

武定东坡正雄石膏矿厂
10.0 万 t/a 采矿工程
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

资质证书编号：APJ-（赣）-002

二〇二三年一月五日

武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程 安全预评价报告 终稿

评价机构名称：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

资质证书编号：APJ-（赣）-002

法定代表人：应 宏

技术负责人：管自强

项目负责人：钱局东

2023 年 01 月 05 日
(安全评价机构公章)

武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程安全预评价 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 01 月 05 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、转包服务项目为目的行为；

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。



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)
2023 年 09 月 26 日

评价人员

	姓名	证书编号	从业登记号	专业	签字
项目负责人	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
项目组成员	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
	吴映琴	1800000000301265	033760	安全工程	
	杜达衡	S011053000110203001735	041638	安全工程	
	许玉才	1800000000200658	033460	机械工程 及自动化	
	张太桥	1700000000100211	032261	采矿工程	
	倪宏华	S011035000110193001181	036831	安全工程 (通风)	
报告编制人	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
	吴映琴	1800000000301265	033760	安全工程	
	杜达衡	S011053000110203001735	041638	安全工程	
报告审核人	戴 磷	1100000000200597	019915	给水排水 工程	
过程控制 负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	化学工程 与工艺	
技术负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	水工结构	

前言

武定东坡正雄石膏矿厂矿区位于武定县城 316°方向，平距约 49km，行政区划隶属武定县东坡乡东坡村委会所辖，划定矿区地理坐标为：东经 102°06'07"~102°06'34"，北纬 25°53'15"~25°53'38"。

2022 年 10 月 25 日楚雄彝族自治州自然资源和规划局颁发采矿许可证，有效期限自 2022 年 10 月 25 日至 2030 年 10 月 25 日，采矿权人为武定东坡正雄石膏矿厂，采矿许可证号为 C5323002010087120073770，矿区面积为 0.2562km²，开采深度为 1694~1510m 标高，开采方式为地下开采，开采矿种为石膏，生产规模为 10 万 t/a，设计采矿方法为房柱法。

该项目为改扩建项目。根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号修订）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 36 号，国家安监总局令第 77 号令修订）等国家有关安全生产法律法规和标准规范的要求，为了履行建设项目安全设施“三同时”手续，武定东坡正雄石膏矿厂于 2022 年 11 月委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程进行安全预评价。

在接受该企业委托后，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心成立了安全预评价项目组，对该项目进行了资料收集和现场踏勘，组织公司有关安全评价人员开展该项目的安全评价工作：进行法律法规、标准和规范的收集；同类生产企业调研；有关资料收集整理；企业危险有害因素分析；评价单元划分；评价方法选择；采用可靠、适用的评价技术对该项目进行评价，得出评价结论，提出科学、合理、可行的安全技术和措施，为该矿山项目的安全设施设计提供依据，最

后按《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》编制完成《武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程安全预评价报告》。

在安全评价工作过程中，得到了武定东坡正雄石膏矿厂等有关领导和技术人员的大力支持，同时在报告中引用了一些专家学者的研究成果和技术资料，在此一并表示感谢。

目录

第 1 章 评价目的与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.1.1 评价对象	1
1.1.2 评价范围	1
1.2 评价目的和内容	1
1.2.1 评价目的	1
1.2.2 评价内容	2
1.3 评价依据	2
1.3.1 法律法规	2
1.3.2 标准规范	7
1.3.3 建设项目合法证明文件	11
1.3.4 建设项目技术资料	11
1.3.5 其他评价依据	11
1.4 评价原则	12
1.5 评价程序	12
1.6 评价报告使用权声明	15
第 2 章 建设项目概述	16
2.1 建设单位概况	16
2.1.1 建设项目设立情况	16
2.1.2 地理位置及交通条件	17
2.1.3 矿业权设置	18
2.1.4 周边环境	19
2.2 自然环境概况	20
2.3 地质概况	21
2.3.1 矿区地质概况	21
2.3.2 矿床地质特征	23
2.3.3 开采技术条件	25
2.4 工程建设方案概况	31
2.4.1 矿山开采现状	32
2.4.2 建设规模及工作制度	36
2.4.3 总图运输	37

2.4.4 开采范围.....	38
2.4.5 开拓运输系统.....	39
2.4.6 采矿工艺.....	41
2.4.7 通风防尘.....	43
2.4.8 矿山电气.....	49
2.4.9 防排水及防灭火.....	51
2.4.10 安全出口设置.....	53
2.4.11 废石场.....	54
2.4.12 压气及供水系统.....	54
2.4.13 公辅设施及土建工程.....	55
2.4.14 其它.....	67
第 3 章 定性、定量评价.....	71
3.1 评价单元划分及评价方法的选择.....	71
3.1.1 预评价单元划分.....	71
3.1.2 各单元采用的评价方法.....	72
3.1 总平面布置单元.....	76
3.1.1 厂址选择安全检查表.....	76
3.1.2 厂址选择评述.....	77
3.1.3 总平面布置分析.....	78
3.1.4 总平面布置安全检查表.....	78
3.1.5 单元小结.....	79
3.2 开拓单元.....	80
3.2.1 概述.....	80
3.2.2 开拓系统单元 PHA 分析及安全检查表.....	80
3.2.3 冒顶片帮伤人事故树分析.....	83
3.2.4 井巷掘进作业危险性分析.....	86
3.2.5 主要开拓工程硐口位置合理性、安全性评述.....	89
3.2.6 单元小结.....	90
3.3 运输单元.....	91
3.3.1 概述.....	91
3.3.2 运输系统单元 PHA 分析.....	91
3.3.3 运输事故危害.....	92
3.3.4 运输系统安全检查表.....	96
3.3.5 单元小结.....	98

3.4 采掘单元	98
3.4.1 采矿工艺子单元	98
3.4.2 凿岩爆破子单元	100
3.5 通风单元	103
3.5.1 概述	103
3.5.2 通风单元 PHA 分析及安全检查表	104
3.5.3 通风系统安全综合分析	107
3.5.4 矿井风速、风量核算	115
3.5.5 通风系统合理性评述	116
3.5.6 单元小结	116
3.6 供配电设施单元	117
3.6.1 概述	117
3.6.2 矿山电气单元 PHA 分析及安全检查表	117
3.6.3 触电事故分析	122
3.6.4 矿山电气可靠性评述	132
3.6.5 单元小结	132
3.7 防排水与防灭火单元	133
3.7.1 防排水子单元	133
3.7.2 防灭火子单元	136
3.7.3 单元小结	138
3.8 地下矿山安全避险“六大系统”单元	139
3.8.1 概述	139
3.8.2 地下矿山安全避险“六大系统”单元安全检查表	140
3.8.3 单元小结	146
3.9 安全管理单元	147
3.9.1 安全管理	147
3.9.2 事故应急救援预案	152
3.9.3 单元小结	153
3.10 重大危险源辨识单元	154
3.10.1 辨识依据	154
3.10.2 重大危险源辨识	155
第 4 章 安全对策措施及建议	156
4.1 安全技术对策措施建议	156
4.1.1 总平面布置单元安全对策措施	156

4.1.2 开拓单元安全对策措施	157
4.1.3 运输单元安全对策措施	157
4.1.4 采掘单元安全对策措施	157
4.1.5 通风单元安全对策措施	157
4.1.6 供配电设施单元安全对策措施	158
4.1.7 防排水与防灭火单元安全对策措施	158
4.1.8 地下矿山安全避险“六大系统”单元安全对策措施	159
4.2 安全管理对策措施	159
4.2.1 安全管理基本要求	159
4.2.2 安全管理机构及人员配置	160
4.2.3 管理制度和操作规程	160
4.2.4 安全培训、教育、考核	161
4.2.5 安全生产费用提取及使用管理	162
4.2.6 实施监督与管理	163
4.2.7 生产技术管理	163
4.2.8 安全生产标准化管理	164
4.2.9 职业卫生防护	164
4.3 事故应急对策措施	165
第 5 章 评价结论	169
5.1 主要危险、有害因素及应重点防范的重大危险、有害因素	169
5.2 应重视的安全对策措施建议	169
5.3 危险有害因素可控性及受控程度	170
5.4 评价对象从安全生产角度是否符合国家有关法律、法规、标准和规范要求的结论	170
附件	173
附图	174

第 1 章 评价目的与依据

1.1 评价对象和范围

1.1.1 评价对象

本次评价对象为武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程。

1.1.2 评价范围

根据《武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程初步设计》，依据评价协议委托范围，本次评价范围主要为武定东坡正雄石膏矿厂采矿许可证范围内 10.0 万 t/a 采矿工程项目的生产系统、公辅设施的安全设施及综合安全管理。生产系统包括矿山总平面布置、开拓运输系统、采矿方法、通风系统、排水系统、压风及供水系统等，不包括地面炸药库（仅做描述）。平面范围为初步设计圈定的范围，面积为 0.0441km²；垂直范围为标高 1620m~1530m。

凡涉及本项目的职业病及防治、环保、地质灾害评估问题，不在本次评价范围之内，但评价报告中会涉及到相关内容，企业应执行国家相关法律、法规、标准和规范要求，委托有相应评价资质的单位承担相应评价。

1.2 评价目的和内容

1.2.1 评价目的

1. 预评价的结论可为应急管理部门监督、管理和“三同时”审批提供依据。

2. 本次预评价的目的在于辨识、分析和预测拟建项目投产运行后可能存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件。

3. 对拟建项目投产后运行过程中的固有危险、有害因素进行定性或

定量的评价，对其控制手段进行分析，同时预测其安全等级。

4.补充提出消除、预防或减弱装置危险性、提高装置安全运行等级的对策措施，为拟建项目下一步的安全设施设计提供依据，为实现安全生产创造条件。

5.为拟建项目建成投产后的运行及日常安全管理提供依据。

1.2.2 评价内容

本次预评价的主要内容是根据《武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程初步设计》以及附图的设计内容及组成，结合现场实际调查情况等相关资料，对划分的每一单元应用所选用的评价方法进行定性、定量分析评价。主要检查可初步设计的安全设施、设备、装置、安全措施和安全管理等是否符合规定，分析评价其安全有效性。针对可能存在的危险、有害因素和安全分析与评价结果，依据国家相关安全法律、法规、标准和规范的要求，借鉴类似矿山的安全生产经验，提出安全对策措施建议，做出评价对象是否符合国家有关法律、法规、规范及技术标准要求的结论。

1.3 评价依据

1.3.1 法律法规

1.3.1.1 法律

1.《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第六十九号，2007年11月1日施行；2021年12月17日修正）；

2.《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第三十六号，中华人民共和国主席令第十八号第二次修订，2009年8月27日施行）；

3.《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第六十五

号，中华人民共和国主席令第 18 号第一次修订，2009 年 8 月 27 日起施行)；

4. 《中华人民共和国合同法》(2007 年 6 月 29 日中华人民共和国主席令第 65 号，中华人民共和国主席令第 73 号第一次修订，2013 年 7 月 1 日起施行)；

5. 《中华人民共和国特种设备安全法》(中华人民共和国主席令第 4 号，自 2014 年 1 月 1 日起施行)；

6. 《中华人民共和国职业病防治法》(中华人民共和国主席令第 60 号，中华人民共和国主席令第 24 号第四次修订，2018 年 12 月 29 日起施行)；

7. 《中华人民共和国劳动法》(中华人民共和国主席令第 28 号，中华人民共和国主席令第 24 号第二次修订，2018 年 12 月 29 日起施行)；

8. 《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令第 29 号，中华人民共和国主席令第 81 号修订，自 2021 年 4 月 29 日起施行)；

9. 《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第 70 号，中华人民共和国主席令第 88 号第三次修订，自 2021 年 9 月 1 日起施行)；

10. 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 22 号，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行)；

11. 《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令第 7 号，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，2009 年 5 月 1 日起施行)；

12. 《中华人民共和国防洪法》(中华人民共和国主席令第 88 号，

1997年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正，1998年1月1日施行)；

13. 《中华人民共和国固体废物污染防治法》(中华人民共和国主席令第43号，2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订，2020年9月1日施行)。

1.3.1.2 行政法规

1. 《中华人民共和国矿产资源法实施细则》(中华人民共和国国务院令152号，1994年3月26日施行)；

2. 《中华人民共和国电力设施保护条例》(中华人民共和国国务院令第239号，国务院令第588号修订，自2011年1月8日起施行)；

3. 《建设工程安全生产管理条例》(国务院令第393号，2004年2月1日施行)；

4. 《中华人民共和国地质灾害防治条例》(国务院令第394号，2004年3月1日施行)；

5. 《工伤保险条例》(国务院令第375号，国务院令第586号第一次修订，2011年1月1日施行)；

6. 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(国务院令第120号，国务院令第588号令第一次修订，2011年1月8日施行)；

7. 《公路安全保护条例》(国务院令第593号，2011年7月1日施行)；

8. 《安全生产许可证条例》(国务院令第397号，国务院令第653号第二次修订，2014年7月29日施行)；

9. 《民用爆炸物品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令第466

号，自 2006 年 09 月 01 日起施行，中华人民共和国国务院令第 653 号修订，自 2014 年 7 月 29 日起施行)；

10. 《生产安全事故应急条例》(国务院令第 708 号，2019 年 4 月 1 日起施行)。

1.3.1.3 部门规章、规范性文件

1. 《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，2010 年 7 月 29 日起施行)；

2. 《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》(财资〔2022〕136 号，2022 年 11 月 21 日起施行)；

3. 《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山新型适用安全技术及装备推广目录(第一批)的通知》(安监总管一〔2015〕12 号，2015 年 2 月 13 日起施行)；

4. 《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录(第二批)的通知》(安监总管一〔2015〕13 号，2015 年 2 月 13 日起施行)；

5. 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全生产监管总局令第 36 号，国家安全生产监管总局令第 77 号第一次修订，2015 年 5 月 1 日起施行)；

6. 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录(试行)》(国家安全生产监管总局令第 75 号，2015 年 7 月 1 日起施行)；

7. 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》(国家安全监管总局令第 20 号，国家安全生产监管总局令第 78 号第一次修订，2015 年 7 月 1 日起施行)；

8. 《生产经营单位安全培训规定》(国家安全监管总局令第 3 号，国家安全生产监管总局令第 80 号第二次修订，2015 年 7 月 1 日起施

行);

9. 《安全生产培训管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 44 号, 国家安全生产监管总局令第 80 号第二次修订, 2015 年 7 月 1 日起施行);

10. 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第 30 号, 国家安全监管总局令第 80 号第二修正, 2015 年 7 月 1 日起施行);

11. 《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, 自 2016 年 5 月 30 日起施行);

12. 《国家安全监管总局保监会财政部关于印发<安全生产责任保险实施办法>的通知》(安监总办〔2017〕140 号, 自 2018 年 1 月 1 日起施行);

13. 《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, 2018 年 1 月 15 日起施行);

14. 《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令第 88 号, 中华人民共和国应急管理部令第 2 号第一次修订, 2019 年 9 月 1 日起施行);

15. 《电力设施保护条例实施细则》(1999 年 3 月 18 日国家经济贸易委员会、公安部令第 8 号发布; 根据 2011 年 6 月 30 日国家发展和改革委员会令第 10 号修改);

16. 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》(劳动部令第 4 号, 1996 年 10 月 30 日施行);

17. 《国家矿山监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的

指导意见>的通知》(矿安〔2022〕4号)。

1.3.1.4 地方性法规及规范性文件

1. 《云南省人民政府贯彻落实国务院关于进一步加强企业安全生产工作通知的实施意见》(云政发〔2010〕157号, 2010年10月25日实施);

2. 《云南省人民政府关于促进非煤矿山转型升级的实施意见》(云政发〔2015〕38号, 2015年5月29日实施);

3. 《云南省安全生产监督管理局关于进一步规范金属非金属矿山建设项目安全“三同时”工作的通知》(云南省安全生产监督管理局, 2016年3月21日);

4. 《云南省安全生产培训管理规定》(云南省安全生产监督管理局, 2016年5月19日);

5. 《云南省安全生产条例》(云南省第十二届人民代表大会常务委员会公告第63号, 第一次修正, 自2018年1月1日起实施)。

1.3.2 标准规范

1. 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986, 1987年2月1日实施);

2. 《厂矿道路设计规范》(GBJ 22-1987, 1988年8月1日实施);

3. 《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083-1999, 1999年2月1日实施);

4. 《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140-2005, 2005年10月1日实施);

5. 《安全评价通则》(AQ 8001-2007, 2007年4月1日实施);

6. 《高处作业分级》(GB/T 3608-2008, 2009年6月1日实施);

7. 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》(GB 4387-2008, 2009 年 10 月 1 日实施);
8. 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008, 2009 年 10 月 1 日实施);
9. 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008, 2009 年 10 月 1 日实施);
10. 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022, 2022 年 10 月 1 日实施);
11. 《矿用一般型电气设备》(GB12173-2008, 2009 年 4 月 1 日实施);
12. 《矿山安全标志》(GB14161-2008, 2009 年 10 月 1 日实施);
13. 《安全色》(GB2893-2008, 2008 年 12 月 11 日发布, 2009 年 10 月 1 日实施);
14. 《个体防护装备配备规范 第 1 部分: 总则》(GB 39800.1-2020, 2022 年 01 月 01 日实施);
15. 《个体防护装备配备规范 第 4 部分: 非煤矿山》(GB 39800.4-2020, 2022 年 01 月 01 日实施);
16. 《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分: 钢斜梯》(GB4053.2-2009, 2009 年 12 月 1 日实施);
17. 《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》(GB4053.3-2009, 2009 年 12 月 1 日实施);
18. 《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离》(GB 23821-2009, 2009 年 12 月 1 日实施);
19. 《电力变压器运行规程》(DL/T572-2021, 2021 年 10 月 26 日实施);

20. 《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020，2020 年 10 月 1 日实施）；
21. 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010，2011 年 10 月 1 日实施）；
22. 《低压配电设计规范》（GB 50054-2011，2012 年 6 月 1 日实施）；
23. 《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012，2012 年 8 月 1 日实施）；
24. 《爆破安全规程》（GB 6722-2014，2015 年 7 月 1 日实施）；
25. 《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB 50011-2010，2016 年 8 月 1 日实施）；
26. 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG21-2016，2016 年 10 月 1 日实施）
27. 《金属非金属矿山在用空气压缩机安全检验规范第 1 部分：固定式空气压缩机》（AQ 2055-2016，2017 年 3 月 1 日实施）；
28. 《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018，2018 年 3 月 1 日实施）；
29. 《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB 50016-2014，2018 年 10 月 1 日实施）；
30. 《用电安全导则》（GB/T13869-2017，2018 年 7 月 1 日实施）；
31. 《机械安全、防护装置、固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》（GB/T 8196-2018，2019 年 7 月 1 日实施）；
32. 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》（AQ/T 2075-2019，2019 年 8 月 12 日发布，2020 年 2 月 1 日实施）；
33. 《金属非金属矿山在用电力绝缘安全工器具电气试验规范》（AQ/T 2072-2019，2019 年 8 月 12 日发布，2020 年 2 月 1 日实施）；

34. 《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（AQ/T 9011-2019，2020 年 2 月 1 日实施）；
35. 《生产安全事故应急演练基本规范》（AQ/T 9007-2019，2020 年 2 月 1 日实施）；
36. 《头部防护 安全帽》（GB 2811-2019，2020 年 7 月 1 日实施）；
37. 《安全色和安全标志 第 5 部分：安全标志使用原则与要求》（GB/T 2893.5-2020，2020 年 10 月 1 日实施）；
38. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020，2021 年 4 月 1 日实施）；
39. 《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020，2021 年 9 月 1 日实施）。
40. 《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）；
41. 《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统》（AQ2013.1-2008）；
42. 《金属非金属地下矿山通风技术规范 局部通风》（AQ12013.2-2008）；
43. 《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统检测》（AQ2013.3-2008）；
44. 《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风管理》（AQ2013.4-2008）；
45. 《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统鉴定指标》（AQ2013.5-2008）；
46. 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》（AQ2031-2011）；
47. 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》

(AQ2032-2011);

48.《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》

(AQ2033-2011);

49.《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》

(AQ2034-2011);

50.《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》

(AQ2035-2011);

51.《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》

(AQ2036-2011)。

1.3.3 建设项目合法证明文件

- 1.企业营业执照;
- 2.采矿许可证;
- 3.本项目的安全预评价委托书。

1.3.4 建设项目技术资料

- 1.《楚雄州国土资源局关于<云南省武定县东坡正雄石膏矿厂石膏矿资源储量核实报告>矿产资源储量评审备案证明》(云楚国土资储备字[2018]22号);
- 2.《<云南省武定县东坡正雄石膏矿厂石膏矿资源储量核实报告>(2017年)评审意见书》(云楚万储评字[2017]026号);
- 3.云南增股工程勘察设计院有限公司 2022 年 12 月提交的《武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程初步设计(代可研)》;
- 4.建设单位提供的其它相关资料。

1.3.5 其他评价依据

- 1.《现代采矿手册》(上、中、下册),冶金工业出版社,2011年5

月；

2. 《采矿设计手册》，中国建筑工业出版社，1987；

3. 《矿山安全性评价与安全事故的预防及处理实务全书》，中国商业出版社，2001；

4. 《金属非金属矿开采安全》，中国劳动出版社，1992；

5. 《安全工程师手册》，四川人民出版社，1995。

1.4 评价原则

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心在对该项目进行安全预评价工作中，始终坚持以下原则：

1. 严格执行国家现行有关法律法规、标准、规章和规范的要求，对该企业进行科学、客观、公正、独立的安全评价；

2. 采用可靠、适用的评价技术和评价方法对项目进行定性、定量评价，遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理对策措施建议；

3. 真实、准确地做出评价结论，并对在当时条件下做出的安全评价结果承担法律责任；

4. 遵纪守法、恪守职业道德、诚实守信，对被评价对象的技术和商业秘密保密。

1.5 评价程序

安全预评价程序包括：

1. 前期准备

1) 明确评价对象和评价范围；

2) 组建评价组；

3) 收集国内外相关法律法规、标准、规章、规范；

- 4) 收集并分析评价对象的基础资料、相关事故案例;
- 5) 对类比工程进行实地调查等内容。

2. 辨识与分析危险、有害因素

- 1) 辨识和分析评价对象可能存在的各种危险、有害因素;
- 2) 分析危险、有害因素发生作用的途径及其变化规律。

3. 划分评价单元

评价单元的划分应考虑安全预评价的特点,以自然条件、基本工艺条件、危险有害因素分布及状况、便于实施评价为原则进行。

4. 选择评价方法

对于不同的评价单元,可根据评价的需要和单元特征选择不同的评价方法。

5. 定性定量评价

根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布,选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法对危险、有害因素导致事故发生的可能性及其严重程度进行定性定量评价。

6. 提出安全对策措施建议

1) 为保障评价对象建成或实施后能安全运行,从评价对象的总图布置、功能分布、工艺流程、设施、设备、装置等方面提出安全技术对策措施;

2) 从评价对象的组织机构设置、人员管理、物料管理、应急救援管理等方面提出安全管理对策措施;

3) 从保证评价对象安全运行的需要提出其它安全对策措施。

7. 做出评价结论

概括评价结果,给出评价对象在评价时的条件下与国家有关法律法规、标准、规章、规范的符合性结论,给出危险、有害因素引发各

类事故的可能性及其严重程度的预测性结论，明确评价对象建成或实施后能否安全运行的结论。

8. 编制安全预评价报告

安全预评价报告是安全预评价工作过程的具体体现，是评价对象在建设过程中或实施过程中的安全技术性指导文件。安全预评价报告文字应简洁、准确，可同时采用图表和照片，以使评价过程和结论清楚、明确，利于阅读和审查。安全预评价程序图见图 1-1。

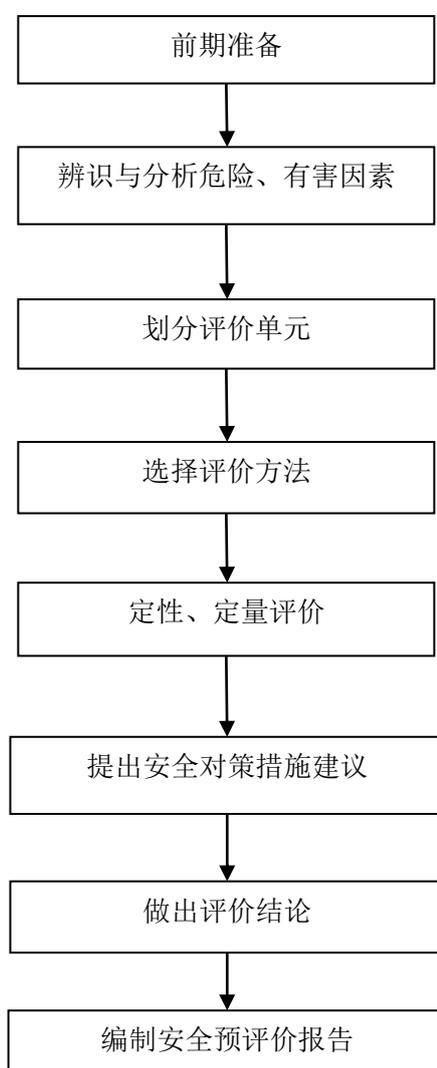


图 1-1 安全预评价程序图

1.6 评价报告使用权声明

本评价报告是受武定东坡正雄石膏矿厂委托而编制的，专属委托方使用。除按规定上报各级应急管理部门外，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心不会将本评价报告内容向其它任何单位和个人提供。

第 2 章 建设项目概述

2.1 建设单位概况

武定东坡正雄石膏矿厂，位于楚雄州武定县东坡乡东坡村委会。矿山证照齐全，2022 年 10 月，公司依法取得采矿许可证，开采方式：地下开采，生产规模：10.0 万 t/a，面积 0.2562km²，开采标高为 1694m~1510m。矿山采用无轨平硐开拓，巷道规格(3m×2.4m)，共施工了 1600m 平硐 117m，1570m 平硐 145m、1565m 平硐 200m、1550m 平硐 210m、1540m 平硐 60m。

2.1.1 建设项目设立情况

项目名称：武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程

项目地址：楚雄州武定县东坡乡东坡村委会

项目性质：改扩建项目

项目设立背景：根据《楚雄州人民政府关于非煤矿山转型升级工作方案进行调整备案的报告》（楚政报〔2017〕38 号），武定东坡正雄石膏矿厂属楚雄州非煤矿山转型升级“四个一批”改造升级类矿山。2022 年 10 月 25 日武定东坡正雄石膏矿厂取得新采矿许可证，生产规模由 2 万 t/a 升级为 10 万 t/a；矿区面积由 0.0147km² 变更为 0.2562km²。根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2010〕第 36 号，2011 年 2 月 1 日起施行，国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 77 号修订）的有关规定，该项目属于改扩建项目，需要完善建设项目安全设施的“三同时”工作，安全预评价报告是“三同时”工作其中之一。

建设单位：武定东坡正雄石膏矿厂

2.1.2 地理位置及交通条件

云南省武定县东坡正雄石膏矿厂石膏矿位于武定县城 316°方向，平距约 49km，行政区划隶属武定县东坡乡东坡村委会所辖，矿区地理坐标为：东经 102°06'07"~102°06'34"，北纬 25°53'15"~25°53'38"。矿区有 58km 简易公路与 108 国道相通，矿区至武定县城运距约 114km，交通运输较为便利。矿区交通地理位置图见图 2-1。



图 2-1 矿区交通地理位置图

2.1.3 矿业权设置

根据《云南省人民政府关于促进非煤矿山转型升级的实施意见》（云政发〔2015〕38号）、《楚雄州人民政府关于非煤矿山转型升级工作方案进行调整备案的报告》（楚政报〔2017〕38号）等文件精神，矿

山为“四个一批”中的“改造升级”一批。

矿权关系明晰，与周边矿权无交叉、重叠现象、未涉及各类保护区，详见图 2-2。企业持有证号为 C5323002010087120073770 的采矿许可证，由 10 个拐点构成，坐标见表 2-1，矿区面积 0.2562km²。

表 2-1 矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
矿 1	2864819.14	34510331.26
矿 2	2864874.05	34510659.61
矿 3	2865083.98	34510726.30
矿 4	2865015.10	34510763.24
矿 5	2864999.48	34510768.52
矿 6	2864994.17	34510774.47
矿 7	2864865.05	34510843.72
矿 8	2864675.05	34510976.72
矿 9	2864449.81	34511070.26
矿 10	2864378.63	34510604.09
矿区面积：0.2562km ²		
开采标高：1694~1510m		

2.1.4 周边环境

根据现场勘查，有东坡到石腊它的乡村公路在矿区范围上部穿过（在矿山开采期间，矿区开采范围上部公路继续封闭，禁止通行；车辆及人员在 1660m 标高公路岔口进行绕道至路其干村）；在矿区范围 1640m 标高位置有个橘子包装厂，橘子包装厂没有在设计的移动范围内；矿 2#点向西 46m 为矿山炸药库，炸药库未在设计的移动范围内；矿山办公生活区位于矿区矿 8#点东部 30-60m 位置；在矿区东北部 20m 位置有条 10kV 高压线穿过，矿山为地下开采，开采不会对高压线造成影响；矿区西北部 454m 位置为路其干村。矿区周边无地质遗迹、文物及风景名胜等保护区，矿区范围及周边多为荒山、荒坡、果园及耕地；

矿区内无标志地质剖面经过；无科研价值的古生物化石分布；无珍稀濒危保护物种和古树名木；无国家重点保护的野生动植物名类；亦无需要保护的自然景观。

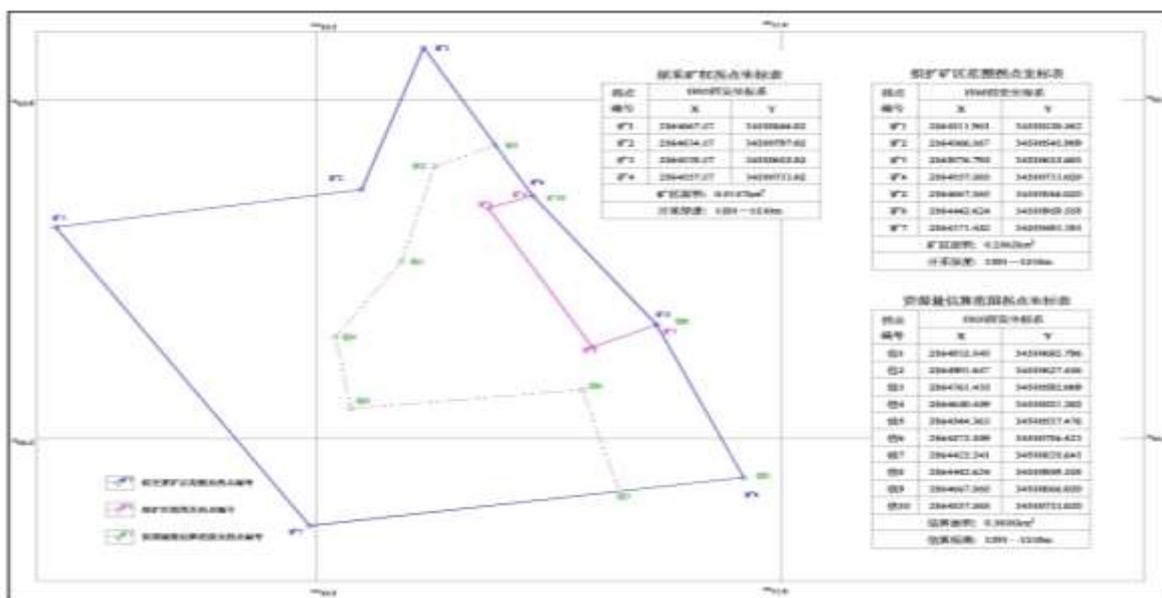


图 2-2 矿权关系示意图

2.2 自然环境概况

矿区地处北亚热带季风气候区，由于地势高差悬殊较大，气候具有明显的地域差异和垂直变化，形成了亚热带与温带共存的立体气候区，冬春干旱、夏秋多雨，干湿分明，雨季为 5~9 月，具有雨量集中的性质。雨季降雨量占全年降雨量的 85%~90%，旱季为 10 月~次年 4 月，降雨量为全年降雨量的 10%~15%，年平均降雨量 966.4mm，大气降水为地下水的主要补给来源。

矿区位于金沙江水系勐果河支流西侧谷坡地带，地势总体为南高北低，属滇中红色高原亚区中山侵蚀地貌，地形切割深度大，最高点为矿山南侧 2km 的分水岭山脊，海拔标高 2010m，最低点为矿山北侧 2km 的三河汇合处水田村，海拔标高 1053m，为当地最低侵蚀基准面，相对高差 957m，矿体揭露标高 1554~1596m，均高于最低侵蚀基准面。

矿山开拓工程处于次级分水岭的东侧山地斜坡地段，平均坡度 35°左右，至下部河谷坡度骤增至 70°左右，局部临空面 >70°，坡内有三条小冲沟，矿区内地表水、地下水的补给主要来源于大气降水。矿区及外围地表植被发育中等，覆盖率约 25%左右，以灌木为主，矿区大部基岩裸露。

2.3 地质概况

经征求业主意见，本工程所有建筑设施凡涉及工程地质问题，参考楚雄勘查院 2018 年 2 月提交的《云南省武定县东坡正雄石膏矿厂石膏矿资源储量核实报告》。

2.3.1 矿区地质概况

2.3.1.1 矿区地层

矿区范围内出露地层为白垩系上统江底河组第四段 (K_2j^4)、第三段 (K_2j^3) 及第二段 (K_2j^2)。其中第三段地层为本区主要含矿层位，细分为二个亚段十一层，第二、四段地层则未细分。现将矿区内出露地层从老至新叙述如下：

白垩系上统江底河组第二段 (K_2j^2)：岩性为紫红色、棕红色泥岩夹粉砂岩，局部含少量芒硝及石膏薄层，厚度 >150m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第一层 ($K_2j^{3(1-1)}$)：岩性为紫红色泥岩夹薄层状钙质粉砂岩，厚约 15m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第二层 ($K_2j^{3(1-2)}$)：岩性为紫红、棕红色钙质泥岩夹粉砂岩，局部夹石膏岩薄层，厚约 25m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第三层 ($K_2j^{3(1-3)}$)：岩性为紫红、灰色钙质粉砂岩夹泥岩，含钙芒硝，厚约 15m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第四层 ($K_2j^{3(1-4)}$)：岩性为

紫红色，部分为灰色钙质泥岩夹粉砂岩，局部含钙芒硝，厚约 15m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第五层（ $K_2j^3^{(1-5)}$ ）：岩性上部为灰、灰白色及少量浅黄色含砂质石膏、泥岩及灰白色石膏岩；下部为灰、灰黑色条带状粉砂质、钙芒硝岩夹石膏岩、泥岩，厚约 20m，为矿区内的主要含矿层位。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第六层（ $K_2j^3^{(1-6)}$ ）：岩性为紫红、棕红色夹灰色条纹、条带状粉砂质、钙质粉砂岩夹泥岩，局部含石膏及钙芒硝，厚约 35m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第七层（ $K_2j^3^{(1-7)}$ ）：岩性为紫红、棕红色条带状砂质、钙质泥岩夹粉砂岩、石膏岩，厚约 30m。

白垩系上统江底河组第三段第一亚段第八层（ $K_2j^3^{(1-8)}$ ）：岩性为紫红、棕红色、灰黄色钙质泥岩夹粉砂岩，厚约 40m。

白垩系上统江底河组第三段第二亚段第一层（ $K_2j^3^{(2-1)}$ ）：岩性为紫红色钙质粉砂岩夹薄层状泥岩，厚约 45m。

白垩系上统江底河组第三段第二亚段第二层（ $K_2j^3^{(2-2)}$ ）：紫红色薄—中层状钙质粉砂岩夹泥岩互层，厚约 23m。

白垩系上统江底河组第三段第二亚段第三层（ $K_2j^3^{(2-3)}$ ）：紫红色泥岩夹薄层状粉砂岩，厚约 65m。

白垩系上统江底河组第四段（ K_2j^4 ）：紫红色粉砂质泥岩、钙质、泥质页岩夹紫红色薄层铁、钙质砂岩粉砂岩，厚约 47m。

第四系（Q）：零星分布于沟谷内及山顶较平坦处，厚度 0~3.0m 不等，分布不连续，在矿区范围内未单独圈定。沟谷地带为灰褐色、杂色冲积、洪积、残坡积砾、砂、腐殖质、粘土及浮土层。河流、坡地及沟谷低洼处为角砾、漂砾夹少量泥砂。沟底和和侧面崖壁有少量的坡残积红粘土，山顶平坦处主要为碎石、粘土、呈褐色及紫色松散

堆积。

2.3.1.2 构造

矿区整体为一总体向北东倾斜的单斜构造，断裂、褶皱构造不发育，与矿化关系不明显。在矿区东部出露长度大于 700m 的两条断层（ F_1 、 F_2 ），断层走向北东 25° ，倾向南东，倾角 $81\sim 83^\circ$ ，破碎带宽 20~40cm，充填物多以泥质及角砾状泥岩、粉砂岩。为两条近于平行的逆断层，两条断层均错断地层及矿体，但错距较小（ $<1\text{m}$ ），对矿体破坏不大。

2.3.1.3 岩浆岩

矿区范围内及周边区域未见岩浆岩出露。

2.3.1.4 赋矿层位

矿区内矿体受层位控制明显，在白垩系上统江底河组第三段第一亚段第四层（ $K_2j^3^{(1-4)}$ ）、第五层（ $K_2j^3^{(1-5)}$ ）、第六层（ $K_2j^3^{(1-6)}$ ）均有厚度不一的石膏矿赋存，其中第五层（ $K_2j^3^{(1-5)}$ ）中的石膏矿厚度较大且较稳定，连续性较好，为矿区内的主要赋矿层位。

