
设备设施安全检维修规程

(2022 年版)

阆中双瑞能源有限公司

前 言

LNG 生产工艺装置具有操作连续性、逻辑关联点位多、生产条件苛刻、低温、易燃易爆、技术要求高等特点，设备设施和控制系统完好性是确保 LNG 装置高负荷、连续安全稳定运行先决基础条件。为确保 LNG 生产装置长周期、安全、环保、高效稳定运行，进一步规范现场标准化检维修作业，依照国家《安全生产法》、《石油化工设备维护检修规程》、《危险化学品企业特殊作业安全规范》、《压力容器安全技术监察规程》、《电力变压器运行规程》等法律、规范及设备维护说明书等资料，结合装置实际运行和现场管理状况，借鉴同行业设备设施检维修及管理制度对主要设备设施及控制系统检维修作业进行系统性优化规范作业规程。

目 录

第一篇 设备专业

压力容器维护检修规程.....	- 1 -
离心式压缩机维护检修规程.....	- 27 -
BOG 压缩机检修技术规程	- 39 -
空气压缩机检修技术规程.....	- 47 -
多级离心泵检修技术规程.....	- 51 -
单级悬臂式离心泵检修技术规程.....	- 74 -
冷剂泵维护检修规程.....	- 93 -

第二篇 电气专业

电动机检修规程.....	- 102 -
SVG 装置检修规程	- 109 -
应急柴油发电机检修规程.....	- 114 -
母线、瓷瓶、构架检修规程.....	- 118 -
干式电力变压器检修规程.....	- 121 -
交流变频调速装置（VF）检修规程.....	- 129 -
EPS、直流配电系统检修规程.....	- 136 -
酸（碱）性蓄电池检维修规程.....	- 141 -
接地及过电压保护装置检修规程.....	- 147 -
防爆电器检修规程.....	- 155 -

第三篇 仪表专业

现场仪表维护检修规程.....	- 159 -
过程控制系统(DCS、SIS、PLC)维护检修规程.....	- 176 -

第一篇 设备专业

压力容器维护检修规程

1 总则

本规程适用于公司注册登记的在用固定式压力容器（以下简称容器）的维护、检验与检修。

2 检验

按《压力容器定期检验规则》，以下 2.1、2.1、2.3、2.4 是与维检修相关的内容。

2.1 检验周期按下表执行：

表 1

安全等级状况	检验周期（月）		
	内部检查	外部检查	耐压试验
1 — 3	12	≤72	≤120
3 — 4	12	≤36	≤120

2.2 容器的检验

根据新版《压力容器定期检验规则》的要求定为：

外部检查：指专业人员在容器运行中的定期在线检查；

内外部检查：指专业检验人员在容器停运后的检验；

耐压试验：指压力容器在内外部检验或修理完后，进行超过容器最高工作压力的液压或气压试验。

2.3 检验前准备工作

-
- 2.3.1 审查原始资料
 - 2.3.2 制定检验及修理方案
 - 2.3.3 物资准备
 - 2.3.4 停车清洗置换
 - 2.3.5 落实安全措施
 - 2.3.6 办理交接
 - 2.4 外部检查内容
 - 2.4.1 容器本体、接口部位、焊接接头等处有无裂纹。
 - 2.4.2 无绝热层容器的外表面腐蚀情况，有绝热层容器的绝热效果和完好情况。
 - 2.4.3 容器或相邻管道有无异常振动和声音，有无相互摩擦。
 - 2.4.4 与容器有关的安全附件是否齐全、灵敏、其铅封是否完好并在有效期内。
 - 2.4.5 容器的支座、基础是否下沉、倾斜、破坏，紧固件是否完好。
 - 2.4.6 有检漏孔、信号孔的容器，有无泄漏痕迹，是否通畅。
 - 2.4.7 运行记录、工艺控制参数和开、停车情况。
 - 2.4.8 检查疏水（排污）和放空阀体是否完好、畅通。
 - 2.4.9 安全状况等级为 4 级的容器的监控情况
 - 2.4.10 室外高塔、罐的接地和避雷装置是否完好。
 - 2.4.11 易燃、易爆介质贮罐、及管线的接地和防静电装置是否良好。
 - 2.4.12 运行是否平稳、正常，有无异常现象发生。
 - 2.4.13 对有热膨胀唯一的容器检查其膨胀位移支座、垫（滑）板移动

及磨损情况。

2.4.14 对容器有怀疑和认为有必要的部位进行表面测厚检查。

2.5 检查基本要求

2.5.1 完好标准

2.5.1.1 零、部件齐全、完整、各紧固件及零、部件材质符合要求。

2.5.1.2 安全附件齐全、安装正确、灵敏、可靠，且在有效检定期内。

2.5.1.3 各种控制仪表、仪表、自动调节装置齐全、完整、灵敏、有效。

2.5.1.4 附属管件、阀门、支架（座）等安装合理，牢固可靠，所有螺栓伸出长度符合要求。

2.5.1.5 防腐层、绝热层及护壳完好，保温及防冻设施完整、有效且符合要求。

2.5.1.6 基础、支座稳固可靠，无异常倾斜和下沉现象。

2.5.1.7 容器表面适当位置应有压力容器铭牌和注册登记牌。

2.5.2 运行性能及安全状况等级

2.5.2.1 容器的安全状况等级必须达到3级（含3级）以上，对新投用的容器应达到2级（含2级）以上。

2.5.2.2 工艺指标能达到设计要求或查定的要求。

2.5.2.3 无跑冷和超温、超压现象。

2.5.2.4 无明显变形、鼓包、凹陷和倾斜。

2.5.2.5 无异常振动、声响等现象。

2.5.3 技术资料

2.5.3.1 容器应具有下列技术资料：

-
- a. 登记卡（表）；
 - b. 竣工图和主要受压元件图；
 - c. 质量证明书、产品合格证及容器制造监督检验证明，现场组焊的容器还应有现场组焊记录和质量检验报告；
 - d. 使用登记证；
 - e. 检验、检测记录，以及有关检验的技术文件和资料；
 - f. 检修及事故处理记录，以及有关技术文件和资料；
 - g. 容器变动和改造记录及有关技术文件；
 - h. 容器安全附件校验及修理、更换记录；
 - i. 容器（或容器所在系统）操作、维护检修规程。

2.5.3.2 容器图纸应符合现行（或当时）技术标准、规范并满足使用要求。

2.5.3.3 技术档案、资料填写及时、正确、保管符合要求。

2.5.3.4 容器无跑、冒、滴、漏。

2.5.3.5 容器及附属设备的外表清洁、无油污、积灰和积水现象。

2.5.3.6 环境整洁、无杂物、无积水。

2.6 安全附件

2.6.1 容器所用的安全阀、爆破片、压力表、液位计和测温仪表等安全附件应符合规定。

2.6.2 容器所有安全附件应结合容器的大修或系统年度大修进行检查、清洗、修理或更换并调校铅封。

2.6.3 盛装易燃、易爆和毒性程度为中度、高度、极度危害介质的容器

安全阀出口均应装有放空管并引至安全地点。对所有可直接排入大气的可燃性气体放空管应定期吹扫，以保持畅通。

2.6.4 超过起跳压力而未动作的安全阀应重新进行整定、校验，合格后方可使用。

2.6.5 使用单位要定期进行容器安全附件检验和更换工作，安全阀每年至少校验一次；容器压力表的校验和维护应符合国家计量部门的有关规定；盛装易燃、易爆介质的容器接地电阻每年至少检测一次。

2.6.6 容器安全附件校验除工艺设计有特殊要求外，其整定值一般应符合下列要求：

2.6.6.1 安全阀的起跳压力应调整为容器最高工作压力的 1.05~1.10 倍；当最高工作压力 $<1.0\text{MPa}$ 时安全阀的开启压力为 $(p+0.02\sim 0.05)\text{MPa}$ ；且不超过容器的设计压力。回座压力不低于容器最高工作压力的 90%，且不小于实际正常工作压力；

2.6.6.2 低压容器使用的压力表精度不应低于 2.5 级；中压及高压容器使用的压力表精度不应低于 1.5 级。压力表盘刻度极限值应为最高工作压力的 1.5~3.0 倍。最好选用 2 倍。表盘直径不应小于 100 mm。

2.7 安全附件的检查、校验内容

2.7.1 安全阀主要进行外观及零部件质量检验：包括宏观检查（主要检查安全阀的外观、阀座、阀瓣、弹簧、阀芯和密封面有无磨损、腐蚀、裂纹和其他缺陷）、性能检验（主要是安全阀开启压力和回座压力的校验）、1.5 倍最高工作压力水压强度试验（保压时间不少于 2 分钟。一般在检修后需进行此项检验）、气密性试验及排放量检验。

2.7.2 压力表的校验主要是测量其精度和动作灵敏程度；

2.7.3 液位计的校验主要是检查其外观有无破损、裂纹及阀件固死现象，对自动指示液位计应按仪表、仪表校验有关规定检查其准确性和测量误差；

2.7.4 所有安全附件应有产品合格证、铭牌或其他技术文件

2.7.5 属于下列情况之一的安全附件不能安装和使用：

2.7.5.1 无产品合格证和铭牌；

2.7.5.2 安全阀规格和性能不符和要求；

2.7.5.3 超期使用仍未进行校验者；

2.7.5.4 有限制钉的压力表在无压力时。指针不能回到限制钉处；无限制钉的压力表，在无压力时，指针距零位的数值超过压力表的允许误差；

2.7.5.5 表盘封面玻璃破裂或表盘刻度模糊不清者；

2.7.5.6 压力表弹簧管泄漏或指针松动者；

2.7.5.7 液位计玻璃板（管）有破碎、裂纹者；

2.7.5.8 液位计经常出现假液位者。

2.8 耐压试验

容器耐压试验合格，标准参见附录 A《容器压力试验方法及安全规则》。

3 检修

3.1 基本规定

容器的检修是指受压元件（含与受压元件连接的焊缝）性能的恢复和改善，其检修内容根据定期检验结果和容器实际使用状况确定，而容器的内件（包括填充物、触媒、衬里、保温、防腐层等）更换与检修，应执行相应设备的维护检修规程。

3.2 检修周期

3.2.1 容器的检修一般应与检验周期一致。

3.2.2 属于工艺主线路中的独立容器，根据内外检验结果及实际运行状况决定是否修理。

3.3 修理的一般要求

3.3.1 不涉及容器主要受压元件施焊的修理单位必须具备下列基本条件：

3.3.1.1 具有与修理容器类别相适应的技术力量、工装设备和检测手段；

3.3.1.2 具有健全的质量保证体系；

3.3.1.3 有修理或制造该类容器的资质。

3.3.2 容器的修理和改造，如开孔、补焊、堆焊、更换筒节和封头等应遵循有关规定，制定具体的施工方案和施焊工艺并进行相应的工艺评定或模拟试验。

3.3.3 施焊工作、无损探伤和检验工作必须经过主管部门考试合格且具备相应资格和具有相应项目的人员担任。

3.3.4 压力容器的修理，改造方案须经公司特种设备安全管理人员同意，报批准后执行；对三类容器或采用挖补方法修理的容器以及带衬里的高压容器的碳钢壳体内壁需补焊和堆焊的。

3.3.5 焊接所用焊条应符合 GB981~984 的规定并与母材相匹配，补焊或堆焊的二、三类容器焊前应按有关规定进行烘烤和保温，焊接环境应符合 GB150《钢制压力容器》的规定。

3.3.6 修理、改造所用材料（钢材、焊材）以及阀门、紧固件、安全

附件等均应有质量证明书或复验证明（或报告），并满足设计和使用要求。

3.3.7 容器补焊或堆焊同一部位返修次数一般不得超过两次，若两次返修仍不合格者应重新研究制定施焊方案，必要时可作焊接工艺评定。

3.3.8 对腐蚀、冲刷严重的安全阀，修理完成后应以 1.5 倍最高工作压力进行水压试验，合格后方可进行校验、铅封并投入使用。

3.3.9 对有抗晶间腐蚀要求的奥氏体不锈钢容器修理后，修理部位仍应保证原有要求；对有防腐要求的奥氏体不锈钢及复合板制容器的修理，修理后应按要求进行酸洗、钝化处理。

3.3.10 装配容器的紧固件应事先涂润滑介质，紧固螺栓按对角线一次逐步拧紧，高压容器的主螺栓宜采用液压或电动工具拧紧。

3.3.11 容器的检修工作完成后，应按有关规定进行容器检验、鉴定及安全状况等级评定工作。

3.4 常规修理的主要内容

3.4.1 容器经检验后评定其安全状况等级低于 3 级者，相应超标项目（指硬件部分）的修理或更换。

3.4.2 容器密封元件的更换或密封面的修理。

3.4.3 容器主螺栓和高压容器紧固件的清洗（理）、检查和更换。

3.4.4 容器安全附件的检查和修理。

3.4.5 监控容器使用过程中出现的损坏现象的修理或更换。

3.4.6 容器保温、防腐设施的修理。

3.4.7 与容器相连的管件、阀门的修理。

3.4.8 影响容器安全使用的外围设施（如基础支座、悬挂支撑及吊耳

等的修理等)。

3.4.9 需变更工艺参数的零部件的改动或变更。

3.4.10 其他辅助性修理项目(如测试仪表修理或更换,构件加固及修理等)。

3.4.11 修理后容器的检验和耐压试验,容器的耐压试验方法见附录 A。

3.5 常见缺陷的修理方法

3.5.1 定期检查

经定期内、外部检验的容器的安全状况等级达到 3 级的一般可不进行专门的修理,对安全状况等级低于 3 级的一般应进行专门的修理,无法修理的应按规定进行监控使用或降压使用,或者予以报废,需定期修理的容器可按下列方法进行检修。

3.5.2 打磨法消除缺陷

3.5.2.1 容器表面或内壁(包括焊缝)因腐蚀凹陷或发现微裂纹,工具划伤,电弧擦伤等近表面缺陷,首先应检查缺陷深度、范围,然后用磨削法处理,磨削形状视缺陷尺寸和走向确定,对条块缺陷应磨成条状;面状缺陷应磨成蝶形;磨成条状的缺陷应圆滑过渡,磨削斜度一般为 1:4。

3.5.2.2 如采用磨削法将缺陷打磨圆滑过渡后其剩余最小壁厚仍大于强度核算的最小壁厚加预计使用期内两倍腐蚀裕量之和时可不进行补焊,否则应进行补焊或堆焊。

3.5.2.3 容器最小壁厚根据容器类别按 GB/T150《压力容器》的相应章节进行核算。

3.5.2.4 在任意 200mm 直径的圆周内打磨坑蚀或点蚀面积不超过 40cm²

或沿任何直径方向打磨坑蚀、点蚀总长度不超过 40mm 且点蚀深度不超过容器强度核算壁厚的 1/5 可忽略不计，但必须确认点蚀坑无裂纹，否则，应根据情况降压使用、补焊、更换、报废。

3.5.2.5 对容器近表面缺陷一般采用手提砂轮消除；对容器及焊缝的埋藏缺陷可采用碳弧气刨削除；对于蚀坑、气孔、弧坑等小缺陷最好采用指形砂轮消除缺陷。

3.5.3 补焊或堆焊修复法

3.5.3.1 经过打磨深度超过第 3.5.2.2 规定或焊缝内部存在线状缺陷（如裂纹、未融合、未焊透等）且安全状况等级低于 3 级者应消除缺陷后予以补焊，补焊长度不应小于 100mm，若补焊屈服强度 $\delta_s > 400\text{MPa}$ 的低合金钢时，其焊缝长度应稍长。

3.5.3.2 容器补焊前对缺陷表面应先用酒精、丙酮或清洗剂除污，再打磨成规定角度；对材料脆性大的容器缺陷，在修正补焊坡口前应在裂纹长度方向各端点以外 10~50mm 处钻 $\Phi 5.0 \sim \Phi 8.0\text{mm}$ 的止裂孔，其深度与打磨深度相同；对高压容器和抗拉强度 $\delta_s > 540\text{MPa}$ 钢材的打磨坡口表面应进行磁粉探伤或渗透探伤确认坡口表面缺陷已经消除后才能进行补焊。

3.5.3.3 缺陷尺寸不大，补焊数量不多，各缺陷坡口之间距离较大的采用单个补焊法：

a 对缺陷尺寸不大，补焊数量不多，各缺陷坡口之间距离较大的采用单个补焊法；

b 对缺陷点数较多，互相之间距离又较近者（小于 20~30mm），为了避免焊接不利影响，可将相邻缺陷接起来作为一个缺陷坡口进行补焊；

c 对某一部位有数个缺陷，且大小不一、分布不均匀的，补焊坡口有深、浅、宽、窄不一的，补焊时将局部宽（或深）的部位先补好，再将整个坡口补好；

d 对某些缺陷很长或很多的环形焊缝，若补焊坡口已占去焊缝总长的50%以上可将无缺陷的部分亦磨出适当深度的坡口进行通长补焊，坡口深度一般取缺陷坡口深度的 $1/2 \sim 2/3$ ，焊接次序同 c 款。

3.5.3.4 经补焊及热处理后的焊缝，应稍打磨一下补焊部位。

3.5.3.5 缺陷打磨后应进行表面无损探伤，有延迟裂纹倾向的补焊部位应在焊后 24 小时以后进行无损探伤。

3.5.3.6 对于大面积腐蚀凹坑，其深度小于 $1/2$ 壁厚时可采用打磨堆焊法消除缺陷，当缺陷距堆焊边缘间距小于 100mm 或 3 倍容器壁厚时应视为连续缺陷通长堆焊。

3.5.3.7 补焊或堆焊部位应略高于母材，而后打磨至与母材齐平（容器衬里层的堆焊或补焊除外，但容器衬里补焊或堆焊收弧处应打磨），然后进行表面探伤，或用超声波、射线探伤检查其内部。

3.5.3.8 补焊一般采用手工电弧焊，有条件的也可采用钨极氩弧焊进行补焊，补焊时应尽量采用小电流，短弧运方法以保证尽量低的焊接热输入量，减少焊接应力和焊接变形。当补焊坡口较大或较长时间可在坡口两端线堆焊然后再从底层施焊，或由两名焊工从缺陷两端同时向中间施焊，有时也可采用层间锤击等方法以减少焊接应力和焊接变形。

3.5.3.9 缺陷补焊是否需要预热和焊后热处理，应由材料特性、焊接工艺条件、工件结构刚性、使用条件及图样规定等综合考虑。

3.5.4 更换筒节或挖补修复法

3.5.4.1 薄壁单层容器（容器外径与内径的比值 $K < 1.1$ ），局部腐蚀严重，采用补焊或堆焊较困难或不宜采用补焊（如容器筒节裂纹长度是筒节长度的 $1/2$ 时）或采用补焊、堆焊难以保证质量的，可采用更换筒节或封头的方法，更换筒节的长度不得小于 300mm，所更换的筒节环缝距原筒节相邻环缝间距应大于 300mm，施焊前应清除原筒节残存的有害于焊接的腐蚀产物，同时还应保证筒节的一端能自由伸缩。

3.5.4.2 容器局部较小面积存在较严重的腐蚀缺陷时可采用挖补的方法进行修复，容器的挖补应尽量挖成圆形或椭圆形孔且椭圆形孔的长轴方向与环向应力方向相同。补焊曲率应与开孔部位一致，挖补一般采用嵌入式对接，不得采用搭接或嵌入加盖条焊接。

3.5.4.3 一般不采用挖补法，确需挖补时，挖补直径不小于 300mm，同时须经公司技术负责人批准，并上报主管部门备案。受压元件不得采用焊接贴补的方法进行修理（衬里局部修理除外）。

3.5.5 容器的密封面如有划痕等缺陷应修整到质量符合要求方可重新使用。一般的密封元件（如非金属垫片）一般不得重新使用，选用垫片时应考虑材料对介质的耐蚀性。

4 检修质量标准

4.1 经修理的容器应达到完好设备标准，经过改造或更换筒节的容器其分相安全状况等级应达到 2 级（含 2 级）。

4.2 容器表面无裂纹、鼓包、凹陷、变形和过烧等现象。

4.3 焊缝表面不得有裂纹、气孔、弧坑和夹渣等缺陷，并不得保留有

熔渣和飞溅物。

4.4 标准抗拉强度 $\sigma_b > 540\text{MPa}$ 的钢制容器及 Cr-Mo 钢制容器及焊缝系数 $\Phi=1.0$ 和低温容器，焊缝表面不得有咬边，其他容器焊缝表面的咬边深度不得大于 0.5mm，咬边连续长度不得大于 100mm 且焊缝两侧的咬边纵长不大于该焊缝长度的 10%。

4.5 焊缝表面应圆滑过渡至母材，角焊缝焊脚尺寸应符合图样或相应标准规定；A、B 类焊缝余高应符合表 2 规定

表 2

单位：mm

焊缝深度 δ	焊缝余高	
	手工焊	自动焊
$\delta \leq 12$	0~1.5	0~4.0
$12 < \delta \leq 25$	0~2.5	0~4.0
$25 < \delta \leq 50$	0~3.0	0~4.0
$\delta > 50$	0~4.0	0~4.0

4.6 返修容器焊缝无损探伤合格。

4.7 容器 A、B 类焊缝对口错边量 b 应符合表 3 规定。

表 3

单位：mm

对口处的名义厚度 δ_n	按焊缝类别的对口错边量 b	
	A	B
≤ 10.0	$\leq \delta_n/4$	$\leq \delta_n/4$
$10 < \delta_n \leq 20$	≤ 3.0	$\leq \delta_n/4$
$20 < \delta_n \leq 40$	≤ 3.0	≤ 5.0
$40 < \delta_n \leq 50$	≤ 3.0	$\leq \delta_n/8$
> 50	$\leq \delta_n/16$ 且 ≤ 10	$\leq \delta_n/8$ 且 ≤ 20

4.8 筒体纵、环焊缝棱角度 $E < (0.1 \delta n+2)$ mm, 且不大于 5.0mm。

5 维护检验检修安全注意事项

5.1 维护安全注意事项

5.1.1 操作人员和维修人员应结合“四懂三会”教育, 熟悉和了解工作岗位的特点, 介质的物理、化学性质, 对使用易燃、易爆介质的容器要遵守有关安全规定。

5.1.2 容器运行时严禁用铁器敲击, 防止产生静电和明火。

5.1.3 严禁利用容器作电焊工作的零线以及起重装置的锚点, 室外高塔、罐要有可靠的避雷设施和接地线, 易燃易爆介质贮罐及管线要有可靠的接地线和防静电装置。

5.1.4 全系统开、停车时, 容器的降温(压)、升温(压)必须严格按照操作规程进行、不得在容器带压情况下拆卸和拧紧螺栓及其它紧固件。

5.1.5 对介质毒性程度为中度、高度、极度危害的容器进行检查和维护时要遵守有关安全规定。

5.1.6 容器操作中发生意外事故泄漏, 操作人员要严格按事故处理应急措施行事, 不可盲目、急躁、以免事故扩大和发生人身伤亡。

5.1.7 操作人员上岗检查时要严格按照要求穿戴防护用品。

5.2 检验、检修安全注意事项

5.2.1 在编制容器的检修方案时, 应遵循相关标准要求, 根据具体情况拟定相应的安全措施。

5.2.2 必须切断与容器有关的电气设备的电源。检验和修理用的电源应由使用单位指定的电工拆、接。

5.2.3 容器检验和修理前必须按规定办理好设备交出手续。

5.2.4 容器内介质排净后，应加设盲板隔断与其相连的管道和设备，并有明显的隔断标志。

5.2.5 对于盛装易燃、介质危害程度为中度、高度和极度、腐蚀或窒息性介质的容器，必须进行相应的置换、中和、消毒、清洗等处理，经取样分析合格后方可进行检修。

5.2.6 容器检修动火时必须按特殊作业管理相关规定办理动火证。

5.2.7 容器检修前应将容器人孔全部打开，拆除容器内件，清除容器内的杂物、污物。

5.2.8 进入容器工作只准使用电压不超过 36V 的防爆灯具、检验仪器和修理工具，用电源电压超过安全电压时，必须采取防直接接触带电体的保护措施。

5.2.9 进入容器工作的人员应遵守受限空间作业的安全要求，容器内有人工作，容器外应有掌握基本急救知识的人员监护，容器内、外应设置可靠的联络信号，监护人员在工作期间不得擅自离开岗位。

5.2.10 在拆卸容器零、部件（尤其是拆卸主要螺栓和密封元件时）应注意采取保护措施（如涂润滑脂和增设防碰、划伤密封面的设施）以免容器部件损伤。

5.2.11 进入容器检修注意通风，对通风不良的容器检修时应设置通风装置，以防止出现意外。

5.2.12 在高空作业时应按有关规定配戴防护用品，必要时还应在工作场所设立安全防护网。

5.2.13 对工作现场周围有易燃、易爆介质在检修前应设立防护措施（如加设防火水帘及湿麻袋等）并按有关规定设置必要的消防器材。

5.2.14 采用射线探伤时，应用明显标志隔离出透照区。并设置安全标志。

5.2.15 根据检验和修理需要搭设的脚手架、平台、装载人员的升降装置，必须牢固可靠，符合公司安全技术规程的要求。

5.2.16 在拆卸吊装时，必须严格检查起重机具，做到安全文明检修；拆卸的紧固件和密封面必须妥善保管，不得人为损伤或丢失。

5.2.17 检修人员应严格遵守检修有关安全规定，严禁施工人员向空中和低处抛扔杂物以免发生人身伤亡事故。

5.2.18 使用电动工具时，应有相应的防护措施和掌握必要的操作和安全防护知识，以防砂轮片破碎飞出造成伤亡和设备损坏。

5.2.19 容器压力试验安全注意事项参见附录 A 第 A4 条。

5.3 试车（投运）安全注意事项

5.3.1 系统试车（投运）前，使用单位应按操作规程和有关规定对容器进行吹扫和置换并取样分析合格后方可进行试车工作。

5.3.2 重要容器开、闭罐前应组织有关人员进行严格检查，确认无误后方可开始工作。

5.3.3 系统试车（投运）前应先检查容器安全防护装置、超温、超压报警装置，确保其安全可靠。

5.3.4 试车（投运）工作要严格按操作规程和试车方案进行，不得违章操作。

5.3.5 试车（投运）现场应配备必要的消防器材和安全防护装置。

5.3.6 不得在带压情况下紧固螺栓和敲击容器。

6 试车的准备

6.1 试车（投运）前的准备工作

6.1.1 容器修理后需委托有资质的检测（验）单位按相应的标准进行质量检验合格后，根据容器的修理情况和检验报告出具可以反映容器安全状况等级的临时书面报告（或正式书面报告），并按第 6.2.2 条规定出具有效的检验报告或处理意见。

6.1.2 检验与修理工作完成后使用单位对检修合格的容器应指定专人进行质量抽查或复检，确认合格后进行内、外部清洗及封闭人孔、清理孔、排污及放空阀等，取消和拆除检修安全防护设施，为系统试车做好准备。

6.1.3 使用单位、修理单位应分别按有关要求对试车、工、器具和必需品的准备

6.1.4 检查系统检修项目及仪表、计器、安全装置是否检修、校验合格。

6.2 试车（投运）

6.2.1 主要容器应由使用单位按容器或系统操作技术规程和容器类别编制试车方案；一般容器的试车（投运）可随系统试车（投运）进行。试车方案应包括试车程序和方法，检查项目和和质量标准及安全注意事项和防护措施。

6.2.2 公司对经修理、检验合格的容器应组织修理单位、使用单位和其他相关专业进行系统试车及验收工作。

6.2.2.1 容器的试车结合系统试车进行。在系统检修工作完成后依照试车方案进行必要的清洗、吹扫和置换，使用单位应指定操作工人严格按照操作规程启动和操作，并根据试车方案进行系统试车工作。

6.2.2.2 系统试车过程中，有关人员要根据试车方案和操作规程定时、定点、定线、定项检查容器运行情况，并认真做好试车记录，对试车过程中发现的缺陷部位应清楚地用平面展开图或其它方法表达清楚，以便再次进行修复。

6.2.2.3 试车不合格的容器应进行返修处理，直至合格。

6.3 验收

6.3.1 一、二类容器连续正常运行 24 小时，三类容器连续正常运行 48 小时后方可办理验收手续。

6.3.2 容器检修，改造后承修单位应在一周内向使用单位和设备部门交付如下竣工文件和资料：

6.3.2.1 检修施工方案和修理及质量证明文件（代用材料还应有审批资料）；

6.3.2.2 所有检验、检测报告、记录（包括检修前的安全交接证明资料等）；

6.3.2.3 尚存在及需改进的问题和意见；

6.3.2.4 试车及验收证明。

7 维护保养、使用管理

7.1 日常维护保养

7.1.1 操作人员应通过技术培训和安全教育，对所有使用的容器做到

“四懂三会”，并经考试合格，持安全操作证上岗。

7.1.2 操作及维修人员应按“包机”制所要求的内容和项目对容器进行日常维护保养工作。

7.1.2.1 操作及维修人员必须严格按容器操作规程启动、停止、和操作容器，严禁容器超温、超压、超负荷运行。

7.1.2.2 操作人员要严格执行巡回检查制度，定时、定点、定线、定项对容器进行巡回检查（检查内容可参见第2.4条），发现异常现象及事故隐患及时处理或上报并将有关情况记入当班记录。

7.1.2.3 维修人员要坚持对容器的日常巡回检查，及时消除跑、冒、滴、漏和处理故障，对暂时不能消除的缺陷应向车间提出处理意见。

7.1.2.4 认真填写岗位原始记录和交接班记录。

7.1.2.5 认真加强对容器外表及周围环境的清洁和卫生工作。

7.1.2.6 对需定时排污和排空的容器应按有关规定和要求定期、定时进行。

7.1.3 容器在开、停车和试压时应按规定分级、分段升（降）压和温度，对于升压有壁温要求（或操作有壁温要求）的容器不得低于规定壁温下升压。

7.2 定期维护保养

设备使用和维护部门应结合设备状况和设备修理定期解决和消除容器跑、冒、滴、漏以及密封不良等现象，并根据容器本身情况定期对容器进行防腐、保温工作，容器主螺栓应定期加润滑脂，其他螺栓和紧固件也应定期进行防锈工作。

7.3 日常使用管理

7.3.1 使用管理

7.3.1.1 容器投用前，使用单位应按有关规定的要求逐台办理使用登记手续，取得《使用登记证》后方可使用。

7.3.1.2 特种设备安全管理机构应做好压力容器的技术管理工作：

- a. 建立和健全容器技术档案；
- b. 贯彻执行有关容器的技术法规和文件；
- c. 编制和修改公司容器安全技术规章制度；
- d. 参与容器检验、修理和操作人员的安全技术教育和培训工作；
- e. 参与容器的安装、验收及试车工作；
- f. 检查容器运行、维修和安全附件校验工作；
- g. 负责容器检验、修理、改造和报废等技术审查工作；
- h. 编制容器年度定检计划和检修计划并负责实施；
- i. 向主管部门和当地劳动部门上报本公司容器管理年报、定期检验计划和实施情况；
- j. 负责容器安全等级变更工作；负责容器过户审查工作；
- k. 负责容器工艺参数提高的审批工作；
- l. 参与容器事故的分析与报告。

8 常见故障的处理

表 4

现象	原因	处理
超温、超压	1 操作控制不稳定或热量瞬时加入量增大	1 调整操作，使之稳定

	2 仪表或控制装置失灵, 产生误操作 3 介质浓度变化, 反应剧烈 4 系统压力平衡破坏, 安全附件失灵	2 检查、调整 3 调整介质浓度, 稳定操作 4 修理或更换安全附件, 调整系统压力
容器渗 (泄) 漏	1 密封元件损坏 2 容器附件损坏 3 容器发生振动, 使紧固件松动	1 更换或修理密封元件 2 停车修理或更换 3 消除振动或停车处理
容器有过热及跑冷现象	1 绝热层损坏 2 偏流	1 修复绝热层 2 调整
异常震动、声响	1 容器发生共振或气蚀 2 操作不正常 3 紧固件松动	1 查明原因, 消除共振和气蚀 2 调整操作, 恢复正常 3 拧紧

表 5

容器主体材料	耐压试验压力 $PT = \eta P_w$	
	液压	气压
钢, 非铁基金属段钢	1.25 P_w	1.15 P_w
铸铁	2.0 P_w	————
搪瓷、搪玻璃	1.25 P_w	1.00 P_w

注:

1 P_w —经检验确认的实际最高工作压力。

2 钢制低压容器耐压试验压力取 PT 和 $(P_w + 0.1)$ 二者中较大者。

3 实际最高工作壁温大于等于 200°C 的钢制或大于等于 150°C 的有色金属制容器,

耐压试验压力 $P' T$ 按下式计算:

$$P' T = PT \left(\frac{\sigma}{\sigma_t} \right) = \eta P_w \left(\frac{\sigma}{\sigma_t} \right)$$

其中: $\left(\frac{\sigma}{\sigma_t} \right)$ ——试验温度下材料的许用应力, MPa

$\left(\frac{\sigma}{\sigma_t} \right)$ ——容器实际使用最高壁温下材料的许用应力, Mpa

η ——按表 5 中的值

9 安全注意事项

9.1 容器检验前，必须使用盲板彻底切断容器与相连的管道或其它容器，特别是与可燃或有毒介质的管道。避免气体漏入容器内，引起火灾、爆炸或中毒事故。

9.2 容器内部的介质要全部排净，盛装可燃、有毒或窒息性介质的容器还应进行清洗、置换或消毒处理并经分析合格。

9.3 进入容器内部作业时，照明电压不应超过 36V，潮湿空间不应超过 12V，避免触电事故。

9.4 容器外必须安排专人监护，设置作业警示牌、安全警示牌；作业前应办理相关作业票证。

9.5 作业人员规范、正确佩戴劳动防护用品；检维修产生的固废、垃圾应规范收集。

9.6 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

附录 A 容器压力试验方法及安全规则

A1 基本规定和要求

A1.1 容器的压力试验分为耐压试验和气密性试验两种；容器的耐压试验又分为液压试验和气压试验。

A1.2 耐压试验一般采用液压试验，当无法采用液压试验时有关人员应仔细核对和审查检修质量证明文件和资料以及容器原有技术文件（必要时还需进行强度核算），并经批准后方可进行气压试验。

