

前言

项目建设地点选定于龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，土地使用权属龙陵县闽达科技实业有限公司，土地利用现状为工业用地。

龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目于 2023 年 8 月 1 日在龙陵县发展和改革局取得了投资项目备案证（备案号[项目代码]：2308-530523-04-01-509558，建设地点：龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，主要建设内容：新建年产 15 万吨金属硅颗粒生产线，配套硅粉回熔炉(2 套)。总建筑面积 18000 平方米，其中，建设标准化加工车间 5000 平方米、原料贮存车间 8000 平方米、仓库 5000 平方米等生产用房，以及供排水、供电、厂区道路硬化、绿化等附属工程。根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全监管总局令第 36 号公布，第 77 号修订）第七条第四项金属冶炼建设项目在进行可行性研究时，生产经营单位应当按照国家规定，进行安全预评价的规定，受龙陵县闽达科技实业有限公司委托，贵州汇和安全评价有限公司 2024 年 4 月 11 日对龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目进行安全预评价，并编制《龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目安全预评价报告》。

贵州汇和安全评价有限公司接受委托后，成立了项目评价组，对该项目进行了现场考察调研，收集资料；对项目的危险有害因素进行识别分析；划分评价单元；选择评价方法；进行定性、定量评价；提出安全对策措施建议；做出预评价结论；编制《安全预评价报告》。

本报告按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）、《安全预评价导则》（AQ8002-2007）要求编制，主要内容有建设项目概况；危险、有害因素分析；安全预评价方法和评价单元；定性、定量评价；安全

对策措施及建议；安全预评价结论。

在本安全预评价及报告的编写过程中，得到了龙陵县应急管理局及龙陵县闽达科技实业有限公司有关领导和技术人员的大力支持，在此表示衷心的感谢！

评价项目现场照片



图 1 项目周边照片

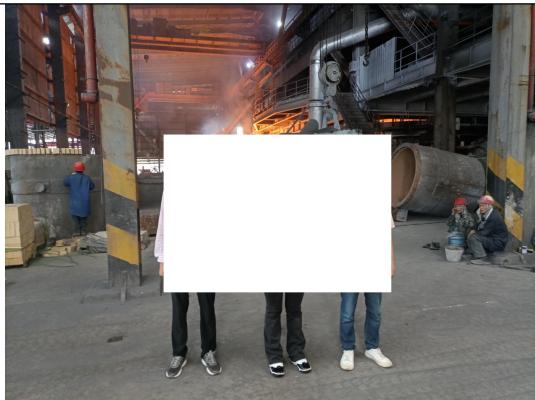


图 2 评价师进场照片（左：吴瑞红、右：郑刚）（注：拍摄地点为拟建区域旁永隆铁合金公司生产区）

目录

前言	I
评价项目现场照片	I
目录	I
1 编制说明	1
1.1 安全评价目的	1
1.2 安全评价依据	1
1.2.1 国家法律、法规	1
1.2.2 部门规章	2
1.2.3 地方法规	4
1.2.4 标准规范	5
1.2.5 项目有关技术文件和资料	6
1.3 安全评价原则	7
1.4 安全评价范围	7
1.5 安全评价程序	8
1.6 评价基准日	9
1.7 评价报告使用权声明	9
2 项目概况	10
2.1 建设单位和拟建项目概况	10
2.1.1 企业概况	10
2.1.2 项目简介	10
2.1.3 项目建设的背景	11
2.1.4 主要技术经济指标	15
2.1.5 项目选址	16
2.2 地理位置、交通与周边环境	16
2.2.1 地理位置与交通	16
2.2.2 项目周边环境	17
2.3 自然条件	18
2.3.1 区域地质构造	18
2.3.2 气象及水文	19
2.3.3 场地地形、地貌	20
2.3.4 不良地质作用及地质灾害	20
2.3.5 地勘结论	20
2.4 总图布置	21
2.5 原辅料及产品方案	25
2.5.1 原料、辅料	25
2.5.2 产品方案	25
2.6 工艺流程	25
2.7 主要设施、装置、设备	26
2.7.1 主要生产设备	26
2.7.2 特种设备及强制检测设备	27
2.8 公用工程及辅助设施	27
2.8.1 道路及运输	27
2.8.2 采暖通风与空调	28
2.8.3 给排水工程	28
2.8.4 电气及生产过程自动化	31
2.9 组织机构及劳动定员	34
2.9.1 组织机构	34
2.9.2 人力资源配置	35
2.9.3 人员来源及培训	36

2.10 安全生产管理	37
2.10.1 安全管理机构	37
2.10.2 安全生产责任制	37
2.10.3 安全生产规章制度	37
2.10.4 安全生产操作规程	39
2.10.5 事故处理及应急措施	39
2.10.6 劳动防护用品	40
3 危险、有害因素辨识与分析	41
3.1 辨识和分析的依据	41
3.2 危险、有害因素产生的原因	41
3.3 主要危险、有害物质的特性及危险性	42
3.3.1 主要危险、有害物质辨识	42
3.3.2 危险化学品辨识	43
3.3.3 涉爆粉尘危险辨识	48
3.3.4 主要危险、有害物质理化特性	49
3.4 自然环境及周边环境安全危险有害因素分析	59
3.4.1 工程地质方面的危险有害因素分析	59
3.4.2 气象、水文地质的危险有害因素分析	59
3.4.3 周边环境与建设项目相互影响分析	60
3.4.4 建设项目总平面布置危险有害因素分析	61
3.5 主要生产工序危险有害因素辨识与分析	62
3.5.1 原料准备主要危险有害因素	62
3.5.2 熔炼、浇铸工序主要危险有害因素	66
3.5.3 金属硅破碎及成品仓储主要危险有害因素	76
3.5.4 除尘工序主要危险有害因素	79
3.5.5 烟气脱硫工序主要危险有害因素	83
3.6 主要设备设施危险有害因素辨识与分析	85
3.6.1 电炉主要危险有害因素	85
3.6.2 冶金起重机主要危险有害因素	88
3.6.3 硅包主要危险有害因素	89
3.6.4 皮带输送机主要危险有害因素	89
3.6.5 厂内机动车主要危险有害因素	90
3.6.6 空气压缩机及储气罐主要危险有害因素	91
3.6.7 电气设施主要危险有害因素	92
3.7 公用工程及辅助设施的危险有害因素辨识与分析	93
3.7.1 给排水系统主要危险有害因素	93
3.7.2 供配电系统主要危险有害因素辨识与分析	94
3.7.3 检修过程的主要危险有害因素辨识与分析	96
3.7.4 有限空间作业的主要危险有害因素辨识与分析	98
3.7.6 厂内运输的主要危险有害因素辨识与分析	101
3.8 安全管理影响危险有害因素辨识与分析	101
3.9 危险化学品重大危险源辨识	103
3.9.1 危险化学品重大危险源辨识方法介绍	103
3.9.2 辨识过程	104
3.9.3 辨识结果	105
3.10 事故案例分析	105
3.10.1 “5·07” 高温熔体爆炸事故	105
3.10.2 钢水包脱落事故	106
3.10.3 起重伤害事故	106
3.10.4 “7·04” 8 人烫伤事故	109
3.11 建设项目重点危险场所及设备辨识与分析	110
3.12 危险有害因素综述	112
4 评价单元和评价方法	113

4.1 评价单元划分原则及方法	113
4.1.1 评价单元划分原则	113
4.1.2 评价单元划分方法	113
4.2 评价单元的划分结果	114
4.3 评价方法选用及评价方法简介	114
4.3.1 选择原则	114
4.3.2 评价方法选择结果	114
4.3.3 安全预评价方法简介	115
5 危险、有害程度的定性、定量分析评价	119
5.1 项目政策符合性评价单元	119
5.1.1 产业政策的符合性评价	119
5.1.2 项目建设规划的符合性评价	119
5.1.3 小结	119
5.2 厂址选择及总体布局评价单元	120
5.2.1 厂址选择检查表	120
5.2.2 总图布置安全检查表分析评价	124
5.2.3 小结	129
5.3 生产工艺系统、装置、设施、设备评价单元	129
5.3.1 生产工艺系统、装置、设施、设备符合性检查	129
5.3.2 作业条件危险性评价法（LEC）	133
5.3.3 炉前灼伤事故树分析	134
5.4 公用工程及辅助设施评价单元	139
5.4.1 电气系统安全分析评价	139
5.4.2 给排水系统安全分析评价	142
5.4.3 空压机系统安全分析评价	143
5.4.4 消防系统安全分析评价	143
6 安全对策措施	146
6.1 可研中提出的对策措施	146
6.1.1 危险、危害因素分析	146
6.1.2 主要安全技术防范措施	146
6.2 本报告提出的对策措施	147
6.2.1 下一步建设中需要重点关注的建议	147
6.2.2 对自然危害因素的防范措施	147
6.2.3 厂内交通安全措施	148
6.2.4 危险物料防范措施	149
6.2.5 特种设备安全对策措施	152
6.2.6 供配电安全对策措施	157
6.2.7 设备报警联锁安全对策措施	158
6.2.8 电炉系统安全对策措施	158
6.2.9 防高温烫伤安全防护对策措施	160
6.2.10 防火防爆安全对策措施	160
6.2.11 防机械伤害的安全对策措施	161
6.2.12 防车辆伤害的对策措施	161
6.2.13 防中毒和窒息安全防护对策措施	162
6.2.14 防高处坠落的对策措施	162
6.2.15 有限空间作业安全对策措施	164
6.2.16 个人劳动防护用品对策措施	167
6.2.17 检修作业安全防护对策措施	168
6.2.18 重要设备（部位）的温度、压力等关键参数的检测、报警、联锁等保护措施，异常工况及事故状态下的应急处置措施	169
6.3 安全管理对策措施	170
6.3.1 落实工程建设“三同时”制度	170
6.3.2 安全生产管理	171

6.3.4 事故应急救援	176
6.3.5 施工期间的安全对策与建议	177
7 评价结论	180
7.1 综合评述	180
7.1.1 主要危险、有害因素分析结论	180
7.1.2 危险、有害程度的定性、定量分析总结	181
7.2 预评价结论	183
8 与建设单位交换意见的情况	185
附件目录	186

1 编制说明

1.1 安全评价目的

安全评价是安全系统工程的重要内容之一，其目的是实现系统安全。

在龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目生产活动组织实施之前进行安全预评价，其目的是根据《龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目可行性研究报告》及相关基础资料，辨识与分析该建设项目、生产活动潜在的危险、有害因素，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范的符合性。完善安全设施“三同时”手续，为应急管理等部门监管提供监管依据等。

1.2 安全评价依据

1.2.1 国家法律、法规

序号	文件名	文件号	颁布实施日期
1	《中华人民共和国安全生产法》	国家主席令88号	2021年9月1日
2	《中华人民共和国消防法》 2021年修正版	国家主席令81号， 2021年4月29日第十三届 全国人民代表大会常务委 员会第二十八次会议通过 《全国人民代表大会常务委 员会关于修改〈中华人 民共和国道路交通安全 法〉等八部法律的决定》 第三次修正	2021年4月29日
3	《中华人民共和国职业病防治法》 2018年修订版	国家主席令52号（2011年）	2018年12月19日
4	《中华人民共和国防震减灾法》	中华人民共和国主席令第 七号已由中华人民共和国 第十一届全国人民代表大 会常务委员会第六次会议 于2008年12月27日修订通 过，现将修订后的《中华 人民共和国防震减灾法》	2009年5月1日

		人民共和国防震减灾法》公布。	
5	《中华人民共和国劳动法》 2018年修订版	2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正	2018年12月29日
6	《特种设备安全监察条例》	国务院令第549号(2009年)	2009年5月1日
7	《危险化学品安全管理条例》 修订版	国务院令591号修订, 645号修正(2013年)	2013年12月7日
8	《工伤保险条例》	国务院令第586号(2010年)	2011年1月1日
9	《中华人民共和国特种设备安全法》	国家主席令4号(2013年)	2014年1月1日
10	《中华人民共和国环境保护法》 (修订版)	国家主席令9号(2014)	2015年1月1日
11	《生产安全事故应急条例》	国务院令第708号	2019年4月1日

1.2.2 部门规章

序号	文件名	文件号	颁布实施日期
1	《仓库防火安全管理规则》	公安部令第6号	1990年4月10日
2	《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	2002年5月1日
3	《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》	原安监总局令第16号	2008年2月1日
4	《铁合金行业准入条件》	国家发展改革委公告2008年第13号	2008年2月4日
5	《国家安全监管总局关于印发冶金企业安全生产标准化评定标准(铁合金)的通知》	原安监总管四〔2011〕13号	2011年1月24日
6	《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》	原安监总管三〔2011〕95号	2011年6月21日
7	《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》	原安监总厅管三〔2011〕142号	2011年7月1日
8	关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知	财资〔2022〕136号	2022年11月21日
9	《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	2012年11月1日
10	《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部分典型工艺的通知》	原安监总管三〔2013〕3号	2013年1月15日
11	《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管的危险化学品名录的通知》	原安监总管三〔2013〕12号	2013年2月5日
12	《国家安全监管总局关于修改〈生产经营单位安全培训规定〉等11件	原安监总局令第63号	2013年8月29日

	规章的决定》		
13	质检总局关于修订《特种设备目录》的公告	2014年第114号	2014年10月30日
14	《危险化学品目录》(2015版、2022年修改)	国家安全生产监督管理总局等10部门公告2015年第5号,中华人民共和国应急管理部、中华人民共和国工业和信息化部、中华人民共和国公安部、中华人民共和国生态环境部、中华人民共和国交通运输部、中华人民共和国农业农村部、中华人民共和国国家卫生健康委员会、国家市场监督管理总局、国家铁路局、中国民用航空局公告2022年第8号	2023年1月1日
15	国家安全监管总局关于修改《<生产安全事故报告和调查处理条例>罚款处罚暂行规定》等四部规章的决定	原安监总局令77号	2015年5月1日
16	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》	原安监总局令第36号,77号令修改	2015年5月1日
17	《工贸企业有限空间作业安全规定》	中华人民共和国应急管理部令第13号	2023年11月29日
18	《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》	原国家安全生产监督管理总局令第30号,总局令第80号第二次修订	2015年7月1日
19	《国家安全监管总局关于宣布失效一批安全生产文件的通知》	原安监总办〔2016〕13号	2016年2月4日
20	《国家安全监管总局关于印发开展工贸企业较大危险因素辨识管控提升防范事故能力行动计划的通知》	原安监总管四〔2016〕31号	2016年3月29日
21	《国家安全监管总局关于印发工贸行业遏制重特大事故工作意见的通知》	原安监总管四〔2016〕68号	2016年6月28日
22	《国家安全监管总局关于修改和废止部分规章及规范性文件的决定》	原安监总局令第89号	2017年3月6日
23	《易制爆危险化学品名录(2017版)》	公安部公告	2017年5月11日
24	《工贸企业重大事故隐患判定标准》	中华人民共和国应急管理部令第10号	2023年5月15日
25	国家安全监管总局保监会财政部关于印发《安全生产责任保险实施办法》的通知	原安监总办〔2017〕140号	2017年12月12日
26	《国家安全监管总局办公厅关于修改用人单位劳动防护用品管理规范的通知》	原安监总厅安健〔2018〕3号	2018年1月15日
27	《冶金企业和有色金属企业安全生产规定》	原安监总局令第91号	2018年3月1日
28	金属冶炼企业禁止使用的设备及工	原安监总管四〔2017〕142	2018年3月1日

	文目录 (第一批)	号	
29	《生产安全事故应急预案管理办法》	原安监总局令第88号, 应急管理部2号令修订	2019年9月1日
30	《特别管控危险化学品目录 (第一版)》	应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告2020年第3号	2020年5月30日
31	《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》	中华人民共和国住房和城乡建设部令第51号	2020年6月1日
32	应急管理部办公厅关于印发《有限空间作业安全指导手册》和4个专题系列折页的通知	应急厅函〔2020〕299号	2020年10月29日
33	《工作场所职业卫生管理规定》	国家卫生健康委员会令5号	2021年2月1日
34	《有限空间作业事故安全施救指南》	应救协调〔2021〕5号	2021年5月11日
35	《企业安全生产标准化建设定级办法》	应急〔2021〕83号	2021年11月1日
36	《产业结构调整指导目录 (2024年本)》	中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号	2023年12月27日
37	国家安全监管总局办公厅关于印发《工贸行业重点可燃性粉尘目录 (2015版)》和《工贸行业可燃性粉尘作业场所工艺设施防爆技术指南 (试行)》的通知	原安监总厅管四〔2015〕84号	2015年8月25日

1.2.3 地方法规

序号	文件名	文件号	颁布实施日期
1	《云南省安全生产条例》	云南省第十二届人民代表大会常务委员会公告 (第63号)	2018年1月1日
2	云南省安全生产监督管理局关于印发《云南省金属冶炼企业安全风险分级监管暂行管理办法(试行)》和《云南省金属冶炼企业安全风险分级管控暂行管理办法(试行)》的通知	云安监管〔2017〕52号	2017年9月5日
3	《云南省安全生产监督管理局关于印发关于深入开展工贸行业有限空间作业生产安全事故隐患排查治理暨有限空间作业条件确认安全监管执法 2018年-2020年专项行动工作方案的通知》	云安监管〔2018〕7号	2018年3月29日
4	《云南省应急管理厅办公室关于印发 2019年工贸行业安全生产重大风险源填报指南的通知》	云应急办函〔2019〕25号	2019年4月30日
5	《云南省应急管理厅关于在重点工贸企业开展安全生产动态巡查和预警工作的通知》	云应急〔2020〕10号	2020年3月18日
6	云南省工贸行业企业安全风险源点定性定量判别参考标准指南 (试行)	云应急〔2022〕8号	2022年1月17日
7	云南省应急管理厅关于印发《云南省工贸企业安全生产主体责任重点事	云应急〔2022〕9号	2022年1月20日

	项清单（暂行）的通知		
8	云南省人民政府关于印发云南省生产经营单位安全生产主体责任规定的通知	云政规〔2022〕4号	2022年11月12日

1.2.4 标准规范

序号	文件名	文件号、颁布实施日期
1	《安全评价通则》	AQ8001-2007, 2007年4月1日
2	《安全预评价导则》	AQ8002-2007, 2007年4月1日
3	《工业企业总平面设计规范》	GB50187-2012, 2012年8月1日
4	《建筑设计防火规范》2018年版	GB50016-2014, 2015年5月1日
5	《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010, 2010年8月1日
6	《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014, 2014年10月1日
7	《生产设备安全卫生设计总则》	GB5083-1999, 1999年1月2日
8	《生产过程安全卫生要求总则》	GB/T12801-2008, 2009年10月1日
9	《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010, 2011年10月1日
10	《建筑抗震设计规范》2016年版	GB50011-2010, 2010年12月1日
11	《冶金建筑抗震设计规范（附条文说明）》	YB9081-1997, 1998年5月1日
12	《固定式压力容器安全技术监察规程》	TSG21-2016, 2016年10月1日
13	《个体防护装备配备规范第1部分：总则》	GB39800.1-2020（2022年1月1日实施）
14	《企业职工伤亡事故分类》	GB6441-1986, 1987年2月1日
15	《供配电系统设计规范》	GB50052-2009, 2010年7月1日
16	《20kV及以下变电所设计规范》	GB50053-2013, 2014年7月1日
17	《低压配电设计规范》	GB50054-2011, 2012年6月1日
18	《3~110kV高压配电装置设计规范》	GB50060-2008, 2009年6月1日
19	《消防安全标志设置要求》	GB15630-1995, 1996年2月1日
20	《危险货物分类和品名编号》	GB6944-2012, 2012年12月1日
21	《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008, 2009年10月1日
22	《安全色》	GB2893-2008, 2009年10月1日
23	《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》	GB/T8196-2018, 2019年7月1日
24	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》	GBZ2.1-2019, 2020年4月1日实施
25	《工作场所有害因素职业接触限值第2部分：物理因素》	GBZ2.2-2007, 2007年11月1日
26	《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018, 2019年3月1日
27	《危险货物品名表》	GB12268-2012, 2012年12月1日
28	《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T29639-2020, 2021年4月1日
29	《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》	GB7231-2003, 2003年10月1日
30	《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》	GB4387-2008, 2009年10月1日
31	《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005, 2005年10月1日
32	《建筑照明设计标准》	GB50034-2013, 2014年6月1日
33	《起重机械安全规程第1部分：总则》	GB6067.1-2010, 2011年6月1日
34	《固定式钢梯及平台安全要求第1部分：钢直梯》	GB4053.1-2009, 2009年12月1日

35	《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分: 钢斜梯》	GB4053.2-2009, 2009 年 12 月 1 日
36	《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》	GB4053.3-2009, 2009 年 12 月 1 日
37	《用电安全导则》	GB/T13869-2017, 2008 年 12 月 1 日
38	《有色金属工程设计防火规范》	GB50630-2010, 2011 年 10 月 1 日
39	《铁合金安全规程》	AQ2024-2010, 2011 年 5 月 1 日
40	《铁合金工艺及设备设计规范》	GB50735-2011, 2012 年 6 月 1 日
41	《氧气站设计规范》	GB50030-2013, 2014 年 7 月 1 日
42	《工业硅》	GB/T2881-2014, 2015 年 8 月 1 日
43	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》	GB50544-2022, 2022 年 12 月 1 日
44	《起重机通道及安全防护设施第 5 部分: 桥式和门式起重机》	GB/T24818.5-2009, 2010 年 7 月 1 日
45	《起重机和起重机械钢丝绳选择》	GB/T24811-2009, 2010 年 7 月 1 日
46	《铁合金工艺及设备设计规范》	GB50735-2011, 2012 年 6 月 1 日
47	《带式输送机安全规范》	GB14784-2013, 2014 年 7 月 1 日
48	《压缩空气站设计规范》	GB50029-2014, 2014 年 8 月 1 日
49	《有色金属工业厂房结构设计规范》	GB51055-2014, 2015 年 8 月 1 日
50	《重大火灾隐患判定方法》	GB35181-2017, 2018 年 7 月 1 日
51	《带式输送机工程技术标准》	GB50431-2020, 2021 年 3 月 1 日
52	《金属冶炼单位主要负责人安全管理人员安全生产培训大纲和考核标准》	AQ/T2060-2016, 2017 年 3 月 1 日
53	《高温熔融金属吊运安全规程》	AQ7011-2018, 2018 年 12 月 1 日
54	《冶金起重机技术条件第 1 部分: 通用要求》	JB/T7688.1-2008, 2008 年 11 月 1 日
55	《冶金起重机技术条件第五部分: 铸造起重机》	JB/T7688.5-2012, 2012 年 11 月 1 日
56	《石油化工静电接地设计规范》	SH/T3097-2017, 2018 年 1 月 1 日
57	《压力管道定期检验规则—工业管道》	TSGD7005-2018, 2018 年 5 月 1 日
58	《气瓶安全技术规程》	TSG23-2021, 2021 年 6 月 1 日
59	《工业硅安全生产规范》	YS/T1185-2017, 2018 年 4 月 1 日
60	《钢铁冶金企业设计防火标准》	GB50414-2018, 2019 年 4 月 1 日
61	《建筑防火通用规范》	GB55037-2022, 2023 年 6 月 1 日

1.2.5 项目有关技术文件和资料

- 1) 评价委托书;
- 2) 《龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目可行性研究报告》(云南高山科技有限公司, 2023 年 9 月);
- 3) 不动产权证书(云(2023)龙陵县不动产权第 0003150 号);
- 4) 投资项目备案证(龙陵县发展和改革局, 备案号[项目代码]: 2308-530523-04-01-509558, 2023 年 8 月 1 日);
- 5) 《龙陵永隆铁合金有限公司年产 5 万吨工业硅建设项目(二

期) 岩土工程勘察报告(详细勘察阶段)》(博文建设有限公司, 2023 年 3 月); (注: 因当时未确定公司名称及办理完土地手续, 地勘是以龙陵永隆铁合金有限公司二期名义出具)

- 6) 修建性详细规划文本(中盛弘宇建设科技有限公司);
- 7) 龙陵县闽达科技实业有限公司提供的其他有关资料。

1.3 安全评价原则

贵州汇和安全评价有限公司在对该拟建项目进行安全预评价工作中, 始终坚持以下原则:

- 1) 严格执行国家现行有关法律、法规、标准和规范的要求, 对该企业进行科学、客观、公正、独立的评价;
- 2) 采用可靠、适用的评价技术和评价方法对项目进行定性、定量评价, 遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则, 提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理对策措施建议;
- 3) 真实、准确地做出评价结论, 并对在当时条件下做出的安全评价结果承担法律责任;
- 4) 遵纪守法、恪守职业道德、诚实守信, 对被评价单位的技术和商业秘密保密。

1.4 安全评价范围

根据业主提供的建设项目《龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目可行性研究报告》及项目投资备案证, 另外根据企业提供的图纸资料及投资现状, 经与企业协商后, 确定本次安全预评价对象为: 龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目。

评价范围为：龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目选址、周边环境及总平面布置、调整规划的厂房以及相应的公辅设施工程、安全管理等。

龙陵县闽达科技实业有限公司内的其他生产设施、依托龙陵永隆铁合金有限公司的公辅设施（办公生活区），原料和产品的厂外运输等不在本次评价范围之内，另外凡涉及该项目的生态环境、职业卫生、消防等内容，也不包括在本次评价范围之内，以相关部门的批复为准，但在评价报告中会有所提及。

本次评价结论是根据该项目的可行性研究及选址现状条件做出的，一旦周边环境、布局、工艺等情况、发生较大变化时，本评价结论自动失效，须聘请有资质的安全评价机构重新进行评价。

1.5 安全评价程序

依据《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的相关规定，安全预评价的评价程序主要分为前期准备；辨识与分析危险、有害因素；划分评价单元；选择评价方法；定性定量评价；提出对策措施建议；做出评价结论；编制安全预评价报告等。安全预评价程序如图 1-1 所示。

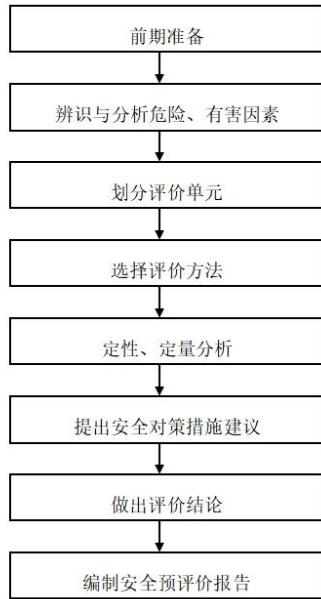


图 1-1 安全预评价程序框图

1.6 评价基准日

评价基准日：2024 年 4 月 11 日。

1.7 评价报告使用权声明

本评价报告是受龙陵县闽达科技实业有限公司委托而编制的，专属委托方使用。除按规定上报各级安全生产应急管理等部门外，贵州汇和安全评价有限公司不会将本评价报告内容向其它任何单位和个人提供，也不会将本评价报告的全部或部分内容在媒体上或以其它形式公开发表（安全评价技术研究成果除外）。

2 项目概况

2.1 建设单位和拟建项目概况

2.1.1 企业概况

企业原营业执照如下：

名称：龙陵县闽达科技实业有限公司

类型：有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资）

住所：云南省保山市龙陵县龙新乡黄草坝社区村民委员会新塘房

统一社会信用代码：91530523MACJKPN77L

法定代表人：陈杰华

注册资本：壹亿元整

成立日期：2023 年 05 月 15 日

经营范围：一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；有色金属压延加工；金属材料制造；非金属矿物制品制造；非金属矿及制品销售；金属材料销售；有色金属合金销售；稀土功能材料销售；货物进出口。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

2.1.2 项目简介

龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产项目于 2023 年 8 月 1 日在龙陵县发展和改革局取得了投资项目备案证（备案号[项目代码]：2308-530523-04-01-509558，建设地点：龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，主要建设内容：新建年产 15 万吨金属硅颗粒生产线，配套硅粉回熔炉(2 套)。总建筑面积 18000 平方米，

其中，建设标准化加工车间 5000 平方米、原料贮存车间 8000 平方米、仓库 5000 平方米等生产用房，以及供排水、供电、厂区道路硬化、绿化等附属工程。

2.1.3 项目建设的背景

我国正处于经济结构深度调整时期，战略性新兴产业对经济发展的支撑作用日益增强。目前我国战略性新兴产业呈现总量规模增长快、技术突破赶超快、具有优势的企业和行业发展进一步加速、产业集聚特色突出、国家和地方政策措施密集出台、融资环境有所改善的总体态势，但仍存在研发投入需增加、资金支持力度需加大等问题，同时八大细分产业发展各具特点。战略性新兴产业的发展，是重大科技突破和新兴社会需求二者的有机结合。在经济发展新常态下，战略性新兴产业将突破传统产业发展瓶颈，为中国提供弯道超车、在国际竞争中占据有利地位的宝贵机遇。

新材料产业是重要的战略性新兴产业，也是其他战略性新兴产业发展的基础。作为我国七大战略性新兴产业和“中国制造 2025”重点发展的十大领域之一，新材料产业被认为是 21 世纪最具发展潜力并对未来发展有着巨大影响的高技术产业。随着国民经济的持续稳定增长，经济转型对于新材料产业的需求将进一步增加，当前的世界，谁能在新技术及产品上发展更快，谁就能占领未来经济新增长的主动权。

随着国民经济和社会的发展，党中央、国务院已将经济的快速发展，转变为高质量有序发展，提出了“以人为本，全面协调可持续发展”的科学发展观，并作出“构建和谐社会”、“资源节约型、环境友好型社会”的决定。当前，云南省保山市经济进入了高质量发展阶段，正逐步融入“滇西经济圈”的发展大环境，龙陵县是滇西经济区

的重要增长极，是保山的硅基产业重镇，交通便捷，毗邻杭瑞高速，302 国道线穿越全境，大瑞铁路即将拉通。近年来，龙陵县把转型升级绿色发展作为工业发展的主线，以提高质量和效益为中心，以项目建设为抓手，有效推动传统工业转型升级绿色发展。

1) 项目建设符合《保山市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的要求。

《保山市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出：高举中国特色社会主义伟大旗帜，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，坚持以马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记考察云南重要讲话精神，全面贯彻党的基本理论、基本路线、基本方略，统筹推进“五位一体”总体布局，协调推进“四个全面”战略布局，贯彻新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，以改革创新为根本动力，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，统筹发展和安全，主动服务和融入新发展格局，高质量推进城市生态化、工业聚集化、农业规模化、旅游品牌化、发展数字化，全面建设滇西辐射中心、滇西工业重镇、滇西高原特色农业示范区、滇西世界健康生活目的地、滇西数字经济新高地，打造更好服务国家战略的新支点、支撑云南高质量发展的新引擎和引领滇西一体化发展的新典范。

突出工业主导地位，全力以赴抓集聚、促转型、提质效，推动优势产业、优势企业集约高效发展，调整优化工业产业布局，促进工业经济质量变革、能级提升，加快建成代表先进技术发展方向、体现高质量发展要求、竞争力影响力辐射力强的滇西工业重镇。以保山产业园区、龙陵产业园区、腾冲经济技术开发区为重点打造工业发展主引

擎、主战场，加快完善各县（市、区）产业功能区，引导工业项目按园区功能定位向“园中园”聚集。以“两型三化”为导向，引导特色优势产业补链延链强链，壮大硅基材料产业集群，引进发展石油炼化及下游配套产业，积极培育工业大麻产业，发展轻工纺织、食药产业、数字经济、绿色化建和电子信息及装备制造产业集群，建设知名度高、影响力大的滇西特色优势产业集群，全面建设滇西工业重镇。

2) 项目建设符合《龙陵县国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》的要求。

《龙陵县国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》提出：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻习近平总书记考察云南重要讲话精神，全面落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，统筹推进“五位一体”总体布局，协调推进“四个全面”战略布局，强化党的全面领导，坚持稳中求进工作总基调，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，服务和融入新发展格局，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，以改革创新为根本动力，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，深入实施生态立县、农业稳县、工业强县、文旅扬县、人才兴县、开放活县战略，统筹推进城市生态化、工业聚集化、农业规模化、旅游品牌化、治理现代化，不断巩固拓展脱贫攻坚成效，进一步夯实全面建成小康社会成果，加快实施乡村振兴战略，全面建设云南面向南亚东南亚辐射中心重要节点、云南绿色硅材产业先行区、云南高原特色农业品牌样板县、云南滇西边境旅游目的地、保山市域社会治理示范县，将龙陵建设成为支撑保山高质量发展的重要动力引擎，为与全国全省全市同步实现社会主义现代化打牢基础。

抓住全省打造绿色硅精深加工基地和保山建设全省水电硅材一体化产业示范基地机遇，依托龙陵良好的硅资源禀赋、工业硅产能和

绿色清洁能源优势，全力打造世界一流“绿色能源牌”，持续巩固和扩大清洁能源优势，优化供电结构，深入推进绿色能源战略与绿色先进制造业深度融合，在加快工业硅、单晶硅生产的同时，突破产业链薄弱环节，突出建链、补链、延链、强链“四个重点”，谋划发展光伏硅、有机硅及其他硅基配套产业，提升产业转移承接能力，形成硅基产业生态，吸引下游高附加值产业入驻龙陵，力争把龙陵建设成为全省绿色硅材产业发展先行区。到 2025 年，全县绿色硅材产业实现产值 106.1 亿元，其中硅基新材料产业产值达到 81.6 亿元，拉动实现工业总产值 200 亿元。

（1）夯实绿色硅材产业发展基础

依托硅矿和清洁水电资源优势，用好龙陵 30 万吨工业硅产能指标，统筹推进工业硅项目。全面淘汰工艺技术装备落后产能，依法依规关停布局不合理、资源能源消耗高、环保措施不到位、污染物排放连续不达标、安全质量不达标和木质炭消耗多的生产装备。

按“政府引导、市场运作”的原则，对全县现有的硅矿资源进行整合，引导硅资源向优势企业集中，通过优化资源配置、整合技术力量、打造统一品牌、整合销售渠道，有效降低企业生产成本、减少消耗排放，提高市场竞争力，夯实硅产业链条基础。

（2）全力打造绿色硅材全产业链

加快绿色硅材产业链龙头企业招商引资力度，突出打造硅光伏产业链，努力构建硅电子产业链，适时发展硅化工产业链，积极推进碳化硅产业链，全力打造绿色硅材加工产业体系。其中，硅光伏方面，在确保保山隆基 11GW 单晶硅棒项目正常运行的基础上，加快发展太阳能级多晶硅、单晶硅及“切片加工—电池组装—太阳能发电”等产业链项目；硅电子方面，重点构建电子级硅晶材料及切片等相关多元配套的多规格、全流程硅半导体及电子元器件产业链；硅化工方面，

依托化学级工业硅产业优势，适时发展有机硅单体材料，引进发展纳米级有机硅防水材料，积极构建从有机硅单体到终端加工应用的硅化工产业链；碳化硅方面，依托金属硅、硅渣或硅泥资源和清洁能源，适时发展碳化硅和以碳化硅为基础的碳化硅晶体、不定型新型耐火材料和碳化硅纤维等下游加工应用产业链，构建碳化硅产业集群。

（3）进一步优化绿色硅材产业布局

全力推进绿色硅材产业链向园区聚集。其中，以绿色硅材精深加工为主的单晶硅、多晶硅等新材料产业集群，重点布局到保山硅基产业园；以绿色硅材原料加工为主的工业硅、多晶硅等企业，重点布局在云南龙陵产业园区黄草坝片区。

（4）制定绿色硅材专项用电方案

推动水电产业和硅材产业深度融合发展，统筹考虑发电、电网、用电企业等多方利益及下游加工企业生产成本等因素，优化电力发、输、供、用各环节电价结构，千方百计降低各环节成本，制定出台绿色硅材一体化产业发展专项用电方案。引导电力企业同硅材企业达成长期供电合同，按照风险共担、利益共享的原则，积极推动建立硅材电价联动机制，鼓励采取参股等方式组成产业联盟。

（5）增强绿色硅材研发创新能力

发挥政府主导作用，完善以企业为主体、市场为导向、政产学研用相结合的绿色硅材加工一体化研发创新体系。瞄准世界一流水平，深化与国际国内高校、科研院所及知名企業合作，引进高水平专家和团队，组建水电硅材研发中心、生物制炭研发中心。加强物理法太阳能级硅材技术攻关，不断研发低成本新技术，加快研发成果转化和产业化，引领绿色硅材产业发展。

2.1.4 主要技术经济指标

主要建设内容：新建年产 15 万吨金属硅颗粒生产线，配套硅粉回熔炉(2 套)。总建筑面积 18000 平方米，其中，建设标准化加工车间 5000 平方米、原料贮存车间 8000 平方米、仓库 5000 平方米等生产用房，以及供排水、供电、厂区道路硬化、绿化等附属工程。

2.1.5 项目选址

项目建设地点选定于龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，土地使用权属龙陵县闽达科技实业有限公司，土地利用现状为工业用地。场地内及其附近不存在对工程安全有影响的不良地质作用，也没发现影响地基稳定性的古河道、沟浜、墓穴、防空洞等不利埋藏物，工程建设适宜性为较适宜。

2.2 地理位置、交通与周边环境

2.2.1 地理位置与交通

本项目位于龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，地理中心坐标为东经 $98^{\circ} 45' 36''$ 、北纬 $24^{\circ} 37' 48''$ 。所在区域交通运输便利，距离龙陵县县城约 10km，厂址西面紧邻 G219 国道，对原料、燃料及产品的交通运输都十分便利。项目交通地理位置见下图。



图 2-1 项目交通地理位置图

2.2.2 项目周边环境

本建设项目位于龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，西面为龙陵永隆铁合金有限公司二期，西北面为木材加工厂露天堆场，其他周边均为林地。厂址周围 500m 外无重点生态保护区，亦无可保护的文物、古建筑、地质遗迹，无受国家级和省级重点保护的珍稀和濒危物种，无国家重要设施如军事禁区、军事管理区。

项目周边环境位置情况见图 2-2, 周边设施防火间距详见 5.2.1。



图 2-2 拟建项目周边环境位置图 (为本项目建设区)

2.3 自然条件

由《龙陵永隆铁合金有限公司年产 5 万吨工业硅建设项目(二期)岩土工程勘察报告(详细勘察阶段)》(博文建设有限公司, 2023 年 3 月)及其他资料可知:

2.3.1 区域地质构造

龙陵县地处云南省西部横断山脉西南端、高黎贡山西麓坡阶地中的河谷地带。龙陵县属半山半坝县, 主要河流有龙川江, 区域上处于滇西经向构造体系。龙陵县地理坐标为东经 $98^{\circ} 25'$ 至 $99^{\circ} 11'$, 北纬 $24^{\circ} 07'$ 至 $24^{\circ} 50'$ 县域东西最大距离 64 公里, 南北最大跨度 78 公里。以东南西北为序。分别与施甸、永德、镇康、缅甸、芒市、梁河、腾冲、隆阳相接壤, 国境线全长 19.71 公里。龙陵县总面积 2884 平方公里。

根据《云南省山地城镇岩土工程导则》(试行)附图“云南活动断裂分布图”, 拟建场地 10km (红圈) 范围内分布的断层有渴马—曼乃街断裂 (F96) 1 条断裂控制。

渴马—曼乃街断裂 (F96): 该断裂带距拟建场地约 6.5km, 该

断裂为全新世活动断裂，并为发震断裂；按照《建筑抗震设计规范》（GB50011—2010）（2016 修）第 3.10.3 条规定：建筑结构的抗震性能化设计时对处于发震断裂两侧 10km 以内的结构，5km 以外宜乘以不小于 1.25 的增大系数。

2.3.2 气象及水文

1) 气象

龙陵县地处亚热带北缘，属亚热带季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，四季温和，干湿分明。夏秋季节主要受来自印度洋孟加拉湾西南暖湿气流及北部湾的东南暖湿气流控制，湿热多雨，降雨量充沛，每年 5-10 月为雨季，11 月到次年 4 月为枯季，全年平均气温见插图 3。冬春季节受北方冷气团控制，有冬无严寒且干燥少雨的气候特点。该地区年平均气温 14.7℃，最高气温 30.5℃，最低气温-4.2℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4639.7℃；年日照时数 2138.2h。多年平均降雨量 1750mm，年均蒸发量 1002.5mm，相对湿度 79%。主导风向西南风，8-9 月多北风，平均风速 2.3m/s，最大风速 18.7m/s。

2) 水文

龙川江是龙陵县境内一条主要河流，水能资源丰富，发源于云南省保山市西北部和怒江傈僳族自治州南部交界的高黎贡山，河源海拔约 3400m，干流总长约 312km，流域面积约 10820 平方千米，江面宽 40-300m，天然落差 2600 多米，属伊洛瓦底江水系，是伊洛瓦底江东岸一级支流，常年平均水量约为 90 万立方米，流经腾冲县、龙陵县和潞西市等 10 多个乡镇，在潞西市西南部与芒市河汇合后称为瑞丽江；龙川江是云南省最靠近印度洋的地区之一，夏秋两季深受印度洋西南季风的影响，年降雨量最多可达 3000mm 以上，一般降雨量在 2000mm 上下，还有少量的降雨量来自北部湾。

由于距拟建场地较远及周围 200m 范围内无河流冲沟分布，对拟建工程不构成洪水危害。

2.3.3 场地地形、地貌

拟建场地所处位置属高中山地貌，缓坡地形，原为缓坡山体，经人工对顶部削除后，形成平台。平台现较为平坦、开阔。整个项目地面标高介于 1832.367~1834.676m，高差约为 2.309m。

2.3.4 不良地质作用及地质灾害

根据地面调查和钻探揭露本场地未发现岩溶、采空塌陷、地面裂缝与沉降等不良地质作用和地质灾害，但拟建场区内存在场地整平形成的陡坎、边坡，陡坎、边坡受环境影响可能发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，综合分析场区存在影响场地稳定性的其他地质条件，场地稳定性差。

2.3.5 地勘结论

1) 拟建场地所处位置属高中山地貌，缓坡地形，原为缓坡山体，经人工对顶部削除后，形成平台。平台现较为平坦、开阔。整个项目地面标高介于 1832.367~1834.676m，高差约为 2.309m。

2) 本工程揭露深度范围内分布的岩土层为第四系全新统人工填土 (Q4ml) 人工填土层，第三系半成岩 (N) 砂岩，地基土均不具膨胀性。场地地层情况见前述第 2.5 节。

3) 本工程重要性等级为二级，场地的复杂程度等级为二级场地 (中等复杂场地)，地基的复杂程度等级为二级地基 (中等复杂地基)，根据本工程建筑规模、场地、地基复杂程度以及破坏后果严重程度划分，本工程岩土工程勘察等级为乙级。

4) 场地内及其附近不存在对工程安全有影响的不良地质作用，也没发现影响地基稳定性的古河道、沟浜、墓穴、防空洞等不利埋藏

物，建筑地段划分为建筑抗震不利地段，场地稳定性差，工程建设可能诱发次生地质灾害，采取一般工程防护措施可以解决，治理简单，岩土种类较多，不均匀，地下水对工程建设影响较小，地表排水条件尚可，综合评价，工程建设适宜性为较适宜。

5) 拟建场地空中无架空输变电线路，地下未发现给排水和天然气管道等地下设施，拟建场地周边无临近道路和河堤挡墙构筑物影响。

6) 本工程建筑抗震设防分类划分为丙类（标准设防类），据此本工程应按不低于本地区抗震设防烈度的要求采取抗震措施，并应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用。

7) 拟建场地区抗震设防烈度为 8 度，设计地震加速度值为 0.30g，地震加速度反应谱特征周期为 0.45g，设计地震分组为第三组。拟建场地宜划为对建筑物抗震不利地段。

8) 场地整平后回填土较厚区域地段场地土类型划分为中软土，场地整平后回填土较薄区域地段场地土类型划分为中硬土，30.0m 范围内未揭露基岩，综合分析，场地类别宜划分为Ⅱ类。

9) 拟建场地内无分布有饱和砂土、可震陷软土，可不考虑地震液化、软土震陷影响。

10) 场地内无影响工程建设的地表水体。地下水对砼结构，对钢筋砼结构中的钢筋及钢结构具微腐蚀性。

11) 场地土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

2.4 总图布置

根据本项目的工艺特点、物料流程并结合场地现状以及地质条件等进行总平面布置。

1) 建筑设计

建筑设计在满足工艺和使用的前提下，尽量做到技术先进、经济实用、布局合理，使之成为有特色的建筑群。建筑耐火等级Ⅱ级。

(1) 屋面：

屋面均采用无组织排水，屋面防水采用刚性防水。屋面预留孔洞均考虑泛水设计。钢结构建筑屋面采用钢结构屋面板做 1:3 彩钢瓦屋盖。

(2) 楼面、地面：

对于混凝土楼面、地面，要求楼面板、地面混凝土一次压实、找平、抹光。当有洁净要求时建筑做地砖楼面、地面，并做相应材料踢脚板。

(3) 顶棚：

辅助建筑板底补缝，刮平，喷白浆。车间集中控制室做吊顶。

(4) 墙面：

辅助建筑内墙面喷白，电气控制室等做乳胶漆内墙，其余水泥砂浆抹面，外墙面喷浅色涂料。

(5) 门窗：

电气控制室等用塑钢门窗，其余均做钢门窗及预制花栏片。

(6) 楼梯类型：

电气控制室楼梯及车间主要楼梯采用钢筋混凝土楼梯，其余楼梯采用钢梯，钢栏杆。

(7) 墙体材料：

一般采用轻型砌块等新型墙材。

(8) 地坑、地槽：

一律做钢筋混凝土地坑、地槽，防水方面主要考虑做防水层。

(9) 楼梯、栏杆：

一般采用钢梯、钢栏杆,楼梯最大坡度为 45°,梯宽 700~900mm。

2) 结构设计

(1) 基础工程

本项目场地对于框架和排架结构的建构筑物可采用柱下独立基础。砌体结构采用墙下条形基础。对于圆形筒仓结构,烟囱等采用钢筋砼环形或筏板基础。

(2) 结构选型

1、厂房

厂区主要车间以钢结构为主,现浇混凝土为辅,一般建筑物就地取材,方便施工,采用砖混结构。

2、原料堆棚下部采用钢筋混凝土基础,上部采用大跨度钢结构网架,彩钢屋面。

3、辅助建筑

控制室、配电间等辅助车间采用砖混结构。

3) 总图布置

新建项目自北向南分布磨粉车间、原料仓库(洗精煤库、木片库)、中频炉厂房、原料仓库。

项目厂区清晰平面布置图见后附件,依据规划总平面布置图(中盛弘宇建设科技有限公司),内部防火间距详见 5.2.2。

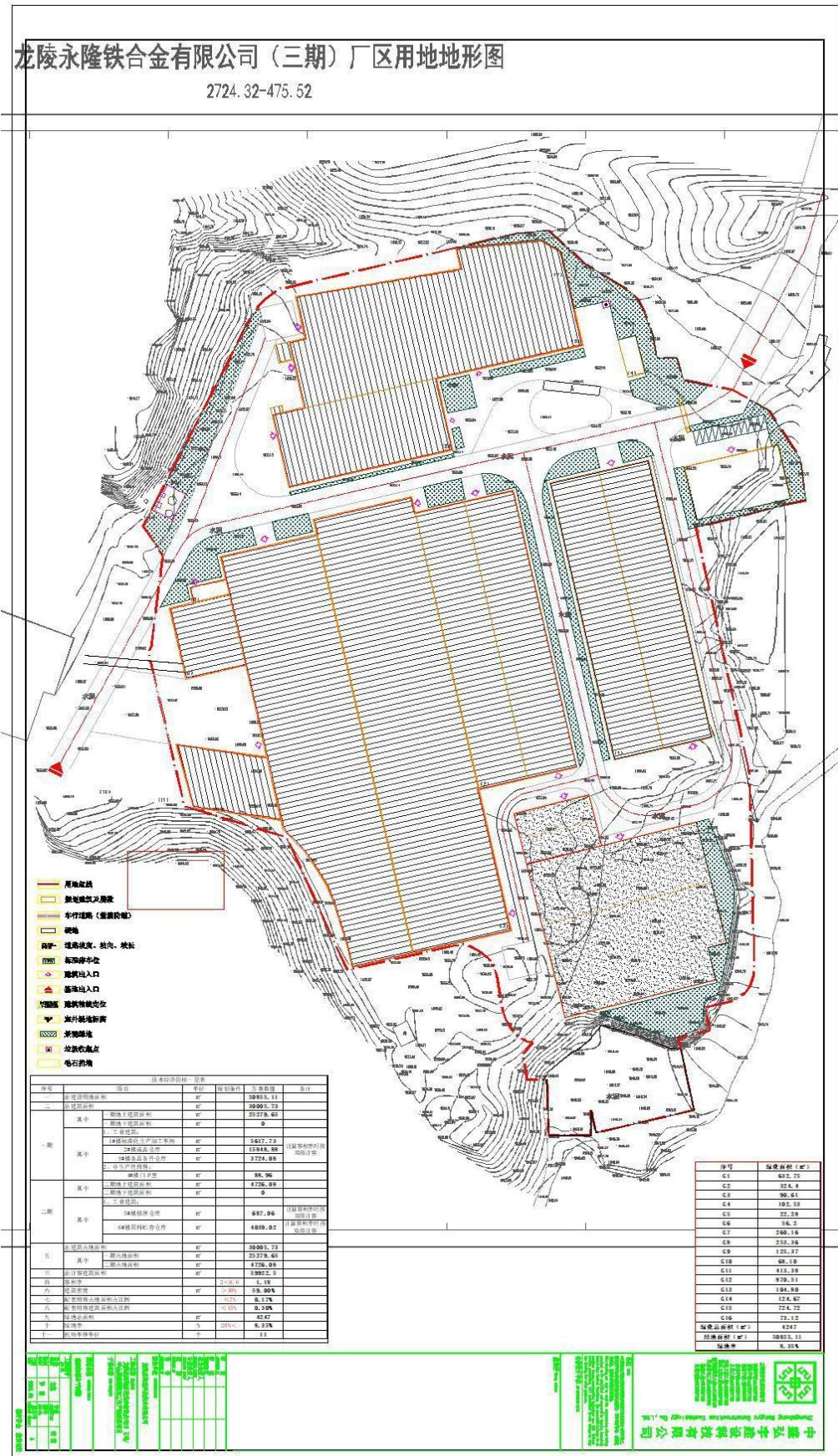


图 2-3 拟建项目总平面布置图

2.5 原辅料及产品方案

2.5.1 原料、辅料

拟建项目周边分布着较多工业硅生产企业，保山市年产工业硅扣除永昌硅业公司尚有 30 万吨，年产硅渣约 4 万吨，且公司周边龙陵县分布着 5 家硅冶炼生产企业，工业硅产能约 5 万吨，年产硅渣约 1 万吨。项目在回收处理永隆公司自产硅渣的同时，所需原料可来自于周边硅冶炼生产企业，且交通便利，运输距离较近，为公司低成本采购硅渣资源提供了便利条件。

2.5.2 产品方案

拟建项目金属硅颗粒生产能力共计 15 万吨/年。中间产物有部分硅微粉。

2.6 工艺流程

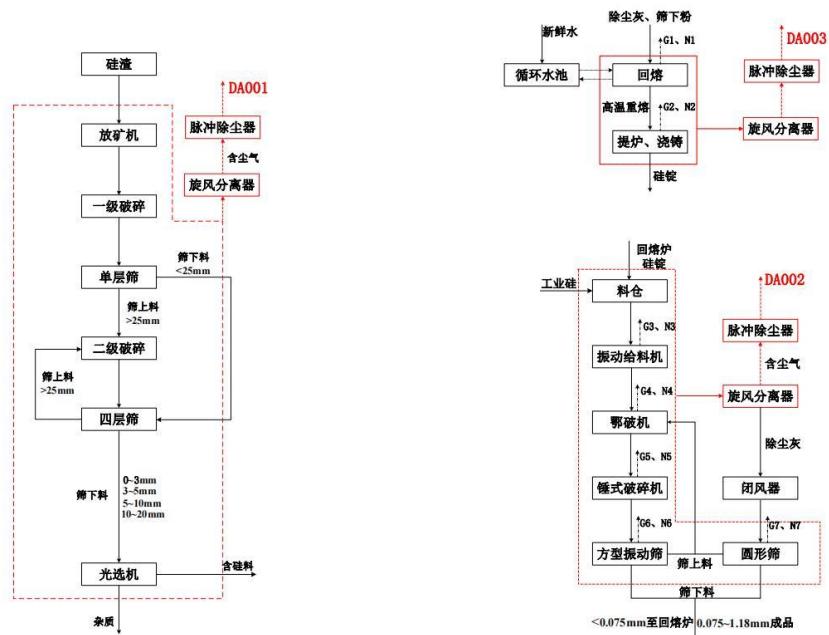


图 2-3 工艺流程图

2.7 主要设施、装置、设备

2.7.1 主要生产设备

表 2-2 主要设备一览表

序号	设备名称	单位	数量
1	熔炼设备		
1. 1	中频炉及配套设备 (6t)	套	2
1. 2	厂内运输专用工具	套	4
1. 3	全自动配料\上料\加料系统	全部	1
1. 4	单梁行车 (10 吨)	台	4
1. 5	SCS-150T 地磅 (150 吨)	台	1
1. 6	电子地磅 (4 吨)	台	2
1. 7	电子秤 (8 吨)	台	2
1. 8	高压输电线路 (110KV)	km	1
1. 9	动力变压器 (1600/10)	台	1
1. 10	总降变压器 (8000/110)	台	1
1. 11	电炉短网	套	2
1. 12	高低压开关柜	套	2
1. 13	开关柜备用手车	台	1
1. 14	控制屏	台	1
1. 15	保护屏	台	1
1. 16	电磁屏	台	1
1. 17	电炉控制台	台	1
1. 18	低压配电屏	台	18
1. 19	动力配电箱\开关箱\端子箱	全部	1
1. 20	照明装置 (220V/380V)	全部	1
1. 21	厂内供用电系统 (380V)	全部	1
2	金属硅颗粒生产系统		
2. 1	振动给料机 (功率 0.5kW)	台	8
2. 2	破碎机 (功率 22kW)	台	8
2. 3	锤式破碎机 (功率 30kW)	台	8
2. 4	烟气净化除尘及硅尘回收系统 (功率 5.5kW)	套	8
2. 5	除铁器 (功率 1.5kW)	台	8
2. 6	粉碎主机 (功率 15kW)	台	8
2. 7	细粉斗式提升机 (功率 3kW)	台	8
2. 8	除铁器 (功率 0.55kW)	台	8

2.9	振动给料机 (功率 1.5kW)	台	8
2.10	方形摇摆筛 (功率 5.5kW)	台	8
2.11	圆形筛 (功率 3kW)	台	8
2.12	微硅粉收集箱体	套	2
2.13	成品斗式提升机 (功率 3kW)	台	8
2.14	石墨破纤袋	条	9600
2.15	吊挂装置	套	10000
2.16	卸灰振动 (功率 0.55x2kW)	台	8
2.17	螺旋输送机 (功率 2.2kW)		8
2.18	闭风器 (功率 1.5kW)	台	8
2.19	反吸三通阀	个	80
2.20	吸烟风机 (37kW)	台	8
2.21	变频起动机	台	8
3	辅助生产设备		
3.1	循环水泵 (一备一用, 15kW)	台	2

2.7.2 特种设备及强制检测设备

1) 特种设备

表 2-3 特种设备一览表

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	厂内运输叉车	套	/	
2	储气罐	个	/	按照特种设备 进行管理
3	冶金单梁行车	台	/	
4	单梁起重机	台	/	

2) 强制检测设备

本项目涉及的强制检测设备包括安全阀、压力表、电工专用工具及防雷防静电装置。

2.8 公用工程及辅助设施

2.8.1 道路及运输

厂内道路采用混凝土路面结构, 主道路路面宽 7m, 以满足厂内物料运输、设备检修及消防的需要。各主要建构筑物一侧或两侧均设有道路, 各主要车间设计了车间引道, 使车辆可以

顺利的进入各车间，以满足设备检修及消防安全的需要。车间内部检修道路面宽 4m。

2.8.2 采暖通风与空调

1) 采暖

本项目所在地属于非采暖地区，不设采暖。

2) 通风

(1) 本项目局部散发粉尘的地点，采取有组织的自然通风或机械通风。

(2) 本项目配电室等有余热和厕所等有有害气体的房间设置机械通风装置。

3) 空气调节

(1) 根据生产工艺及设备的要求，对化验室设恒温恒湿空调，保证达到恒定温、湿度的要求。

(2) 对控制室等需要空气调节的场所设置分体空调。

2.8.3 给排水工程

1) 给水设计

(1) 水源

项目生产生活用水水源由园区自来水供水管网提供，水质好，能满足建厂后生产和生活用水。

(2) 蓄水

在厂区附近适当位置新建一座 300m³ 循环水池，采用水泵加压使其压差满足新建生产用水之需。

(3) 输配水

生产线各用水点均采用单线枝状配水管网，流速在 0.78~1.61m/s 之间，并把生产和厂区生活用水管道分开。

(4) 消防

根据国家现行《建筑设计防火规范》的有关规定，按工厂生产规模，占地面积及区域内人数计算，厂区同时发生火灾次数为 1，生产类别为乙级，各建筑物耐火等级为二、三级，生产车间需设室内消火栓，并在建筑物内部配置一定数量的灭火器。在厂区室外，设置 SS100-10 型室外地上式消火栓，消火栓相邻间距不超过 120m，保护半径为 120~150m；

此外，再配备两台 BJ20 型手抬式机动消防泵，以便失火时加压灭火。

厂区消防均为低压制，采用生产、生活与消防合流的供水系统。

(5) 水压

利用循环水泵升压，满足生产用水水压要求；主要生产车间进水压力不低于 0.2MPa，辅助车间不小于 0.15MPa，设备进口处不小于 0.1MPa，最不利点的消火栓出口压力不低于 0.1MPa.

(6) 水质

生产用水水质应达到下列要求：

- 1、碳酸盐硬度 \leqslant 80~250mg/L（以 CaCO₃ 计）；
- 2、PH: 6.5~8.5；
- 3、水温 \leqslant 30℃；
- 4、悬浮物 \leqslant 20mg/L。并满足水质稳定的要求。

生活用水水质应符合国家《生活饮用水卫生标准 GB5749-2022》的要求。

(7) 管材选用

凡管径 \geqslant DN100mm 时，均采用普压给水承插铸铁管；凡管径 \leqslant DN80mm 时，均采用热镀锌钢管。

(8) 循环供水系统

本着合理开发和利用水资源，节约用水及减少排放的原则，新建生产线对所有的设备冷却水采用循环给水和回水系统，以提高水的复用率，拟建一座循环泵站，建冷、热水池各一座，为确保冷却效果，系统中设置低噪声玻璃钢冷却塔；为改善循环水质，还考虑加氯机、加药设备及旁滤装置，设置隔油池一座。

（9）用水量

根据生产规模及生产工艺要求，本项目用水量为：

1、生产用水量： $2,880\text{m}^3/\text{d}$ ，主要为冷却用水，采用循环水系统，循环利用率 95%，每天应补水 $144\text{m}^3/\text{d}$ 。

2、生活用水量：用水定额为 $110\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，生活用水量为 $2.53\text{m}^3/\text{d}$ 。

3、消防用水量：室内外消防用水按 $15\text{L}/\text{s}$ ，火灾延续时间按 2 小时计算，则消防用水量为 $108\text{m}^3/\text{次}$ 。

4、浇洒道路及绿化用水量此部分用水量为 $19.96\text{m}^3/\text{d}$ 。

5、其它用量

按照规范的范围取值，该水量为生产用水量、生活用水量、消防用水量、浇洒道路及绿化用水量之和的 10%，即 $27.45\text{m}^3/\text{d}$ 。

6、总用水量

上述各项之和（（3）项不计）为总用水量，共计 $193.94\text{m}^3/\text{d}$ 。

2) 排水设计

（1）厂区生产排水

本工程无生产污水排放

（2）厂区生活污水

这部分污水主要来源于食堂、宿舍、浴室、厕所及其它附属设施，仅部分污水需经污水处理站进行处理。本工程污水排放量为 $2.15\text{m}^3/\text{d}$ ，设置一座污水处理站，中水处理设施由建设方委托厂家二次设计。

(3) 排水方式

厂区排水采用沟管结合的方式，生活污水和有杂质的生产废水合流进入污水处理站，雨水直接排放。沟体用毛石或砖砌筑，当穿越车辆行驶的道路时，均使用重型钢筋混凝土排水管，厂内道路两旁的排水沟一般都加盖板。

2.8.4 电气及生产过程自动化

1) 供配电

(1) 供电电源

本项目供电电源采用 110kV 线路供电，由保山电网龙陵供电局大坪子 1#、2#出线回路引入，供电有保障，能够满足本项目的用电需求。

(2) 无功补偿

在配电室低压侧 (0.4kV) 母线上装设自动投切低压电容器补偿装置，使变压器高压侧功率因数能达到 0.92 以上。

(3) 用电电压

- 1、受电电压 110kV；
- 2、高压受电电压 10kV；
- 3、中频炉配电电压 660V；
- 4、低压配电电压 400V；
- 5、低压电动机电压 380V；
- 6、照明电压 220V。

(4) 用电负荷

本工程 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目，用电负荷估算结果如下：

- 1、装机容量 7216.40kW；

- 2、计算负荷 3904.62kW；
- 3、年用电量 2336.91 万 kWh；
- 4、单位产品综合电耗 155.79kWh/t；

（5）降压变压器及其配电系统

根据负荷分布情况，本项目配置 1 台 110/10-8000kVA 总降变压器、1 台 10/0.4-1600kVA 变压器及新建配电室。0.4kV 系统为单母线不分段运行方式。

（6）低压配电系统

变电所内低压电源用铜芯电线放射式配电给各设备电控柜，再各设备电控柜由放射式配电给各用电设备。

各设备电控柜随国内或国外设备配套提供。

（7）厂区防雷和接地

变配电所 10kV 电源架空进线处设置氧化锌避雷器防止雷电波引入。

厂区建构筑物按第三类工业建构筑物进行防雷设计。

低压系统采用接零保护。在 10kV 变配电所和车间控制室周围，均设接地装置，并由此组成接地系统。接地系统应充分利用自然接地装置，车间防雷接地装置和电气设备等接地装置共用，视实际情况各单位接地装置可相互连通。各车间正常不带电的电气设备外壳接零保护与此接地系统相连接。各类电气装置接地电阻按满足有关规程及设备特殊要求取值。

2) 车间电力拖动及控制

（1）控制水平及控制方式

1、根据生产工艺的特点，国外引进设备和国内配套设备均采用 DCS 自动控制。

2、控制方式分为集中与机旁两种方式。机旁设有检修、调试、

紧急停车用的控制按钮以确保设备和人身安全。

3、根据工艺设备需要，设置必要的联锁，以防止误操作及物料堵塞，避免扩大事故。

4、对有生产联系的控制室（点）间采用声光联络信号。

5、对于皮带机设备应设置紧急停车按钮，以便于发现设备异常时，沿皮带机全长各处均可以停机。

（2）控制设备选择

设备控制柜采用随设备成套的 PLC 电控柜。

（3）车间电气线路

1、电力配电采用放射式配电。电力线采用铜芯塑料电线。

2、控制线采用铜芯塑料控制电缆。

3、主要车间电线敷设采用电缆沟或电缆桥架，以及穿钢管敷设方式。其它车间采用穿钢管敷设方式。

（4）照明

1、车间照明以一般照明为主，局部照明为辅。各厂房采用电光源以白炽灯或高压钠为主的工厂照明灯具，控制室和办公室采用荧光照明灯具，厂区道路采用高压汞灯照明灯具。

2、各车间设置照明配电箱，其电源由变配电所内配电屏提供。

车间内照明线路采用铜芯塑料电线，穿钢管敷设。厂区路灯采用集中控制。

（5）线路及接地

线路敷设在电缆沟或有盖的电缆桥架内，并尽可能与电力电缆分设，但条件并不具备须靠近电力线路敷设时，用隔板隔开，出电缆沟或电缆桥架后穿钢管敷设。

控制柜内设屏蔽接地母线，电缆屏蔽在柜一端接至柜内屏蔽接地母线上（其它地方不再接地），再通过电缆与专用的屏蔽接地装置连

接。

仪表箱盘金属外壳单独接至电气保护接地母线上。

2.9 组织机构及劳动定员

2.9.1 组织机构

1) 项目的运营机构设置

本项目劳动组织与运营管理实行总经理负责制。在机构设置和人员配置上，坚持精简原则，加强生产、营销一线指挥管理；以现代企业管理理念，合理设置企业内部科室，确定岗位职能；引进国、内外先进企业管理经验，采取激励机制，将员工绩效与公司文化相融合，实现企业价值与员工价值双赢。本项目组织机构设置见下图：

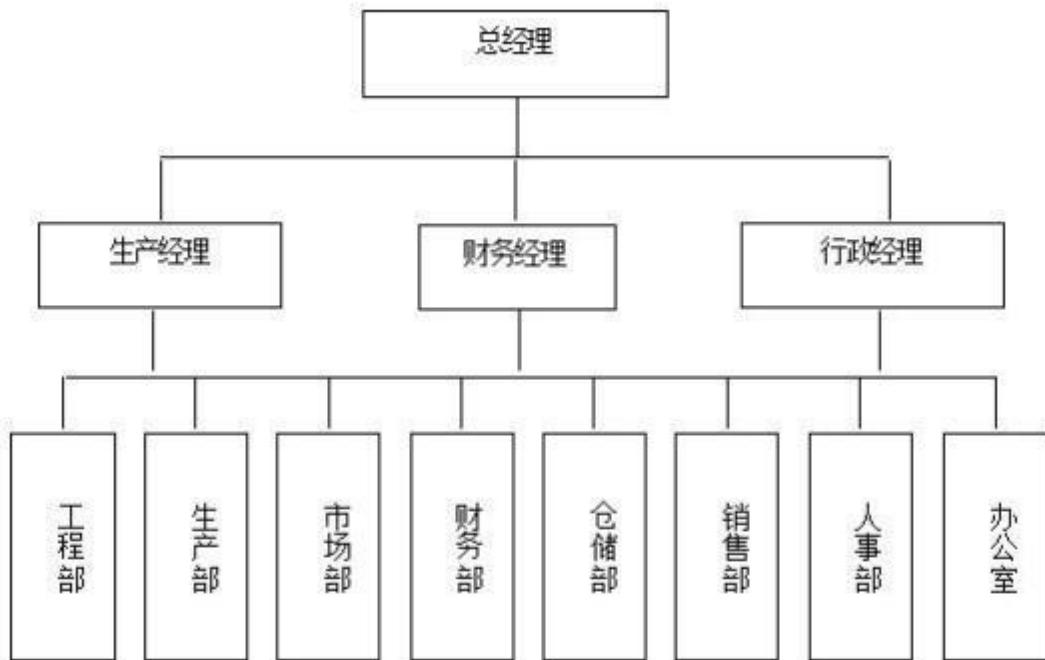


图 2-4 组织机构设置图

2) 各机构主要职责

- (1) 工程部：负责企业的工程建设、管理流程维护。
- (2) 生产部：负责企业生产管理；负责生产计划编报、统计；负责生产技术培训工作，提高业务技能；负责生产技术资料的收集、

整理、归档；完成企业安排的生产工作任务。负责日常管理维护、技术培训等工作。

（3）市场部：负责做好市场调查、分析和预测工作。做好市场信息的收集、整理和反馈，掌握市场动态，积极适时、合理有效地开辟新的经销网点，努力拓展业务渠道，不断扩大公司产品的市场占有率等。

（4）财务部：负责企业财务工作，严格执行企业财务制度，加强生产成本核算，做好企业资金管理。

（5）仓储部：负责企业原材料、产成品的存放、管理、收发等工作，严格做好防火、防损、防盗设施工作。

（6）销售部：坚持市场导向、效益优先原则。销售管理方面主要根据现代企业市场营销的需要，加强销售队伍和市场网络建设，充分利用包括 Internet 在内的现代媒体，建立多层次、多渠道的市场信息网络和产品销售渠道，利用资源优势不断扩大销售市场。

（7）人事部：负责企业的行政工作，协调与政府、企业各部门的合作关系，为企业生产及其经营提供优质服务平台；负责企业人才招聘、考核、培养、调拨等人事管理，为企业发展提供人才保障；负责企业餐饮、生活福利协调、卫生、保卫等后勤工作。

（8）办公室：担负着企业主要的质量职责、研究制定企业的质量方针、制定实施质量目标、组织建立健全质量体系、组织实施产品生产。主要制定质量方针政策和参与领导质量管理，必须对产品直接负责，必须干预所有与产品质量有重大关系活动。

2.9.2 人力资源配置

本项目根据实际需要，按照高层管理人员与技术人员、工人科学合理组合的方式进行人力资源配置。需劳动定员 23 人，其中：管理

人员 3 人、技术人员 5 人、一般职工 15 人。

企业工作制度，根据具体情况，年工作日为 310 日，实行四班三运转，24 小时生产。工作制度为每人每周工作 5 天，每天工作 8 小时。管理部门及后勤保障部门，采用白天五天工作制。

2.9.3 人员来源及培训

1) 人员来源

龙陵县闽达科技实业有限公司主要是招收当地人员或部分企业职工以及大中专毕业生。同时加强人力资源管理，适时引进各类专业技术人才和管理人才，增强企业人才实力。

2) 人员培训

(1) 前往类似工厂的生产现场和设备制造现场，通过实习培训生产、维修和管理人员，部分生产维修人员可参加本项目施工现场的施工、设备安装、调试、运转。

(2) 在厂区举办各种类型的培训班，按照生产和业务工作的具体内容，分专业、分工种进行培训。培训计划；每年针对人员的情况和操作情况以及工种区别制定培训计划，安排培训和学习。

(3) 对企业专业技术人员、高层管理人员，采用定期和不定期进行在岗培训和送往大专院校进行在职培训；建立完善的技术培训申请、培训登记、培训成绩考核、证书发放等系列培训制度；鼓励、提倡员工自修、进修及企业择优保送培养，以提高企业人员整体素质，确保人才实力。

(4) 新招聘入厂的职工都必须进行厂规、厂纪及安全生产常识的教育，尤其是消防安全生产常识的教育，还必须熟悉《劳动法》的基本条款。工厂管理人员必须贯彻执行《劳动法》以保障工人的合法权益和国家企业的正当利益。

2.10 安全生产管理

2.10.1 安全管理机构

拟建项目按照国家有关安全管理法律法规的要求，设置由厂长直接领导的安全管理机构，企业设置安全管理机构配备 1 名专职的安全管理人员，并在各职能科室、车间设置兼职的安全管理人员 5 人，建立安全管理机构、应急救援机构的安全管理网络。

安全管理机构负责全厂的日常安全管理工作。主要职责是：贯彻执行国家有关安全生产法律法规；制订厂安全生产规章制度；审核修订设备安全技术操作规程和事故应急救援预案；做好“新改扩”工程安全及“三同时”工作；组织开展员工安全教育工作，做好特种作业人员持证上岗和特种设备定期检验工作；组织安全生产大检查；掌握安全生产动态，编制安全工作计划，总结全厂安全工作。

2.10.2 安全生产责任制

建立总经理、主管安全的生产经理、安全管理机构负责人、专职安全管理人员、各车间、工段或班组负责人、兼职安全管理人员、各岗位操作人员的安全生产责任制。实行安全生产各级首长负责制，总经理对安全生产目标全面负责，主管安全的生产经理对安全工作具体负责，其它各级领导以“谁主管、谁负责”的原则，实行分工管理。安全管理工作在党、政、工的积极配合下，以安全管理机构为龙头，全员齐抓共管，建立一个专管与群管相交织，横到边、纵到底的安全管理网络保障体系。

2.10.3 安全生产规章制度

安全生产规章制度是国家安全生产法律法规的延伸，也是单位贯彻执行法律法规的具体体现，是保障职工人身安全健康以及财产安全的最基本的规定。建立安全教育培训制度、安全生产检查制度、安全

检修管理制度、劳动防护用品发放和使用制度、用电管理制度、设备管理制度、各种设备设施的使用、维护、保养、检修制度、危险化学品安全管理制度、事故应急救援管理制度、危险场所安全管理制度、仓库安全管理制度等。

在不断提高职工安全意识和技能的同时，逐步树立全员的安全生产法制观念。以日常安全管理考核为手段，不断强化和完善安全生产基础管理，以查隐患，突出安全生产预防为主，督促事故隐患整改，以强制执行安全规章制度为主线，规范安全生产作业行为。做到“居安思危，常抓不懈”，使安全生产保障体系进一步完善。

项目进行如下的安全生产教育：

1) 入厂安全教育：新入厂人员均须经过厂、车间(科)、班(工段)三级安全教育。

2) 厂级教育(一级)。由劳动人事教育部门组织，技术、安环部门实施。教育内容包括：党和国家有关安全生产的方针、政策、法规、制度及安全生产重要意义，一般安全知识，本厂生产特点，安全注意事项等知识，经考试合格方准分配到车间、科。

3) 车间级教育(二级)。由车间主任组织，安全员实施完成。教育内容包括：车间生产特点、工艺流程、主要设备的性能，安全技术规程和制度、防尘防毒设施的使用及安全注意事项等，经考试合格方能分配到工段、班组。

4) 班组(工段)级教育(三级)。由班组(工段)长负责完成，教育内容包括：岗位生产任务、特点、主要设备结构原理、操作注意事项、岗位责任制、岗位安全技术规程、事故案例及预防措施、安全装置和工(器)具、个人防护用品、防护器具和消防器材的使用方法等。经考试合格方准上岗作业。

项目进行如下的安全管理体制：

1) 三级安全教育：新入厂人员经过厂、车间(科)、班(工段)三级安全教育，经考试合格方准上岗作业。

2) 日常安全教育：各单位定期和不定期开展安全活动，班组(工段)安全活动每周活动一次，车间每月活动一次进行经常性的安全思想上、安全技术和遵章守纪的教育。

3) 特殊安全教育：特殊作业人员按国家经贸委 99 年第 13 号令《特殊作业人员安全生产技术培训考核管理办法》的要求进行安全技术培训考核，取得特种作业证后方可从事特种作业。

2.10.4 安全生产操作规程

建立生产中各岗位安全操作规程，规程中明确本岗位工作职责、权利和义务，岗位工作人员应当了解和掌握国家有关法律、法规、规范，岗位工作中所涉及的材料、设备、仪器等相关安全知识，岗位必须具备的工作条件(包括人员资质、工作环境、工作场所、个人防护等)，岗位的工作程序(包括可能出现的异常情况及应急处理程序)。

2.10.5 事故处理及应急措施

建立事故应急救援预案，应急救援预案中有应急救援指挥部的组成、事故抢险和控制措施、人员和器材的使用分配、安全区、逃生路线及逃生方法、参加人员和部门的职责分工及第一责任人、升级事态及应采取的技术措施和人员救生措施、后勤保障设施和人员的到位、统一指挥的应急行动计划、培训和演练计划。

组成事故应急救援指挥部，指挥部总指挥由总经理担任，指挥部成员包括具备完成某项任务的能力、职责、权力及资源的厂内生产、设备、消防、医疗的人员，指挥部成员直接领导下属急救专业队(通讯、治安、抢险、医疗救护、后勤保障等各分队)，由总指挥协调各专业队之间的工作。

2.10.6 劳动防护用品

根据各车间工艺生产特点, 给生产工人配备不同的劳动防护用品
详见下表。

表 2-5 生产工人配备的劳动防护用品

序号	生产工人	配备劳动防护用品
1	产生粉尘场所操作工人	防尘口罩、护目镜等
2	炉前、出硅、浇铸操作工人	厚底皮鞋、棉帆布工作服、护目镜等
3	工业硅破碎操作工人	防尘口罩、手套、护目镜等
4	电气设备操作工人	绝缘鞋、绝缘手套等
5	水泵房、空压机房操作工人	隔声耳罩、耳塞、防声棉等

根据工人身体情况安排工作岗位, 女工不安排在不适宜女性生理
特点的岗位工作。

3 危险、有害因素辨识与分析

3.1 辨识和分析的依据

- 1) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441—1986)
- 2) 《危险化学品目录》(2015 版, 2022 年修订)
- 3) 《国家重点监管危险化学品名录》(2013 年完整版)
- 4) 《重点监管危险化工工艺目录》(2013 年完整版)
- 5) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)
- 6) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861—2022)

3.2 危险、有害因素产生的原因

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。有害因素则是指能影响人的身体健康、导致疾病, 或对物造成慢性损害的因素。因此, 危险、有害因素通常主要是指客观存在的危险、有害物质或能量超过临界值的设备、设施和场所。

所有危险因素, 尽管有各种各样的表现形式, 但从本质上讲, 之所以能造成有害的后果, 都可归结为存在能量、有害物质和能量、有害物质失去控制两个方面因素的综合作用, 并导致能量的意外释放和有害物质的泄漏、挥发的结果, 因此, 存在能量、有害物质和能量、有害物质失去控制是危险因素产生的根本原因。

1) 运行失控及设备故障

运行失控指的是装备运行过程中偏离或超过了正常的工艺技术条件, 出现危险状态。故障是指设备、元件等在运行过程中由于性能低下而不能实现预定功能的现象。在生产过程中运行失控故障的发生是可能的, 故障具有随机性和突发性, 故障的发生是一种随机事件; 造成故障发生的原因很复杂(如设计、制造、磨损、疲劳、老化、检查和维修保养、人员失误、环境、其它系

统的影响等），但故障发生的规律是可知的，通过定期检查、维修保养可使多数故障在预定期间内得到控制（避免或减少）。

2) 人员失误

人员失误泛指不安全行为（指职工在劳动过程中违反劳动纪律、操作程序和方法等具有危险性的做法）中产生不良后果的行为，包括误操作、违反操作规程、判断错误、擅自脱岗、思想不集中、发现异常现象不知如何处理等。人员失误在生产过程中是可能发生的，它具有随机性和偶然性，往往是不可预测的意外行为；影响人员失误的因素很多，但发生人员失误的规律和失误率通过大量的观测、统计和分析是可以预测的。

3) 管理缺陷

安全管理是为保证及时、有效地实现既定的安全目标，是在预测、分析的基础之上进行的计划、组织、协调、检查等工作，是预防故障和人员失误发生的有效手段，因此，管理缺陷是影响运行失控发生的重要因素。管理缺陷包括：没有制定完善的安全操作规程；对安全漠不关心，已发现的问题不及时解决；没有严格执行监督检查制度；指挥错误，甚至违章指挥；让未经培训的工人上岗，知识不足，不能判断错误；检修制度不严，没有及时检修已出现故障的设备，使设备带病运转。因此建立健全各项安全管理制度，并在实践中不断完善落实是保证安全经营的重要手段。

3.3 主要危险、有害物质的特性及危险性

3.3.1 主要危险、有害物质辨识

本项目涉及的主要物料如下：

1) 原料：金属硅、筛下粉

- 2) 产品、副产品：金属硅、微硅粉
- 3) 其他物料：电炉烟气 (SO₂)、高温熔体、高温熔渣、润滑油、变压器油、压缩空气、氧（压缩的或液化的）、乙炔、脱硫工序使用的氢氧化钠、生石灰等，装载机或叉车使用的柴油、变电站隔离开关使用的灭弧绝缘气体 SF₆ 等。

3.3.2 危险化学品辨识

1) 危险化学品

依据《危险化学品目录》（2015 年版，2022 年修订）判定可知，龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目生产过程中涉及的主要物料中属于危险化学品的有：

- (1) 氧（压缩的或液化的）：其序号为 2528，CAS 号为 7782-44-7；危险性类别为：氧化性气体，类别 1；加压气体。
- (2) 乙炔（别名：电石气）：其序号为 2629，CAS 号为 74-86-2；危险性类别为：易燃气体，类别 1；化学不稳定性气体，类别 A；加压气体。
- (3) 氢氧化钠：别名苛性钠；烧碱，其序号为 1669，CAS 号为 1310-73-2；皮肤腐蚀/刺激，类别 1A；严重眼损伤/眼刺激，类别 1。
- (4) 二氧化硫（别名：亚硫酸酐）：其序号为 639，CAS 号为 7446-09-5；危险性类别为：加压气体；急性毒性-吸入，类别 3；皮肤腐蚀/刺激，类别 1B；严重眼损伤/眼刺激，类别 1。
- (5) 硅粉（非晶形的）：其序号为 837，CAS 号为 7440-21-3；危险性类别为：易燃固体，类别 2；严重眼损伤/眼刺激，类别 2B。
- (6) 柴油：其序号为 1674，危险性类别为：易燃液体，类别 3。
- (7) 六氟化硫 (SF₆)：其序号为 1341，CAS 号为 2551-62-4；危险性类别为：加压气体，特异性靶器官毒性-一次接触，类别 3（麻

醉效应）。

（8）压缩空气、变压器油、设备润滑油等虽然不属于危险化学品，但其均具有一定的危险特性。另外，生产过程中产生的高温物料、高温烟气，若人体接触到也会造成危害。

该项目在生产过程中涉及的主要危险、有害物质的危险特性见表 3-1。

表 3-1 危险有害物质特性表

序号	危险、有害物质名称	危险化学品类别	主要存在场所	主要危险特性
1	氧气 (液化的、压缩的)	氧化性气体,类别1; 加压气体	检维修作业	常压下,当氧的浓度超过40%时,有可能发生氧中毒。吸入40%~60%的氧时,出现胸骨后不适感、轻咳,进而胸闷、胸骨后烧灼感和呼吸困难,咳嗽加剧;严重时可发生肺水肿,甚至出现呼吸窘迫综合征。吸入氧浓度在80%以上时,出现面部肌肉抽动、面色苍白、眩晕、心动过速、虚脱,继而全身强直性抽搐、昏迷、呼吸衰竭而死亡。长期处于氧分压为60~100kPa(相当于吸入氧浓度40%左右)的条件下可发生眼损害严重者可失明。是易燃物、可燃物燃烧爆炸的基本元素之一,与易燃物(如氢、乙炔等)形成有爆炸性的混合物;化学性质活泼,能与多种元素化合发出光和热,也即燃烧。当氧与油脂接触则发生反应热,此热蓄积到一定程度时就会自然;当空气中氧的浓度增加时,火焰的温度和火焰长度增加,可燃物的着火温度下降。
2	乙炔	易燃气体, 类别1; 化学不稳定性气体, 类别A; 加压 气体。	检修过程 使用区域	具有弱麻醉作用。急性中毒:接触10~20%乙炔,对人可引起不同程度的缺氧症状;吸入高浓度乙炔,初期兴奋、多语、哭笑不安,后眩晕、头痛、恶心和呕吐,共济失调、嗜睡;严重者昏迷、紫绀、瞳孔对光反应消失、脉弱而不齐。停止吸入,症状可迅速消失。慢性中毒:目前未见有慢性中毒报告。有时可能有混合气体中毒的问题,如磷化氢,应予注意。极易燃烧爆炸。与空气混合能形成爆炸性混合物,遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与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。
3	压缩空气	/	储气罐、 输送管道 及使用区 域	若容器泄漏,喷射的压缩空气可能会伤人。若遇高热,容器内压增大,有引起容器爆裂的危险。

4	电炉烟气 (SO ₂)	/	电炉炉膛 周边、上 料、出硅、 电炉控制 室、电极 更换平 台、烟道、 除尘系统 等处	烟气中含有 SO ₂ 、为有毒气体，人员吸入后 可致中毒事故。
5	硅粉非晶形 的)	易燃固体， 类别 2；严 重眼损伤/ 眼刺激，类 别 2B	金属硅破 碎、收尘	硅粉属于易燃固体，若未收集干净，大量硅 粉聚集，遇高温熔体或点火源时，可能发生 火灾事故，未佩戴防护眼镜接触硅粉可能造 成眼睛损伤。
6	高温熔体、 高温熔渣	/	电炉炉 底、浇铸 区域	高温熔体、熔渣遇水发生爆炸、喷溅，人体 接触高温熔体、熔渣发生灼烫事故。
7	润滑油、变 压器油	/	使用区域	属于可燃液体，燃点高，但高温环境下可能 会挥发出可燃性气体，与空气混合后形成爆 炸性混合物，若通风不良，爆炸性混合气体 大量聚集，与火源又发生爆炸的危险。
8	柴油	易燃液体， 类别 3	叉车、装 载机使 用、储存 场所	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃 烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有 开裂和爆炸的危险。
9	六氟化硫 (SF ₆)	加压气体 特异性靶 器官毒性- 一次接触， 类别 3 (麻 醉效应)	变电站隔 离开关绝 缘气体	如遇高热，容器内压力增大，有开裂和爆炸 的危险。本品不燃。
10	氢氧化钠 (固体)	皮肤腐蚀/ 刺激，类别 1A；严重眼 损伤/眼刺 激，类别 1	脱硫区域	与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌 和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。本 品不会燃烧，遇水和水蒸气大量放热，形成 腐蚀性溶液。具有强腐蚀性。

2) 剧毒品、易制毒化学品、监控化学品、易制爆化学品辨识

根据《危险化学品目录》（2015 年版，2022 年修订）的相关规定，该项目不涉及剧毒化学品。

根据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 445 号，2018 年修订）和《非药品类易制毒化学品生产、经营许可办法》（国家安全生产监督管理总局令第 5 号）、《云南省易制毒特殊化学物品管理条例》（云南省人大常委会公告第 71 号）的相关规定，本项目不涉及

易制毒化学品。

根据《中华人民共和国监控化学品管理条例》（中华人民共和国国务院令第 190 号发布，中华人民共和国国务院令第 588 号修订），该项目在生产过程中不涉及可作为化学武器、生产化学武器前体、生产化学武器主要原料的化学品及除炸药和纯碳氢化合物外的特定有机化学品等监控化学品。

根据《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）、《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）进行判定，项目使用到的乙炔、烟气中产生的二氧化硫均被列入重点监管的危险化学品名录。

根据《易制爆危险化学品目录（2017 版）》（2017 年 5 月 11 日公安部发布），本项目不涉及易制爆危险化学品。

3) 重点监管危险化学品辨识

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》（安监总管三〔2011〕95 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（安监总管三〔2013〕12 号），本项目检修使用到的乙炔为重点监管的危险化学品。其安全措施及应急处置原则如下所示：

表 3-2 乙炔安全措施及应急处置原则表

安 全 措 施	(一般要求)
	<p>操作人员必须经过专门培训，应具有防火、防爆、防静电事故和预防职业病的知识和操作能力，严格遵守操作规程。</p> <p>密闭操作，避免泄漏，全面通风，防止乙炔气体泄漏到工作场所空气中。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。</p> <p>在发生或合成、使用、储存乙炔的场所，设置可燃气体检测报警仪，并与应急通风联锁，使用防爆型的通风系统和设备。操作人员应穿防静电工作服，禁止穿戴易产生静电衣物和钉鞋。</p> <p>避免与氧化剂、酸类、卤素接触。</p> <p>生产、储存区域应设置安全警示标志。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p>

	<p>(特殊要求)</p> <p>(操作安全)</p> <p>(1) 在有乙炔存在或使用乙炔作业的人员, 应配备便携式可燃气体检测报警仪。不能接触铜、银和汞。要避免使用含铜 66% 以上的黄铜、含铜银的焊接材料和含汞的压力表。</p> <p>(2) 进入有乙炔存在或泄漏密闭有限空间前, 应首先检测乙炔浓度, 强制机械通风 10 分钟以上, 直至乙炔浓度低于爆炸下限 20%, 作业过程中有人监护, 每隔 30 分钟监测一次, 可燃气体含量不得高于爆炸下限的 20%。</p> <p>(3) 凡可能与易燃、易爆物相通的设备, 管道等部位的动火均应加堵盲板与系统彻底隔离、切断, 必要时应拆掉一段连接管道。</p> <p>(4) 电石库禁止带水入内。</p> <p>(5) 使用乙炔气瓶, 应注意:</p> <p>——注意固定, 防止倾倒, 严禁卧放使用, 对已卧放的乙炔瓶, 不准直接开气使用, 使用前必须先立牢静止 15 分钟, 再接减压器使用, 否则危险。轻装轻卸气瓶, 禁止敲击、碰撞等粗暴行为;</p> <p>——同时使用乙炔瓶和氧气瓶时, 两瓶之间的距离应超过 10m。不得将瓶内的气体使用干净, 必须留有 0.05MPa 以上的剩余压力气体;</p> <p>——乙炔气瓶不得靠近热源和电器设备, 夏季要有遮阳措施防止暴晒, 与明火的距离要大于 10m。气瓶的瓶阀冻结时, 严禁用火烘烤, 可用 10℃以下温水解冻;</p> <p>——乙炔气瓶在使用时必须设专用减压器。回火防止器, 工作前必须检查是否好用, 否则禁止使用, 开启时, 操作者应站在阀门的侧后方, 动作要轻缓。</p> <p>(6) 在乙炔站内应注意:</p> <p>——站房内允许冬季取暖时, 不得用电热明火, 宜采用光管散热器, 以免积尘及静电感应, 并应离乙炔发生器 1m 以上, 当气温在 0℃以下时, 可用氯化钠的水溶液代替发生器及回火防止器的用水, 以防冰冻的发生。乙炔发生器管道冻结可用热水解冻。移动式乙炔发生器在夏季应遮阳, 防高温和热辐射;</p> <p>——乙炔发生器设备运行时, 操作者应密切注意各部位压力和温度的变化。若发现压力表读数骤升或有气体从安全阀逸出, 或者启动数分钟压力表的指针没有上升应停止作业, 排除故障。严禁超出规定压力和温度;</p> <p>(7) 乙炔设备、容器及管道在动火进行大、小修之前应作充氮吹扫。所用氮气的纯度应大于 98%, 吹扫口化验乙炔含量低于 0.5% 时, 才能动火作业, 并应事先得到有关部门批准, 设专人监护和采取必要的防火、防爆措施。</p>
安全措施	<p>(储存安全)</p> <p>(1) 乙炔瓶储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。</p> <p>(2) 应与氧化剂、酸类、卤素分开存放, 切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。乙炔瓶贮存时要保持直立, 并有防倒措施, 严禁与氧气、氯气瓶及易燃品同向贮存。乙炔瓶严禁放在通风不良及有放射线的场所, 不得放在橡胶等绝缘体上, 瓶库或贮存间有专人管理, 要有消防器材和醒目的防火标志。</p> <p>(3) 储存室内必须通风良好, 保证空气中乙炔最高含量不超过 1% (体积比)。储存室建筑物顶部或外墙的上部设气窗或排气孔。排气孔应朝向安全地带, 室内换气次数每小时不得小于 3 次, 事故通风每小时换气次数不得小于 7 次。</p> <p>(运输安全)</p> <p>(1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准, 运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2) 槽车运输时要用专用槽车。槽车安装的阻火器(火星熄灭器)必须完好。槽车和运输卡车要有导静电拖线; 槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具; 要有遮阳措施, 防止阳光直射。</p> <p>(3) 车辆运输钢瓶时, 瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方, 装车高度不得超过车箱高度, 直立排放时, 车厢高度不得低于瓶高的 2/3。不准同车混装有抵触性质的物品和让</p>

	<p>无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。发生泄漏或火灾要开到安全地方进行灭火或堵漏。</p> <p>(4) 输送乙炔的管道不应靠近热源敷设；管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；乙炔管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的乙炔管道下面，不得修建与乙炔管道无关的建筑物和堆放易燃物品；乙炔管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231）的规定。</p> <p>应急处置原则</p> <p>(急救措施) 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>(灭火方法) 切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>(泄漏应急处置) 消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器，使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至水洗塔或与塔相连的通风橱内。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。</p> <p>作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4) 重点监管的危险化工工艺辨识

根据《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）、《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），按照《首批重点监管的危险化工工艺目录》、《第二批重点监管的危险化工工艺目录》进行辨识，本项目生产工艺及辅助工艺不涉及重点监管的危险化工工艺。

5) 特别管控危险化学品辨识

根据《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告2020年第3号，自2020年5月30日发布实施），本项目不涉及特别管控危险化学品。

3.3.3 涉爆粉尘危险辨识

本项目破碎、输送过程中可能会产生少量的硅粉尘，这些粉尘人工收集后回炉；烟气系统中产生的微硅粉，经收集后外售或重熔。通过对照《工贸行业重点可燃性粉尘目录（2015 版）》，本项目产生点产生的硅粉尘属于目录中的可燃性粉尘，但本项目生产过程（配料、破碎、输送）中产生的粉尘少，且环境通风条件良好，并单独设置收尘设施，能够控制粉尘不外溢。其中：金属硅破碎机、提升机、筛分机、收尘管道、收尘器等属于粉尘涉爆场所。

3.3.4 主要危险、有害物质理化特性

1) 硅水

温度：约 1700℃。

危险特性：高温灼烫，遇湿、遇水会发生爆炸。

应急处置措施：

（1）对现场伤员的处置措施

1、如人员被硅水烫伤，衣服着火时，不能快速跑，要大声呼救，迅速脱离着火区域后，同时采取自救措施，使用新鲜水降温 10-20 分钟，或可以睡在地上滚动将火熄灭；

2、若能迅速脱下刚着火的衣服裤，要迅速脱下衣裤，不能脱下的要使用剪刀将衣服剪开，防止二次伤害；

3、有人身上着火时，迅速到喷淋头下用清水灭火，没有取水条件的，可以将自己的衣服脱下来帮助灭火，灭火时，尽量避免给伤者造成二次伤害。

4、及时将伤员转移到安全区域，交医疗救护组进行急救处理。

5、明火扑灭后，用剪刀剪开被烫伤部位的衣裤，同时要给伤者采取保暖措施；

6、保持伤口清洁，伤口用清洁布片覆盖，防止感染；

7、烫伤部位不得涂擦任何药物；

8、送医院途中要多次少量的给伤员喂淡盐水。

（2）炉眼口硅水泄漏的现场处置

1、出现炉眼口泄漏时，按照就近原则，距离炉眼口最近的浇铸操作工立即使用应急专用堵头堵漏，控制和减少泄漏量。

2、泄漏量过大时，直接打开硅水导流口，将硅水引流到事故围堰内。同时，通知炉前岗位操作工停止作业，并撤离到安全区域。

3、通过应急专用堵头堵口，泄漏量仍然不能有效控制时，相关岗位人员全部撤离，泄漏点周边进行警戒隔离，严格限制出入，及时报告有关部门，请求外部援助。

4、现场发生火灾时，现场作业人员应使用消防沙或干粉灭火器灭火，不得使用消防水灭火。

（3）浇铸模具硅水泄漏的现场处置

1、发生漏硅水时，模具上硅水液面有明显的下落变化，液面呈旋窝状，作业人员必须戴安全帽、防尘口罩、防护面罩、护腿进行作业，迅速使用石棉堵头将泄漏口堵塞，避免漏硅水过多。

2、若模具硅水液面出现大量气泡，如沸水状态时，可能是密封圈损坏漏水，作业人员及时将炉眼口堵口，不放硅水进入模具，打开模具溢流口，将模具上的硅水放到溢流盆内。

3、硅水进入模具时发生气爆，作业人员要注意避让，防止烫伤，若持续气爆的，作业人员及时将炉眼口堵口，不放硅水进入模具。

4、在浇铸过程中突然停电，作业人员要及时堵炉眼口，打开模具溢流口，将硅水放到溢流盆内。

5、现场出现有人烫伤时，先用清水冷却创面，要及时将伤者转移到安全区域，由医疗救护组进行急救处理。

2) 乙炔

表 3-3 乙炔理化特性表

标识	中文名：乙炔；电石气			危险货物编号：21024	
	英文名：acetylene, dissolved			UN 编号：1001	
	分子式：C ₂ H ₂	分子量：26.04		CAS 号：74-86-2	
理化性质	外观与性状 无色无臭气体，工业品有使人不愉快的大蒜气味。				
	熔点（℃）	-81.8	相对密度（水=1）	0.62	相对密度（空气=1）
	沸点（℃）	-83.8	饱和蒸气压（kPa）	4053/16.8℃	
	溶解性	微溶于水、乙醇，溶于丙酮、氯仿、苯。			临界温度（℃）
	侵入途径	吸入。			
毒性及健康危害	毒性	LD ₅₀ ：LC ₅₀ ：			
	健康危害	具有弱麻醉作用。 急性中毒： 接触 10~20% 乙炔，工人可引起不同程度的缺氧症状；吸入高浓度乙炔，初期兴奋、多语、哭笑不安，后眩晕、头痛、恶心和呕吐，共济失调、嗜睡；严重者昏迷、紫绀、瞳孔对光反应消失、脉弱而不齐。停止吸入，症状可迅速消失。 慢性中毒： 目前未见有慢性中毒报告。有时可能有混合气体中毒的问题，如磷化氢，应予注意。			
	急救方法	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。			
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃	燃烧分解物	一氧化碳、二氧化碳。	
	闪点（℃）	-32	爆炸上限（v%）	80.0	
	引燃温度（℃）	305	爆炸下限（v%）	2.1	
	危险特性	极易燃烧爆炸，与空气混合能形成爆炸性混合物。遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与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。			
	建规火险分级	甲	稳定性	稳定	聚合危害
	禁忌物	强氧化剂、强酸、卤素。			
储运条件与泄漏处理	储运条件： 乙炔的包装法通常是溶解在溶剂及多孔物中，装入钢瓶内。储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、酸类、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。搬运时应轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。 泄漏处理： 迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。				
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。			

3) 氧（压缩的或液化的）

表 3-4 氧（压缩的或液化的）理化特性表

标	中文名：氧	危险货物编号：22001
---	-------	--------------

识 别	英文名: oxygen, compressed			UN 编号: 1072	
	分子式: O ₂		分子量: 32.00	CAS 号: 7782-44-7	
理 化 性 质	外观与性状	无色无臭气体。			
	熔点 (℃)	-218.8	相对密度 (水 =1)	1.14	相对密度 (空气 =1)
	沸点 (℃)	-183.1	饱和蒸气压 (kPa)		506.62/-164℃
	溶解性	溶于水、乙醇。		临界温度 (℃)	-118.4
毒 性 及 健 康 危 害	侵入途径	吸入。			
	毒性	LD ₅₀ : LC ₅₀ :			
	健康危害	常压下, 当氧的浓度超过 40%时, 有可能发生氧中毒。吸入 40%-60%的氧时, 出现胸骨后不适感、轻咳, 进而胸闷、胸骨后烧灼感和呼吸困难, 咳嗽加剧; 严重时可发生肺水肿, 甚至出现呼吸窘迫综合征。吸入氧浓度在 80%以上时, 出现面部肌肉抽动、面色苍白、眩晕、心动过速、虚脱, 继而全身强直性抽搐、昏迷、呼吸衰竭而死亡。长期处于氧分压为 60-100kPa (相当于吸入氧浓度 40%左右) 的条件下可发生眼损害严重者可失明。			
	急救方法	吸入时, 迅速脱离现场至空气新鲜处, 保持呼吸道通畅, 如呼吸停止, 立即进行人工呼吸, 就医; 皮肤与液体接触发生冻伤时, 用大量水冲洗, 不要脱掉衣服, 并给予医疗护理; 眼睛接触液体时, 先用大量水冲洗数分钟, 然后就医。			
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性	助燃	燃烧分解物	/	
	闪点 (℃)	/	爆炸上限 (v%)	/	
	引燃温度 (℃)	/	爆炸下限 (v%)	/	
	危险特性	是易燃物、可燃物燃烧爆炸的基本元素之一, 与易燃物 (如氢、乙炔等) 形成有爆炸性的混合物; 化学性质活泼, 能与多种元素化合发出光和热, 也即燃烧。当氧与油脂接触则发生反应热, 此热蓄积到一定程度时就会自然; 当空气中氧的浓度增加时, 火焰的温度和火焰长度增加, 可燃物的着火温度下降。			
燃 烧 爆 炸 危 险 性	建规火险分 级	乙	稳定性	稳定	聚合危害 不聚合
	禁忌物	易燃或可燃物、活性金属粉末、乙炔。			
	储运条件 与泄漏处理	<p>储运条件: 储存于阴凉、通风的仓间内, 仓内温度不宜超过 30℃。防止阳光直射。应与易燃气体、金属粉末分开存放。验收时应注意品名, 注意验瓶日期, 先进仓先发用。搬运时应轻装轻卸, 防止包装和容器损坏。</p> <p>泄漏处理: 迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并进行隔离, 严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿一般作业工作服。避免与可燃物或易燃物接触。尽可能切断泄漏源。合理通风, 加速扩散。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。</p>			
	灭火方法	用水保持容器冷却, 以防受热爆炸, 急剧助长火势。迅速切断气源, 用水喷淋保护切断气源的人员, 然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。			

4) 压缩空气

表 3-5 压缩空气理化特性表

标识	中文名: 压缩空气	分子式: 无	
	分子量: 29.0	CAS 号: 无	危规号: 22003
性状: 无色无臭气体。			
理化性质	熔点℃: ——	溶解性: ——	
	沸点℃: ——	相对密度 (水=1): ——	
	饱和蒸汽压/kPa: ——	相对密度 (空气=1): 1.293 (0℃)	
	临界温度℃: -140.7	燃烧热 (kJ·mol ⁻¹): ——	
	临界压力 MPa: 3.77	最小引燃能量 mJ: ——	
	闪点℃: ——	引燃温度℃: ——	
	稳定性: 稳定	聚合危害: 不聚合	
	禁忌物: 无		
燃烧爆炸危险性	燃烧性: 不燃	燃烧分解产物: ——	
	爆炸极限 (体积%): ——	火灾危险性: 戊类	爆炸性气体分级分组: ——
	危险特性: 受热后容器内压力增大, 有爆炸危险; 遇硫、磷会引起爆炸; 能使油脂剧烈氧化, 甚至燃烧爆炸; 本品助燃。		
	灭火方法本品不燃。用水保持容器冷却, 以防受热爆炸, 急剧助长火势。迅速切断气源, 用水喷淋保护切断气源的人员。如果液态空气泄漏造成木材、纸张等可燃物的燃烧, 首选须切断液态空气的气流, 然后用水将火扑灭。		
接触限值	中国 PC-TWA: ——		
健康危害	人需要从空气中吸取新陈代谢所需要的氧气, 排出无用的二氧化碳。人需要氧气的安全极限为 15% 左右 (占空气的百分比)。氧气不足会导致呼吸困难, 使中枢神经发生障碍, 重者会出现生命危险。当氧的浓度降至 17% 以下时, 人出现痛苦的症状; 至 12% 或更低时, 就有生命危险; 于 11% 时, 会丧失知觉; 低于 6% 时, 即停止呼吸。使用压缩空气和液化空气作为氧气来源的潜水员或隧道工人容易患一种被称为减压病的职业病, 这是由于在高压空气中工作的人员减压太快, 使血液和人体组织中形成氮气泡。		
急救措施	应使患者脱离污染区, 移至空气新鲜之处, 安置休息并保暖。如皮肤等冻伤, 可立即用水冲洗, 并送医院救治。		
防护	工程控制密闭操作。提供良好的自然通风条件。个体防护呼吸系统、眼睛防护一般不需特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18% 时, 必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。穿一般作业工作服。戴一般作业防护手套。其它进入罐、限制性空间或其它密闭空间作业, 须有人监护。		
操作注意事项	操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。		
储运	本品为不燃性压缩气体, 助燃。远离火种、热源。防止阳光直射。验收时要注意品名。		

5) 硅粉

表 3-6 硅粉理化特性表

标识	中文名: 硅粉	分子式: Si	
	分子量: 28.09	CAS 号: 7440-21-3	危规号: 41510
理化性质	性状: 黑褐色无定形非金属粉末或硬而有光泽的晶体		
	熔点℃: 1410	溶解性: 不溶于水, 不溶于盐酸、硝酸,	

	沸点℃: 2355 (20%)	溶于氢氟酸、碱液。 相对密度 (水=1) : 2.3				
	饱和蒸汽压/kPa:	相对密度 (空气=1) : 无资料				
	临界温度℃:	燃烧热 (kJ·mol ⁻¹) : 无资料				
	临界压力 MPa: 无意义	最小引燃能量 mJ: 无资料				
	闪点℃: ——	引燃温度℃: 无资料				
	稳定性: 稳定	聚合危害: 不聚合				
	禁忌物: 强氧化剂、潮湿空气					
	燃烧性: 易燃	燃烧分解产物: SiO ₂				
燃烧 爆炸 危险 性	爆炸极限 (体积%): ——	火灾危险性: 乙类	爆炸性气体分级分组: ——			
	危险特性: 与钙、碳化铯、氯、氟化钴、氟、三氟化碘、三氟化锰、碳化铷、氟化银、钾钠合金剧烈反应。粉尘遇火焰或与氧化剂接触发生反应, 有中等程度的危险性。					
	灭火方法: 采用干粉、干砂灭火。禁止用水。禁止用二氧化碳。					
接触 限值	中国 PC-TWA: ——					
健康 危害	侵入途径: 吸入、食入 健康危害: 本品对人体无毒。高浓度吸入引起呼吸道轻度刺激, 进入眼内作为异物有刺激性。					
急救 措施	皮肤接触: 脱去污染的衣着, 用流动清水冲洗。就医。 眼睛接触: 提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。 食入: 饮足量温水, 催吐。就医。					
防护	工程控制: 密闭操作, 局部排风。 呼吸系统防护: 一般不需要特殊防护, 但建议特殊情况下, 佩戴自吸过滤式防尘口罩。 眼睛防护: 一般不需要特殊防护, 高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜。身体防护: 穿橡胶耐酸碱服。 身体防护: 穿一般作业防护服。 手防护: 戴一般作业防护手套。 其他防护: 工作服、帽等要定期清洗。工作完毕, 淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。					
应急 泄漏 处理	隔离泄漏污染区, 限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴防尘面具(全面罩), 穿一般作业工作服。小量泄漏: 避免扬尘, 用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。大量泄漏: 用水润湿, 然后转移回收。					
操作 注意 事项	密闭操作, 局部排风。操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程。远离火种、热源, 工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。避免产生粉尘。避免与氧化剂接触。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。					
储运	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。包装要求密封, 不可与空气接触。应与氧化剂等分开存放, 切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有合适的材料收容泄漏物。					

6) 二氧化硫

表 3-7 二氧化硫理化特性表

标识	中文名	二氧化硫	英文名	sulfur dioxide
	分子式	SO ₂	危规号	23013

	分子量	64.06	危险性类别	第 2.3 类有毒气体			
理化特性	熔点 (℃)	-75.5	沸点 (℃)	-10			
	燃烧热 (kJ/mol)	无意义	饱和蒸气压 (kPa)	338.42 (21.1℃)			
	临界温度 (℃)	157.8	临界压力 (MPa)	7.87			
	相对密度	(水=1) 1.43 (空气=1) 2.26					
	外观性状	无色气体, 特臭					
	溶解性	溶于水, 乙醇					
	稳定性	稳定	避免接触的条件	——			
	禁配物	强还原剂、强氧化剂、易燃或可燃物	燃烧产物	氧化硫			
	主要用途	用于制造硫酸和保险粉等。					
燃爆特性	燃烧性	本品不燃, 有毒, 具强刺激性。	建规火险分级	乙			
	闪点 (℃)	无意义	引燃温度 (℃)	无意义			
	爆炸下限 (V%)	无意义	爆炸上限 (V%)	无意义			
	危险特性	不燃。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。					
	灭火方法	本品不燃。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具(全面罩)或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服, 在上风向灭火。切断气源。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳。					
毒性及健康危害	侵入途径	吸入					
	急性毒性	LD50: 无资料 LC50: 6600mg/m ³ , 1 小时 (大鼠吸入)					
	健康危害	易被湿润的粘膜表面吸收生成亚硫酸、硫酸。对眼及呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。大量吸入可引起肺水肿、喉水肿、声带痉挛而致窒息。急性中毒: 轻度中毒时, 发生流泪、畏光、咳嗽, 咽、喉灼痛等; 严重中毒可在数小时内发生肺水肿; 极高浓度吸入可引起反射性声门痉挛而致窒息。皮肤或眼接触发生炎症或灼伤。慢性影响: 长期低浓度接触, 可有头痛、头昏、乏力等全身症状以及慢性鼻炎、咽喉炎、支气管炎、嗅觉及味觉减退等。少数工人有牙齿酸蚀症。					
急救措施	皮肤接触	立即脱去污染的衣着, 用大量流动清水冲洗。就医。					
	眼睛接触	提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗。就医。					
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。					
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并立即进行隔离, 小泄漏时隔离 150m, 大泄漏时隔离 450m, 严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿防毒服。从上风处进入现场。尽可能切断泄漏源。用工业覆盖层或吸附/吸收剂盖住泄漏点附近的下水道等地方, 防止气体进入。合理通风, 加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能, 用一捉捕器使气体通过次氯酸钠溶液。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。						
操作注意事项	严加密闭, 提供充分的局部排风和全面通风。操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具(全面罩), 穿聚乙烯防毒服, 戴橡胶手套。远离易燃、可燃物。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、还原剂接触。搬运时轻装轻卸, 防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。						
包装方法	包装类别: 052 包装方法: 钢质气瓶; 安瓿瓶外普通木箱。						
储存注	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与易(可)						

意事项	燃物、氧化剂、还原剂、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。
运输注意事项	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运，装运前需报有关部门批准。铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物、氧化剂、还原剂、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。
防护措施	工程控制：严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。 呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴正压自给式呼吸器。 眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。 身体防护：穿聚乙烯防毒服。 手防护：戴橡胶手套。 其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。

7) 柴油

表 3-8 柴油理化特性表

标识	中文名：柴油		英文名：Dieselfuel						
	危险货物编号：	UN 编号：	CAS 号：						
	RTECS 号：HZ1770000	IMDG 规则页码：	包装类别：						
理化性质	外观及形状	稍有粘性的棕色液体。							
	熔点：-18℃	相对密度（水=1）：0.81~0.88	燃烧热：无资料						
	沸点：282~338℃	相对密度（空气=1）：	临界压力：MPa						
	临界温度：℃	燃烧（分解）产物：一氧化碳、二氧化碳。							
	溶解性：不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇，易溶于脂肪。								
	主要用途：用作柴油机的燃料。								
健康危害	皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮，吸入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。								
燃烧爆炸危险性	燃烧性：易燃	闪点：不小于 60℃	爆炸极限（V%）：无资料						
	稳定性：稳定	自燃温度：257℃	聚合危险：不聚合						
	危险性类别：易燃液体，类别 3		禁忌物：强氧化剂、卤素。						
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。							
	灭火方法	喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：泡沫、二氧化碳、干粉。用水灭火无效。							
个体防护	呼吸系统	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴防毒面具。							
	其它防护	穿静电工作服，戴防苯耐油手套。工作后淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。							
	工程控制	密闭操作，注意通风。							
急救措施	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。							
	食入	给牛奶、蛋清、植物油等口服，洗胃。就医。							
	皮肤接触	若有冻伤就医治疗。							
	眼睛接触	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。							

泄漏应急处理	疏散泄漏污染区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可减少蒸发。用活性炭或其他惰性材料吸收，然后收集与干燥净洁有盖的容器中，运至废物处理场所。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。			
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

8) 六氟化硫 (SF₆)

表 3-9 六氟化硫理化特性表

标识	分子式: SF ₆	分子量: 146.05		
	CAS 号: 2551-62-4	RTECS 号: WS4900000		
	UN 编号: 108	危险货物编号: 22021	IMDG 规则页码: 21790	
理化性质		外观与性状: 无色无臭气体。		
理化性质		主要用途: 用作电子设备和雷达波导的气体绝缘体。		
理化性质		熔点: -51	沸点: 无资料	
理化性质		相对密度(水=1): 1.67/-100°C	相对密度(空气=1): 5.11	
理化性质		饱和蒸汽压(kPa): 无资料		
理化性质		溶解性: 微溶于水、乙醇、乙醚。		
理化性质		临界温度(°C): 45.6	临界压力(MPa): 3.37	燃烧热(kJ/mol): 无意义
燃烧爆炸危险性		燃烧性: 不燃	建规火险分级: 戊	
燃烧爆炸危险性		闪点(°C): 无意义	自燃温度(°C): 无意义	
燃烧爆炸危险性		爆炸下限(V%): 无意义	爆炸上限(V%): 无意义	
燃烧爆炸危险性		危险特性: 若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
燃烧爆炸危险性		燃烧(分解)产物: 氧化硫、氟化氢。		稳定性: 稳定
燃烧爆炸危险性		聚合危害: 不能出现	禁忌物: 强氧化剂、易燃或可燃物。	
燃烧爆炸危险性		灭火方法: 不燃。切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。		
包装与储运		危险性类别: 第 2.2 类 不燃气体		
包装与储运		危险货物包装标志: 3	包装类别: III	
包装与储运		储运注意事项: 不燃性压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30°C。远离火种、热源。防止阳光直射。应与易燃、可燃物分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。		
毒性危害		接触限值: 中国 MAC: 未制定标准；苏联 MAC: 未制定标准； 美国: TWA: OSHA1000ppm, 5970mg/m ³ ; ACGIH1000ppm, 5970mg/m ³ ； 美国: STEL: 未制定标准		
毒性危害		侵入途径: 吸入		
毒性危害		毒性: LD50: 5790mg/kg(兔静脉)；		
毒性危害		健康危害: 纯品毒性低。人吸入 80% 六氟化硫及 20% 氧的混合气体 5 分钟，出现四肢麻木感，轻度兴奋等作用。生产中，要注意副产物四氟化硫和十氟化硫的毒性作用。		
急救		皮肤接触: 眼睛接触: 吸入:		
急救		脱离现场至空气新鲜处。必要时进行人工呼吸。就医。		

	食入:			
防 护 措 施	工程控制:	密闭操作, 局部排风。		
	呼吸系统防护:	空气中浓度超标时, 应该佩戴防毒面具。		
	眼睛防护:	戴安全防护眼镜。		
	防护服:	穿相应的防护服。		
	手防护:	戴防护手套。		
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并隔离直至气体散尽, 建议应急处理人员戴自给式呼吸器, 穿相应的工作服。切断气源, 通风对流, 稀释扩散。如有可能, 即时使用。漏气容器不能再用, 且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。			
其他	工作后, 淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。进入罐或其它高浓度区作业, 须有人监护。			

9) 氢氧化钠

表 3-10 氢氧化钠理化特性表

标 识	中文名: 氢氧化钠; 烧碱; 苛性钠		危险货物编号: 82001				
	英 文 名 : Sodiumhydroxide ; Causticsoda ; Sodiumhydrate			UN 编号: 1823			
	分子式: NaOH		分子量: 40.01		CAS 号: 1310-73-2		
理化性质	外观与性状	白色不透明固体, 易潮解。					
	熔点 (℃)	318.4	相对密度 (水=1)	2.12	相对密度 (空气=1) /		
	沸点 (℃)	1390	饱和蒸气压 (kPa)		0.13/739℃		
	溶解性	易溶于水、乙醇、甘油, 不溶于丙酮。					
毒 性 及 健 康 危 害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。					
	毒性	LD ₅₀ : LC ₅₀ :					
	健康危害	本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘或烟雾刺激眼和呼吸道, 腐蚀鼻中隔; 皮肤和眼直接接触可引起灼伤; 误服可造成消化道灼伤, 粘膜糜烂、出血和休克。					
	急救方法	皮肤接触: 立即用水冲洗至少 15 分钟。若有灼伤, 就医治疗。眼睛接触: 立即提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟。或用 3% 硼酸溶液冲洗。就医。吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。必要时进行人工呼吸。就医。食入: 患者清醒时立即漱口, 口服稀释的醋或柠檬汁, 就医					
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性	不燃	燃烧分解物	可能产生有害的毒性烟雾。			
	闪点 (℃)	/	爆炸上限 (v%)	/			
	引燃温度 (℃)	/	爆炸下限 (v%)	/			
	危险特性	与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性, 并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧, 遇水和水蒸气大量放热, 形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性。					
	建规火险分级	戊	稳定性	稳定	聚合危害 不聚合		
	禁忌物	强酸、易燃或可燃物、二氧化碳、过氧化物、水。					

储运条件与泄漏处理	储运条件： 储存于干燥清洁的仓间内，注意防潮和雨淋。应与易燃或可燃物及酸类分开存放。搬运时应轻装轻卸，防止包装和容器损坏。雨天不宜运输。 泄漏处理： 隔离泄漏污染区，周围设警告标志，建议应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，用洁清的铲子收集于干燥净洁有盖的容器中，以少量加入大量水中，调节至中性，再放入废水系统。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏，收集回收或无害处理后废弃。
	灭火方法 用水、砂土扑救，但须防止物品遇水产生飞溅，造成灼伤。

3.4 自然环境及周边环境安全危险有害因素分析

3.4.1 工程地质方面的危险有害因素分析

1) 存在恶劣的工程地质条件或建(构)筑物施工质量差、建(构)筑物抗震等级不足等引起建筑物坍塌事故。

2) 地震是一种自然灾害，是不可抗拒的，甚至是毁灭性的因素。其对人造成伤亡或对建筑物及设备造成突发损害的因素；有害因素直接或间接影响人的身体健康，导致疾病或对建筑物和设备、环境造成损害的因素。可能因为地质构造、岩浆活动等地质异常活动现象，易产生地震自然灾害。厂址所在地发生地震，可导致设备、设施及建构筑物损坏或人员伤亡。

拟建项目须严格按照要求进行地质勘察并按照勘察报告的建议执行，建设前聘请符合资质的设计及施工公司进行建设，以杜绝以上情况危害项目安全。

3.4.2 气象、水文地质的危险有害因素分析

1) 降雨时可能造成电器短路事故，若无排、截洪设施或排水系统存在缺陷，也可能造成洪涝或内涝，造成人员伤亡或财产损失。

2) 发生雷电灾害时建构筑物、供配电系统可能因雷击造成火灾事故；或因雷击造成人员伤亡等事故。

3) 防雷防静电装置失效或未定期进行检测，接地电阻超标，遇雷暴天气，易发生雷击事故。

4) 在冬季若遇极端低温天气，或降雪引起气温骤降，可能因违

章用火取暖或消防水系统冻结，引发事故或直接影响火灾事故的救援。

5) 降雪、霜冻会导致路面湿滑、结冰等，容易产生车辆制动失效、倾翻、伤人事故。

6) 夏季高温天气，可能造成从业人员中暑。

7) 大风可能会造成高处作业人员发生高处坠落事故或导致高处堆放的零散物件坠落，对地面的人员造成物体打击伤害，还可能导致扬尘，造成现场灰尘弥漫，视线不清，从而引发机械伤害、车辆伤害等事故的发生。

本项目位于龙陵工业园，龙陵县地处亚热带北缘，属亚热带季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，四季温和，干湿分明。夏秋季节主要受来自印度洋孟加拉湾西南暖湿气流及北部湾的东南暖湿气流控制，湿热多雨，降雨量充沛，每年 5-10 月为雨季，11 月到次年 4 月为枯季。冬春季节受北方冷气团控制，有冬无严寒且干燥少雨的气候特点。该地区年平均气温 14.7℃，最高气温 30.5℃，最低气温-4.2℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4639.7℃；年日照时数 2138.2h。多年平均降雨量 1750mm，年均蒸发量 1002.5mm，相对湿度 79%。主导风向西南风，8-9 月多北风，平均风速 2.3m/s，最大风速 18.7m/s。

拟建工程周边有边坡及山林，强降雨时可能汇入大量雨水，造成建构筑物淹水。企业建设时应充分考虑以上情况，在南侧边坡处增加截洪沟并完善厂内排水系统，以杜绝洪水危害项目安全。

3.4.3 周边环境与建设项目相互影响分析

本建设项目位于龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，西面为龙陵永隆铁合金有限公司二期，西北面为木材加工厂露天堆场，其他周边均为林地。厂址周围 500m 外无重点生态保护区，亦无可保护的文物、古

建筑、地质遗迹，无受国家级和省级重点保护的珍稀和濒危物种，无国家重要设施如军事禁区、军事管理区。

项目周边环境位置情况见图 2-2，周边设施防火间距详见 5.2.1。本项目与周边防火间距符合要求，相互影响较小。

3.4.4 建设项目总平面布置危险有害因素分析

总平面布置不合理可能引发事故的原因主要有：

1) 项目总平面布置功能分区不合理，若人流与物流出入口不分设或设置不当，则极易发生车辆伤害、造成人员伤亡事故。

2) 厂区内道路及厂房内的作业通道及疏散通道如果设置不合理，容易导致作业受阻，乃至发生设施、车辆碰撞等人员伤害事故。

3) 缺少安全通道（疏散通道）或安全出口设置不当等，在生产、厂内运输过程中易造成人车混行、拥挤等，引发车辆伤害事故或发生事故人员不能及时疏散等，造成事故扩大。

4) 如果作业流程布置不合理，各作业工序之间容易相互影响，一旦发生事故，各工序之间可能会产生相互影响，从而造成事故扩大。

5) 厂内建构筑物和装置之间防火间距不足；或厂内设施与厂外建构筑物外部防火间距不足，当发生火灾事故时，易造成火灾迅速扩大。

6) 厂区消防车道若设置不当，如宽度不足或未形成环形；消防车道堵塞或回车场地不够，发生事故时会阻碍救援，不能使消防车进入火灾扑救的合适位置，救援时因道路宽度不足造成不能错车或车辆堵塞，以及车道转弯半径过小迫使消防车减速等，均可能因障碍与阻塞失去火灾的最佳救援时机而使事故扩大化。

7) 在多雨季节，如果场区及建筑竖向布置不合理，地坪高度不合乎要求，容易导致场区内排涝不及时，发生淹泡，造成设备设施损

坏及电气设施绝缘下降，造成事故。

8) 与永隆铁合金公司交叉位置通道不畅，可能会造成后期运输不畅，甚至可能造成车辆伤害等事故。

项目总平面布置情况见图 2-3，内部防火间距详见 5.2.2。本项目总平面布置符合要求，影响较小。

3.5 主要生产工序危险有害因素辨识与分析

3.5.1 原料准备主要危险有害因素

1) 车辆伤害

原料入厂通过汽车运输，若卸车作业不规范，运输道路设计不符合要求，转弯半径不足等，可能会发生车辆伤害事故。原料、辅料在配料过程中、硅块在垒高作业时均采用装载机，由于装载机存在缺陷、倒车无蜂鸣警报器、驾驶员分心、不熟练设备操作等，可能会发生车辆伤害事故。

车辆伤害事故包括撞车、翻车、轧辗等。

2) 机械伤害

配料过程使用振动给料机，配料、上料过程使用皮带运输机，在生产过程中可能发生机械伤害事故，其主要原因如下：

(1) 由于设备旋转部位（电机联轴器、皮带运输机头、尾轮、夹点等）无防护装置、防护装置不符合规范要求或失效、人员操作不当等可能导致发生擦伤、卷入等伤害。

(2) 由于设备维护不良、工件装夹不牢固等操作失误，造成工件、工具或零部件飞出伤人。

(3) 若设备之间的距离或与墙、柱的距离不符合规范要求，人员在巡检过程中可能触碰到转动设备，发生机械伤害事故。

(4) 机械设备上的尖角、锐边等可能引起划伤。

(5) 检修过程中防护措施不到位，人员配合失误，未佩戴合适的防护用品等，可能导致碰伤、划伤、砸伤，检修时不按规定采取停机、断电、挂牌的安全措施就进行检修的。

(6) 若皮带运输机未按规范要求设置紧急拉绳开关或安装质量缺陷，在出现危险情况下不能及时停止皮带运输机。

(7) 作业人员操作、巡检时未严格遵守安全操作规程，无自我防范意识。

3) 触电

给料机、配料、上料系统均设置有配电柜（箱），用电设备可能因绝缘损坏、漏电等原因造成设备带电，人员接触带电体或违反操作规程等造成触电事故。造成触电的主要原因有：

(1) 电气设备未接地接零或接地接零失效。

(2) 电缆选择不当或制造中存在缺陷，电缆绝缘效果差。

(3) 电缆穿过道路、构件等处未采取保护措施，电缆绝缘层在运行过程中损坏。

(4) 检修作业人员带电检修。

(5) 未按检修规程进行检修或无检修作业规程。

(6) 电气设备的日常管理、维护不当。

(7) 作业人员缺乏相关知识，未持证上岗。

4) 火灾

原料场堆存过程一般不会发生火灾，但有人为因素吸烟、乱扔烟头、违章违规动火等，可能会引发火灾事故。

(1) 原料场区域内布置有相当数量的电气设备、照明灯具等电气设备。这些电气设备安装存在缺陷，或运行时发生短路、过载、接触不良、漏电等导致过热，可能会引燃绝缘材料，造成火灾事故。

(2) 皮带输送机未设置传动滚筒打滑检测装置，皮带输送机长

时间打滑可能引发火灾。

(3) 金属硅在运输过程中（下料口处）会产生粉尘，若未设置收尘设备或及时清扫粉尘，粉尘逸出或设备出现漏粉尘，粉尘在作业场所、设备表面积聚，若未定期清除这些粉尘，遇点火源会发生火灾事故。

5) 物体打击

该工序运输的物料飞溅或工器具坠落等均可能发生物体打击事故，其发生的主要原因如下：

(1) 原辅料皮带运输机跨越人行通道，未采取防止物料坠落的防护措施。

(2) 高处作业平台未设符合规范要求的踢脚板。

(3) 违规在高处作业平台、通道上堆放备品、配件、杂物等。

(4) 在高位设备上随意放置工器具等。

(5) 作业人员违反操作规程。

(6) 金属硅在堆高作业过程时，可能会发生金属硅飞溅，堆高作业时未保持一定的安全距离，过往行人不注意，可能发生物体打击事故。

6) 高处坠落

该工序可能涉及到高处作业平台，若高处作业平台、高空通道及斜梯上未按规范安装防护栏杆或防护安装存在缺陷，如果防护栏杆、挡板、踏板等设施质量存在缺陷、焊接不牢固，可能会造成人员高处坠落。发生高处坠落的主要原因有：

(1) 高处作业平台、通道、走梯等防护栏杆缺失或失效。

(2) 若生产现场建（构）筑物预留孔、吊装孔、可坠落的孔洞未设栏杆或不加盖板，钢平台、楼梯扶手等处严重腐蚀或脱焊等。

(3) 未在显眼处设置安全警示标志。

- (4) 高处作业未执行作业审批制度，未采取有效的防护措施。
- (5) 高处作业未正确系安全带（绳），或安全带（绳）存在缺陷。
- (6) 作业人员违反操作规程或违章指挥。
- (7) 作业人员安全意识不强。
- (8) 原、辅料在进行卸车作业，工人爬上车顶，稍有不慎可能发生高处坠落事故。

7) 坍塌

原料库建设不符合要求，支柱、钢架等因腐蚀、承重不足或被厂内车辆撞击、支柱变形等，可能发生坍塌事故。

8) 中毒和窒息

电炉上料在炉顶经皮带输送机进行进料，电炉在冶炼过程中，可能会因塌料、材料配比不对等发生烟气外溢现象，若在电炉顶部进行巡检作业过程时，大量烟气外溢，产生的烟气中含有 SO₂，操作不当，烟气中的 SO₂浓度聚集到一定程度，有可能引起中毒。

9) 其它伤害

该工序还存在噪声危害、粉尘危害、雷电危害等。

(1) 噪声危害

噪声主要来源于振动给料机、皮带输送机等各种设备在运转过程中由振动、摩擦、碰撞产生的机械动力噪声，物料与容器撞击也会产生噪声，作业人员若长期在噪声环境下作业会受到噪声危害。主要噪声源为各种电动机。

(2) 雷电伤害

若项目的建构筑物、设施在建设过程中未按规范要求采取防雷措施，或防雷设施未定期检测、检查，长时间运行防雷设施失效，雷雨天气有雷电危害的风险。

(3) 粉尘危害

原辅料卸车、配料、皮带输送等过程中会产生大量粉尘，作业现场的粉尘未及时清扫，现场作业人员未佩戴有效的防尘口罩等，粉尘会对作业人员的肺部造成损害。

3.5.2 熔炼、浇铸工序主要危险有害因素

1) 其它爆炸

(1) 电炉冶炼炉料水分超标，炉料透气性差，粉料、水分和焦粒混合，造成炉膛预热区炉料不完全烧结形成锅盖，在出炉过程中，电极随着电流下降而下插，不完全烧结突然下塌，导致预热区含水分粉料落入高温区而产生爆炸；炉料水分过大，入炉瞬时产生大量蒸汽，发生爆炸。

(2) 在冶炼过程中，如果导电铜瓦水圈内的冷却水发生泄漏，水遇到高温硅水，会引起爆炸事故；炉料粉化严重，透气性差，炉内气体压力增大，炉料落入高温区发生涨爆事故。

(3) 若电炉水冷元件未设置出水温度、进出水流量差监测报警装置或这些设施未正常投入使用，电炉冷却水的温度过高、流量及压力小或出现断流，导致炉顶及炉壁的冷却效率低，炉顶及炉壁可能因高温而导致壳体变形，严重时会发生损坏或被烧穿，高温熔融渣或硅水大量泄漏，引发高温灼烫事故，若炉底或事故坑内存在积水会发生火灾、爆炸事故。

(4) 安全坑内及泄漏、喷溅影响范围内存在积水，或放置易燃易爆物品，紧急处置泄漏的高温熔体时，遇水发生爆炸事故。

(5) 出炉、出渣时，发生喷溅等，区域内地面潮湿或有受潮工具、易燃易爆物品等引发爆炸事故。

(6) 由于人员误操作、设备缺陷、外力因素等导致硅水包坠落

或翻转、泄漏；硅水液位高导致的喷炉事故，易发生起重伤害、熔融金属泄漏、爆炸、灼烫等事故。

(7) 硅包的烘烤不符合要求，采用红渣或木柴烘烤，无法按照烘烤曲线进行升温、保温，容易导致罐（包）体烘烤不充分，当硅包耐材存在局部潮湿、气孔不畅，吊运或运输作业时容易引发硅水喷溅或喷爆事故，引发人员伤亡。

(8) 电炉运行过程中电极断裂，人员操作不熟练或误操作，则可能造成喷炉事故，引发人员伤亡。

(9) 风机故障时氧含量不足导致硅粉尘氧化不足，管道、除尘器内可能出现硅粉尘爆炸，引发人员伤亡及设备损坏。

2) 火灾

(1) 设施、设备检修采用气焊与气割作业时，使用的乙炔和氧气属于容易发生爆炸和着火危险的物质，若使用、储存不当，存在火灾爆炸的危险；而且操作过程中的回火、四处飞溅的火星也是危险的着火源。

(2) 若供料系统出现故障，下料管或电极中空部分缺料，炉气会从下料管及电极孔排出，遇火源会发生火灾、爆炸事故。

(3) 电炉附近区域堆放有易燃易爆物，可能会因高温和热辐射，导致这些物质发生火灾事故。

(4) 电炉放出料（炉渣、硅水）为高温熔融态，可成为火源，若周边存在易燃、可燃物，则可能发生火灾事故。

(5) 电炉液压装置未按规定使用抗燃液压油，若液压系统发生故障，普通液压油一旦泄漏极易燃烧失火，造成人员伤亡或设备损毁。

(6) 供电极用的变压器由于超负荷运转导致变压器内部产生电弧，变压器内的油由于被电解产生气体导致内部压力过大，造成变压器爆炸；或者变压器由于压力过大导致漏油事故，漏油导致变压器冷

却效果不佳，集热不散造成火灾事故。

(7) 电炉高温部分的橡胶水管、电源线路未设置隔热石棉或破损易引发火灾事故。

(8) 供配电系统存在的火灾危险因素主要有：

——电压互感器、电动机组、电力电容器等如果长时间过负荷运行，会产生大量热量，热量聚集可能引发火灾。

——配电装置、电动机、照明等电气设备也存在电气火灾的危险性。

——电缆也存在一定的火灾危险性。电缆的绝缘材料多为可燃物，当电缆的防护层破损、老化、被腐蚀、接触不良或过载运行时，电缆的绝缘可能被击穿，产生电弧，会引燃绝缘材料，并迅速沿着电缆沟或桥架蔓延，造成火灾。

3) 触电

触电是指电击、电伤对人体造成的伤害。生产过程中，电动机和各种高、低压电气设备，特别变、配电室，是触电事故可能发生的对象。在有强电的环境，如高压配电室、变压器室、配电室、电器控制室、电气设备等处，电弧、漏电均可造成人员触电、仪表损坏或形成引起燃烧的点火源，导致人员电伤、火灾或控制失灵产生其它伤害事故。在下列情况下，都可能发生触电：

(1) 电气线路或电气设备在设计、安装导致带电体裸露，或在运行中，缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、PE 线断线等隐患，易造成触电。

(2) 未设置必要的安全技术措施（如保护接零、漏电保护、安全电压、等电位连接等），或安全措施失效，易造成操作人员触电。

(3) 电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；没有必要

的安全组织措施，易造成误触电。

(4) 专业电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等造成触电。

(5) 长期在恶劣环境下工作的机械设备电气及线路由于受热、受潮、磨损、雨淋导致电线外包橡胶老化，发生脆化断裂，导致带电线路裸露，有发生人员触电事故的危险。

(6) 无电工作业证人员违章操作电气设备，极易发生触电。

(7) 生产项目中存在的主要触电危险发生的因素如下：

1、输电线路故障：如线路断路、短路等可造成触电事故或设备损坏。

2、带电体裸露：设备或线路绝缘性能不良造成人员伤害。

3、电气设备或输电线路短路或故障造成的监控失灵或电气火灾。

4、工作人员对电气设备的误操作引发的事故。

5、拉设临时用电线路不合规范。

6、手持式电动工具的防护罩、盖或手柄破损、变形或松动。

7、手持式电动工具的开关失灵、缺损、破裂，插头损坏。

8、手持式电动工具的绝缘材料受到破坏。

9、手持式电动工具的导线未用橡套软线，电缆或接头缺损、破裂。

10、使用工具未用漏电保护器或未接地（零）、接地（零）不良等。

4) 灼烫

由于作业人员接触高温设备和管道表面、高温加工工件、溅出的熔融金属或工作服在高温烘烤下着火。

在熔炼过程中，电炉电弧区的温度最高达到 4000℃、熔体温度在 1700℃、电炉烟罩内烟气温度 400～600℃。金属硅出炉、浇铸会

产生飞溅，熔体遇水会立即产生爆炸，浇铸后的热金属硅块，入炉内操作过的工具等对人体均有烫伤危害。

电炉冶炼过程中产生大量的烟气，由于烟气温度较高，烟气管道表面温度较高，如管道未采取隔热措施，人员碰到管道时会发生烫伤。

项目可能发生高温烫伤的位置主要是电炉炉前操作、出硅、浇铸、电炉烟气管道等。人若不慎接触炽热的金属熔体和高温物料，会发生灼烫伤害。如果高温设备、高温物体防护不当，防护设施及防护用品缺乏，操作人员正常生产、检修过程中出现误触有可能导致烫伤。输送和盛装高温硅液的器具如破裂、坠落，飞溅到人体上会造成人员烫伤；铸金属硅时如果模具遇水，注入硅水时会引起水分突然汽化爆炸、喷溅，导致烫伤。

5) 起重伤害

本工序使用的起重机械主要有吊运电极、成品以及精整工序的一般电动单梁/双梁起重机，出硅吊运硅水包（熔融金属）的冶金桥式起重机，在起重作业过程中可能会因设备故障、人员违规作业等原因造成起重伤害，主要表现为吊物坠落、灼烫、物体打击等。

(1) 若起重机安全设施缺失，起重机未按规范要求进行定期检测，冶金桥式起重机的吊钩、板钩、横梁等吊具未定期进行探伤检查，在使用时损坏或滑脱，在吊运过程中硅包坠落，导致物体坠落伤人、灼烫事故。

(2) 吊运熔融金属的钢丝绳若未使用冶金专用，或操作前没有对钢丝绳进行安全技术检验或认真检查，对已断丝的钢丝绳没有按钢丝绳报废标准处理或降低负荷使用，吊运时严重超负荷等原因，会导致钢丝绳折断。

(3) 起重机械的安全装置（制动器、缓冲器、行程限位器、起重重量限制器、防护罩等）缺失或失效。因操作不慎和超负荷等原因，

可能发生翻车、碰撞、钢丝绳折断等事故，引发物体打击、灼烫、火灾爆炸等事故。

(4) 当起重机动臂幅度过大，超负荷运行，往往造成起重机倾覆事故，能引起人身伤亡和设备损坏。事故原因是因为起重机的倾覆力矩大于稳定力矩造成的。

(5) 当起重机动臂幅度过大，超负荷运行，往往造成起重机倾覆事故，能引起人身伤亡和设备损坏。事故原因是因为起重机的倾覆力矩大于稳定力矩造成的。

(6) 起重设备带病运转，不仅缩短了起重设备的使用寿命或修理周期，更为严重的是设备在带病运转过程中，可以导致发生许多设备和人身事故。

(7) 起重机在开车前未发出开车信号，吊运区域的下方有人员，在吊运过程硅包内的高温硅水会存在泼撒，引发高温灼烫事故，若硅包发生坠落，会造成更严重的起重伤害事故。

(8) 起重机出轨事故，其原因多数为啃轨现象造成紧固件松动所致。

(9) 电气故障，如短路、过压、过流、失压及闭锁等保护装置失效；电气设备与线路的安装不符合规范要求，存在临时线或老化的线路与设备。

(10) 起重机械操作员在驾驶时违规操作或驾驶起重机械的人员未经专业技术培训持证上岗。

(11) 若吊运区域及冷却区域的地面潮湿或出现积水，高温硅水泼撒会泄漏时会引发爆炸事故。

(12) 作业人员在操作过程中由于安全意识淡薄或违反操作规程等原因，可能接触高温物料，发生高温灼烫事故。

(13) 吊运作业指挥不当，动作不协调等。

6) 机械伤害

生产过程存在大量的机械设备，如：进料输送机、风机、电机等，不可避免存在机械伤害危险因素。如果这些设备传动部位没有可靠的安全防护装置，或设备有缺陷，违章作业等，易发生作业人员被切、绞、轧、挤、压、撞击等事故。在事故及检修等特殊情况下，也存在机械伤害的可能性。可能因为机械设备零、部件做旋转运动、直线运动等造成机械伤害，可能发生机械伤害的原因分析如下：

- (1) 无防护：如无防护罩、安全保护装置、报警装置、安全警示标志、护栏等安全防护措施或防护措施失。
- (2) 防护不当：如防护罩未在适当位置，防护装置调整不当，安全距离不够等。
- (3) 机械设备设施存在缺陷：如设计不合理，结构不符合安全要求，制动装置有缺陷，安全间距不够，设备上有锋利倒棱等。
- (4) 人员违章作业造成机械伤害。
- (5) 人员不按规定穿戴劳动保护用品。
- (6) 机械强度不够：如联轴器连接螺栓强度不够等。
- (7) 设备带“病”运转，超负荷运转等。
- (8) 无意或为排除故障而接近危险部位：如在无防护罩的两个相对运动零部件之间清理卡住物时，可能造成挤压、夹断、切断、压碎或人的肢体被卷进的伤害。

7) 高处坠落

生产车间内设置有高大设备及地坑，较多生产场所或操作平台均与地面之间存在较大高差，有平台，室内、外有登高梯台，作业过程中如果稍有不慎，可造成高处坠落伤害事故。它们往往具有较高的高度，在该类设备检修或巡检的过程中，岗位人员或检修人员经常需要登高作业，如果防护栏杆不完善或高处平台、走梯强度不足，均有可

能造成高处坠落。

在高处作业需要搭建脚手架的场所，如果脚手架的强度不够大，作业人员在作业的过程中由于脚手架的倒塌而从高空坠落，有造成伤亡事故的可能。

高处坠落的主要原因是由于高处作业人员安全意识不强、违章作业造成的，登高作业不系安全带或没有按照要求系安全带、酒后上岗、监护不到位、没有防护栏等，均有造成高处坠落事故的可能。

8) 物体打击

物体打击，是指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故。对该项目导致物体打击的分析如下：

(1) 若高处的防护栏、安全盖板等安全设施缺失，在生产过程中、对设备进行维护和检修过程中，在高处的工具和材料从高处跌落，或人为向下抛掷物件，均易造成对人员的物体打击伤害。

(2) 物料、物件摆放不稳，倾覆，也会对人员造成物体打击，造成人员伤亡事故。

(3) 如果在高空平台、通道上堆物或者高空装置零件破损，可能造成物料或装置部件坠落。

(4) 高空抛物，未划定警戒线，无人监护。

9) 中毒和窒息

电炉冶炼烟气中含有一定量的 SO₂，如果没有进行有效的处理或烟气管道泄漏会污染作业环境，对作业人员的健康产生危害。

设备检修时进入电炉、烟道、除尘器、仓等有限空间内有发生中毒和窒息的危险。

10) 坍塌

物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故，地面安装的机械设备、厂房等建构筑物，由于基

础处理不当、桩基不稳、地基剪切破坏、应力不均、建构筑物裂损变形、承载力不均等原因，均可能造成坍塌事故的发生。

11) 淹溺

循环水系统设有水池，深度大于 2m，若池子周边防护不全，巡检通道未设置防护，高处阀门操作平台未固定或未设置防护措施，人员巡检作业时可能发生淹溺事故。安全警示标志缺少或不足，夜晚照亮度不够等，人员安全意识薄弱，在此区域可能发生淹溺事故。

12) 其它伤害

(1) 高温辐射

高温环境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。高温还可以抑制中枢神系统，使工人在操作过程中注意力分散，肌肉工作内能力降低，从而导致工伤事故。

电炉为高温热源设备，熔体温度在 1700℃、电炉烟罩内烟气温度 400~600℃。物料输送、冷却过程中，将产生大量的辐射热，对岗位工人造成危害。

从其危害方式来看，由于与环境存在着极高的温差，当与环境中的人和物接触时，其热能会发生转移，造成人的烧伤、烫伤和死亡或造成物的燃烧、变形、融化以及其他引起物失去本身作用和功能的变化。其次，由于高温熔融物质具有良好的流动性，一旦泄漏，熔融物质易流散，遇水等物料易喷溅，影响范围大且事故后果极严重。再次，高温熔融物质的自身能量还会转变成较为强烈的光能和高温辐射能，如果防护不当，还有可能造成人的损伤或物的损害。

(2) 强光辐射

在电炉熔炼过程中有炽热的熔体、料面和弧光等及焊接作业时，在 1200~2000℃下可产生波长大于 0.32μm 的紫外线，3000℃以上的辐射源（弧光）可产生波长小于 0.29μm 的紫外线，紫外线的过度照

射引起损伤眼睛及裸露的皮肤，引起角膜结膜炎和皮肤胆红斑症。主要症状为：羞明，流泪，异物感，刺痛，眼睑红肿痉挛等。受紫外线照射后皮肤可出现界限明显的水肿性红斑，严重时可出现皮炎、水泡、渗出液和浮肿，并有明显的烧灼感。

红外线对人体的危害主要是引起组织的热作用。眼部受到强烈的红外线辐射，立即会感到强烈的灼伤和灼痛，发生闪光幻觉，长期接触还可能造成红外线白内障，视力减退，严重时能导致失明。此外，还可能造成视网膜灼伤。

当进行焊接作业时，焊接点会发生强烈的弧光，操作人员如果直接注视到弧光，眼睛极易患白内障。

项目可能发生强光灼伤的位置主要是电炉炉前操作、出硅、浇铸、焊接区域。

（3）粉尘

作业场所空气中粉尘的化学成分和浓度是直接决定其对人体危害性质和严重程度的重要因素。

长期吸入硅尘引起的以肺纤维化为主的疾病称为矽肺，发病年龄多在 15~20 年以上，病变发展较快，危害较重。

生产性粉尘除了对劳动者的身体健康造成危害之外，对生产亦有很多不良影响，如污染环境，影响视野、照明等等。

粉尘主要出现在原料场、精料场、配料站、电炉操作面、出硅、浇铸、收尘、金属硅破碎等系统。在缺乏完善的通风除尘设施和抑尘措施时，粉尘飞扬恶化作业环境，没有进行防尘防护，操作人员均有可能受到散发的粉尘对呼吸系统造成伤害。较大的粉尘可以较多地在上呼吸道沉降下来，它们会被纤毛、粘膜的节律性收缩以及咳嗽等排除，其危害性不大。但微米级的粉尘能达到肺泡内而很难除去，严重时可能引起尘肺病。

(4) 噪声

本项目噪声比较强的设备有电炉、风机、空压机、电机、泵类等。这些设备产生的噪声对人的健康危害和作业环境的影响很大。长期在强烈噪声中从事生产的人员会造成听力下降，严重者可致噪声性耳聋，并可引起神经衰弱、高血压及心血管疾病。噪声不仅会影响正常的信息交流诱发事故，而且产生噪声的设备还会因振动使金属材质疲劳，缩短使用寿命，或因材料疲劳损坏发生其他事故。

本工程的噪声源主要有电炉冶炼噪声、引风机、水泵、空压机、金属硅人工破碎等。

3.5.3 金属硅破碎及成品仓储主要危险有害因素

1) 火灾、爆炸

(1) 因破碎产生的小量硅粉粉尘遇火焰或与氧化剂接触发生反应，有中等程度的危险性。

(2) 操作人员未专门培训，违反操作规程，现场未禁止烟火，未使用防爆型的通风系统和设备，收尘系统功率不足造成现场产生粉尘，硅粉、金属硅等与氧化剂接触等均可能导致火灾、爆炸事故。

(3) 金属硅及因破碎产生的小量硅粉搬运时包装及容器损坏，使用易产生火花的工具进行收集，未采取有效措施降低粉尘含量，可能会导致火灾、爆炸事故。在出现火灾情况下，使用二氧化碳灭火器进行灭火，造成扬尘导致粉尘爆炸事故。硅粉火灾时用高压水灭火，还会导致爆炸事故。

(4) 收尘器未采用防静电除尘袋，未使用防爆型锁气卸灰装置及可靠接地措施等，均可能导致火灾、爆炸事故。收尘器检维修前未彻底清理内部硅粉，检维修中若动火未经审批检查等，易导致火灾、爆炸事故发生。

(5) 电气设备未采取可靠接地措施、出现电线短路等会引发火灾、爆炸。

(6) 柴油叉车进入粉尘涉爆区域未安装阻火器；粉尘涉爆区域电气设备不防爆，电气线路未采用防爆穿管等，均可能造成火灾、爆炸事故。

2) 起重伤害

在起重作业过程中可能会因设备故障、人员违规作业等原因造成起重伤害，主要表现为吊物坠落、物体打击等。造成起重伤害的主要原因有：

(1) 操作因素主要有：

- 1、起吊方式不当（如违章斜吊、违章急停等），造成脱钩或起重物摆动伤人。
- 2、违反操作规程，如超载起重，或人处于危险区工作等。
- 3、操作人员未经正规培训，无证上岗。
- 4、指挥不当，动作不协调等。

(2) 设备因素主要有：

- 1、设备存在事故隐患如安装存在问题、未经定期检测等。
- 2、吊具失效，如吊钩、钢丝绳、专用吊具等损坏而造成重物坠落。
- 3、起重设备的操纵系统失灵或安全装置失效（如限位装置不完善）而引发事故，如制动装置失灵而造成重物的冲击和夹挤。
- 4、构件强度不够。
- 5、电气装置故障或损坏而造成触电事故。
- 6、起重机出轨事故，其原因多数为啃轨现象造成紧固件松动所致。

3) 物体打击

破碎金属硅的作业过程时，可能会发生金属硅块溅射，对作业人员造成物体打击事故。

4) 高处坠落

生产车间内设置有操作平台均与地面之间存在较大高差，有平台，室内、外有登高梯台，作业过程中如果稍有不慎，可造成高处坠落伤害事故。它们往往具有较高的高度，在该类设备检修或巡检的过程中，岗位人员或检修人员经常需要登高作业，如果防护栏杆不完善或高处平台、走梯强度不足，均有可能造成高处坠落。

在高处作业需要搭建脚手架的场所，如果脚手架的强度不够大，作业人员在作业的过程中由于脚手架的倒塌而从高空坠落，有造成伤亡事故的可能。

高处坠落的主要原因是由于高处作业人员安全意识不强、违章作业造成的，登高作业不系安全带或没有按照要求系安全带、酒后上岗、监护不到位、没有防护栏等，均有造成高处坠落事故的可能。

5) 机械伤害

破碎系统内的机械设备运转过程中可能发生机械伤害事故，其主要原因如下：

(1) 由于机械设备旋转部位（联轴器、皮带轮、夹点等）无防护装置、防护装置不符合规范要求或失效、作业空间狭小、设备运转中进行操作、人员操作不当等可能导致发生擦伤、卷入等伤害；

(2) 收尘设备之间的距离或与墙、柱的距离不符合规范要求，人员在巡检过程中可能触碰到转动设备，发生机械伤害事故；

(3) 机械设备上的尖角、锐边等可能引起划伤；

(4) 检修过程中防护措施不到位，未按规定采取停车、断电、挂牌的安全措施就进行操作，人员配合失误，未佩戴合适的防护用品等，可能导致碰伤、划伤、砸伤。

6) 触电

(1) 各类电机及电器控制开关、作业场所的照明线路等电气设施，如绝缘损坏、无接地接零措施，人体接触上述设备设施时会造成触电。

(2) 临时用电使用不规范，随意搭接、敷设临时用电线路，可能导致人员触电。

7) 车辆伤害

成品由叉车进行转运至成品库，叉车行驶过程中，由于驾驶员对安全驾驶和行车安全的重要性认识不足，思想麻痹、违章驾驶、管理不善和车辆带病运行等，可能发生车辆伤害。

8) 坍塌

包装后的成品袋堆码过高，未堆码稳固、未留出垛距，可能会发生坍塌事故。

10) 其它伤害

破碎机等噪音较大，破碎期间粉尘外溢，人员未正确佩戴劳动防护用品可能造成噪音、粉尘伤害。场所内地面不平、湿滑、粉料未及时清理，可能导致摔伤。

3.5.4 除尘工序主要危险有害因素

1) 机械伤害

收尘系统内的机械设备运转过程中可能发生机械伤害事故，其主要原因如下：

(1) 由于机械设备旋转部位（联轴器、皮带轮、夹点等）无防护装置、防护装置不符合规范要求或失效、作业空间狭小、设备运转中进行操作、人员操作不当等可能导致发生擦伤、卷入等伤害；

(2) 收尘设备之间的距离或与墙、柱的距离不符合规范要求，

人员在巡检过程中可能触碰到转动设备，发生机械伤害事故；

（3）机械设备上的尖角、锐边等可能引起划伤；

（4）检修过程中防护措施不到位，未按规定采取停车、断电、挂牌的安全措施就进行操作，人员配合失误，未佩戴合适的防护用品等，可能导致碰伤、划伤、砸伤。

2) 触电

（1）各类电机及电器控制开关、作业场所的照明线路等电气设施，如绝缘损坏、无接地接零措施，人体接触上述设备设施时会造成触电。

（2）临时用电使用不规范，随意搭接、敷设临时用电线路，可能导致人员触电。

3) 容器爆炸

该工序使用的储气罐属于压力容器，由于设计不良、制造安装不当、材质有缺陷、未经检测合格以及操作过程中工况不稳定等因素，皆可造成这些带压设备的爆炸或爆裂事故。

压力容器爆炸的原因主要有：

（1）选材不当导致脆性断裂或腐蚀破裂。

（2）结构不合理使容器某些部件产生过高的局部应力，最后导致容器破裂。

（3）制造质量低劣、未进行正规压力试验即投入使用导致发生爆裂事故。

（4）在生产中长期承受压力，且受到介质的腐蚀性或流体的冲刷磨损，以及操作压力、温度波动的影响，在使用过程中会产生缺陷，未根据检验周期定期进行检验而可能发生爆炸。

（5）安全附件不齐全，如安全阀、压力表等，或未定期检验，造成无法正常使用，而导致压力容器爆裂。

(6) 未根据安全操作规程要求操作和正确使用。

4) 车辆伤害

加密仓收集的微硅粉作为副产品外售,由粉料罐车进行运输,在进行装车作业时,由于场地道路条件,指挥不当,驾驶员不属于装车场所,可能会发生车辆伤害事故。

5) 灼烫

由于生产过程中产生烟气、烟尘具有较高温度,除尘器、烟气管道表面及高温烟气、烟尘等与人体接触,会造成人员烫伤。

高温烟气、烟尘等高温物料外泄可能导致人员灼烫。

6) 坍塌

收尘设施设计、建设不符合要求,支柱、基础等因腐蚀、承重不足或质量存在缺陷等,可能发生坍塌事故。加密仓仓位较高,积灰超高料位等,可能发生坍塌事故。

7) 中毒和窒息

(1) 在检修烟气收尘设备时,烟气管道内部、收尘器内部由于通风置换不到位,积聚有一定有毒有害气体(主要是SO₂)或氧气含量较低,检修人员进入管道内、设备内会立即引发中毒和窒息事故。

(2) 人员进入设备容器(有限空间)内作业,如不事对设备容器进行通风、置换,又不进行安全分析,不采取安全防护措施,容器外无人进行监护,均可能造成人员中毒和窒息危险。

(3) 烟气管道发生故障时,烟气(SO₂)外溢,可能会周边人员、休息室、控制室内人员造成中毒和窒息事故。

8) 高处坠落

收尘设备及操作平台均较高,若高处作业平台、高空通道及斜梯上未按规范安装防护栏杆或防护安装存在缺陷,如果防护栏杆、挡板、踏板等设施质量存在缺陷、焊接不牢固,可能会造成人员高处坠落。

发生高处坠落的主要原因有：

- (1) 高处作业平台、通道、走梯等防护栏杆缺失或失效。
- (2) 若生产现场建(构)筑物预留孔、吊装孔、可坠落的孔洞未设栏杆或不加盖板, 钢平台、楼梯扶手等处严重腐蚀或脱焊等。
- (3) 未在显眼处设置安全警示标志。
- (4) 高处作业未执行作业审批制度, 未采取有效的防护措施。
- (5) 高处作业未正确系安全带(绳), 或安全带(绳)存在缺陷。
- (6) 作业人员违反操作规程或违章指挥。
- (7) 作业人员安全意识不强。

9) 物体打击

在高处平台进行设备检维修时工器具、物料坠落等均可能发生物体打击事故, 其发生的主要原因如下:

- (1) 高处作业平台未设符合规范要求的踢脚板。
- (2) 违规在高处作业平台、通道上堆放备品、配件、杂物等。
- (3) 在高处设备上随意放置工器具等。
- (4) 作业人员违反操作规程。

10) 火灾、爆炸

(1) 金属硅破碎工序除尘器内部可能会聚集硅粉尘, 若遇火星、明火, 可能会发生火灾、爆炸事故; 风机故障时氧含量不足导致硅粉尘被氧化的少, 管道、除尘器内可能出现硅粉尘爆炸。

(2) 电气设备的接线盒、配电箱、开关箱等处因短路、超负荷等, 可能会发生电气火灾。

11) 其它伤害

- (1) 粉尘

烟气收尘中会产生大量粉尘, 收尘作业点收尘效果差, 现场作业

人员未佩戴有效的防尘口罩等，粉尘会对作业人员的肺部造成损害。

（2）噪声

噪声主要来源于风机、振动器、泵机等各种设备在运转过程中由振动、摩擦、碰撞产生的机械动力噪声，物料与容器撞击也会产生噪声，作业人员若长期在噪声环境下作业会受到噪声危害。

3.5.5 烟气脱硫工序主要危险有害因素

1) 机械伤害

该工序使用泵机、搅拌机、板式压滤机，脱硫系统设置有风机，这些机械设备存在联轴器等转动部位或往复行驶部位，运转过程中可能发生机械伤害事故，其主要原因如下：

（1）由于机械设备旋转部位（联轴器）无防护装置、防护装置不符合规范要求或失效、作业空间狭小、设备运转中进行操作、人员操作不当等可能导致发生擦伤、卷入等伤害。

（2）设备之间的距离或与墙、柱的距离不符合规范要求，人员在巡检过程中可能触碰到转动设备，发生机械伤害事故。

（3）机械设备上的尖角、锐边等可能引起划伤。

（4）检修过程中防护措施不到位，未按规定采取停车、断电、挂牌的安全措施就进行操作，人员配合失误，未佩戴合适的防护用品等，可能导致碰伤、划伤、砸伤。

2) 灼烫

脱硫系统使用石灰，在进行加药、制浆等作业时，人员防护缺失，使用、保管不当，可能造成泄漏或人员不慎接触，会导致人员受到化学灼伤。

3) 触电

供配电系统以及所有用电设备、电线、电缆、插座回路及各插座

箱，正常情况下不带电的金属部件等均有可能造成人员触电伤亡。机械设备基本全为电动类型，各设备的电动机及相关配电设施（如空气开关、电线电缆、配电柜、避雷针等设施）。如果与生产设施配套的各类电气设备、电气开关、电缆敷设的接地或接零及屏蔽措施不完善、耐压强度低、耐腐蚀性差等都会造成漏电，如果工作人员违章用电、防火措施和电气安全保护设施不完善、电缆敷设不合理、绝缘损坏等造成电气设备、电缆外壳意外带电，人体如果与之接触就会发生触电伤害事故。人体触电轻则受伤致残，丧失劳动能力，重则造成死亡，影响生产系统的安全运行。

4) 高处坠落

脱硫塔及操作平台均较高，若高处作业平台、高空通道及斜梯上未按规范安装防护栏杆或防护安装存在缺陷，如果防护栏杆、挡板、踏板等设施质量存在缺陷、焊接不牢固，可能会造成人员高处坠落。发生高处坠落的主要原因有：

- (1) 高处作业平台、通道、走梯等防护栏杆缺失或失效。
- (2) 若可坠落的孔洞未设栏杆或不加盖板，钢平台、楼梯扶手等处严重腐蚀或脱焊等。
- (3) 未在显眼处设置安全警示标志。
- (4) 高处作业未执行作业审批制度，未采取有效的防护措施。
- (5) 高处作业未正确系安全带（绳），或安全带（绳）存在缺陷。
- (6) 作业人员违反操作规程或违章指挥。
- (7) 作业人员安全意识不强。

5) 物体打击

物体打击，是指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故。对该项目导致物体打击的分析如下：

(1) 若高处的防护栏、安全盖板等安全设施缺失，在生产过程中、对设备进行维护和检修过程中，在高处的工具和材料从高处跌落，或人为向下抛掷物件，均易造成对人员的物体打击伤害。

(2) 物料、物件摆放不稳，倾覆，也会对人体造成物体打击，造成人员伤亡事故。

(3) 如果在高空平台、通道上堆物或者高空装置零件破损，可能会造成物料或装置部件坠落。

(4) 高空抛物，未划定警戒线，无人监护。

6) 中毒和窒息

烟气脱硫系统出现故障，烟气外逸，周边人员吸入，可能会发生中毒事故。

在对脱硫塔、制浆池等有限空间进行检维修作业时，未按有限空间作业相关规定进行，人员个体防护不足，可能发生中毒和窒息事故。

7) 坍塌

本项目脱硫塔属于高大的构筑物，若地基不牢，建设过程中使用的材料不符合要求，工程质量不满足要求，可能会发生脱硫塔坍塌事故。

8) 淹溺

制浆池周边无防护或防护栏损坏，人员巡检作业时，可能发生意外跌落造成淹溺事故。

9) 车辆伤害

压滤机压滤后的泥饼需要通过汽车运输，车辆行驶过程中不遵守交通规则，车辆故障、驾驶员分心等可能造成车辆伤害事故。

3.6 主要设备设施危险有害因素辨识与分析

3.6.1 电炉主要危险有害因素

电炉熔炼具有高电压、高温以及产生 SO₂，存在触电、高温灼烫、中毒和窒息、火灾、爆炸、塌料、翻渣、电炉烧穿等事故。

1) 电炉属于高电压、高电流操作，人员接触电极、电极把持器等带电体会发生触电事故。

2) 熔炼过程中，可能因操作失误、温度监控系统失灵、冷却系统故障等原因造成电炉烧穿事故，造成电炉烧穿事故的主要原因有：

(1) 电炉在建设过程中存在缺陷，电炉炉衬层厚度不足或存在空隙，在熔炼过程中炉衬受腐蚀，炉壳温度升高、变形，严重时被烧穿。

(2) 由于电炉操作不当，导致炉衬挂渣层大面积被侵蚀，严重时炉墙被烧穿。

(3) 电炉炉底、炉壁、炉顶温度监控系统失灵或热电偶被损坏，电炉局部温度升高为及时发现，严重时会出现电炉烧穿事故。

(4) 电炉循环冷却水系统出现故障，若冷却水水压低、流量低或温度过高，导致炉顶及炉壁的冷却效果差，炉壁温度及炉顶温度高，炉壳变形或损坏，严重时可能发生烧穿事故。

(5) 若炉底冷却风机出现故障或冷风量不足导致炉底温度高，炉底炉壳变形或损坏，严重时可能发生烧穿事故，高温熔融炉渣或硅水大量泄漏。

3) 电炉冷却水管发生泄漏，泄漏的水可能流淌至排渣（硅）口区域或电炉车间地面，引发高温熔体爆炸事故。

4) 高温熔融炉渣或硅水大量泄漏，若炉底或事故坑内存在积水会发生高温熔体爆炸事故。

5) 若炉底冷却风机出现故障或冷却风量不足，炉底冷却效果达不到设计要求，长期高温会造成炉底烧穿，大量硅水、炉渣排出，漫流至事故坑或其他低洼处，若遇水会发生高温熔体爆炸事故。