2.3.2 矿床地质特征

2.3.2.1 矿体特征

矿区内石膏矿主要产于中生界白垩系上统江底河组第三段第一亚段第五层（ $K_2j^3^{(1-5)}$ ）地层中，由地表 4 个剥土工程（BT1、BT2、BT3、BT4）、4 个坑道（1545m 平硐、1550m 平硐、1560m 平硐、1605m 平硐）所施工的探矿井揭露，圈定了石膏矿体 1 个，编号为 I 号。矿体走向北西，倾向北东，倾角 $6\sim 8^\circ$ ，呈层状、似层状产出。现有工程控制矿体沿走向长度 320m，倾向延深大于 200m，延伸出原采矿权范围外，矿体揭露标高 1554~1596m。单工程控制矿体厚度 2.20~7.20m，平均

5.65m，矿体沿走向、倾向厚度变化不大，尚属稳定。单工程平均品位 53.49~72.81%，矿体顶板岩性为泥岩，底板为粉砂岩，矿体与围岩界线清楚，产状与围岩产状一致。矿体形态中等，局部有夹石。划定矿区范围内累计查明 122b+332+333 类石膏岩矿资源量 168.74 万 t，从现有工程控制情况来看，矿床规模为小型。

2.3.2.2 矿石特征

1) 矿石矿物组成

矿石矿物成份以硬石膏为主，少量为石膏及白云石。硬石膏多呈半自形板状、他形粒状，粒间有少量自形板柱状石膏充填，含量 >70%；石膏多呈碎裂状、自形~半自形板状、脉状，含量 5~10%；白云石呈泥晶~微晶残余状碎块，碎块之间的孔隙中有硬石膏充填，含量 10~20%。矿石构造主要为块状、板状，少量为条纹、条带状构造。

2) 矿石化学成分

据本次工作所采样品的化验资料，其化学成分为： H_2O^+ 含量 0.72%~16.73%、 SO_3 含量 1.05%~38.25%，CaO 含量 5.23%~31.81%，矿体平均品位 ($CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4$) 64.74%，达到了层状石膏、硬石膏矿的一般工业指标 ($CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4 \geq 55\%$) 要求，适合乡镇及私营业主小规模开采。

3) 矿石风氧化特征

矿区内矿石为盐类矿物，易溶于水，地表矿石受风化作用后形成“石膏霜”，会使附近的地表水具苦涩味。风化深度约 1~3m，由地表向深部风化程度呈减弱趋势。

2.3.2.3 矿石加工技术性能

武定县东坡正雄石膏矿属泥质硬石膏，品位偏低。由于开采规模小，出矿量少，至目前为止矿山尚无选厂。所采矿石经人工手选后，

矿石品位可达 55% 以上，产率约 70%，回收率在 70% 以上，矿石属易选矿石。经采购方对矿石中各有害元素进行分析（由于是初次购矿前做的化验分析，本次工作未收集到相关资料），其含量均未超标，其矿石质量达到制造硅酸盐水泥的缓凝剂的使用要求，下一步矿区内所开采矿石大部分将用作制造装饰用石膏板的原料，矿石质量能否满足其加工工艺的相关要求缺乏相关数据，建议业主加强矿石质量方面的化验分析工作，确保矿石质量能满足相关工业、工艺要求。

工艺流程:石膏的煅烧工艺分为干法和湿法两种，但一般情况下都采用干法煅烧。干法工艺流程:矿石储存-破碎-煅烧脱水。

2.3.3 开采技术条件

2.3.3.1 水文地质条件

1、矿区水文地质条件现状评价

矿区内有三条小冲沟，矿区内地表水、地下水的补给主要来源于大气降水。

矿区地处北亚热带季风气候区，由于地势高差悬殊较大，气候具有明显的地域差异和垂直变化，形成了亚热带与温带共存的立体气候区，冬春干旱、夏秋多雨，干湿分明，雨季为 5~9 月，具有雨量集中的性质。雨季降雨量占全年降雨量的 85~90%，旱季为 10 月~次年 4 月，降雨量为全年降雨量的 10~15%，年平均降雨量 966.4mm。

矿区位于勐果河西岸，勐果河以矿区东部边缘由南向北汇入金沙江，为矿区附近最大的地表河流，区域内地表水系主要为勐果河西岸的边坡、支流、小溪汇入勐果河，最终流入金沙江，矿区地形有利于地表水和地下水的排泄。

2、含水层类型及特征

根据矿区出露的地层岩性、含水介质特征，可将矿区内的含水层分为松散堆积层孔隙弱含水层、碎屑岩裂隙含水层。各含水层特征简述如下：

（1）松散堆积层孔隙弱含水层

主要分布于矿区斜坡平缓地带，为残坡积粘土、粉砂土组成，厚 0~3.00m，岩性松散，成分复杂，无泉点出露，局部见渗水，富水性弱，可视为相对隔水层，对矿床充水影响较小。

（2）碎屑岩裂隙含水层

矿区范围内均有分布，岩性为泥质粉砂岩、泥岩、粉砂岩、粉砂质泥岩，厚度 >520m，岩体节理裂隙较发育，产状较稳定。该含水层富水性中等~弱，仅雨季裂隙面、接触带部位有浸水现象，由于石膏矿层赋存于该含水层中，所以其为矿床直接充水含水层。

3、构造带的水文地质特征

矿区内主要有两条断层发育，分别为 F₁ 及 F₂。两条断层产状总体走向为北东向，倾向 136°~140°，倾角 81°~83°，破碎带宽 20~40cm，充填物多以泥质及角砾状泥岩、粉砂岩为主。断层破碎带充水性及导水性较弱，规模较小，对采矿工程影响较小。从现有坑道调查结果显示，F₁ 断层对矿体及围岩的破坏程度不甚明显，只在地表露头的断层上盘部位显示一些次一级的小褶曲、挠曲等。矿体与上下盘围岩界线都显得较为清晰，结合紧密，导水性较弱，对坑道开采无太大的影响。

4、地下水补给、径流和排泄

白垩系上统江底河组地层区域富水性弱，地下水类型为碎屑岩裂隙水，地下水径流模数 0.5~1.0L/S·km²，地下水化学类型为 HCO₃—Ca.Mg 类型水。矿区位于其补给、径流区，矿区内无河流和大的地表水体，附近及周围亦无未见地下水出露。地表水、地下水对采

矿影响小；矿区内地下水的补给主要来源于大气降水，因地势陡峭，切割相对较深，当大气降水后，大部分地表水迅速沿陡峭的山坡流入沟底，汇入勐果河。只有较少量的大气降水沿岩石的节理裂隙及沿断层破碎带（ F_1 、 F_2 ）缓慢下降补给，沿裂隙顺地势由高处向低处径流，通过孔隙径流，向地势低洼处和沟谷中排泄。

矿区内的沟谷地带，旱季大部分为干旱沟谷，均无水流排泄。矿区内地下水补给、径流条件中等，排泄条件中等。

5、坑道充水因素分析

坑道的充水因素主要为赋矿岩层自身的裂隙水，坑道充水来源主要通过大气降水，以裂隙水的形式渗入坑道。由于坑道地势相对较高，直接受水面积较小，大气降水后大部分水源沿陡峭的山坡迅速排泄，仅有少量沿裂隙及节理流入矿坑。根据对采矿坑道进行观测，现状为 1560m 平硐、1550m 平硐有少许滴水现象，坑口涌水量为 0.5~1L/h 水左右，雨季中约为平时的 2~4 倍，坑道标高高于最低侵蚀基准面，采矿主坑道为平硐开拓，故地下水对矿区内资源的开采影响不大。

6、矿山供水水源地现状

矿山用水主要是生产及生活用水，用水量较少，供水水源为矿区北西侧路其干村中引取，矿区自来水管道路已架通，矿山日常生产、生活用水主要使用自来水，能满足矿山需要。

根据以上水文地质条件及坑道充水因素分析，该矿区为裂隙充水矿床，以大气降水为主要充水水源。矿体赋存在 1596~1554m 之间，处于当地侵蚀基准面以上。大气降雨对深部采矿活动会有一定影响，坑内水的补给为大气降雨，地下水属降雨型动态水。矿山经多年断续开采表明，矿坑旱季无涌水现象。雨季随着降雨量的增加，裂隙水会有所增加，矿坑涌水量会有所增多，可沿排水沟进行排泄，对矿体的

开采影响程度较小。矿床水文地质条件属于“以裂隙含水层充水”为主的中等类型。

综上所述，矿区水文地质条件属中等类型。

2.3.3.2 工程地质条件

1、工程地质条件现状评价

(1) 工程地质岩组

矿区地质构造简单，属单斜构造，岩层倾向与坡向相同，倾角小于坡角，自然边坡基本稳定。矿区内出露地层为白垩系上统江底河组地层，岩性以紫红、棕红色泥岩，砂质、钙质泥岩夹粉砂岩及石膏岩等内陆湖泊相沉积层为主。根据岩性组合、结构特征、力学强度，将矿区内岩土体特征划分为粘土、细砂、碎块石多层土体（I）、较弱中厚层泥岩岩组（II）、较强中厚层状粉砂岩岩组（III）3个岩组类型，现将各工程地质岩组特征叙述如下：

①粘土、细砂、碎块石多层土体（I）：主要涉及的是第四系及软弱岩层风化带，呈可塑~硬塑状，结构松散，分布不均，强度低，压缩性高，透水性强。残坡积层易沿土石界面滑动，在连续降雨作用下，往往与原岩之间形成滑动面而造成边坡失稳，需加强防范。

②较弱中厚层泥岩夹薄层状粉砂岩岩组（II）：以紫红、棕红色泥岩，砂质、钙质泥岩夹薄层状粉砂岩及石膏岩等内陆湖泊相沉积层为主，该岩组力学强度较低，完整性差，饱水易崩解。

③较强中厚层状粉砂岩岩组（III）：为矿区主要含矿层位，主要为厚层状粉砂岩夹薄层状泥岩组合，分布于矿体的上下盘，上部岩性为紫红色、黄褐色及杂色中厚层状粉砂岩为主，夹少量泥岩薄层，下部薄层状泥岩增多，呈灰紫色、紫红色及杂色岩石，岩石风化程度一般，抗风化能力一般，力学强度一般，矿体底部围岩对采矿影响不大。

只是矿体上部围岩因局部受构造影响，在开采过程中需加强顶板的支撑护理，另外还需加强采矿坑道外自然边坡的护理。

(2) 岩石的风化程度

矿区出露岩性主要为白垩系上统江底河组地层，以紫红、棕红色泥岩，砂质、钙质泥岩夹粉砂岩及石膏岩等内陆湖泊相沉积层为主，工程岩土力学划分为层状较坚硬岩组，因其为互层，岩石力学性质强度亦有交叉变化。岩石近地表风化强烈。风化带的深度与地形地貌关系密切，随地形起伏及地质构造的发育程度而显示不同的风化程度，随着深度的增加风化程度逐渐减弱。地表风化层厚度 1.00~3.00m 左右，地表局部风化较强，大多风化成碎块、碎片及粘土状，往深部逐渐变为半风化和微风化。表层风化带工程地质性能较差，在坑口附近第四系浮土和表层风化岩层均有支撑护理，现状基本稳定。

2、采空区岩体的稳定性

1550m 平硐、1560m 平硐为探矿形成坑道，围岩以砂质、粉砂质泥岩为主，力学性质一般。矿山开采多年，不稳定地段采取必要的支护措施即可，井巷内有少量片帮，基本无冒顶及掉块现象，岩体现状稳定性良好；由于前期的开采，随矿山资源的开采活动而形成地下采空区，目前采空区内未发现坍塌、冒顶等地质灾害，采空区现状较稳定。

3、工程地质条件预测评价

未来随着井巷的掘进及矿体的开采，采矿可能诱发或加剧的主要工程地质问题是形成采空区—地表沉陷变形以及地下巷道开拓中在构造发育部位、松散破碎矿岩部位形成冒顶、坍塌、底鼓、片帮等灾害。加之石膏具有溶陷性及盐胀性，一些层间滑动可能会影响到坑道的稳定性。在井巷施工时可视具体情况加强监测管理，对其进行支护处理，

确保矿山安全生产。在矿山取得开采许可手续后，随着开采规模的加大，地下采空区也随之增大，岩层力学平衡性遭受破坏，采空区过大时，受爆破及地下水等因素的影响，可能会发生顶板的塌落、坍塌等地质灾害。为避免采空区地表变形、开裂，严格按设计预留保安矿柱，并进行采空区回填，同时对地表变形区进行监测，发现问题，采取措施及时处理。在地表圈定岩石移动范围，周围设置安全警示标志、标牌，严禁人员和牲畜进入移动区。

地下采掘作业过程中，在破碎带、松散破碎矿岩中施工时应采取短掘短支，及时支护和确保支护质量，加强巷道维护，特别是采场、矿井的安全出口及主要人行运输通道，必须加强支护和维护，确保安全出口及人行运输通道的畅通，有效预防和防止冒顶、坍塌事故发生。

综上所述，**矿区工程地质条件属中等类型。**

2.3.3.3 环境地质条件

1、矿区环境地质现状评价

(1) 地震及区域稳定性

矿区位于川滇南北向构造带中段，西侧有活动性的绿汁江大断裂带，东侧有小江活动性断裂带，由于受断裂的影响，岩层受力复杂，沿断裂带地震较频繁，震级为 5~6.5 级，其中最近的一次地震为 1995 年 10 月 24 日发生的发窝~插甸一带的 6.5 级地震，对人民生命财产造成了一定损失，本区亦受影响，但无大的伤亡损失。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本区属抗震设防烈度 VII 度区，地震分组为第三组，地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期 0.45s，今后矿山开采和建设应给予足够的重视，并采取相应的防震抗震措施。

(2) 现状评价

矿区所处区域属滇中红色高原亚区中山侵蚀地貌，矿区位于勐果河西岸的斜坡地带，坡内有三条小冲沟。地形切割深度大，最高点为矿山南侧 2km 的分水岭山脊，海拔标高 2010m，最低点为矿山北侧 2km 的三河汇合处水田村，海拔标高 1053m，为当地最低侵蚀基准面，相对高差 957m，矿体揭露标高 1554~1596m，均高于最低侵蚀基准面。矿山开拓工程位于次级分水岭的东侧山地斜坡地段，平均坡度 35°左右，至下部河谷坡度骤增至 70°左右，局部临空面 >70°。

矿区范围内无居民区，距村庄有一定的距离，矿区内无耕地分布，人类活动对自然环境的影响主要为采矿活动。矿区及附近区域无受保护的古建筑、古文物、名胜古迹、地质遗迹和珍稀动植物存在。

矿区环境地质灾害不发育，矿区及附近地质灾害主要有小规模的山体滑坡和崩塌，无流砂、泥石流、岩溶以及矿山环境污染发生；矿床开拓坑道环境地质灾害主要有小规模硐室围岩松动塌落、片帮，无冒顶及地表开裂、地表塌陷、岩爆等地质灾害发生。在矿区范围地面建有与生产、生活相关的配套设施，除局部因生产建设所必须改变了原来的地表地貌外，矿山开采未损坏其自然景观。矿山开采为地下开采，有少量弃渣产生，可用于回填矿山采空区，不会分解出有害成份，矿山开采活动不会形成污染源。地质环境现状良好。

2、矿区环境地质预测评价及防治措施

未来矿山随着开采范围的不断扩大，采矿可能诱发的主要环境地质问题是地表开裂、地表塌陷。

综上所述，矿区环境地质条件属中等类型。

2.4 工程建设方案概况

本次预评价主要以《武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程初

步设计（代可研）》作为依据，以下项目建设方案均依据《初步设计（代可研）》报告中所设计的方案进行描述。

2.4.1 矿山开采现状

2.4.1.1 历史沿革

根据《楚雄州人民政府关于非煤矿山转型升级工作方案进行调整备案的报告》（楚政报〔2017〕38号），武定东坡正雄石膏矿厂属楚雄州非煤矿山转型升级“四个一批”改造升级类矿山。2022年10月25日武定东坡正雄石膏矿厂取得新采矿许可证，生产规模由2万t/a升级为10万t/a；矿区面积由0.0147km²变更为0.2562km²。现采矿证由楚雄彝族自治州自然资源和规划局颁发，采矿权人为武定东坡正雄石膏矿厂，采矿许可证号为C5323002010087120073770，矿区面积为0.2562km²，开采深度为1694m~1510m，开采方式为地下开采，开采矿种为石膏，生产规模为10万t/a，有效期为2022年10月25日至2030年10月25日，采矿权信息见上述证照信息所述，拐点坐标见表2-1。

2.4.1.2 开采现状

1. 开采范围

开采范围为矿山现采矿许可证范围，矿区范围由10个拐点圈定。矿区开采面积为0.2562km²，开采深度为1694~1510m。开采对象为矿区范围内经储量估算及登记备案的I号矿体。

2. 周边矿权关系情况

矿权关系明晰，与周边矿权无交叉、重叠现象、未涉及各类保护区，采矿权关系详见图2-2。

3. 开采现状

（1）资源消耗情况

据统计，截止至 2017 年 11 月 30 日，矿山开采消耗 122b 类资源量 7.31 万 t（2010 年 8 月 25 日至 2019 年 4 月 27 日地下开采的消耗矿量）。

（2）坑道现状及采空区现状

平硐现状

矿山在前期，共施工了 1600m 平硐 117m、1570m 平硐 145m、1565m 平硐 200m、1550m 平硐 210m、1540m 平硐 60m。平巷现状比较稳定，无垮塌、冒落等情况，探矿道沿矿体倾向布置，倾角为矿体倾角（6~8°）。

采空区现状

①1533m 至 1540m 平硐运输巷之间形成了长约 46m，宽约 12m，高 2.2m~2.6m，面积约 256m²，容积约 614m³的采空区。

②1540m 平硐运输巷与 1550m 平硐运输巷之间形成了长约 60m，宽约 50m，高 2.3m~3.0m，面积约 2135m²，容积约 5124m³的采空区。

③1550m 平硐运输巷与 1565m 平硐运输巷之间形成了长约 84m，宽约 16m，高 2.3m~3.0m，面积约 1240m²，容积约 2976m³的采空区。

④1570m 平硐运输巷至 1600m 平硐运输巷之间形成了长约 148m，宽约 10m，高 2.2m~3.2m 的三个采场，采空区面积约 2120m²，容积约 5088m³的采空区。

⑤1600m 平硐运输巷至 1617m 标高之间形成了长约 110m，宽约 18m，高 2.2m~2.6m，面积约 1880m²，容积约 4512m³的采空区。

根据现场勘察，采空区现状比较稳定，无垮塌、空区上部地表无塌陷现象；现状采空区距离上部乡道最近距离 53m，乡道不在采空区移动范围内，采空区现状对上部乡道无影响。

（3）开拓方式

矿山采用无轨平硐开拓，巷道规格（3m×2.4m），目前已经施工了 1600m 平巷 117m，1570m 平巷 145m、1565m 平巷 200m、1550m 平巷 210m、1540m 平巷 60m。

（4）采用的采矿方法

矿山采用房柱法开采，根据目前开采情况及已有采空区稳定情况，采用房柱法是可行的。

（5）通风系统

目前矿山没有形成完善的通风系统，开采过程中只采用局扇风机和 PVC 管抽出通风。

（6）废石场

矿山前期没有修建废石场，开采产生的废石用于修路。

（7）公辅设施

矿山的办公生活区位于矿区东部的公路旁，到 1565m 平硐坑口距离 150m。矿山已开采多年，道路已通到矿区，供水、供电设施齐全，满足矿山生产需要。

2.4.1.3 利旧工程

矿山目前形成 1600m 平硐 117m，1570m 平硐 145m、1565m 平硐 200m、1550m 平硐 210m、1540m 平硐 60m（规格：宽 2.8-3.5m，高 2.2m-2.6m）。已形成的平硐作为本次设计的运输巷道进行沿用。

对于利旧的平硐其规格宽 2.8-3.5m，高 2.2m-2.6m，局部宽度未到达 3.0m 的地方，需要进行扩宽至 3.0m，高度未达到 2.4m 的需要进行扩高至 2.4m；对于连续宽度大于 3.5m，或岩石破碎地带需要进行钢结构支护或砼支护。

对于已形成的采空区需要进行封闭处理。

矿山工业场地、办公室和生活住房、炸药库等公用辅助设施继续沿用。

表 2-2 矿山现有设备统计

序号	设备名称及型号	单位	数量	备注
1	凿岩机 (YT-28)	台	8	
2	局扇 (JK55-2NO.4.5)	台	2	
3	空压机 16/8G 型	台	2	
4	小型矿用卡车	台	7	
5	ZDPJ-30 电耙	台	4	
6	挖斗装碴机 Y-60L	台	1	
7	装载机	台	1	
8	合计		25	

评价师现场照片



图 2-3 评价人员现场照片 (左: 企业人员、中: 项目负责人钱局东、右: 项目组成人员吴映琴)



图 2-4 评价人员现场照片（左：企业人员、中：项目负责人钱局东、右：项目组成人员吴映琴）

2.4.2 建设规模及工作制度

2.4.2.1 建设规模及服务年限

根据采矿许可证核定生产规模及结合业主委托，矿山开采规模为 10.0 万 t/a。

根据矿山勘探程度，111 类、122b 类、332 类经济基础储量可信度系数为 1，333 类资源量可信度系数为 0.8，矿山设计利用资源量为 85.74 万 t，考虑到采矿损失率为 12%，矿山设计可采资源储量为 60.36 万 t，再根据采矿贫化率为 12%，采出矿石量为 68.59 万 t，矿山服务年限 6 年（不含基建期，基建期为 12 个月，采出矿石量 0.74，矿山总服务年限 7 年），第一年为基建期，第 2~6 年 100% 达产，第 7 年减产直至闭坑。

2.4.2.2 产品方案

矿山采出矿石运出地表后直接销售，设计产品方案为原矿。

2.4.2.3 工作制度

本项目为中型地下矿开采，采用间断工作制，年工作 300 天，每天工作 2 班，每班工作 8 小时。

2.4.3 总图运输

2.4.3.1 总体布置

矿山设计规模为年产 10 万 t 矿石，地表设施主要由坑口值班室、材料发放室、配电房、空压机及运输道路组成，均利用原有，矿区内工业场地的场地雨水通过场地及道路排水明沟汇集后排出，结构形式为浆砌毛石排水沟。

2.4.3.2 总平面布置

1. 废石场

由于平硐设置在含矿层内，工程施工只有局部产生废石，产生的少量废石用来回填采空区，本次设计不设置废石场。

2. 爆破器材库

炸药、雷管运输由当地民爆队统一负责，矿山炸药库须由当地公安部门指定并验收合格后使用，爆破器材库等不在评价范围内。

2.4.3.3 内、外部运输

1) 外部运输

外部运输采用公路运输，以公路运输进出矿区。

生活物资：矿区所需的各种生活物资，均依托当地市场供给，这样有利于地方的经济发展，也减轻了企业的负担。

2) 内部运输

企业内部主要运输物资及运输方式如下：

原矿：外委运输或视经济情况自行运输。

爆破材料：由当地民爆公司负责运至炸药库。

各种材料及备品备件：从仓库运至各平硐坑口，每日运量不等，主要采用矿车送至采场附近。

3) 运输设备及劳动定员

根据运量及矿山现状，确定矿山公路为单车道路面，路基宽 5.5m，公路平均纵坡 8%，公路路面为泥结碎石路面，矿石可采用外委运输。

2.4.3.4 工业场地

矿工业场地布置以安全、经济为原则，工业场地设于矿区东部 1550m 标高的平缓地带。

1、高位水池位于 1690m 标高，水池贮水量为 150m³。

2、变电室、值班室、材料发放室、生活区位于矿区东北部 1550m 坑口至 1565m 坑口位置，均为利旧设施。

2.4.4 开采范围

1. 开采范围及对象

设计开采范围为矿山现采矿许可证范围，矿区范围由 10 个拐点圈定，矿区面积为 0.2562km²，开采深度为 1694m~1510m。由于矿区范围上部有条东坡至石腊它的乡村公路从矿区上方穿过，设计在乡村公路穿过位置预留 18m 的保安矿柱（沿道路两边各留 6m 的保安矿柱）；设计矿区开采面积为 0.0441km²，开采深度为 1620m~1530m（由于本次设计范围内，矿体赋存范围 1620m~1530m）。

设计开采对象为矿区范围内经储量估算及登记备案的 I 号矿体。

2. 开采顺序

1) 首采中段

根据矿山开采现状，设计首先对 1565m 中段平硐、1585m 中段平硐、1600m 平硐、1565m 中段平硐至 1600m 平硐的端部回风巷的开拓工程，首先回采 1600m 中段矿房。

2) 回采顺序

矿房回采顺序为从南到北、由上部向下部回采，采场采用后退式回采。

2.4.5 开拓运输系统

2.4.5.1 开拓方案

初步设计矿山开拓系统为无轨平硐开拓，生产的矿石由挖斗装碴机 Y-60L 装车，矿车运输至地表堆场。

2.4.5.2 开拓工程布置及工程量

1530m 平硐，平硐长 72.2m，坡度约为 9%，规格 3m×2.4m，主要做为回采 1530m-1540m 标高矿体时的运输巷道。

1540m 平硐，平硐长 180m（其中已施工 58m），坡度约为 9%，规格 3m×2.4m，主要做为回采 1540m-1550m 标高矿体时的运输巷道。

1550m 平硐，平硐长 268m（其中已施工 186m），坡度约为 8%，规格 3m×2.4m，主要做为回采 1550m-1565m 标高矿体时的运输巷道，平硐坑口标高 1551m。

1565m 平硐，平硐长 200m（已完成施工），坡度约为 9%，规格 3m×2.4m，主要做为回采 1565m-1585m 标高矿体时的运输巷道，平硐坑口标高 1565m，在坑口下部 1550m 标高位置建有工业场地，为目前矿山的主要回采巷道。

1585m 盲平硐，由于 1585m 中段形成了宽约 28m，高 2.2-2.6m 的采空区，采空区外部距离地表较近，因此设置盲平硐，盲平硐长 40m，坡度约为 9%，规格 3m×2.4m，其主要做为回采 1585m-1600m 标高矿体时的运输巷道。

1600m 平硐，平硐长 113m（其中已施工 37m），坡度约为 9%，规格 3m×2.4m，主要做为回采 1600m-1620m 标高矿体时的运输巷道及通风巷，平硐坑口标高 1600m。

端部回风巷：从 1530m 平硐端部连接 1540m 平硐端部、1550m 平硐端部、1565m 平硐端部、1585m 盲平硐端部、1600m 平硐端部，主要做为各中段回风、通风及运输巷，端部回风巷总长 634m，规格 3m×2.4m。

2.4.5.3 井巷工程

中段运输巷道为平硐，布置在含矿层，运输巷硐口一般为砼支护，巷道内局部破碎地段为喷支护与砼支护，矿山采用三心拱断面。根据无轨运输设备外形尺寸、线路结构和安全规程规定，巷道净宽为 3m，巷道净高为 2.4m，墙高 1.8m，拱高 0.6m，人行道的有效净宽大于 1.2m，巷道净断面 6.7m²。矿石运输设备采用无轨矿用自卸汽车运输，无人员运输设备。

井巷工程支护方式

根据井巷工程可能通过地段的岩层稳固情况，支护方式分以下四种方式进行：

1) 破碎岩层、断裂带：掘进时采用钢拱架喷砼进行临时支护，后期衬砌钢筋混凝土永久支护。

临时支护：沿井巷每间隔 800mm 架设 I18 钢拱架（若岩体特别破碎，则适当加密钢拱架），钢拱架之间采用 18#螺纹钢焊接、间距 500mm、

并喷射强度为 C20 的混凝土 100mm。

永久支护：现浇强度为 C25 钢筋混凝土、配双层钢筋，支护厚度 300mm。

2) 局部破碎地带：采用锚杆喷砼进行临时支护，后期衬砌钢筋混凝土永久支护；

临时支护：采用 18#螺纹钢砂浆锚杆、锚孔深度 2m，强度 C20 混凝土、喷射厚度 50mm。

永久支护：现浇强度为 C20 钢筋混凝土、配单层钢筋，支护厚度 250mm。

3) 一般围岩稳固地段（其岩石坚固程度介于局部破碎地带与围岩坚硬、稳固地段）：视围岩稳固情况，采用喷射混凝土或锚杆喷砼支护。

锚杆喷砼支护：采用 18#螺纹钢砂浆锚杆、锚孔深度 2m，强度 C20 混凝土、喷射厚度 70mm。

喷射混凝土：强度 C20 混凝土、喷射厚度 70mm。

2.4.6 采矿工艺

2.4.6.1 矿体赋存条件

根据储量核实报告，矿体走向北西，倾向北东，倾角 6~8°，呈层状、似层状产出。矿体厚度 2.20~7.20m，平均 5.65m，矿体沿走向、倾向厚度变化不大，尚属稳定。单工程平均品位 53.49%~72.81%，矿体顶板岩性为泥岩，底板为粉砂岩，矿体与围岩界线清楚，产状与围岩产状一致。矿体形态中等，局部有夹石。

2.4.6.2 采矿方法选择的原则

矿体开采技术条件、矿石种类（石膏矿）、地表条件及经济效益等因素是选择采矿方法的重要依据，选择的采矿方法必须安全可靠、技

术上可行、工艺简单、采矿效率较高、能使用机械、有一定灵活性、贫化率低、损失率低、经济和社会效益好。

2.4.6.3 采矿方法的选择

矿体开采技术条件、矿石种类（石膏矿）、地表条件及经济效益等因素本次设计采矿方法为房柱法。

该房柱采矿法设计是根据武定东坡正雄石膏矿厂开采现状而设计的。适用于本项目 1545m~1620m 中段采区，其地质资料、开采现状均由矿山提供。采用浅孔凿岩爆破，扒渣机出矿方式开采。作业时应遵循：

房柱采矿法简述：

1、矿块构成要素

矿房开采高度控制在 2.4m 以内；矿房宽度为 6m，点柱为 3.0×3.0m，点柱高度为 2.4m，护顶层≥8m，盘区宽度为 50m。

2、采准切割

运输巷道及作为切割巷。

3、矿房回采

矿房回采顺序为从北到南、自矿体端部向坑口方向后退式回采。用干式凿岩机在中部打平行孔，形成自由面，再在两边布置平行孔，采下的矿石采用扒渣机（型号 ZWY-50）装入矿用汽车运出。设计采用的采矿方法为房柱采矿法，采场内矿房由里向外进行回采。

1) 凿岩

采用 YT-28 型凿岩机，配 FT170A 气腿。炮孔按照梅花形布置，炮孔间距 1.2m，排距 1m，采用整层一次推进回采。

2) 爆破

根据矿石情况布置炮孔，采用微差爆破方式。爆破采用人工装药，非电导爆管起爆。

3) 出矿

爆破后崩下的矿石直接采用扒渣机装入矿用汽车运出。

4) 采场通风与安全

新鲜风流由平硐进入采场洗刷工作面后由中段回风巷排出地表。

采场通风主要利用矿井的主风流进行机械通风，在爆破后或需要加强通风时采用 JK55-2NO4.5 局扇辅助通风，在 1600m 平硐口设置 K40-4-NO.12 通风井进行抽出式加强通风。

4、矿柱回采及地压管理

采场留有 3m×3m 的矿柱，起到保安作用。矿柱作为永久损失。

矿块回采完后，应封闭通向采场的各种通道。

5、支护

开采中若局部护顶层板不完整时，应采用金属锚杆支护。

2.4.7 通风防尘

2.4.7.1 通风系统

1) 方案选择

根据矿体赋存特征及设计情况，设计采用抽出式通风方案，在 1600m 平硐坑口选择安装 K40-4-NO.12 号轴流式扇风机，开采 1600m 中段时在 1600m 坑口设置局扇加强通风，实施时可先安装主扇，根据通风效果再安装辅扇及局扇。

2) 通风线路

1600m 中段：新鲜风流由 1565m 平硐经端部回风巷进入工作面，清洗工作面后由 1600m 平硐排出地表。

1585m 中段：新鲜风流由 1565m 平硐经端部回风巷进入工作面，清洗工作面后由 1600m 平硐排出地表。

1565m 中段：新鲜风流由 1565m 平硐进入工作面，清洗工作面后经端部回风巷由 1600m 平硐排出地表。

1550m 中段：新鲜风流由 1550m 平硐进入工作面，清洗工作面后经端部回风巷由 1600m 平硐排出地表。

1540m 中段：新鲜风流由 1540m 平硐进入工作面，清洗工作面后经端部回风巷由 1600m 平硐排出地表。

1530m 中段：新鲜风流由 1530m 平硐进入工作面，清洗工作面后经端部回风巷由 1600m 平硐排出地表。

2.4.7.2 风量与风压计算

一、矿井风量计算

根据初步设计，计算结果如下：

(1) 回采工作面需风量

按排尘风量计算见下表。

表2-3 风量计算表（按排尘风量计算）

工作面名称	通风断面 (m ²)	工作面数 (个)	排尘风速 (m/s)	需风量 (m ³ /s)	风量备用系数	风量 (m ³ /s)
回采工作面	14.4	2	0.50	14.4	1.30	18.72
采切工作面	9.6	2	0.30	5.76	1.30	7.49
备采工作面	9.6	2	0.30	5.76	1.30	7.49
回风平巷	7.2	1	0.30	2.16	1.30	2.81
合计						36.50
考虑外部漏风系数 1.15、内部漏风系数 1.1 及同时工作系数 0.6						27.71

按排尘风速确定回采及备用工作面所需风量详见下表。

表2-4 风量计算表（按排尘风速计算）

作业工序	设备或硐室名称	设备型号	工作台数	单台需风量	总需风量
采切工程	浅孔凿岩机	YT-26	2	2	4

作业工序	设备或硐室名称	设备型号	工作台数	单台需风量	总需风量
采场回采	凿岩机	YT-28	2	3	6
采场出矿	挖斗装碴机	Y-60L	2	2	4
	型拖拉机（矿用）	180TK	4	4	16
	合计				30
考虑外部漏风系数 1.15、内部漏风系数 1.1 及同时工作系数 0.6					22.77

根据计算矿体开采时矿井所需风量为：25.24m³/s。

矿井总风量为 Q=25.24m³/s。

二、矿井风阻计算

通风总阻力是指风流沿任一风路流动，清洗工作面，经回风井回到地面途中所产生的摩擦阻力和局部阻力之总和。在进行通风总摩擦阻力计算时，只要选择其中一条阻力最大的连续风路，并沿着这条风路，从矿井进风口直到矿井排风口，分别计算各段井巷的摩擦阻力，然后叠加起来，即为通风总摩擦阻力。至于网路中其它一些风路（阻力较小者）则需要进行风量调节。

根据设计，设计开采1600m中段为矿山通风线路最短时段，根据计算，总风压为315.86Pa。开采1530m中段时为矿山通风线路最长时段，根据计算，总风压为468.59Pa，详见下表。

表2-5 容易时期通风阻力计算表

巷道名称	净断面 (m²)	摩擦阻力系数	井巷周长 (m)	井巷长度(m)	风量 (m³/s)	风压 (Pa)	风速 (m/s)
1565m 平硐	7.2	0.026	9.65	200	25.24	85.71	4.0
端部回风巷	7.2	0.030	9.65	262	25.24	129.46	3.8
回采工作面	14.4	0.030	28.8	50	25.24	18.43	2.2
备采工作面	9.6	0.028	16.8	100	25.24	33.87	2.2
1600m 平硐	7.2	0.026	9.65	113	25.24	48.39	4.2
合计				625		315.86	

表2-6 困难时期通风阻力计算表

巷道名称	净断面 (m ²)	摩擦阻力系数	井巷周长 (m)	井巷长度(m)	风量 (m ³ /s)	风压 (Pa)	风速 (m/s)
1530m 平硐	7.2	0.02	9.65	72	25.24	23.72	4.0
端部回风巷	7.2	0.030	9.65	628	25.24	310.31	3.8
回采工作面	14.4	0.030	28.8	100	25.24	18.43	2.2
备采工作面	9.6	0.028	16.8	200	25.24	67.74	2.2
1600m 平硐	7.2	0.026	9.65	113	25.24	48.39	4.2
合计				1113		468.59	

2) 局部阻力和正面阻力

风流经过井巷的某些局部区段时，风流速度的大小和方向发生急剧变化，引起空气微团相互间的激烈冲击和附加摩擦，形成极为紊乱的涡流现象，从而造成风流能量的损失。这种能量损失称为局部损失。风流经过上述局部区段时所产生的附加阻力，是造成局部损失的原因，这种附加阻力成为局部阻力。矿内产生局部阻力的地点有风硐、风桥、巷道拐弯与断面变化处、巷道分叉出、调节风窗、扇风机扩散器等。

矿井局部阻力和正面阻力可根据总摩擦阻力进行估算。一般情况下，总局部阻力和正面阻力不超过总摩擦阻力的 20%。因此，本设计局部阻力和正面阻力取摩擦阻力的 20% 折算计入摩擦阻力。

2.4.7.4 风机选择

根据初步设计，矿山主通风机选择 K40-4-NO.12 型风机为该矿山的主通风设备，该风机可反转反风，反风率大于 60%。从风机运行所处的工况点情况看，其运行点处在一个合理的位置上，可获得较大的调节范围和高的工作效率，基本满足矿区内各矿体通风最困难生产期间对风量和负压的要求。

矿山应每季度应至少检查 1 次反风设施，每年应进行 1 次反风演习；矿井通风系统有较大变化时，应进行 1 次反风演习。

2.4.7.5 局部通风

1) 局扇通风方式及一般规定

局扇通风用局扇将新鲜风流引至工作面，排除作业面的炮烟、粉尘和有害气体等污浊空气，以保证工作人员在良好的环境内作业，按规定，掘进工作面和通风不良场所必须局扇通风设备，并有完善的保护装置。根据开拓掘进情况，工作面需采用抽出式或压抽结合式的局扇通风，为避免循环风，从贯穿巷道中吸取的风量不得超过该巷道风量的 70%，采用抽出式时风筒口与工作面的距离不得超过 5m，混合式通风时，吸入口处的风量比压入式的风量 20%-25%，抽出式风筒吸风口的的位置应比压入式风机吸风口位置更靠近工作面，两吸风口之间的距离应大于 10m。

