

江西省修水香炉山钨业有限责任公司
香炉山钨业采矿技改工程
安全预评价报告

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

APJ-（赣）-002

2022年11月24日

江西省修水香炉山钨业有限责任公司
香炉山钨业采矿技改工程
安全预评价报告

法定代表人：应 宏

技术负责人：管自强

项目负责人：王纪鹏

报告完成日期：2022 年 11 月 24 日

江西省修水香炉山钨业有限责任公司
香炉山钨业采矿技改工程
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

2022 年 11 月 24 日

规范安全生产中介行为的九条禁令

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

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

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为；

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为；

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为；

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

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

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

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

评价人员

项目 相关人员	姓名	证书编号	从业登记号	签字
项目负责人	王纪鹏	S011035000110192001552	036830	
项目组成员	黄伯扬	1800000000300643	032737	
	许玉才	1800000000200658	033460	
	王纪鹏	S011035000110192001550	036830	
	倪宏华	S011035000110193001181	036831	
	黎余平	S011035000110192001601	029624	
报告编制人	王纪鹏	S011035000110192001550	036830	
报告审核人	戴 磷	1100000000200597	019915	
过程控制负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	
技术负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	

前 言

江西省修水香炉山钨业有限责任公司成立于 2003 年 4 月 22 日，是由中国五矿有色金属公司牵头整合香炉山钨矿等 11 家矿山企业重组而来，股权结构为五矿有色金属股份有限公司控股 51%、修水县神威矿冶公司持股 44%、修水县矿业总公司持股 5%，目前属五矿中钨高新材料股份有限公司直管企业。经济类型：混合所有制企业（其他有限责任公司）。

香炉山钨矿采用地下开采方式，采用分区开采，0~16 号勘探线为东部采区，主要为残矿开采区；16~24 号勘探线为西部采区，大部分矿段较完整，主要采用两步骤空场嗣后充填采矿法开采。矿山设计生产能力 72.6 万吨/年，现在矿山按照井下生产能力 1680t/d（ $55.44 \times 10^4 \text{t/a}$ ）组织生产。

为解决产能提升的瓶颈问题以及提升矿山井下采矿规范化、标准化水平，香炉山钨业根据矿山工程现状和现有设施设备情况，拟对香炉山钨矿采矿进行技改设计，对井下生产系统进行优化改造，提高现有采掘装备水平，提高凿岩效率，降低生产成本和控制安全风险，提升矿山机械化、自动化和信息化水平，促进节能降耗、降本增效，提高矿山生产本质安全的水平，委托长沙矿山研究院有限责任公司编制了《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程初步设计》。本次工程属于技改工程，仍采用地下分区开采方式，平硐+盲斜坡道开拓方式，主要采用充填法采矿方法。实际上是在现有采矿许可证范围内，在现有井巷工程、辅助设施的基础上，充分利用、部分进行改造，增设排水系统和采掘系统等系统的设备设施，进行井巷延伸、优化采矿方法和通风系统，除保安矿柱外，将+350m 以上的矿产资源，以及原来采场遗留的顶板、底板、部分点柱（45%）实施充填法采矿。

按《中华人民共和国安全生产法》的规定，对新建、改建、技改工程的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，以保证工程建成后能达到国家安全生产要求的条件。根据《中华人民共和国矿山安全法》《中华人民共和国安全生产法》《安全生产许可证条例》《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》《安全评价通则》等有关安全生产法律法规、规范规定的要求，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心受江西省修水香炉山钨业有限责任公司的委托，对江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程进行安全预评价。

为了确保安全预评价的科学性、公正性和严肃性，按照《安全评价通则》的要求，我中心评价小组于 2022 年 9 月 29~30 日对江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程的作业现场、周边环境进行了勘查。在江西省修水香炉山钨业有限责任公司相关人员的支持与配合下，通过查阅相关技术资料、现场调研、人员访谈，识别江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程在建设过程中可能存在的危险有害因素、事故隐患，运用系统的安全评价分析方法和相关安全生产的法律法规、规章标准及其他要求对建设项目进行评价，对主要危险有害因素进行定性定量评价，提出相应的安全技术、安全管理对策措施，并根据其实际做出科学、公正的安全预评价结论。在内部审核的基础上修改、编制了本报告，为江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程安全设施设计、江西省修水香炉山钨业有限责任公司和应急管理部门实施安全生产监管提供技术依据。

在安全预评价过程中得到了江西省修水香炉山钨业有限责任公司相关领导、安全管理人员的大力支持和帮助，在此一并致谢。

目 录

1 评价对象与依据	14
1.1 评价对象和范围	14
1.1.1 评价对象	14
1.1.2 评价范围	14
1.2 评价依据	15
1.2.1 法律、法规	15
1.2.2 规章、规范性文件	18
1.2.3 标准、规范	21
1.2.4 建设项目合法证明文件	24
1.2.5 建设项目技术文件	24
1.2.6 其他评价依据	26
2 建设项目概述	27
2.1 建设单位概况	27
2.1.1 建设单位历史沿革、经济类型、隶属关系等基本情况	27
2.1.2 立项情况及建设项目背景	28
2.1.3 建设项目行政区划、地理位置及交通、矿区周边环境	31
2.2 自然地理与经济状况	32
2.3 地质资源	33
2.3.1 矿权范围设置情况	33
2.3.2 地质设计依据	34
2.3.3 矿区及矿床地质特征	34

2.3.4 矿石特征	44
2.3.5 矿床地质勘查工作及其质量评述	47
2.3.6 矿床开采技术条件	50
2.3.7 矿区资源储量	62
2.4 建设方案概况	63
2.4.1 矿山开采现状	63
2.4.2 建设规模及工作制度	77
2.4.3 总图运输	83
2.4.4 开采范围	86
2.4.5 开拓运输系统	87
2.4.6 采矿工艺	103
2.4.7 通风防尘系统	125
2.4.8 供配电系统	132
2.4.9 防排水与防灭火	139
2.4.10 井下安全避险“六大系统”	143
2.4.11 压风及供水系统	147
2.4.12 辅助设施	148
2.4.13 安全管理及其他	149
3 定性定量评价	154
3.1 总平面布置评价单元	154
3.1.1 主要危险、有害因素辨识	154
3.1.2 总平面布置评价单元预先危险性分析	159

3.1.3 地表沉陷影响评价	160
3.1.4 总平面布置评价单元安全检查表	162
3.1.5 总平面布置单元评价小结	163
3.2 开拓运输评价单元	166
3.2.1 主要危险、有害因素辨识	166
3.2.2 开拓运输评价单元预先危险性分析	169
3.2.3 事故树分析	172
3.2.4 井巷掘进作业危险性分析	179
3.2.5 开拓运输单元安全检查表评价	182
3.2.6 保安矿柱分析和评价	187
3.2.7 开拓工程新老系统影响评价	187
3.2.8 开拓单元评价小结	188
3.3 采掘评价单元	191
3.3.1 主要危险、有害因素辨识	191
3.3.2 采掘评价单元预先危险性分析	199
3.3.3 采掘单元安全检查表评价	203
3.3.4 采掘单元评价小结	205
3.4 充填系统单元	207
3.4.1 主要危险、有害因素辨识	207
3.4.2 充填系统单元预先危险性分析	212
3.4.3 充填采矿法单元预先危险性分析（PHA）评价	215
3.4.4 充填系统单元评价小结	216

3.5 通风防尘评价单元	216
3.5.1 主要危险、有害因素辨识.....	216
3.5.2 通风防尘评价单元预先危险性分析.....	217
3.5.3 事故树分析（FTA）.....	218
3.5.4 通风防尘单元安全检查表评价.....	226
3.5.5 矿井通风能力复核.....	228
3.5.6 通风新老系统影响评价.....	231
3.5.7 通风防尘单元评价小结.....	231
3.6 供配电设施评价单元	233
3.6.1 主要危险、有害因素辨识.....	233
3.6.2 供配电设施评价单元预先危险性分析.....	234
3.6.3 供配电设施单元安全检查表评价.....	235
3.6.4 供配电设施新老系统影响评价.....	238
3.6.5 供配电设施单元评价小结.....	239
3.7 防排水与防灭火单元	240
3.7.1 主要危险、有害因素辨识.....	240
3.7.2 防排水与防灭火评价单元预先危险性分析.....	241
3.7.3 防排与防灭火单元安全检查表评价.....	243
3.7.4 防排水与防灭火新老系统影响评价.....	245
3.7.5 防排水与防灭火单元评价小结.....	246
3.8 安全避险“六大系统”评价单元	249
3.8.1 压风自救系统预先危险性分析.....	249

3.8.2 安全检查表分析法	250
3.8.3 安全避险“六大系统”单元评价结论	251
3.9 安全管理单元	251
3.10 重大危险源辨识单元	254
4 安全对策措施建议	256
4.1 《初步设计》已有的安全措施	256
4.1.1 采掘作业安全技术措施	256
4.1.2 爆破作业安全措施	257
4.1.3 电气安全措施	258
4.1.4 井下汽车运输作业安全措施	259
4.1.5 通风防尘安全措施	259
4.1.6 地表水防治安全措施	260
4.1.7 消防安全措施	260
4.1.8 防止职业病危害的安全措施	261
4.1.9 物体打击防范措施	262
4.1.10 高处坠落防范措施	262
4.2 安全设施设计阶段应重视的措施、建议	262
4.2.1 总平面布置评价单元	262
4.2.2 开拓运输评价单元	263
4.2.3 采掘评价单元	263
4.2.4 通风防尘评价单元	264
4.2.5 供配电设施评价单元	265

4.2.7 防排水与防灭火评价单元	265
4.2.8 充填系统评价单元	265
4.3 建设项目建设、生产过程补充的措施、建议	267
5 安全预评价结论	270
5.1 主要危险、有害因素评价结果	270
5.2 应重视的安全对策措施建议	270
5.2.1 总平面布置单元	270
5.2.2 开拓单元	271
5.2.3 采掘单元	271
5.2.4 通风防尘单元	271
5.2.5 供配电设施单元	271
5.2.6 防排水与防灭火单元	272
5.2.7 安全避险“六大系统”单元	272
5.2.8 充填系统评价单元	272
5.2.9 安全管理单元	273
5.3 预评价结论	273
6 附件附图	275
6.1 附件	275
6.2 附图	275

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

1.1.1 评价对象

评价对象：江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程。

1.1.2 评价范围

评价范围：《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程初步设计》涉及的开拓方式、开采工艺等生产、辅助系统和安全避险“六大系统”的安全设施以及矿山企业安全管理。

1.水平范围：采矿权范围内，平面上以 0~24 号勘探线，立面上以 +658~+350m 标高范围内的 1W 矿体、深部若干小矿体（5W、6W、7W、9W、10W）以及东部之前非正规全面房柱法回采后形成的残留矿体（包括顶板（楼板）、点柱、底柱等）；江西省修水香炉山钨业有限责任公司颁持有的采矿许可证矿区范围拐点坐标见下表 1-1。

表 1-1 香炉山钨矿范围拐点坐标表

拐点号	1980西安坐标系		拐点号	2000 国家坐标系	
	X	Y		X	Y
1	3242748.54	38536941.99		3242747.890	38537059.080
2	3241848.53	38536942.00		3241847.880	38537059.090
3	3241848.53	38536141.99		3241847.880	38536259.080
4	3241148.52	38536141.99		3241147.860	38536259.080
5	3241148.52	38535881.99		3241147.860	38535999.080
6	3240948.52	38535909.99		3240947.860	38536027.080
7	3240948.51	38535211.98		3240947.850	38535329.070
8	3241848.53	38535211.97		3241847.870	38535329.060
9	3241848.53	38535341.98		3241847.870	38535459.070

10	3242748.54	38535341.97		3242747.890	38535459.060
开采标高：+780m至+350m，圈定面积：2.8535km ²					

2.上下空间：采矿许可证许可开采标高+780m至+350m，本次设计开采范围+658~+350m。

3.不包括选矿厂、尾矿库、炸药库、危险化学品及、生态环境、水土保持、职业卫生等方面评价。

1.2 评价依据

1.2.1 法律、法规

《中华人民共和国矿产资源法（2009年修正）》（中华人民共和国主席令第74号，自1986年10月1日起施行）

《中华人民共和国矿山安全法（2009年修订）》（中华人民共和国主席令第65号，自1993年5月1日起施行）

《中华人民共和国劳动法（2018年修订）》（中华人民共和国主席令第28号，自1995年1月1日起施行）

《中华人民共和国职业病防治法（2018年修正版）》（中华人民共和国主席令第60号，自2002年5月1日起施行）

《中华人民共和国安全生产法（2014年修订）》（中华人民共和国主席令第70号，自2002年11月1日起施行）

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2016年修订版）》（中华人民共和国主席令第31号，自2005年4月1日起施行）

《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69号，自2007年11月1日起施行）

《中华人民共和国防震减灾法（2008年修订）》（中华人民共和国主

席令第7号，自2009年5月1日起施行）

《中华人民共和国消防法（2019年修订）》（中华人民共和国主席令
第6号，自2010年11月9日起施行）

《中华人民共和国水土保持法（2010年修订）》（中华人民共和国主
席令第39号，自2011年3月1日起施行）

《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）

《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》（中华人民共和国主
席令第9号，自2015年1月1日起施行）

《中华人民共和国尘肺病防治条例》（国务院1987年12月3日发布
并实施）

《建设项目环境保护管理条例（2017年修订）》（国务院令第253号，
自1998年11月18日起施行）

《建设工程质量管理条例（2017年修改）》（国务院令第279号，自
2000年1月30日起施行）

《建设工程勘察设计管理条例（2015年修订）》（国务院令第293号，
自2000年9月25日起施行）

《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》（国务院令第302
号，于2001年4月21日颁布施行）

《特种设备安全监察条例（2009年修订）》（国务院令第549号，自
2003年6月1日起施行）

《工伤保险条例（2010年修订）》（国务院令第375号，自2004年1
月1日起施行）

《劳动保障监察条例》（国务院令 第 423 号，自 2004 年 12 月 1 日起施行）

《建设工程安全生产管理条例》（国务院令 第 393 号，自 2004 年 2 月 1 日起施行）

《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号，2004 年 3 月 1 日起施行）

《民用爆炸物品安全管理条例（2014 年修订）》（国务院令 第 466 号，自 2006 年 9 月 1 日起施行）

《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 第 493 号，自 2007 年 6 月 1 日起施行）

《女职工劳动保护特别规定》（国务院令 第 619 号，自 2012 年 4 月 18 日起施行）

《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）

《江西省实施〈中华人民共和国矿山安全法〉办法（2010 年修正）》（江西省人民代表大会常务委员会公告第 15 号，自 1994 年 12 月 1 日起施行）

《江西省矿产资源开采管理条例》（江西省第十二届人大常委会第十一次会议第二次修正通过，江西省人民代表大会常务委员会公告第 64 号，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《江西省安全生产条例》（江西省第十届人民代表大会常务委员会公告第 95 号，2017 年 7 月 26 日江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十四次会议修订，2017 年 10 月 1 日施行）

《江西省消防条例（2018 年修订）》（2018 年 7 月 27 日江西省第十

三届人民代表大会常务委员会第四次会议第五次修订，自2010年11月9日起施行)

1.2.2 规章、规范性文件

《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)

《江西省雷电灾害防御办法》(江西省人民政府令第197号，自2012年3月1日起施行)

《江西省生产安全事故隐患排查治理办法》(江西省人民政府令第238号，2018年12月1日施行)

《生产经营单位安全培训规定》(国家安监总局令第3号，国家安监总局令第63号、80号修正)

《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(国家安监总局令第16号)

《非煤矿山安全生产许可证实施办法》(国家安监总局令第20号，国家安监总局令第78号修正)

《生产安全事故信息报告和处置办法》(国家安监总局令第21号)

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安监总局令第30号，国家安监总局令第63号、80号修正)

《金属非金属地下矿山企业领导带班下井及监督检查暂行规定》(国家安监总局令第34号)

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

《安全生产培训管理办法》(国家安监总局令第44号，国家安监总局令第63号、80号修正)

- 《作业场所职业健康监督管理暂行规定》（国家安监总局令第 47 号）
- 《用人单位职业健康监护监督管理办法》（国家安监总局令第 49 号）
- 《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（国家安监总局令第 62 号）
- 《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安监总局令第 75 号）
- 《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安监总局令第 17 号，国家安监总局令第 88 号修正，应急管理部令第 2 号修正，）
- 《特种设备质量监督与安全监察规定》（国家质监局令第 13 号）
- 《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）
- 《国务院关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好转的意见》（国发〔2011〕40 号）
- 《关于贯彻落实〈国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知〉精神进一步强化非煤矿山安全生产工作的实施意见》（安委办〔2010〕17 号）
- 《国务院安委办关于贯彻落实国务院〈通知〉精神强化企业班组长安全培训工作的指导意见》（安委办〔2010〕27 号）
- 《关于认真学习贯彻〈国务院关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好转的意见〉的通知》（安委办〔2011〕48 号）
- 《国家发展和改革委员会、国家安全生产监督管理局关于加强建设项目安全设施“三同时”工作的通知》（发改投资〔2003〕1346 号）
- 《关于进一步强化全省非煤矿山建设项目安全设施“三同时”监督管理的通知》（赣安监管一字〔2009〕384 号）

《江西省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见》

（赣府发〔2010〕32号）

《关于在全省非煤矿山企业推行安全生产责任保险工作的通知》

（赣安监管一字〔2011〕23号）

《关于实施全省非煤矿山企业安全生产责任保险有关事项的通知》

（赣安监管一字〔2011〕64号）

《关于切实加强金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设的通知》（赣安监管一字〔2011〕301号）

《关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知》

（财企〔2012〕16号）

《江西省安监局关于进一步规范我省非煤矿山“六加一系统”建设行为的通知》（赣安监管一字〔2013〕21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（第一批）的通知》（安监总管一〔2013〕101号）

《江西省安委会关于加强生产经营单位事故隐患排查治理工作的指导意见》（赣安〔2014〕32号）

《江西省安监局关于规范建设项目安全设施“三同时”若干问题的试行意见》（赣安监管政法字〔2014〕136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）

《国家安全监管总局关于宣布失效一批安全生产文件的通知》（安监总办〔2016〕13号）

《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）

《国家安全监管总局关于印发〈金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准（试行）〉的通知》（安监总管一〔2017〕98号）

《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）

《江西省安全生产委员会关于在全省高危行业领域实施安全生产责任保险制度的指导意见》（赣安〔2017〕22号）

《国家矿山安全监察局关于开展非煤矿山安全生产专项检查的通知》（矿安〔2021〕5号）

《国家矿山安全监察局关于严格非煤地下矿山建设项目施工安全管理的通知》（非煤矿山安全监察司，2021年1月25日）

《江西省应急管理厅转发国家矿山安全监察局关于严格非煤地下矿山建设项目施工安全管理的通知》（赣应急办字〔2021〕27号，2021年1月29日）

《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，2022年2月8日）

《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》（矿安〔2022〕88号，2022年7月8日）

《国家矿山安全监察局关于印发执行安全标志管理的矿用产品目录的通知》（矿安〔2022〕123号，2022年9月15日）

1.2.3 标准、规范

《企业职工伤亡事故分类标准》 GB6441-1986

《消防安全标志设置要求》 GB15630-1995

《焊接与切割安全》	GB9448-1999
《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008
《工业企业厂界环境噪声排放标准》	GB12348-2008
《生产过程安全卫生要求总则》	GB12801-2008
《矿山安全标志》	GB14164-2008
《固定式钢梯及平台安全要求》	GB4053.1-3-2009
《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
《10kV 及以下变电所设计规范》	GB50053-2009
《有色金属企业总图运输设计规范》	GB 50544-2009
《矿山机械 安全标志 第 1 部分：通则》	GB25517.1-2010
《矿山机械 安全标志 第 2 部分：危险图示符号》	GB25517.2-2010
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《低电配电设计规范》	GB50054-2011
《有色金属采矿设计规范》	GB50771-2012
《工业企业总平面设计规范》	GB50187-2012
《有色金属矿山井巷工程设计规范》	GB50915-2013
《爆破安全规程》	GB6722-2014
《消防安全标志 第一部分：标志》	GB13495.1-2015
《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018
《建筑设计防火规范》	GB50016-2018
《金属非金属矿山安全规程》	GB16423-2020

《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》	GB39800.1-2020
《个体防护装备配备规范 第 4 部分：非煤矿山》	GB39800.4-2020
《矿山电力设计标准》	GB50070-2020
《高处作业分级》	GB/T3608-2008
《特低电压（ELV）限值》	GB/T3805-2008
《矿山安全术语》	GB/T15259-2008
《工业企业噪声控制设计规范》	GB/T5087-2013
《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T29639-2020
《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T13861-2022
《工业场所有害因素职业接触限值第 2 部分：物理因素》	GBZ 2.2-2007
《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010
《工业场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害》	GBZ 2.1-2019
《厂矿道路设计规范》	GBJ22-1987
《金属非金属矿山排土场安全生产规则》	AQ2005-2005
《安全评价通则》	AQ8001-2007
《安全预评价导则》	AQ8002-2007
《矿用产品安全标志》	AQ1043-2007
《矿山救护规程》	AQ1008-2007
《金属非金属地下矿山通风安全技术规范》	AQ2013-2008
《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统》	AQ2013.1-2008
《金属非金属地下矿山通风技术规范 局部通风》	AQ2013.2-2008
《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风系统检测》	AQ2013.3-2008

《金属非金属地下矿山通风技术规范 通风管理》 AQ2013.4-2008

《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

《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 AQ2031-2011

《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》 AQ2032-2011

《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》 AQ2033-2011

《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 AQ2034-2011

《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 AQ2035-2011

《金属非金属地下矿山通讯联络系统建设规范》 AQ2036-2011

1.2.4 建设项目合法证明文件

江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程安全预评价委托合同书

1.2.5 建设项目技术文件

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程初步设计（第一卷：说明书）》（长沙矿山研究院有限责任公司，2022年8月）

《香炉山钨业东部采区保安矿柱回收与控制技术研究报告》（吉林鸿邦冶金设计研究院有限公司，2022年7月）

《江西省修水县香炉山钨矿 2021 年度矿山储量年报》（江西省地质局第二地质大队，2022年1月）

《江西省修水县香炉山矿区钨矿资源储量核实报告》（中矿咨评字〔2021〕24号，江西省地质局赣西北大队，2021年9月）

《东部残矿生产采矿、通风及地表安全符合性论证》（长沙矿山研究

院有限责任公司，2021年8月）

《香炉山钨矿井下通风风量测定数据报告》，湖南有色冶金劳动保护研究院有限责任公司，2021年）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司地下开采安全现状评价报告》
（江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心，2021年3月）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司民用爆炸物品储存库安全现状评价报告》（南昌安达安全技术咨询有限公司，2021年1月）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿充填系统优化改造工程安全设施验收评价报告》（江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心，2020年2月）

《中国五矿集团香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿充填充填采动影响下的地表充填站稳定性研究总结报告》（河南理工大学，2019年12月）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业东部残矿回采工程初步设计》（长沙矿山研究院有限责任公司，2018年12月）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿充填系统优化设计》（长沙矿山研究院有限责任公司，2015年11月）

《香炉山钨业矿石运输系统节能减排及技术升级改造初步设计》
（长沙矿山研究院有限责任公司，2015年10月）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司选矿厂节能减排及技术升级改造初步设计书》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2014年6月）

《香炉山钨矿安全开采关键技术研究——香炉山采矿方法及工艺优化研究》（长沙矿山研究院有限责任公司，2014年2月）

《香炉山钨矿安全开采关键技术研究——整体开采规划》（长沙矿山

研究院有限责任公司，2013年12月）

《香炉山钨矿安全开采关键技术研究——香炉山钨矿采空区地压活动对安全生产影响专项论证》（长沙矿山研究院有限责任公司，2013年10月）

《香炉山钨矿复杂空区条件下岩石力学与地压监控技术研究详细技术报告》（中南大学，2009年4月）

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿西部采区开拓工程初步设计》（南昌有色冶金设计研究院，2006年8月）

《江西省修水香炉山钨矿有限责任公司矿产资源开发利用方案》

（中国有色工程设计研究总院，2004年10月）

1.2.6 其他评价依据

《采矿设计手册》（建筑工业出版社，1987版）

《江西省矿产资源总体规划（2021-2025年）》（江西省自然资源厅江西省发展和改革委员会，2022年10月17日）

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 建设单位历史沿革、经济类型、隶属关系等基本情况

1. 历史沿革

江西省修水香炉山钨业有限责任公司成立于 2003 年 4 月 22 日，是由中国五矿有色金属公司牵头整合香炉山钨矿等 11 家矿山企业重组而来，股权结构为五矿有色金属股份有限公司控股 51%、修水县神威矿冶公司持股 44%、修水县矿业总公司持股 5%，目前属中国五矿中钨高新材料股份有限公司直管企业。经济类型：其他有限责任公司。

香炉山钨矿为我国大型白钨矿床，具有储量大、矿石品位高、矿体厚度大、倾角缓、矿体及顶底板围岩稳固、分布范围广、连续性好、矿体及围岩含水率低、水文地质条件简单、开采技术条件好等特点。1985 年，江西省地矿局赣西北大队 504 分队于普查时发现该矿体。1988 年修水县地矿局下属的修水县矿业总公司和江西省浒坑钨矿计划在香炉山建一座 150t/d 采选联合企业，1994 年香炉山钨矿基建完成投入生产，但是当时由于资金、经营等问题，香炉山钨矿一直处于亏损状态。2000 年，修水县为了发展地方经济和增加税收，在地方资金不足、技术力量薄弱的条件下，0~16 勘探线间有限的资源在沿矿体走向长 600m 范围内划分给多家投资者进行开采。

2003 年初，中国五矿集团公司所属五矿有色金属股份有限公司按照“尊重历史、实事求是、适当补偿和市场化运作”的资源整合原则，对香炉山钨矿进行了整合收购，投资控股成立了江西省修水香炉山钨业有限责任公司（以下简称香炉山钨业）。

香炉山钨业下设 8 个管理部门、1 个支持和辅助机构、1 个临时机构及

4 个业务单元，即：党群工作部（党委办公室、总经理办公室、董事会办公室、工会办公室、企业文化部、党委宣传部）、企业管理部、人力资源部（党委组织部）、生产技术部（研发中心）、健康安全环保部（应急管理部）、财务部、纪检部、保卫部、运营中心、探矿项目部、三选厂、四选厂、采矿充填工区、尾矿环保所。现有员工 480 余人（不含采矿外包单位），配有采矿 7 人、地质 8 人、机电 9 人、测量 6 人、选矿 6 人、基建 6 人、通风 4 人等工程技术人员。年生产 4000 余标吨白钨精矿和 360 余吨铜金属量。

香炉山钨业现有一个井下开采系统、选矿厂四座和三座尾矿库，即香木堂尾矿库、阳坳尾矿库和铁匠坳尾矿库（其中阳坳尾矿库已闭库销号）。矿山开采方式为地下可采，开采深度由+780.0m 至+350.0m 标高，矿井分东部、西部开采，采用平硐+盲斜坡道联合开拓方式。

2.1.2 立项情况及建设项目背景

2004 年 10 月，中国有色工程设计研究总院编制了《江西省修水香炉山钨矿有限责任公司矿产资源开发利用方案》，设计范围为 0~16 线间矿体，采用平硐或平硐+盲斜井联合开拓，采矿方法为浅孔房柱法。

2006 年 8 月，南昌有色冶金设计研究院编制了《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿西部采区开拓工程初步设计》，设计范围确定在 16~24 勘探线之间的西部矿体，走向分布长度 400m，采用主平硐+溜井开拓系统，采用无轨运输，采矿方法主要为分段空场嗣后充填法、浅孔房柱法、中深孔房柱法，通风方式为对角式机械通风，自流排水。

2009 年 3 月，中钢集团马鞍山矿山研究院编制了《香炉山钨矿井下通风系统技术改造方案》，推荐采用分区多机站抽出式通风系统，即东西两

端平硐进风，南北两端回风机站回风。新鲜风流由设在矿体西部的一坑口、二坑口、三坑口、四坑口以及设在矿体东部的五坑口（均为人员通行和出矿运输通道）进入，进入各工作面后，冲洗工作面的污风分别由设在矿体南部的两个回风机站风机以及设在矿体北部的三个回风机站风机抽出经平硐排出地表，另外为保证四坑口采区的通风效果，在该采区与一、三坑口联巷设置一个无风墙机站引风。

2009年12月，中国恩菲工程技术有限公司编制了《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿地面充填系统初步设计》，设计充填搅拌站建在10~12号勘探线之间标高+672.0m处，日平均充填量696m³/d。

2014年2月，长沙矿山研究院有限责任公司编制了《香炉山钨矿安全开采关键技术研究采矿方法及工艺优化研究》，东部采矿方法有超前充填空场嗣后充填采矿法、垂直分条两步骤胶结充填采矿法、上向水平分层充填采矿法、分段凿岩嗣后充填采矿法；西部可选用的采矿方法有：浅孔留矿空场嗣后充填采矿法、浅孔留矿（漏斗放矿）嗣后充填采矿法。在东部采空区进行处理之后，根据实际情况也可采用预切顶中深孔房柱嗣后充填采矿法、分段凿岩阶段出矿空场嗣后充填采矿法。

2015年11月，长沙矿山研究院有限责任公司编制《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿充填系统优化设计》，充填搅拌站设在10号和12号勘探线之间矿区边界西侧地面+683m标高处，其东南侧山坡上增设一套高效深锥浓密机和药剂制备给药车间。

2017年11月，长沙矿山研究院有限责任公司编制了《香炉山钨矿充填系统优化改造工程安全设施及职业病防护设施设计》，充填料浆制备及搅拌主体工艺仍利用已有设施。

2018年12月，长沙矿山研究院有限责任公司编制了《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业东部残矿回采工程初步设计》，设计开采对象为香炉山矿区0号~16号勘探线之间的残留矿体，主要为顶板（楼板）、底板、点柱和4号~8号勘探线之间的尚未开采的边部矿体；回采顺序为“立面上由低到高、平面上由东南、西北两翼向中央推进、后退式回采”。顶、底板分别采用铲运机出矿上向水平分层充填法、中深孔落矿空场嗣后进路充填法采矿，点柱主要采用中深孔、深孔落矿空场嗣后充填法，边部矿体主要采用电耙留矿嗣后充填法及上向水平分层充填采矿法；通风方式为主要利用现有的南部五坑口、+620m平硐、一坑口辅助进风，北部二坑口、三坑口、+616m回风平硐、+603m回风平硐回风；开采顶板、底板、点柱时排水方式为沿用原已有巷道自流排水，开采边部矿体时在井下+540m中段斜坡道底部设水仓水泵房，将井下涌水从+540m水泵房沿通风联络道排出地表；充填系统利旧；供气方式主要对现有空压机组进行扩容改造，另选配3台KHE-160型螺杆式空压机。供电电源利旧，因新增三台160kW的空压机，采用一台S₁₃-M-630变压器替换原有变压器。

为提升矿山井下采矿规范化、标准化水平，香炉山钨业根据矿山工程现状和现有设施设备情况，拟对香炉山钨矿采矿进行技改设计，对井下生产系统进行优化改造，提高现有采掘装备水平，提高凿岩效率，降低生产成本和控制安全风险，提升矿山机械化、自动化和信息化水平，促进节能降耗、降本增效，提高矿山生产本质安全的水平，委托长沙矿山研究院有限责任公司编制了《江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程初步设计》（以下简称《初步设计》）。

2.1.3 建设项目行政区划、地理位置及交通、矿区周边环境

1. 行政区划

香炉山钨业所在地属于修水县港口镇管辖。

2. 地理位置及交通

香炉山钨业位于修水县港口镇纱笼村，距离修水县县城（义宁镇）北西直距 35km 处，地理座标：东经 $114^{\circ} 21' 29'' \sim 114^{\circ} 23' 13''$ ，北纬 $29^{\circ} 17' 00'' \sim 29^{\circ} 18' 02''$ ，面积 2.2279km^2 。

矿区交通比较方便，矿区公路至南昌、九江 260km，至长沙、武汉 240km，修水县城有直通港口镇班车，全程 68km，港口镇至矿区中心有 10km 简易公路，从港口镇经赵李桥公路 110km 与京广铁路连接，网络状公路四通八达，外部交通便利，见交通位置图 2-1。



图 2-1 香炉山钨业交通位置图

3. 矿山周边环境

矿区岩体移动范围内有：10线至12线附近最高峰有瑞庆宫、中西部有充填工区、南部有香客楼等建构物以及矿区部分10kV供电线路、部分矿区道路。

矿区周边东南角有五坑口和四选厂、珠江尾矿库、铁匠坳尾矿库，其中珠江尾矿库已闭库；东北角有虾公泉（上）、虾公泉（下）等两个尾矿库（已闭库）和原坑口（已封闭）；西边有阳坳尾矿库、琴海（已闭库）尾矿库。

矿区西面300m外有一条洞下小溪，属于季节性河流，历史最高洪水位+272m。矿区内及周边无其他地表水体、公路、铁路、居民区、风景区、重要工农业设施、名胜古迹以及其他需要保护的對象等。

表 2-1 香炉山钨业尾矿库一览表

名称	库址	等别	距离	使用单位
香木堂尾矿库	位于港口镇纱笼村	三等库	距主平硐约1640m	在使用
阳坳尾矿库	位于港口镇洞下村	三等库	距主平硐约100m	已闭库
铁匠坳尾矿库	位于港口镇童家村	三等库	距五坑口约330m	在使用
琴海老尾矿库	位于港口镇洞下村	四等库	距二坑口约690m	已闭库
珠江老尾矿库	位于港口镇童家村	四等库	距五坑口约200m	已闭库
虾公泉上尾矿库	位于港口镇洞下村	四等库	距矿区约1000m	已闭库
虾公泉下、响山尾矿库	位于港口镇洞下村	五等库	距矿区约1000m	已闭库

表 2-2 香炉山钨业地面爆破物品储存库一览表

名称	位置	安全状况	使用状况	最大储量	理化性质	消防状况
地面爆破物品储存库	港口镇洞下村阳坳桥	在一个山坳里，有避雷、电子报警系统，有专人24小时值班	坑口使用	炸药存放量5t，雷管量2万发	爆炸	有消防水系统，有灭火器

2.2 自然地理与经济状况

矿区山形地貌受背斜构造控制，呈北东走向，中部高，南、北渐低。

矿区海拔高程+300~+803m，相对高差较大，地形坡角一般大于 25° ~ 30° ，属于低山切割区。山上盛长芭茅、灌木。矿区北缘的洞下河呈南西流向，属季节性河流，流量 $1.9\sim 37.9$ 万 m^3/d ，可满足矿山建设用水的需要。

矿区属亚热带温热潮湿气候，四季分明，植被茂盛。1~3月为寒冷季节，时有冰雪封山，最低气温 $-16^{\circ}C$ ；4~6月为雾雨季节，降雨量占年降雨量50%以上，时有山洪暴发；7~9月天气炎热，最高气温达 $44^{\circ}C$ ，10~12月秋高气爽，气候宜人。年均气温 $17^{\circ}C$ ，年降雨量 $1600\sim 1800mm$ ，年均蒸发量 $1342.2mm$ 。

矿区及其所在县区经济以农业为主。粮食作物有玉米、红薯、稻谷等，可基本自给；经济作物有茶叶、油茶、油桐等，以茶叶为主，大部分外销。

修水宁红茶闻名中外；竹木资源较丰富，出产的松、杉、毛竹等木材大部分外销。工业有农机修造、小五金加工、建材、轻纺、食品加工；矿业有钨、钒、金、石煤、水泥用灰岩、长石、石英、高岭土、建筑用板材、石料、砖瓦用粘土等数十家。

根据《建筑抗震设计规范》，本地区抗震设防烈度为VI度，设计基本地震加速度值为 $0.05g$ ，设计地震分组为一组。

在矿区东部采空区正上方的山顶上建有一座占地面积 $6042m^2$ 的道观，该道观属当地民俗文化建筑，必须给予保护。

县域范围内水电资源丰富，已建成投产的多家水电站均与国家电网联网，以满足县域农业、工业、矿业经济发展的用电需求。

2.3 地质资源

2.3.1 矿权范围设置情况

香炉山钨业于2011年1月10日办理了采矿许可证，证号：

C3600002011013120103929，面积：2.2279km²，限采深度：+780~+350m，生产规模 72.6 万吨/年，开采方式：地下开采，有效期 2011 年 1 月 10 日至 2023 年 2 月 10 日。其采矿权坐标详见表 1-1。

2.3.2 地质设计依据

本次设计地质依据是江西省地质局赣西北大队于 1988 年提交的《江西省修水县港口乡香炉山钨矿区详细普查地质报告》（赣地发〔1989〕277 号）、江西省地质局赣西北大队于 2021 年 9 月提交的《江西省修水县香炉山矿区钨矿资源储量核实报告》、关于《江西省修水县香炉山矿区钨矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审意见的函（中矿咨评字〔2021〕24 号）、江西省修水香炉山钨业有限责任公司 2022 年 1 月 15 日提交的《江西省修水县香炉山矿区钨矿 2021 年度矿山储量年报》。

2.3.3 矿区及矿床地质特征

2.3.3.1 地质概况

矿区位于扬子板块 I（一级单元）、下扬子地块 I₁（二级单元）、江南隆起带 I₁²（三级单元）中的九岭逆冲隆起（四级单元）之幕阜山凸起西段。

区域地层出露良好，发育较齐全，从元古宙~新生代皆有分布。矿区所处区域发育线状弧形褶皱，近东西向和北北东向压扭性断裂。矿区所处区域发育燕山期花岗岩，有太阳山、高湖两个岩体，产于基底与盖层间或过渡带上，相距 2km，推测深部连为一体。后期侵入的细晶岩、辉绿岩等脉岩亦出露地表。区域矿产主要集中分布于鄂东南~赣西北铜金多金属成矿带、九岭~鄣公山钨锡金多金属成矿带内，矿点、矿床成群呈北北东向展布。

2.3.3.2 矿区地质

矿区主要由北东向的香炉山背斜、寒武系中统杨柳岗组 (\in_{2y}) 含碳硅泥质灰岩 (已变质为角岩)、燕山晚期黑云母花岗岩组成。

2.3.3.2.1 地层

矿区地层由震旦系下统陡山沱组 (Z_1d) 和上统灯影组 (Z_2d)、寒武系下统荷塘组 (\in_{0-1h}) 和观音堂组 (\in_{1g})、寒武系中统杨柳岗组 (\in_{2y})、寒武系上统华严寺组 (\in_{3h}) 及第四系组成。由老至新简述如下:

陡山沱组: 含炭质页 (泥) 岩, 灰~浅灰~灰白等杂色。呈叶片状或板状构造, 常夹泥质灰岩。已变为角岩, 是有利成矿之岩石地层。厚 $>34m$ 。

灯影组: 硅质岩, 深灰色, 中厚~厚层状, 有时夹薄层, 常含炭、泥质, 而显条带构造。下部夹硅泥质灰岩, 与薄层硅质岩、页岩互层, 与 Z_1d 过渡接触。已变质重结晶。厚 $57\sim77m$ 。

荷塘组: 炭质页岩: 黑色, 局部含炭高, 构成石煤。底部含薄层状或条带状硅质岩, 其为与 Z_2d 分界标志。厚 $>65m$ 。荷塘组地层多为矿体的顶板。

观音堂组: 含炭页岩, 黑灰色, 已变为硅酸质角岩。厚 $203\sim228m$ 。

杨柳岗组: 含炭硅泥质灰岩, 灰白、灰、灰黑等色, 薄层夹中厚层, 杂质分布不均匀, 相间出现, 平行排列构成极发育的条纹带状构造, 泥质灰岩中常夹含泥较少的不规则扁豆状, 透镜状条纹条带状泥质灰岩, 原岩已转变为角岩或大理岩。矿床主要产于杨柳岗组与花岗岩接触带上。底部以含炭泥质灰岩与 \in_{1g} 分界, 极易划分。厚 $300m$ 。

华严寺组: 条带状灰岩, 灰~灰黑~灰白色, 薄~中厚层, 含泥含炭, 这些杂质相间出现, 构成条纹条带状构造, 普遍遭受角岩化、大理岩化,

有时见磁黄铁矿、黄铁矿化。底部有 10~20m 厚的灰质泥岩，为与 ϵ_{2y} 的分界标志。厚度 220m。

第四系（Q）：下部亚粘土碎石层夹 0.1~1.5m 的岩块。沟谷中为砂屑碎石层，常含金，上部腐植土。厚 0~11m。

震旦系上统和寒武系下统各组岩石地层，仅在矿区边缘及南部少数钻孔中见到。寒武系中统杨柳岗组广泛裸露，分布范围占矿区面积的 87%。寒武系上统华严寺组出露于矿区边缘。第四系零星分布。

除第四系外，矿区大部分岩石受热接触变质作用，多蚀变为角岩及角岩化岩石、大理岩，少部分碳酸盐岩接触交代变质形成矽卡岩。岩溶现象基本未见。

矿床基本赋存在杨柳岗组不纯灰岩与花岗岩接触带上。

2.3.3.2.2 构造

（1）褶皱

香炉山~太阳山背斜规模最大，呈北东向横贯矿区，香炉山~太阳山背斜是矿区的基础构造，在成岩成矿过程中起着主导作用，控制着岩体及矿田就位。香炉山~太阳山背斜走向延长大于 8km，东至太阳山为太阳山花岗岩体所截；向西倾伏于付水井，向北西西方向偏转。总体呈北东（55°）向展布，背斜属宽缓型倾伏背斜，宽度 3~4km，倾伏角 10°~25°，两翼岩层倾角 10°~35°，南翼略陡，核部产状近乎水平，枢纽呈正弦曲线起伏，倾角小于 10°，

震旦系地层构成核部。翼部由寒武系各统各组地层构成，由于花岗岩侵占核部，上述地层岩石均遭热变质，转变为角岩或角岩化岩石。

（2）断裂

据展布方向、力学性质，矿区内断裂可分为北北西、北北东～北东向两组。此外，钻孔及坑道中常见层间剥落现象。

①北北西向断裂：编号 $F_{I-1} \sim F_{I-5}$ 。主要分布在矿区西部。北北西走向，切割地层，倾向南西西，局部反倾，倾角 $45^\circ \sim 88^\circ$ ，走向长 $80 \sim 580\text{m}$ ，宽 $0 \sim 6.8\text{m}$ 。构造面平直、弯曲并存，局部见似角砾、角砾岩，属张扭性。有些断裂中的角砾岩（如 F_{I-1} ）。矿区东面岩体中的黑钨矿石英脉也产于此方向裂隙中。在坑道中见北北西向裂隙或小断裂切割矿体，位移零至数十厘米。

②北北东～北东向断裂：编号 $F_{II-1} \sim F_{II-18}$ 。主要分布在背斜南东翼（香炉山山脊以南）。呈 $12^\circ \sim 40^\circ$ 方向斜切地层、岩体、矿体。倾向南东，局部反倾，倾角 $47^\circ \sim 84^\circ$ 。走向长 $100 \sim 1860\text{m}$ ，断裂带宽 $0 \sim 15\text{m}$ ，断面缓波状，常见压碎岩、透镜体，属压扭性。此组断裂常被后期脉岩充填。有些脉岩（细晶岩）边缘尚见与之有成生联系的小钨矿体和铅锌银矿体。又见细晶岩切割主矿体，但无多大位移。

③层间破碎带：钻孔及坑道中常见。挤压带厚数厘米至数十厘米，最厚 1m 。主要发育在接触带外侧，且多被矿体取代。远离接触带矿体的层间破碎带保存较好。主要特征是：岩石破碎，发育破劈理、透镜体，有较强的硅化、绿泥石化、矿化。层间破碎带对矿床成生的贡献，较上述两组断裂更大。

2.3.3.2.3 岩浆岩

矿区发育燕山晚期黑云母二长花岗岩体和少量晚期脉岩。前者为成矿母岩，晚期脉岩多为成矿后期产物。

黑云母二长花岗岩，侵位于香炉山背斜核部，切割震旦系～寒武系岩

石地层，是高湖花岗岩株的西延组成部分。矿区东北角出露 1.6km²，绝大部分隐埋地下。岩体与背斜形态一致，总体北东走向，向西南倾伏，倾伏角 15° ~25°，北西翼接触界面倾角 10° ~40°，南东接触界面倾角 40° ~75°，中心部倾角 <10°，至近乎水平；岩体接触界面周边，10 线以西均匀倾斜，10 线以东起伏不平。最明显的是 10 线与 8 线间，8 线与 4 线间分别呈北北西向隆起、凹陷，最大起伏 35m。

伴生的脉岩有细晶岩、辉绿岩。主要分布在香炉山背斜以南（背斜南东翼），充填在断裂内。北北东~北东向成群产出，倾向南东为主，倾角 >70°，宽 2~15m，长数百米至 3000 米。细晶岩斜切地层、岩体、矿体，但未影响其完整性。细晶岩边缘局部成生有小钨矿体和铅锌银矿体，辉绿岩斜切地层，与岩体、矿体关系不清。岩石学特征：有细粒黑云母花岗岩（边缘相）、中细粒黑云母二长花岗岩（内部相）、细晶岩、辉绿岩四种岩石。矿区花岗岩为酸性、中碱性岩石。相当于里特曼分类的太平洋型钙碱性岩石。

2.3.3.2.4 变质作用及变质岩

矿区发育热接触变质和热液蚀变两种变质作用。

（1）热接触变质与成矿的关系

矿区大部分岩石地层遭热变质作用，原岩转化为各种角岩及角岩化岩石，呈灰~浅灰~灰白等杂色，呈页片状或板状构造，角岩岩石粒度变粗，孔隙增大，有利于矿液渗透、充填交代。根据标志矿物及其组合，划分两个变质带。

① 透辉石~黑云母变质带（Di-Bi）

本带标志矿物有透辉石、黑云母、石榴石、红柱石、符山石、钾长石、

斜长石等。由这些矿物参与构成的岩石为角岩类岩石。

角岩类主要岩石有：

杨柳岗组泥质灰岩变质成生的，有长英质透辉石角岩、透辉石长英角岩、长英角岩、大理岩、含炭硅质角岩等。这些角岩呈条纹条带相间产出，无法在平、剖面图上表示，统称为钙硅角岩。

观音堂及王音铺组炭质泥岩变质成生的，有含炭云英角岩、含炭长英角岩等。

灯影组硅质岩及陡山沱组钙质页岩变质成生的，有透辉石长英角岩，石英岩状硅质岩等。

角岩主要特点：具隐晶质～细粒角岩结构，条纹条带构造。

角岩带分布在接触带附近。带宽48～145m。矿体主要赋存在钙硅角岩与花岗岩接触带上。

②透闪石～绢云母变质带（Ho-Did）

本带标志矿物有透闪石、阳起石、绢云母、绿泥石、绿帘石、高岭石等。这些矿物参与构成的岩石称角岩化岩石。

主要岩石有透闪石化大理岩、透闪石绢云母化板状灰质泥岩、绢云母化（含）炭质板状泥岩、板状斑点泥岩、板状含炭泥硅质岩、大理岩化灰岩等。

角岩化岩石基本保留原岩特点。具变余结构。

角岩化岩石分布在角岩带外侧。带宽>300～1000m。两者过渡接触。

（2）热液蚀变与成矿的关系

矽卡岩白钨矿矿体的形成是成矿流体与围岩强烈交代反应的结果，形成了多种类型的热液蚀变岩。主要热液蚀变类型及其形成阶段有：①早矽

卡岩阶段的辉石、方柱石、石榴子石矽卡岩化；②晚矽卡岩阶段的透闪石、绿帘石矽卡岩化；③矽卡岩阶段氧化物阶段白云母+白钨矿阶段，蚀变类型为云英岩化；④石英～硫化物阶段的硅化、磁黄铁矿化、黄铜矿化、黄铁矿化、萤石化等；⑤成矿后的碳酸盐岩阶段的方解石化，及绿泥石化、高岭土化等。

矽卡岩化：围岩矽卡岩化过程中，对成矿的贡献在于岩浆气～热的消耗，流体的汇聚以及矿化剂 Ca 等元素从围岩中析出，形成成矿流体，因此其空间分布与矿体分布关系密切，香炉山地区矽卡岩化范围仅次于角岩化。

云英岩化：钨矿成矿阶段的最主要蚀变。广泛分布在接触带的细粒花岗岩及钨矿体内。越近接触带蚀变越强。厚 50～100m。石英、白云母呈粒状、片状、不规则细小集合体，普遍交代长石和黑云母等矿物。云英岩化的细粒黑云母花岗岩呈白色。云英岩化，是一种复杂热液蚀变，可分为三种类型，白云母（无石英矿物生成阶段～白云母化）、白云母+石英、石英（无白云母矿物生成阶段～硅化）阶段。从矿物生成顺序来看，白钨矿介于两者之间。

硅化和萤石化：基本为石英～硫化物阶段蚀变。主要分布在矿体及其外 30～50m 围岩中。越近接触带蚀变越强，硫化物越多的地方蚀变越强。蚀变矿物主要交代铁镁矿物和长英质矿物，呈浸染状、不规则细小团块状产出。

方解石化、绿泥石化、高岭土化：广泛分布于区内各类岩矿石中，与成矿无关。

2.3.3.2.5 围岩与夹石

(1) 围岩

矿体围岩简单。主要矿体围岩情况如下：

1W 及 1W¹ 矿体，顶板为中寒武杨柳岗组泥质灰岩变质而成的钙硅角岩，底板为云英岩化细粒花岗岩。10 线以西 1W 矿体的南东段顶、底板围岩均为杨柳岗组泥质灰岩变质的钙硅角岩。

5W 矿体顶板为云英岩化细粒花岗岩，底板为杨柳岗组钙硅角岩。

6W 矿体顶、底板均为杨柳岗组钙硅角岩。

7W 矿体顶板为杨柳岗组钙硅角岩，底板主要为云英岩化细粒花岗岩，局部为杨柳岗组钙硅角岩。

近矿围岩均有矿化，WO₃ 品位小于 0.08% 大于 0.03%，偶达工业要求，但厚度达不到最低可采标准。

(2) 夹石

1W 矿体含矿系数 0.98，矿化连续，仅在 14 线 ZK142 孔见一层钙硅角岩夹石，厚 3m，倾向长 100m，产出标高+605~+620m，其 WO₃ 品位 0.047%。其余钨矿体基本无夹石。

2.3.3.3 矿床地质

(1) 矿床类型

香炉山属接触交代型白钨矿床。

(2) 矿床特征

香炉山钨矿产于香炉山背斜倾伏端，赋存在侵入于背斜核部的燕山晚期黑云母二长花岗岩与中寒武统杨柳岗组含炭硅质泥质灰岩变质成生的角岩接触带上。

香炉山钨矿矿体呈面形展布，总体呈北东～南西走向。东起 27 线，西止 188 线，未圈闭。矿化总长大于 3200m，资源量主要分布在 0～24 线 1200m 范围内。0～27 线仅零星分布一些边角矿体，资源量有限。

香炉山钨矿床有白钨矿体 50 个，包括接触带矿体 2 个，内接触带矿体 14 个，外接触带矿体 30 个，地表矿体 4 个。主要钨矿体 6 个（占全区资源量的 99.8%），即 1W、1W¹、5W、6W、7W、9W、10W。接触带 1W 为主矿体，WO₃ 量近 8×10⁴t，占全区资源储量的 88%。WO₃ 量大于 10000t 的有内接触带的 5W，占全区资源储量的 5%。WO₃ 量大于 4000t 的有 6W、7W。WO₃ 量大于 1000t 的有 1W¹、9W。WO₃ 量大于 500t 有 10W。其余多为规模较小的单线单工程控制的矿体。

（3）矿体地质特征

矿区内主要矿体特征见表 2-3。现择有代表性的 1W、5W 叙述如下：

1W：产于接触带上，分布在 0～24 线，隐没地下，埋深 40～300m，矿头标高+358～+658m，矿体走向长 1250m，倾斜长 576m，厚 2.55～45.59m。

矿体产状与香炉山倾伏背斜协调，北东扬起，西南倾伏，倾伏角 10°～25°，局部略小或略大。以背斜枢纽为界，分别倾向北西、南东，平均倾角分别为 7°、38°。

矿体沿走向，中部最厚，往北东、南西变薄；沿倾斜方向，轴部最厚，向翼部逐渐变薄，轴部厚度在 5.98～45.59m 间变化，平均 25.83m；南东倾斜部分，厚度在 0.44～23.41m 变化，平均 9.06m。矿体在 10 线呈北西向隆起，与岩体相应隆起大体一致。矿山生产探矿工程揭露 6 线、8 线剖面因花岗岩体的上侵，阻挡 1W 矿体往南延伸，矿体规模大幅变小。

矿体在走向和倾向方向，均呈缓波状。厚度变化系数 68%，属局部膨

大的似层状矿体。矿石为钙硅质角岩型白钨矿石。局部夹极少的花岗岩型白钨矿石。

矿体围岩：顶板为中寒武统杨柳岗组（ ϵ_{2y} ）泥质灰岩变质而成的钙硅角岩，底板为云英岩化细粒花岗岩。

5W：产于内接触带捕掳体中，与 6W、7W 构成一组近乎平行的矿体。

分布在 18 线以西，直至洞下区域，仍未圈闭，隐没地下。区内埋深 140~410m，矿头 200~563m。

在香炉山钨矿采矿权范围内，矿体走向长 350m，倾斜长 65~290m，平均 174m，厚 0.60~10.13m，平均 4.31m。向北西倾斜，倾角 $30^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。

在采矿权内 5W 有四条线 9 个钻孔控制，厚度变化系数 75%，属扁豆状产出的角岩型白钨矿体。

矿体顶板为云英岩化细粒花岗岩，底板为杨柳岗组钙硅角岩。

矿山东部采区主要残留矿体分布示意图 2-2。

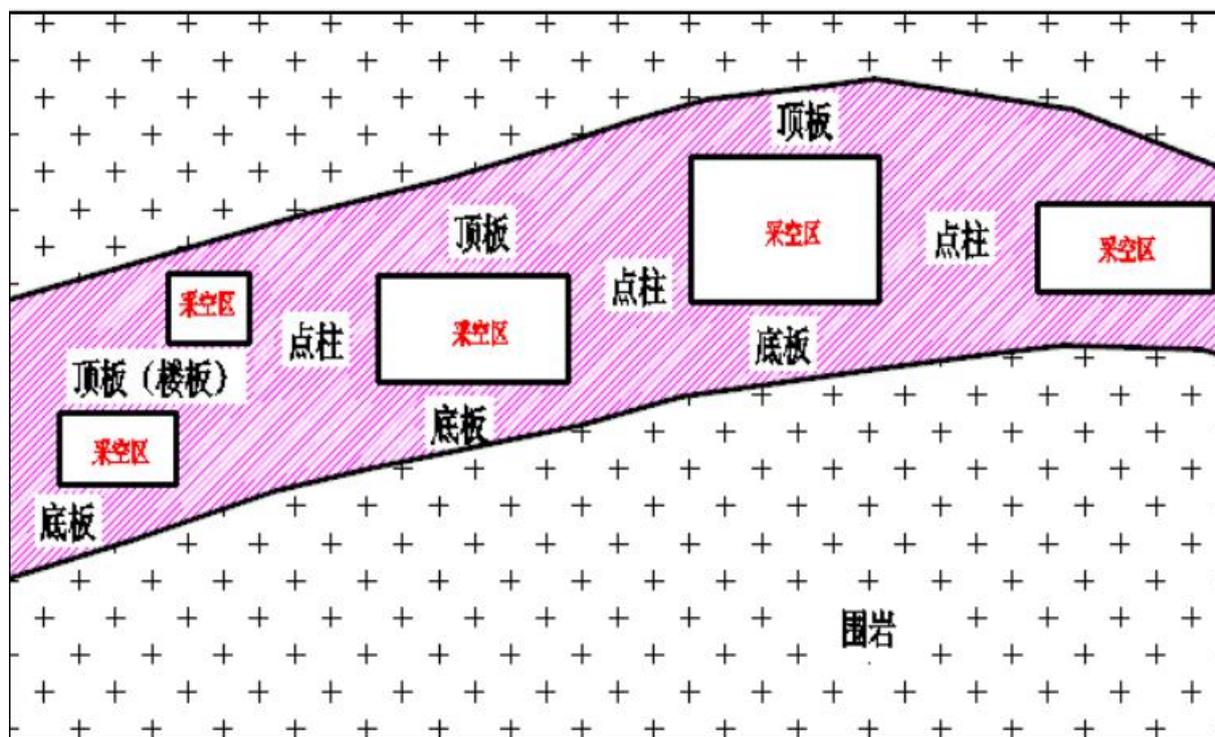


图 2-2 东部采区主要残留矿体分布示意图

东部采区视开采情况，被划分成点柱和顶板、底板三部分，平面上，点柱区域多为空区，点柱散落其中，多为圆角条柱状，或椭圆状，长宽尺寸在5~30m不等；高度10~33m不等。空区上部普遍残留下厚度在12m以内的顶柱矿量，厚度因顶板围岩界线和采高的变化而变化。空区下部留下厚度在7.5m以下的部分底柱，厚度随底板岩体的起伏变化而变化，并因开采标高升高而相对增厚，品位相对点柱低。

表 2-3 香炉山矿区主要钨矿体特征一览表

序号	矿体编号	矿石类型	矿体形态	矿体产状	走向长 (m)	倾斜长 (m)			厚度 (m)			矿头标高 (m)
						最大	最小	平均	最大	最小	平均	
1	1W ¹	角岩	透镜状	接触带 NW ~ SE/ ∠ 18° ~ 35°	190	210	80	145	17.91	1.95	7.98	+610~+702
2	1W		似层状	接触带 NW/ ∠ 7° ~ SE/ ∠ 38°	1250	813	305	576	45.59	0.44	12.69	+358~+658
3	5W		扁豆状	内带 NW/ ∠ 11° ~ 65°	1300	290	65	160	10.13	5.28	8.28	+200~+440
4	6W	角岩夹花岗岩	扁豆状	内带 NW/ ∠ 20° ~ 58°	930	190	90	144	18.33	8.56	12.13	+244~+435
5	7W			内带 NW/ ∠ 12° ~ 53°	1470	118	84	97	14.82	9.00	11.09	+227~+425
6	8W	角岩	透镜状	内带 SE/∠ 18°	100			180	8.01	1.23	3.89	+427~+490
7	9W			内带 SE/∠ 9° ~ 45°	300	228	18	103	13.13	0.94	4.32	+392~+477
8	10W			内带 SE/∠ 2° ~ 47°	200	90	46	68	10.50	0.76	4.78	+243~+419

2.3.4 矿石特征

1. 矿石类型

矿区矿体绝大部分埋藏于地下，属原生矿石。

构成矿体的主要工业矿物为白钨矿，伴生矿物组分种类虽较多，但数量很少，且分布极不均匀。因此对矿区而言，矿石类型划分的主要依据是白钨矿之载体特征。

按上述原则，矿石自然类型可细分为：长英质透辉石角岩白钨矿石、辉石长英质角岩白钨矿石、大理岩化灰岩白钨矿石、白钨矿花岗岩矿石。

前 3 种矿石或互层或互为夹层，而呈条带、条纹状产出，无论从地质、采选角度，都是难以单独划分的。花岗岩型白钨矿石零星产于 1W 底部或其中，资源量不足 1%，单独划分意义不大，这样矿区就归纳为一种矿石类型：白钨矿钙硅角岩矿石，其特征如下：

为矿区最主要、最基本矿石。所有矿体几乎全由此种矿石类型组成。

矿石量大于 99%，矿石呈浅灰绿、灰白、浅灰等杂色。坚硬块状，主要工业矿物和伴生的少量硫化物呈浸染条纹条带状构造，最主要的脉石矿物有透辉石、石英、方解石、长石，其次有（绢）白云母、石榴石、透闪石、萤石等。

2. 矿物组成

通过光片、薄片、微化分析、激光光谱分析、X-射线粉晶分析，确认矿石组份较复杂，存在 58 种矿物。

常见金属矿物为磁黄铁矿、黄铁矿、白铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿，另有少量黑钨矿、磁赤铁矿、辉钼矿、毒砂、钨华、自然铋、泡铋矿、铋方铅矿、含银方铅矿、辉银矿、钼铅矿、辉铋矿、斑铜矿、镜铁矿、板钛矿、锐钛矿、金红石、碲铋矿、硫铜银矿、软锰矿、硬锰矿、锆石、蓝辉铜矿、蓝铜、赤褐铁矿、水绿矾等矿物。

主要脉石矿物有石英、钾长石、斜长石、透辉石、透闪石、方解石等，

其次有石榴石、符山石、萤石、白云母、绢云母、红柱石、阳起石、黑云母、绿泥石、绿帘石、白云石、硅灰石、重晶石、榍石、电气石、磷灰石、沸石、硬石膏等。

3. 矿石结构构造

(1) 矿石结构

按成生特点和选矿需求，划分三类 12 种结构：

主要为粒状、填隙、共生边界、熔蚀结构，其次有胶体、残余、筛状、镶边、环状、叶片状、乳滴状、串珠状等结构。

(2) 构造

矿石构造主要有浸染~条纹条带状构造，其次为不规则团块状构造，显微脉状构造。

4. 矿石的化学成分

(1) 主要有用组份

主要组份为钨。矿石的化学成分(%)： SiO_2 40.76、 TiO_2 0.16、 Al_2O_3 7.71、 Fe_2O_3 9.71、 FeO 6.3、 MgO 5.8、 MnO 0.64、 CaO 12.02、 K_2O 1.78、 Na_2O 0.58、 P_2O_5 0.3、 CO_2 0.179、 F 3.00、 S 6.62。

(2) 伴生有益组份

伴生组分有铜、铅、锌、硫、金、银、铋、镓等。受经济技术条件限制，目前矿山生产，只对伴生组分铜回收利用。

5. 矿石加工技术性能

据 1982 年 3 月江西地质局中心实验室做的《香炉山钨矿选矿试验报告》，硫化物是可选的，通过开路全浮硫化物选矿，硫化物分离占有量大于 80%，铜的回收率可达 85%，硫和锌回收率大于 70%。

矿山经多年开采已经形成较为成熟的选矿生产流程：来自地下开采的矿石经汽车运输至选厂，经破碎、筛分、磨矿和分级后，矿石细度为 75%~0.074mm 的矿浆首先进入一粗、一扫、一精的铜硫混合浮选作业。该作业选出的铜硫混合粗精矿进入一粗、一扫、二精的铜硫分离浮选作业，可选出铜品位为 16%~18%的铜精矿。前面铜硫混合浮选作业的尾矿则进入粗、精的脱硫作业。经过脱硫作业的矿浆进入一粗、二扫、一精的白钨粗选作业。该作业选出的白钨矿粗精矿进入一粗、一扫、五精的白钨精选作业。

经过五次精选后选出品位大于 65%的白钨精矿， WO_3 综合平均回收率达 78.5%，Cu 综合平均回收率为 56.48%；前面白钨矿粗选作业的尾矿即为最终尾矿。

目前矿山生产，只对伴生组分铜回收利用。

2.3.5 矿床地质勘查工作及其质量评述

1. 矿区地质勘查工作

(1) 勘查历史及成果

矿区自 20 世纪 50 年代以来，先后有江西省地质局赣西北大队、区调队、物探大队及湖北省地质队进行过地质物化探和深部找矿工作。

1958~1959 年，江西省地质局区调队以高湖为中心，圈出了约 10km² 的三种异常：高湖~香炉山白钨重砂异常；铅、锌、铜次生晕异常；香炉山锌、银、砷水化学异常。

1967 年江西省地质局物探大队 706 队在香炉山做了 4km² 的 1/万次生晕及磁法测量，提交简报一份。

1978 年江西省地质局物探大队做了 1/10 万水系沉积物测量工作。

1977~1984年12月，赣西北大队在矿区开展普查找矿工作，以地表地质调查为主，1985年投入详查，1988年12月提交《江西省修水县港口乡香炉山矿区详细普查地质报告》。详查报告通过了江西省地质局审查（赣地发〔1989〕277号）。

提交详查报告后，自1993年始，矿区内先后有浒坑钨矿与县钨矿合作开采（后为修水县矿业公司香炉山钨矿开采），乡办港口钨矿开采，修水县矿业公司任家山钨矿开采。1999年后，三家矿山企业分别租赁承包给神威、仁天、珠江等私营股份制公司开采。由于采富弃贫，造成资源浪费，2003年始逐步整合并购，至2004年6月，全部归并到现江西省修水香炉山钨业有限责任公司统一规划开发。整合期间，江西省地质矿产勘查开发局赣西北地质大队受矿区原各矿山委托，在矿山各自采矿权范围内，先后分别编制了《江西省修水县香炉山钨矿矿产储量地质报告》，《江西省修水县任家山钨矿矿产储量地质报告》，《江西省修水县港口钨矿储量地质报告》和当时无矿权的《江西省修水县香炉山钨矿区杨坳桥矿块储量地质报告》（未送审）。这些报告（除杨坳桥矿块）均经江西省金林矿产资源储量评审有限公司评审，江西省国土资源厅认定备案。各储量报告评审、认定备案文号依次为赣国土资认储字〔2003〕109号、赣金林储审字〔2004〕015号、赣国土资储备字〔2004〕001号、赣金林储审字〔2004〕028号及赣国土资储备字〔2004〕011号。

矿区采矿权整合工作完成之后，2005年8月~12月，香炉山钨业委托江西地矿局赣西北大队对香炉山矿区原详查期间（西段）没有获取高级储量的16~24线（未采区）钨矿，在原有工程控制的基础上，应用钻探进行加密控制，提高区段内的钨矿资源/储量类型。于2006年2月提交了《江西

省修水县香炉山矿区 16~24 线基建探矿地质报告》，该报告经香炉山钨业组织了会审通过，因只涉及到香炉山钨业采矿权内的西段资源储量部分，报告未报送具国家认定资质的评审机构评审，因此，也未在国家资源储量主管部门备案。

2006 年 7 月，根据《江西省矿产资源开采管理条例》、《江西省矿产资源储量核查检测管理（暂行）办法》，赣西北大队受香炉山钨业委托，对修水县香炉山钨矿进行资源储量检测，2006 年 10 月编制了《江西省修水县香炉山矿区钨矿产 2006 年资源储量动态监测报告》。经江西省国土资源厅送专家组评审通过，九江市国土资源局以九国土资储检备字〔2007〕03 号文备案。

2006 年 6 月，修水县矿产资源管理局，为依法惩处矿区内的非法采矿，委托赣西北大队，对任家山、铁匠坳两处非法采矿点，进行野外实地调查，编制了《江西省修水县香炉山钨矿区任家山非法采矿点破坏矿产资源储量核实报告》、《江西省修水县香炉山钨矿区铁匠坳非法采矿点破坏矿产资源储量核实报告》，送江西省金林矿产资源储量评审有限公司评审，江西省国土资源厅备案。两份报告评审认定、备案的文号分别为赣金林储审字〔2006〕036 号、赣金林储审字〔2006〕037 号和赣国土资储备字〔2006〕036 号、赣国土资储备字〔2006〕037 号。

2010 年 2 月，受香炉山钨业委托，赣西北大队以《固体矿产资源储量核实报告编写规定》（国土资源部国土资发〔2007〕26 号文）为指导进行了香炉山矿区钨矿资源储量核实工作。

赣西北大队分别于 2014 年 4 月、2017 年 12 月、2021 年 9 月进行了香炉山矿区钨矿资源储量核实工作。香炉山钨业每年均进行了储量年检工作。

2. 矿区地质勘查程度评述

通过系统的勘查工程揭露和控制，基本查明了矿区地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变等地质特征，基本控制矿体的空间分布、形态、规模、产状或厚度变化等，确定了勘查类型，基本查明了矿石的有用、有益、有害组份的种类、含量及其变化情况和矿石结构、构造，对矿石加工技术性能进行了实验室流程试验并经多年实践提高，基本查明了矿区水文地质、工程地质、环境地质等矿床开采技术条件；勘查类型确定合理，网度合适。资源储量估算采用水平投影块段法，方法合适，估算结果基本可靠。提交的《江西省修水县港口乡香炉山矿区详细普查地质报告》、2021年9月的《江西省修水县香炉山矿区钨矿资源储量核实报告》和2021年动检报告，可以作为本次初步设计的基础依据。

2.3.6 矿床开采技术条件

矿区地处构造剥蚀中低山区。矿区地形地貌受构造控制，呈北东走向，地形总体为中间高北部和东南侧渐低，标高一般在+300~+750m，矿区山脊标高一般+797~+803m，最高峰为位于矿区的东侧，标高+827.8m，地形坡度一般在25°~30°，局部可达40°~50°。最低点位于矿部生活区附近标高+260m左右，最大相对高差约568m。区内植被种类丰富，繁茂，多为乔木、灌木植被，自然生态良好。修水县属亚热带湿润季风气候区，气候温和湿润，四季分明。据修水县气象统计（1971~2017年）年平均气温17℃，最高气温44℃，最低气温-16℃，年平均相对湿度79%，年平均降雨量1614.3mm，年最大降雨量2487.6mm，年最小降雨量1086.5mm。月最大降雨量686.1mm（2017年6月），日最大降雨量232.5mm（1983年7月7日）。

2.3.6.1 矿区水文地质条件

1. 地表水

受构造控制主要发育北东向主冲沟和北西向次小冲沟，沟谷狭长深壑，山体起伏较大。地表水沿沟谷汇聚后自东北向西南流出矿区。

矿区主要地表水流为洞下河，其位于矿区北部，属季节性河流，水位和流量随季节变化而变化。雨季流量变大，且时有山洪暴发，旱季流量变小。洞下河最大流量可达 $378950.4\text{m}^3/\text{d}$ ，最小流量 $19699.2\text{m}^3/\text{d}$ 。

洞下河位于矿权范围北部边界以外 85m ，海拔标高为 $+260\text{m}$ ，对矿床开采无影响。

2. 含水层、隔水层

根据地层岩性、地下水赋水介质性质和富水性特征，矿区地下水含水层主要有松散岩类孔隙水含水层、碳酸盐岩溶水含水层及基岩裂隙水三类。隔水岩类主要由结晶岩类岩石组成。

(1) 含水层

① 松散岩类孔隙水含水岩组特征及富水性

区内该含水层由第四系全新统冲洪积松散堆积物构成。残积或坡积物分布于山坡、坡麓地带，一般厚度小，属透水不持水层。

第四系冲洪积层（ Q_4^{al} ）：主要分布于河流及河床内之河漫滩中，厚度 $0\sim 11\text{m}$ ，属弱富水性岩组，含水层厚度 $0.50\sim 2.0\text{m}$ ，最大厚度不超过 3m 。单井涌水量介于 $10\sim 50\text{m}^3/\text{d}$ 之间，对矿床充水无影响。地下水以接受大气降水与地表水渗入补给为主，还可接受基岩地下水的侧向补给。

② 碳酸盐岩溶水含水层特征及富水性

由寒武系上统西阳山组、华严寺组，中统杨柳岗组碳酸盐岩类组成。

寒武系上统西阳山组 (\in_3x) 岩溶裂隙水含水层：岩性为泥质灰岩、透镜状灰岩，分布于矿区外围北面之洞下村，厚度 80m。地表岩溶出露一般，岩溶形态多为岩溶洼地、溶沟、溶槽和落水洞等。含水甚微，该层富水性弱，对矿床充水无影响。

寒武系上统华严寺组 (\in_3h) 岩溶裂隙水含水层：岩性为条带状灰岩，灰、灰黑、灰白色，薄~中厚层，含泥含炭。厚度 220m。主要分布于矿区外围，仅图廓边缘零星见及。地表岩溶出露一般，岩溶形态多为岩溶洼地、溶沟、溶槽和落水洞等。弱富水性，对矿床影响甚微。

寒武系中统杨柳岗组 (\in_2y) 岩溶裂隙水含水层：岩性为含炭、含硅灰质泥岩与泥质灰岩，两者互层或互为夹层，已变质为角岩，条带条纹构造发育。是白钨矿的主要赋存部位及矿层顶板。是矿床全域所涉含水层与充水层。该层地表裂隙较发育，并见有小溶沟、溶裂及蜂窝状溶蚀现象。含水层富水性弱。2021 年 8 月储量核实时东、西采坑矿坑系统地下水涌水量、涌水方式、涌水途径等坑道水文地质调查中，反映矿坑系统中，围岩多为干燥状态，矿坑无水涌出，亦无积水，仅见有局限的层间错动带（裂隙）上有零星水滴现象，表征该含水层富水贫乏。

③碎屑岩基岩裂隙含水层特征及富水性

由奥陶系宁国组和寒武系下统观音堂组碎屑岩类组成。

奥陶系宁国组 (O_{1-2n}) 基岩裂隙水含水层：黄绿色页岩。分布于矿区外围，属含弱裂隙水岩组，富水性弱。对矿床充水无影响。

寒武系下统观音堂组 (\in_{1g}) 基岩裂隙水含水层：岩性主要为含炭页岩，呈黑灰色，已变为硅酸质角岩。小面积分布于矿区外围北部、东部，厚 203~228m。岩层浅部风化裂隙较发育，深部岩石完整，裂隙发育较少，钻孔中

冲洗液未见漏失。根据钻孔抽水试验，富水性弱，对矿床充水无影响。

（2）花岗岩隔水层

由燕山晚期花岗岩体（ γ_5^3 ）及细晶岩脉（体）等构成。除地表出露部分有弱风化外，绝大部分坚硬完整，柱状夹块状，属隔水岩体。而细晶岩、辉绿岩，则以脉状产于矿区南侧，北北东走向，斜切各时代地层及花岗岩和矿体，属隔水层（体）。

3.构造含水性

主要分布于背斜东南翼，以北北东向成群展布，多倾向南东，倾角较陡，一般 $65^\circ \sim 85^\circ$ ，时有反倾。断裂长数百米~3000米。宽 0.5~26m。以压扭性为主，多被岩脉充填。此方向断裂，主要分布于矿床南东缘，即使有水，亦将沿断裂向南西方向和南东层间方向散流，不可能使矿床充水。

4.老窿水

矿权范围内基本没有老窿水分布。

5.矿床充水因素

大气降水沿裂隙渗入寒武系中统杨柳岗组泥质灰岩形成岩溶裂隙水是矿床充水的主要因素。矿区地下水补给源主要为大气降水垂直补给寒武系中统杨柳岗组泥质灰岩形成弱岩溶裂隙水。

6.地下水补给、径流、排泄条件

矿区及外围地表水和地下水主要来自大气降水补给。由于地形陡，相对高差大，降水大部分沿山坡、沟谷以地表径流的方式自然排泄，只有小部分通过第四系松散层和上部基岩裂隙层面渗透，以地下水浅流形式，成为裂隙下降泉而出露于地表，进入矿层者微不足道。ZK188孔动态水位标高在+540.36~+522.76m之间。最高水位出现在七月份雨季，最低水位出现

在十二月份旱季。又如原香炉山详查矿区 ZK2423 孔自 1986 年 4 月 28 日终孔后见有涌水，最大涌水量 $36.89\text{m}^3/\text{d}$ ，到八月份旱季停流，水位降至地面以下 $4\sim 5\text{m}$ （标高为 $+290.78\sim +293.33\text{m}$ ）。所以地下水位的变化与大气降水有着密切的关系，一般也随地形起伏而变化。

7. 当地侵蚀基准面标高与矿井最低排泄面标高

矿区地面泄流于矿段北侧，汇流于矿区外北侧洞下河，此域距矿段北侧境界为 85m 左右，海拔标高为 $+260\text{m}$ ，该处为矿段相对侵蚀基准面标高。矿段北境界最低处海拔标高为 $+325\text{m}$ ，此为矿区内矿井最低排泄面标高。

8. 供水评价

矿山目前供水途径主要采用抽取洞下河水的方式。区内主要有洞下河及其支流。洞下河源头长，清澈见底，平均流量为 $94583.8\text{m}^3/\text{d}$ ，最大流量为 $378950.4\text{m}^3/\text{d}$ ，最小流量为 $19699.2\text{m}^3/\text{d}$ 。根据以往采取水样水质化验资料，矿区及区域地表水属重碳酸钙镁型水，局部见重碳酸硫酸钙镁型水，水质均达地表水 III 类标准。该条河及支流流经矿区，其流量可满足开采、生产和生活的需要，可为未来矿山开采提供主要供水水源。

9. 涌水量预测

香炉山钨矿已有的一、二坑口标高 $+560\text{m}$ ，三坑口标高 $+540\text{m}$ 、四坑口标高 $+510\text{m}$ 以及西部主平硐标高 $+380\text{m}$ 等巷道均无水排出。坑道内仅有少数滴水现象。大气降水是矿区垂向补给来源。矿体赋存标高在 $+780\sim +201\text{m}$ 之间，大部分高于当地侵蚀基准面（标高 $+260\sim +300\text{m}$ ）。2021 年储量核实报告根据本矿区地形地貌、水文地质条件特征及矿山已有开采巷道排水情况，矿区矿坑涌水量采用渗入系数法进行计算。

按公式 $Q_{\text{平均}} = \frac{\alpha \times F \times \bar{X}}{365}$ 计算垂直平均渗入量。

式中：Q——地下水垂向渗入量（m³/d）；

F——补给区汇水面积（km²）；

\bar{X} ——降雨量（m）；

α ——渗入系数（0.17）；

按年平均降雨量 1.61m 计算， \bar{Q} 约 757m³/d。

按年最大降水量 2.49m 计算， $Q_{\text{最大}}$ 约 1064m³/d。

根据矿山实测统计，香炉山钨矿区 0~24 线七个采矿主坑口，仅雨季沿巷道一侧预留的排水沟有水外流，流量一般为 105m³/d，最大 305m³/d，总流量约 750~1000m³/d，与大气降水渗入法计算的流量基本吻合。而旱季巷顶潮湿，巷底干燥。

根据 ZK188 水文孔，静止水位标高+522m。本次采用水文地质比拟法对+350m 中段涌水量进行预测，计算公式如下。涌水量估算结果见表 2-4。

$$Q = Q_0 \times \frac{F}{F_0} \times \frac{S}{S_0}$$

式中：Q——设计坑道排水量（m³/d）；

Q_0 ——坑道涌水量（m³/d）；

F——设计开采面积（m²）；

F_0 ——开采面积（m²）；

S——设计坑道水位降深（m）；

S_0 ——坑道水位降深（m）。

表 2-4 矿山涌水量估算

中段（m）	降深 S（m）	开采面积 F_0 （m ² ）	正常涌水量（m ³ /d）	最大涌水量（m ³ /d）	备注
+430	92	86000	750	1000	实测
+350	172	55000	897	1196	预测

10.结论

矿区为中低山地质环境，开采矿体绝大部分处于当地侵蚀基准面以上，矿体及围岩属于岩溶裂隙水、基岩裂隙水含水岩类，地下水以大气降水入渗为主要补给，入渗补给条件较差，含水层富水性弱。井下开采矿坑涌水量较小。据此，本矿区水文地质条件复杂程度属简单类型，矿床开采技术条件水文地质勘探类型为第三类。

2.3.6.2 工程地质条件

1. 工程地质岩组类型及其物理力学特征

以矿区分布的岩（土）层（体）的岩性、结构构造及物理力学性能与工程地质特征为划分依据，矿区工程地质岩组可划分为松散岩组、松软岩组、软弱岩组、半坚硬岩组和坚硬岩组共五种类型，各岩组主要特征如下：

（1）松散岩组

由第四系松散堆积物构成，矿区内零散分布于地表，一般厚度 0~3m。主要成因及岩性有原岩剧烈风化而就地堆积的残积土，具冲洪积或洪坡积短距离搬运堆积的含碎石或岩屑杂质粘性、砂质土，物相皆具上细下粗特征，土体具中~高压缩性，锄锹可挖。

（2）松软岩组

由岩（石）体组织结构完全破坏或殆尽，物相呈土状或砂状的全风化岩构成。矿区内分布的花岗岩大部浅表风化成土状、砂状，风化体内部尚可见残留原始结构痕迹。岩组具松散岩压缩性特征，水动力作用下极易崩散与分解，工程特性镐锄可挖。

（3）软弱岩组

软弱岩组岩石质量指标 RQD 值 < 50%，由风化蚀变较强的花岗岩类、胶结较差的构造破碎带、接触破碎带等构成。主要分布于结晶岩浅表、结

晶岩与围岩接触带、构造断裂带发育的部位等。主要包括具较强风化蚀变的结晶岩，裂隙密集发育的各类岩石等。岩组基本特征：岩石完整性差，大部分岩块手搓之易碎，多呈散体、碎裂结构，工程力学性质强度低，往往具塑性特征。岩芯状态多为碎块状、碎屑状，少量块状、短柱状。

(4) 半坚硬岩组

由岩石力学强度中等（ $30\text{MPa} < R_b \leq 60\text{MPa}$ ）、岩石质量指标 $50\% \leq RQD \leq 75\%$ 的各类岩石（体）组成，碳酸盐岩类、结晶岩类均可见。岩组基本特征：岩石完整性中等，工程力学性质中等。岩芯多呈短柱状，少量块状、碎块状。采矿工程中，岩组的稳定性总体较好。

(5) 坚硬岩组

由岩石力学强度高（ $R_b > 60\text{MPa}$ ）、岩石质量指标 RQD 值 $> 75\%$ 的各类岩石（体）组成，碳酸盐岩类、结晶岩类均可见。岩组基本特征：岩石完整性好，锤击声脆，工程力学性质好。岩芯呈长柱状、短柱状，少量块状。采矿过程中，岩组稳定性好。

2. 岩石（体）结构面及特征

矿区的结构面主要两类：断层和节理裂隙、层理。

(1) 断层

矿区断裂构造较发育，区内断裂可分为北北西、北北东向两组，走向北北西、北北东~北东向，倾向南西西、南东，倾角 $45^\circ \sim 88^\circ$ ，具多期活动特征。破碎带大部分为脉岩及石英充填，对矿山开采影响不大。在坑道中遇到断裂及断裂破碎带多数均作支护。断层在坑道中表现为宽 $0.5 \sim 2.0\text{m}$ 的挤压片理带和挤压破碎带，常见 $2 \sim 5\text{cm}$ 厚度断层泥，破碎角砾细小并被石英、绿泥石等矿物胶结，其抗压强度和稳固性比围岩稍差。断层

破碎带近地表部位受风化作用破坏稳固性较差，坑道施工时应引起重视。

(2) 节理裂隙、层理

矿区寒武系地层中的层理面，裂隙是区域构造应力作用的产物，因其延展有限与无明显深度与宽度，属Ⅳ级结构面。它破坏岩体完整性，影响岩体力学性质与局部稳定性。据野外观测，岩石层理面平直，多为闭合状，结构面产状即是岩层产状，层理面间距反映了岩层的单层结构厚度，巷道工程围岩临空帮、壁往往沿此类陡倾斜结构面出现片帮、矸顶存在缓倾斜结构面时，易发生垮顶、冒落。据钻探岩芯以及露头裂隙测量统计，矿床岩体内北东向发育的属优势结构面，次为北西向发育的结构面。此类结构面主要发育于软弱岩组带内，充填程度较好，半坚硬~坚硬岩组岩体中裂隙不发育或少发育。

3.以往井采工程揭露的工程地质情况

据以往资料及矿坑系统工程地质调查，过往矿坑系统中揭露的工程地质情况未及复杂。主要不良工程地质情况有：坑壁轻度片帮、矸顶散在掉块及局部冒落。除爆破震动引起岩裂产生外，多现于围岩炭、泥质软弱夹体部位，并有不利结构面次生。

4.围岩稳固性分析与评价

(1) 矿体（层）顶、底板的稳定性

矿体顶、底板主要为寒武系中统杨柳岗组及燕山晚期细粒黑云母花岗岩，现将顶、底板的工程地质特征叙述如下：

①矿层顶板寒武系中统杨柳岗组不纯灰岩工程地质特征

寒武系中统杨柳岗组含炭、含硅灰质泥岩与泥质灰岩（已转变质为角岩），构成矿体顶板。岩性为灰白、灰、灰黑等色，薄夹中厚层、条带状

构造。地表岩石裂隙较发育，多被方解石脉充填，呈闭合状。据矿山提供的（矿部工程地质勘察）测试资料，微风化岩石饱和抗压强度 67.7~214.0MPa，岩石致密坚硬，属坚硬岩组，岩芯大部分呈柱状、小部分短柱状夹块状，岩石完整性好，稳固性好。少部分蚀变带、构造破碎带等岩石完整性差，岩石力学强度相对减弱，属次坚硬岩组。

②矿层底板燕山晚期细粒黑云母花岗岩工程地质特征

灰、灰白色，细粒块状，具较强云英岩化、硅化。矿区北面零星出露，裸露基岩仅 1~30cm 的风化壳，基本属新鲜坚硬岩石。根据《江西省修水县洞下-官塘尖钨多金属矿详查报告》岩石饱和抗压强度 38.9~163MPa，软化系数 0.56~0.91，内聚力 9.9~34.1MPa，内摩擦角 29.1°~44.6°。岩芯呈长柱状、柱状、块状，岩石完整性好，稳固性好。

（2）井巷围岩的稳固性

矿区主要矿层埋深 40~300m，产出标高+201~+780m。矿床形态产状、地形地貌、背斜构造形态大体协调，矿床埋藏在当地侵蚀基准面以上。矿体顶、底板绝大部分是坚硬岩层。采用地下开采方式，平巷以<5°坡角、近似垂直岩层走向布置，这样有利于运输和自然排水，同时，不易造成顺层滑坡、塌方。总体稳定性较好，在开采掘进中，浅部可能局部遇到风化较强的岩石段；也可能遇到现有工程尚未控制到的各种构造，如断裂、挤压破碎带等。在掘进中，应做好各项安全防护措施。

5.结论与建议

矿区工程地质岩类由零散的残坡积松散岩、碳酸盐岩、侵入结晶岩构成，坑道调查矿区工程地质虽然岩（石）体质量级别优、良的或稳固性较好至好的占百分之九十以上，但岩体中构造破碎、蚀变破碎、风化破碎以

及裂隙密集带在井巷开采中，存在诸多不良工程地质因素与产生诸多不良工程地质问题，不良工程地质问题在采取相应的工程措施后可防止不良工程地质问题的发生。目前矿采活动已形成了众多高大采空区，围岩应力可能因高大临空而存在失稳临界状态，需加强安全措施科学手段予以防患。

2.3.6.3 矿区环境地质

1. 区域稳定性

根据《中国地震动参数区划图》，矿区所处区域地震基本烈度为VI度，地震动峰值加速度为0.05g，反应谱特征周期0.35s。因此本矿山重要建筑应按此烈度设防。

2. 环境地质现状

自然状态下，区内山体皆稳定，自然斜坡未见崩塌、滑坡灾害出现。矿区内沟谷汇水范围内未见大面积松散堆积物，两侧山坡植被茂盛，未见滑坡和崩塌现象，未见岩溶地面塌陷及采空地面塌陷。自然状态下，发生泥石流灾害的可能性较小。如上所述，矿区自然灾害不发育，矿床开采受自然灾害的影响性小。

以往采矿产生的废石堆存于废石场（分别位于二坑口处的废石场1、四坑口处的废石场2已清理、四选厂的废石场3及铁匠坳尾矿库的废石场4）。

选矿厂产生的尾矿和污水处理站沉渣堆存于尾矿库（铁匠坳尾矿库、香木堂尾矿库）。废石场和尾矿库堆放场地面积分别占占地面积为1.4138万m²和31.0436万m²。现阶段，矿山已按充填法规范开采，生产废石均用于井下充填和石料加工，没有外排堆放，生产的尾砂全部通过充填系统输送至井下进行尾砂充填，治理采空区，实现了尾砂的全部零排放。矿山分别在三、四选厂新建了10000m³/d、5000m³/d的污水处理站，用于处理选

厂生产出来的污水，全部达标排放，且部分废水可以直接通过井下充填利用减少了排放，减少对生态环境的破坏。近几年，部分废石用于当地建筑材料，废石堆存量有所减少。环境地质条件得到进一步改善。

3. 矿山开采地质环境影响预测

矿区今后的环境地质问题仍然是：采矿产生的粉尘、炮烟、废气、废水、废石，选矿的废气、污水、尾矿、矿石破碎的噪音，生活垃圾等。建议采取的防治措施如下：

(1) 矿床开拓在钻孔、爆破、铲装、运输等环节会产生粉尘，可通过矿井通风系统和作业面局部抑制措施进行处理。加大通风稀释井下粉尘和炮烟的浓度，采用湿式凿岩捕尘、向爆破堆、卸矿站及其它粉尘较多的地点喷雾洒水降尘等措施。井下废气由通风系统排出地表，掘进工作面及采场均采用局扇通风。井下噪音可通过配戴防噪耳塞而降低影响。

(2) 目前矿山已对废石采用综合利用，修筑矿山运输公路、护坡和矿山基本建设，矿山采空区时回填利用等，减少废石堆积。废石场上端修建截排水沟，上部用山皮覆盖，种草绿化，废石场下部修建挡土墙，避免泥石流地质灾害发生。

(3) 选矿尾砂和污水。目前选矿产生的尾砂，回填至井下，尾砂坝应江西省修水定期进行巡察，发现隐患，及时进行加固处理。闭库后用土覆盖种草绿化，恢复植被，减少对空气质量和生态环境的影响。选矿产生的污水，必须经过污水处理站处理，处理后的尾矿水水质达到《污水综合排放标准》GB8978-1996 表 1，表 4 中一级标准后方可排出。

4. 本区地质环境类型及质量

矿区地壳属基本稳定区，区域抗震设防为Ⅵ度区。矿区自然灾害不发

育。矿区为山高坡陡地形环境，坡面泄流势能强，水土流失率大，矿山废石、渣土易遭暴雨、山洪冲失，存在次生泥（水）石流的可能性等。

以往矿区环境地质条件为简单类型，此次核实确定矿区环境地质类型为第二类，地质环境质量为中等。

2.3.6.4 开采技术条件小结

矿区为山区，相对高差较大，主要矿体埋深在矿区最低侵蚀基准面之上，山上无大的地表水体，矿床水源主要为大气降水，而大气降水大部分沿山坡、沟谷外排，只有极少部分渗漏到矿体内，矿床开发采用平硐开拓，少量的积水可沿平硐的排水沟外排，矿床开发的水文地质条件简单；矿区矿体围岩根据坑道调查岩（石）体质量级别优、良的或稳固性较好至好的占百分之九十以上，但岩体中构造破碎、蚀变破碎、风化破碎以及裂隙密集带在井巷开采中可因此产生局部破坏，且目前矿采活动已形成了众多高大采空硐室，围岩应力因高大临空而存在失稳临界状态。矿区自然灾害不发育，矿区生产已对浅部地下水产生污染。矿区为山高坡陡地形环境，坡面泄流势能强，水土流失率大，矿山废石、渣土易遭暴雨、山洪冲失，存在次生泥石流的可能性等。

综合上述，本矿区水文地质条件属简单类型，工程地质属中等类型，环境地质属中等类型的复合问题的矿床（II-4）。

2.3.7 矿区资源储量

（1）工业指标

本报告资源储量估算的工业指标仍采用国家地质矿产行业标准《矿产地质勘查规范 钨、锡、汞、锑》（DZ/T0201-2020）中钨矿床的工业指标一般要求确定，即： WO_3 最低工业品位 0.15%；边界品位 0.08%；最小可采

厚度 1.5m；最大夹石允许厚度 3m；工业米百分值 0.225%·m。

伴生有用组分评价： $Au \geq 0.1 \times 10^{-6}$ ； $Ag \geq 1 \times 10^{-6}$ ； $Cu \geq 0.05\%$ ； $Bi \geq 0.03\%$ ； $Ga \geq 0.001\%$ ； $S \geq 4\%$ 。

(2) 保有资源储量

本次设计储量基础依据为江西省地质局赣西北大队于 2021 年 9 月提交的《江西省修水县香炉山矿区钨矿资源储量核实报告》，在核实报告的基础上根据 2021 年储量年报核减掉 2021 年采损矿量。截至 2021 年 12 月 31 日，矿权内保有资源量估算结果为：（控制资源量+推断资源量）钨矿石量 11550.09 kt， WO_3 量 69946t，平均品位 0.606%。其中控制资源量钨矿石量 7475.74 kt， WO_3 量 45684t，平均品位 0.611%；推断资源量钨矿石量 4074.35kt， WO_3 量 24262t，平均品位 0.595%（扣除保安矿柱）。

2.4 建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

香炉山钨矿采用地下开采方式，采用分区开采，0~16 号勘探线为东部采区，主要为残矿开采区；16~24 号勘探线为西部采区，大部分矿段较完整，主要采用两步骤空场嗣后充填采矿法开采。

目前矿山生产区段有西部 I 盘区（16 线至 18 线）、II 盘区（18 线至 20 线）、III 盘区（20 线至 22 线）、IV 盘区（20 线至 24 线）以及东部一至五坑口，其中 I 盘区已结束大规模回采，现主要开采 II 盘区、III 盘区、IV 盘区，开采方法为两步骤空场嗣后充填回采法回采。

充填系统未建立时（2012 年），井下空区体积高达 547.7 万 m^3 。自 2013 年初开始，截至 2022 年 7 月份，累计充填 296 万 m^3 ，井下剩余空区体积 148 万 m^3 ，其中东部采区 98 万 m^3 ，西部采区 50 万 m^3 。

当前，四坑口（16 线至 14 线）已经大部分接顶，把东西部两个区域分隔开了；西部 1 盘区 W8、W7、W6、W4、W3、W2、E1、E2、E3、E4、E5、E6、E7 等采场均已接顶；2 盘区 W18 至 W11、W9、W8、W6、E1、E3、E5、E7、E9、E11、E15 等采场均已接顶；3 盘区 3-3、3-5、3-7 等采场均已接顶。

东部下五采、右 W2、右 W4、北 4、128 采、597-3、583 老一、583 老二、565、575 等采场已大部分接顶。

东部在 0 线至 16 线之间，开采有五个坑口。目前主要通过五坑口出矿。东部主要开采对象为顶柱，采矿方法基本上为上向水平分层充填采矿法和超前充填空场嗣后充填采矿法。矿区内点柱规格一般为 5.5~8m，采空区顶板跨度一般为 10~30m，高度一般为 3~20m。东部井下采空区和矿柱分布极不规则，形态复杂，部分顶板暴露面积过大。

1.开拓系统

矿山分东部、西部采区开采，采用平硐+盲斜坡道联合开拓方式。井下东高西低，东部最高标高约+630m，西部最低标高约+430m；未划分明显中段，均通过平巷、斜巷或斜坡道连通。

（1）东部开拓工程

东部开拓有一坑口、二坑口、三坑口、四坑口、五坑口、南+620m 平硐口等主要平硐，平硐断面规格为 3.4m×3.2m，坡度 3%~10%。

①五坑口：位于 10 号勘探线附近，硐口标高+621.16m，目前主要作为矿石、人员以及材料的运输通道，兼做进风以及安全出口。

②南+620m 平硐口：位于 12~14 号勘探线之间，硐口标高+619.97m，目前主要作为进风以及安全出口。

③北+620m 平硐口：位于 10~12 号勘探线之间，硐口标高+621.19m，目前已封堵废弃，人员不能进出。

④四坑口：位于 18~20 号勘探线之间，硐口标高+506.57m，目前已采用铁门关闭，人员可进出。

⑤一坑口：位于 18 号勘探线北，硐口标高+562.62m，目前已封堵，人员不能进出。

⑥三坑口：位于 16~18 号勘探线之间西面，硐口标高+537.35m，目前已封堵，人员不能进出。

⑦二坑口：位于 14~16 号勘探线之间，硐口标高+559.51m，目前主要作为回风以及安全出口。

⑧+616m 平硐口：位于 6~8 号勘探线之间，硐口标高+616.62m，目前主要作为回风以及充填管路的通道。

⑨+620m 平硐口：位于 8~10 号勘探线之间，硐口标高+619.34m，目前主要作为回风以及充填管路的通道。

⑩+630m 平硐口：位于 6~8 号勘探线之间，硐口标高+629.24m，目前主要作为回风以及充填管路的通道。

（2）西部开拓工程

西部开拓有+380m 主平硐、+406m 副平硐开拓，+409m 大件道硐、+560m 主回风巷和+630m 回风平硐。主、副平硐断面规格为 4.0m×3.8m，坡度 3%~10%。

①+380m 主平硐口：位于 24 线以南，硐口标高+380.0m，目前主要作为矿石运输通道，在矿体下部底板形成环行运输通道；主、副平硐和破碎站（大件道硐）之间通过检查天井相互联通。

②+406m 副平硐口：位于 24 线以南，硐口标高+406.0m，目前主要作为人员、材料以及设备的运输通道，兼做进风以及安全出口。

③+409m 大件道硐口：位于 22~24 线之间，硐口标高+409.0m，目前主要作为辅助运输平硐，与西部副平硐、主平硐通过检查天井、溜矿井连通，用于井下破碎站大件运输。天井内架设有梯子，人员可上下。

④+560m 平硐口：位于 16~18 线之间，硐口标高+560.0m，目前主要作为回风以及充填管路的通道。

⑤+630m 回风平硐：位于 16 勘探线以东 110m 一山坡上，硐口标高+630m，与+560m 主回风巷相通，目前主要作为回风硐口。

在西部 24 线沿脉巷北端附近设有一圆形溜井，溜井 $\phi 4.5\text{m}$ ，井口标高+445m，井底标高+380m。西部采区和东部采区四坑口通过 E14 人行道连通，四坑口可作为西部采区的安全出口；除此之外，二坑口、五坑口和+406m 副平硐通过运输通道相互连通，均可互为安全出口。

2. 采矿方法

(1) 东部采区

①超前充填空场嗣后充填采矿法

对于空区内留下的点柱、部分顶柱、底柱的回收，采用空场嗣后充填采矿法。回采前根据现场实际情况圈定合适的区域，建立充填挡墙后进行充填，达到安全条件后回收周边点柱、顶柱及底柱。按照现场圈定的区域，构筑充填挡墙，充填时矿柱必须有一侧不在充填封闭区内。回采时，以不在充填封闭区内的矿柱为作业面，采用浅孔留矿回采矿柱。采下矿石出掉一部分，剩余部分作为继续上采的平台，待回采结束后再大量出矿。

采用 YT-27 型凿岩机凿岩，以充填后露在外面的点柱一侧为作业面，

钻凿似水平炮孔,炮孔直径为 42mm,炮孔深度 3~4m,炮孔排距 0.8~1.2m,采用 2#岩石乳化炸药,导爆管雷管起爆,放炮后通风,铲运机装矿、汽车运输的方式。回采结束后,对空区进行充填,充填前在充填区域架设充填挡墙,铺设充填管路、滤水管等。充填采用全尾砂胶结充填,充填强度为 1.5~2MPa。

②上向水平分层充填采矿法

该采矿法主要用于部分顶板的回采。在空区高度大,必须经充填后才能回采顶板时,采用上向水平分层充填采矿法。回采前,充填下部空区,充填后充填体与顶板之间留 1.5~2m 的作业空间,根据顶板跨度大小确定分层高度,分层高度一般为 3~4m,在顶板跨度小于 8~10m 时,可采用 5~6m 的高分层,分层采场矿石出完后,立即充填,充填后留下 1.5m 左右的作业空间。

采用 YT-27 凿岩机凿岩,铲运机装矿、汽车运输的方式。回采前,需充填圈定的回采区域,要求充填体强度不低于 1.5~2MPa。回采后采场需充填,充填体强度要求不低于 1.5~2MPa,为后续采场矿柱回采创造条件。

(2) 西部采区采矿工艺

①浅孔房柱或全面法空场嗣后充填采矿法

对于矿岩稳固的缓倾斜矿段,厚度小于 5m 的矿体,采用浅孔房柱或全面法空场嗣后充填采矿法进行回采。矿块垂直矿体走向布置,长 100m,宽 50m,高为矿体厚度(小于或等于 5m),矿块内垂直矿体走向划分采场。采场长度为沿走向 50m,宽度为 11m。矿块内留间隔点柱,点柱尺寸为 4m×5m 或 5m×5m,间隔距离为 8~11m。

采用 YT-27 型凿岩机凿岩,炮孔采用水平孔布置,炮孔直径为 $\phi 38$ ~

42mm，最小抵抗线为0.7~0.8m，孔间距为1.0~1.2m，孔深2.0m，崩矿步距3.0m，爆破采用2号岩石卷状炸药，导爆管雷管起爆。放炮后通风，铲运机出矿，TCY-2型2m³柴油铲运机将爆下的矿石直接装汽车。回采后对采空区进行尾砂胶结充填。

②浅孔留矿空场嗣后充填采矿法

矿体厚度小于10m的矿段，采用浅孔留矿空场嗣后充填采矿法。先将矿段划分成两步骤采场，首先回采一步骤采场，一步骤采场采完充填接顶后再回采二步骤采场。采场沿矿体走向、伪倾斜矿体长轴方向布置，采场长50~130m，采场宽12m，高为矿体厚度。

矿块的回采是自下而上分层进行的，采用YT-2型凿岩机凿岩，凿水平或微倾斜浅炮孔，孔深4~5m，孔间距0.8~1.0m，排距0.8~1.0m。

爆破：采取人工药卷装药，采用2#岩石乳化炸药，毫秒微差导爆管雷管起爆。出矿采用TCY-2型2m³铲运机装矿，CA-10运矿卡车运输至井下矿仓。一步骤回采完毕后即对采空区进行充填，充填全部采用尾砂胶结料胶结充填，充填严格要求接顶，且充填体强度要求达到2~3MPa以上，充填体达到终凝强度后再进行下二步骤矿房的回采。

③分段凿岩阶段出矿空场嗣后充填采矿法

矿体厚度10~15m的矿体，采用单分段凿岩。矿体厚度大于15m时采用多分段凿岩。把矿块划分为矿房矿柱，隔一采一，嗣后充填回采矿柱。矿房规格为：长×宽×高=50~100m×12~15m×矿体厚度，矿柱规格与矿房规格一样，矿块沿矿体走向布置。

采用YGZ-90钻机凿岩，装药器装药，爆破采用导爆管和导爆索传爆，崩下矿石则在出矿穿脉采用铲运机配运矿卡车出矿。

④上向水平分层充填采矿法同东部采区。

3.运输系统

井下运输均采用无轨汽车运输方式。

(1) 东部采区

东部五坑口（+620m 平硐）为出矿平硐，通过汽车将矿石运输至硐外选厂矿仓卸矿口。东部采区井下运矿设备为 6 辆 UQ-8 地下自卸车，配有灭火器。

(2) 西部采区

西部+380m 主平硐为出矿平硐。矿石采用汽车通过各联络巷、沿脉巷运输至 24 线沿脉巷北端附近的溜矿井（直径 ϕ 4.5m），下放至破碎硐室。经破碎后，由振动放矿机将矿石放到车厢内，由汽车运到选厂矿仓卸矿口。西部采区井下运矿设备为 6 辆 UQ-8 地下自卸车，配有灭火器。矿（废）石通过西北翼运输巷运输，人员、材料通过东南翼运输巷运输。

380m 主平硐附近现有一个破碎硐室。西部矿石均通过 8t 运矿卡车运至破碎硐室上方溜井卸矿，溜井下方设振动放矿机给破碎机给矿，硐室内破碎机破碎后集中于下部溜井。再经下部溜井底的振动放矿机放矿，由 20t 运矿卡车运出地表。

破碎硐室承担西部 1250t/d 矿石的破碎任务，硐室内配置有一台 PA90120 型卧式破碎机。破碎机额定能力 200t/h，功率 110kW/380V；2 台双台板振动放矿机，单台额定能力 700~1500t/h，单台功率 2×5.5kW/380V。破碎硐室内还配置有 1 台除尘器，功率 37 kW/380V；1 台 16/5t 行车，功率 30.5 kW/380V，用于设备安装、检修。

4.通风系统

矿山以 16 号勘探线为界分为东部采区、西部采区，采用分区式机械抽出式通风方式。

(1) 东部采区通风

东部采区采用分区多机站抽出式通风方式，即东南端平硐进风，南部两端平硐回风。进风口：五坑口、南+620m 平硐口。回风口：二坑口、+616m、+620m、+630m 回风平硐口。

通风线路：新鲜风流从五坑口、南+620m 平硐口进入，通过平硐、主运输巷后进入各工作面后；冲洗工作面的污风分别由设在+616m、+620m、+630m 回风平硐、二坑口的风机抽出。

(2) 西部采区通风

采用对角式机械抽出式通风方式。进风口：+380m 主平硐口、+406m 副平硐口、+409m 大件道硐口；回风口：+630m、+560m 回风平硐口。

西部破碎站具有独立的进、回风通道，即采用主平硐和破碎硐室入口进风、破碎站专用回风井回风（通地表）。破碎硐室入口处（地表）设置有除尘器进行空气净化，破碎站内的污风经管道进入除尘器净化后直接排至大气中。

通风线路：新鲜风流由+406m 副平硐进入 24 线运输大巷分东、西两个方向各自进入东、西两端联络道，经东、西联络道分流分别进入 22 线、20 线、18 线运输大巷，经采区通风行人上山进入采区；污风经采区上山→采场回风天井→采区回风横巷→采区回风天井→回风支巷→+560m 回风主巷→主回风斜井→+630m 主回风平硐→地表。

表 2-5 主扇一览表

序号	机站位置	数量	主扇型号	风量 (m ³ /min)	风压 (Pa)	功率 (kW)	备注
----	------	----	------	--------------------------	---------	---------	----

序号	机站位置	数量	主扇型号	风量 (m ³ /min)	风压 (Pa)	功率 (kW)	备注
1	+616m 回风平硐	1 台	K40-4-№13	1122~2448	284~1312	55	东部采区
2	+630m 回风平硐	1 台	K40-4-№13	1122~2448	284~1312	55	
3	+620m 回风平硐	1 台	K40-4-№13	1122~2448	284~1312	55	
4	二坑口	1 台	FKZ(K40-4)-№13	1122~2448	284~1312	55	
5	+560m 回风平硐	1 台	K40-4-№13	1122~2448	284~1312	55	西部采区
6	+630m 回风平硐	1 台	K45-4-№15	2634~4956	1256~2409	200	

