

中机国能（南充）热电有限公司 生产安全事故风险辨识、评估报告

版 本：2021 年版

编 号：SCAQ-YJYA-04

建设单位：中机国能（南充）热电有限公司

目 录

1 总则.....	1
1.1 编制原则.....	1
1.2 编制依据.....	1
2 公司概况.....	12
2.1 生产经营单位基本信息.....	12
2.2 生产工艺流程.....	17
3 生产经营单位危险有害因素辨识情况.....	19
3.1 主要物料的危险、有害因素辨识.....	19
3.2 危险有害因素辨识结果.....	23
3.3 重大危险源辨识.....	25
4 事故可能产生的后果分析.....	27
4.1 系统及设备因素.....	27
4.2 人的因素.....	54
4.3 管理因素.....	54
5 事故风险等级划定.....	56
5.1 事故等级划分方法简介.....	56
5.2 主要作业条件风险分析.....	58
6 生产经营单位安全管理情况.....	59
6.1 生产经营单位安全管理情况.....	59
6.2 现有事故风险防控与应急措施情况.....	60
7 生产安全事故风险防控和应急措施.....	65

7.1 事故风险管理措施.....	65
7.2 事故风险防控与应急措施.....	65
8 风险辨识、评估结论.....	68

1 总则

1.1 编制原则

为认真贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，合理保障人民群众生命财产安全，全面落实中机国能（南充）热电有限公司生产安全事故防范主体责任，严格规范公司生产安全事故风险评估行为，提高生产安全事故防范能力，遵循以下原则开展生产安全事故风险评估工作：

风险评估编制体现了科学性、规范性、客观性和真实性的原则。

风险评估过程中贯彻执行我国安全相关的法律、法规、标准、规范，分析我公司生产过程中的风险状况，明确生产安全事故风险防控措施。

1.2 编制依据

1.2.1 主要法律法规

- （1）《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令[2014]第 13 号）
- （2）《中华人民共和国劳动法》（2018 年修改）（国家主席令第 28 号）
- （3）《中华人民共和国电力法》（2018 年修改）（国家主席令第 60 号）
- （4）《中华人民共和国防洪法》（2016 年修改）（国家主席令第 88 号）
- （5）《中华人民共和国气象法》（2016 年修改）（国家主席令第 23 号）
- （6）《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令[2007]第 69 号）
- （7）《中华人民共和国消防法》（2019 年修改）（国家主席令第 6 号）
- （8）《中华人民共和国防震减灾法》（国家主席令[2008]第 7 号）

- (9) 《中华人民共和国建筑法》（2019 年修改）（国家主席令第 29 号）
- (10) 《中华人民共和国道路交通安全法》（国家主席令[2011]第 47 号）
- (11) 《中华人民共和国职业病防治法》（2018 年修改）（国家主席令第 24 号）
- (12) 《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令[2013]第 4 号）
- (13) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（国家主席令[2012]第 54 号）
- (14) 《中华人民共和国劳动合同法》（国家主席令[2012]第 73 号）

1.2.2 行政法规

- (1) 《破坏性地震应急条例》（国务院令第 172 号）
- (2) 《电力设施保护条例》（2011 年修改）（国务院令第 239 号）
- (3) 《建设工程质量管理条例》（国务院令第 279 号）
- (4) 《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令第 293 号）
- (5) 《使用有毒物质作业场所劳动保护条例》（国务院令第 352 号）
- (6) 《建设工程安全生产管理条例》（国务院令第 393 号）
- (7) 《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）
- (8) 《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》（国务院令第 687 号）
- (9) 《中华人民共和国道路运输条例》（国务院令第 709 号）
- (10) 《电力监管条例》（国务院令第 432 号）
- (11) 《国务院关于修改<中华人民共和国防汛条例>的决定》（国务院令第 441 号）

(12) 《易制毒化学品管理条例》（2018 年修改）（国务院令 第 445 号）

(13) 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 第 493 号）

(14) 《特种设备安全监察条例》（国务院令 第 549 号）

(15) 《气象灾害防御条例》（2017 年修改）（国务院令 第 570 号）

(16) 《工伤保险条例》（国务院令 第 586 号）

(17) 《危险化学品安全管理条例》（2013 年修改）（国务院令 第 645 号）

(18) 《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（国务院令 第 599 号）

1.2.3 政府规章及规范性文件

(1) 《生产经营单位安全培训规定》（国家安监总局令 第 3 号，国家安监总局令 第 80 号修改）

(2) 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（国家安监总局令 第 16 号）

(3) 《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令 第 2 号）

(4) 《生产安全事故信息报告和处置办法》（国家安监总局令 第 21 号）

(5) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安监总局令 第 30 号，国家安监总局令 第 80 号修改）

(6) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安监总局令 第 36 号，国家安监总局令 第 77 号修改）

(7) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令 第 40 号，国家安监总局令 第 79 号修改）

(8) 《国家安全生产监管总局关于修改〈生产安全事故报告和调查处

理条例》罚款处罚暂行规定部分条款的决定》（国家安监总局令第 77 号）

（9）《安全生产培训管理办法》（国家安监总局令第 44 号，国家安监总局令第 80 号修改）

（10）《工作场所职业卫生监督管理规定》（国家安监总局令第 47 号）

（11）《职业病危害项目申报办法》（国家安监总局令第 48 号）

（12）《用人单位职业健康监护监督管理办法》（国家安监总局令第 49 号）

（13）《有限空间安全作业五条规定》（国家安监总局令第 69 号）

（14）《企业安全生产风险公告六条规定》（国家安监总局令第 89 号）

（15）《国家电力监管委员会安全生产令》（国家电力监管委员会令第 1 号）

（16）《电力监控系统安全防护规定》（发改委令第 14 号）

（17）《电力安全生产监督管理办法》（发改委令第 21 号）

（18）《气瓶安全监察规定》（国家质检总局令第 166 号）

（19）《起重机械安全监察规定》（国家质检总局令第 92 号）

（20）《关于修改<特种设备作业人员监督管理办法>的决定》（国家质检总局令第 140 号）

（21）《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》（公安部令第 61 号）

（22）《公安部关于修改<消防监督检查规定>的决定》（公安部令第 120 号）

（23）《防雷装置设计审核和竣工验收规定》（中国气象局令第 21 号）

（24）《防雷减灾管理办法》（中国气象局令第 24 号）

（25）《压力管道安装安全质量监督检验规则》（国质检锅[2002]83 号）

- (26) 《国务院关于进一步加强消防工作的意见》（国发[2006]15 号）
- (27) 《国务院关于加强应急管理工作的意见》（国发[2006]24 号）
- (28) 《关于加强电力系统抗灾能力建设若干意见的通知》（国发[2008]20 号）
- (29) 《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发[2010]23 号）
- (30) 《国家能源局关于防范电力人身伤亡事故的指导意见》（国能安全[2013]427 号）
- (31) 《防止电力生产事故的二十五项重点要求》（国能安全[2014]161 号）
- (32) 《电力企业应急预案管理办法》（国能安全[2014]508 号）
- (33) 《关于加强重大工程安全质量保障措施的通知》（发改投资[2009]3183 号）
- (34) 《关于切实加强电力建设工程质量监督管理的紧急通知》（国家发改委、建设部、国家安监总局、国家电监会特急发改能源[2005]1690 号）
- (35) 《安全生产事故隐患排查治理体系建设实施指南的通知》（安委办字[2012]28 号）
- (36) 《国务院安委会关于进一步加强生产安全事故应急处理工作的通知》（安委[2013]8 号）
- (37) 《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2011]95 号）
- (38) 《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（安监总厅管三[2011]142 号）

（39）《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三[2009]116号）

（40）《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三[2013]3号）

（41）《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三[2013]12号）

（42）《国家安全生产监督管理局办公厅关于进一步加强生产经营单位一线从业人员应急培训的通知》（安监总厅应急[2014]46号）

（43）《企业安全生产责任体系五落实五到位规定》（安监总办[2015]27号）

（44）《关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见》（安委办[2008]26号）

（45）《关于印发<电力突发事件应急演练导则（试行）>等文件的通知》（电监安全[2009]22号）

（46）《电力二次系统安全管理若干规定》（电监安全[2011]19号）

（47）《关于深入开展电力安全生产标准化工作的指导意见》（电监安全[2011]21号）

（48）《关于加强电力企业班组安全建设的指导意见》（电监安全[2012]28号）

（49）《电力安全隐患监督管理暂行规定》（电监安全[2013]5号）

（50）《国家电力监管委员会关于加强电力行业地质灾害防范工作的指导意见》（电监安全[2013]6号）

（51）《电力安全生产标准化达标评级管理办法》（电监安全[2011]28号）

(52) 《关于加强电力行业地质灾害防范工作的指导意见》（电监安全[2013]6 号）

(53) 《电力行业反恐怖防范标准（试行）（火电/风电部分）》（国家电力监管委员会、国家反恐怖工作协调小组办公室）

(54) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财企[2012]16 号）

(55) 《危险化学品目录（2015 版）》（国家十部委公告[2015]第 5 号）

(56) 《职业病分类和目录》（国卫疾控发[2013]48 号）

(57) 《工程建设标准强制性条文（电力工程部分）》（建设部文件建标[2006]102 号）

1.2.4 地方法规

1. 《四川省安全生产条例》（四川省第十届人大常委会第二十四次会议通过）；

2. 《四川省消防条例（2011 年修正）》（四川省九届人大常委会第 11 次会议）；

3. 《四川省气象灾害防御条例》（四川省人民代表大会常务委员会公告第 80 号，2006 年 7 月 1 日起施行）；

4. 《四川省防震减灾条例》（四川省第十一届人民代表大会常务委员会公告 第 71 号）。

1.2.5 主要技术标准

(1) 《压力容器.第 1 部分：通用要求》（GB 150.1-2011）

(2) 《工作场所有毒气体检测报警装置设置规范》（GBZ/T223-2009）

(3) 《安全色》（GB 2893-2008）

(4) 《图形符号 安全色和安全标志 第 1 部分：安全标志和安全标记的设计原则》（GB/T 2893.1-2013）

- (5) 《安全标志及其使用导则》 (GB 2894-2008)
- (6) 《高处作业分级》 (GB/T 3608-2008)
- (7) 《固定式梯及平台安全要求 第 1 部分: 钢直梯》 (GB 4053.1-2009)
- (8) 《固定式梯及平台安全要求 第 2 部分: 钢斜梯》 (GB 4053.2-2009)
- (9) 《固定式梯及平台安全要求 第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》
(GB 4053.3-2009)
- (10) 《外壳防护等级 (IP 代码)》 (GB 4208-2017)
- (11) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》 (GB 4387-2008)
- (12) 《氢气使用安全技术规程》 (GB4962-2008)
- (13) 《交流电气装置的接地设计规范》 (GB/T 50065-2011)
- (14) 《起重机械安全规程 第 1 部分: 总则》 (GB 6067.1-2010)
- (15) 《企业职工伤亡事故分类标准》 (GB 6441-1986)
- (16) 《气瓶颜色标志》 (GB 7144-2016)
- (17) 《工业管路的基本识别色、识别符号和安全标识》 (GB 7231-2003)
- (18) 《电厂运行中矿物涡轮机油质量》 (GB/T7596-2017)
- (19) 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》 (GB/T 8196-2018)
- (20) 《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》 (GB/T 8905-2012)
- (21) 《缺氧危险作业安全规程》 (GB 8958-2006)
- (22) 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》 (GB/T 12145-2016)
- (23) 《防止静电事故通用导则》 (GB 12158-2006)
- (24) 《安全阀一般要求》 (GB/T 12241-2005)
- (25) 《危险货物品名表》 (GB 12268-2012)
- (26) 《有毒作业分级》 (GB/T 12331-1990)
- (27) 《生产过程安全卫生要求总则》 (GB/T 12801-2008)

- (28) 《火力发电厂大气污染物排放标准》 (GB 13223-2011)
- (29) 《消防安全标志 第一部分: 标志》 (GB13495.1-2015)
- (30) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》 (GB/T 13861-2009)
- (31) 《用电安全导则》 (GB/T 13869-2017)
- (32) 《剩余电流动作保护装置安装和运行》 (GB 13955-2017)
- (33) 《继电保护和安全自动装置技术规程》 (GB/T 14285-2006)
- (34) 《变压器保护装置通用技术要求》 (GB/T14598.300-2017)
- (35) 《场(厂)内机动车辆安全检验技术要求》 (GB/T 16178-2011)
- (36) 《危险化学品重大危险源辨识》 (GB 18218-2018)
- (37) 《中国地震动参数区划图》 (GB 18306-2015)
- (38) 《国家电气设备安全技术规范》 (GB 19517-2009)
- (39) 《机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离》 (GB 23821-2009)
- (40) 《电业安全工作规程 第 1 部分: 热力和机械》 (GB 26164.1-2010)
- (41) 《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 2 部分: 交流系统用瓷和玻璃绝缘子》 (GB/T26218.2-2010)
- (42) 《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》 (GB 26860-2011)
- (43) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 (GB/T 29639-2013)
- (44) 《建筑地基基础设计规范》 (GB 50007-2011)
- (45) 《建筑结构荷载规范》 (GB 50009-2012)
- (46) 《混凝土结构设计规范》 (GB 50010-2010)
- (47) 《建筑抗震设计规范》 (GB 50011-2010)
- (48) 《建筑给排水设计规范》 (GB 50015-2019)

- (49) 《建筑设计防火规范》 (GB 50016-2014)
- (50) 《钢结构设计规范》 (GB 50017-2017)
- (51) 《城镇燃气设计规范》 (GB 50028-2006)
- (52) 《压缩空气站设计规范》 (GB 50029-2014)
- (53) 《建筑照明设计标准》 (GB 50034-2013)
- (54) 《工业建筑防腐蚀设计规范》 (GB 50046-2018)
- (55) 《工业循环冷却水处理设计规范》 (GB 50050-2017)
- (56) 《烟囱设计规范》 (GB 50051-2013)
- (57) 《供配电系统设计规范》 (GB 50052-2009)
- (58) 《低压配电设计规范》 (GB 50054-2011)
- (59) 《建筑物防雷设计规范》 (GB 50057-2010)
- (60) 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》 (GB 50058-2014)
- (61) 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》
(GB/T50064-2014)
- (62) 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 (GB50060-2008)
- (63) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 (GB/T 50062-2008)
- (64) 《自动喷水灭火系统设计规范》 (GB 50084-2017)
- (65) 《火灾自动报警系统设计规范》 (GB50116-2013)
- (66) 《建筑灭火器配置设计规范》 (GB 50140-2005)
- (67) 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 (GB 50150-2016)
- (68) 《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》 (GB 50172-2012)
- (69) 《氢气站设计规范》 (GB50177-2005)
- (70) 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2015)
- (71) 《工业企业总平面设计规范》 (GB 50187-2012)
- (72) 《二氧化碳灭火系统设计规范 (2010 年版)》 (GB 50193-1993)

- (73) 《电力工程电缆设计标准》 (GB 50217-2018)
- (74) 《水喷雾灭火系统设计规范》 (GB 50219-2014)
- (75) 《建筑工程抗震设防分类标准》 (GB 50223-2008)
- (76) 《火力发电厂与变电站设计防火标准》 (GB 50229-2019)
- (77) 《电力设施抗震设计规范》 (GB 50260-2013)
- (78) 《工业金属管道设计规范》 (2008 年版) (GB 50316-2000)
- (79) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 (GB 50343-2012)
- (80) 《储罐区防火堤设计规范》 (GB 50351-2014)
- (81) 《气体灭火系统设计规范》 (GB 50370-2005)
- (82) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 (GB 50493-2019)
- (83) 《建设工程施工现场消防安全技术规范》 (GB 50720-2011)
- (84) 《工业企业设计卫生标准》 (GBZ 1-2010)
- (85) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》 (GBZ 2.1-2019)
- (86) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》 (GBZ 2.2-2007)
- (87) 《密闭空间作业职业危害防护规范》 (GBZ/T 205-2007)
- (88) 《工作场所职业病危害作业分级 第 2 部分 化学物》 (GBZ/T 229.2-2010)
- (89) 《职业性接触毒物危害程度分级》 (GBZ 230-2010)
- (90) 《关于危险化学品重大危险源安全监管有关问题的复函》 (川安监函【2014】195 号)

2 公司概况

2.1 生产经营单位基本信息

中机国能（南充）热电有限公司成立于 2014 年 1 月 23 日，是中央直属企业—中国机械工业集团浦发机械旗下的一家热电企业，由中机国能电力工程有限公司、重庆涪陵能源集团实业有限公司共同投资成立。位于南充市嘉陵区文峰大道化学工业园区内，注册资金 1.83 亿元，法定代表人：张德祥，项目负责人：黄寅生。经营范围包括火力发电、供热，销售煤炭、煤灰、煤渣、石膏。公司占地面积 115000 m²，建筑面积：14000 余 m²，总投资额：52000 万元，安全生产投入：405 万元，劳动定员：99 人。

公司一期建设 2×130t/h 高温高压循环流化床锅炉+1×CB25 背压式机组、二期建设 2×280t/h 高温高压循环流化床锅炉+1×CB25 背压式机组。项目建成后，全年发电量将达 2.8 亿 Kwh，年供热量将达 968 万 GJ。完全满足南充经济开发区企业的用热需求。

2.1.1 地理位置

公司位于南充市化学工业园区内，南充市化工园区位于南充市南部，南充市地处四川盆地东北部，嘉陵江中游西岸，地理坐标为东经 105° 43′ ~106° 08′，北纬 30° 27′ ~30° 55′ 之间。是川东北区域中心城市。南充西距成都 218km，南距重庆 200km，是国家二级交通枢纽，与成都、重庆两大中心城市形成 2h 三角经济区。

公司周边环境，南距嘉陵江约 1km，东临台湾联成，西邻 PTA 装置区。厂址符合南充市化学工业园区总体规划的要求。厂址处整体地势较高，自然地形坡度较大，排水通畅，不产生内涝，园区规划的厂址处设计标高高于嘉陵江百年洪水位 20m 以上，故不受嘉陵江洪水的影响，另园区已统一考虑山洪的防洪，故厂址也不受山洪的影响。厂址区域附近无重要的军事及民用通讯设施；无军用及民用机场；无重要的风景名胜區；无自然保护区；地面无可见文物古迹；地下无探明的重要矿藏。



图 2-1 项目地理位置图

2.1.2 厂区布局情况

厂区总平面布置格局由西向东依次为：110kV 屋内 GIS 配电装置—主厂房—干煤棚三列式布置。

公司主厂房布置在厂区南部，主厂房采用纵向布置，固定端朝北，扩建端向南。脱硫区布置在烟囱的东侧。

公司煤场建有 1 个干煤棚，布置在厂区东侧。

生产辅助及附属建筑主要布置在主厂房区北侧及主厂房与煤场之间的区域，按功能分区、工艺流程合理性安排。主厂房区的北侧从西到东分别布置为厂前区、化水区、综合泵房区。化水区南侧由西向东依次为空压机房、检修材料库、天然气调压站，天然气调压站四周设环形道路，满足消防要求。推煤机库布置在干煤棚的西北角。

厂区设有两个出入口，位于西北侧的为电厂主入口，主要为人流服务，

路面宽度 12.0m，与化工园区四号路相接；位于西南侧的为电厂货运出入口，主要为煤、渣等服务，路面宽度 9.0m，与化工园区四号路相接。

进厂道路由厂区西北侧化工园区道路引接，采用 12m 宽城市型混凝土道路，长度约 24m；运煤渣道路由厂区西南侧园区道路引接，采用 9m 宽城市型混凝土道路，长度约 24m。

2.1.3 主要生产设施

1、锅炉

(1) 燃煤锅炉

锅炉采用高温高压循环流化床锅炉，单汽包、自然循环、燃煤、炉底固态排渣、单炉膛、半露天布置、炉前给煤、全钢炉架，采用天然气作为锅炉点火及助燃用燃料。

循环流化床锅炉主要技术参数如表 2-1。

表 2-1 循环流化床锅炉技术参数

项 目	参 数	项 目	参 数
锅炉额定蒸发量	130t/h	锅炉保证热效率	≥89%（按低位发热量）
过热蒸汽压力	10.8MPa. g	稳燃负荷	≤30% 最大连续蒸发量
过热蒸汽温度	540℃	炉内脱硫效率	≥60 %
给水温度	158℃	锅炉排烟温度	140℃
空预器进风温度	20℃	锅炉年利用小时数	不小于 8000h
锅炉正常排污率	≤1%		

(2) 燃气锅炉

锅炉采用高温高压燃气锅炉，采用天然气作为锅炉点火及燃用燃料，露天布置。

燃气锅炉主要技术参数如表 2-2。

表 2-2 燃气锅炉主要技术参数

项 目	参 数	项 目	参 数
锅炉额定蒸发量	130t/h	锅炉正常排污率	≤1%
过热蒸汽压力	10.8MPa. g	锅炉保证热效率	≥94%
过热蒸汽温度	540℃	稳燃负荷	≤30% 最大连续蒸发量

给水温度	158℃	锅炉排烟温度	140℃
送风温度	20℃	锅炉年利用小时数	不小于 8000h

2、汽轮机

公司汽轮机为 1 台 CB25-8.83/4.0/0.7 背压非调抽汽式汽轮机。汽轮机主要技术参数见表 2-3。

表 2-3 汽轮机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
型式	高温高压抽汽背压式汽轮机	主蒸汽额定流量	260t/h
型号	CB25-8.83/4.0/0.7	抽汽额定压力	4MPa
额定功率	25MW	额定抽汽量	80t/h
主蒸汽额定压力	8.83MPa	背压汽量	200t/h
主蒸汽额定温度	535℃	额定转速	3000r/min

3、发电机

公司采用 1 台 QF-25-2 的空冷发电机。发电机采用无刷励磁。

制造厂：武汉汽轮发电机厂

发电机主要技术参数见表 2-4。

表 2-4 发电机主要技术参数

名 称	1#发电机参数	名 称	1#发电机参数
型号	QF-25-2	周围相对湿度	≤95%
额定有功功率	25000KW	冷却方式	密闭自循环空气冷却
额定视在功率	31250KVA	绝缘等级/使用等级	F/B
额定定子电压	10.5kV	极数	2
额定定子电流	1718A	定子绕组直流电阻（75℃）	0.00927 Ω
额定转速	3000r/min	转子绕组直流电阻（75℃）	0.407 Ω
额定频率	50Hz	效率	97.45%
额定励磁电流	374.68A	转子绕组温升限值	≤90k（电阻法）
额定励磁电压	181.47V	定子绕组、铁芯温升限值	≤80k（检温计法）
空载励磁电压	45.62V	励磁方式	无刷励磁

空载励磁电流	133A	旋转方向	从汽轮机端看为顺时针 方向旋转
额定功率因数	0.80	发电机允许进风温度	+20℃~+40℃
定子接法	Y	空气冷却器进水温度	≤33℃
定子相数	3	生产厂家	中国长江动力集团有限公司、武汉汽轮发电机厂

4、其他主要设备设施一览表

表 2-5 主要设备表

设备名称	型号或参数	数量
燃煤锅炉	高压、自然循环、平衡通风、固态排渣、汽包型循环流化床锅炉： 蒸汽量 130t/h, 10.8MPa(g), 540℃，给水温度 158℃	2 台
燃气锅炉	130t/h, 10.8MPa(g), 540℃，露天布置，给水温度 158℃	1 台
汽轮机	高温高压抽汽背压式汽轮机 额定功率 25MW 额定温度功率 535℃ 额定转速 3000r/min 额定压力 8.83MPa(A)	1 台
发电机	额定功率 25MW 额定电压 10.5kV 额定功率因数 0.8 额定频率 50Hz 额定转速 3000r/m 无刷励磁	1 台
110kV 配电装置	全封闭组合电器 GIS	1 台
给煤机	电子称重式皮带给煤机 Y2-100L2-4	6 台
一次风机	Q=96100m ³ /h, P=19850Pa	2 台
二次风机	Q=64100 m ³ /h, P=11210Pa	2 台
除尘器	布袋除尘器	2 台
燃煤锅炉烟囱	高 150m 混凝土烟囱，出口直径 3.0m	1 座
燃气锅炉烟囱	高 45m 钢烟囱，，出口直径 2.6m	1 座
滚筒式冷渣器	Q=0~10t/h	4 台

设备名称	型号或参数	数量
渣仓	有效容积 800m ³ , ϕ 10m, H=24m	1 座
煤场	干燥棚	1 个
双齿辊破碎机	Q=350t/h, 入料 $\leq$ 200mm, 出料粒度 $\leq$ 10mm, N=110+132kW	1 台
电动双侧犁煤器	B=1000mm, N= 1.5kW	1 台
推煤机	T140	1 台
空气压缩机	螺杆式空压机, Q=31.2m ³ /min, P=0.8MPa, N=160kW	3 台
高压除氧器	额定出力: 240t/h, 工作压力: 0.588MPa(a) 水箱容积: 50m ³ 补充水率: 100%, 平均进水温度: 104℃	2 台
大气式除氧器	额定出力: 480t/h, 工作压力: 0.12MPa(a) , 水箱容积: 80m ³ , 补充水率: 100%, 平均进水温度: 20℃	1 台
清水池	550m ³	2 座
脱硫塔		2 座
石灰石粉仓	有效容积 500m ³ 直径 ϕ 8m	1 座
消石灰粉仓		2 座
高效压力滤器	30m ³ /h	1 台
定期排污扩容器	设计压力 1.0Mpa, 设计温度 300℃, 有效容积 7.5 m ³	1 台
连续排污扩容器	设计压力 1.0Mpa, 设计温度 350℃, 有效容积 5.5 m ³	1 台
天然气调压站		1 座
消防栓消防水泵	XBDL50/8.5-75 Q=180m ³ /h, P=0.90MPa 配电机 N=75kW	1 套

2.2 生产工艺流程

燃煤由公路输送至煤场，燃煤经地下煤斗倾斜式螺旋给煤机进入上煤系统带式输送机，输送至碎煤机室，经四齿辊式破碎机破碎后再经带式输送机及配套电液动犁煤器输送至锅炉原煤仓。煤粉经给煤系统送入炉膛内与炉内一、二次风混合燃烧，燃烧产生的热能把给水加热成高温高压蒸汽进入主蒸汽母管，一路高温高压主蒸汽经 2 台减温器（一工一备）减温后，高压蒸汽直接对外供热（优先），另一路通过主蒸汽母管分配给汽轮机做功，将热能转化为机械能，汽轮机带动发电机，将机械能转化为电能。并通过对汽轮机抽汽或排气向外供出中压、次中压和低压蒸汽。

煤燃烧产生的烟气经过省煤器、SNCR 脱硝装置、空气预热器、石灰石-石膏湿法脱硫、除尘一体化装置、引风机，经烟囱排入大气。烟气经炉内喷氨水，与烟气中氮氧化物进行还原反应产生氮气排放；同时炉内喷如石灰石粉在高温下分解后吸收烟气中 SO_2 生成硫酸钙；烟气经空气预热器热交换后进入循环流化床吸收塔， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与烟气中的 SO_2 和几乎全部的 SO_3 等完成化学反应，生成硫酸钙。锅炉的灰、渣分别由脱硫除尘一体化装置的排灰口、炉床底部的排渣管排出进入灰渣处理系统。

天然气锅炉为供热的备用锅炉，只对外供热，其过程为：天然气通过管道送至厂内天然气调压站，经调压后的天然气送至天然气锅炉进行燃烧，产生的高温高压蒸汽通过主蒸汽母管向外供热。

具体工艺流程见图 2-2。

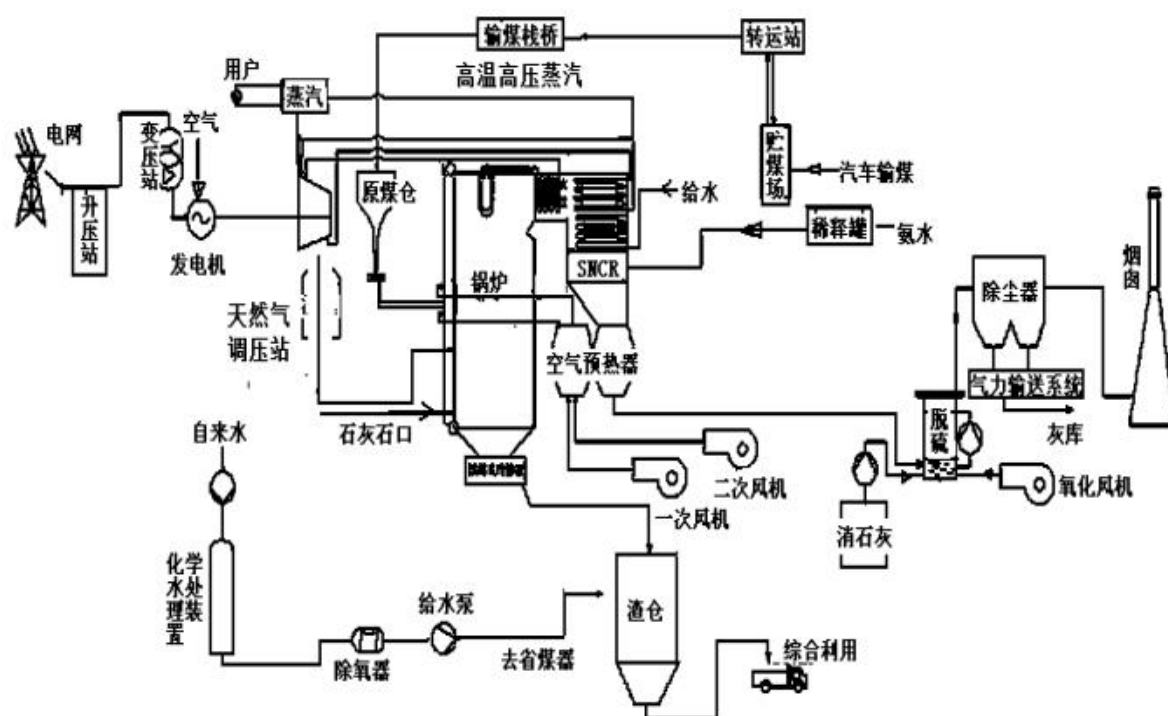


图 2-2 工艺流程图

3 生产经营单位危险有害因素辨识情况

3.1 主要物料的危险、有害因素辨识

3.1.1 主要危险有害物质

1 燃煤

公司设计煤种和校核煤种为蒙煤、淮北煤，设计煤种 V_{daf} 为 26.73%， S_{ar} 为 0.64%；校核煤种 V_{daf} 为 25.85%， S_{ar} 为 0.49%。煤种硫含量影响石灰石的加入量，对传热、床温、灰熔点、烟气酸露点等均会造成影响。循环流化床锅炉如果床温控制不当，温度过高容易造成高温结焦。输煤皮带层、燃煤破碎设备及部件等由于煤粉沉积，在高温或遇明火可发生火灾或爆炸；长时间贮煤存放会释放瓦斯，当达到一定浓度并遇有火源或高温达到着火点时会发生瓦斯爆炸事故。煤场的储煤，如果长期储存氧化致使煤垛内部温度达到煤的自燃温度就会产生煤的自燃。

输煤过程中转运站、煤仓间和输煤栈桥等空气中游离的煤尘对作业人员的健康危害很大，在煤尘污染较严重的环境中长期工作的人员有可能会患尘肺病。

2 天然气

公司利用天然气作为燃气轮机的主燃料。天然气作为一种高效清洁能源，是燃气轮机的理想燃料。天然气是一种多组合的混合气体，主要成分是甲烷，其中甲烷占绝大多数，另有少量的乙烷、丙烷和丁烷，此外一般还含有硫化氢、二氧化碳和水气，以及微量的惰性气体。在标准状态下，甲烷和丁烷以气体状态存在，戊烷以下为液体。天然气比重约 0.65，比空气轻，具有无色、无味、无毒的特性，天然气在空气中含量达到一定程度后会使人窒息。若天然气在空气中浓度为 5-15% 的范围内，遇到明火即可发生爆炸，爆炸产生高压、高温，其破坏力和危险性都是很大的。

3 柴油

柴油主要用于场（厂）内机动车，柴油为稍有粘性的浅黄至棕色液体，自然点为 350-380（°C），具有刺激作用，吸入危害可引起肺炎，柴油蒸汽可引起眼、鼻刺激症状、头晕及头痛，皮肤接触可引起接触性皮炎，遇明

火、高温度或接触氧化剂，有可引起燃烧爆炸的危险。

4 透平油

透平油主要用于公司汽轮机润滑系统，透平油的密度约在 $0.75 \sim 0.95 \text{g/cm}^3$ 之间，比水轻又不溶于水，透平油的闪点（开口）一般高于 150°C ，燃点低的只有 200°C ，属可燃物品，储运、使用过程应注意防止外流污染环境 and 着火燃烧。油系统如果发生泄漏，并且周围有未保温或保温不好的热体极易发生汽轮机油系统着火事故。

5 变压器油

变压器油为可燃液体，主要以石油润滑油馏分为原料，经酸、碱（或溶剂）精制和白土处理并加入抗氧剂制得的产品。闪点为 140°C 左右，燃点为 $165 \sim 180^\circ\text{C}$ 左右，自燃点为 332°C ，一般情况较为稳定。在受到电弧高温作用，分解生成闪点比较低的烃或溶解气体，气与空气混合形成爆炸性气体，遇明火可以发生爆炸，气体中的多环芳烃又是致癌物质，对人体会造成一定危害。

6 石灰石粉

石灰石粉的主成分为碳酸钙，为白色固体，不溶于水，与酸反应产生使石灰水变浑浊的二氧化碳气体。石灰石粉尘通过呼吸道吸入人体导致不良反应。

7 氨水

氨水 CAS 号为：1336-21-6。分解放出氨气，温度越高，分解速度越快，可形成爆炸性气氛。对鼻、喉和肺有刺激性，引起咳嗽、气短和哮喘等；重者发生喉头水肿、肺水肿及心、肝、肾损害。溅入眼内、皮肤接触可造成灼伤。口服灼伤消化道。慢性影响：反复低浓度接触，可引起支气管炎；可致皮炎。公司氨水主要用于烟气脱硝和化学加药系统。严格按照《危险化学品安全管理条例》执行，储存区周围应设围栏或围墙，并有明显的警示标示。储存室应阴凉、必须通风良好，远离火种、热源，室温不宜超过 30°C 。与酸类、金属粉末等分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处

理设备和合适的收容材料。

8 氢氧化钠

氢氧化钠 CAS 号为：1310-73-2。主要用于火力发电厂水处理离子交换器再生，有强烈的腐蚀性，总称苛性碱类。氢氧化钠通过呼吸道、消化道、皮肤侵入人体，对蛋白质有溶解作用，腐蚀性强。对皮肤和粘膜有强烈的刺激和腐蚀作用。吸入氢氧化钠的粉尘或烟雾时，可引起化学性上呼吸道感染。皮肤接触可引起灼伤。误食后，口腔、食管、胃部烧灼痛，腹绞痛、呕吐血性胃内容物，血性腹泻。

9 盐酸

盐酸 CAS 号为：7647-01-0。主要用于火力发电厂水处理离子交换器再生。电厂水处理用盐酸的浓度一般为 31%。盐酸为一种无色或微黄色透明液体，易挥发，有刺激性气味、腐蚀性极强，在大气中易挥发成酸雾，少量氯化氢气体导致咳嗽，大量吸入引起窒息。盐酸溅入眼睛，眼睛有刺痛感，流泪，严重时破坏角膜。高浓度盐酸会对皮肤造成化学灼伤，食入少量高浓度盐酸会对食道黏膜有伤害。

10 亚硫酸氢钠

亚硫酸氢钠 CAS 号为：7631-90-5。公司水处理中用来去除水中余氯，它是一种白色结晶性粉末，不燃，具腐蚀性，可致人体灼伤。对皮肤、眼、呼吸道有刺激性，可引起过敏反应。可引起角膜损害，导致失明。可引起哮喘；大量口服引起恶心、腹痛、腹泻、循环衰竭、中枢神经抑制。

11 磷酸盐

公司炉内水处理系统中加入磷酸盐，磷酸盐为无色晶体，在干燥空气中易风化，该物质可严重损伤粘膜、上呼吸道、眼睛和皮肤。吸入后可引起咽和支气管的痉挛、炎症和水肿，化学性肺炎或肺水肿而致死；接触后引起灼烧感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐。受热分解产生剧烈的氧化磷烟气。

12 乙炔

乙炔 CAS 号为：74-86-2。电厂安装及检修焊割时经常使用乙炔。一般情况下厂内只是少量贮存乙炔。乙炔具有极易燃烧爆炸特性，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引发燃烧爆炸。与氧化剂接触会猛烈反应。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。能与铜、银、汞等的化合物生成爆炸性物质。乙炔具有弱麻醉作用，高浓度吸入可引起单纯窒息。一般情况下厂内只是少量贮存。

13 氧气

焊接中经常使用钢瓶装氧气，属于强氧化剂，与还原性物质接触容易发生火灾事故，一般情况下厂内只是少量贮存。

14 压缩空气

压缩空气主要用于生产过程中气力输灰、水处理工艺用气和控制用气等处。外观和性状为无色无味气体，有助燃性，熔点为-213℃，沸点为-195℃，临界温度为-140.7℃，临界压力为 3769kPa，气化热值为 205.2kJ/kg，燃烧性能为不燃，危险特性为与易燃气体，油脂接触有引起燃烧爆炸危险，受热时储气罐内压增大，有爆炸危险性。

15 高温高压汽水

公司采用高温高压参数锅炉和汽轮机等热力系统设备，系统中有很多承压管道和压力容器，其中储存大量高温高压汽水，具有很高的能量。压力管道或压力容器一旦发生爆破，或由于运行人员误开系统隔离阀门，将有大量的高参数汽水喷出，迅速汽化并放出大量的热量，烫伤现场人员，具有极大的危险性。

16 粉尘、烟气

公司的粉尘主要是产生在卸煤、贮煤、输送、转运、破碎、下煤及磨煤过程中的煤尘以及燃煤过程产生的烟尘和除渣、清灰、脱硫、除尘、输送、贮存、卸料时产生的灰尘。粉尘对人体的危害主要是在吸入肺部的粉尘量达到一定浓度后，能引起肺组织发生纤维病变，并逐渐硬化，失去正常的呼吸功能，发生尘肺病。

脱硫、除尘及烟道清扫处作业人员存在因防护措施不当，受到烟气中含有的 SO₂、CO、N_xO_y 等有毒气体的危害的可能，作业人员需做好对烟气的防护措施。

3.1.2 主要危险有害物质的分布

公司主要危险有害物质的分布见表 3-1。

物 质	分 布 场 所
燃煤	煤场、输煤系统、制粉系统、燃烧系统。
天然气	点火系统（炉前平台、点火器等）、天然气调压站、天然气管道。
抗燃油	EH 油系统。
透平油	主油箱、冷油器、油泵、润滑系统、油罐。
变压器油	变压器、油箱（油罐）。
石灰石粉	烟气脱硫系统。
氨水	给水及脱硝处理区域及管网。
氢氧化钠	化学水处理系统、凝结水处理系统碱罐、碱计量箱、碱泵及管网。
盐酸	化学水处理系统、凝结水精处理系统酸罐、酸计量箱、酸泵及管网。
亚硫酸氢钠	化学水处理车间（自来水处理系统）。
磷酸盐	炉水处理。
乙炔	维修设备、瓶及储存设备。
氧气	维修设备、瓶及储存设备。
压缩空气	气力输灰、水处理工艺及控制用气。
高温高压水汽	锅炉系统、汽机系统、用汽系统。
粉尘、烟气	锅炉燃烧系统、尾部受热面、脱硫系统。

3.2 危险有害因素辨识结果

根据行业普遍存在的危险，结合我单位的实际情况，辨识和分析我公司的主要危险源及其可能存在事故隐患。

表 3-2 公司主要危险物质辨识表

序号	物质名称	危险性类别	可能导致的事故后果	分布区域/主要影响范围
1	煤	可燃固体/爆炸性粉尘	火灾、粉尘爆炸、瓦斯爆炸等	输煤皮带层、贮煤设施(干煤棚等区域)
2	天然气	可燃气体	火灾、爆炸	燃气炉、燃气管道、食堂等
3	柴油	易燃、可燃液体	火灾、爆炸	油库等
4	透平油	可燃液体	火灾	汽轮机润滑系统
5	变压器油	可燃液体	火灾、爆炸	变压器
6	石灰石粉	通过呼吸道吸入人体导致不良反应	通过呼吸道吸入人体导致不良反应。	脱硫系统
7	联氨	易燃；蒸气能与空气形成范围广阔的爆炸性混合物。腐蚀性	火灾、爆炸、中毒和窒息、化学灼伤	水处理系统
8	氨水	可燃；易分解放出氨气，形成爆炸性气体。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险；腐蚀性	火灾、爆炸、中毒和窒息、化学灼伤	锅炉
9	氢氧化钠 (浓度：30%)	腐蚀性、毒性	化学灼伤、中毒和窒息	水处理系统
10	盐酸	腐蚀性、毒性	化学灼伤、中毒和窒息	水处理系统
11	次氯酸钠	腐蚀性、毒性	化学灼伤、中毒和窒息	循环水系统
12	氧化剂	腐蚀性、毒性	化学灼伤、中毒和窒息	循环水系统
13	非氧化剂	腐蚀性、毒性	化学灼伤、中毒和窒息	循环水系统
14	磷酸盐	腐蚀性、毒性，受热分解产生剧毒的氧化磷烟气	化学灼伤	锅炉炉水加药系统
15	乙炔	易燃易爆气体	火灾、爆炸	检维修焊接作业
16	氧气	助燃气体	火灾、爆炸、中毒、窒息	检维修焊接作业

序号	物质名称	危险性类别	可能导致事故后果	分布区域/主要影响范围
17	高温高压汽水	高温高压液体气体	爆炸、烫伤	锅炉及蒸汽系统
18	高温烟气/粉尘	高温烟气（100℃以上），烟气中含有二氧化硫、氮氧化物及不完全燃烧产生的一氧化碳。	灼烫、中毒、窒息	烟囱
19	六氟化硫	在电弧作用下会发生分解形成低氟和高氟化合物具有毒物	中毒	高压电器、储存设备

3.3 重大危险源辨识

3.3.1 危险化学品重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009），重大危险源是指长期或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。其中单元指一个（套）生产装置、设施或场所，或同属一个生产经营单位的且边缘距离小于 500m 的几个（套）生产装置、设施或场所。

单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源：

$$q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_n/Q_n \geq 1$$

式中： $q_1, q_2 \dots q_n$ ——每种危险物质实际存在量，t。

$Q_1, Q_2 \dots Q_n$ ——各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量，t。

依据《危险化学品目录》（2015 年版）和《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）第 4.1.2 条的规定，公司储存、使用的原辅材料中，属于重大危险源辨识范围的危险化学品有：柴油、乙炔、氧气、联氨、天然气，其中天然气只在厂内管道内输送，不储存。

根据《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品重大危险源备案文书的通知》（安监总厅管三〔2012〕44 号）附件 1：《危险化学品重大危险源基本特征表》填表说明 1：“危险化学品单位厂区内存在多个（套）危险化学品的生产装置、设施或场所并且相互之间的边缘距离小于 500m 时，都应按一个单元来进行重大危险源辨识。”故本次评价将公司生产装置、储存设施划分为 1 个单元进行重大危险源辨识，通过分析，公司生产装置、储存设施、作业场所不构成危险化学品重大危险源。

3.3.2 设施设备重大危险源辨识

根据《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》（安监管协调字[2004]56 号）的相关规定对本公司范围内的压力容器和压力管道进行重大危险源辨识。

本项目安装的 3 台锅炉及相关压力管道，按照《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》的规定，由于其额定蒸汽压力大于 2.5MPa，且额定蒸发量大于等于 10t/h，超过了重大危险源辨识的临界值，所以本项目的锅炉及相关压力管道构成重大危险源。因此，建设单位应登记、建档，并按有关规定上报属地安监管理部门备案。

4 事故可能产生的后果分析

4.1 系统及设备因素

4.1.1 燃煤储运设备及其系统

（1）火灾、爆炸

1) 公司燃煤长时间堆积在煤场内，如无防范措施时，由于动火（如焊接等）管理不严或防护措施不当，在检修动火时引燃煤堆，引起火灾事故。带火上煤危及输煤皮带的安全。

2) 输煤系统检修动火（如焊接等）时，由于防火措施不到位，滚烫的焊渣等掉落在输煤皮带上，引燃皮带造成火灾。带火上煤危及输煤皮带的安全。

3) 煤场、输煤栈桥及转运站内煤尘飞扬，达到煤尘爆炸极限，并有电气设备短路放电、电火焊渣落入、违章动火等原因出现明火源时，可能引起粉尘爆炸事故。

4) 输煤系统周围的电力电缆因煤粉尘积聚，由于防火措施不到位，遇明火可能引发火灾事故。

5) 皮带机在装卸作业时，连续运行时间较长，如出现故障：皮带机物料过载、某处托辊转动不灵或皮带与辊筒运转不同步、皮带机轴承故障等，可能会导致皮带与托辊或辊筒的摩擦发热，而引起火灾。