6) 若电炉车间在建设过程中未采取防雨措施, 雨水会进入电炉车间熔炼区域, 遇高温炉渣、硅水引发火灾、爆炸事故。

7) 人员接触高温电炉表面、烟气管道或高温熔融物料均会导致高温灼烫事故。

8) 由于配料、操作失误等原因, 可能导致炉内渣的流动性差, 熔融层局部存在结晶体, 引发炉内出现翻渣, 炉内压力增大。

9) 电炉入料不均匀或操作不当导致炉内固体物料层局部出现起拱现象, 在操作过程中发生塌料, 炉内气压增大, 造成大量烟气放散, 引发中毒和窒息事故。塌料严重时还可能造成电极折断事故, 影响电炉的正常生产。

10) 电炉排渣、出硅、电极孔密封失效、炉内压力增大等均会导致炉气发生泄漏, 引发烟气中毒及火灾、爆炸事故。

11) 在电炉和大电流导体附近, 有很强的磁场, 产生电磁辐射危害。

12) 若选用的电极升降系统升降不灵活, 系统惯性大, 启动、制动慢, 影响电炉的正常操作, 甚至造成安全事故。

13) 若电极升降装置、泥炮机液压传动控制使用的液压油未采用抗燃液压油, 在运行过程中可能由于液压油温度高而发生火灾事故。

14) 电极升降系统的液压油压力不足或液压油变质, 导致液压系统故障, 导致电机升降系统不灵活, 影响电炉操作, 甚至发生炉内翻渣、塌料、烧穿电炉等事故。

15) 电极升降系统液压油高压油管质量差或液压管路疲劳破坏或老化, 导致管路漏油, 在操作时升降不灵活, 导致炉内出现翻渣、塌料等事故, 甚至造成电炉烧穿事故。

16) 若电极升降系统的液压油变质或被污染, 会导致油管路受到磨损和腐蚀, 加速管路的破裂而漏油。

17) 若电极升降系统的液压油中含有水分时, 导致液压油形成乳化液, 降低料液压油的润滑及防腐作用, 导致管路内壁的腐蚀。

18) 若电极升降系统在作业过程中出现断电, 电极把持器松动, 电极下滑, 可能造成电极折断、短路跳闸等事故。

19) 进入电炉作业, 未执行“先通风、再检测、后作业”, 可能造成中毒和窒息事故, 未冷却即进入则可能造成灼烫事故。

3.6.2 冶金起重机主要危险有害因素

1) 本项目出硅使用冶金起重机进行吊运高温熔融液体, 若起重机安全设施缺失, 起重机未按规范要求进行定期检测, 横梁焊缝和销轴未按要求定期进行探伤检测; 吊钩、板钩、钢丝绳及其端头固定零件未定期进行检查, 发现问题未及时整改, 在使用时损坏或滑脱, 在吊运过程中硅包坠落, 导致物体坠落伤人、高温灼烫事故。

2) 钢丝绳若未使用冶金专用, 或操作前没有对钢丝绳进行安全技术检验或认真检查, 对已断丝的钢丝绳没有按钢丝绳报废标准处理或降低负荷使用, 吊运时严重超负荷等原因, 会导致钢丝绳折断。

3) 起重机械的安全装置(制动器、缓冲器、行程限位器、起重量限制器、防护罩等)缺失。因操作不慎和超负荷等原因, 可能发生翻车、碰撞、钢丝绳折断等事故, 引发起重伤害、高温灼烫等事故。

4) 起重机械上的齿轮和传动轴, 没有设置安全防护罩或其它安全设施, 会卷进人的衣服, 发生机械伤害事故。

5) 当起重机动臂幅度过大, 超负荷运行, 往往造成起重机倾覆事故, 能引起人身伤亡和设备损坏。事故原因是因为起重机的倾覆力矩大于稳定力矩造成的。

6) 物体在吊运中, 因碰撞或刹车等原因, 使吊件在空中悠荡, 吊件撞倒设备或积物而引起事故, 撞击力大, 故后果比较严重。

7) 起重设备带病运转，不仅缩短了起重设备的使用寿命或修理周期，更为严重的是设备在带病运转过程中，可以导致发生许多设备和人身事故。

8) 起重机在开车前未发出开车信号，吊运区域的下方有人员，在吊运过程硅包内的高温硅水会存在泼撒，引发高温灼烫事故，若硅包发生坠落，会造成更严重的起重伤害事故。

3.6.3 硅包主要危险有害因素

1) 由于硅包设计、制造、维修等存在缺陷，使得硅包重心偏移，吊运过程中产生倾斜，硅水溢出，存在发生高温灼烫及火灾、爆炸的风险。

2) 硅包整体结构不合理，受热应力作用后，产生裂纹，造成穿包。

3) 硅包吊耳、耳轴等未按要求定期进行探伤检测，在吊运过程中发生断裂。

4) 硅包未按要求定期进行探伤检测，在使用过程中出现泄漏或硅包倾翻事故。

5) 使用硅包前，未进行预热、烘烤，或预热温度不符合要求，在进行出硅作业时，可能发生硅包爆炸事故。

3.6.4 皮带输送机主要危险有害因素

本项目配料系统使用较多皮带输送机，可能会发生机械伤害、触电等事故。

1) 由于机械设备旋转部位（皮带输送机机头、尾轮、夹点等）无防护装置、防护装置不符合规范要求或失效、人员操作不当等可能导致发生擦伤、卷入等伤害。

2) 由于设备维护不良、工件装夹不牢固等操作失误，造成工件、

工具或零部件飞出伤人。

3) 若设备之间的距离或与墙、柱的距离不符合规范要求, 人员在巡检过程中可能触碰到转动设备, 发生机械伤害事故。

4) 机械设备上的尖角、锐边等可能引起划伤。

5) 检修过程中防护措施不到位, 人员配合失误, 未佩戴合适的防护用品等, 可能导致碰伤、划伤、砸伤, 检修时不按规定采取停车、断电、挂牌的安全措施就进行检修的。

6) 若皮带运输机未按规范要求设置急停拉绳开关或安装质量缺陷, 在出现危险情况下不能及时停止皮带运输机。

7) 作业人员操作、巡检时未严格遵守安全操作规程, 无自我防范意识。

8) 电机等电气设备金属外壳未接地, 带电运行, 人员无防护接触带电金属部件, 可能导致触电事故。

3.6.5 厂内机动车主要危险有害因素

本项目厂内机动车辆有叉车、捣料车、装载机。其中: 叉车、装载机为原有车辆。叉车用于上料、成品的转运等, 装载机用于原料场地的铲装运输。车辆的动力类型应与区域的性质相适应。如果配置不匹配可能导致人员伤亡、设备设施损坏或物料泄漏等事故。其主要危险、有害因素如下:

1) 在行驶时超速驾驶、突然刹车、碰撞障碍物等情况下可能造成车辆翻倒; 或是在不适合的路面及支撑条件下运行、装卸等, 都有可能发生翻车。

2) 驾驶不当或出现异常情况, 与建筑物、堆积物及其他车辆之间发生碰撞。

3) 车况不好、设备不适的情况下, 会造成载荷从车上滑落。

4) 电缆线短路、油管破裂、粉尘堆积等情况下，都可能导致火灾事故。

5) 标识不清、沟渠不牢、管廊高度不够、人货未分流均会造成厂内车辆伤害事故。

3.6.6 空气压缩机及储气罐主要危险有害因素

本项目设置有螺杆式空气压缩机及储气罐。

1) 如果空压机电机联轴器未设置防护罩，防护罩的设计不符合规范，防护罩被损坏未及时恢复、防护罩被随意拆除，或者在检修作业时未执行挂牌制度，其它人员误操作，从而导致机械伤害事故。

2) 如果压缩空气储气罐设计、制作、安装存在缺陷，未设安全附件（压力表、安全阀）或安全附件损坏、失灵，作业人员违反操作规程等可能发生容器爆炸。

发生容器爆炸的主要原因有：

(1) 操作失当造成设备超压。
(2) 安全装置不齐、失灵或装设不当。
(3) 内外介质腐蚀使设备壁厚减薄，强度降低，不能承受额定压力。

(4) 在接管、焊缝、形状变化部位等结构薄弱处产生裂纹。
(5) 设备本身未按规定期限进行检验检修，安全附件未定期校验、检定。

(6) 管理失当或违章操作。
(7) 违反压力容器设计、制造、安装、检验等有关规定，选材不当或材料存在内部缺陷；储气罐等压力容器存在严重的焊接缺陷。

3) 空气压缩机在运行时产生的噪声较大，如果没有采取降噪、减振措施，或者降噪措施设计不当或使用中未进行维护、作业人员未

佩戴劳动防护用品，人员长期在噪声环境内作业，可能受到噪声危害。气体释放或泄漏时产生的噪声也较大，周围场所内的作业人员也可能受到噪声危害。

3.6.7 电气设施主要危险有害因素

该项目用电地点多，存在高压室、变电所等电气设备，在误操作及打雷、下雨等自然灾害下，容易发生人员触电伤害事故和电器短路导致火灾爆炸事故。其中电炉变压器和电炉短网系统的火灾危险性最大。

1) 由于电炉变压器安装在冶金车间散热条件差，加上电炉变压器次级低，但电流很大，易造成导磁体和线圈发热量比其他变压器大得多，长时间超过最高允许温升会使线圈严重过热，损坏绝缘，使变压器油严重过热，引起着火。

2) 电炉短网系统，也称大电流线路，导体是在温度特别高、导电尘埃非常多的恶劣环境下工作，同时短网导体中流过数以万计安培的强大电流，因而短网导体四周形成强大的电磁场，在短网导体及其周围的钢铁构件中将产生非常大的功率损耗，引起发热，甚至烧毁短网系统。

3) 电气设施的电缆如选用的安全载流量不足或电线接头松动，均会由于导线、接头发热而引起电器火灾事故。

4) 变、配电室内电气设备若发生火灾，会因电缆、电线塑料外皮燃烧而产生大量有毒烟雾，操作人员灭火抢险时，若不带防毒面具或防护器材使用不当，还可能发生中毒、窒息的危险。

5) 电炉变压器、电力变压器若过电压、导线接触不良、绝缘损坏、过负荷等，可能造成短路而发生火灾；变压器、配电柜等供配电装置的避雷装置、接地装置不符合规范和标准等要求，有遭雷击引发

电气火灾和爆炸的危险；若变电室门、窗、通气孔防小动物设施损坏或失修、电缆沟未用沙土填埋等，有小动物窜入或雨水流入引发短路等故障的危险。

6) 若高低压配电设备设施等产品质量不合格、违规操作、电缆敷设不符合要求等易引发电气火灾。

7) 动力、照明线路如果设计不合理，会加速电缆绝缘老化，引发短路事故，若断路器、热继电器等保护装置失效，线路接触不良，用电设备散热不良，电缆绝缘为非阻燃型等，存在电气火灾的危险。

8) 在潮湿的工作环境中，由于电气设备的绝缘性能降低引起漏电，容易造成触电事故。

9) 若电气设备的保护接地失效，当各种原因造成设备外壳带电时，人员接触会造成触电事故。

3.7 公用工程及辅助设施的危险有害因素辨识与分析

3.7.1 给排水系统主要危险有害因素

1) 机械伤害

系统内各种型号水泵运动部位（如联轴器等）如果无安全防护设施或安全防护设施缺陷，操作人员巡检过程中无个人防范意识，可能发生机械伤害。

2) 触电

水泵房等用电设备处若接线、绝缘不良或破损，人员不慎接触，会导致触电；在对用电设备进行检修时，若未按规范要求切断电源，可能导致检修操作人员触电。循环水系统用电设备处可能存在潮湿环境，若选用的电气设备、配电箱等的防护等级不满足环境要求，可能发生漏电、短路、触电事故。

3) 淹溺

由于循环水池较深，若巡检通道未设置防护栏或护栏损坏，以及由于作业方法不当或滑跌可能造成巡视、检修人员落水淹溺事故。

4) 噪声

水泵等产生高噪声的主要设备降噪措施不足，产生噪声危害。

5) 停电断水的危险性分析

由于停电或者循环水泵都出现故障引起的循环冷却水断水事故，可能造成电炉在运行时无水冷却。在不可控的情况下，会造成电炉烧穿、冷却水系统烧通、烧漏等，从而导致硅水泄漏等事故。

6) 高处坠落

供排水系统的部分设备及管道位置较高，人员在检查给排水的配套设施或检修时，会到较高位置作业或巡检，若爬梯的防滑措施、防护栏杆设置不规范，作业人员安全意识差等，会发生高处坠落事故。

3.7.2 供配电系统主要危险有害因素辨识与分析

供配电系统存在的主要危险因素是触电伤害、电气火灾。引发触电伤害、电气火灾的主要原因分析如下：

1) 触电伤害

供配电系统常见触电伤害的原因有：

- (1) 接线错误。
- (2) 电气线路、电气设备安装不符合安全要求；装设地线不验电、线路检修时未按规定装设接地线、或临时停电装设的接地线在送电前未及时拆除。
- (3) 导线、电缆破损接触金属等导电物、架空线断后搭落在金属等导电物上、电气设备的线圈绝缘损坏而引起外壳带电。
- (4) 移动长、高金属物体触碰高压线。

(5) 因暴风雨、雷击等自然灾害。

(6) 操作过程发生触电伤害。其诱导性原因主要有：

1、非电工任意处理电气事务。

2、超越安全警戒线误碰带电设备。

3、变电所、配电室、电气控制柜、现场开关柜等电气设备、设施因接线端子接触不好、电气作业人员无防范意识，操作过程未穿戴绝缘鞋、绝缘手套等防护用品或防护用品失效。

4、电气操作时未核对设备名称、编号、位置状态，直接触及正在运行的带电设备。

5、误触相线：包括单相触电（包括中性点直接接地单相触电、中性点不接地单相触电）、两相触电、跨步电压、接触电压和雷击触电。

6、低压系统、直流系统带负荷拉开裸露的闸刀开关，线路发生短路或误操作引起短路。

7、高压系统因误操作产生强烈电弧（可导致严重烧伤）。

8、在带电设备附近作业，不符合安全距离或无监护措施，作业人员接近带电体（间距小于安全距离或放电距离）而产生的强烈电弧（可造成严重烧伤甚致死亡）。

2) 电气火灾

引起电气火灾的原因主要是短路、过载、接触不良、散热不良等。

(1) 短路：包括违章作业引发短路、用闸刀直接起动或断开大容量负荷引起短路、带负荷拔熔断器引起相间电弧短路等。

(2) 过载：电气线路、电动机、变压器超载运行导致绝缘材料过热起火。

(3) 接触不良：导线接头连接松动或焊接缺陷使接触电阻过高，导致接头过热起火；接触不良的电线接头、开关接点、滑触线等进发

火花引燃周围易燃、易爆物质。

(4) 散热不良：配电柜、变压器配备的如风扇、散热器等散热装置，如果发生故障将导致散热不良，使电器热量累积；电缆沟内电缆过密，散热不良亦会引起火灾。

3.7.3 检修过程的主要危险有害因素辨识与分析

本项目检修、安装过程中可能会引发中毒和窒息、火灾、爆炸、高处坠落、物体打击、粉尘危害、触电、机械伤害、灼烫、噪声危害、起重伤害、容器爆炸等危险，其主要引发原因如下：

1) 在使用乙炔进行气焊（割）作业时，由于乙炔是易燃气体，使用的氧气具有强烈的助燃性，如果控制不好，可能发生火灾爆炸事故。电、气焊（割）作业过程中高温熔融的金属火星飞溅到可燃物质上，可能引起火灾事故。

2) 检修作业平台未设置安全防护栏或防护网或失效；检修作业平台、脚手架强度不符合规范要求；未设置安全警示标识或失效；安排高处作业禁忌者从事高处作业；原有装置、设备强度与该项目装置不匹配，直接利用原有装置作安装、检修平台，并未对其承载能力进行论证；高处作业的临边、洞口等处未设置有效的防高坠措施；高处作业人员未系安全带或失效；作业人员缺乏安全知识；作业人员未执行检修安全操作规程等可能会引发高处坠落危险。

3) 检修、安装作业时未设置安全防护网或安全警戒线或失效；未设置有效的安全警示标识；检修作业平台、设施及设备倒塌；作业人员未穿戴有效的劳动防护用品例如安全帽；未制定检修作业安全操作规程等可能会引发物体打击危险。

4) 检修、安装过程时未采取有效的降尘措施或失效；作业人员未穿戴劳动防护用品例如戴防尘口罩、穿防尘服等；检修、安装作业

前未清除、原有设备、装置中的粉尘等杂物；未制定安全检修方案或未执行；作业人员缺乏安全知识等可能会引发粉尘危害的危险。

5) 检修过程中的检修用电线路布置混乱；发生漏电；检修作业场所潮湿；检修作业时未按规范要求使用安全电压；检修电工未持证上岗；检修人员缺乏安全知识；检修、安装作业时未将原有装置涉及的电气线路、电气设备理顺、未切断电源；检修作业人员未穿戴劳动防护用品或失效；检修作业人员缺乏安全知识等可能会引发触电危险。

6) 检修过程中使用的机械、转动设施及设备设计、安装、施工缺陷；未严格执行断电挂牌管理制度；旋转部位未进行固定；检修工具功能与实际需求不匹配等可能会引发机械伤害危险。

7) 检修过程中使用空压机等易产生噪声的设施及设备；设计、安装、施工缺陷；未采取有效的防噪声设施及设备；未穿戴劳动防护用品等可能会引发噪声危害危险。

8) 检修过程中使用的起重设备设计、安装、施工缺陷；未设置现场指挥人员；起重工未持证；作业环境差；作业人员未执行安全操作规程；检修起重机时未请有资质的单位进行检测、维修等可能会引发起重伤害危险。

9) 进入电炉、循环水池、脱硫塔、除尘器、烟道等有限空间作业时，未严格执行有限空间作业相关制度及作业要求，可能引发中毒和窒息事故。

10) 检修、安装作业时，未对原有设施、装置采取有效的防护措施或失效；未考虑原有装置、设施强度直接搭建安装平台；作业人员缺乏安全知识等可能会毁坏原有建构筑物。

11) 检修、安装作业时，未请有资质的单位对空气储罐等压力容器进行检测，未制定检修方案等可能会引发压力容器爆炸危险。

12) 修炉时可能需要清理炉底炉瘤，若未聘请有资质的爆破单位进行爆破，可能会造成爆破伤人事故。

3.7.4 有限空间作业的主要危险有害因素辨识与分析

有限空间，是指封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口较为狭窄，作业人员不能长时间在内工作，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或者氧含量不足的空间。本项目涉及到的有限空间主要有：配料仓、电炉、除尘器、烟道、循环水池、脱硫塔等。检维修及清理时进入上述有限空间进行作业，可能存在中毒、缺氧窒息、燃爆以及淹溺、高处坠落、触电、物体打击、机械伤害、灼烫、坍塌、掩埋、高温高湿等。在某些环境下，上述风险可能共存，并具有隐蔽性和突发性。

1) 中毒

有限空间内存在或积聚有毒气体，进入前未严格执行有限空间作业管理制度和安全操作规程、“先通风、再检测、后作业”等要求，作业人员吸入后会引起化学性中毒，甚至死亡。有限空间中有毒气体可能的来源包括：有限空间内存储的有毒物质 SO_2 ，有机物分解产生的有毒气体，进行焊接等作业时产生的有毒气体，相连或相近设备、管道中有毒物质的泄漏、通风不良等。有毒气体主要通过呼吸道进入人体，再经血液循环，对人体的呼吸、神经、血液等系统及肝脏、肺、肾脏等脏器造成严重损伤。

2) 缺氧窒息

空气中氧含量的体积分数约为 20.9%，氧含量低于 19.5%时就可能缺氧。缺氧会对人体多个系统及脏器造成影响，甚至使人致命。空气中氧气含量不同，对人体的影响也不同。有限空间内缺氧主要是通风不良造成。进入前未严格执行有限空间作业管理制度和安全操作规

程、“先通风、再检测、后作业”等要求，则可能造成缺氧窒息事故。

3) 燃爆

有限空间中积聚的易燃易爆物质与空气混合形成爆炸性混合物，若混合物浓度达到其爆炸极限，遇明火、化学反应放热、撞击或摩擦火花、电气火花、静电火花等点火源时，就会发生燃爆事故。

4) 其他安全风险：有限空间内还可能存在淹溺、高处坠落、触电、物体打击、机械伤害、灼烫、坍塌、掩埋和高温高湿等安全风险。

(1) 淹溺

作业过程中突然涌入大量液体，以及作业人员因发生中毒、窒息、受伤或不慎跌入液体中，都可能造成人员淹溺。发生淹溺后人体常见的表现有：面部和全身青紫、烦躁不安、抽筋、呼吸困难、吐带血的泡沫痰、昏迷、意识丧失、呼吸心搏停止。

(2) 高处坠落

许多有限空间进出口距底部超过 2m，一旦人员未佩戴有效坠落防护用品，在进出有限空间或作业时有发生高处坠落的风险。高处坠落可能导致四肢、躯干、腰椎等部位受冲击而造成重伤致残，或是因脑部或内脏损伤而致命。

(3) 触电

有限空间作业过程中使用电钻、电焊等设备可能存在触电的危险。当通过人体的电流超过一定值（感知电流）时，人就会产生痉挛，不能自主脱离带电体；当通过人体的电流超过 50mA，就会使人呼吸和心脏停止而死亡。

(4) 物体打击

有限空间外部或上方物体掉入有限空间内，以及有限空间内部物体掉落，可能对作业人员造成人身伤害。

(5) 机械伤害

有限空间作业过程中可能涉及机械运行，如未实施有效关停，人员可能因机械的意外启动而遭受伤害，造成外伤性骨折、出血、休克、昏迷，严重的会直接导致死亡。

（6）灼烫

有限空间内存在的燃烧体、高温物体、化学品（酸、碱及酸碱性物质等）、强光、放射性物质等因素可能造成人员烧伤、烫伤和灼伤。

（7）坍塌

有限空间在外力或重力作用下，可能因超过自身强度极限或因结构稳定性破坏而引发坍塌事故。人员被坍塌的结构体掩埋后，会因压迫导致伤亡。

（8）掩埋

当人员进入料仓等有限空间后，可能因物料流动而掩埋人员，或者人员进入时未有效隔离，导致物料的意外注入而将人员掩埋。人员被物料掩埋后，会因呼吸系统阻塞而窒息死亡，或因压迫、碾压而导致死亡。

（9）高温高湿

作业人员长时间在温度过高、湿度很大的环境中作业，可能会导致人体机能严重下降。高温高湿环境可使作业人员感到热、渴、烦、头晕、心慌、无力、疲倦等不适感，甚至导致人员发生热衰竭、失去知觉或死亡。

本项目须按照《云南省安全生产监督管理局关于印发关于深入开展工贸行业有限空间作业生产安全事故隐患排查治理暨有限空间作业条件确认安全监管执法 2018 年-2020 年专项行动工作方案的通知》（云安监管〔2018〕7 号）对本项目的有限空间进行辨识，实施有限空间作业安全风险分级管控，建立有限空间的相关台账及现场悬挂相应有限空间安全警示牌。若企业未按照云安监管〔2018〕7 号文进行

严格的有限空间安全管理，有可能造成以上安全事故。

3.7.6 厂内运输的主要危险有害因素辨识与分析

本项目中的原辅料大部分通过汽车运输，厂区内外出入频繁，机动车运输的主要危险是可能对人员造成伤害、对建筑物或设备造成损坏。主要表现在以下方面：

1) 碰撞和碾轧的危险

(1) 车辆造成碾轧、撞伤事故，倒车时或大型设备存在视野死角特别容易发生此类事故。包括对作业人员、过路行人或作业场地其它人员的撞轧。

(2) 由于人员与作业的机械设备距离过近，不管是运动或静止的都可能造成刮碰或撞击。

(3) 两车辆之间在厂内错车或过交叉路口时的撞车或刮碰。

2) 失稳倾翻的危险

轮胎式移动式车辆，可以有行驶和作业两种工况，可能存在丧失稳定性的危险。行驶稳定性是指行驶时，抗倾翻和滑移的能力；作业稳定性是指在最不利载荷组合条件下，抗倾覆的能力。

厂房外及内部道路、通道设置不合理，会造成运输、人员疏散不便，消防通道不畅。

3.8 安全管理影响危险有害因素辨识与分析

安全管理是为保证及时、有效地实现既定的安全目标，是在预测、分析的基础上进行的计划、组织、协调、检查等工作，是预防故障和人员失误发生的有效手段，因此，管理缺陷是影响运行失控发生的重要因素。

由于安全管理缺陷，现场监管不到位，可导致安全事故发生。

管理缺陷主要体现在以下几方面：

1) 安全管理组织缺陷，如安全管理组织机构的结构、人员组成不适应生产系统；未按要求配备足够的安全管理人员，造成安全管理工作中存在衔接不当、管理空白、专业不全等；人员职权交叉，造成管理混乱；在解决重大问题上由最高领导一人凭借经验作决策，没有征求大多数人的意见。

2) 安全规章制度存在缺陷，如未根据自身特点制定、完善安全生产责任制、安全生产管理制度，造成工作中无章可循，生产次序混乱；安全生产责任制未落实到每个环节、每个岗位、每个人，各自职责或职能部门职责不明确；不同的安全规章制度之间缺少相互配合和促进机制；安全规章制度流于形式，内容不完善、不全面；安全规章制度要求与实际工作脱节等。

3) 对从业人员的安全教育培训不足，如安全管理人员和基层操作人员未经过培训考核或培训学时不足，不具备相应的安全生产知识和上岗能力；员工素质低下，知识陈旧，观念落后，致使人员安全意识差、不安全行为数量增多；忽视对外协用工、外来参观、学习人员的安全教育培训等。

4) 应急救援失效，如对突发事故无预见性，事故发生后无法及时组织救援；事故应急救援不迅速；事故判断不准确，导致采取的应急救援行动和战术决策不准确；事故救援缺乏有效性；应急响应过程中公众恐慌心理增加救援难度等。

5) 管理人员监督检查力度不足，有禁不止，有令不行，滋生违章行为等。

6) 安全管理基础工作差，底子弱，安全管理体系未形成“PDCA”的良性循环模式。

7) 企业新建项目未按要求办理安全设施“三同时”审批手续，

造成安全生产条件的先天不足。

8) 安全资金投入不足, 安全教育培训不够、个人防护不到位、安全设施配备不足、安全宣传不到位、未提供事故隐患排查治理所需的资金等导致事故的发生。

9) 为节约成本, 未提供符合要求的安全防护设施和个人使用的劳动防护用品。

10) 隐患排查不彻底, 治理措施不得当。

11) 未建立安全生产记录档案, 不利于及时、全面系统的掌握企业安全生产情况, 及时反映安全生产动态; 不利于分析安全生产中的危险因素和作出安全管理决策。

12) 对事故管理不当, 使事故恶化, 如迟报、漏报、谎报或瞒报事故, 事故原因没有查清楚, 群众没有受到教育等。

3.9 危险化学品重大危险源辨识

3.9.1 危险化学品重大危险源辨识方法介绍

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 有如下定义, 危险化学品: 具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质, 对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品; 单元: 设计危险化学品的生产、储存装置、设施或场所, 分为生产单元和储存单元; 临界量: 某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量; 危险化学品重大危险源: 长期或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品, 且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元; 生产单元: 危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施, 当装置及设施之间有切断阀时, 以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元; 储存单元: 用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域, 储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立单元, 仓库以独立库房(独立建

筑物)为界限划分为独立单元; 混合物: 两种或者多种物质组成的混合体或者溶液。

危险化学品重大危险源的辨识依据是危险化学品的危险特性及其数量。

单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)中表1、表2规定的临界量, 即被定为重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据处理危险化学品种类的多少区分为以下两种情况:

a) 生产单元和储存单元内存在的危险化学品为单一品种, 则该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量, 若等于或超过相应的临界量, 则定为重大危险源。

b) 单元内存在的危险化学品为多品种时, 则按下式计算, 若满足下面公式, 则定为重大危险源:

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1$$

式中: q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险化学品实际存在量, t 。

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——与各危险化学品相对应的临界量, t 。

3.9.2 辨识过程

本项目列入《危险化学品重大危险源》(GB18218-2018)辨识范围的危险化学品有: 氧(压缩的或液化的)、乙炔、二氧化硫(烟气中产物)、柴油、硅粉(破碎、浇铸时产生少量)。二氧化硫属于烟气中产物, 厂内无收集、储存, 故不列入辨识范围, 硅粉在破碎、浇铸过程中产生少量, 经收集后回炉, 厂内无储存, 不列入辨识范围; 柴油列入辨识范围。

1) 储存单元

柴油现场储存1桶约200kg。

表 3-11 危险化学品（柴油）重大危险源辨识表

序号	品名	临界量 (t)	实际量 (t)	是否构成危险化学品 重大危险源
1	柴油	5000	0.2	未构成

单元内存在危险化学品为单种品种时，重大危险源按以下公式计算： $0.2/5000=0.00004<1$ ，故储存单元未构成危险化学品重大危险源。

2) 生产单元

厂区内的氧气瓶、乙炔气瓶按 10 瓶计算，单瓶氧气含量约 4kg，单瓶乙炔含量约 6kg。

表 3-12 危险化学品（氧、乙炔）重大危险源辨识表

序号	品名	临界量 (t)	实际量 (t)	是否构成危险化学品 重大危险源
1	氧(压缩的或 液化的)	200	0.04 (按 10 瓶计算)	未构成
2	乙炔	1	0.06 (按 20 瓶计算)	未构成

单元内存在危险化学品为多种品种时，重大危险源按以下公式计算： $0.04/200+0.06/1=0.0602<1$ ，故生产单元未构成危险化学品重大危险源。

3.9.3 辨识结果

综上所述：本项目生产单元和储存单元均不构成危险化学品重大危险源。

3.10 事故案例分析

3.10.1 “5·07” 高温熔体爆炸事故

2018 年 5 月 7 日 22 时 40 分左右，怒江州泸水县老窝工业园怒江金志硅业有限公司（自然人投资，硅冶炼企业）发生 1 起高温熔体遇水爆炸事故，造成 2 人重伤（暂无生命危险）、5 人轻伤。

初步判断事故原因是：1#冶炼电炉水冷烟道冷却水泄漏，顺烟道进入冶炼电炉，有关人员违章指挥工人冒险进行盖火作业以便降温抢修，由于加入炉内的盖火料不断增多，重量不断加大，导致蹋料，前

期潮湿的渣料或结壳富集的部分冷却水遇高温熔体发生爆炸（俗称电炉喷火），导致周边进行盖火作业的人员被高温渣及水蒸气灼伤。

这起事故与 2014 年怒江鼎盛治化有限公司“10·13”高温熔体爆炸事故存在 3 个相同点，一是事故企业类型相同，都是硅冶炼企业；二是事故原因相同，都是由于电炉烟道漏水，企业违规组织人员冒险违规作业，导致高温熔体遇水或遇潮爆炸；三是事故地点相同，都是怒江州泸水县老窝工业园区。这充分暴露出有关地区和企业未认真汲取事故教训，有关地区安全监管工作和企业的安全管理工作仍存较大漏洞，安全监管责任和安全生产主体责任未落实到位，未认真按照有关要求开展隐患排查治理，员工安全意识淡薄、违章指挥、冒险作业等问题依然未得到解决。

3.10.2 钢水包脱落事故

2007 年 4 月 18 日 7 时 45 分左右，辽宁铁岭市清河特殊钢有限公司装有 30 吨钢水的钢包在吊运下落至就位处 2-3 米时，突然滑落，钢水撒出，冲进车间内 5 米远的一间房屋，造成在屋内正在交接班的 32 人全部死亡，6 名操作工轻伤。

经专家对铁岭市清河特殊钢有限责任公司事故现场初步勘察分析，造成这起事故的主要原因，一是该车间违反《炼钢安全规程》，没有采用冶金专用的铸造起重机，而是擅自使用一般用途的普通起重机起吊钢包；二是设备日常维护不善，如起重机上用于固定钢丝绳的压板螺栓松动；三是作业现场管理混乱，厂房内设备和材料放置杂乱、作业空间狭窄、人员安全通道不符合；四是违章设置班前会地点，该车间长期在距钢水铸锭点仅 5 米的真空炉下方小屋内开班前会，钢水包倾覆后造成人员伤亡惨重。

3.10.3 起重伤害事故

1) 事故情况及经过

2017 年 6 月 12 日上午 10 点 30 分左右，晋城市鑫环球铸造有限公司在中频炉工段吊运铁水包过程中发生一起双板钩单侧脱落，致铁水包倾翻，铁水泼落造成一人死亡的起重伤害事故，直接经济损失 180 万元。

2017 年 6 月 12 日 7 时 30 分，晋城市鑫环球铸造有限公司生产车间中频炉工段正常生产，当班人员共 8 人。当班班组长马强社组织召开了班前会，并分配了工作。会后，8 名员工各自进入工作岗位。

10 时 20 分左右，挂钩工李忠会喊叫起重机操作工王建伟并向其摆手示意，王建伟操作行车向北侧移动，使操作室与运铁水包的板车对齐。首先，李忠会指挥王建伟先操作起重机副钩将铁水包盖吊起并放置在靠铁水车驾驶室的平台上，王建伟将副钩收起后，李忠会指挥王建伟将起重机主钩放下靠近铁水包耳轴，李忠会站在板车后方平台上用长约 2 米的铁钩先将起重机主钩西侧的单板钩与铁水包西侧的耳轴连接好，然后从板车后方左侧下来走到靠近板车驾驶室一侧的轮胎旁，再将起重机主钩东侧的单板钩与铁水包东侧的耳轴连接好，挂好后李忠会就往中频炉平台上走。王建伟控制起重机操作杆上升双板钩使钢丝绳吃上力，将绳子“蹬”紧。王建伟看到李忠会在中频炉炉台入口处给其发出指挥吊运铁水包的手势后，就操作起重机操作杆将铁水包吊起离板车底座平面约 50 公分，然后向板车北侧将铁水包吊运到车外，在铁水包还未完全吊运出车体的时候，铁水包西侧的单板钩脱落，铁水包砸在车体下方的横梁上，将放置板车靠近驾驶室平台上的铁水包盖震了下来，扣到了地上，另一侧的单板钩因铁水包失衡被掰断掉落至地面，随即铁水包也掉落至地面。铁水倾翻在地面上，流到扒渣坑、中频炉地下室和铁水车底部，引发了铁水车北侧的一个轮胎和中频炉地下室电缆线路着火，现场烟雾弥漫。正在喂丝机区域工

作的马强社听到铁水包脱落坠地的响声后，看到了中频炉台南侧冒烟起火，立即用对讲机呼叫陈强强，并分别向生产部经理王青育和安环部经理高书平进行了汇报，随后立刻组织张跃进、马治国和殷建兵拿上灭火设备，从 1#中频炉下方进入中频炉地下室灭火。陈强强在听到对讲机内马强社的呼叫后，立即调派离心机班组部分员工前去救火，通知电工切断了车间电源，并组织员工疏散，随后赶往事故现场参与灭火。王青育接到马强社的通知后，也立刻赶赴事故现场，组织现场人员用灭火器和消防沙扑灭铁水车北侧着火的轮胎。3#、4#中频炉地下室内的火灾扑灭后，因地下室液压泵站间烟雾较大，现场情况不明，王青育担心火灾会引发人员伤亡，立即组织车间内所有人员全部撤离至车间外。

待人员撤出后，马强社清点本班人数后未见到李忠会，立刻向生产部经理王青育报告，王青育立即组织人员返回事故现场寻找，发现了扒渣坑西北角斜躺着一个人，其头朝南偏东，面部朝上，面部及躯体已被烧焦。

2) 事故性质及直接原因

这是一起因工人违章作业引发的生产安全责任事故。

事故的直接原因：挂钩工李忠会违反岗位安全操作规程，挂钩安全确认不到位，造成吊运铁水包的龙门吊西侧单板钩脱落，铁水包失衡坠落至地面，高温铁水倾覆，是导致事故发生的直接原因。

3) 事故防范措施

(1) 要加大隐患排查整治力度。

要强化从业人员安全教育和培训，提高安全防范意识和业务保安技能，督促其严格遵守《安全操作规程》，做到“三不伤害”；要配备齐全安全管理人员和特种作业人员且做到持证上岗；要强化岗位风险管控和监督检查，落实安全责任，加大隐患排查整治力度，严查“三

违”行为，做到安全生产。

（2）要强化应急管理体系建设。

要深刻吸取此次事故教训，一是理顺管理体系，明晰职责分工；二是及时修订预案，做到职责清晰；三是加强危险源监控，做到预防与处置有机结合；四是定期组织演练，切实提高应对和处置突发事故能力。

3.10.4 “7·04” 8 人烫伤事故

2021 年 7 月 4 日 12 时许，德宏州盈江县太平镇芒允村芒允工业园区内的盈江金源硅业有限公司在组织工人开炉眼的过程中，发生电炉内硅水喷出事故，致 8 人烫伤。其中 3 人烧伤面积达 85%，伤情危重，另有 3 人烧伤面积分别为 55%、33%、25%，伤情较重，均在 ICU 抢救；其余 2 人烫伤面积在 20% 左右，仍在医院救治。

云南省安委办认为，这起事故暴露出云南省工业硅冶炼企业装备水平低、安全生产主体责任不落实、安全生产专项整治三年行动任务虚化、违法违规现象多、安全生产保障能力差等多种突出问题，且这些问题在铁合金、高钛渣等企业也普遍存在。为防范类似事故再次发生，云南省安委办决定即日起，在全省开展为期两个月的工业硅及类似企业安全生产专项整治。

云南省安委办要求：

1) 深刻吸取事故教训，立即开展工业硅及类似企业安全生产排查整治

要重点排查是否有电炉闷烧时间过长、炉底硅水过多、炉内压力增大、冷却水进入炉内等异常炉况安全风险分析管控制度措施及应急处置预案，开炉眼等关键安全操作规程是否符合要求并严格执行，防高温熔体喷溅的设施是否规范有效，电炉的水冷构件是否规范设置流

量、温度极限指示及警报器，是否设置了冷却水供应应急电源或应急水池，行车类型及行走路线条件、事故坑、硅（铁）水包等高温熔体承装器具是否符合标准规范的要求，冶炼炉窑的操作室、休息区等设置是否符合规程的要求，是否配备了符合标准规范要求的劳动防护用品，员工的安全教育培训是否到位等，对存在重大事故隐患或安全生产违法违规行为较多的，一律依法实施行政处罚；对不具备安全生产条件的，一律停产整顿；对重大事故隐患整改无望或经整改仍不具备安全生产条件，一律依法提请当地政府予以关闭。

2) 切实采取有力措施，压实企业安全生产主体责任

严格落实安全生产主体责任，进一步加大安全投入，加快工艺装备改造升级，推进机械化换人、自动化减人，不断提升企业本质安全水平；认真贯彻执行《铁合金安全规程》《工业硅安全生产规范》以及工贸行业安全生产综合治理集中攻坚重点工作要求，进一步健全完善水冷构件漏水、冷却水进入炉内、炉压炉况异常、防高温熔体喷溅爆炸、开堵炉眼等关键环节安全风险防控制度措施和应急处置预案，并严格执行；要扎实开展隐患自查整改，切实强化安全管理，规范作业行为，加强安全生产教育培训，不断改善企业安全条件，提高从业人员安全意识和安全技能以及应急处置能力，确保安全生产。

3.11 建设项目重点危险场所及设备辨识与分析

1) 冶炼炉窑，高温熔融金属（渣）储存、盛装容器、吊、运设备

本项目涉及的冶炼炉窑为电炉，危险有害因素分析详见 3.6.1 节。

本项目硅水出硅、精炼、浇铸采用硅水包、浇铸锭模，采用冶金桥式起重机进行吊运，硅水包吊运及浇铸过程中如果采取的安全措施不当、硅水包破裂、硅水包吊耳断裂等，硅水泄漏，易发生硅液飞溅

伤人、遇水爆炸的事故。起重设备专用卡具夹物脱落、挂吊不牢、起落吊不稳、放吊不平、歪拉斜吊，均有可能造成吊物翻倒倾倒。此外，起升钢丝绳断裂、吊具损坏、挂吊位置摆动过大、运行不稳等，均可能发生在起重伤害事故。

2) 反应槽、罐、池、釜和储液罐，以及高温设备及管道

本项目不涉及反应槽、罐、池、釜。

电炉冶炼中属于高热设备，烟气管道属于高温管道，可能会发生灼烫、中毒和窒息、高温辐射等。

3) 煤气、天然气、氢气、氧气、氮气、二氧化硫等有毒有害、易燃易爆气体的来源、输送、贮存和使用设备设施、场所

本项目涉及氧气瓶、乙炔气瓶，主要用于设备检维修使用，可能存在火灾、爆炸、容器爆炸事故。

4) 特种设备、磨机、固体物料输送系统

本项目无磨机、固体物料输送系统，主要的特种设备有：冶金桥式起重机、电动单梁起重机、叉车、压力容器；可能存在起重伤害、压力容器爆炸、车辆伤害、触电事故。

5) 存在煤、铝、锌、镁等粉尘爆炸危险的设备、设施

本项目不涉及。

6) 电缆隧道、油库等重点防火场所

本项目不涉及电缆隧道，现场只存储一桶柴油，可能发生火灾、爆炸事故。

7) 放射源

本项目不涉及。

8) 有限空间

本项目涉及到的有限空间主要有：配料仓、电炉、除尘器、烟道、循环水池、脱硫塔等，可能存在中毒、缺氧窒息、燃爆以及淹溺、高

处坠落、触电、物体打击、机械伤害、灼烫、坍塌、掩埋、高温高湿等。

3.12 危险有害因素综述

1) 生产系统和公辅设施危险有害因素

根据上述分析,项目生产系统和公辅设施等存在的危险有害因素为:火灾、其它爆炸、机械伤害、起重伤害、触电、灼烫、车辆伤害、物体打击、高处坠落、坍塌、压力容器(管道)爆炸、中毒和窒息、淹溺、噪声、粉尘、静电和雷电等。以上危险、有害因素主要存在的部位见下表。

表 3-5 各生产场所存在的主要危险、有害因素分布表

主要危 险、有害 因素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	火 灾	其 它 爆 炸	机 械 伤 害	起 重 伤 害	触 电	灼 烫	车 辆 伤 害	物 体 打 击	高 处 坠 落	坍 塌	压 力 容 器 (管 道) 爆 炸	中 毒 和 窒 息	淹 溺	噪 声	粉 尘	静 电 和 雷 电	其 它 伤 害
工 序 或 场 所、 设 施																	
原料准备	◆		◆		◆		◆	◆	◆	◆		◆		◆	◆	◆	◆
电炉熔炼	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆
破碎及成 品仓储	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆		◆		◆	◆	◆	◆
除尘工 序	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆
烟气脱硫 工 序			◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆		◆
供配电系 统	◆	◆			◆							◆				◆	◆
给排水系 统			◆		◆				◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆
检维修作 业	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

注: 标有◆表示在该工序或场所存在的危险有害因素

2) 危险化学品重大危险源辨识

本项目生产单元和储存单元均不构成危险化学品重大危险源。

4 评价单元和评价方法

4.1 评价单元划分原则及方法

4.1.1 评价单元划分原则

评价单元划分要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。评价单元的划分，一般将生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元或更细致的单元。

评价单元的划分应根据评价对象的实际情况和选择的评价方法，按照以下原则划分安全评价单元：

- 1) 以危险、有害因素的类别划分；
- 2) 以装置、设施和工艺流程的特征划分；
- 3) 将安全管理、外部周边情况分别划分为一个评价单元。

4.1.2 评价单元划分方法

常用的评价单元划分方法有：

- 1) 以危险、有害因素的类别为主划分评价单元
 - (1) 对工艺方案、总体布置及自然条件、环境对系统影响等综合方面的危险、有害因素的分析和评价，可将整个系统作为一个评价单元；
 - (2) 将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。
- 2) 以装置和物质特征划分评价单元
 - (1) 按装置工艺功能划分；
 - (2) 按布置的相对独立性划分；
 - (3) 按工艺条件划分评价单元；

(4) 按贮存、处理危险物品的潜在化学能、毒性和危险物品的数量划分评价单元；

(5) 根据以往事故资料，将发生事故能导致停产、波及范围大、造成巨大损失和伤害的关键设备作为一个单元；

(6) 将危险性大且资金密度大的区域作为一个评价单元；

(7) 将危险性特别大的区域、装置作为一个评价单元；

(8) 将具有类似危险性潜能的单元合并为一个大单元。

4.2 评价单元的划分结果

据评价单元划分原则与方法以及根据该项目的设计范围、生产工艺流程、总平面布置及建筑物的相对独立性等特点和主要危险、有害因素初步分析，可将该项目划分为以下 4 个评价单元：

- 1) 项目政策符合性评价单元；
- 2) 厂址选择及总体布局评价单元；
- 3) 生产工艺系统、装置、设施、设备单元；
- 4) 公用工程及辅助设施评价单元。

4.3 评价方法选用及评价方法简介

4.3.1 选择原则

安全评价方法的选择原则是：根据评价项目主要危险、有害因素种类和特征，针对评价对象和评价范围，选择相适应的评价方法，进行科学的分析判断，提高可靠的控制措施，达到系统最佳的目的。

4.3.2 评价方法选择结果

评价组通过资料分析和实地考察，结合本次安全预评价要求和该项目可行性研究报告的内容，采用预先危险性分析法（PHA）、安全检查表法（SCL）、事故树分析法（FTA）和作业条件危险性评价法（LEC）等四种

方法对该项目各组成单元进行了定性、定量的评价。各评价单元选用的评价方法见表 4-1。

表 4-1 评价单元选用的评价方法

序号	评价单元名称	选用的评价方法
1	项目政策符合性评价单元	安全检查表法
2	厂址选择及总体布局评价单元	安全检查表法
3	生产工艺系统、装置、设施、设备单元	安全检查表法、事故树分析法、作业条件危险性评价法
4	公用工程及辅助设施评价单元	安全检查表法、预先危险性分析法

4.3.3 安全预评价方法简介

1) 预先危险性分析 (PHA)

预先危险性分析 (简称 PHA) 是在进行某项工程活动 (包括设计、施工、生产、维修等) 之前, 对系统存在的各种危险因素 (类别、分布)、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。该方法是一种应用范围较广的定性评价方法。

按危险、有害因素导致的事故、危害的危险 (危害) 程度, 将危险、有害因素划分为四个危险等级。见表 4-2。

表 4-2 系统危险、有害因素危险程度等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态, 暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能, 但应予以排除或采取控制措施。
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏, 要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故, 必须予以果断排除并进行重点防范

2) 事故树分析 (FTA)

事故树分析 (FaultTreeAnalysis, 简称 FTA) 又称故障树分析, 是安全系统工程最重要的分析方法。事故树分析逻辑性强, 灵活性高, 适应范围广, 既能找到引起事故的直接原因, 又能揭示事故发生的潜在原因, 既可定性分析, 又可定量分析。

事故树分析的基本程序：（1）熟悉系统；（2）调查事故；（3）确定顶上事件；（4）确定目标值；（5）调查原因事件；（6）画出事故树；（7）定性、定量分析。

3) 安全检查表方法 (SCA)

安全检查表方法 (Safety Checklist Analysis, 简称 SCA) 用来检查安全，是安全管理的一项基础性工作。为了系统地发现工厂、车间、工序或机器、设备、装置以及各种操作管理和组织措施中的不安全因素，事先把检查对象加以剖析，把大系统分割成小系统，查出不安全因素所在，然后确定检查项目，以提问的方式，将检查项目按系统或子系统顺序编制成表，以便进行检查和避免漏检，这种表就叫安全检查表。

4) 作业条件危险性评价法 (LEC)

作业条件危险性评价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。该法已用于一些工业企业危险性的评价，取得较好效果。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.事故一旦发生时可能产生的后果。

前两者可以看作是危险概率，后者则相当于危险严重度。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

事故或危险事件发生的可能性是与它们实际的数学概率相关联的。绝对不可能发生的事件的概率为 0，而必然发生的事件的概率则为 1，但在实际情况中，绝对不可能发生的事故是不存在的，只能说可能性极小，概率趋于 0，所以，可能性因素 L 的分数值取值范围为 1~10 具体见下表。

表 4-3 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	完全会被预料到
6	相当可能
3	不经常，但可能
1	完全意外，极少可能
0.5	可以设想
0.2	极不可能
0.1	实际上不可能

2. 暴露于危险环境的频率 E

操作人员出现在危险环境中的时间越多，受到伤害的可能性就越大，相应的危险性也就越大。连续出现在危险环境的情况其频率分为 10，非常罕见地暴露于危险环境则为 0.5。具体分数值见下表。

表 4-4 暴露于潜在危险环境频率 E 的分数值

分数值	暴露于危险环境的频率
10	连续暴露
6	每天工作时间内暴露
3	每周一次或偶然暴露
2	每月一次暴露
1	每年几次暴露
0.5	非常罕见地暴露

3. 事故或危险事件的危险严重度 C

事故或危险事件对人身伤害的严重程度变化范围很大，可以从伤害直至死亡事故，规定分数值 1~100。具体分数值见下表。

表 4-5 事故或危险事件的危险严重度 C 的分数值

分数值	可能结果
100	10 人以上死亡
40	3~9 人死亡
15	1~2 人死亡
7	严重伤害
2	重大, 致残
1	需要救护

4. 危险性程度分级 D

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 D。根据相关资料, 将危险性程度分级的相应分数值列入下表。

表 4-6 危险性程度分级的分数值

分数值	危险性程度
>320	极其危险
160~320	高度危险
70~160	显著危险
20~70	可能危险
<20	稍有危险

5 危险、有害程度的定性、定量分析评价

5.1 项目政策符合性评价单元

5.1.1 产业政策的符合性评价

依据《产业结构调整指导目录（2024年本）》中，“第一类鼓励类第九项，有色金属，第3条综合利用:高效、节能、低污染、规模化再生资源回收与综合利用。(1)废杂有色金属回收利用。(2)有价元素的综合利用。(3)赤泥及其他冶炼废渣综合利用。(4)高铝粉煤灰提取氧化铝。(5)钨冶炼废渣的减量化、资源化和无害化利用处置。(6)锌湿法冶炼浸出渣资源化利用和无害化处置。(7)铝灰渣资源化利用。(8)再生有色金属新材料”。

该项目位于龙陵县，项目所采用的金属硅重熔生产项目，属鼓励类项目，不在《产业结构调整指导目录（2024年本）》限制和淘汰设备目录中。

5.1.2 项目建设规划的符合性评价

项目建设地点选定于龙陵县龙新乡黄草坝村新塘房，属龙陵县工业园区范围内。该项目所在地不涉及自然保护区、风景名胜区、文物保护单位、森林国家公园及国家重点保护的野生动植物和名木古树等特殊环境敏感区。

该项目土地使用权属龙陵县闽达科技实业有限公司，已取得不动产权证书（云（2023）龙陵县不动产权第0003150号），本项目已取得投资项目备案证（龙陵县发展和改革局，备案号[项目代码]：2308-530523-04-01-509558，2023年8月1日），符合龙陵县工业布局和地区建设规划要求。

5.1.3 小结

综上所述，该项目符合国家产业政策和行业发展规划，建厂立项的程序符合相关规定；符合工业布局和地区建设规划要求。并按照国家有关法律、法规对前期工作的规定进行了项目前期准备工作。

5.2 厂址选择及总体布局评价单元

5.2.1 厂址选择检查表

依据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）等对建设项目的选址采用安全检查表法进行检查，检查其是否符合国家相关标准规范的要求。

表 5-1 选址安全检查表

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
1	厂址选择应符合国家的工业布局、城镇（乡）总体规划及土地利用总体规划的要求。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）3.0.1	该项目位于龙陵县工业园区，已取得不动产权证书、投资项目备案证等。	符合要求
2	配套和服务工业企业的居住区、交通运输、动力公用设施、废料场及环境保护工程、施工基地等用地，应与厂区用地同时选择。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）3.0.2	配套和服务企业的居住区、交通运输、动力公用设施等用地，与厂区用地同时选择。	符合要求
3	厂址选择应对原料、燃料及辅助材料的来源、产品流向、建设条件、经济、社会、人文、城镇土地利用现状与规划、环境保护、文物古迹、占地拆迁、对外协作、施工条件等各种因素进行深入的调查研究，并应进行多方案技术经济比较后确定。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）3.0.3	厂址交通运输较为方便，原料及辅助材料的来源较为便捷、稳定，进行了可行性研究，并编制了可行性研究报告。	符合要求
4	原料、燃料或产品运输量（特别）大的工业企业，厂址宜靠近原料、燃料基地或产品主要销售地及协作条件好的地区。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）3.0.4	厂址交通运输较为方便，原料及辅助材料的来源较为便捷、稳定。	符合要求
5	厂址应有便利和经济的交通运输条件，与厂外铁路、公路的连接，应便捷、工程量小。临近江、河、湖、海的厂址，通航条件满足企业运输要求时，应尽量利用水运，且厂址宜靠近适合建设码头的地段。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）3.0.5	建设项目位于龙陵县工业园区，厂外为国道，交通运输较为方便。地域开阔便于布局。	符合要求
6	厂址应具有满足生产、生活及发展所	《工业企业总平面	项目日常生活用水已经有	符合

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
	必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷,且用水、用电量(特别)大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 3.0.6	工业园区供水管道接入,生产用水由厂外环境取水,水源有保障。电源来自南方电网,从工业园区就近架空线引至厂区,依托厂区设置110kV变电站供生产生活用电。	要求
7	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 3.0.8	该项目的工程地质条件简述,该项目厂址满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	符合要求
8	厂址应有利于同邻近工业企业和依托城镇在生产、交通运输、动力公用、机修和器材供应、综合利用、发展循环经济和生活设施等方面的合作。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 3.0.11	建设项目交通运输方便。	符合要求
9	厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带,并应符合下列规定: 1当厂址不可避免不受洪水、潮水、或内涝威胁的地带时,必须采取防洪、排涝措施; 2凡受江、河、潮、海洪水、潮水或山洪威胁的工业企业,防洪标准应符合现行国家标准《防洪标准》GB50201的有关规定。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 3.0.12	厂区位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带。	符合要求
10	下列地段和地区不应选为厂址: 1发震断层和抗震设防烈度为9度及高于9度的地震区; 2有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段; 3采矿陷落(错动)区地表界限内; 4爆破危险界限内; 5坝或堤决溃后可能淹没的地区; 6有严重放射性物质污染影响区; 7生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域; 8对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内; 9很严重的自重湿陷性黄土地段,厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的 饱和黄土地段等地质条件恶劣地段; 10具有开采价值的矿藏区; 11受海啸或湖涌危害的地区。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 3.0.14	该项目厂址不在此条规定的区域。	符合要求

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
11	工业企业选址应依据我国现行的卫生、安全生产和环境保护等法律法规、标准和拟建工业企业建设项目生产过程的卫生特征及其对环境的要求、职业性有害因素的危害状况，结合建设地点现状与当地政府的整体规划，以及水文、地质、气象等因素，进行综合分析而确定。	《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.1.1	该项目选址结合我国现行的卫生、安全生产和环境保护等法律法规、标准和建设工业企业建设项目生产过程的卫生特征及其对环境的要求、职业性有害因素的危害状况，结合建设地点现状与开发区的整体规划，以及水文、地质、气象等因素，进行综合分析而确定。	符合要求
12	工业企业选址宜避开自然疫源地；对于因建设工程需要等原因不能避开的，应设计具体的疫情综合预防控制措施。	《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.1.2	该项目周围不存在自然疫源地。	符合要求
13	工业企业选址宜避开可能产生或存在危害健康的场所和设施，如垃圾填埋场、污水处理厂、气体输送管道，以及水、土壤可能已被原工业企业污染的地区；建设工程需要难以避开的，应首先进行卫生学评估，并根据评估结果采取必要的控制措施。设计单位应明确要求施工单位和建设单位制定施工期间和投产运行后突发公共卫生事件应急救援预案。	《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.1.3	该项目周围不存在危害健康的场所和设施。	符合要求
14	铁合金企业的主要建(构)筑物，应避开不良地质地段。	《铁合金安全规程》(AQ2024-2010) 6.1.1	该地区不属于不良地质地段。	符合要求
15	新建铁合金企业，应位于居民区常年最小频率风向的上风侧。	《铁合金安全规程》(AQ2024-2010) 6.1.3	该企业周边1km范围内无村庄等居民区。	符合要求
16	厂址选址应全面对周围环境进行客观充分的定性、定量评价，制定整体规划和选定生产区、生活区、水源地及“三废”排(堆)放点等各功能区。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.3.1	厂址选择时已对周边环境进行了客观、充分的评价。	符合要求
17	厂址选址应具备良好的工程地质和水文地质条件，避开断层、滑坡、泥石流、淤泥层、地下河道、塌陷、岩溶、膨胀土地区等不良地质地段及地下水位高且有侵蚀性的地区，并按地震烈度等级标准设防。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.3.2	场地稳定性好，适宜建筑。	符合要求
18	厂址不应布置在下列地区：具有开采价值的矿床上；爆破危险区和采矿陷落及最终错动区；大型水库、油库、发电站、重要的桥梁、隧道、交通枢纽、机场、电台、电视台、军事基地、战略目标，以及生活饮用水源地等防	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.3.3	本项目厂区未处在前述地区。	符合要求

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
	护区域之内：城市园林区、疗养区、风景区、重要文化古迹、考古区和多雷区等。			
19	厂址标高应高出最高防洪水位(包括波浪侵袭及壅水位高)0.5m以上，地处海岸边的应高于最高潮水位1m以上。如无法达到，应设置有效防护措施。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.3.4	本项目周边无河流，无防洪水位，厂区周边山箐均已设置导流、防洪沟渠。	符合要求
20	厂区边缘与居住区之间应设置卫生防护带或绿化带距离，并符合《铁合金行业规范条件》。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.3.5	厂区位于工业园区内，厂区边缘与居住区之间设置符合《铁合金行业规范条件》。	符合要求

依据《建筑设计防火规范(2018)年版》、《建筑防火通用规范》等对建设项目的周边环境采用安全检查表法进行检查。

表 5-2 厂区边界与周边单位防火间距安全检查表

序号	周边企业建构建筑物	本项目建构建筑物名称	方位	设计直线距离	规范距离	检查规范	是否符合
1	永隆铁合金二期余热发电站(戊类，耐火等级二级)	龙陵县闽达科技实业有限公司洗精煤库(丙类，耐火等级二级)	西面	最近处 28.5m	10m		符合
2	永隆铁合金液氧站(乙类，耐火等级二级)	龙陵县闽达科技实业有限公司磨粉车间(丙类，耐火等级二级)	西面	32m	10m		符合
3	山林	龙陵县闽达科技实业有限公司磨粉车间(丙类，耐火等级二级)	北面	紧邻	不限	参照《建筑设计防火规范(2018)年版》(GB50016-2014) 3.4.1	符合
4	山林	龙陵县闽达科技实业有限公司中频炉厂房(丁类，耐火等级二级)	南面	最近处 12.6m	不限		符合
5	空地	龙陵县闽达科技实业有限公司中频炉厂房(丁类，耐火等级二级)、龙陵县闽达科技实业有限公司木片库(丙类，耐火等级二级)	东面	/	/		符合
6	永隆铁合金二	龙陵县闽达科技	西	最近	/	《建筑防火通用规	符

	期余热发电站 (戊类, 耐火等级二级)	实业有限公司洗精煤库(丙类, 耐火等级二级)	面	处 28.5m		范》	合
7	永隆铁合金液氧站(乙类, 耐火等级二级)	龙陵县闽达科技实业有限公司磨粉车间(丙类, 耐火等级二级)	西面	32m	/		符合
8	山林	龙陵县闽达科技实业有限公司磨粉车间(丙类, 耐火等级二级)	北面	紧邻	/		符合
9	山林	龙陵县闽达科技实业有限公司中频炉厂房(丁类, 耐火等级二级)	南面	最近处 12.6m	/		符合
10	空地	龙陵县闽达科技实业有限公司中频炉厂房(丁类, 耐火等级二级)、龙陵县闽达科技实业有限公司木片库(丙类, 耐火等级二级)	东面	/	/		符合

根据以上的检查可知, 该项目厂址的选择及周边环境符合《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)、《铁合金安全规程》(AQ2024-2010)、《工业硅安全生产规范》(YS_T1185-2017)、《建筑设计防火规范(2018)年版》、《建筑防火通用规范》等规范、标准的规定和要求, 厂区地址、地形、水文、气象等自然条件对建设项目安全生产影响较小, 对周边区域的影响也较小。

5.2.2 总图布置安全检查表分析评价

依据《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)、《有色金属工业总图规划及运输设计标准》(GB50544-2022)、《铁合金安全规程》(AQ2024-2010)、《工业硅安全生产规范》(YS_T1185-2017)等对建设项目的总平面布置采用安全检查表法进行检查, 检查其是否符合国家相关标准规范的要求。

表 5-3 项目总平面布置安全检查表

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
1	总平面布置,应充分利用地形、地势、工程地质及水文地质条件,布置建筑物、构筑物和有关设施,应减少土(石)方工程量和基础工程费用,并应符合下列要求: 1当厂区地形坡度较大时,建筑物、构筑物的长轴宜顺等高线布置; 2应结合地形及竖向设计,为物料采用自流管道及高站台、低货位等设施创造条件。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.1.5	该项目充分利用地形和地势进行布置。	符合要求
2	总平面布置,应合理地组织货流和人流,并应符合下列要求: 1运输线路的布置,应保证物流顺畅、径路短捷、不折返; 2应避免运输繁忙的铁路与道路平面交叉; 3应使人、货分流,应避免运输繁忙的货流与人流交叉; 4应避免进出厂的主要货流与企业外部交通干线的平面交叉。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.1.8	1运输线路的布置,保证物流顺畅、径路短捷、不折返; 2拟选择避免运输繁忙的铁路与道路平面交叉; 3人、货分流,避免运输繁忙的货流与人流交叉; 4避免进出厂的主要货流与企业外部交通干线的平面交叉。	符合要求
3	产生高温、有害气体、烟、雾、粉尘的生产设施,应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧且地势开阔、通风条件良好的地段,并不应采用封闭式或半封闭式的布置形式。产生高温的生产设施的长轴,宜与夏季盛行风向垂直或呈不小于45°交角布置。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.2.3	项目所处位置地势开阔,通风条件良好。	符合要求
4	需要大宗原料、燃料的生产设施,宜与其原料、燃料的贮存及加工辅助设施靠近布置,并应位于原料、燃料的贮存及加工辅助设施全年最小频率风向的下风侧。生产大宗产品的设施宜靠近其产品储存和运输设施布置。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.2.6	原料场靠近电炉车间设置。	符合要求
5	总降压变电所的布置,应符合下列要求: 1宜位于靠近厂区边缘且地势较高地段; 2应便于高压线的进线和出线; 3应避免设在有强烈振动的设施附近; 4应避免布置在多尘、有腐蚀性气体和有水雾的场所,并应位于多尘、有腐蚀性气体场所全年最小频率风向的下风侧和有水雾场所	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.3.2	项目变电站依托龙陵县闽达科技实业有限公司,配套建设供电配电柜,放射性供电。	不涉及

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
	冬季盛行风向的上风侧。			
6	全厂性修理设施宜集中布置；车间维修设施，应在确保生产安全前提下，靠近主要用户布置。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.4.1	全厂性修理设施依托龙陵县闽达科技实业有限公司，本项目不单独建设。	不涉及
7	仓库与堆场，应根据贮存物料的性质、货流出入方向、供应对象、贮存面积、运输方式等因素，按不同类别相对集中布置，并为运输、装卸、管理创造有利条件，且应符合国家现行的防火、防爆、安全、卫生等工程设计标准的有关规定。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.6.1	仓库与堆场设置符合要求。	符合要求
8	厂区出入口的位置和数量，应根据企业的生产规模、总体规划、厂区用地面积及总平面布置等因素综合确定，并应符合下列要求： 1 出入口的数量不宜少于 2 个； 2 主要人流出入口宜与主要货流出口分开设置，并应位于厂区主干道通往居住区或城镇的一侧； 主要货流出口应位于主要货流方向，应靠近运输繁忙的仓库、堆场，并应与外部运输线路连接方便； 3 铁路出入口，应具备良好的瞭望条件。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 5.7.4	该项目厂区出入口设置符合要求。	符合要求
9	工业企业厂区总平面布置应明确功能分区，可分为生产区、非生产区、辅助生产区。其工程用地应根据卫生要求，结合工业企业性质、规模、生产流程、交通运输、场地自然条件、技术经济条件等合理布局。	《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.2.1.1	该项目按照功能分区。	符合要求
10	工业企业厂区总平面功能分区的分区原则应遵循：分期建设项目宜一次整体规划，使各单体建筑均在其功能区内有序合理，避免分期建设时破坏原功能分区；行政办公用房应设置在非生产区；生产车间及与生产有关的辅助用室应布置在生产区内；产生有害物质的建筑（部位）与环境质量较高要求的有较高洁净要求的建筑（部位）应有适当的间距或分隔。	《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.2.1.3	该项目进行了整体规划，办公区域与生产区域间距符合相关规范要求。	符合要求
11	生产区宜选在大气污染物扩散条件较好的地方。	《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.2.1.4	该项目生产车间布置在地	符合

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
	件好的地段，布置在当地全年最小频率风向的上风侧；产生并散发化学和生物等有害物质的车间，宜位于相邻车间当地全年最小频率风向的上风侧；非生产区布置在当地全年最小频率风向的下风侧；辅助生产区布置在两者之间。	生标准》 (GBZ1-2010) 5. 2. 1. 4	势开阔处。	要求
12	工业企业的总平面布置，在满足主体工程需要的前提下，宜将可能产生严重职业性有害因素的设施远离产生一般职业性有害因素的其他设施，应将车间按有无危害、危害的类型及其危害浓度(强度)分开；在产生职业性有害因素的车间与其他车间及生活区之间宜设一定的卫生防护绿化带。	《工业企业设计卫生标准》 (GBZ1-2010) 5. 2. 1. 5	该项目设置了绿化区，各生产车间根据生产工艺进行分区设置。	符合要求
13	场地总平面布置应在企业总体规划的基础上，根据工艺流程运输条件及安全、卫生、施工、管理等因素，结合场地自然条件，经多方案技术经济比较后确定。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 (GB50544-2022) 5. 1. 1	该项目场地总平面布置在企业总体布置的基础上，根据工艺流程、运输条件及安全、卫生、施工、管理等因素，并结合场地自然条件，经多方案技术经济比较后确定。	符合要求
14	工业场地总平面应按功能分区合理布置。功能分区应符合下列规定： 1. 应符合企业总体布置要求，保证工艺流畅顺捷、生产系统完整。 2. 应与外部运输、供水、供电等线路的衔接合理。 3. 应利用场地的地形、气象、工程地质等自然条件。 4. 可为通风、消防、排水、安全、卫生、绿化等布置创造条件。 5. 应合理确定各功能区的外形和面积，功能区的面积、通道宽度应与建设规模相适应。 6. 主要货流与主要人流应避免交叉。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 (GB50544-2022) 5. 1. 2	该项目的总平面按功能分区合理布置，符合上述规定。	符合要求
15	厂区办公室和生活室宜建在厂区常年最小频率风向的下风侧，距电炉100m以外。	《铁合金安全规程》 (AQ2024-2010) 6. 1. 4	本项目办公及生活设施依托龙陵县闽达科技实业有限公司，不单独建设。	不涉及
16	厂房、仓库两侧应设有宽度不小于3.5m的消防车道。如无车道，应沿厂房、仓库两侧保留宽度不小于6m的平坦空地。	《铁合金安全规程》 (AQ2024-2010) 6. 1. 12	厂房、仓库两侧设置的消防通道符合要求。	符合要求

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
17	厂区及厂房的布局应符合项目设计方案。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.4.1	厂区及厂房的布局符合项目设计方案的要求。	符合要求
18	厂区布置要考虑物料流向，保证物料顺畅运行，同时要缩短物流距离。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.4.2	总平面布置考虑物料流向，保证了物料顺畅运行。	符合要求
19	车间与各辅助车间（设施）布置应符合生产流程的顺序。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.4.3	车间布置与辅助设施布置符合生产流程的顺序。	符合要求
20	根据生产流程和作业特点，合理布置车间工艺装备、生产设施和操作区域，确保生产安全。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.4.4	已按照生产工艺流程和作业特点，合理布置了车间工艺装备和操作区域，确保安全生产。	符合要求
21	厂区道路的设计应满足应急救援需求。	《工业硅安全生产规范》(YS-T1185-2017) 3.4.5	本项目厂区道路宽度及转弯半径满足应急救援的需求。	符合要求

根据以上的检查可知，建设项目生产区、办公区、生活区分开布置，并根据生产的特点，对相关生产设施进行了较为合理的布置。

依据《建筑设计防火规范（2018）年版》、《建筑防火通用规范》等对建设项目的主建（构）筑物之间的防火间距采用安全检查表法进行检查。

表 5-4 厂内主要建（构）筑物之间防火间距安全检查表

建（构）筑名称		磨粉车间（丙类）	中频炉厂房（丁类）	仓库（丙类）	防火间距标准依据
仓库（丙类）	规范要求	10m	10m	10m	《建筑防火设计规范》(GB50016-2014, 2018年版) 3.4.1
	设计距离	14m	12m	最近处11m	
检查结果		符合	符合	符合	
仓库（丙类）	规范要求	/	/	/	《建筑防火通用规范》
	设计距离	14m	12m	最近处11m	
检查结果		符合	符合		

根据以上的检查可知，总平面布置符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）、《建筑设计防火规范（2018）年版》、《建筑防火通用规范》等规范、标准的规定和要求。供氧系统后期须严格按照《氧气站设计规范》（GB50030-2013）进行设计，确保防火间距符合要求。

5.2.3 小结

综上所述，该项目厂址的选择及周边环境符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）、《建筑设计防火规范（2018）年版》、《建筑防火通用规范》等规范、标准的规定和要求，厂区地址、地形、水文、气象等自然条件对建设项目安全生产影响较小，对周边区域的影响也较小。

建设项目的总平面布置符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）、《《建筑设计防火规范（2018）年版》、《建筑防火通用规范》等规范、标准的规定和要求。

5.3 生产工艺系统、装置、设施、设备评价单元

5.3.1 生产工艺系统、装置、设施、设备符合性检查

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）、《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）、《有色金属工程设计防

火规范》（GB50630-2010）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）等国家法律法规、标准规范要求，采用安全检查表法对本项目生产工艺系统、装置、设施、设备单元进行分析评价。

表 5-5 生产工艺系统、装置、设施、设备安全检查表

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
1	生产经营单位不得使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。	《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号）第 38 条	项目未使用国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺、设备。	符合要求
2	优先采用先进的生产工艺、技术和无毒（害）或低毒（害）的原材料，消除或减少尘、毒职业性有害因素；对于工艺、技术和原材料达不到要求的，应根据生产工艺和粉尘、毒物特性，参照 GBZ/T194 的规定设计相应的防尘、防毒通风控制措施，使劳动者活动的工作场所有害物质浓度符合 GBZ2.1 要求；如预期劳动者接触浓度不符合要求的，应根据实际接触情况，参考 GBZ/T195、GB/T18664 的要求同时设计有效的个人防护措施。	《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）第 6.1.1 条	拟采用的主要原材料为无毒害或低毒害。	符合要求
3	应优先采用先进的生产工艺、技术和原材料，工艺流程的设计宜使操作人员远离热源，同时根据其具体条件采取必要的隔热、通风、降温等措施，消除高温职业危害。	《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）第 6.2.1.1 条	电炉车间拟采取了自然通风加机械通风的方式降温。	符合要求
4	生产设备及其零部件、必须有足够的强度、刚度、稳定性和可靠性。在按规定条件制造、运输、贮存、安装和使用时，不得对人员造成危险。	《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）4.2	电炉车间及辅助生产系统的生产装置及设备设施均拟选用正规厂家生产的合格设备，具有较好的安全性、可靠性。	符合要求
5	禁止使用能与工作介质发生反应而造成危害（爆炸或生成有害物质等）的材料。	《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）5.2.5	拟使用的设备材料不与工作介质发生反应。	符合要求
6	设备本身有必要的防护、净化、保险、联锁、信号、监测等可靠的安全、卫生装置。对有突然超压或瞬间爆炸危险的设备，还必须设置符合标准的泄压、防爆等	《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）5.6.6	设备拟采购于正规厂家，本身有必要的防护、净化、保险、联锁、信号、监测等可靠的安全、卫生装置。	符合要求

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
7	安全装置。 在使用过程中有可能遭受雷击的生产设备，必须采取适当的防护措施，以使雷击时产生的电荷被安全、迅速导入大地。	《生产设备安全卫生设计总则》 (GB5083-1999)6.10	项目设置有防雷防静电接地装置。	符合要求
8	设备之间、设备与建(构)筑物之间，留有满足生产、操作、检修需要的安全距离。设备之间：大型设备≥2. m，中型设备≥1m，小型设备≥0. 7m；设备与墙、柱距离：大型设备≥0. 9m，中型设备≥0. 8m，小型设备≥0. 7m；在墙、柱与设备间有人操作的应满足设备与墙、柱间和操作空间的最大距离要求。移动车辆与建(构)筑物之间，应有 0. 8m 以上的安全距离。	《工业硅安全生产规范》 (YS_T1185-2017) 3. 5. 2. 2	拟建项目设备之间布置，设备与建(构)筑物之间，留有满足生产、操作、检修需要的安全距离。	符合要求
9	设备选型应符合项目设计方案，不使用国家规定淘汰的工艺装备，应按照 GB/T13869 的要求做好各类电气装置的操作、使用、检查和维护。应按照 GB/T17045 的要求，对电气装置、系统、设备做好防护。	《工业硅安全生产规范》 (YS_T1185-2017) 3. 6. 1	电炉选择符合项目的设计方案，未使用国家规定淘汰的工艺装备。	符合要求
10	机器设备的金属外壳、底座、传动装置，金属电线管、配电盘以及配电装置的金属构件，遮栏和电缆线的金属外包皮等，均应采用接地或接零保护。	《工业硅安全生产规范》 (YS_T1185-2017) 3. 6. 3	项目拟设置接地或接零保护措施。	符合要求
11	特种设备需由专业厂家生产、安装、维修、改造。经专业资质机构检验合格取得安全使用证或安全标志后方可投入使用，使用过程中要定期进行检验。	《工业硅安全生产规范》 (YS_T1185-2017) 3. 6. 6	本项目拟使用的起重设备、压力容器均为正规厂家生产、制造、安装。	符合要求
12	带式输送机作业易发生滑倒、摔伤，而且易卷入皮带造成机械伤人等事故。带式输送机靠近人行通道的一侧应安装急停拉绳开关和防皮带跑偏装置，机头、机尾加防护罩。	《工业硅安全生产规范》 (YS_T1185-2017) 4. 1. 3. 1	皮带输送机拟设置急停拉绳开关。	符合要求
13	车间的高温特殊区段或部位，其电缆选择和敷设应符合下列规定： 1 电气管线的敷设应避开炉口、出渣口和热风管等高温部位； 2 穿越或邻近高温辐射区的电缆，应选用耐高温电缆并应采取隔热	《有色金属工程设计防火规范》 (GB50630-2010) 第 10. 3. 12 条	邻近高温辐射区的电缆，拟采用耐高温电缆。	符合要求

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
	<p>措施, 必要时, 应采取防止金属熔体高温及渣液喷溅的措施;</p> <p>3 下列场所或部位不宜敷设电缆, 如确需敷设时, 应选用耐高温电缆并应有隔热保护措施:</p> <p>1) 加热炉和冶炼炉本体、包子房、热风炉的地下; 2) 熔炼车间的浇铸区地下; 3) 金属熔液罐和渣罐车运行线的下方; 4) 冶炼炉炉顶等高温场所; 5) 供热锅炉房的炉体及其炉顶栏杆区段; 6) 高温及热力管线的上方等。</p> <p>4 存放热锭、坯、浇铸包、及铸锭缓冷区的场所附近不宜设置电缆沟; 必须设置时, 电缆应穿钢管埋设并采取相应的隔热措施;</p> <p>5 金属熔液罐车和渣罐车采用软电缆供电时, 应装设拉紧装置, 并应有防止喷溅及隔热防护措施;</p> <p>6 熔炼炉(含电弧炉、矿热炉等)的短网母线在穿越钢筋混凝土墙时, 短网周围的墙体和穿墙隔板应采用非导磁性材料;</p>			
14	电炉的水冷构件应设流量、温度极限指示及报警器。	《铁合金安全规程》 (AQ2024-2010) 8.1.2	电炉的水冷构件拟设流量、温度极限指示值及报警器。	符合要求
15	在生产或使用可燃气体及有毒气体的生产设施及储运设施的区域内, 泄漏气体中可燃气体浓度可能达到报警设定值时, 应设置可燃气体探测器; 泄漏气体中有毒气体浓度可能达到报警设定值时, 应设置有毒气体探测器; 既属于可燃气体又属于有毒气体的单组分气体介质, 应设有毒气体探测器; 可燃气体与有毒气体同时存在的多组分混合气体, 泄漏时可燃气体浓度和有毒气体浓度有可能同时达到报警设定值, 应分别设置可燃气体探测器和有毒气体探测器。	《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 (GB/T50493-2019) 3.0.1	该项目拟在可能受电炉烟气影响的场所(电炉控制室、炉台、出硅区域、除尘区域等处)拟设置有毒气体探测器。	符合要求

该项目的生产工艺系统、装置、设施、设备符合《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号)、《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999)、《有色金属工程设计防火规范》(GB50630-2010)、

《铁合金安全规程》(AQ2024-2010)、《工业硅安全生产规范》(YS_T1185-2017)等国家法律法规、标准规范要求。

5.3.2 作业条件危险性评价法(LEC)

根据公司生产过程中的操作条件及作业人员进入危险环境的频次,下面分别对其他各工序涉及的各参数进行取值计算,其结果列入下表。

表 5-6 生产工艺作业条件危险性分析评价结果表

单元	主要事故类别	项目					
		L	E	C	D	分数值评价	危险程度分级
原料准备工序	车辆伤害	1	6	7	42	20~70	可能危险
	机械伤害	3	6	7	126	70~160	显著危险
	触电	3	3	7	56	20~70	可能危险
	火灾	0.5	6	7	21.5	20~70	可能危险
	物体打击	3	6	1	18	<20	稍有危险
	高处坠落	3	6	2	54	20~70	可能危险
	坍塌	0.5	0.5	15	3.75	<20	稍有危险
	中毒和窒息	1	3	15	45	20~70	可能危险
	其它伤害	3	6	1	18	<20	稍有危险
熔炼工序	其它爆炸	1	6	40	240	160~320	高度危险
	火灾	3	6	15	270	160~320	高度危险
	灼烫	3	6	7	126	70~160	显著危险
	起重伤害	3	6	15	270	160~320	高度危险
	机械伤害	3	6	7	126	70~160	显著危险
	中毒和窒息	1	6	40	240	160~320	高度危险
	淹溺	0.2	6	15	45	20~70	可能危险
	触电	3	6	7	126	70~160	显著危险
	高处坠落	3	6	2	54	20~70	可能危险
	物体打击	3	6	2	54	20~70	可能危险
	坍塌	0.5	0.5	100	25	20~70	可能危险
	其它伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险
破碎及成品仓储工序	物体打击	3	6	2	54	20~70	可能危险
	火灾	3	6	2	54	20~70	可能危险
	起重伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险
	车辆伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险
	物体打击	3	6	1	18	<20	稍有危险
	高处坠落	3	6	2	54	20~70	可能危险
	机械伤害	3	6	7	126	70~160	显著危险
	触电	3	3	7	56	20~70	可能危险
	坍塌	0.5	0.5	100	25	20~70	可能危险
	其他伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险
除尘工序	机械伤害	3	6	7	126	70~160	显著危险

	触电	3	3	7	56	20~70	可能危险
	容器爆炸	1	6	7	42	20~70	可能危险
	车辆伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险
	灼烫	3	3	7	63	20~70	可能危险
	坍塌	0.5	0.5	40	10	<20	稍有危险
	中毒和窒息	1	1	40	40	20~70	可能危险
	高处坠落	3	6	2	54	20~70	可能危险
	物体打击	3	6	2	54	20~70	可能危险
	火灾、爆炸	0.5	6	7	21	20~70	可能危险
	其它伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险
烟气脱硫工序	机械伤害	3	6	7	126	70~160	显著危险
	灼烫	3	6	2	36	20~70	可能危险
	触电	3	3	7	56	20~70	可能危险
	高处坠落	3	6	2	54	20~70	可能危险
	物体打击	3	6	2	54	20~70	可能危险
	中毒和窒息	1	1	40	40	20~70	可能危险
	坍塌	0.5	0.5	40	10	<20	稍有危险
	淹溺	0.2	6	15	45	20~70	可能危险
	车辆伤害	3	6	2	54	20~70	可能危险

从上表中可以得出：熔炼工序中其它爆炸、火灾、起重伤害、中毒和窒息事故属于高度危险，灼烫、机械伤害、触电属于显著危险，淹溺、高处坠落、物体打击、坍塌、其它伤害以及其他工序的车辆伤害、容器爆炸属于可能危险或稍有危险。因此熔炼工序是本项目生产过程中危险性大，较容易发生事故，企业应加强对电炉设备系统的日常检查与维护，配备齐全必备的安全设施并正常投入运行；加强员工培训，提高炉前作业人员的安全意识，对电炉等相关重要设备设施加强维护与检测，严禁带病运行，提高设备设施的本质安全度，确保系统安全运行，保障安全生产。

5.3.3 炉前灼伤事故树分析

1) 炉前工作岗位安全分析

电炉冶炼温度可达 1700℃，在高温下工作，故障率高，人的劳动强度又大，更增加了灼伤事故的危险性。

炉前工作环境差、场地狭窄，设备多、重体力工作多等客观因素和炉前工的主观因素，近 10 年来事故呈上升趋势，特别近年来，冶炼厂在其它

伤害事故大幅度降低的情况下，灼伤事故却大幅度上升，占到炉前事故的 90%，给生产带来严重影响，必须遏制。现应用事故树的方法对灼伤事故进行分析。

2) 绘制事故树

炉前灼伤事故树分析见图 5-1。

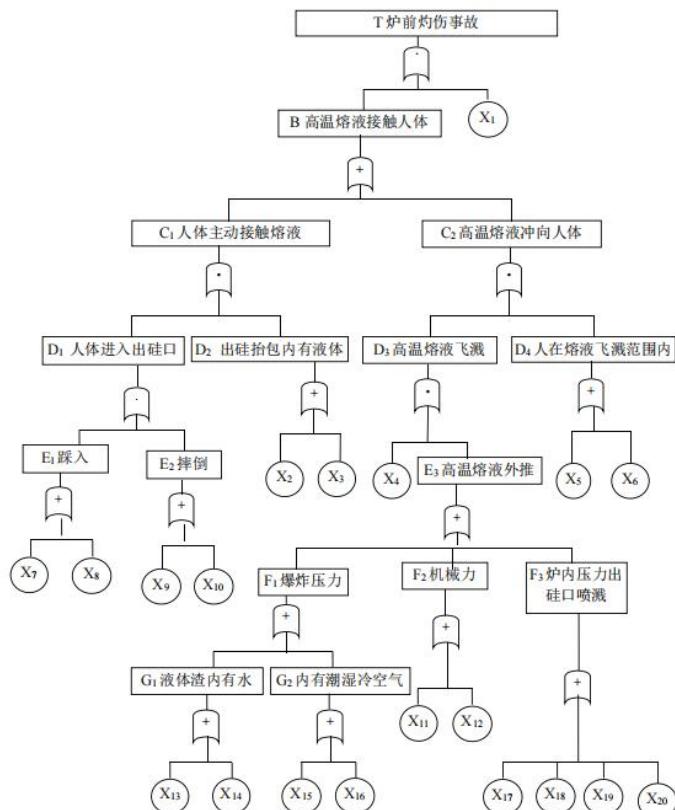


图 5-1 炉前灼伤事故树分析

X₁—劳保用品不起作用；X₂—正在出硅；X₃—出硅抬包有积液；X₄—超过熔液自身粘接力；X₅—工作需要；X₆—站位不当；X₇—不注意踩入；X₈—判断不准踩入；X₉—抬包边有碎渣粒滑倒；X₁₀—抬包边有杂物被绊倒；X₁₁—拍打熔液溅起；X₁₂—红热硅块断裂飞起；X₁₃—抬包内有水；X₁₄—人为将湿铁器插入；X₁₅—出硅口潮湿；X₁₆—容器类凉铁器进入熔液中；X₁₇—熔面低被风吹起；X₁₈—熔液流动性好速度高；X₁₉—跑风；X₂₀—出硅口卡口

3) 事故树定性分析

按照事故树结构进行简化，求出最小割集，确定各基本事件的结构位置重要度。

(1) 求最小割集, 由行列法从而可以得出 28 组最小割集:

$$K_1 = \{X_1, X_2, X_7\}; K_2 = \{X_1, X_3, X_7\};$$

$$K_3 = \{X_1, X_2, X_2\}; K_4 = \{X_1, X_3, X_8\};$$

$$K_5 = \{X_1, X_2, X_9\}; K_6 = \{X_1, X_3, X_9\};$$

$$K_7 = \{X_1, X_2, X_{10}\}; K_8 = \{X_1, X_3, X_{10}\};$$

$$K_9 = \{X_1, X_4, X_5, X_{13}\}; K_{10} = \{X_1, X_4, X_6, X_{13}\};$$

$$K_{11} = \{X_1, X_4, X_5, X_{14}\}; K_{12} = \{X_1, X_4, X_6, X_{14}\};$$

$$K_{13} = \{X_1, X_4, X_5, X_{15}\}; K_{14} = \{X_1, X_4, X_6, X_{15}\};$$

$$K_{15} = \{X_1, X_4, X_5, X_{16}\}; K_{16} = \{X_1, X_4, X_6, X_{16}\};$$

$$K_{17} = \{X_1, X_4, X_5, X_{11}\}; K_{18} = \{X_1, X_4, X_6, X_{11}\};$$

$$K_{19} = \{X_1, X_4, X_5, X_{12}\}; K_{20} = \{X_1, X_4, X_6, X_{12}\};$$

$$K_{21} = \{X_1, X_4, X_5, X_{17}\}; K_{22} = \{X_1, X_4, X_6, X_{17}\};$$

$$K_{23} = \{X_1, X_4, X_5, X_{18}\}; K_{24} = \{X_1, X_4, X_6, X_{18}\};$$

$$K_{25} = \{X_1, X_4, X_5, X_{19}\}; K_{26} = \{X_1, X_4, X_6, X_{19}\};$$

$$K_{27} = \{X_1, X_4, X_5, X_{20}\}; K_{28} = \{X_1, X_4, X_6, X_{20}\}.$$

(2) 结构-位置重要度分析:

结构-位置重要度就是根据一基本事件出现在最小割集中的次数和该最小割集所包含的基本事件的个数来确定基本事件的重要度。公式为:

$$I_i = (1/N) \sum (1/R_j) \quad C_j \in X_i$$

式中:

I_i ——第 i 个基本事件的结构-位置重要度;

C_j ——第 j 个最小割集;

R_j ——第 j 个最小割集中的基本事件数;

X_i ——第 i 个基本事件;

N——最小割集的数目；

Σ ——对包含基本事件 i 的所有最小割集求和。

由公式可得出：

$$I_1 = (1/28) [(1/3) 8 + (1/4) 20] = 7.67/28;$$

$$I_2 = I_3 = 1.33/28;$$

$$I_4 = 5/28;$$

$$I_5 = I_6 = 2.5/28;$$

$$I_7 = I_8 = I_9 = I_{10} = 0.67/28;$$

$$I_{11} = I_{12} = I_{13} = I_{14} = I_{15} = I_{16} = I_{17} = I_{18} = I_{19} = I_{20} = 0.5/28。$$

4) 结论

通过故障树定性分析可知，灼伤事故数共有 28 组最小割集，也就是说炉前灼伤事故可能有 28 种途径。例如： $K_{11} = \{x_1, x_4, x_6, x_{14}\}$ 这组最小割集表明：当人将湿铁器捅入工业硅熔液中时，产生爆炸力。当爆炸力超过工业硅熔液自身粘结力时，就引起工业硅熔液飞溅。当人在工业硅熔液飞溅范围内站位不当时，飞溅的工业硅熔液冲向人体，发生灼伤事故。

在这 28 种途径中，经过对众多灼伤事故统计分析得知， $K_1, K_2, K_5, K_{10}, K_{12}, K_{13}, K_{14}, K_{22}, K_{24}, K_{28}$ 发生的频率相对高些。在这些最小割集中大都存在 X_1, X_4, X_6 3 种元素，对于这 3 种元素， X_4 根据生产实际没有消除的可能，故只有切断 X_1, X_6 ，使事故链不能形成，最有效。事实上，无论消除这些组合中哪一个元素都能起到消除事故的目的，然而每一个元素存在的特性不一，消除的难易程度也不一。故根据各元素消除的难易程度，可制定以下防范措施：

(1) 每一例灼伤事故都与劳保用品没起作用有关，因此加强劳保用品的管理是消除灼伤事故的一个有效办法。它包括劳保用品的完善，劳保用

品的正确使用，劳保用品质量的检查以及劳保用品的维护等。

(2) 人在工作中所处的位置不当，也极易导致事故的发生，因此出硅时要站在一个适当的位置。

(3) 抬包边严禁有渣粒和杂物，每次出硅前清扫一次，出硅时不准跨越抬包。

(4) 抬包底严禁有积水和渣粒。

(5) 严禁潮湿铁器捅入出硅口和抬包中。

(6) 出硅口、抬包应烘干再出硅。

(7) 出硅口跑风时应及时堵口。

(8) 要加强炉前设备的点检和维护，谨防设备损坏时人工代替机械干危险大的工作。

此外，可研报告中对电炉系统设计采用机械设备进行电炉配料、上料，并设电气及仪表控制和除尘器，减少了人员直接接触危险有害因素的时间，提供了高炉系统的安全性。

5.4 公用工程及辅助设施评价单元

5.4.1 电气系统安全分析评价

1) 变电系统故障模式及影响分析

表 5-7 变电系统故障模式及影响分析表

子系统名称	设备或元名称	故障类型	发生时间	故障原因分析	故障影响分析			现有安全装置	故障等级	措施	备注
					对子系统	对系统	对人员				
10kV系统	10kV油开关	短路	运行中	①绝缘击穿短路 ②带负荷拉、合隔离刀闸 ③开关拒动,不能切断短路电流	停电设备损坏	部分或全面停电、停产	可能伤人	电气保护	III	①建议双电源的二路供电 ②建议设母开关 ③孔洞堵塞,通风孔加网罩 ④设置电气闭锁	
	10kV进线电缆	内部短路	运行中	①绝缘击穿 ②电缆头爆炸 ③绝缘损坏	火灾、停电、电缆损坏	停电、停产	可能伤人	电气保护	III	①建议双电源的二路供电 ②立即排除故障 ③定期检查 ④火灾自动报警	
	变压器	爆炸	运行中	①绕阻绝缘损坏短路 ②主绝缘击穿 ③严重短路 ④保护失效	爆炸、设备严重损坏、喷油火灾	停电	人员伤亡	电气保护	IV	①立即排除故障 ②故障变压器切出系统 ③定期维修、实验 ④设置灭火装置	
	变压器高压侧断路器	短路、爆炸	运行中	①110KV、10KV母线及以下发生短路 ②开关拒分,无法切断故障	喷油、火灾、设备损坏	全系统停电	可能伤人	电气保护	III	①立即采取措施排除故障 ②更换备用短路器 ③定期维修试验	

子系统名称	设备或元名称	故障类型	发生时间	故障原因分析	故障影响分析			现有安全装置	故障等级	措施	备注
					对子系统	对系统	对人员				
				③断路器分断容量小,无法切断短路电流 ④雷击过电压或操作过电压						④设置隔离开关与接地刀闸及断路器的闭锁装置 ⑤设置避雷装置 ⑥采用SF6型断路器	
继电保护系统	保护屏	不动作或误动作	运行中	①直流电源消失 ②继电器损坏 ③整定值变化	停电或事故扩大	停电、停产	可能伤人		II	①立即修理 ②定期检查试修	
0.4KV系统	低压开关	短路	运行中	①带负荷拉刀闸 ②开关动作失灵 ③开关容量过小	设备损坏	停电、停产	可能伤人	电气保护	III	立即检修	
	母线	短路	运行中	①绝缘击穿 ②异物造成短路	设备损坏	停电	可能伤人	电气保护	III	①立即检修 ②恢复运行方式	

变电系统故障类型和影响分析结果：变压器故障等级为IV级；继电保护系统故障等级为II级；其他系统故障等级均为III级。表中针对故障提出了相应的对策措施。

2) 配电系统预先危险性分析

表 5-8 配电系统预先危险性分析表

事故类型	事故原因	危险等级	对策措施
火灾爆炸	1、线路短路； 2、可燃气体窜入或渗入，遇电火花发生火灾爆炸； 3、过载引起火灾； 4、由于设备自身故障导致	IV	1、定期对电气线路进行检修，确保其处于完好状态； 2、作好防护措施，防止气体窜入； 3、通风设施、可燃气体检测报警等应运转良好； 4、防过载、防过热、防接地、防接触不良、防电

事故类型	事故原因	危险等级	对策措施
	过热而引起火灾; 5、接地不良引起雷电火灾。		缆老化、防雷电接地等安全措施应齐全完好; 5、消防器材应完备、好用。
触电	1、人体触及(接近)带电体 (1)正常作业带电; (2)触及带电部位; (3)违章擅自带电作业; (4)非专业人员乱动电器; (5)工具绝缘部分损伤; 2、触及意外带电部位 (1)电气设备绝缘损坏; (2)断电后放电不充分; (3)误送电; (4)设备外壳带电; 3、护栏失效,触及邻近带电体 4、防护措施失效 (1)接地系统不良; (2)未使用防护用品或防护用品不符合要求。	III	1、接地系统应保持完好; 2、电气设备、电缆应保证绝缘; 3、电气设备应留有足够安全防护距离,如防护距离达不到要求,则应加装隔离罩或外罩; 4、经常使用的电气设备应采用漏电保护装置; 5、检修时配备防触电工具,并采取相应防触电措施,严格按检修、操作规程进行; 6、定期检验,避免正常不带电部位意外带电; 7、对常备的防护用品必须进行定期的检查维修; 8、每次的检修工作都必须经过批准,指定专人进行监护,并要有可靠的安全防护措施。
误停电	1、没有模拟演示; 2、责任心不强,思想麻痹,监护制度不严; 3、不认真执行操作票制度、工作票制度,违章作业,违章操作; 4、违反交接班制度。	III	1、操作前必须进行模拟演示; 2、监护人必须是对设备熟悉的人员,操作人员注意力集中,监护人认真负责; 3、必须严格执行电业安全工作规程; 4、严格执行交接班制度。
电气设备损坏	1、电气设备本身存在质量问题; 2、预防性实验和检修不到位; 3、操作技能不熟练; 4、监护人员不合格。	III	1、严把设备进货的质量关; 2、严把预防性实验的质量关; 3、加强职工操作技能的培训; 4、选用合格人员进行操作监护。

配电系统预先危险性分析结果: 火灾爆炸危险等级为IV级; 其他事故类型危险等级均为III级。表中针对事故原因提出了相应的对策措施。

5.4.2 给排水系统安全分析评价

1) 给排水系统预先危险性分析

表5-9给排水系统预先危险性分析评价表

序号	设备或单元名称	危险有害因素	危害结果	等级	对策措施
1	供水系统	水泵噪音	伤害健康	II	水泵设置在单独隔音房间
		机械伤害	伤害人体	II	机械运转部分设置罩盖或围栏
2	给水管网、消防水管网	泄漏	软化地基、影响建构建筑物	II-III	选择合格管材管件；规范铺设。
3	排水系统	泄漏	损坏地基	II-III	选用合格器材；按规范铺设管道。
		坠落	伤害人体	II-III	选用合格的雨水井盖，损坏即换。
4	电气设施	触电	伤害人体	II-III	选用合格电器产品；按规范安装维护；电气设备外壳，用电设备，可靠接地或接零；按规范安装漏电保护器。

2) 输水离心泵故障假设分析法

供水设施能否稳定运行对于本项目能否安全稳定运行关系较大，而供水站的核心设备是无负压增压供水装置。下面对无负压增压供水装置采用故障假设分析法（What...If）进行安全分析评价。

表5-10无负压增压供水装置（What...If）故障假设分析表

如果..... 怎么办	故障原因分析	危险等级	对策措施
泵流量扬程不够	1、吸入口漏气； 2、入口管线和叶轮堵塞； 3、压头不够； 4、泵内有空气； 5、叶轮打坏或叶轮安装间隙小。	II-III	1、清理泵体、叶轮、管路； 2、修理或更换密封部件； 3、调整间隙； 4、更换叶轮； 5、拆修进口阀；
机泵消耗功率过大	1、泵和电机不同心； 2、轴承箱漏油或太脏； 3、泵体或叶轮内有杂物； 4、介质比重粘度过大； 5、机械密封压口过紧。	II	1、校对同心度； 2、调整油箱油位、换油； 3、调整间隙； 4、清除杂物； 5、化验油品； 6、调整机械密封压口。
泵有杂音	1、抽空； 2、转子不平衡； 3、轴承间隙过大； 4、泵与电机不同心； 5、转动部分结合间隙小； 6、叶轮松动；	II	1、检查清理； 2、更换轴承； 3、矫正或更换泵轴； 4、矫正同； 5、轴度； 6、紧固叶轮固定螺母；

如果 怎么办	故障原因分析	危险等级	对策措施
	7、入口管线泵体叶轮有杂音。		7、检查修理。
串轴	1、流量不稳； 2、止推轴承间隙大。	II	1、调整流量； 2、调整间隙；
轴承发热	1、泵与电机不同心； 2、润滑油变质或有杂物； 3、冷却水不通或有杂物。	II	1、校正同心度； 2、更换润滑油； 3、增加水量或处理冷却水线。

分析结果：故障“泵流量扬程不够”的危险等级为II-III级，其余故障的危险等级均为II级。对表中所列故障，运行过程中应给予足够重视，认真落实各项防范措施，以降低其危害。

5.4.3 空压机系统安全分析评价

表 5-11 空气压缩机预先危险性分析表

系统名称	运行方式	失败方式	可能性估计	危险描述	危险影响	危险等级	控制方法
限温保护	连续工作	温度超过规定	水和油供应不上	温度超限引起设备损坏	设备损失	II	①设超温自动停机保护； ②设温度表监视气缸排气温度，不得超过温度； ③气缸润滑油冷闪点不低于215°C； ④提高风阀的严密性。
断水保护	连续供水断水时自动停机	①水泵故障 ②水路系统被堵	水供应不上	断水造成高温引起爆炸	伤亡和损失	III	①设断水保护信号，遇断水能自动停机； ②定期清扫气缸水套。
超压保护	压力过高时，安全阀释压阀自动排气卸压	①安全阀失灵 ②释压阀失灵	超压时不能排气卸压	超压引起爆炸	伤亡和损失	III	①风包出口装置释压阀； ②每年清扫风包和排出管路； ③定期校验压力表及安全阀。
缺油保护	润滑油不足时自动停机	①油泵不供油 ②注油器和油路被堵	缺油	高温烧坏	损失	II	安装油压自动保护装置。

从上表分析可知，本建设项目空气压缩机超压保护和断水保护是安全控制的重点，其危险等级是III级，否则容易因高温或超压引起爆炸。

5.4.4 消防系统安全分析评价

1) 安全检查表分析与评价

本单元根据《建筑设计防火规范》（2018 版）（GB50016-2014）、

《有色金属工程设计防火规范》（GB50630-2010）等相关要求，对本项目拟设置的消防安全设施及防火措施采用安全检查表法进行分析评价，检查其是否符合国家相关标准规范的要求。消防设施安全检查见下表。

表 5-12 消防设施安全符合性检查表

序号	检查内容	依据标准	检查情况	结论
1	保障疏散通道、安全出口畅通，并设置符合国家规定的消防安全疏散标志。	《中华人民共和国消防法》第十六条	拟设环形消防通道。	符合
2	厂房、仓库内禁止设置员工宿舍。	《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 版）3.3.8、3.3.15	由企业提供的总平面布置图，未在厂房、仓库内设置员工宿舍。	符合
3	厂房安全出口的数目，不应少于两个。	《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 版）3.5.1	由企业提供的总平面布置图，厂房设置了多个出入口，不低于两个。	符合
4	室内外消防水量符合规定，并设置相应的便携式灭火器。	《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 版）6.0.9	设置有高位消防水池、室外消防栓、室内消防栓，在火灾危险的场所设置灭火器。	符合
5	在城市、居住区、工厂、仓库等的规划和建筑设计时，必须同时设计消防给水系统。城市、居住区应设市政消火栓。民用建筑、厂房（仓库）、储罐（区）、堆场应设室外消火栓。民用建筑、厂房（仓库）应设室内消火栓。	《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 版）8.1.2	明确消防给水系统，在火灾危险的场所设置灭火器。	符合
6	厂区内的消防给水量应按同一时间内的火灾次数和一次灭火的最大消防用水量确定。一次灭火用水量应按需水量最大的一座厂房（仓库）或储罐计算，且厂房（仓库）的消防用水量应是室内全部消防水量与室外消火栓用水量之和；储罐的消防用水量应是消防冷却用水量与灭火用水量之和。	《有色金属工程设计防火规范》（GB50630-2010）第 7.1.3 条	未明确一次灭火的最大消防用水量	不符合

2) 小结

该项目拟设置消防车道、消火栓、灭火器、高位消防水池等消防设施。本单元能满足《建筑设计防火规范》（2018 版）（GB50016-2014）、《有色金属工程设计防火规范》（GB50630-2010）等相关规范要求。但

未明确一次灭火的最大消防用水量，安全设施设计须进行落实。

6 安全对策措施

6.1 可研中提出的对策措施

6.1.1 危险、危害因素分析

生产过程中，由于种种原因，有地质灾害、洪灾、设备损坏、机械伤害、高空坠落、氧气爆炸、高温辐射及烫伤，以及噪音、粉尘、有害气体侵害人体等的危害危险因素。

6.1.2 主要安全技术防范措施

改善劳动条件，保障职工的安全健康，是我国生产建设中的一贯方针，生产安全是生产顺利进行的基本保证。安全为了生产，生产必须安全。生产中必须严格遵守安全操作规程。

为了保证生产的安全，拟建厂除了应建立相应的安全管理监督机构外，设计还依国家有关规定对生产环节考虑了必要的措施。

1) 厂区安全

据有关规定，设计进行防雷接地保护，对厂区的建构筑物均作抗震设计，厂区道路、设施和照明按规范进行设计。

2) 高温工作场所安全

在变压器室及配电室内分别采用了 T35-11 轴流风机进行机械排风，对高温作业处采取通风降温措施，以排除室内空气余热，确保电气设备的正常运行。

为了保证电气仪表设备的正常运行和改善控制室内的环境温度，在各电气控制室内设置了 LF21W 风冷空调机，以调节室内空气温度。

在厂房设计时充分考虑自然通风降温。

3) 有害烟尘和粉尘防护

对于接触粉尘的工作场所的人员除了按规定采取个人防护外，设计在工艺设施上采取了通风收尘措施，保证工作场地的清洁和安全。

4) 机电设备的防护

为了保障机电设备和操作人员的安全，根据技术条件和规定采取保护性接地或接零，设置安全遮栏、操作台，选用低噪音的设备或采取减噪音设施。

5) 易爆物资氧气的管理

完善氧气使用的各类安全规章措施，加强职工安全使用氧气知识的培训。做氧气容器的检测及容器密封的保养工作，防止氧气泄漏，加强氧气储库的安全管理，在用氧的全过程做到十分的安全，随时消灭用氧过程中的各类隐患。

6.2 本报告提出的对策措施

6.2.1 下一步建设中需要重点关注的建议

- 1) 本项目未明确一次灭火的最大消防用水量，安全设施设计须进行落实。
- 2) 建设项目在初步设计阶段，建设单位应当委托具备国家规定资质的设计单位对其安全设施进行设计，并编制安全设施设计。建设项目竣工投入生产或者使用前，建设单位应当按照有关规定进行安全设施竣工验收。

6.2.2 对自然危害因素的防范措施

1) 防雷

厂房按二类、三类建筑物考虑防雷和接地。电气设备的工作接地、保护接地、防雷接地均连接成一体，自动化系统的接地根据要求设置。

2) 抗震

拟建项目所在地抗震设防烈度为 8 度，在建筑设计中，进行准确的抗震验算，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）及《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）中的规定，按建筑抗震设防烈度对建构筑物设防，并采取合理的抗震构造措施。

电气设计中，将变压器按防震要求固定于轨道上，避免变压器受损。

在工艺设备设计中，将有关底座加固处理，管道采用必要的耐震连接方式。

6.2.3 厂内交通安全措施

1) 工程主要生产设施均在高压线 1.5 倍杆高范围之外。在道路上空的管廊、皮带廊、管道及其它构筑物等设施净空高度均大于 5m，满足消防车对道路的要求。厂内道路按国家规定的位置、形式、尺寸、颜色设置齐全交通标志，道路设置相应的照明设施及排水设施。

2) 生产场所梯子、平台及高处通道均设置安全栏杆；地沟、水井设置盖板；有危险的吊装口、安装孔等处设安全围栏；在有危险性的场所，设置相应的安全标志及事故照明设施，防止坠落事故的发生。

4) 带式输送机通廊两侧设有人行道，其净宽不小于 0.8m，角度 $\leq 10^\circ$ 的通廊设防滑条；角度 $\geq 10^\circ$ 的通廊设防滑踏步。

5) 叉车运输设有叉车安全管理机构并设置专职人员，并采用以下基本措施：①结合企业自身情况，按照工艺流程规程要求设置运输道路，交通标志，选用运输方式等；②制定厂区、车间、库房、堆站场的叉车的使用、货物装卸搬运安全操作规程及厂内叉车的使用、检查、维修制度；③进行日常安全教育和安全检查，对新叉车驾驶员进行入厂三级安全教育和培训考核，对老驾驶员建立每年一次的定期复审制度；④对广大职工进行厂内

交通安全知识和有关交通法规、制度知识的宣传教育；⑤对叉车驾驶员定期进行体检，合格方可上岗；⑥发放个人劳动保护用品。

6) 安全走道内侧应设置栏杆，所有栏杆设置均按《固定式钢梯及平台安全要求第3部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2009）的要求设置，厂房内采用安全色，执行《安全色》（GB2893-2008）的规定。

7) 拟建项目建设区域的总平面布置，根据生产性质、工艺要求、火灾危险性的大小因素、地形、风向等因素，做到功能分区明确。

8) 各设施之间均按《建筑设计防火规范》（2018年版）（GB50016-2014）及《建筑防火通用规范》等的要求，预留相应的防火安全间距，采用道路分隔。

6.2.4 危险物料防范措施

1) 可燃原料

加强可燃原料的管理、堆放，堆放区内严禁烟火，库房内设置消防系统，严防火灾。原料库房内设置货物堆高线，货物堆放时严禁超越此线。严禁在消防器材周围堆放货物。适当选择垛底面积、堆垛高度和垫衬材料，保证堆码的牢固与安全。原料库房内运输主通道宽度 $\geq 5m$ ，辅助通道和人工搬运通道 $\geq 2m$ ，通道内不准堆放任何货物，还需留出五距（每垛占地面积不大于 $100m^2$ ，垛与垛间距不小于 $1m$ ，垛与墙、顶间距不小于 $0.5m$ ，垛与梁、柱间距不小于 $0.3m$ ，照明灯具垂直下方与垛的水平间距不得小于 $0.5m$ ）。原料库房内严禁烟火，设置灭火器及消防器材。物料堆垛不得占用运输及人员疏散通道。

2) 高温物料

(1) 本项目生产所需主要原材料为硅水，属于熔融金属，在其储存设施、输送路线附近不得有积水，其正上方的设备不得有滴、漏水隐患。

(2) 电炉车间有高温熔融金属，在生产中高温硅液遇水会引起烫伤、爆炸事故，生产过程中必须保持炉内、炉料、操作工具及相关环节的干燥，并注意操作方式。

(3) 采用机械化、自动化设备装料、浇铸，可避免人员烫伤或爆炸事故的发生，保温炉宜采用倾动式保温炉。

(4) 吊运硅水包的起重机，必须选用符合国家现行标准《冶金起重机技术条件第3部分：铸造起重机》(JB/T7688.5-2012)的有关规定的起重机。

(5) 车间在易产生熔液喷溅或固体物喷溅的设备区域应设置警示栏或围栏。车间设置安全通道，以便事故时人员迅速撤离。

(6) 车间工人必须穿戴工作服和安全帽，接触高温熔液操作人员必须佩戴耐高温防护服和防护罩，严格按照操作规程操作。

3) 氢氧化钠（片碱）

该项目脱硫系统使用的氢氧化钠等物质可能会发生化学腐蚀、化学灼伤危险，主要安全措施如下：

(1) 氢氧化钠存储于阴凉、通风良好的库房；避免阳光直射、暴晒，远离火种、明火、热源工作场所严禁烟火；库内湿度最好不大于85%；应与易（可）燃物、酸类、过氧化物、二氧化碳等分开存放，不能混储。

(2) 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，操作人员佩戴过滤式防毒面具（半面具），穿防腐蚀工作服。

(3) 在车间醒目位置设置安全技术说明书或职业病危害警示标识；腐蚀性物品，包装必须严密，不允许泄漏，严禁与液化气体和其他物品共存。

(4) 根据危险品特性，必须配置相应的消防设备、设施和灭火药剂。并配备经过培训的兼职和专职的消防人员。

(5) 生产或储存腐蚀性介质的设备，宜按介质的性质分类集中布置，

并不宜布置在地下室。

(6) 库房建筑及各种设备应符合GB50016的规定，建筑物或构筑物局部受腐蚀性介质作用时，应采取局部防护措施。

(7) 具有化学灼伤危险的脱硫塔、脱硫循环系统等作业场所，应设计洗眼器、淋洗器等安全防护措施，淋洗器、洗眼器的服务半径应不大于15m。淋洗器、洗眼器的冲洗水上水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749的规定，并应为不间断供水；淋洗器、洗眼器的排水应纳入工厂污水管网，并在装置区安全位置设置救护箱。工作人员配备必要的个人防护用品。

4) 乙炔、氧气瓶主要安全措施

(1) 加强对乙炔瓶、氧气瓶及其安全附件的检查，保证乙炔瓶及氧气瓶能够正常使用。

(2) 使用过程中严格按照安全操作规程进行操作，避免乙炔瓶及氧气瓶的放置地点距离热源和电器设备过近，必须采取防止倾倒措施，严禁乙炔瓶及氧气瓶在烈日下曝晒；氧气乙炔气瓶需分开摆放，距离不小于5m，乙炔压力表需设置防回火装置。

(3) 在工程设施、设备检修采用气焊与气割作业时，操作过程中防止回火、防止火星四处飞溅。

(4) 氧气、乙炔应向有资质的正规供气厂家进行购买，使用过程中应严格按照氧、乙炔瓶操作规程进行作业，氧乙炔瓶周围严禁火源、易燃物质等物质堆存，并应设置严禁烟火的相关安全警示标志。

5) 润滑油主要安全措施

(1) 用200L的闭口扁桶盛装，储存于阴凉、干燥、通风良好的桶装油间。

- (2) 远离火种、热源。
- (3) 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。
- (4) 储存区应备有合适的材料收容泄漏物。
- (5) 液压设备经常检查维护，防止漏油。

6) 生石灰

- (1) 使用操作过程时间越短越好，放置在包装容器内的适当处，起到密封吸湿的作用。
- (2) 存放在干燥库房中，防潮，避免与酸类物接触。
- (3) 运输过程中避免受潮，小心轻放，以防止包装破损而影响产品质量。
- (4) 使用时穿戴防尘口罩、手套等劳保用品。

7) 烟尘安全措施

- (1) 收尘系统、环保集烟输送系统均为负压操作，保证输送系统密闭性，避免烟气外逸。
- (2) 进料口、出渣口和铅水出口设局部密闭罩或吸风罩排风。
- (3) 熔炼车间高温作业区设轴流风机，加强通风。
- (4) 冶炼烟气输送系统气体管道除与设备法兰连接，其他均为粘接或焊接，焊接钢管采用氩弧焊打底，渗漏检测焊缝，避免有害气体泄漏。
- (5) 在厂区醒目处需设立风向标，以提醒管理、操作人员在有毒有害气体泄漏时可能漂流的方向，引导人员逃生。

6.2.5 特种设备安全对策措施

特种设备出现意外，会造成人身伤亡和重大经济损失。该项目特种设备有起重机械、高温熔体冶金吊、压力容器、叉车等设施设备。对特种设备提出以下安全技术对策措施：

1) 特种设备使用单位, 应当严格执行《特种设备安全监察条例》和有关安全生产的法律、行政法规的规定, 保证特种设备的安全使用。

2) 使用单位必须制定以岗位责任制为核心的特种设备使用和运行的安全管理制度, 并予以严格执行。安全管理制度至少应当包括:

(1) 各部门相关人员的职责;

(2) 操作人员守则;

(3) 安全操作规程;

(4) 常规检查制度;

(5) 维修保养制度;

(6) 定期报检制度;

(7) 作业人员及相关运行管理人员的培训考核制度;

(8) 意外事件和事故的紧急救援措施及紧急救援演习制度;

(9) 技术档案管理制度。

3) 使用单位应当接受特种设备安全监督管理部门依法进行的特种设备安全监察和监督检验。

4) 购置特种设备, 应符合国家安全技术规范要求。选购具有经国家认证的相应等级资质的设计制造企业。境外制造的特种设备, 其产品必须符合我国有关特种设备的法律、行政法规、规章、强制性标准及技术规程的要求。

5) 设备出厂时, 应当附有安全技术规范要求的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维修说明、监督检验证明等文件。

6) 压力容器、起重机械、叉车的安装, 必须由取得相应安装等级资质的单位进行, 安装单位应当具备下列条件:

(1) 有与特种设备安装相适应的专业技术人员和技术工人;

(2) 有与特种设备安装相适应的条件和检测手段;

(3) 有健全的质量管理制度和责任制度。

7) 特种设备安装的施工单位应当在施工前将拟进行的特种设备安装情况书面告知特种设备安全监督管理部门, 方可施工。

8) 安装特种设备前, 使用单位必须持有关资料, 到所在地区的地、市级以上(含地、市级, 下同)特种设备安全监察机构备案。备案时, 使用单位需持以下资料:

(1) 中文使用说明书、产品合格证和型式试验报告(必要时);

(2) 安装特种设备的施工项目合同;

(3) 项目施工单位的《特种设备安装改造维修保养资格证》;

(4) 项目施工方案及其安全防护措施;

(5) 使用单位和安装项目承担者的名称、地址、邮政编码、法定代表人与负责人的联系电话等通讯资料。

9) 压力容器及附件、起重机械的安装过程, 必须经特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构按照安全技术规范的要求进行安装过程监督检验; 未经监督检验合格的不得交付使用。

10) 压力容器、起重机械、叉车在投入使用前或者投入使用后30日内, 使用单位应当向设区的市的特种设备安全监督管理部门办理注册登记, 才能投入使用。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。办理注册登记时, 应当提供以下资料:

(1) 《特种设备注册登记表》(每台2份);

(2) 验收检验报告和《安全检验合格》标志;

(3) 操作人员的《特种设备作业人员资格证》。

11) 压力容器、起重机械、叉车的安装竣工后, 安装的施工单位应当

在验收后 30 日内将有关技术资料移交使用单位。使用单位应当将其存入该特种设备的安全技术档案，档案内容至少包括：

- (1) 《特种设备注册登记表》；
- (2) 设备及其部件的出厂随机文件；
- (3) 安装、调试的记录及其验收资料；
- (4) 试运行情况和常规检查的记录；
- (5) 设备验收检验报告书。

12) 特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。安全技术档案应当包括以下内容：

- (1) 特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料；
- (2) 特种设备的定期检验和定期自行检查的记录；
- (3) 特种设备的日常使用状况记录；
- (4) 特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；
- (5) 特种设备运行故障和事故记录。

13) 压力容器、起重机械、叉车的作业人员及其相关管理人员（以下统称特种设备作业人员），应当按照国家有关规定经特种设备安全监督管理部门考核合格，取得国家统一格式的特种作业人员证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

14) 使用单位应当对特种设备作业人员定期进行安全教育和培训，保证特种设备作业人员具备必要的特种设备安全技术知识。

15) 使用单位必须指定专人负责特种设备的安全管理工作（以下称为“安全管理人员”）。安全管理人员应当掌握相关的安全技术知识，熟悉有关

特种设备的法规和标准，并履行以下职责：

- (1) 检查和纠正特种设备使用中的违章行为；
 - (2) 管理特种设备技术档案；
 - (3) 编制常规检查计划并组织落实；
 - (4) 编制定期检验计划并落实定期检验的报检工作；
 - (5) 组织紧急救援演习；
 - (6) 组织特种设备作业人员的培训工作。
- 16) 使用单位对在用特种设备应当至少每月进行一次自行检查，并作出记录。特种设备使用单位对在用特种设备进行自行检查和日常维护保养时发现异常情况的，应当及时处理。
- 17) 使用单位应当对在用特种设备的安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表进行定期校验、检修，并作出记录。
- 18) 使用单位应按照安全技术规范建立定期检验制度，在安全检验合格有效期届满前 1 个月向特种设备检验检测机构提出定期检验要求。
- 19) 特种设备出现故障或者发生异常情况，使用单位应当对其进行全面检查，消除事故隐患后，方可重新投入使用。
- 20) 特种设备存在严重事故隐患，无改造、维修价值，或者超过安全技术规范规定使用年限，特种设备使用单位应当及时予以报废，并应当向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销。
- 21) 使用单位应当制定特种设备的事故应急措施和救援预案，内容至少包括：
- (1) 特种设备的事故预防措施；
 - (2) 特种设备的事故应急救援领导小组；
 - (3) 特种设备的事故应急救援组；

(4) 事故应急处理措施（应含压力容器处理措施、压力管道处理措施、起重机械处理措施系统处理措施、厂内机动车辆事故处理措施）。

22) 特种设备的安全管理人员应当对特种设备使用状况进行经常性检查，发现问题的应当立即处理；情况紧急时，可以决定停止使用特种设备并及时报告本单位有关负责人。

6.2.6 供配电安全对策措施

根据《3-110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2008）、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）、《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）、《低压配电设计规范》（GB50054-2011）等规范配电系统的管理：

- 1) 配电室的门、窗关闭应密合；与室外相通的洞、通风孔应设防止鼠、蛇类等小动物进入的网罩，配电室门口设置挡鼠板。
- 2) 电缆穿墙孔洞采用防火材料进行封堵，电缆沟应设置盖板，宜采用钢筋混凝土盖板或钢盖板。
- 3) 配电装置室应设防火门，并应向外开启，防火门应装弹簧锁，严禁用门闩。相邻配电装置室之间如有门时，应能双向开启。
- 4) 变电所、配电所位于室外地坪以下的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施，防止变配电室、电缆室及电缆沟积水。
- 5) 配电装置室可固定窗采光，并应采取防止玻璃破碎时小动物进入的措施。
- 6) 配电装置室内通道应保证畅通无阻，不得设立门槛，并不应有与配电装置无关的管道通过。
- 7) 高低压配电室配电柜（屏）前、后、两端的操作维护通道宽度应符合规范要求。