A1.3 由于结构或支撑原因，不能向容器内安全充满液体和运行条件不允许残留试验液体的容器可按图样规定采用气压试验。

A1.4 容器的耐压试验压力按表 5 执行。

A1.5 耐压试验时，各部位紧固螺栓必须装配齐全且符合要求，试验时应在容器顶部和压力源出口各装一块量程相同的压力表；对塔类设备还应在塔底装一块压力表。注意压力表的精度等级，对低压容器不应低于 2.5 级，中、高压容器则不应低于 1.5 级；压力表盘刻度极限值应为最高工作压力的 1.5~3.0 倍，最好选用 2 倍；表盘直径不应小于 100mm。

A1.6 液压试验介质应尽量采用洁净水，对奥氏体不锈钢及其衬里容器，水中氯离子含量不得超过 25ppm，若有特殊要求时，应按规定选定水质。

A1.7 试验介质温度应低于液体沸点温度，一般不应低于 15℃（碳钢，16MnR 钢不低于 5℃），对新钢种或因板厚使材料脆性转变温度升高，试验温度应高于材料脆性转变温度。

A1.8 气压（或气密性）试验气体应为干燥、洁净的空气、氮气或其他惰性气体，盛装易燃、介质毒性为中等危害的在用压力容器，若不进行彻

底的清洗和置换，则严禁使用空气作为试验介质。

A1.9 碳钢和低合金钢制容器的气压试验用气体温度不得低于 15℃（气密性试验时不得低于 5℃），其他材料制压力容器，试验气体温度应符合设计图样规定。

A1.10 介质毒性程度为极度、高度危害和设计上不允许有微量泄漏的压力容器，必须做气密性试验。

A1.11 气密性试验一般应在液压试验合格后进行，对在检验或修理中已作过气压试验的容器可避免做气密性试验。

A1.12 对高强钢制容器，必要时耐压试验合格后还应进行 20%的无损探伤复验。

A1.13 耐压试验（及复验）合格的容器，在办理质量确认手续后，使用单位方可进行系统恢复，作系统试车的准备。

A 2 压力试验方法

A2.1 容器液压试验方法

容器的液压试验方法如下：容器充满液体（在容器最高点设排气孔，将空气排净，容器外表面保持干燥）待容器壁温与液体温度相同时，才能缓慢的升压至最高工作压力，确认无泄漏后方可升至试验压力，根据容器容积大小保压 10~30 分钟，然后降至最高工作压力，至少保持 30 分钟同时进行检查，检查期间压力保持不变，不得采用连续加压以维持试验压力不变的做法，不得在压力下锤击容器焊缝和紧固螺栓。

A2.2 容器气压试验方法

容器气压试验方法如下：容器应缓慢升压到规定试验压力的 10%，保压

5~10 分钟，并对所有焊缝和连接、密封部位进行初次检查，如无泄漏可连续升至规定试验压力的 50%，如仍无异常现象，其后按每级为规定试验压力的 10%逐级升压至试验压力，同时根据容器容积大小保压 10~30 分钟，然后降至最高工作压力至少保持 30 分钟同时进行检查，检查期间压力应保持不变，不得采用连续加压维持试验压力不变的做法。

A2.3 容器气密性试验方法

容器的气密性试验方法如下：首先应是实验系统保持平衡，向容器内缓慢通气，达到试验压力的 10%且不小于 0.1MPa 时暂停进气，对连接、密封部位以及焊缝等进行检查，若无泄漏或异常现象可继续升压，升压应分梯次逐级提高，每级一般可为试验压力的 10~20%，每级之间应适当保压以观察有无异常现象，在升压过程中，严禁工作人员在现场作业或进行检查，在达到试验压力后，首先观察有无异常现象，然后由专人进行检查和记录，保压时间一般不少于 10~30 分钟，保压过程中试验压力不得下降，禁止采用连续加压以维持试验压力不变的做法。

A3 合格标准

A3.1 在最高工作压力或规定压力下用肥皂液或其他检漏液检查容器表面焊缝、密封元件，达到以下标准即为合格：

- a 各部分均无渗（泄）漏；
- b 无可见的异常变形
- c 试验过程中无异常声响。

A4 安全规则

A4.1 容器壳体的平均一次总体应力应符合下列要求：

a 液压试验时的应力不得超过所用材料在耐压试验温度下屈服点的90%；

b 气压试验时的应力不得超过所用材料在耐压试验温度下屈服点的80%。

A4.2 容器进行耐压试验时，应在试压容器周围设立安全防护栏（线）和明显标志，在试验压力下任何人不得接近容器，待降至最高工作压力后方可进行各项检查。

A4.3 气压试验一般不准推荐采用，必须采用时由使用单位先制定出详细的实验方案，经公司批准后方可进行。

A4.4 进行气压或气密性试验时，试验用压力源的出口压力应与试验的容器相适应，当压力大于容器设计压力的两倍时，应在实验装置中增设缓冲装置，以保证试验工作的正常进行。

A4.5 当采用可燃性液体进行液压试验时，试验温度必须低于可燃性液体的闪点。试验场地附近不得有火源，同时应在实验现场配备适用的消防器材和装备。

A4.6 耐压试验时若发生异常应立即停止试验待查明原因，处理妥当后方可继续试验。

A4.7 不得在带压情况下紧固螺栓和敲击容器焊缝。

离心式压缩机维护检修规程

1 适用范围

本规程适用于公司 LNG 装置中离心式压缩机的检修周期与内容、检修与质量标准、试车与验收要求。

2 压缩机基本结构

离心式压缩机包括转子、定子和轴承等部件。转子由主轴、叶轮、联轴器、止推盘(有时还有平衡盘和轴套)等组成。定子由机壳、隔板、级间密封和轴端密封、进气室等组成。隔板将机壳分成若干空间以容纳不同级的叶轮，且组成扩压器、弯道和回流器，有时叶轮进口还设有导流器。

3 设备的维护

3.1 日常维护

3.1.1 严格按操作规程启动、运转与停车，并作好运转记录，做到齐全、准确、整洁。

3.1.2 随时检查主、辅机信号联锁装置及仪表是否灵敏可靠。

3.1.3 定时、定路线检查主、辅机进出口压力、温度、油压和各轴承温度等，观察各运转部件是否有异常振动和响声，并作好记录。

3.1.4 严格执行《设备润滑管理制度》的规定，合理使用和管理润滑油，认真做到“五定”、“三级过滤”。

3.1.5 润滑油应采用相应牌号的汽轮机油，一般采用 N32 或 N46 汽轮机油，应定期对润滑油进行分析。

3.1.6 经常检查、清洗油过滤器，保证油压稳定，机械杂质含量不超过允许标准。

3.1.7 经常保持机组及周围环境整洁，及时消除跑、冒、滴、漏。

3.2 定期检查内容

定期检查项目、内容、推荐仪器及判断标准见表 2。

3.3 紧急情况停车

遇有下列情况之一时，必须紧急停车：

3.3.1 突然断油、断水；

3.3.2 突然超温超压，一时无法查明原因，且有所发展；

3.3.3 机内突然发出异常声响；

3.3.4 振动突然加剧；

3.3.5 轴承温度突然上升超过允许标准；

3.3.6 管道突然破(断)裂时；

3.3.7 其他危及设备安全运行的情况。

除 c、f 和 g 外，均指无联锁或联锁失灵的情况。

4 检修内容

4.1 检修内容

4.1.1 小修

4.1.1.1 检查清理油过滤器。

4.1.1.2 消除油、水、蒸汽系统的管线、阀门和接头等处的跑、冒、滴、漏。

4.1.1.3 紧固已松动的非承压部位螺栓。

4.1.1.4 重要的或有问题的仪表及联锁的应急性检查、校核处理。

4.1.1.5 消除日常检查中发现的缺陷。

4.2.2 中修

4.2.2.1 包括小修内容。

4.2.2.2 轴承解体检查,调整间隙及轴承压盖紧力。必要时更换轴承。

4.2.2.3 检查、修理气封、油封。

4.2.2.4 轴颈测量圆度、圆柱度误差并探伤。

4.2.2.5 检查、清理润滑油、密封油系统。

4.2.2.6 检查、清洗联轴器并探伤。

4.2.2.7 复查对中。

4.2.2.8 整定轴振动、轴位移等所有联锁及仪表。

4.2.2.9 清洗、检查主油泵及辅助油泵。

4.2.2.10 清洗、检查中冷器。

4.2.2.11 检查、修理增(减)速器。

4.2.2.12 清扫、检查电动机。

4.2.3 大修

4.2.3.1 包括中修内容。

4.2.3.2 各缸全面解体检查调整,包括隔板探伤,气封、平衡盘密封等的检查修理和更换。

4.2.3.3 检查测量转子各部几何形状和位置误差并探伤,视损坏情况,更换叶轮、轴套、主轴或整个转子。

4.2.3.4 机组滑销系统、管道系统作全面检查调整。

4.2.3.5 辅助油泵解体,油系统全面清洗、检查,更换润滑油。

4.2.3.6 关键螺栓 100%磁探,必要时更换。

4.2.3.7 检查基础有无开裂，剥落、下沉、顿斜等现象，并进行修理。

4.2.4 事后维修

当机组因异常情况或联锁动作停车并发生损坏时，应根据其损坏程度及系统的综合状况确定检查修理的内容及深度。

5 检修方法及质量标准

5.1 转子

5.1.1 转子吊出缸体前，应宏观检查叶轮有无损坏，叶轮口环及各部密封有无损伤，各级叶轮进、出口端面与相应隔板有无擦痕，有无气流冲刷痕迹，转子各部位有无油污等。

5.1.2 转子吊出缸体前，还应检查各级叶轮出口流道对中情况，测量各部间隙；复位时复测。离心压缩机各部间隙应符合图样或有关技术文件的要求，缺乏资料时可参考表 1。

5.1.3 转子形状和位置公差以及表面质量应符合图样或有关技术文件的要求，参照表 2。

5.1.4 转子各部应作着色检查、磁粉探伤和超声波探伤，检验标准见表 7。

5.1.5 叶轮有严重缺陷而一时难以修复或无法修复时，应用加热法拆卸叶轮。

5.1.6 新配或修复的叶轮应磁粉探伤和着色检查合格，并作静平衡和动平衡。

表 1

部位	径向尺寸 D	直径间隙	备注
支撑轴承	65	0.15~0.21	一般
	80	0.20~0.30	顶隙=(2.3)D/1000
	100~125	0.25~0.35	总侧隙=顶隙
	150~175	0.38~0.50	塞尺塞入深度不小于 D/4
	200~250	0.50~0.65	
	300~350	0.75~0.90	
椭圆轴承		顶隙: (1~2)0/1000 侧隙: (1~3)0/1000	塞尺塞入 (0.3~0.35)D 总侧隙>顶隙
可倾瓦轴承		(1.2~2.5)D/1000	
迷宫式		0.4+(0.6~1.2)D/1000	
浮环式		高压侧环: (0.5~1.0)D/1000 低压侧环: (1~3.0)D/1000	
叶轮轮盖气封及平衡盘密封	≤200	0.40~0.60	
	≤320	0.50~0.70	
	≤500	0.60~0.90	
	≤800	0.70~1.10	
级间气封	≤150	0.50~0.70	
	≤300	0.60~0.80	
	>300	0.70~1.00	
轴承座与支撑轴承体间的紧力		过盈: 0.02~0.05	
叶轮内孔与轴		过盈: (1.2~2.5)D/1000	
止推轴承		轴向总间隙: 0.20~0.55	大 0.20

表 2

部 位	径向尺寸	径向圆跳动	端面圆跳动	粗糙度
轴颈及测振点	≤100	0.010		0.8/ ▽
	≤200	0.015		
	>200	0.020		

止推盘外缘	≤180		0.010	1.6/ ▽
	≤300		0.015	
	>300		0.020	
轴承密封	≤400	0.060		1.6/ ▽
	≤800	0.080		
	>800	0.100		
浮环及机械密封处轴颈		0.010		0.8/ ▽
叶轮轮盖密封	≤350	0.060		1.6/ ▽
	≤700	0.070		
	>700	0.080		
叶轮轮盖进口外缘	≤300		0.100	1.6/ ▽
	≤700		0.150	
	>700		0.200	
叶轮轮盘外缘	≤500	0.150	0.400	1.6/ ▽
	≤1000	0.200	0.500	
	>1000	0.250	0.600	
齿式联轴器外齿轴套外缘	≤150	0.010	0.010	0.8/ ▽
	≤250	0.015	0.015	
	>250	0.020	0.020	
膜片联轴器半联轴器法兰外缘		0.102	0.102	1.6/ ▽
膜片联轴器半联轴器轮毂外缘		0.025		1.6/ ▽
装联轴器的轴段		0.010		0.8/ ▽

注：轴颈圆柱度为 0.02mm，轴的直线度为 0.03mm。

5.2 轴承

5.2.1 支撑轴承

5.2.1.1 测量轴承间隙，其数值应符合本规程 5.1.2 的要求。若间隙过小，圆瓦轴承可修刮巴氏合金(刮研量大于 0.05mm 时应机加工)；椭圆轴承、多油楔轴承和可倾瓦轴承一般不用刮研来调整间隙，仅当要改善轴承接触状况时才允许轻微修刮。间隙过大时应予换新。换新时应确认可倾瓦

各瓦块成套且厚度误差小于 0.01mm。间隙测量及轴承压盖紧力一般采用压铅法，可倾瓦轴承间隙的测量也可采用抬轴法、抬瓦法或借助专用卡具进行。

5.2.1.2 轴承各部件应无裂纹和损伤，巴氏合金粘合良好(用木锤敲击轴承体无哑声，煤油渗透试验合格)，表面光滑，无剥落、气孔、裂纹、烧灼、碾压、拉毛、划痕和偏磨等缺陷，否则应予修理或换新。

5.2.1.3 可倾瓦轴承与轴颈的接触面积应大于 30%；圆瓦轴承应在下半轴承正下方 60°至 90°范围内均匀接触，接触面积达 75%以上。

5.2.1.4 可倾瓦块与轴承体接触面应光滑、无磨损，防转销钉与瓦块上的销孔无磨损、憋劲及顶起现象，瓦块摆动灵活。

5.2.1.5 轴承体中分面应密合、无错口，定位销无松动。轴承体安装后，下半轴承中分面两侧与轴承座中分面平齐，内圆无错口，用 0.03mm 塞尺在中分面任何部位不得塞入，轴承体在轴承座内接触均匀且接触面积大于 80%。

5.2.1.6 轴承座、轴承体上的油孔应吻合，油路应畅通。

5.2.2 止推轴承

5.2.2.1 检查推力瓦块，基环及上、下水准块应无毛刺、裂纹和损伤，基环上磨痕深度不大于 0.12mm。相互接触处光滑无凹坑、压痕，定位螺丝无松动，支承销与相应的水准块销孔无磨损和卡涩，瓦块应摆动自如。

5.2.2.2 巴氏合金应无严重磨损、变形、裂纹和脱开等缺陷，着色法检查单个瓦块与推力盘接触面积应大于 70%且分布均匀；同组瓦块各块厚度差不大于 0.01mm。

5.2.2.3 油封环轴向端面应平整，内孔无磨损、裂纹等缺陷。油封环外径与外盖凹槽应有 0.5mm 以上的径向间隙。

5.2.2.4 装上止推轴承后用推轴法检查止推间隙，并调整垫片；垫片要求平整、各处厚度差不大于 0.01mm，数量不超过 2 片。

5.2.2.5 轴承压盖密封面应贴合严密，油路应畅通。

5.3 轴封

5.3.1 迷宫密封

5.3.1.1 气封片应无污垢、锈蚀、裂纹、折断、缺口、弯曲、变形和毛刺等缺陷，顶端应锐利，其尖角应朝来流方向。

5.3.1.2 镶条式气封片必须镶紧，不得松动，应无偏磨现象，当转子被推至一端时，动、静部分不得相碰。

5.3.1.3 镶入气封片后，应当用机加工或手工修正其外径使符合要求。

5.3.1.4 所有“O”形环应无压扁、扭曲、毛边、裂教、缺肉等缺陷，且弹性良好，装配后不过松过紧。

5.3.1.5 内迷宫密封齿不卷曲、掉落、偏磨及超差。密封件和浮环外壳结合面应平整、光滑。

5.3.1.6 将各元件清洗干净，浇上清洁的汽轮机油，再回装。注意销钉、销孔位置，并复核尺寸，保证每一元件及整个组件安装到位并符合图样要求。

5.4 油系统

5.4.1 油箱

5.4.1.1 放出旧油，彻底清洗油箱内部，内壁油漆应不起皮、无剥落，

焊缝无裂纹，挡板焊接牢固，各开孔接管处焊缝完好无泄漏。

5.4.1.2 加入新油前应对油全面分析，合格方可使用。加油后应立即封闭油箱。

5.4.2 油冷却器

5.4.2.1 抽芯清扫、检查水侧有无结垢，管子、管板有无腐蚀、泄漏或损坏。检查壳体、封头防腐层，锈蚀情况，以及密封处、开孔管、焊缝部位有无泄漏、裂纹或变形。

5.4.2.2 以 1.25 倍工作压力做油侧水压试验，保压 10-30 分钟，应不掉压、无肉眼可见的变形。

5.4.2.3 管束折流板与外壳的间隙应符合图样要求，“O”形环应无老化、不损伤。

5.4.3 油过滤器

5.4.3.1 滤芯应完好无破损，一次性使用的滤芯当阻力降达到报废值时应予更换。

5.4.3.2 筒体、密封、开孔接管、焊缝、连接过渡部位应无泄漏、裂纹或变形。

5.4.4.3 密封元件应不老化、无损伤。

5.5.4 高位油箱

5.4.4.1 外观无锈蚀、箱体、开孔接管、密封部位、连接过渡部位无泄漏、裂纹或变形。

5.4.4.2 清理内表面，应无锈蚀、杂物等，宏观检查箱体内部和焊缝无裂纹。

5.5 机组对中

5.5.1 机组冷态对在机组修毕、主要管道连接前进行，驱动机、压缩机系统应松开。

5.5.2 冷态对中可用单表法、双表法或三表法进行，可用计算法或作图法确定支腿调整量，千分表架应有足够的刚度且安装稳固。也可采用便携式激光轴对中仪来进行，对中偏差值见表 3。

5.5.3 冷态对时应按制造厂规定预留一定的膨胀量，并在机组试车停稳后、油温 40℃ 以时复查机组热态对中的情况。

5.5.4 对中时调整垫片宜采用不锈钢片，应光滑、平整无毛刺。调整垫片应铺满整个猫爪面积，且最多不超过三层，以免机组在运行中由垫片“反弹”而引起振动。

5.5.5 对中完毕后，连上联轴器、连接配管，松开顶丝，并测量对中数据有否变动；如有变动应设法消除，最后钻铰销钉孔，打入定位销。

表 3 机组找正对中偏差允许值 单位：mm

a	b	c	d
0.08~0.10	0.03~0.04	0.03~0.04	0.11~0.12

6 试车与验收

6.1 试车前的准备工作

6.1.1 确认机组检修完毕，质量符合要求，记录完善，并做到工完料尽场地清。

6.1.2 所有现场仪表及控制、联锁系统调试合格。

6.1.3 油系统修理后加入合格的润滑油，在加油点前加设滤网，启动

辅助油泵，在 40℃油温下循环油洗合格，并保持循环。

6.1.4 冷却水通入系统，油冷却器排气、排污，处于备用状态。

6.2 试车

6.2.1 空负荷试车

6.2.1.1 再次确认油、水、汽(气、电)、仪等系统正常，停止盘车，并脱开盘车器。

6.2.1.2 全开压缩机出口阀。

6.2.1.4 空负荷试车时应检查机组：

- a. 有无异响；
- b. 润滑油温、油压；
- c. 密封油压；
- d. 冷却水量、水压、水混；
- e. 轴承温度；轴位移；
- f. 仪表保护系统；
- g. 管线与附属设备
- h. 振动情况。

6.2.2 负荷试车

6.2.1 检查确认检修项目均已完成，机、电、仪各工种及生产工艺操作均具备试车条件

6.2.2 严格按操作规程，启动压缩机组。

6.2.3 启动后，在自动控制状态下，根据试车要求，调整控制压缩机负荷。

6.2.4 严密监视机组振动、声响、电机电流和压缩机压力，流量变化情况。

6.2.5 压缩机组运行平稳后，检查机组振动、声响，轴承温度、润滑油温度和压力。

6.3 验收

6.3.1 机组经过 24h 满负荷运行，各项技术指标达到设计要求，或能满足生产需要。

6.3.2 电器、仪表控制灵敏，指示准确，各辅助设备运行良好。

6.3.3 机组达到完好标准。

6.3.4 检修记录齐全、准确。按规定办理验收手续。

7 安全注意事项

7.1 作业前，应对设备进行隔离、置换，应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

7.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

7.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

7.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

BOG 压缩机检修技术规程

1 适用范围

本规程适用阆中双瑞 BOG 压缩机的维护和检修

2 设备用途和主要结构

2.1 设备用途：BOG 压缩机的用途主要是将 LNG 储罐的闪蒸汽压缩，增压至 $\leq 2.4\text{Mpa}$ ，经分离、热交换后送入冷箱。

2.2 主要结构简介：螺杆压缩机由一对相互啮合的阴、阳转子和机壳组成，在转子下部的机壳内，装有一个滑阀（由机外手动四通阀控制压力油方向，以确定滑阀移动），其位置可由装在机体尾端的能量批示器相应给出，显示制冷量从 15~100%无级调节。在能量批示器下方设有一个可供压力的丝杆（顺时针旋入为压力减小，逆时针旋出为压力增加），调定后用螺母锁紧，并带上密封帽，启动压缩机前，必须先启动油泵，并开启排气阀。

2.3 机组组成特点：BOG 压缩机机组主要由吸气过滤器、吸气截止阀、吸气止回阀、油分离器、排气截止阀、油冷却器、油泵、油过滤器、油压阀和机旁操作台所组成。BPG 压缩机是回转容积型压缩机，兼有活塞式压缩机和离心式压缩机优点，易损件相对较少，可在较高压力的工况下运行。它是靠一对相互啮合的转子，按一定传动比（阳转子转速 2960r/min）相互反向旋转，二转子的齿部插入对方齿槽内，随着转子的旋转，使容纳气体槽的容积越来越小，从而达到压缩气体制冷的目的；为减少转子与壳体的气体泄漏，运转时向转子工作腔内喷油以提高气密性并润滑齿面，油气混合物经分离器分离后，气体经冷器后进入冷冻系统，油则经油冷器返回油系统。

3. 设备完好标准

3.1 零部件完整齐全，质量符合要求。

3.1.1 主、辅机零部件完整齐全，应符合图纸和安装要求。

3.1.2 基础、机身稳固可靠，地脚螺栓和各紧固部位螺栓无松动。

3.1.3 管线、管件、现场排放阀、截止阀、支架等安装合理，且牢固完整，标志分明，符合设计要求，便于操作。

3.1.4 进排气止回阀灵活、运行可靠。

3.2 设备运转正常，性能良好，操作参数符合设计要求。

3.2.1 工作压力、工作温度符合设计工艺要求。

3.2.2 油经过油精过滤器压力降不超过 0.15MPa。

3.3 技术资料齐全准确

3.3.1 设备出厂质量证明书，使用说明书及其它有关资料齐全、统一，检修及验收记录齐全。

3.3.2 设备运转时间和累计时间有统计、有记录。

3.3.3 设备易损配件图纸齐全、正确。

3.3.4 各种规程（操作、维护保养、检修、安全等规程）应齐全。

3.4 设备及环境整齐、清洁，无跑、冒、滴、漏。

3.4.1 安全阀定期检验，按规定值调整定好，经常保持启闭灵活，不允许泄漏。

3.4.2 主、辅机管线连接部位、润滑油系统、操作台、冷却水等处密封不允许泄漏；环境整洁、防腐符合要求、标志分明。

4. 设备维护

4.1 日常维护

4.1.1 检查轴承机体温度，不允许超过规定值。

4.1.2 检查吸排气压力、油温、油压，并定时进行记录。

4.1.3 检查机体机架电机有无异常振动、异常响声。

4.1.4 检查机身阀门联接螺栓有无松动断裂。

4.1.5 检查油压阀、四通阀工作位置和工作情况是否正常。

4.1.6 检查辅机管线有无异常响声、异常振动和泄漏，发现缺陷及时消除。

4.1.7 检查设备卫生。

4.2 设备定期检查

4.2.1 如果在气温较低的季节开车先启动油泵，使油在系统中循环保持油温在 25℃ 以上。若油温下降或上升太快，应及时查找原因。

4.2.2 各级压力表应定期校验、修理或更换。

4.2.3 检查主电机的电压、电流、温度变化。

4.3 常见故障现象、原因及处理方法：

故障现象	产生原因	消除方法
1. 起动负荷过大或无法启动	a. 排气压力过高 b. 滑阀未回到“0”位 c. 压缩机内被润滑油或液体制冷剂所充满 d. 部份运行部件严重磨损或烧坏	a. 通过旁通阀使高压气体回到低压系统 b. 调整滑阀至“0”位 c. 按运转方向盘车，排出积液和积油 d. 拆卸检修更换零部件
2. 机组发生不正常振动	a. 机组地脚螺栓未紧固 b. 压缩机与电动机轴错位或不同轴 c. 管道振动引起机组振动 d. 滑阀不能停在所要求的位置，	a. 紧固地脚螺栓 b. 重新找正 c. 加固支撑点 d. 检查活塞、油四通阀、电磁阀是否泄漏

	且在那里振动 e. 机内有过量积油或积液	e. 顺运转方向盘车, 排出积液和积油
3. 制冷量不足	a. 滑阀位置不合适或其它故障 b. 吸气过滤器堵塞 c. 转子间隙过大 d. 吸气压力低于蒸发压力 e. 高低油系统间泄漏 f. 喷油量不足 g. 排气压力远高于冷凝压力	a. 检修滑阀, 调整指示器位置 b. 清洗吸气过滤器 c. 调整转子间隙或更换 d. 检查阀门 e. 检查、开停车用旁通阀 f. 检查安全阀是否密封及油路系统 g. 检查排气系统, 消除阻力
4. 机器运转中出现不正常响声	a. 转子齿槽内有杂物 b. 止推轴承坏 c. 轴承磨损 d. 滑阀偏斜 e. 运动部件连接处有松动	a. 检修转子及吸气过滤器 b. 更换轴承 c. 更换轴承 d. 检修滑阀导向块及导向柱 e. 检修
5. 排气温度或油温过高	a. 油冷效果差 b. 液氨冷却器供液不足 c. 喷油量不足 d. 空气渗入制冷系统 e. 压缩比过大	a. 清洗油冷器, 降低水温 b. 增大供液量 c. 检查油路系统 d. 排除空气检修渗入部位 e. 降低排气压力和负荷
6. 滑阀动作不灵活	a. 四通阀和电磁阀换向不灵 b. 油路系统接头堵塞 c. 油活塞卡住或漏油 d. 油压不够	a. 检修四通阀和电磁阀 b. 检修 c. 检修 d. 调整油压
7. 机体温度过高	a. 吸气严重过热 b. 旁通管路泄漏 c. 磨擦部位严重磨损 d. 压缩比过高	a. 降低吸气温度 b. 检查旁通阀 c. 修换零部件 d. 降低负荷
8. 油压过低	a. 油压调节阀调节不当 b. 内部泄漏 c. 油温高 d. 油质低劣, 油量不足 e. 油泵效率低	a. 重新调整油压调节阀 b. 修换密封元件 c. 检修油冷器 d. 换油或加油 e. 检修油泵
9. 轴封泄漏	a. 轴封供油不足造成损坏 b. 装配不良 c. O 型圈损坏 d. 动环、静环接触不良	a. 检修充分供油 b. 重新装配 c. 更换新件 d. 拆下研磨动、静环
10. 油消耗量	a. 油分离器效率下降	a. 检修、清洗油分离器

过大	b. 油分离器内积油过多 c. 二次油分回油管路不通畅 d. 排气温度过高, 油分离效率下降	b. 放油、控制液位 c. 检修电路、电磁阀 d. 加强油冷却, 降低排气温度
11. 压缩机运转后自动停车	a. 自动保护及自动控制元件整定值不能适应工况要求 b. 控制电路内部存在故障 c. 过载	a. 调整各整定值 b. 检查电路, 消除故障 c. 检查原因并消除
12. 排气温度或油温下降	a. 吸入湿蒸汽或液体制冷剂 b. 连续无负荷运转 c. 排气压力异常低	a. 减少向蒸发系统的供液量 b. 检查滑阀 c. 降低冷却器的冷却能力
13. 油面上升	a. 过量的制冷剂溶入油内 b. 一次分离器出油管堵塞	a. 提高油温, 加速油内制冷剂蒸发 b. 检修
14. 停车时压缩机反转	a. 吸入管路止回阀关闭不严 b. 防止倒转的旁通管路不畅通	a. 检修、消除卡阻现象 b. 检修该旁通管路和电磁阀
15. 压缩机吸入气体温度高于应有温度	a. 系统制冷剂量不足则吸入气体过热度较高 b. 调节阀及供液管堵塞 c. 调节阀开度小、供液量小 d. 吸入管路绝热不良	a. 向系统内充入制冷剂 b. 检修、清理 c. 加大供液量 d. 检修绝热层, 必要时更换绝热材料
16. 吸气温度低于应有温度	a. 系统内制冷剂过多 b. 调压阀开度过大	a. 停车或减少供液量, 甚至将制冷剂液体旋转排液筒 b. 减少开度
17. 冷凝压力过高	a. 冷却水量不足 b. 冷凝器结垢 c. 系统中空气等不凝性气体含量过多	a. 加大水量 b. 清洗 c. 放空气
18. 冷凝压力表指针跳动	a. 系统内存有较多不凝性气体 b. 表阀、阀头振荡	a. 放空气 b. 检修

4.4 紧急情况停车

4.4.1 机壳内突然发出异响或机组发生非螺栓松动的剧烈振动。

4.4.2 管路、焊缝、阀门外漏严重, 不停车无法处理。

4.4.3 机过工或油压、温度突然剧增, 持续不降。

4.4.4 吸气压力突然下降或排气压力突然上升无法控制。

4.4.5 电机振动、响声突然加大。

4.4.6 系统故障。

5 检修周期和检修内容

5.1 检修周期

BOG 压缩机的检修期限与许多因素有关,应根据实际情况而定,原则下:累计运行台时每 2000 小时进行一次对中和机身检查;累计运行台时 8000 小时,根据机组情况决定是否进行大修;累计运行 16000 小时,进行一次大修。

5.2 检修内容

5.2.1 小修

- a. 检查修理吸、排气阀。
- b. 检查、紧固各联接部件螺栓。
- c. 检查润滑系统管线是否畅通,清洗油过滤器。
- d. 滑阀动作检查。
- e. 消除各处跑、冒、滴、漏现象。
- f. 检查加固附属设备支架。

5.2.2 中修

- a. 包括小修内容。
- b. 检查各主要零部件有无出现缺陷并消除。
- c. 检查能量调节装置,油压调节阀,动作是否灵敏可靠。
- d. 检查测量机身水平,联轴器同轴度。
- e. 检查修理更换磨损严重的零部件。

f. 检修轴封，消除跑、冒、滴、漏现象。

g. 检查修理油泵，清洗油过滤器。

h. 电气、仪表配合中修。

5.2.3 大修

a. 包括中修全部内容。检查机器的所有部分，消除发现的全部缺陷。

b. 检查基础有无下沉、裂纹、渗油现象，地脚螺栓的紧固情况。

c. 检查机体内表面、滑阀表面，转子外表面与两端面及吸、排气座间有无磨擦痕迹，有则消除。

d. 测量机体内圆、滑阀外圆、转子外圆、轴颈、轴承内孔、平衡活塞外圆等尺寸，并做好记录，必要时检查阴、阳转子的弯曲度。

e. 检查轴封、O型圈、各轴承磨损情况，磨损量过大则更换。f. 检查能量指示器有无损坏及旋转卡阻现象。

f. 检查平衡活塞、油活塞有无损坏及不正常磨损。

g. 检查更换所有泄漏阀门。

h. 压力容器按照《压力容器安全监察规程》有关规定执行。

i. 电气、仪表按大修内容检修。

6 检修方法和质量标准

6.1 机体与联轴器水平度： $\leq 0.05\text{mm/m}$

6.2 圆度、圆柱度：转子支承轴颈为 $0.03\sim 0.05\text{mm}$ ，转子外圆 $0.05\sim 0.08\text{mm}$ ，滑阀外圆为 $0.02\sim 0.04\text{mm}$ ，油活塞 $0.01\sim 0.03\text{mm}$ ，平衡活塞 $0.05\sim 0.08\text{mm}$ 。

6.3 转子端面间隙：转子排气端面与排气座端面间隙： $0.09\sim 0.11\text{mm}$ ，

转子吸气端面与吸气座端面间隙：0.38~0.406mm

6.4 转子与机体径向间隙：0.09~0.125mm

6.5 主轴颈与主轴承内孔单边径向间隙：0.04~0.0525mm；主轴承外圆与吸、排气端座间隙 0.032mm。

6.6 平衡活塞与平衡活塞套间间隙：0.08~0.16mm

6.7 油活塞与油缸径向间隙：0.048~0.084mm

6.8 滑阀与滑阀座孔间隙：0.040~0.084mm

6.9 阴阳转子啮合间隙：0.09~6.11mm

6.10 每年校检安全阀一次。

7 安全注意事项

7.1 作业前，应对设备进行隔离、置换，应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

7.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

7.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

7.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

空气压缩机检修技术规程

1 适用范围

本技术规程适用于公司 LNG 装置中，公用工程空压站空气压缩机的检修维护。

2 设备主要结构

2.1 主要结构简介：螺杆空压机的压缩作用是由一对螺旋转子（一阴一阳）啮合而产生，两根转子分别装于两个平行轴上，装于高强度铸铁壳体内。进气口和出气口分别位于壳体两段。阴转子的槽和阳转子啮合，被其驱动，排气端上采用圆锥滚珠轴承，以避免转子的轴向窜动。