6) 如果燃煤长时间堆积在煤场，无相应的防范措施时，有可能因堆煤自燃而引起火灾。封闭式煤场，储量大、运转周期长，易发生自燃，煤场自燃多发生于管壁附近，引发安全事故而且煤的自然发生在煤堆内部，不易被发觉。

（2）机械伤害

输煤系统内分布有大量的转动机械如带式输送机、摆动筛等，当运转机械未设防护栏或者转动机械设备外漏转动部分未设防护罩时，易发生机械伤害。主要原因如下：

1) 作业人员衣着不符合规定，违章跨越带式输送机时，所穿服装被卷入而发生机械伤害；

2)转动机械设备未设有必要的闭锁装置、带式输送机未设置拉线开关、无启动预报装置、无防止误启动装置等，或者虽设置有上述装置但出现故障等情况下，易发生机械伤害；

3)煤场中的运转机械在运行过程中，如果出现防护不当或操作人员误动作，可能造成机械伤害；

4)带式输送机在正常工况、堵料和维修状态下，有可能发生机械伤害，例如，更换零部件，带式输送机突然启动造成机具伤害；故障处理时，操作不慎造成机具伤害等。

(3) 中毒窒息

原煤仓内未设置有效的通风设施或通风不良，煤仓间 CO 等有毒物质聚集，作业人员未经检测有毒有害气体进入原煤仓内工作致使发生中毒、窒息。

(4) 坍塌、窒息及其他危险因素

煤场堆煤高度高，堆取料时由于作业不当，可能造成坍塌、窒息。带式输送机高速运转，煤中一旦混入铁件如落煤桶衬板，滚筒断裂等短时间内即可将输煤皮带从头到尾全部撕裂。输送带与机架摩擦，生产带边拉毛、开裂；自动控制系统故障将造成整个系统的瘫痪。

4.1.2 天然气输送系统及设备设施

公司在厂内设置天然气调压站，在厂内天然气输送的各个环节，均可能出现天然气泄漏事故，导致安全风险。

(1) 天然气泄漏事故起因分析

1) 由于站内工艺过程处于高压状态，管道联接处、阀门等部件失效，会引发天然气泄漏。

2) 地基不均匀沉降或管道支架变形导致天然气管道变形、应力过大，管道破损导致天然气泄漏。

3) 在天然气中的游离水未脱净的情况下，积水中的硫化氢容易引起管道腐蚀破坏管道引起天然气泄漏事故。

4) 另外高温、明火烘烤，管道被雷电击中，被车辆或机械等外力损伤

等，均可引起天然气泄漏事故。

(2) 燃气泄漏事故影响后果分析

天然气泄漏事故可致周围环境中甲烷及非甲烷总烃浓度升高，由于天然气没有毒性，天然气泄漏事故不会导致人员中毒。但泄漏的天然气与空气混合物的容积浓度处 5%-15% 范围时，如果遇上明火、静电火花、高温等，将产生爆炸和火灾，引发人员伤亡。

当机组停转后，因天然气阀门不良，以致有一定数量的天然气泄漏到燃烧室中当再次启动点火时易发生爆炸。

4.1.3 燃烧设备及其系统

(1) 火灾、爆炸

1) 对于采用炉前给煤的称重式给煤机，给煤机运行中出现给煤不正常或断煤时容易出现给煤机内部着火问题。

2) 给煤机运行中出现给煤不正常或断煤时，因控制不当引起炉内正压爆炸。

3) 给煤系统着火时，引起电缆和可燃物着火，造成重大火灾事故。

(2) 机械伤害

配风系统存在大量转动部件，当运转机械未设防护栏或者转动机械设备外漏转动部分未设防护罩时，易发生机械伤害。

4.1.4 锅炉设备及其系统

(1) 流化床锅炉炉膛爆炸

锅炉炉膛爆炸是锅炉设备及其系统的主要危险有害因素之一，主要原因有：

1) 锅炉点火前，一次点火不成功重新点火时，炉内已有油（气）和煤粒漏入，或受热面上已积存可燃物，并已形成和达到可燃爆的空气混合物，或油温低于规定值或有杂物堵塞油喷嘴造成油雾化不良，油滴积累在受热面，升温挥发形成燃爆混合物，未经通风吹扫即点火而引起爆炸。

2) 启动加热过程中，炉膛稀相区通风不足，引风量太小，造成可燃气体滞留在其中，遇到明火发生爆炸。

3) 向炉内不适当的给煤，首次点火失败停炉后含煤床料未及时更换，而且，再次启动时过量地给煤，造成积累过量。启动时，细煤粉上升到稀相空间，床料中大颗粒的煤粉受烟气加热，挥发分析出，在风量不足时，这些可燃物足以达到危险程度。当床温达到可燃物闪点温度时，产生爆炸。

4) 油枪点火系统不完善，点火过程中油枪灭火后未能及时发现，油阀未能及时关闭，造成被雾化的燃油继续喷入炉膛内，遇到明火发生爆炸。

（2）管道爆漏

引起锅炉水冷壁、过热器和省煤器爆破的原因较多，其中材质差、磨损、腐蚀、过热以及焊接质量不佳等是导致四管爆炸的主要原因；锅炉焊接质量及材质不良也可导致锅炉爆漏事故。

给水质量不好，水中的盐量及杂质沉积在管壁上，可能造成水冷壁管内部大面积腐蚀、爆管；锅炉受热面由于内外腐蚀，导致管壁减薄和裂纹，引起锅炉管道、受热面爆管。

锅炉运行过程中，由于燃烧调整不当，火焰中心偏移，水冷壁受热不均匀而产生较大热偏差，也可能引起水冷壁局部过热爆管。另外，受热面管道金属管材因高温以及应变热应力也会导致受热面管道爆漏。

（3）炉外汽水管道、阀门、联箱、管座爆漏

炉外汽水管道、阀门、联箱、管座爆漏主要是由于管道错用材料或管材存在缺陷、焊接质量不良、支吊架缺陷、管系膨胀受阻、管系振动、疲劳损伤、应力腐蚀、管道内水冲刷金属监督不力等众多因素造成。

（4）尾部再燃烧

1) 在启动过程中或长时间低负荷运行时，因炉膛温度过低，分离器效率低，尾部烟道流速低，造成大量可燃物存留在烟道中，所有的可燃物在烟道中积聚、升温，当温度和氧量适合时，引起再燃烧，烧毁空气预热器等尾部烟道内的设备。

2) 吹灰器在低负荷时未投入。

3) 停炉后，给水中断，循环流化床的蓄热，炉内热量通过烟道排出炉

外，使省煤器出口烟温升高，造成尾部烟道再燃烧。

（5）锅炉受热面结焦

结焦是料层中的颗粒因燃烧温度过高，超过了灰渣的变形温度，而发生粘结成块的现象，结焦后形成大渣块，破坏了正常的流化床燃烧，使运行中的锅炉被迫中断停运，造成事故。其结焦情况大致分 3 种：

1) 当流化床料层整体温度低于灰渣变形温度，由于局部超温而引起的结焦成为低温结焦。低温结焦主要发生在启动和压火时的料层中出现。

2) 高温结焦是指流化床料层整体温度水平较高而流化正常时所形成的结焦现象。当运行中给煤量过大，使床料中含碳量过高，如不及时调整风量或返料量，床温将急剧上升，超过灰熔点，便会产生高温结焦。

3) 返料器处的结焦主要是主燃烧室内床温过高和循环物流率太小所致，返料器不能有漏风，否则循环物料率将显著降低，使返料器物料温度升高，形成结焦。

（6）锅炉断水

锅炉断水的主要原因有：给水泵跳闸，控制系统跟踪不灵或运行给水泵出力不满足当前给水流量需要；水冷壁、省煤器、过热器泄漏爆管；自动给水装置突然失灵；给水管道的严重泄漏；高加、给水阀门故障；操作人员失误等。

（7）磨损

循环流化床锅炉内有大量的床料及循环物料，煤在流化状态下低温循环燃烧，烟气中含有大量的飞灰颗粒，这些灰粒高速冲刷水冷壁管、对流受热面等部位，使其壁面受到剧烈磨损，发生局部的严重破坏，尤其是浓相区及浓相区与稀相区水冷壁的交界和过渡区域，气-固两相的正常流动发生变化导致此区域水冷壁磨损。通常认为，循环流化床锅炉的磨损主要与固体物料浓度、烟气速度、燃料特性、运行调整、循环倍率和结构设计等因素有关。

1) 炉膛水冷壁的磨损，水冷壁管磨损是受热面磨损中严重部位之一。

①水冷壁与耐火材料交接处的磨损：由于循环流化床锅炉为了增加蒸发受热面，炉膛稀相区的水冷壁不再敷设耐火材料，仅在炉膛下部浓相区的水冷壁管上敷设耐火材料。这样在耐火材料与水冷壁的交界和过渡区域，气固两相的正常流动发生异常，导致此区域的水冷壁磨损。

②不规则管壁的磨损：炉膛部分设有人孔门、观火孔等圆孔处是最易磨损的部位之一，水冷壁的焊接处也是易磨损的部位之一。测炉温时，炉内插入足够深的热电偶会对局部颗粒和流动特性造成较大影响，而造成热电偶护套和邻近水冷壁管的磨损。

③炉膛四角区域管壁的磨损：炉膛四周角落区域管壁的磨损原因是角落区域内壁面向下流动的固体物料密度比较高，同时流动状态也受到破坏。

④浓相区水冷壁的磨损：炉膛浓相区烟气中煤粒灰粒浓度较高，对水冷壁的磨损较为严重。

2) 炉外高温分离器磨损

高温分离器的作用是为了捕捉大颗粒物料返回炉内，是使炉内物料形成循环的重要构件，它的分离效率高低直接影响锅炉的燃烧效率和尾部烟道的磨损。由于高温绝热分离器安装的位置高，工作时的温度和炉膛接近，磨损较大。

3) 尾部对流烟道受热面的磨损

尾部对流烟道受热面包括过热器、省煤器和空气预热器，由于这些受热面处于旋风分离器之后，就其磨损特征而言，与煤粉锅炉没有太大区别。对流烟道受热面磨损的主要原因是分离器在运行中，效率达不到设计值，有较多的飞灰颗粒进入尾部对流受热面，烟气飞灰浓度太高而使其磨损加剧。

4) 返料器及炉衬密封磨损

返料器是循环流化床主要的组成部分之一。烟气携带的灰粒和正在燃烧的煤粒，通过炉膛进入分离器，在分离器内大部分固体颗粒被分离下来，经返料器又回到炉内，而烟气则通过分离器上部进入尾部受热面。返料器

设计、安装不当或砌筑材料选材不当，耐磨性差，可造成返料器磨损。

循环流化床锅炉炉衬密封也较容易磨损，在过度区域内由于沿壁面下流的固体物料与向上运动的固体物料运动方向相反，在局部产生涡流造成磨损；沿炉膛壁面下流的固体物料在交界区域产生流动方向的改变，对炉衬产生冲刷也容易造成磨损。

5) 布风板风帽磨损

①流化的料粒碰撞冲刷风帽外壁使风帽外壁受到磨损。

②漏入水冷风室的灰渣的细小颗粒可随一次风进入风管使风帽内壁受到磨损。

③床上密布的Γ形定向风帽外壁有可能受到临近风帽的高速气流吹扫产生磨损。

(8) 点火燃烧器烧损

1) 点火升温速度过快，点火不成功未吹扫置换再次点火爆炸，耐火浇注料脱落烧损燃烧器。

2) 油枪安装不合理，雾化不好，油直接喷在耐火浇注料表面燃烧，耐火浇注料表面温度过高，耐火材料脱落，燃烧器烧损。

(9) 点火风道烧红

1) 供油压力高，风门调节不好，热烟气排不走，保温材料烧坏，风道烧红。

2) 一次风压偏低，点火风机出口压力高，热烟气使一次风道烧热。

3) 监视不够，未及时发现风道温度超标。

(10) 返料器堵塞

返料装置是循环流化床锅炉的关键部位之一，如果返料器突然停止工作，将会造成炉内循环物料量不足，床温将会急剧上升难以控制，危及锅炉正常运行。造成返料器堵塞的主要原因是流化风量、风压不足，返料量大等。

(11) 耐火浇注物料脱落

流化床锅炉使用耐火材料的部位和数量比煤粉炉要多许多。而由于耐火耐磨材料选择不当、施工工艺不合理、耐火防磨结构设计不合理、耐火耐磨材料质量不过关等因素均会造成耐火材料内衬破裂和脱落。密相区内耐火材料的脱落将破坏正常的床料流化工况，造成床料结渣。分离器、料腿及返料阀系统耐火材料的脱落将堵塞返料系统结渣，物料循环破坏，循环流化床锅炉变成鼓泡流化床锅炉，蒸发量无法维持，被迫停炉。

（12）灼烫

锅炉系统内有大量高温蒸汽管道，若这些管道的保温设置不符合要求或者损坏，则作业人员触碰可能引起灼烫事故；若发生炉膛爆炸、锅炉炉膛掉大焦、平衡通风遭破坏（如引风机组突停，保护拒动）等时，也可能发生炉门、看火孔喷火等引起的灼烫事故。

（13）中毒和窒息

锅炉燃烧过程中，会产生二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫等有毒有害气体，如果通风系统不畅或故障，导致室内有毒有害气体聚集，可能会发生中毒窒息事故。另外，停炉检修时，若不进行炉膛和烟道通风吹扫，人员进入烟道也可能发生中毒窒息事故。

（14）锅炉本体膨胀不畅

锅炉启动时没有严格按照规定的温升速度，加热过快，导致各部膨胀不匀，造成非金属膨胀节损坏和炉本体各结合部不严密漏灰。

（15）锅炉炉水循环不良导致超温

锅炉启动过程中，若炉水循环不良，容易导致受热面超温，严重时甚至导致爆管。

（16）其它危险、有害因素

锅炉的排污罐、扩容器等压力容器由于操作不当或安全阀等安全附件失效，可能导致压力容器爆破事故；锅炉的辅机，若生产制造有缺陷、运行维护、现场作业人员防护措施不当，可能导致机械伤害事故。若循环流化床炉内燃烧不良，炉内物料较多，炉膛内和回料器内浇筑料脱落，均可

能导致冷渣器堵塞。若排渣管的选材不合理（耐热性能不够，管壁较薄等），或排渣管与炉本体引出管的焊接质量不合格，均可能导致排渣管爆漏，严重时可能导致人身伤害事故。

4.1.5 汽轮机设备及其系统

（1）火灾

1) 汽轮机组有润滑油系统、顶轴油系统、调速系统、保安系统，油系统管路长、分布广，与高温蒸汽管路纵横交错敷设，管路阀门、法兰多，容易泄漏，遇有明火或较高的外界温度，容易发生火灾；

2) 汽轮发电机组的周围，特别是机头敷设有较为集中的电力电缆、控制电缆、保护电缆，油系统着火后，会引燃电缆，使火灾事故进一步扩大；

3) 汽轮发电机组在运行时，轴径与轴承箱密封面间可能会发生渗漏油，遇到高温或明火会发生火灾；

4) 汽轮机油系统事故排油阀位置、通道、操作方便性等不满足要求，导致事故扩大。

（2）汽轮机超速

汽轮机超速主要由以下原因造成：1) 调节保安系统失灵或系统部件存在缺陷；2) 阀门卡涩导致汽机飞车；3) 汽机打闸后因阀门不严超速；4) 抽汽逆止门卡涩；5) 运行操作不当，维护不良。

（3）汽轮机轴系断裂

1) 由于结构设计上存在某些轴承易于油膜失稳和轴系稳定性裕度不足的问题，因而在出限不大范围的超速时，轴系发生由油膜振荡引起的“突发性”复合大振动，造成轴系的严重破坏；

2) 由于材质不良、转子质量存在缺陷、工艺加工、轴系临界转速（横振、扭振）靠近工作转速和两倍工作转速）等原因易造成轴系断裂；

3) 新投产机组各级隔板焊接缺陷造成动静部分碰磨，严重时导致轴系毁坏；

4) 发电机非同期并网时转子的扭矩剧增，对机组尤其是转子产生非常大的损害，轻则缩短转子寿命，重则导致机组轴系严重毁坏；

5) 机组超速试验时, 未按转子温度应高于脆性转变温度 (FATT) 要求进行, 发生脆性断裂。

(4) 汽轮机烧瓦

1) 油系统油质未按规定化验, 油质劣化未及时发现处理, 油质不合格可能引起烧瓦;

2) 因油系统故障或滤网堵塞或切换操作失误等原因导致轴承缺油, 可引起汽轮机烧瓦;

3) 汽机负荷分配不合要求;

4) 机组发生异常振动;

5) 因蒸汽带水或叶片结垢等导致轴向推力增大, 造成推力轴承过负荷等。

6) 润滑油压下降, 交直流油泵未联动, 造成断油, 引起汽轮机烧瓦; 润滑油系统检修中不慎遗留的杂物堵塞管道, 润滑油减少, 可引起汽轮机烧瓦;

7) 润滑油系统发生事故, 且在汽轮机未能及时停机的情况下打开放油阀紧急事故排油, 导致汽轮机轴系统缺油而引起烧瓦;

8) 机组未设置低油压保护装置, 或者低油压保护装置不正常使用等情况下, 轴瓦系统油压降低时, 不能及时发现低油压问题, 引起烧瓦;

9) 汽轮机转子接地不良, 轴电流击穿油膜;

10) 由于交流、直流润滑油泵电源不可靠或联动逻辑设计不合理, 可能造成机组轴承烧毁。

(5) 汽轮机进水

汽轮机进水主要由以下原因造成: 1) 启动过程中, 升压过快, 或滑停过程中降温速度过快, 蒸汽过热度降低, 导致蒸汽带水; 2) 汽轮机启动过程中, 暖管时间不够, 疏水不尽; 3) 各回热加热器满水从抽汽管路反水入缸; 4) 停机时冷凝器满水返入汽缸。

(6) 汽轮机大轴弯曲

1) 设计、制造、安装等方面存在缺陷,如轴封、隔板汽封块径向间隙小,汽封块产生弹性位移的距离小、汽封间隙分配不合理等,造成启动运行中动静间隙可能小,引起摩擦损伤,大轴局部受热,导致热弯曲;

2) 汽轮机尽冷汽或冷水,转子出现塑性变形,造成大轴弯曲;

3) 汽缸受热不均,造成上下缸温差大,法兰内外壁温差过大,造成汽缸产生热变形或拱背弯曲,使得转子径向表面与汽封齿摩擦,导致大轴局部受热,出现热弯曲;

4) 转子动平衡质量不高,在转子升速时,出现异常振动,可能引起动静部分摩擦,导致大轴出现热弯曲;

5) 机组热态启动前,大轴晃度值超过规定值,对应的偏心距也大,当转速升高时,引起机组振动,不及时停机将加剧转子和汽封的摩擦,从而导致大轴弯曲;

6) 操作不当,造成汽缸进水,导致汽缸变形,转子发生弯曲。

7) 机组启动时暖机不符合规程要求;热态起机、停机时盘车故障。

(7) 压力容器和压力管道爆漏

导致压力管道和压力容器爆炸、泄漏的因素有:

1) 设备本身不能满足工艺的要求。设备的设计、生产、安装、使用未经过有资质的单位检验,不能及时发现设备本身存在的缺陷,而带“病”投入运行;

2) 设备的安全阀、压力表等安全附件不能正常投入运行,运行人员不能即时监视、调整设备的运行参数和不能及时发现设备的异常情况;

3) 压力设备的热工保护系统和安全阀不能正常动作,导致设备超压;

4) 高温高压管道材质不合格,或焊缝不合格;

5) 管道经过长时间冲刷壁厚减薄,引起爆漏;

6) 机组启停过程中,设备受交变应力,导致疲劳破坏而爆漏。

(8) 固体颗粒侵蚀

随着机组运行温度的提高,加剧过热器、再热器管材蒸汽侧的氧化,

可导致三种后果：内侧氧化层的绝热作用引起金属超温；氧化层的剥落在弯头等处堵塞引起超温爆管；在锅炉启动时或长期运行时，容器内表面氧化层在热冲击作用下剥离下来的坚硬的微小颗粒随蒸汽一起进入汽轮机，侵蚀通流部分高、中压级的喷嘴、动叶片及主蒸汽阀、旁路阀，造成汽轮机固体颗粒侵蚀，导致汽轮机通流效率下降，功率下降，甚至叶片断裂。

（9）汽轮机自激振

由于汽轮机制造、安装、检修等等原因，汽轮机叶片与隔板间周向间隙不均匀，叶片偏离中心，机组运行时，间隙小的一侧和间隙大的一侧受力不一致，其结果就在转子位移的垂直方向上产生 1 个切向力，该力有使转子顺着转动方向涡动的趋势。转子涡动后，离心力的增加势必导致涡动幅度（即偏移量）的加大，这样又会加大切向力，从而加剧涡动，形成了汽流激振。汽流激振严重时，可能带来汽轮机动静之间的摩擦，引起汽轮机的损坏。超临界汽轮机由于主蒸汽参数极高，相应的主蒸汽密度显著提高，高压转子因蒸汽力的作用易发生汽流激振。汽流激振已经成为影响超临界汽轮机可靠性的特有因素之一。

（10）其他危险有害因素

汽轮机调节系统采用抗燃油，其具有腐蚀性及毒性，职工在维修、装卸、运行中操作不当，直接接触或吸入抗燃油，将造成身体伤害。在汽轮机设备及其系统中有许多电气设备，如不符合要求，将造成人员触电及设备损坏。汽轮机本体较高，在安全防护设施方面若存在缺陷，如步道、楼梯和空洞围栏不符合安全要求、不完整、不牢固或材料使用不当，可能造成人员的高处坠落伤害。汽轮机系统的转动设备，如防护罩不规范或操作不当，可能引起机械伤害。高温高压汽、水泄漏导致烫伤，或工作人员碰触高温热体灼伤。

4.1.6 电气设备及其系统

（1）发电机损坏

1) 发电机定子绕组绝缘击穿，击穿后会发展成匝间短路、相间短路或接地短路，甚至烧坏铁芯，造成发电机损坏。定子绕组线棒接头开焊，定

子铁芯故障也会造成发电机损坏。

2) 发电机由于定子绕组中负序电流大烧坏转子、转子匝间短路、机组主轴磁化、轴电压退磁、转子护环因裂纹导致断裂、转子绕组接地故障、氢冷发电机组转子通风口堵塞等原因也会引发发电机烧毁事故。

3) 在安装或检修时工作不慎，在定子与转子间隙中遗留异物，导致定子绕组严重受损。

4) 励磁系统一次电压回路、整流回路、控制部分等发生故障引起发电机损坏。

(2) 变压器、高压配电装置故障

保护拒动，故障扩大引起火灾；绕组绝缘损坏发生短路；主绝缘击穿；变压器套管闪络；磁路、铁芯故障产生涡流、环流发热；变压器进口和出口线路出现短路或内部绝缘被击穿后，大的短路电流就可引起高温使变压器油起火；分接开关和绕组连接处接触不良，产生高温等都能引起变压器起火。变压器进水受潮、渗漏油引起变压器故障。

电流互感器长期过负荷或二次回路开路引起铁芯磁饱和而造成互感器铁芯过热使之损坏；电压互感器励磁特性不良、环境潮湿引起电压互感器绝缘击穿、匝间短路、二次侧短路、引起铁磁谐振过电压等原因均会使电压互感器出现故障。

由于配电装置的容量较大，存在短路、接地的危险因素，如果保护失灵，一旦发生短路、接地，事故的后果将十分严重。

(3) 继电保护及直流系统故障

继电保护装置是保证电网安全稳定运行的重要设施，在运行中发生误动或拒动，检修中误整定、误接线、误碰将可能导致电力系统稳定性破坏、造成相关重大设备严重损坏事故。

直流系统出现故障，将会导致控制、保护等系统的瘫痪。事故照明失去电源，影响事故的及时处理，导致事故的扩大。

(4) 开关设备故障

1) 断路器遮断容量不够，线路或元件故障时不能切断电弧。

2) 操作机构调整不当、质量不合格、部件失灵使断路器分合闸时间达不到要求，导致触头拉弧烧毁；操作机构卡涩，跳（合）闸线圈烧毁等，引起拒动或误动。

3) 断路器载流导体过热、闪弧，引起弧光接地过电压，使其相间、对地短路，甚至爆炸着火。

4) 操作电源故障，操作电源电压降低，熔断器熔断，辅助接点接触不良，引起断路器故障时拒动。

5) 断路器慢分拉弧或内部绝缘强度降低引起短路事故。

6) 瓷套管绝缘不良，发生闪络，导致开关设备事故。

7) 小动物、金属杂物跨接或单相接地，引起闪弧、过电压、相间短路，使断路器爆炸。

（5）污闪事故

大气中的各种污秽物沉降在电气设备瓷件和绝缘子的表面上，当它吸收了潮湿空气中的水分后，使绝缘强度急剧下降而发生绝缘闪络。

（6）全厂停电

发电厂因局部事故处理不当引发全部机组停运，同时又不能从电网得到厂用电时，即构成“全厂停电事故”。一旦发生全厂停电事故，如没有完善的备用电源，将造成重大的财产损失并对社会造成重大影响。

（7）电缆的火灾

1) 设计、制造

设计计算失误或制造时存在隐患，导致电缆截面过小，运行中经常超负荷过热等原因，使电缆绝缘老化、绝缘强度降低，引起电缆相间或相对地击穿短路起火。另外，电缆附件的设计、制造缺陷也可能导致电缆接头、终端头故障。

2) 敷设

电缆敷设时由于曲率半径过小，致使电缆绝缘机械损坏或电缆受外界

机械损伤（如施工挖断等），造成短路、弧光闪络引燃电缆。

阻燃措施不到位，未能刷涂有效的防火涂料，阻燃隔断不够严密等均会导致火灾的扩大。

电缆敷设场所附近常有高温汽、水、烟、风管道，经常有高温对其作用。电缆的绝缘材料遇到高温或外界火源很容易被引燃，电缆一旦失火会很快蔓延，波及临近电缆和电气设备。电缆火灾的原因主要包括以下几种：①汽轮机油系统或锅炉燃油系统附近敷设的电缆，当油系统着火后容易被引燃；②靠近炉膛人孔、灰孔和防爆门附近敷设的电缆，当炉膛发生爆炸时，火焰喷出，将其引燃；③输煤设备周围的电缆上，常有煤粉积聚，长时间不加清理，会引发自燃，进而引燃电缆；④汽轮机油系统喷油着火、浸油电气设备（变压器等）故障喷油起火等情况下，带火焰的油流入电缆沟或流往电缆排架上，引起电缆着火。

3) 安装、检修

电缆终端头及中间接头安装质量差，接触电阻大，发热引发火灾，电缆接头盒密封不良，进水、汽潮湿或灌注的绝缘剂不符合要求，内部留有气孔等时，使绝缘强度降低，导致绝缘击穿短路，产生电弧，引起电缆着火。

安装、检修过程中，如果电缆沟道无封盖或封盖不严，电焊渣火花容易落入电缆沟道内，使电缆着火。电缆受酸、碱、盐、水及其它腐蚀性气体或液体的侵蚀，使电缆绝缘强度降低，绝缘层击穿产生电弧，引燃绝缘层和填料。

4) 运行

电缆运行中温度较高，中间接头的温度更高。在高温作用下，绝缘材料逐渐老化，很容易发生绝缘击穿事故。接头容易氧化而引起发热，甚至闪弧引燃电缆。

（8）雷击和接地网事故

烟囱、厂房等高大的建筑物、构筑物、发配电和出线系统、主变压器

等电气设备均有遭遇雷击过电压的危险。由于接地装置热稳定容量设计不满足电网运行的要求，或接地网施工质量有问题，或接地装置局部范围腐蚀严重，致使接地网热稳定能力下降，甚至断裂而失效，造成电气设备失去接地运行，遇到雷击，引发严重事故及灾难性后果。

（9）电气误操作

由于作业人员安全意识不强，培训不到位，有可能发生电气的 5 种恶性误操作（带地线合闸、带电挂地线、带负荷拉合隔离开关、误拉合断路器、误入带电间隔），导致重大人身伤亡和设备损坏事故。

（10）触电

电厂电气设备多，涉及到各类操作人员，因电气线路或电气设备安装不当或防护不完善，引起电气设备的绝缘性能降低，有可能引发人身触电事故。特别在检修试验时，因安全组织措施或安全技术措施不完备而造成触电事故。发电和输配电系统的电压较高，如防护设施有缺陷或不严格遵守安全操作规程，随时都有触电危险。

4.1.7 热控设备及其系统

（1）机组 DCS 分散控制系统故障

机组 DCS 分散控制系统故障（如：死机/黑屏/CRT 信息显示不变化/操作键盘、鼠标操作不起作用等）。

机组热工保护拒动或误动包括机组运行参数超越危险极限值，热工保护未动作/机组运行参数未到限制值，热工保护提前动作等，主要是机组保护用一次检测元部件损坏/断线或其动作整定值漂移，保护用跳闸卡涩或其回路断线，导致机组保护拒动或误动。机组保护拒动，直接危害机组的安全运行，可能造成设备的损坏。机组的保护误动，损失发电量，降低了机组的经济效益。

（2）热工一次检测元部件故障

压力、温度、流量等无指示/指最大值/指最小值/指示值不变化。主要是一次检测元部件、变送器损坏，错误信息会误导运行人员，导致对机组运行工况误判断、造成人为误操作、机组保护拒动/误动、自动调节失控等，

这些均会危及机组安全运行。

（3）自动调节系统失控故障

自动调节失灵指调整门突然开大/调整门突然关小/等幅或发散性振荡/自动调节无动作等。主要是调节用一次检测元部件或调节器断线/短路/损坏等，或执行机构卡涩/拉杆销子脱落/拉杆弯曲变形等故障，导致调节信号异常，使得调整门突然开大/关小或自动调节无动作。机组自动调节失灵，危及到机组的安全运行，可能造成设备损坏。

（4）电源系统失电故障

热工电源故障指主控室热工 DCS 分散控制系统失去工作电源/现场调节阀动力配电盘失去动力电源/热工保护系统失去交流或直流操作电源等。主要是由于热工电源回路断线/过负荷熔断器熔断/电源回路短路、电源开关跳闸引起的。热工电源故障，将导致热工系统瘫痪，造成机组失控，可能造成设备的损坏。

