量流量** | **kg/h** | 3,884 | 210 | | 743 | | 874 | 29.005 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **体积流量** | **m3/h** | 111 | 21 | | 124 | | 399 | 67 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **分子量** |  | 17.69 | 34.07 | | 20.47 | | 18.51 | 16.56 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **流体性质** | **质量流量** | **kg/h** |  |  | |  | |  | 29.004 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **体积流量** | **m3/h** |  |  | |  | |  | 67 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **密度** | **kg/m3** |  |  | |  | |  | 436.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **粘度** | **cP** |  |  | |  | |  | 0.121 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **导热系数** | **W/m-K** |  |  | |  | |  | 0.196 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **表面张力** | **dyne/cm** |  |  | |  | |  | 12.8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **质量热容** | **kj/kg-K** |  |  | |  | |  | 3.55 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **分子量** |  |  |  | |  | |  | 16.58 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **蒸汽性质** | **质量流量** | **kg/h** | 3,884 | 210 | | 743 | | 874 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **体积流量** | **m3/h** | 111 | 21 | | 124 | | 399 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **密度** | **kg/m3** | 34.543 | 10.204 | | 5.981 | | 2.191 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **粘度** | **cP** | 0.0129 | 0.0101 | | 0.0113 | | 0.0049 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **可压缩性** |  | 0.93 | 0.94 | | 0.98 | | 0.977 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **导热系数** | **W/m-K** | 0.038 | 0.024 | | 0.031 | | 0.010 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **质量热容** | **kj/kg-K** | 2.43 | 1.89 | | 2.06 | | 1.80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **分子量** |  | 17.69 | 34.07 | | 20.47 | | 18.51 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **组分** | **氦4.00** | **kgmole/h** | 0.19 | 0.00 | | 0.03 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **氮28.01** | **kgmole/h** | 9.08 | 0.02 | | 1.28 | | 9.68 | 17.45 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **H2S34.08** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **氩39.95** | **kgmole/h** | 0.02 | 0.00 | | 0.00 | | 0.02 | 0.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **CO244.01** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.02 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **SO264.06** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **甲烷16.04** | **kgmole/h** | 198.23 | 2.65 | | 30.15 | | 37.53 | 1699.53 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **乙烷30.07** | **kgmole/h** | 4.02 | 0.70 | | 1.26 | | 0.00 | 22.40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **乙烯28.05** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **丙烷44.10** | **kgmole/h** | 3.10 | 1.52 | | 1.95 | | 0.00 | 9.20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **异丁烷58.12** | **kgmole/h** | 0.79 | 0.50 | | 0.61 | | 0.00 | 1.39 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **正丁烷58.12** | **kgmole/h** | 0.72 | 0.46 | | 0.56 | | 0.00 | 0.96 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **22-Mpropane72.15** | **kgmole/h** | 0.16 | 0.09 | | 0.12 | | 0.00 | 0.18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **异戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.24 | 0.12 | | 0.16 | | 0.00 | 0.15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **正戊烷72.15** | **kgmole/h** | 0.08 | 0.04 | | 0.05 | | 0.00 | 0.04 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **正己烷86.18** | **kgmole/h** | 0.14 | 0.03 | | 0.05 | | 0.00 | 0.03 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **正庚烷100.21** | **kgmole/h** | 0.05 | 0.00 | | 0.01 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **正辛烷114.23** | **kgmole/h** | 0.01 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Mcyclopentan84.16** | **kgmole/h** | 0.02 | 0.00 | | 0.01 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **苯78.11** | **kgmole/h** | 0.01 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **环己烷84.16** | **kgmole/h** | 0.01 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **H2O18.02** | **kgmole/h** | 0.36 | 0.00 | | 0.05 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **CS-2020105.00** | **kgmole/h** | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | 0.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **合计** | | **kgmole/h** | 217.23 | 6.15 | | 36.29 | | 47.23 | 1,751.46 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |