

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司  
西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区  
硼锂矿开采项目  
**安全预评价报告**  
(终稿)

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

APJ-(赣)-002

2023年2月20日

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司  
西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目  
安全预评价报告  
(终稿)

法定代表人：应 宏  
技术负责人：李 彦  
评价项目负责人：管自强

报告完成日期：2023 年 2 月 20 日

证照编号: A002067887



# 营业执照

(副本) 1-1

统一社会信用代码  
913601007391635887

名称 江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

类型 股份合作制

法定代表人 应宏

经营范围 建设项目(工程)劳动安全卫生预评价;建设项目(工程)竣工劳动安全卫生验收评价;劳动防护用品检测检验;安全生产科研及技术服务;安全标准咨询服务(以上项目依法须经批准的项目,需经相关部门批准后方可开展经营活动)\*\*

出资额 伍佰万元整

成立日期 2002年06月06日

住所 江西省南昌市红谷滩区世贸路872号金涛大厦16楼1609室、1610室、1611室



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。



登记机关

2022年09月20日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制



# 安全评价机构 资质证书

(副本) (1-1)

统一社会信用代码: 913601007391635887

机构名称: 江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

办公地址: 江西省南昌市红谷滩新区世贸路 872 号金涛大厦 A  
座 16 楼

法定代表人: 应宏

证书编号: APJ-(赣)-002

首次发证: 2020 年 03 月 05 日

有效期至: 2025 年 03 月 04 日

业务范围: 金属、非金属矿及其他矿采选业; 陆上油气管道运  
输业; 石油加工业, 化学原料、化学品及医药制造  
业; 烟花爆竹制造业; 金属冶炼。\*\*\*\*\*

(发证机关盖章)  
2022 年 09 月 26 日

## 安全评价委托书

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心：

根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》、建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法（国家安全生产监督管理总局令第36号令）等有关法律、法规和文件的要求，以及西藏自治区应急管理厅的文件规定要求，特委托贵方按照国家有关政策法律、法规规定，依法对西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行安全预评价。

有关具体事宜在安全评价委托合同中详定。

特此委托



西藏阿里麻米措矿业开发有限公司  
西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目  
安全评价技术服务承诺书

一、在本项目安全评价活动过程中，我单位严格遵守《安全生产法》及相关法律、法规和标准的要求。

二、在本项目安全评价活动过程中，我单位作为第三方，未受到任何组织和个人的干预和影响，依法独立开展工作，保证了技术服务活动的客观公正性。

三、我单位按照实事求是的原则，对本项目进行安全评价，确保出具的报告均真实有效，报告所提出的措施具有针对性、有效性和可行性。

四、我单位对本项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

2023年2月20日

## 规范安全生产中介行为的九条禁令

一、禁止从事安全生产和职业卫生服务的中介服务机构（以下统称中介机构）租借资质证书、非法挂靠、转包服务项目的行为；

二、禁止中介机构假借、冒用他人名义要求服务对象接受有偿服务，或者恶意低价竞争以及采取串标、围标等不正当竞争手段，扰乱技术服务市场秩序的行为；

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为；

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为；

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为；

六、禁止安全生产监管部门及其工作人员要求生产经营单位接受指定的中介机构开展技术服务的行为；

七、禁止安全生产监管部门及其工作人员没有法律依据组织由生产经营单位或机构支付费用的行政性评审的行为；

八、禁止安全生产监管部门及其工作人员干预市场定价，违规擅自出台技术服务收费标准的行为；

九、禁止安全生产监管部门及其工作人员参与、擅自干预中介机构从业活动，或者有获取不正当利益的行为。

## 评价人员

	姓名	职业资格证书编号	从业信息 识别卡编号	签字
项目负责人	李彦	S011053000110191001167	035879	
项目组成员	李彦	S011053000110191001167	035879	
	王纪鹏	S011035000110192001550	036830	
	黄伯扬	1800000000300643	032737	
	杨杰	S011053000110203001650	040087	
	苏睿劼	1700000000301009	030858	
报告编制人	李彦	S011053000110191001167	035879	
报告审核人	许玉才	1800000000200658	033460	
过程控制负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	
技术负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	

## 前 言

西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，改则县南西约110km、麻米乡北西约30km处，地理位置：东经 $83^{\circ} 28' 15'' \sim 83^{\circ} 35' 45''$ ，北纬 $32^{\circ} 04' 00'' \sim 33^{\circ} 11' 30''$ ，行政区划属改则县麻米乡管辖。该项目拟开采矿体为标高+4330.0m~+4343.8m之间的液体矿。项目为新建矿山，2022年4月由东华工程科技股份有限公司编制《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目可行性研究报告》；2021年12月由东华工程科技股份有限公司编制《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿一期工程（卤水锂矿）矿产资源开发利用方案》，并取得专家评审意见；该矿总投资453698.75万元，建设规模总生产能力为10万吨碳酸锂；一期工程设计生产能力为5万吨碳酸锂，年抽取卤水规模为3185.28万 $m^3$ 。液态卤水矿开采方式确定为露天开采，盐湖卤水采用采卤泵抽卤、输卤管泵送、最终产品汽车运输的开拓方案。盐湖卤水开采采用过滤、纳滤预浓缩后分别经吸附系统和纳滤反渗透系统进行提锂，得到的浓缩锂液再经过除硼净化、蒸发浓缩最后加入碳酸钠溶液沉淀得到碳酸锂产品。同时配套建设一套副产硼砂装置，使用纳滤装置的电渗析、树脂除硼等工序的富硼浓水为原料，经浓缩、加碱、蒸发结晶等操作得到工业级硼砂。

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》及相关法律、法规的要求，西藏阿里麻米措矿业开发有限公司委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对其西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行安全预评价。按照矿区所在地国土部门要求，本安全预评价报告同时作为申办采矿许可证的前置条件之一。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心接受委托后，立即进行安全评价的前期准备工作，组建了该项目安全评价小组。按照《安全预评价导则》的要求，安全评价小组进行了文件资料的收集、整理和现场调查；采用可行的安全评价方法对西藏阿里麻米措矿业开发有限公司西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目所涉及的安全生产、辅助系统及设施、设备、装置进行安全预测性评价；全面分析和预测了该项目投入生产后可能存在的

危险、有害因素；对建设方案中存在的问题提出了合理可行的安全对策措施及建议。

在评价过程中，西藏阿里麻米措矿业开发有限公司领导和相关技术人员给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

## 目 录

1 评价目的与依据 .....	1
1.1 评价对象和范围 .....	1
1.2 评价目的和内容 .....	2
1.3 评价依据 .....	3
1.4 评价程序 .....	7
2 建设项目概述 .....	10
2.1 建设单位概况 .....	10
2.2 建设工程地质概况及资源储量 .....	19
2.3 工程建设方案概况 .....	43
2.4 液态卤水露天开采 .....	49
2.5 矿山主要辅助系统 .....	89
2.6 总体布置 .....	110
2.7 其他 .....	117
3 定性、定量评价 .....	122
3.1 危险、危害因素 .....	122
3.2 拟建项目涉及的危险有害物质分析 .....	122
3.3 拟建项目危险有害因素分析 .....	132
3.4 自然条件的影响 .....	141
3.5 作业过程危险有害因素辨识与分析 .....	143
3.6 安全管理分析 .....	143
3.7 主要建构筑物的火灾危险性类别及耐火等级 .....	144
3.8 危险化学品重大危险源辨识 .....	144
3.9 国家重点监管的危险化工工艺辨识 .....	145
3.10 重点监管的危险化学品辨识 .....	145

3.11 定性、定量评价过程 .....	145
3.12 定性、定量评价 .....	148
4 安全对策措施与建议 .....	173
4.1 开发利用方案中的安全措施 .....	173
4.2 本评价报告补充的安全对策措施 .....	177
4.3 建设项目安全设施设计、施工、试生产 .....	189
4.4 安全生产管理 .....	190
5 安全预评价结论 .....	194
5.1 评价结果综述 .....	194
5.2 应重视的安全对策措施 .....	195
5.3 评价结论 .....	195
6 附件 .....	196

# 1 评价目的与依据

## 1.1 评价对象和范围

### 1. 安全评价对象

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目。

### 2. 安全评价范围

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目拟划定采矿权范围内（24 个坐标拐点圈定，开采标高范围 +4330.0m~+4343.8m，面积 115.43km<sup>2</sup>，其中湖表卤水面积 102.92km<sup>2</sup>）拟建的卤水矿采矿工程、供排水工程、供电工程、总图运输及其附属设施工程等安全设施和安全管理等对安全生产相关法律法规的符合性，项目建设及建成投产后的安全性。其中生产、辅助系统主要包括开采系统、运输系统、生产系统等。以下几个问题需要说明：

- 1) 该项目尾矿库、选矿工程不在本次的评价范围之内。
- 2) 该项目开采液体矿，开采工艺简单，安全性较好，危险因素较少。

根据西藏自治区国土资源厅划定的矿区范围批复，该项目矿区范围由 24 个拐点坐标组成，拐点坐标详见表 1-1-1。

表 1-1-1 矿区范围拐点坐标表

拐点 编号	大地坐标		直角坐标	
	东经	北纬	X	Y
1	83° 34' 17.999"	32° 04' 15.999"	3549818.030	28459556.540
2	83° 33' 03.000"	32° 04' 15.999"	3549826.030	28457589.430
3	83° 33' 03.000"	32° 04' 45.999"	3550750.110	28457593.280
4	83° 32' 32.999"	32° 04' 46.000"	3550753.420	28456806.500
5	83° 32' 32.999"	32° 05' 16.000"	3551677.500	28456810.420
6	83° 31' 48.000"	32° 05' 15.999"	3551682.570	28455630.370
7	83° 31' 47.999"	32° 05' 31.000"	3552144.620	28455632.380
8	83° 30' 02.999"	32° 05' 31.000"	3552156.990	28452879.040

9	83° 30' 03.000"	32° 06' 00.999"	3553081.070	28452883.320
10	83° 29' 02.999"	32° 06' 01.000"	3553088.480	28451310.120
11	83° 29' 03.000"	32° 07' 01.000"	3554936.660	28451318.970
12	83° 28' 17.999"	32° 07' 00.999"	3554942.370	28450139.280
13	83° 28' 17.999"	32° 11' 31.000"	3563259.240	28450180.100
14	83° 31' 02.999"	32° 11' 31.000"	3563238.930	28454502.060
15	83° 31' 02.999"	32° 10' 30.999"	3561390.730	28454493.770
16	83° 32' 32.999"	32° 10' 30.999"	3561380.430	28456851.630
17	83° 32' 33.000"	32° 10' 16.000"	3560918.390	28456849.670
18	83° 34' 03.000"	32° 10' 15.999"	3560908.630	28459207.630
19	83° 34' 02.999"	32° 09' 16.000"	3559060.450	28459200.200
20	83° 35' 03.000"	32° 09' 16.000"	3559054.260	28460772.460
21	83° 35' 02.999"	32° 08' 16.000"	3557206.080	28460765.320
22	83° 35' 47.999"	32° 08' 15.999"	3557201.590	28461944.730
23	83° 35' 48.000"	32° 04' 01.000"	3549346.900	28461915.350
24	83° 34' 18.000"	32° 04' 00.999"	3549355.990	28459554.710

## 1.2 评价目的和内容

### 1.2.1 安全评价目的

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统中存在的主要危险、有害因素及危险、有害因素可能产生的后果和程度，提出合理可行的安全对策措施，指导危险源监控和事故预防，以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益。具体表现在以下几个方面：

1. 贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，辨识与分析评价对象投产运行后在运行过程中存在的主要危险有害因素及其可能导致发生事故的诱发因素，评价开发利用方案中危险、有害因素预防与控制措施的可靠性，以及与有关安全生产法律、法规、规章、规范性文件和标准的符合性，预测发生事故的可能性及严重程度，提出消除危险和危害的安全对策措施及建议，为编制该卤水矿初步设计、安全设施设计专篇提供参考，使建设项目的安全管理由事后处置变为事先预测和预防，以实现评价对象的本质安全。

2. 应用系统工程评价方法，对该硼锂矿开采建设项目存在的危险、有害

因素进行辨析，提出消除、预防和降低危险、有害因素的措施，为建设项目的安全管理实现系统化、标准化和科学化提供依据和条件。

3. 安全预评价的分析、评价结论可为应急管理部门实施行政审批提供技术依据；同时该安全预评价报告作为向国土部门申办采矿许可证的前置条件之一。

### 1.2.2 安全评价内容

1. 分析该项目生产及辅助系统的安全性。
2. 分析和预测该项目投产后可能存在的危险、有害因素，及其危险度。
3. 分析并明确安全设施、设备在使用中的作用和要求，提出合理可行的安全对策措施及建议。通过系统评价，给出生产及辅助系统评价结论。

### 1.3 评价依据

#### 1.3.1 法律、法规

1. 《中华人民共和国安全生产法》（2002 年中华人民共和国主席令第 70 号公布，2014 年中华人民共和国主席令第 13 号修订，2021 年中华人民共和国主席令第 88 号修订）

2. 《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第 65 号，1993 年 5 月 1 日实施）

3. 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第 28 号，2018 年修订）

4. 《中华人民共和国职业病防治法》（根据 2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈中华人民共和国会计法〉等十一部法律的决定》第三次修正，2018.12.29 修正）

5. 《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 74 号，1986 年 10 月 1 日实施；2009 年 8 月 27 日修正）

6. 《中华人民共和国水土保持法》中华人民共和国主席令第 39 号

7. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令[2014]第 9 号，2015 年 1 月 1 日实施）

8. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中华人民共和国主席令  
第 58 号

9. 《中华人民共和国防洪法》中华人民共和国主席令第 23 号

10. 《中华人民共和国防震减灾法》（1997 年 12 月 29 日第八届全国人  
民代表大会常务委员会第二十九次会议通过 2008 年 12 月 27 日第十一届全  
国人民代表大会常务委员会第六次会议修订）

11. 《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号，2019 年 4 月 1 日  
实施）

12. 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》中华人民共和国劳动部 4  
号令

13. 《电力设施保护条例》国务院令 第 239 号，修订版

14. 《气象灾害防御条例》国务院令 第 570 号

15. 《地质灾害防治条例》国务院令 第 394 号

16. 《建设项目环境保护管理条例》国务院令 第 253 号

17. 《建设工程安全生产管理条例》国务院令 第 393 号

18. 《工伤保险条例》国务院令 第 586 号

19. 《生产安全事故报告和调查处理条例》国务院令 第 493 号，修订版

20. 《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》国务院令 第 302  
号

21. 《西藏自治区矿产资源勘查开发监督管理办法》西藏自治区人民政  
府令 第 119 号，2013 年 7 月 25 日起施行

22. 《西藏自治区安全生产条例》2009 年 3 月 26 日西藏自治区第九届人  
大第九次会议通过

23. 《西藏自治区矿产资源管理条例》1999 年 7 月 1 日起施行，2002 年  
修订

### 1.3.2 规章、规范性文件

1. 《国务院关于关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定  
好转的意见》国发〔2011〕40 号

2. 《生产安全事故应急预案管理办法》应急部令[2019]第 2 号
3. 《生产安全事故信息报告和处置办法》总局令第 21 号
4. 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》总局令第 16 号
5. 《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》安监总厅安健〔2018〕3 号
6. 《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）
7. 《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》国发〔2010〕23 号
8. 《西藏自治区气象灾害应急预案》2010 年 11 月 17 日起施行
9. 《生产经营单位安全培训规定》总局令第 80 号
10. 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》总局令第 80 号
11. 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》原总局令第 36 号，77 号令修订
12. 《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》安监总管一〔2016〕49 号

### 1.3.3 技术标准规范

1. 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020
2. 《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986
3. 《安全评价通则》AQ8001-2007
4. 《安全预评价导则》AQ8002-2007
5. 《矿山安全标志》GB14161-2008
6. 《安全标志及其使用导则》GB2894-2008
7. 《矿山安全术语》GB/T15259-2008
8. 《高处作业分级》GB/T3608-2008
9. 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022
10. 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012
11. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020

12. 《消防安全标志设置要求》 GB15630-1995
13. 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005
14. 《建筑设计防火规范》 GB50016-2014, 2018 版
15. 《矿山电力设计标准》 GB50070-2020
16. 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
17. 《中国地震动参数区划图》 GB18306-2015
18. 《工业企业设计卫生标准》 GBZ1-2010
19. 《化工行业绿色矿山建设规范》 DZT0313-2018
20. 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
21. 《个体防护装备配备规范 第 1 部分:总则》 GB 39800.1-2020
22. 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》  
GBZ2.1-2019
23. 《工作场所有害因素职业接触限制 第 2 部分:物理因素》GBZ2.2-2007
24. 《井矿盐工业劳动安全技术规程》 QB/T 1571-2017

### 1.3.4 建设项目合法证明文件

1. 安全预评价委托书
2. 企业营业执照、矿山可行性研究报告（2022 年 6 月份，东华工程科技股份有限公司编制，2022 年 6 月取得西藏自治区矿业协会意见书：藏矿协【2022】08 号）
3. 西藏自治区国土资源厅关于改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿矿区划定范围的批复藏国土资复 2017[02]号
4. 西藏自治区国土资源厅关于西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目符合自治区矿产资源总体规划的复函（藏国土资函[2018]34 号）
5. 西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目环境影响报告书的技术评估报告藏环评估书[2019]19 号
6. 阿里地区自然局关于对西藏改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目用地初审意见[2020]01 号
7. 西藏自治区自然资源厅关于西藏改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采

项目用地预审意见藏自然资预审发[2020]11号

8. 关于西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目节能报告的审查意见[2020]207号

9. 西藏自治区自然资源厅关于西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目用地预审意见[2020]11号

10. 西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿绿色矿山建设规划评审意见书藏矿储评字[2020]17号

11. 西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案评审意见书[2020]40号

12. 西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目环境影响报告书的批复藏环审[2020]09号

13. 西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行核准的请示阿发改字[2020]27号

14. 关于《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目采矿证办理申请》的办理意见阿自然资[2020]37号

15. 西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目采矿权办理意见改自然资[2020]23号

16. 关于西藏改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目用地预审意见改自然资[2020]14号

17. 关于西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行核准的请示的意见改发改[2020]14号

#### 1.4 评价程序

依据相关要求，本次评价工作大体可以分为七个阶段：

##### 1. 前期准备阶段

明确被评价对象和范围，进行现场调查，收集相关法律法规、技术标准及与评价对象有关的数据资料。

##### 2. 危险、有害因素辨识与分析

根据该矿选址、周边环境及水文地质等条件的特点，辨识和分析其在生

产过程中危险、有害因素存在的部位、存在的方式、事故发生的途径及变化的规律。

### 3. 划分评价单元及选择评价方法

根据评价工作的需要，按生产工艺功能、生产设备、设备相对空间位置和危险、有害因素类别及事故范围划分评价单元，并相应的采取有针对性的评价方法。

### 4. 定性、定量评价

在危险、有害因素辨识和分析的基础上，选择科学、合理、适用的定性、定量安全评价方法对该矿发生事故的可能性、引起事故发生的致因因素、影响因素和事故严重程度进行定性、定量评价。

### 5. 提出安全对策措施及建议

根据定性、定量评价结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理的措施及建议。

### 6. 做出安全评价结论

在对评价结果分析归纳和整合的基础上，做出安全评价结论，并指出应重点防范的重大危险、有害因素，以及重要的安全措施。

### 7. 编制安全评价报告

依据安全评价的过程、采用的安全评价方法、获得的安全评价结果，编制安全评价报告。主要是汇总以上各阶段所得到的各种资料、数据，综合分析提出结论与建议。

安全评价工作程序如图 1-4-1 所示。

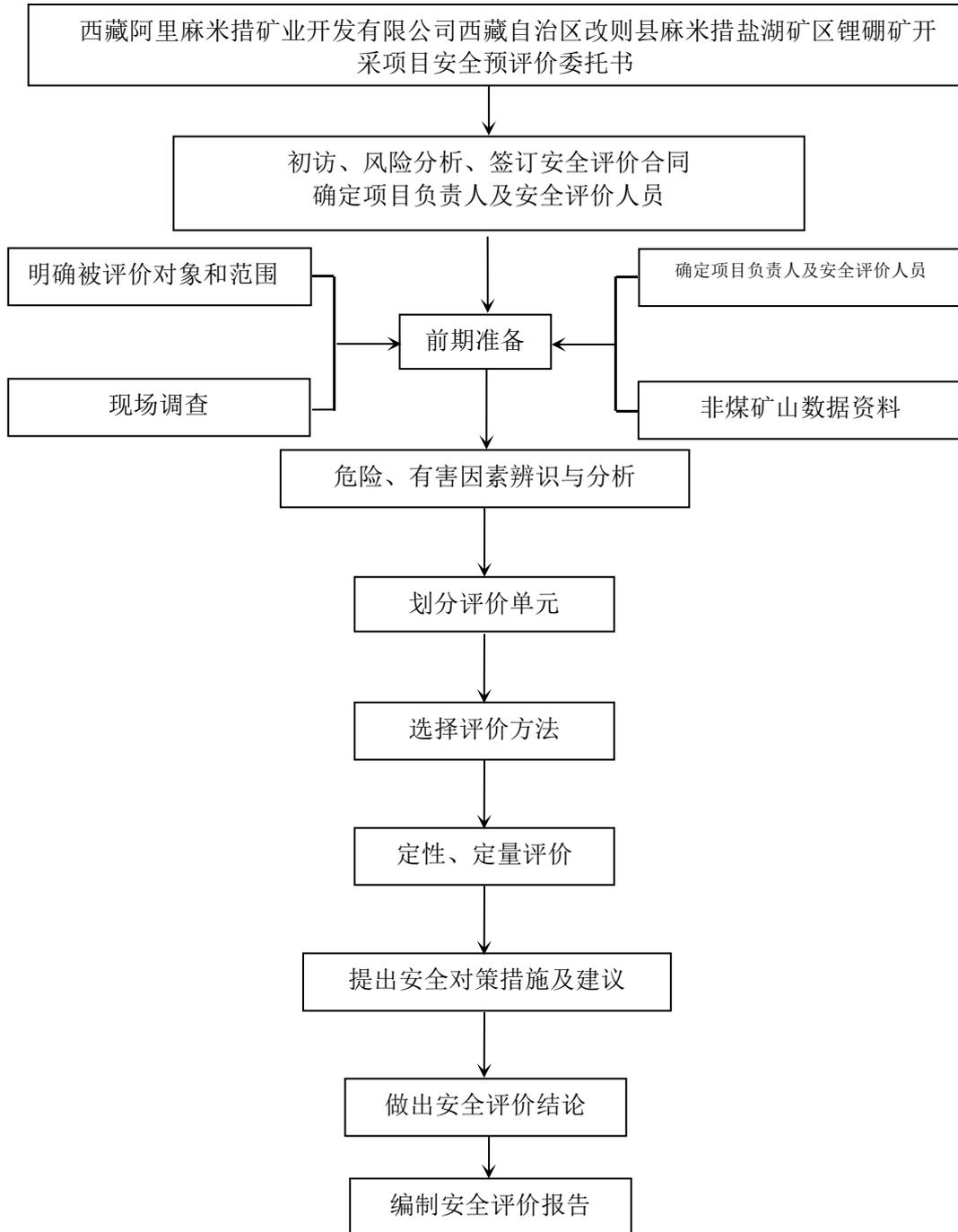


图 1-4-1 安全评价程序图

## 2 建设项目概述

### 2.1 建设单位概况

#### 2.1.1 企业概况

##### 1. 企业背景

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司于 2008 年 6 月 16 日在阿里地区工商行政管理局注册，2021 年引进具有资金和技术实力的江苏藏青新能源基金合伙企业，通过股权收购，现公司股权结构为：江苏藏青新能源产业发展基金合伙企业（藏青基金）占股 51%，西藏地质五队占股 35%，江苏容汇锂业股份有限公司占股 14%，公司法定代表人为朱海飞。2021 年 12 月 17 日变更公司注册地为改则县文化路，并于 2022 年元月完成股东、法人等工商变更手续。公司完成股权变更后，将全力推进该项目的进程。

其中藏青基金的主要合伙投资公司包括沙钢集团、云图控股、威孚高科、藏格矿业等。

沙钢集团是江苏省重点企业集团、国家特大型企业、全国最大的民营钢铁企业、世界 500 强企业。集团总部位于江苏省张家港市。目前沙钢拥有 5 大生产基地，分布江苏、辽宁、河南等地，生产长短流程相结合，产线工艺技术先进，产品普优特齐全，品类丰富，产品远销至全球 100 多个国家和地区，广泛应用于基础设施建设、工业生产、高端装备、民生消费等多个领域。在做精做强钢铁主业的同时，沙钢以钢铁产业链条纵向延伸、横向拓展为主线，大力发展资源能源、金属制品、金融期货、贸易物流、风险投资、大数据等多元产业。

成都云图控股股份有限公司(股票代码为 002539)成立于 1995 年,2011 年在深交所上市。公司专注复合肥的生产和销售,并沿着复合肥产业链进行深度开发和市场拓展,现已形成复合肥、联碱、磷化工及食用盐等协同发展的产业格局。公司是中国复合肥行业生产基地最多的供应商之一。中国化工企业 500 强,中国化肥行业 100 强企业。公司旗下拥有丰富优质的

磷矿、盐矿等上游资源，其中，已查明磷矿储量 1.81 亿吨，盐矿 2.5 亿吨。产业资源协同产生的巨大优势，极大地提高了生产各个环节的效率和效益，形成企业全产业链核心竞争优势。

无锡威孚高科技集团有限公司（股票代码为 000581）是江苏省无锡市市属国有企业，始建于 1958 年，是国内汽车零部件的著名生产厂商，中国汽车零部件三十强企业。公司业务领域从最初的油嘴油泵产品，发展到如今的高压燃喷、尾气后处理、进气、精密制造及后市场五大传统业务板块，未来将继续发展新能源驱动和智能网联产品领域，国内市场占有率超过 50%。公司已成为国内汽车（动力工程）核心零部件骨干企业，核心业务 80% 产品均实现电控化。旗下控股子公司致力于燃料电池部件的研发和生产，掌握了链膜电级和石墨复合双极板先进制备技术，在燃料电池领域拥有多项专利。

藏格矿业股份有限公司（股票代码为 000408）。藏格矿业是从事盐湖资源开发三十多年的大型民营上市企业，旗下的格尔木藏格钾肥有限公司拥有年产 200 万吨农用钾肥生产线，旗下格尔木藏格锂业有限公司拥有年产 1 万吨电池级碳酸锂生产线。总体而言，公司具备雄厚的资金实力，可充分保障项目建设的顺利实施。

## 2. 企业性质

公司名称：西藏阿里麻米措矿业开发有限公司

注册地址：西藏自治区阿里地区改则县市场监督管理

企业住址：西藏自治区阿里地区改则县文化路

注册资金：人民币伍仟万圆整

公司类型：其他有限责任公司

经营范围：一般项目：选矿（除稀土、放射性矿产、钨）；化工产品生产（不含许可类化工产品）；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；新材料技术研发；电子专用材料销售；化工产品销售（不含许可类化工产品）（以上经营范围以登记机关核定为准）

法人代表：朱海飞

### 3. 组织机构及人力资源

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司为采选联合企业，公司实行总经理负责制，组织机构为经理层+职能部室、生产车间二级管理机构，职能部室为技术、生产及安环卫、供销、财务、人事、总务后勤等，生产车间为矿部和选矿厂。

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司依托江苏藏青新能源基金合伙企业之一藏格矿业股份有限公司的下属公司格尔木藏格锂业有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司和多家专业研究机构，拥有雄厚的资金及技术管理实力，现有员工 60 余人，其中中级职称以上技术及管理人员 50 人。为满足矿产资源开发需要，公司正在加大力度再引进地、采、工艺、设备、自动化、信息化、管理运作等方面的中、高级技术人员组建技术研发、工程化、产业化的专业团队，为公司的持续、快速、稳定发展奠定坚实的人才基础。

#### 2.1.2 项目概况

麻米错盐湖矿区卤水锂矿开采项目是以锂矿资源作为主要开采对象的矿产资源开采项目。项目区位于改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡西约 30km 处，地理位置：东经  $83^{\circ} 28' 15'' \sim 83^{\circ} 35' 45''$ ，北纬  $32^{\circ} 04' 00'' \sim 33^{\circ} 11' 30''$ ，行政区划属西藏自治区阿里地区改则县麻米乡管辖。

为充分利用地区优势资源，西藏阿里麻米措矿业开发有限公司拟对改则县麻米错盐湖资源进行开发，根据西藏自治区自然资源厅出具的《划定矿区范围批复》（藏自然资划矿字[2019]03 号）文件，矿区范围由 24 个拐点圈定，开采深度为 +4330.0m~+4343.8m；矿区面积约 115.43km<sup>2</sup>。地质储量（探明+控制）的固体硼石量 3686.08 万 t（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 资源量 324.57 万 t）和液体卤水中硼矿物资源量 82.10 万 t、氯化钾 602.69 万 t、氯化锂 250.11 万 t。

西藏麻米错盐湖是硫酸镁亚型，盐湖卤水中锂离子含量较高、镁/锂比

低，有着其他盐湖不可比拟的资源优势。根据麻米错盐湖卤水成分及特性，公司开发的连续床吸附提锂技术，具有环保、无污染、工艺操作简单、系统运行稳定等优点；所研制的吸附剂溶损率（每百次）不足 0.1%，经提锂后的卤水可直接返注入盐湖，大大减少了处理盐湖副产物的压力，也有利于充分保护好原始生态。

该工艺适用于麻米错盐湖等生态脆弱地区，对于我国盐湖锂资源的进一步开发、卤水提锂部分取代矿石提锂，实现锂资源自给、减少新能源行业对国外资源的依赖有着重要意义，对实现西藏锂矿盐湖优势资源的高起点保护性开发乃至西藏地区循环经济和可持续发展将起到积极的推动作用。

麻米错盐湖资源位于西藏阿里地区改则县，目前该县经济以牧业为主，工业基础薄弱，经济较为落后，对盐湖资源开发利用有着迫切性。西藏麻米错盐湖吸附提锂项目开发成功，对西藏阿里地区乃至西藏经济发展将起到推动作用，对带动当地相关产业及区域经济的快速发展，提高当地整体生活水平，促进民族团结和社会稳定，都将有着重要意义。

### 2.1.3 矿区位置与交通

矿区位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡北西约 30km 处，地理位置：东经  $83^{\circ} 28' 15'' \sim 83^{\circ} 35' 45''$ ，北纬  $32^{\circ} 04' 00'' \sim 33^{\circ} 11' 30''$ ，行政区划属改则县麻米乡管辖。

矿区有简易便道（约 15km）到达麻米乡，与麻米乡-改则县的城乡主干公路衔接，从麻米乡经城乡主干公路约 77km 至改则县城；由改则县城沿黑—阿公路西行约 500km 可达西藏自治区阿里地区所在地狮泉河镇；从改则县向东行 920km 与青藏公路相接，由相接处南行 390km 可达西藏自治区首府拉萨市，北行 790km 可达青海省格尔木市；由狮泉河镇沿 219 和 318 国道东行 1750km 至拉萨市；由改则—措勤—日喀则到达拉萨行程约 1400km；由狮泉河镇沿 219 国道北行 1067km 通往新疆维吾尔自治区叶城等地。

矿区内外简易便道全部为泥砂石便道，多处欠维护，路况较差；改则

县城乡主干公路已经由原碎石路面改为油面路；改则县外部公路均为油面路。由此，项目建设交通条件较为便利，但运输距离远，运输成本高。

矿区交通位置详见图 2-1-1。



图 2-1-1 矿区交通位置图

## 2.1.4 矿区自然地理与经济

### 1. 自然地理

#### 1) 矿区及周边现状

矿区位于改则县麻米乡，东南距麻米乡约 7.5km；矿区西北为茶措村住户，共 10 户约 40 人，最近距离矿区边界约 100m（距离麻米措湖 1450m）；矿区南侧有零星分布有玛达玛吉村住户共 13 户约 70 人，最近距离矿区边界约 4.0km（距离麻米措湖约 1.5km）。

项目加工厂区布置在麻米措盐湖西北侧 J16 探矿拐点西北侧。卤水提锂工程总图布置主要包括取卤泵站、取卤管线和工业场地，其中取卤泵站布置于湖区西侧，工业场地布置于矿区西北侧，距最近的莆瓦洛玛村住户约 4 公里。同时，矿区常年刮西风和西南风，湖区村庄位于上风口，矿区

工业设施建设均位于下风口，因此矿山生产对盐湖周边村民的生活影响较小。

## 2) 地形地貌

矿区大的地貌属于藏北高原湖盆地区，南羌塘山原湖盆区的措勤—班戈山原湖盆亚区，地貌分区位于朵情—拉嘎拉隆起区的麻米措走滑盆地内，盆地四周山岭海拔 4852~5500m，中间湖盆最低洼湖水平均海拔 4343.8m。按地貌成因类型可划分为两大地貌单元：中高山剥蚀区和山间盆地堆积区。

中高山剥蚀区：分布于麻米措盆地周边山地，为湖盆沉积物的供给区，即剥蚀区，构成麻米措盆地的边缘基底。麻米措四周山地海拔一般 4850~5500m，东南部隆格尔山脉海拔高度 5500~6000m，最高峰达 6610m，终年积雪，为现代山谷冰川分布区，是冬隆藏布的发源地，麻米措湖水的主要补给来源区。湖盆最低处湖水面海拔 4343.8m，相对高差 500~1300m。盆地边缘基底山体由石英砂岩、粉砂岩组成的山顶一般较陡峭，冲沟发育，相对切割深，山坡一般为凹形坡；由灰岩和火山岩组成的山脊则呈浑圆状，相对切割浅，坡形为凸形坡，山脊宽缓。总体上山体因抬升遭受剥蚀，基岩裸露，裂隙发育，岩石表层破碎。

山间盆地堆积区：山间盆地在平面上呈椭圆形，沿长轴 310~130° 方向展布，长 31~36km、宽 8~15km、面积约 400km<sup>2</sup>。按其成因分可划分为山麓堆积带、湖盆堆积带、现代湖泊区。

山麓堆积带主要分布于盆地山麓和湖岸四周，由坡洪积裙、冲洪积扇、冲积锥等地貌组成。坡洪积带主要分布在山体中下部，山体大型沟谷并不发育，一般由坡洪积裙组成，坡洪积裙地表支离破碎、冲沟发育，冲沟大小不一；冲洪积扇发育分布在基岩山区沟谷口下游地带，形态上呈典型的扇形状，冲洪积扇前缘一般可延伸至盆地中心地带或湖盆地带，扇后缘位于沟谷口地段，形成从上到下向四周撒开的扇状体。

湖盆（山间洼地）堆积带主要呈细土带地貌景观。该地段地形平坦宽阔，在湖盆区一般由湖滨地带和湖积阶地构成，湖滨地带岩性以细碎屑岩类为主，在盐湖区往往发育沉积盐类矿物，而阶地岩性以砂砾石为主，沉

积分选一般较好，层理明显。无湖盆发育的山间洼地无阶地发育分布，岩性沉积与有湖泊的沉积类似，有无盐类化学沉积取决于古盆地的规模大小、岩相分布特征等条件。在麻米措湖盆发育分布盐类化学沉积外，周围湖盆和山间洼地无盐类化学沉积。

现代湖泊区是盆地中最低洼地段，现被地表卤水水体覆盖，是地表水和地下水流汇集的场所。麻米措湖盆平面呈似椭圆状，长轴长 16~18km，宽 5~7km，湖水深 0~8.8m，由湖表卤水（富含硼、锂、钾等）和现代硼镁酸盐化学沉积物组成。

## 2. 经济概况

矿区所在的改则县经济欠发达，属纯牧业县，有丰富的农畜产品、矿产、药材等资源，其中已探明铜矿、盐湖矿产资源将是未来工业生产的支柱，近年来改则县通过外资加入、民间资本注入等有效措施，大力发展地方经济，特别是在盐湖矿产资源开发项目上得到了自治区各级政府的支持，引进了颇具实力的矿业企业，以矿业来带动地方经济的快速发展。

矿区位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，矿区所在地常居人口较少，基本均为藏族人口，零星分布于湖区周边，当地经济欠发达，主要经济为畜牧业，以饲养藏系小尾绵羊、喀什米亚尔山羊及少量牦牛和马匹为主，牧民以牛羊肉、糌粑及奶制品为主食，燃料主要来源于低热值牛羊粪，生活水平很低。

矿区内自然经济条件差，无工业、农业、电力及商业，劳动力缺乏，经济、文化均十分落后，医疗卫生条件差，生产供电需自备发电机，生产、生活物资均需自运供给。

## 3. 气象、地震

### 1) 气候气象

据改则县气象站资料：矿区属高原亚寒带干旱季风气候区，寒冷、干旱、多大风、温差大，日照时间长，昼夜温差悬殊，一般 10~20℃。年最高气温为 20~25℃，最低气温-20℃~-35℃，年平均气温-1℃~2.5℃。年日照时数 3160h 左右，多年年均降水量 184.9mm，蒸发量 2354.45mm，蒸发

量是降水量的 12.7 倍。矿区每年七、八月份为雨季，10 月至翌年 5 月为冰冻期，年降雪日 60d 左右。

## 2) 地震

根据《中国地震烈度区划图》及《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，西藏自治区改则县地震烈度属 7 度区，地震动峰值加速度分区 0.10g。

矿区地震烈度及防震设防类别：本项目为大型盐湖矿山，根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010，2016 年版)，主要建筑物属丁戊类建筑，地震作用和抗震措施均按 7 度第一组设计；变配电为丙类建筑，地震作用按 7 度第一组设计、抗震措施按 7 度第三组设防。

## 3) 自然灾害

由于自然地理原因，矿区内自然灾害多而频繁，常有极端气候出现，春秋之季多干旱、早晚霜害，夏季常遭雷雨和冰雹袭击，冬春之交易受雪灾威胁。

## 4. 矿山资源现状

据施工现场收集的资料及项目建设单位提供的相关资料显示，麻米错盐湖固、液资源丰富，液体卤水矿的资源量主体是湖表卤水，潜卤水只占很少部分。本次详查探明潜卤水矿  $B_2O_3$ :16800 吨，KCl:115300 吨，LiCl:151100 吨， $Cs_2O$ :100 吨， $Rb_2O$ :200 吨；详查探明液体卤水矿  $B_2O_3$ :804149 吨，平均品位 1852.86mg/L；LiCl:2449924 吨，平均品位 5644.64mg/L；KCl:5911558 吨，平均品位 13620.03mg/L； $Rb_2O$ :16731 吨，平均品位 38.50mg/L； $Cs_2O$ :8537 吨，平均品位 19.66mg/L。

本次设计仅开采液体锂矿，可信储量按可信度系数 1.0，得出液体资源中的碳酸锂设计利用资源储量为 250.11 万吨氯化锂，折碳酸锂 217.74 万吨。

## 2.1.5 矿权设置

### 1. 探矿权基本情况

西藏阿里麻米措矿业开发有限公司于 2009 年 12 月依法取得了“西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼（钾锂）矿详查”探矿权，详查区地理坐标：东经  $83^{\circ} 28' 15'' \sim 83^{\circ} 35' 45''$ ，北纬  $32^{\circ} 04' 00'' \sim 33^{\circ} 11' 30''$ ，详查区由 24 个拐点坐标组成，面积  $115.43\text{km}^2$ （其中湖表卤水面积  $102.92\text{km}^2$ ）。

### 2. 矿区范围的确定

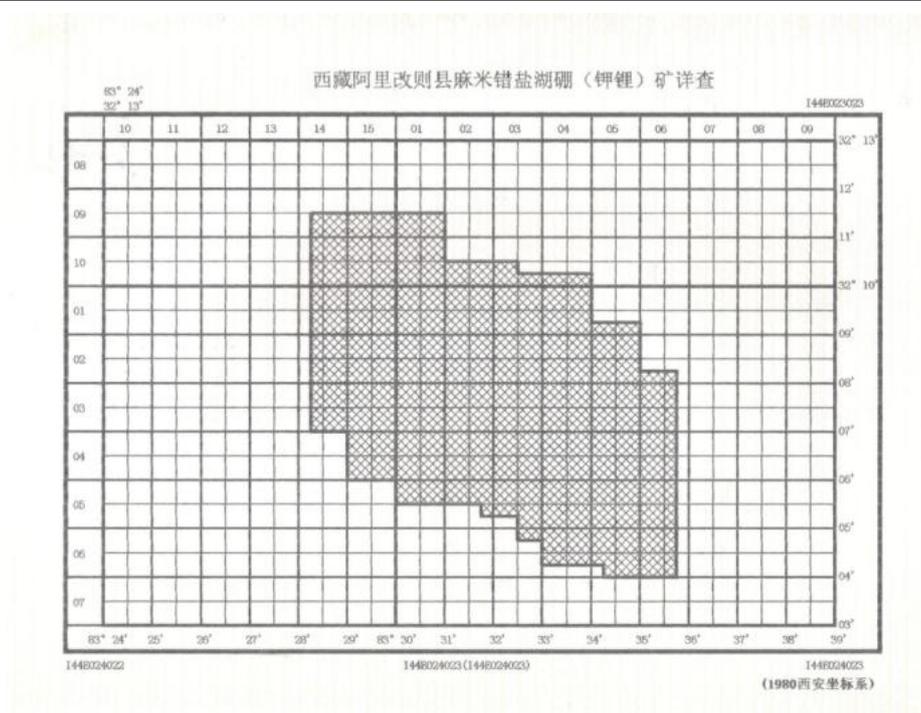
2019 年 4 月 18 日，西藏自治区自然资源厅对西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目划定了矿区范围，颁发了“划定矿区范围”的批复文件（藏自然资划矿字[2019]03 号），批准的矿区范围由 24 个拐点控制，开采深度为  $+4330.0\text{m} \sim +4343.8\text{m}$ ，矿区面积  $115.43\text{km}^2$ 。

矿区范围及拐点坐标详见表 2-1-1。

表 2-1-1 麻米错盐湖矿区范围拐点坐标表

拐点 编号	大地坐标		直角坐标	
	东经	北纬	X	Y
1	$83^{\circ} 34' 17.999''$	$32^{\circ} 04' 15.999''$	3549818.030	28459556.540
2	$83^{\circ} 33' 03.000''$	$32^{\circ} 04' 15.999''$	3549826.030	28457589.430
3	$83^{\circ} 33' 03.000''$	$32^{\circ} 04' 45.999''$	3550750.110	28457593.280
4	$83^{\circ} 32' 32.999''$	$32^{\circ} 04' 46.000''$	3550753.420	28456806.500
5	$83^{\circ} 32' 32.999''$	$32^{\circ} 05' 16.000''$	3551677.500	28456810.420
6	$83^{\circ} 31' 48.000''$	$32^{\circ} 05' 15.999''$	3551682.570	28455630.370
7	$83^{\circ} 31' 47.999''$	$32^{\circ} 05' 31.000''$	3552144.620	28455632.380
8	$83^{\circ} 30' 02.999''$	$32^{\circ} 05' 31.000''$	3552156.990	28452879.040
9	$83^{\circ} 30' 03.000''$	$32^{\circ} 06' 00.999''$	3553081.070	28452883.320
10	$83^{\circ} 29' 02.999''$	$32^{\circ} 06' 01.000''$	3553088.480	28451310.120
11	$83^{\circ} 29' 03.000''$	$32^{\circ} 07' 01.000''$	3554936.660	28451318.970
12	$83^{\circ} 28' 17.999''$	$32^{\circ} 07' 00.999''$	3554942.370	28450139.280
13	$83^{\circ} 28' 17.999''$	$32^{\circ} 11' 31.000''$	3563259.240	28450180.100

14	83° 31' 02.999"	32° 11' 31.000"	3563238.930	28454502.060
15	83° 31' 02.999"	32° 10' 30.999"	3561390.730	28454493.770
16	83° 32' 32.999"	32° 10' 30.999"	3561380.430	28456851.630
17	83° 32' 33.000"	32° 10' 16.000"	3560918.390	28456849.670
18	83° 34' 03.000"	32° 10' 15.999"	3560908.630	28459207.630
19	83° 34' 02.999"	32° 09' 16.000"	3559060.450	28459200.200
20	83° 35' 03.000"	32° 09' 16.000"	3559054.260	28460772.460
21	83° 35' 02.999"	32° 08' 16.000"	3557206.080	28460765.320
22	83° 35' 47.999"	32° 08' 15.999"	3557201.590	28461944.730
23	83° 35' 48.000"	32° 04' 01.000"	3549346.900	28461915.350
24	83° 34' 18.000"	32° 04' 00.999"	3549355.990	28459554.710



该矿区为新建矿区，目前仅开展了探矿工作，尚未进行开采。

## 2.2 建设工程地质概况及资源储量

### 2.2.1 地质资源量

#### 1. 地质资源储量

西藏自治区地质矿产勘查开发局第五地质大队于 2009 年 3 月~2010 年 3 月对该区进行了详查工作，编写了《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿

区硼锂矿详查报告》，该详查报告于 2011 年 6 月经“西藏自治区矿产资源储量评审中心”评审通过（藏矿储评字[2011]44 号），且资源量已备案（藏国土储备字[2011]13 号）。

通过详查工作，确定麻米错盐湖属于大型锂、硼和中型钾盐湖矿床，（控制+推断）固体硼石量 3686.08 万 t（ $B_2O_3$  资源量 324.57 万 t）和液体卤水中硼矿物资源量 82.10 万 t、氯化钾 602.69 万 t，氯化锂 250.11 万 t。麻米错盐湖矿区硼锂矿资源量详见表。

表 2-2-1 经评审、备案的矿产资源量汇总表

矿石类型	固体矿			
矿石品级	储量级别	矿石量 t	$B_2O_3$ 量 t	平均品位%
a	控制	6727390	1505723	22.38
	推断	852222	196274	23.03
	控制+推断	7579612	1701997	22.45
b	控制	1995200	252929	12.68
	推断	934492	118694	12.70
	控制+推断	2929692	371623	12.68
c	控制	22694500	1009985	4.45
	推断	3656992	162079	4.43
	控制+推断	26351492	1172064	4.45
合计	控制	31417090	2768637	8.81
	推断	5443706	477047	8.76
	控制+推断	36860796	3245684	8.81
矿石类型	液体矿			
项目	$B_2O_3$	KCl	LiCl	
平均含量 mg/L	1865.71	13684.40	5683.04	
资源量万 t	82.10	602.69	250.11	
项目	$Rb_2O$	$Cs_2O$		
平均含量 mg/L	38.37	19.67		
资源量万 t	1.69	0.87		

注：矿石品级分级：商品富矿 a、加工富矿 b、加工贫矿 c。

## 2. 设计利用资源储量

根据《详查报告》提交的矿产资源量及有关矿产资源量设计利用规定，计算的设计利用资源量详见表 2-2-2。

表 2-2-2 设计利用资源量计算表

矿石类型	液体矿	液体矿
项目	LiCl	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
平均含量 mg/L	5683.04	1865.71
资源量万 t	250.11	82.1

## 2.2.2 矿区总体规划

根据麻米错盐湖矿区固体硼矿和液体卤水矿的分布状况、矿体规模、资源量级别以及建设单位委托编制的开发利用方案对该盐湖矿区固、液矿产资源的开发利用工作进行总体规划：麻米错盐湖矿区的一期工程为开采液态卤水锂矿同时副产硼砂，矿区的其他矿种（如钾盐、铷、铯资源）的开采为麻米错盐湖矿区的二期或三期工程。开发利用方案主要针对一期工程（盐湖卤水提锂、硼）进行开采设计，主要涉及的工程有采矿工程、选矿工程、供排水工程、供电工程、总图运输及其附属设施工程等。

### 1. 采矿工程

利用固定式泵站抽卤，通过管道采集盐湖卤水，采矿规模为盐湖卤水提锂 3185.28 万 m<sup>3</sup>/a。

主要的采矿工程有：取卤泵站、输卤管道工程等。

### 2. 选矿工程

液态卤水的选矿工程主要为盐湖卤水提锂工程，包括吸附、纳滤、蒸发浓缩、沉锂四大系统。

### 3. 其它工程

除采矿和选矿主体工程外，其它设施包括供排水、供电、总图运输以及附属设施等。

## 2.2.3 矿区地质

### 1. 地层

所处的大地构造位置位于班公措-怒江结合带西段，北为羌塘-三江复合板块，南是冈底斯-念青唐古拉板块，具有复合板块的结构，通常被认为

是印支-燕山期的褶皱带，实际上是该复合板片进一步“一体化”的产物。区域上，石炭纪以来，经历了稳定-准稳定陆壳形成、裂解拉张、挤压会聚、碰撞造山、高原隆升等漫长的地质发展演化历程，形成了北西-近东西向为主体的多期次断裂构造和褶皱构造以及与之相伴的蛇绿构造混杂岩带、为形成含煤建造、火山岩建造、碳酸盐建造、含油建造、碎屑岩建造提供了有利的区域古地理环境。由于缝合带深大断裂及次级断裂构造十分发育，贯通性较好，岩浆热液活动及深部循环的水热活动频繁，导致班公措-怒江结合带不但是许多金属矿的重要成矿地带，也是盐湖盐类矿产的形成的的重要地带。

第四纪地质特征：主要分布湖四周山麓、湖滨、河谷地带。沉积类型主要有坡洪积、冲洪积、湖相碎屑沉积、湖沼沉积和湖相化学沉积。其中湖相沉积在第四纪早期以淡水湖相碎屑沉积为主，而第四纪晚期则以咸水湖或盐湖相化学沉积为主，特别是蒸发盐类沉积十分发育。现重点阐述与盐湖盆地沉积有关的第四系地层，尤其是湖相沉积。

#### 1) 上更新统

主要由湖相砂砾石、坡洪积和冲洪积含粘土砂卵（块）石、砂砾（碎）石、砂、粘土质砂等组成。湖相沉积层理明显，以水平和交错层理为主，坡洪积和冲洪积多不具层理混杂堆积。由于高原强烈隆起和隆起后引起自然环境变化，而导致大湖盆解体及湖水开始盐化，使区域上很多湖盆出现了蒸发盐类沉积，与此同时还有大量碎屑物沉积，共同构成了这个时期本区盐湖在形成与演化过程中的沉积特点。

#### 2) 全新统

全新统地层在盐湖盆地附近以湖相沉积为主。早期阶段为碳酸盐粘土、砂质粘土和粉细砂沉积，大型湖盆可见到蒸发盐类沉积；晚期阶段蒸发盐类沉积十分普遍，同时伴随细碎屑岩沉积。碎屑岩类沉积物主要为砂砾石、砾砂、砂质粘土和粘土等。蒸发盐类沉积，包括碳酸盐、硫酸盐、硼酸盐和石盐等化学沉积。在藏北一些地区泉华沉积亦是全新世时期很有代表性的沉积类型，包括钙华、硅华等，其出露形态有柱状、锥状、带状、扇形

和平台等。特别是富含硼、锂、钾的盐湖附近，一般有泉华或温泉存在。

## 2. 构造

矿区所处的构造单元位于冈底斯-念青唐古拉板块和羌塘-三江复合板缝合带（班公措-怒江缝合带）地区。次一级构造，属次丁措-麻米措弧后盆地。北以姐尼索拉-拉嘎拉断裂为界，南界已出麻米措，在麻米措南北宽为 15-35km。从所处大地构造位置看，它既是冈底斯北缘火山岩浆弧（白弱措-物玛火山岩浆弧）的弧后盆地，又是冈底斯南缘火山岩浆弧的弧后盆地，它的成生、发展、演化既与班公措-怒江多岛洋盆的发展、演化有关，又与雅鲁藏布江带的演化相关。

受大构造控制，区域断裂构造主要发育近东西向、北西向及北东三组，前者表现为南向逆冲断层，亦见南倾正断层，后两者为共轭剪切走滑断裂，尤以北西向右行走滑断裂最发育，将东西向断层切割使其发生右行或右行位错，这些不同方向、不同性质的断裂构造是不同地质演化过程中不同构造背景下的断层表现形式。

区域断裂构造主要发育于在弧后盆地北缘的古生界地层中，将古生界各组地层分割为大小不一的断块状，盆地内部断裂构造则不甚发育，仅见二到三条近东西向断裂及几条后期北西向右行走滑断裂。

矿区外围存在北西及北东向的右行和左行走滑，它们使先期形成的南北向碰撞谷发生变位而呈现在面貌。同时新生出一些走滑拉分盆地，以北西向第四纪走滑（拉分）盆地最典型，它是由北西向右行走滑断层的右行走滑作用所形成的走滑（拉分）盆地，麻米措、基步查卡措等第四纪沉积盆地属之。麻米措走滑拉分盆地，北西向延伸 25-40km，宽 10-15km，堆积了大量第四系湖积，冲洪积和坡洪积物等。

## 3. 岩浆岩

麻米措区域上岩浆岩属于措果措岩带。

麻米措盆地附近岩浆活动频繁，主要为中细粒黑云母花岗闪长岩和中粒石英闪长岩，属燕山早期产物。岩体主要分布于麻米措的西部 15-20km 处拉扎波等地，共有侵入体 3 个，多形成简单岩体。呈岩株状，单个岩株

面积 5-20km<sup>2</sup>。岩体侵位于二迭系下拉组 (P1x) 和白垩系朗山组 (K21) 碳酸盐地层内, 围岩热接触变质明显, 并产生宽度不等的角岩 (化) 带。

在麻米措的东部主要有超基性岩、基性岩脉出露。分布于麻米措的东部 15-30km 处。岩石组合较齐全, 有变质橄榄岩、辉绿岩、蚀变玄武岩、斜长花岗岩等。构造侵位于木嘎岗日岩群含硅质岩复理石地层中。脉体与围岩接触界线多较平直 (局部弯曲起伏状), 侵入接触现象明显。

#### 4. 变质岩

不同时代地质体的变质强度是不完全相同的, 古生界陆缘基底岩石遭受了明显的区域浅变质作用, 形成的变质岩石因原岩不同而异, 主要有变质砂岩类、板岩或千枚岩类和结晶灰岩等。变质新生矿物有绢云母、绿泥石、石英、方解石, 属绿泥石-绢云母带。原岩组构部分改变, 多为变余结构、鳞片变晶结构, 定向构造发育, 片状矿物定向明显, 局部出现柔皱弯曲。石英颗粒明显次生加大, 出现变形纹和波状消光现象。灰岩重结晶形成结晶灰岩。

盆地及外围中生代地层木嘎岗日岩群、多尼组、郎柱山和竞山组基本未变质或极微弱变质, 原岩组构基本保留, 有少量绿泥石、绢云母生成, 晶体小, 数量少, 具定向或半定向排列, 少量石英、方解石次生加大。局部有接触变质迭加, 在中酸性侵入岩的外接触带形成角岩带或大理岩化带。

古生代地层永珠组、拉嘎组和下拉组的变质程度高于中生代地层, 属于浅变质岩, 变质作用主要以岩石中矿物的明显大规模重结晶、新生矿物形成堆垛-集合体及其矿物定向为特点。在砂岩中, 经区域变质原岩结构构造均产生不同程度的改变, 并生成新的矿物, 如绢云母、石英、绿泥石、方解石、白云母等。岩石中砾石、碎屑、杂基及胶结物发生不同程度的蚀变。碳酸盐岩中, 包括结晶灰岩和结晶白云岩, 其特征变质矿物为方解石、白云石。该类岩石在区域变质作用过程中, 其物质组份与结构经重新调整, 重结晶生成细晶甚至中晶的方解石及白云石颗粒, 并明显具有波状消光、双晶弯曲等变异现象。

## 2.2.4 矿床地质

### 1. 盐湖演化与成矿条件

西藏北部盐湖盆地的形成，同青藏高原的隆起和隆起后自然地理环境的变迁有密切的联系，特别是喜马拉雅造山运动的影响，而形成的经向、纬向和斜向深大断裂及其构造带控制的断陷盆地或洼地尤其相关。这些在构造盆地基础上形成的湖泊（含盐湖）明显呈条带状或串珠状排列，同区域构造线方向基本一致。

由于麻米措位于班公措-怒江缝合带西段上，北达羌塘-昌都复合陆块，南跨冈底斯-念青唐古拉陆块，具多岛海构造格局，为强烈的挤压碰撞造山带，构造活动频繁十分复杂。在从石炭纪到二叠纪，麻米措地区处于稳定陆壳形成阶段，为稳定-准稳定状态下的浅海-陆表海沉积。在麻米措盆地沉积了拉嘎组（C21）浅海碎屑岩建造及下拉组（P1x）台地碳酸盐建造。受二叠纪末的华力西构造运动，该地区整体抬升成陆，成为麻米措中生代沉积盆地的基底。故地壳剥蚀该区缺失上二叠、三叠和侏罗沉积。

在晚白垩世进入碰撞阶段，这时区域上仍有岩浆活动，且发生一系列的逆冲断层。海水大部分退出，在逆冲断层前缘形成前陆盆地。在麻米措，形成了竟柱山组具前陆盆地沉积的岩相特征-山间磨拉石建造。

新近纪末，测区乃至整个青藏高原进入高原隆升的阶段。碰撞造山作用晚期，由于近南北向的强烈挤压，开始大幅度隆升，并伴随强烈的岩浆活动，导致第四纪近东西向挤压拗陷带（盆地）和隆起带的形成，同时也加强了地表与地壳深部的相互贯通，为水的深部循环和一些特殊元素物质迁移搬运提供了良好的通道，隆起带遭受剥蚀也为拗陷带的沉积提供物源。由于持续的南北向挤压诱发东西向的拉张，形成近南北向的断陷盆地或裂陷盆地。随后，由于应力的持续作用，发生北东向和北西向的共轭剪切走滑，使前期构造被斜切而发生左行或右行位移；同时分别控制了第四纪北东向和北西向沉积盆地的形成和发育。由此可见，麻米措等北西向走滑拉分盆地是受上新世-早更新世北西向右行走滑动断裂活动形成。

中晚更新世时期，差异性的新构造运动频繁发生，使一些老的断裂再度复活，同时发生了一些新断裂，区域上火山和热水活动在许多盆地边缘不断涌现，大量的泉水向湖盆低洼汇集，气候呈现干凉-湿润潮湿-干寒的周期性变化。在湿润潮湿期，植被茂盛、雨水充沛，湖水基本盈满了古湖盆，湖水含盐量低，湖水属于早期的碳酸盐淡水湖泊，淡水湖生物群和湖相碎屑沉积发育，麻米措湖东侧第四系湖积是很好的佐证。

早更新世末期，区域上气候趋于干凉，干寒，蒸发作用加强，湖水日趋咸化，湖盆中开始出现了碳酸盐类沉积。

晚更新世末-全新世早期，由于冈底斯山脉天然屏障的形成，阻碍了印度洋暖湿气流进入，本区域乃至藏北地区气候出现很大的变化。当时气候已经明显干旱，降水量大量减少，湖水日趋浓缩咸化，含盐量大幅度增加。在湖水沉积中除咸水湖阶段的碎屑岩外，湖泊中出现了大量的碳酸盐类和硼酸盐类（麻米措湖盆主要硼泥矿、硼镁石矿）沉积，这是湖水由淡、咸水发展到盐湖出现的早期成盐作用。在班戈措地区的成盐作用始于 18900 年左右，本地区约始于 15000 年（<sup>14</sup>C 测定，中国科学院综合科学考察队）。硼镁石的析出说明了盐湖碳酸盐末期和硫酸盐阶段早期，湖卤水为硫酸钠亚类，卤水浓度相对较低，在其湖水化学性质发生较大转变时硼镁石析出沉积。当时沉积环境并不十分稳定以及分异不完全，故在麻米措湖滨地带，沉积了大量的含硼灰泥（碳酸盐类）、含硼淤泥。

全新世后期以来，区域气候持续干旱，出现了蒸发盐类沉积的第二轮回。湖盆水源补给明显减少，湖水含盐量显著提高，甚至达到饱和状态，出现了大量的盐类沉积。不同的盐湖化学类型，具有不同的盐类矿物组合，有一定的成矿专属性。麻米措湖为硫酸盐硫酸镁亚类，湖水中含大量阳离子钠、钾、镁、钙；阴离子氯、硫酸根、以及硼等元素，在湖水蒸发浓缩变质过程中，析出沉积了大量以钠硼解石为主体的盐类矿物，导致湖卤水溶液中有大量的 NaCl 存在，以及含钙淡水源源不断的补给，使钠硼解石的沉积一致持续到至今，沉积厚度近 5m。麻米措北西角湖滨地带钠硼解石的沉积就是例证。

## 2. 成盐元素的物质起源

麻米错盐湖元素的来源，取决于本区独特的区域地质构造条件，和岩相古地理环境以及有利的成盐的地球化学背景。组成本区的岩石成分，包括主要阳离子  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  和主要阴离子  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  等，前第世纪基岩的风化、剥蚀、搬运、淋漓水解等作用过程，将盐分代入湖盆湖水中，湖水在强烈的大陆蒸发作用下不断浓缩演化形成了目前的盐湖风貌，湖水中含大量的易溶盐类元素，蚀源区岩石的风化、剥蚀、搬运、淋漓水解是盐分的普遍来源。

特殊组分，硼、锂等元素的主要来源于地壳深部，其次是蚀源区岩性中元素的淋漓水解迁移。这些元素在区域地层岩性中含量有限，一般地下水（淡水）中不含或含量甚微。麻米措湖盆主要直接补给来源为河流冬隆藏布（占湖盆总补给水量的 62%），河水不但携带了大量的常量组分，更为重要的是河水来源多样复杂，不但有基岩裂隙水，还有来自于深循环的地下水，使河水富含  $\text{K}^+$ 、 $\text{Li}^+$ 、 $\text{BO}_2^-$  等有益盐分。由于同源，湖盆周边地下水也富含  $\text{K}^+$ 、 $\text{Li}^+$ 、 $\text{BO}_2^-$  等离子元素补给湖水，为盐湖成盐成矿提供了充足的物质来源。

冬隆藏布河水特殊元素的高背景值，无疑说明了麻米措湖盆所处的区域背景较好。冬隆藏布汇水区域以深大断裂破碎带为通道，水循环将地壳深部的硼、锂等元素携带到了地表，故地表河水和泉水中硼、锂元素等含量较高，为湖盆卤水中大量富集提供了丰富的物缘。

区域上，在班-怒深断裂带及其破碎带附近，曾发生过作用强烈、规模壮观的水热活动，形成大量的泉华沉积。这些特有的地质构造环境和成盐元素的补给条件，是麻米错盐湖富集硼、锂等元素所必备的地球化学背景。

湖盆盐类物质的来源是多源的，但就目前构成大量硼、锂等组分富集盐湖而言，即主要为钙碱系列的中酸性重溶岩浆的内生来源，通过水循环带出富集成矿。

## 3. 麻米错盐湖矿床成盐期和成矿阶段

麻米错盐湖为大型湖泊沉积硼矿床，大型硼、锂和中型钾液体矿床。

湖泊沉积层序自下而上为：湖相碎屑沉积砂、砂砾-湖积砂、砂粘土（碳酸盐 95%以上）-淤泥（局部含钠硼解石团块）-硼镁石-钠硼解石-团块状次生淋滤钠硼解石和现代湖水钠硼解石沉积。据此麻米措可划分为两个成盐期：碳酸盐和硫酸盐。三个成矿阶段：含硼酸盐碳酸盐成矿阶段、硫酸钠亚类湖水沉积硼镁石、硫酸镁亚类湖水沉积钠硼解石成矿阶段。根据区域数据对比，距今 15000-8000 年为第一成盐期，湖水由淡水向咸盐湖水演变，形成碳酸盐并伴有硼酸盐沉积的第一个成矿阶段；距今 4000 年至现在为第二成盐期，湖水由硫酸钠向硫酸镁亚类演变，形成硼镁石和钠硼解石的第二、三成矿阶段，同时伴有石盐、石膏、芒硝等盐类沉积，第三成矿阶段钠硼解石沉积范围广，矿层厚度大，矿石质量好，反映出近期成矿气候更为干旱，湖水矿化度大，自析盐作用时间长，湖水经长期蒸发、浓缩、变质形成了富含硼、钾、锂等的液体矿床。

#### 4. 矿体赋存特征

##### 1) 固体矿贮存特征

###### (1) 钠硼解石矿体（I）

钠硼解石 I 1 矿体：该矿体分布在 6~12 勘探线地段，呈北西-南东向展布，层状-似层状，靠近湖水一侧矿体出露地表，湖岸一侧被硼泥矿覆盖，盖层厚 0.30~1.00m，盖层厚度自湖水向湖岸方向厚度增大。矿体长 1400m，宽 200~500m，平均宽 400m，面积约 0.56km<sup>2</sup>，沿走向由 12 线向 6 线逐渐变窄，6 线西侧最窄 200m，矿体平面上矿体连续分布，矿体赋存标高 4334~4342m。横断面上矿体大致呈楔形，自湖水插入湖岸，厚度变薄，矿体略向湖心方向倾斜，纵断面上，矿体呈锥形，自 12 向 6 勘探线矿层厚度逐渐变薄，自 4.20m 渐变至 0.75m，矿层平均厚 1.52m，厚度变异系数为 64%，矿层分布较稳定。矿体 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 品位变化区间一般为 6.70~25.18%，平均品位为 24.35%，品位较均匀，且品位与厚度具正相关关系，矿层厚度大，品位高，厚度减小，品位降低。

钠硼解石 I 2 矿体：该矿体分布于 2~35 勘探线地段，呈层状-似层状，矿体长 3800m，宽 300~2500m，平均宽 1400m，面积约 5.32km<sup>2</sup>。矿体

略向湖心方向倾斜，矿体靠湖水一侧矿层厚度大、品位较高，一般直接出露地表；向湖岸一侧厚度减小、品位降低，整体上呈楔形，由湖水向湖岸插入；矿层一般厚 0.50~2.80m，平均厚 1.23m；矿体品位 ( $B_2O_3$ ) 一般为 12.35~23.73%，平均品位 ( $B_2O_3$ ) 20.13%。矿体赋存标高 4335~4344m。

钠硼解石 I 3 矿体：该矿体分布于 1 线附近，单孔见矿，透镜状，矿体厚 0.40m，品位 11.66%，产于硼泥矿体中，盖层硼泥矿厚 1.10m。矿体赋存标高 4339~4340m。

钠硼解石 I 4 矿体：该矿体分布于 47 线附近，单孔见矿，矿体长 800m，平均宽 75m，矿体厚 0.80m，平均品位 19.91%。矿体赋存标高 4340~4341m。

### (2) 硼镁石矿体 (II)

硼镁石 II 1 矿体：该矿体分布在 12~8 勘探线附近，位于钠硼解石 I 1 矿体之下，矿体呈北西—南东向薄层状展布，向北西方向矿体插入硼泥矿中，矿体长 800m，宽一般 100~300m，平均宽 150m，面积 0.12km<sup>2</sup>。矿层厚度从 12~10 线急骤减小，矿层厚 0.30~1.30m，平均厚 0.80m，矿层品位变化与厚度变化特征一致，矿层品位 16.45~24.51%，平均品位 22.66%。矿体赋存标高 4336~4339m。

硼镁矿 II 2 矿体：该矿体分布在 6 线附近，透镜状，面积 60000m<sup>2</sup>，矿层品位 16.45%，属加工富矿。

硼镁石 II 3 矿体：该矿体分布于 15~19 勘探线上，位于钠硼解石 I 2 矿体之下，矿体薄层状，厚 0.40~0.60m，平均品位 21.67%。矿体长 850 m，宽 300m，面积 0.26km<sup>2</sup>。

### (3) 硼泥矿体 (III)

硼泥矿 III 1 矿体：矿体连续分布在 12、10、8、6、4、2、0、1、3、7、11、15、19、23、27、31、35 勘探线上，平面呈半月形，环湖分布，似层状—层状矿体，矿体长 10.50km，宽 400~2800m，平均宽 1200m，面积约 12.50km<sup>2</sup>。矿体厚度 0.30~4.90m，平均厚 1.15m，厚度变异系数 69%；矿层品位 2.05~13.30%，平均品位 4.79%。矿层厚度、品位变化无明显规律，但总体来说在矿体中部自湖水向湖岸方向矿层厚度增大，品位增高，矿体

纵向上厚度、品位无规律性变化。矿体赋存标高 4333~4343m。

硼泥矿III2 矿体：该矿体分布在 39、47 勘探线上，呈似层状，矿体长 1400m，宽 150~350m，面积 0.10km<sup>2</sup>，矿层厚 0.30~1.10m，平均厚 0.54m，品位 3.79~5.81%，平均品位 5.39%，均属加工贫矿。

硼泥矿III3 矿体：该矿体位于 63、71 勘探线上，矿体呈似层状，长 1400m，宽 150m，面积 0.21km<sup>2</sup>，厚 1.10~1.40m，平均厚度 1.25m，品位 7.02~7.75%，平均品位 7.32%，均属加工贫矿。

硼泥矿III4、5、6、7、8、9 矿体：III4 矿体位于 8、10 线地表，层状，长 800m，宽 200~400m，分布面积 0.22km<sup>2</sup>，矿层厚 0.30~1.50m，平均厚度 0.90m，矿层品位 2.51~4.84%，平均品位 3.54%，属于加工贫矿。

III5 矿体位于 2 线III1 矿体之下，透镜状，分布面积 0.08km<sup>2</sup>，矿层厚 0.30~1.50m，矿体品位 2.14%，属于加工贫矿。

III6 矿体位于 7 线III1 矿体之上，单孔见矿，透镜状，分布面积 0.08km<sup>2</sup>，矿层厚 2.14m，矿体品位 2.14%，属于加工贫矿。

III7 矿体位于 15 线地表，单孔见矿，透镜状，分布面积 0.08km<sup>2</sup>，矿层厚 0.70m，矿层品位 5.33%，属于加工贫矿。

III8 矿体位于 55 线地表，单孔见矿，透镜状，分布面积 0.08km<sup>2</sup>，矿层厚 1.50m，矿层品位 2.11%，属于加工贫矿。

III9 矿体位于 71 线III3 矿体之下，单孔见矿，透镜状分布面积 0.06km<sup>2</sup>，矿层厚 0.30 m，矿层品位 4.95%，属于加工贫矿。

## 2) 液体矿赋存特征

### (1) 湖表卤水矿

麻米措湖表卤水矿贮存在麻米措盆地最低洼区域，形成椭圆形的盐湖平面，盐湖面积 102.92km<sup>2</sup>（2009 年 6 月实测），长轴北西—南东向，长 16~18km、宽 3~7km，盐湖卤水深 0~8.80m（盐湖中心地带深 6.0~8.80m）、平均 4.40m，一般湖水深 2.0~5.0m。

### (2) 潜卤水矿

麻米措液态潜卤水矿赋存在湖滨地带第四系湖相松散沉积物地层内，

潜卤水按含水层介质划分为晶间卤水和孔隙卤水。

晶间卤水主要分布贮存在湖西北角化学沉积的钠硼解石和硼镁石矿层中，含水层厚 0.3~5.0m，卤水矿物质含量与固体硼矿分布特征基本一致，由湖边向湖水一侧递增，垂向上无明显的分异变化特征，水化学类型以硫酸镁亚型为主。

孔隙卤水主要赋存在湖西北角化学沉积地段近湖岸一侧的硼泥矿孔隙中，该地段主要含水层为含砂淤泥层、含淤泥砂层、含钠硼解石淤泥和粘土层等，含水层富水性因地层岩性含砂量而异，含砂少时，地层较致密，含水性差或基本不含水，孔隙卤水一般埋深 1.5~6.5m，厚度 0.7~5.00m，为潜水。

### 3) 固液矿的相互转换

不同的盐湖化学类型，具有不同的盐类矿物组合，具有一定的成矿专属性。麻米措盐湖属于硫酸盐型硫酸镁亚型，在卤水中目前属于低矿化度（矿化度平均为 134.10g/L）盐湖卤水。在盐类平衡体系  $\text{Na}^+(\text{K}^+)$ 、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}-\text{H}_2\text{O}$  五元体系介稳相图中、位于相图的中部软钾镁矾相区，表现出了矿区盐湖卤水虽经历了漫长上万年的浓缩变质，目前卤水仍为低矿化度（未高度浓缩）特征。固体硼矿（硼镁石、钠硼解石）在湖北西角湖滨地带的大量沉积追溯也有 4000 年以上的历史。

矿区固液矿床是相互依存的关系。当卤水浓缩到饱和、过饱和时，首先是在矿化浓缩较好的湖北西角湖滨地带析出软钾镁矾、石盐等盐类固体；卤水进一步浓缩、且卤水中硼含量达到一定浓度时，硼酸盐才有可能析出形成固体矿。当丰水年淡水补给量大于排泄量时又溶解软钾镁矾、石盐，未溶解完的固体矿，在泥砂的覆盖或下次盐类结晶层之下保存下来，形成固体矿。这种作用反复进行，各次的淡化浓缩强弱不同，各个地段浓缩淡化又有差别。对于目前已形成的钠硼解石和硼镁石矿，属于难溶-不溶于水的矿物，湖水淡化对矿物没明显影响。麻米措固液相的转换极其复杂，受到物化等众多因素的影响制约。

## 5. 矿石质量特征

## 1) 固体矿石质量特征

### (1) 固体矿石矿物组分

麻米错盐湖中盐类沉积矿物主要为硼酸盐，少量的其它盐类。

硼酸盐矿物为：钠硼解石矿石、硼镁石矿石和硼泥矿石；其它盐类矿物为：芒硝、石膏、石盐、碳酸盐、钾盐、文石等与硼酸盐伴生。

### (2) 固体矿石物质组成（按矿石自然类型划分）

钠硼解石 ( $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )：是一种含水的钠钙硼酸盐， $\text{B}_2\text{O}_3$  理论含量为 43%，具有垂直延长方向的解理，晶体比重 1.955、熔度 1.5、硬度 2.5，聚合体为丝绢光泽，单体为玻璃光泽，色白、单晶透明、无味。常见多为具松软构造的圆形结合体和棉球体，此种构造全由纤维状或针状晶体所组成。钠硼解石为典型的干旱地区内陆湖相化学沉积物，伴生矿物有板硼石、库水硼镁石、水方硼石、柱硼镁石等，杂质成分主要为碳酸盐和硅酸盐。钠硼解石在天然矿产中能比较稳定的存在，是最主要的工业硼矿物之一。

硼镁石 ( $\text{MgB}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )：是一种含水镁硼酸盐， $\text{B}_2\text{O}_3$  理论含量为 42.5%，以柱硼镁石为主，库水硼镁石 ( $2\text{MgO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  理论含量 37.3%) 次之。不溶于水，溶于酸性环境水溶液，矿石呈细粒结构，粒径 0.20~0.50mm，白色—乳白色，块状构造，玻璃—土状光泽，硼镁石含量达 80% 以上，含少量钙华片、砂、文石，矿石质量好，可直接利用。

硼泥矿石：矿石斑杂状，钠硼解石呈团块状、浸染状分布于淤泥、灰泥、粘土中，其硼含量小于 20%，一般在 2~6% 之间，泥质成分主要为粘土矿物。硼泥矿石质地柔软，含硼量低，须深加工后方可利用（目前难以直接利用）。

### (3) 固体矿石化学组份特征

钠硼解石：钠硼解石主要分布在藏北的一些盐湖和青海省柴达木的大柴旦、小柴旦盐湖中，为次生成因。主要由  $\text{B}_2\text{O}_3$  和水不溶物组成，其它组分含量低，不同国家和地区钠硼解石化学组分不尽相同。麻米措钠硼解石呈白色—灰白色、纤维状—针状松软集合体，矿石质地柔软，比重小，平均为  $0.75\text{g}/\text{cm}^3$ ，含水量高，平均为 46.80%，矿石质量好。

表 2-2-3 钠硼解石化学全分析成果表

项目名称	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
含量 (%)	23.4	13.1	4.74	10.52	1.68
项目名称	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	烧失量		合计
含量 (%)	8.33	0.64	36.32		99.7

表 2-2-4 硼镁石化学全分析成果表

化学成份	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO
含量 (%)	22.89	17.9	0.88	0.86	6.96
化学成分	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	烧失量	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
含量 (%)	1.04	28.44	16.97	3.52	

硼镁石：麻米措硼镁石呈灰白色粒状结构、块状构造，矿石质地相对较硬。

硼泥矿石：麻米措硼泥矿矿石为灰黑色-黑色、呈泥质斑杂状，硼泥中常见钠硼解石呈团状、浸染状分布于在淤泥、灰泥和粘土中，矿石柔软质量较差，硼含量一般不足 8%。泥质主要矿物成分为伊利石，文石、绿泥石等。

## 2) 液体矿石质量特征

### (1) 湖表卤水矿化学特征

详查期间对湖水进行了 8 次系统调查，采集湖水化学样 1500 件，检测的卤水丰、枯水期主要矿物化学特征详见表 2-2-5。

表 2-2-5 湖表卤水矿化学特征表

2009 年测						
项目	实测值	K <sup>+</sup> (mg/L)	Li <sup>+</sup> (mg/L)	Rb <sup>+</sup> (mg/L)	Cs <sup>+</sup> (mg/L)	比重 (g/cm <sup>3</sup> )
含量	最高值	9045.12	1144.36	67.26	26.62	1.192
	最低值	3803.86	484	11.95	10.81	1.005
	平均值	7089.58	919.17	32.94	18.27	1.084
项目	实测值	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	PH	矿化度 (g/L)	水化学类型
含量	最高值	4248.92	74630	9.92	234.46	SO <sub>4</sub> -Mg

	最低值	386.6	38090.27	8.3	76.69	
	平均值	1829.09	66123.92	9.12	134.1	

麻米措液体矿湖表卤水总体特征在湖的长轴（纵向）上，其卤水矿化度和主要阴、阳离子含量、东西两侧高，中部低，在湖北西角卤水浓缩程度最好，沉淀析出了硼酸盐固体矿；湖卤水在横向上，矿物质含量并无明显的分异变化特征。这也是本区特殊的气候条件经常大风不断，湖水随风起浪翻滚搅拌导致无分异。

### （2）潜卤水矿化学特征

潜卤水按含水层介质划分为晶间卤水和孔隙卤水。

晶间卤水：晶间卤水浓缩程度较好，卤水矿物质含量与固体硼矿分布特征基本一致，水化学类型以硫酸镁亚型为主，其化学特征详见表 2-2-6。

孔隙卤水：孔隙卤水与晶间卤水基本一致，矿物质含量由岸边向湖水方向递增，但总体上卤水浓缩程度较晶间差，其化学变化特征详见表 2-2-7。

表 2-2-6 晶间卤水矿化学特征表

2009 年测						
项目	实测值	K <sup>+</sup> (mg / L)	Li <sup>+</sup> (mg / L)	Rb <sup>+</sup> (mg / L)	Cs <sup>+</sup> (mg / L)	比重 (g / cm <sup>3</sup> )
含量	最高值	11825.4	1680	35.12	25.37	1.155
	最低值	6932.41	894	17.94	13.46	1.086
	平均值	8907.24	1232.95	24.53	19.1	1.116
项目	实测值	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	PH	矿化度 (g/L)	水化学类型
含量	最高值	3206.57		9.6	233.4	SO <sub>4</sub> -Mg
	最低值	1890.49		9.19	136.5	
	平均值	2479.44		9.41	178.16	

表 2-2-7 空隙卤水矿化学特征表

2009 年测						
项目	实测值	K <sup>+</sup> (mg / L)	Li <sup>+</sup> (mg / L)	Rb <sup>+</sup> (mg / L)	Cs <sup>+</sup> (mg / L)	比重 (g / cm <sup>3</sup> )
含量	最高值	6800	859	23	21	1.089
	最低值	3900	506	13	8	1.048

	平均值	5350	682.5	18	14.5	1.069
项目	实测值	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	PH	矿化度 (g/L)	水化学类型
含量	最高值	2483			116.6	SO <sub>4</sub> -Mg
	最低值	567			64.2	
	平均值	1525			90.4	

## 6. 卤水加工技术性能

麻米错盐湖卤水属硫酸镁亚型，其饱和度只有 30%，组成与青海西部盐湖（东台、西台、一里坪）和新疆罗布泊盐湖相近，但镁锂比低、锂含量高，十分有利于提锂。缺陷是外部条件（供电、供水、供气）条件差，远离消费市场，在选择工艺路线时要充分考虑能耗、原料供应、产品运输等因素，同时要考虑提锂卤水不污染的情况下可返回盐湖，尽量不排放固形物，基于该因素可以考虑优势资源优先开发，待外部条件优越后再考虑综合开发。

吸附法是当前盐湖提锂中应用较为广泛且最具有实用前景的工艺之一。吸附法适用于锂浓度较低的盐湖，鉴于全球对于次优品位盐湖资源的开发已被提上日程，吸附法具有较大的发展和推广潜力。吸附法主要依靠对锂离子具有特定吸附能力的吸附剂来实现锂离子的分离，之后用脱洗液将锂离子脱洗而形成锂离子溶液，再加入碳酸钠后沉淀形成碳酸锂，由此可见其核心在于吸附剂的选择。

铝基吸附剂吸附法能实现较好的锂选择性、吸附结构稳定、制备成本低。目前国内有蓝晓科技、久吾高科、贤丰科技等企业实现了产业化供给。在实际应用中，已在 Livent、蓝科锂业、藏格锂业进行了产业化。吸附法不仅让碳酸锂的生产缩短了周期，还大幅缩减了所需要的盐田面积，同时锂的单程回收率较高（可达 80%，传统仅为 30-50%），从经济和环保上都有很大的优越性。但也存在淡水消耗高的问题。

吸附法特别适用于高镁低锂卤水中锂的分离（镁锂比为 500:1 或更高），在锂高浓度卤水中效率远远高于其他工艺，也适合于锂含量相对比较低的卤水（锂含量一般在 50mg/L 以上）。吸附法脱洗的合格液含锂为 0.4-0.8g/L

以上，镁含量小于 2g/L、硼 100g/L，需要进一步除杂和浓缩。现成熟方法是用纳滤膜除钙、镁、硼，除硼膜除硼加树脂除硼，再用 MVR 浓缩到锂 20-30g/L 进入碳酸锂沉淀反应。

工艺方案推荐采用连续吸附法工艺+膜法除杂浓缩工艺+一步法沉锂工艺。该套工艺路线由藏格锂业团队开发，装置实现了工业化应用。克服了卤水吸附、膜法工艺多元体系盐分除杂浓缩、沉锂收率低、质量低的困难。开发“一步法”提锂生产技术，提升整体锂收率，沉锂段收率由 75% 提升至 90% 左右。同时扩大了吸附装置产能和吸附剂利用率，吸附剂利用率超过同行业的 2 倍，吸附剂年损失率由 10% 降低至 5%，大幅度减少卤水提锂的投资和生产成本。储备了各种锂吸附剂在不同浓度卤水中提锂的工程化参数和操作参数，为不同浓度卤水中提锂提供了全套工程化解决方案。经过充分论证，采用下列成熟可行的方案：

卤水精密过滤+纳滤膜预处理+卤水制取纯水并浓缩+连续吸附法+反渗透浓缩+纳滤膜法除杂+电渗析交替浓缩除杂+MVR 浓缩+一步法沉锂+沉锂母液回收+膜法回收碳酸根的工艺路线。

盐湖初次开发主要考虑锂的提取加工，主产品定型为电池级碳酸锂，并根据生产工艺特点配套建设硼回收装置，生产副产品工业级硼砂。

麻米措盐湖原始卤水含硼浓度较低，开发难度较大，直接进行开发利用经济性很差。本开发方案纳滤车间在膜分离、树脂除硼、电渗析浓缩除杂的生产过程中，副产的废水中含硼量较高。采用膜分离蒸发结晶技术，即可以生产出高质量的硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 产品，还可回收大量淡水。具有投资成本低、硼砂产品纯度高、综合回收利用等巨大优势。

为保证所选工艺路线的可靠性，藏格锂业公司利用麻米措盐湖湖水在藏格锂业进行了一定规模的中试实验验证，验证结果证明工艺可行、可靠，已通过了专家的评审。

首先，上述工艺路线的各个环节已在格尔木藏格锂业有限公司察尔汗盐湖工业化应用，经过了近三年来的运行，各个装置运行稳定，实现了工序间的无缝衔接，通过技术改造，工艺更加完善，2021 年 7 月已实现达标

达产，可有效规避技术风险，确保项目顺利建成投产。

其次，工艺方案中卤水锂离子综合收率 99%以上，沉锂工序一次反应收率达到 91%，高于传统合成法的 75%，具有流程短，收率高，易控制优点，每吨碳酸锂综合生产成本 4 万元以内，产品指标达到电池级碳酸锂质量标准（T/CSP-2018）电池级碳酸锂要求。副产硼砂可达 99.6%的高纯度，目前国内市场上国产硼砂主含量约为 95%，进口硼砂主含量通常在 99.0%以上，本项目副产硼砂可以实现进口替代，经济效益较佳。

最后，该工艺方案实现了生产零排放，属于清洁的绿色工艺，满足西藏特殊地理环境要求。

## 2.2.5 矿床开采技术条件及水文地质条件

### 1. 矿区水文地质条件

#### （1）地表水特征

麻米措盐湖矿区范围内主要河流为冬隆藏布，其次是贡异曲。

冬隆藏布为常年性补给麻米措盐湖的主要河流，河流全长约 60km，支流发育，发源于隆格尔山脉，自东南环绕隆格尔山向西北注入麻米措盐湖。

冬隆藏布下游流量：枯水季节  $0.736\text{m}^3/\text{s}$ （2009 年 12 月 16 日），丰水季节  $4\text{--}8\text{m}^3/\text{s}$ （2009 年 6-8 月），寒冬季节河水面结冰封冻，但冰底仍有潜流，可见河水流量受季节性影响变化较大。由于矿区昼夜温差变化大，以冰雪消融补给为主的冬隆藏布流量还呈现日午高，早、晚低这种高低有致的变化规律（2009 年 8 月 24 日 10 点 25 分流量为  $5.40\text{m}^3/\text{s}$ ，14 点 25 分为  $6.08\text{m}^3/\text{s}$ ，18 点 25 分为  $4.94\text{m}^3/\text{s}$ ），显示出明显的源区以冰川消融补给为主的特点。

贡异曲为泉集河，河水动态稳定，平均流量为  $0.64\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### （2）地下水特征

矿区地下水主要为松散岩类孔隙水和盐类沉积地层的晶间卤水两大类，其次为盐类沉积地层的孔隙卤水。

松散岩类孔隙水：由盆地边缘至湖盆中心，适应在湖积地带、因地形

坡度大大减缓，趋于平坦，地层岩性变细，局部地带含水层顶部发育分布有粘性土层，地下水由单一结构的潜水变为潜水与承压水共存。由于在矿区湖积地层分布面积不大，岩性分异并不充分，承压水发育分布只是局部。

盐类沉积地层的晶间卤水：晶间卤水仅分布在湖北西角化学沉积地带盐类地层中，含水层的主体为钠硼解石，含泥砂的钠硼解石，其次是硼镁石。含水层厚 0.3-5.00m，水位埋深 0-1.30m，与现代湖水水力联系紧密，水量丰富。

盐类沉积地层的孔隙卤水：孔隙卤水其水质为卤水便于统一开发利用，归属晶间卤水类进行描述。孔隙卤水分布基本与晶间卤水一致，主要贮存在湖北西角化学沉积地段的以含硼淤泥、含硼灰泥为主的地层中。含水层富水性极不均匀，主要因地层岩性含砂量而异，含砂少时，地层较致密，含水性差或基本不含水，当地层局部为含硼泥砂和砂的透镜体时，局部富水，但总体水量贫乏。该层埋深 0.5-7.5m，厚度 0.7-8.5m，地下水多以潜水为主，实际局部为上层滞水。

### (3) 地表水、地下水的补给、迳流、排泄关系

矿区地表水除受大气降水和冰雪融水补给外，在流过程中还受到松散岩类孔隙水的侧向补给，最终以汇入麻米错盐湖及蒸发为主要迳流和排泄方式。

矿区地下水主要为晶间卤水和孔隙卤水，矿区晶间卤水和孔隙卤水发育分布面积小，其晶间卤水与地表卤水（湖水）水力联系密切，受大气降水、地表迳流的侧向补给。矿区周边地下水向湖盆中心最低洼地带-麻米错盐湖湖水区径流汇集，湖水区也是湖盆区域地下水径流的最终归属地。

麻米措湖盆四周的山麓地带，地形坡度一般在 2-10%之间，地下水主要以径流和侧向排泄为主要途径；在湖积湖滨地带，地形平坦，地下水水力坡度不到 1%，地下水径流几乎接近停滞状态，大气蒸发为其排泄的主要途径；盐湖湖水的排泄以大气蒸发为主，侧向少量补给晶间卤水和孔隙卤水。

总体而言，矿区水文地质条件复杂程度为简单类型。

## 2. 矿区工程地质条件

### (1) 工程地质岩组特征

矿区湖盆出露地层主要有古生界的上石炭统拉嘎组、下二叠统下拉组、下白垩统多尼组、下白垩统郎山组上白垩统竟柱山组，按岩石类型、结构特征及岩石强度，可将矿区岩体划分为山麓坡洪积、冲洪积地带碎砾石土类工程地质亚区和湖盆湖积地带砂粘性土类工程地质亚区。

山麓坡洪积、冲洪积地带碎砾石土类工程地质亚区。该区分布海拔高度 4350~4600m，相对高差 250m，地形总体向盆地中心倾斜，坡角在 2~10° 之间，地表凹凸不平，块碎（砾）石广布，局部切割较深 3~8m（季节性流水冲沟），水位埋藏较深，岩性主要为粗粒土石中的含砂碎（砾）石、砂砾石、局部为砾砂等。

湖盆湖积地带砂粘性土类工程地质亚区。湖积地带海拔高度 4343~4360m，相对高差约 20m。湖积地带地形开阔平坦，地表为细土带景观，局部地表为盐碱霜。湖积地带岩性复杂，以粉细砂、粘性土为主，局部为砾砂土，在靠近湖水一带分布有机质土—淤泥质层。该亚区根据岩土物理力学性质总体特征判断为不宜建筑场地。

### (2) 盐湖矿床的围岩及底板岩性

麻米措盐湖矿床的围岩及底板岩性均以粘性土为主，由于粘性土具有特殊的工程地质性质，其工程地质特性主要决定于粘粒和含水量的多少。

矿床的工程地质条件的复杂程度应属简单类型。

拟建场地区域附近的工程地质剖面见图 2-2-1。

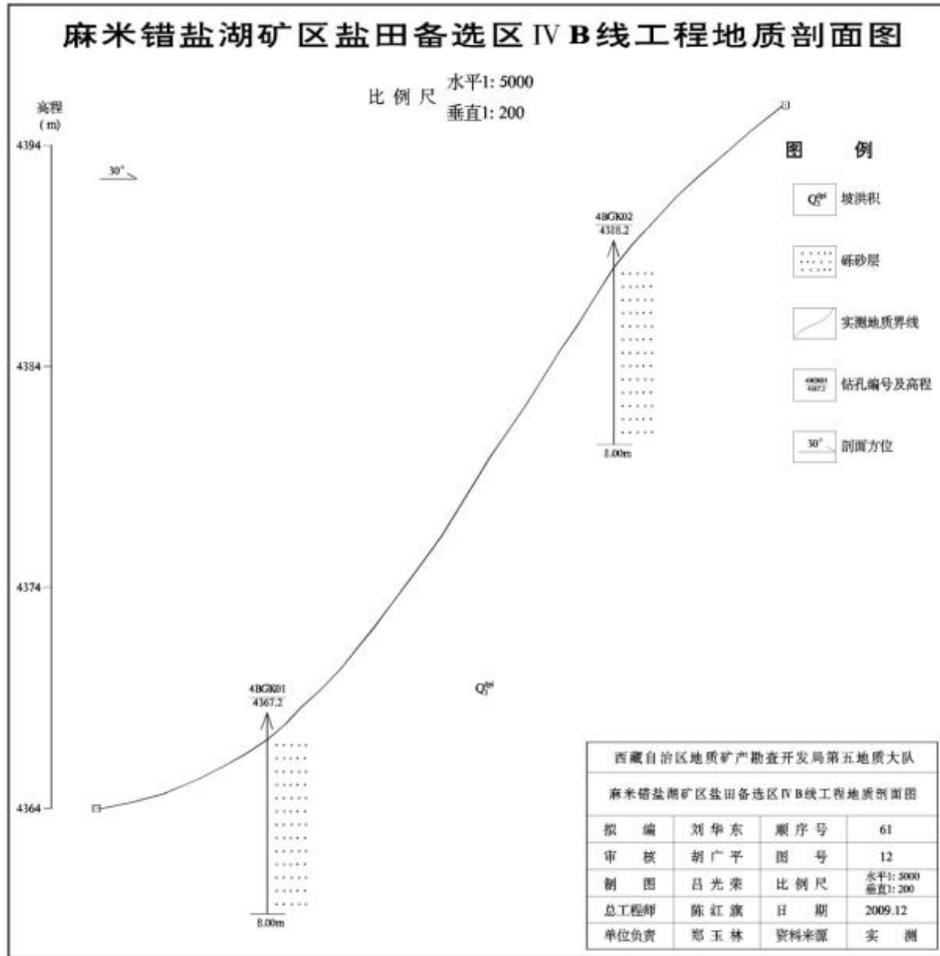


图 2-2-1 工程地质剖面图（拟建场地区域）（本项目无盐田）

### 3. 矿区环境地质条件

麻米错盐湖盆地为条件的环境特征，由山麓碎砾石土和湖积砂土组成，山麓地带碎砾石广布，夏季地表发育生长较稀疏高原草甸，在较低洼的湖积地带，即湖东侧一带，由于冬隆藏布河水的径流，土壤得到淡水湿润，夏季高原草甸发育较好；其余地带因地下水埋深加大，地形坡度大，植被发育生长较差，总体呈现荒漠景象。

矿区位于盆地中心地带，地势开阔、地形平缓，属于干旱气候区，降水较少，无工厂、农田、森林及旅游风景区，人类活动对环境的影响很小，地表水、地下水水质较好未受污染，基本处于原生状态；同时，矿区周围近期无地震历史，未见大型的山洪、泥石流、滑坡等地质灾害。

矿区环境地质条件的复杂程度应划分为简单类型。

#### 4. 开采技术条件小结

矿床地表卤水，随着气候环境变化，气温不断升高，虽然天然条件下湖面动态扩张，但都是地表卤水，容易监测。因此，该矿床的水文地质条件复杂程度属简单类型。

矿区内的主要岩土类型为砂砾、粉质粘土及石（复）盐层，虽然均属盐渍土，但粉质粘土防渗性能好，砂砾层承载力高，作为一般工业与民用建筑基础持力层。另外，矿区岩土为盐渍土，对混凝土、金属等建筑材料具有极强的腐蚀性，在工程建设时需做好防腐措施，矿区工程地质条件复杂程度属简单类型。

矿区无原生环境地质问题，矿石及废弃物不易分解出有害组分，采矿活动不会对附近环境和水体产生污染，矿区环境地质条件复杂程度属简单类型。

综上所述，根据现行规范并结合盐湖开发实际，矿区水文地质条件简单，工程地质条件简单，环境地质条件简单，主要矿体埋深浅、接近地表；矿体围岩主要为单一的石盐，力学强度高，裂隙、溶洞不发育，无不良构造，稳定性好，工程地质问题不突出，无原生环境地质问题，矿石及废弃物不易分解出有害组分，盐湖矿床采矿活动不形成对附近环境和水体的污染，矿区开采技术条件勘查类型属开采技术条件简单的矿床 I 类。

#### 2.2.6 设计利用资源量

本项目开采对象为液态卤水锂矿及液态卤水中所蕴含的硼矿，根据麻米措盐湖矿区矿产资源储量评审意见书（藏矿储评字[2011]44 号），本方案设计利用资源量见下表 2-2-8。

表 2-2-8 设计利用资源量计算表

矿石类型	液体矿	液体矿
项目	LiCl	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
平均含量 mg/L	5683.04	1865.71
资源量万 t	250.11	82.1

## 2.2.7 矿产资源开发与综合利用

不同的盐湖化学类型，具有不同的盐类矿物组合，具有一定的成矿专属性。麻米错盐湖属于硫酸镁亚类，在卤水中目前属于低矿化度（矿化度平均为 134.10g/L）盐湖卤水。在盐类平衡体系在盐类平衡体系  $\text{Na}^+ (\text{K}^+)$ 、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}-\text{H}_2\text{O}$  五元体系介稳相图中、位于相图的中部软钾镁矾相区，表现出了矿区盐湖卤水虽经历了漫长上万年的浓缩变质，目前卤水仍为低矿化度（未高度浓缩）特征。固体硼矿（硼镁石、钠硼解石）在湖北西角湖滨地带的大量沉积追溯也有 4000 年以上的历史了。

矿区固液矿床是相互依存的关系。当卤水浓缩到饱和、过饱和时，首先是在矿化浓缩较好的湖北西角湖滨地带析出软钾镁矾、石盐等盐类固体；卤水进一步浓缩、且卤水中硼含量达到一定浓度时，硼酸盐才有可能析出形成固体矿。当丰水年淡水补给量大于排泄量时又溶解软钾镁矾、石盐，未溶解完的固体矿，在泥砂的覆盖或下次盐类结晶层之下保存下来，形成固体矿。这种作用反复进行，各次的淡化浓缩强弱不同，各个地段浓缩淡化又有差别。对于目前已形成的钠硼解石和硼镁石矿，属于难溶-不溶于水的矿物，湖水淡化对矿物没明显影响。麻米措固液相的转换极其复杂，受到物化等众多因素的影响制约。

由于盐湖类固体锂矿的加工技术以及卤水资源中其它有益元素的开发利用研究正在进行当中，国内外尚无成熟经验和参考资料，即目前对固体矿如硼矿、镁矿和卤水中其它有益元素如氯化钾、石盐等，因为运输成本和加工成本问题很难利用，但由于生产过程中尾卤全部返回盐湖循环使用，资源没有任何浪费。

本次方案设计麻米错盐湖矿区的一期工程为开采液态卤水锂矿，同时开发生产工艺中副产的富硼卤水；矿区的其他矿种（如钾盐、铷、铯资源）的开采为麻米错盐湖矿区的二期或三期工程。

## 2.3 工程建设方案概况

### 2.3.1 建设规模和产品方案

#### 1. 矿山建设规模

##### 1) 矿山工作制度的确定

根据详查报告，本方案确定的开采对象为盐湖类液态卤水矿，矿山工作制度参照采矿工艺同时结合麻米错盐湖矿区气候、气象等相关资料，考虑到1~3月气候因素对矿区生产、生活不利，方案设计每年生产月份为4~11月，年工作日数为240d，卤水提锂采用连续工作制，每日3班，每班8小时，其他部门上常日班，每班8小时，矿山其他辅助系统均按主系统安排其相应的工作制度。

##### 2) 矿山建设规模的确定

最终确定本方案初选建设规模方案为：年利用湖水3185.28万m<sup>3</sup>，年生产5万吨碳酸锂，待一期项目建成投产后，再择机建设二期项目扩建至10万吨规模。

#### 2. 产品方案

本项目以麻米错盐湖卤水为原料，采用连续吸附法工艺+膜法除杂浓缩工艺+一步法沉锂工艺，得到电池级碳酸锂产品；同时，利用除杂工艺中废水回收硼元素，副产硼砂。未来条件和技术成熟后，还可考虑对原料卤水中的其它资源进行富集，实现综合利用。

表 2-3-1 项目产品方案

序号	项目	产量	产品质量要求
1	电池级碳酸锂	50000 吨/年	参考执行标准《颗粒技术盐湖卤水电池级碳酸锂 T/CSP 4-2018》
2	工业级硼砂	17000 吨/年	执行标准《工业十水合四硼酸二钠 GB/T 537-2009》

本项目的实施对于加快盐湖资源综合利用，实现盐湖地区循环经济和可持续发展将起到积极的作用。

### 3. 产品质量

生产电池级碳酸锂的方法按原料可分为矿石法和盐湖法，原来的电池级碳酸锂标准有色金属行业标准 YS/T582-2006 主要是针对矿石法生产碳酸锂产品。为指导合理利用资源，调整产品结构，满足市场需要等，修编后的 YS/T582-2013 标准从锂电池的安全性能和耐腐蚀性等方面，调整了对  $Fe^{3+}$ 、 $Cl^-$  的要求，同时结合国内客户对电池级碳酸锂的质量诉求，并结合生成企业的实际，调整了 Mg、Si、Pb、Ni、Mn、Zn、Al 等含量。

表 2-3-2 化学成分（YS/T582-2013）

Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 不小于%	杂质含量，不大于（质量分数） / %						
	Na	Mg	Ca	K	Fe	Zn	Cu
99.5	0.025	0.008	0.005	0.001	0.001	0.0003	0.003
	杂质含量，不大于（质量分数） / %						
	Pb	Si	Al	Mn	Ni	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
	0.0003	0.003	0.001	0.0003	0.001	0.08	0.003
产品外观	呈白色粉末状，目视无可见杂物						
磁性物质	产品中磁性物质的量 ≤ 0.0003%						
水分	产品中水分含量 ≤ 0.25%						
粒度	d <sub>10</sub> ≥ 1μm, 3μm ≤ d <sub>50</sub> ≤ 8 μm, 9μm ≤ d <sub>90</sub> ≤ 15 μm						

中国盐湖碳酸锂生产是从 2008 年才实现普遍工业化量产，投产之后即面对残酷的市场竞争，需要集中精力去大幅度降低盐湖碳酸锂制造成本。盐湖区域的恶劣环境，盐湖卤水的组分复杂，工业条件极度缺乏，加之前期碳酸锂的持续低价，盐湖碳酸锂的产品长期维持在工业级水平，随着锂电池需求井喷式增涨，盐湖电池级碳酸锂关键指标已经落后，需要针对性的解决关键技术问题，提升盐湖碳酸锂产品品质，以符合下游锂电池行业的品质需求。

国内盐湖卤水的高镁高钠高氯根特性，造成碳酸锂产品中关键指标中 Na、Cl、Mg 的偏高。根据电池行业的产品具体要求，相关电池材料行业专家共同编写了《卤水电池级碳酸锂-DB63/T1113-2012》标准，严格控制盐湖电池级碳酸锂的关键指标，该标准由青海省质量技术监督部门组织专家评定并正式发布，指标如下：

表 2-3-3 化学成分 (DB63/T1113-2012)

Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 不小于%	杂质含量, 不大于 (质量分数) / %						
	Na	Mg	Ca	K	Fe	Zn	Cu
99.6	0.05	0.015	0.005	0.002	0.0005	0.001	0.001
	杂质含量, 不大于 (质量分数) / %						
	Pb	Si	Al	Mn	Ni	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015	0.02

表 2-3-4 部分理化参数 (DB63/T1113-2012)

粒径	D <sub>50</sub> (um)	2~8
密度	振实密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.5~1.0
	堆积密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.4~0.5
烧失量	500℃	≦0.6%
水分	110℃	≦0.6%
酸不溶物	盐酸 (10~20%)	≦0.6%
白度	蓝光白度 (%)	≧95

由中国颗粒学会发布的《颗粒技术 盐湖卤水 电池级碳酸锂》团体标准 T/CSP-2018。该标准由青海东台吉乃尔锂资源股份有限公司起草, 北大先行科技产业有限公司、江西赣锋锂业股份有限公司、天津巴莫科技股份有限公司、青海锂业有限公司、北京市理化分析测试中心参编。

表 2-3-5 化学成分 (T/CSP-2018)

Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 主含量%	杂质含量, 不大于 (质量分数) / %							
	Ca	Mg	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Na	K	Cl <sup>-</sup>	Fe
99.60	0.020	0.010	0.025	0.015	0.030	0.002	0.020	0.0005
	杂质含量, 不大于 (质量分数) / %							
	Si	Cu	Pb	Ni	Mn	Zn	Al	Cd
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001

表 2-3-6 部分理化参数 (T/CSP-2018)

检测项目	单位	控制技术指标
外观	D <sub>50</sub> (um)	白色粉末, 具有流动性, 无肉眼可视夹杂物, 无团聚, 色泽一致
粒径	D <sub>min</sub>	D <sub>min</sub> ≧0.1
	D <sub>10</sub>	D <sub>10</sub> ≧6
	D <sub>50</sub>	D <sub>50</sub> 22~45

	$D_{90}$	$D_{90}$	$\leq 100$
	$D_{max}$	$D_{max}$	$\leq 0800$
密度	$g/cm^3$	松散密度	0.8~1.1
烧失量	%	500℃	$\leq 0.6\%$
水分	%	110℃	$\leq 0.2\%$
酸不溶物	%	盐酸中	$\leq 0.01\%$
白度	%	蓝光白度	$\geq 95$
磁性物含量	ppb	M. I.	$\leq 500$

新标准中增加了磁性物质的检测，对钠含量等技术指标进行了调整，并删除了不适宜的条款。该新标准的发布，对盐湖碳酸锂企业依据标准进行生产销售，提高碳酸锂产品质量，提升企业市场竞争力，促进锂离子电池产业健康发展具有十分重要的意义。

本项目生产电池级碳酸锂产品，主要质量指标暂定参考上述最新指标。同时根据下游客户质量要求，提高以下指标：钠：250ppm，氯：150ppm，硼：20ppm，磁性物质：100ppm。

### 2.3.2 矿床开采方式

#### 1. 开采技术条件简述

设计范围内盐湖卤水位于麻米措盆地最低洼地段（现代湖泊区），现代湖泊在平面上呈似椭圆状，长轴长16~18km，宽5~7km，湖水深0~8.8m，液态矿产资源由富含硼、锂、钾等的湖表卤水和潜卤水矿组成。湖盆区一般由湖滨地带和湖积阶地构成，湖滨地带岩性以细碎屑岩类为主，上部呈细土带地貌景观，该地段地形平坦宽阔，根据详查报告对湖滨地带的工程勘查成果，湖泊西南湖滨地带发育较厚的粘土层，表层岩土的工程力学性质属简单类型，易于建设卤水泵站、管线以及加工车间。

#### 2. 矿床开采方式选择

本方案确定液态卤水矿开采方式确定为露天开采。

### 2.3.3 开拓运输方案及厂址选择

#### 1. 开拓运输方案

露天开采液态矿（卤水）的开拓方式国内主要有固定式泵站和移动式船载泵站两种。移动式船载泵站开采卤水机动灵活，但技术门槛较高，目前市场上没有标准规模的成型产品出售，只能非标设计并定制，设备采购、制作、供货周期长。同时，与固定式泵站相比，移动式船载泵站投资大，且输卤方式为“浮箱式管道”压力输送，能耗及生产成本低，管网移动频繁且十分复杂。

针对麻米错盐湖矿区地理位置偏远、基础设施薄弱、外部电源缺乏、大型设备难以投入生产运营的特殊性，本方案露天开采液态矿（卤水）选择为：固定式泵站抽卤、管道输卤的开拓运输系统。

## 2. 厂址选择及总图布置方案

麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目分为两个区域，分别为采矿部分和选矿部分。

其中采矿部分包括：取卤泵站、输卤管线。

选矿部分工艺装置和办公生活等配套设施均建设在选矿厂区域内，主要包含：预处理吸附装置，纳滤反渗透装置，双极膜电渗析装置，沉锂 MVR 装置（含硼砂），纯水装置，空压站，成品库房，综合楼，中央控制室/调度室，中央化验室，仓库及维修间，消防泵房，换热站，总变，装置变电所，装置机柜间，生活水处理等。

副产硼砂装置依托沉锂装置建设，建设在工艺装置主厂房内部。

## 3. 厂址选择

由于麻米错盐湖矿床位于西藏自治区阿里地区改则县境内，为盐湖卤水资源，如果生产运输卤水至较发达地区加工是不可能的，所以考虑矿山直接建在麻米错盐湖湖区，同时考虑到运输成本问题，选矿加工厂也一并建设。

本工程矿区生产加工厂布置在麻米错盐湖西北侧 J16 探矿拐点西北侧，靠近湖边位置，该区位置地势平坦，日照良好，设计标高为 4350m 左右，到盐湖湖岸直线距离 100m 左右。项目批复用地坐标范围（3561986.676、28455479.749，3561651.493、28456293.553，3561073.336、28455991.285，

3561318.367、28455385.464)。

取卤泵站靠近加工厂就近布置，距离约 1500 米。卤水通过管道送入选矿加工厂。回卤管线长约 3800 米，排入盐湖的北部，距取卤点 3000m 以外。

#### 4. 地震设防烈度

根据《中国地震烈度区划图》（1990 年国家地震局）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），西藏自治区改则县地震烈度属 7 度区，地震动峰值加速度分区 0.10g。本方案设计所有建设工程均按 7 度设防。

### 2.3.4 矿山机械

本方案设计为矿山资源开发的第一阶段，仅涉及液态卤水露天开采。涉及的矿山机械说明如下：

集卤管：集卤管为移动式管件，采用直径 1m 的钢管制作，采卤过程中将钢管并直立插入湖底，管件下端壁上凿有筛孔，确保采卤泵抽出的是盐湖底部较高品位的卤水，每台采卤泵配备 1 个钢管。

采卤泵：即原卤输出泵，按采卤规模、采卤工作制度、采卤泵纯作业时间（6~8h），本方案选用自吸泵（流量 3000m<sup>3</sup>/h、扬程 50m）3 台（2 台工作，1 台备用）。

### 2.3.5 防治水方案

矿区地表水除受大气降水和冰雪融水补给外，在流过程中还受到松散岩类孔隙水的侧向补给，最终以汇入麻米错盐湖及蒸发为主要径流和排泄方式。

矿区地下水主要为晶间卤水和孔隙卤水，矿区晶间卤水和孔隙卤水发育分布面积小，其晶间卤水与地表卤水（湖水）水力联系密切，受大气降水、地表径流的侧向补给。矿区周边地下水向湖盆中心最低洼地带-麻米错盐湖湖区径流汇集，湖区也是湖盆区域地下水径流的最终归属地。

麻米措湖盆四周的山麓地带，地形坡度一般在 2-10%之间，地下水主要以径流和侧向排泄为主要途径；在湖积湖滨地带，地形平坦，地下水水力

坡度不到 1%，地下水径流几乎接近停滞状态，大气蒸发为其排泄的主要途径；盐湖湖水的排泄以大气蒸发为主，侧向少量补给晶间卤水和孔隙卤水。

总体而言，矿区水文地质条件复杂程度为简单类型。

由于麻米错盐湖区属干旱或半干旱所区，年降水量小，且蒸发量较大，特别是盐湖区强烈的蒸发作用使盐湖区地表非常干涸，一般的降雨引发不了洪涝。对于选矿加工厂区域，通过地表明渠引导疏干排水，防止积水长时间汇集形成渗透，不会影响矿山安全生产，不会恶化矿山及厂区环境。

因此，本次方案设计采用明渠引导疏干方案，在矿区及加工厂厂区侧修筑明渠引导排水。

## 2.4 液态卤水露天开采

### 2.4.1 开采顺序

根据矿区总体规划，确定麻米错盐湖矿区一期工程为液态卤水锂矿的开采，副产硼砂，其他矿种资源（如固体硼矿、液体钾盐、铷、铯资源）纳入麻米错盐湖矿区二期或三期工程的开采内容，各时期具体的实施进度需根据企业的发展规划、后期的生产技术水平等因素确定。

本设计采矿对象确定为矿区范围内麻米错盐湖内全部卤水。开采顺序按先开采液体矿产，再开采固体矿产。

### 2.4.2 首采地段选择

麻米错盐湖卤水赋存在麻米措盆地最低洼区域，形成椭圆形的盐湖平面，盐湖面积 102.92km<sup>2</sup>，长轴北西—南东向，长 16~18km、宽 3~7km，盐湖卤水深 0~8.80m（盐湖中心地带深 6.0~8.80m）、平均 4.40m，一般湖水深 2.0~5.0m。根据麻米错盐湖矿区卤水的赋存状态、规模大小等因素，本设计采矿对象确定为矿区范围内麻米错盐湖内全部卤水。

根据麻米错盐湖矿区资源利用总体规划，液态卤水浓度在盐湖中东低西高的实际，本方案设计选择液态卤水开采的取卤点位于湖区西北侧区域，

具体的取卤点见区域位置图，取卤点坐标（X 3559842.500，Y 28455122.500）。

### 2.4.3 卤水开拓运输

#### 1. 开拓运输方式

针对麻米错盐湖卤水开采，本方案选择的开拓运输方式：固定式泵站抽卤、管道输卤。即：在湖区西北侧建设栈桥，延伸至水深 3m 以上区域，在栈桥上设置固定式泵站，由采卤泵直接抽取卤水，卤水通过输卤管道送至选矿加工场内生产装置。

#### 2. 采卤规模及设备设施

##### 1) 采卤工作制度

采卤工作制度与选矿厂内工作制度相同：年工作小时 5760h，3 班连续运转。

##### 2) 采卤规模

根据麻米错盐湖卤水平衡（卤水量、盐量）计算，为使在矿山服务年限内保持生产的稳定性和持续性，选择了一期工程年加工生产 5 万 t 锂盐的规模，根据相关的试验数据，并结合该卤水为低矿化度特征、提锂工艺以及矿区卤水水池建设面积控制指标等因素，最终确定该生产规模下需要年采集盐湖卤水的规模为 3185.28 万 m<sup>3</sup>，根据原卤输出泵规格为 5530m<sup>3</sup>/h，连续采输卤。

##### 3) 采卤输卤设备设施

采卤井：采卤井设置为移动式 U 型钢管井，采用直径 1m 的钢管制作，采卤过程中将钢管井直立插入湖底，钢管井下端壁上凿有筛孔，确保采卤泵抽出的是盐湖底部较高品位的卤水，每台采卤泵配备 1 个钢管井。

采卤泵：即原卤输出泵，按采卤规模、采卤工作制度、采卤泵纯作业时间（6~8h），本方案选用自吸泵（流量 3000m<sup>3</sup>/h、扬程 50m）3 台（2 台工作，1 台备用）。输卤管线使用两根管道并列铺设，输卤管道规格为 DN800，地表开挖浅沟铺设，使用厚壁 PE 管制作。

#### 4) 长观站

麻米错盐湖卤水资源的开发是一个动态过程，湖泊经日晒大量的水份被蒸发，卤水浓度处于经常性变化过程。因此，建设单位在矿区设立长观站，配置专职人员定时、多点、分项目（矿区气候气象、盐湖卤水浓度温度性质、淡水补给量及盐量等）等进行观测、取样、化验并分析研究，摸索适合于麻米错盐湖生产的技术指导数据。

#### 5) 盐湖后期采卤作业

由于麻米错盐湖湖水每年的补给量大于蒸发量，湖水水位将呈现缓慢上升的趋势，加之矿山生产建设，盐湖湖水中锂浓度将逐步降低，锂离子在湖水中的分布可能发生变化，后期取卤泵站采出的湖水锂浓度可能达不到提锂要求，因此在矿山建设后期需根据实际情况，选择锂浓度较高的湖水区域建设新的取卤泵站。

### 3. 导卤与导卤泵站

卤水提锂工程中各个工艺环节之间的卤水管线相互联系，各级工作环节间的输卤需要水泵及配套的管网设施来完成，各卤水提锂系统卤水走水流程简述如下：

(1) 盐湖（湖水）→过滤器→预处理纳滤系统→产水储罐（预处理纳滤产水）→纯水系统→吸附系统→顶料液→盐湖（回注）；

(2) 纯水罐（纯水、加热）→吸附系统→解析→合格液罐（解析液）→合格液纳滤反渗透系统→电渗析系统→除钙镁离子系统→MVR 系统→离子交换除硼系统→（过滤、加热）→沉锂系统→母液回收系统→产水储罐（预处理纳滤产水）；

卤水提锂工程中各系统设导卤水泵 47 台，具体数量如下：

过滤器→预处理纳滤系统；需设一级纳滤进水泵 8 台，泵规格（ $Q=800\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ， $P=185\text{kW}$ ）卧式混流泵（7 开 1 备）；

产水储罐（预处理纳滤产水）→吸附系统；需设卤水进料泵 12 台，泵规格（ $Q=650\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=40\text{m}$ ， $P=132\text{kW}$ ）卧式混流泵（8 开 4 备）；

合格液罐（解析液）→合格液纳滤反渗透系统；设合格液外送泵 3 台，

泵规格（ $Q=1500\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $P=132\text{kW}$ ）卧式混流泵（2 开 1 备）；

纯水罐（纯水、加热）→吸附系统；设纯水外送泵 5 台，泵规格（ $Q=600\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ， $P=132\text{kW}$ ）卧式混流泵（4 开 1 备）；

合格液纳滤反渗透系统→电渗析系统；设 ED 进料泵 2 台，泵规格（ $Q=300\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $P=55\text{kW}$ ）卧式混流泵（1 开 1 备）；

电渗析系统→除钙镁离交系统；设除钙镁原料泵 2 台，泵规格（ $Q=265\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $P=55\text{kW}$ ）卧式混流泵（1 开 1 备）；

除钙镁离交系统→MVR 系统；设 MVR 进料泵 4 台，泵规格（ $Q=80\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $P=18.5\text{kW}$ ）卧式混流泵（3 开 1 备）；

MVR 系统→离交除硼系统；设 MVR 出料泵 4 台，泵规格（ $Q=55\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $P=15\text{kW}$ ）卧式混流泵（3 开 1 备）

离交除硼系统→（过滤、加热）→沉锂系统；设离交除硼产水泵 2 台，泵规格（ $Q=9\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $P=11\text{kW}$ ）卧式混流泵（1 开 1 备）；

沉锂系统→母液回收系统；设母液输送泵 3 台，泵规格（ $Q=40\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $P=11\text{kW}$ ）卧式混流泵（2 开 1 备）；

母液回收系统→产水储罐（预处理纳滤产水）；设滤液输送泵 2 台，泵规格（ $Q=120\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ， $P=30\text{kW}$ ）卧式混流泵（1 开 1 备）。

## 2.4.4 选矿加工工艺

2.4.4.1 全厂总的工艺流程如下图：

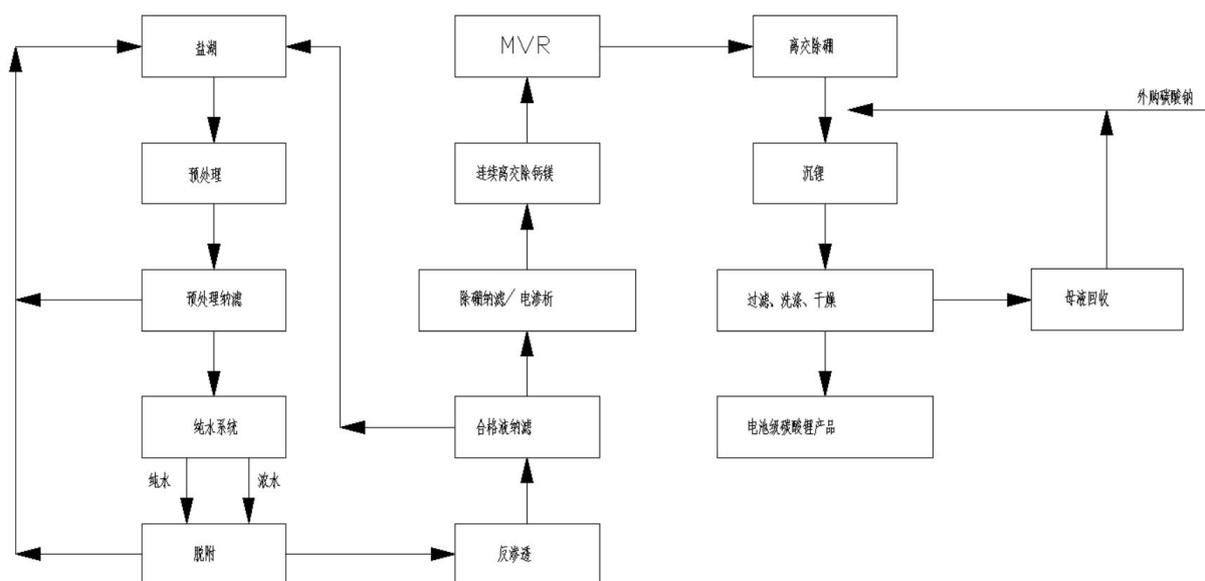


图 2-4-1 全厂总的工艺流程如上图

#### 2.4.4.2 工艺流程

根据卤水提锂试验报告及其提锂工艺，麻米错盐湖卤水提锂主要涉及预处理、预处理纳滤、纯水系统、吸附、合格液纳滤反渗透、电渗析除硼、离交除钙镁、MVR、离交除硼、沉锂、母液回收等步骤，工艺流程简述如下：

- A. 把麻米错盐湖卤水经泵抽取到预处理进行过滤；
- B. 将过滤后湖水送预处理纳滤去除硫酸根及大部分钙镁；
- C. 将去除硫酸根的湖水送至纯水系统浓缩，产出纯水作为全厂用水，浓缩后湖水送至吸附；
- D. 用热水送吸附进行解析；
- E. 解析后合格液送合格液纳滤反渗透进行除杂浓缩；
- F. 使用电渗析除硼并进一步浓缩；
- G. 除硼浓缩后浓水通过离交去除钙镁；
- H. 除钙镁卤水通过 MVR 进行蒸发浓缩；
- I. 蒸缩后卤水使用树脂离交精除硼；
- J. 精除硼后卤水进行沉锂反应得到碳酸锂料浆；
- K. 料浆进行过滤、洗涤、干燥得到碳酸锂产品；
- L. 过滤洗涤母液进行回收；

#### M. 回收除硼卤水制硼砂。

本方案设计年产 5 万 t 的碳酸锂其具体的生产工艺流程详述如下：

将麻米错盐湖卤水通过水泵提升至预处理，使用多介质过滤器、精密过滤器进行过滤，去除卤水中所含的悬浮物、水藻等杂质。年抽取卤水量约 3185.28 万 m<sup>3</sup>。

过滤后卤水送到预处理纳滤，卤水通过纳滤膜后可去除大部分的钙镁及硫酸根、碳酸根等二价离子，降低后续吸附工序的除杂负荷纳滤浓水返回盐湖。产水送下游纯水系统进行浓缩，浓缩后进入吸附装置，浓缩过程的副产淡水送全厂系统用于淡水水源。

吸附装置使用连续移动床 60 套，单套移动床上设吸附塔 30 台，串并联结合配置。通过流量计和调节阀对卤水进行精确控制，保证吸附操作高效进行。

为了能够实现树脂单元自动高效的运作，把吸附柱单元放到一个转盘上，通过转盘的转动来实现切换，而物料通过一个自动旋转分配法控制，把吸附塔分成吸附、解析、淋洗、料顶水功能区域，当自动旋转分配阀转运至相应工艺功能位置时，吸附柱执行相应的工艺过程，这样可以实现每个过程独立进行，而整体工艺连续运行。盐湖卤水在吸附塔进行锂的常温吸附。吸附塔装填锂吸附剂，通过调节阀来调整流量，卤水从吸附塔顶部进入，穿过吸附剂床层，卤水中锂离子被吸附剂吸附。卤水尾液经过尾液过滤器后外排至盐湖。吸附饱和的塔进入淋洗工序，淋洗工序采用 3-6 塔串联方式，使用解析工序产出的不合格液进行淋洗，将吸附存留的卤水顶出，其中卤水外排过程中会掺杂部分淡水。经过淋洗后的吸附塔进入解析工序，解析工序使用 35-40℃ 的工艺水一定流速通过塔内分布器均匀流入吸附塔内，将吸附树脂内的锂解析出来，得到所需解析液。解析液含有锂离子浓度约 1.0-1.2 g/L，解析液作为原料送入下游除杂浓缩装置。吸附塔经过彻底解析后，塔内淡水使用卤水从底部顶出，回收至解析水罐，为保证回收淡水的杂质含量较低，此部分淡水无法全部回收，吸附塔内会残存部分淡水。经过顶水后的吸附塔进入吸附工序重新吸附，完成整个循环。吸

附工序、淋洗工序、解析工序、料顶水循环交替，实现提锂过程，达到卤水提锂除杂的目的。

吸附工序得到的合格解析液通过泵送到合格液纳滤反渗透装置进行除杂浓缩。首先通过 3 级反渗透，将合格液浓缩至锂含量 8g/L 左右；然后再经过 2 级纳滤膜处理，以去除卤水中的钙镁及硫酸根等二价离子。经过纳滤膜处理后的卤水钙镁、硫酸根离子含量降低到 10 ppm 以下。

将经过前端工序处理，钙镁含量低于 10ppm 的卤水送入电渗析除硼阶段。在电渗析系统将锂浓缩至约 15g/L，硼含量低于 500ppm，送下一步工序。

电渗析系统浓水需要采用连续离交方式进一步深度除钙镁。连续离交工艺将树脂饱和容量作为工作容量，相比穿透容量增加两倍效率。一塔运行，一塔保护，一塔再生，工序循环进行。酸碱再生周期为一周。

深度除钙镁后的卤水送蒸发浓缩装置，进一步蒸发浓缩。蒸发浓缩装置内配置 3 个系列的 MVR 蒸发浓缩系统，在本系统内将卤水浓缩至锂含量 30g/L 以上。

经蒸发浓缩的富锂卤水需要进一步除硼以确保碳酸锂产品的品质，通过离交除硼装置来实现对硼的深度脱除。完成深度脱硼的富锂液加入精制纯碱溶液进行沉淀即可得到碳酸锂料浆，料浆经过过滤、洗涤、干燥即可分离出电池级碳酸锂产品。洗涤过滤母液中含有较多的锂和碳酸根，送母液回收装置处理。

母液回收装置，首先使用专用除碳酸根纳滤膜将母液中的碳酸根回收，以节约外购纯碱量。回收后碳酸根的产水再使用双极膜装置进行电解，回收锂的同时副产酸碱，用于生产过程中调节 pH 值。

副产硼砂装置，位于纳滤装置中，使用电渗析和离交除硼外排废水为原料。首先反渗透浓缩，加碱调节 pH 值至 10 形成四硼酸钠并继续浓缩，浓水返回至除硼装置，产水去至提锂工序回收淡水。反渗透高硼浓水进一步蒸发浓缩，使得硼含量达到 30 g/L。浓缩后进行冷结晶即可得到硼砂。

## 2.4.5 全厂物料平衡

### 1. 进出水浓度

#### 1) 进出水浓度

本开发方案设计进出水分别有以下关键控制点，相关控制点进出水浓度见下表：

表 2-4-1 主要控制点进出口水量及水质

	水量	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	B	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
	m <sup>3</sup> /h	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
原湖卤水	5530	780.00	32447.12	6016.16	232.44	3601.56	450	56112.21	13098.01	341.22	156.70
进纯水系统卤水	3300	780	18000	2000	54	150	450	33837	68	341.22	10
进吸附卤水	2454	1049	24210	2690	73	202	605	45511	91	458	13
出吸附解析液	2144	1000	260	40	20	20	160	4527	0	0	0
回盐湖吸附余液	2990	144	19000	2000	46	150	382	30287	75	420	13
出预处理纳滤浓水	2230	780	40881	9000	481	8432	450	77129	31465	341.22	377.6
出合格液纳滤浓水	310	150	250	50	300	300	160	2612	0	0	0

#### 2) 进出水量平衡

排水分别来自于预处理纳滤排水、二段纳滤排水以及脱附液排水，各股卤水汇总中和后外排，总外排卤水综合水质组成如下：

表 2-4-2 综合外排脱锂卤水水质

	水量	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
	m <sup>3</sup> /h	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
合并外排生产卤水	5530	485	20800	6000	208	3020	1552.15	66200	11640	341.6	156.7

由上表可知，矿山总排水量=吸附余液+预处理纳滤浓水+合格液纳滤浓水合计水量 2990+2230+310=5530m<sup>3</sup>/h，矿山总取水量=盐湖卤水 5530m<sup>3</sup>/h，总进出水量平衡。

### 2. 盐湖卤水平衡计算

#### 1) 盐湖淡水补给量

根据详查报告提供的原始地质资料，麻米错盐湖淡水补给量为 2.281×

$10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，其中：地表水补给量  $1.710 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、大气降水补给量  $1.903 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$ 、地下水补给量  $3.806 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

本项目年需淡水总量 487.3 万  $\text{m}^3$ ，淡水来自工艺过程中原料湖水浓缩副产淡水，不依托外部水源。

本项目所自制淡水进入生产系统后最终随卤水一起返回盐湖，故此水平衡可不计算本项目用水对淡水补给的影响。

## 2) 盐湖自然蒸发排泄量

麻米措盐湖湖水的排泄方式是湖水蒸发和陆面蒸发，麻米措湖水面积为  $102.92 \text{ km}^2$ ，根据改则气象站 20cm 直径的蒸发器皿，测得多年平均蒸发度为 2354.5 mm，结合矿区的气候条件，实际蒸发量按气象站提供蒸发度的 75 % 计算较为合适，即实际年蒸发量为 1765.9 mm，计算的湖水蒸发量为  $1.817 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、湖滨地带陆面蒸发量为  $3.807 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$ ，总蒸发量  $2.198 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

## 3) 提锂工程卤水消耗量

根据盐湖卤水提锂各工段进出水平衡分析可知，年抽取卤水共计 3185.28 万  $\text{m}^3$ ，年外排卤水量为 3185.28 万  $\text{m}^3$ ，总进出水平衡。

本项目取的卤水进入生产过程中，经过纳滤、吸附的脱锂卤水全部回至盐湖中，其他溶液均在整个系统内循环。本项目提锂工程不建设盐田，蒸发浓缩装置使用 MVR 工艺，蒸发的凝液回收利用，提锂工程不会造成水的额外消耗。

因此，本方案中抽取的盐湖卤水量 3185.28 万  $\text{m}^3$  与返回盐湖系统的卤水平衡，计算卤水平衡时可不考虑提锂工程卤水消耗。

## 4) 生产期盐湖卤水动态平衡

根据上述盐湖淡水补给量、盐湖自然蒸发量及提锂工程卤水消耗量计算，盐湖卤水变化量 = 补给量 - 蒸发量 - 消耗量 =  $2.281 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a} - 2.198 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a} = 8.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ，即盐湖卤水补水略大于消耗量。

# 3. 盐湖卤水锂量动态计算

## 1) 盐湖原卤含锂量

根据详查报告可知麻米错盐湖卤水体积总量为 43400 万 m<sup>3</sup>，由《西藏麻米措卤水提锂工艺试验报告》中原卤各元素浓度见下表，其中锂离子含量为 0.78g/L，即可得到麻米错盐湖湖水含锂总量为 33.852 万 t。

表 2-4-3 原卤组成

主要化学组成										
Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	总盐
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	g/L
780.0	32447.1	6016.1	232.4	3601.5	1552.1	56112.2	13098.0	341.2	156.7	114.3
0	2	6	4	6	5	1	1	2	0	4

2) 盐湖淡水补给带入锂量

根据详查报告提供的原始地质资料，麻米错盐湖总盐量不断聚集的主要来源，是在补给水量的同时带入了大量的盐类物质，其中就包括金属锂元素。

淡水补给分为地表水补给、大气降水补给和地下水补给三个部分，淡水资源补给总量为 2.281×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>/a。其中：地表水补给麻米措盐量见下表，每年地表水补给湖水 1.71×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>，带入锂元素含量为 1.11mg/L；大气降水补给麻米措盐量见下表，每年大气降水补给湖水 1.903×10<sup>7</sup>m<sup>3</sup>，带入锂元素含量为 0；地下水补给麻米措盐量见下表，每年地下水补给湖水 3.806×10<sup>7</sup>m<sup>3</sup>，带入锂元素含量为 1.02mg/L。因此，通过初步计算，折合换算成质量，盐湖淡水补给所带入的锂金属量为 0.023 万 t/a。

表 2-4-4 地表水补给麻米措盐量表

冬隆藏布矿物元素平均含量							
阳离子 (mg/L)							PH
K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Li <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	
7.57	57.5	12.68	40.26	1.11	0.11	0.16	
阴离子 (mg/L)							矿化度 (mg/L)
Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>			
38.32	53.07	183.16	4.5	11.54			
年补给麻米错盐湖矿物元素量 (t/a)							
K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Li <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	补给水量
1294.47	9832.5	2168.28	6884.46	189.81	18.81	27.36	1.710×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> /a

年补给麻米错盐湖矿物量 (t/a)						
KCl	LiCl	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cs <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>		总盐量
2468.5	1159.45	1973.33	18.81	27.36		61382.16

表 2-4-5 大气降水补给麻米措盐量表

年补给麻米错盐湖矿物元素量 (t/a)					
K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Li <sup>+</sup>	BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	雨水补给量
127.12	50.44	40.91			1.903×10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> /a
年补给麻米错盐湖矿物量 (t/a)					
KCl	LiCl	BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		矿化度 (g/)	总盐量 (t/a)
242.42	0.00	0.00		0.017	323.51

表 2-4-6 地下水补给麻米措盐量表

冬隆藏布矿物元素平均含量					
阳离子 (mg/L)					
K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Li <sup>+</sup>	PH
9.69	80.70	35.14	18.66	1.02	7.76
阴离子 (mg/L)					矿化度 (g/L)
Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.42
56.23	98.71	190.36	5.17	7.30	
年补给麻米错盐湖矿物元素量 (t/a)					
K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Li <sup>+</sup>	地下水补给水量
369.19	3074.67	1337.31	278.13	38.86	3.81×10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> /a
年补给麻米错盐湖矿物量 (t/a)					
KCl	LiCl	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			总盐量
704.05	237.43	278.13			16002.00

### 3) 卤水生产耗锂量

卤水生产耗锂量即为产锂量，为盐湖消耗的部分。本方案设计每年抽取盐湖卤水为 3185.28 万 m<sup>3</sup>，根据提锂工艺，制造过程中将吸附母液、纳滤浓水（即脱锂卤水）回注于盐湖，最终生产出 5 万吨碳酸锂。由于该生产过程中的脱锂卤水排回盐湖中，其中相应的锂元素也回归至盐湖，系统中循环的其他溶液由于总量较小其耗锂量可忽略不计，因此生产出的最终产品锂混盐中所含锂金属量即与湖水中减少的锂金属量大致相等。本方案最终产品中碳酸锂含量为 99.6%，按年生产规模 5 万吨测算，卤水提锂工程年耗锂量约为 0.942 万 t。

### 4) 盐湖卤水盐量动态指标分析

由于盐湖锂量变化是一个动态的过程，随着每年淡水补给、盐湖蒸发，

以及生产过程中锂量的减少，每年盐湖锂元素的浓度也在变化。通过粗略计算，麻米错盐湖卤水提锂工程生产的耗锂量及卤水锂量变化情况见下表，随着卤水提锂工程生产的不断进行，麻米错盐湖卤水含锂金属量每年按梯度减少，按 5a 为计算单位，湖水中剩余金属锂量第 1 个 5a 末为 29.256 万 t，依次为 24.660 万 t、20.065 万 t、15.469 万 t、10.873 万 t、6.277 万、1.681 万 t。

从湖水剩余锂量方面分析：第 1 个 5a 末的近似为第 6 个 5a 末的 7 倍；从盐湖卤水浓度方面分析：生产阶段平均每年锂浓度降低 0.029g/L 左右，生产第 1~3a 锂浓度在 0.7g/L 以上，第 4~6a 锂浓度为 0.6~0.7g/L，生产第 7~10a 锂浓度为 0.5~0.6g/L，第 11~14a 锂浓度为 0.4~0.5g/L，第 15~18a 锂浓度为 0.3~0.4g/L，第 19~24a 锂浓度为 0.2~0.3g/L，第 25~30a 锂浓度为 0.1~0.2g/L，第 31~34a 锂浓度为 0.05~0.1g/L。

表2-4-7 麻米错盐湖卤水提锂工程生产的耗锂量及卤水锂量变化情况

生产年份	年前盐湖原始卤水量			淡水补给量		蒸发量		提锂工程抽卤量			脱卤水补给量			产品含锂量		年末盐湖剩余卤水量		
	总量 万 m <sup>3</sup>	锂量 万 t	锂浓度 g/L	总量 万 m <sup>3</sup>	锂量 万 t	总量 万 m <sup>3</sup>	锂量 万 t	总量 万 m <sup>3</sup>	锂量 万 t	锂浓度 g/L	总量 万 m <sup>3</sup>	锂量 万 t	锂浓度 g/L	总量 万 t	锂量 万 t	总量 万 m <sup>3</sup>	锂量 万 t	锂浓度 g/L
原卤	43400	33.852	0.780													43400	33.852	0.780
第01年	43400	33.852	0.780	22810	0.023	21980	0.000	3185.28	2.485	0.780	3185.28	1.542	0.484	5.0	0.942	44230	32.933	0.745
第02年	44230	32.933	0.745	22810	0.023	21980	0.000	3336.77	2.485	0.745	3336.77	1.542	0.462	5.0	0.942	45060	32.014	0.710
第03年	45060	32.014	0.710	22810	0.023	21980	0.000	3496.99	2.485	0.710	3496.99	1.542	0.441	5.0	0.942	45890	31.095	0.678
第04年	45890	31.095	0.678	22810	0.023	21980	0.000	3666.68	2.485	0.678	3666.68	1.542	0.421	5.0	0.942	46720	30.175	0.646
第05年	46720	30.175	0.646	22810	0.023	21980	0.000	3846.71	2.485	0.646	3846.71	1.542	0.401	5.0	0.942	47550	29.256	0.615
第06年	47550	29.256	0.615	22810	0.023	21980	0.000	4038.05	2.485	0.615	4038.05	1.542	0.382	5.0	0.942	48380	28.337	0.586
第07年	48380	28.337	0.586	22810	0.023	21980	0.000	4241.80	2.485	0.586	4241.80	1.542	0.364	5.0	0.942	49210	27.418	0.557
第08年	49210	27.418	0.557	22810	0.023	21980	0.000	4459.22	2.485	0.557	4459.22	1.542	0.346	5.0	0.942	50040	26.499	0.530
第09年	50040	26.499	0.530	22810	0.023	21980	0.000	4691.72	2.485	0.530	4691.72	1.542	0.329	5.0	0.942	50870	25.580	0.503
第10年	50870	25.580	0.503	22810	0.023	21980	0.000	4940.92	2.485	0.503	4940.92	1.542	0.312	5.0	0.942	51700	24.660	0.477
第11年	51700	24.660	0.477	22810	0.023	21980	0.000	5208.71	2.485	0.477	5208.71	1.542	0.296	5.0	0.942	52530	23.741	0.452
第12年	52530	23.741	0.452	22810	0.023	21980	0.000	5497.22	2.485	0.452	5497.22	1.542	0.281	5.0	0.942	53360	22.822	0.428
第13年	53360	22.822	0.428	22810	0.023	21980	0.000	5808.98	2.485	0.428	5808.98	1.542	0.266	5.0	0.942	54190	21.903	0.404
第14年	54190	21.903	0.404	22810	0.023	21980	0.000	6146.91	2.485	0.404	6146.91	1.542	0.251	5.0	0.942	55020	20.984	0.381
第15年	55020	20.984	0.381	22810	0.023	21980	0.000	6514.44	2.485	0.381	6514.44	1.542	0.237	5.0	0.942	55850	20.065	0.359

第 16 年	55850	20.065	0.359	22810	0.023	21980	0.000	6915.64	2.485	0.359	6915.64	1.542	0.223	5.0	0.942	56680	19.145	0.338
第 17 年	56680	19.145	0.338	22810	0.023	21980	0.000	7355.37	2.485	0.338	7355.37	1.542	0.210	5.0	0.942	57510	18.226	0.317
第 18 年	57510	18.226	0.317	22810	0.023	21980	0.000	7839.44	2.485	0.317	7839.44	1.542	0.197	5.0	0.942	58340	17.307	0.297
第 19 年	58340	17.307	0.297	22810	0.023	21980	0.000	8374.94	2.485	0.297	8374.94	1.542	0.184	5.0	0.942	59170	16.388	0.277
第 20 年	59170	16.388	0.277	22810	0.023	21980	0.000	8970.50	2.485	0.277	8970.50	1.542	0.172	5.0	0.942	60000	15.469	0.258
第 21 年	60000	15.469	0.258	22810	0.023	21980	0.000	9636.84	2.485	0.258	9636.84	1.542	0.160	5.0	0.942	60830	14.550	0.239
第 22 年	60830	14.550	0.239	22810	0.023	21980	0.000	10387.38	2.485	0.239	10387.38	1.542	0.148	5.0	0.942	61660	13.630	0.221
第 23 年	61660	13.630	0.221	22810	0.023	21980	0.000	11239.13	2.485	0.221	11239.13	1.542	0.137	5.0	0.942	62490	12.711	0.203
第 24 年	62490	12.711	0.203	22810	0.023	21980	0.000	12214.07	2.485	0.203	12214.07	1.542	0.126	5.0	0.942	63320	11.792	0.186
第 25 年	63320	11.792	0.186	22810	0.023	21980	0.000	13341.00	2.485	0.186	13341.00	1.542	0.116	5.0	0.942	64150	10.873	0.169
第 26 年	64150	10.873	0.169	22810	0.023	21980	0.000	14658.46	2.485	0.169	14658.46	1.542	0.105	5.0	0.942	64980	9.954	0.153
第 27 年	64980	9.954	0.153	22810	0.023	21980	0.000	16219.24	2.485	0.153	16219.24	1.542	0.095	5.0	0.942	65810	9.035	0.137
第 28 年	65810	9.035	0.137	22810	0.023	21980	0.000	18097.60	2.485	0.137	18097.60	1.542	0.085	5.0	0.942	66640	8.115	0.122
第 29 年	66640	8.115	0.122	22810	0.023	21980	0.000	20401.44	2.485	0.122	20401.44	1.542	0.076	5.0	0.942	67470	7.196	0.107
第 30 年	67470	7.196	0.107	22810	0.023	21980	0.000	23293.81	2.485	0.107	23293.81	1.542	0.066	5.0	0.942	68300	6.277	0.092
第 31 年	68300	6.277	0.092	22810	0.023	21980	0.000	37914.01	3.485	0.092	37914.01	1.542	0.041	5.0	0.942	69130	5.358	0.078
第 32 年	69130	5.358	0.078	22810	0.023	21980	0.000	57860.22	4.485	0.078	57860.22	1.542	0.027	5.0	0.942	69960	4.439	0.063
第 33 年	69960	4.439	0.063	22810	0.023	21980	0.000	86441.08	5.485	0.063	86441.08	1.542	0.018	5.0	0.942	70790	3.520	0.050
第 34 年	70790	3.520	0.050	22810	0.023	21980	0.000	130421.47	6.485	0.050	130421.47	1.542	0.012	5.0	0.942	71620	2.600	0.036
第 35 年	71620	2.600	0.036	22810	0.023	21980	0.000	206130.62	7.485	0.036	206130.62	1.542	0.007	5.0	0.942	72450	1.681	0.023

## 2.4.6 生产能力和服务年限

### 1. 设计生产能力

方案设计规划矿山总生产能力为 10 万吨碳酸锂；一期工程设计生产能力为 5 万吨碳酸锂，年抽取卤水规模为 3185.28 万 m<sup>3</sup>。

### 2. 矿山服务年限测算

综合分析，盐湖卤水提锂的露天开采服务年限为 33a，考虑到提锂车间工程建设规模较大，需要 2 年的基建期，故本设计矿山总服务年限为 35a，即：基建期 2a、生产期 33a。

### 3. 采、选技术指标

采矿回采率：液体锂矿的采矿损失主要在于将盐湖卤水抽采并输送至选矿加工厂作业过程中的产生的漏损，损失不大且漏损均返回盐湖，故此设计不考虑漏损，即采矿回采率为 100%。

采矿贫化率：盐湖卤水矿锂元素的贫化是因淡水补给和提锂工程造成的，由于盐湖卤水始终处于一个动态的变化过程，再加上矿山生产而加剧了这种变化，本方案按设计服务年限内卤水提锂量及逐年浓度的关系，计算的平均贫化率为 2.75%（湖水淡化率）。

选矿回收率：根据盐湖卤水提锂生产各类锂量数据，通过吸附和纳滤反渗透等工序除杂后，最终沉锂车间每年得到最终产品金属锂精矿量为 0.942 万 t，排回盐湖中的脱锂卤水属于未回收利用的卤水，其锂元素含量为 1.542 万 t，年抽取湖水中锂金属量为 2.485 万 t，由此计算该卤水提锂工艺的选矿回收率（单程）约为 37.91%。

综合来看，由于未回收的锂元素主要随吸附尾液等外排卤水返回盐湖，后续继续循环利用，未损失；实际锂损失仅在生产过程中的跑冒滴漏及硼砂产品中的少量锂杂质。本项目卤水提锂工艺的选矿回收率（综合）为 99.9%。

## 2.4.7 尾水

### 1. 尾水基础资料

1) 尾水名称：脱锂卤水（即吸附母液）；

- 2) 尾水产量：年产量为 3185.28 万 m<sup>3</sup>，回注盐湖；
- 3) 尾水产率：100%；
- 4) 尾水浓度：锂含量为 0.1~0.5g/L；
- 5) 尾水比重：1.05~1.15t/m<sup>3</sup>。

## 2. 尾水性质

根据业主方提供的《麻米措卤水提锂实验报告》，外排返回盐湖的尾水（脱锂卤水）中主要离子的含量，综合外排脱锂卤水水质，尾水中不含有机污染物。

尾卤通过管道外排至盐湖，管道为 DN1200 厚壁 PE 管 1 根，沿地表铺设至盐湖边缘，回湖点远离取卤点 3 公里以上以避免影响取卤品位，回湖点坐标（X 3559640.000，Y 28458430.000）。

为减小尾卤回湖对于盐湖生态环境影响，尾卤返回盐湖前进行换热，使用板换与原卤换热以回收尾卤余热，并将尾卤温度降至与环境温度接近。

## 2.4.8 主要设备选择

本项目主要设备选型及规格见下表：

表 2-4-8 主要设备规格清单

序号	设备名称	数量	单位	规格型号/主要参数	备注
一	采卤				
1	采卤泵	3	台	流量：3000m <sup>3</sup> /h，扬程50m，叶轮材质316L，介质卤水，密度 1.1g/cm <sup>3</sup> ，功率 185kW	2用1备
二	吸附车间				
1	连续床装置	60	套	3085#连续离交设备，包含1800个吸附塔	包含吸附塔
2	一级解析泵	12	台	流量：400m <sup>3</sup> /h，扬程40m，高原变频电机，介质密度1g/cm <sup>3</sup>	一台泵供应5套系统
3	水顶料解析泵	60	台	流量：60m <sup>3</sup> /h，扬程40m，高原变频电机，介质密度1.1g/cm <sup>3</sup>	单台供应单套
4	料顶水泵	15	台	流量：160m <sup>3</sup> /h，扬程40m，高原变频电机，介质密度1.1g/cm <sup>3</sup>	单台供应四套

5	卤水进料泵	12	台	流量：650m <sup>3</sup> /h，扬程40m，高原变频电机，介质密度1.1g/cm <sup>3</sup>	单台供应五套
6	合格液外送泵	3	台	流量：1500m <sup>3</sup> /h，扬程20m，高原变频电机，介质密度1g/cm <sup>3</sup>	两用一备
7	尾液返湖输送泵	3	台	流量：1500m <sup>3</sup> /h，扬程20m，高原变频电机，介质密度1.1g/cm <sup>3</sup>	输送距离5km
8	解析水罐	1	个	1000立方，玻璃钢	
9	合格液水罐	1	个	1000立方，玻璃钢	
10	缓冲水罐	60	个	10立方，玻璃钢	
11	合格液过滤器	60	台	通量80m <sup>3</sup> /h，过滤精度0.2mm	
12	料顶水过滤器	60	台	通量40m <sup>3</sup> /h，过滤精度0.2mm	
13	卤水尾液过滤器	30	台	通量300m <sup>3</sup> /h，过滤精度0.2mm	两套装置共用一台过滤器
三	<b>卤水预处理工段</b>				
(一)	<b>一级V型滤池</b>				
1	V型滤池配套设备	16	套	1138×617mm（滤板建议整体浇筑，预埋滤头）	
2	石英砂	1500	立方	粒径0.4~0.6mm	
3	石英砂	150	立方	粒径2~4mm	
4	一级反冲洗水泵	3	台	Q=500m <sup>3</sup> /h，H=20m，P=45kW	
5	一级污泥输送泵	2	台	Q=400m <sup>3</sup> /h，H=50m，P=90kW	
6	一级潜水搅拌机(推流器)	1	台	P=7.5kW	
7	一级罗茨风机	3	台	Q=39m <sup>3</sup> /min，风压0.05MPa，P=55kW	
(二)	<b>二级V型滤池</b>				
1	滤板模板	16	个	1138x617mm（滤板建议整体浇筑，预埋滤头）	
2	石英砂	1500	立方	粒径0.9~1.2mm	
3	石英砂	150	立方	粒径2~4mm	
4	二级反冲洗水泵	6	台	Q=500m <sup>3</sup> /h，H=20m，P=45kW	

5	二级污泥输送泵	2	台	Q=400m <sup>3</sup> /h, H=50m, P=90kW	
6	二级潜水搅拌机(推流器)	1	台	P=7.5kW	
7	二级罗茨风机	4	台	Q=39m <sup>3</sup> /min, 风压0.05MPa, P=55kW	
8	二级V型滤池进水泵	5	台	Q=1500m <sup>3</sup> /h, H=20m, P=132kW	
9	絮凝剂溶解罐	2	个	5m <sup>3</sup>	
10	絮凝剂计量箱	1	个	20m <sup>3</sup>	
11	絮凝剂计量泵	4	台	0~200L/h 0.35MPa 0.25kW/380V	
(三)	<b>预处理纳滤</b>				
1	一级纳滤进水泵	8	台	800m <sup>3</sup> /h 50m 185kW	
2	一级纳滤保安过滤器	4	台	1 μm 1500m <sup>3</sup> /h 大通量滤芯50支	
3	一级纳滤高压泵	8	台	700m <sup>3</sup> /h 350m 1000kW	
4	一级纳滤装置	8	个	单台处理量459m <sup>3</sup> /h	
5	一级纳滤产水箱	1	个	1000m <sup>3</sup>	
6	二级纳滤进水泵	6	台	750m <sup>3</sup> /h 50m 160kW	
7	二级纳滤保安过滤器	3	台	1 μm 1500m <sup>3</sup> /h 大通量滤芯50支	
8	二级纳滤高压泵	7	台	530m <sup>3</sup> /h 270m 560kW 10kV	
9	二级纳滤装置	7	个	单台处理量472m <sup>3</sup> /h	
10	纳滤冲洗泵	1	台	800m <sup>3</sup> /h 35m 110kW	
11	纳滤冲洗保安过滤器	1	台	1 μm 800m <sup>3</sup> /h 大通量滤芯32支	
12	纳滤清洗罐	1	个	35m <sup>3</sup>	
13	纳滤清洗泵	1	台	800m <sup>3</sup> /h 40m 132kW	
14	纳滤清洗保安过滤器	1	台	1 μm 800m <sup>3</sup> /h 大通量滤芯32支	
(五)	<b>配套公用系统</b>				

1	盐酸加药装置	1	套		
2	一级纳滤进水酸计量泵	6	个	0~200L/h 0.35MPa 0.25kW/380V	
3	清洗酸计量泵	1	个	0~200L/h 0.35MPa 0.25kW/380V	
4	盐酸计量箱	1	个	20m <sup>3</sup>	
5	酸雾吸收器	1	个	φ700	
<b>四</b>	<b>反渗透纳滤工段</b>				
<b>(一)</b>	<b>浓缩反渗透单元</b>				
1	原料液箱	1	台	2000m <sup>3</sup> FRP	
2	浓缩反渗透进水泵	5	台	830m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
3	自清洗过滤器	8	台	50um, 420m <sup>3</sup> /h, 碳钢衬胶/2205	
4	浓缩反渗透保安过滤器	8	台	5um, 420m <sup>3</sup> /h, 碳钢衬胶/2205	
5	浓缩反渗透高压泵	24	台	138m <sup>3</sup> /h, 380m, 过流部件2205	
6	浓缩反渗透机架	12	台	处理水量276m <sup>3</sup> /h	
7	膜元件	2520	支	8040#反渗透膜	
8	膜壳	420	支	型号: 8040×6	
9	浓缩反渗透浓水箱	1	台	1000m <sup>3</sup> FRP	
10	浓缩反渗透产水箱	1	台	1000m <sup>3</sup> FRP	
<b>(二)</b>	<b>一段纳滤单元</b>				
1	一段纳滤进水泵	3	台	520m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
2	一段纳滤保安过滤器	2	台	5um, 560m <sup>3</sup> /h, 碳钢衬胶/2205	
3	一段纳滤高压泵	10	台	112m <sup>3</sup> /h, 360m, 过流部件2205	
4	一段纳滤机架	5	台	处理水量210m <sup>3</sup> /h	
5	膜元件	960	支	8040#纳滤膜	
6	膜壳	160	支	型号: 8040×6	

7	一段纳滤产水箱	1	台	500m <sup>3</sup> , FRP	
8	一段纳滤浓水箱	1	台	50m <sup>3</sup> , FRP	
(三)	<b>二段纳滤单元</b>				
1	二段纳滤进水泵	2	台	120m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
2	二段纳滤保安过滤器	1	台	5um, 120m <sup>3</sup> /h, 碳钢衬胶/2205	
3	二段纳滤高压泵	4	台	30m <sup>3</sup> /h, 380m, 过流部件2205	
4	二段纳滤机架	4	台	处理水量30m <sup>3</sup> /h, 碳钢衬胶/2205	
5	二段纳滤透析进水泵	3	台	240m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
6	二段纳滤透析高压泵	4	台	120m <sup>3</sup> /h, 380m, 过流部件2205	
7	二段纳滤透析保安过滤器	1	台	5um, 480m <sup>3</sup> /h, 碳钢衬胶/2205	
8	二段纳滤浓水箱	1	台	玻璃钢材质, 30m <sup>3</sup>	
9	二段纳滤浓水外送泵	2	台	50m <sup>3</sup> /h, 30m, 过流部件2205	
(四)	<b>一段反渗透单元</b>				
1	一段反渗透进水泵	3	台	450m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
2	冷却水泵	3	台	450m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
3	换热器	2	台	Q=450m <sup>3</sup> /h, 由35℃降至30℃, 冷媒为水, 由20℃升至25℃	
4	一段反渗透保安过滤器	2	台	5um, 450m <sup>3</sup> /h	
5	一段反渗透高压泵	12	台	75m <sup>3</sup> /h, 600m, 过流部件2205	
6	一段反渗透机架	6	台	处理水量150m <sup>3</sup> /h	
7	膜元件	1224	支	8040#反渗透膜	
8	膜壳	204	支	型号: 8040×5	
9	一段反渗透段间增压泵	6	台	84m <sup>3</sup> /h, 180m, 过流部件2205	
10	一段反渗透产水箱	1	台	玻璃钢, 1000m <sup>3</sup>	
11	一段反渗透浓水箱	1	台	玻璃钢, 200m <sup>3</sup>	

(五)	二段反渗透单元				
1	二段反渗透进水泵	3	台	320m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
2	二段反渗透保安过滤器	2	台	5um, 320m <sup>3</sup> /h	
3	二段反渗透高压泵	4	台	160m <sup>3</sup> /h, 250m, 过流部件2205	
4	二段反渗透机架	4	台	处理水量159m <sup>3</sup> /h	
5	膜元件	504	支	8040#反渗透膜	
6	膜壳	84	支	型号: 8040×6	
7	二段反渗透产水箱	1	台	玻璃钢, 1000m <sup>3</sup>	
(六)	三段反渗透单元				
1	三段反渗透进水泵	5	台	630m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
2	三段反渗透保安过滤器	8	台	5um, 315m <sup>3</sup> /h	
3	三段反渗透高压泵	20	台	125m <sup>3</sup> /h, 300m, 过流部件2205	
4	三段反渗透机架	10	台	处理水量250m <sup>3</sup> /h	
5	膜元件	2220	支	8040#反渗透膜	
6	膜壳	370	支	型号: 8040×6	
7	三段反渗透产水箱	1	台	玻璃钢 1000m <sup>3</sup>	
8	纯水外送泵	5	台	600m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
9	三段反渗透浓水箱	1	台	玻璃钢 100m <sup>3</sup>	
(七)	四段反渗透单元				
1	四段反渗透进水泵	2	台	136m <sup>3</sup> /h, 50m, 过流部件2205	
2	四段反渗透保安过滤器	1	台	5um, 136m <sup>3</sup> /h	
3	四段反渗透高压泵	1	台	136m <sup>3</sup> /h, 300m, 过流部件2205	
4	四段反渗透机架	1	台	处理水量136m <sup>3</sup> /h	
5	膜元件	90	支	8040#反渗透膜	
6	膜壳	15	支	型号: 8040×6	

7	四段反渗透浓水箱	1	台	玻璃钢, 50m <sup>3</sup>	
(八)	<b>辅助设备</b>				
1	加药装置	1	套		
2	酸加药装置	1	套	含计量箱、计量泵等	
3	酸雾吸收器	1	台		
4	碱加药装置	1	套	含计量箱、计量泵等	
5	化学清洗装置	2	套		
6	化学清洗水箱	2	台	10m <sup>3</sup> , 钢衬胶	
7	化学清洗保安过滤器	2	台	150m <sup>3</sup> /h, 5um	
8	化学清洗水泵	2	台	150m <sup>3</sup> /h, 30m	
9	顶料泵	2	台	150m <sup>3</sup> /h, 70m, 304材质	
10	压缩空气储罐	1	台	5m <sup>3</sup> , 1.0Mpa	
五	<b>电渗析</b>				
(一)	<b>电渗析膜组单元</b>				
1	电渗析膜堆	34	套	DW-4型, 膜对数: 1200对/套, AMVN/CMVN,	
2	阴离子交换膜	34	台套	均相膜, AMVN	
3	阳离子交换膜	34	台套	均相膜, CMVN	
4	隔板	34	台套	PP, 厚度0.75mm	
5	阳极电极板	34	台套	板状电极, 材质: 钛板镀铱	
6	阴极电极板	34	台套	板状电极, 材质: 钛板	
7	膜组架	34	台套	碳钢防腐	
8	锁紧装置	34	台套	液压锁紧	
9	直流电源 (一级一段)	20	台	DC700V * 400A, 强制空冷式	

10	直流电源（一级二段）	8	台	DC700V * 400A，强制空冷式	
11	直流电源（二级）	6	台	DC700V * 300A，强制空冷式	
12	ED进料泵	2	台	Q=300m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，45kW，变频控制	1用1备，变频
13	一级一段脱盐液循环泵	11	台	Q=520m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，90kW，变频控制	10用1备，变频
14	一级二段脱盐液循环泵	5	台	Q=520m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，90kW，变频控制	4用1备，变频
15	二级脱盐液循环泵	4	台	Q=520m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，90kW，变频控制	3用1备，变频
16	一级浓缩液循环泵	15	台	Q=570m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，90kW，变频控制	14用1备，变频
17	二级浓缩液循环泵	4	台	Q=570m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，90kW，变频控制	3用1备，变频
18	一级阴极液循环泵	11	台	Q=20m <sup>3</sup> /h，H=25m，过流材质：衬 氟，5.5kW，变频控制	10用1备，变频
19	二级阴极液循环泵	8	台	Q=20m <sup>3</sup> /h，H=25m，过流材质：衬 氟，5.5kW，变频控制	7用1备，变频
20	一级阳极液循环泵	11	台	Q=20m <sup>3</sup> /h，H=25m，过流材质：衬 氟，5.5kW，变频控制	10用1备，变频
21	二级阳极液循环泵	8	台	Q=20m <sup>3</sup> /h，H=25m，过流材质：衬 氟，5.5kW，变频控制	7用1备，变频
22	一级极液箱风机	2	台	Q=280m <sup>3</sup> /h，P=10 kPa，过流材质： 衬氟，11kW	
23	二级极液箱风机	1	台	Q=280m <sup>3</sup> /h，P=10 kPa，过流材质： 衬氟，11kW	
24	备用风机	1	台	Q=280m <sup>3</sup> /h，P=10 kPa，过流材质： 衬氟，11kW	
25	最终淡水外送泵	2	台	Q=160m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，22kW	1用1备
26	最终浓水外送泵	2	台	Q=120m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质： 衬氟，15kW	1用1备
27	回流浓水外送泵	2	台	Q=35m <sup>3</sup> /h，H=20m，过流材质：衬 氟，5.5kW	1用1备
28	原水保安过滤器	2	台	Q=300m <sup>3</sup> /h，过滤精度5微米	1用1备
29	阴极液过滤器	17	台	Q=20m <sup>3</sup> /h，过滤精度5微米	

30	阳极液过滤器	17	台	Q=20m <sup>3</sup> /h, 过滤精度5微米	
31	一级一段脱盐液循环箱	1	台	V=100m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
32	一级二段脱盐液循环箱	1	台	V=50m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
33	二级脱盐液循环箱	1	台	V=50m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
34	二级脱盐液溢流箱	1	台	V=50m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
35	一级浓缩液循环箱	1	台	V=150m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
36	二级浓缩液循环箱	1	台	V=50m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
37	一级浓缩液溢流箱	1	台	V=50m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢	
38	二级浓缩液溢流箱	1	台	V=20m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢或PE	
39	一级阴极液循环箱	2	台	V=20m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢或PE	1用1备
40	一级阳极液循环箱	2	台	V=20m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢或PE	1用1备
41	二级阴极液循环箱	2	台	V=20m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢或PE	1用1备
42	二级阳极液循环箱	2	台	V=20m <sup>3</sup> , 材质: 玻璃钢或PE	1用1备
(二)	<b>冷却循环水单元</b>				
1	一级换热用循环泵	4	台	Q=200m <sup>3</sup> /h, H=20m, 过流材质: 衬氟, 30kW	3用1备
2	二级换热用循环泵	2	台	Q=100m <sup>3</sup> /h, H=20m, 过流材质: 衬氟, 15kW	1用1备
3	一级1#换热器	1	台	热交换容量, 7560000kJ, 板式, 过流材质: Ti	
4	一级2#换热器	1	台	热交换容量, 7560000kJ, 板式, 过流材质: Ti	
5	一级3#换热器	1	台	热交换容量, 7560000kJ, 板式, 过流材质: Ti	
6	二级换热器	1	台	热交换容量, 2880000kJ, 板式, 过流材质: Ti	
(三)	<b>化学清洗单元</b>				
1	清洗水箱	2	台	V=10m <sup>3</sup> , PE	
2	清洗水泵	3	台	Q=230m <sup>3</sup> /h, H=20m, 过流材质: 衬氟, 30kW, 变频控制	2用1备, 变频

3	清洗过滤器	2	台	Q=230m <sup>3</sup> /h, 过滤精度5微米	
(四)	<b>加药单元</b>				
1	盐酸储罐	1	台	V=20m <sup>3</sup> , 玻璃钢, 介质: 2mol/L 盐酸 (约7.5%)	
2	加酸装置	1	套	碳钢防腐, 含撬内阀门、管道、Y型过滤器、背压阀、压力表等	
3	脱盐液箱加酸泵	5	台	Q=200L/H, 0.4MPa, 0.55kW, 机械隔膜泵, 变频控制	4用1备, 变频
4	阴极液箱加酸泵	3	台	Q=200L/H, 0.4MPa, 0.55kW, 机械隔膜泵, 变频控制	2用1备
5	清洗加酸泵	1	台	Q=200L/H, 0.4MPa, 0.55kW, 机械隔膜泵, 变频控制	与阴极液加酸泵共用备用泵
六	<b>MVR</b>				
1	降膜蒸发器	2	台	TA1/TA2, 换热面积: 1630m <sup>2</sup> 型号: EJ-φ2200/9000	
2	蒸馏水预热板换	2	台	TA1, 换热面积: 60m <sup>2</sup>	
3	浓缩液预热板换	2	台	TA1, 换热面积: 18m <sup>2</sup>	
4	不凝汽预热器	2	台	TA1, 换热面积: 10m <sup>2</sup>	
5	鲜蒸汽预热器	2	台	TA1, 换热面积: 60m <sup>2</sup>	
6	不凝汽冷凝板换	2	台	TA1, 换热面积: 10m <sup>2</sup>	
7	降膜分离器	2	台	TA2, 型号: SJ-φ4700/6000 总高: 9500mm, 容积: 130m <sup>3</sup>	
8	洗气塔	2	台	TA2, 型号: SX-φ2300/4700	
9	蒸馏水罐	2	台	316L, 型号: TZ-φ1900/2000 容积: 5.67m <sup>3</sup>	
10	原液罐	1	台	PPH, 容积: 80m <sup>3</sup>	
11	浓缩液罐	1	台	TA2, 容积: 100m <sup>3</sup>	
12	进料泵	4	台	TA2, 流量: 80m <sup>3</sup> /h, 扬程: 30m, 配电机功率: 18.5kW, 电压: 380V	
13	降膜循环泵1	4	台	TA2, 流量: 150m <sup>3</sup> /h, 扬程: 20m 配电机功率: 22kW, 电压: 380V	
14	降膜循环泵2	4	台	TA2, 流量: 150m <sup>3</sup> /h, 扬程: 20m 配电机功率: 22kW, 电压: 380V	

15	出料泵	4	台	TA2, 流量: 55m <sup>3</sup> /h, 杨程: 30m 配电机功率: 15kW, 电压: 380V	
16	洗气循环泵	4	台	TA2, 流量: 120m <sup>3</sup> /h, 杨程: 45m 配电机功率: 37kW, 电压: 380V	
17	蒸馏水泵	4	台	316L, 流量: 50m <sup>3</sup> /h, 杨程: 30m 配电机功率: 11kW, 电压: 380V	
18	积液泵 (负压泵)	4	台	316L, 流量: 4m <sup>3</sup> /h, 杨程: 20m 配电机功率: 2.2kW, 电压: 380V	
19	水环真空泵机组	4	台	过流部分: TA2, 抽气量: 750m <sup>3</sup> /h 配电机功率: 22kW, 电压: 380V 含冷却板换、水罐、阀门、仪表、 管道等	
20	压缩机	2	台	叶轮: TC4, 蜗壳: TA2 过气量: 35000kg/h, 进口温度: 75℃, 温升: 20℃	
21	压缩机电机	2	台	功率: 2000kW, 电压: 10kV	
22	压缩机变频器	2	台	功率: 2000kW, 电压: 10kV	
23	机封水罐	1	台	304, 机封循环水量: 10m <sup>3</sup> /h	
24	板换	1	台	304	
25	在线电导率仪	1	台		
26	机封水泵	2	台	304	
<b>七</b>	<b>树脂除硼系统</b>				
1	树脂柱	16	台	规格: DN1700*2000; 材质: 钢衬 胶板; 两层叠放平顶平底	
2	换热器	1	个	热侧: 75m <sup>3</sup> /h高锂母液; 温度: 85℃; 目标温度: 70℃; 冷侧: 循环水32~42℃; 面积约: 26m <sup>2</sup>	
3	换热器	1	个	热侧: 15m <sup>3</sup> /hMVR冷凝水; 温度: 80℃; 目标温度: 70℃; 冷侧: 循环水32~42℃; 面积约: 6m <sup>2</sup>	
4	树脂捕捉器	1	个	通量: 100m <sup>3</sup> /h; 材质: 钢衬胶板; 滤芯材质: 2205; 精度: 0.2m;	
5	袋式过滤器	1	个	通量: 60m <sup>3</sup> /h; 材质: PPH; 精度: 100um; 配套压力表、排气阀	
6	袋式过滤器	1	个	通量: 60m <sup>3</sup> /h; 材质: PPH; 精度: 100um; 配套压力表、排气阀	

7	袋式过滤器	1	个	流量: 60m <sup>3</sup> /h; 材质: PPH; 精度: 100um; 配套压力表、排气阀
8	管道混合器	1	个	主管流量: 88m <sup>3</sup> /h高锂母液; 温度: 70℃; 支管流量: 0.32m <sup>3</sup> /h32%液碱
9	缓冲罐	1	个	容积: 20m <sup>3</sup> ; 材质: 玻璃钢; 配套现场液位计;
10	缓冲罐	1	个	容积: 7m <sup>3</sup> ; 材质: 玻璃钢; 配套现场液位计;
11	缓冲罐	1	个	容积: 20m <sup>3</sup> ; 材质: 玻璃钢; 配套现场液位计;
12	缓冲罐	1	个	容积: 20m <sup>3</sup> ; 材质: 玻璃钢; 配套现场液位计;
13	缓冲罐	1	个	容积: 7m <sup>3</sup> ; 材质: 玻璃钢; 配套现场液位计;
14	离心泵	2	台	流量: 90m <sup>3</sup> /h; 扬程: 40m; 材质: 2205; 介质: 高锂母液; 温度70℃; 密度: 1200kg/m <sup>3</sup> ; 连接方式: HG/T20592-09B; PN10; 配套高原电机
15	离心泵	2		流量: 90m <sup>3</sup> /h; 扬程: 30m; 材质: 2205; 介质: 高锂母液; 温度70℃; 密度: 1200kg/m <sup>3</sup> ; 连接方式: HG/T20592-09B; PN10; 配套高原电机
16	离心泵	2		流量: 13m <sup>3</sup> /h; 扬程: 30m; 材质: 2205; 介质: 高锂母液; 温度70℃; 密度: 1200kg/m <sup>3</sup> ; 连接方式: HG/T20592-09B; PN10; 配套高原电机
17	离心泵	2		流量: 17m <sup>3</sup> /h; 扬程: 30m; 材质: 2205; 介质: MVR冷凝水; 温度: 70℃; 密度: 1000kg/m <sup>3</sup> ; 连接方式: HG/T20592-09B; PN10; 配套高原电机
18	离心泵	2		流量: 18m <sup>3</sup> /h; 扬程: 30m; 材质: 钢衬四氟; 介质: 回收水; 温度: 70℃; 密度: 1000kg/m <sup>3</sup> ; 连接方式: HG/T20592-09B; PN10; 配套高原电机

19	离心泵	2		流量：10m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：解析液；温度：70℃；密度：1100kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机	
20	离心泵	2		流量：10m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：解析液；温度：70℃；密度：1100kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机	
21	离心泵	2		流量：4m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：31%盐酸；温度：常温；密度：1150kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机，工频电机，变频器控制，配套电机需全部选用高原节能型电机，并从佳木斯、湘潭、安徽皖南、六安江淮中选择	
22	计量泵	2		型号：GM400；介质：32%液碱；材质：SS304；温度：常温；密度：1350kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机	
23	阀阵	1		包含工艺内所有气动球阀，材质：钢衬四氟，树脂柱工艺阀门撬装	
八	<b>树脂除钙镁</b>				
1	树脂罐	3	台	直径3.4m*2.4m，玻璃钢材质	
2	除钙镁原料泵	2	台	流量：265m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：含盐液；温度：70℃；密度：1100kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机	
3	除钙镁纯水泵	2	台	流量：40m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：脱盐水；温度：70℃；密度：1000kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机	
4	除钙镁盐酸泵	2	台	流量：10m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：盐酸；温度：70℃；密度：1000kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套	

				高原电机	
5	除钙镁进碱泵	2	台	流量：10m <sup>3</sup> /h；扬程：30m；材质：钢衬四氟；介质：液碱；温度：70℃；密度：1000kg/m <sup>3</sup> ；连接方式：HG/T20592-09B；PN10；配套高原电机	
6	除钙镁调碱计量泵	2	台	流量：1m <sup>3</sup> /h；扬程：30m。	
<b>九</b>	<b>沉锂工段</b>				
1	纯碱配置罐	4	台	直径4.8m，高4m，机械搅拌，316L材质	
2	纯碱精密过滤器	3	套	处理量80m <sup>3</sup> /h，过滤精度5um	
3	高锂母液罐	2	台	100m <sup>3</sup> 储罐，2205材质	
4	反应釜	6	台	直径2.6m，高度3m，机械搅拌，2205材质	
5	浓密机	3	台	浆料处理量50m <sup>3</sup> /h，材质2205	
6	浆料罐	3	台	直径2.6m，高度3.4m，机械搅拌，316L材质	
7	水洗罐	2	台	20m <sup>3</sup> 储罐，304材质	
8	滤液罐	1	台	250m <sup>3</sup> 储罐，316L材质	
9	离心机	12	台	固体料处理量900kg/h，材质316L	
10	输送皮带	6	条	输送量2.35t/h	
11	干燥机	6	台	处理干料量1.75t/h	
12	负压输送系统	6	套	输送量2t/h	
13	气流粉碎机	6	套	处理量1.75t/h，粒径要求D50 3-8um	
14	粉碎机用空压机	12	台	50Nm <sup>3</sup> /min，315kW	
15	包装机	3	套	处理量9t/h，单包一吨	
16	纯碱输送泵/循环泵	8	台	Q=30m <sup>3</sup> /h，H=50m，316L材质	
17	浓密机底流泵	6	台	浆料泵 Q=10m <sup>3</sup> /h，H=30m，316L材质	
18	离心机进料泵	4	台	浆料泵 Q=60m <sup>3</sup> /h，H=50m，316L材质	

19	热水泵	2	台	Q=60m <sup>3</sup> /h, H=20m, 316L材质	
20	离心机水洗泵	4	台	Q=30m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
21	高锂母液泵	4	台	Q=50m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
22	滤液输送泵	2	台	Q=120m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
23	机封水泵	2	台	Q=60m <sup>3</sup> /h, H=30m 304材质	
十	<b>膜法碳酸根回收装置</b>				
1	一级纳滤进水泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
2	一级纳滤高压泵	1	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
3	一级纳滤透析进水泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
4	二级纳滤进水泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
5	二级纳滤高压泵	1	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
6	二级纳滤产水泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
7	纳滤冲洗泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
8	纳滤清洗泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
9	清洗加酸计量泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
10	清洗加碱计量泵	2	台	Q=220m <sup>3</sup> /h, H=50m, 316L材质	
11	膜元件	468	个	8040#纳滤膜	
12	膜组架	2	套	处理量 220m <sup>3</sup> /h	
十一	<b>双极膜</b>				
1	盐水循环水箱	4	个	V=100m <sup>3</sup> FRP	
2	酸液循环水箱	4	个	V=100m <sup>3</sup> FRP	
3	碱液循环水箱	4	个	V=100m <sup>3</sup> FRP	
4	清洗水箱	2	个	V=10m <sup>3</sup> PE	
5	极水箱	2	个	V=40m <sup>3</sup> PE	
6	电渗析膜堆	40	套	Y-ABC-6-2IV/液压锁紧/全氟磺酸极膜/PP聚四氟隔板/进口涂层电极/全氟磺酸极膜, 高分子材料	
7	机架	8	套	防腐喷塑+格栅(含操作架)组合件	
8	盐水循环泵	10	台	Q=160m <sup>3</sup> /h, H=37m, 带变频软启动F46	

9	碱液循环泵	10	台	Q=160m <sup>3</sup> /h, H=37m, 带变频软启动F46	
10	酸液循环泵	10	台	Q=160m <sup>3</sup> /h, H=37m, 带变频软启动F46	
11	极水泵	10	台	Q=50m <sup>3</sup> /h, H=32m, 带变频软启动F46	
12	清洗水泵	2	台	Q=400m <sup>3</sup> /h, H=20m, 带变频软启动F46	
13	漩涡气泵1	2	台	风量1000m <sup>3</sup> /hFRP	
14	盐水换热器	8	台	30m <sup>2</sup> , 板式钛材	
15	碱液换热器	8	台	30m <sup>2</sup> , 板式钛材	
16	酸液换热器	8	台	30m <sup>2</sup> , 板式钛材	
17	极水换热器	8	台	9m <sup>2</sup> , 板式钛材	
<b>十二</b>	<b>公用工程</b>				
1	空压机	2	台	50Nm <sup>3</sup> /min, 315kW	
2	脱盐水泵	2	台	45kW, 流量500m <sup>3</sup> /h, 扬程30m	
3	生活给水泵	3	台	单台流量: 3m <sup>3</sup> /h功率7.5kW	两用一备
4	消防系统	1	套	按消防设计要求	
5	脱盐水罐	1	个	Φ25000mm, 容积3000m <sup>3</sup>	
6	原水罐	1	个	Φ25000mm, 容积3000m <sup>3</sup>	
7	地磅房	1	个	载重50t	
8	生活水处理系统	1	套	处理总量3m <sup>3</sup> /h, 出水标准按农田灌溉标准执行	
9	生产地板冲洗水处理系统	1	套	处理总量1m <sup>3</sup> /h, 出水标准按中水回用标准执行	
10	制氧设备	3	套	氧气产量120Nm <sup>3</sup> /h, 纯度: 90-94%, 氧气压力: 0.08Mpa	两用一备
<b>十三</b>	<b>纯水装置</b>				
1	预处理产水箱	5	台	V=600m <sup>3</sup>	
2	一级浓缩提升泵	10	台	Q=280m <sup>3</sup> /h, H=0.3MPa	
3	一级浓缩保安过滤器	10	台	Q=280m <sup>3</sup> /h	

4	一级浓缩高压泵	10	台	Q=168m <sup>3</sup> /h, H=7MPa	
5	一级浓缩增压泵	10	台	Q=112m <sup>3</sup> /h, H=0.6MPa	
6	一级浓缩装置组	10	套	Q <sub>产</sub> =168m <sup>3</sup> /h, 回收率60%,	
7	膜元件	2820	支		
8	膜壳	470	支	6芯(8寸), 1200psi	
9	能量回收装置	10	套		
10	一级反渗透产水箱	5	台	V=300m <sup>3</sup>	
11	二级浓缩提升泵	6	台	Q=280m <sup>3</sup> /h, H=0.3MPa	
12	二级浓缩保安过滤器	6	台	Q=280m <sup>3</sup> /h	
13	二级浓缩高压泵	6	台	Q=196m <sup>3</sup> /h, H=7.0MPa	
14	二级浓缩增压泵	6	台	Q=84m <sup>3</sup> /h, H=0.6MPa	
15	二级浓缩装置组	6	套	Q <sub>产</sub> =117.6m <sup>3</sup> /h, 回收率70%,	
16	膜元件	1752	支		
17	膜壳	292	支	6芯(8寸)	
18	能量回收装置	6	套		
19	二级反渗透产水箱	4	台	V=600m <sup>3</sup>	
20	高压反渗透提升泵	6	台	Q=211m <sup>3</sup> /h, H=0.3MPa	
21	高压反渗透保安过滤器	6	台	Q=211m <sup>3</sup> /h	
22	高压反渗透高压泵	6	台	Q=159m <sup>3</sup> /h, H=5.0MPa	
23	高压反渗透增压泵	6	台	Q=52m <sup>3</sup> /h, H=0.6MPa	
24	高压反渗透装置组	6	套	Q <sub>产</sub> =159m <sup>3</sup> /h, 回收率75%,	
25	能量回收装置	6	套		
26	高压反渗透产水箱	4	台	V=300m <sup>3</sup>	
27	中压反渗透提升泵	4	台	Q=239m <sup>3</sup> /h, H=0.3MPa	
28	中压反渗透保安过滤器	4	台	Q=239m <sup>3</sup> /h	
29	中压反渗透高压泵	4	台	Q=239m <sup>3</sup> /h, H=1.6MPa	
30	中压反渗透装置组	4	套	Q <sub>产</sub> =215m <sup>3</sup> /h, 回收率90%,	

31	膜元件	924	支		
32	膜壳	156	支	6芯（8寸）	
33	能量回收装置	4	套		
34	中压反渗透产水箱	4	台	V=300m <sup>3</sup>	

## 2.4.9 自控技术方案

本项目建设一套5万吨/年碳酸锂项目，包括配套的公用工程、辅助设施及其它工程。主要包括：取卤泵站，预处理吸附，纳滤反渗透，双极膜电渗析，沉锂MVR，成品仓库，原料仓库，综合楼，中央控制室，中央化验室，综合维修间，消防泵房，消防站，换热站，总变，装置变电所，装置机柜间，生活水处理等。自控设计内容涵盖工艺过程监控及涉及到的所有仪表和控制系统的的设计，包括主要过程参数的检测、监控和联锁系统的设计。本项目实施后，全厂生产装置、公用工程及辅助系统的自动控制达到目前同类型生产装置的先进水平。

根据生产装置流程特点、装置检测点和控制回路数量，结合西藏当地的人力资源状况，参考类似装置的自动化水平和发展趋势，本着“技术先进、经济合理、运行可靠、操作方便”的原则，本装置所选用的仪表及控制系统要满足安全可靠、技术先进和工艺过程的操作要求。项目建成后，全厂的自动化水平将达到同类化工装置的水平，实现工厂的集中控制、平稳操作、安全生产、统一管理。同时也要考虑智能工厂建设的相关设施，达到提高自动化水平、减轻劳动强度，降低生产成本，增强环境保护能力的要求，确保生产安全、稳定、长期高效运行。本项目的过程控制系统以分散型控制系统（以下简称“DCS”）为主，对于小型成套设备尽可能的纳入DCS控制。

### 1. 控制系统的选择

本项目的控制系统应选择技术先进、性能可靠、售后服务、技术支持良好和价格合理的产品。

（1）本项目各生产装置、公用工程及辅助设施的监视、控制采用分散型控制系统（DCS）为主、辅助小型成套设备的PLC系统完成，在中心控制

室进行集中操作和管理。

(2) 中心控制室的控制系统设置与全厂管理网的通信接口。

(3) 过程控制层能实时监控生产过程、公用工程、原料产成品进出厂、产品质量等。

过程控制层包括：

分散控制系统（DCS）

设备成套控制系统（PLC）

DCS 系统人机操作界面将监视其他控制系统的信息，如 PLC 等。

## 2. 控制系统（DCS）

DCS 系统完成各生产装置的基本过程控制、顺序控制、工艺生产操作级联锁和部分先进控制、操作、监视、管理等。

DCS 系统由各种过程控制站（I/O 单元、控制单元等）、操作员站、工程师操作站、辅助机柜，以及外围设备等组成。中心控制室设置工程师操作站用于组态维护、故障诊断等工作。中心控制室设公共的硬件平台及以太网接口用于连接全厂信息管理系统。

在工厂调试完成后，有 15%已经接好线的输入/输出（I/O）点作为备用；I/O 卡件槽座（位）的备用空间不少于 15%。

在工厂调试完成后，CPU 的负载仍有 50%的扩展能力；数据通信网络的负载最高达到 40%；电源单元的负载最多达到其能力的 50%；应用软件和通信系统有 30%的扩展能力；DCS 系统各局域网上的节点和 I/O 在工厂开车投产后，仍保留有 15%的扩展空间。

控制系统的设计将与工艺生产和业主管理的要求相结合，完全满足生产操作、过程控制、安全保护、仪表维护等基本功能。根据业主需要，还将配置先进控制与优化、设备诊断/预维护、仿真培训、生产管理及信息管理等设施。

## 3. 设备成套控制系统（PLC）

操作控制相对比较独立或特殊的大型专有工艺设备包的控制监视和设备保护功能可采用独立的设备成套控制系统。与 DCS 系统进行数据通信，操

作人员能够在 DCS 操作站上对设备的运行进行监视与操作。

设备成套的现场仪表设计原则上与主装置保持一致，现场控制盘的功能要尽量少。统一设备成套提供的 PLC 系统的制造商，以降低备品备件和维护的费用。

#### 4. 仪表选型

本项目现场仪表的选型原则遵循《自动化仪表选型设计规范》HG/T20507-2014。

##### (1) 一般原则

仪表选型本着技术先进、安全可靠、维修方便和经济合理的原则进行。本项目现场仪表采用的电子仪表，所有电子变送器应为智能型，输出信号 4-20mA 叠加 HART。智能变送器应具有宽量程比、高精度、快速响应时间和良好重复性的特点。所有智能变送器应配备一体化 LCD 指示表头。对于安装在爆炸环境区内的电子仪表其防爆标志应符合环境条件要求。

现场所有（含室内）的电子式仪表的外壳防护等级应不低于 IP65。

本项目建设地点处于高海拔、高寒地区，安装位置位于室外的仪表均需考虑低温的影响。选型时优先选择不需要伴热、节能更好的仪表，易冻介质的测量管线和仪表显示表头应根据需要采取伴热措施。

##### (2) 主要仪表选型

###### 1) 温度仪表

就地温度指示采用  $\Phi 100\text{mm}$  万向型双金属温度计。用于远传仪表的温度测量元件应采用铠装热电阻（Pt100）A 级或铠装热电偶（温度大于  $300^{\circ}\text{C}$ ）精度 I 级。调节、联锁的温度测量回路设置架装型温度变送器。测温元件和双金属温度计应安装在外套管内。

###### 2) 压力（差压）仪表

现场压力指示主要采用弹簧管就地压力表。对于腐蚀性、粘稠、含有固体颗粒的介质选用法兰型隔膜密封压力表，隔膜（膜片）材料最低为 316L，接液部件材质一般为 316SS，压力表外壳材质为不锈钢。泵出口或存在震动的场合选用耐震压力表。

本项目有部分压力表安装位置位于室外，需要考虑防冻，此类压力表应选用远传式隔膜压力（压差）变送器，毛细管填充液需根据环境温度和介质温度慎重选择。

压力变送器和差压变送器采用智能变送器，根据介质的具体特性可采用直接安装或隔膜密封型变送器。隔膜密封型变送器的毛细管填充液根据环境温度和介质温度选择，隔离膜片的材质通常为 316L，根据介质特性可考虑采用 H-C、钽等。

### 3) 流量仪表

对于易结晶、含固、腐蚀性、易粘堵的导电液体的流量测量采用电磁流量计；对于蒸汽、气体、脱盐水等洁净介质的流量测量原则上使用漩涡流量计，特殊情况下可考虑采用标准孔板或喷嘴+差压变送器；需要就地流量显示的，选用金属转子流量计。对于特殊介质或有高精度要求的流量检测可考虑选用质量流量计。

流量计应避免安装在可能出现脉动流的管线位置，应尽量远离脉动流的产生源（如调节阀、泵出口等）。如果安装位置靠近压缩机、泵、混合器时，考虑在流量计上游设置整流器。

本项目各类流量仪表安装位置均在室内，一般无需考虑防冻。如有特殊情况，应采取伴热和保温措施。

各装置进出物料管线设置计量仪表，便于生产管理控制。

### 4) 液位仪表

对于罐、槽及设备的液位测量，一般选用雷达液位计。不适用雷达液位计测量的场合采用隔膜远传液位（差压）变送器，物位的高低位点式测量，选用音叉开关，液体测量采用叉式，固体测量采用振棒式，具体视介质特性而定。

室外的水池/水槽等，液位可采用远传法兰液位变送器或选用超声波液位计，液位计应与设备一起保温或伴热。

### 5) 控制阀

阀门的执行机构应采用气动型。阀体材质选择原则不低于工艺管道材

质，对于含 Cl<sup>-</sup> 腐蚀性的介质选用双相钢材质的控制阀。阀门执行机构、定位器、电磁阀、阀位反馈、阀位开关、手轮等阀门附件随控制阀配套。

阀门填料应主要采用 PTFE 或石墨复合填料。PTFE 允许使用温度不超过 180℃。

执行机构膜片材料应采用加强尼龙或 Buna N。需要更大的作用力时，应采用活塞气缸式执行机构。

有故障安全位置要求的控制阀的执行机构采用弹簧复位单作用形式。当采用此形式导致执行机构的尺寸过大时，双作用执行机构配应急气源罐的形式也可以作为替代方式。手轮优先采用侧装形式。

电磁阀电源等级优先采用 24VDC。

控制阀的阀门限位开关应采用接近型（NAMUR），并带接线盒。

控制阀气路管阀件原则上均采用不锈钢材质。

用于调节阀联锁的电磁阀（2 位 3 通）直接连接在气动执行机构气路管线上，不采用气控阀间接连接方式。

调节阀的阀型选择主要有单座阀、套筒阀、蝶阀和角阀等。

切断阀的阀门口径原则上与工艺管道一致，在满足工况使用的条件下，切断阀的阀型选择主要采用球阀、蝶阀或 Globe 阀。

## 5. 控制室设置

按照本项目的实际情况，全厂采用的控制系统操作方式为：设置中心控制室（CCR）作为装置的操作中心，对相关的主生产装置进行集中操作和管理，中心控制室包含机柜室和操作室，同时根据生产管理要求及总图布置在装置区域设置现场机柜室或现场控制室。

考虑到当地环境相对恶劣，对操作人员的绩效存在较大产生影响，因此必须解决与控制系统人机相关的环境问题。在中心控制室中，这些环境因素至少包括照明、湿度、温度、振动和噪声等。同时还需要考虑轮班工作，实时操作以及为适应高原环境而需使用的专用设备或专用功能区域，优化工作条件，以确保安全，不损害健康和提高控制室操作员效率。

### （1）中心控制室（CCR）设置原则

中心控制室的位置选择在非爆炸、无火灾危险的区域，考虑火灾防护措施、疏散通道。中心控制室包括操作室、机柜室、工程师室、空调机室、不间断电源装置(UPS)室、备件室等。中心控制室的初步面积约为 1000 m<sup>2</sup>。

### (2) 现场机柜室 (FAR) 设置原则

现场机柜室靠近相关的工艺装置和系统单元，用于系统调试、装置开/停车、日常维护和非正常情况下的生产操作，同时布置机柜室、工程师室、UPS 室和空调机室等房间。纳滤及 MVR 区域设置现场机柜室。

### (3) 就地控制室设置原则

根据装置操作要求必须设置就地控制室的装置，控制室可设在装置区内。就地控制室内的控制系统可能是中心控制室 DCS 系统的一部分，也可能是单独设立的其他控制系统。成品包装单元设置现场控制室。

为保障控制室内设备安全运行、改善操作人员的操作条件，控制室采用空调，以保持一定的温度和湿度。

控制室照明以人工照明为主，操作室的照度为 300lx, 机柜室的照度为 500lx。同时控制室还设置事故应急照明，其操作面照度不小于 100lx。

机柜室地面上架设高约 300mm 的防静电活动地板；控制室设双向弹簧门，且采用非燃烧型；顶部采用吊顶，室内净高约为 3.2m。

## 6. 仪表的供电和供气

### (1) 仪表电源

控制系统供电由电气专业提供 UPS+市电各一路。

UPS 电源要求：220VAC 50Hz，蓄电池容量保证电源故障时持续 30 分钟供电，切换时间≤5ms。

中心控制室用电量约为 20kVA，现场机柜室用电量共约为 60kVA。

### (2) 仪表气源

仪表气源符合如下要求：

正常操作压力：0.6~0.8MPa (G) (进入界区处)。

露点温度：-40℃ (操作压力下)。

油含量小于 1ppm、含尘粒径不大于 3 μm，含尘量小于 1mg/m<sup>3</sup>、不含有

腐蚀及有毒气体。

仪表空气贮罐容量按空压机故障时能确保最低空气压力为 0.5MPa, 保持时间不低于 15 分钟的容量。

全厂稳态仪表耗气总量约为 1000Nm<sup>3</sup> /h。

## 7. 安全技术措施

### (1) 仪表电源及气源

仪表电源采用 UPS 电源, 电池备用时间为 30 分钟。

设置仪表空气储罐, 确保保持时间不低于 15 分钟的容量。

### (2) 传感器和执行单元

传感器和执行单元的选型原则为故障安全型, 即开关类检测仪表带电工作, 正常时接点闭合; 控制阀故障(气源、电源、信号故障)位置和响应时间的选择满足工艺单元的安全要求。

### (3) 分散型控制系统(DCS)

本装置基本过程控制采用 DCS, DCS 的控制站具有冗余容错技术, CPU 单元、电源单元、通讯单元和重要的 I/O 卡件等采用冗余配置, 以提高 DCS 系统的可靠性和可用性。

### (4) 信号报警系统

为保证装置的正常生产和操作, 对有关过程参数越限和设备状态异常均以声、光形式提醒操作人员。信号报警系统在 DCS 中实现, 报警信息包括报警优先级、报警参数当前值、报警设定值、报警时间、文字描述及其它信息, 并存贮在系统中。联锁系统为故障安全型(正常时接点闭合, 联锁时接点断开)。

### (6) 所有仪表信号电缆均为阻燃、带铜丝编制屏蔽层的电缆。

(7) 控制系统与电气 MCC 之间的信号往来, 均需信号隔离; 来自电气 MCC 动设备的运行状态信号(DI), 以及控制动设备至 MCC 的控制信号(DO), 进出过程控制系统均需经过中间继电器; 与电气专业连接的模拟信号(AI/AO)采用隔离器隔离。另外可根据总图布置情况, 在电气配电室设置远传 I/O。

(8) 仪表选型充分考虑了防冻、防火、防水、防尘等防护措施。

(9) 合理设置仪表接地系统。现场及中心控制室内的用电仪表、用电设备、仪表盘(台)、控制系统机柜和接线箱的金属外壳进行安全保护接地,设置保护接地系统;屏蔽电缆的屏蔽层和控制系统的的工作接地系统,其接地电阻根据制造厂的要求而定;全厂接地系统采用等电位方式接地。

## 2.4.10 基建进度计划

### 1. 基建工程项目及工程量

麻米错盐湖矿区卤水露天开采基建工程主要包括采输卤工程、土建工程、道路工程、防洪拦水工程等。

采输卤工程:主要包括泵站建设(1座)、管道敷设(采卤管道1.5km,尾卤外排管道3.8km)、水泵安装(3台)等;

选矿厂内土建工程:修筑行政综合楼(含办公、宿舍等)3000m<sup>2</sup>,生产综合楼(含分析化验、中控等)2400m<sup>2</sup>,碳酸锂成品袋装库7500m<sup>2</sup>,碳酸锂成品散装库12000m<sup>2</sup>,辅料库7500m<sup>2</sup>,吸附厂房24000m<sup>2</sup>,反渗透纳滤厂房7650m<sup>2</sup>,双极膜电渗析厂房10500m<sup>2</sup>,沉锂厂房6000m<sup>2</sup>,综合维修间3000m<sup>2</sup>,危废库100m<sup>2</sup>,总变电所4500m<sup>2</sup>,吸附预处理变电所1200m<sup>2</sup>,反渗透纳滤变电所1200m<sup>2</sup>,双极膜电渗析变电所1200m<sup>2</sup>,沉锂MVR变电所1200m<sup>2</sup>,消防站800m<sup>2</sup>,消防水泵站600m<sup>2</sup>等。

厂外道路工程:主要包括加工厂外各工业场地之间的联络道路约21.9km。

防洪拦水工程:矿区主要的防洪拦水工程为修筑截排水沟,设计断面为梯形断面,设计尺寸为上宽2m,底宽1m,深0.5m,设计沟底坡度为2%~5%,共计铺设长度约为1.5km。

### 2. 基建进度计划

本设计盐湖卤水开采基建按工程类别分三个单位工程项目:卤水提锂工程建设一个、水泵安装及管道敷设一个、厂外道路工程一个,总工程进度考虑机械化程度和施工难度安排连续时间18~24个月(冬季不间断地连续施工时间)。

施工顺序安排：首先进行道路工程（1~3个月），然后同时进行卤水提锂建设工程（从吸附装置开始安装）和水泵安装、管道敷设工程（13~18个月）。

根据进度安排及卤水生产规模，盐湖矿区卤水服务年限为35a（含基建期2a）。

## 2.5 矿山主要辅助系统

### 2.5.1 给排水

#### 1. 水源

本项目正常运行时需要脱盐水约2895m<sup>3</sup>/h（包括生产用水及生活用水），其中2049m<sup>3</sup>/h在系统内部循环重复利用，每小时需补充脱盐水846m<sup>3</sup>。

本项目淡水供应不依托外部水源，采用工艺过程中原料湖水膜浓缩副产的淡水。主要工艺流程：5530m<sup>3</sup>/h的麻米措湖水输送至加工厂区，湖水通过预处理纳滤膜除杂后，湖水盐分含量约100-110g/L，流量3300m<sup>3</sup>/h。约2800m<sup>3</sup>/h的该盐水通过三级高压反渗透，每小时制取脱盐水846m<sup>3</sup>，可满足项目的用水需求。经高压反渗透浓缩后的浓水做为吸附装置的原料，此技术方案即提升了吸附效率，又解决了淡水需求。

#### 2. 厂区给水系统

##### 1) 全厂给水水量

本项目建成后，各装置用水量见下表：

表 2-5-1 项目各装置用水量表（单位：m<sup>3</sup>/h）

序号	装置（单元）名称	生活用水		生产用水		备注
		平均	最大	平均	最大	
1	机封与锅炉用水			20	20	脱盐水
2	沉锂装置			11	11	脱盐水
3	吸附装置			2680	2680	脱盐水，其中2049m <sup>3</sup> /h在系统内部循环重复利用，补充脱盐水量为631m <sup>3</sup> /h。
4	碳酸根回收膜系统			85	85	
5	双极膜系统			96	96	

序号	装置（单元）名称	生活用水		生产用水		备注
		平均	最大	平均	最大	
6	生活用水	3	4			脱盐水
	合计	3	4	2892	2892	

## 2) 全厂给水系统的划分

本项目根据生产、生活用水对水质的不同要求，厂区给水系统包括以下设计内容：

- (1) 生活给水系统（DW）
- (2) 生产给水系统（PW）
- (3) 稳高压消防给水系统（FW）

## 3) 生活给水系统（DW）

本项目生活给水系统主要为满足全厂生活、洗眼、淋浴等用水要求而设置。生活水源取自厂区新建纯水装置，反渗透出水水质应符合《生活饮用水卫生标准》。本项目全厂定员暂按 400 人考虑，厂区内设置宿舍等生活附属设施，生产人员生活用水量定额按 100~150 升/人\*日，时变化系数取 6.0~3.0。

生活用水总量平均为 3 m<sup>3</sup>/h，最大为 4 m<sup>3</sup>/h。生活给水引至厂区生活水箱内，再由泵房内的生活水泵变频加压送到各装置生活用水点。

## 4) 生产给水系统（PW）

本项目生产给水主要来自纯水装置生产的脱盐水，纯水装置利用经过预处理纳滤产水为原料。考虑设置脱盐水罐 1 个，单罐存水时间按 2h，脱盐水经储存和加压后供各工艺装置使用。

生产用水主要用于吸附装置再生反洗用水、沉锂装置洗涤水、配碱用水、机封用水及装置地坪冲洗。正常运行时，全厂生产用水量（脱盐水）为 2895 m<sup>3</sup>/h，其中 2049 m<sup>3</sup>/h 为吸附装置系统内部循环重复利用，实际补充脱盐水量为 846 m<sup>3</sup>/h。

## 5) 稳高压消防给水系统（FW）

本项目占地小于 100 公顷，根据《消防给水及消火栓系统技术规范》本

项目同一时间火灾次数为一次，消防给水系统管网中平时由小流量稳压泵组维持系统压力，火灾时管网压力下降，由管网压力自动控制消防泵启动向消防水管网系统供水，系统供水压力约 0.7MPa。

本项目消防用水量 50 L/s，火灾延续时间 2h，最大一次消防用水量为 360 m<sup>3</sup>。本项目设置消防泵房一座，选电动消防泵 1 台，泵参数：Q=50 L/s，P=0.7 MPa；柴油消防泵 1 台，柴油泵参数：Q=50 L/s，P=0.7 MPa，柴油储量按 2 小时消防考虑。全自动消防增压稳压设备 1 套，成套设备电动稳压泵 2 台，流量 Q=5L/s，扬程 80m。消防管网平时由小流量稳压泵组维持系统压力在 0.6~0.7Mpa，火灾时管网压力下降至 0.5 MPa 时，由管网压力自动连锁消防主泵启动向水消防管网系统供水。设消防水池 1 座，蓄水有效容积不小于 360 m<sup>3</sup>。消防水池补水来自全厂生产给水管网。

沿厂区道路设环状消防管网，环管管径 DN200，并沿线设置地上式室外消火栓，生产装置区域消火栓间距不大于 60 m，其它区域消火栓间距不大于 120 m。

根据规范要求工艺装置、办公楼等处设置室内消火栓，消火栓的布置确保两股充实水柱同时到达室内任何部位。

### 3. 排水系统

本项目的排水系统的确定主要根据周边条件及环境要求，按清污分流、污污分流的原则，根据工艺生产排水的特点及排放废水的性质，排水系统包括以下设计内容：

(1) 生活污水系统 (SD)

(2) 综合排水系统 (WW)

#### 1) 生活污水系统 (SD)

生活污水主要包含卫生间生活污水，食堂排水以及洗手池、淋浴等废水排水。在厂区设生活污水地下管网系统，各装置的生活污水均重力自流排入厂区生活污水管网，最终进入生活污水处理站。其中卫生间排水先经化粪池处理，食堂废水先经隔油池处理后，再送生活污水管网。

本项目生活污水排水量平均为 3m<sup>3</sup>/h，最大水量 4m<sup>3</sup>/h。

## 2) 综合排水系统 (WW)

本项目生产污水主要为吸附母液、工艺装置排水等，排水中含少量 SS 和盐份，在各装置分别收集加压后，经厂外排水管线收集后外排盐湖。含有酸、碱排水的区域，均设置围堰和收集池，中和之后排入综合排水管网系统；围堰区域内地坪进行防腐、防渗处理，避免污染地下水。

地坪冲洗水、含油机封水等含油污水，先进沉降池、隔油池除油后，送综合排水管网系统。隔油池内收集油污定期收集，在危废库内暂存，定期外送有资质单位处理。

本项目综合排水量约为  $5530\text{m}^3/\text{h}$ 。

## 3) 雨水收集

本项目所在地属于亚寒带干旱季风气候区。寒冷、干旱、多大风、温差大，日照时间长，年日照时数 3079.9 小时左右，多年年均降水量 184.9 mm，蒸发量 2354.45 mm，蒸发量是降水量的 12.7 倍。考虑到全年降雨量较小、蒸发量很大，因此不设置单独的雨水收集系统。