（5）接地系统故障

热工接地故障指仪控接地回路断线/接地电阻阻值增大/单点接地系统受损，形成多点接地等。主要是接地电极腐蚀断线/接地阻值增大/接地线受机械外伤断线，或接地线连接螺丝松动造成的。仪控接地系统故障会导致整个热工控制系统参考电平忽高忽低不稳定，抗干扰能力降低，易受外界电磁干扰影响。接地系统故障影响热工自动调节系统工作的稳定性，会出现调整门突然开大或突然关小误调节动作。或扰乱热工保护、顺序控制逻辑判断运算，出现意想不到的突发动作，危害机组安全运行，造成设备的损坏。

（6）火灾

单元控制室、计算机房等都集中有大量的电缆和电线，而且又位于电缆夹层正上方，有可能引发火灾事故；集控室、电子设备室及继电器室等均设空调系统，建筑物内有大量的木材、胶合板、塑料板等可燃物装饰，致使建筑物耐火等级降低，成为火灾事故的隐患；室内有大量的电器设备、

仪器仪表、电线电缆，当这些设备和材料选型、配置、安装不符合安全技术要求时，容易引发火灾事故；室内的电气线路长时间过负载或老化，接头松动、照明灯具发热，均可能引发火灾事故；照明灯具在工作时，其玻璃灯泡、灯管、灯座及其它部件的表面温度较高等原因，可能引燃可燃、易燃物质而引发火灾事故。

4.1.8 化学水处理设备及其系统

（1）汽水品质劣化

如果化学水处理系统出水水质不符合要求，又不能及时发现，容易导致锅炉管道腐蚀、结垢、结盐，引起受热面爆管；甚至有可能导致蒸汽品质劣化，高压汽缸的通流部分严重结盐，增加汽轮机转子推力，引起叶片锈蚀。

补给水水质不合格、除氧给水系统故障、机组水汽品质失去监督等是引发机组水汽品质劣化的主要原因。

（2）化学药物泄漏

化学水处理系统中液氨、盐酸及氢氧化钠具有强烈毒性或腐蚀性等，一旦系统的设备管线、阀门泄漏，作业人员误接触或吸入后对人体危险很大，易发生中毒、灼伤等事故。

（3）淹溺

化水系统水沟、坑、池、井等较多，若无盖、无栏杆，易造成坠落淹溺伤人。工业废水处理系统设有较大容积的中和池、曝气池等反应池，这些水池如果防护栏杆设置不合理、杂物绊脚等情况下，容易出现淹溺伤害。

（4）其它危险因素

锅炉酸洗废液仍具有一定的腐蚀性，应小心操作，达标排放，否则易灼伤人体。

汽水取样、化验过程中操作不当，与高温汽水接触或汽水冷却装置失灵而与高温汽水接触时，可能引起烫伤。

4.1.9 给排水（含消防）设备及其系统

（1）供水中断

循环水中断的主要原因有市政供水中断、厂用电中断，冷却循环水泵或其驱动电动机出现故障、冷却循环水系统中的滤网及截门故障等。

（2）淹溺

设备、设施和阀门大量漏水可能导致水泵房被水淹没，造成设备停产运行、损坏、人员伤亡等。公司中存在的污水池、冷却塔水池等，其周围若未设置护栏、封盖或这些防护设施不符合要求的情况下，容易发生淹溺。

（3）消防系统伤害

消防系统中拥有大量的移动式灭火器，如果平时维护管理不当，造成锈蚀、腐蚀等，导致使用中压力排泄不畅而发生爆炸，引起人身伤亡事故。电子设备间、集中控制室等处设有气体灭火系统，如果设计中没有预警装置或预警装置失灵等情况下，当气体灭火系统动作时，存在作业人员不能及时撤退造成的窒息等事故。

（4）其它危险、有害因素

公司设有 2 座中温型玻璃钢冷却塔，冷却塔登高维护设备过程中，如作业人员身体健康状况异常、注意力不集中、违章操作、步道和楼梯不符合安全要求、不完整、不牢固或材料使用不当等都可能发生高处坠落事故。补给水和给水系统存在各类电动泵类，如不小心将发生人员触电事故。水泵等转动机械缺乏必要的防护罩或防护栏杆，工作人员巡检与操作时可能发生机械伤害事故。消防报警装置本身设计存在缺陷，产品不合格或安装质量不合格；未定期检测检验消防报警系统设备，消防设备超过有效使用期；管理不善等原因会造成消防报警系统瘫痪或误动作。

4.1.10 对外供热系统

公司向化工工业园区热用户提供工业用蒸汽，危险分析如下：

（1）蒸汽压力管道存在膨胀损坏的可能，尤其是有焊接质量缺陷的接头处以及应力集中点，都可能存在管道破裂导致蒸汽泄漏事故，造成供汽中断影响生产，甚至造成人身伤害。

（2）如果管道设备保温不良或保温层损坏脱落，运行巡检人员误碰热力管道，可能会造成人员高温灼伤。

(3) 厂外蒸汽管道架空敷设和直埋敷设中未能按有关规程规范的要求采取防腐措施，管道系统在运行中腐蚀损坏，导致蒸汽泄漏引起人员伤害。

(4) 公司供热机组，一旦发生事故或停机检修，机组无法满足供汽需要，将会造成对外供汽中断，直接影响用户的正常生产，造成经济损失。

4.1.11 除灰、渣设备及其系统

(1) 输灰管道爆破

采用正压气力除灰，省煤器灰斗和布袋除尘器灰斗的灰用压缩空气输送至灰库。输送过程中，由于灰尘对管道的长期磨损，导致管壁减薄，尤其是弯头背弧磨损更加严重，磨损到一定程度，在内部压力作用下将发生爆破。管道爆破后，轻则导致环境污染，重则导致人身伤害。如果管道焊接不合格，从焊缝处开裂，压缩空气将管件（弯头、法兰）喷出，也可能发生人身伤害事故。

(2) 灼烫

放灰渣工作中，作业人员安全意识淡薄，违规操作，不按规定穿戴劳保服是导致烫伤事故的重要因素之一。

(3) 车辆伤害

灰渣运输有大量的车辆往返，运输频繁，有可能发生车辆伤害事故；车辆在厂外运灰道路上行驶时，由于连续疲劳驾驶或车辆故障，以及灾害性原因有可能发生车辆交通事故。洒水车、推土车、压路机作业，由于操作不当，指挥失误而造成人身伤害事故。

(4) 除尘器故障

除尘器因设备故障或积灰严重造成除尘效率降低，达不到环保要求的标准，严重的可引起设备损坏事故。运行操作过程中无严格控制烟气温度的，造成除尘器排烟温度超温，并无报警，运行监视操作不到位，即可造成火灾事故。

由于布袋除尘器布袋的最高耐温能力为 150℃，运行调整不佳或布袋积粉均会导致布袋着火烧毁。

(5) 粉尘

灰库、除渣和装卸灰的生产作业过程中，都会产生扬尘。如果除尘、降尘措施不全或工作人员个人防护措施不到位，会造成环境污染，同时也会危害人身健康。

（6）窒息

布袋除尘器维护及更换布袋时，如操作人员违章操作或安全防护不当等，可能会导致操作人员窒息。

4.1.12 脱硝设备及其系统

（1）氨中毒、窒息

在脱硝装置运行过程中，由于误操作、腐蚀等原因造成储罐、管道、阀门及设备连接处氨水泄漏，氨水易分解出氨气，造成作业场所空气中氨超限，可能被操作人员吸入导致中毒，严重时将会窒息死亡。氨水喷枪附近发生氨水泄漏时，由于周围温度较高，氨水挥发形成氨气，威胁运行及检修人员的健康，可能会引起窒息。

（2）火灾、爆炸

公司氨水储存区由于氨水泄漏，挥发将产生大量氨气，如果现场通风不良，氨气聚集，遇明火或电火花，可能导致火灾、爆炸事故。氨水输送管道超压或腐蚀开裂、氨水输送管道的阀门超压顶脱或者腐蚀损坏、氨水喷枪处密闭不严而氨水泄漏，挥发出的氨气与空气形成爆炸混合物，浓度达爆炸极限，遇明火或电火花，可能导致火灾、爆炸事故。

如果氨水储存区内未采用防爆电气设备设施，或者防爆电气设备设施损坏，可能由于电气设备产生的电火花导致火灾、爆炸事故。

（3）重要表计故障

系统内烟气在线监测仪表、氨气泄漏检测器等表计长时间使用会发生损坏或故障，影响烟气的正常监测。氨气泄漏检测器失灵，不能及时联锁喷淋吸收泄漏氨气，发生氨气扩散而导致人员的中毒事故发生。

（4）其他

脱去氮氧化物后烟气水分增加可能造成空气预热器的腐蚀。逃逸氨和SO₃、水反应生成粘性NH₄HSO₄附着在预热器中下部、飞灰粘附上去形成灰

垢而堵塞。

脱硝系统中风机、泵等转动机械设备，在运行和维修过程中如果操作不当或设备布置不当，可能引起人员机械伤害；钢平台及钢楼梯踏板造成人员滑倒，人员在高处作业时有发生跌倒、坠落的可能；在检修、维修过程中，也可能造成人员触电、物体打击等事故的发生。

4.1.13 脱硫设备及其系统

（1）粉尘

炉内脱硫和石灰石湿法分别使用石灰石粉，如果密封不严，容易形成扬尘，会引起环境污染，如果人体通过呼吸道吸入，会导致不良反应，对人体健康造成不良影响。

（2）腐蚀、磨损

1) 石灰石浆液系统、管道、阀门、浆液循环泵、浆液输送泵易受石灰石浆液的腐蚀和磨损而损坏。

2) 烟气中的 SO_2 与水分结合形成的酸雾对设备的腐蚀问题比较突出，如果除雾器除雾效果差，气水分离器不合格，则风机、烟道以及烟囱带水导致腐蚀损坏。

3) 该项目脱硫系统不设置 GGH，脱硫装置后的烟气温度较低，所以酸雾会在烟道、烟囱内凝结成酸滴，腐蚀烟囱混凝土结构。如果烟道、烟囱内套筒材料选择不当或采取的防腐措施不到位时，可能带来烟囱坍塌等严重后果

（3）噪声

系统内循环风机、氧化风机和引风机等设备会产生一定的噪声危害。

（4）中毒、窒息

脱硫塔未进行有效通风，有毒气体含量超标，检修人员盲目进入脱硫塔且无人监护，导致人员中毒窒息。

烟气系统烟道、烟道挡板、设备等不严密或密封风机故障，造成烟气泄漏，既污染环境，又易造成人员中毒。

（5）吸收剂制备、输送系统危害

石灰石粉储存、输送系统防尘措施有缺陷，污染严重，个体防护措施不到位。浆液池等缺少盖板或盖板不严密，导致人员落入浆液池。当全厂停电或者脱硫系统停电时，如果保安电源不能及时向脱硫系统供电，则由于冲洗水泵不能正常启动而容易发生浆液在管道内凝结，影响再运行。

（6）表计损坏或未定期检验，重要表计显示故障。

（7）脱硫塔体为钢结构，衬胶或玻璃鳞片环氧树脂内衬。无烟温保护装置或烟温保护装置工作不正常，导致进塔烟气温度超标，烧毁衬胶；脱硫塔内部检修动火时，如果未做好防火措施，则有可能引燃脱硫塔衬胶。

（8）流动介质凝固、聚集导致吸收塔内喷嘴、除雾器、烟道、浆液泵入口滤网等设备及设施。

4.1.14 特种设备

（1）起重伤害

汽轮机、发电机等大型设备检修、维护时多处使用起重器械。起重设备故障、安全装置失效、操作过程中操作人员注意力不集中、安全意识不强、管理不善等都有可能造成起吊物坠落、吊物与设备碰撞、吊物吊具打击、坠落伤害等。

（2）压力容器爆炸

疏水扩容器、加热器、除氧器、空压罐等承压容器，乙炔、氧气等各类气瓶或罐等，如果安全附件失效、过载运行或由于超压、碰撞、腐蚀、金属材料疲劳、蠕变出现裂缝，以及制造、安装施工质量差，均有可能发生爆破。各类气瓶（或罐）若充装、贮存、使用管理不善，遇暴晒超压、碰撞、腐蚀泄漏或瓶体（或罐）破裂等时，可能会引起爆炸，还可能导致火灾。罐区如果接地不良、防雷措施不到位等，容易发生由于雷击等引起的钢瓶损坏泄漏、爆炸。

（3）压力管道爆炸：管道超压、超温，或因制造、材质、运行等原因造成管道超温蠕变、膨胀等问题而引起管道爆炸。

4.1.15 公共危险有害因素

（1）高处坠落

公司厂房高、设备庞大，使用的固定式钢直梯、钢斜梯、钢平台较多，锅炉在正常生产巡查和设备维修时，如作业人员身体健康状况异常、注意力不集中、违章操作等都可能发生高处坠落事故，特别是烟囱、冷却塔的直梯、更容易导致此类事故，如步道和楼梯不符合安全要求、不完整、不牢固或材料使用不当，可能造成人员的高处坠落。

（2）机械伤害

公司在安装、调试、运行、维修等过程中都涉及到很多的机械设备，若未设防护栏，或转动机械设备外漏转动部分未设防护罩时，容易发生机械伤害。

燃煤储运系统内分布有大量的转动机械，如转动机械设备未设有必要的闭锁装置、带式输送机未设置拉线开关、无启动预报装置、无防止误启动装置等，或者虽设置有上述装置设置，但出现故障等情况下，易发生机械伤害；

带式输送机在正常工况、堵料和维修状态下，有可能发生机械伤害，例如，卸皮带时，带式输送机突然启动造成机具伤害；更换零部件，带式输送机突然启动造成机具伤害；故障处理时，操作不慎造成机具伤害等。

给煤机等设备的转动传动部件，外露部分未装设防护装置或防护装置损坏，作业环境较差，检修、维护、操作人员易发生被绞、碾、挤压、剪切、卷入等机械伤害。

（3）物体打击

公司厂房较高、装置庞大，设备种类较多，管线布置错综复杂，因而在对设备进行巡检过程及在设备维修时，存在工具、物件等掉落打击人体的事故。

（4）触电

公司中设备多，涉及到各类操作人员，因电气线路或电气设备安装不当或防护不完善等将引起电气设备的绝缘性能降低，有可能引发人身触电事故。特别在检修试验时，会因安全组织措施或安全技术措施不完备而造

成触电事故。发电和输配电系统的电压较高，如防护设施缺陷或不严格遵守安全操作规程，都有触电危险。如在燃煤储运系统设备、除灰渣系统、脱硫系统的电气设备，补给水和给水系统中各类电动泵等，如不小心将发生人员触电事故。

（5）灼烫

锅炉结焦严重，大块焦渣脱落冲击下，容易出现烫伤事故。另外，放灰渣工作中，作业人员安全意识淡薄，违规操作，不按规定穿戴劳保服也是导致烫伤事故的重要因素之一。高温压力管道、承压部件等部位都可能由于蒸汽泄漏造成工作人员烫伤；巡检人员不小心接触高温管道或热力设备或劳动防护用品配备不齐全等都可能引起人员烫伤。