2) 局扇及风筒

局扇选择 JK55-2NO.4.5 轴流式扇风机。矿山可根据实际需风量进行配置，掘进可按每个工作面配备 1.5-2 台，采场可配备 1-1.5 台，局扇的备用量按使用量的 30% 计算，3 台以下备用 1 台，局扇同时工作数，10 台以下取 0.9，10 台以上取 0.8 考虑。矿山原有非矿用局部通风机及非阻燃风筒必须淘汰。

风筒需用量，在正常生产期间，由于矿山采用平坑探矿，掘进工作面可按每台局扇配 70-100m 风筒考虑，采场按每台局扇 40-50m 考虑。风筒选用矿用负压阻燃性风筒，材质为 PVC，直径为 $\Phi 800\text{mm}$ 。

2.4.7.6 通风构筑物与通风管理

1) 通风构筑物

(1) 扇风机安装

主、辅扇均需安装风墙，设置机座、地面找平并固定风机，主扇安装根据设计回风巷口或多级基站处。

（2）通风构筑物

本矿为老矿山，存在漏风区域，对无用途坑道均需进行密闭，对今后可能利用的坑道安装风门。同时，加强坑下裂隙的调查，加强空区及裂隙的封堵，增强矿山通风效果。

2) 通风管理

（1）通风系统动态管理问题

因通风系统为一个动态系统，生产中还要注意根据生产的变动加以调整，特别是废弃井巷应及时密闭。

（2）关于井下爆破时间统一管理的问题

因存在前后交叉作业以及缺乏专用回风道导致的部分污风串连问题，建议加强井下爆破管理，特别是统一采场采矿爆破时间。

（3）采掘顺序对通风系统的影响

从生产以及通风的需要出发，进一步理顺采掘顺序，缩小作业区域以及同时工作的采掘工作面数量。

2.4.7.7 通风防尘与局部通风

井下独头工作面（凿岩巷道）不能形成贯穿风流，因此需要局扇或其它措施（如循环净化）进行局部通风，目前较实用的办法仍是局扇加风筒，利用阻燃风筒作局扇风筒，矿山的通风除尘、防尘重点在各工作面及硐室，以喷雾洒水为主。

采场工作面未贯穿前都是独头巷道，风速为零，这些工作面的用风和排尘不能依靠机站风机解决，而应采取局部通风，目前局部通风仍采用局扇加风筒进行。

矿山掘进巷道的断面积 6.70m^2 ，初步设计按手册选取，掘进工作面计算风量值为 $Q=3.15\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.4.8 矿山电气

1) 供电现状

矿区供电引自东坡乡变电站，采用双回路供电方案，从东坡乡变电站不同的母线段分别引出两路电源{或采用柴油发电机（组）备用电源形成双回路电源}。

矿区供电线路选择钢芯铝绞线架空线路，水泥电杆架设，导线为杆顶三角布置，导线型号及规格为 LGJ-35/6。全矿利用中性点阻燃的高压 10kV 和低压 380V 供电系统，专设照明变压器供电照明用电。高压网络采用 YJV₄₂ 铜芯聚乙烯阻燃聚乙烯护套内钢丝铠装电缆。低压网络采用 VLV₂₂ 铝芯聚乙烯阻燃聚乙烯护套内钢带铠装电缆。

矿山设置配电室，配电室位于井上，进出线便利，由一台 S11-M-630kVA-10/0.4kV 变压器进行供电。配电室的低压屏向主（局）扇、空压机、照明等其他设备和办公生活区供电，通过阻燃电缆向井下局扇等设备供电。

设计用电沿用现有供电系统，对空压机、办公、生活、采矿设备及照明配电等负荷配电。

2) 过电压保护及接地措施

设计依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T 50064-2014）、《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）和《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）有关规定执行。

（1）坑口设施防雷接地

坑口建筑物均属于第三类防雷建筑物，应采取防直击雷和防雷电波侵入的措施。为防止直击雷，可在建筑物屋面设置避雷网，其接地

电阻不大于 30Ω 。高压电力设备应作保护接地。380/220V 系统为 TN-C 系统，外露可导电部分应连接 PEN 线。高低压接地装置与防雷接地装置共享，其接地电阻不大于 4Ω 。为防止雷电波沿电力线路侵入造成过电压，在架空进出线的终端杆、起始杆上均装设避雷器，并以最近的接地线与电力接地装置相连。

(2) 坑内接地

坑内 380V 低压配电网采用中性点经电阻接地方式，配电变压器二次侧的中性点不应引出载流中性线（N 线）。

坑内低压配电系统的接地电阻不大于 2Ω 。坑内各中段所有电气设备的接地装置和局部接地装置，应与主接地极连接组成接地网。下列地点应设置局部接地装置：①设有电气设备的硐室；②单独设置的高压设备处；③低压配电点；④连接电力电缆的接线盒。

3) 电气照明

(1) 照明的设置

坑内专用设施、运输巷道、人行道等场所，需设置满足正常工作的固定照明，其具体地点为：坑内车场，运输道，装矿点、人行天井口、风门及巷道的交叉处、专用人行道及安全出口等。

坑内的溜井口及废巷道口等危险地点，设警告照明。

采掘工作面采用移动的工作照明。

(2) 照明配电系统

一般工作照明电压为交流 220V；照明电器安装高度低于 2.2m，采掘工作面及手提照明灯，采用 36V 特低电压。

一般照明由 380/220V 矿用照明变压器供电，其 220V 侧设绝缘监视装置；特低电压照明应经 380/36V 安全隔离变压器供电。

2.4.9 防排水及防灭火

2.4.9.1 防排水

初步设计中，在平硐一侧设置 0.4m×0.4m×0.3m 的浆砌石排水沟，将坑内的生产水和坑内涌水排至山外沉淀池，沉淀池沉淀后排出山外。

地表工业场地的生活污水经化粪池处理后外排。

2.4.9.2 防灭火

根据《建筑灭火器设置规范》（GB50140-2005）规定在各建筑物室内按规范要求配置手提式磷酸铵盐干粉灭火器。

消防及巷道洗壁水管在主要运输巷道和硐室铺设，每隔 50m 安装一个三通、接头和闸阀，以供巷道洗壁与消防之用，通风机可以反风，必要时在有关位置设置防火门。坑内发生火灾的可能性很小。

矿山配置相应的消防、矿山救护人员、消防器材及报警等设施，万一发生火灾事故，除立即采取扑救灭火措施外，必须及时报告调度室、矿山总工程师及主管生产副矿长，采取相应有力灭火措施，以确保井下安全。

生产区、生活区均设置水消防系统，所需消防水存放在矿山高位水池中，并按有关规范要求进行了消防设计。

按各建筑物的防火等级，按规定设置相应灭火器材，厂房内设置灾变讯号和消防器材。

2.4.9.3 井下探放水

根据《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4号），金属非金属地下矿山应当建立完善的防排水系统，严禁以废弃巷道、采空区等充作水仓。水文地质类型为中等及以上的金属非金属地下矿山应当严格落实“三

专两探一撤”措施（配备防治水专业技术人员、建立专门的探放水队伍、配齐专用的探放水设备，采用物探、钻探等方法进行探放水，且在遇到重大险情时必须立即停产撤人）。

防治水措施如下：

（1）健全防治水管理制度。配备防治水专业技术人员、建立专门的探放水队伍、配齐专用的探放水设备，构建各层级责任体系，并有效运行。

（2）提前制定防治水方案，及井下水灾事故专项应急预案，并进行演练，根据实际情况定期进行修订。在有突发涌水时将受影响各工作面停产、停止受影响设备供电、撤出作业人员，在作业规程中明确规定人员避水灾撤退路线，在各作业地点悬挂图版中有避水灾线路内容，在各巷道设有避水灾明显的指示标志。

每年雨季前，应由主管矿长组织一次防水检查，并编制防水计划。

（3）探放水要求

在矿山建设和生产期间必须严格执行井下防治水的规定及要求，做好地质预测预报工作，坚持“有疑必探、先探后掘”的探放水原则。

（4）掘进探（放）水

巷道在掘进的过程中，需要对可能富水的地段超前施工探、放水钻孔，主要探明巷道前方地下水情况，探、放水钻孔施工示意图见图 2-10，根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020），探、放水孔布置时，巷道允许掘进距离的终点处探水孔间距不超过 3m，超前距采用 20m，探放水钻孔仰角为 1~5°。

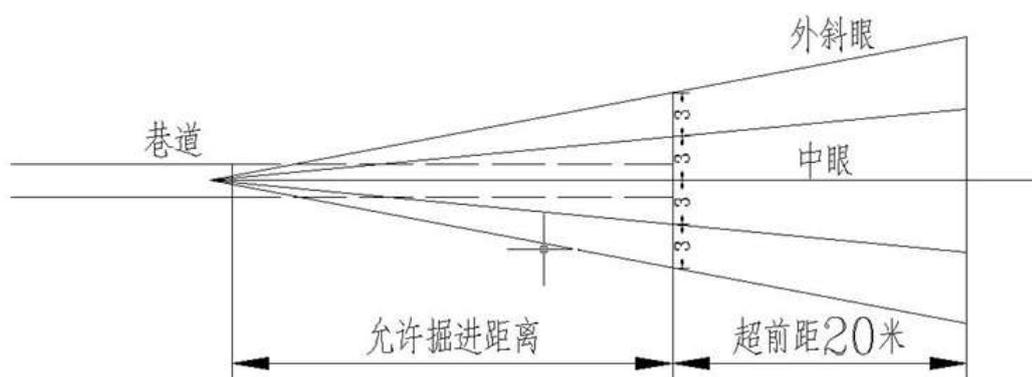


图 2-10 超前探、放水钻孔布置示意图

掘进时处理矿井涌水方法，一是在实现掘进目的的同时尽量不破坏原有水力通道；二是必须破坏通道的采用“疏、引、排”方法处理。采用“疏、引”方法时，水力通道必须畅通；采用“排”方法时，巷道内水泵（扬程、流量）、管路（直径）能满足最大涌水量排水要求，并有一定数量安装好的备用水泵。设备平时加强检修、维护，以确保在雨季极端天气时正常开启使用。

2.4.10 安全出口设置

避灾线路以就近原则逃离，并且要有两个以上安全出口。

1、1545m 中段安全出口

(1) 1530m 中段安全出口

1530m 中段运输平硐为第一安全出口，由端部回风巷连接 1540m 中段运输平硐，1540m 中段运输平硐为第二安全出口。

(2) 1540m 中段安全出口

1540m 中段硐口为第一安全出口，1550m 中段硐口为第二安全出口；

(3) 1550m 中段安全出口

1550m 中段硐口为第一安全出口，1565m 中段硐口为第二安全出口；

(4) 1565m 中段安全出口

1565m 中段硐口为第一安全出口，1600m 中段硐口为第二安全出口；

(5) 1585m 中段安全出口

1565m 中段硐口为第一安全出口，1600m 中段硐口为第二安全出口；

(6) 1600m 中段安全出口

1565m 中段硐口为第一安全出口，1600m 中段硐口为第二安全出口。

安全出口的设置的其它要求应符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）的要求。

2.4.11 废石场

由于平硐设置在含矿层内，工程施工只有局部产生废石，产生的少量废石用来回填采空区，本次设计不设置废石场。

2.4.12 压气及供水系统

2.4.12.1 压气系统

根据初步设计，矿山供送压缩空气采用固定式空压机站供气方案。坑内最大耗气量 $15.12\text{m}^3/\text{min}$ ，选用 2 台（1 用 1 备） 20m^3 型空压机便能满足生产的要求。初步设计中，空压机设置在 1550m 坑口的安全处。

2.4.12.2 供水系统

根据采矿作业工艺需要，坑内供水量 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，水质应符合国家工业用水标准的要求。

1) 供水方式

矿山井下生产用水采用地表高位水池供水，各中段供水主管经坑口进入，再由中段铺设至各材料井再由支管接入采矿工作面。

2) 坑内供水主管选择

根据初步设计，供水主管选择如下：公称直径 32mm，外径 42.25mm，壁厚 3.25mm，内径 35.75mm，质量 3.13kg/m。

3) 供水压力及减压措施

随着生产的持续进行，采场工作面向下延深时，此时管网供水压力也随之增大，为确保凿岩作业的正常进行，供水管需用减压阀进行减压。

2.4.13 公辅设施及土建工程

2.4.13.1 地下矿山安全避险六大系统

本企业为间断工作制，年工作日 300 天，每天 2 班，每班 8 小时。根据项目的工作制度和设备运转需要，在册职工总数为 26 人，其中生产工人 20 人，管理及服务人员 6 人。

根据国家相关规定，矿山必须完成“六大系统”即监测监控系统、井下人员定位系统、通信联络系统、压风自救系统、供水施救系统及紧急避险系统的建设。

按照云南省的相关规定，矿山可以先完成六大系统中的三大系统的建设即：监测监控系统、井下人员定位系统和通信联络系统。

矿山在今后的生产中，应按照国家的相关规定，完善六大系统中的压风自救系统、紧急避险系统和供水施救系统的建设。

(1) 矿山监测监控系统

一、监测监控系统组成及功能

每个矿体的监测监控系统由主机、传输借口、传输线缆、分站、传感器等设备及管理软件组成，具有信息采集、传输、存储、处理、显示、打印和声光报警功能，用于监测该矿山有毒有害气体浓度，以及风速、风压、温度、烟雾、通风机开停状态、地压等。

①主机

本次设计将主机安装在地面值班室内，实现双机备份。监测监控中心内备用电源能保证连续工作 2h 以上，装置可靠的防雷和接地保护装置。

②分站

在 1530m 平硐（运输巷）、1540m 平硐（运输巷）、1550m 平硐（运输巷）、1565m 平硐（运输巷）、1600m 平硐（运输巷）内安装井下分站，分站内备用电源能保证连续工作 2h 以上。各中段运输巷道和回风平硐内的分站安装在便于人员观察、调试、检验，且围岩稳固、支护良好、无滴水、无杂物的巷道中，距离巷道底板不小于 0.3m。

③传输线缆

电缆和光缆敷设应符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）中 6.2.5.6 的相关规定。

④传感器

在各中段靠近采场的位置设置一氧化碳传感器。

在端部回风井口后 10-15m 设置一氧化碳传感器。

一氧化碳传感器的安装做到维护方便和不影响行人行车，报警浓度设定为 0.0024%。风速传感器的整定值按《金属非金属矿山安全规程》的规定值设定，即最大值设定为 6m/s，最小值设定为 0.25m/s，超过规定值时，发出报警信号。

二、有毒有害气体监（检）测

①矿山应按要求配置便携式气体检测报警仪。便携式气体检测报警仪应能测量一氧化碳、氧气、二氧化氮浓度，并具有报警参数设置和声光报警功能。

②人员进入独头掘进工作面和通风不良的采场之前，应开动局部通风设备通风，确保空气质量满足作业要求；人员进入采掘工作面时，应

携带便携式气体检测报警仪从各中段运输巷道硐口进入，一旦报警应立即撤离。

③初步设计各中段坑口、坑内运输线路的弯道等处设 KXB-2A 型矿用声光语言报警装置。该装置具有声光及语言提示功能，可为坑内运输线路的安全提供保证。

④在中段运输巷坑口设置视频监控探头，每个采场入口处设置一氧化碳监测探头，各采掘工作面均设置风速传感器、主通风机房设置风速传感器和风压传感器、各中段运输巷交岔口处设置风速传感器，以实现全矿井总风量的动态监测装置，所有监测监控传感器数据均由监测线路传输至地面监控主机。

三、通风系统监测

①在中段运输巷道及回风平巷、回风中段内设置风速传感器。

②在主通风机设置风压传感器，其设置应符合《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统监测》（AQ2013.3）中主要通风机风压的测点布置要求。

③风速传感器报警值根据《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统》（AQ2013.1）确定。

④主要通风机、局部通风机安装开停传感器。

四、视频监控

①在信号硐室等主要硐室，设置视频监控；

②在各中段坑口安装视频监控摄像头。

③视频监控图像质量的性能指标应符合《民用闭路监视电视系统工程技术规范》（GB50198-2011）的规定。

五、地压监测

根据本次设计所选用的采矿工艺，随着开采深度的下降，地表存在一定的塌陷范围，矿山应做好地表沉降的监测。变形监测的等级和精度要求应满足《工程测量规范》（GB50026-2020）的有关要求。

六、维护与管理

①制定监测监控系统运行维护管理制度及监测监控人员岗位责任制、操作规程、值班制度等规章制度。

②指定人员负责监测监控系统的日常检查与维护工作。

③监测监控设备定期进行调校，传感器经过调校检测误差仍超过规定值时，应立即更换。

④系统发出报警信息时，监测监控中心值班人员应按程序及时处置，处置结果应记录备案。

⑤建立以下台账及报表

- （1）监测监控设备台账；
- （2）监测监控设备故障登记表；
- （3）监测监控检修记录表；
- （4）监测监控巡检记录表；
- （5）传感器调校记录表；
- （6）报警记录月报表。

⑥报警记录月报表应包括打印日期和时间、传感器设置地点、所测物理量名称、报警次数、对应时间、解除时间、累计时间、每次报警的最大值、对应时刻及平均值、每次采取措施时间及采取措施内容等。

⑦每 3 个月对监测监控数据进行备份，备份的数据保存时间不少于 2 年，视频监控的图像资料保存时间不少于 1 个月。

⑧相关图纸、技术资料应归档保存。

（2）井下人员定位系统

本矿山属中型矿山，根据《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）4.1 节要求：“井下最多同时作业人数不少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员定位系统；井下最多同时作业人数少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员出入井信息管理制度，准确掌握井下各个区域作业人员的数量”。

矿山井下最多同时作业人数为 26 人，只要建立完善人员出入井信息管理制度。

出、入井人员管理制度：

- 1、配齐井口检身人员，隶属安监科直管。
- 2、所有的入井人员必须经过企业的正规的培训，经考试合格，办理用工手续方可入井作业。
- 3、入井人员必须熟知国家行业管理的安全知识和管理规定。
- 4、入井人员严禁携带烟火、穿化纤衣服以及严禁喝酒入井，并自动接受井口检身。
- 5、井口检身人员对入井人员实行上岗挂牌管理，准确及时地记录好进出井人员的检身、人数及进出井时间等情况，严禁外来人员未经矿级领导批准私自入井。
- 6、所有入井人员必须遵守矿的各项规章制度，严禁损坏井下的安全设施。
- 7、入井上班人员按照《安全生产法》的有关规定，有权拒绝违章指挥。
- 8、入井人员必须携带好安全防护用品并能正确使用。
- 9、认真履行好工种岗位责任制，服从现场管理。做好并完成当班的安全生产任务后方可下班，并集体行动。

（3）紧急避险系统

一、安全出口设置

1、1545m 中段安全出口

(1) 1530m 中段安全出口

1530m 中段运输平硐为第一安全出口，由端部回风巷连接 1540m 中段运输平硐，1540m 中段运输平硐为第二安全出口。

(2) 1540m 中段安全出口

1540m 中段硐口为第一安全出口，1550m 中段硐口为第二安全出口；

(3) 1550m 中段安全出口

1550m 中段硐口为第一安全出口，1565m 中段硐口为第二安全出口；

(4) 1565m 中段安全出口

1565m 中段硐口为第一安全出口，1600m 中段硐口为第二安全出口；

(5) 1585m 中段安全出口

1565m 中段硐口为第一安全出口，1600m 中段硐口为第二安全出口；

(6) 1600m 中段安全出口

1565m 中段硐口为第一安全出口，1600m 中段硐口为第二安全出口。

安全出口的设置的其它要求应符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）的要求。

二、紧急避险设置

矿山采用无轨平硐开拓，矿山井下距离中段安全出口最远距离为 200m，小于建设规范规定的 2000m。

地质资料评述该矿山水文地质条件、工程地质条件属于中等类型。根据紧急避险系统建设规范要求，遵循“撤离优先，避险就近”的原则，本矿山井下无需建设紧急避险设施，只需配备自救器便可。

矿山井下最远工作面距离硐口（安全出口）约 200m，按井下正常人行平均速度平巷 45m/min 计算，井下发生灾变时，人员出井最长时间约 5min，

每班下井人员配备额定有效防护时间为 30min 的供氧自救器，在额定防护时间内完全能及时出井到达安全地点。本矿井下最多作业人员为 20 人，考虑 10% 的备用量，全矿需配备 25 个自救器。

三、逃生路线设置

在发生灾情后，人员受各种不利因素的影响不能及时的撤离危险区域，不能准确的选址逃生路线，因此需要对逃生路线做详细设计，以正确引导人员安全撤离和迅速寻找到避难所、救生舱。

最佳的救避灾路线例，不仅要安全可靠，还要求路径最短。灾变时期的避灾路线选择必须遵守以下原则：

①正确判定发生灾变的地点，并分析灾变可能影响的区域，迅速组织、指挥人员的安全撤离。

②正确确定人员所在的位置、人员撤退的目的地；当不能直接撤出地面时，应首先进入避灾设施内，等待外部救援。

③避灾路线应选择安全条件最好、距离最短的行动路线；

④对于可能发生灾变的地点，在危险源管理制度中，应相应提供明确的避灾路线，并让该区域的人员牢记于心。

⑤为使在出现意外情况时，井下人员能够有效开展自救互救行动，必须分别规定各类事故的避灾路线，避灾路线体系由引导绳、指示牌、声光引导设施组成。水灾避灾路线人员要撤离至井下最高处，火灾的避灾路线，人员从发生灾害相反方向撤退至进风流中，冒顶或塌方灾害沿离地面或避灾硐室最近的线路撤离。

⑥在巷道的出入口或岔点处应标明避灾线路。

确定了避灾路线后，在事故发生时，应采取一切措施保持避灾路线的通畅，不能随意变更避灾路线。对井下人员进行必要的安全避灾知识的教育，使其熟悉所在工作区域的避灾系统及避灾路线。

四、矿山事故应急预案

要求矿山按设计提供的避灾线路图,制定完善的井下各灾变应急预案,同时做好井下避灾路线的标识。井巷的所有分道口要有醒目的路标,注明其所在地点及通往地面出口的方向,并定期检查维护避灾路线,保持其通畅。要求矿山至少每年组织一次灾变预案演练。

矿山发生事故时,当班安全员负责组织各班组人员成立临时应急救援小组进行救护,然后立即汇报矿部应急救援领导小组,小组成员接到险情报告后,必须迅速赶往事故现场,组织人员抢险救灾。

矿山井下救援工作应请专业救护队进行施救,为了及时和有效地处理井下各种灾变事故,矿山成立兼职救护队。救护队建立后,安全部门定期对队员进行救护培训,或聘请专业救护队业务人员来矿培训,使救护队人员掌握基本救护技能,做到突发事故有备无患。同时矿山应与救护能力的卫生院签订救护安全协议,当矿山救护队无法满足救援需要时,应立即请求该卫生院进行支援。

(4) 通信联络系统

设计矿山通信联络系统主要由调度系统及后备电源系统组成。主机及调度控制台安装坑口附近的值班室内,通讯系统主机选用 SOC8000B 数字程控调度系统,并配 64 键调度控制台,后备电源系统配置采用 48V、65AH 蓄电池组,保证主机系统停电后正常使用。

1) 通讯系统的组成

①系统配置:在矿山调度室配置 1 台 SOC8000B 数字程控调度系统,完成生产调度功能。

②外围配置:在矿山调度室配置 1 台维护录音终端,用于日常管理,负责对全调度系统的参数配置及系统维护,包括分机参数配置、功能设

置、告警处理等。同时兼有调度台通话录音系统，随时查阅通话录音和监听。

③录音系统：在矿山调度室配置 1 套 16 路数字录音系统，配置一套硬盘为 100G 的华工控机。录音系统通过录音接口接入交换主机，实现对分机录音。采用 PC 录音卡的形式实现。录音卡插在 PC 主机插槽内，录音形成的文件保存在 PC 硬盘内，用户可随时进行收听、调用、保存等操作。录音时长由用户电脑硬盘决定，可根据需要扩容。

④井下通信先由调度交换机、主机用户信号通过安全耦合器接入电缆下井，再向各掘进工面和回采工作面分配，接上矿用电话机即可。

2) 通讯电缆

设计矿山井下通讯系统采用有线通信联络系统，通信电缆的容量应能满足 16 门电话的要求。设置两路电缆，分别从各中段硐口进入井下配线设备，其中任何一条通讯电缆发生故障，另一条通讯电缆的容量均能担负井下各通讯终端。通讯电缆与监测监控系统线路共享。矿山通讯电缆采用 MHYV 矿用绝缘聚氯乙烯护套通信电缆。

严禁利用大地作为井下通信线路的回路。通信联络系统的配套设备应符合相关标准规定，纳入安全标志管理的应取得矿用产品安全标志。应按 GB14161-2008 的要求，对通信联络系统的设备设施作好标识、标志。

3) 矿用程控电话

设计在井下各中段、主通风机房、回采工作面和 1 个掘进工作面及调度主控制室内各安装一部 KTH106-3Z 型矿用本安型自动电话机，共需 10 部，预留备用电话 2 部，共配备 12 部。KTH106-3Z 型矿用本安型自动电话机为双音频与紧呼，安装特征为挂式机，通讯距离 $\leq 10\text{km}$ ，重量 1.7kg，最大输入电流 20mA，通话频率 300-3400HZ。

4) 设计推荐矿山使用的 SOC8000B 数字程控调度系统, 具备建设规范 AQ2036-2011 第 4.3 规定的功能, 满足建设规范要求。选用的 KTH106-3Z 型矿用本安型自动电话机, 具有“矿用产品安全标志认证”。

(5) 压风自救系统

一、设计内容

1、压风自救系统与生产压风系统共用。

2、压风管道主管采用 $\Phi 108\text{mm} \times 4\text{mm}$ 无缝钢管, 压气支管采用 $\Phi 73\text{mm} \times 4\text{mm}$ 无缝钢管。敷设应牢固平直, 并延伸到井下各采掘作业场所、紧急避险设施、避灾硐室等主要地点;

3、各主要生产中段进风巷道的压风管道上每隔 200m 安装一组三通及阀门, 阀门应开关灵活。

4、独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上安设一组三通及阀门, 向外每隔 200m 安设一组三通及阀门。

5、压风管道接入紧急避险设施内, 并设置供气阀门, 接入的矿井压风管路应设减压、消音、过滤装置和控制阀, 压风出口压力为 0.1MPa-0.3MPa, 供风量每人不低于 $0.3\text{m}^3/\text{min}$, 连续噪声不大于 70dB(A)。

6、压风自救装置、三通及阀门安装地点应宽敞、稳固, 安装位置应便于避灾人员使用, 阀门开关灵活。

7、主压风管道中应安装油水分离器。

8、压风自救系统的设备应符合相关标准的规定, 纳入安全标志理的应取得矿用产品安全标志。

9、压风自救系统安装完毕, 经验收合格后方可投入使用。

二、维护与管理

1、指定人员负责压风自救系统的日常检查与维护工作;

2、定期对压风自救系统进行巡检, 发现故障及时处理;

3、配备足够的备件，确保压风自救系统的正常使用；

4、根据各类事故灾害特点，将压风自救系统的使用纳入相应事故应急预案中，并对入井人员进行压风自救系统使用的培训，确保每位入井人员都能正确使用。

5、相关图纸、技术资料应归档保存。

（6）供水施救系统

一、设计内容

1、供水施救系统与该矿山生产供水系统共用，均来源于标高 1690m 的高位水池，高位水池水由水泵从生活区泵至高位水池。生产用水和矿区生活用水取自于矿区生活区，能满足矿山生产、生活用水需要。

2、供主水管道采用无缝钢管（ $\Phi 89 \times 4\text{mm}$ ）向主要坑口供水，利用支管（ $\Phi 73 \times 3\text{mm}$ ）延伸至井下各采掘作业场所、紧急避险设施、避灾硐室等主要地点。主要生产中段的供水管道上每隔 200m 安设一组三通及阀门，阀门应开关灵活。独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上安设一组三通及阀门，向外每隔 200m 安设一组三通及阀门，阀门应开关灵活。

3、供水管道接入避灾硐室内，并安设阀门及过滤装置，水量和水压应满足额定数量人员避灾时的需要。

4、三通及阀门安装地点应宽敞、稳固，安装位置应便于避灾人员使用，阀门应开关灵活。

5、供水施救系统采用静压供水，即由水泵将生活区水泵至位于标高 1690m 的高位水池，容积 150m^3 ，再由高位水池向各需水点供水。

6、供水施救系统的配套设备应符合相关标准的规定，纳入安全标志管理的应取得矿用设备安全标志。

7、供水施救系统安装完毕，经验收合格后方可投入使用。

二、维护与管理

1、指定人员负责供水施救系统的日常检查与维护工作；

2、定期对供水施救系统进行巡检，发现故障及时处理；

3、配备足够的备件，确保供水施救系统正常使用；

4、根据各类事故灾害特点，将供水施救系统的使用纳入相应事故应急预案中，并对入井人员进行供水施救系统使用的培训，确保每位入井人员都能正确使用。

5、相关图纸、技术资料应归档保存。

2.4.13.2 通信

移动信号已经覆盖整个矿区，可满足地表通信需要，坑下设置电话与地表监控办公室相连接，须经常维护井下通讯设施，保证通讯畅通。

矿山行政电话与生产调度电话共用 1 台 12 门程控电话交换机，对外与电信局相联，对内直接联系调度地表各生产生活部门及坑内各通讯点。

2.4.13.3 机修

由于本项目具有较好的外协条件，坑口机修设施主要考虑坑内凿岩机、电动运输车、局扇等设备的修理及其它生产设备所必须的维护，修理所需备品备件及生产消耗件主要依靠外购、外协解决。

为保证生产设备的正常运转，拟在坑口工业场地新建木材加工房（设备修理间）、锻钎机房等设施。

2.4.13.4 土建

于本矿山规模为中型，根据矿山服务年限，为节省基建投资，一般建筑均采用砖混结构。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年修订），矿区地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反应谱特征周期为

0.45s，抗震设防烈度为VII度。未来矿山建设及设计建议按 7 度设防，以保证安全生产。为防雷击，设计考虑在建筑物的屋顶装设避雷带以防直击雷。

2.4.14 其它

2.4.14.1 安全管理

武定东坡正雄石膏矿厂属中型矿山企业，具有较完善的生产和管理系统。武定东坡正雄石膏矿厂成立有安全生产管理委员会，安委会下设办公室在公司安全环保部。安全环保部为公司安全管理职能部门。

公司制定了相应的安全生产责任制、安全生产管理制度、安全操作规程等。矿山主要负责人、安全管理人员参加了专门的培训，并取得安全资格证。

公司安全环保部配备安全生产管理人员、技术人员不少于 4 人，矿山车间安全生产管理机构配备安全生产管理人员的数量要能满足跟班检查的需要，矿井根据需要再配备专兼职的安全生产管理人员。

2.4.14.2 企业生产组织和劳动定员

矿山采矿时为间断工作制，年工作日 300 天，每天 2 班，每班 8 小时。根据项目的工作制度和设备运转需要，主要生产人员在册系数为 1.34，在册职工总数为 26 人，其中生产工人 20 人，管理、技术及服务人员 6 人。

2.4.14.3 主要技术经济指标

本项目评价的计算期为生产 8 年。

1) 盈利能力分析

全部投资财务现金流量。

根据财务现金流量等计算图表，本项目的各项财务盈利能力指标

为：

总投资收益率：14.24%

资本金净利润率：11.38%

全部投资财务内部收益率：20.67%（税后）

全部投资财务净现值（I=8%）：363.83 万元（税后）

全部投资回收期：1.7 年（税后）

2) 清偿能力分析

(1) 建设投资借款偿还

本项目建设投资全由企业自筹解决，故不需借款偿还计算。

(2) 资产与负债

本项目资产负债率生产期最高为 7.66%，以后年份逐年下降；流动比率生产期均高于 100%；速动比率生产期均高于 100%。这些指标表明，项目的清偿能力较强。

3) 财务生存能力分析

项目财务生存能力分析主要是考察计算期内各年的投资、融资、和经营活动所产生的各项现金流入和流出。综合建设投资、资产与负债、资金来源与应用等各方面的情况分析，本项目建设期资金收支平衡，经营期各年均有盈余，项目计算期总盈余资金为 2744.87 万元。本项目资产负债率适中、项目盈余资金充足，从财务的角度，本项目具有较好的财务可持续性。

4) 盈亏平衡分析

项目达产后，年平均年总成本费用 986.17 万元，其中固定成本费用 760.32 万元，可变成本费用 98.62 万元；销售收入(含税)1350 万元。以此计算的盈亏平衡点为 73.05%，即产品产量达到设计产量的 73.05% 可不亏不盈，项目有一定的应变能力。

敏感性分析：预测一些因素未来发生变化时，对经济效益产生的影响，就销售收入、经营成本、建设投资等因素变化对经济效益的影响进行敏感性分析。

单个因素变化时，销售收入较为敏感，其次为经营成本和产品产量，建设投资对项目影响最小。该项目建设投资因素的变化在 10% 以内时，对项目效益的影响相对不大，说明项目有一定抗风险能力。

5) 综合分析

项目财务内部收益率分别为(税后)20.67%，总投资收益率 14.24%，资本金净利率率为 11.38%，财务净现值 (I=8%) 为 363.83 万元，投资回收期 1.7 年，项目有一定的应变能力及抗风险能力，经济效益一般，财务评价认为项目是可行的。

考虑矿山的生产规模，建设中应控制投资增长，确保项目能取得较好的经济效益。

综上所述，矿山继续开采建设条件具备，采用的技术简单可靠，有一定经济效益，可充分利用该矿山保有资源量，从资源条件、建设条件和技术经济分析来看，矿山开采是可行的。

2.4.14.4 基建进度

矿山投入生产时必须形成完善的开拓、运输、通风、排水等系统和机修、防火、安全等辅助设施；矿山投产、达产后保有规定的三级矿量；并使开拓、生产探矿、采准切割和回采各工序之间保持合理的超前关系。结合矿山实际情况，设计基建工程为：

对原有平巷的修整及支护；对原有采空区的封闭及支护；1565m 中段运输平硐、1585m 中段运输平硐、1600m 中段运输平硐、1565m 中段运输平硐端部至 1600m 中段运输平硐端部的回风巷、1600m 中段

两条出矿进路和 1585m 中段两条出矿进路的施工；三大系统的建设；工业场地、沉淀池的建设完善；各类台账及制度的建立及完善等工程。

1、基建开拓及采切工程：

1565m 平硐（运输巷），平硐长 200m（已施工，需对原采空区进行封闭，对破碎地带进行支护），坡度约为 9%，在平硐（运输巷）50m 设置一个错车道（规格：5m×3m×2.4m）。

1585m 平硐（运输巷），平硐长 40m，坡度约为 9%（规格：3.0m×2.4m）。

1600 平硐（运输巷），平硐长 113m（其中已施工 37m，规格：2.0m×2.0m），需对原采空区进行封闭，对破碎地带进行支护。

端部回风巷：从 1565m 平硐端部沿矿区端部连通 1600m 平硐，作为 1565m 中段以上的运输巷及回风巷，端部回风巷长 258m，规格：3.0m×2.4m。在端部回风巷上设置两个错车道（规格：5m×3m×2.4m）。

在 1600m-1620m 中段形成两个切割采场，采准工程 104m，规格：4.0m×2.4m，采场宽度 15m，高 2.4m；在 1585m-1600m 中段形成两个切割采场，采准工程 210m，规格：4.0m×2.4m，采场宽度 15m，高 2.4m。

基建开拓工程量为 715/6640m³。

2、基建开拓及采切工程所需炸药量

目前矿山的矿体顶板岩性为泥岩，底板为粉砂岩，矿体与围岩界线清楚，矿体形态中等，局部有夹石，类比其他矿山，掘进中炸药单耗为单位炸药消耗量为 1.1kg/m³，总的基建开拓工程量为 6640m³，则其炸药消耗量约为：7304kg。

第 3 章 定性、定量评价

3.1 评价单元划分及评价方法的选择

3.1.1 预评价单元划分

根据有关法律、法规、标准和规范的相关规定，借鉴同类矿山事故经验教训，针对建设项目建设方案，对每一单元应用所选用的评价方法进行定性、定量分析评价。主要针对建设项目潜在的危險、有害因素，分析和预测可能发生事故后果和危險等级；分析评价建设方案的安全法规符合性及其合理性。对每一单元进行评价总结。

根据《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）附件1：金属非金属露天矿山建设项目安全预评价报告编写提纲，本报告按照矿山生产工艺过程，结合该矿山主要危險、有害因素的性质和存在部位，划分为10个单元进行评价，见表3-1。

表 3-1 评价单元划分表

序号	系统	单元划分	
1	总平面布置	总平面布置单元、废石场单元	
2	开拓系统	矿山开拓单元	
3	运输	运输系统单元	
4	地下开采	采掘单元	采矿工艺子单元
			凿岩爆破子单元
5	通风防尘	通风防尘单元	
6	矿山电气	供配电设施单元	
7	防排水及防灭火	防排水与防灭火单元	防排水子单元
			防灭火子单元
8	安全避险“六大系统”	安全避险“六大系统”单元	
9	安全管理	安全管理单元	
10	重大危險辨识	重大危險源辨识单元	

3.1.2 各单元采用的评价方法

根据武定东坡正雄石膏矿厂提供的技术资料 and 现场调查、类比调查结果，在对该建设项目主要危险因素分析的基础上，按照矿山生产工艺过程，结合该矿山主要危险、有害因素的性质和存在部位，划分为总平面布置、开拓系统运输、地下开采、通风防尘、矿山电气、防排水及防灭火、安全避险“六大系统”、安全管理、重大危险辨识等安全评价单元。