现有主通风机均采用自动化，无人值守设计。实时监测监控风机风量、风压、电压和轴承温度等数据，故障报警、在线诊断，远程启停风机。

5.防排水系统

采矿工业场地、各平硐口均高出当地历史最高洪水位（+272m）1m 以上。矿山采用平硐+盲斜坡道联合开拓方式，井下涌水通过巷道排水沟自流排出，地表排水通过地表排水沟及地面排泄。

目前采用东、西部分区自流排水。东部井下涌水汇集至四坑口巷道水沟，经四坑口巷道排水沟流出地表；西部井下涌水汇集至 24 线+430m 巷道水沟，经+430m 巷道排水沟自流至+406m 副平硐沉淀池，再自流至阳坳尾矿库废水处理站，经处理达标后外排。

6.供风系统

矿山采用分区集中供气，分别在东部五坑口和西部副平硐硐口工业场地分别设置空压机站。空压机站内均配置有 LD-5 型电动单梁起重机，以便于快速检修。

（1）东部采区空压机站

在五坑口（+620m 平硐口）附近设空压机站，配备空压机 1 台，型号为 GA250W-8.5，其额定风量 46.4m³/min，额定压力 0.8MPa，电机功率 250kW。在空压机附近配备了 1 个 6m³ 储气罐，储气罐工作压力为 1.0MPa。

储气罐的截止阀和储气罐出口之间安装了与管径直径一致的压力释放阀，且储气罐上方加装了顶棚。主供气管采用 $\phi 159 \times 6 \text{mm}$ 无缝钢管沿平巷布置。

(2) 西部采区空压机站

在地表维修房边上，离+406m副平硐100m左右设有空压机站，站内安装了1台GA160VSD+型空压机（额定风量 $33 \text{m}^3/\text{min}$ ，额定压力 0.7MPa ，电机功率 160kW ）；2台GA160+型空压机（额定风量 $31.6 \text{m}^3/\text{min}$ ，额定压力 0.7MPa ，电机功率 160kW ）；配备了3个 4m^3 储气罐。压缩空气输送主供气管采用 $\phi 219 \times 6 \text{mm}$ 无缝钢管。

7. 供配电系统

(1) 供电电源

矿山附近建有香炉山 $35/10 \text{kV}$ 变电站，其一回 35kV 电源引自距离该站约 30km 修水县溪口 110kV 变电站，单回路，架空线导线截面为 $3 \times 70 \text{mm}^2$ 。香炉山 $35/10 \text{kV}$ 变电站内设有 4000kVA 、 5000kVA 主变压器各1台。 10kV 采用单母线分段系统，有七个出线间隔：港口镇一回路、布甲乡一回路、香炉山钨矿一~五号线回路。

(2) 供电方向

矿山东部+560m平硐（一坑口）和+620m平硐（五坑口）由香炉山 $35/10 \text{kV}$ 变电站 10kV 四号线高压供电。

+560m平硐（二坑口）、西部采区、西部采区主扇房由香炉山 $35/10 \text{kV}$ 变电站 10kV 五号线的分支高压线路供电。

香炉山 $35/10 \text{kV}$ 变电站 10kV 四号线与五号线通过GN6-10/100高压隔离开关相连，可互为备用。

井下低压配电采用三相三线中性点不接地系统IT系统；地面低压配电

采用三相四线中性点接地系统，即 TN-C-S 系统，接地电阻小于 4Ω 。

(3) 变配电所

矿山共设有七个变配电所，所有与 10kV 架空线路 T 接的地面变压器高压侧都安装了避雷器。其中：

①+560m 平硐口（一坑口）变电所：设置一台 KS₉-M-125/10 矿用变压器专供井下使用，主要供井下照明、通风机等用电。

②+620m 平硐口（五坑口）变电所：在硐口附近设置 S₉-M-315/10 变压器和 KS₉-M-125/10 变压器各一台，其中 KS₉-M-125/10 矿用变压器专供井下使用，主要供通风机和井下照明等用电；S₉-M-315/10 变压器供地面使用，主要负责空压机和地面照明等用电。因未增加空压机，当前供电设施未发生变化。

③北回风井变电所：在北边三个回风井附近设置了一台变压器，变压器型号 S₇-315/10，主要给三台主扇供电，分别采用 $3\times 35\text{mm}^2$ 铜芯电缆送电；在南边两个回风井附近安装了一台变压器，变压器型号 KS₉-250/10，主要给两台主扇供电，采用 $3\times 35\text{mm}^2$ 铜芯电缆送电。

④西部采区破碎变电所：设置 1 台 KS₉-250/10 10/0.4kV 变压器，向坑内破碎系统动力及照明供电。

⑤西部采区变电所：设置 1 台 KS₉-250/10 10/0.4kV 变压器，向采区扒渣机、通风机及照明供电。

⑥西部采区主扇房：设置 1 台 S₉-400/10 10/0.4kV 变压器，向主扇房主扇及照明供电。

⑦采矿工业场变配电所：设置一台 S₉-M-1250/10 10/0.4kV 变压器，向空压机房、机修内设施、照明供电。

8.供水消防系统

矿山取水点分别为：

(1) 布甲溶洞设两台 D155-67×8 卧式多级离心清水泵（电机功率 355kW、一用一备），抽至+780m 水池，主要供四选厂、工区和坑口生活用水及井下生产用水。

(2) 横山泵站设 2 台 90kW、D85-67×3 卧式多级离心清水泵和一台 132kW、D155-30×6 卧式多级离心清水泵（两用一备），抽至四选厂+620m 生产水池，主要供给四选厂生产用水。

(3) 洞上河水自流供给三选厂生产用水。

(4) 洞下河泵站设两台 90kW、DA1-125×10 水泵（1 用 1 备）抽水，供给三选厂生产用水。

矿山设有 2 个高位水池，东、西部采区采用分区供水，自流输送：地面标高+780m 高位水池，容量 250m³，供东部采区生产用水；在四选厂药剂房地面标高+620m 建高位水池，容量 500m³，供西部采区生产用水。

主管采用 2 寸水管（东部）或 4 寸水管（西部）沿平硐向井下各工作面供水。东部供水施救以及生产用水共用同一趟管路。西部除通往老 W6 的采区斜坡道外，消防管路、供水施救以及生产用水共用同一趟管路。

东部斜坡道和西部通往老 W6 的采区斜坡道单独设置有消防管路，管径为φ108×6。消防管路上每隔 200~300m 安设一组三通及阀门，并每隔 50m~100m 接有消防支管接头，配置有消火栓箱。

在井下各硐室和空压机房等均配置有消防器材，在供水管路上每隔 100m 在主管上装有闸阀，旁边配置有软管。

9.充填系统

矿山已建成全尾砂胶结充填系统两套，包括高效深锥浓密机、立式砂仓、水泥仓、搅拌桶、双管螺旋给料机、联合药剂添加车间、溢流水池、自动控制装置及监控室等建构筑物、设备设施。充填站于 2013 年 4 月投入生产使用，后经优化改造于 2020 年 2 月完成验收，目前已投入正常使用阶段。单套充填系统充填能力为 80~100m³/h。

充填站位于 10~12 号勘探线之间，在矿区边界西侧地面+683m 标高处，尾矿浓密机和溢流水池平台标高+693.0m，联合药剂添加车间地面标高+693.5m。充填材料主要为三、四选厂全尾砂与 PO42.5 硅酸盐水泥，充填钻孔和斜井位于充填站东侧外。东部残矿及矿柱回收采用自流输送充填的方式，西部远端矿体由于充填倍线较大，借助二台 ZBJB80/8 膏体泵进行泵送充填。

目前充填站有四趟充填管路进入井下，充填管采用 DN125 耐磨无缝钢管，其中东部采区三趟，西部采区一趟。东部采区充填料浆主要采用自流方式，三趟管路分别从+616m 平硐口、+630m 回风硐口、+620m 回风硐口进入井下；西部采区充填料浆主要采用泵送方式，一趟管路经地表充填站附近+682m 标高处，施工充填钻孔至井下，经充填斜井与下部+560m 充填回风巷道（位于西区 16#线）连通，上下巷道通过充填天井（回风天井）贯通。在充填体内采用软式透水管滤水，充填管均配有冲洗水管道（DN80 无缝钢管），防止意外堵管。

10.安全避险“六大系统”

《江西省修水香炉山钨业有限责任公司地下矿山安全避险“六大系统”建设方案》由上海鹏旭信息科技有限公司 2011 年 10 月编制，包括监测监控系统、井下人员定位系统、压风自救系统、供水施救系统、紧急避险系

统、通信联络系统、视频监控系统，并由上海鹏旭信息科技有限公司施工。地压监测系统由长沙矿山研究院有限公司设计，矿山自行施工。2012年10月，江西省修水香炉山钨业有限责任公司组织了专家对地下矿山安全避险“六大系统”进行验收，验收结果合格。

（1）监测监控系统

①有毒有害气体监测：通过便携式多参数气体测量仪进行监测，井下每个作业班组均按要求配备了便携式多参数气体测量仪，同时在东部二坑口回风巷道及靠近采场的进风巷道内设置了一氧化碳传感器，共计5处；西部靠近采场的进风巷道内设有一氧化碳传感器及风速传感器，共计4处。

②通风系统监测：目前主通风机处均已设置风速、风压传感器及开停传感器，共计6处。

③视频监控：目前在主要硐口、重点交叉口以及主要硐室等处设置高清摄像机。

④地压监测：采用了微震地压监测系统先后对东部（0~16线）、西部（16~24线）进行了在线监测。用了微震地压监测系统先后对东部（0~16线）、西部（16~24线）进行了在线监测。目前东部采区布置了48通道传感器，西部采区布置了36通道传感器。在地表设置了沉降变形监测点，共计27个。

（2）通讯联络系统

矿山总调度室安装一台40门自动电话交换机。井下各主要作业点、重要场所安装配置程控交换固定电话，采用型阻燃通信电缆，接至井口调度室电话交接箱。井口调度人员采用移动电话向外界联络，移动电话保持24h开机状态。

(3) 供水施救系统

井下生产、消防用水采用一套管路。供水水管路每间隔 200m~300m 设置一处三通及阀门。

(4) 压风自救系统

东部采区供气站配备空压机 1 台,主供气管采用 $\phi 154\text{mm}$ 无缝钢管沿平巷送至工作面。西部采区供气站配备空压机 4 台,压缩空气输送主供气管采用 $\phi 245\times 7\text{mm}$ 无缝钢管。供风管路已经覆盖井下主要生产中段与分段的进风巷,每 50~100m 有一个三通取风口,各采场与独头掘进巷道向外每 50~100m 有三通取风口。现有的生产压风系统兼做压风自救系统。

(5) 紧急避险系统

矿山按入井总人数的 10%为入井人员配备了 ZYX-45 型自救器。所有入井人员必须随身携带自救器。

(6) 人员定位系统

生产中段井口、重点区域出入口、限制区域等地点均设置了人员定位基站,能满足监测持卡人员出入井、出入重点区域、出入限制区域的要求。人员定位基站通过光纤、光纤收发器将定位信号传送至总机房。

上述各生产系统、辅助系统和设备设施以及矿山现有辅助设施均继续沿用。

2.4.2 建设规模及工作制度

以下内容主要摘自《初步设计》。

(1) 本次工程设计利用资源储量

①保安矿柱留设

a.道观保安矿柱

矿山东部采区井下作业区的正上方地表处，目前有道观一座，位于 10 线至 12 线附近，占地面积 6042m^2 ，地表标高约 $+770\text{m}$ ，与井下采空区垂直距离约 $160\sim 180\text{m}$ 。道观属于当地民俗文化需保护的范畴，井下开采不能引发地表道观出现大范围的沉降、位移等，不能出现坍塌，否则可能牵涉到当地的社会稳定。在道观南侧约 200m 有一香客楼（18 线附近），经矿方核实，目前无人居住已废弃，故本次主要考虑对道观的保安矿柱留设。

由于在道观下方的矿体已部分开采，形成了大量的采空区，在此条件下，《香炉山钨矿安全开采关键技术研究——整体开采规划》按 I 级保护（保护带宽度 20m ）、岩体移动角 70° 划定了道观保安矿柱的范围，如图 2-3 所示。经圈定的道观保护范围平面面积达 57000m^2 ，该范围内开采形成的空区体积大，空区高度约 $6\sim 20\text{m}$ 。

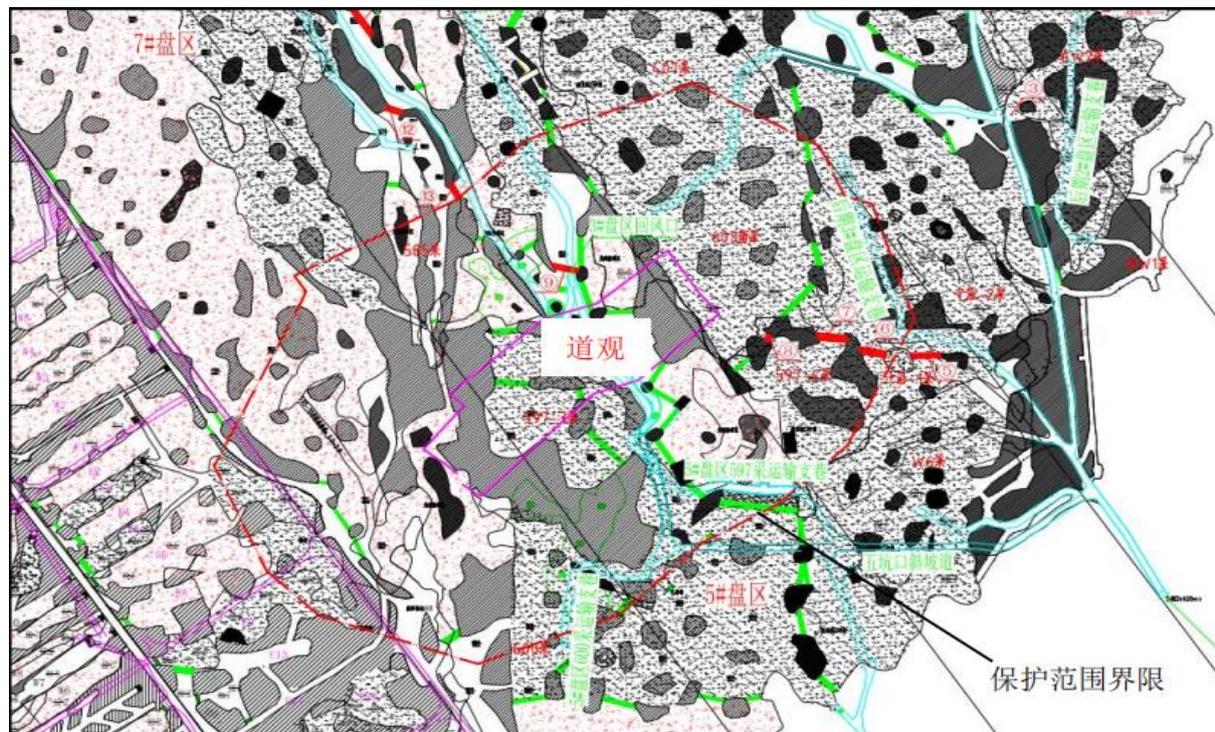


图 2-3 香炉山道观保护范围

根据《香炉山钨矿安全开采关键技术研究——香炉山钨矿采空区地压活动对安全生产影响专项论证》的要求，矿山已于 2014 年对道观保护范围

内的充填区域进行了充填工程，总充填体积为 30832m^3 ，其充填体强度达到 $3\sim 5\text{MPa}$ ，且充填接顶率不低于 90% 。

由图 2-2 可知，目前位于道观保护范围内的东部采区采场主要包括 603 南采、585 采、597-3 采、597-4 采、600 采、十岩-1 采的部分区域。根据统计，道观保护范围内共圈定保安矿柱共计 $167.70\times 10^4\text{t}$ ，其中顶板 $120.25\times 10^4\text{t}$ ，点柱 $47.45\times 10^4\text{t}$ 。

2022 年 7 月，矿山委托吉林鸿邦冶金设计研究院有限公司编制了《香炉山钨业东部采区保安矿柱回收与控制技术研究报告》，并通过了专家评审。根据论证结果，顶板拟采用上向水平分层充填法进行开采，经过综合数值模拟和工程类比，在当前地质资料、开采方案、采矿方法、爆破参数的基础上，东部采区地表岩石移动范围内的建（构）筑物能保持基本稳定，保安矿柱顶柱资源可进行回收，点柱资源回收需研究其它支护方式。

根据以上研究结论，本次工程将道观保护范围内的顶板资源进行回收，计入设计利用资源储量，点柱资源后期可对其开采可行性进行专项研究，若经过论证或采取相应措施后表明可以回收，再进行回收工作。

b. 充填站保安矿柱

目前充填站位于 10~12 号勘探线之间，在矿区边界西侧地面+683m 标高处，尾矿浓密机和溢流水池平台标高+693.0m，联合药剂添加车间地面标高+693.5m。充填站位于矿区西北侧边缘，充填站与矿区的相对位置如图 2-4 所示。

根据 2019 年 12 月河南理工大学编制的《中国五矿集团香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿充填充填采动影响下的地表充填站稳定性研究总结报告》，经综合评定认为该房屋安全等级为 B 级，属于安全建筑。

本次按照 I 级保护（保护带宽度 20m）、岩体移动角 70° 划定了充填站保安矿柱的范围，如图 2-5 所示。位于充填站保护范围内的东部采区采场主要包括 583 采的部分区域。根据统计，充填站保护范围内共圈定保安矿柱（点柱）共计 3.20×10^4 。

本次工程将充填站保护范围内的矿体设为保安矿柱（点柱），现阶段不回收。后期可对其开采可行性进行专项研究，若经过论证或采取相应措施后表明可以回收，再进行回收工作。

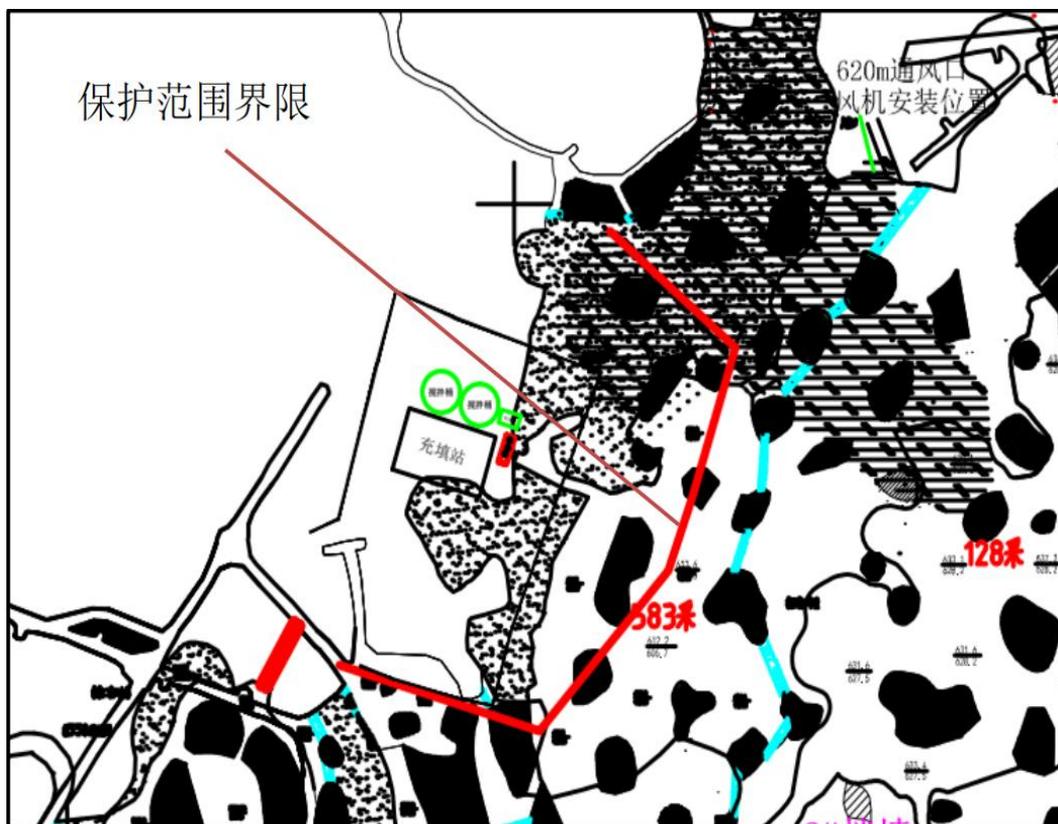


图 2-4 充填站与矿区的相对位置图

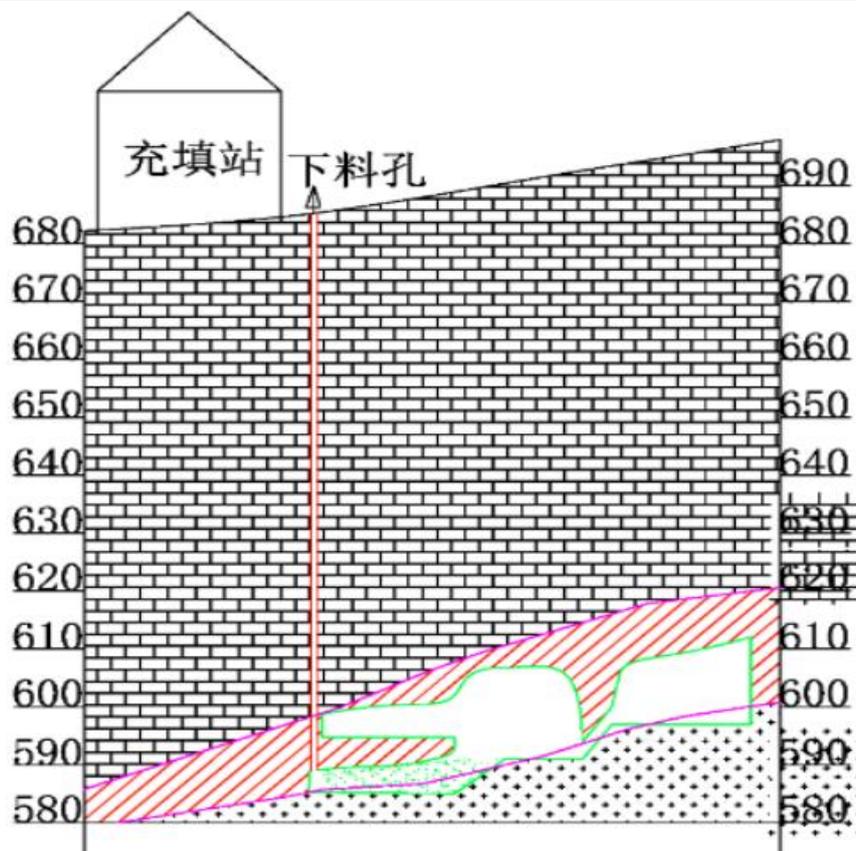


图 2-5

充填站剖面图

c. 巷道保安矿柱

本次工程利旧的矿山开拓系统在矿体内布置数条运输通风巷道。根据《香炉山钨矿安全开采关键技术研究——香炉山钨矿采空区地压活动对安全生产影响专项论证》，这些巷道附近需留设临时保安矿柱，具体为巷道边界两侧 8m 范围内剩余矿体。根据统计，巷道临时保安矿柱矿量约为 $41.96 \times 10^4 \text{t}$ ，将在矿体开采末期进行回收。

西部采区深部往 +430m 以下开拓的斜坡道需留设临时保安矿柱，设计以斜坡道为边界，按照 I 级保护（保护带宽度 20m）、岩体移动角 70° ，向 +350m 标高留设斜坡道临时保安矿柱，详见图 2-6。根据统计，保安矿柱矿量约为 $5.91 \times 10^4 \text{t}$ ，将在矿体开采末期进行回收。



图 2-6 西部深部斜坡道与矿体相对位置图

②设计利用资源储量

根据《江西省修水县香炉山矿区钨矿资源储量核实报告》和《江西省修水县香炉山钨矿 2021 年度矿山储量年报》，截止 2021 年 12 月 31 日，矿权内截止 2021 年 12 月 31 日矿山保有矿石量为 $1398.66 \times 10^4 \text{t}$ ， WO_3 金属量 88241t，平均品位 0.631%。道观、充填站保护范围内圈定的保安矿柱（点柱）分别为 $47.45 \times 10^4 \text{t}$ 、 $3.20 \times 10^4 \text{t}$ ，本次工程暂不利用。

本次工程扣除保安矿柱、边角矿体（ 1W^1 ），点柱（ KZ ）视尺寸大小情况留部分（45%）作为永久点柱，部分利用（55%），其余按照控制资源量（ KZ ）全部利用，推断资源量（ TD ）利用系数取 0.6，计算设计利用资源储量。

综上，本次工程开采范围内的设计利用资源储量为 $1067.35 \times 10^4 \text{t}$ ，其中东部采区设计利用资源储量 $436.75 \times 10^4 \text{t}$ ，西部采区 1W 矿体设计利用资源

储量 $507.32 \times 10^4 \text{t}$ ，西部采区深部矿体设计利用资源储量 $123.29 \times 10^4 \text{t}$ 。

(2) 生产规模：2200t/d ($72.6 \times 10^4 \text{t/a}$)，其中东部采区 950t/d ($31.35 \times 10^4 \text{t/a}$)，西部采区 1250t/d ($41.25 \times 10^4 \text{t/a}$)。

(3) 矿石体重： 3.17t/m^3 ，矿石、废石松散系数 1.6；废石体重： 2.80t/m^3 。

(4) 工作制度：采用连续工作制，每年工作 330d，每天工作 3 班，每班工作 8h。

(5) 服务年限：总服务年限 16a，基建期 1a，生产服务年限 15a，投产即达产，稳产期 13a ($72.60 \times 10^4 \text{t/a}$)，减产期 2a ($41.98 \times 10^4 \text{t/a}$ 、 $11.31 \times 10^4 \text{t/a}$)。

(6) 产品方案：矿山为采选联合生产企业。主要产品方案为钨精矿，同时对有价元素铜、硫等元素进行综合利用。

2.4.3 总图运输

(1) 总图布置

矿山经过多年投入使用，地面已形成了完整的生活、行政福利、生产加工、内外部运输等设施。本次工程对地面已有工业广场、压风机房、机修、配电室和生活、行政福利等设施都予以利旧使用，仅在+405 副平硐口北侧 50m 处新增成品集装箱式柴油发电机组一座。

(1) 东部采区

东部采区工业场地位于五坑口硐口附近，包括维修房、空压机房、配电房、矿仓卸矿口等。

①五坑口：位于 10~12 线之间南面，硐口标高+621.16m，坐标 $X=3241219.544$ ， $Y=38536027.453$ 。

②南+620m 平硐口：位于 12~14 线之间，硐口标高+619.97m，坐标 $X=3241106.402$ ， $Y=38535931.035$ 。

③四坑口（设风门，人员可进出）：位于18~20线之间，硐口标高+506.57m，坐标 X=3241507.886，Y=38535263.501。

④一坑口（已封堵，人员不能进出）：位于18线北，硐口标高+562.62m，坐标 X=3241429.203，Y=38535410.502。

⑤三坑口（已封堵，人员不能进出）：位于16~18线之间西面，硐口标高+537.35m，坐标 X=3241574.517，Y=38535333.003。

⑥东部回风口：

二坑口（回风口兼做人员安全出口）：位于14~16线之间，硐口标高+559.51m，坐标 X=3241675.526，Y=38535378.871。

+616m 平硐口（回风口）：位于6~8线之间，硐口标高+616.62m，坐标 X=3241852.625，Y=38535782.145。

+620m 平硐口（回风口）：位于8~10线之间，硐口标高+619.34m，坐标 X=3241767.950，Y=38535755.768；该硐口东侧设+620m 应急硐口，硐口标高+620.0m，坐标 X=3241766.807，Y=38535764.597。

+630m 平硐口（回风口）：位于6~8线之间，硐口标高+629.24m，坐标 X=3241825.575，Y=38535831.761，该硐口西侧设+630m 应急硐口，硐口标高+630.0，坐标 X=3241805.737，Y=38535829.828。

（2）西部采区

西部工业场地位于副平硐硐口附近，井口标高+406m，包括维修房、空压机房、配电房以及集装箱式柴油发电机组（新增）等。

①主平硐口：位于24线以南，硐口标高+380.0m，坐标 X=3241487.086，Y=38534949.909；

②副平硐口：位于24线以南，硐口标高+406.0m，坐标 X=3241265.890，

Y=38534925.060;

③大件道硐口：位于 22~24 线之间，硐口标高+409.0m，坐标 X=3241475.942，Y=38535041.257;

④+560m 平硐口（回风、充填巷道）：位于 16~18 线之间，硐口标高+560.0m，坐标 X=3241588.917，Y=38535394.855;

⑤+630m 回风平硐：位于 16 勘探线以东 110m 山坡上，硐口标高+630.0m，坐标 X=3241080.890，Y=38535887.060。

（3）其它构筑物

矿山办公生活区位于港口镇纱笼村，有两个在用选厂（三选厂、四选厂）和两个在用尾矿库（铁匠坳尾矿库、香木堂尾矿库）。三选厂、四选厂产出的尾矿优先泵送至充填站，待充填消耗不完的情况下，三选厂的尾矿排至香木堂尾矿库，四选厂的尾矿排至铁匠坳尾矿库。

地表民用爆炸物品储存库位于修水县港口镇洞下村阳坳桥，占地面积约 10 亩，周边 300m 范围内无其他工业与民用设施，库内设有炸药库 1 座，核定存储工业炸药 5t（含 10000m 导爆管），雷管库 1 座，核定存储工业雷管量 2 万发；150m³消防水池 1 座；岗哨 1 座，值班室 1 座，设有红外线周界报警、视频监控、防雷、消防等设施，库区有警卫人员及守卫犬巡守。

充填站位于 10~12 号勘探线之间，在矿区边界西侧地面+683m 标高处，除瑞庆宫、香客楼、充填工区、一坑口以及相关的架空线外，矿区其余坑口、炸药库、选厂以及矿部、生活办公区均位于地表移动范围外。

（2）内、外部运输

①内部运输

生产期间，企业内部运输主要是矿石、废石和各种原材料在厂区内部

的转运。

井下采掘过程中产生的废石不出地表直接充填采空区。

地表运输：主要是炸药、非电导爆雷管、导爆管、钻头、钎子钢、坑木、机油以及水泥等材料的内部倒运，采用汽车运输。

本项目系已有矿山技改工程设计，装卸、运输、通勤、管理等总图内部运输设备依托现有，本次不另行配置。

②外部运输

外部运输主要为备品、配件、原材料及生活用品的运入，以及产品的运出。本次工程为已有成熟矿山技改工程，外部运输全部利用现有设施设备。

外部运输任务委托社会运输公司承担。爆破器材由有资质的专用车辆运输，柴油采用专用罐车运输，其他货物由常规车辆运输。

该项目系已有矿山技改工程设计，经现场踏勘可直接利用现有矿山外部道路，无需新建或改造。

2.4.4 开采范围

(1) 开采对象

采矿权范围内，除保安矿柱外，平面上以 0~24 号勘探线，立面上以 +658~+350m 标高范围内的 1W 矿体、深部若干小矿体（5W、6W、7W、9W、10W）以及东部之前非正规全面房柱法回采后形成的残留矿体（包括顶板（楼板）、点柱、底柱等）。

(2) 开采范围

开采范围详见表 1-1，上下空间：+658~+350m。

2.4.5 开拓运输系统

1. 岩体移动范围

采用上盘移动角 (β) 65° 、下盘移动角 (γ) 65° 、侧翼移动角 (δ) 70° 圈定矿体开采后的岩体移动监测范围。

2. 开拓方式

目前，矿山东部采区的顶板矿体和西部采区的 1W 矿体的开拓运输系统已经形成，采用平硐+盲斜坡道开拓；矿山东部采区的底板、点柱矿体和西部采区的深部矿体的开拓运输系统还未形成。

结合矿山实际情况来看，由于矿体产状总体上缓倾斜、埋深较浅、水平面积较大以及生产能力不大，在开拓系统选择时，不适合采用竖井、斜井等开拓系统，本次矿体主要分布标高范围为+658~+350m，都在当地侵蚀基准面标高+325m 以上，宜采用平硐开拓，故本次东部采区的顶板矿体和西部采区的 1W 矿体的开拓运输系统，而是在尽量利用已有井巷工程的基础上，局部加以改造，依然采用平硐+斜坡道综合开拓。

矿山东部采区的底板、点柱矿体和西部采区的深部矿体从已有井巷工程往深部开拓的范围 30~80m，根据有色金属设计规范，开拓深度小于 300m 的中小型矿山，可采用斜坡道开拓。同时，采用斜坡道开拓可与现有系统进行有效衔接，采用无轨自卸卡车运输。因此，东部采区的底板、点柱矿体和西部采区的深部矿体开拓运输系统推荐采用平硐+盲斜坡道开拓。

其中东部采区结合残矿回收顺序，将开拓系统分为顶板开拓运输系统和底板、点柱开拓运输系统进行简述。

(1) 东部顶板开拓运输系统

目前东部采区正在进行顶板回收工作，为保证生产的连续性，本次开

拓系统没有增加过多工程，只是在尽量利用、改造现有工程的前提下，对运输系统和通风系统进行改造。

整体上看，顶板开拓运输系统仍然采用平硐+盲斜坡道开拓。根据生产现状以及现有 4 台通风机分别承担独立的区域进行回风，使盘区之间的生产、通风尽量不相互干扰受影响。基于上述原则，利用五坑口主运输巷（净断面 3.8m×3.6m 三心拱）、二坑口主运输巷（净断面 3.8m×3.6m 三心拱）、五坑口斜坡道（净断面 3.8m×3.6m 三心拱）、二坑口斜坡道（净断面 3.8m×3.6m 三心拱）以及矿柱、充填体、隔离挡墙（利用部分现有充填挡墙，部分新建，厚度 500mm，钢筋砼形式）将整个东部矿区划分 1#、2#、3#、4#、5#、6#、7# 共计 7 个盘区（具体详见图 2-7），盘区间相互不连通，各自为相对独立的回采单元。每个盘区设置各自的运输出入口，运输出入口设置与主运输巷连通的运输支巷，若在空区内的运输支巷则采用运输假巷（净断面 3.4m×3.4m 三心拱）型式布置，主坑口+主运输巷+运输支巷作为矿石、废石、人员及材料的运输通道，同时兼做进风通道和安全出口。每个盘区的回风口布置在盘区靠近主扇风机的回风侧，同时兼做盘区的第二安全出口。目前+630m 回风平硐口已安装了风机，旁边设有+630m 应急硐口以及+616m 回风平硐口、+620m 回风平硐口、二坑口等均可作为盘区的第二安全出口。

矿石由采场运出后，沿各盘区运输支巷、主运输巷运输，统一运至五坑口附近的四选厂原矿仓。废石就近卸到附近采空区，与尾砂充填料浆一起充填采空区。

为保证开采、运输的安全性，主要巷道附近的顶板矿、底板矿以及巷道两侧的点柱一起作为临时保安点柱，暂不回收，留待生产后期一次性回

收。同时，为保证通风线路的顺畅，已有巷道应进行修整，与空区贯通的地方应进行封闭。

表 2-6 盘区构成情况表

盘区名称	包括区块及开采顺序
1#盘区	610-2 采→610-1
2#盘区	右 W4→左 W4 采→右 W2 采→右 W1 采
3#盘区	128 采→603 北采→407 采→603 南采→十岩-2 采
4#盘区	583 采
5#盘区	597-3 采→597-4 采→600 采→十岩-1 采→W6 采
6#盘区	570 采
7#盘区	550 采→585 采

表 2-7 盘区充填挡墙设置情况表

编号	所属盘区	规格（长 m×宽 m×高 m）	备注
①充填挡墙	1#盘区	11.6×0.5×4.2	基建期
②充填挡墙		13.6×0.5×4.1	
③充填挡墙	2#盘区	11.7×0.5×4.0	基建期可采用钢支架+柔性幕布隔断风流，开采之前完成挡墙即可
④充填挡墙	3#盘区	17.5×0.5×5.0	基建期，挡墙不做到顶，要预留 2.5m 高作为回风口
⑤充填挡墙		13.5×0.5×4.5	基建期
⑥充填挡墙		12.3×0.5×4.1	
⑦充填挡墙		14.1×0.5×4.3	
⑧充填挡墙		3.0×0.5×4.0	
⑨充填挡墙	5#盘区	12.9×0.5×4.0	基建期，挡墙不做到顶，要预留 2.5m 高作为回风口
⑩充填挡墙	6#盘区	6.8×0.5×4.2	基建期可采用钢支架+柔性幕布隔断风流，开采之前完成挡墙即可
⑪充填挡墙		13.8×0.5×4.1	
⑫充填挡墙	7#盘区	7.6×0.5×3.5	基建期
⑬充填挡墙		8.0×0.5×3.8	

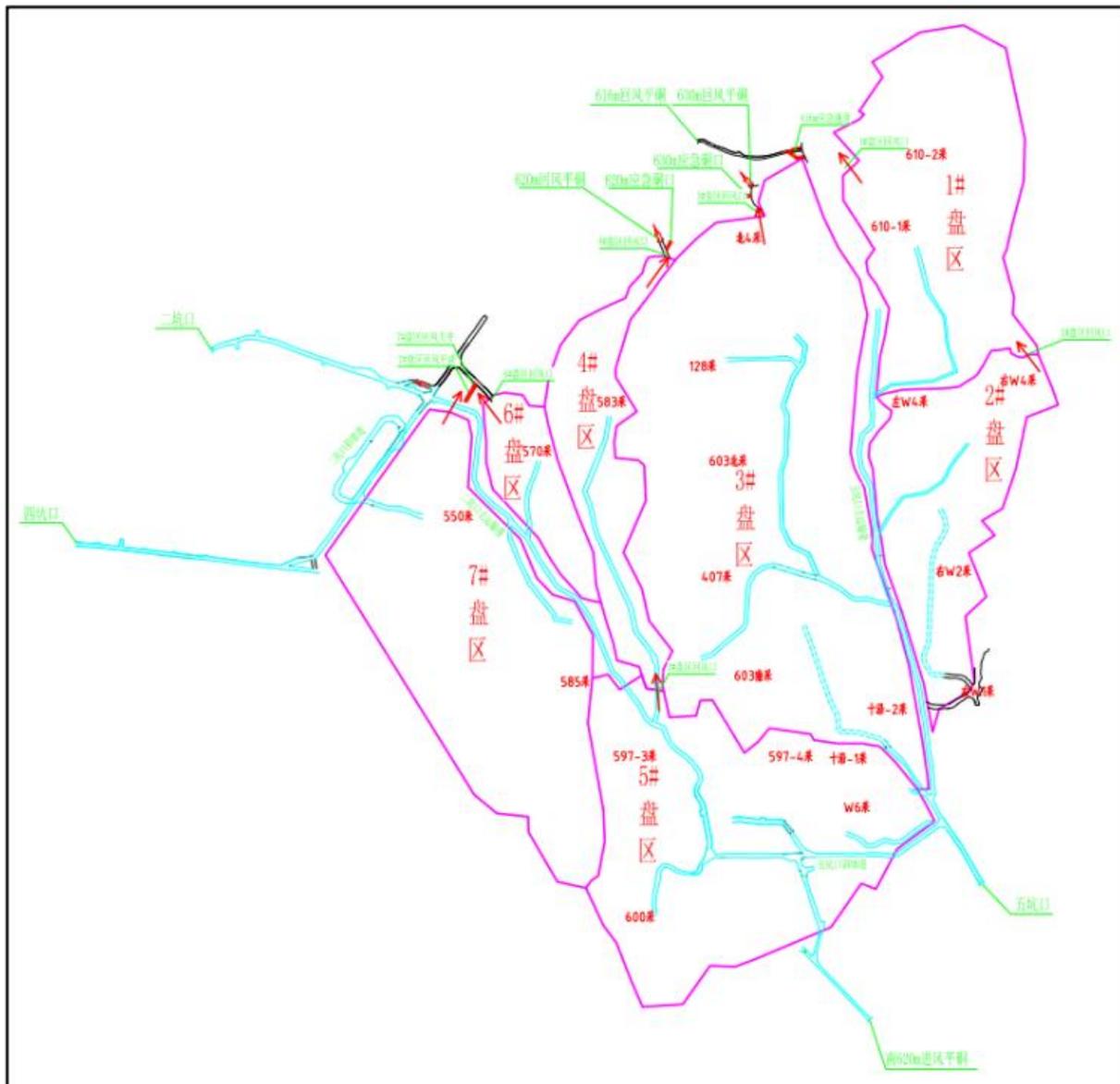


图 2-7 盘区布置示意图

(2) 东部底板、点柱开拓运输系统

底板、点柱的回收在顶板回收完、采空区充填接顶后进行，开拓方式采用平硐+盲斜坡道开拓方式。底板开拓巷道布置原则：①根据需要在底部设出矿结构的点柱分布情况布置底板开拓巷道；②底板开拓巷道需要考虑运输和排水的因素，坡度过大，设备无法运输，局部坡度低洼，涌水则无法自流排出；③需与西北端的风机回风巷连通，否则无法形成贯穿风流和安全出口。

基于以上原则，考虑点柱、底板的开采，由于底部没有凿岩和出矿的通道，故在矿体底板围岩设置开拓巷道（一般低于矿体底板 8~10m）。根据点柱分布情况，在五坑口斜坡道+613m、+600m 标高开口，向西北方向在矿体底板内掘进 2 条下盘运输巷，分别为 L1 运输巷（与+613m 标高开口连通）、L2 运输巷（与+600m 标高开口连通）。由于越往西北侧，点柱分布相对密集，在 L1 运输巷上的+609m、+606m 标高处分别掘进 L3 运输巷、L4 运输巷；L2 运输巷在+600m 标高开口往东南方向掘进至+620m 进风天井处（标高为+603m），从+603m 标高出往西南方向掘进斜坡道至至+587m 标高，向西北在矿体底板内掘进 1 条下盘运输巷（L5 运输巷）。5 条运输巷将东部采区的底板、点柱开拓连接成纵向网络，同时为了便于行人、排水，在纵向运输巷之间视情况设联络巷，整体上形成由东南向西北的“树状”开拓巷道布局，与西北端的风机回风巷连通，形成贯穿风流和安全出口。每条下盘运输巷均负责两侧矿体的开拓任务，且作为矿石、废石、人员及材料的运输通道；在顶板矿体回采结束后，充填接顶之前，在已凝固成型的充填体上预制通往拟回采点柱的充填回风联络假巷，与西北端的风机回风巷连通。

a.盲斜坡道：在 L2 运输巷东南端部向西南方向掘进斜坡道至+587m 落底，平均坡度 10%，净断面 3.8m×3.6m 三心拱，设躲避硐室（长×宽×高=1.5m×1.5m×2.0m，曲线段间距不超过 15m，直线段间距不超过 50m），转弯半径 15m，采用 200mm 厚混凝土路面，斜坡道总长度约 330m，主要作为矿石、废石、人员及材料的运输通道，同时兼做进风通道和安全出口。矿、废石运输配备 8t 自卸卡车。

b.+620m 进风天井：从现有南+620m 平硐巷道内的端部设进风天井，并

口标高+620m，井底标高+603m，井筒净直径 $\phi 3.0\text{m}$ ，总深度 17m，主要作为东部采区底板开拓巷道的进风通道。

c.回风井巷：在底板开拓运输巷西北侧端部，设人行回风天井与端部已有的回风巷连通形成贯穿风流，新建二坑口人行回风天井（+521~+550m， $\phi 2.5\text{m}$ ，设梯子间）、+620m 回风平硐人行回风天井（+595~+612m， $\phi 2.5\text{m}$ ，设梯子间）、+630m 回风平硐人行回风天井（+618~+630m， $\phi 2.5\text{m}$ ，设梯子间）和+616m 回风平硐人行回风天井（+605~+625m， $\phi 2.5\text{m}$ ，设梯子间）。

d.底板运输：采用现有无轨运输，巷道净断面 $3.6\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，坡度 $3\%\sim 10\%$ ，+550m 采区域的点柱底板运输巷与其他区域的运输巷坡度过大，为了人行通风、排水，采用人行通风天井进行连接（ $\phi 3.0\text{m}$ ，设梯子间），+550m 采区域的点柱底板运输巷与四坑口主运输巷在+516m 标高处进行连通，作为+550m 采区域点柱回采的运输通道以及整个底板开拓巷道的排水通道。

矿石从采场运出后，经各条运输巷、斜坡道汇至主运输巷，最终经五坑口运至四选厂原矿仓。

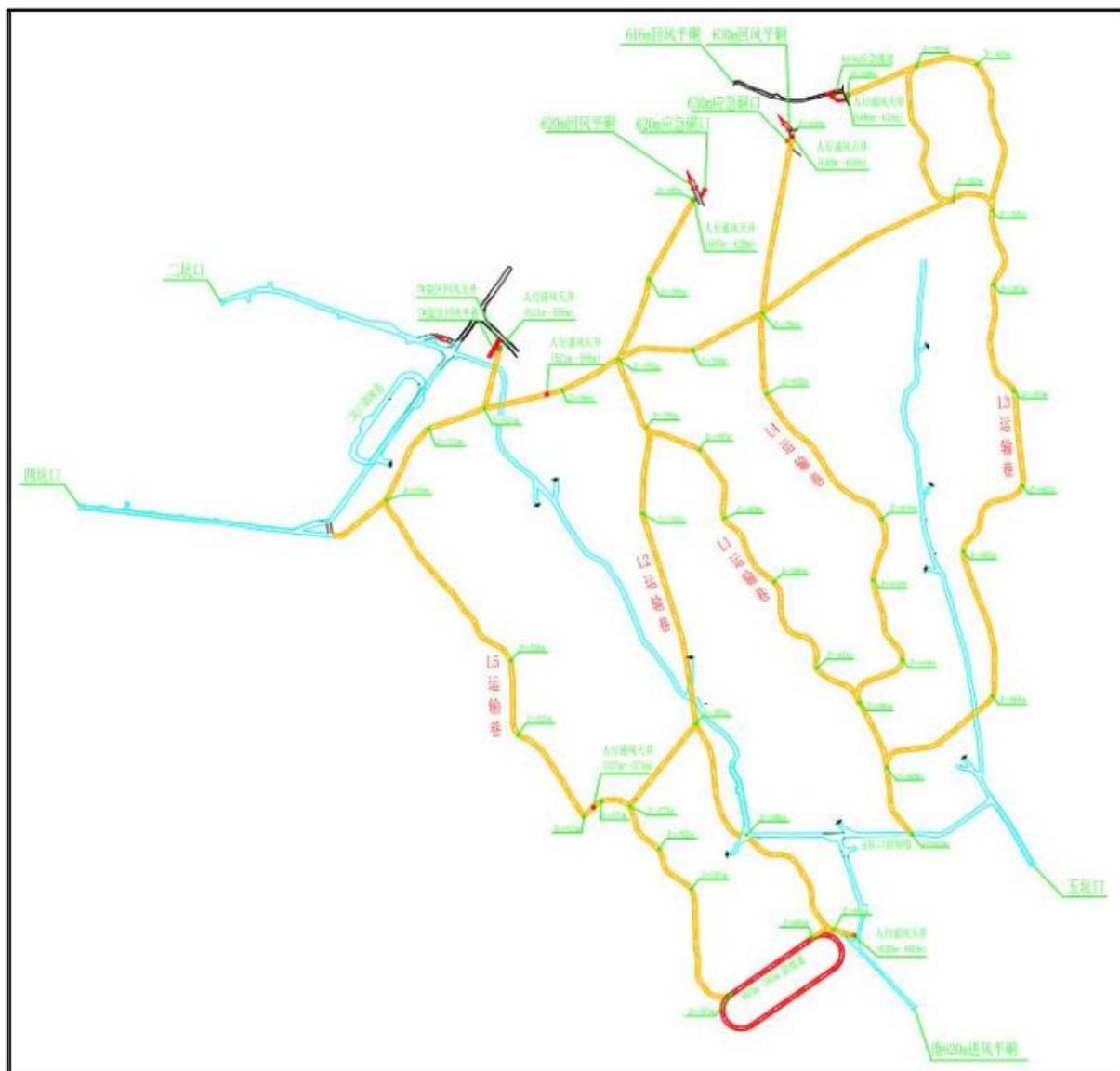


图 2-8

底板开拓系统示意图

(3) 西部开拓运输系统

西部采区的 1W 矿体大部分比较完整，已经形成了完备的开拓运输系统，采用平硐+盲斜坡道开拓，开拓有+380m 主平硐、+406m 副平硐、+409m 大件道平硐、+560m 主回风巷和+630m 回风平硐。深部矿体（5W、6W、7W、9W、10W）位于 1W 矿体的下部，尚未开采，只是在 9W 矿体形成了部分探矿工程，采用斜坡道开拓可与现有系统进行有效衔接，采用无轨自卸卡车运输。

为保证矿山正常生产，本次尽量利用已有井巷工程的基础上，局部加

以改造，深部开拓新设盲斜坡道，依然采用平硐+盲斜坡道开拓。

①+380m 主平硐口：位于 24 线以南，硐口标高+380.0m，断面规格为 4.0m×3.8m，利旧作为矿石运输通道，与破碎站（大件道硐）之间通过检查天井相互联通。

②+406m 副平硐口：位于 24 线以南，硐口标高+405.0m，断面规格为 4.0m×3.8m，利旧作为人员、材料以及设备的运输通道，兼做进风以及安全出口。

③+409m 大件道硐口：位于 22~24 线之间，硐口标高+406.0m，断面规格为 4.0m×3.8m，利旧作为辅助运输平硐，与副平硐、主平硐通过检查天井、溜矿井连通，用于井下破碎站大件运输。天井内架设有梯子，人员可上下。

④+560m 平硐口：位于 16~18 线之间，硐口标高+560.0m，断面规格为 2.6m×2.5m，利旧作为回风以及充填管路的通道。

⑤+630m 回风平硐：位于 16 勘探线以东 110m 一山坡上，硐口标高+630m，断面规格为 2.6m×2.5m，利旧作为主要回风硐口。

⑥盲斜坡道：从现有 24#盘区运输巷内+430m 标高处掘进盲斜坡道至+350m 落底，盲斜坡道为尽量少压覆矿体，在矿体侧翼沿矿权界线进入矿体下盘，平均坡度 10%，净断面 4.0m×3.6m 三心拱，设躲避硐室（长×宽×高=1.5m×1.5m×2.0m，曲线段间距不超过 15m，直线段间距不超过 50m），转弯半径 15m，采用 200mm 厚混凝土路面，中间每隔 300~400m 设置缓坡错车道，盲斜坡道总长度约 800m，主要担负深部+430m 以下 8.25×10^4 t/a 矿石和 0.70×10^4 t/a 废石的运输任务，同时兼做进风通道和安全出口。矿、废石运输配备 8t 自卸卡车，人员运输配备 RU-16 型无轨人车。

⑦管缆井：从+430m 运输巷内+430m 标高处掘进，布置在矿体下盘，井口标高+430m，井底标高+350m，井筒净直径 $\phi 2.5\text{m}$ ，总深度 80m，主要用于布置从地表过来的风水管、电缆、充填管，兼作新鲜风流通风，内部设置梯子间用于检修。

⑧回风井巷：①在矿体东北侧端部+430m 及以上设置倒段回风天井、回风平巷与已有+560m 回风巷连通形成贯穿风流，新建 16 线回风天井（+464~+560m， $\phi 3.0\text{m}$ ，不设梯子间）、+464m 回风平巷（断面 $3.0\text{m}\times 2.8\text{m}$ ）、18 线回风天井（+430~+464m， $\phi 3.0\text{m}$ ，设梯子间）；②在矿体东北侧端部+430~+410m 设置倒段回风斜井连接各中段，各倒段回风斜井断面规格为 $2.5\text{m}\times 2.5\text{m}$ ，回风斜井内设踏步和扶手，兼作人员安全出口。

⑨坑内运输：采用无轨运输。①1W 矿体：沿勘探线已设盘区运输巷（净断面 $3.8\text{m}\times 3.6\text{m}$ 三心拱），盘区运输巷的两端通过盲斜坡道（净断面 $4.0\text{m}\times 3.6\text{m}$ 三心拱）连通，运输水平各勘探线之间形成环形运输巷道。矿石采用铲运机装入自卸卡车，通过盘区运输巷、主运输石门卸至坑内破碎系统上部的原矿仓，矿石破碎后经+380m 主平硐运出地表至选厂。②深部矿体：中段运输巷净断面 $3.6\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，坡度 3‰，矿、废石运输配备 8t 地下运矿卡车。采场矿石通过铲运机装车，+430m 中段及以上矿石通过 24#盘区运输巷卸至坑内破碎系统上部的原矿仓；+430m 以下矿石通过新建深部盲斜坡道、24#盘区运输巷卸至坑内破碎系统上部的原矿仓，矿石破碎后经+380m 主平硐运出地表至选厂。

（4）井口特征情况

除南 620m 平硐口进行扩刷外，其它运输矿石、废石、人员、材料和设备的通道以及进、回风井均利用已有平硐，具体参数详见下表。

表 2-8 井口特征情况表

采区名称	硐口名称	井口中心坐标			备注
		X	Y	H (m)	
东部采区	五坑口	3241219.544	38536027.453	621.16	利旧, 作为矿石、人员、材料以及设备的运输通道, 兼做进风以及安全出口
	南+620m 平硐口	3241106.402	38535931.035	619.97	利旧, 作为进风以及安全出口
	二坑口	3241675.526	38535378.871	559.51	利旧, 作为回风通道以及安全出口
	四坑口	3241507.886	38535263.501	506.57	利旧, 作为回风通道以及安全出口
	+616m 平硐口	3241852.625	38535782.145	616.62	利旧, 作为回风通道、安全出口以及充填管路的通道
	+630m 平硐口	3241825.575	38535831.761	629.24	利旧, 作为回风通道以及充填管路的通道
	+630m 应急平硐口	3241805.737	38535829.828	630.0	新掘, 作为安全逃生通道
	+620m 平硐口	3241767.950	38535755.768	619.34	利旧, 作为回风通道以及充填管路的通道
	+620m 应急平硐口	3241766.807	38535764.597	620.0	新掘, 作为安全逃生通道
西部采区	+380m 主平硐口	3241487.086	38534949.909	380.0	利旧, 作为矿石运输通道
	+406m 副平硐口	3241265.890	38534925.060	406.0	利旧, 作为人员、材料以及设备的运输通道, 兼做进风以及安全出口
	+409m 大件道硐口	3241475.942	38535041.257	406.0	利旧, 设计利旧作为辅助运输平硐, 用于井下破碎站大件运输
	+560m 平硐口	3241588.917	38535394.855	560.0	利旧, 作为回风以及充填管路的通道
	+630m 回风平硐	3241080.890	38535887.060	630.0	利旧, 作为主要回风硐口

3.坑内运输系统

(1) 坑内运输

①东部采区

井下矿(废)石通过铲运机直接装入 8t 井下运矿卡车, 矿石经斜坡道和东部主运输巷道运至选厂; 废石运至附近采空区, 进行充填。矿石运量 950 t/d, 最远运距 1170m; 废石运量 82 t/d, 最远运距 1000m。最大班下井人数 50 人。材料运输采用 8t 井下运矿卡车经斜坡道运至井下各作业面。

②西部采区

井下矿(废)石通过铲运机直接装入 8t 井下运矿卡车, 矿石经斜坡道和西部主运输巷道运至+380m 主平硐附近破碎硐室。经破碎后, 再由振动

放矿机将矿石装入 20t 井下运矿卡车，经+380m 主平硐运到选厂；废石运至附近采空区，进行充填。

矿石运量共 1250 t/d，其中 1W 矿体 1000 t/d，深部矿体 250 t/d。1W 矿体运输至破碎硐室最远运距 880m，深部矿体运输至破碎硐室最远运距 510m，破碎硐室至选厂运距 670m；废石运量 107 t/d，最远运距 1200m。最大班下井人数 69 人。材料运输采用 8t 井下运矿卡车经斜坡道运至井下各中段。开采深部+430m 以下中段时，人员运输采用 2 辆 XYRU-16 型井下运人车，1 用 1 备，乘人数 16 人/辆。其余时期距离相对较近，人员沿平硐、斜坡道步行进入井下。

(2) 运输设备选型

东部采区现有 6 台 UQ-8 型井下运矿卡车和 2 台 AJK-5A 型井下运矿卡车。现有的 UQ-8 型井下运矿卡车运输时，东部五坑口断面无法满足规范要求。本次将现有 UQ-8 型井下运矿卡车转移至西部采区使用，采用 UQ-8 型井下运矿卡车运输矿（废）石，采用 AJK-5A 型井下运矿卡运输材料。西部采区仍采用 UQ-8 型井下运矿卡车运输矿（废）石、材料，西部破碎硐室至选厂采用 UQ-20 型井下运矿卡车运输矿石。深部+430m 中段以下采用 XYRU-16 型井下运人车运输人员。

表 2-9 运输设备数量表

序号	位置	型号	单位	数量	备注
1	东部采区	UQ-8 型井下运矿卡车	辆	7	5 辆用于矿（废）石运输，5 用 2 备，新增。
2		AJK-5A 型井下运矿卡	辆	7	用于材料运输，一用一备，利旧。
3	西部采区	UQ-8 型井下运矿卡车	辆	12	8 辆用于矿（废）石运输至+380m 主平硐附近破碎硐室上部矿仓，6 用 2 备；1 辆用于材料运输，3 辆作为破碎硐室至选厂的矿石运输的备用，均利旧（东部 6 辆移至西部使用）。
4		UQ-20 型井下运矿卡车	辆	1	用于破碎硐室至选厂的矿石运输，新增。
5		XYRU-16 型井下运人车	辆	2	用于运输人员，一用一备，新增。

井下运矿卡车和井下运人车均应备有矿用产品安全认证标识，制动系

统采用湿式制动器。无轨设备均安装有尾气净化装置、灭火器。井下运人车应配有行车制动系统、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。

4.中段设置

(1) 1W 矿体：矿山分东部、西部采区开采，井下东高西低，东部最高标高约+630m，西部最低标高约+406m；未划分明显中段，均通过平巷、斜巷或斜坡道连通。

(2) 深部小矿体（5W、6W、7W、9W、10W）：中段高度 20m，划分有+430m 中段、+410m 中段、+390m 中段、+370m 中段及+350m 中段五个中段，利用 9W 矿体已开拓工程作为回风巷。

5.破碎系统

(1) 前期破碎系统复核

前期破碎任务仍为西部 1250t/d 矿石，经对现有破碎机的生产能力复核，结果表明：破碎机的处理能力 $Q=236.34t/h$ ，工作时间为 6.25h，井下破碎能力可满足要求，破碎硐室内配置完善，破碎系统利旧。

(2) 后期破碎系统复核

后期东部矿石运至西部破碎硐室，与西部矿石一起进行集中破碎。破碎任务为东、西部共 2200t/d 矿石。对破碎机的生产能力进行复核，根据上述复核结果可知，PA90120 型卧室破碎机的小时生产能力 $Q=236.34t/h$ ，破碎的工作时间为 9.31h。井下破碎能力可满足要求，破碎硐室内配置完善，破碎系统利旧。

6.井巷工程

(1) 平硐

矿山平硐较多，比如五坑口、南+620m 平硐、+380m 主平硐以及+406m 副平硐等，其断面及支护形式、支护厚度列表描述如下。

表 2-10 矿山主要各平硐的参数表

采区名称	硐口名称	断面规格	最大通过设备 (长×宽×高) (mm)	支护方式	备注
东部采区	五坑口	三心拱 3.4m×3.7m	UQ-8 地下自卸车 5300×2000×2400 XMPYT-97/700 撬毛台车 9230×2150×2200	硐口段：300mm 厚钢筋砼支护； 正常段：一般不支护，局部遇到稳固性较差的区段，根据围岩具体情况，采用锚-网支护、锚-网-喷支护、混凝土支护或其他可靠的支护方式。	利旧
	南+620m 平硐	三心拱 3.4m×3.2m			扩刷
	二坑口	三心拱	UQ-8 地下自卸车		利旧
	四坑口	3.4m×3.7m	5300×2000×2400		
	+616m 平硐口	三心拱 1.5m×1.5m	—		
	+630m 安全通道	三心拱 1.5m×2.0m	—		
	+620m 安全通道		—		
西部采区	+380m 主平硐	三心拱 4.0m×3.8m	UQ-20 地下自卸车 7250×2500×2600	硐口段：300mm 厚钢筋砼支护； 正常段：一般不支护，局部遇到稳固性较差的区段，根据围岩具体情况，采用锚-网支护、锚-网-喷支护、混凝土支护或其他可靠的支护方式。	利旧
	+406m 副平硐		UQ-8 地下自卸车 5300×2000×2400 XMPYT-97/700 撬毛台车 9230×2150×2200		
	+409m 大件道硐		UQ-8 地下自卸车 5300×2000×2400		
	+560m 平硐	三心拱 2.6m×2.5m	—	硐口段：250mm 厚钢筋砼支护； 正常段：一般不支护，局部遇到稳固性较差的区段，根据围岩具体情况，采用锚-网支护、锚-网-喷支护、混凝土支护或其他可靠的支护方式。	
	+630m 回风平硐		—		

(2) 盲斜坡道

矿山东、西部采区均有盲斜坡道，东部顶板矿体、西部 1W 矿体盲斜坡道为已有工程，东部底板、点柱矿体以及西部深部矿体盲斜坡道为新建工程，东、西采区盲斜坡道分别采用宽×高=3.8m×3.6m、宽×高=4.0m×3.6m 的三心拱断面，设躲避硐室（长×宽×高=1.5m×1.5m×2.0m，曲线段间距不超过 15m，直线段间距不超过 50m），坡度 8%~12%。盲斜坡道内通行的较

大无轨设备分别为 UQ-8 型地下矿用卡车、XMPYT-97/700 撬毛台车，其外形尺寸长×宽×高分别为：5300mm×2000mm×2400mm、9230mm×2150mm×2200mm。

采用混凝土路面，厚度为 200mm，在道路两侧设水沟，道路横向坡度 2.5%，坡向两侧水沟。每隔 300~400m 设坡度不大于 3%，长度不小于 20m 并能满足错车要求的缓坡段，错车道采用宽×高=6.4m×4.0m 的三心拱断面。斜坡道内一般不支护，局部遇到稳固性较差的区段，根据围岩具体情况，采用锚-网支护、锚-网-喷支护、混凝土支护或其他可靠的支护方式。

(3) 通风井、管缆井

本次东部顶板矿体、西部 1W 矿体主要的通风井已经形成，比如东部采区的回风平硐、西部采区的上盘回风主巷和支巷等，本次予以利旧。东部底板、点柱矿体以及西部深部矿体开拓，东部采区新设进风天井、端部回风天井等，西部采区新设管缆井和端部倒段回风天井、回风斜井等。管缆井用于布置从地表进来的风水管、电缆，兼作新鲜风流通风，内部设置梯子间用于检修。倒段回风天井视是否做安全出口的情况，设梯子间或人行踏步及扶手。当围岩稳定、整体性好时，可不支护；当围岩破碎、整体性差，采用 300mm 厚素混凝土支护，混凝土强度等级为 C25。矿山主要通风井、管道井的参数详见下表。

表 2-11 矿山主要修建通风井、管道井的参数表

采区名称	井巷名称	顶标高	底标高	倾角	断面形式	净规格	井筒设施	备注
		(m)		(°)		(m×m)		
东部采区	7#盘区回风天井	565	550		圆形	Φ2.5	设梯子间	
	泄水天井	513	470		矩形	2.0×2.0		
	+620m 进风天井	620	603			Φ3.0	—	
	二坑口人行回风天井	565	521					
	+630m 风机回风巷 人行回风天井	630	620					

西部采区	+620m 风机回风巷 人行回风天井	620	603	90	圆形	Φ2.5	设梯子间	新建
	+616m 风机回风巷 人行回风天井	616	606					
	管缆井	430	350					
	16 线回风天井	566	464	Φ3.0	—			
	18 线回风天井	464	430		设梯子间			
倒段回风斜井	430	350	—	三心拱	2.5×2.5	人行踏步及扶手		

(4) 平巷

本次坑内均采用无轨运输系统，东部顶板矿体、西部 1W 矿体坑内运输巷为已有工程，东部底板、点柱矿体以及西部深部矿体坑内运输巷为新建工程。东部顶板矿体开拓运输巷采用宽×高=3.8m×3.6m 的三心拱断面，东部底板、点柱矿体开拓运输巷采用宽×高=3.6m×3.4m 的三心拱断面，西部 1W 矿体盘区运输巷采用宽×高=3.8m×3.6m 的三心拱断面，西部深部矿体中段运输巷采用宽×高=3.6m×3.5m 的三心拱断面。该无轨运输巷内通行的较大无轨设备分别为 UQ-8 型地下矿用卡车、XMPYT-97/700 撬毛台车，其外形尺寸长×宽×高分别为：5300mm×2000mm×2400mm、9230mm×2150mm×2200mm。该巷道一般可不支护，局部遇到稳固性较差的区段，根据围岩具体情况，采用锚-网支护、锚-网-喷支护、混凝土支护或其他可靠的支护方式。

(5) 硐室

①水泵房硐室

西部深部矿体水泵房硐室布置在+350m 中段，采用宽×高=4.0m×4.0m 的三心拱断面，长 14m，采用 3t 检修葫芦起重检修。

硐室内铺设 100mm 厚混凝土地坪，混凝土强度等级 C20，地面标高比其入口处巷道底板标高高出 0.5m。设两个出口，其中一个通往井底车场，并安装防水密闭门，防水门设防水头高度按 7m 考虑，抗压强度 0.1MPa；

另一个用管子斜道与管缆井相连，斜巷上口应高出硐室地面标高 7m 以上。硐室内布置电缆沟、电缆支架等设施。

硐室采用 100mm 厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级 C20。

②水仓

水泵硐室的吸水井外设置内、外两条水仓。本中段涌水通过巷道水沟进入水仓平巷、斜道流入水仓，上部中段涌水通过斜坡道水沟流入水仓。内外水仓采用宽×高=3.0m×3.0m 的三心拱断面，铺设 100mm 厚混凝土底板。

内、外水仓长度为 50m，有效总容积 400m³，水仓总有效容积满足不小于 4h 正常涌水量。水仓一般不支护，施工过程中支护形式须结合围岩揭露条件适当调整，可采用 100mm 厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级为 C20。

③水泵房变配电硐室

水泵房变配电硐室毗邻水泵硐室布置，与水泵硐室布置在同一长轴线上。采用宽×高=4.5m×3.5m 的三心拱断面，硐室长 25m。硐室一端与井底车场大巷相连通并安装防水密闭门，防水门设防水头高度按 7m 考虑，抗压强度 0.1MPa；另一端与井下水泵硐室相连通并安装防火、栅栏两用门。硐室地面标高比其入口处巷道底板标高高出 0.5m，同时高出水泵硐室地面 0.3m。

硐室内布置电缆沟、电缆支架等设施。硐室采用 100mm 厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级 C20。施工过程中支护形式须结合围岩揭露条件适当调整。

④采区变配电硐室

西部采区在+430m 中段设采区变配电硐室，采用宽×高=4.0m×3.5m 的三心拱断面，硐室长 12m。硐室内铺设 100mm 厚混凝土地坪，混凝土强度

等级 C20。

硐室内布置电缆沟、电缆支架等设施。硐室的两端分别设出口与旁边的巷道连通，硐室底板应高出其入口处的巷道底板 0.3m，在两个出口处安装外向开的防火、栅栏两用门。

硐室采用 100mm 厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级 C20。施工过程中支护形式须结合围岩揭露条件适当调整。

⑤井下风机硐室

对西部采区+560m 回风平硐内的风机硐室进行改造。改造后风机硐室采用宽×高=5.0×6.0m 的三心拱断面，长 6.0m，设 5t 检修葫芦起重检修。

硐室内附设低压配电硐室，采用宽×高=5.0m×3.5m 的三心拱断面，长 3m，出口处安装向外开的防火、栅栏两用门。

硐室内布置电缆沟、电缆支架等设施。采用 100mm 厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级 C20。施工过程中支护形式须结合围岩揭露条件适当调整。

(6) 基建工程

矿山基建需完成的开拓工程如下：

(1) 东部采区：南+620m 进风平硐扩刷、7#盘区回风平巷及天井、盘区隔离挡墙工程等。

(2) 西部采区：+430m 中段运输巷、倒段回风天井（+430~+464m）、+464m 回风平巷、16 线回风天井（+464~560m）、变配电硐室、+560m 风机硐室改造等各类硐室以及采切工程等。

经计算，本工程基建工程量为 13460.37m³。

2.4.6 采矿工艺

1. 开采方式

沿用矿山正在使用的地下开采方式。

2. 开采顺序和首采地段

(1) 东部采区回采顺序：结合平衡拱理论及卸压开采原理，由于矿体形态为四周低，中央高，先期回采中央位置会造成周边拱脚位置的矿柱应力集中，使的后续作业区域处于增压区内。因此，为避免出现上述问题，东部点柱、顶板、底板回采顺序为“立面上由低到高、平面上由东南、西北两翼向中央推进、后退式回采”。顶板、底板及点柱等残矿按“先采顶板、再采底板、点柱”的顺序进行回收。首采盘区：1#、3#、5#、7#盘区。

(2) 西部采区回采顺序：①沿走向上是从东到西回采，垂直走向上是从南到北回采，即由远及近后退式回采；②深部矿体为“中段从上向下，中段间由回风侧向进风侧”。深部矿体由于配矿的需要，存在上、下盘矿体同时进行回采，则必须保证上、下盘矿体的间距大于 20m 以上，并且上、下盘矿体正对应开采的位置需错开 20m 以上。首采地段：I 盘区（16 线至 18 线）、II 盘区（18 线至 20 线）、III 盘区（20 线至 22 线）、IV 盘区（20 线至 24 线）以及深部+430m 中段。

3. 采矿方法的选择

(1) 东部采区回采工艺

针对顶板、点柱及底板等残矿，《初步设计》提出了“围堰式袋装充填残采工艺”的回收流程，如图 2-9 所示，其具体工艺流程为：

①构筑围堰充填挡墙：划定盘区内残采单元，采用已在香炉山得到成功应用的袋装充填技术，利用袋装充填体和点柱一起设置采空区围堰挡墙。

②尾砂充填采空区：待挡墙凝固成型达到一定强度之后，进行采空区充填。充填前要求空区底部采用钢筋网铺底，钢筋网用 $\phi 8\text{mm}$ 圆钢编织，网

孔密度 150mm×150mm。在充填区域架设充填挡墙，铺设充填管路、滤水管等。充填采用全尾砂胶结充填，底部 5m 充填强度要求达到 5MPa，剩余部分充填强度要求为 1.5~2MPa。

③回收空区顶板（楼板）：充填至离顶板约 1.5~2.0m 时，利用充填体作为平台，采用铲运机出矿上向水平分层充填法回收顶板。

④采空区充填接顶：随着顶板的向上开挖，围堰挡墙也随着向上架设。顶板回采结束后，充填接顶要求将管道架设到最高点下料或者进行加压充填接顶。需要注意的是，在接顶之前，需要在充填体上预设一条充填回风联络假巷到充填体内部点柱处，为后期回采内部点柱提供回风通道。

⑤回收底板：在构筑围堰充填挡墙的同时，从主运输巷向底板残矿掘进底板联络道，采用浅孔空场嗣后进路充填法回收底板。

⑥回收点柱：在底板回收完成后，再回收点柱。点柱主要分为两类，一类为与袋装充填体一起构筑成采空区围堰挡墙的点柱，称为边缘点柱；一类为充填区域内的点柱，称为内部点柱。结合现场实际来看，点柱高度不一，尺寸不一。根据《金属非金属矿山安全规程》相关要求，在无法确保顶板安全的情况下，不能直接进行空区下作业，无法保证其回采指标和安全性。根据现场实际情况，矿山目前拥有 XMPYT 型撬毛台车，控顶高度为 8.6m。因此本次工程以点柱高度 8m 为界，将点柱回收采矿方法分成两大类：

a.当点柱高度 $\leq 8\text{m}$ 时，即能够进行空区控顶、确保顶板安全的情况下，在完成空区挑顶工作后，直接从空区中采用浅孔留矿嗣后充填法回收边缘点柱。

b.当点柱高度 $> 8\text{m}$ 时，无法确保空区下作业的安全，需利用回收底板

时从主运输巷道掘砌的联络道至点柱底部，回收内部点柱。同时，考虑出矿效率，将内部点柱的采矿方法又细分为中深孔落矿空场嗣后充填法（点柱高度 $>8\text{m}$ ，且 $\leq 20\text{m}$ ）和深孔落矿空场嗣后充填法（点柱高度 $>20\text{m}$ ）。

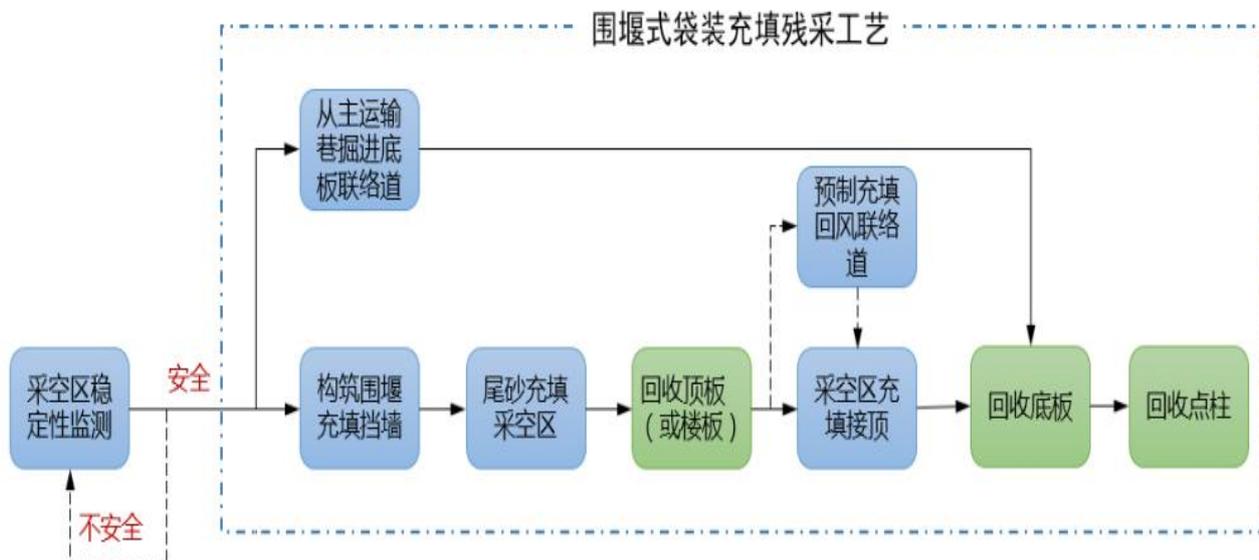


图 2-9 东部残矿整体回收工艺流程图

（2）西部采区回采工艺

西部采区矿体厚度、倾角变化大，为薄~厚、缓倾斜~急倾斜矿体，属于难采矿体。结合本矿山实际情况，亦需要采用充填法进行回采，通过类比国内外类似矿山，可知适合该类矿体的采矿方法主要有以下几种：

① 矿体倾角 $<30^\circ$

a. 矿体厚度 $\leq 8\text{m}$ 时，采用浅孔房柱嗣后充填法；b. 矿体厚度 $>8\text{m}$ ，且 $\leq 15\text{m}$ 时，采用分条两步骤嗣后充填采矿法；c. 矿体厚度 $>15\text{m}$ 时，采用分段凿岩阶段空场嗣后充填采矿法。

② 矿体倾角 $30^\circ \sim 55^\circ$

a. 矿体厚度 $\leq 8\text{m}$ 时，机械化上向水平分层充填采矿法；b. 矿体厚度 $>8\text{m}$ 时，采用分段凿岩分段出矿空场嗣后充填采矿法。

③ 矿体倾角 $>55^\circ$

针对 5W 矿体倾角 $11^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，少部分 $>55^{\circ}$ ，采用平底结构浅孔留矿嗣后充填采矿法进行补充回采。

(3) 盘区间柱回收工艺

矿山盘区间柱一般宽度为 $15 \sim 20\text{m}$ ，高为矿体厚度 $10 \sim 25\text{m}$ 。在矿山生产末期对盘区间柱进行回收，采用中深孔后退式进行回采，两侧周边眼到充填体距离 0.5m 左右，以保护两侧充填体，减少贫化。同时，视矿柱稳定性而看，可在帮壁和顶板均留设约 3m 厚度的矿体作为保护层，以确保安全。盘区间柱回收工艺见图 2-10。

采用 YGZ-90 中深孔钻机或凿岩台车从盘区运输巷中向上钻凿扇形中深孔，孔径 $\phi 76\text{mm}$ ，排距 $1.5 \sim 1.8\text{m}$ ，孔底距 $1.8 \sim 3.0\text{m}$ 。炮孔打完后，以切割天井为初始自由面侧向爆破，单分段分次爆破或多分段同时爆破，每次爆破 $3 \sim 5$ 排炮孔。采用 BQF-100 装药器装填粉状铵油炸药，导爆管雷管微差起爆。

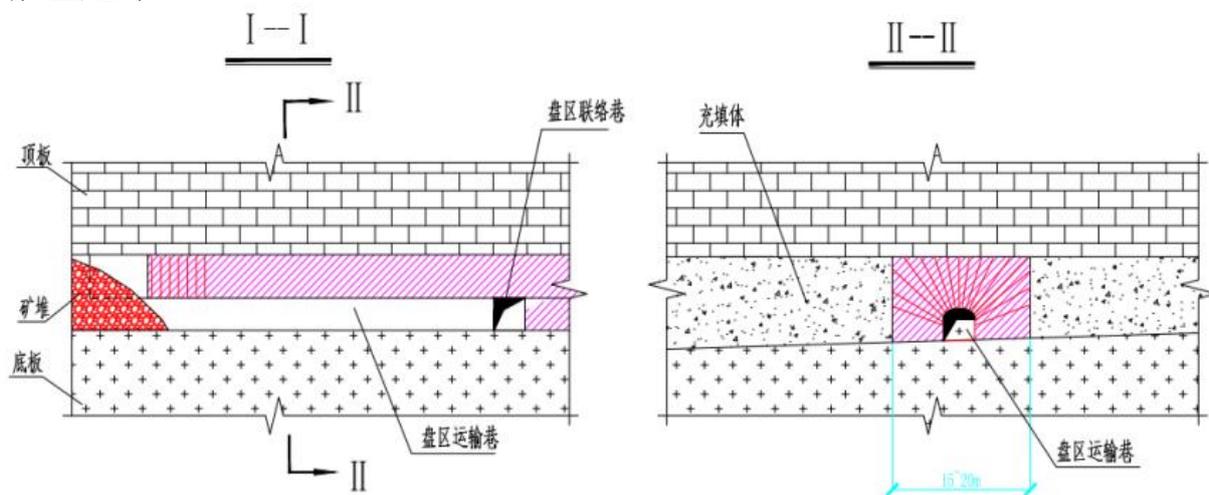


图 2-10

盘区间柱回收工艺图

4. 采矿方法

(1) 围堰式上向水平分层充填法

本采矿方法适合于回采顶板残矿。

①工程布置

采空区高度较大，必须经充填后，利用充填体作为作业平台，才能对顶板进行回采。充分利用平硐、井下运输、通风等现有工程，在充填区域圈定时，当以角岩（矿体）为顶板，采场暴露面积控制在 1600m^2 以内，当采至最后一层，以灰岩为顶板，采场暴露面积控制在 1000m^2 以内，同时必须保证回采区域的运输、通风等系统畅通。充填后充填体与顶板之间留 $1.5\sim 2\text{m}$ 的作业空间，根据顶板跨度大小确定分层高度，在顶板跨度较小时可采用高分层。

空区顶板回收工艺采用铲运机出矿分层水平分层充填法。采用YT-27型凿岩机凿岩时，采用台阶分层回采，每层爆破高度约 $2\sim 3\text{m}$ ；采用凿岩台车凿岩时，采用全断面推进开采，分层回采高度控制在 $6\sim 8\text{m}$ ，回采时应严格控制控顶高度不大于 8m 。

②采切工程

此采矿方法无采切工程，可直接进行采矿作业。

③凿岩爆破

采用YT-27型凿岩机或凿岩台车凿岩，在充填体上施工水平或近水平炮孔，炮孔直径为 42mm ，孔深 $3\sim 4\text{m}$ ，孔距 $0.8\sim 1.2\text{m}$ ，排距 $0.8\sim 1.0\text{m}$ 。采用人工装填卷状乳化炸药，导爆管雷管微差起爆。

④采场通风

新鲜风流自平硐、井下运输巷道、盘区入风口进入作业面，清洗工作面后污风经盘区回风巷、现有风井排出至地表。

⑤采场顶板管理

经充分通风后人员进入作业面，采用撬毛台车进行处理松石，遇矿岩

不稳，经撬毛后仍不能保证作业安全时，可采用锚杆、喷射混凝土等方式进行处理，确保安全后再进行后续作业。

⑥采场出矿

采用现有 2m^3 铲运机装矿、井下卡车运输的方式。铲运机和汽车可利用采场自然高差，从较高处平台直接进入充填体平台进行作业。

⑦空区处理

一个分层顶板回采完成后，随即进行空区充填。要求作为作业平台的充填体强度不低于 $1.5\sim 2\text{MPa}$ ，充填体应分层充填，每层充填高度 $0.5\sim 1\text{m}$ 。

(2) 垂直分条进路充填法

此采矿方法适合于回收底板残矿。

①工程布置

在回收顶板矿体的同时，从主运输巷布置一条底板联络巷至拟采底板处，然后根据残采区域布置沿脉主运输巷。划定进路宽为 6.0m ，高为底板高度，一般 $5\sim 6\text{m}$ ，不超过 8m 。采用浅孔前进式回采进路，进路隔一采一布置，从中央向两侧推进。

②采切工程

主要采切工程为出矿巷道 ($3.4\text{m}\times 3.2\text{m}$)。

③凿岩爆破

采用 YT-27 型手持气腿式凿岩机或凿岩台车凿岩，进路断面为 $6\text{m}\times 6\sim 8\text{m}$ ，炮孔直径 $\phi 40\sim 43\text{mm}$ ，孔深 $2.2\sim 2.5\text{m}$ ，要求周边孔平直。二步骤进路周边眼到充填体距离 0.5m 左右，以保护一步骤充填体，减少贫化。

④采场通风

本采矿方法工程为独头掘进，新鲜风流自主运输巷道进入作业面，清

洗工作面后污风仍经主运输巷排出至地表。因此，须布置局扇进行辅助通风，必要时可布置柔性风筒进行压入式强制通风。

⑤采场顶板管理

在底板回采前，需对上部原空区进行全尾砂胶结充填，并在充填前在空区底板铺设钢筋网，上部 4m 左右采用高强度充填体充填，以确保底板残矿回采安全。对部分已充填、无法铺设钢筋网的区域，需提前做好准备，在进路和上部充填体之间留设 3m 左右永久隔离层，以确保安全。

⑥采场出矿

采用现有 2m³ 铲运机装矿、井下卡车运输的方式。铲运机直接将矿石装入井下自卸式汽车，经沿脉主运输巷、底板联络巷、主运输巷运出地表。

⑦空区处理

进路回采完毕后，在进路口处布置充填挡墙然后向空区进行胶结充填，充填时严格接顶，一步骤进路充填体抗压强度要求达到 2.5~3MPa，二步骤充填体强度达到 1.0~1.5MPa。

(3) 浅孔留矿嗣后充填法

此采矿方法使用回收点柱高度≤8m 的边缘点柱。

①工程布置

回采前需根据现场实际情况圈定合适的区域，建立充填挡墙后进行充填，达到安全条件后回收周边点柱。按照现场圈定的区域，构筑充填挡墙，充填时矿柱必须有一侧不在充填封闭区内。回采时，以不在充填封闭区内的矿柱为作业面，采用浅孔留矿回采矿柱。采下矿石出掉一部分，剩余部分作为继续上采的平台，待回采结束后再大量出矿。

②采切工程

由于原有工程可继续应用，且点柱相对较小，回采条件比较好，采准切割工程量小。主要工程为沿着点柱底部进行拉底，拉底巷的尺寸为 3.4m×3.2m，然后以拉底巷为自由面和补偿空间形成沿点柱底部的全断面拉底层。

③凿岩爆破

采用 YT-27 型凿岩机，作业人员站在矿堆上施工水平或近水平炮孔，炮孔直径为 42mm，孔深 3~4m，孔距 0.8~1.2m，排距 0.8~1.0m。分层崩矿，每个分层崩落矿石 3~4m，以崩下矿石作为继续上采的作业平台，进行上一分层的作业。采用人工装填卷状乳化炸药，导爆管雷管微差起爆。

④采场通风

新鲜风流自平硐、井下运输巷道进入作业面，清洗工作面后污风经井下运输巷、现有风井排出至地表。

⑤采场顶板管理

经充分通风后人员进入作业面，利用人工或撬毛台车清理顶板松石，遇矿岩不稳，经撬毛后仍不能保证作业安全时，可采用锚杆、喷射混凝土等方式进行处理，确保安全后再进行后续作业。

⑥采场出矿

采用现有 2m³ 铲运机直接装矿，井下汽车运输。前期出矿应严格控制出矿量，每次约运出采下矿石的 30%左右，剩下的矿石作为下次回采作业的工作平台，回采完毕再进行大规模出矿。

⑦空区处理

边缘点柱回收后要对新形成的空区采用围堰式袋装充填技术进行充填处理，亦可在回采单元内边缘点柱全部采完后一次性充填。充填时间的早

晚取决于边缘点柱回收后的最大无支护跨度（即空区跨度），即空区跨度不能超过 12m。

因此，在边缘点柱回采后，若空区跨度不超过 12m，则可暂不处理，待回收完成后统一充填接顶；若空区跨度超过 12m，则应立即采用围堰式袋装充填技术对新产生的空区进行全尾砂充填处理。

（4）中深孔落矿空场嗣后充填法

此采矿方法使用回收点柱高度 $>8\text{m}$ 、 $\leq 20\text{m}$ 的内部点柱。

①工程布置

在划定的充填区域完全充填接顶后，利用回收底板时掘进的底板联络巷，向点柱底部掘进采场联络道、出矿巷道及拉底巷道，在拉底巷道向上掘切割天井形成爆破自由面。同时，从顶板回采时预设的充填回风联络巷向点柱方向掘进充填回风巷道，并与切割天井贯通。采场采用堑沟底部结构，高分段中深孔落矿，后退式回采。

②采切工程

主要采准工程为出矿巷道（ $3.4\text{m}\times 3.2\text{m}$ ）和充填回风巷道（ $2\text{m}\times 2\text{m}$ ）。主要切割工程为拉底巷道（ $3.4\text{m}\times 3.2\text{m}$ ）和切割天井（ $2\text{m}\times 2\text{m}$ ）。

③凿岩爆破

采用 YGZ-90 中深孔钻机或凿岩台车从拉底巷道中向上钻凿扇形中深孔（点柱特别厚度的，可将拉底巷道全断面拉开，形成拉底层，钻凿上向垂直中深孔，此类点柱较少，不做重点论述），孔径 $\phi 76\text{mm}$ ，排距 $1.5\sim 1.8\text{m}$ ，孔底距 $1.8\sim 3.0\text{m}$ 。炮孔打完后，以切割天井为初始自由面侧向爆破，单分段分次爆破，每次爆破 $3\sim 5$ 排炮孔。采用 BQF-100 装药器装填粉状铵油炸药，导爆管雷管微差起爆。

④采场通风

新鲜风流自主运输巷道经出矿巷道进入作业面，清洗工作面后污风经充填回风巷道排至空区已有主运输巷道，经各回风通道排至地表。

⑤采场出矿

采用现有 2m^3 铲运机装矿、8t 井下卡车运输的方式。铲运机直接将矿石放入井下自卸式汽车，经沿脉主运输巷、底板联络巷、主运输巷运出地表。同时配备现有 2m^3 遥控铲运机，辅助出矿，以确保作业安全。

⑥空区处理

点柱回采完毕后，在拉底巷道口布置充填挡墙，然后从上部充填回风巷道向空区进行全尾砂胶结充填，充填体强度达到 $1.5\sim 2\text{MPa}$ 即可。

(5) 深孔落矿空场嗣后充填法

此采矿方法使用回收点柱高度 $>20\text{m}$ 的内部厚大点柱。

①工程布置

工程布置形式类似中深孔落矿空场嗣后充填法，只是为保证回采效率采用深孔凿岩设备进行凿岩。在划定的充填区域完全充填接顶后，利用回收底板残矿时掘进的底板联络巷，向点柱底部掘进采场联络道、出矿巷道及拉底巷道，然后将拉底巷道全断面拉开，形成拉底层。同时，从顶板回采时预设的充填回风联络巷向点柱方向掘进凿岩硐室，掘切割天井与拉底层贯通，形成爆破自由面。采场采用漏斗底部结构，深孔落矿，后退式回采。

②采切工程

主要采准工程为出矿巷道 ($3.4\text{m}\times 3.2\text{m}$) 和凿岩硐室 ($15\text{m}\times 3.2\text{m}$)。主要切割工程为拉底巷道 ($3.4\text{m}\times 3.2\text{m}$) 和切割天井 ($2\text{m}\times 2\text{m}$)。

③ 凿岩爆破

采用低矮型 CS100H 潜孔钻机从凿岩硐室向下钻凿垂直深孔，炮孔网度 $1.8\text{m}\times 2.2\text{m}$ ，靠凿岩硐室两侧的边孔凿成微斜孔，孔径 $\phi 90\text{mm}$ 。装药采用间隔装药方式，采用乳化铵油炸药和非电导爆起爆系统。先以切割天井与拉底层为自由面，利用深孔爆破形成切割扩大井，后以切割扩大井为自由面从四周向中央侧向崩矿。

④ 采场通风

新鲜风流自主运输巷道经出矿巷道进入作业面，清洗工作面后污风经凿岩硐室排至空区已有主运输运输巷道，经各回风通道排至地表。

⑤ 采场出矿

采用现有 2m^3 铲运机装矿、8t 井下卡车运输的方式。铲运机直接将矿石装入井下自卸式汽车，经沿脉主运输巷、底板联络巷、主运输巷运出地表。同时配备现有 2m^3 遥控铲运机，辅助出矿，以确保作业安全。

⑥ 空区处理

采场中的凿岩硐室、出矿巷道一般情况下不需支护，对于不稳固地段采用锚杆或喷锚网支护。待点柱全部回采完后，从上部充填回风巷道向空区采用全尾砂胶结充填处理，充填体强度达到 $1.5\sim 2\text{MPa}$ 即可。

(6) 浅孔房柱嗣后充填法

本采矿方法适用于缓倾斜薄至中厚矿体，矿体厚度 ≤ 8 。

① 矿块构成要素

采场采用盘区布置形式，盘区沿走向布置，长 100m ，走向中央设间柱将盘区划分为 2 个矿块，盘区宽度为中段倾向斜长；间柱 4m ，顶底柱高 4m ，盘区内沿倾向方向分为 $7\sim 8$ 个沿走向布置的分条，分条宽度 $11\sim 12\text{m}$ 。

②采切工程

采切工程包括采场联络巷、盘区联络道、充填联络道、分条凿岩出矿巷道、回风上山等。

从中段运输巷道中掘进采场联络道（断面 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ）连通盘区，到达盘区内部后伪倾斜方向（当矿体倾角大于 10° ）布置盘区联络道，并在盘区联络道内均匀布置3~4个装矿硐室，硐室长 8m ，断面 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ；然后在最下部分条中央掘进分条凿岩出矿进路连通盘区两端，然后沿倾向方向分别掘进回风上山至盘区顶部。

③回采工艺

凿岩爆破：每个盘区内划分为7~8个分条，每个分条宽度 $11\sim 12\text{m}$ ，各分条以凿岩出矿巷道为自由面后退式回采。每个盘区3~4个分条同时回采，每个盘区内配3~4台YT-27型凿岩机同时作业，炮孔采用水平孔布置，炮孔直径为 $\phi 38\sim 42\text{mm}$ ，最小抵抗线为 $0.7\sim 0.8\text{m}$ ，孔间距为 $1.0\sim 1.2\text{m}$ ，孔深 2.0m 。

爆破作业选用2#岩石硝铵炸药，采用非电导爆管起爆。放炮后采用局扇通风，然后安全检查，清除工作面浮石，必要时打锚杆护顶。

采场通风：新鲜风流由中段运输巷道、采场联络道进入盘区，通过盘区联络道和分条凿岩出矿巷道进入工作面，清洗工作面后经过盘区两端的回风上山和回风联络道进入上中段巷道，最后经回风巷排出地表。

采场出矿：通风结束后出矿，每个盘区配1台 2m^3 铲运机出矿，矿石在装矿硐室通过电铲直接装至自卸卡车经中段巷道运至地表。

④顶板管理

采场内预留规则点柱进行支撑，点柱尺寸 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，间距 $11\sim 12\text{m}$ ，采

场顶底柱 4m，盘区间留 4m 的间柱，同时盘区中央矿块间留 4m 的间柱，通过点柱控制最大暴露面积，对于采场顶板局部稳定性较差的区域采用锚杆护顶，锚杆网度具体视顶板稳定程度而定。

⑤采场充填

矿块回采结束后，应尽快采用尾砂胶结充填。充填前先将设备移出采场，砌筑充填挡墙封闭底部出矿进路。充填管道从充填联络道下放，将充填料浆输送至充填工作面，对采空区进行充填。矿块间柱、底柱进行回收，对其附近（至少 5m）充填体强度要求 1.5~2MPa，为后续采场矿柱回采创造条件，其余地段充填体强度 0.5~1MPa。

(7) 分条两步骤嗣后充填采矿法

本采矿方法适用于矿岩稳固性稍差的缓倾斜薄至中厚矿体，或目前控顶高度 > 8m 的采场。

①矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，把矿块划分为 2 矿房、2 个矿柱，隔一采一。矿房规格为：长×宽×高=80m×12m×矿体厚度，矿柱规格与矿房规格一样。

一、二步骤采场宽度均为 12m，矿体厚度 < 8 时，采用单分层凿岩；矿体厚度 8~15m 时，采用多分层凿岩。

②采切工程

采切工程包括盘区运输巷、采场联络巷、人行通风天井、充填联络道、切割上山、切割横巷等。

主要采切工程布置：盘区运输巷道布置在盘区间柱的脉内。根据矿体的走向长度及上、下盘区运输巷矿块布置，确定好本盘区的矿房、矿柱的位置。垂直盘区运输巷掘进采场联络巷、切割上山，将上、下盘区运输巷

连通。在上盘区运输巷的间柱内布置行人井至矿体上盘矿岩接触处，在上盘围岩内掘进充填联络道。

③回采工艺

回采分两步骤进行，一步骤采场回采结束充填后，再回采二步骤采场。若多分层开采则自下分层向上分层，依次进行开采。各分层开采之前，需进行切割工程，分层回采高度控制在 6~8m，回采时应严格控制控顶高度不大于 8m。

凿岩爆破：采用 YT-27 型凿岩机或凿岩台车凿岩，在充填体上施工水平或近水平炮孔，炮孔直径为 42mm，孔深 3~4m，孔距 0.8~1.2m，排距 0.8~1.0m。采用人工装填卷状乳化炸药，导爆管雷管微差起爆。

采场通风：新鲜风流自由盘区运输巷道经采场联络巷进入采场，洗清工作面后，清洗工作面后污风经回风巷、现有风井排出至地表。

采场出矿：采场出矿使用 2m³ 铲运机装矿，直接装入地下自卸卡车，之后经汽车运输至地表。

④顶板管理

回采采场的顶板不支护，掘进采场内的巷道工程，矿体顶板稳固性好，不需要支护加固，矿体顶板不稳固时，可采用锚杆护顶，局部非常不稳固地段采用喷射挂网支护。

⑤采场充填

一步骤采场开采完毕后，应尽快充填。充填前先将设备移出采场，砌筑充填挡墙封闭底部出矿进路。充填管道从措施井下放，将充填料浆输送至充填工作面，对采空区进行充填。回采后采场需充填，一步骤采场充填体强度要求 1.5~2MPa，二步骤采场 0.5~1MPa，为后续采场矿柱回采创造

条件。多层回采时，在每分层充填面上充填厚度 0.3~0.5m，强度大于 5MPa 的胶结充填体，以减小铲运机轮胎磨损、矿石损失和贫化。每次充填完后，养护 1~3 天，即可进行上一个分层的回采工作。

(8) 分段凿岩阶段出矿嗣后充填法

本采矿方法适用于缓倾斜中厚及以上矿体的开采。

① 矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，把矿块划分为 2 个矿房、2 个矿柱，隔一采一。矿房规格为：长×宽×高=80m×12m×矿体厚度，矿柱规格与矿房规格一样。一、二步骤采场宽度均为 12m，矿体厚度 8~15m 时，采用单段凿岩；矿体厚度大于 15m 时，采用多段凿岩。

② 采切工程

采切工程包括盘区运输巷、底部受矿巷道、出矿进路、出矿巷道、分段凿岩巷道、联络巷、切割横巷、切割天井、人行通风井等。

主要采切工程布置：盘区运输巷道布置在盘区间柱的脉内。根据矿体的走向长度及上、下盘区运输巷矿块布置，确定好本盘区的矿房、矿柱的位置。先期回采矿房时，在相邻矿房、矿柱的中间布置出矿巷道，将上、下盘区运输巷连通。在出矿巷道中每隔 10~12m 两侧以 45° 分别掘进出矿进路，然后通过出矿进路在相邻矿房、矿柱中央分别布置一条堑沟（或底部受矿巷道）。在本盘区运输巷的间柱内布置行人井至矿体上盘矿岩接触处，在矿房的中央上距堑沟约 11~14m 处布置分段凿岩巷，连通措施井和切割井，并掘联络道连接行人井，在靠切割井端垂直凿岩巷掘切割横巷至矿房边界。

③ 回采工艺

回采分两步骤进行，一步骤采场回采结束充填后，再回采二步骤采场。回采时，采用中深孔爆破，阶段出矿，出矿作业在底部结构内进行。

凿岩爆破：凿岩选用 CKY50 中深孔凿岩台车，在凿岩巷道内凿上向扇形中深孔，孔径 $\phi 60\sim 65\text{mm}$ ，最小抵抗线 1.5m，排距 1.5m，孔底距 1.5~2.0m，孔深控制在 15m 以内，全部炮孔打完后，再进行爆破作业。爆破采用 BQF-100 装药器压气往中深孔内输送 2#岩石粉状销铵炸药的装药方式，采用非电导爆起爆系统。先以切割井及切割横巷为自由面，利用切割横巷内中深孔爆破形成切割立槽，然后利用分段凿岩巷内的中深孔以切割立槽为自由面全断面侧向崩落矿石，采矿时上分段超前下分段。

采场通风：新鲜风流自平硐、井下运输巷道，经采场人行天井、分段凿岩巷进入作业面，清洗工作面后污风经回风巷、现有风井排出至地表。

出矿：崩落矿石依自重进入堑沟，铲运机在底部结构内进行铲装作业，直接装入地下自卸卡车，之后经汽车运输至地表。

④顶板管理

回采采场的顶板不支护，掘进采场内的巷道工程，矿体顶板稳固性好，不需要支护加固，矿体顶板不稳固时，可采用锚杆护顶，局部非常不稳固地段采用喷射挂网支护。

⑤采场充填

一步骤采场开采完毕后，应尽快充填。充填前先将设备移出采场，砌筑充填挡墙封闭底部出矿进路。充填管道从措施井下放，将充填料浆输送至充填工作面，对采空区进行充填。回采后采场需充填，一步骤采场充填体强度要求 1.5~2MPa，二步骤采场 0.5~1MPa，为后续采场矿柱回采创造条件。

(9) 机械化上向水平分层充填采矿法

本采矿方法适用于矿岩稳固以上、倾斜薄至中厚的矿体（倾角 $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，厚度 $\leq 8\text{m}$ ）。

① 矿块构成要素

采场沿走向连续布置，中段高 40m 。矿房长 50m ，矿房宽度为矿体厚度。根据矿山现有的开拓工程，中段高度为 40m ，将每个中段分成 3 个分段，分段高度为 $13 \sim 14\text{m}$ ，分层高 3.5m 。采场之间不留间柱，采场底柱高度为 5m ，不留顶柱。

② 采准切割

采用下盘脉外斜坡道无轨采准方式。采准工程有穿脉平巷、采区斜坡道、分段平巷、脉外溜井、分层联络道；切割工程有拉底平巷、充填回风天井等。

主要采切工程布置：采区斜坡道及分段平巷布置在矿体下盘脉外，从采区斜坡道向矿体掘进分段联络道连通各分段平巷，采区斜坡道和分段联络道坡度为 $10\% \sim 15\%$ 。每个分段负责上、中、下 3 个分层的回采，分层高度为 $2.5 \sim 3\text{m}$ 。

从下盘脉外的中段运输巷道向矿体掘进穿脉平巷；充填回风井布置在采场中部，与穿脉平巷连通；每隔 100m 在矿体下盘脉外布置一条矿石溜井，通过联络道与分段平巷连通，形成采场矿石外运的通道；每个采场内布置一条泄水井。在底柱上部垂直矿体走向掘进拉底巷道，然后扩帮至采场边界，作为采场初始回采的自由面。

盘区采场之间为连续回采，先回采中间的采场，两侧相邻采场随后开采，且中间采场超前两侧采场 $2 \sim 3$ 个分层；采场内自下而上分层回采，随

工作面的推进，逐层充填采空区，并留出继续上采的工作空间。由于受到断层和破碎带的影响，矿石和围岩的稳固性差，因此需尽可能减少空区暴露的时间。

根据围岩稳定性情况，采场作业循环可为“采一充一”或“采二充一”：

a.顶板暴露面积大、围岩稳定性较差时，回采完一个分层，待此分层崩落的矿石全部运出采场后，立即进行充填；b.顶板暴露面积小、围岩稳定性较好时，回采完二个分层后，矿石全部运出采场，进行分段一次性充填；

③凿岩爆破

采场内采用YSP-45型上向式凿岩机作业，孔深2~3m，排距0.8~1.0m，孔间距1~1.5m，炮孔呈梅花形排列。人工装填卷状乳化炸药，采用非电导爆管、微差起爆。

④采场通风

新鲜风流从斜坡道，经分层联络道进入采场，然后清洗工作面，污风由充填回风天井汇入上中段回风巷道。

⑤采场出矿

采场崩落下的矿石，采用现有2m³柴油铲运机沿分层联络道和分段平巷将矿石运至附近的矿石溜井，溜至中段运输平巷，装往井下自卸卡车后经斜坡道、主运输平巷运出地表。

⑥空区处理

分层（分段）出矿完毕后，将设备移出采场；架设泄水井，构筑充填隔墙，架设充填管路。采场充填管采用φ76~100mm钢塑复合管，从填管从充填回风井放下。各分层充填时，先用低强度全尾砂胶结充填（灰砂比1:10~1:20），然后在每分层（分段）充填面上充填厚度0.3~0.5m，强

度大于 5MPa 的胶结充填体，以减小铲运机轮胎磨损、矿石损失和贫化。每次充填完后，养护 1~3 天，即可进行上一个分层（分段）的回采工作。最后一个分层需要接顶充填。采用分区、分次加压输送充填料浆，即在接顶层分区段构筑充填隔墙，先充 1~2 次，让充填料沉缩后，再用砂浆泵将充填料浆强行泵送进接顶缝隙空间，以提高接顶的密实性。

（10）分段凿岩分段出矿嗣后充填法

本采矿方法适用于矿岩稳固以上、倾斜中厚的矿体（倾角 $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，厚度 8~15m）。

①矿块构成要素

沿走向方向 50m 划分为一个矿块，每个矿块划分为矿房和间柱；中段高 40m，矿房长 40m，间柱宽 10m，顶柱高 3m，分段高度 10~13m 左右。采用铲运机出矿。

②采准切割

采准工程主要有：分段平巷、通风人行天井、分段凿岩巷道、联络道、出矿横巷和溜井等工程。切割工程主要有：切割天井和切割横巷。

从斜坡道向矿体一侧掘进分段联络道与分段平巷相通，作为无轨设备通往各分段的通道。从分段平巷沿走向每隔 10~12m 向矿体掘进出矿进路，作为采场出矿通道。沿矿体走向每隔 100m，掘进一条放矿溜井，通过联络道与分段平巷连通。靠近矿体下盘掘进分段凿岩巷道，在凿岩巷道内打上向扇形中深孔，爆破后形成堑沟，崩落矿石集中在堑沟内。

在矿房的中间掘进切割横巷，联通凿岩巷道，在矿体下盘沿矿体倾角掘进切割天井，联通各分段凿岩平巷和切割横巷。在切割横巷钻上向平行切割井的平行深孔，以切割天井为自由面，爆破后形成切割槽，作为回采

的自由面。

③采场回采工艺

矿块分两步骤回采，第一步先回采矿柱，然后胶结充填；第二步回采矿房，采用尾砂和废石充填。矿房和矿柱均为自上而下分段回采。

a.矿柱回采工艺

回采矿柱时，从分段平巷向矿柱掘进凿岩巷道，同时也作为出矿巷道；靠近矿体下盘掘进切割天井，并拉开形成切割槽。在凿岩巷道内采用 YGZ-90 型凿岩机打上向垂直扇形中深孔，孔径 $\phi 60\sim 65\text{mm}$ ，最小抵抗线 1.5m，排距 1.5m，孔底距 1.5~2.0m，孔深控制在 15m 以内，全部炮孔打完后，再进行爆破作业。爆破采用卷状乳化炸药，装药器炸药，采用非电导爆起爆系统。每次爆破 1~2 排孔，以退采的方式回采，崩落的矿石由铲运机从分段出矿巷道运至附近的溜井。每次崩落的矿石全部运出采场后再进行下一次的爆破，整个分段回采后再进行下一个分段的回采。

矿柱全部回采出矿完后，立即进行充填准备作业。将设备移出采场，各通道口构筑充填挡墙（滤水墙），在采场内布置泄水管道，充填料从采场顶部的充填天井放下。直到充满整个采场后，进行接顶充填，采用分次加压充填，以保证接顶良好。

b.矿房回采工艺

矿房采场回采时，从切割槽向矿房两侧回采。采用 YGZ-90 型凿岩机在分段凿岩巷道内钻上向扇形中深孔，孔径 $\phi 60\sim 65\text{mm}$ ，最小抵抗线 1.5m，排距 1.5m，孔底距 1.5~2.0m，孔深控制在 15m 以内，全部炮孔打完后，再进行爆破作业。爆破采用卷状乳化炸药，BQF-100 装药器炸药，采用非电导爆起爆系统。每次爆破 1~2 排孔，以切割槽为自由面分次侧向爆破。

崩下的矿石，从出矿进路用铲运机运到附近的溜井，溜到中段运输巷道装车运出。整个分段回采完后再进行下一个分段的回采。

矿房采场全部回采出矿完后，立即进行充填准备作业。将设备移出采场，各通道口构筑充填挡墙（滤水墙），在采场内布置泄水管道。利用上中段出矿进路作为充填通道，废石用铲运机运往上中段沿脉及出矿进路充填至采空区，尾砂充填料利用充填管道输送至采空区。

④采场通风

新鲜风流由斜坡道和中段运输巷道，进入分段凿岩巷道清洗工作面，污风经空区汇入上中段回风巷道。每次爆破后，采用 JK58-1№4 局扇加强通风。

⑤顶板管理及采空区处理

矿体顶板稳固性好时，矿体顶板一般情况下不需要支护；矿体顶板不稳固时，可采用锚杆护顶。矿房回采结束后，应及时充填采空区，以减少顶板和上下盘围岩的暴露时间。

⑥采场充填

充填前，砌筑充填挡墙封闭已回采的凿岩巷道，在挡墙内布置滤水管道。采用全尾砂胶结充填，一步骤开采矿柱时，为了回采矿房，采用高配比（灰砂比 1:5）的全尾砂胶结充填体。充填完后，养护一段时间，要确保充填体能够自立后方可回采矿房。二步骤回采矿房后，采用低配比（灰砂比 1:10）的全尾砂胶结充填体或者部分废石。

5.采矿凿岩设备

（1）浅孔工艺

采用 CYTJ45-R 型浅孔凿岩台车 1 台，其余则采用 12 台 YT-27 型凿岩

机。

(2) 中深孔工艺

采用 CKY50 型中深孔凿岩台车 1 台，其余则利旧现有 YGZ-90 型导轨回转式凿岩机。

(3) 深孔工艺

采用 CS100H 型潜孔钻机 1 台，另配备 LGY-20/10G 型移动空压机 1 台。

6.掘进凿岩设备

配 14 台 YT-27 型凿岩机和 4 台 YSP45 型气腿式风动凿岩机。

7.出矿设备

在利旧现有 2 台 WJ-1.5Y 型铲运机、1 台 WJ-2G 型铲运机、3 台 CLG818C 型装载机、1 台 ZL20E 型装载机的基础上，另新增 2 台 WJ-2 型铲运机。其中 2 台 WJ-1.5Y 型遥控铲运机、1 台 WJ-2G 型遥控铲运机、3 台 CLG818C 型装载机、1 台 WJ-2 型铲运机工作；1 台 ZL20E 型装载机和 1 台 WJ-2 型铲运机备用。

8.局部通风设备

采掘作业面选用 JK58-1№4.5 型局扇 5 台（3 用 2 备）、JK58-1№4 型局扇 22 台（17 用 5 备）加强通风。

9.其他辅助设备

爆破选用 BQF-100 型装药器 4 台（3 用 1 备），配 MFB200 型发爆器 4 台（3 用 1 备）。喷射混凝土支护选用 HPZ6T 型喷浆机 3 台（2 用 1 备）。敲帮问顶选用 XMPYT-97-700 型撬毛台车 2 台。

2.4.7 通风防尘系统

1.通风方式

沿用现有的分区通风方式，即分为东部通风分区和西部通风分区。东部采区进风口：五坑口、南+620m平硐口、+620m进风天井，回风口：二坑口、+616m、+620m、+630m回风平硐口；西部采区进风口：+380m主平硐口、+406m副平硐口、+409m大件道硐口，回风口：+630m、+560m回风平硐口。东部通风分区和西部通风分区采用盘区通风。东部通风分区分为开采顶板时期和开采底柱、点柱时期。西部破碎站采用独立的通风系统。

2.通风系统

2.1 东部通风分区（开采顶板时期）

（1）东部盘区通风系统

东部通风分区分为1#盘区、2#盘区、3#盘区、4#盘区、5#盘区、6#盘区和7#盘区。东部通风分区新鲜风流主要从五坑口和南+620m平硐进入，经主运巷和斜坡道进入至各个盘区，冲洗工作面后污风经北翼端部的回风平硐排出至地表，在整体上形成单翼对角抽出式通风系统。各盘区主要进风、回风通道见下表。

表 2-12 各盘区主要进风、回风通道

盘区	进风通道	回风通道	备注
1#盘区、2#盘区	五坑口	+616m回风平硐	北翼
3#盘区	五坑口	+630m回风平硐	北翼
4#盘区、5#盘区	南+620m平硐、五坑口	+620m回风平硐	北翼
6#盘区、7#盘区	南+620m平硐、五坑口	二坑口	北翼

（2）盘区内典型通风线路

①1#盘区、2#盘区通风线路

新风风流→五坑口→1#盘区和2#盘区主运输巷→盘区进风巷→采场→盘区回风巷→+616m回风平硐→地表。

②3#盘区通风线路

新风风流→五坑口→3#盘区主运输巷→盘区进风巷→采场→盘区回风巷→+630m回风平硐→地表。

③4#盘区、5#盘区通风线路

新风风流→南+620m平硐、五坑口→斜坡道→4#盘区和5#盘区主运输巷→盘区进风巷→采场→盘区回风巷→+620m回风平硐→地表。

④6#盘区、7#盘区通风线路

新风风流→南+620m平硐→斜坡道→6#盘区和7#盘区主运输巷→盘区进风巷→采场→盘区回风巷→二坑口→地表。

2.2 东部通风分区（开采底柱、点柱时期）

底柱、点柱开采时期采用盘区通风，同样采用开采顶板时的盘区划分方案，即为1#盘区、2#盘区、3#盘区、4#盘区、5#盘区、6#盘区和7#盘区。

东部通风分区新鲜风流主要从五坑口和南+620m平硐（+620m进风天井）进入，经主运巷和斜坡道进入至各个盘区，冲洗工作面后污风经北翼端部回风平硐排出至地表。

①1#盘区、2#盘区通风线路

新风风流→五坑口→斜坡道→盘区主运巷→L3运输巷→穿脉→采场→1#盘区、2#盘区回风巷→盘区回风井→+616m回风平硐→地表。

②3#盘区通风线路

新风风流→南+620m平硐、五坑口→斜坡道→盘区主运巷→L4运输巷→穿脉→采场→3#盘区回风巷→盘区回风井→+630m回风平硐→地表。

③4#盘区、5#盘区通风线路

新风风流→南+620m平硐→联络巷→L1和L2运输巷→穿脉→采场→4#盘区、5#盘区回风巷→盘区回风井→+620m回风平硐→地表。

④6#盘区、7#盘区通风线路

新风风流→南+620m平硐→联络巷→斜坡道→L5运输巷→穿脉→采场→6#盘区、7#盘区回风巷→盘区回风井→二坑口→地表。

2.3 西部通风分区

西部通风分区采用盘区通风，井下设置有 I 盘区、II 盘区、III 盘区、IV 盘区以及深部。西部通风分区新鲜风流主要从副平硐进入，经主运巷和斜坡道进入至各个盘区，冲洗工作面后污风经盘区回风天井进入上部的回风支巷，经东南翼的+560m 回风平硐和西北翼的+630m 回风平硐内的排出至地表，在整体上形成中央进风、两翼回风的抽出式通风系统。

典型通风线路：新鲜风流→副平硐→主运巷和斜坡道→I 盘区、II 盘区、III 盘区、IV 盘区运输巷和深部→穿脉→采场→盘区回风天井→上部的回风支巷→总回风道→+560m 回风平硐和+630m 回风平硐→地表。

2.4 破碎站通风

破碎站沿用现有独立的进、回风通道。采用主平硐和破碎硐室入口进风、破碎站专用回风井回风（通地表）。

典型通风线路：新鲜风流→主平硐和破碎硐室入口→进风天井→破碎站→顶部回风巷→专用回风井→地表。

3. 风量计算与分配

经按排尘风速、井下同时工作的最多人数、使用柴油设备（汽车、装载机）时的风量三种情况分别计算矿山总需风量，得出按排尘风速计算的矿井总需风量为 $219\text{m}^3/\text{s}$ ，其中东部采区为 $109\text{m}^3/\text{s}$ ，西部采区为 $110\text{m}^3/\text{s}$ ；按井下同时工作最多人数计算的矿井总需风量为 $10.47\text{m}^3/\text{s}$ ，其中东部通风分区为 $4.40\text{m}^3/\text{s}$ ，西部通风分区为 $6.07\text{m}^3/\text{s}$ ；按井下同时运行的柴油设备计

算的矿井总需风量为 $138\text{m}^3/\text{s}$ ，其中东部通风分区为 $55\text{m}^3/\text{s}$ ，西部通风分区为 $83\text{m}^3/\text{s}$ 。显然按排尘风速计算的矿井总需风量为最大值，故取矿井总需风量为 $219\text{m}^3/\text{s}$ ，其中东部采区为 $109\text{m}^3/\text{s}$ ，西部采区为 $110\text{m}^3/\text{s}$ ，矿井万吨耗风量比为 $3.02\text{m}^3/\text{s}$ ，为风机选型依据。

根据各回风井位置和对应区域采掘作业面情况，各回风井回风量分配详见下表。

表 2-13 各回风井回风量分配表

序号	通风分区	回风井	回风量 (m^3/s)	备注
1	东部通风分区	+616m 回风平硐	27.0	
2		+630m 回风平硐	27.5	
3		+620m 回风平硐	27.5	
4		二坑口	27.0	
5	西部通风分区	+560m 回风平硐	38.0	
6		+630m 回风平硐	60.0	
7		破碎站	12.0	独立回风道
8	总计		219.0	

4. 风压计算

经计算，本矿井在最冷月和最热月的自然风压结果见下表。

表 2-14 自然风压计算结果表

通风分区	计算时期	自然风压 (Pa)	备注
东部通风分区	最冷月	41.34	利于通风
	最热月	- 29.5	阻碍通风
西部通风分区	最冷月	106.75	利于通风
	最热月	- 29.87	阻碍通风

根据上表计算结果，最冷月的自然风压为正值，这时的自然风压与主通风方向一致，自然风压有利于矿井通风；最热月自然风压为负值，说明此时的自然风压与主通风方向相反，不利于井下的通风。

5. 通风阻力

通过采用通风摩擦阻力计算公式分别计算出各个采区在通风容易和通风困难时期的标准状态下的通风阻力。再考虑自然风压后，得出本矿井每

个区域回风井在容易时期和困难时期的风量、负压，各采区考虑自然风压后通风阻力见下表。

表 2-15 矿井通风阻力计算统计表

序号	通风分区	回风井	回风量 (m ³ /s)	通风时期	矿井通风总阻力 (Pa)
1	东部 通风分区	+616m	27.0	开采顶板时期	294.07
2		回风平硐		开采底柱、点柱时期	407.51
3		+630m	27.5	开采顶板时期	315.52
4		回风平硐		开采底柱、点柱时期	387.94
5		+620m	27.5	开采顶板时期	241.94
6		回风平硐		开采底柱、点柱时期	407.26
7		二坑口	27.0	开采顶板时期	249.86
8				开采底柱、点柱时期	544.09
9	西部 通风分区	+560m	38.0	容易时期	831.07
10		回风平硐		困难时期	967.69
11		+630m	60.0	容易时期	1323.33
12		回风平硐		困难时期	1490.41
13		破碎站	12.0	—	—
14	总计		219.0		

6. 主扇选择

经复核，东部+616m 回风平硐内 K40-4-№13 型矿用轴流式风机，开采顶板时期风机工况点风量 $Q=34.20\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=599.40\text{Pa}$ ；开采点、底柱时期风机工况点风量 $Q=32.90\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=682.06\text{Pa}$ ，能满足要求，可利旧。

东部+630m 回风平硐内 K40-4-№13 型矿用轴流式风机，开采顶板时期风机工况点风量 $Q=34.30\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=606.42\text{Pa}$ ；开采点、底柱时期风机工况点风量 $Q=32.50\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=659.72\text{Pa}$ ，能满足要求，可利旧。

东部+620m 回风平硐内 K40-4-№13 型矿用轴流式风机，开采顶板时期风机工况点风量 $Q=32.10\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=455.32\text{Pa}$ ；开采点、底柱时期风机工况点风量 $Q=33.30\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=673.29\text{Pa}$ ，能满足要求，可利旧。

东部二坑口风机硐室内 K40-4-№13 型矿用轴流式风机，开采顶板时期风机工况点风量 $Q=32.10\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=455.32\text{Pa}$ ；开采点、底柱时期风机工况点风量 $Q=33.30\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=673.29\text{Pa}$ ，能满足要求，可利旧。

西部+630m回风平硐风机硐室内 K45-4-№13 型矿用轴流式风机（轮毂比 0.45）容易时期风机工况点风量 $Q=72.30\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=1672.52\text{Pa}$ ；困难时期风机工况点风量 $Q=70.20\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=1749.72\text{Pa}$ ，能满足要求，可利旧。

西部+560m回风平硐内现有 K40-4-№13 型矿用轴流式风机无法满足要求。本次对西部+560m回风平硐风机硐室进行改造，将现有风机更换为 1 台 FKZ-4-№15 型矿用节能轴流式通风机，轮毂比 $V=0.4$ ，叶片数 $Z=8$ ，风机可直接反转返风，返风率不低于 60%。配 1 台 YSP315S-4 型变频电机，电压 380V，电机功率 110kW，

$n=1450\text{r}/\text{min}$ ，备用同型号电机一台。风机容易工况点风量 $Q=46.10\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=1147.43\text{Pa}$ ；风机困难工况点风量 $Q=47.70\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 $H=1391.24\text{Pa}$ 。

风机硐室内配 1 台 CD1-3 型电动检修葫芦，用于快速检修电机。

7.局部通风

在西部破碎站+470m回风井底部联络巷内安装一台 FKZ-6-№11（7.5kW）辅扇。

选用 JK58-1№4 型局扇 22 台（17 用 5 备），JK58-1№4.5 型局扇 5 台（3 用 2 备）供井下通风困难的工作面使用。

JK58-1№4 型局扇主要技术参数：风量 $2.2\sim 3.5\text{m}^3/\text{s}$ ，全压 $1648\sim 1020\text{Pa}$ ，配 5.5kW 电机，单级送风距离 200m，配 $\text{Ø}450\text{mm}$ 阻燃风筒。

JK58-1№4.5 型局扇主要技术参数：风量 $3.1\sim 5.0\text{m}^3/\text{s}$ ，全压 $2093\sim 1295\text{Pa}$ ，配 11kW 电机，单级送风距离 300m，配 $\text{Ø}450\text{mm}$ 阻燃风筒。

8.辅助设施

（1）东部通风分区

- ①在斜坡道通 4 盘区的联络巷上设置一扇风门。
- ②在二坑口风机硐室与斜坡道的联络巷上一扇调节风门。

(2) 西部通风分区

- ①在+464m 回风道内设置一扇调节风窗；

(3) 东部采区采空区较多，在井下构建主运输巷和回风假巷。因此，需优先对构筑主运输巷和回风假巷的区域砌筑充填挡墙。为减少矿井内部漏风，对回采结束采场、暂时不用或已废弃的天井、平巷等须及时采用风墙等构筑物进行封闭。在生产中灵活应用风门、风窗、风墙等通风设施调节风流，以满足安全生产需要。

(4) 选用的 K 系列风机配备有交流接触器换相装置，坑内反风可通过反转风机电机直接反风。

(5) 现有主通风机均采用自动化，无人值守设计。已在地表风机房配备有电压互感器、电流互感器、红外测温仪，已配置相应的通风防尘检测仪器，可利旧。实时监测监控风机风量、风压、电压和轴承温度等数据，故障报警、在线诊断，远程启停风机。

2.4.8 供配电系统

(1) 供电电源

矿山已有香炉山 35kV 变电站目前向矿山馈出六回 10kV 线路，本工程涉及的为二、四、五号线及港口线，线路情况见下表。

表 2-16 电源线路现状一览表

序号	线路名称	规格	长度	供电范围
1	二号线	LGJ-50	4km	二选厂照明
2	四号线	LGJ-70	6km	四选厂、五坑口变电所、东部压风机变电所、西部+630m 通风机变电所等
3	五号线	LGJ-70+YJV70	4.2km	二坑口变电所、西部压风机房 10kV 变电所、三选厂泵站、充填站等
4	港口支线	LGJ-35	3km	东部通风机 10kV 变电所等

五坑口变电所设一台 125kVA 变压器，向东部井下照明、动力供电。

东部压风机变电所设一台 500kVA 变压器，向东部压风机供电。

西部+630m 通风机变电所设一台 400kVA 变压器，向西部+630m 通风机供电。

二坑口变电所设一台 250kVA 变压器，向东部井下照明及二坑口通风机、西部+560m 通风机供电。

西部压风机房 10kV 变电所设 10kV 开关柜分别向西部井下采区变电硐室、破碎变电硐室提供 10kV 电源，另设一台 1250kVA 变压器，向西部压风机供电。

东部通风机 10kV 变电所设 315kVA 变压器一台，向东部+616m、+630m、+603m 通风机及炸药库等供电。

因井下负荷增加，五号线供电能力不足，本工程将充填及二坑口变电所改由二号线供电，新建架空线路规格为 $3\times\text{JKLYJ-10kV } 50\text{mm}^2$ ，线路长度约 3km；将四号线架空段线路规格改为 $3\times\text{JKLYJ-10kV } 150\text{mm}^2$ 。

因本工程外部电源不满足一级负荷的供电要求，待+350m 水泵房建设时，在地表同步新设 500kW 集装箱型低压柴油发电机组一套，经升压变压器升压至 10kV 后向+350m 水泵房提供备用 10kV 电源。集装箱采用钢筋混凝土筏板基础，基础尺寸 $12\times 7\text{m}$ ，厚度 300mm，双层双向配筋。

（2）用电负荷及等级

① 矿山用电负荷

总装机容量为 3110.90kW，工作容量为 2817.40kW。负荷统计如下：

计算有功负荷：2414.35kW；

计算无功负荷（补偿后）：1036.39kVar；

计算视在功率：2627.39kVA；

功率因数：0.92。

年总耗电量 $885.30 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ ，其中排水 $28.52 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ ，压风 $217.76 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ ，通风 $249.39 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ ，地表辅助设施 $2.64 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ ，采掘 $278.99 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ ，充填耗电量 $108.00 \times 10^4 \text{kW}\cdot\text{h}$ 。

本工程+350m中段排水泵及维持其运行的真空泵机组、电动闸阀等辅助用电设备为一级负荷，一级负荷总装机容量 199.5kW，工作容量 30.5kW。其它负荷均为三级负荷。

②电压等级

高压配电电压 10kV，中性点接地方式为不接地。地面低压配电电压采用交流 380V/220V（为 TN-S 系统，中性点接地）。井下低压配电电压采用交流 380V/220V/36V，除西部+630m及东部+616m、+630m、+620m通风机采用 TN-S 系统外，其它均为不引出中性线的 IT 系统。

（3）变配电设施

二坑口变电所现有向井下供电的一台 250kVA 变压器更换为一台 KKSG-500 10±2×2.5%/0.4kV 配电变压器（其低压供配电系统需进行扩容），向东部井下的二坑口通风机、西部+560m通风机及采掘等设备提供低压电源。该变电所一回 10kV 电源 T 接自二号线，电源线路规格为 YJV22-8.7/15kV 3×50mm²。

五坑口变电所现有向井下供电的一台 125kVA 变压器更换为一台 KKSG-400 10±2×2.5%/0.4kV 配电变压器（其低压供配电系统需进行扩容），向东部井下的部分采掘等设备及五坑口低压配电硐室提供低压电源。该变电所一回 10kV 电源 T 接自四号线，电源线路规格为 YJV22-8.7/15kV

3×70mm²。

现有的四坑口配电室新设 10kV 开关柜，其一回 10kV 电源 T 接自二号线，电源线路规格为 YJV22-8.7/15kV 3×50mm²。

西部在井下原采区变电硐室附近新设主变配电硐室，其两回 10kV 电源一回引自西部压风机房 10kV 变电所，电源线路规格为 WDZA-MYJY23-8.7/15kV 3×50mm²，沿副平硐及西北翼斜坡道引入，另一回 10kV 电源引自四坑口配电室新设 10kV 开关柜，电源线路规格为 WDZA-MYJY43-8.7/15kV 3×50mm²，沿四坑口、平硐及电缆钻孔引入。该硐室内设 10kV 开关柜向+430m 中段采区变电硐室、+350m 中段水泵房变配电硐室及硐室内的配电变压器提供 10kV 电源，配电变压器型号为 KBSG-250 10±5%/0.4kV（利旧西部原采区变电硐室内的变压器，共一台），经该硐室内低压开关柜向西部采掘等设备及西部原采区变电硐室提供低压电源。西部原采区变电硐室仅保留低压开关柜及无功补偿柜，作为采区低压配电硐室。

+430m 中段新建一个采区变电硐室，其一回 10kV 电源引自西部主变配电硐室，电源线路规格均为 WDZA-MYJY43-8.7/15kV 3×50mm²，沿 18#盘区运输巷及回风井引入，该硐室内设 KKSG-400 10±2×2.5%/0.4kV 配电变压器一台，向西部+430m 中段及以下采掘等设备提供低压电源。

+350m 中段水泵房旁设变配电硐室，10kV 采用单母线分段接线。其一回 10kV 电源引自西部主变配电硐室，沿西北翼斜坡道、18#盘区运输巷及管缆井引入；另一回 10V 电源引自本工程新设的柴油发电机组，沿副平硐、24#盘区运输巷及管缆井引入。两回电源线路规格均为 WDZA-MYJY43-8.7/15kV 3×50mm²。硐室内每段 10kV 母线分别设

KKSG-250 10±2×2.5%/0.4kV 配电变压器一台，向排水泵及其辅助设备提供低压电源。

(4) 其它

西部+380m 破碎新增辅助风机低压电源引自该破碎变电硐室，本工程其它利旧设备其供配电系统不变。

新选厂建成后对应新增的四坑口破碎设备其低压电源引自西部主变配电硐室。

(5) 保护、防雷与接地

本工程高压开关柜采用微机综合保护装置实现对 10kV 的各线路、母线及分段断路器、10/0.4kV 配电变压器的保护测控。各保护配置如下：

①10kV 母线及分段断路器的保护

电流速断保护；短充保护；过电流（长充）保护；备自投。

②10kV 线路的保护

无时限电流速断保护；带时限速断保护；过电流保护；过负荷保护；单相接地保护。

③10/0.4kV 配电变压器的保护

电流速断保护；带时限的过电流保护；温度保护；单相接地保护；开柜门断电保护。

④接地保护

西部的压风机房 10kV 变电所、主变配电硐室、+380m 破碎变电硐室的全部高压馈出线均增（装）设有选择性的单相接地保护并动作于信号或跳闸。

⑤低压配电系统

低压配电系统的保护采用万能式断路器或塑壳断路器。井下采用 TN-S 系统的西部+630m 及东部+616m、+630m、+603m 通风机等均装设剩余电流保护装置（RCD），额定剩余动作电流 30mA 并动作于跳闸；其它采用 IT 系统的供配电系统均装（增）设绝缘监测装置（IMD）并动作于跳闸或信号。

向井下低压设备供电的终端回路均装（增）设剩余电流保护装置，额定剩余动作电流 30mA 并动作于跳闸。

⑥过电压保护

架空线与电缆连接处均应设置金属氧化锌避雷器；地表及井下各 10kV 母线均设置金属氧化锌避雷器，0.4kV 母线侧设置 I 级试验电涌保护器，各 10kV 断路器开关柜内均设置金属氧化锌避雷器。在各 10kV 母线的 PT 柜内装设消弧消谐装置，以消除相应的系统过电压。

⑦接地

地表部分：

①周围土壤含水量不低于 4%时，接地装置应尽量利用自然接地体，防雷接地与电气装置保护接地等共用接地系统，接地电阻不应大于 4Ω 。

②地表低压配电系统接地型式均为 TN-S 系统，电气及用电设备金属外壳均应通过电缆内单独的一根 PE 线与电源系统接地点连接。

③所有电气及用电设备的金属外壳、进出建筑物的金属管线、建筑物金属体及建筑物内系统均应做等电位联结。

④电力电缆金属套应直接接地。交流系统中三芯电缆的金属套应在电缆线路两终端和接头等部位实施直接接地。

井下部分：

①井下电气装置约定接触电压限值不得大于 30V。

②井下电气装置、设备的外露可导电部分、金属体、构架及电缆的配件、接线盒、金属外皮等均应接地，电力电缆金属套应直接接地，交流系统中三芯电缆的金属套应在电缆线路两终端和接头等部位实施直接接地。

③井下各变配电硐室、机房的接地母线均应与其附近的供水、充填管路等金属物及沿井巷装设的金属结构做等电位联结。

④井下各中段均应设置不少于 2 组主接地极，每组主接地极应分别设置于本中段主、副水仓中，若无水仓可利用，每组主接地极应分别设置在不同的专门开凿的集水井内。主接地极采用 1000mm×1000mm×5mm 的热镀锌钢板。在装有电气设备的硐室、单独设置的高压电气设备处、低压配电点或装有 3 台以上电气设备的地点、连接高压电力电缆的接线盒处均应设局部接地装置，局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其它合适地点。

每一中段的主接地极及局部接地装置均应通过接地干线相互连接构成该中段的接地网，并通过接地干线与相邻中段接地网连接构成井下总接地网，接地干线采用 40×4 热镀锌扁钢或直径不小于 12mm 的热镀锌圆钢。

⑤当任一组主接地极断开时，井下接地网上任一接地点测得的接地电阻值不应大于 2Ω。每一移动式 and 手持式电气设备与最近的接地极之间的保护接地电缆芯线的电阻值不得大于 1Ω。

⑥需要接地的设备和局部接地极均应与接地干线连接；移动式电气设备应采用矿用橡套电缆的接地芯线接地。

⑦井下接地线（保护导体）及接地极材质、规格应满足满足《矿山电力设计标准》及《金属非金属矿山安全规程》的相关要求。

（6）电气照明

地表照明电压为 220V，照明灯具采用 LED 灯，防护等级室外不低于 IP65。

井下运输巷道、井底车场、硐室固定式照明电压不高于 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电压为 36V，由行灯变压器供电。

井下照明灯具均选用防水、防潮、防尘型矿用节能灯具，由矿用照明配电箱集中控制，爆破器材库、油库等爆炸危险环境照明应采用矿用防爆型灯具，照明电压不大于 36V。矿用照明变压器采用专用线路供电，照明电源从其供电变压器低压出线侧的断路器之前引出。

本工程在地表及井下的各变配电所（硐室）、水泵房、通风机硐室、避灾硐室、辅助建筑等处设置应急照明。

2.4.9 防排水与防灭火

2.4.9.1 防排水

（1）排水方式及排水量

开采东部以及西部+430m 以上水平时，采用集中自流排水。在四坑口附近新掘一个泄水钻孔，东部涌水先经排水沟自流至泄水钻孔，经泄水钻孔自流至西部排水沟，与西部涌水一同自流至+406m 副平硐口沉淀池，再自流至阳坳尾矿库废水处理站，经处理达标后外排。但在开采东部 1#盘区顶板时，部分区域标高较低无法进行自流排水，本次在东部 1#盘区低洼区域设集水坑，并配 2 台 QW50-22-7.5 潜水泵（功率 11kW，一用一备）将该处涌水辅助抽排至附近巷道排水沟，再自流汇入+430m 巷道排水沟。

开采西部深部+430m 水平以下时，由于未有平硐口通地表，且往深部只有 80m，故采用机械一段排水方式。在+350m 中段新建一个水泵房，+430m

水平以下涌水汇集至+350m 中段水仓，由+350m 水泵房水泵沿管缆井排至+430m 巷道水沟，经+430m 巷道排水沟自流至+406m 副平硐口沉淀池。再自流至阳坳尾矿库废水处理站，经处理达标后外排。排水线路为：+350m 水仓→+430m 巷道排水沟→+406m 副平硐口沉淀池→阳坳尾矿库废水处理站。井下排水量情况见下表。

表 2-17 井下排水量情况表

项目名称	正常涌水量 (m ³ /d)	最大涌水量 (m ³ /d)	生产废水量 (m ³ /d)	充填泌水量 (m ³ /d)	正常排水量 (m ³ /d)	最大排水量 (m ³ /d)
+430m	750	1000	488	142	1380	1630
+350m	897	1196	62	18	977	1276

(2) +350m 水泵房

+350m 中段水泵房设在管缆井附近，泵房内选用 3 台 MD85-45×3 型耐磨多级离心泵，采用自动排水设计，抽真空启动。单台水泵额定流量 85m³/h，扬程 135m，配套电动机功率 55kW/380V。正常涌水时，1 泵 1 管工作，

排水时间为 12.03h；最大涌水时，2 泵 2 管工作，排水时间为 7.86h。排水管设两趟，采用φ140×4 无缝钢管，沿管缆井敷设，并刷红丹防锈漆防锈。水泵房内配 CD1-3 型电动葫芦检修用。

井下排水泵房采用自动化排水系统设计，由智能化控制主机、网络通信设备、综合控制台、PLC 控制箱、闸阀控制器、各类传感器和必要的附件等组成，PLC 控制柜安装在水泵房，分别通过光纤连接至“六大系统”环网交换机，将信号传输至地表调度中心，实现实时监测监控以及显示。

(3) 水仓

+350m 中段水仓有效总容积 400m³，水仓为巷道型水仓，内、外水仓长度为 50m，净断面 3.0m×3.0m，断面积 8.36m²，整个水仓能容纳 9.8 个小

时的正常涌水量，满足《金属非金属矿山安全规程》中关于最低中段水仓总容积应能容纳4h的正常涌水量的要求。

水仓一般不支护，施工过程中支护形式须结合围岩揭露条件适当调整，可采用100mm厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级为C20。硐室底板均采用C20混凝土抹平，抹平厚度为50~200mm。进水口设篦子。

(4) 排泥设施

在水仓入口处设沉淀池，作为泥砂沉淀池。排泥设备采用1台50QV-SP30型渣浆泵（功率11kW），抽排至附近废弃巷道内晾干后装袋，运至充填空区处理。

2.4.9.2 防灭火

1. 消防管理机构

本矿山应成立消防指挥中心，矿山消防指挥中心由一位副总经理（副矿长）负责。

矿山防火计划应每年编制，并报主管部门批准。应根据采掘计划、通风系统和安全出口的变动情况，及时修改防火计划。矿山防火计划包括：防火措施、撤出人员和抢救遇难人员的行动路线、扑灭火灾的措施、调度风流措施、各级人员的职责等。

矿山须事先规定专门火灾信号，并做到发生火灾时，能及时通知工作地点的所有人员尽快撤离危险区域；安装在人员集中地点的信号，应声光兼备。

2. 消防措施

(1) 地表工业场地现有的机修间、食堂、宿舍、浴室等，火灾危险性分类为丁、戊类，耐火等级二级，场地室外布置有消防给水系统。消防用

水储存在工业场地高位水池中，水池容积不小于 200m³，并采取技术措施确保消防用水不作他用。

(2) 本次新增西部主变配电硐室、西部采区变电硐室、+430m 中段采区变电硐室，需分别在各个配电硐室至少配置 2 具灭火器，灭火器型号为 MF/ABC4 型，共 4 具。

在井下内燃设备通行频繁的斜坡道、主运输巷分 8 个点设置 16 具灭火器，灭火器配置点间距不大于 300m。每个灭火器配置点的灭火器数量不小于 2 具，灭火器应能扑灭 150m 范围内的初始火源。

对井下现有的各个主通风机硐室及其变配电硐室，水泵房及配电硐室，破碎硐室、装矿硐室等各类硐室内的灭火器材按照相关规范要求，进行更新和补充完善。

(3) 消防通道上不允许堆放杂物。建筑物的间距均在 4m 以上，满足防火、安全、通风和日照等要求。

(4) 有火灾危险的场所，不应动用明火；必须动用明火时，应事先向主管部门办理审批手续，并采取严密的防范措施，方可进行。

(5) 矿山各种建（构）筑物及大型设备，按国家有关规定配备必要的消防设备和灭火器材。

(6) 采剥设备配备灭火器材。设备加注燃油时，禁止吸烟或明火照明。不应在采掘设备上存放汽油和其它易燃易爆材料，不应用汽油擦洗设备。

(7) 落实各项电气安全措施，严防电气火灾的发生。

(8) 加强员工防火安全意识，注重林区防火安全。经常对职工进行消防安全教育和培训，使其熟练使用灭火器材。

2.4.10 井下安全避险“六大系统”

（一）监测监控系统

（1）通风、排水监测系统

①在+430m 中段与 24 线联络处新增一氧化碳传感器，共计新增 1 处。

东部底板开拓时在靠近采场的进风巷道内设置一氧化碳传感器，共计新增 4 处。

西部深部开拓时分别在+430m、+350m、+370m、+390m、+410m 中段斜坡道联络处新增一氧化碳传感器，共计新增 5 处。

②在+464m 回风巷处新增风速传感器，共计新增 1 处。

③在主通风机及局部通风机处设置开停传感器，共计 33 处，其中利旧 6 处，新增 28 处（局扇及破碎硐室辅助通风机处）。

④在+350m 中段主副水仓设置水位传感器，共计 2 处。

（2）有毒有害气体检测

配置不少于 52 台便携式气体检测报警器。

（3）视频监控

除利用现有摄像头外，在东部的五坑口低压配电硐室、西部的主变配电硐室、+430m 中段采区变电硐室、破碎变电硐室、+560m 通风机硐室及其配电硐室、+350m 水泵房及其变配电硐室处新增摄像头，共计新增 8 处。

（4）地压监测

在现有微震监测 84 通道的基础上扩展 12 通道数，形成共计 96 通道。现有传感器利旧，同时在西部深部+430m、+410m、+390m、+370m、+350m 中段矿柱处分别新增 2 个传感器，共计新增 10 个。传感器位置可根据现场实际情况进行适当调整。

在现有地表沉降变形监测系统基础上新增监测点共 7 个，现有测点布置利旧。重点覆盖地表需要保护的建（构）筑物，其中道观（瑞庆宫）周边新增 3 个测点，充填站周边新增 2 个测点，+630m 回风平硐和+630m 应急硐口（6 号勘探线）附近新增 1 个测点，+620m 回风平硐（8 号勘探线）附近新增 1 个测点。

（二）井下人员定位系统

矿山井下最大班作业人数 119 人，需建设人员定位系统。现有人员定位基站利旧，在+430m 中段与 24 线联络处、+430m 中段新增人员定位基站，共计新增 2 处。

东部底板开拓时在主要分叉巷道新增人员定位基站，共计新增 19 处。

西部深部开拓分别在+430m、+350m、+370m、+390m、+410m 中段与斜坡道联络处及各中段新增人员定位基站，共计新增 9 处。

经常下井人员总数为 252 人，按矿山经常入井人数每人配备 1 张人员定位标示卡，并考虑 10%的备用人员定位标示卡，共计 278 张。

（三）紧急避险系统

本工程地面最低安全出口为副平硐，标高为+406m，最低生产中段标高为+350m，垂直距离不超过 300m，盘区/中段安全出口实际距离不超过 2000m，水文地质条件简单，此次暂不设置避灾硐室。

为入井人员配备 ZYX45 隔绝式压缩氧自救器，需配备 252 台，并按入井总人数的 10%配备备用自救器，共计 278 台。所有入井人员必须随身携带自救器。

本工程井下避灾线路可详见避灾线路图，结合设计的井下避灾路线，矿山按照《矿山安全标志》的规定制作相应安全指示标牌，并按规定在避

灾路线上安装。矿山应对入井人员进行紧急情况下逃生避灾的培训，确保每位入井人员均能正确使用应急避险设施和选择正确的避灾线路逃生。

矿山应该按照《生产安全事故应急预案管理办法》等相关要求，结合矿山安全避险“六大系统”，科学合理的编制事故应急预案，并按规定组织预案的评审、培训和演练。

（四）压风自救系统

压风自救系统利旧；西部深部开采时按照《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》要求新建压风自救系统。新增一趟供气管路，从西部24线运输巷道供气主管接出，沿斜坡道敷设至井下各中段。新增供气主管采用 $\phi 219 \times 6$ 无缝钢管，中段支管采用 $\phi 108 \times 4$ 无缝钢管。井下生产用气与井下压风自救系统共用一套管路，灾变发生后生产供气系统即为压风自救系统。

压风自救系统的出风口与软管连接处均设减压、消音、过滤装置和控制阀。压风出口压力为 $0.1\text{MPa} \sim 0.3\text{MPa}$ ，连续噪声不大于 $70\text{dB}(\text{A})$ 。在中段和分段进风巷道的压风管道上每隔 200m 安设一组三通及阀门；在采、掘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 应安设一组三通及阀门；爆破时在撤离人员集中地点压风管道上安设一组三通及阀门。

井下各中段均应安装有ZYJ-M6型压风、供水自救装置。西部深部开采时，新增各中段设1台ZYJ-M6型压风、供水自救装置，共计5台。其中基建范围内安装1台，安装地点应宽敞、稳固，安装位置便于避灾人员使用。

压风管路系统内必须安装储气罐、安全阀、释压阀、风冷闭锁等安全

保护装置，另在空压站总管上需设置油水分离器。空压站管路出口总阀门处需安装有空气过滤净化器。为防雷电波及到井下，由地面入井的压风管，在井口附近将金属体进行良好的集中接地。

（五）供水施救系统

供水施救系统利旧，东部供水管路更换为 $\phi 108 \times 4$ 无缝钢管；西部深部开采时，新增各中段按照《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》要求新建供水施救系统。供水施救管路与消防管路、采矿生产用水共用一套管路，通过闸阀控制。平时闸阀处于关闭状态，灾变事故发生后，关闭生产供水和消防供水闸阀，打开生活供水闸阀，可实现往坑内供生活水。本次设计主管和中段支管均采用 $\phi 108 \times 4$ 无缝钢管，各中段设置减压阀，根据需要调整供水压力。管网延伸至井下采掘作业场所、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。

在井下各生产中段和分段进风巷道的供水管道上每隔 200m 安设一组三通及阀门；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 应安设一组三通及阀门；爆破时撤离人员集中地点的供水管道上安设一组三通及阀门；供水管道接入紧急避险硐室内，并安设阀门和过滤装置。

井下各中段均应安装有 ZYJ-M6 型压风、供水自救装置。西部深部开采时，新增各中段设 1 台 ZYJ-M6 型压风、供水自救装置，共计 5 台。其中基建范围内安装 1 台，安装地点应宽敞、稳固，安装位置便于避灾人员使用。

（六）通信联络系统

本工程采用有线通信联络。在调度中心设交换主机及全触摸屏数字调

度台，系统主机自带可连续工作 2h 以上容量的 UPS 作为备用电源。

井下通信设备防护等级不低于 IP54。除利用现有电话外，在东部的五坑口低压配电硐室、西部的主变配电硐室、+430m 中段采区变电硐室、+560m 通风机配电硐室、+350m 水泵房变配电硐室处新增电话，共计新增 5 处。

本工程在井下主巷道及各采区工作面处设应急广播及声光报警系统，基建期共计 46 处。

东部底板开拓时在主巷道及各采区工作面处设置应急广播及声光报警系统，共计新增 33 处。

西部深部开拓分别在+350m、+370m、+390m、+410m 中段与斜坡道联络处及各中段设置应急广播及声光报警系统，共计新增 8 处。

2.4.11 压风及供水系统

(1) 压风系统

取消分区供气方式，采用地表集中供气。将东、西部压气主管进行连通，同时为东、西部进行供气。

矿山开采最大耗气量为 $Q_{\max}=144.69\text{m}^3/\text{min}$ ，东、西部空压机组总供气量为 $206.4\text{m}^3/\text{min}$ ，满足供气需要，空压机全部利旧。

原有供气管路利旧。新增 1 趟 $\phi 159\times 6$ 无缝钢管，通过西部 16 线运输巷和东部二坑口斜坡道将东、西部供气管路进行连通，将东部二坑口主运输巷道原有 $\phi 89\times 4$ 的供气支管更换为 $\phi 159\times 6$ 无缝钢管，作为东、西部连通后的供气主管使用。西部深部开采时，新增 1 趟 $\phi 219\times 6$ 无缝钢管，从西部 24 线运输巷道供气主管接出，沿斜坡道敷设至井下各中段。东部供气主管采用 $\phi 159\times 6$ 无缝钢管，中段支管采用 $\phi 108\times 4/\phi 89\times 4$ 无缝钢管；西部供气主管采用 $\phi 219\times 6$ 无缝钢管，中段支管采用 $\phi 133\times 4/\phi 108\times 4$ 无缝钢管。

(2) 供水系统

井下供水系统现有的两个高位水池均满足现有生产用水要求，并具有保持 200m³ 消防用水能力。东部原有管路内径小于 80mm，不满足消防要求。东部供水主（支）管均更换为 $\phi 108 \times 4$ 无缝钢管，并在斜坡道和主要运输巷道内每隔 100m 新增消火栓箱（包含水枪、水带）。

西部原有供水管网利旧。在主平硐内新增一趟供水主管，从西北翼斜坡道接出，沿人行天井敷设至主平硐，管径为 $\phi 108 \times 4$ 。深部开采时，新增一趟生产供水管路，从西部 24 线运输巷道供水主管接出，沿斜坡道敷设至井下各中段用水点。主供水管和各中段支管均采用 $\phi 108 \times 4$ 无缝钢管。主要运输巷道、斜坡道及主平硐内供水管路设置减压阀，根据需要调整供水压力。现有消防设施利旧，深部开采时，新增斜坡道和主要运输巷道内每隔 100m 新增消火栓箱（包含水枪、水带）。

东、西部井下消防用水、供水施救与采矿生产用水共用一套管路。井下易燃地点应在供水管道上每隔 100m 安装消防支管接头，以备消防用水。供水施救管路延伸至井下采掘作业场所、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上每隔 200m 安设一组三通及阀门。

2.4.12 辅助设施

(1) 地面民用爆炸物品储存库

地面民用爆炸物品储存库位于修水县港口镇洞下村阳坳桥，矿方于 2021 年 1 月委托南昌安达安全技术咨询有限公司编制了《江西省修水香炉山钨业有限责任公司民用爆炸物品储存库安全现状评价报告》，结论：该民用爆炸物品储存库具备继续使用条件。

（2）井下爆破器材临时存放点

矿山采取定量分发爆破器材，井下未设置爆破器材库和临时存放点。

（3）修理设施

目前东部采区地表及井下均设有机修设施，地表机修室及仓库设在五坑口东侧附近，负责东部铲运机、井下运输卡车以及其他设备的维修、结构修复和零配件制作，并承担部分技术改造任务。井下机修硐室设在五坑口主运输巷与 3#盘区运输支巷交叉口附近，负责东部凿岩台车、撬毛台车等采矿台车的维修。

西部采区地表已有机修设施，井下不设维修硐室，地下设备统一在地面机修车间进行。西部采区机修室及仓库设在副平硐口北侧附近，负责东部铲运机、井下运输卡车以及其他设备的维修、结构修复和零配件制作，并承担部分技术改造任务。

东、西部采区设备维修所需的零件和备件基本上由外购和外委解决，可以满足本次技改工程的需要，本次予以利旧。矿山可根据实际维修任务添置设备。

（4）其它设施

井下变配电硐室、风机硐室均采用阻燃材料支护，加装铁制栅栏门，并配以足够的干粉灭火器。

2.4.13 安全管理及其他

（1）安全管理机构

矿山已成立有安全生产委员会。企业法定代表人为安全生产第一责任人，对公司安全生产负全面责任，下设健康安全环保部，配备有 15 名专职安全管理人员。矿山配备有 8 名注册安全工程师，加强了矿山的安全管理

能力。

健康安全环保部在安全工作方面主要负责制定全矿的安全生产管理制度和规定等，制定各生产环节，尤其是特种岗位的安全操作规程，负责对职工、特种作业人员的培训、教育等工作。健康安全环保部负责公司安全工作的管理及监督，全面协调解决安全问题，同时在各下属选厂、车间、公司均配有安全环保员。公司现已经按照国家矿山安全监察局印发的《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（矿安〔2022〕4号）的要求，已经配备了专职的总经理（矿长，博士学历），配置了分管生产和安全的副总经理（副矿长）。

各生产部门、车间均设一名副职领导主管安全生产，各生产班组由班组长直接负责本班组安全生产工作。

对外承包的工段或作业，必须与外包单位的法人代表签订安全管理协议，并要求外包单位建立安全管理机构和确定具体责任人。

公司还需按照国家矿山安全监察局印发的《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的要求，配置总工程师和分管机电的副总经理（副矿长），并且新配置的人员需具有采矿、地质、矿建（井建）、通风、测量、机电或安全等矿山相关专业大专及以上学历或者中级及以上技术职称。

本工程仍沿用香炉山钨业现有安全管理机构。

（2）安全管理机构与规章制度

江西省修水香炉山钨业有限责任公司制定了包括董事长、总经理、副总经理、各职能部门和安全管理人員以及各岗位在内的安全生产责任制；制定了包括安全检查制度、安全教育培训制度、设备设施安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度、安全目标管理制度、安全例

会制度、事故隐患排查与整改制度、安全技术措施审批制度、劳动防护用品管理制度、特种作业人员管理制度、图纸技术资料更新制度、安全技术措施专项经费管理制度、应急管理制度、人员出入井管理制度等在内的安全生产管理制度；制定了多项作业安全规程和安全操作规程，涵盖了矿山现有的各个工种及设备，分别是：凿岩作业安全操作规程、爆破作业安全操作规程、运矿作业安全操作规程、维修钳工技术操作规程、维修电工安全技术操作规程、支柱工安全技术操作规程、运矿工安全技术操作规程、电焊工安全技术操作规程、爆破工安全技术操作规程、支护工安全技术操作规程、风钻工安全技术操作规程、主扇工安全技术操作规程等。

（3）应急救援

江西省修水香炉山钨业有限责任公司成立了矿山救护队，按要求编制了《安全生产事故综合应急预案》，该预案已在九江市应急管理局备案，并与九江市矿山救护队及医院签订了救护协议，以应对矿山突发事件，并开展了应急演练活动。

（4）安全教育培训

江西省修水香炉山钨业有限责任公司实行公司、坑口、班组三级安全教育培训制度。矿山制定并执行了安全教育制度，开展了安全培训与教育工作。矿山主要负责人、安全生产管理人员已参加培训，分别取得企业负责人安全资格证、安全生产管理人员资格证；矿山按要求对新工人进行了三级安全教育；特种作业人员均已通过了特种作业操作培训，均已经取得了特种作业资格证，并持证上岗。

（5）安全措施费用

香炉山钨业制定了安全投入保障制度，依据财企〔2012〕16号文要求

提取了安全生产经费。安全生产经费主要是用于安全教育培训及个体防护、安全设备设施的购置及维护、职工安全保险、劳动防护用品、安全隐患整改及验收评价费用等，做到安全措施费用专款专用。

（6）隐患排查

香炉山钨业依据《江西省非煤矿山专家“会诊”工作方案》、《江西省非煤矿山企业安全生产风险分类监管暂行办法》（试行）和《江西省安全生产事故隐患排查治理分级实施指南》（试行）的要求，成立了隐患排查治理领导机构，每月进行定期进行安全检查和隐患排查，各坑口每周进行例行检查检和巡回检查。

香炉山钨业按要求组织了安全隐患排查，编制了安全隐患排查汇总表，对隐患治理进行了分级管理，落实了隐患整改，做到明责，问责，追责，闭环管理，安全生产隐患排查治理系统运行正常。

（7）安全生产标准化

香炉山钨业地下矿山为安全生产标注化二级企业，其二级标准化证书编号为：赣 AQBK II [2020]054，有效期至 2023 年 5 月。

（8）安全生产责任险

矿山为全体员工购买了工伤保险和安全生产责任险。

（9）班组建设

矿山开展了班组标准化建设，有班组建设方案、记录，有班组活动室。

（10）风险分级管控情况

根据赣安办字〔2016〕55 号《江西省安委会办公室关于印发江西省安全风险分级管控体系建设通用指南的通知》精神，香炉山钨业绘制了风险分布图和制订了管控措施清单和责任清单，并在矿区显著位置公布了风险

公告栏和岗位告知卡以及风险分布图等。

（11）相关方管理

香炉山钨业与江西修水安翔矿山建设有限责任公司签订了《非煤矿山外包工程安全生产管理协议》。江西修水安翔矿山建设有限责任公司负责井下的采矿、掘进、运矿等工作，其统一纳入江西省修水香炉山钨业有限责任公司的管理。

（12）建设投资估算

本项目总投资（含流动资金）为 7217.50 万元，其中：新增建设投资为 3435.79 万元，新增建设投资按项目资本金考虑，建设期利息为 0.00 万元，流动资金为 3781.71 万元。

项目新增建设投资 3435.79 万元，其中：工程费用 2980.38 万元，工程建设其他费用 291.80 万元，预备费 163.61 万元。

3 定性定量评价

依据《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》要求，结合评价对象的特点，划分总平面布置、开拓运输、采掘、通风防尘、供配电设施、防排水与防灭火、安全避险“六大系统”、安全管理及重大危险源辨识共9个评价单元。

评价方法主要选用安全检查表法、预先危险性分析法、事故树分析法、作业条件危险性分析法、数据验算法。

3.1 总平面布置评价单元

3.1.1 主要危险、有害因素辨识

主要辨识自然环境与建设项目之间的相互影响。

香炉山钨矿属低山切割区、亚热带温热潮湿季风气候区，从山体滑坡、泥石流、垮塌、暴雨、严寒冰冻、雷电、地震等方面进行分析；同时对建设项目在生产过程中的开采沉陷、噪声、废气、废石、废水对周边环境影响进行辨识。

一、山体滑坡

滑坡是在重力作用下，高处的物质有向低处运动的趋势，但并非所有的山坡都会产生滑坡。发生滑坡的主要条件是层面倾角、层面上摩擦系数和滑动面的形态达到相应的条件。

产生山体滑坡有地质原因和人为原因，地质方面主要与岩土类型、地质构造、地形地貌条件及水文地质条件等有关；违反自然规律、破坏斜坡稳定条件的人类活动都会诱发滑坡。

经现场检查，香炉山钨矿周边山体植被茂密，矿山开采产生的废石大部分用于修路、建房等，堆存量较少，未大面积破坏地表植被，地表废石

堆和尾矿库堆放较为稳定，开采至今未出现过崩塌、滑坡等不良地质灾害，山体滑坡的可能性小。本次技改工程利旧的工业场地未发生过山体滑坡现象，井口扩刷应注意松软土层滑塌、塌方，予以锁口防范。因此，香炉山钨矿可能存在山体滑坡自然灾害。且不排除因为其他因素（如大面积植被砍伐、林区突发火灾导致植被烧毁等）造成的山体滑坡。

二、泥石流

泥石流是沙石、泥土、岩屑、石块等松散固体物质和水的混合物在重力作用下沿着河床或坡面向下运动的特殊流体。

香炉山钨矿属低山切割区，山形地貌受背斜构造控制，呈北东走向，中部高，南、北渐低。山坡上覆盖腐殖土及第四系残坡积层。区内植被较好，尚未有发生泥石流现象的记载。本次技改工程各平硐等处工业场地地形相对平坦，不具备发生泥石流自然灾害的条件。因此，不存在泥石流自然灾害。

三、暴雨

（一）暴雨危险因素辨识

香炉山钨矿4~6月为雾雨季节，降雨量占年降雨量50%以上，时有山洪暴发，年降雨量1600~1800mm，因此，可能存在暴雨自然灾害。

（二）暴雨危险因素产生原因

- ①防排水设施、设备不完善或不能正常使用。
- ②没有及时获取暴雨信息。
- ③没有及时采取相应的措施。

（三）暴雨危害方式及后果

暴雨危害主要体现在：冲毁矿山截、排水设施、公路运输设施等，造

成矿山生产、辅助系统设施、设备损坏，严重造成矿山停产停工。

四、严寒冰冻和寒潮

香炉山钨矿最低温度 - 16℃，因此，存在严寒冰冻、寒潮（霜冻）的危险因素。严寒冰冻、寒潮（霜冻）造成路面结冰，行人或运输车辆不注意，容易打滑跌伤，或车辆伤害；人员容易冻伤；严寒冰冻可能导致供水管路“爆管”，室外输电线路承受不了冰条重量而被拉断，可能导致排水泵断电，造成淹井二次事故。

五、雷电

（1）雷电灾害辨识

暴雨时，一般会有雷电发生，特别在夏季，为雷电的多发期，常有较强的雷电发生；江西省地处亚热带湿润季风气候区，雨量充沛，雷暴活动频繁，属于多雷区、强雷区。据江西省闪电定位系统测定，全省每年落雷 40~90 万次，雷击灾害严重。2017 年全省落雷 565087 次，全省年平均落雷密度为每平方公里 3.38 次，全省各县市平均雷电日为 83.9d。每年的 3~6 月、8 月，以及午后和傍晚是雷击事故的高发期，占全年 81.3%。赣北和赣东发生雷灾明显偏多。因此，香炉山钨矿可能存在雷电灾害。

（2）产生雷电灾害原因

- ①建（构）筑物无防雷设施，或防雷设施缺陷。
- ②防雷意识淡薄，防雷知识缺少。
- ③防雷预警信息缺陷。

（3）雷电灾害发生场所

①建（构）筑物，特别是凸出的高处建筑及安装有电气设备的建（构）筑物，如配电所、室外变压器台等。

②空旷、潮湿地方，特别是空旷、潮湿地方构筑物或大树。

③金属管网及有线、无线通讯处。

(4) 雷电灾害后果

雷电通过闪电形成的强大电流、高温对人、财产、自然资源进行破坏。造成人员受伤、火灾、设备损坏及财产损失，严重时，会造成人员伤亡。

六、开采沉陷影响

矿区自始建至今，尚未发生过边坡失稳等地质灾害，地下采空区已存在多年，且逐年予以充填接顶，也未发生过明显的地压活动，说明矿区岩体稳定性较好，地下开采对地面影响较小。

按《初步设计》，采用上盘移动角(β) 65° 、下盘移动角(γ) 65° 、侧翼移动角(δ) 70° 圈定矿体开采后的岩体移动监测范围。且采用充填法采矿。矿山开采后形成的地表沉降范围不会波及现有工业场地，如办公生活区、矿区道路、现有的空压机房、修理房、井口变电站、井口管理房等工业和辅助构筑物，以及+406m副平硐、+380m主平硐、+409m大件道平硐、五坑口、四坑口、二坑口、+560m平硐、+616m回风平硐、南+620m进风平硐等。但在开采移动错动范围内有充填站、瑞庆宫、香客楼、+630m回风平硐、+620m回风平硐等建构筑物，井下开采对其可能有沉陷影响。

七、车辆伤害

本次技改工程各平硐、盲斜坡道采用汽车运输，运矿石、废石出硐口至倒矿场、废石场的运输过程中，如运输道路、警示标志缺陷或司机违章操作等，有可能造成车辆伤害。

八、噪声

本次技改工程产生噪声的设备主要是主通风机、凿岩机、破碎机、运

输车辆等，但由于矿区植被好、且距工业场地和办公生活区较远，一般不会产生噪声影响。

九、粉尘

地面产生粉尘场所主要是各井口的矿石、废石卸载点以及各回风硐口，爆破矿岩时，矿石、废石铲装和卸载过程中，均容易产生粉尘，如无防尘设施或未落实防尘措施（如洒水降尘），存在粉尘危害。

十、废水、废气、废石

矿山生产过程中会产生废水、废气、废石。因开采矿石为钨矿，不产生有毒有害物质，产生的废水、废气、废石有处理措施。其中设有污水处理设施对矿山废水进行处理，废水处理达标后再外排；矿区植被较好，能较好净化废气；废石一部分用于井下充填，多余的部分排至各井口废石场，大部分用于建筑材料、铺路。通过上述处理，废水、废气、废石对环境的影响极为有限，加之香炉山钨矿远离城市、工业区、人员密集地，不属饮用水取水源，因此生产过程中产生的废水、废气、废石不会造成公共安全影响。

十一、地震

据《中国地震动参数区划图》，香炉山钨矿所在地地震动峰值加速度 0.05g，反应谱特征周期 0.35s，相应的地震基本烈度为 VI 度，区域稳定性较好。因此，香炉山钨矿发生地震灾害的可能性小。

综上所述：建设项目可能存在：暴雨、严寒冰冻和寒潮、雷电等 3 种自然灾害危险因素；同时对周边环境可能存在开采沉陷、车辆伤害、粉尘等 3 种危险、有害因素。

3.1.2 总平面布置评价单元预先危险性分析

对建设项目存在的自然灾害及总平面布置单元可能存在的主要危险、有害因素采用预先危险性分析法进行评价，分析结果见表 3-1。

表 3-1 总平面布置评价单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
暴雨	1.防排水设施、设备不完善或不能正常使用。 2.地表水通过岩溶裂隙导入矿坑。 3.没有及时获取暴雨信息。 4.没有及时采取相应的措施。	损坏设施、设备，严重造成停产	II	1.矿井建立有效的矿井排水系统，每年雨季前对排水设备及配电系统进行全面、系统检查，确保设备设施完好； 2.雨季前对地表灰岩岩溶区进行全面检查，对坍塌区采取填土压实或开沟疏水等工程措施，确保大气降水及时排泄； 3.工业场地设计排水沟，在雨季前，对工业场地排水沟进行清理； 4.建立暴雨预测预报信息获取通道。
严寒冰冻和寒潮	1.路面结冰，影响通行，导致车辆伤害事故； 2.供电、监控、通讯线路覆冰，造成线路断裂，中断供电、通讯。	设备、设施损坏，人员伤亡	III	1.加强对寒潮等恶劣天气的的预测预报信息的收集，确保信息来源渠道的畅通，及时发布预警信息； 2.寒潮天气加强车辆运输管理，或控制车辆运行的速度。 3.供电、通讯线路等设施可采用地下埋设。架空线须进行覆冰载荷验算，确保电塔（杆）结构强度。
雷电	1.建（构）筑物无防雷设施，或防雷设施缺陷。 2.防雷意识淡薄，防雷知识缺少。 3.防雷预警信息缺陷。	设备损坏，严重的可造成人员伤亡	III	1.高压供电线路须按规定安装防雷接地装置； 2.建构物应按设计规范进行防雷设计； 3.建立暴雨、雷电预测预报信息获取通道，及时发布预警信息； 4.对员工加强防雷知识培训教育，增强防雷知识、技能。
地表沉陷	1.部分采场未采用充填采矿法。 2.充填参数不合理或未严格按照充填工艺进行充填。	地表建构物损坏	II	1.采场回采结束后进行废石充填。 2.加强对充填工艺的研究，选择合理充填工艺、充填方式，并严格执行。
车辆伤害	1.运输线路布置不合理； 2.运输道路等级低满足不了运输要求； 3.无限速标志及其他警示标志； 4.违章驾驶。	严重的可造成人员伤亡	III	1.道路等级应符合《厂矿道路设计规范》要求，并加强对道路的日常维护。 2.对急弯等视线不良路段设置警示标识或球面镜等。 3.设置限速标志及其他警示标志； 4.加强安全管理，严禁违章驾驶。
粉尘	1.工业场地位于夏季主导风向的下风侧； 2.采场、运输道路未洒水降尘。	严重引发尘砂病	II	1.合理选择工业场地位置，应位于夏季主导风向的上风侧； 2.加强洒水降尘工作，实行综合防尘措施；运输道路应及时洒水降尘。

3.1.3 地表沉陷影响评价

(1) 地表沉陷原因

地下矿产资源被采出以后，采区周围岩体内部原有的力学平衡状态受到了破坏，使岩层发生了移动、变形和破坏。当开采面积达到一定范围之后，移动和破坏将波及到地表。位于开采影响范围内的房屋建筑、铁路、河流和井巷等就要产生变形或损坏。地下矿体采用崩落法、空场法开采，容易形成采空区，会产生冒落带、裂隙带及弯曲下沉带，造成地表弯曲下沉而引发地表沉陷现象。不均匀沉降会引发地表建（构）筑物破坏损害，而均匀沉降反而对建（构）筑物影响程度减小，甚至不会造成破坏性影响。

(2) 地表塌陷错动范围（地表移动范围）的确定

根据矿山实测资料或类比同类矿山实测资料，预测矿山开采地表塌陷错动范围（地表移动范围），一般根据移动角作图圈定开采损害范围。该方法有利于直观确定地表建（构）筑物是否位于开采塌陷错动范围内，为进一步分析、评价、治理提供依据。但无法判定开采地表塌陷错动范围（地表移动范围）内建（构）筑物的损害程度，不能定量评价开采沉陷对建（构）筑物的影响程度。

本次技改工程开采矿体顶、底板主要为寒武系中统杨柳岗组及燕山晚期细粒黑云母花岗岩，顶板岩性为灰白、灰、灰黑等色，薄夹中厚层、条带状构造。地表岩石裂隙较发育，多被方解石脉充填，呈闭合状。据矿山提供的（矿部工程地质勘察）测试资料，微风化岩石饱和抗压强度 67.7~214.0MPa，岩石致密坚硬，属坚硬岩组。底板灰、灰白色，细粒块状，具较强云英岩化、硅化。矿区北面零星出露，裸露基岩仅 1~30cm 的风化壳，基本属新鲜坚硬岩石。根据《江西省修水县洞下-官塘尖钨多金属矿详查报

告》岩石饱和抗压强度 38.9~163MPa，软化系数 0.56~0.91，内聚力 9.9~34.1MPa，内摩擦角 29.1°~44.6°。岩芯呈长柱状、柱状、块状，岩石完整性好，稳固性好。矿层埋深 40~300m，产出标高+201~+780m。矿床形态产状、地形地貌、背斜构造形态大体协调，矿床埋藏在当地侵蚀基准面以上。矿体顶、底板绝大部分是坚硬岩层。采用地下开采方式，平巷以 $<5^{\circ}$ 坡角、近似垂直岩层走向布置，这样有利于运输和自然排水，同时，不易造成顺层滑坡、塌方。总体稳定性较好。

矿区工程地质虽然岩（石）体质量级别优、良的或稳固性较好至好的占百分之九十以上，但岩体中构造破碎、蚀变破碎、风化破碎以及裂隙密集带在井巷开采中，存在诸多不良工程地质因素与产生诸多不良工程地质问题，不良工程地质问题在采取相应的工程措施后可防止不良工程地质问题的发生。

依《初步设计》采用上盘移动角（ β ） 65° 、下盘移动角（ γ ） 65° 、侧翼移动角（ δ ） 70° 圈定矿体开采后的岩体移动监测范围。且采用充填法采矿。矿山开采后形成的地表沉降范围不会波及现有工业场地，如办公生活区、矿区道路、现有的空压机房、修理房、井口变电站、井口管理房等工业和辅助构筑物，以及+406m 副平硐、+380m 主平硐、+409m 大件道平硐、五坑口、四坑口、二坑口、+560m 平硐、+616m 回风平硐、南+620m 进风平硐等。但在开采移动错动范围内有充填站、瑞庆宫、香客楼、+630m 回风平硐、+620m 回风平硐等建构筑物，井下开采对其可能有沉陷影响。

由于村庄距离香炉山钨矿较远，香炉山钨矿地下开采对其不产生安全影响。

3.1.4 总平面布置评价单元安全检查表

依据《工业企业总平面设计规范》《金属非金属矿山安全规程》等规程规范编制安全检查表，对《初步设计》拟定的总平面布置方案的符合性进行评价，详见表 3-2。

表 3-2 总平面布置评价单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况	检查结果
1	工业厂址应有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.08 条	从《初步设计》和现场勘查情况看，主、副平硐、斜坡道、斜井、回风井等构筑物的工程地质条件稳定，且水文工程地质条件简单。	符合
2	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避免自然地形复杂、自然坡度较大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.10 条	从现场勘查情况看，主要采矿工业场地均选择在地形坡度较缓的地段。	符合
3	厂址应位于不受洪水、潮水和内涝威胁的地带。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.12 条	矿区最低标高+260m，矿井工业场地均位于山坡上，井口最低标高为+380m，高于当地历史最高洪水位。	符合
4	山坡建厂，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，应对山坡的稳定性做出灾害性的地质灾害报告。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.13 条	采矿工业场地均选择在地形较缓的山坡脚，现场检查，未发现山体滑坡、泥石流迹象，拟设有工业场地排水沟。	符合
5	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）地表界限内； 4.爆破危险界限内； 5.坝和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、自然保护区和其他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.具有开采价值的矿藏区。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.14 条	1.当地为 6 度的地震区； 2.采矿工业场地无泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害因素； 3.本次技改工程除+630m 回风平硐、+620m 回风平硐、外，其余主、副平硐、盲斜坡道、回风井等构筑物均不在地下开采移动范围内； 4.不受爆破危险影响； 5.采矿工业场地不受溃坝影响； 6.无放射性物质影响； 7.采矿工业场地不影响生活居住区等特别需要保护区域； 8.矿区不在影响通讯等区域内； 9.采矿工业场地不压矿。	

序号	检查项目	检查依据	检查情况	检查结果
6	新建矿山企业的办公区、工业场地、生活区等地面建筑,应选在危崖、塌陷、洪水、泥石流、崩落区、尘毒、污风影响范围和爆破危险区之外。 矿山主要建筑物、构筑物应布置在矿体开采的岩体错动范围外。	《金属非金属矿山安全规程》第 4.6.1、6.3.1.3 条;《有色金属采矿设计规范》第 8.1.6 条	本次扩建项目主要沿用原有采矿工业场地、选矿工业场地,办公、生活设施利旧。各工业场所地不处在危崖、塌陷、洪水、泥石流、崩落区、尘毒、污风影响范围和爆破危险区。	符合
7	矿井(竖井、斜井、平硐等)井口的标高,应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地表标高,应高于当地历史最高频洪水位。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.8.2.3 条;《有色金属采矿设计规范》第 8.1.4 条	矿区最低标高+260m,+406m 副平硐、+380m 主平硐、+409m 大件道平硐、五坑口、四坑口、二坑口、+560m 平硐、+616m 回风平硐、南+620m 进风平硐、+630m 回风平硐、+630m 应急硐口、+620m 回风平硐、+620m 应急硐口、+620m 进风天井等井口标高高于矿区最低侵蚀面。	符合
8	排土场(包括水力排土场)位置的选择,应遵守以下原则:保证排弃土岩时不致因滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地(厂区)、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、耕种区、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久性建筑等的安全。	《金属非金属矿山安全规程》第 5.5.1.1、5.5.1.2 条	利用原有废石场,周边无工业场地、居民点、铁路、道路、输电网线等其他建(构)筑物及设施。	符合
9	总平面布置,应合理组织货流和人流,并应符合下列要求: 1.运输线路的布置,应保证物流通畅、径路短接,不折返; 2.应避免运输繁忙的铁路与道路平面交叉; 3.应使人货分流,应避免运输繁忙的货运与人流交叉; 4.应避免进出场的主要货流与企业外部交通干线的平面交叉。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.8 条	地面工业场地布置较合理,生产及生活设施无相互影响现象。	符合
10	炸药库选择位置应符合《爆破安全规程》《小型民用爆炸物品储存安全规范》要求。	《爆破安全规程》《小型民用爆炸物品储存安全规范》	利用原有地面炸药库,不设井下炸药库。	符合

3.1.5 总平面布置单元评价小结

(1) 经主要危险有害因素辨识和预先危险性分析,本次技改工程可能存在暴雨、严寒冰冻和寒潮、雷电等 3 种自然灾害危险因素;同时对周边环境可能存在开采沉陷、车辆伤害、粉尘等 3 种危险有害因素。其中暴雨、地表沉陷、粉尘危险等级均为 II 级,其余均为 III 级。

(2) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司进行了香炉山钨矿矿产资源详细普查，并在江西省国土资源厅进行了矿产资源储量评审备案，生产规模 72.6 万 t/a，服务年限 16a。符合有关文件要求。

(3) 香炉山钨矿的矿体顶、底板主要为寒武系中统杨柳岗组及燕山晚期细粒黑云母花岗岩，矿区矿体围岩根据坑道调查岩（石）体质量级别优良的或稳固性较好至好的占百分之九十以上，但岩体中构造破碎、蚀变破碎、风化破碎以及裂隙密集带在井巷开采中可因此产生局部破坏，且目前矿采活动已形成了众多高大采空硐室，围岩应力因高大临空而存在失稳临界状态。香炉山钨矿工程地质属中等类型。

香炉山钨矿现有硐口均位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿体及围岩属于岩溶裂隙水、基岩裂隙水含水岩类，地下水以大气降水入渗为主要补给，入渗补给条件较差，含水层富水性弱。井下开采矿坑涌水量较小。香炉山钨矿矿床水文地质条件属简单型。

香炉山钨矿无原生环境地质问题，矿石及废弃物不易分解出有害组分，采矿活动经过措施处理不形成对附近环境和水体的污染。香炉山钨矿的地质环境质量良好，环境地质条件属于简单类型。

综上所述，香炉山钨矿工程地质条件简单，水文地质条件简单，环境地质条件为简单类型，地质环境质量中等。

(4) 香炉山钨矿总平面布置由主平硐、副平硐、盲斜坡道、回风平硐、矿石场、废石场、主扇房、压风房、变配电房、高位水池及办公生活区组成，除充填站、瑞庆宫、香客楼、+620m 回风平硐、+630m 回风平硐外，主平硐、副平硐、盲斜坡道、其他回风平硐、矿石场、废石场、主扇房、压风房、变配电房、高位水池及办公生活区的设置地点均在采矿岩移范围线 20m 之

外，工业场地主要集中在主平硐、副平硐等井口附近，结构相当紧凑，便于管理，且所处位置不受滑坡、塌陷、山洪、崩落区、泥石流和雪崩及爆炸的危害，符合规程规范关于工业场地的要求。

主平硐、副平硐、盲斜坡道、回风平硐等井筒设在稳固的岩层中，相互之间影响很小。主平硐、副平硐、盲斜坡道、回风平硐等井口标高均高于当地最低侵蚀面至少 80m 以上，满足井口标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上的规程规范要求；两个安全出口相距至少 45.0m 以上，满足安全出口至少相距 30m 以上的规程规范要求。

(5) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程沿用原有的地面民用爆炸物品储存库，不设井下炸药库。地面民用爆炸物品储存库周边安全距离内无零散住户、其他工矿企业、铁路、输电线路、三级以上公路、通航航道等保护目标，雷管库安全距离内无广播电台、电视台、移动站、无线通讯等的反射天线，300m 范围内无爆破作业点。

民用爆炸物品储存库设置位置、方式、贮存量均满足《小型民用爆炸物品储存安全规范》《爆破安全规程》的规定。地面炸药库距离香炉山钨矿各井口、办公生活区及村庄较远，安全距离有保障。

综上所述，《初步设计》提出的预防与控制措施可行、可靠，矿山工业场地总平面布置符合规程规范的要求。

(6) 存在问题及建议：

1. 由于香炉山钨矿存在暴雨、严寒冰冻和寒潮、雷电等 3 种自然灾害危险因素，且本次开拓进风天井、应急硐口，井口接近地表段岩层风化，容易塌陷；或井口周边无避水措施，有可能地表水沿井筒灌入井下，造成淹井事故；工业场地处于高处、空旷地段，容易遭受雷击危害；严寒冰冻容易诱发

输电线路拉断，致使井下突发停电，继而淹井。因此，建议对各新开掘的硐口进行永久性支护，硐口应锁口，并砌筑避水设施。加强春夏季节防雷击管理、冬季防冰冻检查和输电线路维护管理。

2.江西省修水香炉山钨业有限责任公司开拓的平硐口、进风天井均位于矿区拐点坐标范围内，但现有的+630m回风平硐、+620m回风平硐均在采矿岩移范围线内，应引起高度注意，加大采空区充填力度和接顶率，规避硐口垮塌危害。

3.倾倒矿石、废石过程中，容易产生粉尘，建议在卸矿点、废石场设置洒水降尘装置，并发放、佩戴防尘口罩。

4.由于江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿遗留有采空区，可能会造成岩层垮塌、地表塌陷，或者地表水灌入井下，人员意外坠入等危害。建议江西省修水香炉山钨业有限责任公司继续查清楚采空区的分布情况、采空区与本次技改工程的相互关系，在地表塌陷区设明显标志和栅栏，对涉及本次技改工程通往塌陷区的井巷予以封闭，对存在坠落危险的钻孔、天井予以封堵或设栅栏，设置明显的警示标志，并采取废石、胶结尾矿等充填方式减轻其危害。

3.2 开拓运输评价单元

3.2.1 主要危险、有害因素辨识

(1) 高处坠落

高处坠落是指高度 2m 以上高处作业时发生坠落造成的伤害事故。

本次技改工程采用平硐+盲斜坡道联合开拓，共设置有+406m副平硐、+380m主平硐、+409m大件道平硐、五坑口、四坑口、二坑口、+560m平硐、+616m回风平硐、南+620m进风平硐、+630m回风平硐、+620m回风

平硐等井筒；各中段间有通风、行人井等。若在行人天井注意力不集中，或未设置踏步，或踏步无扶手；或梯子挂设不规范，或梯子失效，容易造成人员跌落损伤，甚至坠亡。可能存在高处坠落危险因素。

（2）淹溺

矿区为中低山地质环境，开采矿体绝大部分处于当地侵蚀基准面以上，矿体及围岩属于岩溶裂隙水、基岩裂隙水含水岩类，地下水以大气降水入渗为主要补给，入渗补给条件较差，含水层富水性弱。井下开采矿坑涌水量较小。据此，本矿区水文地质条件复杂程度属简单类型，矿床开采技术条件水文地质勘探类型为第三类；矿井采用平硐+盲斜坡道开拓，平硐有排水沟、井底设有水仓，若未采取探放水措施，或水仓无安全防护设施，可能造成淹井、淹溺危害。因此，本次技改工程可能存在淹溺因素。

（3）冒顶片帮

当井巷遇构造破碎带、裂隙及岩溶发育地带时，岩石破碎，多呈碎裂状，井巷须支护被覆；在岩层产状缓的部位，易发生冒顶、垮塌等现象；如井巷工程布置不合理，井巷几何断面、支护方式不合理，或采场暴露面积过大，造成地压显现。香炉山钨矿采矿活动已形成了众多高大采空硐室，围岩应力可能因高大临空而存在失稳临界状态，存在地压风险，易产生冒顶片帮。+620m回风平硐等井筒布置在采矿岩移范围内，可能会垮塌。因此，香炉山钨矿存在冒顶片帮危险因素。

（4）火灾

井巷、硐室如采用可燃材料（坑木）支护，一旦有引火源时，便可引起矿井火灾；或未使用阻燃电缆，或多余电缆盘旋缠绕一起，造成火灾。

香炉山钨矿采用平硐+盲斜坡道联合开拓方式，井下采用卡车运输矿

岩，车辆本身构成复杂，附件又多为易燃品，一旦起火燃烧迅速且不易扑救，往往造成严重的经济损失。

造成火灾的主要原因：

(1) 运输汽车未配备灭火器材。

(2) 车辆使用的油料，遇火源可能发生火灾。

(3) 车辆出现小故障未及时排除，带病行驶，造成机动车部件超负荷运转；

(4) 车辆内部电气短路引起火灾。

(5) 电气线路接点连接不实，局部电阻过大发热使导线或接点烧着熔化，引燃导线或绝缘层发生火灾。

(6) 加油时不熄火，排气管排出的火星或炽热的发动机都有可能引燃混合气体。

(7) 车辆发动机润滑系统缺油，机件相互接触并相对运动，磨擦产生高温，当触及可燃物时引起火灾等。

(8) 巷道、硐室使用木支护，采场采用易燃材料支护，或井下堆放有易燃材料。

因此，香炉山钨矿可能存在火灾危险因素。

(5) 火药爆炸与放炮

井下开拓需要使用炸药、雷管，若对爆破材料管理不当，或违规爆破作业，会造成火药爆炸、放炮，因此可能存在火药爆炸、放炮危险因素。

(6) 车辆伤害

香炉山钨矿平硐、斜坡道及其对应的中段运输巷道采用汽车运输，可能会发生车辆伤害，主要表现为碰撞、刮擦、挤压行人、翻车、坠车、失

火和物体打击等。多为人为过失，同时与地面场和公路及井下巷道的维护有关。

车辆伤害产生的原因：

①行人安全方面。行人行走路段不当，如行人在巷道窄侧行走，就可能被汽车撞伤；行人安全意识差或精神不集中，行人不及时躲避、与汽车抢道等，都可能会造成事故；周围环境影响，如无人行道、无躲避硐室、物料堆积、巷道受压变形、照度不够、噪声大等。

②汽车运行方面。超速运行、违章操作、判断失误、操作失控、制动装置失效、无照明等。

③其他因素。如无信号或信号不起作用、行车视线不良、车灯亮度模糊、无喇叭等。

(7) 触电

香炉山钨矿井下架设有照明线路和照明灯，若线路裸露等，容易产生触电。

(8) 粉尘

矿岩运输过程中将产生粉尘危害。粉尘危害是矿山开采作业主要危害之一。在不同粒径的粉尘中，呼吸性粉尘对人的危害最大。矿尘的主要危害是对人体健康的损害，长期吸入大量微细粉尘，可能引起尘肺。

综上分析，开拓运输单元可能存在高处坠落、淹溺、冒顶片帮、火灾、火药爆炸与放炮、车辆伤害、触电、粉尘等8种危险因素。

3.2.2 开拓运输评价单元预先危险性分析

江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程采用平硐+盲斜坡道联合开拓方式，其开拓运输单元可能存在的主要危险、有害因

素采用预先危险性分析进行评价，详见表 3-3、表 3-4。

表 3-3 开拓评价单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
冒顶片帮	1.开拓方法不合理； 2.穿越地压活动区域；穿越地质构造区域； 3.在应该进行支护的井巷没有支护或支护设计不合理；遇到新的地质构造而没有及时采取措施； 4.巷道施工工艺不合理；巷道施工时违章作业； 5.遇到新的岩石而没有按岩性进行施工； 6.爆破参数设计不合理；爆破工序不合理；爆破施工时违章作业； 7.地下水作用、岩石风化等其他地压活动的影响和破坏，如井巷施工中的破碎、松散、不稳定地层未及时稳定支护； 8.施工前未敲帮问顶。	人员伤亡	III~IV	1.巷道应尽量避免开地压活动区域及地质构造区域； 2.在施工生产过程中应严格遵守操作规程； 3.对顶板岩石不稳固的巷道应在开挖的同时进行永久性支护； 4.合理设计保安矿柱并在生产中保护好； 5.不断改进采矿方法，选择适应本矿山采矿方法； 6.支护工程应有正规设计、监理，确保支护工程质量； 7.建立地压管理制度，加强地压管理与监测，发现问题及时处理； 8.矿床回采顺序要合理，采场回采完毕后及时处理采空区； 9.坚持“敲帮问顶”制度； 10.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 11.制定冒顶片帮事故应急救援预案，并定期演练。
高处坠落	1.高处作业时安全防护设施损坏或无防护设施； 2.缺少照明，斜井井口无阻车器； 3.回风天井梯子架设不牢或无扶手； 4.作业人员疏忽大意，疲劳过度； 5.井筒无人行踏步；或未设扶手； 6.意外从天井坠落。	人员伤亡	II~III	1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 2.在高平台、斜井口、天井口设置安全警示牌； 3.高处作业前先检查安全防护设施，正确使用安全带； 4.提高机械化作业程度，降低劳动强度； 5.人行梯子应设扶手、照明设施。
放炮	1.非爆破专业人员作业，爆破作业人员违章； 2.连线作业由非爆破作业人员操作； 3.使用劣质、变质、过期的爆破器材；使用爆破性能不明的材料等； 4.未执行爆破撤人制度； 5.爆破警戒伤人； 6.违规爆破，如未发出信号起爆； 7.爆破作业时早爆、迟爆、	人员伤亡	III~IV	1.爆破作业由专职爆破作业人员操作；严格按《爆破安全规程》操作； 2.连线作业由专职爆破作业人员操作； 3.对爆破性能不明的材料需进行试验后使用；对爆破器材进行鉴别，使用合格的爆破器材；不得使用劣质、变质、过期的爆破材料；使用非电毫秒雷管； 4.严格执行爆破撤人制度；当班班长负责爆破警戒、撤人工作，只有爆破警戒、撤人工作到位后，才能发出爆破指令，爆破员只有接到爆破指令后，才能起爆； 5.爆破前人员撤到安全地带，加强警戒；

	拒爆伤人； 8.爆破后立即进入爆破现场； 9.盲炮处理不当或打残眼。			6.严格爆破作业程序，起爆前须发出起爆信号，爆破员只有接到爆破指令后，才能起爆； 7.严格按《爆破安全规程》操作； 8.爆破后等待 15min 后，才能进入爆破现场； 9.按规定处理盲炮（拒爆），当班盲炮当班处理，当班处理不了的，当班爆破员与下班爆破员现场交班，交代清楚。凿岩前必须先检查工作面上有无瞎炮，有瞎炮时须经有资质人员处理后，方可凿岩，严禁沿残眼打眼； 10.制定放炮事故应急救援预案并进行演练。
物体打击	1.凿岩前未敲帮问顶，凿岩时震落松石伤人； 2.凿岩时风管或水管断裂飞出伤人； 3.架棚支护支柱倒塌伤人； 4.斜井、天井上部杂物、碎石掉落伤人。	人员伤亡	III	1.凿岩前坚持“敲帮问顶”制度； 2.凿岩前先检查风管、水管是否牢固完好； 3.在不稳固的岩层中作业时，须做好支护工作，掘进工作面架设临时支架并可靠； 4.经常行人的裸露巷道，每天要有人巡回检查，如有损坏及时维护； 5.主要运输巷道有不稳固的岩层时应做好永久性支护； 6.及时清理斜井、天井周边杂物、碎石。
粉尘	1.凿岩、爆破、放矿作业。 2.作业人员无防护措施。	人员健康受损	II	1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 2.爆破后通风至少 15 分钟吹散炮烟后，人员才能进入工作面； 3.掘进工作面及通风不良的采场应采用局部机械通风； 4.为作业人员配备合格的劳动保护用品； 5.完善通风系统、建立健全通风管理制度； 6.定期为作业人员进行健康检查； 7.凿岩采取湿式作业、卸矿点喷雾洒水降尘； 8.落实好“风、水、密、护、革、管、教、查”八字防尘措施。
炸药爆炸	1.库房采用明火照明；挂设普通电缆； 2.不按规定运送爆破材料；雷管、炸药混放； 3.炸药运输过程中强烈振动或摩擦； 4.引药（起爆药）制作不规范，未避开顶板破碎地段、电气设备等； 5.装药时，未清理现场的设备、工具，特别是移动电动工具、设备。 6.盲炮处理不当或打残眼。	人员伤亡	III ~ IV	1.库房采用防爆灯照明；采用阻燃电缆； 2.采用专用运输工具运送爆破器材；爆破材料运输必须符合规定要求，严禁雷管、炸药混装，雷管、炸药按规定分开放置；严禁使用非专用运输工具运输； 3.加强驾驶员安全教育培训，押运员需经有关部门培训合格，持证上岗；车辆缓慢行驶；修整运输道路；斜井、斜坡道运输炸药时，运输工具应完好、深度保持匀速。 4.规范制作引药（起爆药），应选择顶板稳定或支护完好地段，远离电气设备等场所；引药（起爆药）不得放在可传导杂散电流的铁器、电缆上； 5.装药时，清理现场的设备、工具，特别是移动电动工具、设备。 6.凿岩前必须先检查工作面有无瞎炮，有瞎炮时须经有资质人员处理后，方可凿岩，严禁沿残眼打眼； 7.制定火药爆炸事故应急救援预案并进行演练。
噪声与振动	1.钻机凿岩，空压机运转； 2.未佩戴防护用品。	健康受损	II	1.采用减振、隔音措施； 2.人员配戴防护用品。

表 3-4 运输评价单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
车辆伤害	1.无车辆运行交通信号或信号失效； 2.无轨运输巷道安全间距小； 3.缓和段、错车场设置不合理； 4.装载超高、超重； 5.运输车辆故障； 6.违章驾驶（操作）。	设备损坏、人员伤亡	III	1.斜坡道、无轨运输平巷的三岔口设置交通信号。 2.无轨运输巷道设置行人道，其行人道安全间距满足《安全规程》要求。 3.合理设置缓和段、错车场。 4.加强运输车辆管理，不得超载、超高；定期检查车辆性能，减少车辆故障，故障车辆严禁入井。 5.加强对车辆驾驶人员的安全教育培训，杜绝违章驾驶（操作）。
火灾	1.井下运输车辆电路故障； 2.供电线路过流、过载、短路等故障。	设备损坏、人员伤亡	III	1.加强对井下运输车辆的日常检查、维护，并按要求配备车载灭火器； 2.加强对供电线路检查、维护，设置过流、过载、短路等保护装置。
触电	1.人体触及带电设备； 2.电线电缆接头裸露； 3.设备无防护措施； 4.带电检修。	人员伤亡	III	1.电线电缆高度按规程要求架设； 2.检修时应对设备停电、放电并实行“工作票”制； 3.电工应经培训持证上岗。
粉尘	1.放矿作业； 2.卸矿作业。	人员健康受损	II	1.加强作业面喷雾洒水降尘； 2.为作业人员配备劳动保护用品； 3.建立健全通风管理制度，加强通风； 4.定期为作业人员进行健康检查； 5.落实好“风、水、密、护、革、管、教、查”八字防尘措施。

3.2.3 事故树分析

在该项目运行时，中段运输巷道、斜坡道、地表公路构成人员、矿石、材料、设备等出入矿井的主要通道，现分别进行冒顶片帮、运输事故树分析。

一、冒顶片帮事故树分析

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 3-5，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： $A_2 = X_{16} + X_{17}$ ； $B_1 = X_1 \cdot X_2$ ； $D_2 = X_9 + X_{10}$ ； $D_3 = X_{11} + X_{12}$ ； $E_1 = X_4 + X_5 + X_6 + X_7$ ； $E_2 = X_{14} + X_{15}$

基本事件得到 9 个最小割集： $K_1 = \{B_1, X_3, E_1, D_3, A_2\}$ 、
 $K_2 = \{B_1, X_3, E_1, X_{13}, A_2\}$ 、 $K_3 = \{B_1, X_3, E_1, E_2, A_2\}$ 、
 $K_4 = \{B_1, X_8, D_3, A_2\}$ 、 $K_5 = \{B_1, X_8, X_{13}, A_2\}$ 、 $K_6 = \{B_1, X_8, E_2, A_2\}$ 、
 $K_7 = \{B_1, D_2, D_3, A_2\}$ 、 $K_8 = \{B_1, D_2, X_{13}, A_2\}$ 、 $K_9 = \{B_1, D_2, E_2, A_2\}$ 。

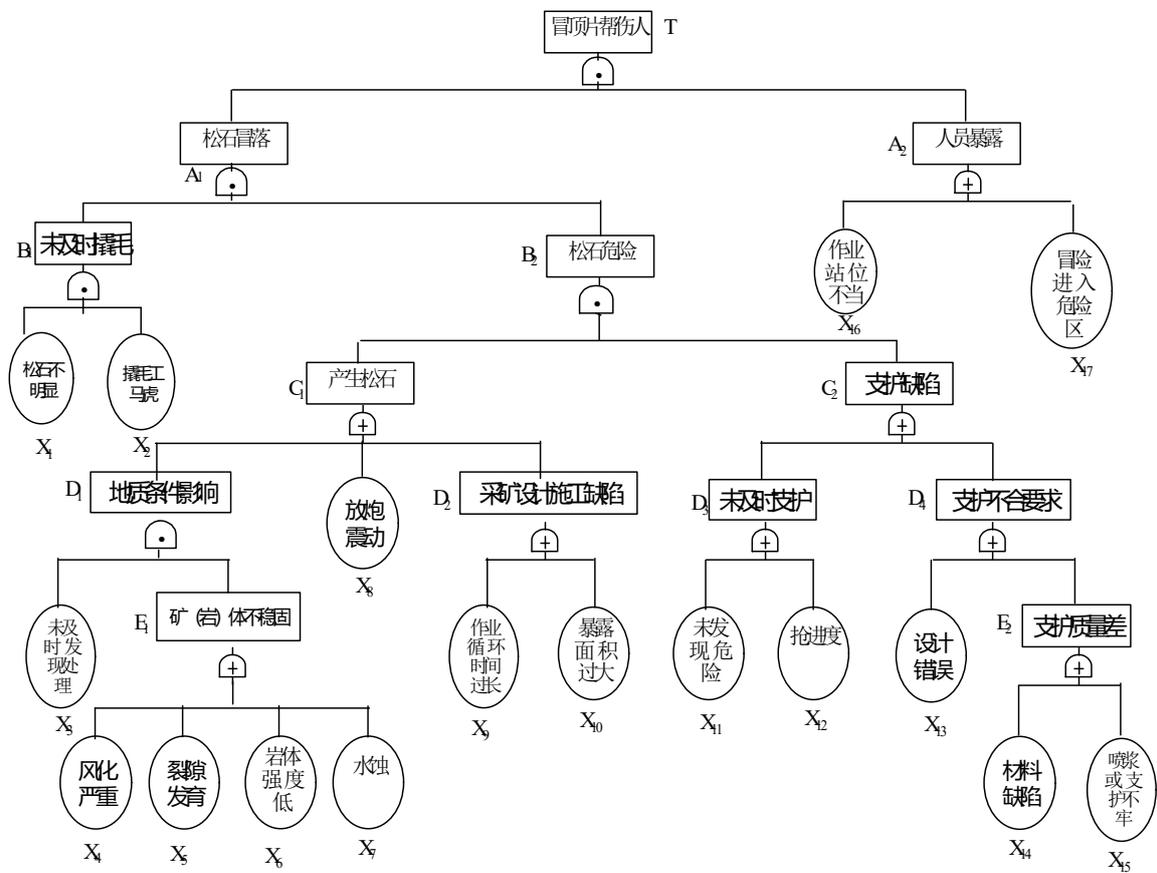


图 3-1 冒顶片帮事故树

表 3-5 冒顶片帮伤人事故的最小割集

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

二、运输事故树分析。

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。

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 3-2 所示的事故树图。

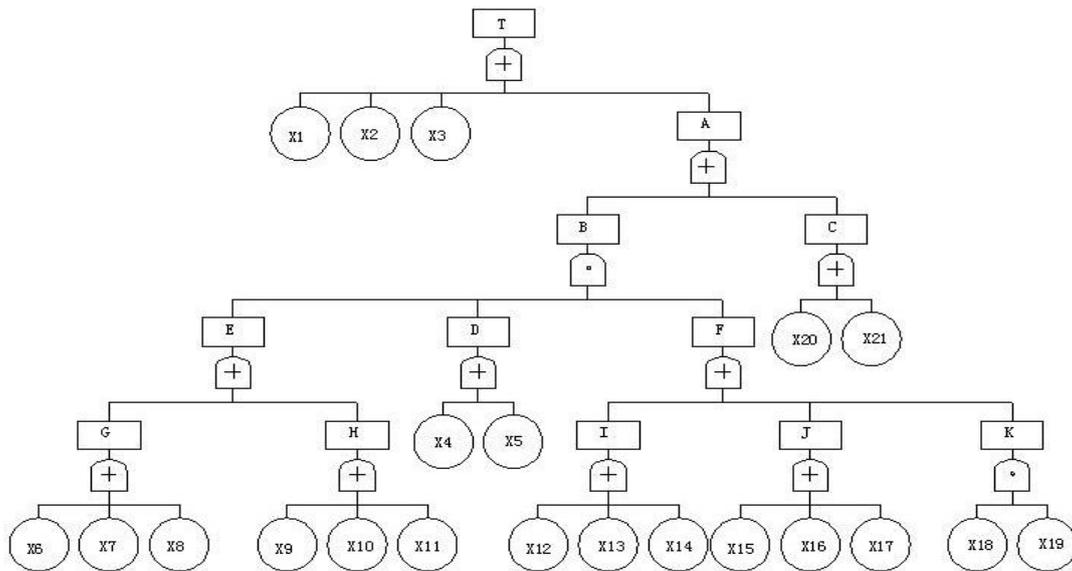


图 3-2 巷道运输事故树

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 3-2 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 3-2 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 3-3 所示。求成功树的最小割集，便是原事故树的最小径集。即：

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

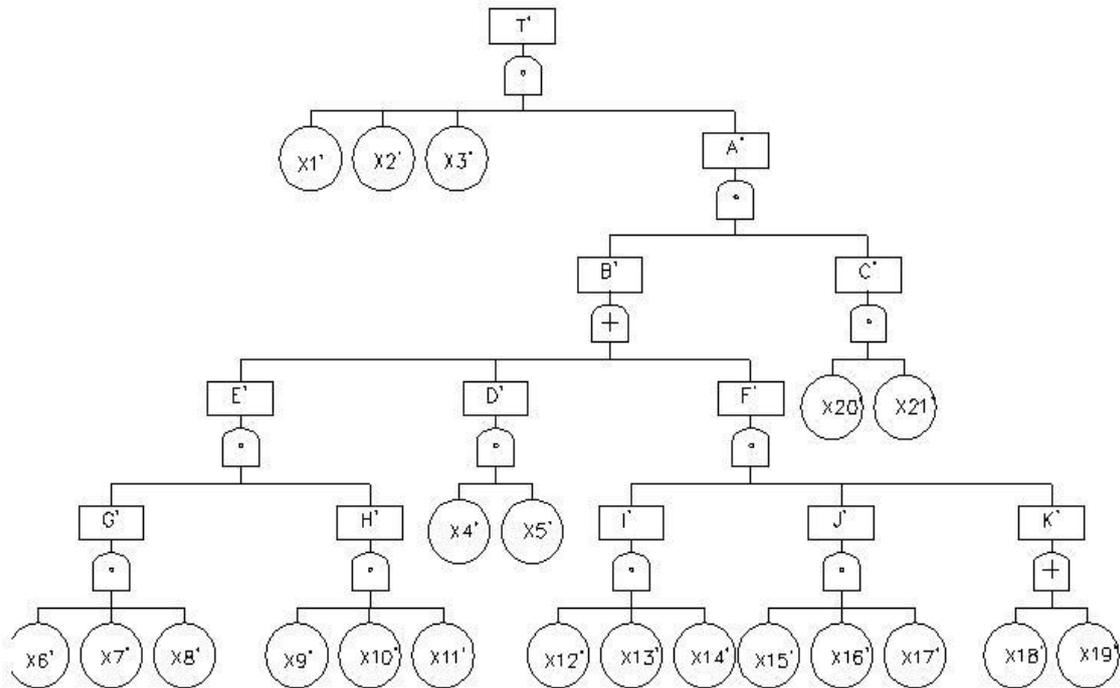


图 3-3 巷道运输成功树

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：

- $P_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_{20}, x_{21}\}$
- $P_2 = \{x_1, x_2, x_3, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{20}, x_{21}\}$
- $P_3 = \{x_1, x_2, x_3, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{20}, x_{21}\}$
- $P_4 = \{x_1, x_2, x_3, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{19}, x_{20}, x_{21}\}$

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。

3.2.4 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 3-6 所示。

表3-6 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、出渣阶段，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： $D=L\times E\times C=3\times 6\times 5.6=110.8$ 。

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； $D=L\times E\times C=3\times 6\times 3=54$ ；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；执行敲帮问顶制度；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 $L=2$; $E=3$; $C=11$; $D=L \times E \times C=2 \times 3 \times 11=66$; 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, $L=6$; $E=6$; $C=3$; $D=L \times E \times C=6 \times 6 \times 3=108$; 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 开拓运输单元安全检查表评价

依据《金属非金属矿山安全规程》编制安全检查表, 对《初步设计》拟定的开拓运输方案的相关安全设施的符合性进行评价, 详见表 3-7。

表 3-7 开拓运输单元安全检查表评价

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
1	矿井至少有两个独立的能行人的直达地面的安全出口，且距离不得少于 30m。 大型矿井，矿床地质条件复杂，走向长度一翼超过 1000m 的，应在矿体端部的下盘增设安全出口。 每个生产水平（中段），均应至少有 2 个便于行人的安全出口，同通往地面的安全出口相通。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.1.1.1 条； 《有色金属采矿设计规范》第 9.3.1 条。	① 西部 +406m 副平硐和东部 +560m 平硐（二坑口）为矿井第一安全出口；第二安全出口：+620m 平硐（五坑口）、+506m 平硐（四坑口）。 两安全出口水平相距最小值约 54.0m，符合安全要求。 香炉山钨矿生产规模 726kt/a，属于中型矿山。 每一中段都有 2 个以上安全出口。	符合
2	开拓井巷位置及井口工业场地布置，应符合下列规定： 1.竖井、斜井、平硐位置，宜选择在资源储量较集中、矿岩运输功小、岩层稳固的地段，宜避开含水层、断层、岩溶发育地层或流砂层，并应布置工程地质检查孔，斜井和平硐的工程地质检查孔应沿纵向布置。 2.进风井宜位于当地常年主导风向的上风侧，进入矿井的空气，不应受到有害物质的污染；回风井宜设在当地常年主导风向的下风侧，排出的污风不对矿区环境造成危害；放射性矿山出风井与入风井的间距应大于 300m； 3.井口工业场地应具有稳定的工程地质条件，应避开法定保护的文物古迹、风景区、内涝低洼区和采空区，且不应受地面滚石、滑坡、山洪暴发和雪崩的危害，井口工业场地标高应高于当地历史最高洪水位； 4.井口工业场地布置应合理紧凑、节约用地、不占或少占农田和耕地，对有可能扩大生产规模的企业应适当留有发展余地。	《有色金属采矿设计规范》第 9.3.1 条。	+406m 副平硐、+380m 主平硐、+409m 大件道平硐、五坑口、四坑口、二坑口、+560m 平硐、+616m 回风平硐、南+620m 进风平硐均不处在地表塌陷、滑坡、山洪、泥石流等危险区域。上述井筒均在稳固岩层中。但+630m 回风平硐、+630m 应急硐口、+620m 回风平硐、+620m 应急硐口、+620m 进风天井位于采矿岩移范围线内，可能垮塌。	基本符合
3	平硐开拓应符合下列规定： 1.当矿体或相当一部分矿体赋存在当地侵蚀基准面以上时，宜采用平硐开拓； 2.采用平硐集中运输时，宜采用溜井下放矿石；当生产规模小、溜井设施等工程量大、矿石有粘结性或岩层不适宜设置溜井时，可采用竖井、斜井下放或无轨自	《有色金属采矿设计规范》第 9.3.2 条	矿体主要分布标高范围为+658~+350m，都在当地侵蚀基准面标高+325m 以上，本次仍采用平硐开拓；矿山东部采区的底板、点柱矿体和西部采区的深部矿体从已有井巷工程往深部开拓的范围 30~80m，根据有色金属设计规范，开拓深度小于 300m 的中小型矿山，可采用斜坡道开拓。	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	行设备直接运出地表； 3.当双轨运输主平硐较长，岩层不稳固，且无其他条件制约时，宜采用单轨双平硐开拓； 4.确定主平硐断面时，应满足通过坑内设备材料最大件及有关安全间隙的要求。			
4	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》 第 6.2.5.6 条	东部盲斜坡道、运输巷道断面规格为 3.8m×3.6m，部分运输巷道 3.6m×3.4m，支巷 3.4×3.7m，西部盲斜坡道 4.0m×3.6m、运输巷道 3.6m×3.5m。躲避硐室（长×宽×高=1.5m×1.5m×2.0m，曲线段间距不超过 15m，直线段间距不超过 50m。	符合
5	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。 地表部分开口应严格按照设计施工，并及时支护和砌筑挡墙。	《金属非金属矿山安全规程》 第 6.2.1.2、6.2.4.1 条	香炉山钨矿无软岩、流砂、淤泥、砂砾、溶洞或较大含水层等不良地层，老窿、破碎带分布少，采空区大部分已充填接顶，本次技改工程充分利用、改造现有工程的前提下，对运输系统和通风系统进行改造。硐口段：300mm 厚钢筋砼支护。	符合
6	水平运输巷道设计应符合下列规定： 1.运输巷道宜布置在稳固的岩层中，宜避开应力集中区和含水层、断层或受断层破坏的岩层、岩溶发育的地层和流砂层中； 2.运输巷道宜布置在矿体下盘，当下盘工程地质条件差，或其它原因不能布置在下盘时，可布置在上盘； 3.运输巷道应设人行道；人行道有效净高不应小于 1.9m，人力运输巷道的人行道有效宽度不应小于 0.7m；机车运输巷道的人行道有效宽度不应小于 0.8m；调车场及人员乘车场，两侧人行道的有效宽度均不应小于 1.0m； 4.无轨运输巷道运输设备之间，以及无轨运输设备与支护之间的间隙，不应小于 0.6m；	《有色金属采矿设计规范》第 9.3.8 条、第 10.3.1.1 条、第 10.4.1 条； 《金属非金属矿山安全规程》 第 6.2.5.6、6.2.5.7 条	盲斜坡道为尽量少压覆矿体，在矿体侧翼沿矿权界线进入矿体下盘。在矿体底板围岩设置开拓巷道。运输巷道净断面 3.8m×3.6m 三心拱。	符合
7	采用普通法掘进天井、溜井应遵	《金属非金	香炉山钨业现行采用双格法(梯子	基本符

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	<p>守下列规定：</p> <p>——架设的工作台应牢固可靠；</p> <p>——及时设置安全可靠的支护棚，工作面至支护棚的距离不大于 6m；</p> <p>——掘进高度超过 7m 时应有装备完好的梯子间和溜渣间等设施，梯子间和溜渣间用隔板隔开；上部有护棚的梯子可视为梯子间；</p> <p>——天井掘进到距上部巷道约 7m 时，测量人员应给出贯通位置，并在上部巷道设置警示标志和警戒围栏；</p> <p>——溜渣间应保留不少于 1 次爆破的矿岩量，不应放空。</p>	<p>《金属非金属矿山安全规程》第 6.2.6.1 条</p>	<p>间、溜渣间）掘进天井、溜井。但初步设计未见相关内容。</p>	<p>符合，安全设施设计时，补充掘进各类天井、溜井的安全要求</p>
8	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>《金属非金属矿山安全规程》第 6.2.7.2 、 6.2.7.3 条</p>	<p>硐口段：300mm 厚钢筋砼支护；正常段：一般不支护，局部遇到稳固性较差的区段，根据围岩具体情况，采用锚-网支护、锚-网-喷支护、混凝土支护或其他可靠的支护方式。</p>	<p>符合</p>
9	<p>斜井和平巷维修或扩大断面时，应遵守下列规定：</p> <p>——应先加固工作地点附近的支护体，然后拆除工作地点的支护，并做好临时支护；</p> <p>——拆除密集支架时，1 次应不超过两架；</p> <p>——撤换松软地点的支架，或维修巷道交叉处、严重冒顶片帮区，应在支架之间加拉杆支撑或架设临时支架；</p> <p>——清理浮石时，应在安全地点作业；</p> <p>——在独头巷道内作业时，作业地点不应有非作业人员。</p>	<p>《金属非金属矿山安全规程》第 6.2.8.3 条</p>	<p>南+620m 进风平硐扩刷应制定施工技术安全措施，确保施工安全。</p>	<p>安全设施设计时补充扩帮安全措施要求</p>
10	<p>无轨设备应符合下列规定：</p> <p>——采用电动机或柴油发动机驱动；</p> <p>——柴油发动机尾气中 CO 体积浓度小于或等于 1500×10^{-6}，NO 体积浓度小于或等于 900×10^{-6}；</p> <p>——每台设备均应配备灭火器；</p>	<p>《金属非金属矿山安全规程》第 6.3.4.2 条</p>	<p>井下运矿卡车和井下运人车均应具备有矿用产品安全认证标识，制动系统采用湿式制动器。无轨设备均应安装尾气净化装置、灭火器。井下运人车应配有行车制动系统、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。</p>	<p>符合</p>

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	<ul style="list-style-type: none"> ——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。 			
11	采用无轨设备应遵守下列规定： <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，每辆车乘员数量不超过 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》第 6.3.4.3 条	选用 UQ-8 型、UQ-20 型井下运矿卡车、XYRU-16 型井下运人车，运矿卡车和运人车均应具有矿用产品安全认证标识，并限速 25km/h；车辆外部加油。	符合
12	无轨运输系统应符合下列要求： <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》第 6.3.4.4 条	运输巷道高 3.4m 以上，车辆高 2.4m 以下；盲斜坡道坡度 8%~12%，每隔 300~400m 设坡度不大于 3%，长度不小于 20m 并能满足错车要求的缓坡段，错车道采用宽×高=6.4×4.0m 的三心拱断面。	符合
13	电气硐室应符合下列要求： <ul style="list-style-type: none"> ——不应采用可燃性材料支护； ——硐室的顶板和墙壁应无渗水； ——中央变电所的地面应比其 	《金属非金属矿山安全规程》第 6.7.4.1 、 6.7.4.3 、	硐室采用 100mm 厚喷射混凝土支护，混凝土强度等级 C20。施工过程中支护形式须结合围岩揭露条件适当调整。井下变配电硐室、风机硐室均采用阻燃材料支护，加装	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	入口处巷道底板高出 0.5m 以上； 与水泵房毗邻时，应高于水泵房地面 0.3m； ——采区变电所及其他电气硐室的地面应比其入口处的巷道底板高出 0.2m； ——硐室地面应以 2‰~5‰ 的坡度向巷道等标高较低的方向倾斜； ——电缆沟应无积水。 ——硐室内应配备消防器材。悬挂安全警示牌。	6.7.4.4 条	铁制栅栏门，并配以足够的干粉灭火器。	

3.2.6 保安矿柱分析和评价

(1) 矿石场、废石场、主扇房、压风房、变配电房、高位水池及办公生活区等构筑物的设置地点均在采矿岩移范围线 20m 之外，不需留设井筒及主要井巷保安矿柱。

(2) 依《初步设计》，道观下方的保安矿柱（点柱） $47.45 \times 10^4 \text{t}$ 、充填站下方的保安矿柱（点柱） $3.20 \times 10^4 \text{t}$ ，本次技改工程予以保留，暂不利用。

(3) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司在矿山正常生产期间，应加强采矿技术和测量安全管理工作，督促地质、测量、采矿、安全等工程技术人员加强井下现场安全管理和技术指导、跟踪服务工作，在巷道掘进和采场作业过程中，应及时测量定位，标注安全警戒线，禁止在保安矿柱内或上盘布置巷道工程，避免穿越或采场回采时破坏或“吃掉”保安矿柱。

3.2.7 开拓工程新老系统影响评价

本次技改工程充分利用、改造原有的井巷工程，是在原有井巷工程的基础上，进行延伸、改造、优化，除保安矿柱、边角矿体（ $1W^1$ ），点柱（KZ）视尺寸大小情况留部分（45%）作为永久点柱外，对采矿许可证范围内其余矿体按照控制资源量（KZ）全部利用，符合现行政策要求。

矿山现有的+406m 副平硐、+380m 主平硐、+409m 大件道平硐、五坑

口、四坑口、二坑口、+560m 平硐、+616m 回风平硐、南+620m 进风平硐、+620m 回风平硐、+630m 回风平硐等井筒均为利旧工程，均在矿区范围内，除+620m 回风平硐、+630m 回风平硐外，其余硐口且均位于本次技改工程的开采错动范围外，不受采动影响，有利于井巷稳定。经对上述利旧井巷现场检查，未发现有变形、位移、塌陷等现象，可以继续沿用。

其他新开掘的 L1~L5 运输巷、盲斜坡道、二坑口人行回风天井(+521~+550m)、+620m 风机回风巷人行回风天井(+603~+620m)、+630m 风机回风巷人行回风天井(+618~+630m)和+616m 风机回风巷人行回风天井(+606~+616m)、管缆井、+430~+560m 倒段回风天井、16 线回风天井(+464~+560m)、+464m 回风平巷、18 线回风天井(+430~+464m)、+430~+410m 倒段回风斜井，同时，构建躲避硐室、排水沟、梯子间或人行踏步及扶手等安全设施，同样不影响现有井巷的正常使用与安全，均设在矿体下盘围岩中，形成完整的行人、运输、通风、排水通道，与现有系统进行有效衔接，断面尺寸、支护方式等均能满足人行、通风的安全要求，符合规程规范要求。掘进过程中，应注意加强观察与通风，防范冒顶片帮与中毒窒息等危害因素。

3.2.8 开拓单元评价小结

1.经主要危险、有害因素辨识，江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程开拓运输评价单元可能存在高处坠落、淹溺（突水、透水）、冒顶片帮、火灾、火药爆炸与放炮、车辆伤害、触电、粉尘等 8 种危险、有害因素。

通过预先危险性分析，江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨矿开拓运输单元可能存在冒顶片帮、高处坠落、放炮、物体打击、粉尘危

害、炸药爆炸、噪声与振动、车辆伤害、触电、粉尘等危险有害因素；其中冒顶片帮、放炮危险等级为 III~IV；车辆伤害、触电、物体打击危险等级为 III；高处坠落危险等级为 II~III，粉尘危害、噪声与振动危险等级为 II。

经运输事故树分析，车辆运输事故树最小割集为 89 个，最小径集为 4 个。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。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。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。

经冒顶片帮事故树分析，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。

2.江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程利用现有的平硐、盲斜坡道和部分中段巷道，推荐的平硐+盲斜坡道联合开拓方式以及中段布置合理，符合矿体赋存状况。

3.安全出口

依《初步设计》及其附图可知，江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程安全出口如下：

(1) 矿井安全出口

①东部采区：五坑口、南+620m 平硐口为矿井第一安全出口，二坑口、四坑口、+630m 应急硐口和+620m 应急硐口为第二安全出口。

西部采区：+380m 主平硐口、+406m 副平硐口、+409m 大件道平硐口为矿井第一安全出口；第二安全出口：二坑口、四坑口、五坑口。

两安全出口水平相距最小值约 45.0m。

(2) 中段安全出口

①东部采区：L1、L2、L3、L4、L5 运输巷道（盲斜坡道）为中段第一安全出口，二坑口人行回风天井（+521~+550m）、+620m 风机回风巷人行回风天井（+603~+620m）、+630m 风机回风巷人行回风天井（+618~+630m）和+616m 风机回风巷人行回风天井（+606~+616m）为中段第二安全出口。

西部采区：+350m、+370m、+390m、+410m、+430m 等 5 个中段之间的折返式盲斜坡道为安全出口；②东北端的 18 线回风天井、倒转通风斜井，为各中段第二安全出口。

(3) 采场安全出口：采场设两个可行人的顺路天井，天井与上中段回风巷道贯通。但未见天井、溜井掘进时的安全技术要求，应在安全设施设计时，予以补充。

江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程安全出口设置符合规程规范要求。在矿山建设、生产过程中，应在各安全出口设安全路线标识、照明设施，在行人天井、回风斜井、管缆井规范架设梯子和休息平台。

4. 《初步设计》推荐的平硐+盲斜坡道及运输巷道的断面尺寸满足行人和运输矿石、废石的要求。

5.《初步设计》提出各井筒井口采用砼支护，围岩不稳固地段采用钢筋砼支护；穿过断层、破碎地段的井巷采用喷锚或砌碛支护，进入基岩及矿岩稳固地段可不支护，符合矿山工程地质条件及规程规范要求。

6.采用专用运人车运送员工，确定了保安矿柱，符合规程规范要求。

7.存在问题及建议：

(1)《初步设计》拟将运输巷道排水沟布置在人行道一侧，断面尺寸不详，且无盖板设置要求，建议安全设施设计时，补充排水沟设置内容。

(2)平硐、盲斜坡道采用汽车运输，如果在井下运输途中突然发生故障，维修不及时，容易造成生产中断，《初步设计》无坑内设备维修设施设置要求，建议安全设施设计时予以补充。

(3)加强自卸卡车、人车尾气净化装置检查，及时排空或清洗尾气净化装置屯积的杂物，或更换新的尾气净化装置。

3.3 采掘评价单元

3.3.1 主要危险、有害因素辨识

1.冒顶片帮

冒顶片帮是地压灾害的主要表现形式。

地压灾害是矿山开采过程中的一大安全隐患，如果预防不当，管理措施不到位，将会造成事故。矿井采空区、采场和巷道受岩石压力的影响，可能引发地压灾害。

(1)引起地压灾害的原因：采矿方法不合理；采场布置不合理，局部应力集中，在应力作用下产生冒顶片帮；采场矿柱设计不合理或未保护完好；采场或巷道施工工艺不合理；采场或巷道施工时违章作业；在应该进行支护的井巷没有支护或支护设计不合理；穿越地压活动区域；穿越地质

构造区域；矿柱被破坏；遇到新的地质构造而没有及时采取措施；遇到新的岩石而没有按岩性进行施工；爆破参数设计不合理；爆破工序不合理；爆破作业时违章；爆破作业对围岩产生爆破裂隙，造成围岩稳定性差，松动的岩石在重力作用下产生冒顶片帮；深部开采围岩应力大，地下水作用、岩石风化等其他地压活动的影响和破坏。

(2) 地压灾害危害：地压灾害通常表现为采场顶板大范围垮落、陷落和冒落，采空区大范围垮落，巷道或采掘工作面冒顶片帮或底板鼓胀等，井壁破裂、井筒涌砂、岩帮片落，地表沉陷等。

①采场顶板大范围垮落、陷落。主要危害：破坏采场和周围的巷道；造成采场内人员的伤亡；破坏采场内的设备设施；破坏矿井的正常通风；其他危害，如排水管道经过采场，可能造成排水管路破坏，引起水害。

②巷道或采掘工作面的冒顶片帮。主要危害：巷道内人员的伤亡；破坏巷道内的设备设施；破坏巷道等。

(3) 冒顶片帮危害发生的场所：采空区、采场、巷道。

香炉山钨矿存在冒顶片帮危害。

2.放炮（爆破伤害）

放炮就是爆破作业，是矿山生产过程中的重要工序。其作用是利用炸药在爆破瞬间放出的能量对周围介质做功，以破碎矿岩，达到掘进和采矿的目的。由于爆破作业接触的对象是炸药、毫秒导爆管雷管等易燃易爆品，其产生的震动、冲击波和飞石对人员、设备设施、构筑物等会造成严重的破坏。放炮是矿山的的一个主要危险有害因素。

爆破作业时，如爆破警戒设置不合理或未设置警戒，使用的炸药变质、过期造成延爆、早爆、拒爆等都可能造成爆破伤害。

常见的有爆破震动危害、爆破冲击波危害、爆破飞石危害、拒爆危害、早爆、迟爆危害等。

放炮危害可能发生的场所：巷道掘进作业面、采场作业面。

香炉山钨矿存在放炮危害。

3.中毒窒息

(1) 中毒窒息原因分析：中毒窒息主要是爆破后产生的炮烟和其他有害烟尘。其他有毒烟尘，如：开采过程中遇到的采空区，巷道中存在的有害气体，火灾后产生的有害烟气等。

爆破后形成的炮烟是作业人员中毒的主要原因之一。炮烟中毒的主要原因是通风不畅和违章作业。爆破作业后，炮烟未排除，过早进入爆破作业场所，而引发炮烟中毒窒息；长期停工停风的采掘场所，开工前未通风，也可能造成缺氧窒息。发生作业人员中毒窒息的原因：

①违章作业。放炮后通风时间不足就进入工作面作业；人员没有按要求撤离到不会发生炮烟中毒的巷道等。

②通风设计不合理。炮烟长时间在作业区域滞留，独头巷道掘进时没有设置局部通风，没有足够的风量稀释炮烟，设计的通风时间过短等。

③安全警示和检测仪器问题。警戒标志设置不合理或没有标志；人员意外进入通风不畅、长期不通风的盲巷道、采空区、硐室；有害有毒气体检测仪失效。

④出现意外情况。突然遇到含有大量窒息性气体、有毒气体、粉尘的地质构造地段，人员没有防护措施。

(2) 中毒窒息场所：爆破作业面，炮烟流经的巷道，炮烟积聚的采空区，炮烟进入的硐室，盲巷道，通风不良的巷道。

香炉山钨矿存在中毒窒息危害。

4.火药爆炸

矿山采掘作业使用民用爆破器材，爆破器材在运输途中、装药和起爆的过程中、未爆炸或未爆炸完全的炸药在装卸矿岩的过程中，都有发生火药爆炸可能。可能存在炸药爆炸危害场所：

- ①爆破器材搬运过程；
- ②井下爆破器材库储存；
- ③爆破器材在斜井提放、斜坡道运输过程；
- ④爆破作业和爆破作业面；
- ⑤盲炮处理和凿岩作业；
- ⑥装矿和卸矿过程中；
- ⑦不合格爆破器材处理等。

炸药爆炸的原因：

(1) 自爆。自爆是爆破器材成分不相容或爆破器材与环境不相容而发生的意外爆炸，如在高温环境下，膨化炸药的爆燃温度在 $125^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ ，因此 2#岩石乳化炸药和毫秒导爆管雷管在运输过程中，发生剧裂碰撞就可能引起炸药爆炸。

(2) 引燃。由于管理不严，炸药与非电雷管在外界能量（热能、电能、机械能等）作用下会发生爆燃和爆炸。

(3) 凿岩时不按照《规程》要求，沿残眼凿岩，使未爆炸或爆炸不完全的炸药爆炸。

炸药、毫秒导爆管雷管爆炸产生的震动，冲击波和飞石对人员、设备设施、构筑物等会造成严重的破坏。

香炉山钨矿存在火药爆炸危害。

5.高处坠落

在掘进溜矿天井、行人通风天井时，如保护不当，有可能发生高处坠落；行人天井设施不当，人员使用过程中也可能引发高处坠落；回风斜井未设置踏步，人员行走不便，可能诱发高处坠落。因此，香炉山钨矿存在高处坠落危险。

6.物体打击

物体打击是指物体在重力或其他外力作用下产生运动，打击人体造成伤害。物体打击是矿山生产过程中发生最多的事故之一。

物体打击产生原因：高处物体跌落，物体抛掷，钻杆断裂，加力杆或扳手松脱；传递物件时，意外失手，物件砸伤人员；采场的放矿作业过程中，或运输车辆装载矿石（废石）过满，运输途中，有可能产生矿石砸伤人员，以及风管或水管破裂，高压风（水）吹（冲）击伤人等物体打击事故。香炉山钨矿存在物体打击危害。

7.触电

巷道掘进、采场、出矿作业过程中，需要使用照明设施、铲运机、局扇，若电气线路安装不合格、使用不当、接头裸露，安全保护装置缺失，有可能造成触电伤害。

8.机械伤害

机械伤害指机械设备运动（静止）部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等形式的伤害。转动机械的外露传动部分（如齿轮、轴、履带等）和往复运动部分可能对人体的四肢造成机械伤害。

机械伤害是矿山生产过程中最常见的伤害之一。

机械伤害原因：

- ①旋转、往复运动部件没有安全防护罩或不起作用。
- ②使用的机械设备不当或违反技术操作规程。

在采掘作业过程中，使用凿岩工具、装岩机、局扇、铲运机等机械设备，如操作不当，也可产生机械伤害。

香炉山钨矿可能存在机械伤害。

9.坍塌

是指在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故。坍塌场所：采场出现空洞，放矿漏斗上部，矿井，超高堆放物质处，地表错动区，采矿引起地表陷落地段。

坍塌场所：采空区、采场、巷道。

香炉山钨矿可能存在坍塌危害。

10.透水（水害、水灾）

在矿山开采过程中，采空区扩大，矿体上部隔水层的破坏，地表裂隙形成，将会导致地表水及矿体上部水涌入井下，危害矿山开采生产安全。暴雨季节排水能力不足或排水设备失修可能发生水灾。

（1）水害的原因。在矿山开采过程中，可能存在由地表或地质构造形成的裂隙、通道进入矿井的地表水危害，采空区和废弃巷道中储存的“人工水体”的危害，以及裂隙等构造中的原岩水体的危害。

产生水害主要原因：采掘过程中没有探水或探水工艺不合理；采掘过程中突然遇到含水的地质构造；爆破时揭露水体；钻孔时揭露水体；采掘过程中违章作业；没有及时发现突水征兆；发现突水征兆采取了不合适的

探水；采掘过程中没有采取合理的疏水导水措施，使采空区、废弃巷道积水；巷道、作业面和地面水体内外连通，降雨量突然增大时，井下涌水量突然增加。

(2) 危害及破坏形式。矿井、地表水可能造成矿井水灾事故：

- ①采掘作业面突水。
- ②采空区透水。
- ③地表水或突降暴雨进入井下。

矿山采用平硐+盲斜坡道联合开拓，形成有采空区，虽然地表采取了防水措施，但暴雨发生水灾的可能性仍然存在，是矿山主要危害之一。

香炉山钨矿可能发生水灾的场所：各中段。

11.车辆伤害

香炉山钨矿区井下采掘设备主要有凿岩台车、柴油铲运机、WJD装载机、无轨运输汽车、运人车、混凝土湿喷一体机等车辆，运转过程中，往往可能因视线不好、车速偏快、制动性能差、人员避让不及时等因素，容易导致车辆伤害。香炉山钨矿区存在车辆伤害。

12.粉尘

矿山在井下生产（支柱、凿岩、爆破、破碎、放矿、卸矿）过程中产生矿尘，矿尘吸入人体后容易诱发矽肺病的发展。香炉山钨矿井下主要产尘点：回采及掘进作业面、凿岩和爆破作业，采场漏斗放矿点，破碎硐室、充填作业面。

13.噪声、振动

噪声对人体的听力，心理、生理产生影响，引起职业性耳聋。在高噪声环境作业，人的心情易烦躁，易疲劳，反应迟钝，工作效率低，可诱发

事故。

噪声与振动产生原因：噪声来源于空气动力噪声，设备在运转中振动、摩擦、碰撞而产生的机械噪声和电磁辐射噪声。

采掘作业时，使用凿岩机、局扇，以及放炮，破碎机破碎矿石，都会产生噪声、振动。

香炉山钨矿井下产生噪声与振动的场所：凿岩机及其工作面，破碎硐室，爆炸作业场所。

14.车辆尾气污染

香炉山钨矿区井下采掘设备主要有柴油铲运机、无轨运输汽车、运人车、混凝土湿喷一体机等车辆，运转过程中，使用柴油，若燃烧不充分，或未配置尾气净化装置，或通风效果不良，或人员长时间呆在有尾气滞留地段，容易形成尾气污染。

柴油车尾气中包含 CO、HC、NO_x、微粒等，一氧化碳（CO）和血液中的血红蛋白结合，剥夺血红蛋白对人体组织的供氧能力。空气中 CO 的体积分数超过 0.1%，就会导致人体中毒；超过 0.3%时，则可在 30min 内使人丧命。

碳氢化合物 HC：包括未燃和未完全燃烧的的燃油、润滑油及其裂解和部分氧化物，如烷烃、烯烃、芳香烃、醛、酮、酸等数百种成分。烷烃基本上无味，对人体健康不产生直接影响。烯烃略带甜味，有麻醉作用，对粘膜有刺激，经代谢转化会变成对基因有毒的环氧衍生物。烯烃是与氮氧化物一起在太阳光的紫外线作用下形成有毒的“光化烟雾”的罪魁祸首之一，芳香烃对血液和神经系统有害，特别是多环芳香烃及其衍生物有致癌作用。醛类是刺激性物质，对眼、呼吸道、血液有毒害。

氮氧化物 NO_x ：主要为 NO 和部分 NO_2 。 NO 无色气体，本身毒害不大，单在大气中缓慢形成 NO_2 ，具有强烈的刺激味，对肺和心肌有很强的毒害作用。 NO_x 也是在地面附近形成光化烟雾的主要原因之一。

微粒：主要成分是炭及其吸附的有机物质，吸附物中有多种 PHA，具有不同程度的致癌作用。

因此，香炉山钨矿区在日后生产过程中，应完善通风系统、做好局部通风管理工作；所有柴油车安设尾气净化装置，并加强检查、及时更换，确保正常、有效运转；为员工发放防尘口罩，并督促、检查员工正确佩戴防尘口罩。

15.其他伤害

主要是供风（水）管路细微破损，意外吹伤靠近风（水）管的操作人员，或操作人员误操作，被凿岩机风（水）管吹伤。香炉山钨矿区存在其他伤害。

综上分析，香炉山钨矿采掘评价单元可能存在冒顶片帮、放炮、中毒窒息、火药爆炸、高处坠落、物体打击、触电、机械伤害、坍塌、透水、车辆伤害、粉尘、噪声与振动、车辆尾气污染、其他伤害等危险、有害因素。

3.3.2 采掘评价单元预先危险性分析

江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程采用围堰式上向水平分层充填法、垂直分条进路充填法、浅孔留矿嗣后充填法、中深孔落矿空场嗣后充填法、深孔落矿空场嗣后充填法、浅孔房柱嗣后充填法、分条两步骤嗣后充填采矿法、分段凿岩阶段出矿嗣后充填法等 8 种充填采矿法采矿，对其采掘单元可能存在的主要危险、有害因素采用预先

危险性分析进行评价，详见表 3-8。

表 3-8 采掘评价单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
冒顶片帮	<ol style="list-style-type: none"> 1.采掘方法不合理； 2.穿越地压活动区域；穿越地质构造区域； 3.在应进行支护的井巷没有支护或支护设计不合理；遇到新的地质构造而没有及时采取措施； 4.巷道施工工艺不合理；巷道施工时违章作业； 5.遇到新的岩石而没有按岩性进行施工； 6.爆破参数设计不合理；爆破工序不合理；爆破施工时违章作业； 7.地下水作用、岩石风化等其他地压活动的影响和破坏，如井巷施工中的破碎、松散、不稳定地层未及时稳定支护； 8.采掘前未进行敲帮问顶。 	人员伤亡	III~IV	<ol style="list-style-type: none"> 1.巷道应尽量避免开地压活动区域及地质构造区域； 2.在施工、生产过程中应严格遵守操作规程； 3.对顶板岩石不稳固的巷道应在开挖的同时进行支护； 4.合理设计保安矿柱并在生产中保护好； 5.不断改进采矿方法，选择和矿山相适应的采矿方法； 6.支护工程应有技术部门设计，确保支护工程质量； 7.建立地压管理制度，制定地压控制方案，加强地压管理与监测，发现问题及时处理； 8.矿床回采顺序要合理，采场回采完毕后及时处理采空区； 9.坚持“敲帮问顶”制度； 10.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 11.制定冒顶片帮事故应急救援预案并进行演练。
放炮	<ol style="list-style-type: none"> 1.非爆破专业人员作业，爆破作业人员违章； 2.连线作业由非爆破作业人员操作； 3.使用劣质、变质、过期的爆破器材；使用爆破性能不明的材料等； 4.未执行爆破撤人制度； 5.爆破警戒伤人； 6.违规爆破，如未发出信号起爆； 7.爆破作业时早爆、迟爆、拒爆伤人； 8.爆破后立即进入爆破现场； 9.盲炮处理不当或打残眼。 	人员伤亡	III~IV	<ol style="list-style-type: none"> 1.爆破作业由专职爆破作业人员操作；严格按《爆破安全规程》操作； 2.连线作业由专职爆破作业人员操作； 3.对爆破性能不明的材料需进行试验后使用；对爆破器材进行鉴别，使用合格的爆破器材；不得使用劣质、变质、过期的爆破材料；使用非电毫秒雷管； 4.严格执行爆破撤人制度；当班班长负责爆破警戒、撤人工作，只有爆破警戒、撤人工作到位后，才能发出爆破指令，爆破员只有接到爆破指令后，才能起爆； 5.爆破前人员撤到安全地带，加强警戒； 6.严格爆破作业程序，起爆前须发出起爆信号，爆破员只有接到爆破指令后，才能起爆； 7.严格按《爆破安全规程》操作； 8.爆破后等待 15min 后，才能进入爆破现场； 9.按规定处理盲炮（拒爆），当班盲炮当班处理，当班处理不了的，当班爆破员与下班爆破员现场交班，交代清楚。凿岩前必须先检查工作面上有无瞎炮，有瞎炮时须经有资质人员处理后，方可凿岩，严禁沿残眼打眼； 10.制定放炮事故应急救援预案并进行演练。

中毒窒息	<ol style="list-style-type: none"> 1.违章作业，爆破后人员过早进入工作面； 2.未采用局部机械通风； 3.作业人员未佩戴防毒口罩； 4.意外的停风。 	人员伤亡	III	<ol style="list-style-type: none"> 1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 2.加强矿井通风，爆破后通风至少 15 分钟吹散炮烟后，人员才能进入工作面； 3.掘进工作面应采用局部机械通风； 4.为作业人员配备防尘、毒用品； 5.建立健全通风管理制度和措施； 6.制定中毒、窒息事故应急救援预案并进行演练； 7.完善通风系统，确保通风设备良好。
火药爆炸	<ol style="list-style-type: none"> 1.库房采用明火照明；挂设普通电缆； 2.不按规定运送爆破材料；雷管、炸药混放； 3.炸药运输过程中强烈振动或摩擦； 4.引药（起爆药）制作不规范，未避开顶板破碎地段、电气设备等； 5.装药时，未清理现场的设备、工具，特别是移动电动工具、设备。 6.盲炮处理不当或打残眼。 	人员伤亡	III	<ol style="list-style-type: none"> 1.库房采用防爆灯照明；采用阻燃电缆； 2.采用专用运输工具运送爆破器材；爆破材料运输必须符合规定要求，严禁雷管、炸药混装，雷管、炸药按规定分开放置；严禁使用非专用运输工具运输； 3.加强驾驶员安全教育培训，押运员需经有关部门培训合格，持证上岗；车辆缓慢行驶；修整运输道路；斜井、斜坡道运输炸药时，运输工具应完好、深度保持匀速。 4.规范制作引药（起爆药），应选择顶板稳定或支护完好地段，远离电气设备等场所；引药（起爆药）不得放在可传导杂散电流的铁器、电缆上； 5.装药时，清理现场的设备、工具，特别是移动电动工具、设备。 6.凿岩前必须先检查工作面有无瞎炮，有瞎炮时须经有资质人员处理后，方可凿岩，严禁沿残眼打眼； 7.制定火药爆炸事故应急救援预案并进行演练。
高处坠落	<ol style="list-style-type: none"> 1.高处作业时安全防护设施损坏； 2.缺少照明，回风井无护栏； 3.回风天井梯子架设不牢或无扶手； 4.作业人员疏忽大意，疲劳过度； 	人员伤亡	II ~ III	<ol style="list-style-type: none"> 1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 2.高处作业前先检查安全防护设施； 3.应有照明； 4.提高机械化程度，降低劳动强度； 5.人行梯子应设扶手并架设牢固。
物体打击	<ol style="list-style-type: none"> 1.凿岩前未敲帮问顶，凿岩时震落松石伤人； 2.凿岩时风、水管飞出伤人； 3.架棚支护，支柱倒塌伤人； 4.斜井、人行踏步有杂物、碎石掉落伤人； 5.放矿漏斗设置不合理； 6.放矿漏斗下矿时，下斗工操作不规范； 7.放矿漏斗卡斗时违规处理； 8.高压风（水）吹（冲）击伤人。 	人员伤亡	III	<ol style="list-style-type: none"> 1.凿岩前坚持“敲帮问顶”制度； 2.凿岩前先检查风、水管是否牢固； 3.在不稳固的岩层中掘进时，须在永久支架与掘进工作面间架设临时支架； 4.经常行人的裸露巷道，每天要有人巡回检查，如有损坏及时维护； 5.架柱需有 3~5cm 的柱窝，木柱应保持 5° 左右的迎山角，木柱上口应按木楔或柱帽，柱间应有连杆； 6.最大空顶距符合规程规定； 7.及时清理斜井人行踏步杂物、碎石。 8.放矿漏斗设置应有利于落矿；

				<p>9.放矿漏斗下矿时，放矿工操作应规范，不得迎面站在斗口正面，而应侧面站立，并使用长柄工具；</p> <p>10.放矿漏斗卡斗时使用长柄工具处理，如需放炮处理时，应由专职爆破人员负责爆破作业。</p> <p>11.检查风水管，堵塞破裂处，或更换风水管。</p>
触电	<p>1.人体触及带电设备；</p> <p>2.电线电缆接头裸露；</p> <p>3.设备无防护措施；</p> <p>4.带电检修。</p>	人员伤亡	III	<p>1.电气设备的裸露带电部位应设护栏；</p> <p>2.电线电缆高度按规程要求架设；</p> <p>3.检修时应对设备停电、放电并实行“工作票”制；</p> <p>4.电工应经培训持证上岗。</p>
机械伤害	机械的外露传动部分（如齿轮、轴、履带等）和往复运动部分缺安全防护设施或安全防护存在缺陷。	人员伤亡	II ~ III	<p>1.加强作业人员安全教育培训；</p> <p>2.机械的外露传动部分和往复运动部分设置合格的安全防护设施。</p>
坍塌	<p>1.采场出现空洞；</p> <p>2.放矿漏斗落矿不均衡；</p> <p>3.违章超高堆放物料处；</p> <p>4.地表错动区；</p> <p>5.采矿引起地表陷落等。</p>	人员伤亡 财产损失	III	<p>1.加强采场及放矿管理；</p> <p>2.加强对地表错动区的观测；</p> <p>3.及时处理松动采场；</p> <p>4.合理堆放物料。</p>
透水	<p>1.采掘过程中没有探水或探水工艺不合理；</p> <p>2.采掘过程中突然遇到含水的地质构造；</p> <p>3.爆破时揭露水体；</p> <p>4.钻孔时揭露水体；</p> <p>5.地压活动揭露水体；</p> <p>6.排水设备设施设计不合理；</p> <p>7.排水设备设施施工不合理；</p> <p>8.施工过程中违章作业；</p> <p>9.没有及时发现突水征兆；发现突水征兆采取了不合适的探水、防水措施；</p> <p>10.施工过程中没有采取合理的疏水、导水措施，使巷道、工作面 and 地面水体内外连通；</p> <p>11.降雨量突然加大时，造成井下涌水量突然增大。</p>	人员伤亡 财产损失	III ~ IV	<p>1.设置截水沟等措施防止地表水流入坑内；</p> <p>2.有用的钻孔和各种通地表出口，必须妥善进行防水处理，报废的钻孔和各种出口必须严密封闭；</p> <p>3.井口应采取防洪措施；</p> <p>4.按规定完善排水系统，加强排水设备设施的维护保养；</p> <p>5.采矿过程中遇到断层、破碎带或富水带时，要超前探水；</p> <p>6.查清矿井水的来源，掌握矿区水系及其运动规律；</p> <p>7.加强地下水情监测；</p> <p>8.及时清理水仓及排水工程内的淤积泥沙；</p> <p>9.编制防水措施和实施计划；</p> <p>10.制定水灾应急预案并定期演练。</p>
车辆伤害	<p>1.无车辆运行交通信号或信号失效；</p> <p>2.无轨运输巷道安全间距小；</p> <p>3.缓和段、错车场设置不合理；</p> <p>4.装载超高、超重；</p> <p>5.运输车辆故障；</p> <p>6.违章驾驶（操作）。</p>	设备损坏、人员伤亡	III	<p>1.斜坡道、无轨运输平巷的三岔口设置交通信号。</p> <p>2.无轨运输巷道设置行人道，其行人道安全间距满足《安全规程》要求。</p> <p>3.合理设置缓和段、错车场。</p> <p>4.加强运输车辆管理，不得超载、超高；定期检查车辆性能，减少车辆故障，故障车辆严禁入井。</p> <p>5.加强对车辆驾驶人员的安全教育培训，杜绝违章驾驶（操作）。</p>

粉尘	1.凿岩、爆破、放矿作业。 2.作业人员未采取防尘措施。	人员健康受损	II	1.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 2.爆破后通风至少 15 分钟吹散炮烟后，人员才能进入工作面； 3.掘进工作面及通风不良的采场应采用局部机械通风； 4.为作业人员配备劳动保护用品； 5.建立健全通风管理制度； 6.定期为作业人员进行检测和治疗； 7.完善通风系统，确保通风设备设施良好； 8.采用湿式凿岩； 9.在防尘工作中落实“风、水、密、护、革、管、教、查”八字防尘措施。
噪声与振动	1.钻机凿岩，设备运转。 2.未使用个人防护用品。	健康受损	II	1.采用减振、隔音措施； 2.人员配戴防护用品。
车辆尾气污染	1.柴油燃烧不充分； 2.未配置尾气净化装置； 3.通风效果不良； 4.人员长时间呆在有尾气滞留地段。	人员健康受损	II	1.购置性能优良柴油车。 2.配置尾气净化装置，并及时检查、更换。 3.完善通风系统，做好局部通风。 4.佩戴防尘口罩，优化劳动组织安排。
其他伤害	(1) 管路老化、锈蚀，造成管路爆裂，高压风、水流伤人； (2) 多人作业时，组织混乱，手指口述不到位，安装、搬运管路时砸伤人员； (3) 特定、重要地点没有安装压力表或压力表失灵，不能观察压力状况、造成管路挤破或欠压； (4) 检修时没有关闭上级阀门或泄压或误操作，检修时风水压力过大，冲击伤人。	人员健康受损	II	(1) 经常巡检、及时更换。 (2) 统一指挥，协商一致，做好手指口述工作。 (3) 安装压力表或及时更换、修理。 (4) 关闭上级阀门和充分泄压。 (5) 按安全操作规程正确操作。

3.3.3 采掘单元安全检查表评价

依据《金属非金属矿山安全规程》等编制安全检查表，对采掘单元采用安全检查表法进行符合性评价，详见表 3-9。

表 3-9 采掘单元安全检查表

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
1	每个采区(盘区、矿块)，均应有两个便于行人的安全出口。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.3.1.4 条	受拟开采的矿体赋存状况，个别采场设两个安全出口。	基本符合
2	采矿设计应提出矿柱回采和采空区处理方案，并制定专门的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.3.1.5 条	有回采和采空区处理方案。	符合
3	胶结充填体中的二次掘进应待充填体达到规定的养护期和强度后方准	《金属非金属矿山安全规程》第 6.3.1.7 条《国	采空区采用全尾砂胶结充填处理，充	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	进行，不满足安全要求的还应做可靠的支护。	家矿山安全监察局关于开展非煤矿山安全生产专项检查的通知》（矿安〔2021〕5号）	填体强度达到1.5~2MPa，方可下一步施工。	
4	应建立顶板分级管理制度。对顶板不稳的采场，应有监控手段和处理措施。	《金属非金属矿山安全规程》第6.2.1.8条	企业有相应制度要求。	符合
5	采用充填法回采应遵守下列规定： ——井下充填不应产生或者释放有毒有害气体； ——采场中的顺路行人井、溜矿井、水砂充填用泄水井和通风井，应保持畅通； ——用组合式钢筒作行人、滤水，放矿的顺路天井时，钢筒组装作业前应在井口悬挂安全网； ——上向充填法每一分层回采完后应及时充填，最后一个分层回采完后应接顶密实； ——下向充填法回采，进路两帮底角的矿石应清理干净，每采完一条进路应及时充填，并应接顶密实； ——采场或进路充填前应架设坚固结实的充填挡墙，并安设泄水井或泄水管道；膏体充填可不设泄水设施； ——人员不应在非管道输送充填料的充填井下方停留或通行； ——各充填工序间应有通信联络； ——人员和设备进入充填体面层之前，应确认充填体具有足够的支撑强度； ——采场下部巷道及水沟堆积的充填料应及时清理； ——采用人工间柱上向分层充填法采矿时，人工间柱两侧采场应错开一定距离； ——采用空场嗣后充填采矿法回采时，相临采场或矿房的充填体达到设计强度后才能开始第二步骤采场或矿柱的回采。	《金属非金属矿山安全规程》第6.3.2.10条，《有色金属采矿设计规范》第9.6.5条	《初步设计》分别针对不同矿体采用围堰式上向水平分层充填法、垂直分条进路充填法、浅孔留矿嗣后充填法、中深孔落矿空场嗣后充填法、深孔落矿空场嗣后充填法、浅孔房柱嗣后充填法、分条两步骤嗣后充填采矿法、分段凿岩阶段出矿嗣后充填法等8种充填法采矿，内容详细。	符合
6	禁止集中铲装作业时人工装卸矿岩，禁止空场法采矿（无底柱采矿法）采场内人工装运作业。 禁止未安装捕尘装置的干式凿岩作业。 禁止使用单电机驱动、司机室周边敞开式的3吨及以下直流架线矿用电机车。	《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》（原安监总管一〔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	充填法采用YT-27、YSP-45凿岩机、凿岩台车、潜孔钻，实施湿式凿岩作业，充填法采场设漏斗放矿；采用铲运机出矿、出渣。矿石、废石	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
		备及工艺目录（第二批）的通知》（原安监总管一〔2015〕13号）	由无轨运输车运输。人员由专用运人车运送。	
7	地下爆破时，应在警戒区设立警戒标志。	《爆破安全规程》第 5.3.1.4 条，《金属非金属矿山安全规程》第 6.1.4.1 条	《初步设计》无此要求。	补充警戒要求
8	天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方，应设警示标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.1.4.5 条	《初步设计》无此要求。	补充警示标志、照明设施、护栏等

3.3.4 采掘单元评价小结

1.通过主要危险、有害因素辨识和预先危险性分析，采掘评价单元可能存在冒顶片帮、放炮、中毒窒息、火药爆炸、高处坠落、物体打击、触电、机械伤害、坍塌、透水、粉尘、噪声与振动、等危险有害因素；其中冒顶片帮、放炮、炸药爆炸、透水危险等级为 III~IV；中毒窒息、物体打击、坍塌的危险等级为 III；机械伤害、高处坠落为 II~III；粉尘危害、噪声与振动危险等级为 II。

2.香炉山钨矿有东西两个采区，矿山工程地质条件简单，矿床的围岩和矿石均稳固，围石无大的断层破碎带，矿体顶、底板主要为寒武系中统杨柳岗组及燕山晚期细粒黑云母花岗岩。矿石无结块和自燃性等，采掘作业场所及环境满足矿山正常生产条件；对矿房采空区采用全尾砂胶结充填的处理方式，满足规程规范要求。

3.《初步设计》推荐的回采顺序、采矿方法、回采工艺、中段高度、采场结构参数及作业过程、采掘设备等，均符合采矿设计规范要求。

4.《初步设计》有采掘作业面爆破作业的炮孔参数、排间距、炸药类型、装药方式、起爆方式等内容，符合采矿设计规范要求。

5.生产中段+350m 与地面最低安全出口+406m 副平硐相差仅 56m，没有 300m 垂直深度，无需进行采场顶板稳定性分析。

6.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》《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》，《初步设计》推荐采用的采掘工艺、采掘设备未涉及禁止使用的工艺及设备。

7.存在问题及建议：

（1）《初步设计》推荐的围堰式上向水平分层充填法、垂直分条进路充填法、浅孔留矿嗣后充填法、中深孔落矿空场嗣后充填法、深孔落矿空场嗣后充填法、浅孔房柱嗣后充填法、分条两步骤嗣后充填采矿法、分段凿岩阶段出矿嗣后充填法等 8 种充填法采矿，是在原有采矿方法基础上，进行了细分、优化和提升，虽符合本矿山矿体赋存条件、符合设计规范要求，但矿体倾角、厚度、形状等变化较大，实施条件和构建要求各异，凿岩工一时难以分辨，操作起来可能有点困惑，或因工序繁琐、衔接不密切、排产失衡等因素，可能导致采场构成要素有偏差，或无序回采，或混乱回采，影响效率、影响安全，造成新的安全隐患。因此，建议江西省修水香炉山钨业有限责任公司应根据实际揭露的矿体赋存条件，采矿、地质、测量、安全等工程技术人员应时刻深入现场，及时跟踪、技术指导和合理判断，确定适宜的采矿方法。并加强员工采矿、安全专业知识教育培训，充分掌握上述采矿方法的操作技能和作业安全要求，严格执行顶板安全管理制度，回采过程中认真检查顶板、处理浮石，预留和保护好矿柱，加强局部通风。施工过程中，如果遇到矿体变化情况与设计相差较大，应暂时停止作业，及时与设计单位联系，商议处理办法。

（2）《初步设计》无爆破警戒要求，建议安全设施设计时予以补充。

（3）安全设施设计时，应完善较大矿房如何布置采场的内容。（4）

江西省修水香炉山钨业有限责任公司的地质、测量、采矿、安全等工程技术人员应加强现场安全管理和技术指导、跟踪服务工作，及时测量定位，防止发生穿越保安矿柱或采场回采保安矿柱或采穿地表的現象。

(5) 建议江西省修水香炉山钨业有限责任公司应编制采矿单体设计、爆破作业说明书和作业指导书，实施凿岩、爆破作业，加强井下爆破作业安全管理，设置爆破警戒标志、做好爆破警戒工作。

(6) 购置、发放防尘口罩等劳动防护用品，并教育培训、督促员工正确佩戴防尘口罩等劳动防护用品及自救器、气体检测仪。

3.4 充填系统单元

3.4.1 主要危险、有害因素辨识

一、火灾

充填站内挂设的电气线路接点连接不实，局部电阻过大发热使导线或接点烧着熔化，引燃导线或绝缘层发生火灾；散装水泥车等车辆本身构成复杂，附件又多为易燃品，一旦起火燃烧迅速且不易扑救，往往造成严重的经济损失。

造成火灾的主要原因：

- (1) 运输汽车未配备灭火器材。
- (2) 车辆使用的油料，遇火源可能发生火灾。
- (3) 车辆出现小故障未及时排除，带病行驶，造成机动车部件超负荷运转；
- (4) 车辆内部电气短路引起火灾。
- (5) 电气线路接点连接不实，局部电阻过大发热使导线或接点烧着熔化，引燃导线或绝缘层发生火灾。

(6) 加油时不熄火，排气管排出的火星或炽热的发动机都有可能引燃混合气体。

(7) 车辆发动机润滑系统缺油，机件相互接触并相对运动，磨擦产生高温，当触及可燃物时引起火灾等。

二、高处坠落

操作人员思想、注意力不集中，进出充填站浓密机爬梯时，失足踏空，意外坠入充填站场地上；人员在浓密机、搅拌桶、充填地坑上检修、检查时，未佩戴安全带等，失足坠落浓密机内，或坠落在搅拌桶附近地面、充填地坑内。

三、机械伤害

充填系统安设有浓密机、除尘器、搅拌桶、水泵、砂泵、螺旋给料机等电气设备，出现以下情况可能发生机械伤害：

1.由于设备旋转部位（齿轮、联轴节、工具、工件等）无防护装置或失效，或安全护栏缺失，或人员操作不当等可能导致发生切伤、割伤、卷入等伤害；

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

3.由于设备之间的距离或与墙、柱的距离过小，活动机件运动时造成人员挤伤；

4.机械设备上的尖角、锐边等可能引起划伤；

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

6.作业人员操作、巡检时未严格遵守安全操作规程，无自我防范意识。

四、触电

充填系统安设有浓密机、除尘器、搅拌桶、水泵、砂泵螺旋给料机等电气设备，在作业生产运行中如果由于产品质量不佳，绝缘性能不好；若动力线路及开关裸露、控制柜接地不良等；现场环境恶劣（高温、潮湿、振动）、运行不当、机械损伤、维修不善导致绝缘老化破损；设计不合理、安装工艺不规范、各种电气安全净距离不够；安全措施和安全技术措施不完备、违章操作、保护失灵等原因，若人体不慎触及带电体或过分靠近带电部分，都有可能发生电击、电灼伤的触电危险。高压设备和线路，因其电压值高，电场强度大，触电的潜在危险更大。

五、起重伤害

起重伤害是指起重作业（包括起重机安装、检修、试验）中发生的挤压、坠落、（吊具、吊重）物体打击。

充填站在生产过程中，双管螺旋给料机、搅拌桶、膏体泵等设备检修时，以及药剂搬运时，需要使用起重设备，可能发生起重伤害。其危害因素主要表现为牵引链断裂或滑动件滑脱、碰撞、突然停电停车等。由此引发的事故有毁坏设备、人员伤亡、影响生产等。起重伤害的一般原因有以下几个方面：失灵，不能及时切断电源，致使运行失控；操作人员注意力不集中或视觉障碍，不能及时停车；被运物件体积过大；突然停电；起重设备故障等。起重伤害场所：

- 1.设备吊装及维修场所；
- 2.临时重大物件及设备吊装处。

六、车辆伤害

散装水泥车在运输胶结剂进入充填站，可能会发生车辆伤害。

车辆伤害产生的原因：

①行人安全方面。行人行走路段不当，如行人在巷道窄侧行走，就可能被铲运机、运输车、湿喷一体机撞伤；行人安全意识差或精神不集中，行人不及时躲避、与散装水泥车抢道等，都可能会造成事故；周围环境影响，如无人行道、物料堆积、照度不够、噪声大等。

②车辆运行方面。运输车超速运行、违章操作、判断失误、操作失控、制动装置失效、无照明等。

③其他因素。如运输车无信号或信号不起作用、行车视线不良、车灯亮度模糊、无喇叭等。地表路面坑坑洼洼、凹凸不平，或急弯、陡坡，或视线不好等。

七、粉尘

胶结剂卸料过程中将产生粉尘危害。粉尘危害是矿山开采作业主要危害之一。在不同粒径的粉尘中，呼吸性粉尘对人的危害最大。矿尘的主要危害是对人体健康的损害，长期吸入大量微细粉尘，可能引起尘肺。

八、噪声

泵、搅拌桶等设备在运转过程中均会产生噪声，其声级值最高可达100dB（A）。噪声对人的危害是多方面的。噪声使人耳聋，还可能引起其它疾病。

人如果长期在强噪声环境下工作，日积月累，内耳器官易发生器质性病变，成为永久性听阈偏移，变成噪声性耳聋。噪声性耳聋与噪声的强度、频率有关，还与噪声的作用时间长短有关。噪声的强度越大、频率越高、作业时间越长，它的发病率越高。

九、振动危害

在泵、搅拌桶等设备运转过程中，按振动作用于人体的方式，可分为局部振动和全身振动。

(1) 局部振动。如在以手接触振动工具的方式进行机械加工时，振动通过振动工具、振动机械或振动工件传向操作者的手和臂，从而给操作者造成振动危害。

(2) 全身振动。由振动源通过身体的支持部分将振动传布全身而引起的振动危害。

十、静电、雷电危害

雷电是自然界中的一种大规模静电放电现象，具有极大的破坏力，其破坏作用是综合的，包括电性质、热性质和机械性质的破坏。可以在瞬间击伤击毙人畜；毁坏发电机、电力变压器等电气设备绝缘，引起短路导致火灾或爆炸事故。可以在极短的时间内转换成大量的热能，造成易燃物品的燃烧或造成金属熔化飞溅而引起火灾。地球上任何时候都有雷电在活动。充填站有立式砂仓、高效深锥浓密机、药剂制备车间、低压配电室、中控室等各种建筑物，是容易遭雷击的地方。如果防雷设计不合理、施工不规范、接地电阻值不符合规范要求，容易因雷电引发安全生产事故，造成严重的生命、财产损失。

静电危害：生产过程中由于工艺、装置、人员等各种因素会产生静电。如果防静电设计或施工不规范，在使用、输送、贮存物质时所产生的静电电荷，不能及时消除，随着时间延续，静电荷将越聚越多，静电电压逐渐升高，当达到一定程度时，就会产生以下危害：

电击。由于静电造成的电击，可能发生在人体接近带电物体的时候，

也可能发生在带静电电荷的人体接近接地体的时候。一般情况下，静电的能量较小，因此在生产过程中的静电电击不会直接使人致命，但是因为电击易引起坠落、摔倒第二次事故。电击还可引起职工紧张，影响工作。

在某些生产工程中，不消除静电将会影响生产或降低产品质量。此外，静电还可引起电子元件误动作，引发二次事故。

十一、其他伤害

作业过程中，发生碰撞、挤压伤人，或被管路绊脚摔伤等危害。

综上分析，香炉山钨矿区充填系统单元可能存在火灾、高处坠落、机械伤害、触电、起重伤害、车辆伤害、粉尘、噪声、振动、静电和雷电、其他伤害等危险、有害因素。

3.4.2 充填系统单元预先危险性分析

对香炉山钨矿区充填系统单元可能存在的主要危险、有害因素采用预先危险性分析进行分析、评价，结果见表 3-10。

表 3-10 充填系统单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
高处坠落	1.操作人员思想、注意力不集中，进出浓密机爬梯时，失足踏空，意外坠落； 2.人员在浓密机、搅拌机、充填地坑等处上检修、检查时，未佩戴安全带等，失足坠落。 3.楼梯未设扶手；楼梯强度、规格不符合要求；金属梯子腐蚀朽烂； 4.浓密池外边缘未设防护栏；防护栏强度不符合要求；或规格不符合要求； 5.药济室至浓密机栈桥未设防护栏； 6.栈桥设计不符合规范要求。 7.药剂室平台、洞口未设防护栏，或设置不规范。	人员伤亡	III	1.加强员工安全意识教育，提醒相关作业人员提升“自卫互保”意识。 2.作业前，检查安全带是否正常。 3.检修、检查人员必须正确佩戴安全防护用品，方可作业。 4.树立当心坠落等安全警示牌。 5.楼梯设置扶手；楼梯强度、规格应符合要求；金属梯子应采取涂漆等防腐蚀措施； 6.浓密池外边缘设置防护栏；防护栏强度、规格应符合规范要求； 7.药济室至浓密机栈桥应设置防护栏；栈桥强度、材料应符合规范要求。 8.药剂室平台、洞口应设防护栏，或强度、材料应符合规范要求。

车辆伤害	1.无车辆运行交通信号或信号失效； 2.道路安全间距小； 3.缓和段、错车场设置不合理； 4.装载超高、超重； 5.运输车辆故障； 6.违章驾驶（操作）。	设备损坏、人员伤亡	III	1.设置交通信号。 2.设置行人道，其行人道安全间距满足《安全规程》要求。 3.合理设置缓和段、错车场。 4.加强运输车辆管理，不得超载、超高；定期检查车辆性能，减少车辆故障，故障车辆严禁运行。 5.加强对车辆驾驶人员的安全教育培训，杜绝违章驾驶（操作）。
其他伤害	员工在作业过程中，发生碰撞、挤压伤人、或摔伤	人员伤亡	II	1.集中注意力。 2.人员应在站安全区域。
机械伤害	1.运转设备传动部位无防护罩或损坏； 2.操作不当，如在运转设备运行情况下，打扫卫生等； 3.检维修时意外开启。	人员伤亡	III	1.机械设备传动部位设置防护罩，并加强维护，确保设施有效。 2.不得在运转设备运行过程中打扫卫生。 3.设备检修时，切断电源，并实行停送电作业票制度。
起重伤害	1.违章作业、违章指挥； 2.行车超负荷；行车选择不合理，能力小； 3.行车操作不当； 4.行车悬挂钢丝绳磨损超标、紧固装置不当、挂钩不匹配等，未及时更换； 5.行车悬挂设备控制失效，控制装置损坏；；	人员伤亡、	III	1.严禁违章作业、违章指挥； 2.依据所选择设备型规格，合理选择行车型规格； 3.加强员工操作规程、应急处置培训； 4.起吊前，应对起重运行部件、承重部件进行检查、确认，发现问题及时更换； 5.定期对起吊索具进行检查，发现断丝超过规定、或磨损超过规定，及时更换；
火灾	1.运输车辆电路故障； 2.运转设备供电线路过流、过载、短路等故障。 3.建构筑物与周边山林未设防火带，或不足； 4.建构筑物之间防火距离不足； 5.生活电气引起火灾； 6.变配电设施未设避雷设施。 7.电气线路或设备设计不合理； 8.安装存在缺陷； 9.运行时短路、过载、接触不良、铁芯短路、散热不良。漏电等导致过热； 10.电热器具和照明灯具形成引燃源； 11.电火花和电弧。	设备损坏、人员伤亡	III	1.加强对运输车辆的日常检查、维护，并按要求配备车载灭火器； 2.加强对运转设备供电线路的设计、日常检查，设置温感传感器或烟雾传感器等火灾报警并转。 3.运转设备供电系统有过流、过载、短路等保护装置。 4.建构筑物与周边山林应设防火带； 5.建构筑物之间按规范要求设置防火间距。 6.电气设备、线缆附近禁用堆放易燃物，定期检查、维护、更换； 7.采用防雷、过负荷、漏电保护、接等保护装置； 8.建构筑物之间距离符合《建筑设计防火规范》要求，建构筑物、重要设备、设施场所设置消防栓、消防通道；充填站设备供电设施处配备灭火器等消防器材； 9.建立防火管理制度及火灾应急预案。并定期演练。加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 10.采用漏电、接地、过流保护；定期维护、更换废旧电气设备或线路 11.加强安全检查，及时处理安全隐患； 12.不得带电搬运设备。

				<p>13.手持式电动设备电压采用 36v;</p> <p>14.电气设备可能触及人的裸露带电部分, 均应设保护罩。</p> <p>15.变压器、高(低)压配电室、计算机房、控制室、电气室等应设置自动报警系统和干粉灭火器。</p>
物体打击	<p>1.充填站楼层硐口、浓密机、砂仓、水泥仓、搅拌机、污水处理站等平台、行车及导梁上有浮动物件, 未及时处理;</p> <p>2.操作人员站在各类平台上、下方同时作业。</p>	人员伤亡	III	<p>1.充填站楼层硐口、浓密机、砂仓、水泥仓、搅拌机、污水处理站等平台、行车及导梁上有浮动物件应及时清理;</p> <p>2.严禁人员站在各类平台上、下方同时维护作业。</p>
触电	<p>1.人体触及带电设备;</p> <p>2.电线电缆接头、电气控制装置裸露;</p> <p>3.电气线路、电气控制装置老化, 绝缘效果差;</p> <p>4.设备无防护措施;</p> <p>5.带电检修。</p>	人员伤亡	III	<p>1.运转设备的裸露带电部位应设护栏;</p> <p>2.电线电缆高度按规程要求架设; 电气线路、电气控制装置禁止外露;</p> <p>3.定期对电气线路、电气控制装置进行检查、维护, 发现问题及时处理;</p> <p>4.检修时应对设备停电、放电并实行“工作票”制;</p> <p>5.电工应经培训持证上岗。</p>
粉尘	<p>1.吹灰作业;</p> <p>2.卸灰作业。</p>	人员健康受损	II	<p>1.加强除尘器正常使用;</p> <p>2.为作业人员配备劳动保护用品;</p> <p>3.建立健全通风管理制度, 加强通风;</p> <p>4.定期为作业人员进行健康检查;</p> <p>5.落实好“风、水、密、护、革、管、教、查”八字防尘措施。</p>
滑坡、坍塌、沉陷	<p>1.搅拌站工业场地、浓密池、尾砂输送站工业场边坡角偏大;</p> <p>2.搅拌站工业场地、浓密池、尾砂输送站工业场风化岩体、顺层层状岩体松散、暴雨浸泡;</p> <p>3.搅拌站工业场地、浓密池、尾砂输送站工业场存弱结构面、断层、破碎带;</p> <p>4.立式砂仓、浓密机底部质量差、承受不了浓密池荷载;</p> <p>5.浓密机底座质量差、底座强度不足以承载浓密池荷载;</p> <p>6.浓密机基础强度不足以承载浓密池荷载;</p> <p>7.搅拌站、砂仓、水泥仓、浓密脱水池、尾砂输送站等布置在地下开采移动带之内。</p>	人员伤亡设施损坏	IV	<p>1.确定合理的边坡参角;</p> <p>2.对边坡护坡;</p> <p>3.建构筑物不应设在有断层、破碎带地段;</p> <p>4.设置截排水沟;</p> <p>5.对边坡进行监测、检查、维护;</p> <p>6.立式砂仓、浓密机底部钢筋混凝土强度应经过计算、验收, 保证施工质量;</p> <p>7.浓密机底座钢筋混凝土强度应经过计算、验收, 保证施工质量;</p> <p>8.注意工业场岩层倾角、倾向, 关注浓密机基础强度设计, 选技恰当边坡支护形式;</p> <p>9.对充填站、浓密机、输送站下部采空区进行充填, 形成人工矿柱;</p> <p>10.对充填站、浓密机、输送站场、及下部采空区位移沉降情况进行监测。</p>