2.2 机组组成系统：SSR 空压机是电机驱动，单级压缩的螺杆空压机，加上后处理装置及底座，成为完整的系统。一台标准空压机由以下部分组成：进气过滤系统、压缩机和电机总成、带有冷却器的加压冷却油系统、分离系统、气量控制系统、电机启动控制系统、仪器仪表系统、安全防护系统、后冷却器、水分离和排放系统等。

3 设备完好标准

3.1 外观完好无损，铭牌、标牌齐全；

3.2 设备及零部件完整、齐全，符合质量和安全要求；

3.3 运行正常，运行状态参数符合要求，功能、性能达到标准；

3.4 技术资料及运转记录齐全、完整；

3.5 设备本体及周边环境整洁，无跑冒滴漏。

4 设备维护

4.1 日常维护

- 4.1.1 检查轴承机体温度，不允许超过规定值。
- 4.1.2 检查吸排气压力、油温、油压，并定时进行记录。
- 4.1.3 检查机体机架电机有无异常振动、异常响声。
- 4.1.4 检查机身阀门联接螺栓有无松动断裂。
- 4.1.5 检查油压阀工作位置和工作情况是否正常。
- 4.1.6 检查辅机管线有无异常响声、异常振动和泄漏，发现缺陷及时消除。

4.1.7 检查设备卫生

4.2 设备定期检查

- 4.2.1 各级压力表应定期校验、修理或更换。

- 4.2.2 检查主电机的电压、电流、温度变化。

4.4 紧急情况停车

- 4.4.1 机壳内突然发出异响或机组发生非螺栓松动的剧烈振动。

- 4.4.2 管路、焊缝、阀门外漏严重，不停车无法处理。

- 4.4.3 油压、温度突然剧增，持续不降。

- 4.4.4 吸气压力突然下降或排气压力突然上升无法控制。

- 4.4.5 电机振动、响声突然加大。

- 4.4.6 系统故障。

5 检修周期和检修内容

5.1 检修周期

保养项目	措施	运行 时数	时间间隔（先到为准）					
			1周	1月	3月	6月	1年	2年
冷却油位	检查	8						

排气温度	检查	8	√					
油分离芯压差	检查	8	√					
空滤器滤芯	检查	8	√					
油过滤器	调换	150	√ 仅指首次调换					
温度传感器	检查	1000			√			
软管	检查	1000			√			
油过滤器	调换	2000				√ (后续调换)		
分离器滤网及小孔	清洁	4000						√
冷却器芯	清洁	4000				√		
空滤器	调换	4000				√		
冷却油	调换	16000						√
启动接触器	检查	8000						√
电机润滑	维护	2000						√

5.2 检修内容

5.2.1 小修

- a. 检查修理进、排气阀，进气空滤器。
- b. 检查、紧固各联接部件螺栓。
- c. 检查润滑系统管线是否畅通，清洗油过滤器。
- d. 消除各处跑、冒、滴、漏现象。
- e. 检查加固附属设备支架。

5.2.2 中修

- a. 包括小修内容。
- b. 检查各主要零部件有无出现缺陷并消除。
- c. 检查能量调节装置，油压调节阀，动作是否灵敏可靠。
- d. 检查测量机身水平及相对位置尺寸。

-
- e. 检查修理更换磨损严重的零部件。
 - f. 检修轴封，消除跑、冒、滴、漏现象。
 - g. 检查修理油气分离器，清洗油过滤器。
 - h. 电气、仪表配合中修。

5.2.3 大修

- a. 包括中修全部内容。检查机器的所有部分，消除发现的全部缺陷。
- b. 检查基础有无下沉、裂纹、渗油现象，地脚螺栓的紧固情况。
- c. 检查机体内表面，转子外表面等部位有无磨擦痕迹，有则消除。
- d. 测量机体内圆、转子外圆、轴颈、轴承内孔等尺寸，并做好记录，必要时检查阴、阳转子的弯曲度。
- e. 检查轴封、O型圈、各轴承磨损情况，磨损量过大则更换。
- f. 检查能量指示器有无损坏及旋转卡阻现象。
- g. 检查更换所有泄漏阀门。
- h. 压力容器每两次大修进行一次全面检查。按照《压力容器安全监察规程》和《化工企业压力容器安全管理规程》中有关规定执行。
- i. 电气、仪表按大修内容检修。

6 安全注意事项

6.1 作业前，应对设备进行隔离、置换，应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

6.2 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

6.3 其它未尽事项，按公司《HSE管理制度》执行。

多级离心泵检修技术规程

1 适用范围

本技术规程适用于公司 LNG 装置中胺液泵（P101A/B）检维修。

2 拆卸

2.1 拆卸前准备

2.1.1 保证驱动装置处于停止状态，且切断电源，去除残余电流，以免泵机组突然启动；

2.1.2 关闭出口、入口阀，并保证在未经允许之前，不得打开阀门；

2.1.3 拆卸前，让输送热介质的泵冷却到环境温度；

2.1.4 排空泵中的输送介质及轴承箱内的润滑油，拆下恒位油杯和视窗；

2.1.5 对于有毒、易爆炸、热的或其已危险介质的排放，一定防止环境污染或对操作者造成危险，遵守关于排放废物的法律规定；

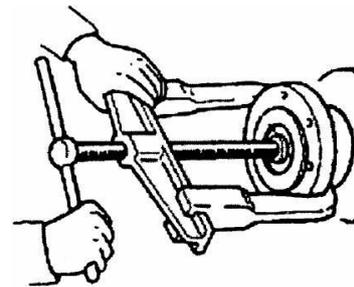
2.1.6 若提供的泵外表面有有毒物质或其他危险物质，必须把外表面冲洗干净，对于有放射性的介质，必须排放干净，在拆卸过程中的冲洗和清洁工作中也一定要小心，防止介质残杂物泄漏出来；

2.1.7 拆下所有的仪表及辅助管路，拧下螺栓，拆下联轴器护罩，取下联轴器的中间连接段，无中间联接段应将电机拆除。

2.2 泵端联轴器的拆卸

如图所示，用拉拔器拆卸泵端联轴器，然后拆卸键并妥善保管，不得遗失。

注意：为了防止轴承或轴中心孔螺纹的损坏，



要使用合适的拉拔器,并且使用垫片来保护中心孔螺纹,防止轴承承受任何外部压力和震动;

注意:如果拆卸泵只是为了更换密封、口环或解决其它问题而不需要拆卸轴承架组件时,可不拆卸泵端联轴器。

2.3 轴承部件的拆卸

2.3.1 驱动侧轴承部件的拆卸

◇ 拧下轴承盖与轴承体之间的内六角螺钉,同时通过螺母把在轴承盖和轴承体之间起定位作用的定位销拔出,将在轴承体与泵体之间起定位作用的定位销拔出;

◇ 取下轴承盖,拧下连接压环与轴承体之间的内六角螺钉,取下压环;取下上轴瓦,同时将轴抬高一些,沿圆周方向将下轴瓦取出;

注意:若不需要更换迷宫环,则轴承盖、轴承体不须和迷宫环分开。清洁上、下轴瓦,并单独包裹,防止损坏

◇ 拧下轴承体与泵体之间连接的螺母,取下轴承体,最后取下甩油环。

2.3.2 非驱动端自润滑轴承部件的拆卸

◇ 拧下螺栓,拆卸轴承压盖;拧下轴承锁紧螺母,顺序取出止动垫片、甩油环、油环套;

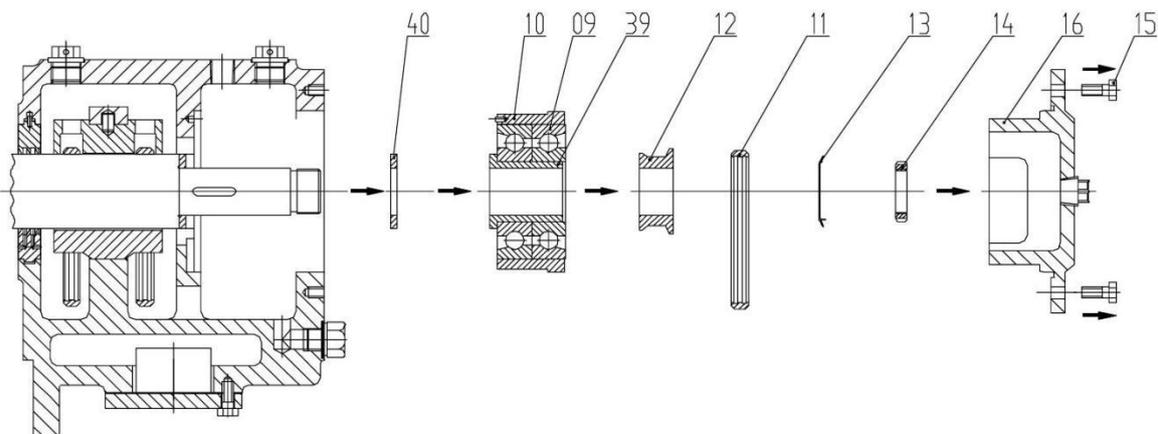
◇ 把轴承防转套、轴承套、角接触球轴承作为整体取出,取出调整垫;

◇ 拧下轴承盖与轴承体之间的内六角螺钉,同时通过螺母把在轴承盖和轴承体之间定位销拔出,通过螺母将在轴承体与泵体的定位销拔出;

◇ 取下轴承盖,拧下连接压环与轴承体之间的内六角螺钉,取下压环;

◇ 取下上轴瓦,同时将轴抬高一些,沿圆周方向将下轴瓦取出;清洁

上、下轴瓦，并单独包裹，防止损坏。取下轴承体，最后取下甩油环。



2.4 密封部件的拆卸

2.4.1 将密封定位板放入轴套限位槽中，把紧螺钉；

2.4.2 拧松把紧装置的螺钉，将密封压盖螺母松开取下；

2.4.3 将密封部件从密封腔盖上取下，拧松密封腔盖与泵体、泵盖的把紧螺母，将密封腔盖取下。

注意：检查密封压盖与泵体、泵盖之间的密封元件是否完好，如果已经损坏失去弹性不得再次使用。

2.5 泵盖及内芯部件的拆卸

2.5.1 泵盖的拆卸

◇ 拆卸连接泵盖和泵体的螺母及定位销，利用起吊孔将泵盖拆下，放置安全位置；

◇ 将起吊绳置于密封压盖处，轻轻将内芯部件吊起，此时取出分半的中间套，然后将内芯部件放于方便拆卸的位置；

注意：各泵体密封环、节流套、中间套和吸入套的防转销，小心放好，

防止丢失。

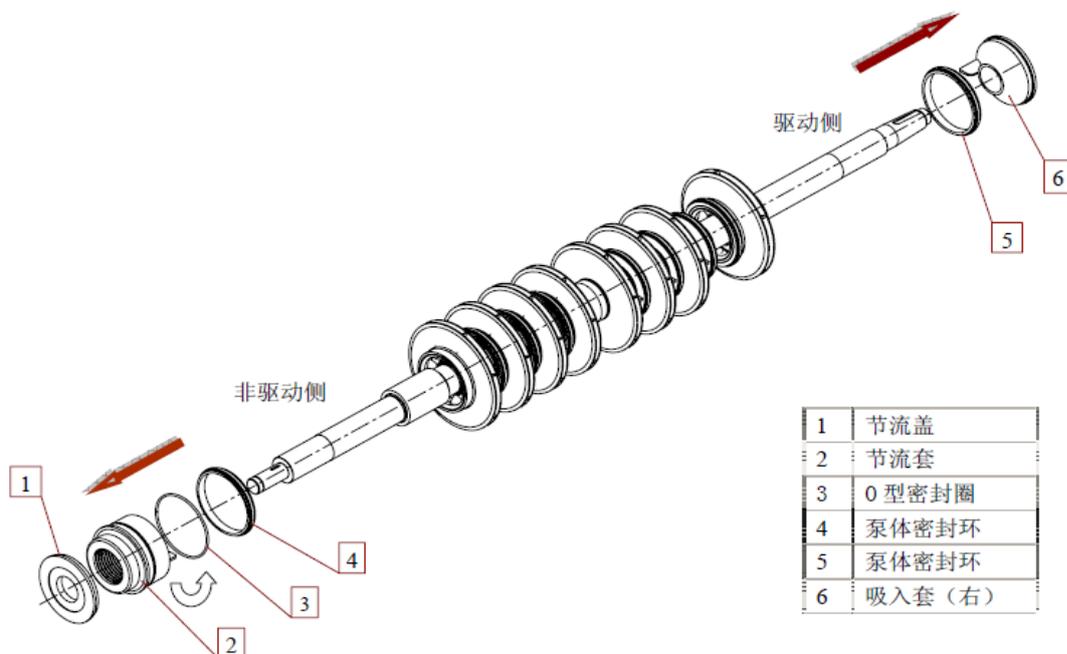
2.5.2 内芯部件的拆卸

◇ 从内芯部件的非驱动侧依次拆下节流盖（1）、节流套（2）（上边含有 O 型密封圈）、泵体密封环（4）；从内芯部件的驱动侧依次拆下吸入套（右）（6）和泵体密封环（5）；

◇ 拆卸轴套和叶轮时，需要用焊枪加热，温度不超过 350℃，由外圆向内均匀加热；装配时采用同样方法进行加热装配。

◇ 卸各叶轮和轴套时，键及卡环要做好标识，防止再次装配时发生错误。

◇ 拆卸泵体密封环时，与叶轮密封环的对应关系应做好标识，以便检查密封环间隙；



将内芯部件竖直放置，驱动侧向上（见图 1.5.2 左图）

◇ 将双吸叶轮（2）用焊枪加热后向非驱动侧推动，取出卡环（1），

拆下该叶轮、泵体密封环（3）和吸入套（左）（4），取下对应键（5）

◇ 将吸入轴套（7）用焊枪加热后向非驱动侧推动，取出卡环（6），拆下吸入轴套（7）、泵体密封环（9），取下对应键（8）；

◇ 将次级叶轮（11）用焊枪加热后向非驱动侧推动，取出卡环（10），拆下该叶轮、密封环座（12），取下对应键（13），可同时拆卸下一级叶轮对应的泵体密封环；

—其他驱动侧相同布置叶轮依同样方法进行拆卸，同时注意将各叶轮、密封环以及键一同对应编号放好。

将内芯部件倒置，即非驱动侧向上（见图 2. 5. 2 右图）：

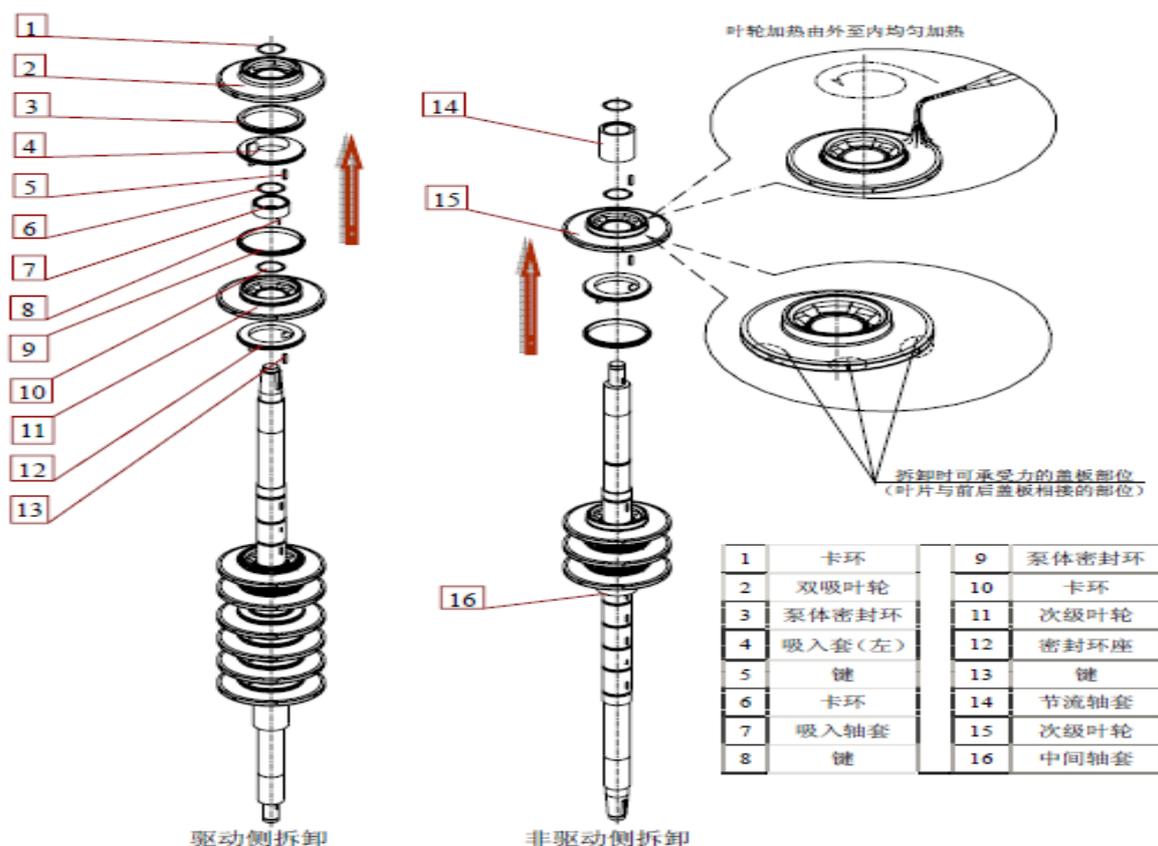
◇ 将节流轴套（14）用焊枪加热后向驱动侧推动，取出卡环，拆下节流轴套，取出节流轴套对应的键；

◇ 将次级叶轮（15）用焊枪加热后向驱动侧推动，取出卡环，拆下该叶轮、密封环座和泵体密封环；

◇ 将中间轴套（16）用焊枪加热后，拆下中间轴套，同时取出中间套对应键，一同放置好；

—其他非驱动侧相同布置叶轮依同样方法进行拆卸，同时注意将各叶轮、密封环以及键一同对应编号放好。

图1.5.2



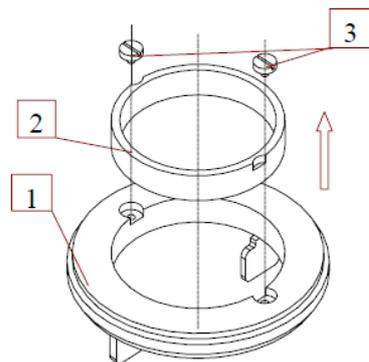
2.6 密封环的拆卸

密封环拆卸前要检查间隙，如果超出表 3-1 所规定的允许间隙，需要更换，拆卸步骤如下：

2.6.1 泵体密封环（轮毂）的拆卸

◇ 拧下密封环座（1）与泵体密封环（轮毂）（2）的大头螺钉（3）；

◇ 利用撬杆将泵体密封环（轮毂）（2）拆卸下来；



2.6.2 叶轮密封环和轮毂密封环的拆卸

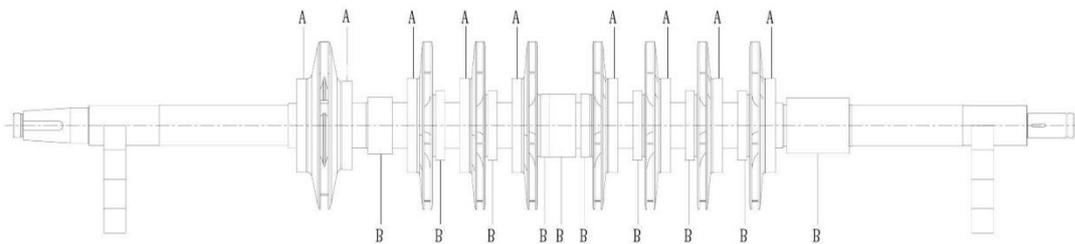
如果必须要进行更换的密封环（已严重的划伤或与叶轮抱死为一体），完整拆卸比较困难， 则可以采用车削的方法将废除口环车掉。

3 检查

3.1 转动间隙的检查

检查各密封环之间以及各套与轴套之间的运转间隙。如超过了下表所规定的允许直径间隙，可按下表进行修复或更换新零件。

间隙部位	配合名义直径	新零件的直径间隙
泵体密封环与叶轮密封环	$\phi 176$	0.42~0.50
泵体密封环（双吸左）与双吸叶轮密封环（左）	$\phi 165$	0.42~0.50
泵体密封环（轮毂）与轮毂密封环	$\phi 117$	0.42~0.50
吸入套（左）与吸入轴套	$\phi 106$	0.42~0.50
中间套与中间轴套	$\phi 117$	0.42~0.50
节流套与节流轴套	$\phi 104$	0.42~0.50

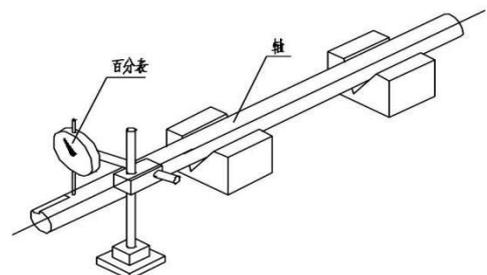


3.2 轴的检查

◇ 检查

轴的配合尺寸及轴肩部位的清洁度，轴表面是否有刮痕和毛刺，如果有，应去除，如果需要则更换新轴；

◇ 如右图。所示，用百分表检查轴的跳动，超过 0.05mm，则需修复，如果确定修复不了则更换轴。



3.3 转子跳动的检查

对转子部件进行跳动的检查，图示 A 的跳动值应保证在 0.05 以内；图示 B 的跳动值应保证在 0.04 以内，如超过以上范围，则上磨床修至要求值。若实在不能修复，则更换零件。

3.4 机械密封的检查

检查所有的静密封件包括密封垫、O 型圈等，O 型圈必须要完好无缺，并且要有良好的弹性，如果 O 型圈已经有破损、变形、失去弹性则必须更换；每次装配，必须更换新的密封垫。

3.5 轴承的检查

滚动轴承

用轻油将滚动轴承清洗干净，然后检查轴承，如有损坏应更换新轴承；

径向滑动轴承

检查轴瓦与轴接触部分的表面质量，如果出现划痕、裂痕或磨损等现象，则须对轴瓦进行修复，破坏严重的需要进行更换；

4 装配

清洗所有检验合格的泵零件，准备好润滑油，检验 O 型圈及密封垫有无损坏，需要时给予更换。组装过程对应零件序号序号应按照拆卸过程中的序号进行安装，应保证编号不变，如有需要更换零件，应严格按照零件公差要求以及材料要求进行。

4.1 叶轮与口环的装配

4.1.1 如果叶轮需要更换口环，则需要将叶轮与口环重新装配，并且进行二次加工，保证叶轮口环泵体口环之间的间隙要求。

4.1.2 装配精加工后的叶轮进行静平衡试验，满足 G6.3 级。

4.1.3 叶轮口环可采用骑缝螺钉固定在叶轮与口环之间，然后采用点焊固定口环；也可以采用沿叶轮内，用螺钉径向固定口环

4.2 转子的装配

装配前须知：

①进行转子装配目的是为了在更换叶轮、密封环、轴套后，需要重新进行转子变形量以及动平衡量检查。

②装配时同样采用热装方法。

③根据检查变形量以及动平衡，所有结果必须满足泵使用要求。

④安装各叶轮和轴套时，叶轮、键和卡环须按标识序号装配，谨防误装！

⑤每热装一个零件后，均需冷置一段时间，待轴温度低于 50℃后再装下一零件！加热时注意安全!!!

转子装配时，轴应竖直放置，驱动侧向上：

◇ 先将中间套处键放入键槽，然后将驱动侧与中间轴套相邻的叶轮用焊枪加热后安装到轴的相应位置，装入相应的卡环，趁热将叶轮向卡环处靠紧；

◇ 用同样方法，依次安装键、叶轮、卡环、吸入轴套、首级叶轮等零件。

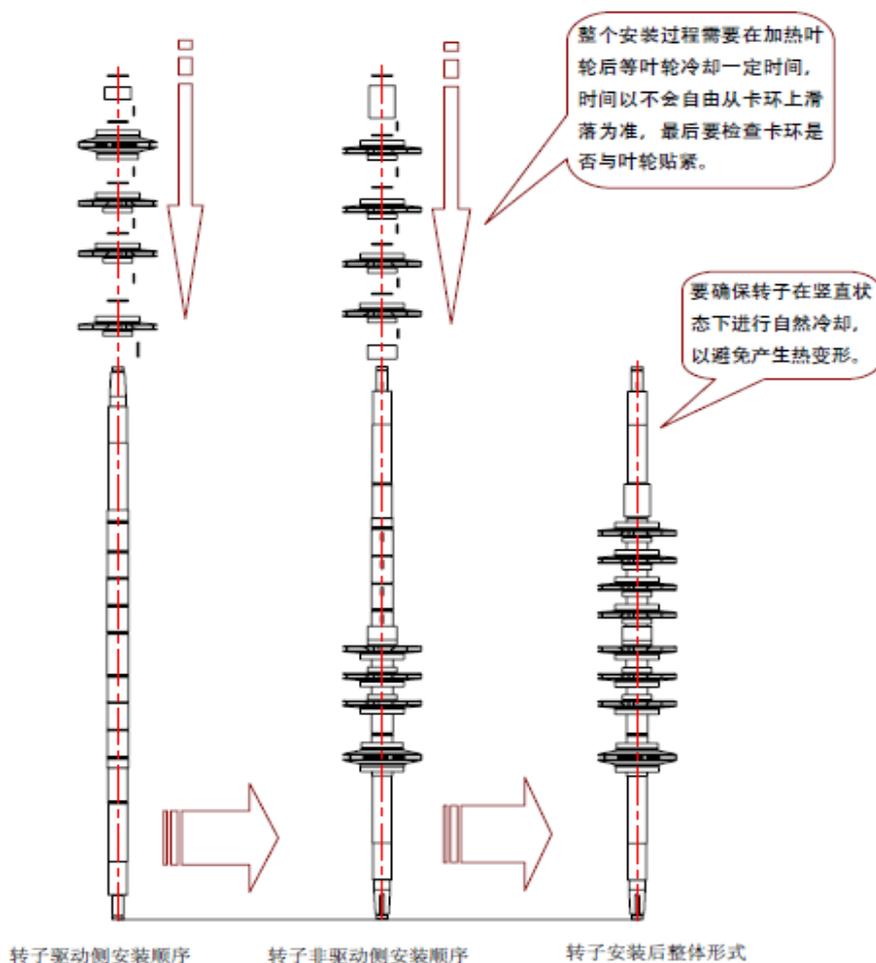
将转子倒置，即非驱动侧向上；

◇ 将中间轴套用焊枪加热后安装到轴的相应位置；

◇ 将非驱动侧靠近中间轴套叶轮处的键放入键槽，用焊枪加热叶轮

后安装到轴的相应位置， 装入相应的卡环； 趁热将叶轮向卡环处靠紧；

◇ 用同样方法，依次安装其它键、叶轮、卡环和节流轴套



转子预装配完毕后，用吊环螺钉吊置冷却。冷却后，检查各个叶轮密封环和轴套的直径尺寸和跳动值，并做好记录。同时要检查泵体密封环和泵体密封环（轮毂）的内孔直径尺寸，对应间隙值应符合要求，不符合设计要求则需要修复。

整个转子按设计要求进行 G2.5 级动平衡。

4.3 泵芯部件的装配

转子动平衡及跳动、间隙检查合格后，按装配顺序的反向拆下各零件，进行内芯部件的装配。内芯部件装配前，应将各个泵体密封环及吸

入套（左）、吸入套（右）、密封环座、中间套、节流套、节流盖与泵体、泵盖研磨、匹配好，做到能轻松旋转，并做好标识。

注意：内芯部件装配前一定要检查运转间隙，并且符合要求！

◇ 将定位销分别安装到各个密封环以及密封环座上的销孔里，安装时要确保安装到位，避免定位销从上边滑落；

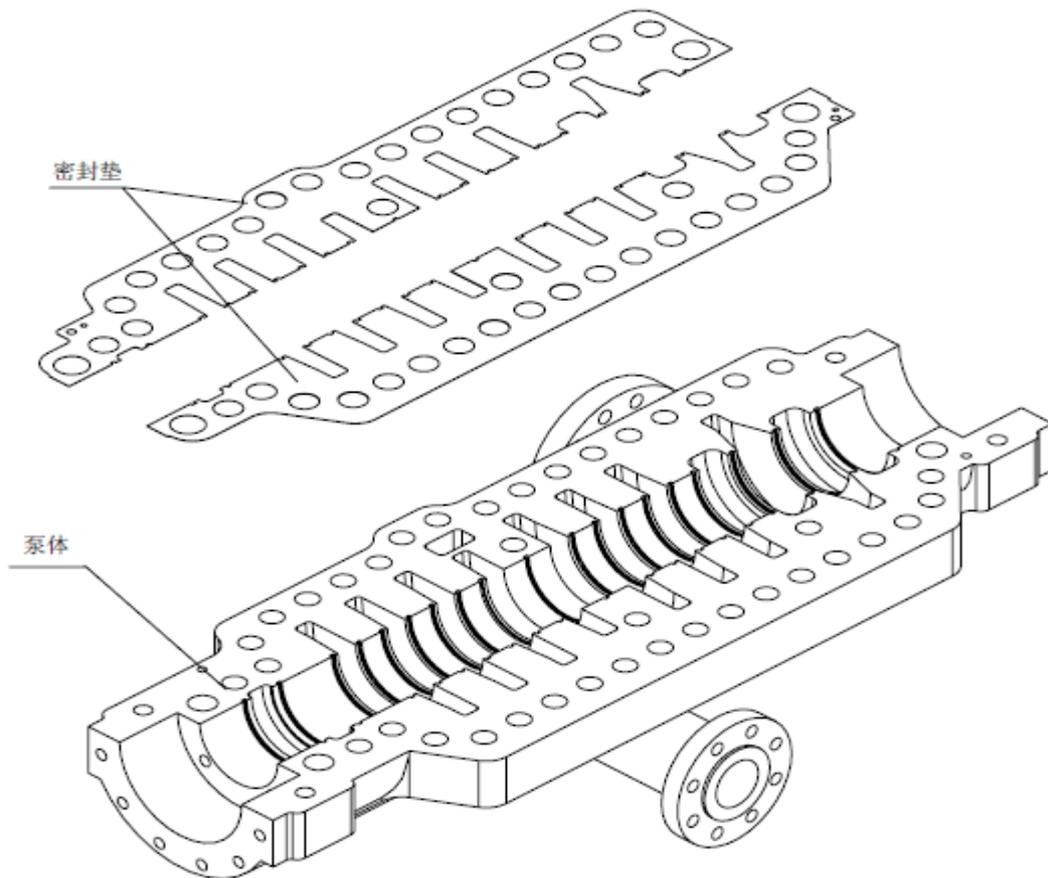
◇ 内芯部件装配与转子装配方法基本相同，只是在相邻两个热装零件之间需要安装对应的泵体密封环座（上边已镶装泵体密封环）、泵体密封环、以及吸入套（左）、节流套（上边含有O型密封圈）、节流盖等零件。具体过程参照拆卸部分介绍，将各零部件反顺序采用热装配。

4.4 盖体合装

◇ 体盖合装前一定要仔细检查中开面，去除所有毛刺、飞边及其他影响中开面密封的障碍；

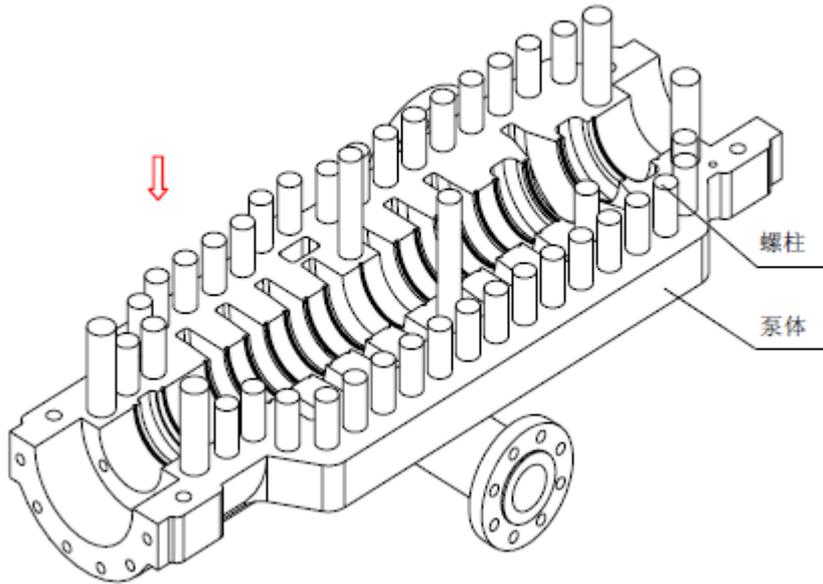
◇ 合装前应先按照泵盖中开面形状剪裁 0.8mm 耐高压胶质石棉板；裁剪该石棉垫时应严格按照流道轮廓，垫片上的螺孔应比泵盖上光孔的尺寸大 2mm。

注意：应确保密封垫与壳体口环相接合处形状相符，将密封垫放在中开面上用铜锤沿轮廓轻轻敲击出密封垫形状。禁止用铁器或其他高于泵本体材质硬度的器械用来敲击，防止破坏泵壳体尖角。