根据项目建设特点，选择安全检查表法、预先危险性分析法、事故树等评价方法进行评价，同时对爆破震动效应进行定量评价分析。详见表 3-2。

表 3-2 各单元选用的评价方法汇总表

序号	系统	单元划分		评价方法
1	总平面布置	总平面布置单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法
2	开拓系统	矿山开拓单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法、事故树分析法
3	运输	运输系统单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法
4	地下开采	采掘单元	采矿工艺子单元	安全检查表分析法、预先危险性分析法
			凿岩爆破子单元	安全检查表分析法、预先危险性分析法、鱼刺图分析法
5	通风防尘	通风防尘单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法、事故树分析法
6	矿山电气	供配电设施单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法
7	防排水及防灭火	防排水子单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法
		防灭火子单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法
8	安全避险“六大系统”	安全避险“六大系统”单元		安全检查表分析法、预先危险性分析法
9	安全管理	安全管理单元		安全检查表分析法
10	重大危险辨识	重大危险源辨识单元		/

3.1.2.1 安全检查表分析法（SCL）

安全检查表分析法（Safety Checklist Analysis）按消除、预防、减

弱、隔离、连锁、警告的原则，从技术资料和安全管理体系分析和现场安全状况检查落实入手，根据相关法律、法规、标准、规范的规定及类似工程的经验，将一系列分析项目列出检查表，对防排水、供电、供水、供气、废石场等各个子系统进行分析，以确定系统的安全状态。依据国家相关法律、法规和标准及设计文件对各单元所含检查内容给出标准条件，按照标准条件对所收集的资料和现场实际情况进行对比检查，判别与标准的符合程度。

安全检查表分析包括四个步骤：

1.根据子系统复杂程度，综合考虑安全管理、安全技术、工艺要求、材料要求等方面的因素，编制或拟定合适的“安全检查表”。

2.收集资料、进行资料分析。通过提交资料清单，召开情况介绍会等形式，系统、全面地掌握评价对象的基本情况，初步判别安全技术和措施管理的符合性。

3.现场检查核实。随技术人员、安全管理人员一起深入现场，进一步掌握各子系统的实际情况，验证是否与资料分析结果相符，进一步核实与设计或规范要求的符合性，以及落实现场安全技术和措施管理的可靠性和有效性，检查可能存在的各种危险、有害因素。

4.编制分析结果文件。评价人员通过确定标准的设计或操作以建立“安全检查表”，然后用它产生一系列基于缺陷或差异的问题，所完成的安全检查表包括对提出的问题进行填写，作出与标准或规范是否一致的结论。

3.1.2.2 预先危险性分析法（PHA）

预先危险性分析（Preliminary Hazard Analysis, PHA）又称初步危险分析。PHA 是在进行某项工程活动(包括设计、施工、生产、维修等)之前，对系统存在的各种危险因素(类别、分布)、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。其目的是早期

发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险性等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故，避免考虑不周所造成的损失。

分析步骤如下：

- 1.熟悉对象系统；
- 2.分析危险、有害因素，事故诱发因素及事故类型；
- 3.推测可能导致的事故类型的危险或危害程度；
- 4.确定危险、有害因素后果的危险等级；
- 5.制定相应的安全措施。

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将各类危险性划分为 4 个等级，见表 3-3。

表3-3 危险性等级划分表

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

3.1.2.3 事故树分析法（FTA）

事故树分析法是一种逻辑演绎系统安全的分析方法，也称故障树分析。它是从要分析的特定事故或故障开始，层层分析其发生原因，一直分析到不能再分析为止；将特定的事故和各层原因、危险因素之间用逻辑门符号连接起来，得到形象、简洁地表达其逻辑关系(因果关系)的逻辑树图形，即事故树。通过对事故树简化、计算达到分析、评价目的。

分析步骤如下：

- 1.确定分析对象系统和要分析的各对象事件（顶上事件）。

2.确定系统事故发生概率、事故损失的安全目标值。

3.调查与事故有关的所有直接原因和各种因素（设备故障、人为失误和环境不良反应因素）。

4.编制事故树：从顶上事件起，一级一级往下找出所有原因事件为止，按其逻辑关系画出事故树。

5.定性分析：化简事故树逻辑关系，求出最小割集和最小径集，确定各基本事件的结构重要度。

6.定量分析：找出各基本事故发生概率，计算出顶上事件的发生概率，求出概率重要度和临界重要度。

7.结果分析：当事故发生概率超过预定目标值时，从最小割集着手研究降低事故发生概率的所有可能方案，利用最小径集找出消除事故的最佳方案；通过重要度分析确定采取对策措施的重点和先后顺序；从而得出分析、评价的结论。

3.1.2.4 鱼刺图分析法

鱼刺（因果）图是由原因和结果两部分组成。一般情况下，可从人的不安全行为（安全管理、设计者、操作者等）和物质条件构成的不安全状态（设备缺陷、环境不良等）两大因素中从大到小，从粗到细，由表及里，深入分析。鱼刺图编制过程如下：

1.确定要分析的某个特定问题或事故，写在图的右边，画出主干，箭头指向右端。

2.确定造成事故的因素分类项目，如安全管理、操作者、材料、方法、环境等、画大枝。

3.将上述项目深入发展，中枝表示对应的项目造成事故的原因，一个原因画出一个枝，文字记在中枝线的上下。

4.将上述原因层层展开，一直到不能再分为止。

5.确定因果鱼刺图中的主要原因，并标上符号，作为重点控制对象。

6.注明鱼刺图的名称。

可归纳为：针对结果，分析原因；先主后次，层层深入。

3.1 总平面布置单元

3.1.1 厂址选择安全检查表

初步设计中已对矿区应设置的工业场地进行了说明，并附有总平面布置图。

根据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）中的相关内容对该项目厂址选择进行对照检查。检查表见表 3-4。

表 3-4 厂址选择安全检查表

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
1	配套和服务工业企业的居住区、交通运输、动力公用设施、废料场及环境保护工程、施工基地等用地，应与厂区用地同时选择。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）第 3.0.2 条	居住区、交通运输、动力公用设施等用地已同时选择。	符合要求
2	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，并进行多方案技术经济比较后确定。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）第 3.0.3 条	厂址已择优选择。	符合要求
3	原料、燃料或产品运输量（特别）大的工业企业，厂址宜靠近原料、燃料基地或产品主要销售地及协作条件好的地区。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）第 3.0.4 条	矿区已形成，交通便利	符合要求
4	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》（GB50187-2012）第 3.0.6 条	矿山生产生活用水为山泉水，水量均满足要求；供电由东坡乡变电站 10kV 专线引入工业场地，供电有保证。	符合要求
5	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》（GB50187-2012）第 3.0.7 条	无有害物质。	符合要求

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
6	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 第 3.0.8 条	矿区水文地质条件属于“以裂隙含水层充水”为主的中等类型。矿区工程地质条件属于中等类型。	符合
7	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》(GB50187-2012) 第 3.0.13 条	项目有地质灾害的危险性评估报告。	符合要求
8	下列地段和地区不应选为厂址： 1、发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区； 2、有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段； 3、采矿陷落（错动）区地表界限内； 4、爆破危险界限内； 5、坝或堤决溃后可能淹没的地区； 6、有严重放射性物质污染影响区； 7、生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域； 8、对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内； 9、很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段； 10、具有开采价值的矿藏区； 11、受海啸或湖涌危害的地区。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 第 3.0.14 条	1.该区的抗震设防烈度为 7 度； 2.该区域没有泥石流等直接危害； 3.厂址选择的该区域没有放射性污染； 4.该区域不属于黄土地段； 5.该区域不受海啸、湖涌的影响。	符合要求

3.1.2 厂址选择评述

矿区水文地质条件属以岩溶裂隙含水层充水为主的中等类型。矿区工程地质条件为以碳酸盐岩类为主的中等类型。该区的抗震设防烈度为 7 度，没有泥石流等直接危害。设计中的建筑物未在矿藏区上，不受海啸、湖涌的影响。

3.1.3 总平面布置分析

初步设计中对变电室、值班室、材料发放室、生活区等进行了描述，均利用原有，下一步设计时应补充完善采矿工业场地总平面布置方面的设计内容。

3.1.4 总平面布置安全检查表

根据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）及《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）中的相关内容从总平面布置方面对该项目进行检查，见表 3-5。

表 3-5 总平面布置安全检查表

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
1	总平面布置应节约集约用地，提高土地利用率。布置时应符合下列要求： 1 在符合生产流程、操作要求和使用寿命的前提下，建筑物、构筑物等设施，应采用联合、集中、多层布置； 2 应按企业规模和功能分区，合理地确定通道宽度； 3 厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整； 4 功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。	GB50187-2012 第 5.1.2 条	矿山总平面布置已按功能分区	符合要求
2	总平面布置，应充分利用地形、地势、工程地质及水文地质条件，布置建筑物、构筑物和有关设施，应减少土（石）方工程量和基础工程费用，并应符合下列要求： 1 当厂区地形坡度较大时，建筑物、构筑物的长轴宜顺等高线布置； 2 应结合地形及竖向设计，为物料采用自流管道及高站台、低货位等设施创造条件。	GB50187-2012 第 5.1.5 条	矿山各构筑物布置合理，设计时已考虑了地形条件	符合要求
3	总平面布置应采取防止高温、有害气体、烟、雾、粉尘、强烈振动和高噪声对周围环境和人身安全的危害的安全保障措施，并应符合现行国家有关工业企业卫生设计标准的规定。	GB50187-2012 第 5.1.7 条	初步设计已进行说明影响及治理原则	符合要求
4	产生高温、有害气体、烟、雾、粉尘的生产设施，应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧且地势开阔、通风条件良好的地段，并不应采用封闭式或半封闭式的布置形式。产生高温的生产设施的长轴，宜与夏季盛行风向垂直或呈不小于 45°交角布置。	GB50187-2012 第 5.2.3 条	矿山主要产尘部位为回风井口，布置在下风向。	符合要求
5	公用设施的布置，宜位于其负荷中心或靠近主要用户。	GB50187-2012 第 5.3.1 条	矿区生产和生活用电由附近电网供	符合要求

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
			给。	
6	矿山用电铲、钎凿设备等检修设施，宜靠近露天采矿场或井（硐）口布置，并应有必要的露天检修和备件堆放场地。	GB50187-2012 第 5.4.7 条	采矿工业场地设有有机修设施。	符合要求
7	厂矿道路设计，应适合厂矿企业生产（包括检修、安装）和其它交通运输的需要。对厂矿基本建设期间的超限货物（大件、重件）运输，可根据具体情况，予以适当考虑。 厂矿道路路线设计，应符合厂矿企业总体规划或总平面布置的要求，并应根据道路性质和使用要求，合理利用地形，正确运用技术指标。	GBJ22-87 第 1.0.5 条	该项目初步设计对矿山道路技术参数说明。	符合要求
8	产生粉尘、毒物的工作场所，其发生源的布置，应符合下列要求：放散不同有毒物质的生产过程布置在同一建筑物内时，毒性大与毒性小的应隔开；粉尘、毒物的发生源，应布置在工作地点的自然通风的下风侧；如布置在多层建筑物内时，放散有害气体的生产过程应布置在建筑物的上层。如必须布置在下层时，应采取有效措施防止污染上层的空气。	GBZ1-2010 第 6.1.1.2 条	该项目无毒物，粉尘的影响在矿区范围内	符合要求

3.1.5 单元小结

该项目空压机房、配电室、高位水池等建筑设施充分考虑地形条件，合理布置，未设置在岩移范围内。同时，其井巷工程能够满足开采和运输要求，布置合理。初步设计总图运输能满足项目的运输需求及相关法律标准要求。因此，该项目总平面布置总体符合相关法律、法规、标准和规范要求。

本单元应注意的问题是：

1. 下一步设计中进一步核实地表移动范围，圈定地表移动范围并设立警戒标志，以防人畜进入。

2. 由于受矿山地形坡度及地表移动滚石影响，为保证矿山生产安全和持续，矿山应做到建立安全监控机制，对矿山地表上存在有安全隐患的地方要及时进行清除。当生产与安全相冲突时，必须先保证安全再进行生产。为保证矿山生产安全和持续，矿山应做到以下几点：

1) 建立安全监控机制，对矿山地表上存在有安全隐患的地方要及时进行清除。

- 2) 禁行人和车辆在滚石影响范围内活动，并挂有警示标志。
- 3) 当生产与安全相冲突时，必须先保证安全再进行生产。
- 4) 坑口作为安全通道，必须经常加强维护管理，确保人员撤离及运输等安全。

3.2 开拓单元

3.2.1 概述

矿山开拓单元评价主要针对开拓井巷和各种采切巷道的设计情况，结合其顶底板稳定情况来预测开拓系统中可能存在的各种安全隐患及其危险有害程度，以便确定合理可行的安全对策措施。

3.2.2 开拓系统单元 PHA 分析及安全检查表

表 3-6 开拓系统单元预先危险性分析表

危险有害因素	诱发事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
安全出口方面的问题	1.安全出口数量不足； 2.安全出口被堵塞或损坏。	井下灾变时作业人员被困井下	人员伤亡	IV	1.按规范要求每个矿井安全出口不少于 2 个，中段安全出口不少于 2 个，采场安全出口不少于 2 个； 2.安全出口距离符合规范要求。并根据其井巷类型设置梯子、平台或是踏步及扶手； 3.安全出口应布置在地下开采的采动影响区域外，不受移动影响，并根据围岩稳定情况采取有效支护，确保畅通。
安全出口标志	1.未设计安全出口标志； 2.安全出口标志不明确。	人员正常撤离受阻或失效	人员伤亡	III	井巷的分道口应有明确清晰的路标。
冒顶片帮（地质灾害）	1.开拓井巷井口布置在不良工程地质地段： 1) 支护不及时、支护质量不好； 2) 地下采矿爆破振动； 3) 地下开采导致该地段地	滚石、滑坡、坍塌	顶、帮塌落的岩石伤人、损坏设施设备。	III	1.开拓井巷入口应尽量避免布置在各种具有崩塌、滑坡危险及不良工程地质地段； 2.加强井巷入口段的支护工作；

危险有害因素	诱发事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
	表移动。 2.井巷布置不合理： 1) 对岩体工程地质条件缺乏了解； 2) 没有进行系统详细的设计 3) 设计人员缺乏经验。 3.开拓、采准、切割和回采井巷穿越断层或破碎带： 1) 掘进方法不当或未按规程作业； 2) 支护不及时、未加支护或支护不可靠。				3.合理控制临近地表处的地下采场爆破的一次爆破药量； 4.加强对该崩塌、滑坡危险地段的移动监测工作。 5.加强地质工作，了解工程地质条件； 6.聘请有经验的设计人员进行井巷工程的系统设计； 7.留有足够的隔离矿柱 8.选用合适的掘进方法； 9.严格按规程作业； 10.重视井巷的支护和维护，加强断层、破碎带井巷支护工作。
高处坠落	溜井口、矿仓、人行井、切割井和漏斗口无标志、照明、护栏或格筛、盖板	人员坠落	人员伤亡 采场损失	II-III	溜井口、矿仓、人行井、切割井和漏斗口应设有标志、照明、护栏或格筛、盖板。
车辆伤害	井巷断面不合理： 1.主要井巷宽度不够，过窄； 2.主要井巷高度不够，过低。	人员挤压、撞击	人员伤亡 财产损失	II-III	运输设备与井壁（巷道壁）安全间隙符合规范要求，按照安全规程的要求设计各个巷道断面。

开拓单元从安全出口、井巷布置、冒顶片帮、高处坠落、车辆伤害等方面的危险因素进行预先危险性分析，通过分析，在设计阶段因上述方面考虑不周，均会诱发重大危险因素，应引起重视。

表 3-7 开拓系统安全检查表

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
1	矿井的安全出口应符合下列规定： ——每个矿井至少应有两个相互独立、间距不小于 30 m、直达地面的安全出口；矿体一翼走向长度超过 1000 m 时，此翼应有安全出口； ——每个生产水平或中段至少应有两个便于行人的安全出口，并应同通往地面的安全出口相通； ——井巷的分道口应有路标，注明其所在地点及通往地面出口的方向；	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.1.1.1	初步设计中至少设置 2 个安全出口，且通往地面。同时，设计要求按规定设置路标，并定期检查安全出口。	符合要求

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
	——安全出口应定期检查, 保证其处于良好状态。			
2	井巷工程穿过软岩、流砂、淤泥、砂砾、破碎带、老窿、溶洞或较大含水层等不良地层时, 施工前应制定专门的施工安全技术措施。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.2.1.2	根据初步设计, 该项目井巷工程穿过不良地质层。	符合要求
3	行人的无轨运输巷道和斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室: ——人行道的高度不小于 1.9m, 宽度不小于 1.2m;	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.2.5.6	本项目采用无轨运输巷道, 初步设计人行道高度、宽度等满足要求。	符合要求
4	不应用木材或者其他可燃材料作永久支护。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.2.7.1	初步设计中, 井巷支护不采用木材或者其他可燃材料作为永久支护。	符合要求
5	在不稳固的岩层中掘进时应进行支护; 在松软、破碎或流砂地层中掘进时应在永久性支护与掘进工作面之间进行临时支护或特殊支护。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.2.7.2	初步设计对不稳固的岩层中或软、破碎或流砂地层中掘进时, 进行了相应的井巷支护要求。	符合要求
6	井巷施工设计中应规定井巷支护方法和支护与工作面间的距离; 中途停止掘进时应及时支护至工作面。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.2.7.3	初步设计中设计了四种井巷支护方式, 并要求中途停止掘进时应及时支护至工作面。	符合要求
7	石膏矿山主要开拓工程和全部采准、备采工程宜布置在矿体下盘, 平巷宜沿矿体走向布置在矿体内。	《石膏矿地下开采安全技术规范》(AQ 2015-2008) 4.1	初步设计, 本项目平巷沿矿体走向布置在矿体内。	符合要求
8	阶段高度一般根据矿体倾角和采掘机械而定, 水平及近似水平的石膏矿阶段高度一般不超过 10m; 倾斜的石膏矿阶段高度一般不超过 30m。	《石膏矿地下开采安全技术规范》(AQ 2015-2008) 4.2	初步设计石膏矿阶段高度不超过 10m。	符合要求
9	盘区走向长度一般为 150m~250m, 盘区间留设 15m~25m 的隔离矿带, 对于地质条件复杂且地压活动频繁的盘区应相应增加隔离矿带的尺寸。	《石膏矿地下开采安全技术规范》(AQ 2015-2008) 4.3	初步设计盘区宽度为 50m。	符合要求
10	膏层内主要巷道两侧应留设足够尺寸的保安矿柱, 不同用途保安矿柱的尺寸应在设计中规定。	《石膏矿地下开采安全技术规范》(AQ 2015-2008) 4.4	初步设计, 矿柱为 3.0×3.0m。	符合要求

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
11	主要开拓工程穿越石膏矿层或在石膏矿层掘进巷道时，应制定相应的防治水安全措施，并定期检查井巷淋水情况，发现问题应及时处理。	《石膏矿地下开采安全技术规范》（AQ 2015-2008） 4.5	初步设计已作出相应要求。	符合要求
12	石膏矿掘进巷道顶板破碎或为泥岩时，在掘进工作面和永久支护之间，应采取临时支护措施。	《石膏矿地下开采安全技术规范》（AQ 2015-2008） 4.6	初步设计中设计了四种井巷支护方式，并要求中途停止掘进时应及时支护至工作面。	符合要求

通过上述的安全检查，本项目初步设计中开拓系统中的安全出口、井巷工程、井巷支护等能满足《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）、《石膏矿地下开采安全技术规范》（AQ 2015-2008）等相关法律标准的要求。

3.2.3 冒顶片帮伤人事故树分析

井巷掘进过程中出现冒顶片帮事故是矿山井下最易发生的伤亡事故之一。根据该项目初步设计（代可研），对项目井巷掘进过程中可能出现冒顶片帮事故进行分析，编制的事故树如图 3-1 所示。

（1）求最小割集

最小割集情况见表 5-4，计算过程如下：

$$\begin{aligned}
 T &= A_1 \cdot A_2 = B_1 \cdot B_2 \cdot A_2 = B_1 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot A_2 = \\
 &B_1 \cdot (D_1 + X_8 + D_2) \cdot (D_3 + D_4) \cdot A_2 \\
 &= B_1 \cdot (X_3 \cdot E_1 + X_8 + D_2) \cdot (D_3 + X_{13} + E_2) \cdot A_2 \\
 &= (B_1 X_3 E_1 + B_1 X_8 + B_1 D_2) (D_3 A_2 + X_{13} A_2 + E_2 A_2) \\
 &= B_1 X_3 E_1 D_3 A_2 + B_1 X_3 E_1 X_{13} A_2 + B_1 X_3 E_1 E_2 A_2 + B_1 X_8 D_3 A_2 + \\
 &B_1 X_8 X_{13} A_2 + B_1 X_8 E_2 A_2 + B_1 D_2 D_3 A_2 + B_1 D_2 X_{13} A_2 + B_1 D_2 E_2 A_2
 \end{aligned}$$

其中：

$$A_2 = X_{16} + X_{17}; \quad B_1 = X_1 \cdot X_2; \quad D_2 = X_9 + X_{10};$$

$$D_3 = X_{11} + X_{12}; \quad E_1 = X_4 + X_5 + X_6 + X_7; \quad E_2 = X_{14} + X_{15}$$

基本事件得到 9 个最小割集：

$K_1=\{B_1, X_3, E_1, D_3, A_2\}$ 、 $K_2=\{B_1, X_3, E_1, X_{13}, A_2\}$ 、
 $K_3=\{B_1, X_3, E_1, E_2, A_2\}$ 、 $K_4=\{B_1, X_8, D_3, A_2\}$ 、
 $K_5=\{B_1, X_8, X_{13}, A_2\}$ 、 $K_6=\{B_1, X_8, E_2, A_2\}$ 、
 $K_7=\{B_1, D_2, D_3, A_2\}$ 、 $K_8=\{B_1, D_2, X_{13}, A_2\}$ 、
 $K_9=\{B_1, D_2, E_2, A_2\}$

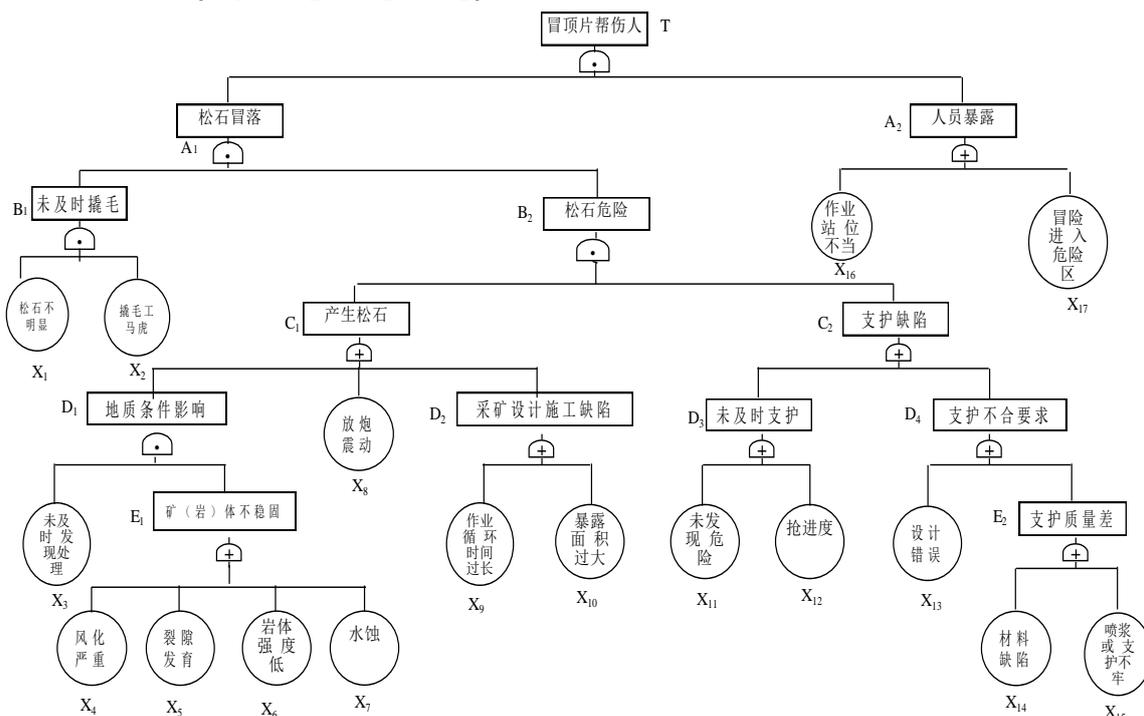


图 3-1 冒顶片帮事故树

表 3-8 冒顶片帮伤人事故的最小割集

代号	B ₁	X ₃	E ₁	D ₂	X ₈	D ₃	E ₂	X ₁₃	A ₂
基本事件名称	未及时发现处理	未及时发现处理危岩	岩体不稳固	作业循环时间过长或作业面暴露面积过大	放炮震动产生松石	未及时支护	支护质量差	设计错误, 支护不要求	人员暴露于危险区域
最小割集									
B ₁ X ₃ E ₁ D ₃ A ₂	1	1	1			1			1
B ₁ X ₃ E ₁ X ₁₃ A ₂	1	1	1					1	1
B ₁ X ₃ E ₁ E ₂ A ₂	1	1	1				1		1
B ₁ X ₈ D ₃ A ₂	1				1	1			1
B ₁ X ₈ X ₁₃ A ₂	1				1			1	1
B ₁ X ₈ E ₂ A ₂	1				1		1		1
B ₁ D ₂ D ₃ A ₂	1			1		1			1
B ₁ D ₂ X ₁₃ A ₂	1			1				1	1

代号	B ₁	X ₃	E ₁	D ₂	X ₈	D ₃	E ₂	X ₁₃	A ₂
基本事件名称 最小割集	未及时撬毛或处理	未及时发现处理危岩	岩体不稳固	作业循环时间过长或作业面暴露面积过大	放炮震动产生松石	未及时支护	支护质量差	设计错误，支护不合要求	人员暴露于危险区域
B ₁ D ₂ E ₂ A ₂	1			1			1		1

(2) 求结构重要度分析

结构重要度分析是分析基本事件对顶上事件的影响程度，是为改进系统安全性提供信息的重要手段。结构重要度分析可以用近似判别式：

$$I(I) = \sum K_i (1/2)^{n-1}$$

$$I_{B_1} = I_{A_2} = 15/16$$

$$I_{E_1} = I_{X_3} = 3/16$$

$$I_{D_3} = I_{E_2} = I_{X_{13}} = 5/16$$

$$I_{D_2} = I_{X_8} = 3/8$$

因此：

$$I_{B_1} = I_{A_2} > I_{D_2} = I_{X_8} > I_{D_3} = I_{E_2} = I_{X_{13}} > I_{E_1} = I_{X_3}$$

由此可见，在人员暴露于危险区域时，对松石未及时进行撬毛或处理的危险性最大；其次是作业循环时间过长或作业面暴露面积过大和放炮震动产生松石也是很危险；再次就是未及时支护、支护质量差和设计错误，支护不合要求容易造成事故；最后岩体不稳固和未及时发现处理危岩也具有极大的危害性。

(3) 采取预防对策措施

- 1) 对地质条件异常恶劣地段进行地压监测、监控；
- 2) 对经常行人的裸露巷道，每天要有人巡回检查，对顶、帮有松动的地段要及时敲帮问顶，并予以及时处理；
- 3) 确定合理作业循环时间；
- 4) 根据地质条件确定许可最大暴露面积；

- 5) 检查验收支护质量，在使用中定期检查、维护；
- 6) 加强对顶板和浮石的检查和处理，及时撬毛；
- 7) 作业前确认顶板状况，发现异常及时处理，作业时合理站位，确保退路通畅；
- 8) 工作面采用棚式支架时，支架背板一定要背严，背板之后要充填严密，不能有空顶现象；
- 9) 危险场所设立警告标志，严禁人员进入；
- 10) 合理掌握凿岩爆破技术；
- 11) 加强个体防护。

3.2.4 井巷掘进作业危险性分析

开拓系统形成过程中，井巷掘进是一个主要的工作。由于大部分开拓巷道的掘进工作基本都是独头掘进，没有贯穿风流，只有一个掘进工作面，工作空间狭小，作业环境差，对矿体和围岩的情况不是很清楚，因此，在井巷掘进过程中容易发生事故。本节采用作业危险性分析法对井巷掘进作业进行详细分析，详见表 3-8 所示。

表3-9 井巷掘进作业危险性分析表

危险、有害因素 A	事故诱发原因 事件 B	事故模式 C	事故后果 D	危险等级 E	措施 F
A1: 井巷顶板和两帮	B1	C1	D1	E1	F ₁
A2: 浮石	B2	C2	D2	E2	F ₂
A3: 巷道局部不规整、过窄	B3	C3	D3	E3	F ₃
A4: 独头巷道	B4	C4	D4	E4	F ₄

1. 因素 A1 行分析（井巷顶板和两帮）

A1: 掘进井巷的顶板和两帮是掘进过程中的主要危险源，给作业人员和设备带来危险。

B1: 事故诱因包括：巷道在地应力作用下逐渐变形；节理裂隙不断扩大；掘进采场附近的巷道时，受爆破振动的影响；采空区形成后发生应力转移。

C1: 事故模式多为突然冒落、片帮。

D1: 事故后果为砸伤、砸死作业人员；砸坏掘进运输设备，砸断管路线缆等。

E1: 根据矿山情况认真分析，该危险事件发生的可能性分值，L=3。

当发生冒顶、片帮事件时，若刚好无人及设备在其影响范围，则不会发生人员伤亡及设备损坏的事故。人员在掘进工作面的暴露时间主要集中在凿岩、出碴阶段，一个班的暴露时间约为 4~5 小时左右。故 E 值取 6 较合理。

发生事故后，由于人员的分散情况不尽相同，故下面的结果都可能发生：①非常严重，1~2 人死亡；②严重，严重伤害；③重大，致残。其中发生第③种情况的可能性最大，据统计约为 55%；第②种情况可能性次之，约为 35%；第①种情况的可能性最小约为 10%。因此，可能结果的综合分值应为上述三种情况分值（3、7、15）的加权平均，计算得： $C=3 \times 55\% + 7 \times 35\% + 15 \times 10\% = 5.6$

于是可计算出危险性 D 的分值： $D=L \times E \times C = 3 \times 6 \times 5.6 = 110.8$

由表 4-3 可知，该因素属于显著危险，需要整改的范畴。

F₁: 采取的措施包括：加强掘进岩层工程地质勘探；采用合理的爆破方法，控制一次爆破量；选择合理的支护方式；加强安全检查。

2. 因素 A2 行分析（浮石）

A2: 浮石是指已松动，稍有振动、触动就会掉落的大小不一的小规模岩块。掘进工作面爆破后，一般在顶板和两帮存在浮石。

B2: 事故诱因包括：节理裂隙较为发育；存在不稳定岩层；爆破方式不当，缺少支护、支护不及时、支架架设不合理、顶板太破碎，地压太大等。

C2: 事故模式：掉落。

D2: 事故后果：人员伤亡、设备损坏。

E2: 危险等级, $L=3$; $E=6$; $C=3$; $D=L \times E \times C=3 \times 6 \times 3=54$; 根据表 4-3 可知, 该危险因素属可能危险, 需要注意的范畴。

F2: 采取措施: 加强浮石检查及撬毛工作力度; 执行敲邦问顶制度; 采用合理的支护方式; 发现有危险的地方及时支护处理。

3. 因素 A3 行分析 (巷道局部不规整、过窄)

A3: 巷道形状不规整, 超挖欠挖严重, 或者变形破坏使部分巷道断面过小, 避让空间不够。

B3: 事故诱因: 推车速度过快, 作业人员注意力分散, 多人在狭窄地段退让困难等。

C3: 事故模式: 车辆擦伤、撞伤、挤伤。

D3: 事故后果: 井下工作人员轻伤、重伤, 甚至造成死亡。

E3: 危险等级 $L=2$; $E=3$; $C=11$; $D=L \times E \times C=2 \times 3 \times 11=66$; 由表 4-3 可知, 此危险因素属可能危险, 需要注意的范畴。

F3: 采取措施: 进行爆破设计, 采用合理的爆破方法, 刷帮加宽尺寸过小的地段, 增加躲避硐室。

4. 因素 A4 行分析 (独头巷道)

A4: 开拓掘进时, 通风系统和双安全出口还未形成;; 光线不好、噪声较大等使独头作业环境很恶劣。

B4: 事故诱因: 通风困难; 工作空间狭小; 空气质量差; 光线不足; 存在炮烟、粉尘、湿热空气等。

C4: 事故模式: 作业人员被困或慢性受伤。

D4: 事故后果: 各种职业病、体质下降、肌肉损伤等。

E4: 危险等级, $L=6$; $E=6$; $C=3$; $D=L \times E \times C=6 \times 6 \times 3=108$; 根据表 4-3, 此危险因素属于显著危险, 需要整改的范围。

F4: 采取措施: 加强局扇通风; 佩戴个人防护用品; 缩短作业时间; 采用轮换工作制; 购置炮烟、噪声等检测仪器, 进入工作面前,

测定空气合格后，方能进入。

3.2.5 主要开拓工程硐口位置合理性、安全性评述

主要开拓井巷是矿山生产的咽喉，是联系井下与地面运输的枢纽，是通风、排水、压气及其动力设施由地面导入地下的通道。井口附近也是其他各种生产和辅助设施的布置场地。因此，主要开拓井巷位置的选择是否合理，对矿山生产有作深远的影响，是矿山设计中一个关键问题。根据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）和相关规范的要求，选择主要开拓巷道位置的基本准则是：基建与生产费用应最小，尽可能不留保安矿柱，有方便和足够的工艺场地，掘进条件良好等。具体考虑如下因素：

1.矿区地形、地质构造和矿体埋藏条件；

2.矿井生产能力及井巷服务年限；

3.矿床的勘探程度、储量及远景；

4.矿山岩石性质及水文地质条件。井巷位置应避免开凿在含水层、受断层破坏和不稳定的岩层中；

5.井巷位置应考虑地表和地下运输联系方便，应使运输功最小，开拓工程量最小；

6.保证井巷出口位置及有关构筑物不受山坡滚石、山崩等影响，这一点在高山地区十分重要；

7.矿井井口的标高，应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高，应高于当地历史最高洪水位。特殊情况下达不到要求的，应以历史最高洪水位为防护标准修筑防洪堤，井口应筑人工岛，使井口高于最高洪水位 1m 以上；

8.中段位置应尽量避免压矿，尽量位于岩层移动带以外，距地面移动界限的最小距离应大于 20m，否则应留保安矿柱；

9.井巷出口位置应有足够的工业场地，但同时应考虑尽可能不占或

少占农田。

根据以上分析，结合初步设计及矿区总平面布置图，各中段运输巷间、运输巷与回风巷间形成通风系统，满足两个安全出口要求。初步设计对各井口坐标进行了说明，主要开拓工程坑口位置总体满足《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）等法律、法规、规范的要求。

3.2.6 单元小结

通过冒顶片帮事故树分析可知，不良工程地质条件、松石未及时进行撬毛或处理、施工中的爆破方法选择、使用不当、支护不及时等造成掘进过程中冒顶片帮的几种因素，其中不良工程地质条件是决定冒顶、片帮的主要原因。

采用作业危险性分析法，根据经验取值，对井巷掘进过程中的主要条件进行了分析，分析表明掘进过程中应特别注意顶板两帮的围岩情况以及独头通风带来的危害，采取相应的预防措施。

采用预先危险性分析法对可能存在的各种安全隐患及其危险有害程度进行了分析评价，提出了相应的预防措施。采用安全检查表法对设计开拓系统进行检查，设计的安全出口、井巷工程巷道断面、井巷支护、躲避硐室等设置合理，且符合《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）、《石膏矿地下开采安全技术规范》（AQ 2015-2008）等的要求。

方案中开拓方式为平硐开拓。各中段均通地表，安全出口数量能够满足“两个独立的直达地面的安全出口”的要求，并且安全出口距离大于 30m。该项目主要开拓巷道布置在岩移范围内，初步设计在其下部设置保安矿柱，同时对不稳定巷道提出了砼支护或钢拱架支护等支付方式，确保巷道稳定，能满足《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）、《石膏矿地下开采安全技术规范》（AQ 2015-2008）等的

相关要求。

该单元存在以下主要问题：

下一阶段设计中应对地表移动圈定的相关参数进行核实，设置警戒标志，采取监测、监控等相应的安全防范措施。

3.3 运输单元

3.3.1 概述

本项目开拓方式为无轨平硐开拓，运输方式采用汽车运输。本单元主要针对该项目的运输方式，进行分析并预测运输系统中设施、设备、装置中存在的各种危险有害因素及其危险有害程度，以便提出合理可行的安全对策措施。

3.3.2 运输系统单元 PHA 分析

表3-10 运输系统单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
车辆伤害	重车惯性、车速过快、无警示信号	巷道的坡度过大； 巷道断面小，宽度不足； 设备故障、无相应的安全设施、安全标志； 制动装置失灵、车速过快； 未按规定设置错车道、人行道或躲避硐室； 在地表矿（废）石运输过程中由于车辆制动装置失灵、道路坡度过大、运行速度过快、路面设计不合理、道路局部坍塌、下沉、路况质量差、狭窄、路不平、雨季冲刷严重，车辆倾覆、车辆相撞等事故； 地表卸矿（渣）口未设挡车装置或坑口废石场未按规定设置反坡（2%~5%）；	碰撞伤害、车辆伤害	人员伤亡事故	II-III	严格执行有关《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）规定，确保人行道宽度、安全间隙、安全标志； 巷道和竖井加强日常检查维修、严格按规定设置信号装置、加钢丝绳的日常检查和定期检测检验； 出矿出渣时增设警示信号； 严格按照《厂矿道路设计规范》（GBJ22—87）、《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）中的相关要求合理设计场内运输道路； 严格执行操作规程和交通法规。