## 4) 生活污水处理站

### (1) 设计规模

本污水处理装置主要处理全厂生活污水。平均生活污水量为  $3\text{m}^3/\text{h}$ ，最大污水量为  $4\text{m}^3/\text{h}$ 。污水处理装置采用生活污水一体化成套设备，采用预处理+生物处理+消毒的组合工艺，设计处理能力为  $4\text{m}^3/\text{h}$ 。由于生活污水的淋浴排水计算人数多、时间短及冲洗排水为间断排水，导致污水瞬时量很大，成套设备前段设置调节池，用于调节水质、水量。生活污水一体化成套设备为钢制设备，地埋式安装，连续或间断运行，全自动化控制。一体化设备内部设置电加热器，保证寒冷天气下可稳定运行。处理后出水水质可满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》水质指标，可用于车辆冲洗、厂区绿化、道路清扫、建筑施工等。污水处理装置剩余污泥排入污泥池，定期抽吸外运至指定区域填埋，即生活污水不外排，对环境不造成影响。

### (2) 设计进出水质

进水水质：参考类似工程经验，确定本污水处理设计进水水质如下：

表 2-5-2 污水处理设计进水水质

项 目	设计进水水质指标
COD <sub>Cr</sub>	≤400mg/L
BOD <sub>5</sub>	≤200mg/L
SS	≤200mg/L
NH <sub>3</sub> -N	≤40mg/L
TN	≤60mg/L
TP	≤6mg/L
pH	6~9
Cl <sup>-</sup>	≤50mg/L

出水水质：达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T18920-2020表要求的水质控制指标，处理后出水可用于冲厕、车辆冲洗等。其中，部分主要控制指标如下：

表 2-5-3 污水主要控制指标

项 目	设计出水水质指标
BOD <sub>5</sub>	≤10mg/L
浊度	≤5 NTU
色度	≤15
嗅	无不快感
NH <sub>3</sub> -N	≤5mg/L
pH	6~9
大肠埃希氏菌	无
溶解氧	≥2mg/L
总氯	1.0 mg/L （出厂）

### （3）工艺流程

污水处理主要流程叙述如下：

全厂经化粪池及隔油池预处理后的生活污水先经过格栅，去除污水中较大的悬浮、漂浮物，对后续处理构筑物起保护作用。格栅位于调节池进水管入口处。

调节池收集、贮存原水，对原水的水量与水质进行调节。

调节后的生活污水经提水泵提升进入一体化污水处理成套装置进行生物处理，通过采用生物膜法或活性污泥法与生物膜法相结合的成熟稳定可靠的生物处理工艺，使污水达到相应的水质标准；生物处理后的污水进入中水池，经消毒后回用或外排。

污水处理装置剩余污泥排入污泥池，定期外排。

#### 5) 全厂应急事故水池

本项目各工段使用的物料为盐湖的卤水，发生消防事故时的排水主要成份为盐份，排往盐湖不会对环境产生污染。因此本项目不设置消防事故水池。

### 2.5.2 矿山供电

#### 1. 电力供应和资源状况

本工程地处项目区位于改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡西约 30km 处。外部能源配套项目的方案为光伏电站+化学储能+风力发电+光热电站+柴油发电机+电熔盐加热器+电蓄热锅炉联合供应的技术方案。各系统建设规模为光伏电站 110MW、风力发电装机 80MW、化学储能 75MW/150MWh、光热发电装机规模 100MW（拟采用熔盐塔式技术路线，安装镜面面积为 70 万 m<sup>2</sup>，配置储热容量 4000MWh，等效储热时长 18h，选用二元熔盐作为传热储热介质）、柴油发电机 6MW、电熔盐加热器配置 30MW、电蓄热锅炉 30MW。

配套能源供应项目建设 1 座 110kV 动力站，用于汇集光伏、风电、光热、储能、柴发等电源，一体化为麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目提供电源。主要是根据光伏、风电、光热、电化学储能、柴发等电源特性，结合项目所在地资源及电源发电情况，其中光伏白天发电；风电晚上发电；电熔盐加热器及电蓄热锅炉收集光伏弃电及风电弃电；电池主要用于实时调峰和作为备用电源；光热 24 小时运转并产汽，白天低负荷发电，晚上利用熔盐储能满负荷发电；柴发作为应急电源可以随时启动，保障本项目在极端情况下的基础用电。

## 2. 用电计算负荷及负荷等级

根据《供配电系统设计规范》GB50052-2009 以及工艺专业的要求，本项目生产装置及辅助生产装置用电负荷大多数为三级负荷，少量如部分消防用电设备、事故油泵（大型压缩机）为二级负荷。

根据估算本项目最高总运行设备需要容量约 76MW。

高压部分分别在 110/35kV 总变电所的 35kV 侧和 10kV 装置变电所的 10kV 侧采用电容器组集中补偿，补偿后 35kV 侧功率因数系统达到 0.92 以上。

低压部分采用静电电容集中自动补偿，补偿前的功率因数约为 0.82 左右，补偿后的功率因数达到 0.95 以上。

本项目用电负荷情况见下表 2-5-3：

表 2-5-3 用电负荷计算表

序号	装置及主项名称	装机容量 (kW)	工作容量 (kW)	备注
1	取卤泵站	2130	1420	
2	预处理纳滤装置	18871.8	17902.9	
3	吸附装置	5295	5095	
4	反渗透纳滤装置	20385	19361.5	
5	电渗析装置	12967.95	12306.35	
6	MVR 装置	4673.8	4336.9	
7	树脂除硼装置	175.74	87.87	
8	树脂除钙镁装置	264	132	
9	沉锂装置	9298.5	9045	
10	纳滤膜回收碳酸根装置	1379.48	1024.74	
11	双极膜制酸碱装置	12394.5	12033	
12	纯水装置	2230.52	1855.02	
13	公用工程	2250	2090	
	厂负荷合计	92316.29	86690.28	
	乘以同时系数		76287.45	

### 3. 供电方案选择

#### 1) 供电电源选择

本项目工艺装置先进、自动化水平高，不存在易燃易爆介质。

本项目孤网运行，电网内包含光伏、风电、光热、储能、柴发等电源。对于本项目中的二级负荷，通过能源站设置的柴发作为应急电源可以随时启动，保障本项目在极端情况下的基础用电，以保证供电的可靠性。此外，采用 UPS 为仪表提供应急电源，采用柴油发电机作为全厂其他一级负荷的应急电源。

#### 2) 供电方案

由于本项目总用电负荷较大，中压电动机数量较多，结合用电负荷以及附近电源电压等级情况，选用 110kV 作为本项目受电网络的电压等级，项目建设地海拔高度约 4350m，综合考虑设备的降容、降压及经济性，选用 10kV 作为中压配电网络电压等级，中压开关设备按 17.5kV 或以上进行选型。

拟新建 1 座 110/35kV 总变电站，作为本项目各工艺装置电能分配及与电力系统联络的中心。各装置区根据界区内负荷情况设置若干 35/10kV 装置（区域）变电所。本项目动力站以 35kV/10kV 供电线路向各装置（区域）变电所供电。

本项目设置 110/35kV 总变电所 1 座，35/10kV 装置变电所若干。另外根据各装置区布置，设 10/0.4kV 或 0.4kV 车间变电所若干。

#### 3) 电气主接线及供配电系统

110/35kV 总变电所内设 2 台 110/35kV 63000kVA 主变压器。所内设置 110kV 配电装置，负责向所内 110/35kV 变压器供电，110kV 系统暂按单母线方式考虑。110/35kV 63000kVA 主变压器对应 35kV 配电装置分别向 35/10kV 反渗透纳滤装置变电所、35/10kV 沉锂 MVR 装置变电所供电，35kV 系统采用单母线分段接线方式，母联设置手动/自动投切装置，当任一进线发生故障或停运时，通过另一回电源进线带全部负荷一、二级负荷运行。

在纳滤装置区设置 1 座 35/10kV 反渗透纳滤装置变电所，2 回 35kV 电源引自 110/35kV 总变电所。该装置变电所内设 2 台 35/10kV 31500kVA 变压

器；设 10kV 配电装置负责向取卤泵站、预处理纳滤、吸附装置、反渗透纳滤等装置的 10kV 电动机以及所内 10/0.4kV 配电变压器提供电源。

在沉锂装置区设置 1 座 35/10kV 沉锂 MVR 装置变电所，2 回 35/10kV 电源引自 110/35kV 总变电所。该装置变电所内设 2 台 35/10kV 31500kVA 变压器；设 10kV 配电装置负责向电渗析、双极膜、MVR 装置、沉锂装置及部分辅助生产装置、公用工程的 10kV 电动机以及所内 10/0.4kV 配电变压器提供电源。

以上变电所 35/10kV 变压器均按负荷率不超过 75%考虑。

#### 4) 控制、信号及计量

本项目所有高压设备的监控及保护采用全微机分层分布式监控及保护系统。

35kV 动力站为有人值守变电所，其它为无人值守变电所。35kV 动力站内设微机监控管理系统。

110kV 及 35kV 母线微机保护装置单独组屏，10kV 充气柜微机保护装置直接安装在开关柜内。110kV、35kV 和 10kV 的开关状态、故障报警、电量测量等参数通过通讯传至微机监控管理系统后台进行显示、故障处理和打印报表。

本项目的总计量设在 110kV 线路进线处，计量 CT 选择 0.2S 级，计量 PT 选择 0.2 级，计量表计选择电子式电能复合表。另外，各 35/10kV 装置变电所和 10/0.4kV 车间变电所的 10kV 进线回路、电力变压器、配电变压器均设有功计量并送至 110kV 总变电所内微机监控管理系统，以便于考核，降低能耗。

#### 5) 电缆敷设

电缆敷设方式主要采用沿电缆桥架敷设再穿保护钢管敷设至各用电设备。电缆桥架应尽量利用工艺的管廊敷设。

#### 6) 谐波控制

在供用电系统中使用了整流器、变频器、光源设备、应急电源、电容补偿装置等设备，均会产生对供电系统的谐波危害。其防治谐波的原则：对于

产生谐波的各种电气设备，应要求能自动消除或限制谐波产生，应遵守《电能质量 公用电网谐波》标准，要求将设备产生的谐波限制在上述标准之内。另外，三相配电变压器采用 D, Yn11 接线组别，适当设置滤波器，将其注入电网的各次谐波值控制在规范要求的范围内。

#### 4. 节电措施

(1) 确定优化电气技术方案；合理的采用新技术、提供自动化水平；选择节能的用电设备及材料；提高工厂管理水平。

##### (2) 采用高效节能的用电设备

10/0.4kV 配电变压器选用一级能耗低损耗节能型变压器，合理选择变压器负荷率，降低变压器的损耗。设备配用的电动机选用 Y 型节能电动机。对于负载变动大的用电设备采用变频调速，降低负载损耗。照明尽量利用自然光，灯具采用高效、长寿命、气体放电灯或 LED 灯。二次回路控制设备采用节能型元件。

##### (3) 提高功率因数

选用功率因数高的电机；在变电所设置无功补偿装置，提高全厂功率因数。

##### (4) 降低线损

从配电线路出发，尽量配置最短的路径，以减少配线的长度，从而降低线损。此外，在相同导线截面下应选择载流量大的电缆，应优先选 YJV 型电缆。

#### 5. 防雷及防静电措施

按照《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010，本项目大部分生产装置属于第三类防雷建筑物，少数建构物为第二类防雷建筑物。对于第二类防雷建筑物，每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10 欧姆。

对于爆炸和火灾危险环境中可能产生静电危害的物体，应采取静电接地措施；对于无爆炸和火灾危险环境内的物体，如因其带静电会妨碍生产操作、影响产品质量或使人体受到静电电击时，应采取静电接地措施；在生产、储运过程中的器件或物料，彼此紧密接触后又迅速分离，而可能产生和积聚电

荷，或可能产生静电危害时应采取静电接地措施；设备和管道的静电接地系统可与电气设备的保护接地、防雷接地等共用接地装置，其接地电阻不应大于4欧姆。

全厂变压器工作接地、各生产装置和建筑物的保护接地、防雷接地和防静电接地等接地系统相互连接，形成全厂接地网。

## 6. 主要电气设备、材料选型

本项目建设地海拔约为4350m，电气设备在设计选型时应充分考虑高海拔、空气稀薄造成的容量、绝缘下降等因素，满足规范对设备高海拔环境使用的要求。

110kV 配电装置拟采用户内式GIS组合电器，110/35kV主变压器及35/10kV变压器采用三相二绕组风冷式有载调压油浸式变压器，110/35kV及35kV/10kV配电装置采用充气式开关柜，配电变压器采用干式变压器；低压开关柜选用抽屉式开关柜；110kV、35kV和10kV系统的监控保护采用变电所综合自动化系统，控制保护电源采用铅酸免维护电池直流电源成套装置。

高压电缆选用阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆（铠装），低压动力电缆选用阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆（铠装或非铠装），控制电缆选用阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套屏蔽控制电缆（铠装或非铠装）。电缆桥架选用热浸镀锌钢制桥架或复合环氧树脂复合型桥架。

表 2-5-4 主要电气设备表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	110kV GIS SF6 全封闭组合电器	110kV 1250A 31.5kA	间隔	4	
2	110kV 主变压器	SFZ11-63000kVA/110 110/35kV 63000kVA YN, d11Ud%=10.5	台	2	一级能效
3	35kV 气体绝缘开关柜		批	1	
4	35kV 变压器	SFZ11-31500kVA/35 35/10kV 31500kVA YN, d11Ud%=10.5	台	4	
5	35kV 无功自动补偿装置	10000kVar 35kV	套	2	
6	10kV 气体绝缘开关柜		批	1	

7	配电变压器	SCB18, 10/0.4kV 630~2500kVA	批	1	一级能耗
8	低压开关柜（内含电动机保护器）	抽屉式 MNS	批	—	
9	直流电源装置	100~300Ah	批	1	
10	10kV 无功自动补偿装置	3000kVar 10kV	批	1	
11	有源电能质量综合滤波补偿器	400kVar+200A 0.4kV	批	1	
12	UPS	15~100kVA	批	1	
13	EPS	30~75kW	批	1	
14	计算机监控系统		套	1	

### 2.5.3 通讯系统

#### 1. 电话通信系统

根据矿区通信及生产调度要求，方案拟选用一套数字程控调度电话总机。

主机初装容量为 80 门，终期容量可扩至 120 门。设有会议、热线、组呼、群呼等调度功能及语音、数据交换功能。室外部分线路有关事项将来与当地电信局，移动局商定。

#### 2. 无线通信系统

目前，移动公司的无线通信系统已经覆盖整个矿区，但局部信号较差，建议利用当地移动无线通信总机，在矿区适当位置建无线通信直放站，以较强信号的无线通信系统覆盖整个矿区，对生产地点需经常移动的岗位（如取卤泵站、采输卤管线、运输线路、高压配电室等岗位）和比较重要的生产、管理职能部门的工作人员配备无线手机。

### 2.5.4 智能矿山

本项目地处阿里地区麻米错盐湖，气象条件高寒缺氧，为切实提升矿山智能化程度，减少工人劳动强度，实现工厂内集中监测、控制，并可远传实时数据实现工厂外监测，项目专门设立智能化矿山平台。

项目以企业内部电信基础设施和自动化系统为基础，建立智能生产安全管控平台，将各生产控制系统 DCS/PLC 的实时数据传送到总控制室和全厂办公网络，使管理人员可以在当地或远程网络办公室浏览生产实时信息，掌握

生产状况和设备状况；并可以进行分析、统计、报表等，为生产和管理决策提供实时工具。

## 1. 系统组成

系统实施范围是采集各生产及安全子系统的数据库，涉及到温度、压力、流量、电量、报警等生产和安全关键数据，数据来源为仪表设备、DCS 设备和 PLC 设备、安全系统、其它系统等。

智能生产安全管控平台的生产数据采集系统要求主要包括三部分：数据采集层、调度监控层、管理层。

下层为数据采集层：将所有需采集的数据利用各种方法采集至全厂控制室信息管理服务器。中层为调度监控层：利用服务器相关组态及配置，对采集点进行实时监控。上层为企业管理层：利用全厂局域网的形式将各采集数据在 Web 服务器发布，各装置负责人及相关领导，可以通过办公计算机实现实时监控和历史查询。

生产调度数据采集系统的数据来源于生产装置的 DCS 输出数据、小型 PLC 装置、分散数控仪输出数据或从基层单位手动上传的数据。

## 2. 功能简介

(1) 趋势分析功能提供实时和历史趋势查看功能，并能对多点或单点多时间段的数据进行对比分析，任意变量任意一天的历史数据查询不超过 5 秒；

(2) 提供实时流程图查看功能，图形方式查看，数据与生产现场同步变化，办公环境下就能随时了解生产状况；

(3) Web 浏览流程图时支持分辨率自适应及手形拖放等人性化功能，也支持流程图回放功能，再现历史操作过程，便于开展回溯分析。

(4) 历史趋势画面：可以通过画面对任何一个参数的历史数据进行追忆查询。可以了解长时间的生产情况，当发生事故时，可以利用历史趋势进行事故追忆和事故原因分析。

(5) 厂级、车间级的生产统计，支持自定义报表，可生成任意时间段的生产报表，根据需要任意组合报表。应通过设定各种数据预处理规则，对

在线仪表数据进行动态分析，修正失真的数据，并协助管理人员及时发现仪表故障；可对采集的历史数据自动进行去跳点、滤波、补缺、计算趋势等；对采集的数据进行规整处理，包括加权平均、积分运算、增量计算等。

(6) 装置生产、消耗、原辅材料、中间品、产成品统计、分摊、计算。公用工程物料统计、分摊、计算。支持自定义报表统计，支持多种计算公式，自动完成各类报表的生成。提供数据填报界面，可将部分无法自动采集数据，通过人工填报的方式存储；数据填报界面支持用户自定义配置，自动生成新的录入界面。所有的实时报表、汇总报表、分析报表，全部可以基于报表模板自动产生。生成的报表可以分目录管理，可按权限约束浏览人员的范围。

(7) 生产日志的生成：能够自动生成生产系统班报表、日报表等生产数据，报表反映的数据真实而且准确。

(8) 支持远程访问：通过手机 APP 进行移动监控，可实时掌控生产状况，了解关键报警。Web 远程配置服务器：服务器配置采用 Web 方式，可以支持总部远程访问。

## 2.5.5 供热

本项目供热依托配套建设的能源站项目。

### 1. 蒸汽

本项目主要是工艺生产及冬季采暖用汽，蒸汽正常用量为 15.625t/h，由能源站项目供应，蒸汽冷凝液返回能源站项目。

本项目设共 1 个等级的蒸汽管网：0.5MPa，158℃ 等级管网

### 2. 热水

本项目吸附装置解析操作需使用 40℃ 热水进行解析操作，这部分热量有配套建设的能源站项目供应。

本项目水系统回收淡水（脱盐水）量为 2049m<sup>3</sup>/h，补充纯水系统生产淡水（脱盐水）846m<sup>3</sup>/h 后，这部分淡水汇总送至能源站项目加热至 40℃，然后由能源站项目反向输送回本项目用于解吸操作。

## 2.5.6 空压站

空压站为项目的配套装置，主要任务是连续稳定地为项目的各工艺装置气动仪表提供所需的仪表空气及工艺用压缩空气。

### 1. 设备选型及主要技术参数

设计选用离心式空气压缩机 2 台（2 开不备），该机排气量为  $50\text{Nm}^3/\text{min}$ ，经过后处理装置后，排气压力  $0.75\text{MPa}$ ，这样即使考虑当地大气压力的影响也可满足全厂仪表空气及工艺空气的用气量及压力要求。为满足全厂仪表空气用气露点及含尘、含油量的要求，设计选用无气量损耗干燥装置 2 组及相应的过滤器。该设备额定处理气量约为  $50\text{Nm}^3/\text{min}$ ，成品气露点  $-40^\circ\text{C}$ ，最大固体离子  $\leq 1\ \mu\text{m}$ ，最大含尘浓度  $\leq 1\text{mg}/\text{m}^3$  可满足全厂用气的质量要求。

### 2. 工艺流程简述

空气自大气吸入，经离心式空压机压缩后，其压力达到  $0.8\text{MPa}$ ，温度约为  $110^\circ\text{C}$  左右，依次进入气体缓冲罐稳压后去主管道过滤器除去空气中的固体颗粒后进入余热再生空气干燥器，在这里空气中的灰尘和水份被吸附，达到露点  $-40^\circ\text{C}$ ，符合质量要求的空气分别进入空气贮罐，经缓冲、稳压后由外管去空气用户。

### 3. 空压站的仪表选型

空压站的控制连锁系统采用由主机供货商随机配套的 PLC 控制系统。控制系统能有效地监控整套设备的运行过程，确保设备长期稳定可靠的运行。

控制系统将采用 PLC 作为控制设备，以充分保证系统的运行速度、数据存储和传输，并保证系统的灵活性、可靠性和可操作性。

成套设备的重要工艺参数将从其配套提供的控制系统的 PLC 中传送至 DCS，信号传输采用网络或串行通信方式。

成套设备控制系统中安装 PLC 的机柜将放置在装置机柜间，对 PLC 硬件、软件的要求应满足上述基本设计原则和基本设计要求。

现场仪表本着技术先进、安全可靠、维修方便和经济合理的原则进行选择。所选仪表在同类装置上均应有成功运行的经验。阀门选型为进口产品，智能定位器由阀门厂家成套提供，以保证整体性能。

现场仪表均带显示表头，以便观察和调试；户外现场仪表的防护等级机械类的不低于 IP55，电子类的不低于 IP65。

压缩机及主电机自带完整的一次检测仪表及测振仪、调节阀（防喘振阀采用分体式阀门定位器）、变送器等。信号以标准信号（4-20mA，Pt100，干触点）进 DCS 或 ITCC，此部分的防喘振控制、联锁保护、转速控制等在 DCS 上完成。

振动监测装置包括前置放大和专用电缆连接线，转换成 4-20mA 信号进入 PLC/ITCC 系统显示。各轴承回油温度设就地温度计监测。

机组本体监测仪表信号汇总至机旁就地接线箱，接线箱材质为不锈钢 304SS。

### 2.5.7 采暖、通风和空气调节

本工程建厂地为西藏自治区阿里地区改则县，当地的气象资料采用《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）附录 A 中阿里地区的室外气象参数。

#### 1. 室内设计参数

项目建设地属于集中供暖区域，室内设计参数按下表取值。

表 2-5-5 室内设计参数

序号	房间名称	夏季		冬季		备注
		温度 (°C)	相对湿度 (%)	温度 (°C)	相对湿度 (%)	
1	纳滤装置、MVR 车间、沉锂车间等需要供暖的厂房	/	/	≥5°C	/	
2	卫生间	/	/	16	/	
3	办公室、休息室、值班室、会议室	26	/	18	/	
4	控制室、机柜间	26	/	18	/	
5	配电室、	≤35	/	≥5		
6	电缆夹层、变压器室	≤40	/	/	/	

#### 2. 技术方案

##### (1) 供暖方案

本项目建设地属于集中供暖地区。本项目内需要供暖的厂房及辅助设施

设计集中热水供暖系统。供暖热媒采用 85/60℃ 热水。供暖热水均由供暖换热站统一制备统一供给。

室内供暖设备原则上采用散热器供暖。对于高大厂房采用散热器与热风供暖相结合的供暖方式，靠近外墙处设置供暖散热器，房间上部另设置暖风机或高大空间循环热风机组。对不允许有水的重要电气、自控房间如配电间/变电所等设冬季应急供暖（电采暖）。

散热器应满足供暖系统工作压力的要求，且应符合现行国家或行业标准。散热器采用钢管柱型散热器，散热器的工作压力为 1.2MPa。

供暖系统与外管道交接点为建筑物外墙外 1 米处。热水供暖系统单层厂房采用上供下回（或上回）垂直单管系统或水平串联系统为主，多层厂房可视具体情况采用上供下回（或上回）垂直单管跨跃式系统或垂直双管系统或分层水平串联系统。供暖系原则上采用同程系统。室内采暖系统最高点或有空气聚集的部位设自动排气阀，最低点设泄水。

室内供暖管道及散热器明装，供暖管道、管件和支架清除表面的灰尘、污垢、锈斑和焊渣后做防腐处理。敷设于室外、管沟、吊顶、不供暖房间内的供暖热水管道及阀门均应保温，保温材料采用 50mm 厚玻璃棉管壳，外设保护层。

室内供暖管道  $DN \leq 32$  的管道采用焊接钢管，螺纹连接； $DN > 32$  的管道采用无缝钢管，焊接连接，连接处进行防腐处理。供暖系统的阀门采用压力等级为 1.6MPa 的阀门。建筑物供暖系统入口处应设热力入口装置（包括供回水阀门、循环管、过滤器、温度计、压力表、热量表、平衡阀等）。室内各分支供回水干管上设截止阀或平衡阀进行水力平衡调节。

根据总图布置及供暖热负荷分布情况要求，本项目共设置 1 个供暖换热站。供暖换热站位于综合办公楼内，内设 1 套 5.0MW 汽水供暖换热机组套为全厂提供 95/70℃ 供暖热水。

换热站采用成套撬装换热机组，每套换热机组均各设换热器 2 台，单台换热器不小于对应换热机组总供热量的 70%。换热站热媒采用 0.5MPa (G) 的低压蒸汽，蒸汽来源于配套建设能源站项目。项目建设期临时设施供暖使

用电锅炉作为热源，待建设期结束后，此锅炉移送至换热站作为备用热源。换热站补水采用脱盐水作，蒸汽冷凝水（ $\leq 80^{\circ}\text{C}$ ）经冷凝液回收装置回收利用。换热机组均采用自动化程度较高的撬装成套机组，机组内置换热器、循环水泵等设备及控制调节装置等，整体撬装在站房内。

## （2）通风方案

各厂房优先利用自然通风消除余热、余湿来改善工作区的劳动卫生条件，在自然通风不能满足《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）的要求时采用机械通风。

设置机械通风时，优先采用局部通风，当局部通风达不到卫生要求时，采用全面机械通风。

防排烟风道、事故通风管道及相关设备应采用抗震支吊架。供暖、空气调节水管道的布置与敷设及其他暖通抗震要求按《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014 执行。

按《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）及《建筑防烟排烟系统技术规范》GB51251-2017 等标准规范要求设置防排烟设施。排烟风机设置在专用机房内。排烟风道和事故通风管道均采用镀锌钢板制作。

中央化验室内通风柜通过风管接至屋面风机，风管采用 304 不锈钢板制作。总变电所和装置变电所设置机械通风消除余热，通风量按换气次数 10 次/小时计算。机修车间设置机械通风换气，通风量按换气次数 6 次/小时计算。空压站、变电所、泵房和水处理间设置机械通风，通风量按消除余热计算。加药间设置机械通风，通风量按换气次数 6~8 次/小时计算。卫生间设置机械通风消除异味，通风量按换气次数 10 次/小时计算。

办公楼的阳光房区域，根据《被动式太阳能建筑技术规范》，设置高效率的主动式热交换通风系统，实现超低能耗建筑。

## （3）空调方案

根据工艺生产和仪表机柜等设备对室内空气温、湿度及洁净度的要求，分别设置分体空调或单元式空调。

所有空调设备均采用环保冷媒。单元式空调采用风冷式，接风管型能效

比不低于 2.45；不接风管型能效比不低于 2.65。

#### (4) 供氧方案

本项目建设地海拔 4300m，为减小高海拔地区缺氧环境对人体的危害，缓解人体高原反应，本项目按《西藏自治区民用供氧工程设计标准》（DBJ540004-2018）设置弥散式集中供氧。

本项目采用真空变压吸附制氧（VPSA）。制氧机将原料空气通过低压罗茨式风机提升至 $\sim 0.03\text{MPa}$ （微正压）工况下，输送至装填有吸附剂颗粒的塔容器中，吸附去除空气中的氮气、二氧化碳和水分等。吸附剂颗粒吸附饱和后，通过利用罗茨真空机，对上装填有此吸附剂颗粒的塔容器抽负压，在负压下，吸附在吸附剂颗粒上的氮气、二氧化碳和水分等解吸排出，当解吸完成后，再送入原料空气，又富集出氧气。通过二塔或多塔的吸附—解吸的循环操作，从而不断富集出约 93%的氧气。

制氧机位于制氧机房内，输送氧气管道及阀门采用 304 不锈钢。办公室、宿舍、值班室、休息室等每个房间配置一个智能终端。智能终端安装在室内墙壁上或吸顶安装。智能终端可根据用户具体情况自行设定室内空气的含氧浓度自动运行。

### 2.5.8 辅助生产设施

#### 1. 成品包装与存储

##### (1) 流程简述

电池级碳酸锂经给料设备送入电加热转窑干燥设备，经加热干燥至合格水分后经冷却后，通过气力输送系统输送至气流粉碎系统缓冲给料斗，经气流粉碎系统给料设备给料至气流粉碎主机，粉碎至 $5\sim 10\mu\text{m}$ 后经负压收尘系统收集后落入包装成品仓，再经大袋包装系统包装后由叉车堆存于碳酸锂成品库堆存区域，外销时装汽车外运。

工业级硼砂经给料设备送入流化床干燥设备，经加热干燥至合格水分后经冷却后，通过气力输送系统输送至包装成品仓，再经大袋包装系统包装后由叉车堆存于硼砂成品库堆存区域，外销时装汽车外运。

##### (2) 主要设备选型

1)大袋包装系统，8套（碳酸锂6套，硼砂2套）

袋包规格：1000kg/bag

能力：单套10袋/小时

2)碳酸锂气流粉碎系统，16套

处理能力：单套正常650kg/h

进料粒径：50~150  $\mu\text{m}$

出料粒径：3~8  $\mu\text{m}$

(3)布置说明

本项目碳酸锂和硼砂的成品库合建，用于包装和储存电池级碳酸锂和硼砂产品。两种不同产品分区操作，隔墙分离。成品库房占地面积约15000 $\text{m}^2$ ，能满足成品电池级碳酸锂约8000吨、硼砂2000吨的储存量。

2.原料存储与上料

(1)流程简述

袋装碳酸钠通过汽车运进库房内，通过叉车卸货，存储在原料仓库内。当需要原料制备的时候，袋装碳酸钠通过叉车搬运至原料制备区，通过电动葫芦起吊至吨包卸料站，拆包卸料至纯碱溶液配制槽。

(2)主要设备选型

1)吨包卸料站

数量：10套

卸料能力：每套6~10包/小时

(3)布置说明

本项目碳酸锂和硼砂的成品库合建，用于包装和储存电池级碳酸锂和硼砂产品。两种不同产品分区操作，隔墙分离。成品库房占地面积约15000 $\text{m}^2$ ，能满足成品电池级碳酸锂约8000吨、硼砂2000吨的储存量。

3.综合维修间

本项目设综合维修间1座，主要负责全厂工艺设备的维护、修理工作，机械备件、生产消耗件和技术措施所需机械设备或零部件的制造和修复工作。对超出本维修车间设计能力的复杂设备及铸造件、锻造件及其加工件要

外协处理。

综合维修间占地约 3000m<sup>2</sup>，由维修区和辅助用房区组成。辅助用房由工具间、卫生间等组成。维修区设一台起重量为 5t 的电动单梁桥式起重机辅助维修工作。

综合维修间除派往各装置的值班检修人员和特殊情况下的抢修外，一般情况下，均采用一班制操作。

#### 4. 危废暂存库

本项目设危废暂存库 1 座，占地约 100m<sup>2</sup>，主要负责存放生产过程中产生的废机油等危废，定期外送有资质的单位处理。危废暂存库独立建设，库房内设防渗结构层，以避免污染地下水。

### 2.5.9 消防

本项目为西藏自治区改则县麻米错盐湖矿一期工程开采项目，卤水提锂工业场地范围广，有可燃物的地方多，如提锂车间设备场所、各采导卤泵站、办公生活区均存在可能发生火灾的隐患环境，这些可燃物包括柴油、电缆、电气设备以及其它可燃物，造成火灾的引火源包括吸烟、电焊、电器、设备磨擦等等。因此，油料运输、油库及用油、用电设备等是企业生产过程中消防的主要控制点。

#### 1. 主要消防安全措施

1) 总平面布置办公生活区、厂区道路畅通，便于消防人员及设备的进出。

2) 建（构）物平面布置满足消防间距，各建筑物内的安全通道设置满足防火要求，建筑物外设置室外消火栓，建筑物内设置灭火器。

3) 生产工业场地按同时发生火灾一处考虑，厂区消防贮水贮存在生产水池中，在厂区生产、消防水管网的适当位置设置室外消火栓。

4) 矿区内各建筑物按三级防雷做防雷设施，以防雷电波侵入引起火灾。

5) 消防设施用电采用单独的回路供电，其配电线路采用非燃性铠装电缆，明敷时置于配线桥架内或直接埋地敷设，当发生火灾切断生产生活用电时，仍能保证消防设施用电。

## 2. 消防机构

企业专设消防经费，设立专职消防队，配备消防车辆及一定的消防器材，负责全矿的防火和灭火工作。

## 3. 消防设施投资估算

本项目的消防设施投资估算约 1987.43 万元。

## 2.6 总体布置

### 2.6.1 企业组成

本项目建设一套 5 万吨/年碳酸锂项目，包括配套的公用工程、辅助设施及其它工程。主要包括：取卤泵站，预处理，预处理纳滤，吸附，合格液纳滤反渗透，除硼，MVR，沉锂，母液回收，成品仓库，原料仓库，综合仓库，综合楼/环境监测站，中央控制室/调度室，中央化验室，综合维修间，消防泵房，消防站，换热站，总变，装置变电所，装置机柜间，生活水处理等。

### 2.6.2 总体布置

#### 1. 总体布置

##### (1) 矿区总体布置

本工程矿区生产加工厂布置在麻米错盐湖西北侧 J16 探矿拐点西北侧，靠近湖边位置，该区位置地势平坦，日照良好，设计标高为 4350m 左右，到盐湖湖岸直线距离 100m 左右。

项目用地已经过预审批复，确认项目用地性质符合国家工地政策，符合土地管理法律、法规规定的条件。项目用地不涉及各级保护区，不涉及生态红线。项目批复用地坐标范围（3561986.676、28455479.749，3561651.493、28456293.553，3561073.336、28455991.285，3561318.367、28455385.464）。

取卤泵站靠近加工厂就近布置，距离约 1500 米，卤水通过管道引入。回卤管线长约 3800 米，排入盐湖的东部，距离取卤点距离 3000m 以外。

##### (2) 土地利用

根据《中华人民共和国土地管理法》及土地利用现状分类，麻米错盐湖

矿区硼锂矿开发建设项目批复用地（“关于对西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目用地初审意见”改自然资[2020]14号），土地利用类型为“三大类”中的第1类（农用地）中的天然牧草地（编码0401）和“三大类”中的第3类（未利用地）中的内陆滩涂（编码1106）。

本方案设计土地利用（含占用）总面积约0.6087km<sup>2</sup>，其中矿区生产加工厂占用0.2092km<sup>2</sup>、取卤泵站和厂外道路总占用0.3963km<sup>2</sup>、厂外排水沟占用0.0032km<sup>2</sup>。

## 2. 矿区选矿加工厂场地布置

根据厂区用地、气候，结合工艺流程，将工厂分成四个区：主生产区，辅助生产区，厂前区和厂外工程区。

主生产区：主要由预处理吸附装置，纳滤反渗透，双极膜电渗析，沉锂MVR，空压站，碳酸锂成品袋装库房等组成。按工艺流程和卤水的取水方位，依次自西向东布置在场地的中部和东部。

辅助生产区：碳酸锂成品散装库，辅料仓库，维修间，消防泵房，消防站，总变，装置变电所等。其中总变靠近围墙布置在场地的西北侧，方便进线。其它辅助生产装置尽量靠近主装置布置。

厂前区：由综合楼，中央控制室/调度室，中央化验室和供氧系统等组成。该区布置在厂区东北角，靠近外部道路，便于对外交通，方便生产和管理。

厂外工程区：由取卤泵站，取卤管线，回卤管线，厂外道路等组成。其中取卤泵站位置在盐湖西侧，卤水回湖点位于盐湖东北侧。抽取的卤水和返回盐湖的卤水均使用管道输送。

本工程各工业场地用地量见下表。

表 2-6-1 各工业场地用量表

序号	名称	单位	数量	备注
1	选矿加工厂	平方米	209177.8	314.1 亩
2	引卤泵房	平方米	2100	
3	厂外道路	平方米	394200	按 18m 宽征地
4	厂外排水沟	平方米	3200	
	合计	平方米	608677.8	

### 3. 运输量

本工程卤水运输主要管道输送，成品、辅助原料及其它需要依托道路运输。本项目道路运输总运输量为 14.6150 万吨/年，其中运入 7.9075 万吨/年，运出 6.7075 万吨/年。车辆配备由社会解决。

具体运输量见新增运输量表。

表 2-6-2 新增运输量表

流向	序号	货物名称	运输量 t/a	运输方式	备注
运入	1	膜组件	75	道路	
	2	纯碱	79000	道路	
	小计		79075		
运出	1	碳酸锂	50000	道路	
	2	硼砂	17000	道路	
	3	废膜组件	75	道路	
	小计		67075		
合计			146150		

表 2-6-3 矿山卤水、液体运输量清单

流向	序号	货物名称	运输量 m <sup>3</sup> /a	运输方式	备注
运入	1	盐湖卤水	3185.28 万	管道泵送	
运出	1	预处理纳滤浓水	1284.5 万	管道泵送	回盐湖
	2	吸附脱锂卤水	1722.2 万	管道泵送	回盐湖
	3	合格液纳滤浓水	178.6 万	管道泵送	回盐湖

### 4. 运输道路

本项目设计矿区道路总长约 21.9km，道路位置见区域位置图中示意，矿区道路路面结构为：主干道路面宽 7m，路基宽 9m；次干道路面宽 4m，路基宽 6m。最大坡度不超过 4%，道路内侧最小转弯半径为 9m。主干路面结构为：4cm 细粒式沥青混凝土（AC-13），6cm 中粒式沥青混凝土（AC-20），20cm 厚 6%水泥稳定碎石基层；40cm 厚块石垫层。次干路面结构为：4cm 细粒式沥青混凝土（AC-13），6cm 中粒式沥青混凝土（AC-20）；20cm 厚 6%水泥稳定

碎石基层；20cm 厚块石垫层。

厂内道路主干道为 9m，次干路为 6m 和 4m，路面结构和厂外道路一致。

### 5. 运输及计量设施

矿山备品、配件及原材料等的运入，产品的运出均由公司外围车辆运输，厂区内物料装运、采选生活物资的运输以及管理等必备车辆均由公司承担。

矿区内的运排均由 10t 自卸式汽车承担，其它运输配备皮卡车可满足生产生活需要。

由于主要运输产品为电池级碳酸锂，价值较高，必须设置计量设施，设计在出厂的物流通道路口安装 2 台 100t 电子地中衡。

### 6. 生活福利设施

本矿区位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，地处西藏高原，环境高寒缺氧干旱，有关的服务性工程建设难度较大，本项目只设必要的生产服务设施。

考虑到本项目地理位置及生产生活便利程度，本项目在厂区内设置综合楼，含办公楼，倒班宿舍（含食堂）及简单生活娱乐场地，布置在厂前区。

考虑到当地自然条件，在综合楼设弥散式供氧装置，以改善办公、生活条件。

为节约投资，现有办公楼按 400 人定员进行设计，但内部布局设计已经为二期项目预留了拓展空间，可较为方便地扩建。

## 2.6.3 防排洪设施平面布置

各工业场地的洪水设计频率为 1/100，为了避免受到山洪的威胁，在矿区生产加工厂的上游设截洪、排洪等防护措施，使场地雨水能够迅速排出。

截洪排水沟设计为梯形断面，设计尺寸为上宽 2 米，底宽 1 米，深 0.5 米，设计沟底坡度为 2%-5%，共计铺设长度约为 1.5km。

## 2.6.4 绿化

绿化在防止污染，保护和改善环境方面起特殊的作用，它具有较好的调温、鉴于该矿区地处高原湖盆区，海拔在 4300m 以上，气候环境特殊，矿区

内气候寒冷，自然条件差，给矿区绿化工作带来了极大困难。

因此，本设计厂区内外绿化工作就简，主要考虑在厂前区行政综合楼内以建太阳房温室种植各类花草绿化；其次，工业区域尽可能以减少原生植被的破坏为原则，待矿山终期时再进行适度恢复。

### 2.6.5 工业场地主要工程量

麻米错盐湖矿区卤水露天开采基建工程主要包括采输卤工程、土建工程、道路工程、防洪拦水工程等。

采输卤工程：主要包括泵站建设（1 座）、管道敷设（采卤管道 1.5km，尾卤外排管道 3.8km）、水泵安装（3 台）等；

选厂内内土建工程：修筑行政综合楼（含办公、宿舍等）3000m<sup>2</sup>，生产综合楼（含分析化验、中控等）2400m<sup>2</sup>，碳酸锂成品袋装库 7500m<sup>2</sup>，碳酸锂成品散装库 12000m<sup>2</sup>，辅料库 7500 m<sup>2</sup>，吸附厂房 24000m<sup>2</sup>，反渗透纳滤厂房 7650m<sup>2</sup>，双极膜电渗析厂房 10500 m<sup>2</sup>，沉锂厂房 6000m<sup>2</sup>，综合维修间 3000m<sup>2</sup>，危废库 100m<sup>2</sup>，总变电所 4500m<sup>2</sup>，吸附预处理变电所 1200m<sup>2</sup>，反渗透纳滤变电所 1200m<sup>2</sup>，双极膜电渗析变电所 1200m<sup>2</sup>，沉锂 MVR 变电所 1200m<sup>2</sup>，消防站 800m<sup>2</sup>，消防水泵站 600m<sup>2</sup>等。

厂外道路工程：主要包括加工厂外各工业场地之间的联络道路处理约 21.9km。

防洪拦水工程：矿区主要的防洪拦水工程为修筑截排水沟，设计断面为梯形断面，设计尺寸为上宽 2m，底宽 1m，深 0.5m，设计沟底坡度为 2%~5%，共计铺设长度约为 1.5km。

### 2.6.6 贮运方案

本项目不设专门的液体罐区，各生产装置运行所需的缓冲罐直接在装置区内设置。为满足全厂水消防需求，在消防水站设置消防水罐，可满足 2h 消防水用量：

表 2-6-4 储罐选型与储存周期

序号	名称	个数	规格	材质	储存期
1	消防水罐	1	φ 8000×9000 V=360m <sup>3</sup>	碳钢外防腐	2h

## 2.6.7 建筑设计

### 1. 建设用地概况

矿区位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡北西约 30km 处，地理位置：东经 83° 28' 15" ~83° 35' 45" ，北纬 32° 04' 00" ~33° 11' 30" ，行政区划属改则县麻米乡管辖。

该项目拟开采矿体为标高 4330.0m~4343.8m 之间的液体矿，目前未进行开采。

矿区位于改则县麻米乡，东南距麻米乡约 7.5km；矿区西北为茶措村住户，共 10 户约 40 人，最近距离矿区边界约 100m（距离麻米措湖 1450m）；矿区南侧有零星分布有门塘玛吉村住户共 13 户约 70 人，最近距离矿区边界约 4.0km（距离麻米措湖最近为 200m）。

### 2. 建、构筑物的布置

建、构筑物的平面和空间布置，除应满足工艺生产、工人操作、维修、安全等要求外，尚应综合考虑防火、防爆、防腐蚀、防噪声、防渗、防毒等因素。在单体建筑设计中，应充分注意周边环境，根据场地特点、建筑平面和空间的使用功能、体型和立面的设想等因素，综合分析。

### 3. 建构筑物一览表

表 2-6-5 建构筑物一览表

序号	建构筑物名称	火灾危险性类别	耐火等级	层数	结构形式 (外围护形式)	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建、构筑物面积 (m <sup>2</sup> )	备注
1	行政综合楼	多层民用建筑	二	3	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	3000	9000	功能：办公、环境监测、医务、食堂、宿舍
2	门卫 A、B	单层民用建筑	二	1	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	24	24	入口处为电动伸缩门高 1.5 米，长 15 米。 (同等规模两处)

3	生产综合楼	丙	一	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	2400	4800	中央化验室/中央控制室/调度室
4	消防站		二	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	800	1600	
5	吸附预处理变电所	丙	二	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	1200	2400	
6	反渗透纳滤变电所	丙	二	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	1200	2400	
7	双极膜电渗析变电所	丙	二	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	1200	2400	
8	沉锂 mvr 变电所	丙	二	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	1200	2400	
9	全厂总变	丙	二	2	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	4500	9000	含高压变频器室
10	碳酸锂成品袋装库	戊		1	轻钢门式刚架（双层彩板复合保温外围护）	7500	7500	
11	碳酸锂成品散装库	戊		1	轻钢门式刚架（双层彩板复合保温外围护）	12000	12000	
12	辅料库	戊		1	轻钢门式刚架（双层彩板复合保温外围护）	7500	7500	
13	预处理吸附厂房	戊	二	1	轻钢结构（双层彩板复合保温外围护）	24000	24000	局部钢格栅平台
14	反渗透纳滤厂房	戊	二	1	轻钢结构（双层彩板复合保温外围护）	7650	7650	局部钢格栅平台
15	双极膜电渗析厂房	戊	二	1	轻钢结构（双层彩板复合保温外围护）	10500	10500	局部钢格栅平台

16	沉锂 MVR 厂房	戊	二	1	钢结构（双层彩板复合保温外围护）	6000	6000	钢框架共四层：二、三、四层均为钢格栅平台
17	消防泵站	戊	二	1	钢筋混凝土框架结构（加气混凝土砌块外围护）	600	600	
	消防水罐区	戊	二		钢筋混凝土围堰	1800		
18	综合维修间	戊	二	1	轻钢门式刚架（双层彩板复合保温外围护）	3000	3000	
19	危废库	甲	二	1	轻钢门式刚架（双层彩板复合保温外围护）	100	100	

## 2.7 其他

### 2.7.1 设计主要技术经济指标

表 2-7-1 设计主要技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	地质			
1.1	地质资源量			
1.1.1	卤水量	万 m <sup>3</sup>	43400	
1.1.2	品位	mg/l	5683.04	LiCl
		mg/l	1865.71	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1.2	设计利用资源量			
1.2.2	卤水量	万 m <sup>3</sup>	3185.28	每年开采量
1.2.2	品位	g/l	0.78	Li <sup>+</sup>
2	采（选）	万 t/a	13.22	折碳酸锂，干基
2.2	盐田工程	km <sup>2</sup>	0	
2.3	矿山基建时间	a	2	
2.4	矿山服务年限	a	35	含基建试生产期
2.5	开采方式		露天	
2.6	主要采矿方法		泵站抽取	
2.7	矿石损失率	%	0	未利用部分资源回湖，返回卤水
2.8	矿石贫化率	%	2.75	
3	选矿			

序号	指标名称	单位	数量	备注
3.1	处理能力	t/a	131324	折100%碳酸锂
3.2	品位	g/l	0.78	Li <sup>+</sup>
3.3	选矿加工产量	t/a	50000	碳酸锂产品
	副产品产量	t/a	17000	硼砂
3.4	工业品位			
	主产品：碳酸锂	%	99.6	电池级
	副产品：硼砂	%	99.5	工业级高纯
3.5	回收率			未提取锂资源返回盐湖，可重复利用。
	主产品：锂	%	37.91（单程） 99.9（综合）	以金属锂计
	副产品：硼	%	10.45（单程）	以B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 计
4	工作制度			
4.1	采矿工作制度	连续工作制，年工作240d，3班/d，8h/班。		
4.2	选矿加工工作制度	连续工作制，年工作240d，3班/d，8h/班。		
5	基建投资总额	万元	363256.27	
5.1	建设工程	万元	89790.70	
5.2	设备购置	万元	235025.52	
5.3	设备设施安装	万元	38440.05	
6	资金来源	万元	自有资本金20%	其余银行贷款
7	年总成本费用	万元	180176.89	达产年
8	年销售收入	万元/a	600000.00	达产年
9	年利税总额	万元/a	427995.48	达产年
10	资源税	万元/a	619.54	达产年
11	年销售利润	万元/a	369274.18	达产年
12	年税后利润	万元/a	313883.05	达产年
13	投资回收期	a	5.34	税后
14	投资内部收益率	%	58.40	税后

## 2.7.2 劳动组织及定员

### 1. 劳动组织

(1) 本项目为新建项目，工厂的管理体制及组织机构设置按现代化企业体制运作；

(2) 公司在母公司的领导下，提高工厂技术、装备水平和人员素质的

基础上，逐步与世界上先进的大型新能源企业接轨，实现生产管理现代化；

(3) 根据生产经营管理工作的实际需要，在实行公司（工厂）—车间二级扁平化组织结构管理，下设各级车间及辅助部门等，以利生产活动的组织管理，同时，公司各产业、配套项目及设施间的日常协调机制，使各产业项目相互匹配，有序建设，协调运作；

(4) 本项目以遵循组织机构精简、统一、效能的原则，集中管理，减少管理人员，人员编制根据生产装置的需要进行配置。

## 2. 工作制度

本项目生产装置定员按现代企业管理原则进行编制，根据国家《劳动法》有关规定，生产岗位定员按工艺生产过程需要设置，管理人员及工程技术人员按设计的组织机构配置，生产岗位工人按五班三运转制配备，辅助生产人员和行政管理人员按日班配置。

## 3. 劳动定员

考虑到本项目自动化程度较高，配合智慧化工厂系统的辅助，可显著降低定员；生产装置及辅助工程年操作实行 5760 小时操作，本项目装置总定员 400 人。本次方案设计全厂定员详见表 2-7-2。

表 2-7-2 全厂定员汇总表

序号	岗位或部门	管理人员	生产人员		合计	备注
			班次	每班人员（一期）	一期	
1	公司领导	4	白班		4	
2	经理办公室	1	白班	4	5	
3	计划财务部	1	白班	2	3	
4	人力资源部	2	白班	2	4	
5	技术质量部	2	白班	12	14	
6	安全环保部	2	白班	12	14	
7	供应、销售部	2	白班	12	14	
8	生产部	10	五班三运转	40	210	
9	动力部	4	五班三运转	8	44	
10	电仪部	4	五班三运转	8	44	

11	分析化验	4	五班三运转	8	44	
	小计	23		总计	400	

### 2.7.3 安全卫生投资估算

本项目的安全设施投资估算约 2777.97 万元。

公司安全生产经费计提原则依据国家财企[2012]16号《企业安全生产费用提取和使用管理办法》规定的以下标准提取：

1. 营业收入不超过 1000 万元的，按照 4%提取；
2. 营业收入超过 1000 万元至 1 亿元的部分，按照 2%提取；
3. 营业收入超过 1 亿元至 10 亿元的部分，按照 0.5%提取；
4. 营业收入超过 10 亿元的部分，按照 0.2%提取。

### 2.7.4 管理机构

本工程建成投产后，建设单位应设置专门的安全卫生管理机构，同时建立一套完整的安全卫生管理体制。配备专职安全管理人员，并配备 1 名专职领导分管，专门负责全厂的安全卫生管理与监督工作。

1. 各工段设安全员，负责车间内部的安全生产与劳动保护工作。安全卫生管理的任务是对生产过程中安全卫生实行标准化管理，检查和消除生产过程中的各种危险和有害因素，贯彻执行国家和有关部门下达的指令和规定，制订必要的规章制度，对职工进行安全卫生知识的培训、教育，防止发生火灾爆炸等安全事故，避免各种损失。

2. 为了全面贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，规范应急管理，提高生产安全事故应急救援反应速度和协调水平，增强事故应急能力，预防和控制事故灾害的发生，保障员工和公众的生命安全，最大限度地减少财产损失、环境破坏和社会影响，需制定突发公共事件综合应急预案。

3. 公司在各作业区域配备专职安全管理人员，并能够做到持证上岗。

4. 由于公司生产工艺特性，特种作业岗位不像其他矿山企业繁杂，公司特种作业人员应行业管理要求能持证上岗。

## 5. 安全生产责任内容

(1) 认真学习和严格遵守各项规章制度、劳动纪律，不违章作业，并劝阻、制止他人的违章作业。

(2) 精心操作，做好各项记录，交接班必须交接安全生产情况，交班要为接班创造安全生产的良好条件。

(3) 正确分析、判断和处理各种事故苗头，把事故消灭在萌芽状态。如果发生事故要正确、果断处理，及时、如实地向上级报告，严格保护现场，做好详细记录。

(4) 按时认真进行巡回检查，如发现异常情况，及时处理和报告。

(5) 加强设备维护，保持作业现场清洁，搞好文明生产。

(6) 上岗必须按规定着装。妥善保管、正确使用各种防护用品和消防器材。

(7) 积极参加各种安全活动。

(8) 有权拒绝违章作业的指令。

## 3 定性、定量评价

### 3.1 危险、危害因素

危险因素是指对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素；危害因素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。一般二者统称为危险因素。

所有的危险因素都要归结为存在能量、有害物质以及能量、有害物质失去控制两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露、挥发的结果，所以能量、有害物质的存在及失去控制，是危险因素产生的根本原因。

作为矿山企业，在其产品的生产过程中，有许多危险因素的存在，其蓄积的能量的意外释放，将会给作业人员及周边群众造成巨大的人身伤害和财产损失。所以在矿山开发利用过程中应尽量消除潜在的危险因素。

安全评价是以系统安全的目的，应用安全系统工程原理和方法，对系统中存在的危险因素、有害因素进行辨识和分析，判断系统发生事故的可能性及危害程度，从而为制定防范措施和管理决策提供科学依据，从根本上消除人的不安全因素和物的不安全状态。

### 3.2 拟建项目涉及的危险有害物质分析

西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目一期为年生产 5 万 t 碳酸锂，生产过程中使用卤水（含氯化锂、氯化钾、氯化钠、氯化铯等）为原料；生产用辅料有碳酸钠、吸附树脂、阳离子树脂、脱硼树脂；设备清洗用辅料有盐酸、氢氧化钠；中间产物有氯化氢、二氧化碳。上述物料具有腐蚀性、毒害性，因此在碳酸锂生产过程中，将会存在腐蚀危害、中毒危险等危险、有害因素。

上述物料中除盐酸、氢氧化钠、氯化氢、二氧化碳外其余均未被列入《危险化学品目录》（2015 版）。根据危险物质的安全技术说明书，以下是各危险化学品详细的理化性质、危险特性以及对人体的健康危害。

表 3-2-1 盐酸危险特性一览表

标识	中文名：盐酸		CAS 号：7647-01-0
	英文名：hydrochloric acid		UN 编号：1789
理化特性	外观性状：无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味		分子量：36.46
	相对密度（水=1）：1.20	燃烧热（kJ/mol）：-	饱和蒸气压（kPa）：30.66(21℃)
	相对蒸气密度（空气=1）：1.26		
	闪点（℃）：-	燃爆危险：本品不燃，具强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤	沸点（℃）：108.6（20%） 熔点（℃）：-114.8（纯）
	爆炸极限（%V/V）：-	燃烧分解产物：氯化氢	临界压力（MPa）：- 临界温度（℃）：-
溶解性：与水混溶，溶于碱液			
危险特性	能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。遇氰化物能产生剧毒的氰化氢气体。与碱发生中和反应，并放出大量的热。具有较强的腐蚀性。		
健康危害	接触其蒸气或烟雾，可引起急性中毒，出现眼结膜炎，鼻及口腔粘膜有烧灼感，鼻衄、齿龈出血，气管炎等。误服可引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能引起胃穿孔、腹膜炎等。眼和皮肤接触可致灼伤。慢性影响：长期接触，引起慢性鼻炎、慢性支气管炎、牙齿酸蚀症及皮肤损害。		
防护措施	<p>工程控制：密闭操作，注意通风。尽可能机械化、自动化。提供安全淋浴和洗眼设备。</p> <p>呼吸系统防护：可能接触其烟雾时，佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩）或空气呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴氧气呼吸器。</p> <p>眼睛防护：呼吸系统防护中已作防护。</p> <p>身体防护：穿橡胶耐酸碱服。</p> <p>手防护：戴橡胶耐酸碱手套。</p> <p>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。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用。保持良好的卫生习惯。</p>		
灭火方法	用碱性物质如碳酸氢钠、碳酸钠、消石灰等中和。也可用大量水扑救。		
急救	<p>皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医。</p> <p>眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。</p> <p>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。</p> <p>食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。</p>		
泄漏应急	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。尽可能切断泄漏源。小量泄漏：用		

处理	砂土、干燥石灰或苏打灰混合。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。
操作与储存	<p>操作：密闭操作，注意通风。操作尽可能机械化、自动化。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），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。远离易燃、可燃物。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与碱类、胺类、碱金属接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。</p> <p>储存：储存于阴凉、通风的库房。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 85%。保持容器密封。应与碱类、胺类、碱金属、易（可）燃物分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p>

表 3-2-2 氢氧化钠危险特性一览表

第一部分 化学品及企业标识		
化学品中文名：液碱；苛性钾		
化学品英文名：potassiumhydroxide; Causticpotash		
第二部分 成分/组成信息		
√ 纯品		混合物
有害物成分	浓度	CASNo.
液碱		1310-58-3
第三部分 危险性概述		
危险性类别：皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A		
严重眼损伤/眼刺激, 类别 1		
侵入途径：吸入、食入		
健康危害：本品具有强腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道，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，休克。		
环境危害：对环境有害。		
燃爆危险：不燃，无特殊燃爆特性。		
第四部分 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 20~30 分钟。如有不适感，就医。		
眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗 10~15 分钟。如有不适感，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。呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏术。就医。		
食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。		
第五部分 消防措施		
危险特性：与酸发生中和反应并放热。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。
有害燃烧产物：无意义。
灭火方法：本品不燃。根据着火原因选择适当灭火剂灭火。
灭火注意事项及措施：消防人员必须穿全身耐酸碱消防服、佩戴空气呼吸器灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。
第六部分 泄漏应急处理
应急行动：隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘口罩，穿防酸碱服。穿上适当的防护服前严禁接触破裂的容器和泄漏物。尽可能切断泄漏源。用塑料布覆盖泄漏物，减少飞散。勿使水进入包装容器内。用洁净的铲子收集泄漏物，置于干净、干燥、盖子较松的容器中，将容器移离泄漏区。
第七部分 操作处置与储存
操作注意事项：密闭操作。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器，穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。远离易燃、可燃物。避免产生粉尘。避免与酸类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。稀释或制备溶液时，应把碱加入水中，避免沸腾和飞溅。
储存注意事项：储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。库温不超过 35℃，相对湿度不超过 80%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类等分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。
第八部分 接触控制/个体防护
接触限值： MAC(mg/m <sup>3</sup> ): 2 PC-STEL(mg/m <sup>3</sup> ): - TLV-TWA(mg/m <sup>3</sup> ): PC-TWA(mg/m <sup>3</sup> ): - TLV-C(mg/m <sup>3</sup> ): 2 TLV-STEL(mg/m <sup>3</sup> ):
监测方法：火焰原子吸收光谱法。
工程控制：密闭操作。提供安全淋浴和洗眼设备。
呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，必须佩戴过滤式防尘呼吸器。必要时配戴空气呼吸器。
眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。
身体防护：穿橡胶耐酸碱服。
手防护：戴橡胶耐酸碱手套。
其他防护：工作场所禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作完毕，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。
第九部分 理化特性
外观与性状：纯品为白色半透明晶体，工业品为灰白、蓝绿或淡紫色片状或块状固体。易潮解。
pH值：无意义 熔点(℃): 360.4 沸点(℃): 1320~1324 相对密度(水=1): 2.04

相对蒸气密度(空气=1): 无资料	饱和蒸气压(kPa): 0.13(719℃)
临界压力(MPa): 无意义	辛醇/水分配系数: 无资料
闪点(℃): 无意义	引燃温度(℃): 无意义
爆炸下限[% (V/V)]: 无意义	爆炸上限[% (V/V)]: 无意义
溶解性: 溶于水、乙醇, 微溶于醚。	
主要用途: 可用作生产聚醚、破乳剂、净洗剂、表面活性剂等, 也用于医药、染料、轻工等工业。	
第十部分 稳定性和反应性	
稳定性: 稳定	
禁配物: 强酸、易燃或可燃物、二氧化碳、酸酐、酰基氯。	
避免接触的条件: 潮湿空气。	
聚合危害: 不聚合	
分解产物:	
第十一部分 毒理学资料	
急性毒性: 具腐蚀和刺激作用。因吸收粉尘或烟雾引起的化学性呼吸道炎症及皮肤和粘膜的损伤比氢氧化钠强。	
LD <sub>50</sub> :	
大鼠经口 LD <sub>50</sub> (mg/kg): 273	
LC <sub>50</sub> :	
刺激性:	
第十二部分 生态学资料	
生态毒性:	
生物降解性:	
非生物降解性:	
其他有害作用: 由于呈碱性, 对水体可造成污染, 对植物和水生生物应给予特别注意。	
第十三部分 废弃处置	
废弃物性质: 危险废物	
废弃处置方法: 中和、稀释后, 排入废水系统。	
废弃注意事项: 处置前应参阅国家和地方有关法规。	
第十四部分 运输信息	
危险货物编号: 82002	
UN 编号: 1813	
包装类别: II类包装	
包装标志: 腐蚀品	

包装方法：固体可装入 0.5 毫米厚的钢桶中严封，每桶净重不超过 100 公斤；塑料袋或二层牛皮纸袋外全开口或中开口钢桶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱；镀锡薄钢板桶（罐）、金属桶（罐）、塑料瓶或金属软管外瓦楞纸箱。

运输注意事项：铁路运输时，钢桶包装的可用敞车运输。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、酸类、食用化学品、等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。

表 3-2-3 氯化氢危险特性一览表

第一部分 化学品及企业标识		
化学品中文名：氯化氢[无水]		
化学品英文名：hydrogen chloride(anhydrous)		
第二部分 成分/组成信息		
√ 纯品		混合物
有害物成分	浓度	CAS No.
氯化氢		7647-01-0
第三部分 危险性概述		
危险性类别：加压气体		
急性毒性-吸入, 类别 3*		
皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A		
严重眼损伤/眼刺激, 类别 1		
危害水生环境-急性危害, 类别 1		
侵入途径：吸入		
健康危害：本品对眼和呼吸道粘膜有强烈的刺激作用。		
急性中毒 出现头痛、头昏、恶心、眼痛、咳嗽、痰中带血、声音嘶哑、呼吸困难、胸闷、胸痛等。重者发生肺炎、肺水肿、肺不张。眼角膜可见溃疡或混浊。皮肤直接接触可出现大量粟粒样红色小丘疹。		
慢性影响 长期较高浓度接触，可引起慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿酸蚀症。		
环境危害：对水体、土壤和大气可造成污染。		
燃爆危险：不燃，无特殊燃爆特性。		
第四部分 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 20~30 分钟。如有不适感，就医。		
眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗 10~15 分钟。如有不适感，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。呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏术。就医。		

食入：不会通过该途径接触。
第五部分 消防措施
危险特性：无水氯化氢无腐蚀性，但遇水时有强腐蚀性。能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。
有害燃烧产物：无意义。
灭火方法：本品不燃。根据着火原因选择适当灭火剂灭火。
灭火注意事项及措施：消防人员必须穿全身耐酸碱消防服、佩戴空气呼吸器灭火。切断气源。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。
第六部分 泄漏应急处理
应急行动：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。建议应急处理人员穿内置正压自给式呼吸器的全封闭防化服。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。用粉状石灰石(CaCO <sub>3</sub> )、熟石灰、苏打灰(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )或碳酸氢钠(NaHCO <sub>3</sub> )中和。隔离泄漏区直至气体散尽。
第七部分 操作处置与储存
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。建议操作人员佩戴过滤式防毒面具(半面罩)，戴化学安全防护眼镜，穿化学防护服，戴橡胶手套。避免产生烟雾。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与碱类、活性金属粉末接触。尤其要注意避免与水接触。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。
储存注意事项：储存于阴凉、通风的不燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与碱类、活性金属粉末分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。
第八部分 接触控制/个体防护
接触限值：
MAC(mg/m <sup>3</sup> ): 7.5
PC-TWA (mg/m <sup>3</sup> ): -
PC-STEL (mg/m <sup>3</sup> ): -
TLV-C(mg/m <sup>3</sup> ): 7.5
TLV-TWA (mg/m <sup>3</sup> ):
TLV-STEL (mg/m <sup>3</sup> ):
监测方法：硫氰酸汞分光光度法；离子色谱法。
工程控制：严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。
呼吸系统防护：空气中浓度超标时，佩戴过滤式防毒面具(半面罩)。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。
眼睛防护：必要时，戴化学安全防护眼镜。
身体防护：穿化学防护服。
手防护：戴橡胶手套。
其他防护：工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。
第九部分 理化特性
外观与性状：无色有刺激性气味的气体。

pH值：无意义	熔点(°C)：-114.2
沸点(°C)：-85.0	相对密度(水=1)：1.19
相对蒸气密度(空气=1)：1.27	饱和蒸气压(kPa)：4225.6(20°C)
临界温度(°C)：51.4	临界压力(MPa)：8.26
辛醇/水分配系数：0.25	闪点(°C)：无意义
引燃温度(°C)：无意义	爆炸下限[% (V/V)]：无意义
爆炸上限[% (V/V)]：无意义	
溶解性：易溶于水。	
主要用途：制染料、香料、药物、各种氯化物及腐蚀抑制剂。	
第十部分 稳定性和反应性	
稳定性：稳定	
禁配物：碱类、活性金属粉末。	
避免接触的条件：	
聚合危害：不聚合	
分解产物：	
第十一部分 毒理学资料	
急性毒性：在高浓度的氢氯酸作用下，动物尸检可发现肺水肿和出血，有的动物胃内粘膜出血。	
LD <sub>50</sub> ：	
大鼠经口 LD <sub>50</sub> (mg/kg)：900	TDL0：人食入 LDLO:81mg/kg
LC <sub>50</sub> ：	
大鼠吸入 LC <sub>50</sub> (mg/m <sup>3</sup> )：4600mg/m <sup>3</sup> /1h； 3124ppm/1h	人吸入 LCL0(mg/m <sup>3</sup> )：1300ppm/30min； 3000ppm/5min
刺激性：	
家兔经眼：5mg/30sec. 轻度刺激。	
第十二部分 生态学资料	
生态毒性：	
半数致死浓度 LC <sub>50</sub> ：0.282mg/l/96h(鱼)	
生物降解性：	
非生物降解性：	
其他有害作用：该物质对环境有危害，应特别注意对水体的污染。	
第十三部分 废弃处置	
废弃物性质：危险废物	
废弃处置方法：用碱液—石灰水中和，生成氯化钠和氯化钙，用水稀释后排入废水系统。	
废弃注意事项：把倒空的容器归还厂商或在规定场所掩埋。	

第十四部分 运输信息	
危险货物编号：22022	
UN 编号：1789	
包装类别：III类包装	
包装标志：不燃气体；腐蚀品	
包装方法：钢质气瓶。	
<p>运输注意事项：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。</p> <p>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。严禁与碱类、活性金属粉末、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。</p>	

表 3-2-4 二氧化碳危险特性一览表

<b>物质名称：</b> 二氧化碳[压缩的或液化的]			
<b>危规分类及编号</b>			
危险性类别：加压气体		危险货物编号：22019\22020	
特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3（麻醉效应）			
<b>物化特性</b>			
沸点（℃）	-78.5(升华)	相对密度（水=1）	1.56(-79℃)
饱和蒸气压（kPa）	1013.25(-39℃)	熔点（℃）	-56.6(527kPa)
蒸气密度（空气=1）	1.53	溶解性	溶于水、烃类等多数有机溶剂。
临界温度(℃)	31	临界压力(MPa)	7.39
引燃温度(℃)	无意义	燃烧热（KJj/kg）	无意义
外观与气味	无色无臭气体。		
<b>火灾爆炸危险数据</b>			
闪点（℃）	无意义	爆炸极限	无意义
灭火方法	本品不燃。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束		
危险特性	若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。 该项目属于高压液化气体，临界温度为 31 摄氏度，超过这个温度，无论压力多大，二氧化碳只能作为气体存在，		
<b>反应活性数据</b>			
稳定性	不稳定		避免条件
	稳定	√	
聚合危险性	可能存在		避免条件

	不存在	√			
禁忌物			燃烧（分解）产物		
<b>健康危害数据</b>					
侵入途径	吸入	√	皮肤	√	口
急性毒性	LD <sub>50</sub>			LC <sub>50</sub>	
<b>健康危害</b>					
<p>在低浓度时，对呼吸中枢呈兴奋作用，高浓度时则产生抑制甚至麻痹作用。中毒机制中还兼有缺氧的因素。急性中毒：人进入高浓度二氧化碳环境，在几秒钟内迅速昏迷倒下，反射消失、瞳孔扩大或缩小、大小便失禁、呕吐等，更严重者出现呼吸停止及休克，甚至死亡。固态（干冰）和液态二氧化碳在常压下迅速汽化，能造成-80~-43℃低温，引起皮肤和眼睛严重的冻伤。慢性影响：经常接触较高浓度的二氧化碳者，可有头晕、头痛、失眠、易兴奋、无力等神经功能紊乱等。但在生产中是否存在慢性中毒国内外均未见病例报道。</p>					
<b>泄漏紧急处理</b>					
<p>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。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。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>					
<b>操作注意事项</b>					
<p>密闭操作。密闭操作，提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。远离易燃、可燃物。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。</p>					
<b>储运注意事项</b>					
<p>储存于阴凉、通风的库 X。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与易（可）燃物分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并将瓶口朝同一方向，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等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。</p>					
<b>包装方法</b>					
<p>钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。</p>					
<b>废弃处置</b>					
<p>处置前应参阅国家和地方有关法规。废气直接排入大气。</p>					
<b>急救措施</b>					
皮肤接触	若有冻伤，就医治疗。				
眼睛接触	若有冻伤，就医治疗。				
吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。				

防护措施			
职业接触限值	最高容许浓度(mg/m <sup>3</sup> )	-	
	时间加权平均容许浓度(mg/m <sup>3</sup> )	9000	
	*短时间接触容许浓度(mg/m <sup>3</sup> )	18000	
工程控制	密闭操作。提供良好的自然通风条件。		
呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴空气呼吸器。	身体防护	穿一般作业工作服。
手防护	戴一般作业防护手套。	眼防护	一般不需特殊防护。
其他	避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。		

### 3.3 拟建项目危险有害因素分析

由于开采方式和开采矿物性质的不同，矿山生产和作业危害有很大差异。通过对该公司岩盐矿床地质、水文及工程地质、开采技术条件、开采方式、采、输卤及各环节和作业场所使用的设备设施进行综合分析研究，对该项目在建设和生产过程中可能存在的危险有害因素进行识别与分析。根据该矿山设计特点和单元划分情况，参照《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）通过类比推断和对照分析，该企业存在的主要危险、有害因素主要有腐蚀危害、中毒、灼烫、电气伤害、机械伤害、高处坠落、粉尘危害、坍塌危害、淹溺、车辆伤害等。这些危险、危害可能造成人员伤亡事故、职业病及经济损失等，因此在项目的设计、施工、生产及管理过程中应以安全为主，从设计、施工、生产等环节最大限度的消除、减弱、预防这些危险有害因素的发生。

#### 3.3.1 腐蚀危害

拟建项目产品为碳酸锂，生产过程中使用卤水（含氯化镁、氯化钾、氯化钠、氯化锂等）为原料，生产用辅料有碳酸钠、吸附树脂、阳离子树脂、脱硼树脂，设备清洗辅料盐酸、氢氧化钠，中间产物有氯化氢、二氧化碳，上述物料中卤水、盐酸、氢氧化钠等具有腐蚀性，这些物料对建（构）筑物、设备、管道、仪器仪表等均会造成腐蚀性危害，从而影响生产安全。

1. 由于设备、管道本身存在缺陷，气体、液体的长期冲刷，设备、管道

会因腐蚀等造成壁厚减薄、疲劳，进而产生裂纹等缺陷，如果不能及时发现、及时消除，极易导致物料溢出，造成事故的发生。

2. 项目所在地土质为盐渍土，地下水为卤水，可造成设备基础下陷、厂房倒塌、管道变形开裂、泄漏、破坏绝缘、仪表失灵等事故，严重影响正常的生产，危害人身安全。

3. 各新建厂房采用的是框架结构，生产过程中若防护措施不当，就会引起腐蚀。对框架结构的腐蚀主要有两种：

(1) 电化学腐蚀：当钢结构表面有水分存在时，就会发生铁电离的阳极反应和溶解态氧还原的阴极反应，在钢结构表面析出氢氧化亚铁，该化合物被溶解氧化后生成氢氧化铁，并进一步生成  $n\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ （红锈），一部分氧化不完全的变成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ （黑锈）。

(2) 与酸根离子结合的酸化反应：铁与氯离子（ $\text{Cl}^-$ ）反应生成氯化铁（ $\text{FeCl}_3$ ）。当钢结构腐蚀严重时，承重构件的受力横截面减少，应力过大，承重构件即将破坏。结构的破坏形态从有预兆的受弯塑性破坏变为无预兆的剪切脆性破坏，最终导致厂房倒塌等严重事故的发生。

4. 盐酸、氢氧化钠为腐蚀性化学品，如发生泄漏，溅及到设备、管线，可导致其腐蚀，接触无防护设施的仪表，可导致仪表损坏、失灵，大量泄漏对建筑物可产生腐蚀。设备、管道连接处、泵的密封容易发生泄漏，施工选材与设计要求不相符，也易发生腐蚀而泄漏。

由于设备、管道等安装质量差、材质缺陷及设备老化、振动或腐蚀、运转时间过长等，可能造成各种腐蚀性物料泄漏，如溅及工作人员眼睛、皮肤，则会造成灼伤事故。在对输送过含有腐蚀性物料的设备检修前没有对其彻底清理，检修人员就进入检修，则极易造成眼睛、皮肤、呼吸道的化学灼伤。在对储存过酸碱的设备检修前没有对其彻底清理，检修人员就进入检修，则极易造成眼睛、皮肤的化学灼伤。在停车时部分管道死角无法处理或设备中含有残余介质，只关闭阀门而未加盲板，阀门慢慢自流使系统部分管道又充满腐蚀性介质，致使在施工过程如拆除、焊接设备管道时发生人身灼伤事故。人工操作进行卸车，且收付料泵开停未实施远程控制，操作人员缺乏对酸碱

危险性的认识，未采取适当的防护措施，一旦物料泄漏溅及人身就会造成灼伤。

### 3.3.2 中毒的危险

拟建项目生产过程中使用的卤水及产品碳酸锂等物料虽不属于危险化学品，但作业人员长期接触这些物质，如果防护不当，可能会导致操作人员中毒，造成身体危害；其它危险化学品如盐酸、氢氧化钠等本身具有毒性或燃烧分解会产生有毒烟气，若现场通风不良或作业人员防护不当等原因均有可能导致作业人员中毒等事故的发生。

卤水可引起作业人员结膜炎、喉炎、气管炎及皮炎。误服后以胃肠道刺激症状为主，恶心、呕吐、腹泻等，伴有头痛、烦躁不安，继之可发生脱水、休克、昏迷或急性肾功能衰竭。

盐酸对皮肤、黏膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用，生产过程中接触其蒸气或烟雾，可引起急性中毒，出现眼结膜炎，鼻及口腔粘膜有烧灼感，牙龈出血、气管炎等。误服可引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能引起胃穿孔、腹膜炎等。

人员接触氢氧化钠可引起灼伤，误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。

沉锂过程中要加碳酸钠，其反应过程中会产生二氧化碳。二氧化碳在低浓度时，对呼吸中枢呈兴奋作用，高浓度时则产生抑制甚至麻痹作用。

碳酸锂对作业人员眼睛、粘膜、皮肤、呼吸道具有强烈的刺激作用。中毒主要由于误服，病人出现无力、眩晕、恶心、呕吐、腹泻、抽搐、昏迷等。可经呼吸道吸收引起中毒。碳酸锂受高热分解放出有毒的气体。

中毒危害是拟建项目生产过程中的主要危险、有害因素之一，各生产工序均可能造成作业人员中毒事故的发生。

### 3.3.3 灼烫的危害

人体因受热源或化学物质作用，引起局部组织损伤，并导致病理和生理改变的过程为灼伤。灼伤可分为化学灼伤、热力灼伤、复合性灼伤。

纳滤除镁、反渗透、螯合树脂除钙镁及沉锂等工序将使用盐酸、碱对膜、设备进行清洗，若作业人员个体防护不当或未佩戴个体劳动防护用品有可能导致灼伤事故的发生。

强制蒸发工序涉及到高温蒸汽，若高温的设备顶措施不当或损坏；违章操作导致泄漏或误接触；没有采取必要的个人防护等都可能对作业人员造成热力灼伤。

地震或外界环境的振动，均可振裂设备、管道，引起物料溢出，导致作业人员化学灼伤事故的发生。

冬季寒冷，设备停运时，没有将设备中的液体放尽，使设备冻裂等天气转暖液体泄出，发生操作人员化学灼伤事故。

灼伤灼烫也是项目生产过程中的主要危害之一。

### 3.3.4 电气伤害

拟建项目涉及到电气设备，电气伤害的潜在机会多。变压器、变配电室、操作控制室，各种以电力为能源的动力、照明和控制电器设备、电缆、设备等因故障、误操作、过负荷、老化失修、雷击等原因，不仅本身有可能发生火灾爆炸等危险，而且可能直接造成人身触电伤害和设备财产损失。

#### 1. 触电危险

带电的设备、装置等，若接地或接零保护装置失灵、无漏电保护器或漏电保护器失效等原因，人触及带电体漏电部位，有发生触电危险。

因作业环境中存在腐蚀性物质，易腐蚀管线；露天电器、线路经风吹日晒，也可能造成线路老化、锈蚀，导致绝缘失效，从而引发触电事故。

长期处于腐蚀性环境会加速设备、线路老化、锈蚀，如果设备操作不当，接地、接零不当或损坏、失效、补救措施不及时，均会引起漏电、触电事故；另外在检维修检查过程中违反电气操作规程，也易造成触电事故。

矿区空气含盐量高，电气绝缘性能下降，如果电气设备绝缘等级不够，防雷击和其他防护措施不完善，易发生电气伤害事故。

#### 2. 电气火灾危害

短路：发生短路时可能超过正常时的数十倍，致使电线、电器温度急剧

上升超出限值,短路时常伴有电弧产生,场造成火灾。企业生产中常见的短路事故有用闸刀直接起动或断开大容量负荷,在带负荷时拔熔断器引起相间电弧短路;其他违章作业引起的短路事故等。

**过载:**线路、电动机、变压器等电气设备超载运行均将导致其绝缘材料过热起火。

**接触不良:**导线接头连接不牢或焊接不良均会使接触电阻过高,导致接头过热起火。接触不良的电线接头、开关接点、滑触线等还会迸发火花引燃周围易燃、易爆物质。

**散热不良:**电机、变压器等较大设备均配置有散热装置,如损坏又未及时检修均会导致散热不良,造成电器热量蓄累。电缆沟内电缆过密,散热不良也会引起火灾。

照明、电热器具安置或使用不当,过于靠近易燃物、电炉放置不当等均易引起火灾。

电气设备断电保护系统不完善或无接地保护,由于腐蚀、损坏等原因造成的漏电,操作人员违章或误操作等,同样存在发生触电危险。

若作业现场粉尘不及时清理,粉尘积存于电气设备上,易造成电气设备短路,继而引发触电事故。

### 3.3.5 机械伤害、物体打击

机械性的伤害一般是因为机械设备动力驱动的传动件、转动部位缺少防护装置,而大部分是因为违章作业,不遵守安全操作规程,对运转中的设备进行检修不正确使用工具,不按规定穿戴合格的防护用具,机械伤害常常会造成人体伤残或人员死亡。

拟建项目设压滤机、压缩机、离心机、空压机、皮带输送机及泵等机械设备,若动力驱动的传动件、转动部位防护罩失效或缺、人员违章作业等各种原因,当人体接触时有可能发生机械伤害的危险,并且这些传动设备在检测、维修时,很容易造成机械伤害事故。

为了做好生产辅助工作,需要机修、电气等辅助工作和操作,而检修环境经常很恶劣、复杂、潮湿,因此,很容易造成人身伤害事故。

光照的亮度和照度不足,会使操作人员作业困难,眼睛视物不清、分辨力下降,对危险地段会因照明不足引起意外伤亡事故。

造成机械伤害的因素如下:

1. 各类传动设备未经检测、维修,易造成机械伤害事故。
2. 动力驱动的传动件、转动部位,若防护罩失效或残缺,当人体接触时有可能发生机械伤害的危险。
3. 机械设备在运行状态下或设备出现故障状态时,均易造成物体打击、坠落、碰撞、刮伤等机械伤害事故。
4. 违章操作,穿戴不符合安全规定进行操作。
5. 机械设备安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等,导致事故发生。
6. 操作人员疏忽大意,身体进入机械危险部位。
7. 在检修和正常工作时,不设警示牌,机器突然被别人随意启动,导致事故发生。
8. 在处理皮带机故障和清扫时易发生人身伤害事故。
9. 皮带机在运转中易发生打滑、跑偏、皮带撕裂、漏斗堵塞等事故,从而影响生产。
10. 皮带运输机头轮、尾轮等运转部位缺少安全隔离防护装置,皮带跑偏,逆止器或制动器失灵,没有按规定设安全绳、紧急开关,电气老化不可靠,皮带重锤张紧装置不安全。
11. 照明布局不符合国家规定或灯具损坏不及时修理,光线不足,10m以上长度的皮带中间未设过桥,通道、梯子、台栏杆不牢固或高度不足,防护栅栏不符合标准,通道狭窄、梯子坡度太大,易引发各类事故。
12. 违反操作规程,在不安全的机械上停留、休息,导致事故发生。
13. 安全管理存在不足,如违章作业,操作失误等。

### 3.3.6 噪声危害

由于机械运转设备如空压站、压缩机设备选型等原因,其运行过程中会产生较强的噪声,作业人员长期接触强烈噪声会对人体产生不良影响,甚至引起噪声性疾病。

噪声强度大小是影响人体听力损伤的主要因素，强度越大听力损伤越早越严重，损害而也就越大。接触噪声时间越长，听力损伤越重。在噪声强度相同条件下，高频为主的噪声化低频为主的噪声危害大，窄频带噪声比宽频带噪声危害大，脉冲噪声比稳态噪声危害大，持续接触比间断接触危害大。

由于人体的个体差异，身体健康状况和敏感性不同，听力损伤的严重程度也不相同。有 1-10%的人属于特别敏感及特别不敏感的人。另外，噪声与各种有毒物质同时作用于人体，多数能产生联合作用。

### 3.3.7 高处坠落的危险性

距工作面 2m 以上高处作业的平台、扶梯、通道护栏等处，若有损坏、松动、打滑或不符合规范要求等，当操作不慎、人体失平衡时，有可能发生高空坠落或滑倒、跌伤的危险。尤其在巡检、抢修、维修作业时，由于采光、夜间操作照明不足、光线视野不明易发生高处坠落危险。因此高处作业也应受到足够的重视。

设备安装在不同平面，有不同形式的操作平台，如果防护不当或操作失误，以及操作面、平台、扶梯、通道等防护栏松动、损坏、打滑或不符合安全规范要求，采光、夜间操作照明不足、光线视野不明易造成登高人员的坠落伤害。

生产装置中，高处坠落存在的主要场所为：

1. 各生产装置中高于 2m 的操作平台、设备、管架等；
2. 设备安装、检修孔洞；
3. 架空线、沿墙敷设的管线、电线、控制线检修。

### 3.3.8 粉尘危害

由固体物质经机械粉碎或研磨时形成能够较长时间以浮游状态存在于空气中的固体微粒称为粉尘。

粉尘危害是拟建项目生产中的危险、危害之一，拟建项目生产过程中，加料、配置、成品烘干、包装等场所易产生粉尘毒害。若生产过程中设备系统密闭不好、作业场所通风条件不良、无有效除尘设施、劳动者无防护措施

时，都会造成粉尘危害，粉尘可通过人体的呼吸道、消化道、皮肤侵入伤害人体健康。

### 3.3.9 火灾爆炸危险

火灾爆炸的危险、危害对人、建筑物、财产等造成的事故影响极大，因此，必须受到足够的重视。

盐酸与活泼金属粉发生反应，放出氢气，遇点火源会导致爆炸事故的发生；氢氧化钠对铝和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。

若配电室设计存在缺陷或操作人员操作、维护不当，防范意识不强，易产生线路短路、分合开关产生电弧或迸发电火花、过载、设备自身故障导致过热、接地不良等现象，从而造成配电室内的设备着火或爆炸。

在供电系统中，大多数变、配电装置为增加绝缘强度降低运行温度，装了大量的可燃绝缘油（变压器油）和其他有机绝缘物质。绝缘油是闪点不低于 135℃ 的矿物油，受高温易分解，遇明火能燃烧、而变配电装置在运行中有时会出现短路、闪络或内、外部故障产生高温，能使绝缘油迅速气化，使充油的电气设备内部压力急剧升高，有时甚至可造成外壳爆裂。一旦发生这类事故，不但会造成设备损坏、人身伤亡、供电中断，而且极易引起火灾。

项目用电设备较多，腐蚀性的气体充斥着整个生产车间，对电气设备的腐蚀较为严重，电气设施有可能因线路绝缘老化、受潮，酸雾腐蚀和机械磨损，造成绝缘强度降低或损坏，并导致短路，电气设备、线路因过载、短路等故障，而引起火灾。

### 3.3.10 坍塌危险

生产场地土质属超氯盐渍土，若建筑物基础因腐蚀结构遭到破坏造成基础下陷甚至厂房倒塌事故，导致人员伤亡及经济损失。另外，厂区地而盐渍土遇到淡水时，很容易液化，容易造成地基下陷、厂房倒塌、堆放物料坍塌、人员伤亡等事故。

固体散料堆放过高或包装物堆放超高的情况下，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都易造成坍塌事故，导致工作人员

伤亡。

盐湖地区厂区道路是用盐壳铺筑的，遇到淡水时容易造成路面塌陷，易引发交通事故，导致人体伤害和车辆损坏。

### 3.3.11 淡水泄漏的危害

项目地处盐湖区，土质为盐渍土，若给、排水系统或生产系统发生淡水泄漏，淡水溶解盐渍土可对盐路造成破坏、设备基础下陷、厂房倒塌、管道变形开裂、泄漏、破坏绝缘、仪表失灵等事故。

### 3.3.12 地面沉降

产品、原辅材料、废水等存在腐蚀性，易腐蚀设备基础、地面、作业平台，可造成设备地基下陷，地面防腐层断裂，玻璃钢设备断裂，液体泄漏造成操作人员人身伤害。特别是工程场地处于盐渍土地区，若地面、设备基础、建筑物等防腐等级不够，极易造成地面、设备地基下陷。

### 3.3.13 车辆伤害

拟建项目生产原料、产品、包装物以及其他辅助线材料等使用车辆运输，作业区有许多道路为盐壳铺筑，潮湿后路面车轮易打滑；运输车辆因本身缺陷如制动、音响、灯光失效、超速等；厂区道路状况不符合规定要求或管理不善、误操作如在厂区内超速行驶、超高超载、无证驾驶、装卸不当、违反管理和操作规程等，均会引发车辆伤害事故。

### 3.3.14 淹溺危险、有害因素分析

在临池、槽、卤水池、输卤区域等场所，无防护栏或防护栏杆缺损、操作不当、操作人员和其他人员在工作场所嬉戏打闹、管理不严、安全警示标志模糊不清、照明不良等，均可造成作业人员失足掉入池内、湖内发生淹溺事故。

### 3.3.15 起重伤害

起重机械属于特种设备，必须由有关部门定期进行检测、检验，操作人员必须通过培训、考核，持证上岗。起重机械如果未进行定期检验、未按规

定进行维护保养而带病运行、或安全设施失灵或缺乏、操作人员违章操作、桥式起重设备未限速、作业人员在运行的设备下行走、无警示标志等，均有可能发生起重机械伤害的危险。

### 3.3.16 压力容器、压力管道破裂泄漏、爆炸

拟建项目涉及的压力容器、压力管道是容易发生破坏性事故的特殊设备。压力管道由于材质、超压等方面的原因易发生事故。

造成压力容器、压力管道事故的主要因素有：

1. 操作人员操作失误，使容器、管道内温度、压力急剧变化，且测量、控制、报警仪表失灵，可能引起压力容器事故。温度急剧变化，热胀冷缩，造成材料变形或热应力过大，会导致材料破坏甚至引起破裂而引发事故。

2. 压力容器、压力管道设计时选材不合理、无安全设施、设计结构不合理。压力急剧升高，超过设计压力，由于设备材质强度不够、刚度不够、密封件失灵、应力集中等原因造成压力泄漏或引起爆炸。

3. 使用无生产资质的生产厂家生产的压力容器、压力管道，容器、管道达不到工艺生产要求而引起压力容器、压力管道发生事故。

4. 由于压力容器的安全附件失灵，如安全阀、压力表指示失误或失灵、不动作，且设备超温超压发生爆炸事故。

### 3.4 自然条件的影响

自然危险因素包括风、高气温及寒冷、暴雪、地震、雷击、暴雨洪水、紫外线辐射或辐射等不良气象条件,地质灾害等。

#### 3.4.1 风的影响

项目所在地主导风向以西风或西北风为主，风的影响主要可造成室外设备、管线、电气设施损坏；大风导致粉尘飞扬，有毒有害物料扩散,造成粉尘及中毒危害。

#### 3.4.2 高、低温的影响

项目所在地区气候变化较大，其主要特征是年平均温度低，日温差大，

气压低、缺氧，最高气温 26℃，极端最低气温-44.6℃，高温导致设备、管道压力升高，发生容器爆炸，寒冷气象条件易导致设备和管线破裂，人员冻伤事故。

### 3.4.3 地震的影响

强烈的地震可造成建构筑物和设备装置的破坏，同时造成液体物料泄漏，引发事故。

### 3.4.4 雷击影响

生产厂房及设备因防雷设施不齐全，或因管理疏忽，导致防雷效果降低，甚至失去作用，则可能在雷雨天因雷击引发火灾事故或建筑物倒塌等，伤害人身。

### 3.4.5 暴雪

矿区属大陆性高原寒温带半干旱季风气候区，一般 10 月份开始降雪封山、次年 3~4 月开始解冷，因此，存在雪灾危险因素。

雪灾除影响作业外，严重影响矿山车辆运行安全，引起交通事故，造成财产、人员伤害。同时，因雪灾封路，造成矿山停产，影响矿山正常生产。

### 3.4.6 高海拔的影响

作业区海拔较高，空气干燥稀薄，大气压和含氧量较低。低气压的影响将使电气设备效率大大降低。

### 3.4.7 暴雨洪水的影响

近年来，西藏雨水逐年增多，暴雨天气较往年增加，大量雨水在短时间内剧降，若排水不及时可能有洪水淹没的危险。

### 3.4.8 紫外线或辐射的影响

矿山所处地势较高，夏季作业可能收紫外线影响，它容易将皮肤晒黑、灼伤。接触过量的紫外线易造成肌肤问题，甚至影响血液循环及新陈代谢机能。

### 3.4.9 不良地质的影响

根据地质勘查报告，场地内无不良地质作用，无地震液化层，场地的稳定性较好，但场地土为超盐渍土，具腐蚀性等盐渍土工程特性。不良地质可能造成厂房、设备基础坍塌、变形，发生生产安全事故。

## 3.5 作业过程危险有害因素辨识与分析

### 3.5.1 行为性危险、有害因素

管理者的指挥失误或违章指挥、作业者的误操作或违规操作、作业监护人员的监护不到位等失误行为都能引发事故。

### 3.5.2 心理、生理性危险有害因素

作业者的体力和视力等负荷超限（体力、视力听力及其它负荷超限）；健康状况异常，带病作业；从事禁忌作业；心理异常（情绪异常、冒险侥幸心理、过度紧张等心理异常）；辨识功能缺陷（反应迟钝、辨识错误等辨别功能缺陷以及其它心理、生理性危险有害因素都可能导致事故的发生。人机系统匹配不合理，作业面狭窄、操作不方便等。

## 3.6 安全管理分析

### 3.6.1 安全管理制度

针对项目建设和生产的具体情况，成立统一领导基建和生产安全管理机构。如果安全管理机构不完善，安全管理制度不健全，就可能出现安全管理漏洞；如存在安全生产责任不明确，在安全管理上就可能出现责任心不强、推诿扯皮、甚至发生安全制度、安全措施和目标很难落实，从业人员的培训流于形式，没能很好的掌握相应的安全生产知识和技能等，均可能导致事故的发生。

### 3.6.2 人的不安全行为

人的不安全行为主要有两个方面：违章作业和安全管理不善。

#### 1. 作业人员违章作业

- (1) 错误操作、错误指挥或操作失误；
- (2) 不熟悉操作规程或不严格按操作规程作业；
- (3) 各作业环节之间在缺乏联络或衔接的情况下擅自操作；
- (4) 思想麻痹、粗心大意等。

## 2. 生产企业安全管理不善

- (1) 未制定严格、完善的安全管理规章制度或执行力度不够；
- (2) 对生产和输送中的物质性质（理化性质、危险特性）以及有关储运安全知识缺乏了解；

(3) 对生产和运输的设备、设施及工艺系统的安合可靠性缺乏认真的检验分析和评估；

(4) 对生产设备设施，泵、管道及附件存在质量缺陷或事故隐患，没有及时检查和治理；

(5) 没有严格执行“安全行为十大禁令”（即安全教育和岗位技术考核不合格者；不按规定着装或班前饮酒者；不戴好安全帽，进入生产装置和检修、施工现场；未办理安全作业票及不系安全带者，高处作业；未办理安全作业票，进入容器、罐等有毒、有害、缺氧场所作业；未办理检修工作票，拆卸与系统连通的管道、机泵等设备；未办理电气作业“三票”，电气施工作业；未办理施工破土工作票破土施工；机动设备或受压容器的安全附件、防护装置不齐全，启动使用；机动设备的转动部件，在运转中擦洗或拆，均是人为造成发生事故的主要因素。

### 3.7 主要建构筑物的火灾危险性类别及耐火等级

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版），拟建项目主要建构筑物的火灾危险性类别、均为丙类，耐火等级均为二级。

### 3.8 危险化学品重大危险源辨识

长期地或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元，就构成危险化学品重大危险源。根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，拟建项目涉及的危险化学

品中氯化氢被列入危险化学品重大危险源名录中，但其为盐酸的挥发产物，量微，远小于临界量 20t。

经辨识，拟建项目无危险化学品重大危险源。

### 3.9 国家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》（安全总管三[2009]116号）、《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）进行辨识，拟建项目生产工艺未被列入国家重点监管的危险化工工艺目录。

### 3.10 重点监管的危险化学品辨识

根据国家安全监管总局公布的《重点监管的危险化学品名录》（2013年完整版），拟建项目涉及的危险化学品未被列入国家重点监管的危险化学品名录中。

### 3.11 定性、定量评价过程

#### 3.11.1 评价单元划分

划分评价单元是为实现评价目标和评价方法的使用服务的。为便于评价工作的有序进行，有利于提高评价工作的准确性，评价单元一般是依据项目规模、性质、工程的结构、功能、生产工艺、装置、材料等，以及危险、有害因素类别、分布有机结合进行划分。

根据危险、有害因素识别与分析，结合该项目的生产工艺特点，将该项目划分为以下评价单元：

表 3-11-1 评价单元划分表

序号	评价单元	评价子单元
1	建设项目前置条件及法律、法规符合性评价单元	项目选址安全性评价
		建设项目与周邻区域的相互影响评价

2	建设项目外部安全条件评价单元	交通运输条件评价
		当地自然条件对建设项目的影晌评价
3	建设项目内在危险性对安全生产的影响评价单元	建设项目内在的危险性、有害因素对安全生产的影响
		总平面布置评价
4	工艺技术、设备安全性评价单元	
5	主要装置、公用工程固有危险程度评价单元	

### 3.11.2 评价方法选择

根据该单位卤水的开采工艺、装置特点及其原辅材料和产品的特性，结合对系统危险、有害因素的分析，结合国内外各种评价方法的适用范围、条件，本评价确定：本项目评价方法主要以安全检查表为主对各个评价单元进行评价；同时辅以预先危险性分析评价法对采、输卤生产单元进行评价；

评价方法概括如下：

1. 现场观察询问法
2. 安全检查表法
3. 预先危险性分析评价
4. 事故树分析评价

评价方法主要介绍如下：

#### 1. 现场观察询问法

现场询问观察法主要是根据评价人员的个人经验和直观判断能力，对生产系统的工艺、设备、设施、环境、人员和管理等方面的状况进 [ 现场询问和直观判断，并得出评价结论的一种定性评价方法。

#### 2. 安全检查表法

安全检查表法是定性的安全评价方法，可用于评价项目的任何时期。通过预先对检查对象进行详细调查研究和全面分析，所制定出来的安全检查表比较系统、完善，能包括控制事故发生的各种因素，可避免检查过程中的走过场和盲目性，从而提高安全检查工作的效果和质量。

#### 3. 预先危险性分析评价

预先危险性分析(PreliminaryHazardAnalysis, 简称 PHA)法，是对系统

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，属定性评价。即讨论、分析、确定系统存在的危险、有害因素及其触发条件、现象、形成事故的原因事件、事故情况与结果、危险等级和应采取的措施。进行预先危险性分析的目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统存在的危险等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故，避免因考虑不周所造成的损失。其评价等级如表 3-11-2 所示。

表 3-11-2 危险事件严重性等级

级别	危险程度	可能导致的后果
I	无危险的	不会造成人员伤亡和系统损坏。
II	临界的	处于事故边缘状态，暂时不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予排除或采取控制措施。
III	危险的	造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策。
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡和系统破坏，必须排除并进行重点防范。

危险程度主要是依据《可研》和该项目的具体情况来判定（确定）。确定系统存在的危险程度，可为设计、施工、生产、管理提供一定的依据。

#### 4. 事故树分析评价

##### 1) 事故树的特点

(1) 事故树分析是一种图形演绎方法，是事故事件在一定条件下的逻辑推理方法。它可以围绕某特定的事故作层层深入的分析，因而在清晰事故树图形下，表达系统内各事件间的内在联系，并指出单元故障与系统事故之间的逻辑关系，便于找出系统的薄弱环节。

(2) FTA 具有很大的灵活性，不仅可以分析某些单元故障对系统的影响，还可以对导致系统事故的特殊原因如人为因素、环境影响进行分析。

(3) 进行 FTA 的过程，是一个对系统更深入认识的过程，它要求分析人员把握系统内各要素间的内在联系，弄清各种潜在因素对事故发生影响的途径和程度，因而许多问题在分析的过程中就被发现和解决了，从而提高了系统的安全性。

(4) 利用事故树模型可以定量计算复杂系统发生事故的概率，为改善

和评价系统安全性提供了定量依据。

## 2) 事故树分析步骤

事故树分析是根据系统可能发生的事故或已经发生的事故所提供的信息，去寻找同事故发生有关的原因，从而采取有效的防范措施，防止事故发生。这种分析方法一般可按下述步骤进行。分析人员在具体分析某一系统时可根据需要和实际条件选取其中若干步骤。

- (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) 分析；
- (8) 事故发生概率；
- (9) 比较；
- (10) 分析。

## 3.12 定性、定量评价

### 3.12.1 建设项目前置条件及法律、法规符合性评价单元评价

建设项目的取得了以下批复文件：

年份	已取得的报告批复（备案）、证明
2007 年	西藏阿里改则县麻米措盐湖硼（钾锂）矿详查环境保护方案的批复（[2007]0662 号）
2011 年	关于《西藏自治区改则县麻米措湖矿区硼锂矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明（藏国土资储备 2011[13]号）
2011 年	《改则县麻米措矿区硼锂矿详查报告》矿产资源储量评审意见书
2008 年	取得改则县环境保护局（麻米措盐湖详查）环评验收证明（2008 年 7 月）、取得阿里地区环境保护局环评验收证明（2008 年 7 月 24 日）
2012 年	矿产资源开发利用可行性研究报告、西藏矿山采选冶项目预核准审查登记表（藏工信矿字 2012[03]号）
2012 年	《西藏自治区改则县麻米措盐湖矿区硼锂矿矿产资源开发利用方案》评审意见书藏矿开评 2012[07]号

2012年	关于麻米措详查报告成果资料：原始资料汇交的函藏地勘五函 2012[1]号
2012年	西藏自治区林业厅关于对阿里地区麻米错盐湖硼锂矿区与羌塘国家自然保护区位置关系等相关意见的复函藏林函 2012[78]号
2012年	西藏自治区国土资源厅关于下达《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿矿产资源开发利用方案》评审意见的通知藏国土资办发 2012[163]号
2012年	关于西藏阿里麻米措矿业开发有限公司改则县麻米乡茶措村麻米措湖矿区硼锂矿开采项目预准的批复改政发 2012[16]号
2012年	关于西藏阿里麻米措矿业开发有限公司在改则县麻米乡茶措村麻米措湖矿区硼锂矿开采项目预审意见阿工信复 2012[01]号
2013年	非煤矿山建设项目安全预评价报告申请备案表（备案号[2013]005号）
2013年	矿山地质环境与恢复治理方案评审表藏国土资矿地环方案 2013[05]号
2013年	中国地质科学院矿产资源研究所《西藏麻米错盐湖卤水锂硼钾资源综合开发扩大试验》项目报告 2013年6月30日通过专家评审
2013年	西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿区未涉及神山圣湖等敏感区的证明 2013年7月18日
2014年	西藏自治区水利厅关于《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目水土保持方案报告书》的复函藏水保 2014[09]号
2015年	矿山项目水资源论证报告批复（藏水政[2015]9号）此批复三年有效期已过，现委托资质单位编写完成并提交水利厅
2017年	划定矿区范围的批复藏国土资划矿字 2017[01]号
2017年	西藏自治区国土资源厅关于改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿矿区划定范围的批复藏国土资复 2017[02]号
2017年	关于“西藏改则县麻米措硼（钾锂）矿区与西藏自然保护区、森林公园、湿地公园、湿地位置关系”的核实证明（西藏自治区林业调查规划研究院司法鉴定中心 2017-11-07）
2017年	关于对《关于核实西藏改则县麻米措硼（钾矿）矿区是否在自治区环保厅主管保护区范围的请示》的复函（藏环函[2018]21号）
2018年	列入《西藏自治区国家级有色金属产业基地发展规划》的证明（2018-01-29）
2018年	西藏自治区国土资源厅关于西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目符合自治区矿产资源总体规划的复函（藏国土资函[2018]34号）
2018年	西藏自治区水利厅关于西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿采选项目取水许可申请的批复（藏水许可[2018]19号）
2019年	西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目环境影响报告书的技术评估报告藏环评估书[2019]19号
2020年4月	阿里地区自然局关于对西藏改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目用地初审意见[2020]01号
2020年4月	西藏自治区自然资源厅关于西藏改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目用地预审意见藏自然资预审发[2020]11号

2020年5月	关于西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目节能报告的审查意见[2020]207号
2020年4月	西藏自治区自然资源厅关于西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目用地预审意见[2020]11号
2020年4月	西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿绿色矿山建设规划评审意见书藏矿储评字[2020]17号
2020年4月	西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案评审意见书[2020]40号
2020年4月	西藏自治区改则县麻米错盐湖硼锂矿开采项目环境影响报告书的批复 藏环审[2020]09号
2020年4月	西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿项目申请报告编制
2020年4月	西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行核准的请示 阿发改字[2020]27号
2020年4月	关于《西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目采矿证办理申请》的办理意见 阿自然资 [2020]37号
2020年4月	西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目采矿权办理意见 改自然资[2020]23号
2020年4月	关于西藏改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目用地预审意见 改自然资[2020]14号
2020年4月	关于西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行核准的请示的意见 改发改[2020]14号
2020年4月	改则县维稳办重大事项社会稳定风险评估备案表
2020年4月	改则县县政府及麻米乡职能部门态度征求表

评价结果：

拟建项目取得相关批复文件，符合国家和当地政府区域规划。

### 3.12.2 建设项目外部安全条件评价单元

#### 1. 选址安全性评价

选址安全检查如下：

表 3-12-1 选址安全检查表

序号	检查内容	检查依据	《可研》中介绍的情况	检查结果 (备注)
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》第3.0.1条	《可研》中确定了该项目符合当地总体规划。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	《可研》中介绍的情况	检查结果 (备注)
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》第3.0.2条	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》第3.0.3条	经过比较后确定	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》第3.0.4条	靠近协作条件好的地区	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》第3.0.5条	有便利和经济的交通运输条件	符合要求
6	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。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》第3.0.6条	具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源	符合要求
7	散发有害物质的工业企业厂址，应位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧，不应位于窝风地段，并应满足有关防护距离的要求。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.7条	位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧	符合要求
8	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》第3.0.8条	工程地质条件和水文地质条件满足要求	符合要求

序号	检查内容	检查依据	《可研》中介绍的情况	检查结果 (备注)
9	厂址应满足近期建设所必需的场地面积和适宜的建厂地形，并应根据工业企业远期发展规划的需要，留有适当的发展余地。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.9条	满足近期建设所必需的场地面积和适宜的建厂地形	符合要求
10	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》GB 50201 的有关规定。 山区建厂，当厂址位于山坡或山脚处时，应采取防止山洪、泥石流等自然灾害的危害的加固措施，应对山坡的稳定性等作出地质灾害的危险性评估报告。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.12 3.0.13条	厂址符合规定	符合要求
11	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	《工业企业总平面设计规范》第3.0.14条	没有位于上述地区	符合要求

序号	检查内容	检查依据	《可研》中介绍的情况	检查结果 (备注)
	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。			

### 评价结果：

工程位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡北西约 30km 处，地理位置：东经 83° 28' 15" ~83° 35' 45" ，北纬 32° 04' 00" ~33° 11' 30" ，行政区划属改则县麻米乡管辖。原材料主要为盐田卤水，原料供应有保证；项目所在地交通便利。其选址符合国家现行相关标准、规范的基本要求。

### 2. 建设项目与周邻区域的相互影响评价

西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目拟建于改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡北西约 30km 处。公司东侧、西侧、南侧、北侧均为空地，无其他生产经营单位。

### 评价结果：

西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目建（构）筑物与同边建（构）筑的防火间距符合《建筑设计防火规范》的有关规定，拟建项目建成后生产经营活动与周邻相互之间无显著影响。

### 3. 交通运输条件评价

矿区有简易便道（约 15km）到达麻米乡，与麻米措乡-改则县的城乡主干公路衔接，从麻米乡经城乡主干公路约 77km 至改则县城。

矿区内外简易便道全部为泥砂石便道，多处欠维护，路况较差；改则县城乡主干公路已经由原碎石路面改为油面路；改则县外部公路均为油面路。由此，项目建设交通条件较为便利。

评价结果：项目所在地的交通运输条件可满足原辅料和产品运输要求。

### 4. 当地自然条件对建设项目的影晌评价

#### 1) 风的影响

项目所在地主导风向以西风或西北风为主，生产装置无高大建构筑物，

风的影响主要可造成室外电气设施损坏；大风导致粉尘飞扬，有毒有害物料扩散，造成粉尘及中毒危害。

## 2) 高、低温的影响

项目所在地区气候变化较大，其主要特征是年平均温度低，日温差大，气压低、缺氧，最高气温 26℃、极端最低气温-44.6℃，寒冷气象条件易导致设备和管线破裂事故。

## 3) 地震的影响

根据拟建项目地勘报告，拟建厂区地震基本烈度为 7 度，设计地震 分组属第三组。建场地可视为可进行建设的一般场地。强烈的地卷可造成建构筑物和设备装置的破坏，同时造成液体物料泄漏，引发事故。

## 4) 雷击影响

生产厂房及设备因防雷设施不齐全，或因管理疏忽，导致防雷效果降低，甚至失去作用，则可能在雷雨天因雷击引发火灾、爆炸事故或建筑物倒塌等，以至引起火灾爆炸、伤害人身。

## 5) 高海拔的影响

作业区海拔较高，空气干燥稀薄，大气压和含氧量较低。低气压的影响将使电气设备效率大大降低。

## 6) 暴雨洪水的影响

近年来，西藏雨水逐年增多，暴雨天气较往年增加，大量雨水在短时间内剧降，若排水不及时可能有洪水淹没的危险。

## 7) 淹溺

淹溺又称溺水，是人淹没于水或其他液体介质中并受到伤害的状况。建设项目卤水水池、消防水池深度多在 1~2m，如没有防护设施，有可能坠落水池，导致淹溺事故的发生。因此，建设项目存在淹溺危险因素。

## 8) 不良地质的影响

不良地质可能造成厂房、设备基础塌陷、变形而发生生产安全事故。《项目岩土工程勘察（详勘）》，场地内无不良地质作用，无地震液化层，场地的稳定性较好，但场地土为超盐渍土，具腐蚀性等盐渍土工程特性。

### 评价结果：

自然条件中风向、低温对拟建项目的影响可通过采取总平而合理布置，保温措施等途径得到有效解决和控制。地质工程影响、地质灾害影响、雷击影响、高海拔对电气设备的降耗影响在设计阶段采取相应的设计措施得到有效解决。

### 3.12.3 建设项目内在危险性对安全生产影响的评价

项目运行过程中主要村庄腐蚀危害、中毒窒息、灼烫、电气伤害、机械伤害、噪声危害、高处坠落、粉尘危害、火灾爆炸、坍塌危害、淹溺、车辆伤害等危害、有害因素。项目拟采用控制系统对装置进行监控，完成生产装置的基本过程控制、顺序控制、生产工艺操作级联锁、操作、监视和部分先进控制，管理等功能，各具有独立功能的成套单元由成套单元提供的PLC系统进行监控，定期对设备设施进行维护保养，对安全设施及时更换、校验、维护、检定。制定严格的安全操作规程和技术规程，加强员工安全教育培训，通过规范化的管理，项目存在的危险、有害因素对安全生产的影响可以得到控制。

### 评价结果：

通过采取本质安全型设备设施，加强员工安全教育，制定严格的规章制度等措施，拟建项目内在的危险、有害因素对安全生产的影响可以得到控制。

### 3.12.4 总平面布置评价单元

根据业主提供的总平面布置图：

根据厂区用地、气候，结合工艺流程，将工厂分成四个区：主生产区，辅助生产区，厂前区和厂外工程区。

主生产区：主要由预处理吸附装置，纳滤反渗透，双极膜电渗析，沉锂MVR，空压站，碳酸锂成品袋装库房等组成。按工艺流程和卤水的取水方位，依次自西向东布置在场地的中部和东部。

辅助生产区：碳酸锂成品散装库，辅料仓库，维修间，消防泵房，消防站，总变，装置变电所等。其中总变靠近围墙布置在场地的西北侧，方便进

线。其它辅助生产装置尽量靠近主装置布置。

厂前区：由综合楼，中央控制室/调度室，中央化验室和供氧系统等组成。该区布置在厂区东北角，靠近外部道路，便于对外交通，方便生产和管理。

厂外工程区：由取卤泵站，取卤管线，回卤管线，厂外道路等组成。其中取卤泵站位置在盐湖西侧，卤水回湖点位于盐湖东北侧。抽取的卤水和返回盐湖的卤水均使用管道输送。输送管道安全措施见 4.2.2 节设备及工艺管道安全。

通过对拟建项目总平面布置图的查阅，厂区功能分区明确，平面布置中相邻各建（构）筑物之间的防火间距符合《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）要求。

### 3.12.5 拟选择的主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施的安全可靠性评价单元

项目选用吸附交换法交换法，主要涉及预处理、预处理纳滤、纯水系统、吸附、合格液纳滤反渗透、电渗析除硼、离交除钙镁、MVR、离交除硼、沉锂、母液回收等步骤，该工艺具有工艺简单、回收率高、选择性好，节能，对环境无污染，同时吸附剂机械性能好，损失率低，有利于大规模工业生产。

项目技术成熟可靠，并且随着技术进步不断的提高完善。通过对整个项目的统一、有效的组织和协调，重点考察制造商的技术和成功业绩，加上严格的监督管理，可以避免设备的技术风险。

评价结果：项目选用吸附交换法，工艺技术成熟可靠，设备技术风险小。

### 3.12.6 主要装置、公用工程固有危险程度评价单元

#### 1. 预先危险性分析

本评价报告对拟建项目存在的各种危险因素的类别、出现条件可能造成的后果进行预先危险性分析，预先危险性分析见下表。

表 3-12-2 项目预先危险性分析表

潜在事故	危险因素	触发事件 (1)	发生条件	触发事件 (2)	事故后果	危险等级	防范措施
腐蚀伤害	卤水、盐酸、氢氧化钠等	<ol style="list-style-type: none"> <li>与腐蚀性物料有关的设备发生故障而泄漏。</li> <li>腐蚀性物料的阀门、管道、管道与阀门连接处因破裂等发生泄漏。</li> <li>撞击或人为破坏等造成设备及管线等破裂而泄漏。</li> <li>设备、管道等质量不好（如制造质量、材质、焊接等）或安装不当导致泄漏。</li> <li>误操作或违章操作，导致物料跑损。</li> <li>装卸、使用时不小心触及。</li> </ol>	腐蚀性物质触及人体	<ol style="list-style-type: none"> <li>反应设备、输卤管道选材不当或产品质量不合格。</li> <li>缺乏泄漏出来腐蚀性物料的危险、危害特性及其应急方法的知识。</li> <li>不清泄漏物料的种类，应急不当。</li> <li>在腐蚀性物质存在的场所无相应的防护用品或失效，未配备相应的急救器材和药品。</li> <li>因故未戴防护用具。</li> <li>救护不当。</li> </ol>	人身伤害、财产损失	III	<ol style="list-style-type: none"> <li>设备、管道选用合格产品，并定期进行检查、维护。</li> <li>操作时按规定佩戴好劳动防护用品。</li> <li>要求职工严格遵守规章制度、操作规程。</li> <li>定期检修，做好防腐工作，保持设备、管道的完好态。</li> <li>加强对设备、设施、管道的检查，严禁跑、冒、滴、漏现象，发现问题及时处理。</li> <li>车辆注意行驶安全，防止车辆撞坏管线或管架桥等有关设施而造成严重泄漏。</li> <li>处理腐蚀性物料时，建议作业人员佩戴带面罩的头盔或其它合适的防护面具；穿合适的防腐蚀工作服。</li> <li>检修腐蚀性物料的设备及管道、阀门时，应将设备、管线内的物料排空，与系统隔离。</li> <li>加强对腐蚀性物料的管理，危险部位设立警示标志，配备相应的急救设施，如淋浴器、洗眼器等。</li> </ol>
尘毒	卤水、盐酸、氢氧	<ol style="list-style-type: none"> <li>设备发生故障而泄漏，运行过程中泄漏；</li> <li>管道、阀门、管道与阀门连接处发生</li> </ol>	1. 毒物摄入、浸入体内。	<ol style="list-style-type: none"> <li>毒物浓度超标。</li> <li>通风不良</li> <li>因故未戴防护用品。</li> </ol>	吸入高浓度有毒物	III	<ol style="list-style-type: none"> <li>严格控制设备、装置安装质量，消除泄漏可能性。</li> <li>泄漏后应采取相应措施。查明泄漏点，切断相关阀门，消除泄漏源及时报告。如泄</li> </ol>

	<p>化钠、碳酸钠、碳酸锂泄漏并达到一定浓度。个体防护缺乏或失效。</p>	<p>泄漏： 3. 机泵泄漏，如泵体破裂、密封处泄漏，与管线连接处泄漏； 4. 撞击或人为破坏等造成设备及管线等破裂泄漏。 5. 设备、管道等质量不好或安装不当导致泄漏 6. 操作条件失控，设备超负荷运行导致泄漏 7. 有毒气体违规释放。 8. 缺氧。</p>	<p>2. 缺氧</p>	<p>4. 在有毒或腐蚀（缺氧）场所作业时无人监护。 5. 在有毒物场所无（或失效）防毒过滤器和有关的防护用品。 6. 防护用品选型不对或使用不当。 7. 救护不当。 8. 在有毒有害场所作业时无人监护。</p>	<p>质导致人员中毒，财产损失。</p>	<p>漏量大，应疏散有关人员至安全处。 3. 加强通风，确保工作场所所有毒气体含量不超过危害浓度。 4. 定期检修、维护保养，保持设备的完好；在容易泄漏有毒物质的环境内作业时，要有人现场监护和抢救后备措施。作业人员要穿戴好防护用品。 5. 加强对设备的巡检及时发现跑、冒、滴、漏等情况，并争取相应措施。 6. 教育、培训职工掌握有关物质毒性，预防中毒的方法以及中毒后如何急救。 7. 要求职工严格遵守各种规章制度，操作规程。 8. 设立危险、有毒、腐蚀性标志。 9. 设立急救点（配备相应的急救药品、器材）。 10. 培训医务人员对中毒、腐蚀等急救处理能力。</p>
<p>灼烫</p>	<p>卤水、盐酸、氢氧化钠、蒸汽等</p>	<p>1. 高、低温物料跑冒。 2. 作业时不小心触及高、低温设备或管线。 3. 人体触及裸露高、低温物体、管线。 4. 加热设备、管道裸露，没有隔热保护层。 5. 加热设备、管道裸露，隔热保护层效果不良或脱落。</p>	<p>1. 物料泄漏； 2. 设备、管道破裂造成物料泄漏。</p>	<p>1. 管理不当、导致违章指挥、违章操作。 2. 工作时不小心人体碰及高温设备、管线裸露部分。 3. 人员进入作业现场无个体防护措施。</p>	<p>导致人员烫伤、财产损失</p>	<p>II</p> <p>1. 防止泄漏首先采用质量合格的管线设施，并精心安装； 2. 定期检查设备运行情况，杜绝跑、冒、滴、漏，保持槽、器、管、阀完好； 3. 表面温度大于 60 度的设备、管道增设隔热保温层。 4. 检修高温物料管道及设备、阀门时，应将设备、管道内的物料排空； 4. 加强对有关灼烫的预防知识和应急处理方法的培训和教育；涉及到高温作业时必</p>

				4. 操作人员无防护。 5. 防腐措施不当。 6. 设备、管道选型时未选用合格产品。 7. 设备、管道没有及时进行检查、维护。		须正确穿戴相应的劳动防护用品。 5. 设立救护点，并配备救护器材和物品。 6. 危险部位设置警示标志。
电气伤害	配电室及生产车间电气设施电缆	1. 设备漏电。 2. 绝缘损坏老化。 3. 手持电动工具类别选择不当,疏于管理,防护用品和工具质量有缺陷或使用不当。 4. 建筑结构未做到“五防一通”(防火、防水、防漏、防雨、防雪、防小动物和通风良好)。 5. 高压线断落地面。 6. 多雨、潮湿、高温季节人体多汗,人体电阻大大下降。 7. 安全距离不够(架空线路、户内线路、变配电设备、用电设备、及检修时的安全距离不够等)。 8. 无防雷设施或失效,保护接地、接零不当。 9. 埋地电缆上面无安全警示标志 10)	1. 人体触及带电体。 2. 安全距离不够,空气击穿。 3. 流过人体电流超过50mA,持续时间超过心动周期。	1. 使用的电气设备漏电 2. 绝缘损坏,老化等 3. 高压线的电线质量、安装质量及管理有缺陷、小动物咬坏电气设施的绝缘保护后造成带电体裸露。 4. 电气设备金属外壳接地(零)不良或没有接地(零),电工违章作业,非电工违章进行电气作业。 5. 移动或电动工具无触电保护器,使用、保管、	人员触电伤亡 III	1. 规定对设备线路采用与电压相符,与使用环境和运行条件相适应的绝缘,并定期检查,维修、保持完好状态。 2. 使用有足够机械强度和阻燃性能的材料,采用遮拦、护罩(盖)箱匣等防护装置以及保证安全问题,将带电体同外界隔绝开来,防止人体接近或触及带电体。 3. 根据要求对用电设备做好保护接地或保护接零。 4. 在金属容器内进行检修时,应采用优良电气设备,检修作业,应按规定保持一定安全距离。 5. 电焊机接线端不能裸露,绝缘不能损坏,注意检测是否有漏电现象,电焊要正确穿戴好劳保用品,应注意夏季的防触电问题,在特殊环境下进行焊割,要有监护并有抢救后备措施。 6. 制定完善的管理制度,严格按照规定执行各类劳动防护用品或工具的采购、使用、

		<p>进入容器作业时未使用安全电压的照明灯具</p> <p>10. 设备检修时违章作业，未悬挂“禁止合闸”等安全标志，发生误操作。</p> <p>11. 乱拉乱扯电线。</p> <p>12. 电气开关漏电。</p> <p>13. 设备线路短路，机壳带电。</p> <p>14. 电气设备在检修时，无人看管配电闸刀，突然送电。</p> <p>15. 超标使用保险丝、空气开关等。</p>		<p>维修不当。</p> <p>6. 室内或工作场所湿度大。</p> <p>7. 没有正确使用劳保用品或工具采购、保管、检验、报废、更换不按规定。</p> <p>8. 雷电（直击雷、感应雷、雷电侵入波）。</p> <p>9. 电气设备安装人员未穿绝缘鞋，带电作业。</p>		<p>保管、维修、检验、更新等。</p> <p>根据作业场所要求正确选择I、II、III类手持、移动电动工具，按规定安装触电保护器，并根据有关要求正确操作，做到安全可靠。</p> <p>7. 建立和健全电气安全规章制度和安全操作规程，并严格执行，特种设备应先培训后上岗，采取专人使用制度。</p> <p>8. 对职工进行电气安全培训教育，以及触电急救训练，根据工种配备必要的防护用品（如绝缘靴、绝缘手套、绝缘安全帽）并正确使用。</p> <p>9. 加强对高压线路的管理巡检，检修制度对静电接地、防雷装置要定期进行检查、检测保持完好，使之有可靠的保护作用。</p> <p>10. 做好变配电室、电气线路和单相电气设备、电动机、电焊机、手持电动工具、临时用电的安全作业和运行。</p> <p>11. 严禁违章及非电工进行电气作业。</p> <p>12. 加强施工过程中的用电安全管理，必须严格执行《电力安全工作规程》。</p> <p>13. 埋地电缆上面应做好安全警示标示。</p>
--	--	--	--	--	--	--

机械伤害	压滤机、离心机、空压机、等	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 泵、风机等设备的外露转动部位未设置防护罩或有缺陷。</li> <li>2. 设备出现故障, 运转失控或运转部件飞出。</li> <li>3. 检修时没有停车或检修时皮带机突然启动, 施工蛮干。</li> <li>4. 检修时没有监护。</li> </ol>	人体碰到或十分接近转动、移动物体。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工作时注意力不集中</li> <li>2. 没有穿戴或不正确穿戴劳保护品</li> <li>3. 头发、衣着未按规定做好防护。</li> <li>4. 作业、巡回检查时太靠近机械运转设备或安全距离不够。</li> <li>5. 运动状态时打扫卫生。</li> <li>6. 巡回检查时太靠近运行部件。</li> </ol>	人体伤害	II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严格控制机械设备质量和安装质量; 加强动设备的定期检查维护保养, 保持完好状态。</li> <li>2. 制定完善的安全操作规程, 并严格执行。</li> <li>3. 工作时要集中注意力, 要注意观察, 严格遵守操作规程, 消除隐患。</li> <li>4. 机械运转等设备的外露转动部位安装安全防护罩、防护栏杆等安全防护设施。</li> <li>5. 按规定佩戴好劳动防护用品, 女工必须戴好工作帽, 头发要压入帽内。</li> <li>6. 严禁用手或工具接触运转部位。</li> <li>7. 设备检修时悬挂“禁止合闸”等安全标志或有人监督, 防止发生误操作。</li> <li>8. 作业人员在作业、巡检时, 要保持安全距离。</li> <li>9. 及时清除脚下油污等, 必要时可采取防滑措施。</li> </ol>
火灾、爆炸	变压器油、电缆线和电气设备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 盐酸与活泼金属粉发生反应, 放出氢气; 氢氧化钠对铝和锡有腐蚀性, 并放出氢气。</li> <li>2. 变压器油遇明火燃烧。</li> <li>3. 电压长期过载导致发热, 使绝缘逐渐老化, 造成短路、相间短路或对地短路。</li> <li>4. 撞击(如车辆撞击、物体倒落等)或人为破坏等造成设备及</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氢气浓度达到爆炸极限。</li> <li>2. 点火源能量达到;</li> <li>3. 绝缘失效。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 明火源 <ol style="list-style-type: none"> <li>①点火吸烟</li> <li>②焊接或维修设备时违章动火</li> <li>③外来人员带入火种</li> <li>④其他火源</li> </ol> </li> <li>2. 火花 <ol style="list-style-type: none"> <li>①穿带钉子皮鞋</li> <li>②用钢制工具敲打设备、管道产</li> </ol> </li> </ol>	人员伤亡, 造成经济损失。	III	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严禁吸烟、携带火种等进入装置区。</li> <li>2. 动火必须严格按动火手续办理动火证, 并采取有效防范措施。</li> <li>3. 电气设备及线路要符合防火要求。</li> <li>4. 按规定要求定期进行检测防静电措施, 避雷装置, 保证完好状态。</li> <li>5. 转动设备要保持清洁, 防止杂物因摩擦燃烧。</li> <li>6. 坚持巡检, 发现问题及时处理。</li> </ol>

		<p>管线等破裂而泄漏；</p> <p>5. 设备、管道等质量不好（如焊接质量、材质、焊接等）活安装不当。</p> <p>6 雷击过电压容易击穿电线的绝缘。</p> <p>7 压力设备未按有关规定及操作规程使用；</p> <p>8. 负载短路，接地不良。</p>		<p>生撞击火花</p> <p>③电器火花</p> <p>④静电火花</p> <p>⑤雷击</p> <p>⑥ 车辆未戴阻火器</p> <p>⑦雷击（直接雷击，雷电二次作用，沿着电气线路，金属管道侵入）。</p> <p>2. 导线接触不良产生局部过热。</p> <p>3. 电缆线在运行过程中老化，使绝缘强度大幅下降。</p>		<p>7. 检修时设施必须做好与其它部分的隔离并要彻底清洗干净，在分析合格后，并有现场监护及在通风良好的条件下能进行动火等作业。</p> <p>8. 应用青铜或铝质工具，用钢制工具时，严禁敲打、撞击或抛掷</p> <p>9. 进入生产区的机动车辆必须配戴阻火器</p> <p>10. 制定安全操作规程，并严格执行。</p> <p>11. 加强施工现场割、焊作业管理，确保施工安全。</p> <p>12. 配齐安全设施</p> <p>13. 容器检修，必须将储罐与其他设备隔离，清洗置换干净，分析合格后才能动火，检修时须有专人现场监护，并保证通风良好</p>	
高处坠落	进行登高架设检查、检修等作业	<p>1. 高处作业场所有洞无盖、边沿无护栏，不小心坠落。</p> <p>2. 无脚手架板，失足高处坠落。</p> <p>3. 平台、梯子无防滑措施或强度不够，人字梯无挂绳等造成跌落。</p> <p>4. 高空人行道、屋顶、杆塔、储罐扶梯，管线架及护栏等锈蚀严重或强度不够。</p> <p>5. 在大风暴雨、雷电、霜雪冰冻条件下登高作业。</p> <p>6. 吸入有毒气体或</p>	<p>1.2 米以上高空作业时 坠落。</p> <p>2. 作业下面是机器设备或混凝土等硬质地面。</p>	<p>1. 无脚手架和防坠落措施，踩空或支撑物倒塌</p> <p>2. 未系安全带、安全绳或栓结不牢靠，安全带、安全绳、安全网损坏或不合格。</p> <p>3. 高空作业下面无安全网，地面是机器设备或硬质地面。</p> <p>4. 2 米以上</p>	人员伤亡	II	<p>1. 登高作业必须严格执行“十不登高”</p> <p>2. 登高作业必须戴安全帽、系挂好安全带、安全绳；</p> <p>3. 高处作业要预先搭脚手架等防坠落措施。</p> <p>4. 在高空作业或危险的高空临时作业，要装设防护栏杆或安全网。</p> <p>5. 上下层间同时交叉作业时，中间必须搭设严密牢靠的隔板、罩棚等设施。</p> <p>6. 临边，洞口要做到“有洞必有盖、有边必有栏”，以防坠落。</p> <p>7. 对 2 米以上高的装置平台应安装合格的围栏，斜梯应</p>

		<p>氧气不足或身体不适造成跌落</p> <p>7. 设备安装及作业时戏嬉打闹</p>		<p>高的装置平台无围栏，斜梯无符合标准的护栏。</p> <p>5. 精力不集中或有病。</p> <p>6. 违反“十不登高”</p> <p>7. 未穿防滑鞋</p> <p>8. 违章操作指挥，违反劳动纪律。</p>		<p>有符合标准的护栏。</p> <p>8. 对平台、栏杆、护墙以及安全带、安全网等应定期检查，确保完好。</p> <p>9. 大风、大雨、大雾等恶劣天气停止作业。</p> <p>10. 施工时严格遵守设备安装安全操作规程。</p>
物体打击	物件坠落	<p>1. 高处有未被固定落物因被碰撞或因刮风等坠落</p> <p>2. 工具、零件等上、下抛掷</p> <p>3. 设施倒塌</p> <p>4. 违章作业，违章指挥，违反劳动纪律。</p> <p>5. 施工过程中上、下抛掷工具</p>	落物击中人体	<p>1. 未戴安全帽</p> <p>2. 在高处有浮物或设施不牢固处及将要倒塌的地方行走或停留</p>	<p>人员伤害</p> <p>II</p>	<p>1. 不在高处作业、高处有浮物或设施不牢固处行走或停留。</p> <p>2. 高处需要的物件应摆放整齐、固定好。</p> <p>3. 将有倒塌危险的设施及时修复或拆除。</p> <p>4. 作业人员要戴好安全帽、穿好劳保用品。</p> <p>5. 加强防止物体打击的检查和安全管理。</p> <p>6. 杜绝三违，加强对职工的安全教育。</p> <p>7. 加强施工现场安装作业管理，确保施工安全。</p>
噪声	机械性噪声、动力性噪声	<p>1. 作业人员在空压机房、泵房等噪声强度大的场所作业。</p>	<p>缺乏个人防护用品（如耳塞等）</p>	<p>1. 设备选型时未选择低噪声设备。</p> <p>2. 装置未设置减振降噪措施；</p> <p>3. 未戴防护耳塞。</p> <p>4. 护听器失</p>	<p>听力损伤</p> <p>II</p>	<p>1. 采取隔声、吸声、消声等降低噪声措施；</p> <p>2. 设置减振阻尼等装置。</p> <p>3. 佩戴适宜的护听器。</p> <p>4. 实行时间防护即事先做好准备，尽量减少不必要停留时间。</p>

				效、选型不良、使用不当。			
车辆伤害	车辆撞人、设施、设备、翻车等	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 司机未经培训，无驾驶证或有禁忌症；</li> <li>2. 司机酒后驾驶、疲劳驾驶或其他违章行驶；</li> <li>3. 车辆出现故障或车况不佳；</li> <li>4. 厂区道路未按规范设计、路况不佳、指示不清或有路障；</li> <li>5. 厂内人员违章跨越道路；</li> <li>6. 自然条件如下雨、下雪、结冰等影响行车安全。</li> </ol>	厂内来往机动车辆事故	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 司机技术不熟练或身体缺陷；</li> <li>2. 司机无证驾驶、违章驾驶；</li> <li>3. 厂区路况较差，安全标志不全，自然条件差等。</li> </ol>	车辆事故，人员伤亡，财物受损	II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加强车辆维护保养，杜绝违章驾驶和“三超”现象；</li> <li>2. 加强驾驶人员培训教育，遵章守纪；</li> <li>3. 严禁无证驾驶、酒后驾驶、疲劳驾驶等违章行驶；</li> <li>4. 加强厂内道路养护，按规定竖立警示标志牌，规定行车路线。</li> <li>5. 厂区道路按规范设计、施工，并定期维护、保养，保持路面状况良好。</li> <li>6. 车辆定期审验、维护、保养，保持车辆状况良好。</li> <li>7. 加强对驾驶员的安全知识和意识培训，严禁违章驾驶。</li> </ol>
坍塌	建筑设计不合理、抗震烈度不够等	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 地震、飓风、大雪；</li> <li>2. 储存堆垛产品、原辅料过高。</li> </ol>	在附件作业	作业人员、检修人员等在建筑物内。	人员伤亡财产损失	II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 按照建筑规范设计建筑物，抗震烈度不低于8级。</li> <li>2. 遇到地震、飓风、大雪等自然灾害及时组织职工撤离。</li> <li>3. 经常检修房屋质量，发现问题，及时处理。</li> </ol>

### 3.12.7 对可能发生的事故后果的预测

#### 1. 管道泄漏事故树分析

##### 1) 管道泄漏事故树

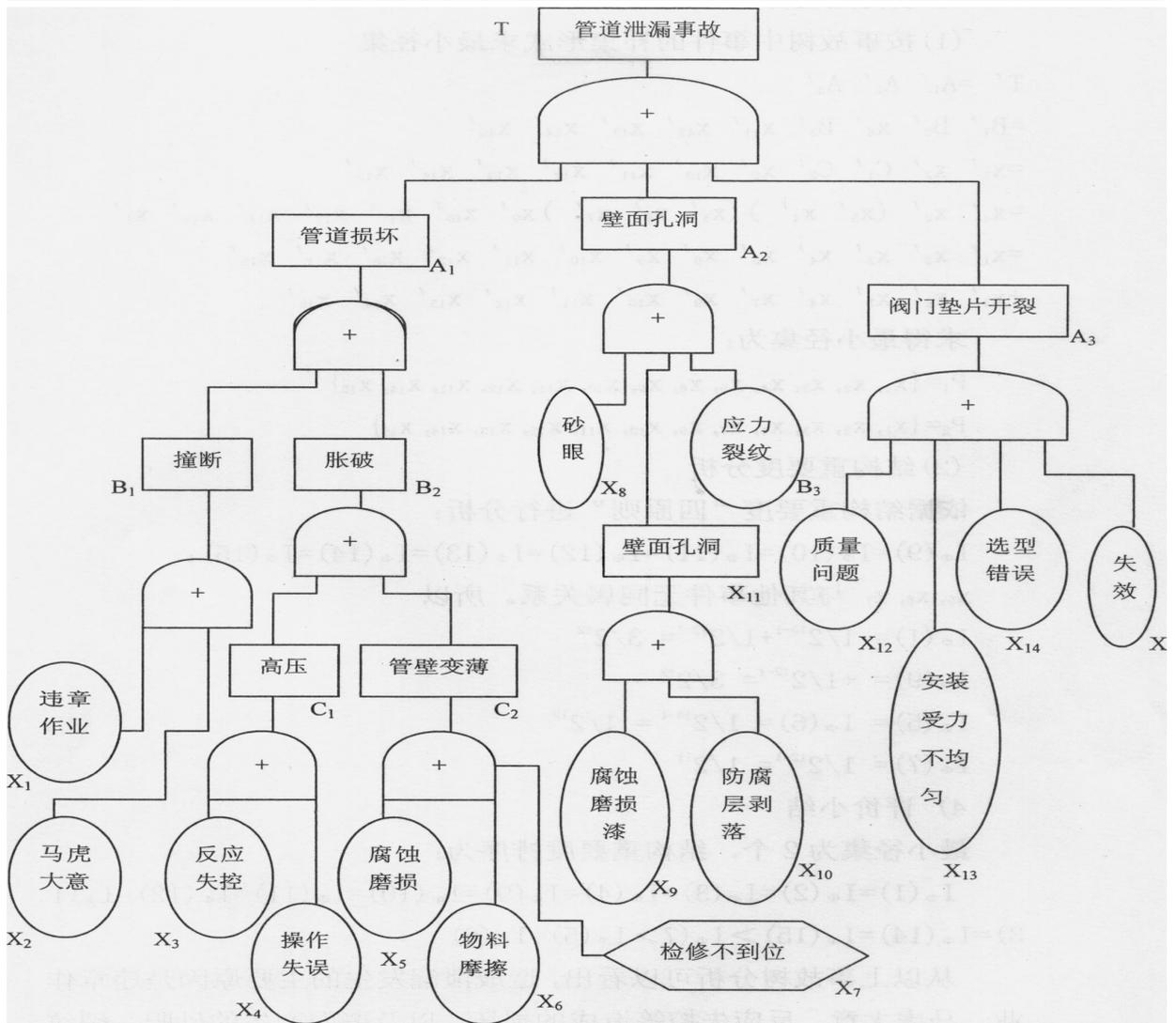


图 3-12-1 管线泄漏事故树

## 2) 事故树定性分析

(1) 按事故树中事件的补集形式求最小径集

$$\begin{aligned}
 T' &= A1' A2' A3' \\
 &= B1' B2' X8' B3' X11' X12' X13' X14' X15' \\
 &= X1' X2' C1' C2' X9' X10' X11' X12' X13' X14' X15' \\
 &= X1' X2' (X3' X4') (X5' X6' X7') X9' X10' X11' X12' X13' \\
 &X14' X15' \\
 &= X1' X2' X3' X4' X5' X6' X9' X10' X11' X12' X13' X14' X15' \\
 &+ X1' X2' X3' X4' X7' X9' X10' X11' X12' X13' X14' X15'
 \end{aligned}$$

求得最小径集为

$$P1 = \{ X1, X2, X3, X4, X5, X6, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15 \}$$

$$P2=\{X1, X2, X3, X4, X7, X9, X10, X11, X12, X13, x14, X15\}$$

## (2) 结构重要度分析

依据结构重要度“四原则”进行分析：

$$I_{\phi}(9) = I_{\phi}(10) = I_{\phi}(11) = I_{\phi}(12) = I_{\phi}(13) = I_{\phi}(14) = I_{\phi}(15)$$

X5, X6, X7, 与其他事件无同属关系。所以

$$I_{\phi}(1) = 1 / 2^{13-1} + 1 / 2^{12-1} = 3 / 2^{12}$$

$$I_{\phi}(9) = 1 / 2^{12-1} = 3 / 2^{12}$$

$$I_{\phi}(5) = I_{\phi}(6) = 1 / 2^{13-1} = 1 / 2^{12}$$

$$I_{\phi}(7) = 1 / 2^{12-1} = 1 / 2^{11}$$

## 4) 评价小结

最小径集为 2 个，结构重要度排序为

$$I_{\phi}(1) = I_{\phi}(2) = I_{\phi}(3) = I_{\phi}(4) = I_{\phi}(9) = I_{\phi}(10) = I_{\phi}(11) \\ = I_{\phi}(12) = I_{\phi}(13) = I_{\phi}(14) = I_{\phi}(15) > I_{\phi}(7) > I_{\phi}(5) = I_{\phi}(6)$$

从以上事故树分析可以看出，造成泄漏发生的主要原因是违章作业、马虎大意等造成的损坏，以及壁面产生的砂眼、裂纹还有由于质量、选型或安装受力不均而造成的管道、阀门开裂等，其次就是管道内物料的磨擦及对管道的腐蚀作用而使管道损坏。因此，为了尽可能地减少事故的发生，应严格按照有关规定进行操作、维修、严格管理制度，加强巡检，责任到人。

## 2. 电气危险性分析评价

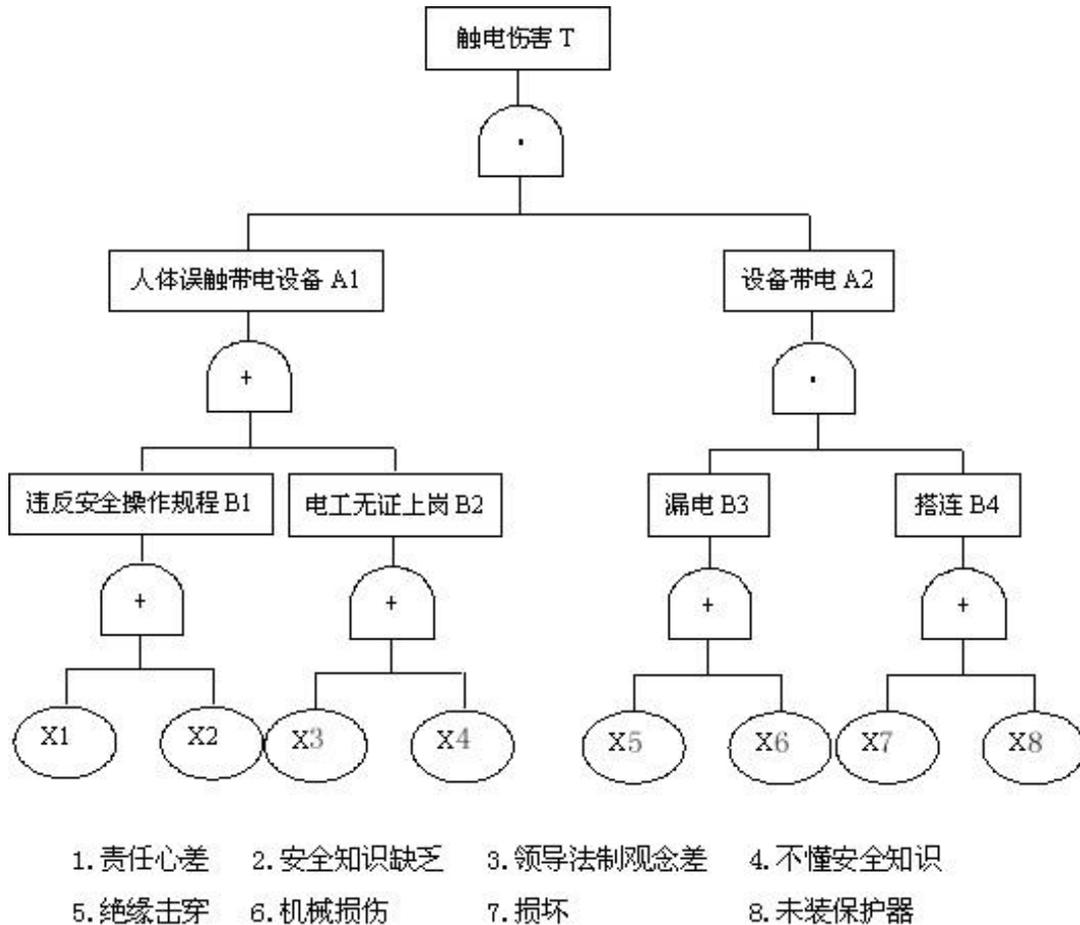
### 1) 系统概况

项目区位于改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡西约 30km 处。改则站为 110kV 站，自萨嘎 220kV 变电站引来，线路长度约 400km，由于麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目位于电网的末端，电网无法满足项目生产用电需求，因此配套建造一个完整的能源站，为本项目提供一体化运行、综合能源一揽子调度运行方案，以满足项目生产用电需求。能源站项目由专业公司另立项目进行建设。由于用电在生产过程中存在着火灾、爆炸、触电等危险有害因素，必需引起企业的足够重视，矿区安全用电更是重中之重。

### 2) 绘制事故树

项目使用的电气设备、设施，有直接发生触电伤害事故的危险性。低压触电伤害事故是多发性事故，主要是设备故障和人员误操作、环境不良等原因造成，如设备的金属外壳因绝缘老化、损坏、绝缘性能降低、击穿带电；接地、接零失效；电气设备使用、保管、维修缺陷；人员违反安全操作规程、无证上岗等，都会造成触电伤害事故的发生，给安全生产和社会带来不利的影响。

低压触电事故树分析如图 3-12-2 所示。



附图 3-12-2 触电伤害事故树

## 2) 分析过程

### (1) 求最小径集

$$T' = A_1' + A_2' = B_1' B_2' + B_3' + B_4' = X_1 X_2 X_3 X_4 + X_5 X_6 + X_7 X_8$$

求得最小径集为：

$$P_1 = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}; P_2 = \{X_5, X_6\}; P_3 = \{X_7, X_8\}。$$

## (2) 结构重要度分析

依据结构重要度“四原则”进行分析：

$$I_{\phi}(1) = I_{\phi}(2) = I_{\phi}(3) = I_{\phi}(4) ;$$

$$I_{\phi}(5) = I_{\phi}(6) = I_{\phi}(7) = I_{\phi}(8) ;$$

$$\text{所以, } I_{\phi}(5) = 1/2^{2-1} = 1/2; I_{\phi}(1) = 1/2^{4-1} = 1/8。$$

## (3) 评价结果

最小径集为 3 个，结构重要度排序为：

$$I_{\phi}(5) = I_{\phi}(6) = I_{\phi}(7) = I_{\phi}(8) > I_{\phi}(1) = I_{\phi}(2) = I_{\phi}(3) = I_{\phi}(4)。$$

### 3) 分析结论

从触电伤害危险性分析结果可以看出：

(1) 防止触电伤害事故的发生，必须提高工作人员的安全素质和责任心。电工为特种作业，必须经有关部门专业知识与技能的培训、考核合格持证上岗。

(2) 对电气设备要定期进行维护、检修，发现故障（缺陷）要及时处理，保证各类电气设备、线路在良好状况下运行，确保安全。

(3) 事故树最小径集 3 个，最小径集表示系统的安全性，从最小径集分析可以得出，预防触电事故的最重要措施是确保电气设备状态的完好，外壳防护等级及接地符合要求；其次是作业人员的安全教育及个体防护措施。

### 3. 机械伤害事故树评价

本单元采用事故树危险性分析法对本工程的机械伤害进行分析。

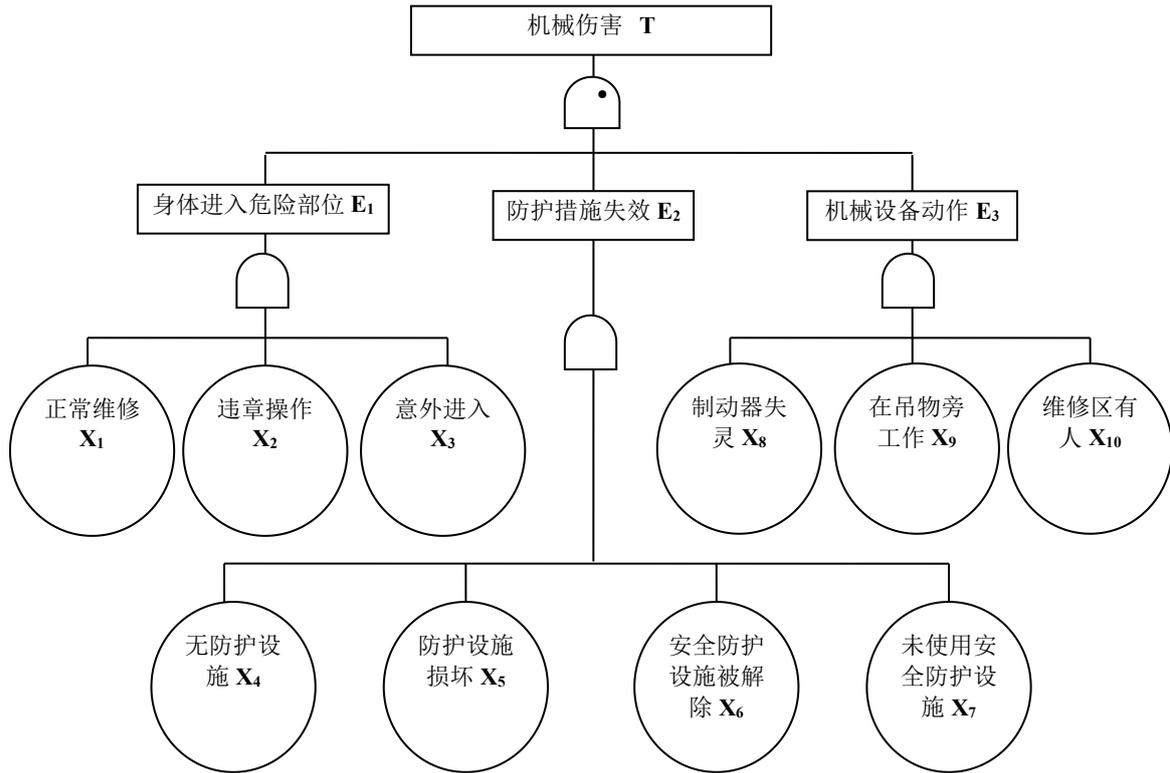


图 3-12-3 机械伤害事故树分析

较多的生产设备，运输车辆、设备转动部分易造成人员被挤、压、绞、切等机械伤害，本次评价采用“机械伤害”为事故树顶上事件，对存在机械伤害的原因进行分析评价。

1) 构建事故树

机械伤害事故树图见图 3-12-3。

2) 事故树的最小割集

$$\begin{aligned}
 T &= E_1 E_2 E_3 = (X_1 + X_2 + X_3) (X_4 + X_5 + X_6 + X_7) (X_8 + X_9 + X_{10}) \\
 &= X_1 X_4 X_8 + X_1 X_5 X_8 + X_1 X_6 X_8 + X_1 X_7 X_8 + X_2 X_4 X_8 + X_2 X_5 X_8 + X_2 X_6 X_8 + X_2 X_7 X_8 + X_3 X_4 X_8 + X_3 X_5 X_8 + X_3 X_6 X_8 + X_3 X_7 X_8 + X_1 X_4 X_9 + X_1 X_5 X_9 + X_1 X_6 X_9 + X_1 X_7 X_9 + X_2 X_4 X_9 + X_2 X_5 X_9 + X_2 X_6 X_9 + X_2 X_7 X_9 + X_3 X_4 X_9 + X_3 X_5 X_9 + X_3 X_6 X_9 + X_3 X_7 X_9 + X_1 X_4 X_{10} + X_1 X_5 X_{10} + X_1 X_6 X_{10} + X_1 X_7 X_{10} + X_2 X_4 X_{10} + X_2 X_5 X_{10} + X_2 X_6 X_{10} + X_2 X_7 X_{10} + X_3 X_4 X_{10} + X_3 X_5 X_{10} + X_3 X_6 X_{10} + X_3 X_7 X_{10}
 \end{aligned}$$

得到 36 个最小割集，分别为

$K_1 = \{ X_1 X_4 X_8 \}$ ;  $K_2 = \{ X_1 X_5 X_8 \}$ ;  $K_3 = \{ X_1 X_6 X_8 \}$ ;  $K_4 = \{ X_1 X_7 X_8 \}$ ;  $K_5 = \{ X_2 X_4 X_8 \}$ ;  $K_6 = \{ X_2 X_5 X_8 \}$ ;  $K_7 = \{ X_2 X_6 X_8 \}$ ;  $K_8 = \{ X_2 X_7 X_8 \}$ ;  $K_9 = \{ X_3 X_4 X_8 \}$ ;  $K_{10} = \{ X_3 X_5 X_8 \}$ ;  $K_{11} = \{ X_3 X_6 X_8 \}$ ;  $K_{12} = \{ X_3 X_7 X_8 \}$ ;  $K_{13} = \{ X_1 X_4 X_9 \}$ ;  $K_{14} = \{ X_1 X_5 X_9 \}$ ;  $K_{15} = \{ X_1 X_6 X_9 \}$ ;  $K_{16} = \{ X_1 X_7 X_9 \}$ ;  $K_{17} = \{ X_2 X_4 X_9 \}$ ;  $K_{18} = \{ X_2 X_5 X_9 \}$ ;  $K_{19} = \{ X_2 X_6 X_9 \}$ ;  $K_{20} = \{ X_2 X_7 X_9 \}$ ;  $K_{21} = \{ X_3 X_4 X_9 \}$ ;  $K_{22} = \{ X_3 X_5 X_9 \}$ ;  $K_{23} = \{ X_3 X_6 X_9 \}$ ;  $K_{24} = \{ X_3 X_7 X_9 \}$ ;  $K_{25} = \{ X_1 X_4 X_{10} \}$ ;  $K_{26} = \{ X_1 X_5 X_{10} \}$ ;  $K_{27} = \{ X_1 X_6 X_{10} \}$ ;  $K_{28} = \{ X_1 X_7 X_{10} \}$ ;  $K_{29} = \{ X_2 X_4 X_{10} \}$ ;  $K_{30} = \{ X_2 X_5 X_{10} \}$ ;  $K_{31} = \{ X_2 X_6 X_{10} \}$ ;  $K_{32} = \{ X_2 X_7 X_{10} \}$ ;  $K_{33} = \{ X_3 X_4 X_{10} \}$ ;  $K_{34} = \{ X_3 X_5 X_{10} \}$ ;  $K_{35} = \{ X_3 X_6 X_{10} \}$ ;  $K_{36} = \{ X_3 X_7 X_{10} \}$

则机械伤害的基本事件组合如下表所示:

表 3-12-3 机械伤害事故树最小割集事件组合表

序号	最小割集	事件组合
K <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>8</sub>	正常检修、无防护设施、正常运行
K <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>8</sub>	正常检修、防护设施损坏、正常运行
K <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>8</sub>	正常检修、安全防护设施被解除、正常运行
K <sub>4</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub>	正常检修、未使用安全防护设施、正常运行
K <sub>5</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>8</sub>	违章操作、无防护设施、正常运行
K <sub>6</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>8</sub>	违章操作、防护设施损坏、正常运行
K <sub>7</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>8</sub>	违章操作、安全防护设施被解除、正常运行
K <sub>8</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub>	违章操作、未使用安全防护设施、正常运行
K <sub>9</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>8</sub>	意外进入、无防护设施、正常运行
K <sub>10</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>8</sub>	意外进入、防护设施损坏、正常运行
K <sub>11</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>8</sub>	意外进入、安全防护设施被解除、正常运行
K <sub>12</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub>	意外进入、未使用安全防护设施、正常运行
K <sub>13</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>9</sub>	正常检修、无防护设施、误触开关
K <sub>14</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>9</sub>	正常检修、防护设施损坏、误触开关
K <sub>15</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>9</sub>	正常检修、安全防护设施被解除、误触开关
K <sub>16</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>9</sub>	正常检修、未使用安全防护设施、误触开关
K <sub>17</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>9</sub>	违章操作、无防护设施、误触开关

K <sub>18</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>9</sub>	违章操作、防护设施损坏、误触开关
K <sub>19</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>9</sub>	违章操作、安全防护设施被解除、误触开关
K <sub>20</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>9</sub>	违章操作、未使用安全防护设施、误触开关
K <sub>21</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>9</sub>	意外进入、无防护设施、误触开关
K <sub>22</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>9</sub>	意外进入、防护设施损坏、误触开关
K <sub>23</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>9</sub>	意外进入、安全防护设施被解除、误触开关
K <sub>24</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>9</sub>	意外进入、未使用安全防护设施、误触开关
K <sub>25</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>10</sub>	正常检修、无防护设施、违章开机
K <sub>26</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>10</sub>	正常检修、防护设施损坏、违章开机
K <sub>27</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>10</sub>	正常检修、安全防护设施被解除、违章开机
K <sub>28</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>10</sub>	正常检修、未使用安全防护设施、违章开机
K <sub>29</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>10</sub>	违章操作、无防护设施、违章开机
K <sub>30</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>10</sub>	违章操作、防护设施损坏、违章开机
K <sub>31</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>10</sub>	违章操作、安全防护设施被解除、违章开机
K <sub>32</sub>	X <sub>2</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>10</sub>	违章操作、未使用安全防护设施、违章开机
K <sub>33</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>10</sub>	意外进入、无防护设施、违章开机
K <sub>34</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>10</sub>	意外进入、防护设施损坏、违章开机
K <sub>35</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>10</sub>	意外进入、安全防护设施被解除、违章开机
K <sub>36</sub>	X <sub>3</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>10</sub>	意外进入、未使用安全防护设施、违章开机

### 3) 结构重要度

$$I_{\phi}(1) = 1/36 \quad (12 \times 1/3) = 1/9$$

$$I_{\phi}(2) = 1/36 \quad (12 \times 1/3) = 1/9$$

$$I_{\phi}(3) = 1/36 \quad (12 \times 1/3) = 1/9$$

$$I_{\phi}(4) = 1/36 \quad (9 \times 1/3) = 1/12$$

$$I_{\phi}(5) = 1/36 \quad (9 \times 1/3) = 1/12$$

$$I_{\phi}(6) = 1/36 \quad (9 \times 1/3) = 1/12$$

$$I_{\phi}(7) = 1/36 \quad (9 \times 1/3) = 1/12$$

$$I_{\phi}(8) = 1/36 \quad (12 \times 1/3) = 1/9$$

$$I_{\phi}(9) = 1/36 \quad (12 \times 1/3) = 1/9$$

$$I_{\phi}(10) = 1/32 (12 \times 1/3) = 1/9$$

经计算得机械伤害各基本事件的结构重要度排序为：

$$I_{\phi}(1) = I_{\phi}(2) = I_{\phi}(3) = I_{\phi}(8) = I_{\phi}(9) = I_{\phi}(10) > I_{\phi}(4) = I_{\phi}(5) = I_{\phi}(6) = I_{\phi}(7)$$

#### 4) 机械伤害事故树最小径集

$$T' = E_1' + E_2' + E_3' = (X_1' X_2' X_3') + (X_4' X_5' X_6' X_7') + (X_8' X_9' X_{10}')$$

由计算得出机械伤害的 3 个最小径集，分别为：

$$K_1 = \{ X_1' X_2' X_3' \}; K_2 = \{ X_4' X_5' X_6' X_7' \}; K_3 = \{ X_8' X_9' X_{10}' \}$$

最小径集事件组合见下表。

表 3-12-4 机械伤害事故树最小径集事件组合表

序号	事件代号	事件组合
K <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> ' , X <sub>2</sub> ' , X <sub>3</sub> '	正常检修、违章操作、意外进入
K <sub>2</sub>	X <sub>4</sub> ' , X <sub>5</sub> ' , X <sub>6</sub> ' , X <sub>7</sub> '	无防护设施、防护设施损坏、安全防护设施被解除、未使用安全防护设施
K <sub>3</sub>	X <sub>8</sub> ' , X <sub>9</sub> ' , X <sub>10</sub> '	正常运行、误触开关、违章开机

#### 5) 单元小结

由事故树可以看出，生产过程中所造成的机械伤害主要是由于人的不安全行为和本身的不安全因素构成。经对事故树分析，防止机械伤害的措施可以分为以下几类：一是要加强操作人员的安全管理，如建立健全安全操作规程和规章制度，抓好新员工三级安全教育和技能培训，考核正确穿戴个人劳动保护用品等；二是要注重机械设备的基本安全要求，如机械设备要合理布局，选用本质安全程度高的设备，加强对危险部件的安全防护等；三是要重视作业环境的改善，如照明要适宜，噪声和振动要小等。

## 4 安全对策措施与建议

### 4.1 开发利用方案中的安全措施

#### 4.1.1 厂址的安全条件

矿区位于西藏自治区阿里地区改则县麻米乡境内，改则县南西约 110km、麻米乡北西约 30km 处，地理位置：东经  $83^{\circ} 28' 15''$  -  $83^{\circ} 35' 45''$ ，北纬  $32^{\circ} 04' 00''$  -  $33^{\circ} 11' 30''$ ，行政区划属改则县麻米乡管辖。

矿区有简易公路（约 15km）与改则县城乡主干公路衔接，改则县城乡主干公路约 77km 至改则县城；由改则县城沿黑—阿公路（国道 317 线）西行约 500km 可达西藏自治区阿里地区所在地噶尔县狮泉河镇；从改则县向东行 920km 与青藏公路（国道 109 线）相接，由相接处南行 390km 可达西藏自治区首府拉萨市，北行 790km 可达青海省格尔木市；由狮泉河镇沿 219 国道和 318 国道东行 1750km 至拉萨市；由改则—措勤—日喀则到达拉萨行程约 1400km；由狮泉河镇沿 219 国道北行 1067km 通往新疆维吾尔自治区叶城等地。

建设厂址不占压资源、不占良田、附近没有文物古迹和国家自认保护区等环境敏感区域。

#### 4.1.2 控制系统和安全仪表系统

本工程采用 DCS 集中控制系统，对装置的生产过程实行集中检测、显示、联锁、控制和报警。

#### 4.1.3 消防系统设置

拟建装置消防设施的设计贯彻“预防为主，防消结合”，执行有关消防、防火设计规范和标准，根据工程的规模、火灾危险类别和临近企业消防力量，合理地设置消防设施。本工程消防措施采用水消防和化学消防相结合的方式，具体消防设计详见消防章节说明。

#### 4.1.4 防火防爆措施

1. 总图布置严格按照《建筑防火设计规范》（GB50016-2014）（2018

版)规定,装置厂房间按规范留有足够的安全距离;建、构筑物耐火等级按不低于二级设计。

2. 设置火灾自动报警系统:在装置区及重要通道口安装若干个手动报警按钮,在控制室、变电所等重要建筑室内安装火灾探测器,火灾报警控制器设在控制室。当发生火灾时,由火灾探测器或手动报警按钮迅速将火警信号报至火灾报警控制器,以便迅速采取措施,及时组织扑救。

#### 4.1.5 防低温危害措施

建设项目所在地冬季气候寒冷,可能造成设施损坏、冻裂、人员低温冻伤等危害。针对上述危害,本项目采取以下措施:

1. 厂房为全封闭结构,采取防寒抗冻措施;
2. 厂房原则上采用散热器供暖。
3. 本项目年操作时间为8个月,如遇极端低温天气,可考虑停产。
4. 加强人员的个人防护。

#### 4.1.6 其他安全措施

##### 1. 防雷防静电

工艺生产装置及其建、构筑物、综合楼均属三类防雷。为防直击雷,在房顶上易受雷击的部位设置避雷带,突出屋面的金属设备外壳均应与避雷带相连。根据工艺要求在易产生静电的金属物,如设备、管道、构架等,设置防静电接地装置,以防静电感应。

变电所10kV变压器低压侧中性点直接接地并设接地体,各工艺生产场所均设安全接地装置并与变压器中性点接地体相连,接地系统采用TN-S系统,全厂防雷接地、防静电接地和安全接地均相连,构成全厂接地网,工频接地电阻值不大于4欧姆。

##### 2. 安全色和安全标志

安全色:本装置安全色执行《安全色》GB2893-2008规定。消火栓、灭火器、火灾报警器等消防用具以及严禁人员进入的危险作业区的护栏采用红色。车间内安全通道等采用绿色,工具箱、更衣柜等采用绿色。化工装置的

管道刷色和符号执行《工业管路的基本识别色和识别符号》GB7231-2003的规定。

**安全标志：**本装置安全标志执行《安全标志及其使用导则》GB2894-2008规定。在各生产装置区等危险区设置永久性“严禁烟火”标志；在危险部位设置警示牌，提醒操作人员注意；在阀门布置较集中、且易误操作的地方，在阀门附近标明输送介质名称或设明显标志；生产场所、作业地点的紧急通道和紧急出入口均设置明显标志和指示箭头。在有毒有害的化工生产区域，设置风向标。

### 3. 发生事故时的应急措施

由于本项目在生产、贮存、运输过程中，存在中毒、灼伤等危险危害因素，有可能造成人员伤亡或财产损失，因此，项目建成后建设单位必须针对上述可能发生的意外制定事故应急预案，生产班组至厂级各有关部门应经常分析、研究安全生产情况和存在的问题，对应急预案经常演练。一旦发生事故，首先启动应急预案，防止事故蔓延，将危险降低至最小限度。对关键生产设备和重点部位预设事故的应急措施。

应急预案编制完成后，应进行评审。评审由本单位主要负责人组织有关部门和人员进行。外部评审由上级主管部门或地方政府负责安全管理的部门组织审查。评审后，按规定报有关部门备案，并经生产经营单位主要负责人签署发布。一旦发生事故后，应当及时启动应急预案，组织有关力量进行救援，并按照规定将事故信息及应急预案启动情况报告安全生产监督管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门。

综合应急预案和专项应急预案以及现场处置方案编制的主要内容详见GB/T29639-2020《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》中的要求。

编制应急预案应当在开展风险评估和应急资源调查的基础上进行。（一）风险评估。针对突发事件特点（如冰冻、地质灾害等），识别事件的危害因素，分析事件可能产生的直接后果以及次生、衍生后果，评估各种后果的危害程度，提出控制风险、治理隐患的措施。（二）应急资源调查。全面调查本地区、本单位第一时间可调用的应急队伍、装备、物资、场所等应急资源

状况和合作区域内可请求援助的应急资源状况，必要时对本地居民应急资源情况进行调查，为制定应急响应措施提供依据。

#### 4.1.7 安全管理机构及人员配置

本工程建成投产后，建设单位应设置专门的安全管理机构，同时建立一套完整的安全管理体制。配备专职安全管理人员，并配备 1 名专职领导分管，专门负责管理全厂的安全生产管理与监督工作。

各车间设安全员，负责车间内部的安全生产与劳动保护工作。

安全卫生管理的任务是对生产过程中安全卫生实行标准化管理，检查和消除生产过程中的各种危险和有害因素，贯彻执行国家和有关部门下达的指令和规定，制订必要的规章制度，对职工进行安全卫生知识的培训、教育，防止发生火灾爆炸等安全事故，避免各种损失。

根据《中华人民共和国安全生产法》的要求，“危险物品的生产、储存单位以及矿山、金属冶炼单位应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作”。本装置建成后安全管理人员应配备注册安全工程师，专门负责本装置内的安全管理工作。

安全生产管理的任务是对生产过程中安全实行标准化管理，检查和消除生产过程中的各种危险和有害因素，贯彻执行国家和有关部门下达的指令和规定，制订必要的规章制度，对职工进行安全生产知识的培训、教育，防止发生安全事故，避免各种损失。

建立和不断完善安全生产责任体系。坚持“谁主管、谁负责”的原则，明确企业主要负责人、分管负责人、各职能部门、各级管理人员、工程技术人员和岗位操作人员的安全生产职责，做到全员每个岗位都有明确的安全生产职责并与相应的职务、岗位匹配。

矿山其他作业人员也应做到持证上岗，如：电工，安全检查工，焊接与热切割工，特殊设备操作工等。

#### 4.1.8 安全专项投资估算

本项目的安全设施投资主要包括：消防设施、通风设施、火灾报警系统、

防雷、防静电的投资以及用于生产现场个人防护设施、安全教育设施、安全预评价、验收评价、安全设施设计、安全生产责任险、工伤保险等的费用，拟建项目安全设施投资估算约占建设投资约 3%。

## 4.2 本评价报告补充的安全对策措施

针对开发利用方案中的安全措施，结合该矿建设和生产过程中存在的危险、有害因素及作业特点，本报告特提出以下措施及建议以确保该矿在后期生产建设过程安全生产。

### 4.2.1 总平面布置

厂区总平面布置应满足现行国家标准《工业企业总平面设计规范》等的要求，根据厂内各生产系统及安全要求按功能明确合理分区布置，分区内部和相互之间应保持一定的通道和间距。

厂前区、机电仪修和总变配电所等部分应位于全年最小频率风向的下风侧。物料堆场、仓库库区宜分别集中布置在厂区边缘地带。

企业主要出入口不应少于两个，并宜位于不同方位。人流和货运应明确分开，大宗危险货物运输应有单独路线，不得与人流混行或平交。

下一步设计时，应明确主要构筑物安全出口、疏散间距、安全警示标志等内容。

### 4.2.2 设备及工艺管道安全

1. 工艺方案及设备的选择、布置和设计应根据国家标准《生产设备安全卫生设计总则》、《建筑设计防火规范》、《工业企业设计卫生标准》等的规定进行。

2. 不得选用《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》（安监总科技 [2015]75 号）、《关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》（安监总科技[2016]137 号）中相关的设备。

3. 腐蚀性较强的设备、材料选择应重视腐蚀、冲蚀问题。

4. 拟建项目的定型生产设备、电气设备、仪器、仪表等应由有国家规定

资质的制造厂家生产，并有出厂合格证。非标设备应有质量检验合格证，其他设备、附件材料均应有产品质量合格证。

5. 压力容器、压力管道的设计，严格按照规范进行，同时加强设备的密封及设备与管道的连接密封。

6. 设备选型注重安全要求，在工艺设计中设置放空、安全联锁和事故紧急停车措施。

7. 转动设备设计安全罩，吊装孔设计安全栏杆，吊装孔位置合理布置，不能设计在人行通道上方，预留的设备孔，设计临时盖板。

8. 根据设备的安装高度，设计合适的操作检修平台，阀门手轮方向应便于人员操作。

9. 管线综合布置，应满足生产、安全、检修的条件下节约用地。当条件允许时，应采用共架敷设。

10. 横跨巡检通道、厂区道路的管道不得设置阀门、法兰等设施。

#### 4.2.3 生产工艺技术措施

工艺控制应符合《加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三[2013]88号）、《加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三[2014]116号）等国家现行标准规范的要求。

生产装置应按照现行的国家标准、规范设置自动化控制系统，设温度、压力、液位等控制参数。

建议生产装置在全面开展过程危险分析（如危险与可操作性分析）基础上，明确其安全等级，设计符合要求的安全仪表系统。

#### 4.2.4 防腐蚀、灼烫伤安全对策措施

防止或减缓腐蚀和化学灼伤的根本途径是正确地选择流程、设备和管道结构及材料，生产过程中的变化，防止物料外泄或喷溅。

具有酸碱腐蚀性作业区中的建构筑物的地面、墙壁、设备基础，应进行防腐处理。建筑防腐按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》的规定执行。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。

施。

缝隙是引起腐蚀的重要因素之一。因此在结构设计、连接形式上，应注意避免出现缝隙，采取合理的结构，消除积液。设备死角的积液处是发生严重腐蚀的部位。因此，设计时应尽量减少死角，消除积液对设备的腐蚀。

具有化学灼伤危害物质的生产过程应合理选择，具有化学灼伤危害的作业应采用机械化、管道化和自动化，并安装必要的信号报警、安全联锁和保险装置，不得使用玻璃等易碎材料制成的管道、管件、阀门、流量计、压力计等。

盐酸、氢氧化钠等具有化学灼伤危险作业场所，应设洗眼器、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。冲洗水应为不间断供水；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。

散发热量的设备、管道应采取有效的隔热措施。

经常检查储罐、管道、阀门的腐蚀状况，并加强对梯子、栏杆的检查、维修，发现问题及时整改，将不安全因素消除在萌芽状态。

拟建项目膜处理需使用盐酸、氢氧化钠，但可研报告中未反映其储存情况，建议安全设施设计时根据盐酸、氢氧化钠的储存方式、储存量按国家现行标准规范进行设计。

#### 4.2.5 防尘、毒安全防护措施

尘毒危害严重的厂房和仓库等建构筑物的墙壁、顶棚、地面均应光滑和便于清扫，必要时设计防水、防腐等特殊保护层及专门清洗设施。

对可能逸出含尘毒气体的生产过程，应采用自动化操作，并设排风装置。

在有酸碱作业场所应设洗眼器、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。

#### 4.2.6 电气安全对策措施

1. 按照设计项目的危险区域划分，选用相应等级的电气设备和仪表，并按规范配线。建构筑物及生产装置的采光设计应符合现行国家标准《建筑采

光设计标准》的规定。

2. 具有火灾爆炸、毒尘危害和人身危害的作业区以及企业的供配电站等公用设施，应设事故状态时能延续工作的事故照明。

3. 生产过程存在对钢材或其他材料有腐蚀作用的危险物料和粉尘，因此电气、仪表安装在密闭的操作箱内，防止引起触电事故。

4. 所有设备的金属外壳必须采用保护接地或保护接零，必须做到单机单闸、单独接地、严禁几个设备的接地串连后再一次接地。露天设置的电气设备要有防雨及排水设施。

5. 电气线路的敷设应避开易受机械损伤、振动、腐蚀、粉尘积聚以及有危险温度的场所。当不能避开时，应采取预防措施。

6. 为处理紧急情况，在危险场所外合适的地点或位置应有一种或多种措施对危险场所电气设备断电。为防止附加危险，必须连续运行的电气设备不应包括在紧急断电电路中，而应安装在单独的电路上。

7. 为保证作业安全，应对每一电路或电路组采取适当的方法进行隔离（例如隔离开关、熔断器和保险丝），包括所有电路导体，也包括中性线。应立即采取和隔离措施一致的标签对控制电路和电路组标识。

8. 电气设备的金属外壳、金属构架、金属配线管及其配件、电缆保护管、电缆的金属护套等非带电的裸露金属部分均应接地。

9. 电气设备及线路的设计、安装与各建筑物、构筑物之间及对地的安全距离，安全防护栏的设置都必须符合国家有关规范。

10. 所有电气设备绝缘必须达到规定的要求，手持电动工具必须有漏电保护器，使用安全电压灯具必须符合有关的规定。

11. 电工作业人员做到持证上岗，在作业过程中要严格执行操作规程，认真执行停、送电的有关规定，执行工作票及挂牌制度；停电设备要防止相邻系统的反馈电流；要防止触电事故及高空坠落事故；电工作业人员必须穿戴防护用品。非电工作业人员严禁从事电工作业。

12. 车间人员应熟练掌握触电急救知识和触电急救方法。

13. 凡应采用安全电压的场所，应采用安全电压，安全电压标准按《安

全电压》的规定执行。

14. 移动式电气设备应采用漏电保护装置。

15. 对于粉尘、潮湿场所及腐蚀环境的电气设备或人员容易接触的电气设备应选用封闭型，所有设备的金属外壳必须采用保护接地或保护接零，必须做到单机单闸、单独接地、严禁几个设备的接地串连后再一次接地。

16. 盐田空气含盐量高，电气设备、电源线路设计应提高绝缘等级并充分考虑防腐蚀措施。

17. 电气线路及设备表面如存在盐结晶现象，要及时清理；地下敷设的电缆及输送管道要定期进行检测、检验做好防漏电和防渗工作。

18. 装置内潮湿和高湿等危害环境以及特殊作业区配置的易触及及无触电措施的固定式或移动式局部照明，应采用安全电压。

#### 4.2.7 机械伤害、高处坠落的安全对策措施

1. 有发生坠落危险的操作岗位时应按规定设计便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台、围栏等附属设施。

2. 梯子、平台和栏杆的设计，应按《固定式钢直梯》、《固定式钢斜梯》、《固定式工业防护栏》和《固定式工业钢平台》等有关标准执行；装置区内梯子、平台和易滑倒的地面应有防滑措施；每层平台的直梯口应有防操作人员坠落的措施，相邻两层的直梯宜错开设置。

3. 对于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。

4. 埋设于建（构）筑上的安装检修设备或运送物料用吊钩、吊梁等，设计时应预留安全系数，并在醒目处标出许吊的极限荷载量。

5. 池、罐等易发生淹溺事故的场所，必须按标准安装防护栏，设置警示标志。

6. 高处作业属于特种作业，作业人员必须经有资质部门的专业培训，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。

7. 对于可能产生机械伤害、高处坠落的部位，应设安全警示标志。

8. 从业人员必须严格遵守安全操作技术规程，不违章作业，对运转中的设备严禁进行维修，高处作业不应交叉进行。

#### 4.2.8 防雷对策措施

1. 装置、设备、设施以及建（构）筑物，应设计可靠的防雷保护装置，防止雷电对人身、设备及建（构）筑物的危害和破坏。

2. 防雷接地设施必须按规范要求进行测试，以检测其是否能满足规范规定的电阻值的要求。

#### 4.2.9 防噪声安全对策措施

设计中应选用低噪声的机械设备，采取防振和隔振设计。

在高噪声作业区工作的操作人员配备必要的个人噪声防护用具，必要时应设置隔音操作室。

#### 4.2.10 特种设备的安全措施

特种设备在投入使用前或者投入使用后 30 日期内，特种设备使用单位应当向市特种设备安全监督管理部门登记。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。

特种设备使用单位应当制定安全操作规程和管理制度，以及事故应急措施和救援预案，并建立特种设备安全档案。

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：特种设备的设计文件、产品质危合格证明、安装及使用维护保养说明、监督检验证明等相关技术资料和文件；特种设备的定期检验和定期自行检查记录；特种设备的日常使用状况记录；特种设备及其附属仪器仪表的维护保养记录；特种设备的运行故障和事故记录。

特种作业人员应持证上岗。

根据特种设备安全技术规范《特种设备生产和充装单位许可规则》（TSG07-2019）企业应当具备保障特种设备安全性能和充装安全的技术能力，按照特种设备安全技术规范及相关标准要求进行了充装活动。

#### 4.2.11 防坍塌安全对策措施

1. 严格执行物料堆放高度的有关规定，严禁超高堆放。包装袋按要求高度堆放整齐，严禁乱堆乱放。原料堆场和库房要有足够的面积和空间。作业人员严禁单独作业，必须要有监护人员。

2. 严格执行安全操作规程，严禁在危险场所休息或进行其它活动，非工作人员严禁入内。运矿人员严禁站在堆场的危险地带，以免发生危险。

3. 严格执行化工检修时作业程序及规程，划出作业环境，标明危险标

4. 制定完善的事故应急措施，确保救援工作顺利实施。

#### 4.2.12 采光照明安全措施

1. 建构筑物及生产装置的采光、照明设计应符合现行国家标准《建筑采光设计标准》、《建筑照明设计标准》和《化工企业照明设计技术规定》的规定。

2. 具有毒尘危害和人身危害的作业区以及企业的供配电站、供水泵房、消防站等公用设施，应设计事故状态时能延续工作的事故照明。

3. 化工装置内潮湿和高湿等危害环境以及特殊作业区配置的易触及和无防触电措施的固定式或移动式局部照明，应采用安全电压。

4. 在有腐蚀性气体或蒸气的工作场所，宜采用反复试密闭式灯具。若采用开敞式灯具，各部分应有防腐蚀或防水措施。

#### 4.2.13 带式输送机的安全对策措施

1. 带式输送机的型式、参数、技术要求等应符合《带式输送机》的规定。

2. 带式输送机的受料处应设置牢固的导料栏板，导料栏板出口的方向应与带式输送机运转方向一致。带式输送机输入系统应根据工艺要求设置清除大块和金属杂物的装置。

3. 带式输送机应装设可靠的防纵向撕裂、逆转、跑偏、打滑、过载、脱槽、断绳等事故停车装置和起动报警、胶带清扫、电器联锁等装置，并应装设紧急安全绳和事故开关；倾斜的输送机应有机械制动；胶带头部和尾部应

有制动装置及保护罩。

4. 有堵塞可能的漏斗应设防堵塞装置。处理粘性物料的溜槽应设置防挂料和堵塞装置。

5. 钢结构通廊的带式输送机从道路、传动装置、建构筑物等的上方通过时，其衍架梁上应设置接料板。

6. 采用触线紧急刹车检测装置。一旦皮带工触及皮带触线，皮带机迅停止运转，防止将人绞入皮带。

7. 采用皮带跑偏检测、调整装一性。检测皮带的跑偏程度，当接收到电气控制系统的驱动信号时，能调整皮带逆着跑偏方向运动，以消除皮带跑偏。

8. 采用防撕裂检测装置。当发生皮带撕裂，可立即停车。

9. 防止漏斗堵塞。当物料装满至一定位置时，振打机构开始工作；将物料振下。

10. 带式输送机运转期间，不应进行清扫和维修作业，也不应从胶带下方通过或乘坐、跨越胶带。检修完毕，应用电铃、电话或警报器与操作套联系，经双方检查确认胶带上无人，方可启动。

11. 带式输送机通廓，应设有消防设施和完整、可靠的通讯联系设备及足够照明。

12. 封闭式带式输送机通廓，应根据物料及扬尘情况设除尘设备，并保证胶带与除尘设备连锁运转。

13. 带式输送机人员行走侧应设防护栏杆、警示标识。

#### 4.2.14 防淡水泄漏危害的安全对策措施

1. 做好设备、管道的密封措施，管道安装完毕后应按有关规定进行试压和验收，防止淡水泄漏。

2. 加强生产、生活等方面的管理及输水设施检修，防止淡水泄漏现象发生。

3. 生产、生活中使用后排放的淡水应远离重要建构筑物等设施所在地段，防止淡水侵蚀对地基造成的破坏。

#### 4.2.15 防地面沉降措施

经常检查厂区地面防腐情况，以防止液体渗漏地基下陷，从而造成设备地基下陷，地面防腐层断裂，玻璃钢设备断裂，液体泄漏造成操作人员人身伤害。

检查厂区内设置的淡水泄漏检查井，发现淡水泄漏及时处理。

项目在安全设施设计时建议考虑设防洪设施，防止洪水造成不利影响。定期检查电缆沟等的积水，防止电缆长期处于腐蚀性污水浸泡。

#### 4.2.16 防止输水管线、加压泵房事故安全对策措施

1. 供水管道等铺设深度要在当地冻层以下。

2. 冬季生产应对输水管线、加压泵房采取切实有效的保温措施，同时加强管理，定期对管线、加压泵房等进行维修保养。

3. 冬季对供水、输料管道及有关设施、设备做好防冻保护。

4. 冬季停车时应提前采取防冻措施，排尽加压泵、输水管线及其他设备内的存水。

#### 4.2.17 安全色和安全标志

##### 1. 安全色的使用

为了便于管理不同介质的管道，排除故障和事故处理，拟建项目设计、安装时应根据《安全色》（GB2893-2008）和《工业管路的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231-2003）的规定，结合实际情况，按规定进行涂色。

##### 2. 安全标志的使用

为了提高职工安全意识，减少或避免事故发生，根据《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）的规定，应在厂区内设置警示句、安全警示标志和安全标志牌。

应在生产区最高处设置风向标志（如风向标、旗帜等），表示风向。

##### 3. 安全警示标志

除上述安全措施外，生产场所的有关区域、设施及出入口处应设置醒目

的安全警示标志及安全色标。

#### 4.2.18 劳动防护用品

劳动防护用品是指劳动者在生产过程中免遭或减轻事故伤害和职业伤害所随身穿（佩）戴的防护用品。当采取了各类对策措施后，还不能完全保证作业人员的安全、健康时，必须根据防护的危险、有害因素和危险、有害作业类别配备具有相应防护功能的个人防护用品，作为补充对策措施，并且要求作业人员在上岗时能自觉佩戴劳动防护用品，真正起到劳动防护用品的防护作用。劳动防护用品的配备、使用、使用期限应按照《化工企业劳动防护用品选用及配备》等的相关规定执行。

#### 4.2.19 厂区内运输安全对策措施

1. 工厂主要出入口不应少于两个，并尽量位于不同方位。分别设置人流和车流出入口，做到人、车分流，以保证交通安全。在人流、车流比较集中的主干道，应沿干道两侧设置人行道。厂内道路应尽量作环状布置。在人火灾危险性较大的工艺生产装置、仓库区等，四周宜设置道路。如受地形条件限制，可采用尽头式道路，在尽头应设回车道或回车场地。厂区域内，应有能通行消防车的道路，其路基宽度应确保错车。管道、桁架、栈桥等跨越道路时，路面上的净空高度不应小于 4.5m。

2. 运输过程严禁超载，要教育司机遵守道路交通安全规定及安全运输的有关规定，运输车辆应定期检验和维护保养，严禁车辆带病运行，防止车辆肇事。

3. 加强厂区、生产区内的运输装卸管理，设置安全警示标志。杜绝无证驾驶无证操作。

4. 项目建设过程中严禁在要道和消防通道上堆集物资、设备，禁止在路面上进行阻碍交通的作业。

#### 4.2.20 储存安全对策措施

1. 产品及原辅料的储存设计应根据其性质、危害程度和储存量，设置专业仓库、罐区储存场（所），并应根据生产需要和储存物品火灾危险特性，

确定储存方式、仓库结构和选址。

2. 储存场所应根据危险品性质设计相应的防腐、通风、温湿度、防潮、防雨等设施，并配备工作人员防护物品。

3. 库房设计应根据化学性质、火灾危险性分类储存进行设计。性质相抵触或消防要求不同的危险化学品，应按分开储存进行设计。

4. 酸库及酸桶堆场的布置，应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧；宜布置在厂区边缘且地势较低处，并应避免对地下水的污染；酸库和酸桶堆场应做成耐酸地坪，且应有不小于 1%的排水坡度，并应在四周采用耐酸材料修筑排水设施及污酸的收集池。

5. 储存场所的消防设施应符合国家标准规范的相关规定。

6. 安全设施设计时不得超量贮存。

#### 4.2.21 化验室设计和管理安全对策措施

1. 化验室和药品储藏室应设有通风设施。

2. 化学试剂及药品应做好保管工作。

3. 化验中易产生有毒气体或对有毒物质进行分析时，均应在通风柜中进行，必须经常检查通风柜是否好用。

4. 分析中必须加热时，应遵守安全操作规程。

5. 使用恒温箱等设备时，必须遵守安全操作规程。

6. 离开化验室时应检查电、气、水是否关好。

#### 4.2.22 检修的安全对策措施

项目在检维修过程中可能涉及动火、高处作业、吊装、临时用电等，对操作者本人、他人及周围建（构）筑物、设备、设施的安全可能造成危害。建议公司按照《化学品生产单位特殊作业安全规范》（GB30871-2014）进行管理，完善并严格执行作业票，加强现场的安全监督。

1. 作业前，作业单位和生产单位应对作业现场和作业过程中可能存在的危险、有害因素进行辨识，制定相应的安全措施。

2. 作业前，应对参加作业的人员进行安全教育，主要内容如下：

有关作业的安全规章制度；作业现场和作业过程中可能存在的危险、有害因素及应采取的具体安全措施；作业过程中所使用的个体防护器具的使用方法和使用注意事项；事故的预防、避险、逃生、自救、呼救等知识；相关事故案例和经验、教训。

3) 作业前，生产单位应进行如下工作：

对设备、管线进行隔绝、清洗、置换，并确认满足动火、进入受限空间等作业安全要求；对作业现场的地下隐蔽工程进行交底；腐蚀性介质的作业场所做人员应急用冲洗水源；夜间作业的场所设置满足要求的照明装置；会同作业单位组织作业人员到作业现场，了解和熟悉现场环境，进一步核实安全措施的可靠性，熟悉应急救援器材的位置及分布。

4. 作业前，作业单位对作业现场及作业涉及的设备、设施，工器具等进行检查，并使之符合如下要求：

作业现场消防通道，行车通道应保持畅通，影响作业安全的杂物应清理干净；作业现场的梯子、栏杆、平台、篦子板、盖板等设施应完整、牢固，采用的临时设施应确保安全；作业现场可能危及安全的坑、井、沟、孔洞等应采取有效防护措施，并设警示标志，夜间应设警示红灯；需要检修的设备上的电器电源应可靠断电，在电源开关处加锁并加挂安全警示牌；作业使用的个体防护器具、消防器材、通信设备、照动设备等应完好；作业使用的脚手架、起重机械、电气焊用具、手持电动工具等各在工器具应符合作业安全要求；超过安全电压的手持式、移动式电动工至其应逐个配置漏电保护器和电源开关。

5. 进入作业现场的人员应正确佩戴符合 GB2811 要求的安全帽，作业时，作业人员应遵守本工种安全技术操作规程，并按规定着装及正确佩戴相应的个体防护用品，多工种、多层次交叉作业应统一协调。

特种作业和特种设备作业人员应持证上岗。患有职业禁忌症者不应参与相应作业。（注：职业禁忌症依据 GBZ/T157-2009）。

作业监护人员应坚守岗位，如确需离开，应有专人替代监护。

6. 作业前，作业单位应办理作业审批手续，并有相关责任人签名确认。

同一作业涉及动火、进入受限空间、盲板抽堵、高处作业、吊装、临时用电、动土、断路中的两种或两种以上时，除应同时执行相应的作业要求外，还应同时办理相应的作业审批手续。

作业时审批手续应齐全、安全措施应全部落实、作业环境应符合安全要求。作业审批手续的相关内容参见《化学品生产单位特殊作业安全规范》（GB30871-2014）附录 A 和附录 B。

7. 当生产装置出现异常，可能危及作业人员安全时，生产单位应立即通知作业人员停止作业，迅速撤离。当作业现场出现异常，可能危及作业人员安全时，作业人员应停止作业，迅速撤离，作业单位应立即通知生产单位。

8. 作业完毕，应恢复作业时拆移的盖板、篦子板、扶手、栏杆、防护罩等安全设施的安全使用功能；将作业用的工器具、脚手架、临时电源、临时照明设备等及时撤离现场；将废料、杂物、垃圾等清理干净。

#### 4.3 建设项目安全设施设计、施工、试生产

1. 根据国家安全生产监督管理总局 36 号令（77 号令修订）的要求，项目应编制安全设施设计并进行审查，经审查合格后，方可施工。

2. 建设项目设计、施工必须符合《安全生产法》的规定，建设单位选择的设计、施工、监理单位都应具备相应的设计施工监理资质。设计单位对安全设施设计负责，施工、监理单位对安全设施的工程质量负责。

3. 安全设施的施工必须按设计进行。如需变更安全设施，应经设计单书面同意；变更较大的，应报安全设施审查部门备案。

4. 工程中的隐蔽部分，应经建设单位和施工、监理单位共同检查合格后，方可进行隐蔽。

5. 安全设施施工完毕，施工单位应将竣工说明书及竣工图交付使用单位。使用单位应存档。施工单位应编制安全设施施工质量报告。

6. 在工程设计时，按照安全生产法规定：把安全生产设施配备与主体工程同时设计、施工单位同时施工、使用单位同时投入使用，将所发生的费用纳入工程概算中。

7. 在试生产前，编制试生产方案。

8. 建设单位要组织设计、施工、监理和本公司的工程技术人员进行“三查四定”（三查：查设计漏项、查工程质量、查工程隐患；四定：定任务、定人员、定时间、定整改措施），聘请有经验的工程技术人员对项目试车和投料过程进行指导。

9. 在试生产前应按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）的要求编制事故应急预案；其他危险性大的装置、设备等也应制定相应的事故应急救援预案。并进行演练。

#### 4.4 安全生产管理

##### 1. 成立安全管理机构并加强管理

1) 成立法人代表为第一责任人的公司安全生产领导机构、设置公司安全管理专职部门，按规定配备安全管理人员和专、兼职安全员。负责项目安全管理。建立健全安全管理网络。规定并落实各部门、人员的安全职责。

公司分管安全负责人、分管生产负责人、分管技术负责人应当具有一定的化工专业知识或者相应的专业学历，专职安全生产管理人员应当具备国民教育化工化学类（或安全工程）中等职业教育以上学历或者相当于高中以上学历并从事化工生产工作经历8年以上，或者化工化学类中级以上专业技术职称，或者具备危险物品安全类注册安全工程师资格。

2) 公司主要负责人和安全生产管理人员、特种作业人员一律严格考核，按国家有关规定持职业资格证书上岗；结合生产工艺、工作环境的具体情况，职工必须全部经过培训合格后上岗，增强全体员工的安全意识和安全素质，提供预防事故的应变能力和自我保护能力。公司用工要严格按照劳动合同法与职工签订劳动合同。

3) 公司应按照《工伤保险条例》的规定，依法参加工伤保险，为本单位全部职工缴纳工伤保险费，并按国家有关规定为从事危险作业的人员办理人身意外伤害保险。

4) 对从事有毒有害作业的人员按规定进行体检并建立健康档案。

##### 2. 加强对工艺操作的安全管理

###### 1) 制定好工艺规程

工艺规程是阐述产品的生产原理、工艺路线、生产方法等-系列技术规定性文件。工艺规程是企业生产活动的主要依据，也是制定企业各类生产性规程、制度的依据。工艺规程是企业最重要、最基本的技术文件。工艺规程制定后，凡与产品生产有关的职能部门和职工都必须严格执行。

#### 2) 制定并严格执行安全技术规程

安全技术规程是根据工艺规程阐明的产品生产原理、工艺路线、生产方法制定的技术性文件。其中明确生产过程中可能产生的职业危害及其原因，提出预防事故发生的若干措施和办法。要确保在生产过程中严格执行安全技术规程。

#### 3) 制定并严格执行安全操作规程

安全操作规程是操作者在岗位范围内，如何合理运用劳动资料完成本员的质职任务的规定性文件，是操作者进行生产活动的行动准则。安全操作规程是集工艺技术、安全技术、设备维护保养记安全管理制度于一体的综合性规定性文件，是操作工人必须严格执行的作业程序。

#### 4) 严格控制工艺参数

在生产操作中，要正确控制各种工艺参数，以确保安全正常生产。

### 3. 安全投入

公司应根据财政部、安全生产监管总局联合下发的关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知（财企[2012]16号）的文件（实施日期为2012年2月14日）规定，按标准提取安全生产费用，在成本中列支，专门用于完善和改进企业安全生产条件，并按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行财务管理。

#### 4. 作业安全管理

##### 1) 建立危险作业许可制度

公司要建立并不断完善危险作业许可制度，规范动火、动土、临时用电、高处作业、吊装等特殊作业安全条件和审批程序。实施特殊作业前，必须办理审批手续。

##### 2) 落实危险作业安全管理责任

实施危险作业前，必须进行风险分析、确认安全条件，确保作业人员了解作业风险和掌握风险控制措施、作业环境符合安全要求、预防和控制风险措施得到落实。危险作业审批人员要在现场检查确认后签发作业许可证。现场监护人员要熟悉作业范围内的工艺、设备和物料状态，具备应急救援和处置能力。作业过程中，管理人员要加强现场监督检查，严禁监护人员擅离现场。

## 5. 加强施工过程安全管理

项目建设施工过程易发生各种人身伤害和设备事故，应加强施工过程的安全管理。施工过程有多个施工单位同时施工时，建设单位应做好协调工作，除与各施工单位签订安全协议外，还应督促各施工单位相互间签订安全协议，明确各自的义务和安全责任。

## 6. 安全标准化

1) 公司应全面贯彻落实《企业安全生产标准化基本规范》、《危险化学品从业单位安全标准化通用规范》，积极开展安全生产标准化工作。通过开展岗位达标、专业达标，推进公司的安全生产标准化工作，不断提高企业安全管理水平。

2) 要确定“岗位达标”标准，包括建立健全岗位安全生产职责和操作规程，明确从业人员作业时的具体做法和注意事项。从业人员要学习、掌握、落实标准，形成良好的作业习惯和规范作业行为。要依据“岗位达标”标准中的各项要求进行考核，通过理论考试、实际操作考核、协议等方法，全面客观地反映每位从业人员的岗位技能情况，实现岗位达标，从而确保减少人为事故。

3) 要确定“专业达标”标准，明确所涉及的专业定位，进行科学、精细的分类管理。按月评、季评、抽查和年综合考评相结合的方式对专业业绩进行评估，对不具备专业能力的实行资格淘汰，建立优胜劣汰的良性循环机制，使公司专业化管理水平不断提高，提高生产力效率及风险控制水平。

4) 在开展安全生产标准化时，要借助有经验的专业人员查找企业安全生产存在的问题，从安全管理制度、安全生产条件、制度执行和人员素质等

方面逐项改进，建立完善的安全生产标准化体系，实现企业安全生产标准化达标。

## 7. 矿山消防安全对策措施

1) 矿山的建构筑物 and 主要设备，必须按国家发布的有关防火规定和当地消防机关的要求，设置消防设备和器材；

### 2) 防火措施

重要开采设备应配备电气灭火器材。设备加注燃油时，严禁吸烟和明火照明。禁止在开采设备上存放汽油和其他易燃易爆材料，禁止用汽油擦洗设备。使用过的油纱等易燃材料，应妥善管理。矿山主要的火灾隐患点是办公及住宿房、维修车间、配电室以及采场工作人员不注意用火引发的火灾。防火措施为采用灭火器防火，灭火器配置可根据各地点的具体情况确定；另外必须加强工作人员的用火管理，避免引发火灾。

## 8. 矿山应急救援预案

本部分内容根据国务院安全生产委员会文件《关于加强安全生产事故应急救援预案监督管理工作的通知》（安委办字[2005]48号）、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）、《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局2016年第88号令，应急部2号令修订）和《西藏自治区气象灾害应急预案》的要求进行编写。

企业编制应急预案应做到全面分析本单位危险因素，可能发生的事故类型及事故的危害程度；排查事故隐患的种类、数量和分布情况，并在隐患治理的基础上，预测可能发生的事故类型及事故的危害程度；确定事故危险源，进行风险评估；针对事故危险源和存在的问题，确定相应的防范措施；客观评价本单位应急能力；充分借鉴国内外同行业事故教训及应急工作经验。企业编制应急预案应包括综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。

## 5 安全预评价结论

根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》的要求，西藏阿里麻米措矿业开发有限公司委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对其西藏阿里麻米措矿业开发有限公司西藏自治区改则县麻米错盐湖矿区硼锂矿开采项目进行安全预评价。公司评价人员对本项目的相关资料进行了认真研究、分析，并进行了实地勘查，在此基础上依据国家有关标准、规范、安全评价的规定和评价导则对其进行了危险和有害因素的分析辨识，利用现场观察询问法、安全检查表法、预先危险性分析评价、事故树分析评价等各种危险有害因素进行了较全面分析，作出了本项目安全预评价结论。

### 5.1 评价结果综述

1. 矿山在选址及平面布置方面均符合有关标准和规范的要求。

2. 该项目实施过程中的生产过程中使用卤水（含氯化镁、氯化钾、氯化钠、氯化锂等）为原料，生产用辅料碳酸钠、吸附树脂、阳离子树脂、脱硼树脂，设备清洗用辅料有盐酸、氢氧化钠，中间产物有氯化氢、二氧化碳，除盐酸、氢氧化钠、氯化氢、二氧化碳外其余均未被列入《危险化学品目录》（2015版），涉及的危险化学品均未被列入国家重点监管的危险化学品名录中。经辨识，拟建项目不构成危险化学品重大危险源。

拟建项目存在的主要危险、有害因素为腐蚀危害、中毒危害、灼烫伤、电气伤害、机械伤害、噪声危害、高处坠落、车辆伤害等危险、有害因素。

3. 拟建项目应重点防范的重大危险、有害因素为腐蚀危害、中毒危害、灼烫、电气伤害。

4. 危险、有害因素采取安全对策措施后的受控程度

拟建项目存在腐蚀危害、中毒危害、灼烫危害、电气伤害、机械伤害、噪声危害、高处坠落、车辆伤害等危险、有害因素。在认真采取相关国家标准规范、项目可研提出的和本安全评价报告进一步补充完善的各项安全对策措施后，各种危险、有害因素能够得到有效控制，各种事故风险可以降低，

能得到进一步的控制，危险程度达到可接受的程度，可满足安全生产要求。

## 5.2 应重视的安全对策措施

该项目应重视的安全对策措施建议：

1. 安全设施设计时，应重视电气设施高原降效影响。
2. 安全设施设计时应考虑地勘报告的结论和建议。

## 5.3 评价结论

拟建项目拟选厂址与周边的相邻企业之间的防火间距符合《建筑设计防火规范》（GB50016-2014, 2018 年版）的相关要求。拟建项目区域内总平面布置合理，功能分区明确，各建构筑物之间的防火间距符合《建筑设计防火规范》（GB50016-2014, 2018 年版）有关观定。

当地自然条件对建设项目可造成一定影响，通过安全设施设计、设备选型、管理、操作防护等环节采取安全技术措施后可得到有效控制。可研报告中的安全对策措施具有一定的针对性和可操作性。除可行性研究报告中提到的危险、有害因素的分析和安全对策措施外，本报告在对项目投入运行过程中存在的危险、有害因素进行分析、评价的基础：提出了较为详细的安全对策措施，应在安全设施设计阶段加以考虑、落实，确保建设项目的安全。

综上所述，拟建项目尽管存在着腐蚀危害、中毒危害、电气伤害、机械伤害、噪声危害、高处坠落、车辆伤害等危险有害因素，但拟建项目工艺成熟，操作方便，如在项目的标准、规范的安全要求，采取减措施（包括可行性研究报告和安全评价报告提出的对策措施建议），加强施工质量检测和监理，投产后认真执行各项安全规章制度，在此基础上安全生产条件能够满足国家及行业的要求。

## 6 附件

- (1) 委托书
- (2) 营业执照
- (3) 项目投资备案表
- (4) 矿产资源勘查许可证、划定矿区范围的批复
- (5) 项目用地预审意见和选址文件
- (6) 项目可行性研究报告评审意见书
- (7) 矿产资源储量评审意见书
- (8) 矿产资源开发利用方案评审意见书
- (9) 现场照片

## 附 图

附图 1：区域位置图 &（1：500000）地形图；

附图 2：选矿加工厂总平面布置图；

附图 3：全厂工艺物料平衡图；

附图 4：全厂水平衡图；

附图 5：电气主接线图

附图 6：采输卤系统图

### 现场照片



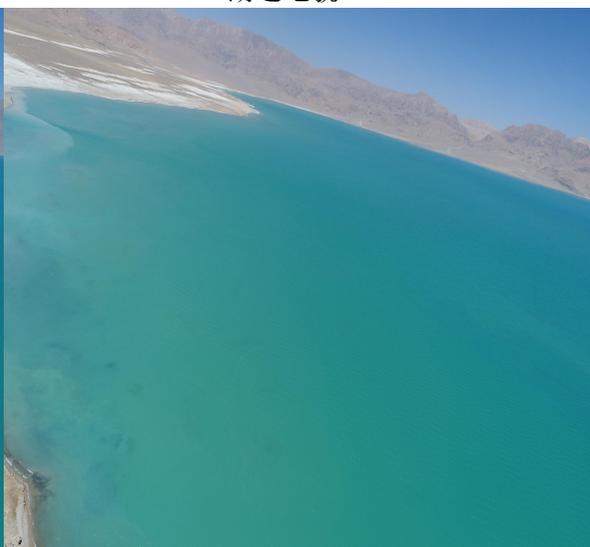
湖边地貌



湖边地貌



湖边一侧



湖边一侧



湖边山体



现场合影