◇ 将连接中开面法兰的螺柱螺纹周围均匀、适当涂抹润滑油，拧入泵体；

◇ 将密封垫沿中开面流道形状铺平；在铺平前严格确保中开面干净（为方便螺柱安装密封垫在螺柱安装后进行）。

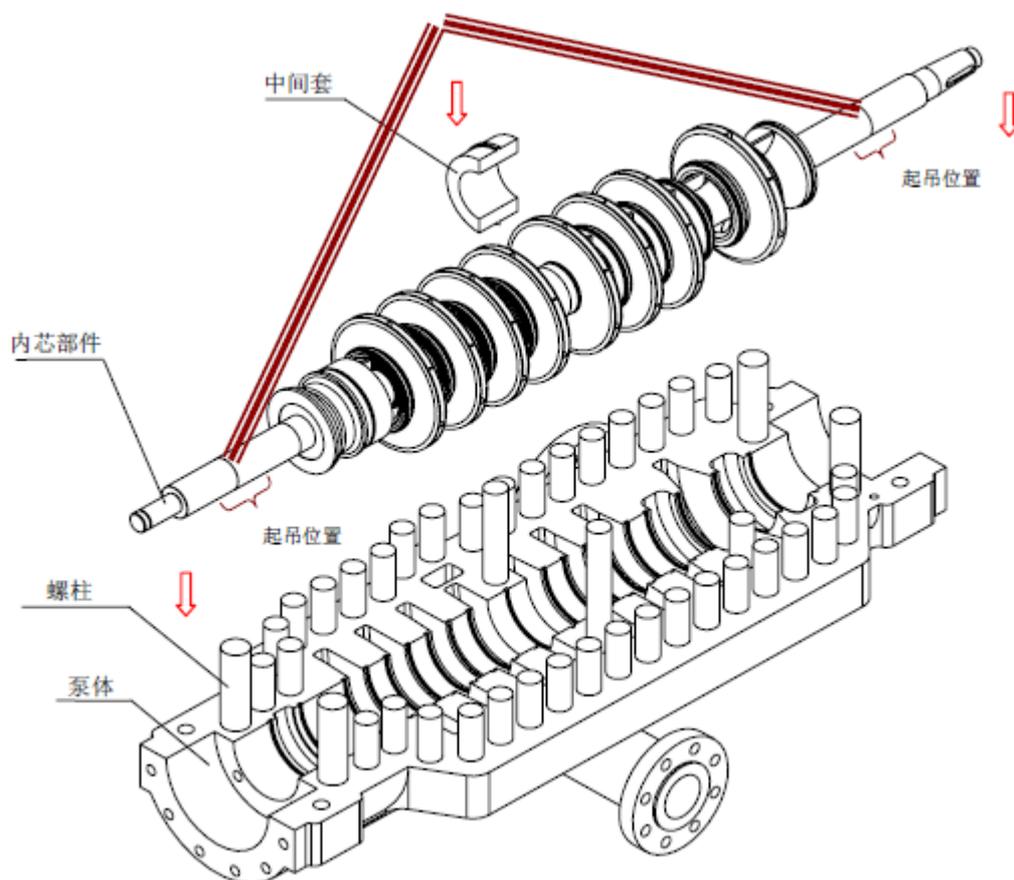


◇ 将装好的内芯部件安全起吊，调整各泵体密封环和各套的定位销，使他们同时在水平位置，并且和泵体中开面上的销孔在同一方向；注意：确保整个内芯部件没有夹带脏东西，以避免转子调节串量以及抬量时受到影响；

◇ 将内芯部件轻轻放到泵体里，此时将分半的中间套装入，同时要保证各密封环和套与泵体的槽一一对应；防转销同时落在泵体中开面的凹槽里；

◇ 检查转子前后串量，并记录；

注意：此时按照流道中心与叶轮出口中心线进行对中，以满足多数叶轮能够对中为基准，测量前、后串量。



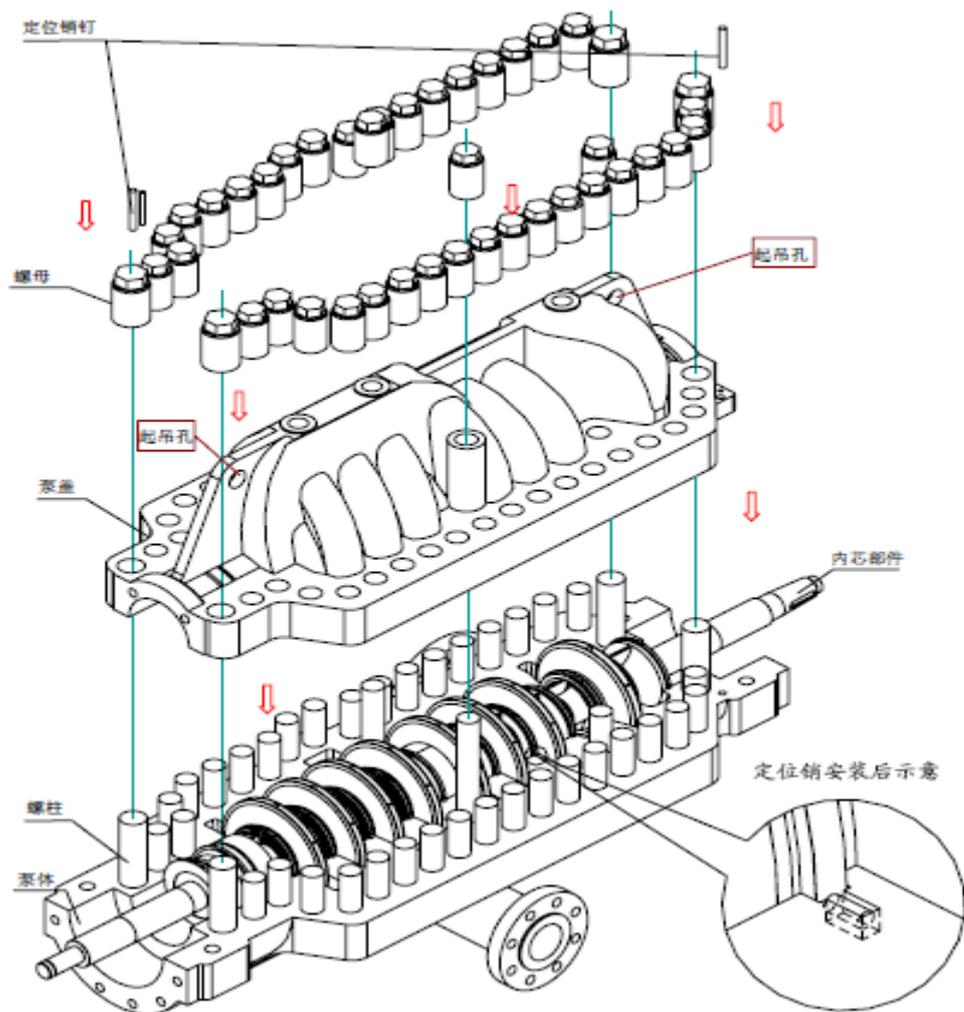
◇ 安装泵盖：

(1) 利用泵盖上的起吊孔将泵盖水平吊起，将流道内以及泵盖外部进行清洁，确保不含脏东西，并再次检查泵体中开面确保无杂物。

(2) 轻轻移动泵盖，调整位置，使泵盖上各螺柱孔与泵体上螺柱中心线在正上方垂直对应（防止破坏到螺纹），然后缓慢向下移动泵盖，在中开面即将靠在一起前，放入定位销钉进行导向，并放下泵盖与泵体靠紧。

(3) 确保泵盖与泵体真实靠死后把紧定位销钉；

◇ 再次检验转子串量，并记录；如果此次前后串量与未安装泵盖前串量相差很大，则说明泵体、泵盖流道毛坯尺寸存在问题， 需要进一步进行各零件检查修复。



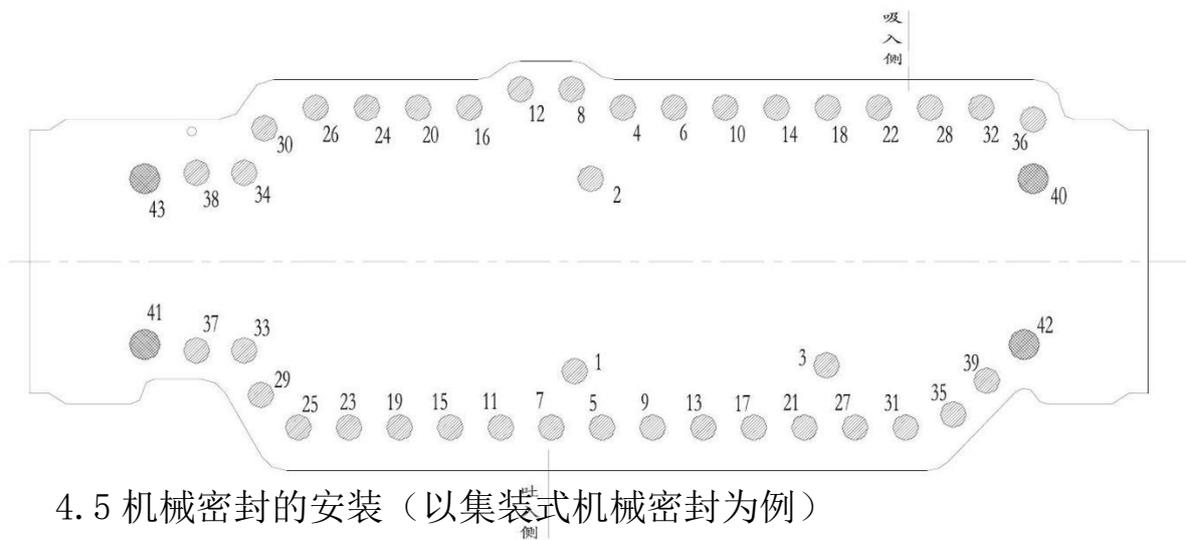
按螺柱把紧顺序及力矩把紧螺母，（螺柱把紧顺序见下图）

注意：必须按照螺柱把紧顺序分三次（1→43）用力矩扳手把紧，把紧螺母时可以涂抹润滑油，并确保螺母与泵盖接触处清洁；

◇ M48×2（序号 1~39）用扳手分 3 次把紧力矩分别为 1650、2475、3300N·M；

◇ M56×2（序号 40~43）用扳手分 3 次把紧力矩分别为 2800、4200、5600 N·M。

注意：螺柱拧入泵体一端短，并且拧入过程严禁用扳手或其他辅助工具，防止破坏泵体的螺纹孔。

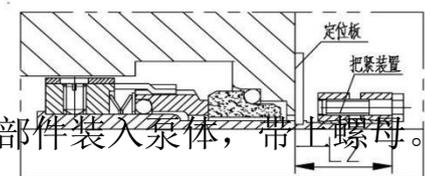
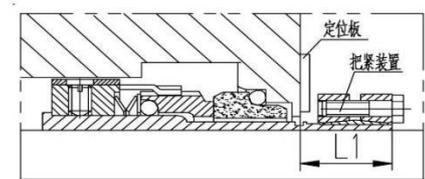


4.5 机械密封的安装（以集装箱式机械密封为例）

检查机械密封的压缩量是否满足密封的要求，将密封压盖放平，用手将轴套向里推，使动环与静环接触上，然后松手，使弹簧保持自由状态，测量轴套根部到密封压盖背面的距离 L_1 ，

然后压紧轴套，将密封压盖上的定位板放到轴套限位槽中，固定好，测量轴套根部到密封压盖背面的距离 L_2 ，

$L_2 - L_1$ 即为密封的压缩量；



- ◇ 定位板放入定位槽并锁紧后，将密封部件装入泵体，带上螺母。

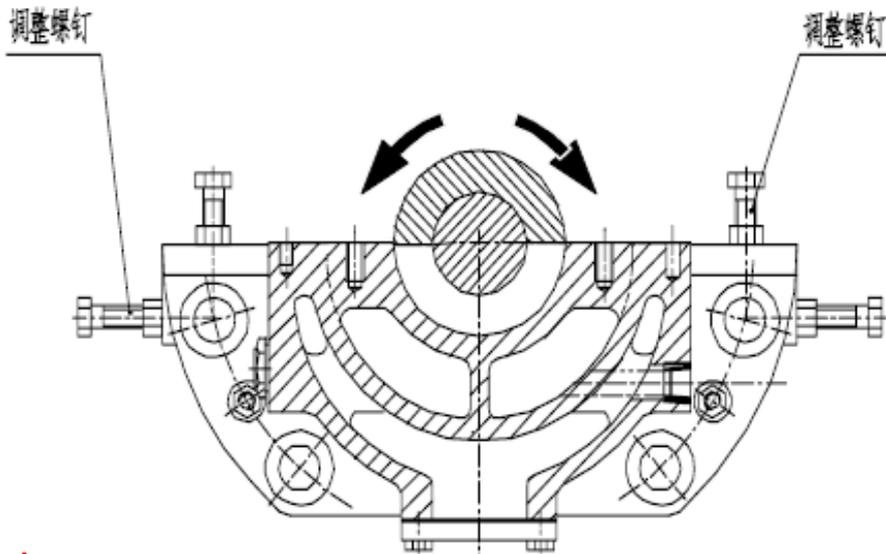
注意：密封压盖与泵体的止口暂时不用配合，拧上螺母时不要拧紧，轴套的夹紧装置不要把紧；安装机械密封时，周围环境必须洁净，避免密封进入灰尘或其它杂质。

4.6 轴承部件的安装

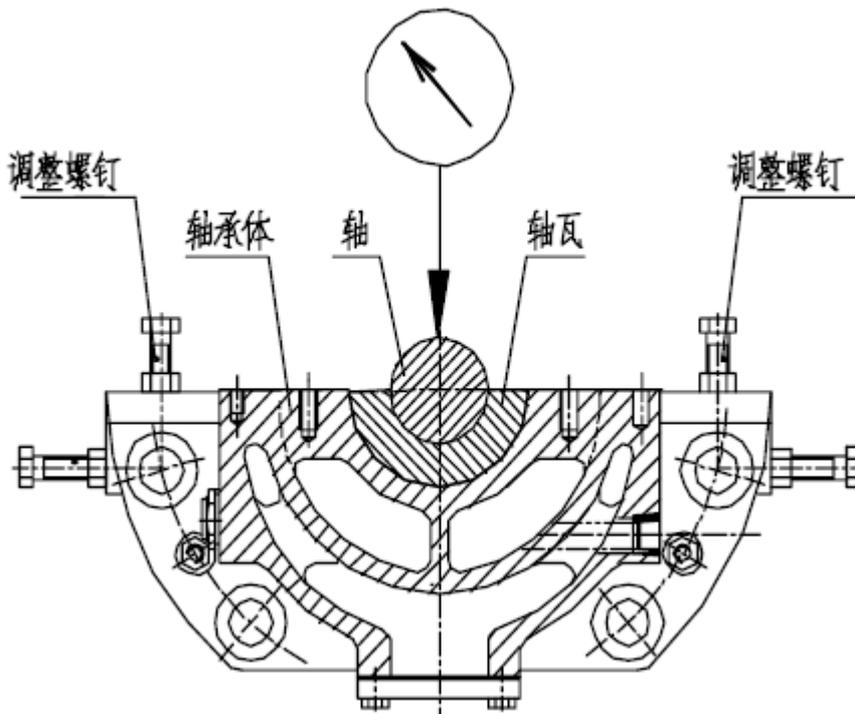
- ◇ 安装驱动侧轴承体、非驱动侧轴承体，把上螺母，但不要把紧；

◇ 调整两侧调整螺钉（如下图），使两侧轴承体到适当位置，当轴承体在此位置时，沿圆周方向无论是逆时针方向还是顺时针方向安装下轴瓦

时都比较合适；



◇ 在两端轴瓦处的最上方分别加一块千分表，同时将千分表指针调零，同时调整两侧调整螺钉，缓慢抬起转子至最高点，接近最高点时注意轻抬，防止轴弹性变形。记录此时（见下图）千分表的数值。



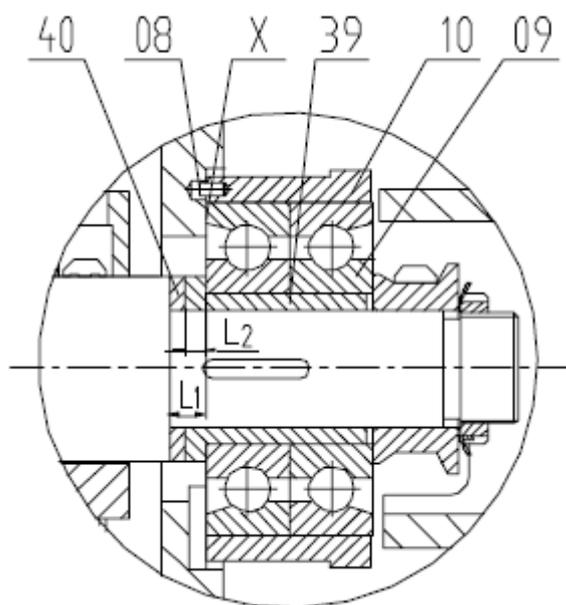
◇ 同时调整两侧调整螺钉，下移转子到工作位置。此位置应在中心偏

上，位置调整好后拧紧用来把紧轴承体与泵体的螺母；

注意：如果需要，需对下轴瓦进行刮研，刮研时在 60° 锥角内每平方厘米约有 4~6 个研点。

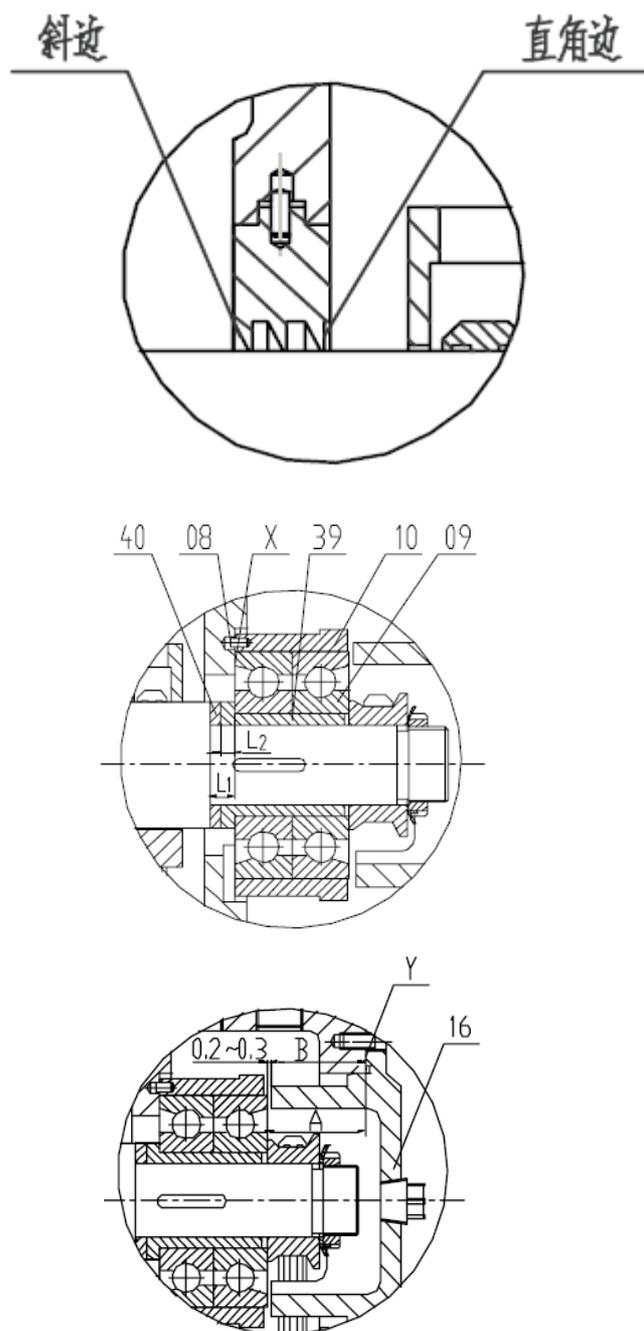
注意：刮研的过程中，千分表应始终在测量点上，刮研后再安装轴瓦时，千分表的数值不应该发生变化，如有变化，需做调整；

◇ 非驱动端：在转子对中的情况下，测量非驱动侧轴肩到轴承体端面 (X) 的距离 (L1)，再测量轴承套 (39) 轴肩宽度 (L2)，则可得调整垫 (40) 的宽度 W： $W=L1 - L2$ 。车削调整垫 (40) 的厚度到 W 后，安装调整垫。



◇ 安装两侧轴承体迷宫环；安装甩油环；安装上轴瓦，同时安装压环，拧紧螺钉 (15)、(23)；

注意：安装迷宫环时注意方向（直边面向油腔，斜边向外）；安装时注意上、下轴瓦之间的定位销 (13)、(21) 及上轴瓦及压环之间的定位销 (04)、(07)



◇ 非驱动端：将轴承（09）热装在轴承套（39）上，再将带有轴承防转销的轴承防转套（10）安装在轴承（09）上，并安装定位销（08），然后整体装入轴承内腔（见右图）；

◇ 非驱动端：依次装入油环套、甩油环、止动垫片、轴承锁紧螺母；

拧紧锁紧螺母，并选择合适的止动片定位；

◇ 非驱动端：轴承压盖轴向尺寸（B）的确定：测量轴承（09）端面到轴承盖端面（Y）的距离（A），若轴承压盖（16）与轴承端面间隙为（0.2~0.3），则有 $B=A-(0.2\sim 0.3)$ （见右图）；车削轴承压盖端面到尺寸（B）后，安装轴承压盖（16），拧紧螺栓，安装轴承体与泵体之间的定位销（20）（28），若不同心，可铰削后安装。

清洁两侧轴承体和轴承盖配合表面，在轴承体的配合表面上涂抹少许耐油渗透密封剂；

注意：耐油渗透密封剂要涂抹在外圆周，以免安装时受压而流入腔中，不要涂抹太多的耐油渗透密封剂。

◇ 安装轴承盖，插入轴承体与轴承盖之间的定位销后再拧紧内六角螺钉。

4.7 最终安装

4.7.1 机械密封

◇ 均匀交叉拧紧密封压盖上的螺母，拧紧把紧装置的螺钉；

◇ 松开定位板螺栓，将定位板从密封轴套的定位槽中取出，旋转 90° ，拧紧螺栓。

注意：开车启动前，定位板必须从定位槽中取出，否则后果很严重！

4.7.2 联轴器

◇ 清理联轴器内孔后将联轴器加热至 $100^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$ 之间；

◇ 装入联轴器至正确位置。

注意：安装联轴器时不允许轴承承受任何压力与撞击。

4.7.3 辅助连接

◇ 连接辅助管路(平衡管路和辅助密封管路等)和辅助仪表(温度计、油杯等)

5 试车

5.1 泵试车前的检查

5.1.1 冷却、传热、保温、保冷、冲洗、过滤、除湿、润滑、密封冲洗等系统及工艺管道应速接正确,且无渗漏现象,管道应冲洗干净,保持通畅。

5.1.2 各指示仪表应灵敏、准确

5.1.3 电机绝缘电阻及转动方向应符合设计规定(转向必须与泵转向牌上的箭头方向一致),脱开联轴器,对驱动机旋转方向进行确认,并先进行驱动机的试运转。

5.1.4 润滑部位应加入符合技术文件规定的润滑油或润滑脂;

5.1.5 检查轴的对中偏差,应符合规定。

5.2 泵的试车

泵的试车步骤参考《工艺泵操作规程》

5.3 泵试运行的检查与验收

5.3.1 运转中,滑动轴承及往复运动部件的温升不得超过 35℃,最高温度不得超过 65℃。滚动轴承的温升不得超过 40℃,最高温度不得超过 75℃;

5.3.2 泵的振动值应符合技术文件或相关标准的规定;

5.3.3 电动机温升不得超过铭牌或技术文件的规定,如无规定,应根据绝缘等级不同进行确定;

5.3.4 压力和电流应符合设计要求,应控制电动机的电流不得超过额定值;

5.3.5 转子及各运动部件不得有异常声响和摩擦现象;

5.3.6 各润滑点的润滑油温度,密封液和冷却水的温度,不得超过技术文 f' 1 的规定:

5.3.7 泵的附属设备运行正常,应连接牢固无渗漏;

5.3.8 试运转过程中应做详细记录,发现异常情况应及时处理。

6 安全注意事项

6.1 检修工作时按规定穿戴好劳动保护用品;

6.2 检修设备时必须严格执行“断电挂牌”制度;

6.3 检修设备前必须进行泄压处理,置换合格;

6.4 在防爆区域进行检修时,注意防火防爆,安全使用防爆工具;

6.5 拆卸设备时,用力应均匀,避免造成碰伤等现象。对拆卸件的相对位置作出标记和记录,并妥善保管;

6.6 在拆装轴承等淬火机件时,应适用铜棒或木棒垫着锤击,不得用大锤直接敲打;

6.7 检修完毕后,应清点工具,防止工具留在机器内;

6.8 设备试车前要手动盘车,检查转动是否轻快、有无摩擦和异响现象,确认一切正常后方可试车,交付使用。认真填写检修记录并将拆卸的设备配件收回,不得留在现场,搞好环境卫生方可收工。

7 常见故障及排除方法

故障现象	产生原因	消除方法
1. 泵输不出液体	a. 注入泵内液体不够 b. 泵或吸入管内存气或漏气 c. 泵和管路内有杂物堵塞	a. 增加灌注压力 b. 排除气体 c. 消除
2. 流量不足、扬程太低	a. 叶轮密封环磨蚀严重 b. 叶轮堵塞和磨蚀严重 c. 吸入阀和管路堵塞 d. 泵体吸入管漏气	a. 更换密封环 b. 清洗更换叶轮 c. 检查、清洗 d. 检查消除
3. 电流过大	a. 轴承损伤或损坏 b. 电机轴与泵轴不同心 c. 填料压得太紧 d. 机械摩擦	a. 更换轴承 b. 找正同轴度 c. 适当压紧填料 d. 检查
4. 泵振动大、有杂音	a. 泵轴与电机轴不同心 b. 泵轴弯曲 c. 叶轮磨蚀或不平衡 d. 叶轮与泵体有摩擦 e. 基础螺栓松动 f. 泵体发生汽蚀	a. 校正同轴度 b. 校直或更换泵轴 c. 更换叶轮、校正平衡 d. 检查调整 e. 紧固基础螺栓 f. 调节出口阀，使之在规定性能范围内运转
5. 轴承过热	a. 轴承缺油或油不干净 b. 轴承损伤或损坏 c. 电机轴与泵轴不同心 d. 轴弯曲	a. 检查清洗轴承并换油 b. 更换轴承 c. 重新找正 d. 校直和更换轴
6. 密封泄漏严重	a. 密封圈磨损或老化 b. 泵轴或轴套严重磨损 c. 泵轴弯曲 d. 动静环磨损严重，有划伤 e. 静环装配歪斜 f. 弹簧压力不足	a. 更换密封圈 b. 更换泵轴或轴套 c. 校直或更换泵轴 d. 研修或更换动静环 e. 装正静环 f. 调整压缩量或更换弹簧

8 安全注意事项

8.1 作业前，应对设备进行隔离、置换，应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

8.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

8.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

8.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

单级悬臂式离心泵检修技术规程

1 适用范围

本技术规程适用于公司 LNG 装置中胺增压泵（P201A/B）、胺增压泵（P-102A/B）、汽提塔回流泵（P-103A/B）等同类型机泵检维修。

2 拆 卸

2.1 拆卸前准备

2.1.1 保证驱动装置处于停止状态，且切断电源，去除残余电流，以免泵机组突然启动；

2.1.2 关闭出口、入口阀，并保证在未经允许之前，不得打开阀门；

2.1.3 拆卸前，让输送热介质的泵冷却到环境温度；

2.1.4 排空泵中的输送介质及轴承箱内的润滑油，拆下恒位油杯和视窗；

2.1.5 对于有毒、易爆炸、热的或其匕危险介质的排放，一定防止环境污染或对操作者造成危险，遵守关于排放废物的法律规定；

2.1.6 若提供的泵外表面有有毒物质或其他危险物质，必须把外表面清洗干净，对于有放射性的介质，必须排放干净，在拆卸过程中的冲洗和清洁工作中也一定要小心，防止介质残杂物泄漏出来；

2.1.7 拆下所有的仪表及辅助管路，拧下螺栓，拆下联轴器护罩，取下联轴器的中间连接段，无中间联接段应将电机拆除。

2.2 拆卸主机部件(包括带有轴的轴承支架、泵盖、叶轮等)

2.2.1 拧下主机部件和泵体连接处的螺母和支脚与底座连接处的螺栓；

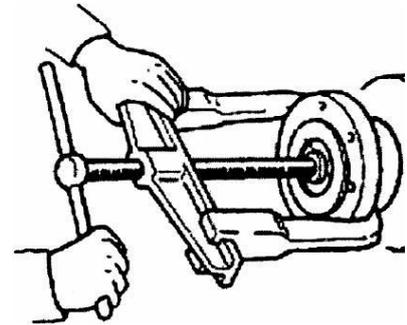
2.2.2 将主机部件从泵体中水平向后移出；

2.2.3 利用泵盖上的顶丝将泵盖从泵体中卸出；用吊钩将主机部件吊起移走。

注意：在移动过程中注意保护配合面和口环面以及密封垫片，要尽量避免擦伤损坏。

2.3 泵端联轴器的拆卸

如图所示，用拉拔器拆卸泵端联轴器，然后拆卸键并妥善保管，不得遗失。



注意：为了防止轴承或轴中心孔螺纹的损坏，要使用合适的拉拔器，并且使用垫片来保护中心孔螺纹，防止轴承承受任何外部压力和震动；

注意：如果拆卸泵只是为了更换密封、口环或解决其它问题而不需要拆卸轴承架组件时，可不拆卸泵端联轴器。

2.4 叶轮、泵盖的拆卸

2.4.1 将螺栓拧下，将支脚取下。

注意：将拆下的主机部件固定好，如果轴封是集装式机械密封，拧松机械密封压盖上的定位板的螺钉，将定位板安装在机械密封轴套上的驱动环的限位槽里，然后固定；

2.4.2 拧下叶轮螺母，将叶轮拆下，取下键并妥善保管，不得遗失；

注意：在拆卸过程中注意保护叶轮螺母与叶轮、叶轮与轴套之间的静密封件。

2.4.3 将中间联接段与泵盖连接螺柱、螺母拆下，将泵盖连同密封部件

一同取出。

注意：在拆卸泵盖包括密封部件时注意保护密封、O形圈，不得将密封损坏。如果抽套和轴之间拆卸困难，则应该将泵盖和密封部件拆开，分别从轴上拆卸，应尽可能立式拆卸。

2.5 轴封的拆卸

2.5.1 如果是集装式机械密封，将护轴套(110.01)取出，如果是填料或非集装式机械密封则没有护轴套；

2.5.2 将密封压盖螺母(100.06)松开取下；

2.5.3 如果是集装式机械密封，将驱动环紧定螺钉(252.06)松开，如果是填料或非集装式机械密封则没有紧定螺钉；

2.5.4 将密封部件(004.02)从泵盖上(020.01)取下；

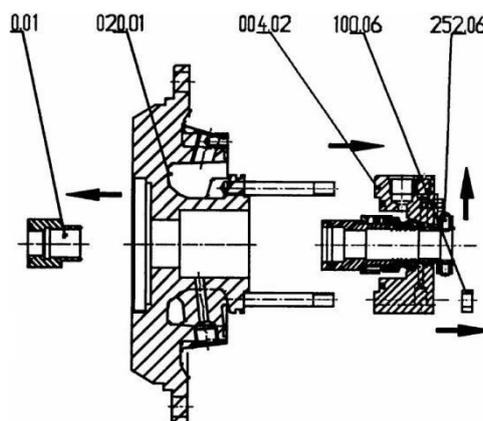
注意：检查密封压盖与泵盖之间的垫片是否完好，如果已经损坏或失去弹性不得再次使用。

2.5.5 将驱动环(090.02)从轴套上取下；松开机械密封压板上的定位板，将定位板从轴套限位槽取出，然后再固定好；

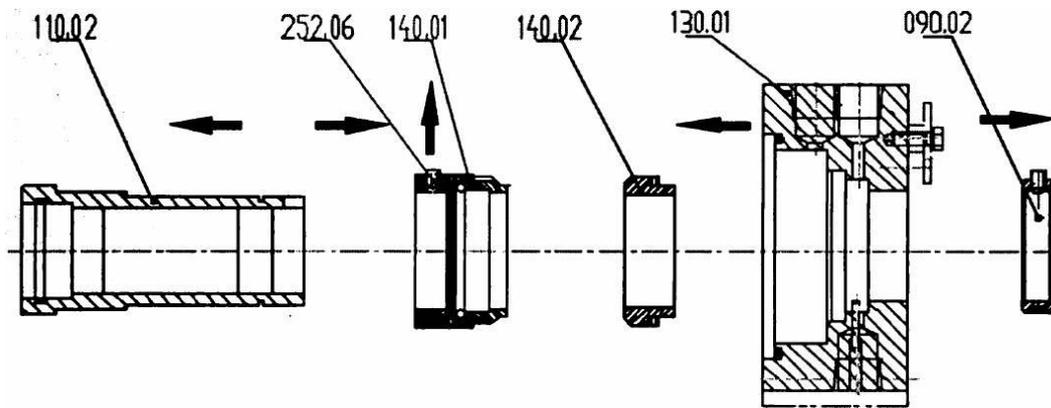
2.5.6 将轴套(110.02)与机械密封动环(140.01)一起取出；将静环(140.02)从密封压盖(130.01)中取出，

注意：在取静环时要保护好密封面与O形圈，用力要均匀，避免擦伤和压碎静环。

2.5.7 将动环上的紧定螺钉(252.06)松开，将动环(140.01)从轴套上取下；



注意:在取动环时要保护好密封面与 O 形圈,用力要均匀,避免擦伤和压碎动环。



2.6 口环的拆卸

2.6.1 泵体(泵盖)口环的拆卸

-拧下骑缝螺钉(252.01);

-在口环和镶嵌口环的位置之间放拉拔器或撬杆将泵体口环(050.02)、泵盖口环(050.03)拆卸下来。

2.6.2 叶轮口环的拆卸

-拧下叶轮和口环间的骑缝螺钉;

-然后用.拉拔器或撬杆等工具拆卸口环,如果拆卸困难可均匀加热口环外表面,以利于拆卸;

-如果口环已严重的划伤、磨损出沟槽、间隙增加已经影响泵性能,必须要进行更换时,并且完整拆卸比较困难时,则可以采用机械破坏的方法拆卸,在机械“豁”开口环的时候要注意不要损坏叶轮镶嵌口环的部位。