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		违章驾驶等。 未按规定设置错车道、人行道或躲避硐室；				
物体打击	放矿漏斗溜井放空，矿（废）石从放矿口飞出； 车辆装载过满。	车厢掉碴； 人员在放矿口底停留	滚石人	人员伤亡	III	1、禁止在车厢旁停留。 2、禁止放矿漏斗溜井放空，人员快速通过放矿口；禁止人员在放矿口底停留。
高处坠落	人员失衡，运输车辆坠落	地表卸载点未设置安全栏杆和格筛； 地下卸矿口未设挡车板或漏斗溜井未加格筛； 风井安全设施不全或不规范； 高处作业人员没有按要求使用安全防护用品。	坠落	人员伤亡、设备损坏	III	1、卸矿作业人员按规程操作； 2、卸载点设置安全栏杆和格筛； 3、地下卸矿口设挡车板，放矿漏斗溜井加格筛和安全防护装置； 4.高处作业人员严格按照要求使用安全防护用品。
职业危害	吸入或接触粉尘、噪声	粉尘中游离二氧化硅含量超标、噪声超标； 长期在高粉尘、噪音作业环境中下作业； 未采取洒水降尘措施和消声、隔音措施； 未佩戴个人防护用品。	慢性中毒、听力减弱	职业病	II	采取洒水降尘措施； 设置消声、隔音设施； 加强个体防护，如配戴防尘口罩、耳塞。

通过 PHA 分析，III级或III级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，需采取防范对策措施。车辆伤害和运输系统中的高处坠落是主要事故隐患，需要采取防范对策措施，其他事故为需要引起重视的危险因素。

3.3.3 运输事故危害

在该项目开采时，中段运输巷道、平硐、地表公路构成人员、矿石、材料、设备等出入矿井的主要通道。

井下运输巷道，断面狭窄，又常受地压作用而变形；巷道迂回曲折，分支多，明视距离受到限制；运输事故主要有车辆伤害和机械伤

害等，主要表现为挤、夹、绞、撞、碰和擦等，一般为人员伤亡和设备损坏事故。构成事故发生的主要因素是人的不安全行为、设备的性能差和环境条件的不利影响。因此，为确保矿井安全生产，应采取积极有效的安全预防措施，降低事故的发生率。

运输事故树分析

通过对导致运输事故原因的调查分析，找出了影响事故发生的 21 个基本事件。根据其发生的逻辑关系，构造如图 3-3 所示的事故树图。

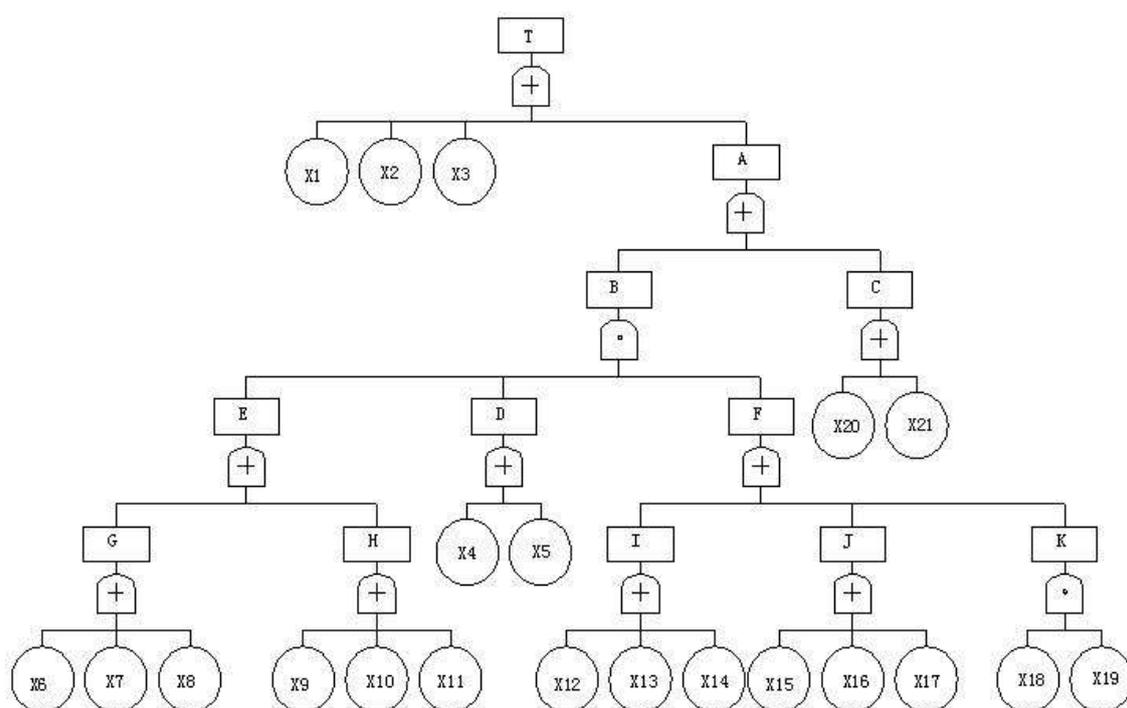


图 3-3 巷道运输事故树

T-顶上事件；A-车辆撞人；B-行人避让失效伤害；C-行人违章伤害；D-在危险区行走；E-避让不及时；F-车辆失控；G-信号不起作用；H-周围环境影响；I-操作失效；J-视线不良；K-制动失效；X₁-线路故障；X₂-车辆故障；X₃-卸载装置故障；X₄-在巷道内行走；X₅-在非人行道侧行走；X₆-行人注意力不集中；X₇-司机未发信号；X₈-周围噪音太大；X₉-无躲避硐室；X₁₀-设备材料堆积；X₁₁-巷道变形；X₁₂-无证驾驶；X₁₃-制动不及时；X₁₄-超速行驶；X₁₅-违章行驶；X₁₆-车辆照明损坏；

X₁₇-巷道中照明度不足；X₁₈-机械制动失效；X₂₀-与车辆抢道；X₂₁-扒车
 失足。

1.求解事故树的最小割集

由图 5-2 可得出该事故树的结构函数：

$$\begin{aligned}
 T &= x_1 + x_2 + x_3 + A = x_1 + x_2 + x_3 + x_{20} + x_{21} + DEF \\
 &= x_1 + x_2 + x_3 + x_{20} + x_{21} + (x_4 + x_5)(G + H)(I + J + K) \\
 &= x_1 + x_2 + x_3 + x_{20} + x_{21} + (x_4 + x_5)(x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11}) \\
 &\quad (x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18}x_{19})
 \end{aligned}$$

将上式展开经逻辑化简后，共有 89 个最小割集。（略）

$$K_1 = \{x_1\}, K_2 = \{x_2\}, K_3 = \{x_3\}, \dots, K_{89} = \{x_{10}, x_{18}, x_{14}, x_{19}\}$$

2.求解事故树的最小径集

将事故树图 3-4 中的“或”门用“与”门代替，“与”门用“或”门代替，基本事件用其对偶事件代替，可得到原事故树的对偶树，即成功树，如图 3-4 所示。求成功树的最小割集，便是原事故树的最小径集。即：

$$\begin{aligned}
 T' &= x_1' x_2' x_3' A' = x_1' x_2' x_3' B' C' = x_1' x_2' x_3' (D' + E' + F') x_{20}' x_{21}' \\
 &= x_1' x_2' x_3' x_{20}' x_{21}' [x_4' x_5' + x_6' x_7' x_8' x_9' x_{10}' x_{11}' + x_{12}' x_{13}' x_{14}' x_{15}' x_{16}' x_{17}' (x_{18}' + x_{19}')]
 \end{aligned}$$

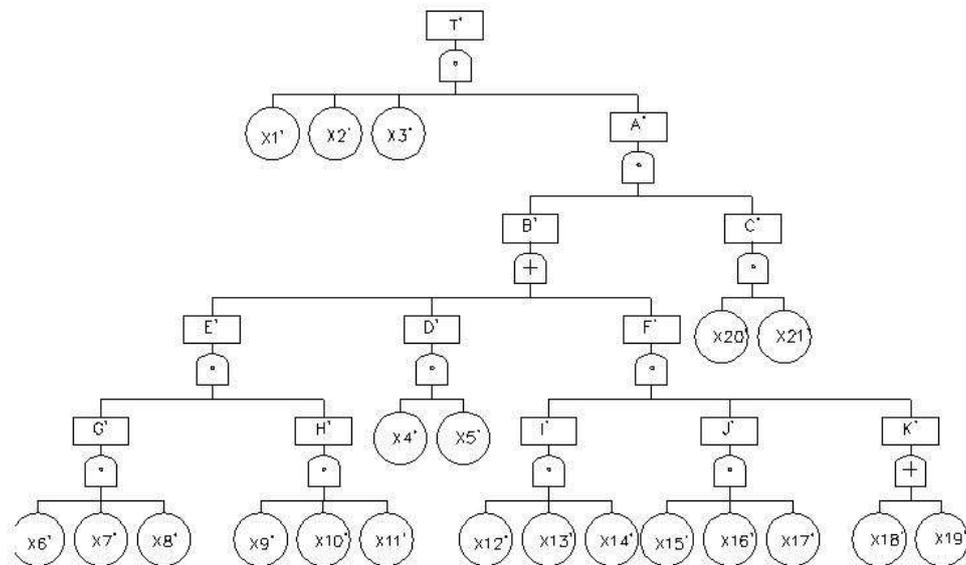


图 3-4 巷道运输成功树

将上式展开经逻辑化简后，共有 4 个最小割集。即原事故树共有 4 个最小径集。分别是：

$$P1 = \{x1, x2, x3, x4, x5, x20, x21\}$$

$$P2 = \{x1, x2, x3, x6, x7, x8, x9, x10, x11, x20, x21\}$$

$$P3 = \{x1, x2, x3, x12, x13, x14, x15, x16, x17, x18, x20, x21\}$$

$$P4 = \{x1, x2, x3, x12, x13, x14, x15, x16, x17, x19, x20, x21\}$$

3. 基本原因事件的重要顺序

在 89 组最小割集中， x_4 、 x_5 各出现 42 次， $x_6 \sim x_{11}$ 各出现 14 次， $x_{12} \sim x_{19}$ 各出现 12 次， x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_{20} 、 x_{21} ，因此，基本原因事件的结构重要顺序为， $x_4 = x_5 > x_6 = x_7 = x_8 = x_9 = x_{10} = x_{11} > x_{12} = x_{13} = x_{14} = x_{15} = x_{16} = x_{17} = x_{18} = x_{19} > x_1 = x_2 = x_3 = x_{20} = x_{21}$ 。由此知，在采取预防措施时，应分清轻重缓急，首先对最重要的基本事件 x_4 、 x_5 采取措施。

4. 结论

1) 从最小割集和最小径集看，车辆运输事故树最小割集为 89 个，最小径集为 4 个。每一个最小割集为导致顶上事件发生的一条可能途径，每一个最小径集为预防顶上事件发生的一条途径，因此，车辆运输事故发生的可能途径远多于控制其不发生的途径，而且最小割集的容量很小，而最小径集的容量又比较大，所以事故发生比较容易。

2) 从结构重要度来看，认为：

(1) 在车道上行走和在非人行道一侧行走的结构重要度最大，说明这两个基本事件在事故树结构中的位置最重要。这两个基本事件均为人在危险区行走，而人在危险区行走是车辆伤人事故发生的必要条件之一。因此，要防止车辆伤人事故的发生，只要杜绝人在危险区中行走即可。但人具有主观能动性，如果人行道一侧不容易行走，他们就会到危险区中行走，所以从根本上说，要杜绝人在危险区行走，只有改善大巷中人行道的状况，使人行道比较平坦，无积水，无堆积物，畅通无阻。同时加强对井下工人的教育，双管齐下，而且侧重于改善人行道的状况，才能有效地控制车辆伤人事故的发生。

(2) 行人精神不集中、司机未发信号、周围噪声太大、无躲避硐室、设备材料堆积、巷道变形这 6 个基本事件均能导致行人避让不及

而发生车辆伤人事故。其中前 3 个基本事件使行人听不到信号，后 3 个基本事件将使行人虽然听到了信号，但却无法避让。因此，要防止行人避让不及而导致车辆伤人事故的发生，必须改善大巷的状况。在巷道狭窄或因变形而变得狭窄区段合理建造躲避硐室。坚决避免在人行道上堆积材料。降低巷道噪声，同时加强对井下工人和司机的教育。

(3) 无证驾驶、制动不及时、超速行驶、违章行驶、车辆照明损坏和巷道中照明度不足这 6 个基本事件均能导致车辆失控、从而导致车辆伤人事故的发生。其中前 3 个基本事件均为操作失控，无证驾驶危害甚大，很容易造成伤亡或非伤亡事故；制动不及时将使本能避免的事故发生；超速行驶使车辆制动距离加大，容易发生伤人事故等非伤亡事故。后 3 个基本事件导致司机视线不良，不能或不容易看清前方道路的状况，以致无法及时发出信号或采取措施。所以，必须坚决杜绝无证驾驶，加强司机岗位培训，使其能熟练开车；严禁司机带病运转车辆，车辆照明损坏时应及时维修；改善巷道的照明状况，严格按照矿山安全规程规定布置照明设备，并且及时更换损坏的照明设备。

3) 车辆运输事故属于容易发生事故的范畴，必须采取有效措施来降低车辆运输事故的发生概率。

3.3.4 运输系统安全检查表

运输系统安全检查表见表 3-11。

表 3-11 运输系统单元安全检查表

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
1	行人的无轨运输巷道和斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室： ——人行道的高度不小于 1.9m,宽度不小于 1.2m; ——躲避硐室的高度不小于 1.9m,深度和宽度均不小于 1.0m; ——躲避硐室间距：曲线段不超过 15m,直线段不超过 50m; ——躲避硐室应有明显的标志,并保持干净、无障碍物。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.2.5.6	设计中已明确人行道有效净高度；设计中设置了躲避硐室，但未明确具体的参数。	安全设施设计还需进一步明确躲避硐室的具体参数。

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
2	<p>无轨设备应符合下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——采用电动机或者柴油发动机驱动； ——柴油发动机尾气中：CO 的体积浓度小于或等于 1500×10^{-6}，NO 的体积浓度小于或等于 900×10^{-6}； ——每台设备均应配备灭火装置； ——刹车系统、灯光系统、警报系统应齐全有效； ——操作人员上方应有防护板或者防护网； ——用于运输人员、油料的无轨设备应采用湿式制动器； ——井下专用运人车应有行车制动系统、驻车制动系统和应急制动系统； ——行车制动系统和应急制动系统至少有一个为失效安全型。 	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.3.4.2	该项目采用无轨矿用自卸汽车运输，柴油发动机驱动，配备相应的灭火装置、刹车系统、灯光系统、警报系统、防护板等安全设施。	符合要求
3	<p>6.3.4.3 采用无轨设备运输应遵守下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——应采用地下矿山专用无轨设备； ——行驶速度不超过 25km/h； ——通过斜坡道运输人员时，应采用井下专用运人车，每辆车乘员数不超过 25 人； ——油料运输车辆在下井下的行驶速度不超过 15km/h，与其他同向运行车辆距离不小于 100m； ——自动化作业采区应设置门禁系统； ——按照设备要求定期进行检查和维护保养。 	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.3.4.3	该项目采用无轨矿用自卸汽车运输，行驶速度不超过 25km/h；不采用井下专用运人车，未设置自动化采区。	符合要求
4	<p>无轨运输系统应符合下列要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——设备顶部至巷道顶板的距离不小于 0.6m； ——斜坡道每 400m 应设置一段坡度不大于 3%、长度不小于 20m 的缓坡段； ——错车道应设置在缓坡段； ——斜坡道坡度：承载 5 人以上的运人车辆通行的，不大于 16%；承载 5 人以下的运人车辆通行的，不大于 20%； ——斜坡道路面应平整；主要斜坡道应有良好的混凝土、沥青或级配均匀的碎石路面； ——溜井卸矿口应设置格筛、防坠梁、车挡等防坠设施。车挡的高度不小于运输设备车轮轮胎直径的 1/3。 	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.3.4.4	根据初步设计，该项目不涉及溜井和运人车辆，无轨运输系统符合上述要求。	符合要求
5	<p>无轨设备运行应遵守下列规定：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——不超载； ——不熄火下滑； ——避让行人； 	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）	初步设计中已明确无轨设备运行应该遵循这些规定。	符合要求

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
	——不站在铲斗内作业； ——不在设备的工作臂、升举的铲斗下方停留； ——不从设备的工作臂、升举的铲斗下方通过；车辆间距不小于 50m； ——在斜坡道上停车时采取可靠的挡车措施； ——司机离开前停车制动并熄灭柴油发动机、切断电动设备电源； ——维修前柴油设备熄火，切断电动设备电源。) 6.3.4.5		

3.3.5 单元小结

本单元评价结果表明，该项目初步设计（代可研）中提出的运输方式——无轨矿用自卸汽车运输，以及该单元中所采用的设施、设备和装置，因其工艺和技术成熟，生产能力验证方法和设备选型基本可靠，故可基本满足可研阶段的安全要求。

该单元危险有害因素分析表明，其中运输中的车辆伤害较为突出。

该单元存在需完善的主要问题：

下一阶段设计中应明确躲避硐室设置的具体参数。

3.4 采掘单元

3.4.1 采矿工艺子单元

3.4.1.1 概述

设计根据开采技术条件，结合矿体产状分析，为了尽量利用现有的开拓与采准工程，设计采用房柱法采矿方法对矿山进行采掘。

3.4.1.2 采矿方法适应性评价

设计采用房柱法采矿方法对矿山进行采掘，设计方案推荐的采矿方法适宜用于该项目地下开采部分矿体。

3.4.1.3 采矿方法安全检查表分析

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）中的相关内

容对其采矿方法进行检查。检查表见表 3-12。

表 3-12 采矿工艺安全检查表

检查项目	检查内容	标准依据	检查情况	检查结论
地下开采一般规定	每个采区（盘区、矿块），均应有两个便于行人的安全出口，并经上、下巷道与通往地面的安全出口相通。安全出口应稳固，并根据需要设置梯子。	GB 16423-2020 /6.2.1.2	初步设计（代可研）中各个中段由运输巷和回风巷相连，并能通地表，能够实现 2 个安全出口，采场的安全出口能够保证。	符合要求
	矿柱回采和采空区处理方案，应在回采设计中同时提出；中段矿房回采结束，应及时回采矿柱，矿柱回采速度应与矿房回采速度相适应；矿柱回采应采取后退式回采方式，并制定专门的安全措施。	GB 16423-2020 /6.2.1.3	初步设计（代可研）矿房回采顺序为从南到北、由上部向下部回采，采场采用后退式回采	符合要求
	应严格保持矿柱（含顶柱、底柱和间柱等）的尺寸、形状和直立度，应有专人检查和管理，以保证其在整个利用期间的稳定性。	GB 16423-2020 /6.2.1.4	初步设计（代可研）对间柱、顶底柱不进行回采。	符合要求
	围岩松软不稳固的回采工作面、采准和切割巷道，应采取支护措施；因爆破或其他原因受破坏的支护，应及时修复，确认安全后方准作业。	GB 16423-2020 /6.2.1.7	初步设计（代可研）中采准、切割巷道明确支护措施。	符合要求
	应建立顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，应有监控手段和处理措施。	GB 16423-2020 /6.2.1.8	初步设计（代可研）中明确应建立顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，应有监控手段和处理措施。	符合要求
采矿方法	采用全面采矿法、房柱采矿法采矿，应遵守下列规定： ——采场的结构参数和矿柱（包括点柱、条柱）参数应经岩石力学计算分析后确定；当开采前期缺少相关岩石力学参数时，可采取类比法确定； ——未经原设计单位变更设计或专业研究机构的研究并采取安全措施，不得减小矿柱（包括点柱、条柱）尺寸或扩大矿房的尺寸，不得采用人工支柱替代原有矿柱以回采矿柱； ——回采过程中应认真检查顶板，处理浮石，并根据岩石稳定性对采场顶板进行必要的支护。	GB 16423-2020 /6.3.2.1	初步设计采用全面采矿法（房柱法），设计中明确应遵循这些规定。	符合要求

3.4.2 凿岩爆破子单元

3.4.2.1 概述

凿岩爆破是地下矿山开采中破碎矿岩的主要手段，也是地下矿山事故发生率较高的一项工作。本单元将针对项目井巷掘进、回采等井下凿岩、爆破等环节中的工作特点，分析并预测其存在的各种危险有害因素及其危险有害程度，以便提出合理可行的安全对策措施。

3.4.2.2 凿岩爆破单元 PHA 分析

表 3-13 凿岩爆破单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
爆破伤害	操作不当、引发爆炸	爆破设计、审批不严格； 炮孔施工、验收不严格； 爆破组织松散，机械不到位； 爆破作业场所混乱；炸药控制不严格；爆破器材不合格； 爆破作业后检查不到位，没有彻底清理未爆炸的残余炸药，瞎炮处理不当；装药、起爆工艺不合理或违章作业；爆破器材运输过程中，遇到明火、高温、强烈振动或摩擦；炸药、雷管混装、混运； 人员没有撤到安全地点就起爆； 未圈定爆破警戒或警戒不到位； 使用不合格的爆破器材；运输炸药过程中出现意外情况。	爆炸伤亡事故	致残或死亡	IV	严格执行爆破设计、审批制度，按设计严格炮孔施工、验收，严格爆破组织及爆破安全管理； 严格执行爆破器材检验制度； 规范爆破作业场所，加强现场爆破器材安全管理； 严格执行《爆破安全规程》； 爆破作业人员要 100% 持证上岗。
机械伤害	凿岩工作不规范	1. 不按规定操作； 2. 凿岩机挤压、卷入、绞绕等伤人，钻架倾倒伤人。	机械伤人	人员受伤	III	严格按照操作规程使用凿岩机。
物体打击	凿岩工作不规范	1. 不按规定操作； 2. 凿岩机断钎伤人。	物体打击伤人	人员受伤	III	防范断钎伤人。
职业危害	吸入或接触粉尘炮烟和	粉尘、有毒有害气体超标、噪声超标	慢性中毒、听力下降	职业病	II - III (中毒室息为 III)	1. 采用湿式打眼作业； 2. 加强个人防护措施； 3. 喷雾洒水；

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
	废气					4.加强机械通风; 5.设置消声、隔音设施。

通过 PHA 分析，III级或III级以上的是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏。爆破事故是主要的危险有害因素，针对本项目作业采场数较多的情况，生产中应积极采取措施加以预防和控制。

3.4.2.3 井下爆破安全性分析

爆破事故是矿山常见的安全事故之一，在非煤地下矿山的发生频率和造成的危害仅次于冒顶片帮事故。众所周知，矿山井巷工程的掘进和采场矿石的回采主要是使用凿岩爆破法。而矿用炸药与起爆材料，都是易燃易爆的危险品，一旦发生事故，就会危害职工的健康与安全，并造成严重的经济损失，因此，搞好爆破安全工作就显得非常重要。

1.爆破事故的鱼刺图分析

本鱼刺图分析了产生爆破事故的主要因果关系，见图 3-5。从图中可以看出，导致爆破事故发生的原因分为三大类即：人为因素、自然环境因素及设备因素，因此在施工中我们在保证设备质量的前提下，尽量避免不利环境因素的影响，同时要提高人员素质，将人为操作失误导致后果的可能性降到最低。

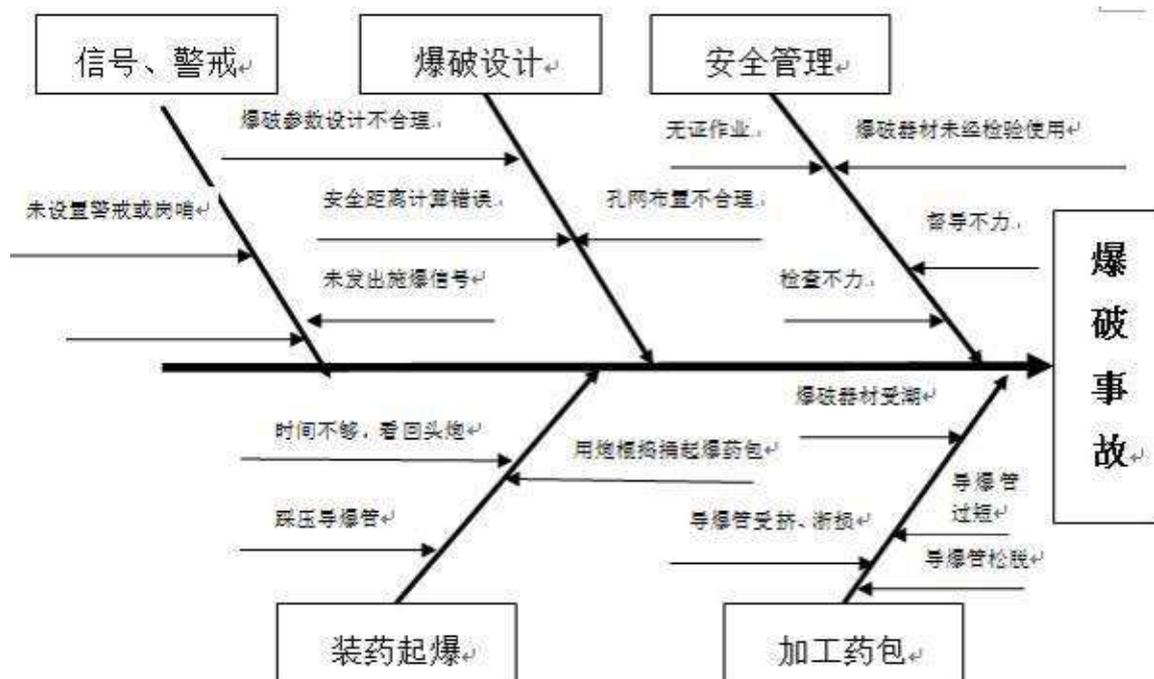


图 3-5 爆破事故鱼刺图分析

2. 可能导致本项目爆破事故的影响因素

- 1) 未圈定爆破安全警戒范围和设置哨岗警戒；
- 2) 爆破作业后，没有检查或检查不彻底，未清理没有爆炸的残余炸药，未对瞎炮进行处理或处理不当；
- 3) 爆破设计不合理或不按设计操作；
- 4) 起爆工艺不合理或违章作业；装药工艺不合理或违章作业；
- 5) 安全管理不到位，人员没有撤离到安全区域就起爆；
- 6) 爆破器材不合格；
- 7) 爆破器材在领用、运输、使用过程中不执行安全规定或发生意外；
- 8) 未经培训，无证上岗。

单元小结

爆破使用非电爆破网络，采用微差爆破方式，爆破工艺合理。凿岩作业采用湿式凿岩，爆堆采用喷雾洒水抑尘。要求严格执行《爆破安全规程》（GB6722-2014）的各项细则，对从事爆破作业的人员进行

专门的爆破器材性能、爆破技术和有关的安全知识培训，考试合格并持有《爆破员作业证》者才能上岗。其工艺成熟可靠，故本单元符合可研阶段安全要求。

根据《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第一批）的通知》（安监总管一〔2013〕101号）、《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13号），初步设计采用的工艺、设备未涉及禁止使用的工艺及设备。

但是，鉴于该矿矿岩特点、地质条件和采矿工艺，该矿在下一步完善设计和安全设施设计以及施工中应对采掘工艺单元存在的如下安全问题加以重视：

1.为验证采矿方法的安全性，应提前建立试验采场，试采期间着重研究岩体应力、地压活动、矿岩物理力学性质，获取工程地质资料，提供更多的设计依据，以保证采场的安全生产。

2.矿山开采后期，如何采取有效的地压监测监控措施，应在建议下一阶段设计中补充完善。

3.随着开采的继续，有可能会发生巷道变形和垮塌的情况，因此在今后的生产过程中要加强对巷道的变形观测，加强安全管理，确保安全文明生产，杜绝安全生产事故的发生。

4.建议开展岩石力学研究工作，完善岩体稳定性基础评价资料，做好井下工程、采场、采空区稳定性评价。重点研究矿区构造对生产的影响，以及矿岩的稳固性研究工作。

5.下一步设计应完善较大矿房如何布置采场的内容。

3.5 通风单元

3.5.1 概述

非煤地下矿山必须建立完善的机械通风系统，故通风系统单元是

本次安全预评价的重点工作之一。本单元主要针对项目初步设计（代可研）方案的相关资料，分析并预测其通风系统各种设施、设备、装置中存在的各种危险有害因素及其危险有害程度，以便提出合理可行的安全对策措施。

3.5.2 通风单元 PHA 分析及安全检查表

表 3-14 通风单元预先危险性分析表

危险有害因素	诱发事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
中毒窒息	通风系统不完善： 1) 设计基础资料不详实； 2) 设计有缺陷； 3) 未按设计要求施工； 4) 对通风系统管理工作薄弱。 风量不足： 1) 扇风机供风量不足； 2) 井巷漏风大； 3) 分风不均，有效风量（风速）合格率低。 污风循环： 1) 通风线路混乱； 2) 通风管理较差； 3) 辅扇选择不当； 4) 局扇选择不当或局部通风管理较差，风筒漏风严重。 有毒有害气体浓度超标： 1) 井下通风不良； 2) 进入废旧等通风不良巷道； 3) 矿井火灾。 采场通风不畅： 1) 矿井有效风量低； 2) 采场通风管理不善。 报警装置： 1) 报警装置未安装； 2) 报警装置损坏。	低工作效率、人员中毒或窒息	造成人员伤亡或产生职业病	IV	1.核实设计基础资料； 2.选择有资质经验的设计单位； 3.对设计进行认真审查； 4.严格按照设计施工； 5.加强对通风系统的管理。 6.爆破后及时通风，经充分通风后再进入爆破地点； 7.加强通风，稀释、排出有毒气体； 8.防止井下火灾，及时清理废旧材料； 9.废弃采场、巷道，应设栅栏和标志，防止人员进入。 10.调整扇风机供风量； 11.加强通风管理，减少漏风； 12.及时处理采空区，减少跑风、漏风。 13.井下各用风点的风速、风量和风质必须满足作业安全要求。 14.掘进工作面和通风不良的采场必须采用局部通风。使用辅扇、局扇等通风动力时，选型恰当；保证采场中的风速达到要求。 15.理顺通风风路，采用并联通风，避免串联通风。 16.加强局部通风的管理，特别是风筒悬挂以及风筒接头的处理。 17.安装好或对报警装置进行维护保养。

危险有害因素	诱发事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
工作面炮烟中毒死亡	通风系统： 1) 未建立通风系统； 2) 通风系统被破坏； 3) 风阻大，风量不足； 4) 风机、风筒被损坏； 5) 风筒出口距离工作面太远； 报警装置： 1) 报警装置未安装； 2) 报警装置损坏。	中毒窒息	人员伤亡	IV	1.加强对通风系统的管理。 2.爆破后及时通风，经充分通风后再进入爆破地点； 3.加强通风，稀释、排出有毒气体； 4.井下采场、迎头用风点的风速、风量和风质必须满足作业安全要求。 5.掘进工作面和通风不良的采场必须采用局部通风。使用辅扇、局扇等通风动力时，选型恰当；保证采场中的风速达到要求。 6.安装好或对报警装置进行维护保养。
矿尘危害	粉尘浓度超标 1) 入风井风质量不合格； 2) 井下产尘量大；通风不良； 3) 未认真执行风水为主的综合防尘措施。	矿尘危害、降低工作效率	产生职业病或降低工作效率	III	1.净化入风井风质； 2.对井下主要产尘点除尘净化； 3.认真执行风水为主的综合防尘措施。
井下火灾	1.内因火灾，矿岩含硫量高； 2.外因火灾； 3.废弃采场和坑道未及时封闭； 4.矿井漏风大。	人员中毒或窒息	造成人员伤亡、财产损失	III	1.进一步研究矿岩的自燃性； 2.加强管理教育，避免矿井外因火灾； 3.及时封闭废弃采场和坑道； 4.加强通风管理，减少矿井漏风。
井下气候条件差	通风不良。	降低工作效率	降低工作效率	II	调控风量分配，提高矿井有效风量率，井下各用风点的风速满足要求。

通过 PHA 分析，III级或III级以上的是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，需立即采取防范对策措施。通风系统不完善等导致中毒窒息事故是主要的危险有害因素，需要采取防范对策措施，其他事故为需要引起重视的危险因素。

表 3-15 通风单元安全检查表

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
1	井下空气成分应符合下列要求： ——采掘工作面进风风流中的 O ₂ 体积浓度不低于 20%，CO ₂ 体积浓度不高于	《金属非金属矿山安全规程》(GB	设计中已明确井下空气满足这些要求。	符合要求

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
	0.5%。 ——入风井巷和采掘工作面的风源含尘量不大于 0.5mg/m ³ ； ——作业场所空气中有有害气体浓度不超过表 4 规定； ——作业场所空气中粉尘（总粉尘、呼吸性粉尘）浓度不超过表 5 的规定。	16423-2020 ） 6.6.1.1		
2	地下矿山应采用机械通风，设有在线监测系统的矿山应根据监测结果及时调整通风系统；未设置在线监测系统的矿山每年应对通风系统进行1次检测，并根据检测结果及时调整通风系统。矿山应及时更新通风系统图。通风系统图应标明通风设备、风量、风流方向、通风构筑物、与通风系统隔离的区域等。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.2.1	该矿山采用机械通风，初步设计未设置在线监测系统，要求每年应对通风系统进行 1 次检测。	符合要求
3	矿井通风系统的有效风量率应不低于 60%。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.2.2	初步设计中已明确。	符合要求
4	矿山形成系统通风、采场形成贯穿风流之前不应进行回采作业。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.2.3	初步设计中已明确。	符合要求
5	采场、二次破碎巷道和电耙巷道应利用贯穿风流通风或机械通风。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.2.7	采场、电耙巷道利用机械通风。	符合要求
6	采场回采结束后，应及时密闭采空区，并隔断影响正常通风的相关巷道。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.2.8	初步设计中已明确。	符合要求
7	每台主通风机电机均应有备用，并能迅速更换。同一个硐室或风机房内使用多台同型号电机时，可以只备用1台。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.3.2	初步设计明确主通风机电机一备一用，并要求配备更换装置。	符合要求
8	主通风设施应能使矿井风流在10min内反向，反风量不小于正常运转时风量的60%。采用多级机站通风的矿山，主通风系统的每台通风机都应满足反风要求，以保证整个系统可以反风。每年应至少进行1次反风试验，并测定主要风路的风量。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.6.3.3	初步设计明确主通风设施应能使矿井风流在 10min 内反向，反风量不小于正常运转时风量的 60%，且每年应至少进行 1 次反风试验。	符合要求

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
9	局部通风应采用阻燃风筒,风筒口与工作面的距离:压入式通风不应超过10m;抽出式通风不应超过5m;混合式通风,压入风筒的出口不应超过10m,抽出风筒入口应滞后压入风筒出口5m以上。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.6.3.5	初步设计明确局部通风应采用阻燃风筒(PVC材质),采用抽出式通风。	符合要求
10	人员进入独头工作面之前,应启动局部通风机通风,确保空气质量满足作业要求,较长时间无人进入的工作面还应进行空气质盘检测。独头工作面有人作业时,通风机应连续运转。	《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.6.3.7	初步设计已明确。	符合要求

通过上述检查,初步设计中该矿山的通风系统满足《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020)等的要求。

3.5.3 通风系统安全综合分析

造成中毒窒息的主要原因是井下通风不畅和违章作业,而构建一个合理的通风系统是做好通风工作的基础。

3.5.3.1 巷道施工通风系统事故树分析(FTA)

1.概述

在采矿工程中,巷道的施工以其施工技术复杂、难度大、风险高,成为影响工程工期的主要环节。

根据巷道施工通风系统的运行特点,采用安全系统分析中的事故树方法,对巷道施工中通风系统的安全性进行定性分析,找出影响通风安全的主要因素,并提出了通风安全管理对策,这样在巷道施工通风中可以突出对主要安全因素的管理,有的放矢,保证施工作业顺利进行和人身安全,提高整个施工作业的安全度。

2.巷道施工通风系统事故树的构造

安全系统工程中事故树分析方法,近年来在矿井建设事故分析中得到了广泛应用,并获得了有益的结果。下面采用事故树分析原理,对巷道施工通风系统事故的影响因素进行分析,以通风不良作为事故树的顶上事件 T,找到发生通风事故的基本影响事件 X,根据事件间的

逻辑关系，可以构造出其事故树，从而对其进行安全因素重要度分析。通风系统事故树构造如图 3-6 所示，共包含 19 个基本事件。

3.事故树的最小割集求解及发生通风事故的主要原因

1) 最小割集求解

图 3-6 所示巷道施工通风系统事故树中，表明了影响顶上事件 T 的 19 个基本事件的相互逻辑关系。根据事故树的分析方法，通过求其最小割集的方法，可以定性地获得基本事件对顶上事件的影响程度，为安全管理提供帮助。