4.1.16 有限空间作业场所

（1）进入曾存放可燃性化学品、有毒化学品的有限空间（化学酸碱罐等）进行作业前，未进行充分的通风或作业过程中通风供氧措施不到位，使得因缺氧而造成窒息伤害。

（2）在有限空间（水箱类内部检查和检修）实施焊接等作业时，由于使用的工器具产生的有害物质（如焊接产生的有毒、有害烟尘等），可能影响作业人员的身体健康，甚至可能出现中毒、窒息等严重事故。

（3）进入金属容器（炉、罐等）、特别潮湿场所、工作场地狭窄的非金属容器等有限空间内作业中，电动工具或照明设备违反安全规程规定使用电压大于 12V 以上的电源，或未按规定安装漏电保护器，或接线箱（板）带入容器内使用时，易导致触电事故。

（4）进入有限空间内作业时，未将其机械动能设备等实施有效锁定或隔离电源，则作业过程中发生机械伤害事故。

4.1.17 作业环境有害因素

（1）粉尘

锅炉燃烧的粉煤灰、脱硫用的石灰石粉和消石灰粉、燃料供应系统煤尘以及保温材料的粉尘等是粉尘的主要来源。煤尘的危害较为严重。煤尘是燃料供应系统在卸煤、输送、贮存、制粉等过程中产生的。煤粉燃烧后

产生的粉煤灰，在收集、输送、装运和贮存过程中也会产生粉煤灰泄漏和飞扬，可能对生产环境造成危害。煤尘侵入人体的途径是呼吸道。煤尘及煤灰的存在既影响工作人员的身体健康（长期工作易得尘肺病），又不利于安全、文明生产（易造成煤尘爆炸和环境污染）。

（2）毒物

电厂产生有毒、腐蚀物质的作业场所有酸碱库、加氨间、化验柜、蓄电池室、发电机等，这些工作场所经常会有毒气产生，如氯化氢、高温烟气（二氧化硫、三氧化硫、氮氧化物）、氨气、磷酸三甲苯酯（抗燃油）、乙炔等。因此，应加强这些部位的防毒措施。毒气通过呼吸道侵入人体，对人体造成急性或慢性损害。

（3）噪声

噪声可能造成人体听力和听觉器官的损伤，引起心血管系统的病症和神经衰弱，对消化系统、视觉功能产生不良的影响，降低工作效率，影响安全生产。

公司生产运行中多处存在噪声危害，如风机、碎煤机、汽机房、锅炉房等处排汽、漏汽的噪声、发电机、电动机、配电装置等电气设备因磁场交变和电晕放电所产生噪声、厂内交通噪声及水动力、水冷却、广播及人员活动所产生的噪声。

（4）高温

公司的生产性热源很多，如锅炉、汽轮机、蒸汽管道等热力系统。根据《高温作业分级》（GB/T4200-2008）的规定，在生产劳动过程中，其工作地点平均 WBGT 指数等于或大于 25℃ 的作业，即为高温作业。因此，高温危害也是公司的主要有害因素之一。

长期在高温环境下从事生产劳动，会给人体带来一系列的危害，主要体现在影响人体的体温调节和水盐代谢及循环系统等。如当热调节发生障碍时，轻者影响劳动效率，重者可引起中暑。水盐代谢的失衡可导致血液浓缩，尿液浓缩，尿量减少，严重时引起循环衰竭和热痉挛，高温作业工

人的高血压发病率较高，且随着工龄的增加而增加，高温还可以抑制中枢神经系统，使工人在操作过程中注意力分散，肌肉工作能力降低，从而导致工伤事故。

（5）电磁辐射

公司生产环境中存在工频电场辐射的主要设备为变压器、高压配电装置等电气设备，运行过程中均会产生工频电磁辐射危害。

（6）振动

公司有包括使用转动工具，产生振动。振动对人体各系统均可产生影响，按其作用于人体的方式，可分为全身振动和局部振动。生产中常见的职业性危害因素是局部振动。局部振动亦谓手传振动。表现出对人体组织的交替压缩与拉伸，并向四周传播。

4.1.18 交通运输危险因素分析

（1）厂内道路未设置限速带、限速标志，车速过快，容易发生交通意外。厂内电瓶车在使用过程中，如果空间相对狭小，司机违章作业等均可造成车辆伤害。

（2）运灰、渣汽车在运输灰、渣时如调度指挥不当，有可能发生车辆伤害事故；在驶出装车区行驶在道路上时，如司机违章，有可能发生道路交通事故。

（3）驾驶员违法（如酒后驾车、逆行等）行车或行人违法通行等可能导致交通意外。

（4）危险化学品（酸、碱、氨水等）运输车辆，由于各种储存容器（如瓶、罐）等捆扎、固定措施不到位，使得在厂区高速行驶或快速转弯时倾覆；因倾覆而泄漏时，如果处置不当，可能引起人身伤害或财产损失。

（5）发电厂的主辅材料、设备的装卸、安装、运输需要使用各种车辆。由于厂内道路，车辆的装载和驾驶，车辆及驾驶员的管理等方面的缺陷均可能引发车辆伤害事故。

（6）公司主厂房、干煤棚、屋外配电装置区域周围消防车通道，发生火灾事故时影响消防车辆通行造成火灾救援困难。厂区道路不顺畅，道路

交叉，物流、人流混合，或路面宽度不够，转弯半径不足，路面强度不够以及消防道路不符合要求，可能发生车辆伤害和火灾蔓延。

4.2 人的因素

（1）心理、生理性危险和有害因素

1) 负荷超限：长时间连续工作造成身体严重疲惫，若继续工作很有可能发生意外伤害；或连续进行简单而重复的作业，麻痹大意也可能发生事故伤害。

2) 健康状况异常：感冒发烧或身体某些部位正在恢复当中进行上岗作业，很有可能发生意外事故，应严禁身体不适者进行危险作业。

3) 心理异常：若作业人员情绪低落，受其他事件影响，思想不集中，不听指挥，冒险作业，或由于刚开始上岗作业，情绪特别紧张，均有可能发生意外事故。

（2）行为性危险和有害因素

1) 违章指挥：由于指挥错误或不按有关规定指挥造成设备、人员伤害，这主要是基本功不够，心理素质差或感知迟钝、对事故无预见而造成。

2) 违章操作：操作人员在操作过程中误操作、违章操作造成设备受损、人员伤害的事故在企业中也时有发生。

3) 监护失误：操作人员在操作过程中，监护人员的监护不利，甚至判断失察或监护失误造成事故。因此，要加强人员的安全培训等安全工作。

4.3 管理因素

（1）安全生产管理机构不健全

组织机构设置不合理，职责不清，人员配备不能满足工作要求等，都有可能因为管理不健全造成混乱，为事故发生埋下隐患。

（2）安全生产规章制度不完善

建设工程未按照“三同时”进行落实安全设施设备，操作规程不规范，不能满足操作要求，或培训制度不完善，人员培训跟不上工作需要，或事故应急预案及响应存在严重缺陷，起不到应急救援的作用，均有可能发生事故伤害，甚至可能酿成更大的事故。

(3) 安全生产责任制未落实

5 事故风险等级划定

5.1 事故等级划分方法简介

作业条件危险性评价法（格雷厄姆法）是一种简便易行的评价方法，用来评价人们在某种具有潜在危险环境中作业的危险性。该法以被评价的环境与某些作为参考的环境进行比较为基础，采用专家“评分”的办法确定各种自变量的分数值，最后根据总的危险分数值来评价其危险性。格雷厄姆和金尼认为影响危险性的主要因素有三个：

- 1) 发生事故或危险事件的可能性；
- 2) 暴露于这种危险环境的频率；
- 3) 事故一旦发生可能产生的后果。

在确定了上述三个因素的分数值后，其三者的乘积即为总的危险性分数值。

前两者可以看作是危险概率，后者则相当于危险严重度。这样，危险性可以下式来表达：

$$\text{危险性 (D)} = L \times E \times C$$

式中：L—事故或危险事件发生的可能性；

E—暴露于危险环境的频率；

C—危险严重度。

1) 可能性因素 L

表 5-1 事故或危险事件发生的可能性 L 的分数值表

分数值	事故或危险事件发生的可能性
10	完全可以预料
6	相当可能
3	可能，但不经常
1	可能性小，完全意外
0.5	很不可能，可以设想
0.2	极不可能
0.1	实际不可能

2) 暴露于危险环境的频率 E

作业人员暴露于危险环境中的次数越多、暴露的时间越长，则受到伤害的可能性就越大，为此 K. J. 格雷厄姆和 G. F. 金尼就规定了连续出现在危险环境的分值为 10，一年仅出现几次非常稀少的暴露频率的分值为 1，以 1 和 10 为参考点，再在其区间根据在潜在危险作业条件中暴露情况进行划分，并对应地确定其分值。如表所示。

表 5-2 暴露于潜在危险环境频率 E 的分数值表

分数值	暴露于危险环境的频率
10	连续暴露于潜在危险环境
6	逐日在工作时间内暴露
3	每周一次或偶然暴露
2	每月暴露一次
1	每年几次出现在危险环境
0.5	非常罕见地暴露于危险环境

3) 事故或危险事件的危险严重度 C

造成事故或危险事故的人生伤害或物质损失可在很大的范围内变化，以工伤事故而言，可以从轻微伤害到许多人死亡，其范围非常广。因此，K. J. 格雷厄姆和 G. F. 金尼把需要救护的轻微伤害的可能结果的分值规定为 1，以此为一个基准点，而将造成许多人死亡的可能结果的分值规定为 100，作为另一个参考点，在两个参考点 1~100 之间，确定出其他可能的伤害结果的分值。如表所示。

表 5-3 事故或危险事件的危险严重度 C 的分数值表

分数值	可能结果
100	10 人以上死亡
40	数人死亡
15	一人死亡
7	严重伤残
3	有伤
1	轻伤，需要救护

4) 危险性程度分级

确定了上述 3 个具有潜在危险性的作业条件的分值之后，用公式进行计算，即可得到危险性分值，据此进行危险程度评定，具体标准见表所示。

表 5-4 危险性程度分级的分数值表

分数值 D	风险等级	危险性程度
>320	1	极其危险，不能继续作业
160~320	2	高度危险，要立即整改
70~160	3	显著危险，需要整改
20~70	4	一般危险，需要注意

分数值 D	风险等级	危险性程度
<20	5	稍有危险，可以接受

5.2 主要作业条件风险分析

根据项目生产过程中的操作条件及作业人员进入危险环境的频次，分别对各个作业条件涉及的各项参数进行取值计算。

以火灾事故为例：通过对火灾事故的危险性分析，可知火灾事故危险事件发生可能性 L，由于是可能性比较小，因此 L 值取 1；逐日会暴露在危险环境中，因此 E 值取 6；根据该事故对人体的可能伤害程度，发生事故造成后果的严重程度 C 值取 40。按照以上取值计算：

$$\begin{aligned} \text{危险性 (D)} &= L \times E \times C \\ &= 1 \times 6 \times 40 \\ &= 240 \end{aligned}$$

对照危险性程度分级的分数值可以得出，火灾事故的危险性程度为 2 级高度危险。

按照以上方法对各主要作业条件进行风险分析，计算 D 值，并列入下表。

根据我公司可能发生的生产安全事故类型，结合生产经营现状，采用作业条件危险性分析法对事故风险等级进行划定，划定结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 作业条件危险性分析

可能发生 事故类型	事故风险评价				事故 风险等级	事故 伤害程度
	事故概率 L	暴露频率 E	事故后果 C	D=L*E*C		
火灾	1	6	40	240	高度危险	重大事故
爆炸	0.5	6	100	300	高度危险	重大事故
中毒和窒息	3	3	15	135	显著危险	较大事故
触电	3	3	7	63	稍有危险	一般事故
机械伤害	3	6	3	54	稍有危险	一般事故
起重伤害	3	6	3	54	稍有危险	一般事故
灼烫	3	3	3	27	稍有危险	一般事故
淹溺	1	3	15	45	稍有危险	一般事故
高处坠落	3	3	3	27	稍有危险	一般事故
车辆伤害	1	3	7	21	稍有危险	一般事故

6 生产经营单位安全管理情况

6.1 生产经营单位安全管理情况

(1) 组织机构及人员

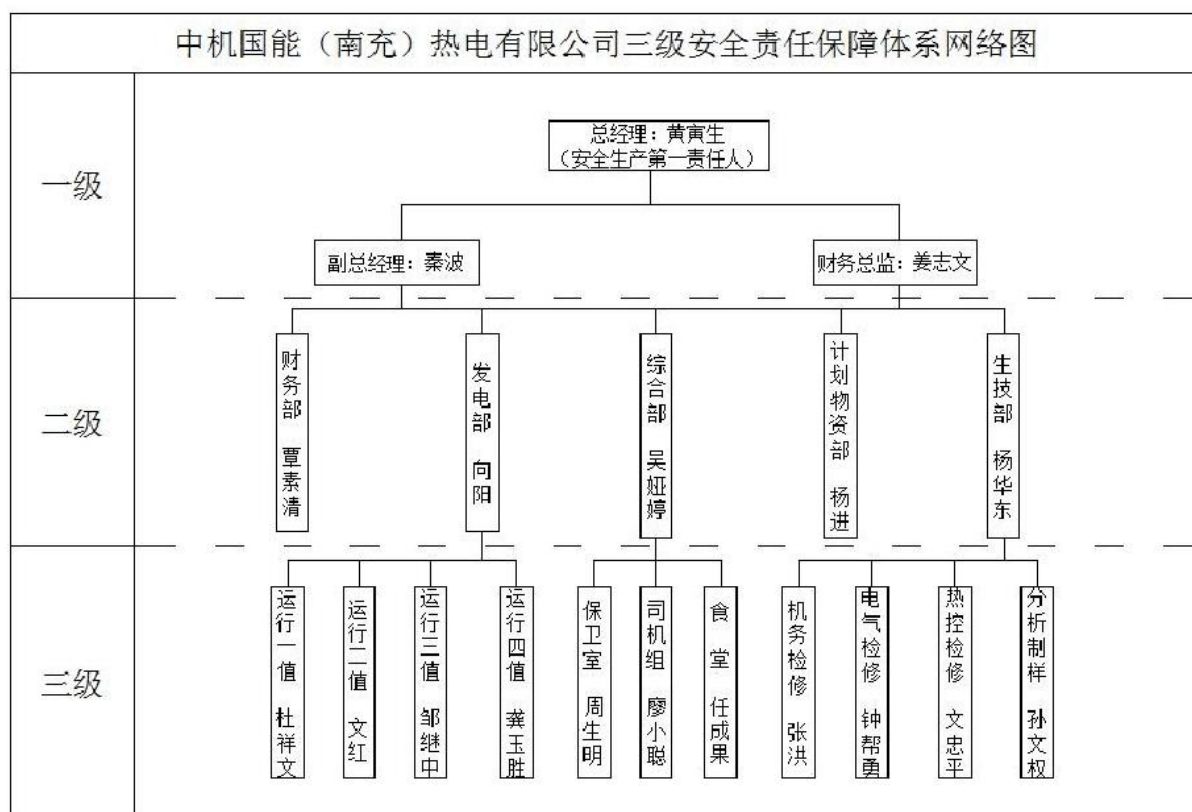
我公司安全生产工作贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，坚持企业行政主要负责人负责制，坚持“管生产必须管安全”的原则，生产服从安全的需要，实现安全生产和文明生产。为完善安全生产责任体系、保障体系和监督体系（三级安全网络机构见图 2.4-1），公司成立了安委会。安委会设主任 1 名，由总经理担任；副主任 2 名，由财务总监和副总经理担任；成员 9 人，由各部门正职、副职、总值长以及安全员组成。安委会下设办公室挂靠在生产技术部，作为安委会的日常办事机构，并设专职安全员 1 人。公司同时成立消防安全生产委员会、特种设备管理委员会、职业健康管理等组织机构。