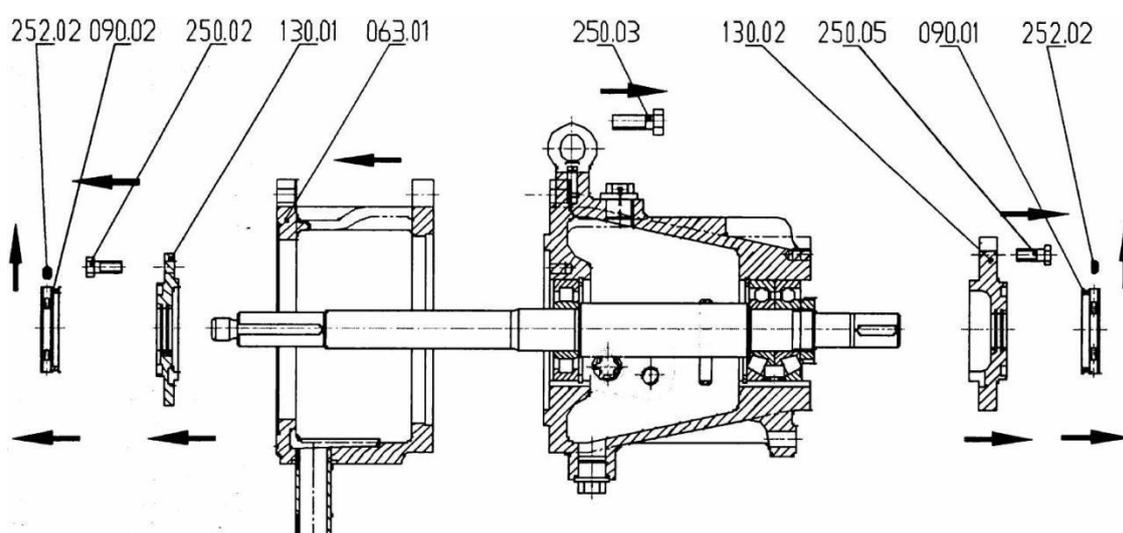
2.7 轴承部件的拆卸

2.7.1 如果中间连接段(063.01)损坏,则拧下中间连接段与轴承架之间的连接螺栓(250.03),将中间连接段拆卸下来;

注意:如果不更换中间连接段,则轻易不要拆卸中间连接段,否则可能破坏中间连接段的定位精度,从而影响整台泵的装配精度。

2.7.2 松开紧定螺钉(252.02),将防尘盘(090.01、090.02)从轴上取出;

2.7.3 拧下轴承压盖(130.01、130.02)上的连接螺栓(250.02、250.04),将轴承压盖从轴承架上取出;



2.8 轴承部件的拆卸

用木锤轻轻将轴(040.01)连同后端(靠近电机端的)成对轴承(263.02)以及前端(靠近泵端的)轴承(263.01)内环一起敲出;

注意:在敲击时应注意用软材料保护轴前端的螺纹,不得将螺纹损坏。

2.9 轴承的拆卸

2.9.1 将圆螺母拧下,用拆卸器将后端(靠近电机端的)成对轴承以及前端(靠近泵端的)轴承内环从轴上拆下。

2.9.2 用拆卸器将前端(靠近泵端的)轴承(263.01)外环从轴承箱体上

拆下；

注意：在拆卸轴承时，只能对轴承的内环均匀的施加压力，不可对外环施加压力，否则会使滚珠受力过大，引起损坏。

3 检查

3.1 零件的清洗检查

3.1.1 如需解体检查和清洗，在拆卸前，应测量拆卸件与有关零、部件的相对位置或配合间隙，并做出相应的标记和记录。拆卸的零、部件，检查合格后才允许装配，组装时必须达到技术文件的相关要求。

3.1.2 在现场进行组装的泵，零部件清洗、风干及检查合格后，按技术文件进行组装。泵或部件在封闭前，应仔细检查和清理，其内部不得有任何异物存在。

3.1.3 采用低压蒸汽吹扫的零部件，吹洗后必须及时彻底除水分，并应涂润滑油或润滑脂防锈。精密零件及滚动轴承不得用蒸汽直接吹洗。

3.1.4 零件的加工表面如有锈蚀，应进行除锈。

3.1.5 组合是底座各个接合面应平整、光洁、无翘曲、铁锈、毛刺等。组合后，各接合面用 0.05 毫米的塞尺检查，应不能塞入。机器受力面处的导向键应严密地镶如底座内。导向键与机器上键槽的配合间隙应符合泵技术文件的要求。

3.1.6 凡要求在禁油条件下工作的零件、部件、管道及附件，必须进行脱脂。

3.1.7 泵上较精密的螺纹连接件或在高于 200℃ 条件下工作的连接件及配合件等，装配时应在其配合表面涂防咬合剂。

3.2 转动间隙的检查

3.2.1 口环间隙的检查

检查叶轮与泵体及泵盖口环的间隙。如超过了下表中所规定的允许直径间隙,可按下表进行修复或更换新零件。

注意: 如果检查的旧零件间隙还没有超过下表规定的范围但性能降低值已经不可接受, 则同样需要进行修复或更换新零件。

叶轮与泵体(泵盖)口环处转动件直径		50~100	100~150	150~200	200~250
新零件的	非咬和性材料	0.4~0.5	0.4~0.6	0.5~0.7	0.6~0.8
	咬和性材料	0.55~0.	0.55~0.	0.65~0.	0.75~0.
旧零件的	非咬和性材料	0.8~1.2	0.8~1.2	1~1.4	1.2~1.6
	咬和性材料	1~1.4	1~1.4	1.2~1.6	1.4~1.8

注: *非咬合性材料为铸铁、碳钢、马氏体不锈钢、双向不锈钢(PH50)等:

*咬和性材料为奥氏体不锈钢、镍、高镍基合金、t大、钛合金等;

一对口环中只要有一个是非咬和材料就可以来用非咬和材料直径间隙, 如果都是咬和材料则需采用 咬和性材料直径间隙;

*当泵送温度大于150℃时, 泵口环直径间隙增加 0.125mm, 以后每增加100℃, 口环直径间隙增加 0.125mm。

3.2.2 轴承与轴承压盖间隙

前轴承(靠近泵端的)和后轴承(靠近电机端的)与轴承压盖之间的轴向间隙按规定的值进行确定, (单位: mm):

轴承架号	BB0	BB1	BB2	BB3	BB4	BB5
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

前端圆柱滚子轴承	0.2~0.3	0.2~0.3	0.2~0.3	0.2~0.3	0.2~0.3	0.2~0.3
后端角接触球轴承	0.06~0.10	0.08~0.12	0.08~0.1	0.1~0.14	0.1~0.14	0.12~0.16
后端圆锥滚子轴承	0.02~0.05	0.02~0.05	0.02~0.0	0.02~0.0	0.02~0.0	0.02~0.05

3.2.3 其它间隙

-轴承压盖与防尘盘之间的直径间隙控制在 0.5~0.8mm 之间；

-如果采用的是 PIAN23 冲洗方案，泵盖喉部与叶轮或轴套之间的直径间隙控制在 0.7~1.0mm 之间，在其它情况下没有控制要求。

3.3 轴套检查

-检查机械密封轴套的表面，尤其与密封转动部件配合的面，必要时研磨或更换新的。

3.4 静密封件的检查

检查所有的静密封件包括密封垫、O 形圈等，静密封件要完好无缺，并且要有良好的弹性，如果静密封件已经有破损、变形、失去弹性则必须采用新的静密封件。

注意：更换垫片的时候，要保证新垫片厚度应与旧垫片相等。

3.5 轴承的检查

用轻油将轴承清洗干净，然后检查轴承，如有损坏应更换新轴承

4 装配

4.1 轴承架的安装

4.1.1 将轴承或轴承的内环浸入到热油中或者使用轴承加热器加热，最佳温度为 80℃~93℃，不得超过 100℃；

4.1.2 将轴固定好，先将前轴承内环装上用木锤敲击紧；将轴翻转 180 度，

将后轴承装入。

注意：对于角接触球轴承应采用背靠背的形式安装(大口向外),对于圆锥滚子轴承采用面对面的形式安(小口向外);

4.1.3 等到轴承冷却后,装入圆螺母,用月牙扳手拧紧,把甩油环套到轴上;

4.1.4 将轴承架-固定好,将前轴承外圈用木锤敲入轴承架中,要立式安装;

4.1.5 将密封垫,安装到前轴承压盖上,测量前轴承压盖上尺寸 F1,测量前轴承与轴承架形成的尺寸 F2, F2-F1 尺寸控制在 2.2.2 规定的范围之内,如果尺寸超出范围,可以通过更改垫片.厚度,或者车削轴承压盖的方法调整;

4.1.6 将前轴承压盖安装好,将螺栓把紧,将轴承架翻转 180 度,将轴连同后轴承一同装入轴承架之中,用木锤将轴承敲紧;

4.1.7 将密封垫安装到后轴承压盖上,测量后轴承压盖上尺寸 F3,测量后轴承与轴承架形成的尺寸 F4, F4 •F3 尺寸控制在 2.2.2 规定的范围之内,如果尺寸超出范围,可以通过更改垫片厚度,或者车削轴承压盖的方法调整;

4.1.8 将后轴承压盖安装好,将螺栓把紧,将前后防尘盘安装到轴上,首先将防尘盘与轴承压盖靠死,然后再向后移动 0.5mm,保证防尘盘与轴承压盖之间的轴向间隙在 0.5mm~1.0mm 之间,把紧紧定螺钉,将防尘盘固定好;

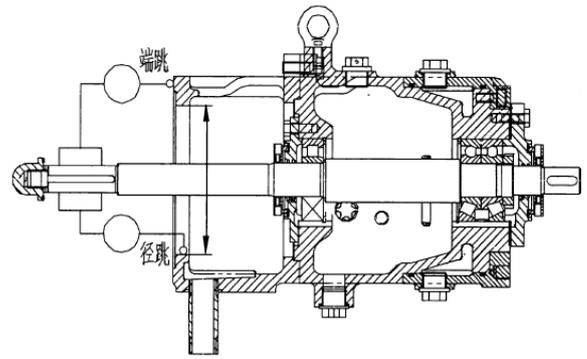
4.1.9 如果在拆卸过程中,将中间联接段拆下,此时将中间连接段装配好;如果采用的是轴承支架水冷却结构,将冷却水套装配好;

注意:轴承架安装时, 必须在干净的环境下完成, 即使只有很小的外来颗粒进入轴承也可能使轴承的使用寿命急剧缩短.

4. 1. 10 将泵端联抽器安装好, 安装时可以采用热油将联抽器加热后, 再进行安装, 油温不要超过 120°C.

4. 1. 11 轴承架装配好后, 按下图检查中间连接段与泵盖配合处止口与定位端面的跳动, 应该满足下表的要求;

配合止口尺	端跳	径跳
120~260	0.07	0.08
260~500	0.08	0.09
500~800-	0.09	0.10



4. 2 初装泵盖检查跳动

4. 2. 1 将泵盖(不包括密封部件)装配到中间连接段上, 把紧连接螺柱、螺母; 检查泵盖密封腔与密封压盖配合止口跳动, 应满足下表的要求:

轴承架号	端跳	径跳
BB0	0.04	0.07
BB1	0.05	0.08
BB2	0.05	0.08
BB3	0.05	0.08
BB4	0.05	0.08
BB5	0.05	0.08
BB6	0.05	0.09
BB7	0.08	0.10

4.2.2 检查泵盖与泵体配合止口与定位段面的跳动，应满足下表的要求：

叶轮直径代号	端跳	径跳
160、200、250	0.08	0.09
315、400、450	0.09	0.10
500、560、630	0.10	0.11

4.2.3 然后松开连接螺柱、螺母取下泵盖进行下一步工作。

4.3 口环的安装

4.3.1 检查叶轮口环与泵体(泵盖)口环尺寸,泵体(泵盖)口环内径尺寸减去叶轮口环外径尺寸应满足要求；

4.3.2 然后用木锤将叶轮口环,泵体(泵.盖)口环敲入到位;再次检查口环之间的间隙是否满足要求,如果口环间隙太小,允许采用车削叶轮口环的方法来调整,在对叶轮口环车削找正时一定要准确,最好使用心轴;

4.3.3 如果口环拆卸重新安装不允许使用原来的紧定螺钉孔或在原来的位置钻紧定螺钉孔,则重新钻紧定螺钉孔(一半在口环,一半在镶嵌的零件),然后拧紧紧定螺钉;

4.4 密封的安装

注意:安装机械密封时,周围环境必须非常洁净,要避免密封上进入灰尘或其它杂质

注意:操作人员可以戴干净的长纤维织物手套,但最好不要带手套,手要清洗干净;如果成套更换集装式机械密封(包括密封压盖,轴套等)则不需要进行以下步骤,

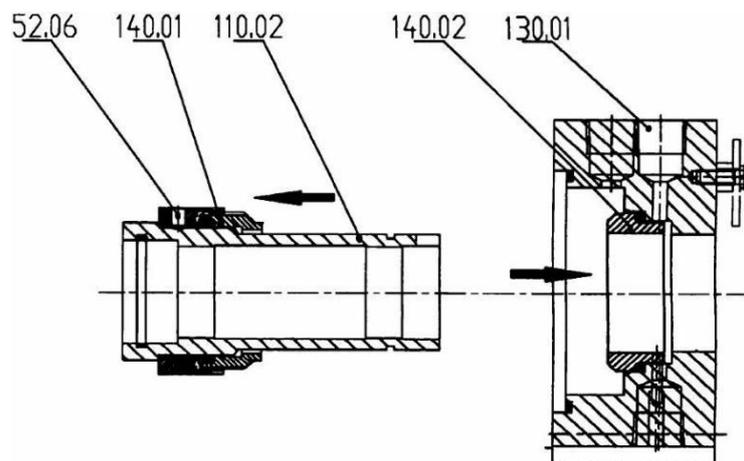
注意:检查轴套与密封压盖安装密封的位置,是否有倒(圆)角,倒(圆)

角部位是否光滑,如果不光滑、有毛刺要修正光滑;

注意:在O形圈上要涂抹一定的润滑剂,所使用的润滑剂一定不能与O形圈发生反应,不能破坏O形圈的使用性能,如:乙丙橡胶O形圈不能使用矿物油润滑,否则乙丙橡胶O形圈将被溶蚀掉;

4.4.1 将密封静环(140.02)连同静环O形圈安装到密封压盖(130.01)之中;

注意:安装静环时要小心,用力要均匀,静环上的开槽要与密封压盖上的定位销钉对准,避免静环被压碎。



4.4.2 将密封动环部件(140.01)包括O形圈、动环座、弹簧等安装到轴套(110.02)上,动环必须安装到位,轴套上有轴肩的要.与轴肩定位好,有定位线的要与定位线对齐;

4.4.3 拧紧紧定螺钉(252.06)将动环固定好,采用长纤维织物将密封面擦拭干净;

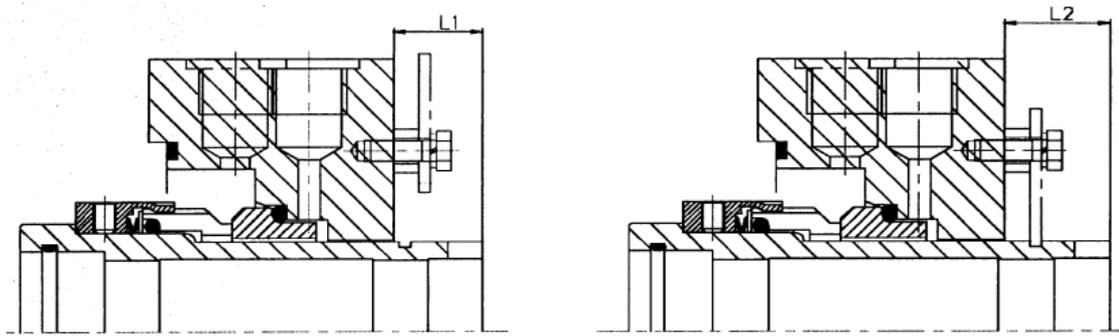
注意:密封面不要用润滑油或油脂润滑,防止存运行情况下密封面中密封膜洞滑性能降低,导致过早的过热和失效;

4.4.4 将轴套连同安装好的动环一起，安装到密封压盖中。

4.4.5 对于集装式机械密封还需要进行如下工作：

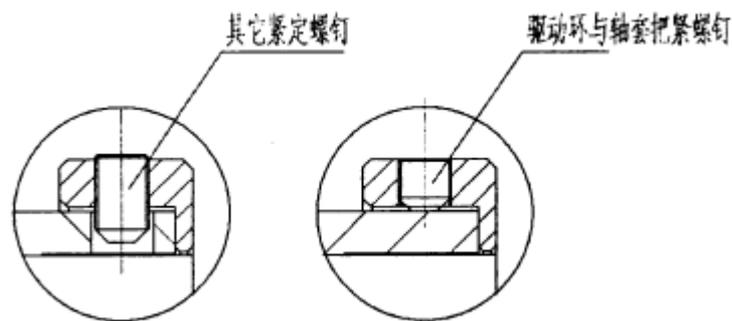
注意：检查机械密封的压缩量是否满足密封的要求，将密封压盖放平，用手将轴套向里推，使动环与静环接触上，然后松手，使弹簧保持自由状态，测量轴套根部到密封压盖背面的距离 L_1 ，然后压紧轴套，将密封压盖上的定位板放到轴套限位槽中，固定好，测量轴套根部到密封压盖背面的距离 L_2 ， L_2-L_1 即为密封的压缩量。

如下图所示。



4.4.6 将机械密封将驱动环安装到位。

注意：将驱动环上与轴套定位的螺钉拧紧（也可能投有此螺钉），其它螺钉拧入到轴套上的开孔中即可，不得超过轴套与轴的配合表面。



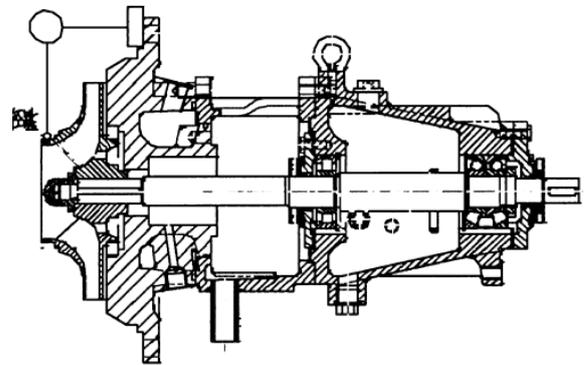
4.5 泵盖的组装

将密封部件(包括轴套、密封、密封压盖)一起安装到泵盖上,把紧连接螺母,将泵盖连同密封部件,一同装到中间连接段上,安装时如果有泵盖冷却(保温)结构,注意不要忘记安装O形圈。如果是集装密封,拧紧驱动环与轴固定的螺钉,防止密封窜动。

4.6 叶轮的组装

4.6.1 将静密封件安装到叶轮轴套或护轴套上,将叶轮安装到轴上,再将键放好;

4.6.2 如图4.6-1检查叶轮口环的径向跳动,满足下表的要求;将静密封件安装到叶轮螺母上,把紧叶轮螺母。



4.7 整机的组装

4.7.1 将密封垫件安装到泵体上;将主机(不包括泵体)安装到泵体上,安装时要小心,注意不要损坏垫片;

4.7.2 把紧连接螺母,在把紧过程中要注意各个螺母把紧顺序,要对称把紧,各个螺母的把紧力矩要均匀,避免出现把歪现象;

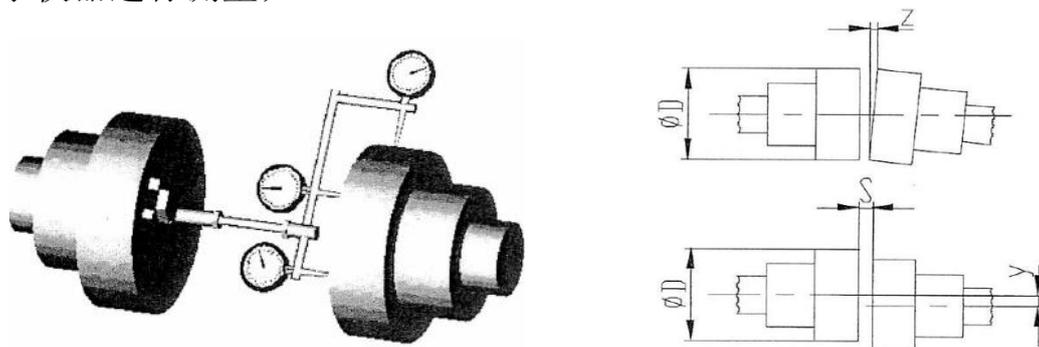
4.7.3 把紧后检查泵体与泵盖之间的间隙,泵体泵盖之间各个方向都

应该没有间隙，如果密封垫片增厚，或者密封垫片弹性系数改变则可能出现间隙，此时用塞尺检查泵体、泵盖之间各个方向的间隙，间隙应该一致，否则松开所有的螺母，重新把紧。

4.8 联轴器的校正

4.8.1 校正联轴器之前，在联轴器来耦合的情况下，检查驱动装置的旋转方向与泵的旋向是否一致；

4.8.2 联轴器的校正一般应采用千分表进行径向和端面测量，如下图，将千分表座同定在联轴器的一端，旋转另一端测定跳动值，也可采用专门的光学仪器进行测量；



4.8.3 在进行联轴器校正时，一般通过调整驱动机与底座之间的垫片来实现。电机与底座间的垫片最大厚度不应超过 13mm，垫片数量不应该超过 5 片，所有垫片都应跨在压紧螺栓和垂直顶丝上，并且应延伸出设备支脚外缘至少 5mm；

4.8.4 联轴器校正允许偏差参考值见下表：

联轴器外直径 (mm)	径向位移y (mm)	轴向倾斜z (mm)
≤200	<0.05	<0.2/1000
200<D≤300	<0.08	<0.3/1 000
300<D≤400	<0.10	<0.4/1000

4.8.5 当对进出口管把紧后，需要对联率向器重新校正，以消除管路变形对联轴对中度的影响；

4.8.6 当泵运转一段时间后，应对联轴器进行重新复查，进一步消除管路变形对联轴器对中度的影响，此点对于高温泵(低温泵)尤为重要。

5 试车

5.1 泵试车前的检查

5.1.1 冷却、传热、保温、保冷、冲洗、过滤、除湿、润滑、密封冲洗等系统及工艺管道应速接正确，且无渗漏现象，管道应冲洗干净，保持通畅。

5.1.2 各指示仪表应灵敏、准确

5.1.3 电机绝缘电阻及转动方向应符合设计规定(转向必须与泵转向牌上的箭头方向一致)，脱开联轴器，对驱动机旋转方向进行确认，并先进行驱动机的试运转。

5.1.4 润滑部位应加入符合技术文件规定的润滑油或润滑脂；

5.1.5 检查轴的对中偏差，应符合规定。

5.2 泵的试车

泵的试车步骤参考《工艺泵操作规程》

5.3 泵试运行的检查与验收

5.3.1 运转中，滑动轴承及往复运动部件的温升不得超过 35℃，最高温度不得超过 65℃。滚动轴承的温升不得超过 40℃，最高温度不得超过 75℃；

5.3.2 泵的振动值应符合技术文件或相关标准的规定；

5.3.3 电动机温升不得超过铭牌或技术文件的规定，如无规定，应根

据绝缘等级不同进行确定；

5.3.4 压力和电流应符合设计要求，应控制电动机的电流不得超过额定值；

5.3.5 转子及各运动部件不得有异常声响和摩擦现象；

5.3.6 各润滑点的润滑油温度，密封液和冷却水的温度，不得超过技术文 f' 1 的规定：

5.3.7 泵的附属设备运行正常，应连接牢固无渗漏；

5.3.8 试运转过程中应做详细记录，发现异常情况应及时处理。

6 安全注意事项

6.1 检修工作时按规定穿戴好劳动保护用品；

6.2 检修设备时必须严格执行“断电挂牌”制度；

6.3 检修设备前必须进行泄压处理，置换合格；

6.4 在防爆区域进行检修时，注意防火防爆，安全使用防爆工具；

6.5 拆卸设备时，用力应均匀，避免造成碰伤等现象。对拆卸件的相对位置作出标记和记录，并妥善保管；

6.6 在拆装轴承等淬火机件时，应适用铜棒或木棒垫着锤击，不得用大锤直接敲打；

6.7 检修完毕后，应清点工具，防止工具留在机器内；

6.8 设备试车前要手动盘车，检查转动是否轻快、有无摩擦和异响现象，确认一切正常后方可试车，交付使用。认真填写检修记录并将拆卸的设备配件收回，不得留在现场，搞好环境卫生方可收工。

7 常见故障及排除方法

故障现象	产生原因	消除方法
1. 泵输不出液体	a. 注入泵内液体不够 b. 泵或吸入管内存气或漏气 c. 泵和管路内有杂物堵塞	a. 增加灌注压力 b. 排除气体 c. 消除
2. 流量不足、扬程太低	a. 叶轮密封环磨蚀严重 b. 叶轮堵塞和磨蚀严重 c. 吸入阀和管路堵塞 d. 泵体吸入管漏气	a. 更换密封环 b. 清洗更换叶轮 c. 检查、清洗 d. 检查消除
3. 电流过大	a. 轴承损伤或损坏 b. 电机轴与泵轴不同心 c. 填料压得太紧 d. 机械摩擦	a. 更换轴承 b. 找正同轴度 c. 适当压紧填料 d. 检查
4. 泵振动大、有杂音	a. 泵轴与电机轴不同心 b. 泵轴弯曲 c. 叶轮磨蚀或不平衡 d. 叶轮与泵体有摩擦 e. 基础螺栓松动 f. 泵体发生汽蚀	a. 校正同轴度 b. 校直或更换泵轴 c. 更换叶轮、校正平衡 d. 检查调整 e. 紧固基础螺栓 f. 调节出口阀,使之在规定性能范围内运转
5. 轴承过热	a. 轴承缺油或油不干净 b. 轴承损伤或损坏 c. 电机轴与泵轴不同心 d. 轴弯曲	a. 检查清洗轴承并换油 b. 更换轴承 c. 重新找正 d. 校直和更换轴
6. 密封泄漏严重	a. 密封圈磨损或老化 b. 泵轴或轴套严重磨损 c. 泵轴弯曲 d. 动静环磨损严重,有划伤 e. 静环装配歪斜	a. 更换密封圈 b. 更换泵轴或轴套 c. 校直或更换泵轴 d. 研修或更换动静环 e. 装正静环

8 安全注意事项

8.1 作业前，应对设备进行隔离、置换，应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

8.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

8.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

8.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

冷剂泵维护检修规程

1 适用范围

本技术规程适用于公司 LNG 装置中冷剂泵（P301/302）的检修周期与内容、检修与质量标准、试车与验收以及维护与故障处理的相关要求及规定。

2 检修周期与内容

2.1 检修周期

根据状态监测结果及设备运行状况，可以适当调整检修周期。

2.2 检修内容

2.2.1 小修项目

2.2.1.1 检查轴承箱。

2.2.1.2 检查或更换轴承、清洗轴承箱，调整轴承间隙。

2.2.1.3 检查联轴器及电机机与泵的对中情况。

2.2.1.4 处理在运行中出现的一般缺陷。

2.2.1.5 检查清理冷却水、油润滑等系统。

2.2.2 大修项目

2.2.2.1 包括小修项目。

2.2.2.2 检查修理机械密封。

2.2.2.3 解体检查各零部件的磨损、腐蚀和冲蚀情况。泵轴、叶轮必要时进行无损探伤。

2.2.2.4 检查清理轴承、密封腔等，测量、调整轴承油封间隙。

2.2.2.5 检查测量转子的各部圆跳动和间隙，必要时做动平衡检验。

-
- 2.2.2.6 检查并校正轴的直线度。
 - 2.2.2.7 测量并调整转子的轴向窜动量。
 - 2.2.2.8 检查泵体、基础、地脚螺栓及进出口法兰的错位情况，防止将附加应力施加于泵体。

3 检修与质量标准

3.1 拆卸前准备

- 3.1.1 掌握泵的运转情况，并备齐必要的图纸和资料。
- 3.1.2 备齐检修工具、量具、起重机具、配件及材料。
- 3.1.3 切断电源及设备与系统的联系，放净泵内介质，达到设备安全与检修条件。

3.2 拆卸与检查

- 3.2.1 拆卸附属管线，并检查清扫。
- 3.2.2 拆卸联轴器安全罩，检查联轴器对中，设定联轴器的定位标记。
- 3.2.3 测量转子的轴向窜动量，拆卸检查轴承。
- 3.2.4 拆卸密封并进行检查。
- 3.2.5 测量转子各部圆跳动和间隙。
- 3.2.6 拆卸转子，测量主轴的径向圆跳动。
- 3.2.7 检查各零部件，必要时进行探伤检查。
- 3.2.8 检查通流部分是否有汽蚀冲刷、磨损、腐蚀结垢等情况。
- 3.3 检修标准按设备制造厂要求执行，无要求的按本标准执行。

3.3.1 联轴器

- 3.3.1.1 联轴器两端面轴向间隙一般为 $2\sim 6\text{mm}$ 。

3.3.1.2 安装弹性圈柱销联轴器时，其弹性圈与柱销应为过盈配合，并有一定紧力。弹性联轴器销孔的直径间隙为 0.6~1.2mm。

3.3.1.3 联轴器的对中要求值应符合表 2 要求。

表 2 联轴器对中要求表 mm

联轴器形式	径向允差	端面允差
刚性	0.06	0.04
弹性圈柱销式	0.08	0.06
齿式		
叠片式	0.15	0.08

3.3.1.6 联轴器对中检查时，调整垫片每组不得超过 4 块。

3.3.1.7 叠片联轴器做宏观检查。

3.3.2 轴承

3.3.2.1 滑动轴承

a. 轴承与轴承压盖的过盈量为 0~0.04mm（轴承衬为球面的除外），下轴承衬与轴承座接触应均匀，接触面积达 60%以上，轴承衬不许加垫片。

b. 更换轴承时，轴颈与下轴承接触角为 60°~90°，接触面积应均匀，接触点不少于 2~3 点/cm²。

c. 轴承合金层与轴承衬应结合牢固，合金层表面不得有气孔、夹渣，裂纹、剥离等缺陷。

d. 轴承顶部间隙值应符合表 3 要求。

表 3 轴承顶部间隙表 mm

轴 径	间 隙	轴 径	间 隙
18~30	0.07~0.12	>80~120	0.14~0.22
>30~50	0.08~0.15	>120~180	0.16~0.26
>50~80	0.10~0.18		

e. 轴承侧间隙在水平中分面上的数值为顶部间隙的一半。

3.3.3 密封

3.3.3.1 机械密封

a. 压盖与轴套的直径间隙为 0.75~1.00mm，压盖与密封腔间的垫片厚度为 1~2mm。

b. 密封压盖与静环密封圈接触部位需压实压紧。

c. 安装机械密封部位的轴或轴套，表面不得有锈斑、裂纹等缺陷。

d. 凡轴向止推采用滚动轴承的泵，其滚动轴承外圈的轴向间隙应留有 0.02~0.06mm。

e. 滚动轴承拆装时，采用热装的温度不超过 120℃，严禁直接用火焰加热，推荐采用高频感应加热器。

f. 滚动轴承的滚动体与滚道表面应无腐蚀、坑疤与斑点，接触平滑无杂音，保持架完好。

e. 弹簧压缩后的工作长度应符合设计要求。

f. 机械密封并圈弹簧的旋向应与泵轴的旋转方向相反。

g. 压盖螺栓应均匀上紧，防止压盖端面倾斜。

h. 静环装入压盖后，应检查确认静环无偏斜。

3.3.4 转子

3.3.4.1 转子的跳动

多级离心泵转子跳动应符合表 4 要求。

表 4 多级离心泵转子跳动表 mm

测量部位直径	径向圆跳动		叶轮端面跳动
	叶轮密封环	轴套	
≤50	0.06	0.04	0.20
>50~120	0.08	0.05	
>120~260	0.10	0.06	
>260	0.12	0.07	

3.3.4.2 根据运行情况，必要时转子应进行动平衡检验，其要求应符合相关技术要求。一般情况下动平衡精度要达到 6.3 级。

3.3.4.3 对于多级泵，转子组装时其轴套、叶轮、平衡盘端面跳动须达到表 4 的技术要求，必要时研磨修刮配合端面。组装后各部件之间的相对位置须做好标记，然后进行动平衡校验，校验合格后转子解体。各部件按标记进行回装。

3.3.5 叶轮

a. 更换的叶轮应做静平衡，工作转速在 3000r/min 的叶轮，外径上允许剩余不平衡不得大于表 6 的要求。必要时组装后转子做动平衡校验，一般情况下，动平衡精度要达到 6.3 级。

表 5 多级离心泵转子跳动表

叶轮外径/mm	≤200	>200~300	>300~400	>400~500
不平衡重/g	3	5	8	10

b. 平衡校验，一般在叶轮上去重，但切去厚度不得大于叶轮壁厚的 1/3。

表 6 键与轴键槽的过盈量表 mm

轴径	40~70	>70~100	>100~230
过盈量	0.009~0.012	0.011~0.015	0.012~0.017

4 试车与验收

4.1 试车前准备

4.1.1 检查检修记录，确认检修数据正确。

4.1.2 单试电机合格，确认转向正确。

4.1.3 泵启动前要盘车，盘车无卡涩现象和异常声响。

4.1.4 润滑油，封油、冷却水等系统正常，零附件齐全好用。

4.2 试车

4.2.1 离心泵严禁空负荷试车，应按操作规程进行负荷试车。

4.2.2 运转中，滑动轴承及往复运动部件的温升不得超过 35℃，最高温度不得超过 65℃。滚动轴承的温升不得超过 40℃，最高温度不得超过 75℃。

4.2.3 保持运转平稳，无杂音，油、冷却水和润滑系统工作正常，泵及附属管路无泄漏。

4.2.4 试运转过程中应做详细记录，发现异常情况应及时处理。

4.3 验收

4.3.1 连续运转 24h 后，各项技术指标均达到技术要求或能满足生产需要。

4.3.2 达到完好标准。

4.3.3 检修记录齐全、准确，按规定办理验收手续。

5 维护与故障处理

5.1 日常维护

5.1.1 严格执行润滑管理制度。

5.1.2 定时检查出口压力，振动、密封泄漏，轴承温度等情况，发现问题应及时处理。

5.1.3 定期检查泵附属管线是否畅通。

5.1.4 定期检查泵各部螺栓是否松动。

5.2 故障与处理（见表7）

表7 常见故障与处理

故障现象	故障原因	处理方法
流量扬程降低	泵内或吸入管内存有气体 泵内或管路有杂物堵塞 泵的旋转方向不对 叶轮流道不对中	重新清泵，排除气体 检查清理 改变旋转方向 检查、修正流道对中
电流过大	轴承损伤或损坏 电机轴与泵轴不同心 填料压得太紧 机械摩擦	更换轴承 找正同轴度 适当压紧填料 检查
振动增大	泵转子或驱动机转子不平衡 泵轴与原动机轴对中不良 轴承磨损严重，间隙过大 地脚螺栓松动或基础不牢固 泵抽空 转子零部件松动或损坏 支架不牢引起管线损坏 泵内部摩擦	转子重新平衡 重新校正 修理或更换 紧固螺栓或加固基础 进行工艺调整 紧固松动部件或更换 管线支架加固 拆泵检查消除摩擦