事故树最小割集求解如下：

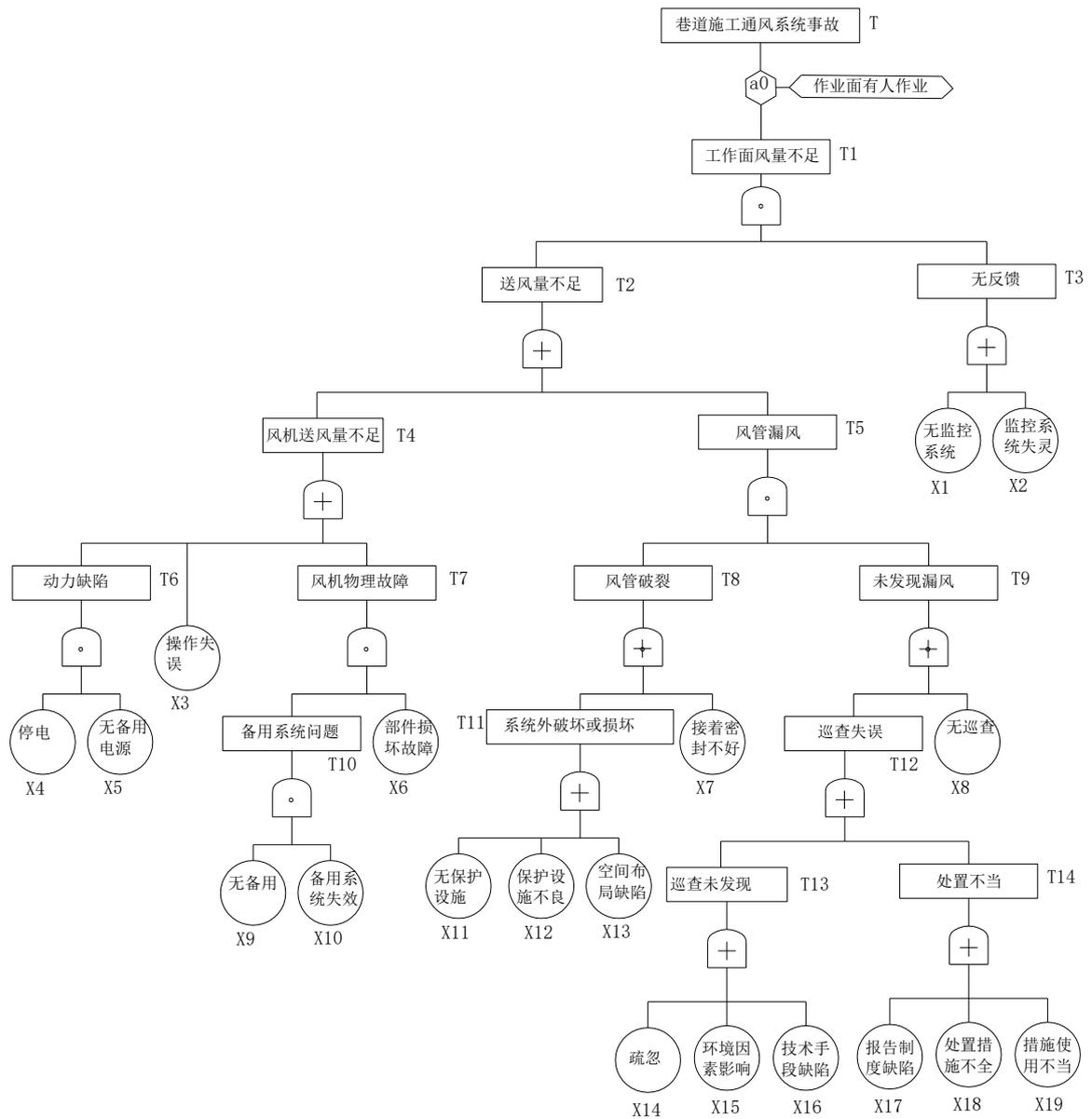


图 3-6 巷道施工通风系统事故树

$$\begin{aligned}
 T &= a_0 T_1 \\
 &= a_0 T_2 T_3 \\
 &= a_0 (T_4 + T_5) (x_1 + x_2) \\
 &= a_0 (T_6 + T_7 + x_3 + T_8 T_9) (x_1 + x_2) \\
 &= a_0 [x_4 x_5 + x_6 T_{10} + x_3 + (x_7 + T_{11}) (x_8 + T_{12})] \\
 &\quad (x_1 + x_2) \\
 &= a_0 [x_4 x_5 + x_6 (x_9 + x_{10}) + x_3 + (x_7 + x_{11} + x_{12} + \\
 &\quad x_{13}) (x_8 + T_{13} + T_{14})] (x_1 + x_2)
 \end{aligned}$$

$$= a_0 [x_4 x_5 + x_6 (x_9 + x_{10}) + x_3 + (x_7 + x_{11} + x_{12} + x_{13})(x_8 + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19})] (x_1 + x_2)$$

把上式展开后，可以得到 64 个最小割集。最小割集代表了顶上事件（通风事故）发生的路径数量，每一割集由不同的基本事件组成。不同的基本事件在 62 个割集中出现的频率大小反映了该基本事件在通风事故发生中的重要程度。

上式的最后结果中各个基本事件的重要度结果表示如下： a_0 出现在所有 64 个割集中， x_1 和 x_2 均为 32 个， x_7 、 x_{11} 、 x_{12} 、 x_{13} 均为 14 个， x_8 、 x_{14} 、 x_{15} 、 x_{16} 、 x_{17} 、 x_{18} 、 x_{19} 均为 8 个， x_6 为 4 个， x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_9 、 x_{10} 为 2 个，因此，各个基本事件对通风事故发生的影响由大到小顺序为： $a_0 > x_1 = x_2 > x_7 = x_{11} = x_{12} = x_{13} > x_8 = x_{14} = x_{15} = x_{16} = x_{17} = x_{18} = x_{19} > x_6 > x_3 = x_4 = x_5 = x_9 = x_{10}$ 。

2) 发生通风事故的原因分析

综合上述 64 个基本事件组合方式，巷道施工通风系统发生事故的原因有如下方面：

(1) 在巷道中有作业进行时，送风管出口处的风量、风压监控设备不能正确反映通风参数，是造成通风事故的最主要原因。由于不能及时获得通风参数，因此通风调节不能实时进行，造成通风量、风压不能满足施工要求，形成通风事故。

(2) 送风管接口密封不良，对送风管没有进行可靠的防护，由于巷道断面空间布局的不合理使通风管易被其他设备、人员损坏等，是通风事故发生的主要原因。

(3) 对通风管的日常巡检制度的不健全，巡检工作人员的疏忽，发现通风管漏风时的处置措施不当等，也是形成通风事故比较大的原因。

(4) 通风系统中的送、抽风机以及电源有无备用系统，备用系统

的可靠程度，风机值班人员的误操作，风机的偶然事故等，也会引起通风系统事故发生。

4.事故树的最小径集求解及事故防范措施

1) 最小径集的求解

将图 5-9 中的与门变成或门，或门变成与门，事故树就变成通风系统的成功树。通过对成功树求解最小径集，可以获得保证通风系统成功运行的安全管理预防措施。

成功树的求解：

$$\begin{aligned}
 T' &= a'_0 + T'_1 \\
 &= a'_0 + T'_2 + T'_3 \\
 &= a'_0 + T'_4 T'_5 + x'_1 x'_2 \\
 &= a'_0 + T'_6 T'_7 x'_3 (T'_8 + T'_9) + x'_1 x'_2 \\
 &= a'_0 + (x'_4 + x'_5)(x'_6 + T'_{10}) x'_3 (x'_7 T'_{11} + x'_8 T'_{12}) + x'_1 x'_2 \\
 &= a'_0 + (x'_4 + x'_5)(x'_6 + x'_9 x'_{10}) x'_3 (x'_7 x'_{11} x'_{12} x'_{13} + x'_8 T'_{13} T'_{14}) + x'_1 x'_2 \\
 &= a'_0 + (x'_4 + x'_5)(x'_6 + x'_9 x'_{10}) x'_3 (x'_7 x'_{11} x'_{12} x'_{13} + x'_8 x'_{14} x'_{15} x'_{16} x'_{17} x'_{18} x'_{19}) + x'_1 x'_2
 \end{aligned}$$

将上式展开后，可以获得通风系统成功树的最小径集有 10 组：

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \{a_0\} \\
 P_2 &= \{x_1, x_2\} \\
 P_3 &= \{x_3, x_4, x_6, x_7, x_{11}, x_{12}, x_{13}\} \\
 P_4 &= \{x_3, x_5, x_6, x_7, x_{11}, x_{12}, x_{13}\} \\
 P_5 &= \{x_3, x_4, x_9, x_{10}, x_7, x_{11}, x_{12}, x_{13}\} \\
 P_6 &= \{x_3, x_5, x_9, x_{10}, x_7, x_{11}, x_{12}, x_{13}\} \\
 P_7 &= \{x_3, x_4, x_6, x_8, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}\} \\
 P_8 &= \{x_3, x_5, x_6, x_8, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}\} \\
 P_9 &= \{x_3, x_4, x_9, x_{10}, x_8, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}\} \\
 P_{10} &= \{x_3, x_5, x_9, x_{10}, x_8, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}\}
 \end{aligned}$$

5.防止通风事故的安全措施分析

从上述 10 个最小径集，可以分析得出巷道施工通风系统安全管理的有效措施，最大限度地保证通风系统的可靠运行，保证安全施工。

1) P2 成功路径中 x_1 、 x_2 基本事件说明，通风系统必须在送风管的出风口处，设立性能可靠的进风风量、风压检测设备，使工作面的通风效果及时得到反馈，实现通风管理的实时监控。这样可以做到对事故的及时发现、及时处理，确保安全施工。

2) 从 P3、P4、P5、P6 成功路径中的基本事件 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_9 、 x_{10} 可以得出，送风及抽风机系统必须建立性能良好的备用系统，并经常对备用系统进行运行保养。工作风机一旦发生故障，备用系统可以立即投入使用，确保送风的连续性。同时风机的动力电源必须采用双系统供电，保证连续施工的通风要求。还要制定严格的机械及电器操作规程，加强人员的规范化操作教育，杜绝或减少人为误操作事故。

3) 从 P3、P4、P5、P6 成功路径中的基本事件 x_7 、 x_{11} 、 x_{12} 、 x_{13} 可以发现，对送风及进风管，应该选择适宜的材料和合理的接口型式，尽量提高其安装的密封性。同时在风管布置时，要在巷道断面科学合理安排各种管道口施工设备、人员通行空间，做到通风管道不易遭到碰撞、划伤等损坏，从而减小漏风量。

4) 从 P7、P8、P9、P10 可知，必须建立严格的通风系统巡检制度，加强制度的宣传教育，建立目标责任制，确保专职人员巡检的效率。

5) 巡检要有可靠的工具或仪表，提高漏风事故的检出率，降低事故发生率。

6) 要预备各种处置送风管漏风或受损坏时的有效措施，并对作业人员进行严格的操作训练，使得各种措施能被正确地使用。在发生事故时缩短修复时间，减小对主要作业工序的干扰。

3.5.3.2 工作面炮烟中毒死亡事故树分析 (FTA)

针对采矿掘进工作面炮烟中毒死亡事故，采用事故树分析方法进行研究，探索相应的措施，尽量避免该类事故发生。图 3-7 为工作面炮烟中毒死亡事故树。

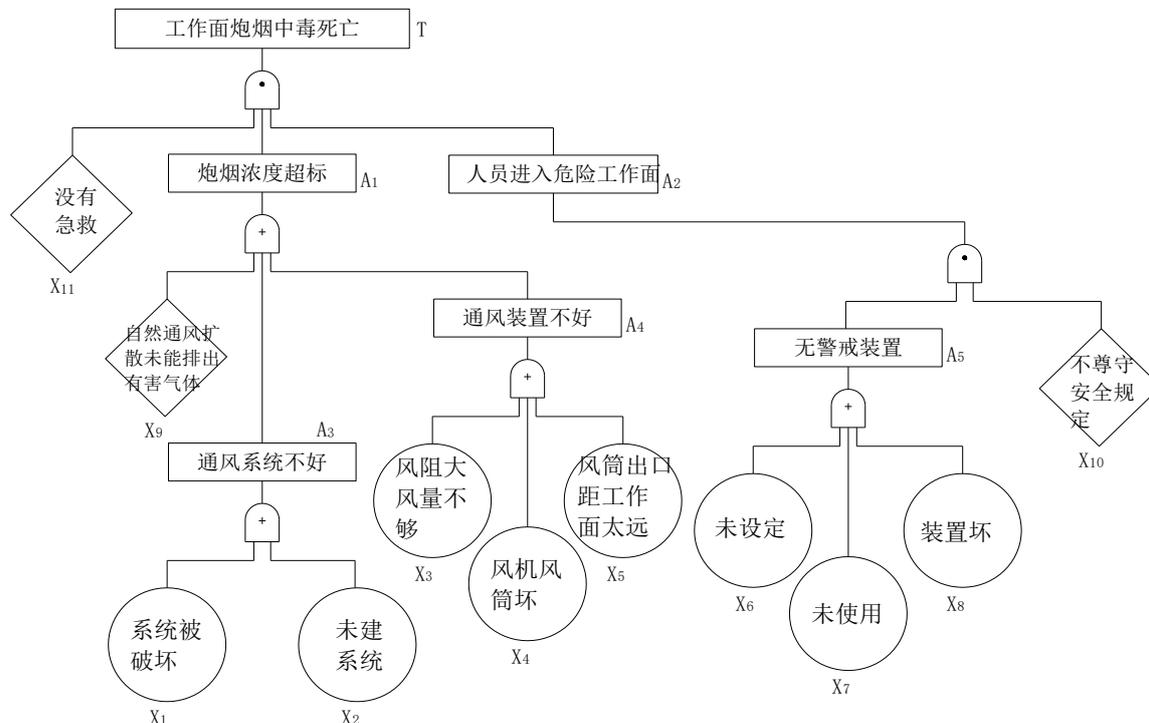


图 3-7 工作面炮烟中毒死亡事故树

根据事故树图列出其逻辑代数式：

$$T = X_{11} \cdot A_1 \cdot A_2$$

$$T = X_{11} \cdot (X_9 + A_3 + A_4) \cdot A_5 \cdot X_{10}$$

$$T = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_9) \cdot (X_6 + X_7 + X_8) \cdot X_{10} \cdot X_{11}$$

求得最小径集有四个：

$$\{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_9\}, \{X_6, X_7, X_8\}, \{X_{10}\}, \{X_{11}\}$$

展开逻辑代数式求得最小割集有 18 个。

从最小割、径集判断得知各基本事件在故障树的结构中所占有地重要程度排列如下：

$$\begin{array}{c}
 D_1 \\
 D_2 \\
 D_{10} > D_6 > D_3 \\
 D_{11} > D_7 > D_4 \\
 \quad \quad D_8 \\
 \quad \quad D_5 \\
 \quad \quad D_9
 \end{array}$$

根据故障树和上述简略分析以及考虑工作开展的实效性综合分析，为避免工作面炮烟中毒事故的发生，首先要建立机械通风（掘进工作面采用局部通风），其次建立人员进入危险工作面之前警戒及有关管理制度，再依次解决其它问题，使该事故的发生概率降低到最低程度。

3.5.3.3 中毒（窒息）事故事件树分析

1. 中毒（窒息）事件树（ETA）

中毒（窒息）事故在矿井采用自然通风方式时发生的可能性较大。自然通风矿井依靠矿井进风口、出风口之间大气的自然压差形成的风量运动进行通风，其风速低、风量小，且风向随地表气候的变化而变化，系统不稳定。井下爆破产生的有毒有害气体和粉尘长时间滞留在工作面附近，虽采用局扇进行局部通风，但由于矿井进风量和回风量不足，导致污风在采掘工作面附近循环，危害作业人员，严重时可能造成人员中毒或窒息。此外，当井下可燃物着火时，由于没有足够的氧气供应，燃烧不充分，容易产生大量的 CO，发生中毒窒息事故。现采用事件树分析法模拟井下中毒（窒息）事故。见图 3-8。

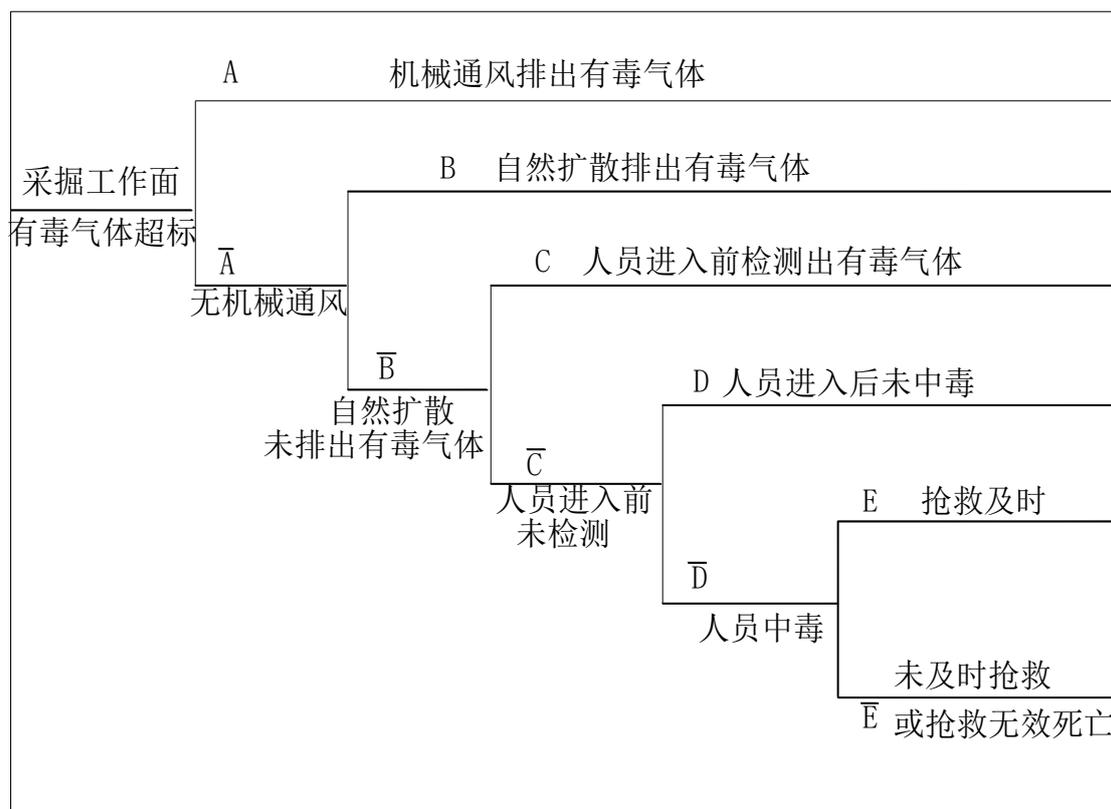


图 3-8 中毒（窒息）事件树分析

通过对中毒（窒息）事故分析，应用 ETA 方法进行剖析，可避免该类事故的发生。

2.可能导致本项目中毒和窒息事故的影响因素

随着采掘作业面向前推进，自然通风难以满足采掘作业面通风的要求，而回风系统不健全，炮烟和污风不能及时排出，危害作业人员，严重时可能造成人员中毒或窒息，以及粉尘等有毒有害物质对作业人员的职业危害。

3.5.4 矿井风速、风量核算

根据《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》（AQ2013.1—2008）的第 4.8 条“井巷断面平均最高风速不应超过下表”（表 5-15）及第 6.2.4 条主要专用进、回风井巷和中段进、回风天井宜按通风经济断面设计。最佳风速可取 6m/s~8m/s，一般不应超过 10m/s。”

表 3-16 井巷断面平均最高风速表

井巷名称	最高风速 (m/s)
专用风井, 专用总进、回风道	15
专用物料	12
风桥	10
提升物料和人员的井筒, 中段主要进、回风道, 修理中的井筒, 主要斜坡道	8
运输巷道, 采区进、回风道	6
采场	4

初步设计(代可研)中明确回采及备用工作面最大需风量为 $7.5\text{m}^3/\text{s}$ (按排尘风量计算), 掘进工作面最大需风量为 $3.15\text{m}^3/\text{s}$ (按排尘风速计算), 装卸矿硐室需风量取 $1.5\text{m}^3/\text{s}$; 扒渣机需风量 $3.0\text{m}^3/\text{s}$; 采场及掘进工作面最大需风量为 $15.55\text{m}^3/\text{s}$; 并验算了各巷道、采场的风速, 均符合《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》(AQ2013.1-2008)规定。

3.5.5 通风系统合理性评述

初步设计中设计采用抽出式通风方案。初步设计中按系统总风量、同时作业人员人数最多时所需风量、回采工作面风量、掘进工作面风量、井下同时作业的柴油机设备台数等, 困难、容易时期通风难易程度均为容易。

初步设计的通风方案符合当前的地下开采系统对风量的需求, 能够满足通风安全要求。

3.5.6 单元小结

该项目的采矿工程, 造成中毒窒息的主要原因是井下通风不畅和违章作业, 而构建一个合理的通风系统是做好通风工作的基础。

初步设计中对矿山的整个系统及进行了通风设计, 通过已掌握的矿山资料分析判断, 通风系统选择和设计基本上能满足初步设计(代可研)阶段的要求。该矿在下一步完善设计和安全设施设计以及施工

中应对通风单元存在的如下安全问题加以重视：

1.初步设计中并未明确通风构筑物的具体位置及采用的构筑形式，建议下一步阶段设计补充完善。

2.初步设计中主要通风机选型未验算其工况点，下一步设计时需对主要通风机工况点进行验算。

3.6 供配电设施单元

3.6.1 概述

本单元危险、有害因素有：机械伤害、触电、火灾、职业危害等。

机械伤害：电机转动部位无防护装置；

触电：电线、电器等设备设施裸露、漏电伤害；

火灾：线路、电器等设备、设施绝缘老化、短路引发火灾；

职业危害：噪音危害。

本单元主要分析并预测其存在的各种危险有害因素及其危险有害程度，以便提出合理可行的安全对策措施。

本单元危险有害因素有：机械伤害、触电、雷击、火灾、职业危害等。

3.6.2 矿山电气单元 PHA 分析及安全检查表

表 3-17 矿山电气单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	违章作业	操作不熟练； 操作地点不安全； 作业前安全检查、处理不到位； 防护装置(罩)不全。	机械伤害、 跌伤	人员伤害	III	严格执行操作规程； 树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理； 加强个人防护措施； 完善配备机械安全防护装置。
触电	违章作业； 保护	工作面潮湿； 电器设计、选型不合理、安装存在缺陷或运行时短路、漏电等	短路、 引发漏电、 触电	人员伤亡、 设备	III	严格执行操作规程； 树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理；

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
	设施不到位。	导致过热及雷电放电产生的电弧、静电火花而引起电器火花； 使用电气设备绝缘老化； 电气设备缺少漏电保护等防护装置； 不执行停送电制度； 缺乏安全警示标志； 作业无人监护； 不使用安全电压； 安全装置失效； 个人防护措施不全； 其他违章操作。		损坏		加强个人防护措施； 合理设计、选择电器设备，严格按照施工图和规范进行设备安装、调试； 电气设备采用保护接地； 井下电网设施设置漏电、触电、过电流保护装置； 变压器周围设围栏，配电室铺设供工作人员检查的绝缘地毯； 配电室配备绝缘靴、绝缘手套、绝缘杆等绝缘设备，门窗加防护网； 高压设备附近悬挂防止触电的警告牌； 在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌，只有执行这项工作的人员才有权取下； 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志； 定期检查电气线路及设备； 电气工作人员 100% 持证上岗。
雷击	保护设施不到位。	主要建构筑物无防雷击设施； 电气设备、线路，未设有可靠的防雷、接地装置； 未定期进行全面检查和监测导致防雷设施失效； 违章作业，未穿戴劳动防护用品。	电击、电伤	人员重伤、死亡	II	在配电室、高大建筑附近安装避雷针或避雷器，定期检查、监测。
火灾	绝缘、保护装置失效	井下明火； 携带易燃易爆物品下井； 井下爆破以及地面井口火灾火焰顺风流进入井下； 电弧、电火花、杂散电流； 保险丝（片）选用不当； 开关及配电箱内油	明火、短路引发火灾	人员伤亡、设备设施损坏	III	严格执行操作规程； 树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理； 加强个人防护措施； 加强安全管理； 电气设备采用保护接地； 井下电网设施漏电、触电、过电流保护装置； 配电室、电气设备工作室配置消防灭火设施；

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		料着火； 机械作用（包括摩擦、震动冲击等）所引起； 绝缘、保护装置未检查，未维护； 装置失效； 未设置消防灭火设施 其他违章操作。				加强电气设备及其线路的检查、维护。
中毒窒息	电气设备事故	设备质量不合格； 电气设备未检查、未维护，缺乏检修，导致电气设备中的惰性气体泄漏。	中毒窒息	设备设施损坏、人员伤亡	II	必须选用具有国家安全认证标志的电气设备； 加强电气设备及其线路的检查、维护； 配备相应的安全防护设施。
职业危害	听力减弱	长期在噪音环境下作业。	职业病	慢性伤害	II	采用间歇式工作方式或完善隔音、消音设施

通过 PHA 分析，本单元无重大危险有害因素。但触电事故是矿山较常见的事故隐患，需要采取一定的防范对策措施，其他事故为需要引起重视的危险因素。

表 3-18 通风单元安全检查表

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
1	井下采用的电压应符合下列规定： ——高压，不超过 35kV； ——低压，不超过 1140V； ——运输巷道、井底车场照明，不超过 220V；采掘工作面、出矿巷道、天井和天井至回采工作面之间照明，不超过 36V；行灯电压不超过 36V； ——手持式电气设备电压不超过 127V； ——电机车牵引网络电压：交流不超过 380V；直流不超过 750V。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.1.4	设计中已明确井下空气满足这些要求。	符合要求
2	井下变、配电所的电源及供电回路设置应符合下列规定： ——由地面引至井下各个变、配电所的电力电缆总回路数不少于两回路； 当任一回路停止供电时，其余回路应承担该变电所的全部负荷； ——有一级负荷的井下变、配电所，	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.1.5	该矿山不涉及井下变配电所，其供电回路符合要求。	符合要求

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
	主排水泵房变、配电所，在有爆炸危险或对人体健康有严重损害危险环境中工作的主通风机和升降人员的竖井提升机，应由双重电源供电； ——井下主变、配电所和具有低压一级负荷的变、配电所的配电变压器不得少于 2 台；1 台停止运行时，其余变压器应能承担全部负荷； ——上述设备的控制回路和辅助设备，应有与主设备同等可靠的电源； ——为井下一级负荷供电的 35kV 及以下除采用钢制杆塔外的地面架空线路不得共杆架设； ——经由地面架空线路引入井下变、配电所的供电电缆，应在架空线与电缆连接处装设避雷装置。			
3	井下低压配电系统采用IT系统时，配电系统电源端的带电部分应不接地或经高阻抗接地；配电系统相导体和裸露可导电部分之间第1次出现阻抗可忽略的故障时，故障电流不大于5A。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.1.7	初步设计已明确。	符合要求
4	引至采掘工作面的电源线应装设具有明显断开点的隔离电器。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.1.8	初步设计已明确。	符合要求
5	井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.2.1	初步设计已明确。	符合要求
6	井下电缆应符合下列要求： ——在竖井井筒或倾角45°及以上的井巷内，固定敷设的电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆或聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； ——在水平巷道或倾角小于45°的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、聚氯乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； ——移动式变电站的电源电缆应采用井	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.2.2	初步设计已明确 井下电缆符合这些要求。	符合要求

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
	<p>下矿用监视型屏蔽橡套电缆； 非固定敷设的高低电压电缆、移动式 and 手持式电气设备应采用矿用橡套软电缆； 一移动式照明线路应采用橡套电缆；有可能受机械损伤的固定敷设照明电缆应采用钢带铠装电缆； 一硐室内应采用塑料护套钢带（或钢丝）铠装电缆； 一井下信号和控制用线路应采用铠装电缆； 一矿用橡套电缆的接地芯线不应兼作其他用途； 一重要电源电缆、移动式电气设备的电缆及井下有爆炸危险环境的低压电缆应采用铜芯电缆。 一敷设在竖井井筒内的电缆不应有接头。电缆接头应设置在中段水平巷道内。</p>			
7	<p>井下电缆敷设应符合下列规定： 一水平或倾斜巷道内悬挂的电缆，在矿车、机车掉道时或其他运输车辆运行时不应受到撞击；电缆坠落时不会落在带式输送机上或车辆正常运行的通道上； 一水平或倾斜巷道内的电缆悬挂点的间距不大于3m；竖井电缆悬挂点的间距不大于6m； 一电缆固定装置应能承受电缆重屈，且不应损坏电缆的外皮；电缆上不应悬挂任何物体； 一不应将电缆悬挂在风、水管路上；电缆与风、水管路平行敷设时，应敷设在管路上方300mm以上； 一高、低压电力电缆敷设在巷道同一侧时，高压电缆应敷设在上方； 一高、低压电力电缆之间的净距应不小于100mm；高压电缆之间、低压电缆之间的净距应不小于50mm，并不应不小于电缆外径； 一电力电缆与通信电缆或光缆敷设在巷道同一侧时，电力电缆应在通信电缆下方，且净距不小于 一100mm；电力电缆与通信电缆或光缆在井筒内敷设时，净距不小于300mm； 一裸露的电缆的铠装或金属外皮应作防腐处理；</p>	<p>《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.2.5</p>	<p>初步设计已明确井下电缆敷设符合这些要求。</p>	<p>符合要求</p>

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
	—供给一级负荷用电的两回电源线路应配置在不同层支架或不同侧的支架上，并应实行防火分隔。			
8	井下不应采用油浸式电气设备。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.3.1	该矿山未设计采用油浸式电气设备。	符合要求
9	向井下供电的线路不得装设自动重合闸装置。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.3.2	初步设计已明确。	符合要求
10	井下所有作业地点、安全通道和通往作业地点的通道均应设照明。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.5.1	初步设计已明确。	符合要求
11	下列场所应设置应急照明： —井下变电所； —主要排水泵房； —监控室、生产调度室、通信站和网络中心； —提升机房； —通风机房； —副井井口房； —矿山救护值班室。 非消防工作区域继续工作应急照明连续供电时间不应少于2h；消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于0.5h。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.5.2	初步设计已明确。	符合要求
12	采、掘工作面应采用移动式电气照明，移动式照明灯具应具有良好的透光和耐震性能，坚固耐用，并有金属保护网等安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.7.5.3	初步设计已明确。	符合要求

通过安全检查表检查，初步设计阶段，该矿山的电气系统符合《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）等的相关要求。

3.6.3 触电事故分析

一、井下触电事故危害分析

开采中使用各种用电设备、设施，很多设备基本上都采用电作动力，因此电力是矿井生产的主要动力源。由于开采环境及自然条件复

杂，易于损坏供电设备而发生触电事故或因火花而引起火灾。

矿井供电系统事故，一经出现就可能造成严重事故，如减产、人身事故或设备的重大损坏，严重影响生产。因而，必须引起高度重视。供电系统可能发生的事故主要有井下人身触电事故和电钻触电事故。

1.井下人身触电事故

井下生产空间小，环境比较潮湿，有些地段还有淋水、粉尘，电气设备、电缆的绝缘性能易遭破坏，又由于遭受矿石崩砸、机械撞击而使电气设备、电源绝缘损伤，加上电工违章作业等种种原因，电气设备漏电现象在井下是很容易发生的。产生井下人身触电事故的主要因素有如下三种：

1) 电气设备、电缆的绝缘性能

电气设备、电缆绝缘性能的好坏直接影响事故的发生情况，如果绝缘性能好，漏电现象就不易发生。如果绝缘性能不好，一旦遇到淋水或矿石崩砸等，就会发生漏电，为事故的发生埋下了隐患。

2) 防护措施

如果电气设备、电缆的绝缘性能遭到破坏，发生漏电，这时就要看防护措施的好坏，如果防护措施好，就能避免触电事故的发生。

防护措施主要包括检漏保护装置、接地保护装置、安全工具的使用情况等。

3) 环境因素的影响

井下环境对绝缘性能有很大的影响，如果井下环境不好，空气潮湿，粉尘浓度大，通风不良，电气的绝缘性能就容易受到破坏，就易导致触电事故。

2.用电设备触电事故

井下照明、手工用电工具是巷道掘进、开采、运输、修理不可缺少的工具，由于手工用电设备的电压等级较低，作业人员容易产生麻

痹思想，有的工人缺乏安全用电知识，使用手工用电设备时触电事故常有发生。井下产生手工用电设备触电事故的主要因素有如下四种：

1) 设备及设施绝缘性

设备及设施绝缘性有很重要的作用，其指标主要包括电缆接头情况、电机的绝缘性能及外壳的绝缘性能。

2) 安全用具的使用情况

其考核指标是是否使用安全用具及安全用具的绝缘性是否良好。积极有效的防护措施能够避免重大事故的发生。

3) 检漏保护装置

其考核指标是安全质量及工作状态，良好的保护装置可以保证设备的安全运转，同时也能有效地防止触电事故。

4) 保护接地装置

其考核指标是安全质量及工作状态。

二、井下人身触电事故树分析

1. 编制说明

矿井井下生产空间小，环境比较潮湿，有些地段还有淋水、粉尘，电气设备、电缆的绝缘性能易遭破坏。又由于遭受岩石崩砸、机械撞击而使电气设备、电缆绝缘损伤，加上电工违章作业等种种原因，电气设备漏电现象在井下是很容易发生的，如果没有可靠的防护措施，一旦人体触及，就会发生触电事故。电工带电作业、违章操作也是常见的触电事故。总之，由于井下自然条件对安全供电极为不利，井下人身触电事故是很容易发生的。事故树见图 3-9 和图 3-10。

2. 事故树定性分析

1) 求最小割（径）集

根据最小割（径）集数目判别式判定，事故树最小割集有 310 组，最小径集 25 组，所以，用最小径集分析较为方便。

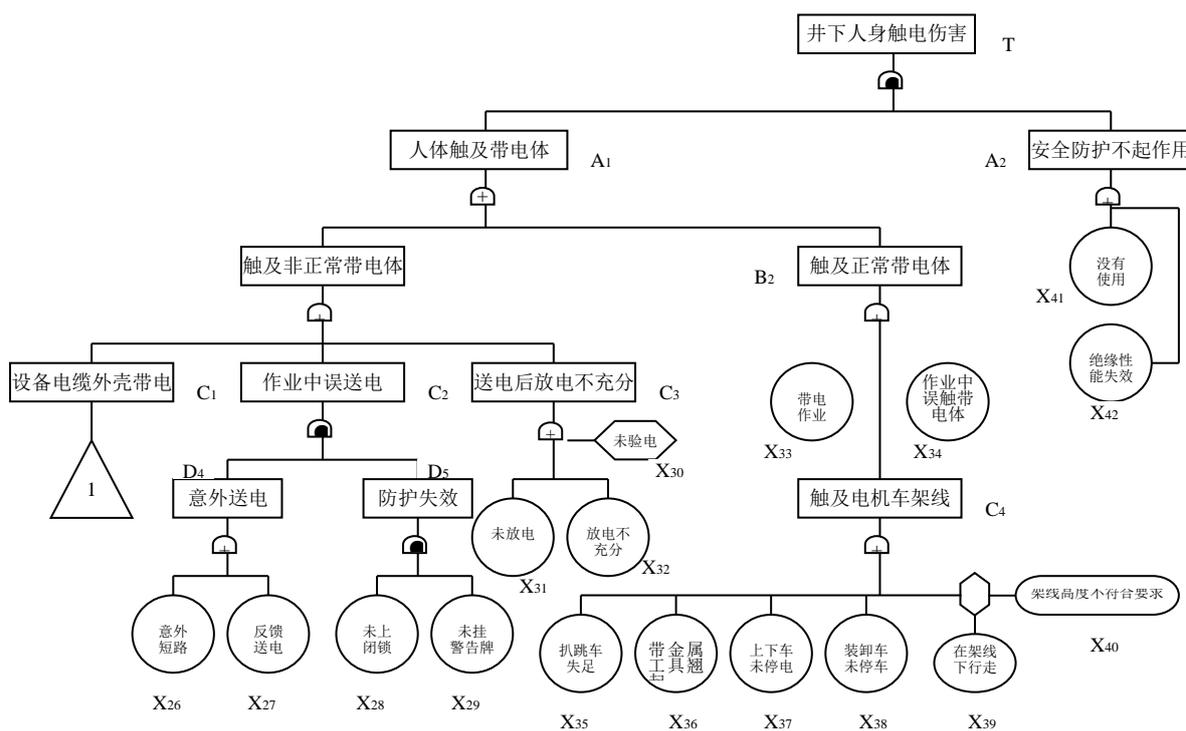


图 3-9 井下人身触电事故

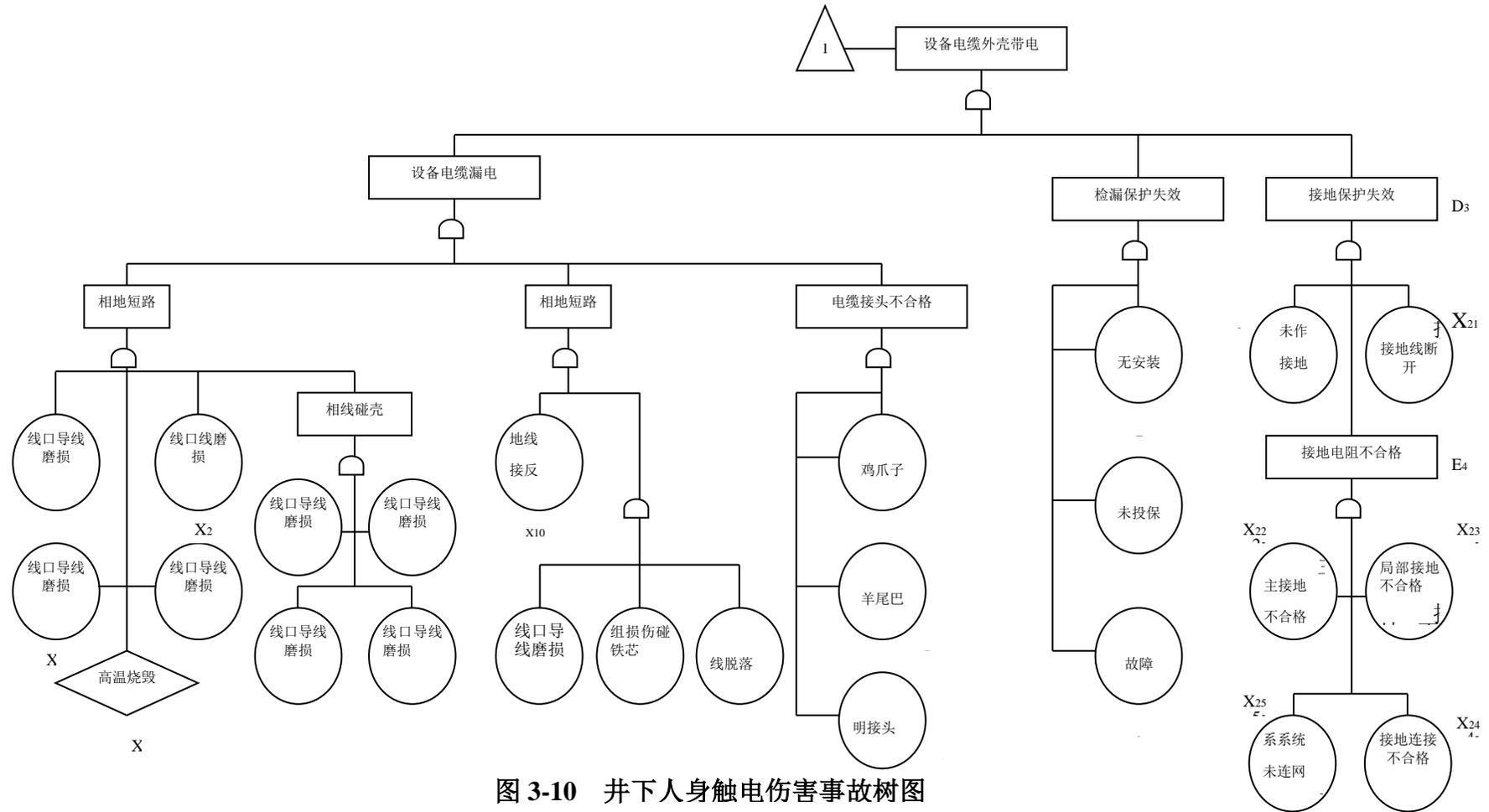


图 3-10 井下人身触电伤害事故树图

成功树的结构函数为：

$$\begin{aligned}
 T' &= A'1 + A'2 = B'1B'2 + A'2 = C'1C'2C'3C'4x'33x'34 + x'41x'42 \\
 &= (D'1 + D'2) (D'4 + D'5) \cdot (x'30 + x'31x'32) + (x'33x'34x'35x'36x'37x'38 \\
 & (x'39 + x'40)) + x'41 + x'42 \\
 &= (x'1x'2x'3x'4x'5x'6x'7x'8x'9x'10x'11x'12x'13 + x'17x'18x'19 + \\
 & x'20x'21x'22x'23x'24x'25) (x'26x'27 + x'28 + x'29) (x'30 + x'31x'32) \\
 & (x'33x'34x'35x'36x'37x'38 (x'39 + x'40)) + x'41x'42
 \end{aligned}$$