(2) 安全培训

根据公司相关规定，新入公司的生产人员（含实习人员、学徒工、辅助工），必须经公司、部门和班组三级安全教育，经考试符合后方可进入生产现场工作。培训和考试内容包括《电业安全工作规程》等有关安全生产规章制度、作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急处理办法等内容。

公司每月定期组织召开安全生产工作会，由公司主要领导组织或者委托相关负责人组织召开，总结、分析当前的安全生产形势、安全生产过程中存在的问题，提出相应的改进措施。公司严格执行“日周月”安全隐患排查制度，针对查处的安全隐患积极落实整改。

图 6-1 三级安全网络结构图



6.2 现有事故风险防控与应急措施情况

6.2.1 防火、防爆

表 6.2-1 防火防爆措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
总平面布置中防火防爆	易燃易爆车间布置、建(构)筑物间距、厂区消防道路、厂房内通道、出入口、消防管网布置。
防火涂料（或漆）	汽机房头部油箱、油管道附近，易燃设施上部的钢构件。
防火门	电气建筑、封闭楼梯间、配电间。
不燃烧材料填塞	主厂房内穿防火隔墙上的管道及孔洞、管道与防火墙之间的缝隙。
防火封堵	电缆孔洞。
防爆门、安全阀	锅炉、过热器联箱、再热器进、出口、汽轮机、除氧器。
阻燃电缆、防爆电机	易燃易爆的车间或部位，输煤栈桥、油系统等。
挂“严禁烟火”警示牌	有油及其它易燃易爆材料的车间或部位。
消火栓系统	厂区及主厂房。
手提式灭火器	主厂房、输煤转运站、锅炉补给水车间等附属生产、生活建筑物。
防雷、防静电	各主要设备、建筑的防雷；易燃易爆建筑、设备及管道防雷、防静电接地。
可燃气体（CH ₄ /NH ₃ ）监测系统	天然气调压站、氨水罐区、化水加药间。

6.2.2 防机械伤害

表 6.2-2 机械伤害措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
事故紧急停机开关	带式输送机、起重设备、泵、风机
跨越梯	带式输送机
转动机械设备装防护罩	全部运转机械的转动部分及联轴器
防止误操作起动的装置	各大型运转机械

6.2.3 防电伤

表 6.2-3 防电伤措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
五防措施（防带电负荷拉、合隔离开关，防误拉合断路器，防带电挂地线及合接地隔离开关，防带地线合隔离开关及断路器，防误入带电间隔。）	所有高压电气及部分低压电气设施。高压开关柜五防、DCS 逻辑五防。
加围栏防护。	各种电器开关点（开关柜、刀闸等）。
防误闭锁装置	各种电器开关点（开关柜、刀闸等）。

6.2.4 防尘、防毒、防化学伤害

表 6.2-4 防尘、防毒、防化学伤害措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
装除尘器	煤仓间、转运站及碎煤机室。
洒水防尘	煤场及卸煤处。
水力清扫	转运站、碎煤机室、煤廊、输煤栈桥、汽机 0m 及其它灰尘较多的建筑物地面。
机械通风防毒	酸碱库及计量间、加药间、化验室。
衬胶防腐	输酸管道、贮酸罐、阳床、阴床、混床等。
备有洗手水池	人易受到化学伤害场所。
安全淋洗喷头	酸碱库、氨水区。
应急冲洗设施	加药间、化验室、氨水区。
个人防护	接触盐酸、氢氧化钠、氨水、天然气的作业。

6.2.5 防噪声、防振动

表 6.2-5 防噪声、防振动措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
装消音器	锅炉排汽管、锅炉安全阀排汽、送风机进风口、一次风机等。
隔声门窗	各控制室、现场值班室、办公大楼等地处高噪音区的值班室及人员集中的办公室。
定货时提噪音限值	各大、中型设备（按电力建设有关要求）。

独立基础基础	汽轮发电机组、磨煤机、送风机、引风机、给水泵、循环水泵等。
--------	-------------------------------

6.2.6 防暑、防寒、防烫伤

表 6.2-6 防暑、防寒、防烫伤措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
装空调系统的场所	机、电、炉集中控制室，辅助系统集控室。
加保温隔热材料	高温作业的场所及高温设备管道等，如汽机、锅炉蒸汽管、热水管、烟道、热风管道等。

6.2.7 防工频电场

表 6.2-7 防工频电场措施分布表

措施名称	实施车间、部位或设备
警示标志	配电装置、主变压器、厂用变压器及启动/备用变压器围栅。
个人防护	接触到工频电场的巡检、维修。
控制职业接触限值	各工频电场工作场所。

6.2.8 安全设施三大类十三小类

公司安全设施三大类十三小类对照表 6.2-8

表 6.2-8 安全设施三大类十三小类对照表

三大类	十三小类	详细类别	现场情况（分布位置及数量）
预防事故设施	(1) 检测、报警设施	压力、温度、液位、流量、组份等报警设施,可燃气体、有毒有害气体、氧气等检测和报警设施,用于安全检查和数据分析等检验检测设备、仪器。	集中控制室 DCS 系统中设有锅炉超温、超压、水位报警系统以及汽轮机超速、位移、胀差等报警系统。 氨水区设有氨气泄漏检测仪。天然气调压站设天然气泄漏检测仪。
	(2) 设备安全防护设施	防护罩、防护屏、负荷限制器、行程限器,制动、限速、防雷、防潮、防晒、防冻、防腐、防渗漏等设施,传动设备安全锁闭设施,电器过载保护设施,静电接地设施。	厂区内所有机械设备的转动设备均有防护。且有良好接地烟、硫。脱硫管道系统均采用防腐衬板或玻璃钢防腐钢框架结构采用防腐涂装。
	(3) 防爆设施	各种电气、仪表的防爆设施,抑制助燃物品混入(如氮封)、易燃易爆气体和粉尘形成等设施,阻隔防爆器材,防爆工器具	氨水存储区、天然气调压站照明均采用防爆型设备。

	(4) 作业场所防护设施	作业场所的防辐射、防静电、防噪音、通风(除尘、排毒)防护栏(网)、防滑、防灼烫等设施	蓄电池室照明均为防爆型。 锅炉 0m 层电气设备设有静电接地设施, 锅炉楼梯为格栅楼梯, 有防护栏, 锅炉炉膛外蒸汽管道设有保温设施。
	(5) 安全警示标志	包括各种指示、警示作业安全和逃生避难及风向等警示标志	主厂房内锅炉、汽机运转层设有“注意防尘”“必须戴防尘口罩”“必须戴护耳器”“必须带安全帽”等安全警示牌和噪音的职业卫生告知卡。
控制事故设施	(6) 泄压和止逆设施	用于泄压的阀门、爆破碎片、放空管等设施, 用于止逆的阀门等设施真空系统的密封设施。	锅炉汽包、过热器设有安全阀, 炉顶设放空管。 汽机的高加设有安全阀。 空压罐均设有安全阀
	(7) 紧急处理设施	排放(火炬)、吸收、中和、冷却等设施, 通入或者加入惰性气体、反应抑制剂等设施, 紧急停车、仪表联锁等设施。	主要设备双路供电, 同时设紧急停机按钮。从厂外变电站的母线引接一回电源作为备用电源。 氨水区设有洗眼器、喷淋装置。
减少和消除事故影响	(8) 防治火势蔓延	阻火器、安全水封、回火防止器、防油(火)堤, 防爆墙、防爆门等隔爆设施, 防火墙、防火门、蒸汽幕、水幕等设施, 消防材料涂层。	主厂房内电气设备间门为乙级防火门。
	(9) 灭火设施	水喷淋、惰性气体、蒸气、泡沫释放等灭火设施, 消防栓、高压水枪(炮)、消防车、消防水管网、消防站等	各配电室、电子间、控制室等区域及设有灭火器, 厂房内设有消防栓系统。
	(10) 紧急个体处置设施	洗眼器、喷淋器、逃生器、逃生索、应急照明等设施。	化水车间内设有防护服、正压式呼吸器等装置。
	(11) 应急救援设施	堵漏、工程抢险装备和现场受伤人员医疗抢救装备	厂内设有防灾抢险物资, 集中控制室内配有急救药品
	(12) 逃生避	逃生和避难的安全通道(梯)、	厂内设有逃生和避难的安全

	难设施	安 全避难所(带空气呼吸系统)、 避难信 号等。	通道及避难场所
	(13) 劳动防 护用品和装 备	包括头部,面面部,视觉、呼吸、 听觉器官,四肢,躯干防火、防防毒、 防灼烫、防腐蚀、防噪声、防光射、 防高处坠落、防砸击、防刺伤等免 受作业场所物物理、化学因素伤害 的劳动防护用品和装备。	集控室配有防护服、防护手 套、防护靴、防毒面具、防护眼 罩等防护用品。

7 生产安全事故风险防控和应急措施

7.1 事故风险管理措施

（1）公司各级领导、各部门要坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，收集生产安全方面的信息，及时做好事故防控工作。

（2）公司必须严格按照《消防法》和《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》等相关法律法规的规定和要求，编制《防火管理制度》，设置完善的消防设施设备，保持消防通道的畅通，并定期进行消防培训、演练和防火安全大检查，对检查出的安全隐患会及时整治。

（3）公司应当参照《工贸行业较大危险因素辨识与防范指导手册》（安监总管四〔2016〕31号）自主开展岗位危险因素辨识与防范工作，确定和控制生产作业过程中的较大危险因素，并制作本单位的《较大危险因素辨识与防范控制措施登记表》。通过辨识并对生产作业现场进行安全隐患排查，对发现的安全隐患及时整改，并做好相应隐患检查及整改记录。

（4）公司的特种作业人员及特种设备操作人员应持证上岗，定期复训。

（5）公司应加强对作业人员进行法律法规、标准规范、安全操作规程等相关安全知识的教育培训。

（6）公司应按照 GB/T29639-2013 和安监局总局令第 88 号管理应急预案，定期组织演练，对演练的效果进行评估，根据评估结论及时修订应急预案，并报当地安全监管部门知晓。

（7）公司应建立健全信息反馈系统，各级领导和安全管理部门要定期召开安全例会，定期检查岗位监控防范和应急救援工作情况，分析可能出现的新情况、新问题，积极采取有效措施，加以改进。

7.2 事故风险防控与应急措施

（1）加强酸碱、乙炔、氧气等危险化学品的存储、使用管理，生产车间内的危化品最大存储量不得大于每天最大使用量。

（2）消防通道、安全出口不得堵塞和占用，各生产作业场所应配备足

够数量的消防器材，指定专人负责管理，并定期进行检查和更换。

（3）生产车间的应急疏散和应急照明系统应符合相关规范要求。

（4）加强电气设施的维护管理。临时用电、移动照明、移动电器的电源插座安装要规范，使用安全电压或设防漏电保护装置。

（5）机械设备转动部位必须设置防护罩或者采取隔离措施。

（6）生产设备设施应定期进行检查、维修和保养，并及时完善检查、维修和保养记录。

（7）对存在较大危险有害因素的部位或者岗位，应设置相应的安全警示标识。

（8）清理维护除尘系统、清理污水处理排放系统等委托给外委单位进行施工作业的项目，应对其资质、资格进行审查，明确相互之间的安全职责，特别是动火作业、受限空间作业等危险作业，并在施工作业过程中派专人进行监管。

（9）有车辆出入的大门应在醒目位置设置限高、限宽、限速标识。车间内车辆行驶速度应不大于 5km/h，厂区内限速应不大于 15km/h。在车辆出入的大门两侧装设防撞柱等防撞设施，并漆黄黑相间的安全警示标记。

（10）配电箱箱体应接地保护，箱体与箱门应等电位跨接。空开应设置用途标签。相线、N 线、PE 线的颜色标记必须符合以下规定：相线 L1（A）、L2（B）、L3（C）相序的绝缘颜色依次为黄、绿、红色；N 线的绝缘颜色为淡蓝色；PE 线的绝缘颜色为绿/黄双色。任何情况下上述颜色标记严禁混用和互相代用。箱（盘）内配线整齐，无绞接现象。箱内应设置系统接线图。箱体应接地保护，箱体与箱门应等电位跨接。PE 线应为黄绿线。穿线孔应采用防火泥封堵。

（11）单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的保护接地导体（PE）应接在上孔；插座的保护接地导体端子不得与中性导体端子连接。同一场所

的三相插座，其接线的相序一致。一空开应控制一路回路。定期消除配电箱内积尘，保持箱内清洁。孔洞应采用防火泥封堵。接线端子应采用绝缘防护或装设防护板。

（12）配电箱四周 1m 范围内应无障碍物，配电箱等用电设备设施下严禁存放可燃物。清除配电箱四周障碍物，保持通道畅通，并划线管理。箱门应锁闭，并由专业电工管理。箱体、箱门应接地保护。开关、按钮、指示灯等设置用途标识。

（13）移动用电设备设施应装设漏电器。每季度应至少一次对手持电动工具进行绝缘检测。插座应固定安装，插座回路应装设漏电保护器。

（14）移动线板应采用完整的铜芯橡皮套软电缆或护套软线作电源线。移动线板应装设接地线。清除设备上及设备四周杂物，保持设备清洁和四周通道畅通。

（15）定期对压力容器等特种设备进行检测，定期对安全阀、压力表等安全附件进行检测，确保其在有效期内正常使用。

（16）规范物品堆放。应在设备设施旁设置醒目的安全操作规程。

（17）应及时清理生产现场的粉尘，杜绝火灾爆炸事故的发生。

（18）移动使用的用电产品，应采用完整的铜芯橡皮套软电缆或护套软线作电源线；移动时，应防止电源线拉断或损坏。

（19）一般场所灭火器应按每组（2 具）灭火器保护半径 25~30m 进行配置。火灾严重场所应按每组（2 具）灭火器保护半径 15 进行配置。灭火器箱应采用阻燃材料制作，建议统一购置灭火器箱。建立消防设施点检表，定期对消防设施进行检查。

（20）存在粉尘爆炸场所除尘系统应满足《粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范》AQ4273-2016 要求。

8 风险辨识、评估结论

通过上文的分析总结，中机国能（南充）热电有限公司事故风险辨识评估结论如下：

（1）火灾事故、爆炸事故的风险等级属高度危险，可能发生重大事故，应重点进行防范，采取安全措施将风险予以降低、控制或转移；

（2）中毒和窒息事故风险等级属显著危险，可能发生较大事故，应采取加强措施加强防范；

（3）触电事故、机械伤害、起重伤害、淹溺事故、高处坠落事故、车辆伤害、灼烫事故风险等级属稍有危险，可能发生一般事故，应引起重视。