密封泄漏严重	泵轴与电机对中不良或轴弯曲 轴承或密封环磨损过多 机械密封损坏或安装不当 密封液压力不当，操作波动大	新校正，更换并校正轴线 更换检查 更换调整 稳定操作
轴承温度过高	轴承安装不正确 转动部分平衡补被破坏 轴承箱内油过少、过多或太脏变质 轴承磨损或松动 轴承冷却效果不好	按要求重新装配 检查消除 按规定添放油或更换油 修理更换或紧固 检查调整

6 安全注意事项

- 6.1 检修工作时按规定穿戴好劳动保护用品；
- 6.2 检修设备时必须严格执行“断电挂牌”制度；
- 6.3 检修设备前必须进行泄压处理，置换合格；
- 6.4 在防爆区域进行检修时，注意防火防爆，安全使用防爆工具；
- 6.5 拆卸设备时，用力应均匀，避免造成碰伤等现象。对拆卸件的相对位置作出标记和记录，并妥善保管；
- 6.6 在拆装轴承等淬火机件时，应适用铜棒或木棒垫着锤击，不得用大锤直接敲打；
- 6.7 检修完毕后，应清点工具，防止工具留在机器内；
- 6.8 设备试车前要手动盘车，检查转动是否轻快、有无摩擦和异响现象，确认一切正常后方可试车，交付使用。认真填写检修记录并将拆卸的设备配件收回，不得留在现场，搞好环境卫生方可收工。

第二篇 电气专业

电动机检修规程

1 适用范围：

本规程适用于公司生产装置区域的异步电机的检修、维护和检查。

2 维护检修内容

2.1 日常巡检维护；

2.2 检查电机引出线连接情况，电机定子及电缆绝缘状况；

2.3 轴承故障处理；

2.4 电机电源柜维护检修，二次回路检查与调试；

2.5 检查清扫电机外壳；

2.6 检查电机外壳接地状况；

2.7 电机预防性试验；

2.8 电机解体、电机吊装等重大检修项目；

2.9 其他临时检修项目。

3 安全措施

3.1 在对异步电机进行检修维护时，首先应办理相关作业票证，列出相应的检修、维护操作步骤，安全技术措施等内容。

3.2 作业前，检修人员与工艺相关人员一起确认电机处于完全停车状态；

3.3 到电机所属配电室，确认核实，将电机高压出线柜转检修状态；低压异步电机应断开空气开关，拉下刀开关。

3.4 在高压柜、抽屉柜上悬挂“有人工作，禁止合闸”标识牌，并按要

求填写挂摘牌记录；

3.5 需要挂接地线的作业，按要求用验电笔验电确认无电后，挂接地线或合上接地刀闸，并在接地刀闸操作孔处悬挂“有人工作，禁止拉闸”标识牌，并按要求填写挂摘牌记录；

3.6 作业过程中，应指定专人进行安全监护；

3.7 若在检修过程中，遇其他特种作业，应按特种作业规定办理相应的作业许可证；

3.8 其他未列安全措施一律按《电气安全工作规程》和公司相关的安全规章制度执行。

4 维护检修标准

4.1 电机日常维护内容及标准

4.1.1 电机运行电流是否超额定电流；

4.1.2 电机有无过热情况；

4.1.3 三相电源电压和电流是否平衡；

4.1.4 注意电机通风和散热情况；

4.1.5 电机无明显振动现象；

4.1.6 电机声音有无异常；

4.1.7 电机轴承的工作和发热情况；

4.2 电机引出线及电机电缆接线头，压接良好。接线绝缘瓷瓶完整无裂纹。电缆接地线按要求与电机外壳接触良好。电机定子及电源电缆绝缘按电机电压等级每 $1\text{kV} \geq 1\text{M}\Omega$ 为合格，低压电机定子绕阻要求 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ 为合格。

4.3 轴承故障处理

-
- 4.3.1 若轴承损坏，应予以及时更换；
- 4.3.2 应按电仪班《电机维护管理制度》所要求的内容对电机轴承定期进行加油；
- 4.3.3 轴承装配前应仔细检查型号，保证精度；
- 4.3.4 轴承与端盖，轴承与电机轴的配合应适当，若太紧会使轴变形，太松易跑“外圆”，若出现应及时检修；
- 4.3.5 运行中应经常检查电机轴承的温度，使用红外线测温仪测量；
- 4.3.6 更换电机轴承时，应先对电机油封盖，电机轴用柴油进行清洗后加注润滑油脂；
- 4.3.7 轴承间隙超过规定值或有严重缺陷和锈蚀的，应更换轴承；
- 4.3.8 电机转子不平衡或轴弯曲时，应校动平衡予以修正。
- 4.4 高压异步电机高压柜维护检修具体内容为开关的分合闸是否可靠，储能装置有无故障，机械部分有无卡阻、损坏等现象。要求在维护检修时，要对开关进行试验分合闸，并确认各类指示信号指示正常。小车能否在工作位置和试验位置之间顺利进出。接地刀闸是否可靠分合闸。低压异步电机对应空气开关、接触器、热继电器等进行检查，有无缺相、触头烧粘等故障现象。二次设备应无灰尘，保证绝缘良好。在维护时，应对端子排、二次设备等进行清洁，紧固各接线端子。
- 4.5 主机，附件齐全完好，设备铭牌和编号清晰。
- 4.6 电机外壳应可靠接地。
- 4.7 高压异步电机的电气预防性试验按国家标准进行一次试验。装备车间安排专人全程负责协调，跟踪确认，及时记录预试中发现的问题缺陷，

并及时处理。

5 高低压配电盘柜的检修

5.1 维护检修项目：

5.1.1 清扫柜内外设备的灰尘、污物；

5.1.2 检查各接触部位螺栓紧固情况，有无过热、放电痕迹；

5.1.3 检查主回路元器件、继电器、测量仪表及二次回路的完好情况；

5.1.4 检查防误联锁装置的性能和动作情况；

5.1.5 检查抽屉式配电柜和手车式配电柜的抽屉、手车动作情况；

5.1.6 检查照明装置的完好情况；

5.1.7 检查接地情况（接地刀）；

5.1.8 修理、更换损坏的零部件；

5.1.9 检查各配送回路和二次回路绝缘情况；

5.1.10 柜内元器件耐压试验；

5.1.11 继电保护整组试验；

5.1.12 作好检修及数据记录，并写入设备技术档案。

5.2 维护质量标准

5.2.1 柜内无灰尘、杂物；

5.2.2 盘、柜本体及盘、柜内设备各部件连接牢固，接触良好；

5.2.3 柜内电器元件的检修按相应标准执行；

5.2.4 电流试验柱及切换压板应接触良好；

5.2.5 信号回路的信号灯，光字牌，微机保护单元各种参数的显示应准确、可靠；

5.2.6 手车、抽屉推拉应轻便灵活，无卡阻碰撞现象；

5.2.7 动静触头中心线应一致，接触紧密良好；手车推入工作位置后，动触头顶面与静触头低部的间隙应符合产品技术要求；

5.2.8 二次回路辅助开关的切换接点应动作准确、接触可靠；

5.2.9 二次回路中的插头、插座应完好无损；

5.2.10 防误闭锁装置应动作正确可靠；

5.2.11 安全隔离板应开启灵活，随手车的进出而相应动作；

5.2.12 手车、抽屉与柜体间的接地触头应接触紧密；当手车、抽屉推入柜内时，其接地触头比主触头先接触，拉出时则相反；

5.2.13 盘柜的接地应牢固良好；装有电器可开闭的门，应以软导线与接地的金属构架可靠的连接；

5.2.14 柜内照明装置齐全好用；

5.2.15 手车、柜内烘干防潮装置应动作准确、完好；

5.2.16 端子板应无损坏、固定可靠、绝缘良好；

5.2.17 盘、柜上各电器、小母线、端子排等应清晰标明其名称、编号、用途及操作位置；

5.2.18 盘、柜油漆应完整良好。

5.3 检修维护内容及方法

5.3.1 CT 电流回路：对电流回路进行检修维护时严禁开路，避免造成电流互感器炸裂及检修维护人员触电，如确需检修及故障处理，应将电流回路进行短路连接后方可进行作业。

5.3.2 PT 电压回路：对电压回路进行检修维护时严禁短路。短路将造

成 PT 互感器损坏，致使部分设备为低电压跳车，如：SVG、C301、BOG 机组等，造成检修事故。

5.3.3 高压配电柜过流二段动作故障处理：首先将小车柜退至实验位置并挂牌，办理检修作业票和工作票（紧急情况可事后办理），做好安全措施，先根据中控系统电机检测数据，查看电机温度或振动是否有突变的增大，然后现场盘车检车有无卡顿现象，初步判断电机轴承有无损坏。然后再检测绝缘是否合格和检查相间有无断相，随后对电缆进行对地、相间绝缘检测，最后对小车在工作位置时的动静触头检查，有无发热和烧坏。过程中均未发现问题，可以进行复位启机。

5.3.4 高压配电柜过流一段动作故障处理：首先将小车柜退至实验位置并挂牌，办理检修作业票和工作票（紧急情况可事后办理），过流一段保护动作说明一次回路有短路电流通过，必须严格对所有的一次回路节点进行检测，严禁未查明原因就判定误动而下令投用。检测内容主要是电机、线路、过电压保护器、配电柜出线部位及 CT 互感器的绝缘检测，电机的绕组匝间检测，所有检测完毕后方可根据现场实际情况决定是否投用。

5.3.5 小车的故障处理：每年需对小车进行开关性能实验（主要是由预试单位进行实验），其内容包括开关同期性、接触电阻、绝缘性能、最低动作电压、动作时间等。

5.3.6 电机因配电柜原因启动失败故障处理：先检查下车是否储能，合闸线圈是否被损坏、查看微机保护器上无故障报警、检查本柜启动回路是否有断电、是否有接线松动、控制电源是否正常，就地或远方转换开关位置是否正常、各压板投入是否正常、定值是否被修改等，然后在实验位

置进行空试回路，一切正常可投用。

5.3.7 电机因本柜原因停不了机的故障处理：检查跳闸线圈是否损坏、查看微机保护器是否正常工作，有无死机现象。检查跳闸回路接线有无松动等。

5.3.8 微机保护的故障处理：微机误动的判定，如果微机保护某中一项保护动作，首先需检查外围相关设备，如未找到原因，可判断微机保护器工作异常，需对其相关的模块进行更换，完成后需对部分改变的参数进行重新整定方可投用。

5.3.9 低压电机启动和运行时断路器、开关直接跳闸，需对一次回路和电机进行绝缘检查，并对接触器、开关、电源进行有无缺相检测，查看接触器有无卡塞、触头粘连，电机有相间、匝间短路，如刚更换过开关则需核对整定参数是否正确。

5.3.10 接触器故障处理：如接触器机构损坏，可直接更换，如主触头粘连，需对一次回路进行有无缺相、绝缘检测，对电机进行对地、相间、匝间检测，一切正常方可认为是接触器本身故障，如接触器线圈被烧坏，需检查控制回路电源，如接触器辅助触头故障进行更换即可。

6 安全注意事项

6.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

6.2 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

6.3 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

SVG 装置检修规程

1 适用范围

本规程适用于公司无功补偿装置的检修、维护、实验及日常巡查。

2 检修周期

每年一次

3 检修项目

3.1 干式滤波电抗器

3.1.1 干式滤波电抗器检修项目及要

表 1 干式滤波电抗器检修项目及要

检修项目	检修要求
电抗器包封与支架间紧固带	电抗器包封与支架间紧固带螺丝不存在松动、断裂
接线桩头	接线桩头螺丝无烧伤痕迹，接触良好
紧固件	紧固件螺丝紧固无松动
器身及金属件	器身及金属件连接件、螺丝无变色、过热现象
支座绝缘及支座	支座绝缘及支座绝缘良好，支座紧固且受力均匀
器身表面涂层	器身表面涂层完好无龟裂
器身表面	器身表面无浸润现象
电抗器整体	电抗器整体外观清洁，完好无缺损；支持绝缘子接地良好；线圈无变形，绝缘良好；螺栓齐全紧固；油漆完整无变色

3.1.2 干式滤波电抗器试验项目及要

表 2 干式滤波电抗器试验项目及要

序号	试验项目	周期	要求
1	直流电阻测量	必要时	换算至同一温度下与出厂值相比串联电抗器不大于 2%、并联电抗器不大于 1%；三相间的差别不大于三相平均值的 2%
2	绝缘电阻测量（并联电抗器的径向必要时进行）	1~5 年	同一温度下与历年数据比较无明显变化

3	外施交流耐压试验	必要时	无闪络、击穿
4	阻抗（或电感）测	必要时	与出厂值比无明显变化；符合运行要求
5	表面憎水性试验	必要时	无浸润现象

3.2 SVG 无功补偿装置检修项目及要

表 3 SVG 检修项目及要

序号	检修项目	检修要求
1	所有电力电缆、控制电缆，电力电缆端子	有无损伤；是否松动
2	冷却装置	检查冷却装置是否正常
3	散热器	周围有无异物，温度是否正常
4	电路板及原件	无松动、破损、变形、腐蚀
5	进气口滤棉	更换进气口滤棉
6	SVG 柜体	无异常振动、发热，损坏、变形及异味

4 检修安全措施

4.1 进入 SVG 室内工作，应设专人负责，无关人员不得入内；

4.2 在 SVG 室内使用电焊、火焊等明火设备时，严禁存放易燃物品，同时做好防火措施，准备足够的石棉布等灭火器材；

4.3 在 SVG 室内从事电气试验危及人身安全的，应撤出其他人员；掉入柜中及电容组中的异物，都应千方百计找出来，以免造成隐患；

4.4 SVG 室内检修工作完毕，应进行全面彻底的清扫检查，做到无灰尘、无油垢、无遗留工具、脏物等。

4.5 检修前必须对电抗器进行充分放电，验电后，挂接地线后方可开始检修工作

5 无功补偿装置设备检修工艺与质量标准

5.1 电抗器检修部分

表 4 电抗器检修部分

序号	检修工序步骤及内容	质量标准
1	绝缘电阻测量	绝缘良好，满足运行要求
2	检查电抗器包封与支架间紧固带	连接可靠，定位销，卡齐全
3	检查接线桩头	接触良好，触头无污垢，端子紧固无松动
4	检查紧固件	紧固件无松动，各定位标记无变动
5	检查器身及金属件	接触良好，触头无污垢，端子紧固无松动
6	检查支座绝缘及支座	完好无损，无污垢，无裂纹，无闪络
7	检查器身表面涂层	无龟裂、老化、变色、鼓包现象

5.2 SVG 装置检修部分

表 5 SVG 装置检修部分

序号	检修工序步骤及内容	质量标准
1	检查所有电力电缆、控制电缆有无损伤，电力电缆端子是否松动，高压绝缘热缩管是否松动	各接线桩头螺丝无烧伤痕迹，接触良好，紧固件螺丝紧固无松动，器身及金属件连接件、螺丝无变色、过热现象，并及时更换锈蚀、损坏的螺栓
2	更换进气口滤棉	滤网应无杂质
3	检查冷却装置正常	冷却装置应正常平稳、无振动、无异响
4	校验所有保护装置及二次接线	所有保护装置应正常工作、二次接线无松动虚接现象
5	电器元件的试验	试验结果满足厂家
6	将功率单元进出线电缆紧固一遍，并用吸尘器清除柜内灰尘	各功率单元电缆连接紧固无松动，连接螺栓齐全、牢固，接头接触良好，清理设备灰尘

5.3 SVG 支路接地隔离刀闸部分

表 6 SVG 支路接地隔离刀闸部分

序号	检修工序步骤及内容	质量标准
1	SVG 支路接地隔离刀闸接地点导通试验	导通试验满足设备运行要求

6 典型故障的处理

6.1 SVG 设备异常和事故处理

表 7 SVG 设备异常和事故处理

序号	异常现象	处理方法
1	SVG 无法工作	检查充电接触器是否吸合，控制柜电源是否正常，连接电缆及螺钉是否松动。
2	SVG 运行中停机	检查网侧是否停电，控制柜电源是否正常，控制柜中各电路板输出信号是否正常。
3	功率单元无法工作	检查功率单元控制电源是否正常，控制柜中发出的驱动信号是否正常。
4	功率单元板上的指示灯全熄灭	检查功率单元控制电源是否正常，功率单元板是否正常。
5	工控机显示器不显示或显示异常	检查工控机中电源是否正常，显示器驱动板是否正常。
6	功率单元光纤通讯故障	检查功率单元控制电源是否正常，功率单元以及控制柜的光纤接头是否脱落，光纤是否折断。

6.2 干式滤波电抗器异常和事故处理

表 8 干式滤波电抗器异常现象处理表

序号	异常现象	处理措施
1	电抗器局部发热	减少负荷，停电时进行螺栓和连接件的紧固工作。
2	电抗器支持绝缘子故障处理	发现水泥支柱和支持绝缘子有裂纹则停运进行更换绝缘支柱的更换处理。
3	电抗器烧坏	更换处理，更换后作绝缘电阻和直流电阻的测量。
4	电抗器表面放电	在电抗器表面涂层处理涂料喷涂应均匀，无流痕、垂珠现象。

7 安全注意事项

7.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安

全警示标牌。

7.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

7.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

7.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

应急柴油发电机检修规程

1 适用范围：

本规程适用于应急柴油发电机的维护、保养、日常检查。

2 检维修项目

2.1 日常巡检项目及要求的

- (1) 机体无油污脏物，保持干净。
- (2) 检查润滑油位（ $1/2 \sim 2/3$ ），不足时给予添加。
- (3) 检查机油油位（ $\geq 2/3$ ），不足时给予添加。
- (4) 检查冷却液液位（ $\geq 2/3$ ），不足时给予添加。
- (5) 蓄电池电压正常（24V 以上），接线牢固无松动。
- (6) 检查各部位螺丝是否松动，机油和冷却液是否泄露，如有异常，及时修复。
- (7) 检查散热器软管是否有裂纹，夹子是否松动，如有异常，及时修复。
- (8) 检查风扇皮带和驱动皮带是否破裂、断开及其他损坏，如有异常，及时修复。
- (9) 检查电源、信号线接头是否松动，导线是否磨损或有其他损坏，如有异常，及时修复。
- (10) 检查保护装置是否损坏或短缺，维修或更换损坏或短缺的保护装置。
- (11) 检查空气滤清器是否有堵塞，如有须清除。
- (12) 消防器材齐全备用。
- (13) 发电机房室内照明灯具齐全好用，应急电源备用。

(14) 发电机房室内地面干净无油污，无杂物，无可燃物体，物品用具摆放整齐。

(15) 发电机房室外安全通道畅通。

(16) 做好日常巡检记录。

3 一级保养项目及要求（累计工作 100h 后）

3.1 检查蓄电池的电压及电解液的比重，电解液的比重应是 1.28-1.29，并检查电解液水平面是否在极板以上 10-15mm，不足时加蒸馏水补充。

3.2 拆开机体侧面盖板，扳开机油泵的粗滤网锁紧弹簧片，取出粗滤网并清洗。每隔 200h 清洗机油精滤器及粗滤器，然后将机油全部换新。

3.3 对所有注油嘴等处，加注符合规定的润滑脂或机油。

3.4 清洗空气滤清器，清除集尘盘中的灰尘，取出滤芯，用振动或压缩空气有中央向外吹的方法清除滤芯在其上的灰尘。严禁用任何油类或水清洗滤芯。

3.5 每隔 200h，应拆下燃油滤清器的滤芯和壳体以及机油滤清器，使用柴油或煤油清洗。

3.6 检查涡轮壳与中间壳连接压板的紧定螺钉有无松动。

4 二级保养（累计工作 500h 后）

4.1 检查喷油器的喷油压力、观察喷雾情况，必要时清洗喷油器并进行调整（473 喷油器喷油压力为 18.6Mpa，532 喷油器喷油压力为 23.5Mpa）。

4.2 检查喷油泵情况，进排气门的密封及磨损情况，检查水泵漏水情况。

4.3 检查机油冷却器及水散热器是否有漏油、漏水现象，必要时进行修补。检查连杆、曲轴、气缸盖螺母紧定情况，如松动则拧紧至规定扭矩。

4.4 清洗机油、燃油系统管路，包括油底壳、机油管道、机油冷却器、燃油箱及管路，清除污物并吹干净。

4.5 检查油封环磨损情况，以及有无烧结或失去弹性等现象，否则应予以更换。

5 三级保养（累计工作 1000-1500h 或每隔一年）

除二级保养项目以为，增添以下工作项目：

5.1 检查气缸盖组件、拆下气缸盖，检查气门、气门座、导管、弹簧及推杆、摇臂配合面的磨损情况，必要时进行修复或更换。

5.2 检查活塞杆组件，检查活塞环、气缸套、连杆小头衬套及连杆轴瓦磨损情况，必要时进行更换。

5.3 检查曲轴组件，推力轴承、推力板磨损情况，滚动主轴承内外圈是否有周向游动现象，必要时进行更换。

5.4 检查传动机构，拆下前盖板，观察传动齿轮啮合面磨损情况，并进行啮合间隙测量，必要时进行修理或更换。

5.5 检查喷油器喷雾情况，检查喷油泵柱塞密封件和调速器磨损情况，检查气缸盖和进、排气管垫片，对已失去密封作用的应更换。

5.6 检查发电机各项绕组的绝缘电阻，绕组的直流电阻

5.7 检查发动机和发电机连接处是否有变形，检查风叶变形情况

5.8 检查各带电部位接触是否良好，有无发热迹象。

6 安全注意事项

6.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

6.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

6.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

6.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

母线、瓷瓶、构架检修规程

1 检修周期

每年至少 1 次，环境恶劣场所适当缩短检修周期；

2 检修项目

2.1 清扫灰尘、污垢、检查瓷件完好情况；

2.2 检修母线构架的接地部分；

2.3 检修母线连接部份及夹紧装置；

2.4 核实母线对地和相间安全距离；

2.5 绝缘瓷瓶在必要时涂刷硅油；

2.6 金属构架及构件防腐；

2.7 检修后的调整试验；

3 质量标准

3.1 母线、瓷瓶等更换性检修，参照 GB232—82《电气装置安装工程施
工及验收规范》中有关条文执行；

3.2 检修母线所属瓷质部件，应完整无裂纹，表面清洁光亮，胶合处填
料完整，结合牢固；

3.3 母线表面应光洁平整，不得有裂纹及夹杂物，管型、槽型母线不应
有变形、扭曲现象，软母线不得有扭结、松股、断股等缺陷；

3.4 封闭母线的各分段，应标志清晰，附件齐全牢固，外壳无变形，内
部无损伤；

3.5 母线的相色、标记完整、清晰、正确；

3.6 母线构架和支柱绝缘子底座等接地线完整良好；

3.7 母线在支柱绝缘子上的固定，应符合下列要求：

3.7.1 母线固定夹具与支柱绝缘子间的固定应平整牢固，不应使其所支持的母线受到额外应力；

3.7.2 当母线工作电流大于 1500A 时，每相交流母线的固定金具或其他支持金具不应成闭合磁路，否则应按规定采用非磁性固定金具或其他措施；

3.7.3 当母线平置时，母线支持夹板的上部压板应与母线保持 1.5—2mm 的间隙；

3.7.4 母线固定装置应无明显棱角，以防尖端放电。

3.8 重型多片矩形母线在固定点的活动滚杆应无卡阻，部件的机械强度应符合要求；

3.9 母线补偿器不得有裂纹，折皱或断裂现象。补偿器采用多片螺栓连接时，各片间应除去氧化层，铝质者应涂中性凡士林或复合脂；铜质者应搪锡，用于封闭母线应镀银；

3.10 母线与母线或母线与电器端子的搭接应符合下列要求：

3.10.1 母线连接用紧固件应采用镀锌螺栓，螺母和垫圈；

3.10.2 接触面保持清洁，并涂导电膏或中性凡士林；

3.10.3 母线平置时，贯穿螺栓由下向上穿，在其余情况下，螺帽应置于维护侧，螺栓长度宜露出螺母 2—3 扣；

3.10.4 螺栓两侧均应有垫圈，相邻螺栓的垫圈间有 3mm 以上的间隙，螺母侧应装有弹簧垫圈或锁紧螺母，垫圈厚度应符合规定；

3.10.5 螺栓受力应均匀，不应使电器端子受到额外应力；

3.10.6 接触面连接应紧密，用 0.05mm×10mm 塞尺检查，母线宽度在

63mm 及以上者，不得塞入 6mm，母线宽度在 56mm 及以下者，不得塞入 4mm。

3.11 母线用螺栓连接时，母线的孔径应不大于螺杆直径 1mm，丝扣的氧化膜应刷净，螺母接触面应平整，螺母与母线间应加铜质搪锡平垫圈，但不应加弹簧垫圈；

3.12 多片矩形母线间应保持与母线厚度相同的间隙，两相邻母线衬垫的垫圈间应有 3mm 以上的间隙，不应相互碰撞；

3.13 母线应符合室内外配电装置安全距离的规定见下表：

名 称	额定电压 (KV)		
	1~3	6	10
带电部分至接地部分	75	100	125
不同相带电部分之间	75	100	125
带电部分至栅栏	825	850	875
带电部分至网状遮栏	175	200	226
带电部分至板状遮栏	105	130	155
无遮栏裸导体至地（楼）面	2375	2400	2420
不同时停电检修的无遮栏裸导体之间的水平净距	1875	1900	1925
出线套管至室外通道的路面	4000	4000	4000

4 安全注意事项

4.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

4.2 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

4.3 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

干式电力变压器检修规程

1 检修周期和项目

1.1 检修周期见表 1

表 1

检修类别	小修	大修
检修周期	1 年	3 年

1.2 检修项目：

1.2.1 小修项目：

1.2.2 清扫变压器内外灰尘、污垢等；

1.2.3 检查变压器的外壳；

1.2.4 检查套管瓷件及接线板等电气连接部分；

1.2.5 测量绕组的绝缘电阻；

1.2.6 测量高、低压绕组的直流电阻（分相测量）；

1.2.7 检修分接开关；

1.2.8 检查接地装置；

1.2.9 校验温度、电压、电流等参数；

1.2.10 消除有条件能消除的缺陷，更换易损件；

1.2.11 检修冷却系统；

1.2.12 外壳防腐。

2 大修项目：

2.1 完成小修的项目；

2.2 拆开外箱检修变压器线圈及其加固装置、垫块、引线、接线板、各部分螺栓等；

2.3 检查铁芯及其加固件，检查铁芯接地情况；

2.4 消除所有缺陷，更换损坏的部件如接线板、套管、线圈等。

3 检修工艺与质量标准

3.1 解体与检查

3.1.1 解体

(1) 起吊：卸開箱盖上的起吊窗孔盖板，将吊绳通过窗孔挂到器身吊孔或吊环，起吊整体；不得使用箱盖上四个供吊外箱用的吊环起吊整体；

(2) 打开变压器前后两面的箱壁，必要时可拆卸并吊开外箱。

3.1.2 检查

(1) 检查铁芯、绕组、引线、套管、分接板及外箱等是否清洁；有无损伤和局部变形，铜焊处有否开裂；

(2) 各紧固件是否紧固并有防松装置，如铁芯夹紧套管的安装，接地片的联接，器身压紧结构及压钉的松紧程度，高压调压连接，高低压接线片与套管的连接，小车与外箱的连接等；

(3) 检查找出已发现异常的原因，缺陷等；

(4) 检查瓷套有无破裂和爬电痕迹，固定是否牢固；

(5) 检查线圈绝缘的颜色、弹性、有无损伤，是否合格；

(6) 检查线圈有无移位，垫块有否松动脱落；

(7) 检查变压器引线与套管的连接是否紧密接触，线圈分接线与接线板上的接线柱连接是否牢固，有无局部过热痕迹；

(8) 检查铁芯有无变形及烧伤，硅钢片有无变色；

(9) 检查分接开关是否完好；

(10) 检查冷却系统是否完好。

4 检测与测试

4.1 消除变压器内外的灰尘、污垢等；

4.2 消除缺陷；

4.3 检修已损伤的零部件，更换已损坏的零部件如接线板、套管、线圈等；

4.4 紧固并锁牢所有紧固件，个别垫块松动者，应松开压板，加入适当厚度的垫块后压紧，对有压板结构的产品，在旋紧压紧螺钉时，不可过紧；

4.5 检测冷却系统；

4.6 测量绕组的绝缘电阻，绝缘电阻值与出厂说明书要求或上次测试的数据相比如有明显降低，应干燥处理；

4.7 测量高、低压绕组的三相直流电阻；

4.8 外壳除锈防腐；

4.9 做好记录，包括检修日期、天气，检修内容及修理情况，更换备件情况等。

5 质量标准

5.1 各部位连接良好，螺栓拧紧，部位固定；

5.2 线圈绝缘良好，其判别方法为：

5.2.1 绝缘处于良好状态；色泽新鲜均一，绝缘有弹性，用手按后无残留变形；

5.2.2 绝缘处于可使用状态：色泽略暗、绝缘较硬，但用手按时无变形，不开裂、不脱落；

5.2.3 绝缘处于勉强可用状态：色泽较暗、绝缘发脆，发脆微裂纹，但变形不大，不脱落；

5.2.4 绝缘处于不能使用状态：绝缘碳化发脆，导线有裸露，用手按时绝缘裂开并脱落；

5.3 线圈位置正确，无损伤、无破裂、无移位，机械支撑牢固；

5.4 垫块完整，排列整齐，无松动，无歪斜错乱；

5.5 套管表面清洁无垢，套管螺栓、垫片、法兰、填料等完好紧密；

5.6 变压器内外清洁，无锈蚀、灰尘、污垢等；

5.7 温度计接线良好，用 500V 兆欧表测量绝缘电阻在 $1M\Omega$ 以上；

5.8 高、低压绕组三相直流电阻平衡，阻值与出厂说明书或上次测试值相比无显著增大；

5.9 绕组的绝缘电阻值与出厂说明书要求或上次测试值相比无明显降低；

5.10 铁芯无外伤、变形、烧伤、移位，硅钢片无变色，接地系统完整可靠；

5.11 引线焊接良好，无裂纹、虚焊、脱焊；

5.12 冷却系统完好、运转灵活；

5.13 各种附件齐全完好。

6 试验

6.1 变压器大修后的试验项目及标准

6.1.1 测量高低压绕组的绝缘电阻和吸收比，绝缘电阻值与出厂说明书要求或上次测试值相比无明显降低，吸收比不低于 1.3；

6.1.2、测量高、低压绕组三相直流电阻平衡，阻值与出厂说明书或上次测试值相比无显著增大，且各相绕组电阻相互差别不大于平均值的 20%，无中性点引出容量在 1600KVA 已上时，差别不大于平均值的 1%；

6.1.3 绕组连同套管的交流耐压试验。试验电压为出厂试验电压的 85%，历时 1 分钟，国内主要制造厂的出厂试验电压及检修后的试验电压见表 2

表 2

型号	制造厂家	额定电压等级 (K V)	出厂试验电压 (KV, 有效值)		检修后试验电压 (KV, 有效值)	
SG	山东达驰变 压器厂	≤1	3		2	
		10	28		24	
SCL	上海变压器 厂	≤1	3		2	
		8	20		17	
		10	28	30	24	26
		35	70		60	
SCL	北京变压器 厂	≤1	3		2	
		6	20		17	
		10	30		28	
		35	70		60	

6.4 测量铁芯（带引外接地）对地绝缘电阻，用 500V 兆欧表测量，绝缘电阻标准自定；

6. 用对应电压等级的兆欧表测定轭铁梁和穿芯螺栓间（可接触到的）的绝缘电阻，绝缘电阻标准自定；测量时应将连接片断开（不能断开者可不进行）；

6.6 检查绕组所有分接头的电压比，比值与铭牌值不应有显著差别且符合规律电压比允许偏差为±0.5%，电压比小于 3 时，允许偏差为±1%。

7 变压器更换绕组后的试验项目及标准

7.1 检查如上 1 的全部项目；

7.2 校定三相变压器联接组别好单相变压器引出线的极性，且必须与变压器的标志（铭牌和顶盖上的符号）相符；

7.3 测量变压器额定电流下的阻抗（无条件时可在不小于 $1/4$ 额定电流下测量），其值与出厂试验值相比应无明显变化；

7.4 检查相位，必须与电网一致；

7.5 额定电压下的空载合闸试验，冲击 3 次应无异常；

7.6 容量在 3150KVA 及以上变压器大修后的试验项目及标准；

7.7 检查如上 1 和 2 的全部项目；

7.8 测量绕组连同套管一起的介质损耗 $\text{tg } \delta$ ， $\text{tg } \delta$ 值与历年测试的数值相比不应有显著的变化。且不大于表数值；