将上式展开后，可以得出 25 组最小径集，分别为：

$$P_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{26}, x_{27}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}\}$$

$$P_2 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{28}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}\}$$

$$P_3 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{29}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}\}$$

$$P_4 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{26}, x_{27}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}\}$$

$$P_5 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{26}, x_{27}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{40}\}$$

$$P_6 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{28}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{40}\}$$

$$P_7 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{29}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{40}\}$$

$$P_8 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{26}, x_{27}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{40}\}$$

$$P_9 = \{x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{26}, x_{27}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}\}$$

$$P_{10} = \{x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{28}, x_{30}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{37}, x_{38}, x_{39}\}$$

$$P_{11}=\{X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{28}, X_{29}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}\}$$

$$P_{12}=\{X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{26}, X_{27}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}\}$$

$$P_{13}=\{X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{26}, X_{27}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{14}=\{X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{28}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{15}=\{X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{29}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{16}=\{X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{26}, X_{27}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{17}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}\}$$

$$P_{18}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{28}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}\}$$

$$P_{19}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{29}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}\}$$

$$P_{20}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{21}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{22}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{28}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{23}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{29}, X_{30}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{24}=\{X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{40}\}$$

$$P_{25}=\{x_{41}, x_{42}\}$$

2) 结构重要度分析

因为: $x_1 \sim x_6$ 同属 $P_1 \sim P_8$;

$x_{17} \sim x_{19}$ 同属 $P_9 \sim P_{16}$;

$x_{20} \sim x_{25}$ 同属 $P_{17} \sim P_{24}$;

$x_{33} \sim x_{38}$ 同属 $P_1 \sim P_{24}$;

x_{26} 、 x_{27} 同属 P_1 、 P_4 、 P_5 、 P_8 、 P_9 、 P_{12} 、 P_{13} 、 P_{16} 、 P_{17} 、 P_{20} 、 P_{21} 、 P_{24} ;
 x_{31} 、 x_{32} 同属 P_4 、 P_8 、 P_{12} 、 P_{16} 、 P_{20} 、 P_{24} ;

x_{41} 、 x_{42} 同属 P_{25} ;

x_{28} 、 x_{29} 、 x_{30} 、 x_{39} 、 x_{40} 无同属关系。

因此, 只要判定: $I_{\Phi(1)}$ 、 $I_{\Phi(17)}$ 、 $I_{\Phi(20)}$ 、 $I_{\Phi(26)}$ 、 $I_{\Phi(28)}$ 、 $I_{\Phi(29)}$ 、 $I_{\Phi(30)}$ 、 $I_{\Phi(31)}$ 、 $I_{\Phi(33)}$ 即可。根据近似计算公式求结构重要系数:

$$I_{\phi(i)} = \sum_{x_i \in P_i} \frac{1}{2^{n_j-1}}$$

结构重要度大小的排列顺序为:

$$I_{\Phi(41)} = I_{\Phi(42)} > I_{\Phi(33)} = I_{\Phi(34)} = I_{\Phi(35)} = I_{\Phi(36)} = I_{\Phi(37)} = I_{\Phi(38)} > I_{\Phi(30)} > I_{\Phi(17)}$$

$$= I_{\Phi(18)} = I_{\Phi(19)} > I_{\Phi(39)} = I_{\Phi(40)} > I_{\Phi(28)} = I_{\Phi(29)} > I_{\Phi(26)} = I_{\Phi(27)} > I_{\Phi(20)} = I_{\Phi(21)}$$

$$= I_{\Phi(22)} = I_{\Phi(23)} = I_{\Phi(24)} = I_{\Phi(25)} > I_{\Phi(31)} = I_{\Phi(32)} > I_{\Phi(1)} = I_{\Phi(2)} = I_{\Phi(3)} = I_{\Phi(4)} \\ = I_{\Phi(5)} = I_{\Phi(6)} = I_{\Phi(7)} = I_{\Phi(8)} = I_{\Phi(9)} = I_{\Phi(10)} = I_{\Phi(11)} = I_{\Phi(12)} = I_{\Phi(13)} = I_{\Phi(14)} \\ = I_{\Phi(15)} = I_{\Phi(16)}$$

3.结论

事故树最小割集有 310 组, 其中任何一组最小割集的基本事件发生, 顶上事件就会发生。最小径集有 25 组, 说明控制途径还是比较多的。从控制设备、电缆漏电方面分析, 由于环境和人为的种种因素影

响，要保证漏电事故不发生，就得使基本事件 $x_1 \sim x_{16}$ 都不发生，这是很困难的，而控制基本事件 x_{17} 、 x_{18} 、 x_{19} 和 $x_{20} \sim x_{25}$ 就较为容易。同样地，要完全避免“人的架线下行走”（ x_{39} ）也是不可能的，只能控制 x_{40} （架线高度不符合要求）。断电后放电不充分导致人员触电，是由于接触前未验电造成的。再分析中间事件 C2、C3 后，可以得出这样的结论，在 P1~P24 这 24 组最小径集中选择 P14 和 P23 作为控制顶上事件发生的途径是比较合理且容易实现。

从全面防护角度分析，P25 只有两个基本事件，即 P14（无使用安全防护）和 x_{42} （安全防护绝缘性能失效），由于不可能让所有可能接触用电设备的人员都配用安全用具，所以这条控制途径有很大的局限性，但对那些经常接触的人员和触电机率较高的场合，这仍是一条重要的控制途径。

上面分析的结论与结构重要度分析的结果是相吻合的。

三、触电危险评价

1、触电危险部位

该项目触电的危险部位分布在：矿山、矿区各车间（采区）变电所（配电室）及配电系统、各种电气设备、手持电动工具和移动电气设备、供电线路、照明线路及照明器具等环节和场所均存在直接和间接触电的危险。

变电所是矿区及周边地区的生产动力枢纽，其正常运行与否直接关系到本项目的及周边地区的生产及安全。

矿山、矿区各车间（采区）变电所（配电室）的变压器、互感器、电力电容器、高低压开关柜等设备，及高低压目线、配电线路等。上述装置具有电压高、电流强、控制能量大的特点。金属带电体和裸露带电体多。因此，触电事故发生的可能性相对较大。

采区变电所（配电室）、运输平巷、各装卸矿点，具有潮湿、空间

狭小、各种管缆同路铺设，相互交叉，作业条件和环境相对较差，发生触电事故的可能性大。根据有关资料对矿山伤亡事故的统计数据表明，井下触电事故发生的频率相对是较高的。故上述部位是井下触电危险性较大的环境。

2、对触电的危险性分析与评价

矿山、矿区各车间（采区）变电所（配电室）及配电系统、各种电气设备、手持电动工具和移动电气设备、供电线路、照明线路及照明器具等均存在直接或间接触电的危险。按电压的等级划分为高压和低压两类。

高压触电（包括电击、电伤）的危险，在场所上体现在从 10kV 线路侧架空引出的出线到各车间（采区）变电所（配电室）的供配电设施和线路上，具电压高、电流强度大，在安全技术措施和安全管理上少有疏漏就可能产生事故。

低压触电的危险在场所上体现在从各车间（采区）变配电所（配电室）出线到低压配电屏、控制箱、各类用电设备、器具及照明灯具。具有辐射宽、范围广，与作业人员的接触环境最大，触电的危险体现为低压触电事故。在各类触电事故中具有较大的普遍性，特别在井下作业场所应加强防护与管理。

四、电气火灾和爆炸（电气引燃源）危险评价

矿区电气系统中，因漏电、短路、过载、过流引起的过热、电火花、电弧；雷电放电的电弧；静电火花等可能引起火灾爆炸的场所和环境。

采矿工业场地配电室、仓库；井下木支护采场及巷道、行政办公设施等均可能构成电气火灾的危险源。

本项目应针对电气火灾和爆炸危险采取必要的技术措施和管理措施。

五、雷电危险评价

雷电危险评价主要是针对项目中建构筑物应设置的防雷接地设施而进行的，所采用的方法是根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等相关标准、规范，查评该项目建筑物、设施的防雷分类、防雷设施措施是否正确。可行性研究方案已进行简单的设计描述，在此提出相关建议。

根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010），矿区建构筑物中地表建构筑物属第三类防雷建筑物。建议矿区各类建构筑物按照国家标准、规程和规范的有关要求，设置防雷接地保护装置。并按建筑物的类别满足防雷等级的要求。防雷设施能够满足放直接雷、雷电侵入及感应雷的要求。

3.6.4 矿山电气可靠性评述

矿山用电已由当地变压器引来，供电能力可以满足设计的用电需求。设计用电沿用现有供电系统，对空压机、办公、生活、采矿设备及照明配电等负荷配电。

初步设计中矿山供电系统的设计能够满足初步设计（代可研）阶段的要求。

3.6.5 单元小结

初步设计（代可研）对供电方案、照明、电器安全与防雷接地、电信均作了简要描述，基本符合初步设计（代可研）阶段的安全要求。

该单元存在以下主要问题，需要进一步明确并引起重视：

1.根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010），矿区地表建构筑物属第三类防雷建筑物。建议矿区各类建构筑物按照国家标准、规程和规范的有关要求，设置防雷接地保护装置。并按建筑物的类别满足防雷等级的要求。防雷设施能够满足放直接雷、雷电侵入及感应雷

的要求。

2. 下一步安全设施设计中以及和施工中应针对电气火灾和爆炸危险采取必要的技术措施和管理措施。

3. 针对电气设备、电缆的绝缘性能，防护措施、环境因素的影响等导致井下人身触电事故主要原因，以及针对设备及设施绝缘性、安全用具的使用情况、检漏保护装置和保护接地装置等导致井下产生手工用电设备触电事故的主要因素应采取相应措施，防止人身触电事故。

4. 针对生产过程中的变配电、电动机等带电设备由于设备漏电、绝缘损坏、未安装漏电保护设施或损坏、检修作业安全距离不够、停送电失误，人体触及带电体或空气击穿造成事故在下一步的设计和专篇中应完善安全工程设计方面的对策措施。

3.7 防排水与防灭火单元

3.7.1 防排水子单元

3.7.1.1 概述

本单元危险有害因素有：机械伤害、触电、透水、淹溺、职业危害等。

3.7.1.2 防排水单元 PHA 分析及安全检查表

表 3-19 防排水单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害(排水泵站)	违章作业	操作不熟练； 操作地点不安全； 作业前安全检查、处理不到位； 防护装置（罩）不全。	机械伤害、 跌伤	人员伤害	III	严格执行操作规程； 树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理； 加强个人防护措施； 完善配备机械安全装置。
透水	未设置防排水设施 设施失效	水文地质情况不明、井巷位置设计不合理、测量错误、乱采滥挖破坏防水岩柱、裂隙水渗入、地面排水系统设施	透水	人员伤亡、 设备毁坏	III-IV	加强水文地质工作； 制订防排水制度； 设置防排水设施。

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		布置不合理或损坏、降雨量过大导致地表水涌入、复杂水文地质地段未超前探水、未设置、未检查防排水设施；设施不工作。				
淹溺	未设置防护设施或警示标志	人员误入水仓或安全警示标志模糊失效等；排泥作业时，违章操作	淹溺	人员伤亡	III	加强员工安全意识的教育及操作规程的培训。
职业危害	听力减弱	长期在噪音环境下作业。	职业病	慢性伤害	II	轮班工作方式或完善消声、隔音设施。

表 3-20 防排水单元安全检查表

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
1	水文地质条件复杂的矿山，建设前应进行专门的水文地质勘查，在基建、生产过程中持续开展有关防治水方面的调查、监测工作。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.8.1	设计中已明确井下空气满足这些要求。	符合要求
2	应查清矿区及其附近地表的水流系统、汇水面积、河流沟渠汇水情况、疏水能力、积水区、水利工程现状和规划情况，以及当地日最大降雨量、历年最高洪水位，并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.8.2.1	初步设计已明确。	符合要求
3	应调查核实矿区范围内的小矿井、老井、老采空区、现有生产矿井的积水区、含水层、岩溶带、地质构造等详细情况，并填绘矿区水文地质图。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.8.3.1	初步设计已明确。	符合要求
4	对接近水体的地带或与水体有联系的可疑地段，应坚持“有疑必探，先探后掘”的原则，编制探水设计。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.8.3.5	初步设计已明确。	符合要求
5	主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 4h 的正常涌水量；正常涌水量超过 2000m ³ /h 时，应能容纳 2h 的正常涌水量，且不小于 8000m ³ 。应及时清理水仓中的淤泥，水仓有效容积不小于总容积的 70%。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.8.4.1	井下涌水量很小，初步设计未设置水仓。	不涉及
6	井下最低中段的主水泵房出口不少于两个：一个通往中段巷道并装设防水门；另一个在水泵房地面 7m 以上与安全出口连通，或者直接通达上一水平。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）6.8.4.1	井下涌水量很小，初步设计未设置水泵房。	不涉及

序号	检查内容	标准依据	设计资料分析	检查结论
	水泵房地面应至少高出水泵房入口处巷道底板 0.5m；潜没式泵房应设两个通往中段巷道的出口。	） 6.8.4.2		
7	井下主要排水设备应包括工作水泵、备用水泵和检修水泵。工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量；工作水泵和备用水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。备用水泵能力不小于工作水泵能力的 50%；检修水泵能力不小于工作水泵能力的 25%。只设 3 台水泵时，水泵型号应相同。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.8.4.3	井下涌水量很小，初步设计未设置排水泵。	不涉及
8	应设工作排水管路和备用排水管路。水泵出口应直接与工作排水管路和备用排水管路连接。工作排水管路应能配合工作水泵在 20h 内排出一昼夜正常涌水量；全部排水管路应能配合工作水泵和备用水泵在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。	《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 6.8.4.4	井下涌水量很小，初步设计在斜坡道一侧设置 0.4m×0.4m×0.3m 的浆砌石排水沟，能满足排水要求。	不涉及

通过安全检查表检查，初步设计阶段，该矿山的防排水系统符合《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）等的相关要求。

3.7.1.3 开采过程中水灾的危险性评述

大部分矿山都不同程度地存在防排水问题。这问题如解决不好，不仅造成成本增高，经济效益降低，引起设备、人员发生事故，而且会危及矿山的寿命；反之，如果解决得好，不仅能促进生产，确保安全，将排出的水综合利用，变害为利，还可能收到很好的经济效益。矿山开采过程中水的主要危害形式有：

1.增加排水费用，降低矿山经济效益。为了维护矿山安全和正常生产，必须建造各种地下构筑物，利用各种手段（管道、水泵等）夜以继日地排水，不管矿山是否正常生产、产量高低、计划完成与否，排水工作一时一刻都不能停止，因而费用较大。

2.引起事故、灾害、直至淹没矿井。如 1972 年山东省某矿南风井施工时，在井深 427m 年遇到突然涌水。最大涌水量达 256m³/h，使井筒施工设备全部淹没在井中，致使停工达一年之久，严重影响了矿井

建设周期。

3.恶化矿山环境，形成公害。在岩溶充水矿床地区，由于长期排水，大量细颗粒泥砂从溶洞内流失，破坏洞内原有的力学平衡，使冲积层失去支撑力而塌陷，地表水、雨水又通过塌洞灌入矿井导致矿井淹没。湖南省某矿 1968 年一次地表水通过塌洞向矿内灌入 150 万 m³。不少矿山地面塌陷，还破坏大量农田、公路和房屋。

4.软化围岩，降低矿山巷道、采场顶板的稳定性。

防止事故发生的几个主要方面的预防措施：

(1) 井口的位置倘若不合理就极易造成地表水大量灌入井下，因此要做的井口的位置避开山洪口，避开受淹区，井口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。

(2) 地表水淹井最易发生的时候是在洪水暴发期，因此一定要做好汛期的防护措施。

3.7.1.4 井下排水

各中段为平硐开拓，在平硐一侧设置 0.4m×0.4m×0.3m 的浆砌石排水沟，将坑内的生产水和坑内涌水排至山外沉淀池，沉淀池沉淀后排出山外。

3.7.2 防灭火子单元

3.7.2.1 概述

本单元危险有害因素有：火灾、触电、职业危害等。

3.7.2.2 预先危险性分析（PHA）

表 3-21 防灭火子单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
火灾	当电动机及其控制装置或其它电气设备内部线路的绝缘破坏时将导致短路、检修过程中使用临	操作不熟练； 操作地点不安全； 作业前安全检	火灾	人员伤亡、 设备损坏	III	对电气线路经常检查，对老化线路及早更换，对用

危险因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
	时照明电源或其他临时用电时发生短路以及线路过电流有可能引发电气火灾。	查、处理不到位； 防护装置（罩）不全。				电设备经常监测，发现问题，及时检修。

3.7.2.3 安全检查表

根据参照《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）中的相关内容对该项目初步设计（代可研）方案中的防灭火系统进行对照检查，见表 3-22。

表 3-22 防排灭火子单元安全检查表

序号	评价内容	依据标准条款	检查情况	检查结果
1	结合井下供水系统设置井下消防管路。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）6.9.1.2	初步设计（代可研）中井下消防用水和生产用水共用一条管线	符合
2	下列场所应设消火栓： —内燃自行设备通行频繁的主要斜坡道和主要平硐； —燃油储存硐室和加油站； —主要中段井底车场和无轨设备维修硐室。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）6.9.1.3	可初步设计（代可研）中提出了铺设消防水管，明确了每隔 50~100m 需设支管和供水接头。	符合
3	斜坡道或巷道中的消火栓设置间距不大于 100m；每个消火栓应配有水枪和水带，水带的长度应满足消火栓设置间距内的消防要求。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）6.9.1.4	初步设计（代可研）明确：按各建筑物的防火等级，按规定设置相应灭火器材，厂房内设置灾变讯号和消防器材。	符合
4	在下列地点或区域应配置灭火器： ——有人员和设备通行的主要进风巷道、进风井井口建筑、主要通风机房和压入式辅助通风机房、风硐及暖风道； ——人员提升竖井的马头门、井底车场； ——变压器室、变配电所、电机车库、维修硐室、破碎硐室、带式输送机驱动	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）6.9.1.7	初步设计已明确在这些位置设置灭火器。	符合

序号	评价内容	依据标准条款	检查情况	检查结果
	站等主要机电设备硐室、油库和加油站、爆破器材库、材料库、避灾硐室、休息或排班硐室等； ——内燃自行设备通行频繁的斜坡道和巷道，灭火器配置点间距不大于 300m。			
5	每个灭火器配置点的灭火器数量不少于 2 具，灭火器应能扑灭 150m 范围内的初始火源。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 6.9.1.8	初步设计已明确。	符合
6	井口和平硐口 50m 范围内的建筑物内不得存放燃油、油脂或其他可燃材料。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 6.9.1.9	初步设计已要求井口和平硐口 50m 范围内的建筑物内不得存放燃油、油脂或其他可燃材料。	符合
7	井下车库、加油站和储油硐室应符合下列要求： ——应设在发生火灾或爆炸事故时对井下主要设施及作业区影响最小的位置； ——加油站、储油硐室应和车库分开； ——应设置防止失控车辆闯入的保护措施； ——在显著位置设置“严禁烟火”的标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 6.9.1.10	该矿山不设置井下车库、加油站和储油硐室。	不涉及
8	井下不得使用乙炔发生装置。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 6.9.1.17	初步设计已要求井下不得使用乙炔发生装置。	符合
9	不应用明火直接加热井下空气或烘烤井口冻结的管道。井下不应使用电炉和灯泡防潮、烘烤和采暖。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 6.9.1.18	初步设计已要求。	符合

通过安全检查表检查，初步设计阶段，该矿山的防灭火系统符合《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）等的相关要求。

3.7.3 单元小结

初步设计（代可研）设置了防排水系统，建立了矿井排水系统，并按照相关规范要求设置了地面和井下消防系统，总体能够满足可研阶段的安全要求。

该单元存在以下主要问题，需要在下一步设计和安全设施设计时进一步明确并引起重视：

1.对接近水体而又有断层通过的地区或与水体有联系的可疑地段，必须坚持“有疑必探，先探后掘”的原则，编制探水设计。探水孔的位置、方向、数目、孔径、每次钻进的深度和超前距离，应根据水头高低、岩石结构与硬度等条件在设计中规定。设计中应重点考虑突水事件，避免淹井事故发生。

2.下一步设计根据《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4号），金属非金属地下矿山应当建立完善的防排水系统，严禁以废弃巷道、采空区等充作水仓。水文地质类型为中等及以上的金属非金属地下矿山应当严格落实“三专两探一撤”措施（配备防治水专业技术人员、建立专门的探放水队伍、配齐专用的探放水设备，采用物探、钻探等方法进行探放水，且在遇到重大险情时必须立即停产撤人）。

3.下一阶段设计中建议进一步明确主要建（构）筑物、采掘设备应配备相应消防灭火器材的要求，完善防灭火的设计。

3.8 地下矿山安全避险“六大系统”单元

3.8.1 概述

设计对矿山监测监控系统、井下人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统、通讯联络系统进行了设计。

本单元主要从监测监控系统、人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统和通信联络系统的设计方面进行符合性检查。

3.8.2 地下矿山安全避险“六大系统”单元安全检查表

表 3-23 通讯联络系统、人员定位系统、监测监控系统检查表

检查内容	依据标准	实际情况	结论
<p>1. 监测监控系统应能实现以下管理功能： 1)实时显示各个监测点的监测数据，并可以图表等形式显示历史监测数据； 2)设置预警参数，并能实现声光预警； 2.监测监控中心设备应有可靠的防雷和接地保护装置。 3.主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端。 4.井下分站应安装在便于人员观察、调试、检验，且围岩稳固、支护良好、无滴水、无杂物的进风巷道或硐室中，安装时应垫支架或吊挂在巷道中，使其距巷道底板不小于 0.3m。 5.应配备分站、传感器等监测监控设备备件，备用数量应能满足日常监测监控需要。 6.主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。 7.传感器的数据或状态应传输到主机。 8.电缆和光缆敷设应符合 GB 16423-2020 中 6.5.2 的相关规定。 9.监测监控系统应具有矿用产品安全标志。 10.监测监控系统安装完毕和大修后，应按产品使用说明书的要求进行测试、调校，经验收合格后方可使用。</p>	<p>AQ2031-2011 第 4.3~4.12 条</p>	<p>1) 初步设计（代可研）报告中在独头工作面、采场作业面安装 CO 传感器，在采场工作面、风机硐室、主要通风干道安装风速传感器； 2) 初步设计（代可研）报告并未明确主机安装位置及生产调度室设置位置； 3) 初步设计（代可研）报告并未明确分站、传感器的备用数量； 4) 初步设计（代可研）未明确电缆和光缆敷设规定； 5) 初步设计（代可研）报告并未明确验收要求。</p>	<p>下一步设计及安全设施设计中完善</p>
<p>有毒有害气体监(检)测： 1.地下矿山应配置足够的便携式气体检测报警仪。便携式气体检测报警仪应能测量一氧化碳、氧气、二氧化氮浓度，并具有报警参数设置和声光报警功能。 2.鼓励有条件的矿山企业采用传感器对炮烟中的一氧化碳或二氧化氮进行在线监测，一氧化碳或二氧化氮传感器的设置应符合以下要求： 1)每个生产中段和分段的进、回风巷靠近采场位置应设置一氧化碳或二氧化氮传感器； 2)压入式通风的独头掘进巷道，应在距离回风出口 5~10m 回风流中设置一氧化碳或二氧化氮传感器；抽出式和混合式通风的独头掘进巷道，应在风筒出风</p>	<p>AQ2031-2011 第 5.1~5.9 条</p>	<p>1) 初步设计（代可研）报告并未明确便携式气体检测报警仪的数量及型号； 2) 初步设计（代可研）报告明确使用 CO 传感器、风速传感器； 3) 矿山不属于含硫矿床； 4) 矿山地质条件中看出暂无自然发火危险； 5) 初步设计（代可研）中并未明确预警参数。</p>	<p>下一步设计及安全设施设计中完善</p>

检查内容	依据标准	实际情况	结论
<p>口后 10~15m 处设置一氧化碳或二氧化氮传感器；</p> <p>3)带式输送机滚筒下风侧 10~15m 处应设置一氧化碳和烟雾传感器；</p> <p>4)传感器应垂直悬挂，距巷壁应不小于 0.2m。一氧化碳传感器和烟雾传感器距顶板应不大于 0.3m，二氧化氮传感器距底板应不高于 1.6m。</p> <p>3.一氧化碳报警浓度不应高于 24ppm，二氧化氮报警浓度不应高于 2.5ppm。</p> <p>4.开采高含硫矿床的地下矿山，还应在每个生产中段和分段的进、回风巷靠近采场位置设置硫化氢和二氧化硫传感器。</p> <p>5.开采有自然发火危险矿床的地下矿山，还应定期采用便携式温度检测仪进行检测。</p> <p>6.硫化氢和二氧化硫传感器的安装位置距底板应不高于 1.6m，温度和烟雾传感器距顶板应不大于 0.3m。</p> <p>7.硫化氢报警浓度不应高于 6.6ppm，二氧化硫报警浓度不应高于 5.3ppm。</p> <p>8.开采含铀(钍)等放射性元素的地下矿山，应监测井下空气中氡(钍射气)及其子体浓度，氡及其子体的监测应符合 EJ378-1989 的规定。</p>			
<p>通风系统监测：</p> <p>1.井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。</p> <p>2.主要通风机应设置风压传感器，传感器的设置应符合 AQ2013.3 中主要通风机风压的测点布置要求。</p> <p>3.风速传感器应设置在能准确计算风量的地点。</p> <p>4.风速传感器报警值应根据 AQ2013.1 确定。</p> <p>5.主要通风机、辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。</p>	<p>AQ2031-2011 第 6.1~6.5 条</p>	<p>1) 初步设计（代可研）报告已说明在主通风干道安装风速传感器，但未明确具体地点；</p> <p>2) 初步设计（代可研）报告已说明在风机硐室安装热敏风速传感器；</p>	<p>下一步设计及安全设施设计中完善</p>
<p>视频监控</p> <p>1.运输人员的井口值班室，以及井口、马头门（调车场）等人员进出场所，应设视频监控。</p> <p>2.紧急避险设施及井下爆破器材库、油库、中央变电所等主要硐室，应设视频监控。安装在井下爆破器材库和油库的视频设备应具备防爆功能。</p> <p>3.井口值班室应设有视频监控显示终</p>	<p>AQ2031-2011 第 7.1~7.5 条</p>	<p>初步设计（代可研）报告中已提出相关要求。</p>	<p>符合</p>

检查内容	依据标准	实际情况	结论
端,用于显示井口信号房、井口、马头门(调车场)等场所的视频监控图像。 4.视频监控的功能与性能设计、设备选型与设置、传输方式、供电等应符合 GB50395-2007 的规定。 5.视频监控图像质量的性能指标应符合 GB50198-1994 的规定。			
地压监测 1.对于在需要保护的建筑物、构筑物、铁路、水体下面开采的地下矿山,应进行地压或变形监测,并应对地表沉降进行监测。 2.存在大面积采空区、工程地质复杂、有严重地压活动的地下矿山,应进行地压监测。 3.变形监测的等级和精度要求应满足 GB50026-2007 有关要求。	AQ2031-2011 第 8.1~8.3 条	初步设计(代可研)报告中已提出相关要求。	符合
井下最多同时作业人数不少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员定位系统;井下最多同时作业人数少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员出入井信息管理制度,准确掌握井下各个区域作业人员的数量。	AQ2032-2011 第 4.1 条	矿山最多同时作业人数为 26 人,少于 30 人,初步设计明确矿山应建立完善人员出入井信息管理制度,准确掌握井下各个区域作业人员的数量。	符合
地下矿山应根据安全避险的实际需要,建设完善有线通信联络系统;宜建设无线通信联络系统,作为有线通信联络系统的补充。	AQ2036-2011 第 4.1 条	初步设计(代可研)报告已明确要求建立有线通信联络系统和无线通信联络系统。	符合
有线通信联络系统应具有以下功能: 1)终端设备与控制中心之间的双向语音且无阻塞通信功能。 2)由控制中心发起的组呼、全呼、选呼、强拆、强插、紧呼及监听功能。 3)由终端设备向控制中心发起的紧急呼叫功能。 4)能够显示发起通信的终端设备的位置。 5)能够储存备份通信历史记录并可进行查询。 6)自动或手动启动的录音功能。 7)终端设备之间通信联络的功能。	AQ2036-2011 第 4.3 条	初步设计(代可研)报告对通信设备选型做了前述要求;	符合
安装通信联络终端设备的地点应包括:井底车场、马头门、井下运输调度室、主要机电硐室、井下变电所、井下各中段采区、主要泵房、主要通风机房、井下紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点、装卸矿点等。	AQ2036-2011 第 4.4 条	初步设计(代可研)中对调度室、回风井口、各中段采区、装卸矿点、井下变电所、主通风机房、爆破时撤离人员集中地点等设计了通信设备。	符合

检查内容	依据标准	实际情况	结论
<p>通信线缆应分设两条，从不同的井筒进入井下配线设备，其中任何一条通信线缆发生故障时，另外一条线缆的容量应能担负井下各通信终端的通信能力。严禁利用大地作为井下通信线路的回路。</p> <p>终端设备应设置在便于使用且围岩稳固、支护良好、无淋水的位置。</p> <p>通信联络系统的配套设备应符合相关标准规定，纳入安全标志管理的应取得矿用产品安全标志。</p> <p>通信联络系统建设完毕，经验收合格后方可投入使用。</p>	AQ2036-2011 第 4.5~4.11 条	初步设计（代可研）报告已说明通讯电缆线路分设两条通讯电缆，。	符合
<p>应指定人员负责通信联络系统的日常检查和维护工作。</p> <p>应绘制通信联络系统布置图，并根据井下实际情况的变化及时更新。布置图应标明终端设备的位置、通信线缆走向等。</p> <p>系统维护人员经培训合格后方可上岗。</p> <p>应定期对通信联络系统进行巡视和检查，发现故障及时处理。</p> <p>系统控制中心应有人值班，值班人员应认真填写设备运行和使用记录。</p> <p>控制中心备用电源应能保证设备连续工作 2 小时以上。</p> <p>应建立以下帐卡及报表： ——设备、仪器台账； ——设备故障登记、检修表； ——巡检记录； ——报警、求救信息报表。</p> <p>相关图纸、技术资料应归档保存。</p>	AQ2036-2011 第 5.1~5.8 条	初步设计（代可研）未明确通信联络系统的日常检查和维护工作的相关要求	下一步设计及安全设施设计中完善

表 3-21 紧急避险系统系统检查表

检查内容	依据标准	实际情况	结论
<p>1.水文地质条件中等及复杂或有透水风险的地下矿山，应至少在最低生产中段设置紧急避险设施；</p> <p>2.生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过 300m 的矿山，应在最低生产中段设置紧急避险设施；</p> <p>3.距中段安全出口实际距离超过 2000m 的生产中段，应设置紧急避险设施；</p> <p>4.应优先选择避灾硐室。</p> <p>5.紧急避险设施的设置应满足本中段最多同时作业人员避灾需要，单个避灾硐室的额定人数不大于 100 人。</p>	AQ2033-2011 第 5.1~5.8 条	初步设计（代可研）建议矿山制定可行的避灾路线及科学制定应急预案，确保避灾路线、安全出口畅通有效及应急预案切实可行。	符合

检查内容	依据标准	实际情况	结论
6.紧急避险设施应设置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集中的地方,高于巷道底板 0.5m 以上,前后 20m 范围内应采用非可燃性材料支护。 7.紧急避险设施外应有清晰、醒目的标识牌,标识牌中应明确标注避灾硐室或救生舱的位置和规格。 8.在井下通往紧急避险设施的入口处,应设有“紧急避险设施”的反光显示标志。 9.矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统的管道、线缆以及监测监控系统的视频监控设备应接入避灾硐室内。各种管线在接入避灾硐室时应采取密封等防护措施。			

表 3-22 压风自救、供水施救系统检查表

检查内容	依据标准	实际情况	结论
1.金属非金属地下矿山应根据安全避险的实际需要,建设完善压风自救系统。压风自救系统可以与生产压风系统共用。 2.压风自救系统应进行设计,并按照设计要求进行建设。 3.压风自救系统的空气压缩机应安装在地面,并能在 10min 内启动。空气压缩机安装在地面难以保证对井下作业地点有效供风时,可以安装在风源质量不受生产作业区域影响且围岩稳固、支护良好的井下地点。 4.压风管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料。 5.压风管道敷设应牢固平直,并延伸到井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。 6.各主要生产中段和分段进风巷道的压风管道上每隔 200~300m 应安设一组三通及阀门。 7.独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设一组三通及阀门,向外每隔 200~300m 应安设一组三通及阀门。有毒有害气体涌出的独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设压风自救装置。 8.爆破时撤离人员集中地点的压风管道上应安设一组三通及阀门。 9.压风管道应接入紧急避险设施内,并设置供气阀门,接入的矿井压风管路应设减压、消音、过滤装置和控制阀,压风出口压力应为 0.1~0.3MPa,供风量每人不低于 0.3m ³ /min,连续噪声不大于 70dB(A)。 10.压风自救装置、三通及阀门安装地点应宽敞、稳固,安装位置应便于避灾人员使用;阀门应开关灵	AQ2034-2011 第 4.1~4.13 条	初步设计(代可研)已对压风自救系统进行设计,符合前述要求。	符合

检查内容	依据标准	实际情况	结论
活。 11.主压风管道中应安装油水分离器。 12.压风自救系统的配套设备应符合相关标准的规定,纳入安全标志管理的应取得矿用产品安全标志。 13.压风自救系统安装完毕,经验收合格后方可投入使用。			
应指定人员负责压风自救系统的日常检查与维护工作。 应绘制压风自救系统布置图,并根据井下实际情况的变化及时更新。布置图应标明压风自救装置、三通及阀门的位置,以及压风管道的走向等。 应定期对压风自救系统进行巡视和检查,发现故障及时处理。 应配备足够的备件,确保压风自救系统正常使用。 应根据各类事故灾害特点,将压风自救系统的使用纳入相应事故应急预案中,并对入井人员进行压风自救系统使用的培训,确保每位入井人员都能正确使用。 相关图纸、技术资料应归档保存。	AQ2034-2011 第 5.1~5.6 条	初步设计(代可研)未明确压风自救系统的日常检查和维护工作的相关要求。	下一步设计及安全设施设计中完善
1. 金属非金属地下矿山应根据安全避险的实际需要,建设完善供水施救系统。 2.供水施救系统应进行设计,并按照设计要求进行建设。 3.供水施救系统应优先采用静压供水;当不具备条件时,采用动压供水。 4.供水施救系统可以与生产供水系统共用,施救时水源应满足生活饮用水水质卫生要求。 5.供水管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料。 6.供水管道敷设应牢固平直,并延伸到井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。 7.各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上每隔 200~300m 应安设一组三通及阀门。 8.独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上应安设一组三通及阀门,向外每隔 200~300m 应安设一组三通及阀门。 9.爆破时撤离人员集中地点的供水管道上应安设一组三通及阀门。 10.供水管道应接入紧急避险设施内,并安设阀门及过滤装置,水量和水压应满足额定数量人员避灾时的需要。 11.三通及阀门安装地点应宽敞、稳固,安装位置应便于避灾人员使用;阀门应开关灵活。 12.供水施救系统的配套设备应符合相关标准的规定,纳入安全标志管理的应取得矿用产品安全标志。 13.供水施救系统安装完毕,经验收合格后方可投入	AQ2035-2011 第 4.1~4.13 条	初步设计(代可研)中供水施救系统符合前述要求。	符合