8) 落地式配电箱的底部应抬高, 高出地面的高度室内不低于 50mm, 室外不应低于 200mm; 其底座周围应采取封闭措施, 并应能防止鼠、蛇类等小动物进入箱内; 落地式配电柜、控制柜处应设置绝缘胶垫。

9) 所有配电柜的柜壳进行接地保护。

6.2.7 设备报警联锁安全对策措施

1) 设备设施的报警、联锁装置、急停按钮等应经常性检查, 发现失效应及时维修和更换, 冶炼炉窑的水冷元件应配置温度、进出水流量差检测及报警装置; 应设置防止冷却水大量进入炉内的安全设施 (如: 快速切断阀等) ;

2) 带 PLC 控制的设备应保证程序的完整、有效、运行正常, 不得擅自解除控制程序改用手动操作;

3) 主控室控制器应进一步明确各冷却元件的进出水流量、温度设定参数数值, 并将其写入相应的安全技术操作规程。

6.2.8 电炉系统安全对策措施

1) 对电炉塌料喷火、爆料现象要重点防范

(1) 严格控制入炉原料水分含量、炉料粒度, 杜绝水分含量过重的原料入炉;

(2) 混料时尽可能做到成分混均匀、粒度混均匀;

(3) 严禁大幅度的上抬或下插电极, 尽可能保持三相电流平稳;

(4) 在冶炼过程, 应尽量保持炉内料面的透气性, 加料应勤加薄盖, 在保持料层透气性的同时, 尽可能的保持大面平齐;

(5) 电炉加料实现机械自动加料, 以降低工人劳动强度, 保持加料平台安全通道畅通, 以便发生事故时, 操作人员能够及时躲避逃生。

(6) 喷溅影响范围严禁设置休息室, 主控室朝向炉门一侧设置防火墙。

(7) 电炉炉底设置热电偶，计量电炉炉底温度，炉底温度集中于电炉操作室。

(8) 电炉操作人员定期用便携式温度检测仪对电炉炉壳、炉门、电极等系统进行温度检测，温度异常及时排查，并采取应急措施。

2) 循环冷却水泵应配置备用电源，定期对循环水阀门进行检测，在循环冷却水系统运行过程中注意观察循环水水位，在循环水系统区域严格限制人员出入，并在现场设置相关的安全警示牌，定期检查循环水池的防护栏是否完好稳固。

3) 电炉前作业场地注意以下方面：

- (1) 电炉前作业场地保证有足够的作业空间；
- (2) 保证电炉作业前场地平整；
- (3) 保证电炉作业场地前通道畅通无阻；
- (4) 电炉作业场地前场地保持干燥；
- (5) 电炉作业场地前设置“高温危险”等警示标志和应急照明设备。

4) 出料时，保证硅包内及周边环境干燥，禁止硅包遇水。

5) 电极液压系统的使用应注意：

- (1) 按使用说明正确使用电极液压系统；
- (2) 定期对液压系统检查维护；
- (3) 加强员工安全教育培训，严格管理作业现场；
- (4) 作业现场设置相应的警示标志。

6) 硅包、硅包龙门钩的横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件，应定期进行检查，发现问题及时处理，必要时吊钩本体应作超声波探伤检查。

7) 电炉的炉下及周围、硅包、浇铸锭模以及吊运区域，地面不得有积

水，不应堆放潮湿物品和其他易燃、易爆物品。

8) 安全设施设计在设计过程明确电炉变压器油的选取。

6.2.9 防高温烫伤安全防护对策措施

1) 为防止烫伤，外表面温度高于50°C，需要经常操作、维修的设备和管道均应有保温层。保温层厚度、材料应符合规范、标准要求。在本工程中对高温熔体必须高度重视，凡从事熔体作业的人员应选用非化纤长袖工作服，近距离操作时应采取面部防护措施。熔炼铸造工应穿耐热防砸钢包头，并督促正确穿戴。凡易发生事故、危及人身安全和健康的地方及设备，均应设置安全标志，标出走向，必要时使用文字说明；进行工艺改造，实现远距离自动化操作。烟气管道在人员容易接触到的位置采取加厚保温隔热层等防护措施，并设安全标志，以防烧伤烫伤。

2) 电炉炉前、出硅、精炼、浇铸等区域的操作人员工作时要穿戴劳动防护服、隔热靴、隔热手套等劳动防护用品，出硅水口应设置防护挡板。

3) 精炼过程应合理控制氧气与空气的混合配比，防止因氧气过量发生高温金属液喷溅。

4) 喷溅影响范围严禁设置休息室，主控室朝向炉门一侧设置防火墙。

6.2.10 防火防爆安全对策措施

1) 保持硅包的吊装及生产设施完好，防止高温硅水大量泄漏；

2) 定期对避雷设施、防静电设施进行检测，确保其有效性；

3) 加强消防设施、器材的维护管理，确保其有效性；

4) 检修人员务必严格执行氧气瓶和乙炔气瓶的安全操作规程，杜绝气瓶爆炸事故的发生；

5) 严禁在有压力液体或压力气体的容器、管道、带电设备以及正在运转的机械上进行焊接、气割；

- 6) 对存放过易燃易爆、有毒物品和情况不明的容器进行焊接时，应当采取彻底清洗或置换惰性气体等防爆措施，并经检查合格后才能操作；
- 7) 压缩空气储气罐应定期进行压力表、安全阀的检查检验、储气罐应定期排水；
- 8) 出硅、浇铸区域及电炉周边，不应设有积水的沟、坑等；
- 9) 电炉附近应保持地面干燥外，防止雨水通过车间屋顶和窗户进入车间内部形成积水；
- 10) 粉尘涉爆场所应按要求安装防爆电气设备，室内收尘设施应安装无焰泄爆装置或将泄爆口引至室外，收尘管道每 6 米应设置检查口，室外收尘设施应安装泄爆口（不能正对巡检通道及建构筑物）等。

6.2.11 防机械伤害的安全对策措施

- 1) 合理设计和选择防护装置。
- 2) 根据危险源的数量和位置，设计中应按规范选择防护装置。
- 3) 一切自动或遥控的设备，其周围应有防止人员接近的措施和警告牌。
- 4) 转动设备和提升设备周围，应设防护栏杆。
- 5) 对于生产中的高速旋转或往复运动的机械零部件以及可能造成人身伤害的机械传动部分，设置安全罩、档板、防护栏杆等安全措施。
- 6) 对于可能产生机械伤害的部位，要采用防护措施，同时以警示标志提醒作业人员注意。
- 7) 安全装置不全不允许启动的设备，均应设安全联锁装置。
- 8) 兼具电动和手动两种方式的转动设备。应设手动时自动断电联锁。手动操作前，应拉下设备的电源开关。

6.2.12 防车辆伤害的对策措施

- 1) 厂区道路上应在显眼、清晰的位置按规定设置限速、限高交通、警示标志。
- 2) 机动车行驶至交叉路口、装卸作业、人行稠密地段、下坡道、设有警告标志处或转弯、调头时，必须有明确的时速限制规定。
- 3) 厂区内通往户外设备区域的通道上，应设置移动式栏杆，上面可标注“未经许可，禁止车辆进入”、“生产重地”等警告语或交通标志。
- 4) 生产现场内部使用的特殊车辆，如叉车、微型工具车、机械运输车等机械车辆，应按国家规定进行年检，由国家有关部门核发特殊机动车辆牌照。
- 5) 厂内机动车驾驶人员属特种作业人员，必须持证上岗。由国家有关部门考核、发证。驾驶员应按准驾车类驾驶，其它车种不得混开，并在企业范围指定区域内行驶。

6.2.13 防中毒和窒息安全防护对策措施

- 1) 电炉主控室配备便携式 SO₂ 气体浓度检测报警仪，电炉巡检工人、炉顶接电极人员佩戴便携式 SO₂ 气体浓度检测报警仪进行作业。
- 2) 电炉主控室内通风不良，建议配备正压式轴流风机将新鲜风引入主控室。
- 3) 应将固定式气体浓度检测报警仪的报警信号接入主控室内，当生产作业现场出现 SO₂ 超标时，能有效提醒控制室内人员采取相应的措施。
- 4) 定期开展职业卫生现场检测工作，确保作业区有毒有害物质在可接受指标范围内。
- 5) 进行有限空间作业时，应严格执行有限空间作业的相关安全管理规定、作业审批手续等。

6.2.14 防高处坠落的对策措施

- 1) 高处工作平台等凡涉及人身安全的部位均应设置安全防护设施(如扶梯、栏杆等)。
- 2) 距下方相邻地面 1.2m 及以上的平台、通道或工作面的所有敞开边缘应设置防护栏杆，底部应设置踢脚板。在平台、通道或工作面上可能使用工具、机器部件或物品场合，应在所有敞开边缘设置带踢脚板的防护栏杆。
- 3) 防护栏杆应确保所有构件及其连接部分表面光滑，无锐边、尖角、毛刺或其他可能对人员造成伤害或者妨碍其通行的外部缺陷。
- 4) 登高作业的作业平台应设置防护栏杆；平台护栏的高度不应小于 1.05m；平台及其防护设施应有防滑性能。梯段高度大于 3m 时宜设置安全护笼。单梯段高度不大于 7m，应设置安全护笼。当攀登高度小于 7m，但梯子顶部在地面、地板或屋顶之上高度大于 7m 时，也应设安全护笼。
- 5) 进入高处平台的工作斜梯应牢固、可靠。斜梯的宽度不应小于 450mm，不宜大于 1100mm。
- 6) 在室外安装的钢斜梯和连接部分的防雷电保护，连接和接地附件应符合 GB50057 的要求。
- 7) 平台、坑池边和升降口有跌落危险处，必须设栏杆或盖板。
- 8) 作业平台及钢斜梯的设置应符合《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》、《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》等规范的要求。
- 9) 在生产过程中，还应根据实际情况制定相应的作业管理制度（如《登高作业安全管理方法》、《巡检工安全操作规程》等），设置警示标识。
- 10) 高处作业属于特种作业，作业人员必须经过相关部门的专业培训，取得上岗证；必须制定严格的作业规程，采取相应的许可证制度，作业过

程中有专人监护和采取相应的防范措施。

6.2.15 有限空间作业安全对策措施

- 1) 企业应当对本企业的有限空间进行辨识，确定有限空间的数量、位置以及危险有害因素等基本情况，建立有限空间管理台账，及时更新，并设置明显告知牌和安全警示标志，落实作业审批制度，严禁未经审批擅自进入有限空间作业。
- 2) 企业应对有限空间作业建立下列安全生产制度和规程：
 - (1) 有限空间作业安全责任制度；
 - (2) 有限空间作业审批制度；
 - (3) 有限空间作业现场安全管理制度；
 - (4) 有限空间作业现场负责人、监护人员、作业人员、应急救援人员安全培训教育制度；
 - (5) 有限空间作业应急管理制度；
 - (6) 有限空间作业安全操作规程。
- 3) 企业应当对从事有限空间作业的现场负责人、监护人员、作业人员、应急救援人员进行专项安全培训。专项安全培训应当包括下列内容：
 - (1) 有限空间作业的危险有害因素和安全防范措施；
 - (2) 有限空间作业的安全操作规程；
 - (3) 检测仪器、劳动防护用品的正确使用；
 - (4) 紧急情况下的应急处置措施；
 - (5) 安全培训应当有专门记录，并由参加培训的人员签字确认。
- 4) 企业实施有限空间作业前，应当对作业环境进行评估，分析存在的危险有害因素，提出消除、控制危害的措施，制定有限空间作业方案，并经本企业安全生产管理人员审核，负责人批准。

- 5) 企业应当按照有限空间作业方案，明确作业现场负责人、监护人员、作业人员及其安全职责。
- 6) 企业实施有限空间作业前，应当将有限空间作业方案和作业现场可能存在的危险有害因素、防控措施告知作业人员。现场负责人应当监督作业人员按照方案进行作业准备。
- 7) 工贸企业应当采取可靠的隔断（隔离）措施，将可能危及作业安全的设施设备、存在有毒有害物质的空间与作业地点隔开。
- 8) 有限空间作业应当严格遵守“先通风、再检测、后作业”的原则。检测指标包括氧浓度、易燃易爆物质（可燃性气体、爆炸性粉尘）浓度、有毒有害气体浓度。检测应当符合相关国家标准或者行业标准的规定。
- 9) 未经通风和检测合格，任何人员不得进入有限空间作业。检测的时间不得早于作业开始前 30 分钟。
- 10) 检测人员进行检测时，应当记录检测的时间、地点、气体种类、浓度等信息。检测记录经检测人员签字后存档。
- 11) 检测人员应当采取相应安全防护措施，防止中毒窒息等事故发生。
- 12) 有限空间内盛装或者残留的物料对作业存在危害时，作业人员应当在作业前对物料进行清洗、清空或者置换。经检测，有限空间的危险有害因素符合《工作场所有害因素职业接触限值第一部分化学有害因素》（GBZ2.1）的要求后，方可进入有限空间作业。
- 13) 在有限空间作业过程中，工贸企业应当采取通风措施，保持空气流通，禁止采用纯氧通风换气。
- 14) 发现通风设备停止运转、有限空间内氧含量浓度低于或者有毒有害气体浓度高于国家标准或者行业标准规定的限值时，工贸企业必须立即

停止有限空间作业，清点作业人员，撤离作业现场。

15) 在有限空间作业过程中，工贸企业应当对作业场所中的危险有害因素进行定时检测或者连续监测。

16) 作业中断超过 30 分钟，作业人员再次进入有限空间作业前，应当重新通风、检测合格后方可进入。

17) 有限空间作业场所的照明灯具电压应当符合《特低电压限值》(GB/T3805) 等国家标准或者行业标准的规定；作业场所存在可燃性气体、粉尘的，其电气设施设备及照明灯具的防爆安全要求应当符合《爆炸性环境第一部分：设备通用要求》(GB3836.1) 等国家标准或者行业标准的规定。

18) 企业应当根据有限空间存在危险有害因素的种类和危害程度，为作业人员提供符合国家标准或者行业标准规定的劳动防护用品，并教育监督作业人员正确佩戴与使用。

19) 企业有限空间作业还应当符合下列要求：

- (1) 保持有限空间出入口畅通；
- (2) 设置明显的安全警示标志和警示说明；
- (3) 作业前清点作业人员和工器具；
- (4) 作业人员与外部有可靠的通讯联络；
- (5) 监护人员不得离开作业现场，并与作业人员保持联系；
- (6) 存在交叉作业时，采取避免互相伤害的措施。

20) 有限空间作业结束后，作业现场负责人、监护人员应当对作业现场进行清理，撤离作业人员。

21) 制定应急预案，并配备相关的呼吸器、防毒面罩、通讯设备、安全绳索等应急装备和器材。有限空间作业的现场负责人、监护人员、作业

人员和应急救援人员应当掌握相关应急预案内容，定期进行演练，提高应急处置能力。

22) 企业将有限空间作业发包给其他单位实施的，应当发包给具备国家规定资质或者安全生产条件的承包方，并与承包方签订专门的安全生产管理协议或者在承包合同中明确各自的安全生产职责。工贸企业应当对承包单位的安全生产工作统一协调、管理，定期进行安全检查，发现安全问题的，应当及时督促整改。

23) 企业对其发包的有限空间作业安全承担主体责任。承包方对其承包的有限空间作业安全承担直接责任。

24) 有限空间作业中发生事故后，现场有关人员应当立即报警，禁止盲目施救。应急救援人员实施救援时，应当做好自身防护，佩戴必要的呼吸器具、救援器材。

6.2.16 个人劳动防护用品对策措施

1) 企业应根据各作业岗位接触的危险因素和职业病危害因素的种类及程度，参照《个体防护装备配备规范第3部分：冶金、有色》(GB39800.3-2020)、《呼吸防护用品选择、使用与维护》(GB/T18664-2002)等规范完善公司各岗位人员劳动防护用品配备标准，并指导监督员工正确使用。

2) 出硅、捣炉等高温区域作业人员应穿戴隔热服、耐高温头盔（带面罩）、隔热鞋、耐高温手套等防护用品。

3) 加强个人防护用品佩戴的监督检查机制，督促作业人员正确佩戴和使用职业病防护用品。

4) 安全帽、防尘口罩、防毒面具、防噪声耳塞等个人防护用品应根据判废标准及时进行更换，不得规定最低使用期限。

5) 应急物资的配备应结合各生产岗位的安全风险，配备所需的应急救援物资、装备等，如存在有限空间作业场所的应急物资有：便携式气体检测报警仪、呼吸防护用品（隔绝式或过滤式）、坠落防护用品、安全帽、防护服、防护手套、防护眼镜、防护鞋以及通风设备、照明设备、通讯设备、围挡设备和警示设施等安全防护器具。

6) 在电炉控制室内应配备便携式气体浓度检测报警仪、防毒面具等应急物资及防护用品。

6.2.17 检修作业安全防护对策措施

1) 外来检修施工单位应具有国家规定的相应资质，并在其等级许可范围内开展检修施工业务。在签订设备检修合同时，应同时签订安全管理协议。

2) 根据设备检修项目的要求，检修施工单位应制定设备检修方案，检修方案应经设备使用单位审核。检修方案中应有安全技术措施，并明确检修项目安全负责人。检修施工单位应指定专人负责整个检修作业过程的具体安全工作。

3) 检修现场应设立相应的安全标志，检修项目负责人应组织检修作业人员到现场进行检修方案交底，检修前做到检修组织落实、检修人员落实和检修安全措施落实。

4) 当设备检修涉及高处、动火、动土、断路、吊装、抽堵盲板、受限空间等作业时，严格按照危险作业管理制度执行。

5) 对有腐蚀性介质的场所应备有人员应急用冲洗水源和相应防护用品。

6) 应对检修作业使用的脚手架、起重机械、电气焊用具、手持电动工具等各种工器具进行检查；手持式、移动式电气工器具应配有漏电保护装

置。凡不符合作业安全要求的工器具不得使用。

7) 对检修设备上的电器电源, 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或加锁。

8) 对检修作业使用的气体防护器材、消防器材、通信设备、照明设备等应安排专人检查, 并保证完好。

9) 电炉检修进入炉室时, 作业人员进出电炉应用梯子出入, 严格执行有限空间作业审批程序, 炉口必须有专人监护, 设置明显的检修警示牌。

10) 检修作业完成后应对现场进行清理。

11) 修炉时, 若需要对炉底内炉瘤进行(爆破)清理, 应聘请有相应爆破资质的单位进行作业, 应采用单炮单响、每炮双雷管, 并加强爆破后爆炸物品残留物的检查和清除。

6.2.18 重要设备(部位)的温度、压力等关键参数的检测、报警、联锁等保护措施, 异常工况及事故状态下的应急处置措施

本项目电炉车间循环及消防水泵站重要设备(部位)的温度、压力等参数的检测、报警、联锁等保护措施, 异常工况及事故状态下的应急处置措施分述如下:

1) 设置各水池、消防水箱水位连续显示, 高、低水位报警。

2) 设置电炉冷水泵的总出水管流量、温度、压力检测报警装置, 其中压力信号分别作为冷水泵的变频控制信号。电炉炉壳、电极把持器、电缆等循环冷却水的流量、温度、压力数据集中在电炉控制室显示。

3) 设置各水池温度检测。

4) 电炉炉底设置热电偶, 计量电炉炉底温度, 炉底温度集中于电炉操作室。

5) 电炉操作人员定期用便携式温度检测仪对电炉炉壳、炉门、电极等

系统进行温度检测，温度异常及时排查，并采取应急措施。

6) 各电炉周围设置围堰，围堰半径不小于电炉炉壳半径 1.5m，高 0.6m，内铺黄沙，保持围堰内干燥。

7) 金属硅浇筑、精整部分设置围堰，围堰外尺寸不小于浇筑模、硅水包外半径 1.5m，高 0.6m，内铺黄沙，同时保持围堰内干燥。

6.3 安全管理对策措施

6.3.1 落实工程建设“三同时”制度

1) 加强安全设施“三同时”管理措施

(1) 在初步设计中，严格遵守现有的劳动安全卫生方面的法规和技术标准，同时对建设项目安全设施进行设计。

(2) 在主体工程施工的同时，必须进行安全设施的施工，确保配套设施完善。

(3) 在工程施工过程中，应有人负责安全设施的施工监督检查，及时纠正施工中的缺陷。

2) 加强安全设施“三同时”管理措施

按《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局第 36 号令、国家安全生产监督管理总局令第 77 号修订）的相关要求，建设项目安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用（以下简称“三同时”）。安全设施投资应当纳入建设项目概算。

建设项目安全设施设计完成后，生产经营单位应当按照本办法第九条的规定、“生产经营单位应当对其安全生产条件和设施进行综合分析，形成书面报告备查”。第十条的规定、“生产经营单位在建设项目初步设计时，应

当委托有相应资质的初步设计单位对建设项目安全设施同时进行设计，编制安全设施设计”。

建设单位在采取有效安全生产措施后，方可将建设项目安全设施与生产、储存、使用的主体装置、设施同时进行试生产（使用）。

按照《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全监督管理总局令第 36 号，第 77 号修订）第二十三条规定，“第二十二条本办法第七条规定的建设项目安全设施竣工或者试运行完成后，生产经营单位应当委托具有相应资质的安全评价机构对安全设施进行验收评价，并编制建设项目安全验收评价报告”。建设项目安全验收评价报告应当符合国家标准或者行业标准的规定。

6.3.2 安全生产管理

1) 安全管理机构及人员要求

项目建成后企业应按照《中华人民共和国安全生产法》的相关要求，结合自身的安全生产特点，企业应建立以主要负责人为首的安全生产管理机构，成立有公司负责人、各部门负责人、工会代表及从业人员代表组成的安全生产管理的职能部门，配备注册安全工程师及专职安全员，班组指定兼职安全员。基于此，评价组提出以下要求：

- (1) 加强安全管理，建立一个横到边，纵到底的安全管理网络；
- (2) 配备安全、铸造等相应专业的安全管理人员。
- (3) 提高从业人员素质，增加电力、机械、仪表等专业的高素质的专业技术人员。
- (4) 加大对安全设施、设备的投入，配备相应的监测设备，为安全工作数据化提供可靠的依据；
- (5) 加强消防的教育培训，提高义务消防人员的应急救援技能和综合

水平。

2) 建立安全生产责任制

(1) 建立所有从业人员（包括总经理、厂长、分管安全生产副厂长、安全管理机构负责人、各个车间、工段或班组负责人、专职或兼职安全管理人员、各个岗位操作人员等）的安全生产责任制。

(2) 安全生产责任制应按照以下要求来制定：

- 1、应明确该责任制包括那些人；
- 2、应明确人员的职责范围、所分管的工作内容及对其的资格要求；
- 3、应明确涉及的责任制内容；
- 4、应明确对安全生产规章制度和岗位安全操作规程责任主体和工作内容的要求（包括建立、健全、执行、检查和修订各阶段）；
- 5、应明确体现在生产经营活动中，安全生产工作应同时计划、布置、检查、总结、评比；
- 6、应明确下级对贯彻执行上级指示的要求；
- 7、应明确对日常巡检（检查、落实、监督、检查记录等）及重大事故隐患管理的要求；
- 8、应明确对事故应急救援预案的要求（组织制订、落实）；
- 9、应明确对年度生产、安全、事故情况总结的要求（调查、处理、上报）。

3) 制定安全管理规章制度

安全生产规章制度是国家安全生产法律法规的延伸，也是各单位贯彻执行法律法规的具体体现，是保障职工人身安全健康以及财产安全的最基本的规定。公司应根据本单位的特点，根据各种事故隐患的特征，建立健全相关的安全管理制度，并根据本项目的生产工艺的特

点，制定具体、适用且可操作性强的规章制度。

公司应建立一套完善的安全管理制度，并按照以下要求来制定：

- (1) 应明确制度适用范围；
- (2) 应明确执行该制度的执行人员；
- (3) 应明确该制度所涉及的内容；
- (4) 应明确执行该制度时的具体要求和注意事项。

4) 制定安全操作规程

公司应针对项目中的各种设备、各种工艺操作建立一套完善的安全技术操作规程。规程应按照以下要求来制定：

- (1) 应明确操作规程适用范围；
- (2) 应明确操作岗位工作职责、权利和义务；
- (3) 应明确操作岗位工作人员应当了解和掌握国家有关法律、法规、规范以及本岗位工作中所涉及的材料（含危险化学品）、设备、仪器等相关安全技术知识；
- (4) 应明确操作岗位必须具备的工作条件（包括人员资质、工作环境、工作场所、个体防护等）；
- (5) 应明确操作岗位工作程序（包括可能出现的异常情况及应急处理程序）。

5) 安全生产管理与教育培训

(1) 安全生产管理

应对国家和行业颁发的有关安全生产法规、标准、规定、规程、制度、反事故措施等必须严格执行，结合实际情况制定细则或补充规定，应建立健全保障安全生产的各项规程、制度。

1、根据项目生产工艺编制试生产方案、生产技术操作规程、工艺操作

规程、安全操作规程、相关的规章管理制度；

2、根据颁发的规程、制度、反事故措施等，编制各类设备的现场运行规程、制度；

3、根据相关标准规范及生产工艺，制定《检修管理制度》；

4、根据施工管理规定，编制《工程项目的施工组织和安全施工措施》；

5、严格执行两票（工作票、操作票），三制（交接班制、巡回检查制、设备定期试验轮换制）和设备缺陷管理制度；施工作业必须严格执行安全施工作业票制和安全交底制；

6、根据颁发的反事故技术措施、需要消除的重大缺陷、提高设备可靠性的技术改进措施，编制《反事故技术措施计划》；

7、根据国家、行业颁发的标准，编制《安全技术措施计划》；优先安排安全技术措施计划所需经费。

（2）教育培训

教育培训要按照《生产经营单位安全培训规定》（安监总局第 3 号令）、《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》（安监总局第 30 号令）的要求，开展好以下工作：

1、安全教育是企业安全管理的一个重要方面，是提高职工全员安全意识和安技素质的有效方法。抓好日常安全教育，提高全员安全意识。搞好安全生产技能教育，提高职工安技素质。抓好三级安全教育，努力提高职工预防事故的应变能力和工作效率。开展特种作业教育，提高特种作业人员的专业素质。进行季节安全教育和节日安全教育，有针对性地做好超前思想教育工作。

2、新工人入厂必须经厂部、车间、班组三级安全教育，经《安全工作规程》考试合格后方可进入生产现场工作。

3、新上岗生产人员必须经过下列培训，并经考试合格后上岗；运行、调度人员，必须经过现场规程制度的学习、现场实习和跟班实习，主要岗位运行人员还应经仿真机培训；检修、试验人员必须经过检修、试验规程的学习和跟班实习；特种作业人员，必须经过国家规定的专业培训，持证上岗。在岗生产人员应按安全要求着工装。

4、在岗生产人员应定期进行有针对性的现场培训活动；离开运行岗位三个月及以上的值班人员，必须经过考试合格后，方可再上岗工作；生产人员调换岗位，所操作设备或技术条件发生变化，必须进行适应新岗位、新操作方法的安全技术教育和实际操作训练，经考试合格后上岗；新任命的各级生产管理人员，应经有关安全生产的方针、法规、规程制度和岗位安全职责的学习，由上级主管部门安排或组织考试；安全生产法规、规程制度应定期考核；每年应对工作票签发人，工作负责人，工作许可人进行培训，经考试合格后公布、上岗。

6) 确保安全资金投入

项目投产后企业应依据或参照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号）的要求提取和使用安全生产费用。企业提取的安全费用应当专户核算，按规定范围安排使用，不得挤占、挪用。年度结余资金结转下年度使用，当年计提安全费用不足的，超出部分按正常成本费用渠道列支。

安全生产费用主要用在以下方面：

- (1) 从业人员配备劳动防护用品的经费；
- (2) 安全设施、设备投入和维护保养的费用；
- (3) 作业场所职业危害防治措施投入和维护保养的费用（如防尘设施、防噪音、防振动等）；

- (4) 事故隐患整改所需费用;
- (5) 安全检查工作及其有关器材投入的维护保养的费用;
- (6) 事故应急救援器材、设备投入和维护保养的费用;
- (7) 事故应急救援定期演练的费用;
- (8) 安全评价、标准化创建等相关费用。

7) 建立双重预防工作机制

企业组织建立并落实安全生产风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，督促、检查本单元的安全生产工作，及时消除安全生产事故隐患。

6.3.4 事故应急救援

事故应急救援是指由于各种原因造成或可能造成众多人员伤亡及其它较大社会灾害时，为及时控制危害源，抢救受害人员，指导群众防护和组织撤离，清除危害后果而组织的救援活动。要有组织、方案、措施，配备相应急救设施，各部门配合作战，制定方案，进行演练，不断完善，以达到控制危险源、抢救受害人员、指导群众防护，组织群众撤离、清除现场污染，消除危害后果目的。

按照《生产安全事故应急预案管理办法》（安监总局令第 88 号，应急管理部 2 号令修订）的要求，开展好以下工作：

1) 应急救援

事故应急救援一般包括报警与接警、应急救援队伍的出动、实施应急处理即紧急疏散、现场急救、溢出或泄漏处理和火灾控制几个方面。

2) 制定应急预案，应急预案应包括如下内容：

- (1) 企业的基本情况
- (2) 可能发生的事故及其危险、危害程度

（3）事故发生后指挥部的组成

指挥部总指挥由企业法人代表担任，指挥部成员应包括具备完成某项任务的能力，职责、权力及资源的厂内生产、设备、消防、医疗的人员，指挥部成员直接领导下属急救专业队（如急救站、消防队），并向总指挥负责。由总指挥协调各专业队之间的工作。

专业队伍应有：通讯、治安、抢险、医疗救护、后勤保障各分队。

（4）事故报警程序及其内容：

- 1、事故发生的时间、地点和相关设施；
- 2、事故类型：如火灾、爆炸、雷击、自然灾害等；
- 3、报警联系电话、姓名等。

（5）现场抢险的内容有：人员和器材的使用分配，明确事故抢险和控制措施。

（6）明确安全区、逃生路线及逃生方法。

（7）明确预案中所有参加的人员职责分工。

（8）明确升级事态及应采取的技术措施和人员救生措施。

（9）后勤保障设施和人员的到位，包括医疗、救护、消防、交通等，特别是现场抢险、伤员救治等人员、设备应配备齐全。

（10）有统一指挥的应急行动计划，包括物资准备、调配参与人员的相关责任，并有明确的各责任方第一责任人。

（11）培训和演练计划。

（12）建立完善的全公司应急救援指挥系统。

6.3.5 施工期间的安全对策与建议

1) 按照《建设工程安全生产管理条例》（国务院令第 393 号）的要求，开展好以下工作：

- (1) 在项目施工前，建设单位应与具有资质的施工、监理单位签订安全协议，在协议中明确双方的安全责任，且双方应各自指定一名专职安全员负责协调、监督；
- (2) 项目建设单位应督促施工方制定施工安全方案，并组织相关人员对其方案的可行性进行审核；
- (3) 施工单位在施工期间应遵守业主方的相关规章制度，并按相关法律法规及规程的要求进行组织施工；
- (4) 业主与施工单位的安全员应加强监督管理，及时纠正施工过程中的违章违规行为。

2) 施工现场管理

- (1) 施工现场，按施工总平面和分部、分项工程施工平面布置，应符合安全要求，安排施工临建设施及机具、材料和水、电、气（汽）管网等，都要符合安全，防火和工业卫生要求。
- (2) 施工现场内的坑、井、孔洞、陡坡、悬崖、高压电气设备、易燃、易爆场所等，必须设置围栏、盖板、危险标志，夜间要设信号灯，必要时指定专人负责，各种防护设施，安全标志，未经施工负责人批准，不得移动或拆除。
- (3) 施工现场的道路必须保持畅通，道路宽度、转弯半径必须保证行车安全要求，场地狭小、行人来往和运输频繁地点，应设临时交通指挥和交通标志。
- (4) 施工现场必须做好季节性防护工作，夏季要防暑降温；冬季要防寒防冻；雨季来到之前应对排水系统、临时设施、电气设备和大型施工机械进行检查；雨雪过后要采取防滑措施。
- (5) 阴暗场所和夜间施工现场应有足够的照明。

(6) 施工现场要按规定设置消火栓和消防器材，并按有关规定履行动火、用火手续。

(7) 进入施工现场的人员，必须穿戴劳动防护用品。

(8) 登高作业必须系好安全带。

3) 施工机械和电气设备

(1) 各种机械必须专人管理，按该机械安全规程操作，定期维护检修，保持机械设备完好。

(2) 各种施工机械以及电机的转动和危险部位，都要装设防护装置。

(3) 起重机械、木工机械上的各种安全装置必须齐全完好。

(4) 施工现场的电气设备、工具、线路必须配有专职电工维护管理。

1、所有电气设备必须保证接线正确，保护接零或接地良好。

2、架设的高、低压线路必须符合有关电气安全工作规程的要求。

3、手持电动工具和移动电器用具，必须绝缘良好，配有漏电保护装置。

4、塔吊、龙门吊及铆焊平台等必须保持接地良好。

7 评价结论

7.1 综合评述

根据前面各章的论述、分析与评价，现将龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目安全预评价的情况综合评述如下：

7.1.1 主要危险、有害因素分析结论

1) 生产系统和公辅设施危险有害因素

根据上述分析，项目生产系统和公辅设施等存在的危险有害因素为：火灾、其它爆炸、机械伤害、起重伤害、触电、灼烫、车辆伤害、物体打击、高处坠落、坍塌、压力容器（管道）爆炸、中毒和窒息、淹溺、噪声、粉尘、静电和雷电等。以上危险、有害因素主要存在的部位见下表。

表 7-1 各生产场所存在的主要危险、有害因素分布表

主要危 险、有害 因素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	火 灾	其 它 爆 炸	机 械 伤 害	起 重 伤 害	触 电	灼 烫	车 辆 伤 害	物 体 打 击	高 处 坠 落	坍 塌	压 力 容 器 (管 道) 爆 炸	中 毒 和 窒 息	淹 溺	噪 声	粉 尘	静 电 和 雷 电	其 它 伤 害
原料准备	◆		◆		◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
电炉熔炼	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
破碎及成 品仓储	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
除尘工序	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
烟气脱硫 工序			◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
供配电系 统	◆	◆			◆						◆				◆	◆	◆
给排水系 统			◆		◆				◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆

检维修作业	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

注：标有◆表示在该工序或场所存在的危险有害因素

2) 危险化学品重大危险源辨识

本项目生产单元和储存单元均不构成危险化学品重大危险源。

7.1.2 危险、有害程度的定性、定量分析总结

1) 项目政策符合性评价单元

(1) 该项目位于龙陵县，项目所采用的金属硅重熔生产项目，属鼓励类项目，不在《产业结构调整指导目录（2024 年本）》限制和淘汰设备目录中。

(2) 该项目土地使用权属龙陵县闽达科技实业有限公司，已取得不动产权证书（云（2023）龙陵县不动产权第 0003150 号），本项目已取得投资项目备案证（龙陵县发展和改革局，备案号[项目代码]：2308-530523-04-01-509558，2023 年 8 月 1 日），符合龙陵县工业布局和地区建设规划要求。

综上所述，该项目符合国家产业政策和行业发展规划，建厂立项的程序符合相关规定；符合工业布局和地区建设规划要求。并按照国家有关法律、法规对前期工作的规定进行了项目前期准备工作。

2) 厂址选择及总体布局评价单元

综上所述，该项目厂址的选择及周边环境符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）、《建筑设计防火规范（2018）年版》、《建筑防火通用规范》等规范、标准的规定和要求，厂区地址、地形、水文、气象等自然条件对建设项目安全生产影响较小，对周边区域的影响也较小。

建设项目的总平面布置符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）、《建筑设计防火规范（2018）年版》、《建筑防火通用规范》等规范、标准的规定和要求。

3) 生产工艺系统、装置、设施、设备评价单元

(1) 该项目的生产工艺系统、装置、设施、设备符合《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）、《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）、《有色金属工程设计防火规范》（GB50630-2010）、《铁合金安全规程》（AQ2024-2010）、《工业硅安全生产规范》（YS_T1185-2017）等国家法律法规、标准规范要求。

(2) 根据作业条件危险性评价法（LEC）分析：熔炼工序中其它爆炸、火灾、起重伤害、中毒和窒息事故属于高度危险，灼烫、机械伤害、触电属于显著危险，淹溺、高处坠落、物体打击、坍塌、其它伤害以及其它工序的车辆伤害、容器爆炸属于可能危险或稍有危险。因此熔炼工序是本项目生产过程中危险性大，较容易发生事故，企业应加强对电炉设备系统的日常检查与维护，配备齐全必备的安全设施并正常投入运行；加强员工培训，提高炉前作业人员的安全意识，对电炉等相关重要设备设施加强维护与检测，严禁带病运行，提高设备设施的本质安全度，确保系统安全运行，保障安全生产。

(3) 通过炉前灼伤事故树分析，对防止事故发生提出相应的保障措施。

4) 公用工程及辅助设施评价单元

(1) 电气系统安全分析评价

1、变电系统故障类型和影响分析结果：变压器故障等级为IV级；继电保护系统故障等级为II级；其他系统故障等级均为III级。针对故障提出了相应的对策措施。

2、配电系统预先危险性分析结果：火灾爆炸危险等级为IV级；其他事故类型危险等级均为III级。针对事故原因提出了相应的对策措施。

（2）给排水系统安全分析评价

对给排水系统进行预先危险性分析：无负压增压供水装置采用了故障假设分析法（What...If）进行分析评价，通过分析，得出这些重要单元内存在的危险、有害因素及其导致事故的规律，定性描述了其危害程度，并提出了相应的对策措施和建议。

（3）通过对建设项目空压机系统进行预先危险性分析，项目空气压缩机超压保护和断水保护是安全控制的重点，其危险等级是III级，否则容易因高温或超压引起爆炸，通过分析，得出这些重要单元内存在的危险、有害因素及其导致事故的规律，定性描述了其危害程度，并提出了相应的对策措施和建议。

（4）该项目拟设置消防车道、消火栓、灭火器、高位消防水池等消防设施。本单元能满足《建筑设计防火规范》（2018 版）（GB50016-2014）、《有色金属工程设计防火规范》（GB50630-2010）等相关规范要求。但未明确一次灭火的最大消防用水量，安全设施设计须进行落实。

7.2 预评价结论

通过对龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目的综合评价，综上所述评价组认为：龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目选址符合有关法规要求；所采用的生产工艺成熟，拟选设备性能可靠；本项目按照安全设施“三同时”

的要求，在下一步安全设施设计、施工建设中落实可研及本报告提出的安全对策措施后，能够符合现行有关安全生产的法律、法规、规章及标准、规范规定和要求，风险是可以接受的。

8 与建设单位交换意见的情况

我公司将《龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目安全预评价报告》报送龙陵县闽达科技实业有限公司，就该项目安全预评价报告中各方面的情况及报告提出的建议，与建设单位进行了充分交流，形成如下统一意见：

- 1) 贵州汇和安全评价有限公司编制的《龙陵县闽达科技实业有限公司 15 万吨/年金属硅颗粒加工生产线建设项目安全预评价报告》，对项目的外部安全条件、安全设施、设备、装置状况等安全生产条件进行了全面的检查、分析，安全预评价结论与项目实际符合。
- 2) 评价组通过现场考查及对企业提供资料的分析，提出相应的观点，进行了认真的评价，并针对可研中未考虑的问题在对策与建议中进行较详细充分的补充。
- 3) 评价组对所阐述的观点、做出的结论及提出的相关对策、要求与企业进行了充分的解释和交流，企业认为本报告客观、真实的对项目进行分析评价，针对项目可能存在的问题提出了详细的对策与建议，企业在下一步的安全设施设计中和建设中将提交设计和施工单位进行充分的落实，确保工程项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，防止和减少生产安全事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展。

附件目录

- (1) 安全预评价委托书
- (2) 企业营业执照
- (3) 地勘报告
- (4) 可行性研究报告
- (5) 项目投资备案证
- (6) 不动产权证书
- (7) 总平面布置图及修建性详细规划文本（中盛弘宇建设科技有限公司）