表 3

绕组温度（℃）	10	20	30	40	50	60	70
35kV 及以下 $\text{tg } \delta$ （%）	1.5	2	3	4	6	8	11

7.9 测量额定电压下的空载电流和空载损耗，与出厂试验值相比应无明显的变化。

8 试运

试运时间：空载试运持续时间不少于 4 小时。

试运中检查项目与标准：

8.1 仪表指示应正常。空载电流不超过规定值；

8.2 仔细观察变压器本体，各部应无异常；

8.3 变压器运行中不应该有异常。

9 维护与故障处理

9.1 定期检查周期：有人值班者每班一次，无人值班者每周一次。

9.2 定期检查项目与标准：

9.2.1 检查变压器本体应平稳牢固，无歪斜、局部变形和振动；

9.2.2 检查变压器外壳应完整，各处联接无松动，外箱无碰坏现象；

9.2.3 检查变压器的环境应清洁，无积水和妨碍安全运行的物品；

9.2.4 变压器通风条件必须良好；

9.2.5 观察变压器运行的电压、电流指示应正常；

9.2.6 观察变压器各部位应无局部过热迹象，温度指数应正常；

9.2.7 观察变压器引线位置应正常，支持应牢固，引线四周距离应无改变；

9.2.8 注意变压器运行的声音，声音不应过大，并不应有异声。观察各处螺栓应无松动现象；

9.2.9 仔细观察各电气连接部分应无松动现象和局部过热痕迹；检查瓷件应无损坏；

9.2.10 检查变压器接地应良好；

9.2.11 检查冷却装置应正常；

10 常见故障与处理方法

表 4

序号	常见故障	故障原因	处理方法
1	电压升高时内部有轻微放电声	接地片断裂	拆开外箱修复接地片
2	线圈绝缘电阻下降	线圈受潮	对线圈干燥处理
3	铁芯声音不正常	铁芯紧固件松动 铁芯迭片多余或缺少 夹紧件下的铁芯松动	紧因夹紧件 抽去多余迭片补足迭片并 夹紧 用绝缘板塞紧压牢
4	套管对地放电	套管间有杂物	清除杂物，并擦净套管
5	套管对地放电	瓷件表面损或有裂纹	清扫擦净或更换套管
6	分接开关触头表面灼伤	接触不良，弹簧力不够等	检查调整，必要时更换分接开关
7	分接开关相间触头放电或各分接头放电	触头或分接头处有灰尘或绝缘受潮	清除灰尘或干燥处理
8	电气连接处有过热痕迹	连接处的螺栓松动，接触面氧化	除去接触面氧化层并紧固螺栓

11 安全注意事项

11.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

11.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

11.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

11.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

交流变频调速装置（VF）检修规程

1 检修周期和项目

1.1 检修周期（见下表）

检修类别	小修	中修	大修
检修周期	3 个月	1 年	更换控制线路板时

1.2 检修项目

1.2.1 小修项目

- (1) 清除积尘及污垢；
- (2) 检查及紧固接线螺丝；
- (3) 压紧各插件；
- (4) 检查线路、辅助控制元器件接点；

2 中修项目

2.1 完成小修项目；

2.2 检查主接线端子板,控制接线端子板有无破裂断损或碳化,损坏者处理或更换；

2.3 检查所有接插件插脚有无松动缺损,损坏者处理或更换；

2.4 检查控制线路板有无过热现象；

2.5 检查主回路二极管模块,晶体管模块等各类元器件,有缺陷者予以更换；

2.6 检查冷却系统；

2.7 检查辅助电气设备及内外部频率设定元器件,损坏者处理或更换；

2.8 检查显示仪器仪表,损坏者予以更换；

3 大修项目

3.1 完成中修项目；

3.2 测试检查主回路绝缘；

3.3 检查主回路二极管模块，晶体管模块，测试其性能；

3.4 检测主回路电解电容、瓷管电阻、熔断器、变压器、互感器、继电器等部件，损坏者予以更换；

3.5 测试控制线路板驱动信号波形（用 $>20\text{M}$ 双踪示波器）；

3.6 检修冷却风扇电机；

3.7 更换绝缘老化的导线及严重变色变形的连接铜片；

4 解体与检查

4.1 必须断开装置供电电源，基板上电源指示灯熄灭；

4.2 打开外壳将主电解电容通过电阻进行放电；

4.3 拆除主回路 U、V、W 输出端子的电缆，脱开电机负载；

4.4 拆除主回路端子连线，拆除控制接线端子连线，检查端子绝缘是否老化；

4.5 拔下控制线路板的接插件，检查插脚是否完好无损，并作好标记；

4.6 拆下控制线路板、显示面板、清扫、检查、检修控制线路板；

4.7 清扫壳体底部各类元器件，检测熔断器；

4.8 检查变压器、互感器、继电器是否完好；

4.9 检查功率电阻是否损坏，拆下电解电容；检查有无漏液；

4.10 检查整流模块有无过热破裂现象；

4.11 重点检查晶体管模块（功率元件）；

4.12 拆下风扇，检查转动应平稳、无异响；

5 检修与测试

5.1 清扫主回路，测量主回路绝缘电阻应大于 5 MΩ；

5.2 测试主电解电容器的容量，应大于额定值的 85%；

5.3 测量二板管模块数据及晶体管模块数据；

5.4 清扫控制线路板，检查表面有无短路，过热及机械损伤现象；

5.5 用示波器观测晶体管模块输入驱动信号波形，若有异常，应更换整块线路板；

5.6 经检查测试确认完好后，可按拆卸逆顺序进行组装；

6 质量标准

6.1 主回路检修

6.1.1 用万用表 R×1 Ω 档，分别测量 P、N 端子与 R、T 端子之间的阻值，并作好记录；参考值见下表：

序号	万用表负极	万用表正极	电阻值
1	P	R、S、T	∞
2	R、S、T	P	十几欧姆~几十欧姆三相阻值平衡
3	R、S、T	N	∞
4	N	R、S、T	十几欧姆~几十欧姆三相阻值平衡

6.1.2 晶体管模块

拆下三只晶体管模块组件，用万用表 R×1 Ω 档分别测试(参考数据见下表)：

序号	万用表正极	万用表负极	电阻值(Ω)
1	C1	C2E1	6
2	C2E1	C1	∞

6.1.3 整组晶体管模块

用万用表 R \times 1 Ω 档分别测 P、N 与 U、V、W 之间的阻值（参考见下表）：

序号	万用表负极	万用表正极	电阻值
1	P	U、V、W	十几欧姆~几十欧姆三相平衡
2	U、V、W	P	∞
3	N	U、V、W	∞
4	U、V、W	N	十几欧姆~几十欧姆三相平衡

6.2 控制线路板

6.2.1 拔下接插件（功率输出）；

6.2.2 主回路、控制回路送电，将面板开关置“ON”位置，频率设定某一值；

6.2.3 用示波器检测功率模块晶体管基极信号，BU、BV、BW，公用端取 E；

6.2.4 其波形应符合手册技术要求。

7 交接试验

7.1 交接项目与标准

7.1.1 交接项目：变频器对地绝缘试验（停电后进行）；

7.1.2 标准：将主回路 R、S、T、U、V、W 端子全部短接，用 500V 兆欧表测端子与接地端的绝缘电阻，应大于 5 M Ω ；

8 空载试验

变频器中修、大修后均应进行空载试验。试验中应注意有无异常响声、振动及过热现象，如有异常，应立即中止试验，进行检查处理；

8.1 变频器就位，按图纸要求正确接线，各调节元器件的位置应调整正确无误；

8.2 接通电源，按下面板启动开关，调节面板频率设定值，观察指示系统应清晰正确；

8.3 以外部控制电压或电流信号来控制频率设定值，进行调速并观测指示系统；

8.4 检测输出端电压值，线电压误差应小于 $\pm 4V$ ；

9 负荷试验

9.1 负荷试验应在空载试验良好的基础上进行；

9.2 断开电源，连接变频器与电机的接线；

9.3 接通电源，调节面板频率设定电位器（或面板模拟设定控制），检查电机旋转方向应正确；

9.4 调节外部（DCS 系统）控制信号，观察指示系统；

9.5 测量输出负荷电流、电压及转速并记录，与空载试验进行比较；

10 试运

试运时间：

10.1 变频器空载运行时间不少于 1 小时；

10.2 变频器负荷运行，按最大可能负荷运行不少于 4 小时；试运中检查项目与标准如下：

10.2.1 运行中无异常声音或异常振动现象；

10.2.2 冷却系统应正常；

10.2.3 指示系统应正常；

10.2.4 检测变频器输出端电流，不应超过额定电流值，且相电流差小于±10%；

10.2.5 检测输出端线电压差值小于最高电压的±2%；

11 维护与故障处理

常见故障与处理方法见下表，结合变频器说明书进行。

序号	常见故障			故障原因	处理方法
	条件	报警灯	显示		
1	加入启动信号，调节频率设定元件，电机不转	不亮	0.0	频率设定元件损坏	更换损坏件
2			故障编号	1、输出短路 2、电机短路	1、检测并处理 U、V、W 端子绝缘 2、脱开电机，故障仍不消失需更换晶体管模块 3、更换电机
3	加入启动信号	不亮	故障编号	1、输入电压≤325V 2、缺相	停电处理电源
4	运转中	亮	故障代号	1、过电流 2、电机过载	1、延长 ACL 加速时间 2、检查负载予以处理
	运转中	亮	故障代号	电机卡住堵转引起	处理或更换电机

				过电流	
5	运行中变频器突然停机	亮	故障代号	直流过电压>730V	频率下调过快,应缓慢下调
6	运行中变频器停机	亮	同上	散热片过热	检查通风系统
7	运转中	不亮	闪光	直流过电压>720V	重新启动变频器
8	加停止信号	亮	故障代号	过电压	延长减速的 DCL 时间
	加停止信号	亮		负载惯性过大	
9	启动时 “CHAGE”灯亮 变频不动作	不亮		1、基板上保险丝熔断 2、控制线路损坏	1、更换熔断器 2、更换控制线路板
10	未加启动信号	亮	0 1	1、ROM 异常 2、RAM 异常	更换损坏集成电路

12 安全注意事项

12.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

12.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

12.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

12.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

EPS、直流配电系统检修规程

1 检修周期和项目

1.1 检修周期：每年一次

1.2 维护检修项目：

1.2.1 检查室内温度，并控制在 25℃左右；

1.2.2 清扫 UPS/EPS 系统及直流屏系统；

1.2.3 检查所有接线端子有无松动，必要时紧固；

1.2.4 检查主回路断路器有无损坏；

1.2.5 检查排热风扇工作状态，防止被杂物堵住出风口，如有损坏，应进行更换，确保 EPS 主机及直流屏整流和逆变模块正常运行；

1.2.6 检查电池电压及 EPS、直流屏系统的工作状态；

1.2.7 切断市电，让蓄电池供电，测试单块蓄电池放电时每小时的电压值；

1.2.8 检查报警回路有无异常情况发生；

3.7.2 检修内容与质量标准

2 检查与测试

2.1 取出部分插件并编号，以便回装；

2.2 用吸尘器或毛刷等器具清除各部灰尘或用专用清洁喷剂清洗；

2.3 检查所有接线有无过热现象，并紧固所有螺栓；

2.4 主电路元件的检查与测试：

2.4.1、检查主电路熔断器和热继电器有无异常现象；

2.4.2 检查主可控硅（或功率晶体管），换向电容等元件有无过热等异

常现象，必要时进行测试；

2.4.3 检查交流滤波电容有无变形、漏液，必要时进行容量测试；

2.4.4 检查输出变压器有无损坏及过热现象；

2.4.5 对下列插件进行外观检查、清扫、并按说明书要求测试功能参数；
此项由设备厂家进行检测。

2.4.6 修理或更换已老化或损坏的元器件；

2.4.7 检查电源开关、控制开关触点有无灼伤、过热现象。

2.4.8 测量主回路绝缘电阻（用 500V 兆欧表测量，且应断开主回路中的电子元件或将电子元件短接）；

2.5 辅助系统的检修：

2.5.1 检修冷却风扇；

2.5.2 检查照明及其它部分有无异常现象；

2.6 检查保护回路

2.6.1 检查保护回路中的元器件有无损坏；

2.6.2 校验保护回路中继电器参数；

2.7 回装检修中拆卸的所有插件、元器件、连接线；

3 质量标准

3.1 外观应清洁，盘面应无脱漆、锈蚀、标志应正确、齐全；

3.2 所有接线应无过热，元件、插件的固定螺栓应无松动和锈蚀；

3.3 电压、电流、频率等显示正常；

3.4 主电路中的各部件应无损伤和过热，电子元件应无虚焊，脱焊；

3.5 所有插件应清洁，无损伤，插件上的电子元件应无脱焊、虚焊、过

热、老化现象、功能参数符合说明书要求；

3.6 所有开关应完整无损且动作灵活、可靠；

3.7 电池充电电流、浮充电压、均充电压符合说明书要求；

3.8 输出电压误差输出电源频率、静态开关切换时间应符合说明书规定；

3.8 主回路的绝缘电阻应大于 5 MΩ；

4 维护与故障处理

4.1 检查周期

4.1.1 运行人员每班检查 1 次；

4.1.2 维护检修人员每天检查一次；

5 常见故障与处理方法

序号	常见故障	故障原因	处理方法
1	换向失败	1、换向电容器损坏 2、换向电感损坏 3、输出过载或短路 4、触发回路故障 5、换向可控硅损坏	1、更换电容器 2、更换电感 3、检修输出回路 4、检修触发控制回路 5、更换可控硅
2	逆变桥主元件损坏	1、换向失败 2、输出过载或短路 3、主元件保护回路失效 4、主元件自身质量问题	1、参见本表第 1 条 2、检修输出回路 3、检修保护回路 4、更换主元件
3	主熔断器熔断	1、换向失败 2、输出过载或短路 3、主元件击穿短路 4、滤波电容损坏 5、设备内部有其它短路点	1、参见本表第 1 条 2、检修输出回路 3、更换主元件 4、更换损坏电容 5 检查排除故障
4	静态开关不	1、静态开关主元件损坏	1、更换损坏的主元件

	工作	2、静态开关触发脉冲回路有故障	2、检查修复脉冲电路
5	逆变器与市电不同步	1、锁相环失锁 2、市电频率偏差太大	1、检查失锁原因并处理 2、无须处理
6	逆变器或静态开关主元件过热	1、环境温度过高 2、冷却系统故障 3、长期过负荷 4、散热片积尘太多 5、主元件性能老化 6、主元件与散热片接触不良	1、改善环境条件 2、检修冷却系统 3、调整负荷 4、清扫散热片 5、更换老化元件 6、紧固主元件
7	UPS 中电子元件过热变色	1、电容器漏液或短路 2、电感绕组匝间短路 3、晶体管元件击穿损坏 4、电子元器件的参数变化引起过流 5、回路中有短路点	1、更换电容器 2、修理或更换电感 3、更换晶体管 4、检查更换电子元件 5、查找排除短路点
8	信号指示灯不亮	1、灯泡松动或灯丝断 2、变压器或电阻断线	1、拧紧或更换灯泡 2、修理或更换
9	在投入负荷时输出电压突然下降	负荷峰值电流超过规定，使保护动作	调整处理负荷
10	输出电压呈周期性波动	1、自控系统失调 2、直流阻抗匹配不良	1、检查处理自控系统 2、正确匹配直流阻抗
11	交流输出电压异常	1、直流输出电压异常 2、电压检测回路故障 3、基准信号失调 4、触发回路故障 5、蓄电池故障	1、检修直流供电回路 2、检修电压检测回路 3、调整基准信号 4、检查排除控制回路故障 5、处理或更换蓄电池
12	变压器电抗器过热	1、绕组内部短路 2、过负荷或负荷短路	1、检修或更换绕组 2、调整负荷或处理负荷回

		3、环境温度太高	路 3、改善环境条件
13	输出电压频率不正常	1、本机振荡部分的标准信号不正常 2、相关控制回路故障	1、检查调整标准信号 2、检查排除相关回路故障点
14	说明	检查 UPS 电源装置前应仔细阅读产品使用说明书及相关技术资料	排除故障后应详细将处理有关数据记入设备技术档案备查

6 安全注意事项

6.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

6.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

6.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

6.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

酸（碱）性蓄电池检维修规程

1 检修周期和项目

1.1 检修周期（见下表）

检修类别	小 修	中 修	大 修
检修周期	1 月	3~6 月	1 年

1.2 检修项目

1.2.1 小修项目

- （1）检修清扫蓄电池及其室（柜）内的灰尘；
- （2）调整蓄电池电解液的液位，测量电池电压，酸性蓄电池电解液相对密度并记录；

- （3）调整蓄电池的浮充电流；
- （4）处理已发现的蓄电池缺陷；

1.2.2 中修项目

- （1）完成小修和全部项目；
- （2）对蓄电池进行均衡充电；
- （3）清除蓄电池接线板的氧化层，并涂凡士林油；
- （4）紧固蓄电池接线柱；

1.2.3 大修项目

- （1）完成中修全部项目；
- （2）蓄电池放电；
- （3）拆开蓄电池连接板，并除锈，涂凡士林油；
- （4）必要时更换电解液；
- （5）进行活化并核对蓄电池容量；

(6) 紧固蓄电池架的全部螺栓；

(7) 试运。

2 检修内容与质量标准

2.1 解体与检修

2.1.1 按使用说明书要求进行放电；

2.1.2 拆开各蓄电池的连接板，清除氧化层并涂凡士林油；

2.1.3 对防酸隔爆蓄电池，拧下防酸隔爆帽，用水冲洗隔爆帽上的灰尘并干燥。

2.2 配制电解液

2.2.1 酸性电解液的配制；

(1) 酸性电解液是由浓硫酸与蒸馏水配制而成，其浓硫酸中杂质含量不超过下表中要求：

指标名称	新浓硫酸 (%)	蒸馏水 (%)
颜 色	透 明	无 色 透 明
锰 含 量	<0.0001	
铁 含 量	<0.012	≤0.0004
氯 含 量	<0.001	≤0.004
硝酸含量	<0.0001	≤0.004
砷 含 量	<0.0001	/

(2) 准备配制电解液用的瓷缸、玻璃棒、塑料勺及防酸工作服、手套、防护面罩等工器具；

(3) 准备 5% 的苏打水；

(4) 用蒸馏水冲洗所用的器具；

(5) 根据要配制电解液的相对密度和重量，准备足量的蒸馏水和浓硫

酸；

(6) 将蒸馏水倒入配制容器内，然后慢慢将浓硫酸加入水中，并用玻璃棒不停地搅拌均匀（严禁将水倒入浓硫酸中）；

(7) 测量新配电解液的相对密度，必要时对电解液反复调配直到合格为止。

2.2.2 碱性电解液的配制

(1) 碱性电解液是由氢氧化钾，氢氧化锂与蒸馏水配制而成，其氢氧化钾，氢氧化锂中杂质含量不超过说明书要求；

(2) 准备配制电解液用的瓷缸、玻璃棒、塑料勺与及防碱工作服，手套、防护面罩等工器具；

(3) 准备 3% 硼酸水；

(4) 用蒸馏水冲洗所用的器具；

(5) 根据要配制电解液的相对密度的重量、准备足量的蒸馏水和氢氧化锂、氢氧化钾；

(6) 将蒸馏水倒入配制容器内，然后慢慢将氢氧化钾，氢氧化锂加入蒸馏水中，并用塑料棒不停地搅拌均匀；

(7) 测量新配电解液的相对密度，必要时对电解液反复调配直到相对密度合格为止；

2.2.3 电解液配好后，要静置沉淀 4 小时，温度降到规定温度后，取其澄清溶液过滤后使用；

3 蓄电池的活化和均衡充电

蓄电池的活化和均衡充电应根据说明书进行

4 容量试验

4.1 蓄电池浮充状态容量试验，对于浮充状态的蓄电池，在活化前，按说明书要求的放电制度进行放电，并计算其容量；

4.2 蓄电池浮充状态容量低于额定容量的 50% 时，应增大浮充电流或缩短中修间隔时间；

4.3 蓄电池容量试验，蓄电池进行活化后，静置 24 小时，按说明书要求进行放电，并计算其容量；

4.4 经反复活化后，蓄电池容量仍低于额定容量的 80% 时，应进行鉴定处理；

4.5 蓄电池进行容量试验后，要立即充电恢复其容量。

5 试验

性能试验项目与标准见下表：

序号	项目	标准
1	检查蓄电池容量	25°C 时，其容量应不低于额定容量的 80%
2	电解液纯度试验	符合说明书要求
3	测量电解液相对密度	符合说明书要求
4	测量每个电池电压	浮充时在 2.1~2.2V（酸）；1.35~1.38V（碱）
5	测量蓄电池的绝缘电阻	1、110V 及以下蓄电池组绝缘应不小于 0.05 MΩ。 2、220V 蓄电池组绝缘电阻应不小于 0.1 MΩ。

6 试运

6.1 试运方法：蓄电池应为浮充电方式

6.2 试运时间：试运时间为 1 周，试运期间每天检查一次；

6.3 试运检查项目与标准见下表

序号	检查项目	标准
1	液位	在上下限范围内
2	单个电池电压和相对密度	应符合本表 9.3.1 中的有关规定
3	浮充电流	符合说明书要求
4	电解液的温度	在 5~45 ⁰ C 范围内

7 常见故障与处理方法见下表：

序号	常见故障	故障原因	处理方法
1	电池电压不平衡	1、浮充电压太低 2、均衡充电不足 3、运行中过放电	1、调整浮充电压 2、给以均衡充电 3、给以均衡充电
2	电池温度上升过高	1、电解液相对密度过大 2、室温过高 3、充电电流过大 4、充电电源脉动大	1、加蒸馏水调整相对密度 2、改善通风、降低室温 3、调整充电电流 4、加强滤波、减小脉动
3	电池电压低	电池内部短路	检修或更换电池
4	接线柱周围渗电解液	1、接线柱密封损坏 2、接线柱螺母松动	1、处理密封（凝胶） 2、擦净电解液紧固螺母
5	电解液溢出	1、液面过高 2、对于碱性蓄电池充电电流过大	1、调整液面 2、减小充电电流
6	电解液面下降过快	1、容器破裂漏液 2、对于酸性蓄电池在过高的充电电压下充电，造成过充，温度使液体蒸发。	1、更换 2、调整充电电压，使其在规定的温度范围内进行充电
7	连接处过热	连接处松动锈蚀	除锈紧固
8	对地绝缘低	灰尘太多电解液溢出	清扫处理
9	电池容量降低	1、浮充电压低 2、均衡充电不足 3、液位降低	1、调整浮充电压 2、调整均衡充电时间 3、补充电解液

		4、酸性蓄电池极板硫化 5、碱性蓄电池极板表面积蓄碳酸钾 6、电解液不纯局部放电 7、长期浮充电未进行活化或均衡充电	4、小电流反复充电或碱水疗法处理 5、换液给予活化充电 6、换液或清扫加强绝缘 7、定期进行活化或均衡充电
--	--	---	--

8 安全注意事项

8.1 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

8.2 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

8.3 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

接地及过电压保护装置检修规程

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本规程规定了设备、电气线路的各类接地及过电压保护装置的维护检修周期、项目常见故障及处理方法、交接程序与验收；

1.2 适用范围

本规程适用于公司设备（包括塔、罐、金属管道）、自备电站、电力线路的工作接地、保护接地、防雷及防静电的接地装置、避雷针、避雷网、避雷线及各类避雷器的维护和检修。

2 检修前的准备

2.1 根据设备的运行状况，确定检修内容，制定检修计划，进度和方案；

2.2 组织好检修人员，完善检修方案，明确检修任务和分工；

2.3 准备好检修所需设备、材料、工器具、备品备件和安全检修所需物品和设施；

2.4 准备好检修所需的表格和有关图纸资料等；

2.5 办理动土票和工作票，做好安全措施。

3 交接与验收

3.1 交接内容

检修单位应向使用单位交付检修记录（包括隐蔽工程记录），电气试验报告，更新改造记录，有关遗留问题的说明和交工验收说明书及其他资料；

3.2 验收程序与要求

3.2.1 根据本单位的实际情况实行分级验收；

3.2.2 主管部门组织有关人员对检修的设备按检修质量标准和中石化总公司设备完好标准进行检查验收；

3.2.3 核对检修记录、试验报告、更新改造记录有关遗留问题的说明和交工验收证明书等资料，应符合要求，准确无误；

3.2.4 根据质量标准，设备完好标准和运行考核情况，对设备的检修质量进行总评价并签署验收意见。

4 接地装置

检修周期：（见下表）：

检修类别	小 修	中 修	大 修
检修周期	1 年	3~5 年	10~15 年

检修项目：

4.1 小修项目

4.1.1 检修地面引线的连接点，螺栓和防腐；

4.1.2 测量接地电阻。

4.2 中修项目

4.2.1 完成小修项目；

4.2.2 更换损坏的连接片及螺栓，对腐蚀截面大于原截面 1/3 的地面引线采用并接线加强措施，对地面引线应测量连接点的直流电阻和重刷防腐涂料；

4.2.3 视情况抽查埋地引线的腐蚀情况，检查范围为入土段不少于 0.5~1m。

4.3 大修项目

4.3.1 完成中修项目；

4.3.2 视情况更换地面引线，埋地引线及连接片，连接点；

4.3.3 抽查接地体的腐蚀情况（垂直接地体宜挖至裸露 0.3m 处），当腐蚀截面大于原截面的 1/2 时，宜更换接地体或在旁边打入新接地体；

4.3.4 经检查确认接地装置良好，可延长大修周期，但必须做详细记录。

5 检修工艺与质量标准

5.1 检修工艺

5.1.1 接地装置用的紧固件，除地脚螺栓外，均应镀锌。接地装置宜采用钢材，在腐蚀性较强的场所宜采用热镀锌的钢接地体或加大截面；

5.1.2 埋地引线与接地体的连接应采用搭接焊，其焊接长度必须为：

（1）扁钢宽度的 2.5 倍（且至少 3 个棱边焊接）；

（2）圆钢直径的 6 倍；

（3）圆钢与扁钢连接时，为圆钢直径的 6 倍；

（4）扁钢与钢管（或角钢）焊接时，应在其接触部位两侧进行焊接，并焊以由钢带弯成的弧形（或直角形）卡子，或直接用扁钢本身弯成弧形（或直角形）与钢管（或角钢）焊接；

5.1.3 埋地引线与地面引线的连接采用螺栓连接，接触面积与螺栓规格参见下表：

接触面积 (mm ²)	400	625	900	1600	2500
螺栓规格	M8	M10	M12	M16	M20
使用场合	室内		室外		

5.1.4 地面引线，埋地引线检修后均应除锈，涂漆防腐处理，当腐蚀截面大于原截面 1/3 时，可采用并接线加强，其截面不少于原引线截面，且材质应相同；

5.1.5 接地装置检修时应采取临时接地措施(接入接地干线)。

5.2 质量标准

5.2.1 检修所更换的接地装置的导体截面与材质均应符合原设计要求；

5.2.2 焊接必须牢固无虚焊，松脱，焊缝高应不小于 4mm；

5.2.3 用螺栓连接的连接点接触面必须良好，螺栓必须紧固；

5.2.4 接地装置的接地电阻必须符合下表的规定：

序号	项目	标准	说明
1	大接地短路电流系统（500A 以上）的接地装置	$R \leq 2000 \div I (\Omega)$ 当 $I > 4000A$ 时,可采用 $R \leq 0.5 \Omega$ 式中 I 一 经接地装置流入地中的短路电流; R —考虑到季节变化的最大接地电阻;	在高土壤电阻率地区,当接地装置按此规定接地电阻在技术经济上极不合理时,可按 SDJ8—79《电力设备接地技术规程》第 25 条的规定处理;
2	小接地短路电流系统（500A 以下）的接地装置	(1) 当接地装置与 1KV 及以下设备的接地装置共用时: $R \leq 120 \div I (\Omega)$ (2) 当接地装置仅用于 1KV 以上设备时: $R \leq 250 \div I (\Omega)$ (3) 在上述任一情况下,接地电阻不得 $> 10 \Omega$	
3	利用大地作导线时的接地装置	(1) 长久使用时: $R \leq 50 \div I (\Omega)$ (2) 临时使用时: $R \leq 100 \div I (\Omega)$	
4	1KV 以下电气设备的接地装置	(1) 接地电阻不宜超过 4Ω (2) 使用同一接地装置的并列运行的发电机、变压器等电气设备,当其容量不超过 100KVA 时,接地电阻不许超	在采用零保护的电网中,系指变压器的接地电阻

		过 10 Ω	
5	露天装置避雷针的集中接地装置	不宜大于 10 Ω	与接地网连在一起的可不单独测量
6	发电厂烟囱附近的吸风机处装设的加强集中接地装置	不宜大于 10 Ω	
7	独立避雷针(线)接地装置	不宜大于 10 Ω	在高土壤电阻率地区做到 10 Ω 确有困难时,可按 SDJ8—79《电力设计规程》第 31 条的规定办理
8	与架空线直接连接的旋转电机进线段上阀型避雷器的接地	应符合 SDJ7—79《电力设备过电压保护设计技术规程》第六章的有关规定	
9	有避雷线的杆塔的接地装置	杆塔高度在 40m 以下时按下列值:	
		土壤电阻率 (Ω·cm)	接地电阻 (Ω)
		10 ⁴ 及以下	10
		10 ⁴ ~5×10 ⁴	15
		5×10 ⁴ ~10×10 ⁴	20
		10×10 ⁴ ~20×10 ⁴	25
		20×10 ⁴ 以上	30
		如土壤电阻率很高,接地电阻很难降到 30 Ω 时,可采用 6~8 根总长不超过 500m 的放射形接地体或连续伸长接地体,其接地电阻可不受限制	
10	无避雷线	种类	接地电阻 (Ω)

	的线路杆塔接地装置	小接地短路电流系统 钢筋混凝土杆、金属杆	30	
		中性点非直接接地的 低压网路钢筋混凝土 杆、金属杆	50	
		低压进户线绝缘子铁 脚	30	

5.3 维护检查与故障处理

5.3.1 定期检查周期：自备电厂（站）、110KV 及以上变电站的各类接地装置每季检查 1 次，遇地震、洪水等不可抗拒自然灾害后，应进行特殊巡视、检查，并采取相应的检修措施；

5.3.2 定期检查项目与标准

- (1) 检查地面引线是否接触良好，有无烧伤痕迹、连接螺栓是否紧固；
- (2) 必要时测量接地装置的接地电阻、其数值应符合规定；
- (3) 常见故障及处理方法
- (4) 接地装置的地面引线有腐蚀、断线等现象应及时修复或更换；
- (5) 接地装置的埋线引线在距离地面 0~300mm 段容易受腐蚀，要注意检查，发现腐蚀严重的可采用并接线加强措施；

6 避雷线（网）及避雷针塔检修周期见下表：

检修类别	小修	中修	大修
检修周期	1 年	3~5 年（或必要时）	10~15 年（或必要时）

检修项目：

6.1 小修项目

6.1.1 检查避雷针，避雷线（网）及引下线有否断裂、腐蚀；

6.1.2 紧固避雷线夹紧螺栓，调整避雷线的弛度；

6.2 中修项目

6.2.1 完成小修项目；

6.2.2 修复损坏的避雷针、避雷线（网）；

6.2.3 避雷针塔紧固螺栓金属构件除锈涮漆；

6.2.4 更换紧固金具；

6.3 大修项目

6.3.1 完成中修项目；

6.3.2 更换避雷线；

6.3.3 更换避雷针接闪器和接地引下线。

6.4 质量标准：

6.4.1 避雷线（网）因腐蚀，损伤减少截面占总面积 5%~17%时，应采取补修法处理，腐蚀和损伤减少截面超过 17%时，应切断重接；

6.4.2 钢筋混凝土结构的避雷针杆塔的保护层无脱落，钢筋不外露。

7 维护检查与故障处理

7.1 定期检查周期：每季度检查 1 次（雷雨后市况进行检查）；

7.2 定期检查项目与标准：

7.2.1 避雷线（网）不应有损伤或闪络烧伤痕迹，不应有严重锈蚀，避雷线的金夹具应无锈蚀、过热，螺栓、垫圈、销子等零件应齐全、无松动、脱出现象；

7.2.2 避雷针和塔身无倾斜、基础无下陷、开裂现象；

7.2.3 接地引下线不应有损伤、锈蚀，避雷线与引下线的连接线夹，引下线与接地装置的连接，杆塔上固定引下线的卡钉，双避雷线间的连接线等零件应齐全，无松脱现象；

7.2.4 冰冻地区混凝土结构的避雷针塔杆内在冬季应进行排水。

8 安全注意事项

8.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

8.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

8.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

8.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

防爆电器检修规程

1 检修周期和项目

1.1 检修周期：每年检修 1 次，特殊情况适当延长或缩短检修周期；

1.2 检修项目：

1.2.1 清扫防爆电器设备并解体检查；

1.2.2 修理或更换易损件；

1.2.3 检查调整操作机构；

1.2.4 清理和修理防爆面；

1.2.5 测量防爆结合面的最大间隙；

1.2.6 检查防爆外壳有无因外力损伤而发生局部变形或裂纹；

1.2.7 检查与修理电气元件；

1.2.8 检查调整各进出线口密封情况；

1.2.9 检查接地，接零装置；

2 检修工艺及质量标准

2.1 解体与检查

2.1.1 开盖前应先停电，严禁带电开盖；

2.1.2 对防爆设备解体并彻底清扫；

2.1.3 按检修项目进行全面检查，并作好检修记录；

2.2 检修与测试

2.2.1 检查调整操作机构动作是否灵活，有无卡阻现象。若因缺油、锈蚀而卡阻，应除锈、加油，损坏零部件应予更换；

2.2.2 电器元件的检修参照有关检修标准；

2.2.3 防爆面上出现的砂眼及机械损伤参照第四章《隔爆面修理》内容进行处理；、

2.2.4 检查静止隔爆器结合面，操纵杆与杆孔隔爆结合面的最大间隙 W 应符合规定（见下表）

外壳净容积 V (L)	防爆面长度 L (mm)	隔爆结合面最大间隙 W (mm)		
		级 别		
		II A	II B	II C
$V \leq 0.02$	5	0.2	0.15	采用试验确定的最大不传爆间隙的 50%
$0.02 < V \leq 0.5$	10	0.2	0.15	
$V > 0.5$	15	0.25	0.15	
	25	0.3	0.2	
	40	0.4	0.25	