检查内容	依据标准	实际情况	结论
使用。			
应指定人员负责供水施救系统的日常检查与维护工作。 应绘制供水施救系统布置图，并根据井下实际情况的变化及时更新。布置图应标明三通及阀门的位置，以及供水管道的走向等。 应定期对供水施救系统进行巡视和检查，发现故障及时处理。 应配备足够的备件，确保供水施救系统正常使用。 应根据各类事故灾害特点，将供水施救系统的使用纳入相应事故应急预案中，并对入井人员进行供水施救系统使用的培训，确保每位入井人员都能正确使用。 相关图纸、技术资料应归档保存。	AQ2035-2011 第 5.1~5.6 条	初步设计（代可研）未明确供水施救系统的日常检查和维护工作的相关要求。	下一步设计及安全设施设计中完善

3.8.3 单元小结

初步设计（代可研）压风自救系、紧急避险系统，对地下矿山安全避险“六大系统”做了简要的介绍和设计，能够满足可研阶段的安全要求。

该单元存在以下主要问题：

1.设计中未明确预警参数及声光预警、未明确主机安装位置及生产调度室设置位置、未明确井下分站的具体安装位置及安装方式、并未明确分站、传感器的备用数量、未明确电缆和光缆敷设规定及安装验收要求。

2.设计已说明在主通风干道安装风速传感器，但未明确具体地点，未要求安装风压传感器，未明确各地点的风速报警值，主要通风机、辅助通风机、局部通风机未设计安装开停传感器。

3.设计未明确压风自救系统、供水施救系统的日常检查和维护工作的相关要求。

3.9 安全管理单元

3.9.1 安全管理

矿山企业必须贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，紧紧围绕人、机、物、环境建立起安全生产的自我教育、自我激励、自我完善和自我约束的机制，逐步实现安全管理科学化、标准化、制度化。

本项目为技改项目，要达到安全建设和生产的目的，应抓好生产工艺、生产设施方面安全技术措施的建设 and 矿山安全管理体系和各类规章制度的建立健全和完善。除在生产工艺和设施方面配套和完善安全设施，创造安全生产基础条件外，企业仍须通过制订安全生产管理规章制度，规范人的生产作业行为，加强对工艺系统和设备设施的管理，对生产过程中工艺系统、设备设施的危险进行辨识和控制，从而创造本质安全的作业条件，保证工艺系统、设备设施和作业环境的本质安全。

按照有关矿山安全管理工作的要求，结合有关法律法规，对该项目提出安全管理工作意见。

一、设置矿山安全生产管理机构

武定东坡正雄石膏矿厂属中型矿山企业，具有较完善的生产和管理系统。武定东坡正雄石膏矿厂成立有安全生产管理委员会，安委会下设办公室在公司安全环保部。安全环保部为公司安全管理职能部室。

公司制定了相应的安全生产责任制、安全生产管理制度、安全操作规程等。矿山主要负责人、安全管理人员参加了专门的培训，并取得安全资格证。

矿山应根据《国家矿山监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安（2022）4号），结合建设项目的具体情况，严格安全和技术管理，不断完善安全生产管理专职机构配置，

专职和兼职安全员人员数量应能满足安全生产的需要。安环部应负责落实国家有关安全生产法律法规，组织企业内部各种安全检查活动，负责日常安全检查，及时整改各种事故隐患，监督安全生产责任制的落实。

二、建立企业安全生产责任制

企业应按《中华人民共和国安全生产法》和其它相关的法律法规的要求，结合企业组织机构、岗位的变化建立健全相关的安全生产责任制进行完善，主要包括：

1. 企业主要负责人安全生产责任制；
2. 企业其他负责人安全生产责任制；
3. 企业安全生产管理机构及各职能机构负责人及其工作人员安全生产责任制；
4. 班、组长安全生产责任制；
5. 岗位（工种）工人安全生产职责。

企业在项目建设和生产中，进行工程发包和部分工作发包，必须依照《中华人民共和国安全生产法》的有关规定与施工单位、承包生产单位签订安全生产管理协议，并履行监督、协调和管理职能。

三、建立企业安全生产管理制度

企业应按《安全生产法》和其它相关的法律法规的规定，根据建设项目的具体情况，不断完善安全生产管理制度。其中应包括如下安全管理制度：

1. 安全生产责任制度；
2. 安全生产目标管理制度；
3. 安全检查制度；
4. 安全教育培训制度；
5. 职业危害预防制度及职业健康监护制度；

- 6.生产安全事故管理制度；
- 7.安全生产奖惩制度；
- 8.设备安全管理制度（含设备维修制度）；
- 9.安全生产档案管理制度；
- 10.特种作业人员管理制度；
- 11.劳动防护用品发放管理制度；
- 12.危险源监控管理、隐患治理制度；
- 13.特种设备管理制度；
- 14.安全技术措施审批制度；
- 15.顶板管理制度；
- 16.爆破物品安全管理制度；
- 17.矿领导轮流下井带班制度等。

四、制定作业安全规程和各工种安全技术操作规程

企业应根据建设项目生产工艺、设备、设施、工序、工种的构成和组成情况，按设备、工序、工种制定完善安全操作规程。并制定采矿、掘进、爆破、通风、支护、装载、运输、设备检修等活动的作业规程。

五、建立企业安全生产管理档案（台帐）

按《中华人民共和国安全生产法》和其它相关的法律法规的规定，企业应建立安全生产记录档案，及时掌握企业安全生产状况，便于企业制定安全生产技术措施和安全决策。故建议企业建立完善以下安全生产记录档案。

- 1.各级安全生产会议记录档案；
- 2.各类从业人员安全教育培训、考核、持证情况档案；
- 3.设备、设施安全管理档案；
- 4.现场安全检查、事故隐患及其整改情况档案；

- 5.职工劳动用品发放管理档案;
- 6.职工违章处罚情况档案;
- 7.伤亡事故分析、处理、统计档案;
- 8.特种作业人员记录档案;
- 9.安全生产责任制签订、考核情况档案;
10. 特种设备档案;
11. 事故应急预案演练记录;
12. 安全投入档案等。

六、制定企业安全生产投入和技术措施计划

安全投入应符合安全生产要求，按照有关规定提取安全技术措施专项经费。通过制定安全技术措施，以便不同作业场所的具体情况进行安全控制。安全技术措施应包括：防火、防爆、防毒、防尘、防雷击、防触电、防坍塌、防滚石、防冒顶片帮、防透水、防淹溺、防机械伤害、防高空坠落、防交通事故、防暑、防环境污染等。对重大危险场所、设施，进行建档和检测、评估及采取监控措施。并制定实施计划和确保安全生产资金的有效投入。

七、加强对企业各级人员的安全培训考核工作

安全生产法规定，各级领导、安全管理和职能部门人员必须经过培训、考核、取得资格证后，方能履行安全管理职能；安全生产法规定，特种作业人员需经培训，考核取得资格证后方可持证上岗作业；生产作业人员需经“三级”安全教育、岗前培训后方可上岗作业。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

本报告根据有关安全生产的培训要求提出安全教育培训对象和内容如下：

1. 培训人员

- 1) 主要负责人和安全生产管理人员的安全生产知识和管理能力经

考核合格取得任职资格证方可上岗；

2) 矿山特种作业人员必须经有关业务管理部门考核合格，取得特种作业操作资格证书方可上岗；

3) 其他从业人员按照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格方可上岗。

2. 三级安全生产教育培训

对新从业人员，应进行厂、车间、班组三级安全生产教育培训：

1) 厂级安全生产教育培训内容主要是：安全生产基本知识；本单位安全生产规章制度；劳动纪律；作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故应急措施；有关事故案例等。

2) 车间级安全生产教育培训内容主要是：本车间安全生产状况和规章制度；作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故应急措施；事故案例等。

3) 班组级安全生产教育培训内容主要是：岗位安全操作规程；生产设备、安全装置、劳动防护用品(用具)的正确使用方法；事故案例等。

3. 培训时间

1) 新进矿山的井下作业职工，接受安全教育、培训的时间不得少于 72 小时，考试合格后，必须在有安全工作经验的职工带领下工作满 4 个月，然后经再次考核合格，方可独立工作。

2) 调整工作岗位或离岗一年以上重新上岗的从业人员，应进行相应的车间级安全生产教育培训。

3) 实施新工艺、新技术或使用新设备、新材料时应对从业人员进行有针对性的安全生产教育培训。

4) 所有生产作业人员，每年接受在职安全教育、培训的时间不少于 20 小时。

要确立终身教育的观念和全员培训的目标，对在岗的从业人员应

进行经常性的安全生产教育培训，其内容主要是：安全生产新知识、新技术；安全生产法律法规；作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故应急措施事故案例等。

八、工伤保险

按照国家有关规定，企业应为矿山从业人员购买工伤保险。

九、加强安全警示、标示

企业应在要害岗位、重要设备和设施及危险区域，例如：机械设备、供配电设施、井口、井底、采空区、地面炸药发放室、采空区上部地表塌陷区等危险范围、井口废石场作业范围等区域，设置照明和安全警示、标示牌，并应严加管理。

十、其它

建立矿山安全生产技术档案管理制度。健全反映矿山安全现状、指导矿山安全生产的图件、文件、资料、各种报表和台帐。绘制矿山通风系统图、避灾线路图、井上井下对照图、采区布置图、各中段(水平)生产现状图、供配电系统图等，并随矿山生产的发展和变化情况，定期进行填绘，确保图件的及时性和有效性。

3.9.2 事故应急救援预案

该矿山设立了应急救援指挥机构，公布了应急成员的名单、指挥成员、专业队联系人的通讯电话，明确了指挥人员分工及各部门职责，制定了培训和演练计划，成立了兼职应急救援队。

应急救援预编制主要内容如下表：

表 3-23 应急预案编制表

项目	内容
应急预案	编制重特大安全生产事故应急预案
专项应急预案	编制爆破事故、突水事故等应急预案
管理制度	建立值班制度、检查制度、例会、应急预案会审及更新、应急演练制度
协作机制	与地方政府建立通信保障、运输保障、应急物资供应保障、治安保障及应急治疗等

根据建设项目存在的危险有害因素分布情况，对已建立的事故应

急救援预案进行有针对性的补充完善，按照要求进行评审备案，并制定演练方案，定期进行预案的演练。

3.9.3 单元小结

本项目为改扩建项目，矿山建立了比较完善的安全生产管理机构和安全责任制、安全管理制度和各工种安全操作规程，基本能够满足该项目采矿工程的安全管理需要。但企业应根据生产的发展及建设项目的具体情况，及时调整安全生产管理机构，完善安全生产责任制、安全管理制度、安全技术操作规程等工作。

企业应对以下问题加强管理：

1.企业下一步工作中应进一步完善相关安全管理台账记录，并根据生产的发展，及时调整和完善安全生产管理机构，完善安全生产责任制、安全管理制度、安全技术操作规程，并督促作业人员认真执行。

2.企业已按照《生产经营单位安全生产事故应急救援预案编制导则》编制了事故应急预案，该预案基本满足矿山扩建后安全生产需求，根据生产发展的实际情况，及时更新和完善事故应急预案，补充专项预案、现场处置方案，定期进行演练，并做好演练记录。

3.依据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》，严格实施“三同时”制度。在技术设计和施工图纸设计中应落实有关的劳动安全内容。劳动安全设施必须与主体工程要同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。企业应投入一定数量的安全专项资金，所需经费纳入项目投资总额内，要保证资金到位。

4.对危险性较大的生产岗位和生产过程，要建立监测、监控系统。按照国家有关规定，企业应为矿山从业人员购买工伤保险，并为危险性较大的岗位作业人员购买人身意外伤害保险。

5.根据企业所需员工数量，配备相应的安全管理人员、专业技术人员。建立完善的安全管理网络。根据消防条例规定，建立防火安全保

障体系。

6.对有职业禁忌症的人员不得安排其从事禁忌范围的工作。

7.对员工进行操作技术培训和安全教育（安全教育中除包括思想、纪律、安全知识、消防器材使用、个体防护用品使用等内容外，还应包括事故紧急处理、抢救、报告方法的教育），既保证员工安全健康，又保证在紧急事故中能采取正确的处理方法，使事故损失降到最低。

8.该矿地下开采涉及安全检查作业、矿山井下电气作业、矿山爆破作业、高压电工作业、低压电工作业、熔化焊接与热切割作业等属于特种作业，作业人员需参加培训，并取得特种作业操作证后方可上岗。

9.健全矿山生产的各种图件和资料，并妥善保管。

3.10 重大危险源辨识单元

3.10.1 辨识依据

根据《安全生产法》、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，对项目进行重大危险源的辨识。

按照《安全生产法》关于重大危险源的定义，重大危险源是指长期地或临时地生产、搬运、使用或者储存危险品，且危险品的数量等于或超过临界量的单元。

在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中，对于具有易燃、易爆、有毒、有害等特性，会对人员、设施、环境造成伤害或损害的化学品。定出了各种危险化学品的临界量。

单元内存在危险化学品的数量等于或超过标准规定的临界量，即为危险化学品重大危险源。按照单元内物质种类的多少区分为以下两种情况：

1) 单元内存在的危险化学品为单一品种，则该单元内危险化学品的总量，等于或超过相应的临界值，则定为危险化学品重大危险源。

2) 单元内的危险化学品为多个品种时，则按式（1）计算，若满

足式 (1)，则定为危险化学品重大危险源：

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

式中： q_1, q_2, \dots, q_n 每种危险化学品实际存在量，单位为吨 (t)；
 Q_1, Q_2, \dots, Q_n 各种危险化学品相对应的临界量，单位为吨 (t)。

3.10.2 重大危险源辨识

矿山使用的危险化学品主要有 2 种，按照《危险化学品目录（2015 版）》规定中的乙炔、氧气。爆破器材（包括炸药和起爆器材）不在本次评价范围内，不考虑计入重大危险源辨识。

该项目检维修用的氧气和乙炔均为 40L 的钢制气瓶包装，氧气最大储存量为两瓶，合计 13.6kg (0.0136t)；乙炔最大储量为两瓶，合计 19.2 kg (0.0192t)。

计算过程：

$$0.0136/200+0.0192/1=0.019268 \ll 1$$

经计算该项目的储存的危险化学品辨识指标为 0.019268，远远小于 1，因此该项目危险化学品的储存不构成重大危险源。

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218-2018) 的相关规定进行辨识，确认武定东坡正雄石膏矿厂采矿工程作业区不构成重大危险源。

第 4 章 安全对策措施及建议

安全对策措施是要求设计单位、生产或经营单位在建设项目设计、生产经营、管理中采取的消除或减弱危险、有害因素的技术措施和管理措施，是预防事故发生和保障整个生产、经营过程安全的对策措施。

根据前述危险有害因素辨识情况，以及定性、定量评价结果，对该矿提出如下安全对策措施及建议。

4.1 安全技术对策措施建议

4.1.1 总平面布置单元安全对策措施

1. 下一步设计中进一步核实地表移动范围，圈定地表移动范围并设立警戒标志，以防人畜进入。

2. 由于受矿山地形坡度及地表移动滚石影响，为保证矿山生产安全和持续，矿山应做到建立安全监控机制，对矿山地表上存在有安全隐患的地方要及时进行清除。当生产与安全相冲突时，必须先保证安全再进行生产。为保证矿山生产安全和持续，矿山应做到以下几点：

1) 建立安全监控机制，对矿山地表上存在有安全隐患的地方要及时进行清除。

2) 禁行人和车辆在滚石影响范围内活动，并挂有警示标志。

3) 当生产与安全相冲突时，必须先保证安全再进行生产。

4) 坑口作为安全通道，必须经常加强维护管理，确保人员撤离及运输等安全。

2. 各场地的边坡应由具有资质的边坡勘探单位进行工程地质勘察，分析边坡的稳定性和建议合理的护坡形式。

4.1.2 开拓单元安全对策措施

下一阶段设计中应对地表移动圈定的相关参数进行核实，设置警戒标志，采取监测、监控等相应的安全防范措施。

4.1.3 运输单元安全对策措施

下一阶段设计中应明确躲避硐室设置的具体参数。

4.1.4 采掘单元安全对策措施

1.为验证采矿方法的安全性，应提前建立试验采场，试采期间着重研究岩体应力、地压活动、矿岩物理力学性质，获取工程地质资料，提供更多的设计依据，以保证采场的安全生产。

2.矿山开采后期，如何采取有效的地压监测监控措施，应在建议下一阶段设计中补充完善。

3.随着开采的继续，有可能会发生巷道变形和垮塌的情况，因此在今后的生产过程中要加强对巷道的变形观测，加强安全管理，确保安全文明生产，杜绝安全生产事故的发生。

4.建议开展岩石力学研究工作，完善岩体稳定性基础评价资料，做好井下工程、采场、采空区稳定性评价。重点研究矿区构造对生产的影响，以及矿岩的稳固性研究工作。

5.下一步设计应完善较大矿房如何布置采场的内容。

4.1.5 通风单元安全对策措施

1.初步设计中并未明确通风构筑物的具体位置及采用的构筑形式，建议下一步阶段设计补充完善。

2.初步设计中主要通风机选型未验算其工况点，下一步设计时需对主要通风机工况点进行验算。

4.1.6 供配电设施单元安全对策措施

1.根据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010),矿区地表建筑物属第三类防雷建筑物。建议矿区各类建构物按照国家标准、规程和规范的有关要求,设置防雷接地保护装置。并按建筑物的类别满足防雷等级的要求。防雷设施能够满足放直接雷、雷电侵入及感应雷的要求。

2.下一步安全设施设计中以及和施工中应针对电气火灾和爆炸危险采取必要的技术措施和管理措施。

3.针对电气设备、电缆的绝缘性能,防护措施、环境因素的影响等导致井下人身触电事故主要原因,以及针对设备及设施绝缘性、安全用具的使用情况、检漏保护装置和保护接地装置等导致井下产生手工用电设备触电事故的主要因素应采取相应措施,防止人身触电事故。

4.针对生产过程中的变配电、电动机等带电设备由于设备漏电、绝缘损坏、未安装漏电保护设施或损坏、检修作业安全距离不够、停送电失误,人体触及带电体或空气击穿造成事故在下一步的设计和专篇中应完善安全工程设计方面的对策措施。

4.1.7 防排水与防灭火单元安全对策措施

1.对接近水体而又有断层通过的地区或与水体有联系的可疑地段,必须坚持“有疑必探,先探后掘”的原则,编制探水设计。探水孔的位置、方向、数目、孔径、每次钻进的深度和超前距离,应根据水头高低、岩石结构与硬度等条件在设计中规定。设计中应重点考虑突水事件,避免淹井事故发生。

2.下一步设计和安全设施设计时应查清矿区及其附近地表水流系统和汇水面积、河流沟渠汇水情况、疏水能力、积水区和水利工程的

现状和规划情况，以及当地日最大降雨量、历年最高洪水位，并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统。

3.下一阶段设计中建议进一步明确主要建（构）筑物、采掘设备应配备相应消防灭火器材的要求，完善防灭火的设计。

4.1.8 地下矿山安全避险“六大系统”单元安全对策措施

1.设计中未明确预警参数及声光预警、未明确主机安装位置及生产调度室设置位置、未明确井下分站的具体安装位置及安装方式、并未明确分站、传感器的备用数量、未明确电缆和光缆敷设规定及安装验收要求。

2.设计已说明在主通风干道安装风速传感器，但未明确具体地点，未要求安装风压传感器，未明确各地点的风速报警值，主要通风机、辅助通风机、局部通风机未设计安装开停传感器。

3.设计未明确压风自救系统、供水施救系统的日常检查和维护工作的相关要求。

4.2 安全管理对策措施

4.2.1 安全管理基本要求

1) 与有资质的矿山救护队签订协议，以防发生事故做到有组织的救援，减少事故的损失。

2) 根据法律、法规的要求，安全设施应与主体工程同时设计，同时施工，同时投入使用。安全设施按设计与主体工程同时施工时，应有资质的施工单位进行施工，防止工程质量事故。

3) 应为全体员工购买工伤保险。

4) 矿山如有外包工程应发包给相应资质的承包单位，并与其签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责，矿山应对外包工

程的安全生产实施管理和监督。

5) 按要求进行标准化建设并达标。

6) 矿山今后开采中应严格按照设计进行开采，严禁越界开采和超规模生产。

7) 矿山应组织学习、认真贯彻《关于转发国家安全监管总局关于严防十类非煤矿山生产安全事故的通知》的相关精神，进一步提高安全生产管理水平，防止冒顶片帮、中毒窒息等类似事故的发生。

8) 矿山应在企业醒目位置设置公告栏，在存在安全生产风险的岗位设置告知卡，分别标明本企业、本岗位主要危险有害因素、后果、事故预防及应急措施、报告电话等内容。

4.2.2 安全管理机构及人员配置

1) 完善安全生产管理机构和人员配置，配备不少于 1 名的专职安全管理人员，保证各类安全生产管理制度能认真贯彻执行；持证上岗。

2) 任命矿山安全生产第一责任人、安全生产直接责任人，并报上级生产部门及应急管理部门备案，明确各工种、岗位安全生产责任人。

4.2.3 管理制度和操作规程

1) 完善、健全如下管理制度：

(1) 安全目标管理制度；

(2) 安全例会制度；

(3) 安全检查制度；

(4) 安全教育培训制度；

(5) 生产技术管理制度；

(6) 机电设备管理制度；

(7) 安全费用提取与使用制度；

- (8) 重大危险源监控制度；
- (9) 安全生产隐患排查治理制度；
- (10) 安全技术措施审批制度；
- (11) 劳动防护用品管理制度；
- (12) 职业危害预防管理制度；
- (13) 生产安全事故报告和应急管理制度；
- (14) 安全生产奖惩制度；
- (15) 安全生产档案管理等制度等。

2) 完善、健全如下操作规程

- (1) 电工操作规程；
- (2) 安全检查操作规程；
- (3) 排险人员操作规程；
- (4) 电焊工操作规程；
- (5) 矿用自卸汽车机操作规程；
- (6) 爆破作业安全规程；
- (7) 支护工安全操作规程；
- (8) 空压机工安全操作规程；
- (9) 凿岩工安全操作规程；
- (10) 通风工操作规程。

4.2.4 安全培训、教育、考核

1) 主要负责人、安全生产管理人员必须进行安全资格培训，经安全生产监督管理部门或法律法规规定的有关主管部门考核合格并取得安全资格证书后方可任职。

2) 主要负责人、安全生产管理人员每年应进行安全再培训。

3) 特种作业人员上岗前, 必须进行专门的安全技术和操作技能的培训和考核, 并经培训考核合格, 取得《特种作业人员操作证》后方可上岗。

4) 取得特种作业人员操作证者, 按规定定期进行年审。

5) 非煤露天矿山新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时, 每年接受再培训时间不少于 20 学时。

6) 调整工作岗位或离岗一年以上重新上岗时, 应进行相应的安全生产教育培训。

7) 矿山实施新工艺、新技术或使用新设备、新材料时, 应对从业人员进行针对性的安全生产教育培训。

8) 每年要编制全矿职工培训教育计划, 每次培训应做好记录。

4.2.5 安全生产费用提取及使用管理

依照《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》(财资〔2022〕136 号, 2022 年 11 月 21 日起施行) 有关规定足额提取安全生产费用。本项目属于非金属露天矿山应按要求完善以下内容:

1) 完善、改造和维护安全防护设施设备和重大安全隐患治理支出。包括矿山综合防尘、防灭火、防治水、机电设备、供配电系统、运输系统等的完善、改造和维护支出, 以及实施露天矿边坡治理、采空区治理等支出;

2) 完善应急救援技术装备、设施配置及维护保养支出, 事故逃生和紧急避难设施设备的配置和应急演练支出;

3) 开展重大危险源和事故隐患评估、监控和整改支出;

4) 安全生产检查、评价(不包括新建、改建、改建项目安全评价)、

咨询、标准化建设支出；

5) 配备和更新现场作业人员安全防护用品支出；

6) 安全生产宣传、教育、培训支出；

7) 安全生产适用的新技术、新标准、新工艺、新装备的推广应用支出；

8) 安全设施及特种设备检测检验支出。

4.2.6 实施监督与管理

1) 安全管理对策措施动态表现就是监督与检查，对于有关安全生产方面国家法律法规、技术标准、规范和行政规章执行情况的监督与检查，对于本单位所制定的各类安全生产规章制度和责任制的落实情况的监督与检查。

2) 通过监督检查，保证本单位各层面的安全教育和培训能正常有效地进行，保证本单位安全生产投入有效实施，保证本单位安全设施、安全技术装备能正常发挥作用。

3) 矿山主要负责人应经常性督促、定期检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患。

4) 安全生产管理人员应当根据本单位的实际情况，对本单位生产状况进行经常性检查，对检查中发现的安全问题，应当立即处理；不能处理的，应当及时报告本单位有关负责人。检查及处理情况应当记录在案。

4.2.7 生产技术管理

矿山基建施工必须委托具有采掘施工资质的单位进行，如有外包应与外包施工单位签订安全生产管理协议，明确非煤矿山企业是安全生产的责任主体，外包施工单位对承接工程负直接安全生产责任。

加强企业生产技术管理。设立技术总负责人，并明确技术总负责人在企业主要负责人的领导下，对矿山生产技术服务工作负总责。配备采矿、机电、地质及测量等专业技术人员（可聘请专业技术人员或委托评价、咨询、技术服务等中介机构提供技术服务）。要严格按照《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）等相关技术规范，及时绘制矿山采剥年末图，图纸要与实际相符。企业技术总负责人每月要组织召开一次技术分析会议，特殊情况下要随时召开，及时研究解决安全生产技术问题。

4.2.8 安全生产标准化管理

企业取得安全生产许可证后，应积极开展安全标准化工作，提高企业安全标准化等级。根据《国家安全监管总局关于进一步加强非煤矿山安全生产标准化建设工作的通知》（安监总管一〔2011〕104号）、《国家安全监管总局关于印发企业安全生产标准化评审工作管理办法（试行）的通知》（安监总办〔2014〕49号）等相关内容进行安全标准化建设、自评和外部评审等，持续完成安全生产标准化的建设，不断完善矿山安全生产管理水平。

4.2.9 职业卫生防护

（1）定期委托有资质的单位进行作业场所粉尘、噪声检测，根据检测结果为相关作业人员配备符合要求的个人防护用品，委托有资质的单位开展职业病危害预评价。

（2）矿区生活水源选择、水源卫生防护及水质标准，应符合 GB5749、GBZ1、GBZ2 的规定，每月进行一次水质检验，不合格不得饮用。

（3）建立、健全下列职业危害防治制度和操作规程：

- ①职业危害防治责任制度；
- ②职业危害告知制度；
- ③职业危害申报制度；
- ④职业健康宣传教育培训制度；
- ⑤职业危害防护设施维护检修制度；
- ⑥从业人员防护用品管理制度；
- ⑦职业危害日常监测管理制度；
- ⑧从业人员职业健康监护档案管理制度；
- ⑨岗位职业健康操作规程；
- ⑩法律、法规、规章规定的其他职业危害防治制度等。

(4) 对员工进行定期体检，包括上岗前、在岗以及离岗等环节员工的职业健康检查。

(5) 制定劳动防护用品管理制度，购买合格的劳保产品，指导员工正确佩戴，并严格遵守劳保用品维修、保养和报废等管理制度。

(6) 企业应委托有相应的资质单位完善建设项目职业卫生“三同时”手续（职业病危害预评价、职业病防护设施设计专篇、职业病危害控制效果评价）。

4.3 事故应急对策措施

1) 矿山应加强应急救援体系的建设，并针对该矿场主要危险、有害因素制定完善事故应急救援预案。应急救援预案应包括如下要素：

- ①可能发生事故地点的自然条件，生产条件及事故发生的预兆；
- ②出现事故时，人员安全撤退的路线及措施；
- ③预防、处理各种事故和恢复生产的具体措施；
- ④预防、处理事故的单位及负责人；

⑤事故处理指挥部人员组成名单、分工，快速通知的方法。

2) 矿山应急救援事故预案应主要针对的事故类型应包括：坍塌(滑坡)、车辆伤害、机械伤害、物体打击、高处坠落等，编写相应的应急预案应满足《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T 29639-2020)的要求。

3) 矿山应根据制定的应急救援预案对员工进行培训，并定期组织演练，并做好总结及记录。

4) 每次演练结束后，矿山应对演练成果进行总结，对于在演练中发现预案存在的不足之处，应及时进行修正，完善应急救援预案。

5) 加强对演练过程的监督，对于在演练过程中表现优秀的、较差的按相关规定给予一定的奖惩。

6) 应急救援指挥人员对应急演练负有领导责任。

7) 矿山应根据实际需要完善一定数量的应急装备、设施等。

8) 与邻近的矿山救护队签订协议及安全管理协议，以防发生事故，做到有组织的救援，减少事故的损失。

9) 编制应急预案前，编制单位应当进行事故风险评估和应急资源调查。

事故风险评估，是指针对不同事故种类及特点，识别存在的危险危害因素，分析事故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和影响范围，提出防范和控制事故风险措施的过程。

应急资源调查，是指全面调查本地区、本单位第一时间可以调用的应急资源状况和合作区域内可以请求援助的应急资源状况，并结合事故风险评估结论制定应急措施的过程。

10) 生产经营单位应当在编制应急预案的基础上，针对工作场所、

岗位的特点，编制简明、实用、有效的应急处置卡。

应急处置卡应当规定重点岗位、人员的应急处置程序和措施，以及相关联络人员和联系方式，便于从业人员携带。

11) 矿山、金属冶炼、建筑施工企业和易燃易爆物品、危险化学品的生产、经营（带储存设施的，下同）、储存企业，以及使用危险化学品达到国家规定数量的化工企业、烟花爆竹生产、批发经营企业和中型规模以上的其他生产经营单位，应当对本单位编制的应急预案进行评审，并形成书面评审纪要。

前款规定以外的其他生产经营单位应当对本单位编制的应急预案进行论证。

12) 各级安全生产监督管理部门应当将本部门应急预案的培训纳入安全生产培训工作计划，并组织实施本行政区域内重点生产经营单位的应急预案培训工作。

生产经营单位应当组织开展本单位的应急预案、应急知识、自救互救和避险逃生技能的培训活动，使有关人员了解应急预案内容，熟悉应急职责、应急处置程序和措施。

应急培训的时间、地点、内容、师资、参加人员和考核结果等情况应当如实记入本单位的安全生产教育和培训档案。

13) 应急预案编制单位应当建立应急预案定期评估制度，对预案内容的针对性和实用性进行分析，并对应急预案是否需要修订作出结论。

矿山应当每三年进行一次应急预案评估。

应急预案评估可以邀请相关专业机构或者有关专家、有实际应急救援工作经验的人员参加，必要时可以委托安全生产技术服务机构实施。

14) 有下列情形之一的，应急预案应当及时修订并归档：

(一) 依据的法律、法规、规章、标准及上位预案中的有关规定发生重大变化的；

(二) 应急指挥机构及其职责发生调整的；

(三) 面临的事故风险发生重大变化的；

(四) 重要应急资源发生重大变化的；

(五) 预案中的其他重要信息发生变化的；

(六) 在应急演练和事故应急救援中发现问题需要修订的；

(七) 编制单位认为应当修订的其他情况。

15) 生产经营单位应当按照应急预案的规定，落实应急指挥体系、应急救援队伍、应急物资及装备，建立应急物资、装备配备及其使用档案，并对应急物资、装备进行定期检测和维护，使其处于适用状态。

第 5 章 评价结论

通过对武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程进行安全预评价，作出以下评价结论。

5.1 主要危险、有害因素及应重点防范的重大危险、有害因素

本项目存在的主要危险、有害因素为：冒顶片帮、中毒窒息、放炮伤害、高处坠落、机械伤害、车辆伤害、火灾、透水、淹溺、触电、物体打击、雷击、地表塌陷、粉尘、噪声、振动、毒气、井下湿度、低温危害等。

5.2 应重视的安全对策措施建议

1. 下一步设计中进一步核实地表移动范围，圈定地表移动范围并设立警戒标志，以防人畜进入。

2. 建议下一阶段设计不仅对开采移动范围外周边进行勘察，应对矿权内及矿权周边的企业、选厂、村子进行调查，并分析开采对其影响，同时提出相应的安全防护措施。。

3. 下一阶段设计中应对地表移动圈定的相关参数进行核实，设置警戒标志，采取监测、监控等相应的安全防范措施。

4. 由于矿山前期已进行过开采活动，形成了一定规模的采空区，建议下一阶段设计先收集采空区的相关数据，开展采空区稳定性评价。

5. 随着开采的继续，有可能会发生巷道变形和垮塌的情况，因此在今后的生产过程中要加强对巷道的变形观测，加强安全管理，确保安全文明生产，杜绝安全生产事故的发生。。

6. 建议开展岩石力学研究工作，完善岩体稳定性基础评价资料，做

好井下工程、采场、采空区稳定性评价。重点研究矿区构造对生产的影响，以及矿岩的稳固性研究工作。

7.对接近水体而又有断层通过的地区或与水体有联系的可疑地段，必须坚持“有疑必探，先探后掘”的原则，编制探水设计。探水孔的位置、方向、数目、孔径、每次钻进的深度和超前距离，应根据水头高低、岩石结构与硬度等条件在设计中规定。设计中应重点考虑突水事件，避免淹井事故发生。

5.3 危险有害因素可控性及受控程度

针对本项目存在的危险有害因素，尤其是矿山爆破与采矿作业，设计单位应有针对性的进行设计，建设单位必须加强安全管理，保证安全投入，认真落实各项安全对策措施后，其危险、有害因素可得到有效控制，安全风险可以控制到可接受的程度。

5.4 评价对象从安全生产角度是否符合国家有关法律、法规、标准和规范要求的结论

评价组根据对评价项目的现场调查和相关资料的分析，完成了项目主要危险、有害因素的辨识和分析，对项目进行了较为科学合理的单元划分，并按照所选择的评价方法，对项目存在的危险、有害因素进行了全面的定性评价，提出了合理可行的安全对策措施。

按照评价要求和各单元的分析评价结论，对武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程建设项目形成以下预评价结论：

1. 武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程建设项目前期证照齐全、有效，建设项目建设程序合法。

2. 武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程建设项目的选址及总图布置结合了矿区现状实际情况，基本符合国家安全生产法规和标

准的要求。

3. 武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程建设项目工艺方案、主要和辅助生产设施的设立及作业场所安全技术措施设置，基本符合国家安全生产法规、标准和规范的要求。

4. 项目中虽然存在冒顶片帮、放炮伤害、车辆伤害、物体打击、机械伤害、触电、火灾、中毒窒息、透水、淹溺、高处坠落、雷击、地表塌陷，其它危害、噪声、废气和粉尘等危险和有害因素，但在下一阶段设计中，以及在项目建设施工和生产过程中，通过落实代可研报告的对策措施和本次预评价报告的对策措施，切实针对项目中危险有害因素对设计方案和生产设施进一步优化和完善，认真落实国家相关安全生产的法规、标准、规程、规范，加强事故预防和安全管理，即可为本项目奠定基本的安全生产条件，从而满足本项目安全生产的要求，其项目风险是可以控制和接受的。

经评价认为：武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程从安全角度出发符合国家有关法律、法规、规范及技术标准要求。

只要在下一阶段设计中、项目建设施工和生产过程中，通过落实初步设计（代可研）的对策措施及本次预评价报告补充的对策措施，切实针对项目中危险有害因素，对下一阶段设计方案和生产设施进一步优化和完善，认真落实国家相关安全生产的法规、标准、规程、规范，加强事故预防和安全管理，重视本预评价报告提出的问题并给予落实解决，项目的风险是可以接受的，并且采取措施后，项目的危险有害因素是可以控制的。

总之，安全生产是一个不断完善的过程，企业应按照本报告提出的对策措施和建议进行整改完善。在今后的安全生产过程中，应根据安全生产条件的变化和国家法规的进一步要求，不断完善安全技术措

施和管理措施，提升安全技术水平，防止安全事故的发生，切实保障人民生命和企业财产的安全。

附件

- 1.委托书及真实性承诺
- 2.企业营业执照
- 3.采矿许可证
- 4.楚雄州人民政府关于非煤矿山转型升级工作方案进行调整备案的报告；
- 5.扩大矿区范围批复文件；
- 6.矿业权涉及各类保护区及相关规划审查意见表；
- 7.武定东坡石膏矿储量核实报告评审备案证明。
- 8.《武定东坡正雄石膏矿厂 10.0 万 t/a 采矿工程初步设计(代可研)》封面、扉页及编制单位资质复印件

附图

- 附图1：地形地质及矿区范围图；
- 附图2：开采现状平面图；
- 附图3：平硐支护及采场封闭终了图；
- 附图4：总平面布置图；
- 附图5：基建终了水平投影图；
- 附图6：开采终了水平投影图；
- 附图7：1-1'剖面图；
- 附图8：2-2'剖面图；
- 附图9：3-3'剖面图；
- 附图10：4-4'剖面图；
- 附图11：5-5'剖面图；
- 附图12：A-A'剖面图；
- 附图13：通风系统立体图；
- 附图14：排水线路立体图；
- 附图15：运输线路立体图；
- 附图16：避灾线路立体图；
- 附图17：风水管网立体图；
- 附图18：三大系统布置图；
- 附图19：通讯联络系统图；
- 附图20：采矿方法图。