2.2.5 防爆外壳若因外力而出现裂纹应采用电焊补焊后进行水压试验，其试验压力应符合下表规定：

外壳净容积 L		$V \leq 0.5$	$0.5 < V \leq 2$	$V > 2$
试验压力 (MPa)	工厂用	0.6	0.8	1.0

2.2.6 防爆电器外壳的接地，接零装置应可靠；

2.2.7 螺纹防爆结合面不少于 6 扣；

2.2.8 防爆结合面应涂油防锈；

2.2.9 防爆插销在断电瞬间，外壳防爆结合面最大直径差 W 和最小有效长度应符合下表规定：

外壳净容积 L	L (mm)	W (mm)		
		级 别		
		II A	II B	II C
$V \leq 0.5$	15	0.3	0.2	采用试验确定的

V>0.5	25	0.4	0.3	最大不传爆间隙 50%
-------	----	-----	-----	----------------

2.2.10 检查插销，防止插头骤然拔脱的徐动装置应可靠；

2.2.11 检查插销插头插入后开关才能关合，开关在分断位置插头才能插入或拔脱的闭销机构应可靠；

2.2.12 必须保证插销在插头插入时，接地、接零插头应先接通，拔脱时，接地、接零插头应后断开；

2.2.13 绝缘测试

用 500V 兆欧表测量电器带电部分与金属外壳绝缘电阻值不低于 1 M Ω ；

2.2.14 通电试验

(1) 断开所有负荷电缆, 接通电源；

(2) 盖好各隔爆腔盖板，拧紧螺丝及各进出口密封圈应压紧；

(3) 检查确认仪表及指示灯无误，试验操作机构动作灵活无卡阻现象，安全联锁可靠。

3 检查维护

3.1 维护检查周期

每日检查一次

3.2 检查项目与标准

3.2.1 检查防爆电器外壳及环境应清洁，清除有碍安全运行的杂物；

3.2.2 检查电器各部螺丝及弹簧垫圈应压紧；

3.2.3 检查防爆电器有无异响、异味；

3.2.4 检查防爆电器的仪表，指示灯指示是否正常。

4 安全注意事项

4.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

4.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

4.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

4.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

第三篇 仪表专业

现场仪表维护检修规程

1 基本概述

1.1 主题内容与适用范围

本规程规定了公司自动化仪表及成套设备的维护、检修、投运及其安全注意事项的具体技术要求和实施程序。

1.2 主要工具和人员基本要求

1.2.1 主要工具

万用表、扳手、电笔、螺丝刀、电工刀等。

1.2.2 对维修人员的基本要求条件

1.2.2.1 熟悉本规程及相应的产品说明书等有关技术资料；

1.2.2.2 了解工艺流程及该仪表在其中的作用；

1.2.2.3 掌握电工技术基础、电子技术基础、测量仪表及维修等方面的基础理论知识；

1.2.2.4 掌握该仪表维护、检修、投运及常见故障处理的基本技能；

1.2.2.5 掌握常用测量仪器和有关标准仪器的使用方法。

2 仪表设备完好标准

2.1 零部件技术要求

零部件完整，符合技术要求，即：

2.1.1 零部件应清晰无误；

2.1.2 零部件应完好齐全并规格化；

2.1.3 紧固件不得松动；

2.1.4 插接件应接触良好；

2.1.5 端子接线应牢靠；

2.1.6 可调件应处于可调位置；

2.1.7 密封件应无泄漏

2.1.8 所配防护、保温设施应完好无损。

2.2 设备及环境要求

设备及环境整齐、清洁、符合工作要求，即：

2.2.1 整机应清洁、无锈蚀、漆层应平整、光亮、无脱落；

2.2.2 刻度应清晰，字迹应归整；

2.2.3 仪表线路敷设整齐；

2.2.4 线路标号应齐全、清晰、准确。

3 检修标准

3.1 检修周期

仪表 12 个月进行一次检修，通常与公司年度大检修同步进行。

3.2 检修内容：

3.2.1 清除仪表表面和内部灰尘；

3.2.2 检查各插接件的接触情况，保证接触可靠

3.2.3 检查电伴热和附属设备。

3.2.4 检修后的仪表按国家计量检定规程检定。

4 仪表投运

4.1 检修完毕投运前的准备工作

4.1.1 检查仪表电源是否正常。

4.1.2 检查仪表接线是否正确、牢靠。

4.1.3 检查各仪表设定参数是否准确无误

4.1.4 检查仪表气源压力是否正确稳定。

4.2 检修完毕投运的验收

4.2.1 逐条检查检修项目的完成情况。

4.2.2 检查仪表是否达到检修质量标准。

4.2.3 仪表正常运行并经工艺人员确认后方可离开。

5 安全注意事项

5.1 现场仪表维护安全注意事项

5.1.1 危险作业维护必须由两人以上作业，普通维护可由工艺人员监护。

5.1.2 对可能导致工艺参数波动的作业，必须事先取得工艺人员认可。

5.1.3 传感器维修后将表盖锁紧，防止仪表受潮。

5.2 现场仪表检修安全注意事项

5.2.1 对运行仪表的检修前必须确认无有害气体或液体。

5.2.2 不得带电拆卸仪表及零部件。

5.2.3 不得使用不适宜的工具进行检修，以防损坏仪表。

5.2.4 不规范、不合格的零部件不准使用。

5.2.5 清洗仪表零部件和印刷线路板时，必须使用适宜的清洗剂。

5.2.6 传感器拆卸前应首先排放、泻压。

5.3 投运安全注意事项

5.3.1 投运前必须由两人以上作业。

5.3.2 投运前应工艺人员联系，并取得工艺人员的协助和配合。

5.3.3 仪表投运后，应严密监视仪表运行情况和相关的工艺参数的变化情况，确认仪表正常运行后，方能认为投运完毕，并将维修情况告知报修人。

6 气动薄膜调节阀校准

6.1 范围

本规范是参考有关产品说明书编写的，适用于公司所用小口径单座调节阀、高压单座调节阀、笼式调节阀等的首次校准、后续校准和使用中校准，其它类型可参照校准。

6.2 概述

控制室发出的输出信号（4-20）mADC 通过电气阀门定位器转变为（20-100）kPa 或（40-200）kPa 气信号推动薄膜执行机构作线位移，薄膜机构带动阀芯改变调节阀的节流面积实现对流通流量的调节。

6.3 计量性能要求

6.3.1 测量误差

测量误差按准确度等级划分，首次应不超过表 1 规定，后续按生产实际需求。

表 1 准确度等级及最大允许误差、回差

准确度等级	(电动)	
	最大允许误差/%	回差/%
1.0	±1.0	0.8
1.5	±1.5	1.2

2.0	±2.0	1.6
注意：最大允许误差和回差是以输出量程的百分数表示		

6.3.2 回差

首次校准的调节阀，其回差不得超过表 1 的规定。后续校准和使用中校准的调节阀，回差应按生产需求不超过最大允许误差的绝对值。

6.4 通用技术要求

6.4.1 外观

调节阀外观光洁、平滑，无机械创伤，无油污，标牌明显，紧固件不得松动，可动件应灵活。

6.4.2 密封性

调节阀受压部分在承受压力上限时（调节阀的额定工作压力），不得有泄露现象。

6.5 计量器具控制

6.5.1 校准条件

6.5.1.1 校准设备

选用的标准器及配套设备所组成的检定装置，其测量总不确定度应不大于被检调节阀允许误差的 1/4。电压电流发生器或现场校验仪 1 台
0.05 0.25 级压力表 1 块。

6.5.1.2 环境条件

环境温度：0-50℃，相对湿度：≤90%

6.5.1.3 校准项目

校准项目

校准项目	首次校准	后续校准	使用中
外观	+	+	+
密封性	+	—	—
基本误差	+	+	+
回程误差	+	—	—

表中“+”表示应校准，“-”表示可不校准，“*”表示必要时校准。

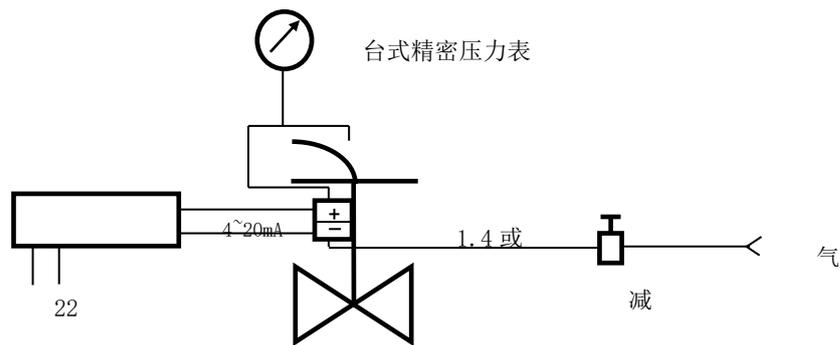
6.6 校准方法

6.6.1 外观检查

用目力观测和通电检查，应符合 5.1 的要求。

6.6.2 测量误差的校准

6.6.2.1 校准设备的连接



将调节阀的定位器与标准信号发生器连接（具体连接方式见使用说明书），精密压力表连接定位器输出。

6.6.2.2 选择校准点

校准点的应按量程基本均匀，一般应包括上限值、下限值在内不少于 5 个点。

6.6.2.3 校准方法

一般情况下，调节阀的校准可按 ([方式进行，（校准过程中具体参照厂家说明书进行）

6.6.2.3.1 基本误差:

输入 50% 的电流信号, 此时电\气阀门定位器反馈杆应处于水平位置。将规定的输入信号平稳地按增加和减小方向输入信号范围为 0%、25%、50%、75%、100% 的电流值。检查执行机构气室的压力值。用百分表测量各点对应的行程值; 计算实际“信号—行程”与理论关系之间各点误差。其基本误差应 $\leq 1\%$ 。

回差: 在同一输入信号上所测得的正反行程的最大差值即为回差, 回差应 $\leq 1\%$ 。

6.6.2.3.2 始终点偏差:

信号上限(始点)处的误差即为始点偏差。信号下限(终点)处的误差即为终点偏差。

6.6.2.3.3 额定行程偏差:

将 120% 的信号输入调节阀, 从 100% 到 120% 信号阀杆再走的行程与额定行程之比即为额定行程偏差。

6.6.2.3.4 阻尼特性:

输入 25%、50%、75% 阶跃信号, 观察阀杆在正反行程相应位置上的摆动次数。

6.6.2.4 测量误差的计算

调节阀的测量误差按下列公式计算

$\Delta A = A_d - A_s$ 式中: ΔA —调节阀各校准点的测量误差, mA;

A_d —定位器上行程或下行程各校准点的输出值, kPa;

A_s —定位器上行程或下行程各校准点的标准值, kPa;

6.6.2.5 回差的校准

回差的校准与测量误差的校准同时进行,回差按下列公式计算。

$$\Delta A = |A_{d1} - A_{d2}|$$

式中: ΔA -调节阀回差, mA; A_{d1} A_{d2} -调节阀上行程及下行程各校准点的输出值, kPa;

6.7 校准结果的处理和校准间隔

按 6.3.1 准确度等级规定要求校准合格的调节阀,出具校准证书;校准不合格的调节阀,出具测试结果通知书,并说明不合格项目。校准后粘贴相应标记。校准间隔为一般建议为 12 月。

7 压力检测仪表

压力检测仪表是指采用弹性应变原理制作的各种单圈弹簧管(膜盒、膜片)式压力表、真空表、压力真空表、差动远传压力表。

7.1 检修项目与质量要求

在检修前,应对压力表进行检查性校准,观察仪表有无泄漏、指针卡涩、跳动等情况,并作好记录。压力表解体检修后应按表 1 规定的质量要求作耐压试验。

(表 2)

名称	压力表	真空表	压力真空表
耐压试验值	测量上限值	气压 90%以上的疏空度	测量上限或下限值
耐压时间(min)	5	3	3
质量要求	数值变化小于耐压试验值的 1%视为合格		

7.1.1 外观检查

7.1.1.1 压力表应当完整、良好,各部件应装配牢固,并不得有影响

计量性能的腐蚀、裂纹、孔洞等情形；分度线、数字以及符号等应完整清晰。面板玻璃应完好清洁、嵌装严密；压力表指针平直完好，铆接牢固，与面板玻璃和刻度盘均不摩擦；压力表接头螺纹无滑扣、错扣，紧部固件无滑方等情形。

7.1.1.2 用于测量气体的压力表其表壳背面应有安全孔。安全孔上须有防尘装置。当弹性元件破裂时，应能使气体从安全孔逸出。

7.1.1.3 压力表应有封印装置，在不损坏封印的情形下，应不能触及到内部元件。

7.1.1.4 测量特殊气体的压力表，应有明显的标记。

7.1.2 主要机械部件的检查、清理与电气性能检查。

7.1.2.1 游丝各圈间距均匀、同心平整，其表面无斑点和损伤。

7.1.2.2 上下夹板、中心轮、扇形轮、拉杆锁眼等各部件应清洁，无明显磨损。

7.1.2.3 弹性元件应无锈斑、变形和泄漏。

7.1.2.4 机械部分组装后，紧配合部件应无松动，可动部分应动作灵活平稳，并应向各轴孔中心加注少量钟表油。

7.1.2.5 电接点压力（真空）表的接点应无明显斑痕或显著氧化，闭合和释放动作准确可靠，信号端子对外壳的绝缘电阻在正常条件下用 500V 兆欧表测试应不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

7.1.2.6 对于差动式远传压力表，在正常条件下用 250V 兆欧表测试，电气线路对外壳的绝缘电阻应不小于 $20\text{M}\Omega$ ；线圈电阻值应符合规定值，偏差应不超过规定值的 $\pm 2\%$ ；线圈和铁芯应清洁，铁芯应平直，并与线圈保

持同心。电动装置印刷电路板应无灰尘、油污，接插件接触良好，元件完好，无虚焊、脱线等情形。

7.2 调校项目与技术标准

7.2.1 零点检查

- a. 有零点限制钉的仪表,其指针应紧靠在限制钉上。
- b. 无零点限制钉的仪表,其指针应在零点分度线宽度范围内

7.2.2 仪表校准

a. 对 1.0、1.5、2.5 级仪表应在均匀分布的 5 个点上进行试验；准确度等级低于 2.5 级的仪表，其校准点可以取 3 个点，但必须包括常用点。

b. 测量上限在 0.25MPa 以下的仪表用空气作介质，0.25MPa 以上的仪表以变压器油或蓖麻油作介质。

- c. 仪表的基本误差，不应超过仪表的允许误差。
- d. 仪表的回程误差，不应超过仪表允许误差的绝对值。
- e. 仪表的轻敲位移，不应超过仪表允许误差绝对值的二分之一。

7.2.3 电接点压力表的接点动作误差应符合厂家规定值。对于厂家未规定动作误差的其动作误差不应超过仪表允许误差的绝对值的 1.5 倍。

7.2.4 差动远传压力表的校准

- a. 按图纸接线，通电预热 30min。
- b. 无压力信号输入时，仪表应指示零位。
- c. 加上限压力时，仪表应指示在满量程刻度上。
- d. 去掉压力时，仪表指针应回到零位。
- e. 反复调整零位和满量程，使二者均合乎要求为止。

f. 加压力进行正、反行程各点校验。校准点不少于 5 点，其中应包括常用点。

7.2.5 差动远传压力表的误差应符合下列规定：

a. 整套仪表的综合误差不应超过允许综合误差，主要仪表常用点综合误差，不应超过允许综合误差的 1/2。

b. 整套仪表的回程误差，不应超过允许综合误差的绝对值。

c. 轻敲位移不应超过允许综合误差绝对值的 1/2。

d. 二次仪表的报警动作误差不应超过允许综合误差的绝对值。

7.3 运行维护

7.3.1 压力表投入前应对下列项目进行检查：

7.3.1.1 一、二次阀门、排污阀门及各管路接头处应严密不漏，二次阀门和排污阀门应处于关闭状态。

7.3.1.2 带信号装置的压力表应检查和调整其信号装置，将设定指针调至整定值。

7.3.1.3 确认二次阀门关闭和仪表输入端通大气情况下，无液柱修正的仪表应显示零值，有液柱修正的仪表，应核对液柱修正值。

7.3.1.4 差动远传压力表在环境温度超过 30℃时，为避免测量装置内的阻尼油因膨胀而引起指针不回零，应将其顶端堵油螺钉旋松 2—3 圈。

7.3.2 冲洗取样管路

7.3.2.1 汽、水压力测量系统的取样管路采用排污冲洗，但有隔离容器的压力测量系统除外。

7.3.2.2 冲洗油压测量系统的取样管时应有排油收集装置，并采取防

火措施。

7.3.2.3 取样管路冲洗后，应及时关闭排污阀。

7.3.3 压力仪表的投入与停用

7.3.3.1 缓慢开启一次阀门 2-3 圈，确认取样管路各密封点无泄漏后，全开一、二次阀门，接通仪表电源，仪表即投入运行。

7.3.3.2 仪表停用时，关闭二次阀门，断开仪表电源；长期停用时必须关闭一次阀门。

7.3.4 压力仪表的维护

7.3.4.1 经常保持仪表及其附件清洁。

7.3.4.2 经常检查管路阀门、接头及焊口处有无渗漏，弹性元件是否泄漏。

7.3.4.3 定期检查仪表零位和示值的准确性。

7.3.4.4 及时发现和消除仪表的记录故障，保持记录清晰正确。

7.3.4.5 定期检查信号装置，保持报警动作正确、可靠。

8 流量测量仪表

流量测量仪表是指与标准节流装置（孔板）配套使用的差压式流量仪表。

8.1 流量测量仪表检修与校准

8.1.1 检修前应对下列项目进行检查：

8.1.1.1 一、二次仪表外观应整洁，零部件齐全，编号标志清楚，仪表刻度清晰，指针动作灵活，无卡涩跳动等现象。

8.1.1.2 仪表阀门组或单个阀门应严密无泄露。手柄齐全，标志正确

清楚，操作灵活。

8.1.1.3 仪表内转动部件的动作不应有卡涩、晃动和杂音，表内、外接线正确，编号齐全清晰，并与图纸相符，引线无破损或伤痕。

8.2 校准项目技术标准；

8.2.1 基本误差和回程误差校准。

8.2.1.1 校准点包括常用点在内应不少于 5 点。先校准压力、温度参数后，再进行流量及积算单元的校准。

8.2.1.2 一、二次仪表配套校准的基本误差应不超过允许综合误差，重要常用点误差不超过允许综合误差的 1/2。

8.2.1.3 回程误差应不超过允许误差的绝对值。

8.2.1.4 一、二次仪表分别校准时其基本误差和回程误差应不超过各自的允许误差。

8.2.2 静压试验

经解体检修后的差压计应作静压试验，以 1.25 倍工作压力作 5min 静压试验，压力降应不超过 2%。

8.3 运行维护

8.3.1 仪表投入前应作如下工作；

8.3.1.1 检查一次仪表、管路、阀门及接头锁母连接是否牢固，及法兰结合处无泄漏。

8.3.1.2 检查一、二次仪表连接线路是否正确。

8.3.1.3 检查各阀门是否在规定状态（一次阀门、正、负压二次阀门、排污门关闭，平衡门打开）。

8.3.1.4 对于新装或大修后以及久停未用仪表投入前应进行冲洗管道。

8.3.2 仪表投入前应依次进行下列工作；

8.3.2.1 接通一、二次仪表电源，检查、调整二次仪表工作点和灵敏度。

8.3.2.2 打开一次阀门。

8.3.2.3 先开正压阀门、然后关平衡阀、最后开负压、阀门，一次仪表即启动投入。

8.3.2.4 检查二次仪表设定或修改各有关参数值，并确认与现场实际情况相符无误。

8.3.3 仪表停用应按照以下次序操作：

8.3.3.1 先关负压阀、再开平衡阀，最后关正压阀。

8.3.3.2 断开一、二次仪表电源。

8.3.3.3 如长期停用或拆卸差压计，应关严一次阀门。

8.3.4 仪表运行中应加强维护。

8.3.4.1 停用时间内，仪表应保持密封，以防灰尘进入仪表。

8.3.4.2 经常检查管路系统，一、二次阀门和接头等处，均应严密无渗露。

8.3.4.3 定期进行现场校准，检查和调整零位，仪表示值误差和回程误差应符合技术要求。

8.4 流量测量系统现场校准的误差要求：

8.4.1 现场校准是指除节流装置外的一、二次仪表成套系统的校准，从一次仪表处加差压信号进行。

8.4.2 校准二次仪表示值误差应不超过允许综合误差。主要仪表常用点的示值误差应不超过允许综合误差的 1/2，

回程误差应不超过允许综合误差的绝对值。

允许综合误差等于一、二次仪表基本误差的方和根。

9 变送器

变送器是指用于测量压力、流量、液位的压力、差压变送器。

9.1 一般检查

标志清晰，零部件齐全。

9.2 变送器密封性耐压试验

9.2.1 对于差压变送器在输入端两侧加入规定静压值，对于压力变送器在输入端加入 1.25 倍的规定压力上限值，在 5min 内压力示值下降应小于 2%；将差压变送器的正压室加压至等于最大差压值的压力，保持 5min 不应有泄漏。

9.2.2 将压力变送器加压至最大压力，保持 5min，测量室不应有泄漏。

9.3 调校项目与技术标准

9.3.1 变送器基本误差和回程误差校准

9.3.2 差压变送器校准。

9.3.2.1 零位和满量程调整：输入信号为零时，调整输出电流为 4mA，正压室加压至额定差压值时调整输出电流为 20mA。

9.3.2.2 基本误差和回程误差校准：对正压室加压，依次递增满量程的 25%，各点输出值的基本误差和回程误差均不应超过变送器允许误差。

9.3.3 压力变送器校准

依次递增满量程的 25%，加入各点压力，各标准点输出电流的基本误差不应超过仪表的允许误差，回程误差不应超过仪表允许误差的绝对值。

9.4 运行维护

9.4.1 差压变送器的投入与停用

9.4.1.1 差压变送器的投入与停用执行 8.3.1、8.3.2、8.3.3 中的有关规定。

9.4.2 压力变送器投入前检查：

9.4.2.1 一、二次阀门及管道焊接处有无泄漏，阀门手柄齐全并无妨碍操作之缺陷。

9.4.2.2 压力变送器接线正确。

9.4.2.3 变送器投入时，应先接通电源，然后开启一次阀门，缓慢开启二次门（被测介质为蒸汽时，应待取样管内有凝结水才开启二次门），变送器即投入。

9.4.3 维护

9.4.3.1 变送器在运行中，其壳体必须接地良好。差压变送器和用于自动调节系统和保护系统的变送器应有防电源中断、短路或输出开路的措施。

9.4.3.2 变送器应每半月检查一次电气零位，长期停用时，应关闭一、二次阀门，打开排污阀，切断电源。

10 安全注意事项

10.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

10.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

10.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

10.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。

过程控制系统(DCS、SIS、PLC)维护检修规程

1 总则

1.1 主要内容

本篇规定了过程控制系统(DCS、SIS、PLC)的日常维护及大修的内容。

1.2 适用范围

集散控制系统(DCS、SIS、PLC)控制系统。

2 概述

2.1 过程控制系统种类很多,系统的日常维护、故障处理及大修对装置的安全生产具有重要的意义。不同的过程控制系统具有许多共性,针对系统的日常维护、故障处理及大修制定标准的规程,可以很好地指导系统维护,也可作为系统检修的依据。

2.2 DCS、SIS 系统

DCS、SIS(Honeywell PKS)系统共有2个服务器,SIS系统一个工程师站,DCS系统1个工程师站、3个操作员站组成。

2.2.1 DCS、SIS系统柜由卡件电源、风扇、卡件组成,安全栅柜由安全栅、接线端子板、电源等组成。系统柜与安全栅柜之间用预制电缆连接。

2.2.2 DCS、SIS的检修目的就是要改善设备的运行环境,诊断设备的故障缺陷,检查设备的运行状况,提高设备的可靠性。

2.2.3 机柜停电

机柜检修前,应对打DCS、SIS系统的软、硬件进行检查、记录、拷贝及工作状态记录,以便于工作及检修后能正确恢复工作。

2.2.3.1 软件备份

机柜停电以前，应首先对各参数进行回收，并对上位机上的组态软件进行拷贝，同时做好备份、存档工作。

2.2.3.2 卡件状态检查

对机柜中的 CPU、I/O 卡件，逐个进行检查。对有明显红灯故障卡件，进行记录并通过工程师站对各卡件状态进行检查。对有报警的卡件作好记录。

2.2.3.3 电源检查

在机柜停电前，应检查各柜电源系统。测量各输出电压：+5、+24V，并作好记录。对电压超出允许范围（5%）或有发热、响声异常等不正常现象的电源作好记录和记号，以便停电后更换。

2.2.3.4 卡件地址核对

逐个对机笼柜中的各种模件的面板标志牌与槽位进行检查，对不一致的标志牌进行记录，然后对标志牌的地址与模件的实际开关设定进行核对，对不一致的进行记录。

2.2.3.5 风扇检查

在机笼柜停电前，应对风扇进行检查，对停转的或异常的风扇，作好记录和记号，以便停电后更换或维修。

2.2.3.6 停电

在完成上述检查和检测后，确认各主辅设备已经停运后，征得运行人员同意，方可停电。停电时应先将各系统柜内前面顶部的总开关置于 OFF 位置，而后再将 UPS 盘上系统分路开关置于 OFF 位置，最后将 UPS 盘上总开关电源置于 OFF 位置。

2.2.4 机柜与卡件检查

大修中，机笼柜及模件应清理吹灰，硬件检查、整理、接线紧固。

2.2.4.1 清理吸尘

清理吸尘前，应检查电源总开关是否在 OFF 位置并对电源输入端进行验电，然后拆卸电源和风扇组件。

a. 柜内吸尘

使用较大容量的吸尘器（3kw 以上），将吸尘管插入系统柜下部，并密封。接通吸尘器电源，进行吸尘。

b. 柜外吸尘

系统柜、接线柜的上部，风扇出风口等位置容易积尘，应反复清理，直到干净为止。对吸尘后仍不能达到洁净的卡件，可单独吹扫，必要时使用酒精等清洁剂清理。

c. 滤网吸尘

滤网容易积尘，影响通风散热，应每年清理。可用清水冲洗，吹干后回装。海绵易损坏，视情况进行更换。

2.2.4.2 整理

机笼柜吸尘清理后应对下列设备进行整理

a. I/O 端子线：应捆扎紧固，排列整齐

b. 预制电缆：应排列整齐，捆扎紧固，在中间电缆槽分向两侧时盖板应完好

c. 电源等导线：应有序捆扎成把，但不可承力。

d. 标志：各种标志应标志清楚，否则应补齐，完善。

2.2.4.3 紧固

系统、安全栅柜吸尘、整理后应对下列设备进行紧固，如果无法紧固应及时更换：

- a. 交流电源输入端子
- b. 直流供电输出端子
- c. 接地系统输入输出端子
- d. 卡件上 I/O 端子接线柱。
- e. 卡件柜预制电缆槽位固定点，不全时应加装新的固定点。
- f. 接线端子接线柱。

2.2.5 送电

机柜检修结束后应核对电源及柜内接线，方可送电，送电应遵循由上至下逐级送电原则。

2.2.5.1 送电

- a. 合上 UPS 盘对应开关。
- b. 合上机柜顶部电源总开关及风扇开关，检查风扇是否转动，如有异常，迅速关闭电源。
- c. 合上分路开关，检查对应设备工作是否正常，否则应迅速关闭电源。

2.2.5.2 电源检查

送电后应对各电源进行测试，并进行调整，输出电压+5V、+24V，实际输出电压参考值为 $+5 \pm 0.15V$ 、 $+24 \pm 1.5V$ 。

2.2.5.3 卡件检查

通电后，应对模件进行检查

-
- a. CPU、卡件有无红灯和闪烁
 - b. 组态检查，检查功能块是否正确
 - c. 状态检查，有无错误信息，与检修前进行比较
 - d. 功能检查，各通信口 I/O 功能，控制运算是否正常

2.2.5.4 冗余功能检查

检修中应对每一对主副卡件进行自动切换试验，确认冗余功能正常，防止因接触不良的原因造成虚假冗余。

2.2.5.5 通道检查

使用信号发生设备，对系统 I/O 卡件通道进行测试，检查有无异常，测量值偏差检查，对不符合要求的 I/O 卡件进行更换。

2.2.6 操作站检查维护

首先应单独对每个操作站进行吸尘，并用酒精等清洗操作站面板。检查操作站时，应小心、轻柔，检查、对照、记录好各站的开关地址的设置。

清理完毕后，在系统柜送电后，对该站进行检查，有无明显的电气故障、损坏、无指示，并利用工程师站对其手动操作输出进行检查监视。如发现问题，进一步检查修理。

2.2.7 联锁调试

在上述检维修结束并确认软、硬件正常投用，工艺条件允许后，应对系统联锁回路逐条进行联动试验，并做好调试记录。对联动不合格的设备进行维修后要再次进行联动试验直至合格。

2.2.8 检修质量验收

2.2.8.1 电源模件吹扫清理的清洁程度。

2.2.8.2 送电前的恢复检查记录。

2.2.8.3 卡件冗余试验，通信及功能试验等。

2.2.8.4 系统联锁调试记录。

2.3 PLC 系统

公司 PLC 系统主要应用于 C101、C301、H101、H201 等机组或逻辑控制设备。

2.3.1 PLC 的检修目的就是要改善设备的运行环境，诊断设备的故障缺陷，检查设备的运行状况，提高设备的可靠性。

2.3.2 软件备份、硬件检查

a. 机柜停电以前，应首先对各参数进行备份、存档工作。

b. PLC 控制器，电源、安全栅等硬件检查，查看卡件状态是否正常，电池指示灯是否正常，对有异常报警或故障指示的卡件做好记录或标记。

c. PLC 的 AA 电池在停电前应进行更换，避免程序丢失。

2.3.3 停电

在完成上述检查和检测后，确认各主辅设备已经停运后，征得运行人员同意，方可停电。停电时应先将各系统柜内前面顶部的总开关置于 OFF 位置，而后再将配电柜开关置于 OFF 位置。

2.3.3.1 清理吸尘

清理吸尘前，应检查电源总开关是否在 OFF 位置并对电源输入端进行验电。然后拆卸电源和风扇组件。

a. 柜内吸尘

使用较大容量的吸尘器（3kw 以上），将吸尘管插入系统柜下部，并密

封。接通吸尘器电源，进行吸尘。

b. 柜外吸尘

系统柜的上部，风扇出风口等位置容易积尘，应反复清理，直到干净为止。对吸尘后仍不能达到洁净的卡件，可单独吹扫，必要时使用酒精等清洁剂清理。

c. 滤网吸尘

滤网容易积尘，影响通风散热，应每年清理。可用清水冲洗，吹干后回装。海绵易损坏，视情况进行更换。

2.3.3.2 接线紧固

系统柜吸尘、整理后应对下列设备进行紧固，如果无法紧固应及时更换：

- a. 交流电源输入端子
- b. 直流供电输出端子
- c. 接地系统输入输出端子线紧固
- d. 卡件上 I/O 端子接线柱。
- e. 接线端子接线柱紧固。

2.3.4 送电

- a. 合上配电柜对应开关。
- b. 合上机柜顶部电源总开关及风扇开关，检查风扇是否转动，如有异常，迅速关闭电源。
- c. 合上分路开关，检查对应设备工作是否正常，否则应迅速关闭电源。
 - d. PLC 及卡件检查，查看指示灯是否与停电前显示一致。

2.3.5 联锁调试

在上述检维修结束并确认软、硬件正常投用，工艺条件允许后，应对系统联锁回路逐条进行联动试验，并做好调试记录。对联动不合格的设备进行维修后要再次进行联动试验直至合格。

3 日常维护及故障处理

3.1 日常维护

按巡检规定和巡检标准进行巡检，并及时填写巡检表。

3.1.1 硬件日常维护

3.1.1.1 检查环境条件（温度、湿度）使其满足系统正常运行的要求。

3.1.1.2 检查供电及接地系统使其符合标准。

3.1.1.3 检查有无小动物进入控制系统。

3.1.1.4 保证电缆接头、端子、转接的插件不被碰撞，接触良好。

3.1.1.5 观察系统状态画面及指示灯的状态，确认系统是否正常。

3.1.1.6 检查系统的运转状况。

3.1.1.7 各种过滤网必须定期更换或清洗。

3.1.1.8 周期地做好各设备的清洁工作。

3.1.1.9 系统中的电池要按期更换。

3.1.1.10 定期对机柜换热风扇进行检查，查看是否正常工作。

3.1.1.11 保证备件的正确存放及条件，备件应存放在防静电的塑料袋中。

3.1.1.12 建立硬件设备维护档案。

3.1.2 软件的日常维护管理

3.1.2.1 严格按照操作权限执行操作。

3.1.2.2 系统盘、数据库盘和用户盘必须有备份，要有清晰的标记，应放在金属柜中妥善保管。备份至少保证两套，异地存放。应用软件如果有大的变更，必须及时备份。同时要建立系统应用软件备份清单。

3.1.2.3 系统软件及重要用户软件的修改要经过主管部门的批准后方可进行。

3.1.2.4 用户软件在线修改，必须有安全防护措施，有监护人员，且要作好记录。软件变更要入档，并通知操作人员。

3.2 故障处理

系统运行时如发现异常或故障，维护人员应及时做好故障处理方案，详细告知工艺人员处理故障时可能出现的情况，让工艺人员密切监视、做好防范措施。处理故障时必须有人监护。对故障现象、原因、处理方法及结果应做好记录。

3.2.1 故障处理的一般程序

3.2.1.1 观察及诊断故障现象

- a. 听取工艺人员的反映。
- b. 观察故障的现象，观察画面、检查 LED 状态，听、看设备的运行状态。
- c. 调出设备自诊断结果，必要时可对操作站和外部设备进行离线诊断。

3.2.1.2 分析故障原因

根据故障现象、自诊断结果，及 LED 指示，分析判断故障原因，找出故障点。

3.2.1.3 故障处理

根据判断采取相应的处理措施，检查系统设备接线、电缆、转接插头，必要时更换设备、卡件或软件重装。

处理故障时要注意人身和设备安全，并注意采取防静电措施。

3.2.1.4 处理结果观察

故障排除后，密切监视系统的运行状况，包括指示灯、显示状态，确认系统工作正常后，通知工艺人员恢复正常操作，同时观察一段时间，填写故障处理记录。

4 安全注意事项

4.1 作业前应采取可靠的断电措施，确认无电后在电源开关处设置安全警示标牌。

4.2 对现场存在的可能危及安全的坑、洞、井、沟等应采取有效的防护措施，设置警告标志，夜间应设警示红灯。

4.3 检修产生的废物、垃圾应规范收集，严禁随意倾倒，避免环境污染。

4.4 其它未尽事项，按公司《HSE 管理制度》执行。