倾斜、倒塌	1.基础强度设计不合理，或基础本身没有足够的强度和稳定性以支承上部结构荷载。 2.建构筑物基础设计未考虑地基的强度、稳定性及变形，或考虑不全；	人员伤亡 财产损失	IV	1.基础本身要有足够的强度和稳定性以支承上部结构荷载； 2.建构筑物基础设计应考虑地基的强度、稳定性及变形必须在容许范围之内。
噪声与振动	1.电气运行噪声与振动； 2.机械运行噪声与振动； 3.维护作业敲击声。	人员伤亡	II	1.选择质量好的电气设备、基础固定牢固； 2.确保安装质量，定期对转动轴承等部件进行加润滑油； 3.选择合理维护作业时间。
中毒窒息	1.立式砂仓、高效浓密机等高耸构筑物内未设通风装置； 2.立式砂仓、高效浓密机等高耸构筑物内通风装置通风不良；	人员伤亡、	III	1.立式砂仓、高效浓密机等高耸构筑物内设置通风装置； 2.设置有效的通风装置； 3.在立式砂仓、高效浓密机等高耸构筑物底部设置人行通风通道；

3.4.3 充填采矿法单元预先危险性分析（PHA）评价

香炉钨矿采用嗣后充填法回采工艺，采用预先危险性分析法对自然条件分析见表3-11。

表3-11 充填采矿法单元采用预先危险性分析法对分析

危险有害因素	触发条件	结果	危险等级	防范措施
坍塌（沉陷）	1.香炉钨矿采用嗣后充填法回采工艺，利用充填体回采间柱，原安全专篇中及初步设计未明确充填体基本强度及监测措施，以及充填体自立高度等。 2.充填体基本强度不足，不符合规范要求；充填体不能满足自立高度要求； 3.未明确滤水墙（板墙），或滤水墙强度不均匀，或强度不符合规范要求； 4.滤水墙上未设排泄管道，或排泄管道设置不合理，导致滤水墙胀肚，甚至坍塌；或充填体内未设泄滤管道。	人员伤亡 财产损失	IV	1.优化设计中应明确充填体基本强度及监测措施，以及充填体自立高度等。 2.优化设计中应明确充填体基本强度，以满足采场充填体作为回采贴邻采场保安人工矿柱及充填体自立高度所需强度要求； 3.优化设计中应进一步充填体强度要求，及灰砂比； 4.滤水墙中下部应设排泄管道，充填体内应设排泄管道；待到滤水墙达到设计或规范要求强度时，才能对采场进行充填，并对滤水墙强度进行监测。
物体打击	施工充填挡墙支架，递送物料不小心失手坠落砸伤手脚，或物料堆放凌乱，意外倾倒（滑落）砸伤手脚。	人员伤亡	III	1.递送材料时，拿稳轻放； 2.整齐堆放物料。
高处坠落	人员未系安全带，意外从充填支架上坠落。	人员伤亡	III	必须系安全带才能上充填支架作业。
触电	人员不小心触碰裸露的充填供电线路，或损坏的开关柜（控制柜）、灯头。	人员伤亡	III	1.远离供电线路； 2.检查供电线路及其设备、灯头，杜绝线头裸露，设备（灯头）损坏。
淹溺	1.未设防淹溺安全警示标志；	人员	III	1.设置防淹溺安全警示标志；

	2.未设防止坠落安全措施,不慎落入未脱水的采场灰砂浆中	伤亡	2.设置防止坠落安全措施,以防作业人员不慎落入未脱水的采场灰砂浆中。
--	-----------------------------	----	------------------------------------

3.4.4 充填系统单元评价小结

(1) 通过主要危险、有害因素辨识和预先危险性分析,香炉山钨矿区充填系统单元可能存在火灾、高处坠落、机械伤害、触电、起重伤害、车辆伤害、物体打击、粉尘、噪声、振动、静电和雷电、其他伤害、坍塌(沉陷)、中毒窒息、淹溺等危险有害因素;其中滑坡、坍塌(沉陷)、倾斜、倒塌的危险等级为IV,火灾、物体打击、机械伤害、高处坠落、车辆伤害、触电、中毒窒息、淹溺的危险等级为III;粉尘、噪声与振动、其他伤害等级为II。

(2) 由于香炉山钨矿区充填系统已建成,并正常、安全运行多年,属于利旧工程,本次技改工程无充填系统安全设施增设项目,故本报告不再做符合性评价。

(3) 安全设施设计时,明确提高采空区接顶率的安全技术措施。

3.5 通风防尘评价单元

3.5.1 主要危险、有害因素辨识

(1) 中毒窒息

矿井通风系统不合理及管理不善,或擅自停止主通风机运行,造成局部无风或微风作业,引发中毒窒息事故。

(2) 机械伤害

过于靠近通风机等设备时,或触摸通风机,可能产生机械伤害。

(3) 触电

通风机用电管理不善或供电保护缺失,造成触电伤害。

(4) 噪声与振动

通风设备会产生一定的噪声、振动。

综上分析，通风防尘评价单元可能存在中毒窒息、机械伤害、触电、噪声与振动等危险、有害因素。

3.5.2 通风防尘评价单元预先危险性分析

通风防尘单元可能存在的危险、有害因素采用预先危险性分析法进行评价，详见表 3-12。

表 3-12 通风防尘评价单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
中毒窒息	1.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。 2.风量不足 (1) 扇风机供风量不足；通风系统故障，意外的停风； (2) 井巷漏风大； (3) 分风不均，有效风量（风速）合格率低。 3.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。 (5) 未采用局部机械通风。 4.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。 5.采场通风不畅 (1) 矿井有效风量低； (2) 采场通风管理不善。 (3) 风机、风筒被损坏； (4) 风筒出口距离工作面太远； 6.报警装置： (1) 报警装置未安装；	人员伤亡	III	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，完善通风系统，确保通风设备良好；井下有人作业时，应24小时机械通风，确保通风系统畅通； 6.爆破后及时通风，经充分通风至少15分钟吹散炮烟后，人员再进入爆破地点； 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；掘进工作面及通风不良的采场应采用局部机械通风； 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。 18.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质； 19.为作业人员配备劳动保护用品； 20.建立健全通风管理制度和措施；

	(2) 报警装置损坏。 5. 人员行为不当 (1) 违章作业, 爆破后人员过早进入工作面; (2) 人员未佩戴防毒口罩、自救器。			21. 制定中毒窒息事故应急救援预案, 并进行演练; 22. 加强有毒有害气体检测, 配置自救器。
触电	1. 通风设备或线路漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘损坏、PE 线断线; 2. 无安全防护措施; 3. 违章作业。	人员伤亡 设备损坏	III	1. 加强作业人员安全教育培训, 提高人员素质; 2. 采用漏电、接地、过流保护, 并保持完好; 3. 加强专业安全检查, 及时处理安全隐患; 4. 不得带电搬运局扇。
粉尘	1. 凿岩作业; 2. 爆破作业; 3. 放矿作业; 4. 作业人员无防护措施; 5. 防尘设施损坏; 6. 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。	人员健康 受损	II	1. 加强作业人员安全教育培训, 提高人员素质; 2. 爆破后通风至少 15 分钟吹散炮烟后, 人员才能进入工作面; 3. 掘进工作面及通风不良的采场应采用局部机械通风; 4. 为作业人员配备劳动保护用品; 5. 建立健全通风管理制度; 6. 定期为作业人员进行健康检查; 7. 完善通风系统, 确保通风系统良好; 8. 采取湿式凿岩; 9. 净化入风井风质; 对井下主要产尘点除尘净化 10. 在防尘工作中落实“风、水、密、护、革、管、教、查”八字防尘措施。
噪声 与振动	风机运转产生噪声。	人员健康 受损	II	1. 作业人员采取防护措施; 2. 采用加减振垫或设隔音间等减振、降噪措施。

3.5.3 事故树分析 (FTA)

一、巷道施工通风系统事故树分析

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

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 3-4 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 3-4 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：

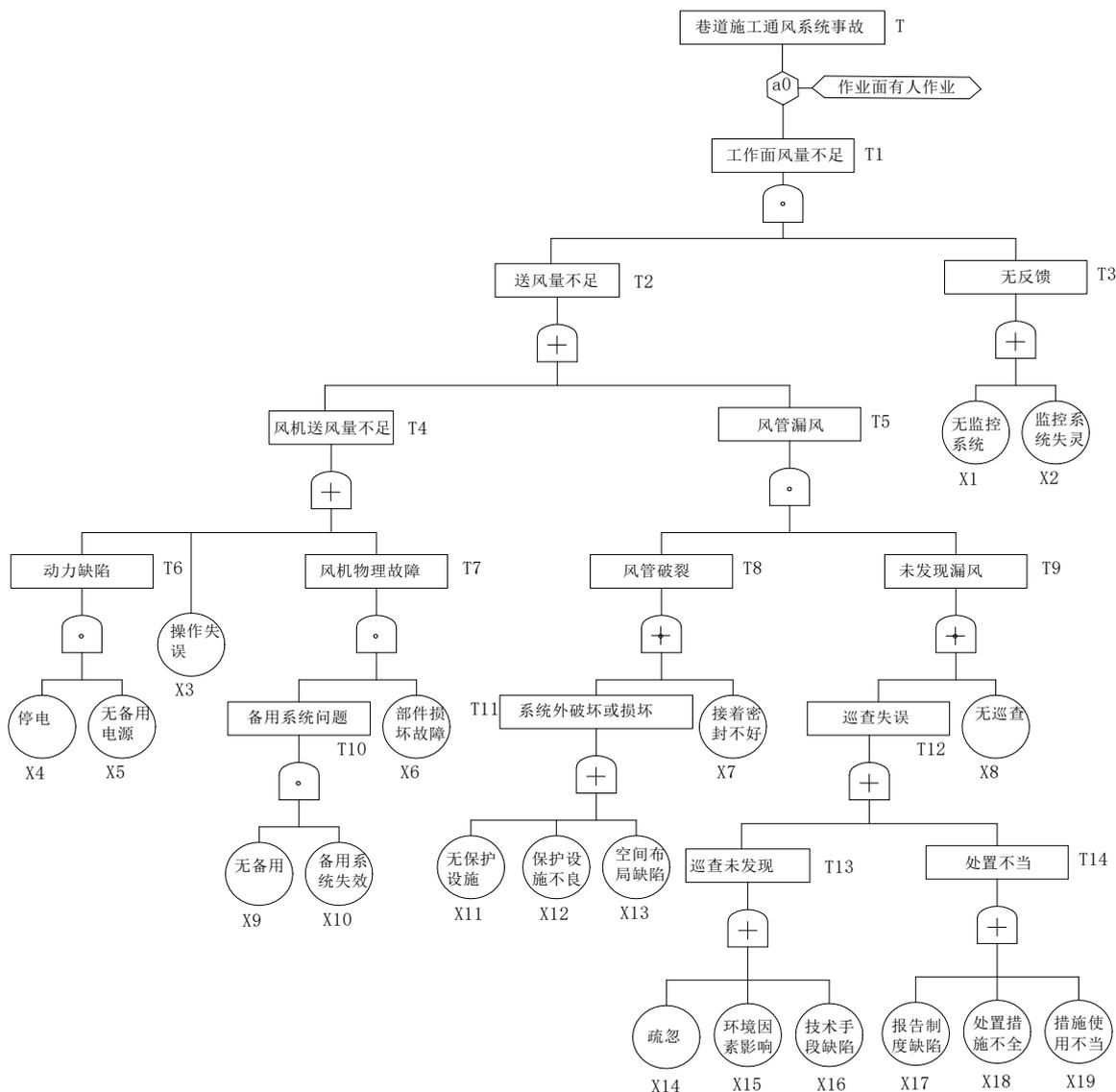


图 3-4 巷道施工通风系统事故树

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

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 3-4 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：

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

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) P_2 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 P_3 、 P_4 、 P_5 、 P_6 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 P_3 、 P_4 、 P_5 、 P_6 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 P_7 、 P_8 、 P_9 、 P_{10} 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。

二、工作面炮烟中毒死亡事故树分析

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 3-5 为工作面炮烟中毒死亡事故树。

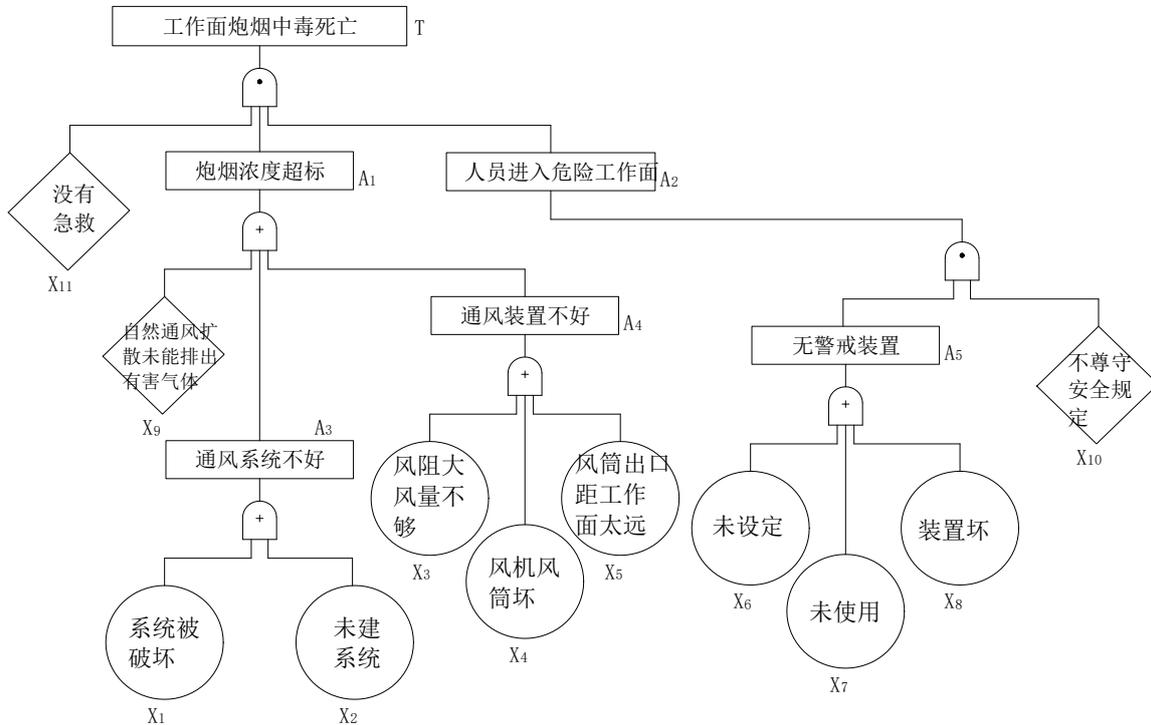


图 3-5 工作面炮烟中毒死亡事故树

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：

$$D_{10} > D_{11} > D_6 > D_7 > D_3 > D_4 > D_8 > D_5 > D_2 > D_9 > D_1$$

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。

三、中毒（窒息）事故事件树分析

1.中毒（窒息）事件树

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 3-6。

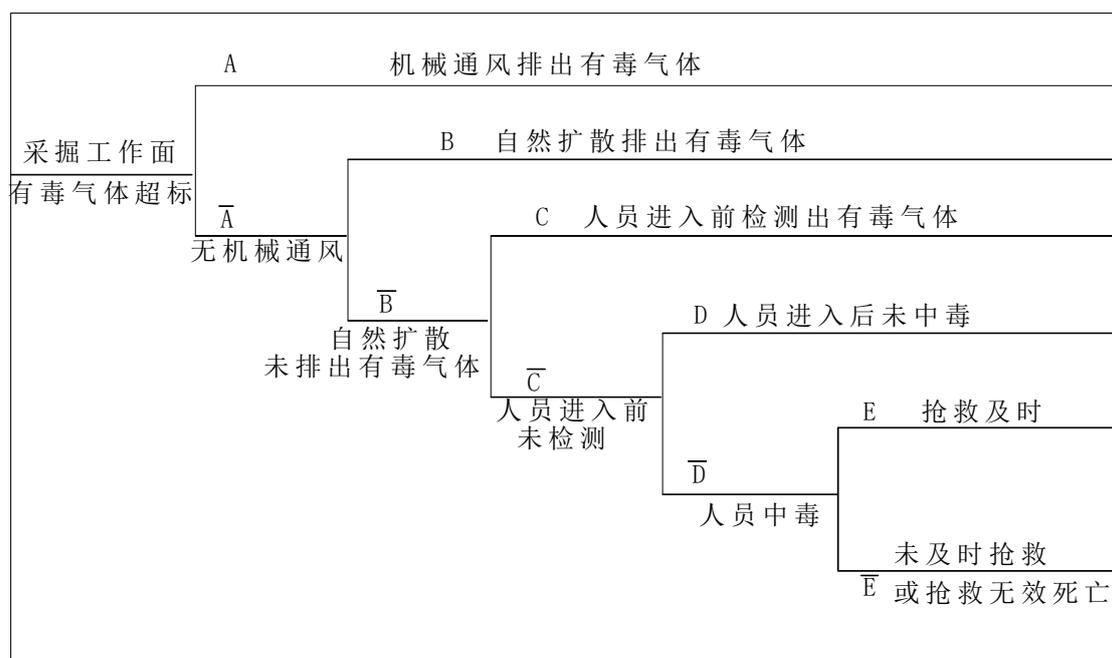


图 3-6 中毒（窒息）事件树分析

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 通风防尘单元安全检查表评价

依据《金属非金属矿山安全规程》等编制安全检查表，对通风防尘单元采用安全检查表法进行符合性评价，详见表 3-13。

表 3-13 通风单元安全检查表

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
1	地下矿山应建立机械通风。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.6.2.1 条	采用机械通风系统，属于利旧工程。	符合
2	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，可以只备用一台。主通风设施应能使矿井风流在 10min 内反向，反	《金属非金属矿山安全规程》第 6.6.3.2、6.6.3.3 条；《有色金属采矿设计规范》第	有配反风装置、备用电机及其更换设施的要求。	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果												
	风量不小于正常运转时风量的 60%。	11.5.3~11.5.4 条														
3	下列条件下，宜采用分区通风系统： 1.矿区走向长、产量大、漏风大的矿山； 2.分区通风系统的分区范围应与矿山回采区段相一致，并应以各区之间联系最少的部位为分界线； 3.进风井和回风井宜采用对角式布置，通风系统的一翼最大长度，对角式布置时宜小于 1500m。	《有色金属采矿设计规范》第 8.8.2 条	采用东、西部采区分区单翼对角抽出式通风系统。	符合												
4	有人员作业场所气象条件规定的井下气象条件应符合下列要求： ——人员连续工作场所的湿球温度不高于 27℃，干球温度不高于 35℃；通风降温不能满足要求时，应采取制冷降温措施； ——湿球温度为 25℃~27℃时，风速不小于 0.5m/s； ——湿球温度 20℃~25℃时，风速不小于 0.25m/s； ——湿球温度低于 20℃时，风速不小于 0.06m/s。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.6.1.4 条	硐室型采场不小于 0.15m/s，巷道型采场和掘进巷道不小于 0.25m/s；电耙道和二次破碎巷道不小于 0.5m/s。	符合												
5	井巷内平均风速规定： <table border="1" data-bbox="252 974 842 1411"> <thead> <tr> <th>井巷名称</th> <th>最高风速 m/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>专用风井，专用总进风道、专用总回风道</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>用于回风的物料提升井</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>提升人员和物料的井筒、用于进风的物料提升井、中段的主要进风道和回风道，修理中的井筒，主要斜坡道</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>运输巷道、输送机斜井，采区进风道</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>采场</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	井巷名称	最高风速 m/s	专用风井，专用总进风道、专用总回风道	20	用于回风的物料提升井	12	提升人员和物料的井筒、用于进风的物料提升井、中段的主要进风道和回风道，修理中的井筒，主要斜坡道	8	运输巷道、输送机斜井，采区进风道	6	采场	4	《金属非金属矿山安全规程》第 6.6.1.6 条	主要进风井、回风井、中段运输巷道、回风巷、采区进风巷、采场等风速满足要求。	符合
井巷名称	最高风速 m/s															
专用风井，专用总进风道、专用总回风道	20															
用于回风的物料提升井	12															
提升人员和物料的井筒、用于进风的物料提升井、中段的主要进风道和回风道，修理中的井筒，主要斜坡道	8															
运输巷道、输送机斜井，采区进风道	6															
采场	4															
6	矿井进风应满足下列要求： ——井下工作人员供风量不少于 4m ³ /min·人； ——排尘风速：硐室型采场不小于 0.15m/s；巷道型采场和掘进巷道不小于 0.25m/s；电耙道和二次破碎巷道不小于 0.5m/s。 ——柴油设备运行时供风量不小于 4m ³ /min·kW； ——满足本标准 6.5.1.6 规定的风速要求。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.6.1.3 条	进行了估算，矿井总风量依据采掘工作面数量等计算确定。	符合												
7	1. 进入矿井的空气不应受到有害物质的污染，主要进风风流不应直接通过采空区或塌陷区；需要通过时，应砌筑严密的通风假巷引流。主要进风巷和回风巷应经常维护，不应堆放材料和设备，应保持清洁和风流畅通。矿井排出的污风不应对矿区环境造成危害。 2.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》第 6.6.2.4、6.6.2.7、6.6.2.9 条	《初步设计》进风井围岩稳固，不通过采空区或塌陷区。采场采用局部通风设备设施通风，在巷道设有风门等通风构筑	符合												

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	3.采场开采结束后,应及时密闭采空区。并隔断影响正常通风的相关巷道。 4.风门、风桥、风窗、挡风墙等通风构筑物应由专人负责检查、维修,保持完好严密状态。主要运输巷道应设两道风门,其间距应大于一列车的长度。手动风门应与风流方向成 $80^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 的夹角,并逆风开启。		物。采空区采用胶结尾矿充填。	
8	井下硐室通风应符合下列要求: ——来自破碎硐室、主溜井等处的污风经净化处理达标后可以进入通风系统;未经净化处理达标的污风应引入回风道; ——爆破器材库应有独立的回风道; ——充电硐室空气中氢气的体积浓度不超过0.5%; ——所有机电硐室都应供给新鲜风流。	《金属非金属矿山安全规程》第6.6.2.6条;《金属非金属矿山建设项目安全设施目录(试行)》	破碎硐室、溜井污风经回风道外排;机电硐室有新鲜风流供给。属于利旧工程。	符合
9	主通风机房应设有测量风压、风量、电流、电压和轴承温度等的仪表。每班都应对通风机运转情况进行检查,并有运转记录。采用自动控制的主通风机,每两周应进行一次自控系统的检查。	《金属非金属矿山安全规程》第6.6.3.4条,《有色金属采矿设计规范》第11.5.7条	《初步设计》有此要求,属于利旧工程。	符合
10	1.掘进工作面和通风不良的工作场所,应设局部通风设施,并应有防止其被撞击破坏的措施。 2.局部通风应采用阻燃风筒。 3.停止作业且无贯穿风流的采场、独头巷道,应设栅栏和警示标志,防止人员进入。重新进入前,应进行通风并分析空气成分,确认安全后方准进入。	《金属非金属矿山安全规程》第6.6.3.5、6.6.3.6、6.6.3.8条、《有色金属采矿设计规范》第8.8.6条,《国家安监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》(原安监总管一〔2013〕101号)	《初步设计》拟在西部破碎站+470m回风井底部联络巷内安装一台FKZ-6-№11(7.5kW)辅扇、配JK58-1№4型、JK58-№4.5型局扇,以及阻燃风筒,均属于矿用产品。	符合
11	通风构筑物宜设在回风段,在进风量较大的主要阶段巷道内不应设置风窗,在高风压区不应设置自动风门。	《有色金属采矿设计规范》第11.3.1条	《初步设计》有通风构筑物设置要求。	符合

3.5.5 矿井通风能力复核

矿山所需风量,按井下同时工作的最多人数、按排尘风速分别计算,取其中最大值。

1.风量计算

(1) 按排尘风速计算矿山总需风量

采用矿井总风量的计算公式分析矿井通风能力,所需总风量改造项目各个同时工作的作业面(点)需要的最大风量之总和,同时还应考虑到矿

井漏风、生产不均衡以及风量调节不及时等因素的影响，再乘以风量备用系数，即全矿总风量按下式计算：

$$Q_{\text{矿}} = K(Q_{\text{回采}} + Q_{\text{备采}} + Q_{\text{掘进}} + \sum Q_{\text{硐室}}), \text{ m}^3/\text{s}$$

式中： Q_{t} —全矿总需风量， m^3/s ；

K ——矿井风量备用系数，取 $K=1.20\sim 1.45$ ；

$Q_{\text{回采}}$ ——回采工作面需风量， m^3/s ；

$Q_{\text{备采}}$ ——备采工作面需风量， m^3/s ；

$Q_{\text{掘进}}$ ——掘进工作面需风量， m^3/s ；

$Q_{\text{硐室}}$ ——独立通风硐室需风量， m^3/s 。

如下表：

表 3-14 风量计算表

序号	用风项目	用风点数	用风量 (m^3/s)	总需风量 (m^3/s)	备注
1	东部采区硐室型采矿工作面	8	6	48.0	
	西部采区硐室型采矿工作面	6	3.5	21.0	
	东部采区巷道型采矿工作面	4	4.5	18.0	
2	西部采区巷道型采矿工作面	9	3.0	27.0	
2	东部采区备用采矿工作面	7	2.5	12.0	
	西部采区备用采矿工作面	5	2.5	12.5	
3	东部采区掘进工作面	4	3.0	8.0	
	西部采区掘进工作面	2	3.0	6.0	
4	东部采区其他用风点	11	3.5	38.5	
	西部采区其他用风点	6	4.0	24.0	
5	合计			215.0	
6	东部采区计算风量（取内部漏风系数为 1.15、外部漏风系数 1.15，则总漏风备用系数 $K\approx 1.30$ ）			124.5	126.5
	西部采区计算风量（取内部漏风系数为 1.15、外部漏风系数 1.15，则总漏风备用系数 $K\approx 1.30$ ）			90.5	92.5
7	需风量				219.0

(2) 按井下同时工作的最多人数计算矿山供风量

矿山同时工作的最多人数，按全矿定员人数为 119 人，其中东部采区最大班下井人数 50 人，西部采区最大班下井人数 69 人；供风量按每人

4m³/min; 矿山总需风量=1.30×4×119÷60=10.31m³/s; 其中东部采区总需风量=1.30×4×50÷60=4.33m³/s; 西部采区总需风量=1.30×4×69÷60=5.98m³/s。

(3) 使用柴油设备（铲运机和汽车）时的风量计算

按公式 $q_{\text{油}}=q_0 \times N$ 。

式中： $q_{\text{油}}$ ——按单位功率计算的风量，m³/min;

q_0 ——单位功率风量指标，取 4m³/min;

N ——柴油设备按作业时间比的功率数，kW。

其中东部采区 $Q_{\text{油}}=(3 \times 58 \times 0.8 \div 60 + 6 \times 65 \times 0.8 \div 60 + 1 \times 115 \times 0.8 \div 60)$
 $=36.21\text{m}^3/\text{s}$ ，取 1.30 总漏风系数， $Q_t=47.1\text{m}^3/\text{s} \approx 48.0\text{m}^3/\text{s}$ ；西部采区 $Q_{\text{油}}=(2 \times 45 \times 0.8 \div 60 + 6 \times 65 \times 0.8 \div 60 + 1 \times 68 \times 0.8 \div 60 + 2 \times 115 \times 0.8 \div 60 + 1 \times 120 \times 0.8 \div 60 + 2 \times 213 \times 0.8 \div 60)$
 $=70.61\text{m}^3/\text{s}$ ，取 1.30 总漏风系数， $Q_t=91.80\text{m}^3/\text{s} \approx 92.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

由此可知，《初步设计》拟定矿井投产期取排尘风速计算风量值 219.0m³/s 为矿山的需风量（东、西部分别为 109.0m³/s、110.0m³/s），依万吨耗风量公式法估算矿井总风量，香炉山钨业属于中型地下矿山，矿井总风量估算值 $Q=AV=72.6 \times 2.5=181.5$ （m³/s），由此可知，《初步设计》拟定矿山的需风量 219.0m³/s，能满足矿井 2200t/d 生产能力的通风安全需要。

2. 风速复核

《初步设计》拟定风速：硐室型采场不小于 0.15m/s，巷道型采场和掘进巷道不小于 0.25m/s；电耙道和二次破碎巷道不小于 0.5m/s；破碎硐室、装矿等作业地点的风速不小于 0.2m/s；进行各作业点需风量计算，与《金属非金属矿山安全规程》相一致。

3.5.6 通风新老系统影响评价

本次技改工程利用现有的东部采区的二坑口、+616m、+620m、+630m 回风平硐口和西部采区的+630m、+560m 回风平硐口做回风井，新建+620m 进风天井，实行东、西部分区机械通风。

在本次技改工程基建期，通风任务由充分利用原有通风系统，通过完善通风设施（主要是+560m 回风平硐风机硐室内风机由现有的 K40-4-№13 型矿用轴流式风机更换为 FKZ-4-№15 型矿用轴流式风机，对断面偏小的回风井进行扩帮、开掘新进风天井以及中段通风天井、倒转回风斜井、密闭封堵原有报废巷道和采空区等），加强通风管理，能够实现矿井通风安全。

在本次技改工程开拓井巷完成后至项目试生产期间，有可能造成局部通风井巷风速超过规定、或者局部区域风量紧张或富余，或漏风、串联通风等现象，只要矿山提前制定通风网络调整方案、措施并严格执行，能够确保矿井通风安全。

在本次技改工程投入运行并正常生产阶段，对不再利用通风井巷进行封闭，或合理设置通风构筑物。因此，不会对原有通风系统造成影响。

3.5.7 通风防尘单元评价小结

（1）通过主要危险、有害因素辨识和预先危险性分析评价，通风防尘评价单元可能存在中毒窒息、触电、粉尘、噪声与振动等危险有害因素，粉尘、噪声与振动危险等级为 II，中毒窒息、触电危险等级为 III。

（2）《初步设计》采用东、西部采区分区式单翼对角抽出式机械通风系统，采用矿用通风机，符合矿山实际情况和规程规范要求。

（3）经通风系统风量能力、通风阻力等项目复核，东部+616m 回风平硐内、+630m 回风平硐内、+620m 回风平硐内、二坑口风机硐室内的

K40-4-№13 型矿用轴流式风机、西部+630m 回风平硐内的 K45-4-№13 型矿用轴流式风机，均能满足要求，可利旧。但西部+560m 回风平硐内的 K40-4-№13 型矿用轴流式风机无法满足要求，将更换为 1 台 FKZ-4-№15 型矿用节能轴流式通风机，其通风能力，满足矿井风量、风压的安全要求。

(4) 从通风网络、通风线路走向看，通风风质有保障，符合规范要求。

(5) 《初步设计》推荐通风机的备用电动机、反风装置、更换装置，能够满足矿山地下开采安全生产需要。

(6) 《初步设计》推荐的辅扇、局扇、阻燃风筒、附属设施和通风防尘安全防范措施，符合矿山实际情况和规程规范要求。

(7) 建议：

①矿山现有主通风机采用无人值守系统，但应防止通风工对该套系统产生依赖性，而疏于检查，以至于发生中毒窒息事故，江西省修水香炉山钨业有限责任公司仍须加强通风工的安全教育和安全生产责任制考核，督促通风工加强通风系统的检查、维护力度。

②江西省修水香炉山钨业有限责任公司应按《初步设计》推荐的“东部点柱、顶板、底板回采顺序为‘立面上由低到高、平面上由东南、西北两翼向中央推进、后退式回采’。顶板、底板及点柱等残矿按‘先采顶板、再采底板、点柱’的顺序进行回收。首采盘区：1#、3#、5#、7#盘区。西部采区则①沿走向上是从东到西回采，垂直走向上是从南到北回采，即由远及近后退式回采；②深部矿体为‘中段从上向下，中段间由回风侧向进风侧’。深部矿体由于配矿的需要，存在上、下盘矿体同时进行回采，则必须保证上、下盘矿体的间距大于 20m 以上，并且上、下盘矿体正对应开采的位置需错开 20m 以上。首采地段：I 盘区（16 线至 18 线）、II 盘区

（18线至20线）、III盘区（20线至22线）、IV盘区（20线至24线）以及深部+430m中段”进行回采，有利于污风有序从回风巷、回风井排出地表，如果打破上述回采顺序，或各盘区全面回采，局部通风又未及时跟进，极有可能造成污风串联，严重影响井下空气质量，危害员工职业健康安全，可能造成矽肺病，严重的中毒窒息。因此，应做好采掘充填计划，合理安排回采作业，加强局部通风，及时并规范安设局扇和风筒，将污风引入回风巷。

③江西省修水香炉山钨业有限责任公司应加强香炉山钨矿区各中段的通风构筑物日常检查和维护管理工作，加强局部通风管理，保持进风井、回风井畅通无阻，及时封堵报废的巷道，既要防止新鲜风与污风串联，又要杜绝漏风、风流短路、风量分配不均等现象。

④矿山形成通风系统、采场形成贯穿风流正确，不应进行回采作业。

3.6 供配电设施评价单元

3.6.1 主要危险、有害因素辨识

（1）触电

矿山电气设备较多，如用电管理不善，线路裸露，或接头处理不当，或接地不良，或线路短路等，易发生触电事故，因此存在触电危险因素。

（2）火灾

矿山如用电管理不善，未购置阻燃电缆，或电缆敷设不规范，或变压器失火，或电气设备遭受雷击起火，或线路短路起火等，易发生电气火灾；因此存在火灾危险因素。

（3）高处坠落

安装变配电设备或对供配电设备检修时，可能需要登高作业，因此存

在高空坠落危险。

综上所述，供配电设施评价单位可能存在触电、火灾、高空坠落等危险、有害因素。

3.6.2 供配电设施评价单元预先危险性分析

对建设项目供配电设施评价单元可能存在的危险、有害因素采用预先危险性分析法进行评价，详见表 3-15。

表 3-15 供配电设施评价单元预先危险性分析表

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
触电	1.供电安全保护设施失效，如漏电保护、接地保护等保护设施缺失或失效。 2.供电设备、用电设备、照明设施老化或使用有缺陷的电气设施。 3.非电气操作人员进行检修操作。 4.违章操作，如带电检修电气设备。	人员伤亡	III	1.完善供电安全保护设施，如漏电保护、过流保护、接地保护等，并经常检查，确保保护有效。 2.加强对电气设备、照明设施检查、维护，及时发现、处理故障，对老化、有缺陷的电气设施及时更换。 3.非电气操作人员不得进行检修操作。 4.严禁带电搬运设备等违章作业。 5.加强作业人员安全教育培训，提高人员素质。
高空坠落	1.爬杆等高处作业未佩戴安全带或安全带失效。 2.管缆井内铺设、维护电缆，未落实安全措施。 3.患有不适合高处作业的疾病，如高血压、心脏病、贫血等。	人员伤亡	III	1.爬杆等高处作业必须佩戴安全带，在使用前检查安全带是否有效，严禁使用失效、无效的安全带。 2.在管缆井内作业时，必须佩戴安全带，落实防坠落安全措施。 3.严禁安排患有高血压、心脏病、贫血等不适合高处作业的疾病人员从事高处作业。
火灾	1.用电管理不善，电气线路或设备设计不合理，无过流保护等； 2.绝缘老化或使用有缺陷的电气设施或安装存在缺陷。 3.电热器具和照明灯具形成引燃源； 4.电火花和电弧。	财产损失	II	1.井下严格选用带矿安认证的电气产品，井下严格采用阻燃电缆，井下拒绝充油电气设备； 2.建立防火制度、备足消防器材； 3.主要电气设备处及主要机房按规定配备灭火器材； 4.供电系统须有过流保护。 5.加强对电气设备、照明设施检查、维护，对老化、有缺陷的电气设施及时更换。 6.加强用电管理，电热器具和照明灯具不应在无人的情况下使用； 7.容易产生电火花部位严禁有可燃物。 8.制定火灾事故应急预案并定期演练。

3.6.3 供配电设施单元安全检查表评价

依据《矿山电力设计规范》《金属非金属矿山安全规程》编制安全检查表，供配电设施单元采用安全检查表进行符合性评价，详见表 3-16。

表 3-16 供配电设施评价单元安全检查表

检查项目	检查内容	检查依据	《初步设计》内容	备注
电源	1.1 有一级负荷的矿山企业应由双重电源供电；当一电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量应至少保证矿山企业全部一级负荷电力需求，并宜满足大型矿山企业二级负荷电力需求。 有一级负荷的井下主变(配)电所、主排水泵房变(配)电所和其他变(配)电所，应由双重电源供电。 1.2 人员提升系统、矿井主要排水系统的负荷应作为一级负荷，由双重电源供电，任一电源的容量应至少满足矿山全部一级负荷电力需求。应采取措施保证两个电源不会同时损坏。	《矿山电力设计标准》第 3.0.3.1 条、第 4.1.4.2 条；《金属非金属矿山安全规程》第 6.7.1.1 条	矿山已有香炉山 35kV 变电站目前向矿山馈出六回 10kV 线路，本工程涉及的为二、四、五号线及港口线，另拟配一套 500kW 集装箱型低压柴油发电机组作为矿山备用电源。无人员提升系统。	符合
	1.3 主变电所应符合下列规定： ——设置在爆破警戒线以外； ——距离准轨铁路不小于 40m； ——远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境； ——避开断层、滑坡、沉陷区等不良地质地带； ——地面标高应高于当地最高洪水位 0.5m 以上。 1.4 主变电所主变压器设置应遵守以下规定： ——矿山一级负荷的两个电源均需经主变压器变压时，应采用 2 台变压器； ——主变电所的主变压器为 2 台及以上时，若其中 1 台停止运行，其余变压器容量应至少保证一级负荷的供电。	《金属非金属矿山安全规程》第 5.6.1.1 (6.7.1.2)、5.6.1.2 (6.7.1.3) 条	主变电所设在香炉山 35kV 变电站，无不良现象，设有两台变压器，属于利旧工程。	符合
井下配电电压	2.1 高压网络的配电电压应不超过 10kV。矿山企业电源的供电电压宜采用 10kV~110kV；经技术经济比较确定合理时，可采用其它等级电压。当两种电压经济技术指标相差不大时，宜采用较高等级电压。高压，不超过	《金属非金属矿山安全规程》第 6.7.1.4 条；《矿山电力设计标准》第	高压网络的配电电压 10kV。	符合

检查项目	检查内容	检查依据	《初步设计》内容	备注
	35kV。矿山企业供电电压大于或等于20kV的矿山工程，矿山企业的一级配电电压宜采用10kV；经技术经济比较确定合理时，也可采用6kV或局部采用20kV及以上电压。	3.0.5~3.0.6条、第4.1.2条、第4.1.8条		
	2.2 低压网络的配电电压应不超过1140V。		低压网络的配电电压380V/220V/36V。	符合
	2.3 照明：运输巷道、井底车场应不超过220V。采掘工作面、出矿巷道、天井和天井至回采工作面之间，应不超过36V，行灯电压应不超过36V。		运输巷道、井底车场、硐室的照明电压220V。采掘工作面、出矿巷道、天井和天井至回采工作面之间的照明电压36V。	符合
	2.4 便携式电动工具（手持式电气设备）的电压应不超过127V。		偶尔使用，127V。	符合
变压器接地方式	地面中性点直接接地的变压器或发电机不应用于井下供电；井下电气设备不应接零。 向井下或露天矿采矿场和排废场供电的6kV或10kV系统不得采用中性点直接接地方式。	《矿山电力设计标准》第3.0.9.3条	供井下用电的变压器和柴油发电机均采用中性点不接地系统。	符合
	井下变、配电所的电源及供电回路设置应符合下列规定： 1.由地面引至井下主变电所和其他井下变电所的电力电缆，其总回路数不应少于两回路；当任一回路停止供电时，其余回路的供电能力应能承担井下全部负荷。 2.有一级负荷的井下主变电所、主排水泵房变电所和其他变电所，应由双重电源供电。	《金属非金属矿山安全规程》第6.5.1.3条；《矿山电力设计标准》第4.1.4	拟设两路电缆下井、两路独立的电源电缆至主排水泵房。	符合
电力电缆	1.井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。 2.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；	《金属非金属矿山安全规程》第6.7.2.1、6.7.2.2条、《矿山电力设计标准》第4.3.1条，《国家安全生产监督管理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》	东部采区拟沿二坑口及主运输巷、五坑口及主运输巷敷设WDZA-MYJY ₂₃ -8.7/15kV高压电缆下井，西部采区分别沿副平硐及西北翼斜坡道和副平硐、24#盘区运输巷及管缆井敷设一路WDZA-MYJY ₂₃ -8.7/15kV、一路WDZA-MYJY ₄₃ -8.7/15kV高压电缆下井，井下分别选择WDZA-MYJY ₂₃ -8.7/15kV、WDZA-MYJY ₄₃ -8.7/	符合

检查项目	检查内容	检查依据	《初步设计》内容	备注
	<p>—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；</p> <p>—硐室内应采用塑料护套钢带(或钢丝)铠装电缆；</p> <p>—井下信号和控制用线路应采用铠装电缆；</p> <p>—矿用橡套电缆的接地芯线不应兼作其他用途；</p> <p>—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。</p> <p>3.禁止使用非阻燃电缆(含强、弱电)。</p>		15kV 电缆,均属于阻燃电缆。	
井下变压器	<p>1.井下不应采用油浸式电气设备。</p> <p>2.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;当其中1台停止运行时,其余变压器应能承担全部负荷。</p>	《矿山电力设计标准》第4.2.2条、《金属非金属矿山安全规程》第6.7.3.1条	井下各10kV变配电硐室配KKSG-400/10、KBSG-250/10、KKSG-250/10型变压器,其中主水泵房变配电硐室配两台KKSG-250/10型变压器、其他变配电硐室配一台变压器。	符合
接地保护	井下电气装置、设备的外露可导电部分和构架及电缆的配件、接线盒、金属外皮等应接地。	《金属非金属矿山安全规程》第6.7.6.1条	拟接地。	符合
	<p>下列地点应设局部接地装置:</p> <p>——采区变电所和工作面配电点;</p> <p>——电气设备硐室;</p> <p>——单独的高压配电装置;</p> <p>——连接高压电力电缆的接线盒金属外壳。</p>	《金属非金属矿山安全规程》第6.7.6.4条	拟接地。	符合
	<p>井下电气设备保护接地系统应符合下列规定:</p> <p>——井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置应通过接地干线相互连接,构成井下总接地网;</p> <p>——需要接地的设备和局部接地极均应与接地干线连接;</p> <p>——不应将两组主接地极置于同一个水仓或集水井内;</p> <p>——移动式电气设备应采用矿用橡套电缆的接地芯线接地。</p>	《金属非金属矿山安全规程》第6.7.6.5条	有接地网设置要求。	符合
	<p>1.当任一主接地极断开时,在其余主接地极连成的接地网上任一点测得的总接地电阻,不应大于2Ω。接地线及其连接部位应设在便于检查和试验的地方。</p> <p>2.移动式电气设备与接地网之间</p>	《金属非金属矿山安全规程》第6.7.6.10、6.7.6.11条	要求总接地电阻不得超过2Ω(移动有电设备:1Ω)。	符合

检查项目	检查内容	检查依据	《初步设计》内容	备注
	的保护接地线电阻应不大于 1Ω 。			
继电保护	1.井下主变(配)电所和直接从地面受电的其他变(配)电所电源进线、母线分段及馈出线应装设断路器。 2.从井下变配电所引出的低压馈出线应装设带有过电流保护的断路器,且被保护线路末端的最小短路电流不应低于断路器瞬时或短延时脱扣器整定电流的 1.5 倍。	《矿山电力设计标准》第 4.2.3 条;《金属非金属矿山安全规程》第 6.7.3.3 条	10.0kV 线路设电流速断、过电流、短充保护,备自投;过负荷保护;单相接地保护。 10.0kV 配电变压器设电流速断、过电流、温度保护、单相接地保护、开柜门断电保护。	符合
照明	1.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。 2.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。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.7.5.1、6.7.5.2 条	拟设照明。	符合

3.6.4 供配电设施新老系统影响评价

香炉山钨矿在依然以香炉山 35kV 变电站(设有 4000kVA、5000kVA 主变压器各 1 台)主供电电源,向矿山馈出六回 10kV 线路,本工程涉及的为二、四、五号线及港口线,分别采用 LGJ-35、LGJ-50、LGJ-70、LGJ-70+YJV70 型架空线和电缆,向二坑口变电所、五坑口变电所、东部通风机 10kV 变电所、东部压风机变电所、充填站、西部+630m 通风机变电所、西部压风机房 10kV 变电所等供电,再由上述变电所敷设电缆分别向地面、井下供电,其中井下采用 IT 系统(中性点不接地系统)、地面采用 TN-C-S 系统(中性点接地系统),属于利旧工程;本次技改工程建设时,将充填及二坑口变电所改由二号线供电,新建架空线路规格为 $3\times\text{JKLYJ-10kV } 50\text{mm}^2$,线路长度约 3km;将四号线架空段线路规格改为 $3\times\text{JKLYJ-10kV } 150\text{mm}^2$;在地表新设 500kW 集装箱型低压柴油发电机组一套,经升压变压器升压至 10kV 后向+350m 水泵房提供备用 10kV 电源。同时,西部分别在井下原采区变电

硐室附近新设主变配电硐室、在 20#盘区运输巷附近新设一个采区变电硐室、在西部+560m 通风机硐室旁新设低压配电硐室，在+430m 中段新建一个采区变电硐室，西部+380m 破碎变电硐室一回 10kV 电源线路更换为 WDZA-MYJY₂₃-8.7/15kV 3×50mm²，硐室内变压器利旧，高低压开关柜及无功补偿柜均更换为矿用型；在+350m 中段水泵房旁设变配电硐室。更换、新增供配电设施，并不会给原有供配电设施带来不利影响，通过上述优化调整、补充完善，是在现有供配电系统的基础上井下优化和提升，更有利于香炉山钨业管理供配电系统。香炉山钨矿各硐口相距较远，新供配电设施应能满足用电负荷、覆盖到各电气设备上。

3.6.5 供配电设施单元评价小结

(1) 通过主要危险、有害因素辨识和预先危险性分析评价，供配电设施评价单元可能存在触电、火灾、高处坠落等危险有害因素，火灾危险等级为 II，触电、高处坠落危险等级为 III。

(2) 矿区内已由香炉山 35kV 变电站馈出供电线路作为矿山主电源；另外新增一套 500kW 集装箱型低压柴油发电机组作为矿山备用电源。经复核，备用电源满足井下水泵、照明负荷的需要，一级负荷（井下水泵、照明）供电能力有保障。

(3) 《初步设计》的双电源双回路供配电方案、防雷接地、供配电电压、电气防护措施等，均符合规程规范要求。

(4) 《初步设计》推荐的井下变压器为干式变压器、供电电缆为阻燃电缆，均符合规程规范要求。

(5) 《初步设计》推荐的照明方案，符合规程规范要求。

(6) 《初步设计》尚存在新增柴油发电机组安设位置不详，以及与其

对应的升压变压器型号规格不详，安全设施设计时，应予以补充。

(7) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司应规范架设高压、低压、弱电电缆线路，并按每隔一定距离和在分路点上，应悬挂注明编号、用途、电压、型号、规格、起止地点等内容的标志牌。

(8) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司应加强电气设备的日常安全管理，建立设备明细台账（注明设备型号规格、数量、安装部位、生产厂家、出厂日期、使用日期等），加强电气设备的检查（如实行点检制、电气设备专项检查制度等）、维护保养工作；对设备使用（如提升机工、通风机工、水泵工、空压机工等）、维护（如钳工、电工、电氧焊工等）、检查（如电工、机电员、安全员等）人员加强安全教育培训，督促其正确使用、维护电气设备，确保电气设备正常、安全、有效运行。

3.7 防排水与防灭火单元

3.7.1 主要危险、有害因素辨识

(1) 水害

香炉山钨矿矿坑充水的主要因素为大气降水沿裂隙渗入寒武系中统杨柳岗组泥质灰岩形成岩溶裂隙水，加之遗留有少量采空区。若排水系统不完善、或管理不善，矿井水不能有效排出矿坑，或采矿贯通地表或贯穿老窿水，有可能造成透水、淹井事故。

因此，存在水害危险因素。

(2) 物体打击

安装、搬运排水设备零配件时，可能产生物体打击。

(3) 机械伤害

水泵电机的旋转部位无防护罩，容易造成机械伤害。香炉山钨矿区存

在机械伤害。

(4) 触电

排水设备用电管理不善或供电保护缺失，造成触电伤害。

(5) 淹溺

矿山地表需设高位消防供水池，井下须设水仓，防护设施欠缺或失效，或无安全警示牌，人员一旦误入其中，极易造成淹溺事故。

(6) 高处坠落

排水泵房吸水井为立井，坠落高度大于 2m，水泵房第二安全出口顶部一般高出泵房地面 7.0m 以上，意外坠落高度大于 2m，存在高处坠落危险因素。

(7) 火灾

矿井开采矿体为钨矿体，属不燃矿体，开采过程中不存在矿体自燃的内因火灾。但在开采过程中井下有内燃设备、设备维修硐室、电气设备等，存在外因火灾危险因素，因此存在火灾危险因素。

综上分析，防排水与防灭火单元有机械伤害、触电、水害、淹溺、高处坠落、火灾等危险因素。

3.7.2 防排水与防灭火评价单元预先危险性分析

对建设项目防排水与防灭火单元可能存在的危险、有害因素采用预先危险性分析法进行评价，详见表 3-17。

表 3-17 防排水与防灭火单元预先危险性分析

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
透水	1.采掘过程未探水或探水工艺不合理； 2.采掘过程中突然遇到含水的地质构造； 3.爆破时揭露水体；	人员伤亡 财产损失	III ~ IV	1.设置截水沟等措施防止地表水流入采场； 2.有用的钻孔和各种通地表出口，必须妥善进行防水处理，报废的钻孔和各种出口必须严密封闭； 3.井口应采取防洪措施；

	4.地压活动揭露水体； 5.巷道、工作面 and 地表水体内外连通； 6.无合理的疏水、导水措施； 7.排水能力不足； 8.没有发现突水征兆； 9.降雨量突然增大； 10.排水系统未采用双回路供电电源； 11.排洪系统未采用双回路管路。			4.按规定完善排水系统；排水系统采用双回路供电电源、双回路管路。 5.采矿过程中遇到断层、破碎带或富水带时，要超前探水； 6.查清矿井水的来源，掌握矿区水系及其运动规律； 7.加强地下水情监测； 8.按要求有足够容量的水仓，并及时清理水仓及排水工程内的淤积泥沙； 9.编制防水措施和实施计划； 10.制定水灾应急预案并定期演练。
其他	排水设备、设施故障。	局部淹井	II	加强排水设备、设施及期供电系统的检查、维护，及时消除设备故障。
机械伤害	1.排水泵传动部位无防护设施，或设施损坏； 2.水泵安装、检修、搬运过程中操作不当，造成扎伤、挤伤等机械伤害。	人员受伤	II	1.排水泵传动部位设置防护罩，并经常检查，确保防护罩完好； 2.加强水泵安装、检修、搬运过程中安全管理，严格操作要求，规范操作。
触电	1.用电保护缺失； 2.供电线路破损； 3.违规操作。	人员伤亡	III	1.水泵供电必须有漏电保护、过流过载保护、接地保护等保护系统； 2.严禁明接头，控制开关严禁使用明闸刀，根据设备电机功率，选择适宜的开关，如空气开关或真空开关； 3.经常检查供电线路，发现供电线路破损，须及时处理； 4.严格用电管理，对水泵开关、供电线路进行检修时，必须由取得相应电工操作资格证的专职电工进行操作，严禁违章带电作业。
淹溺	1.地表消防供水池无防护设施、安全警示标志； 2.井下水仓入口未设置安全警示标志。	人员伤亡	III	1.地表消防供水池设置隔离栅栏，揭示安全警示标志； 2.井下水仓入口设置安全警示标志。
高处坠落	1.地表消防供水池无防护设施、安全警示标志； 2.井下吸水井口无防护设施、安全警示标志。	人员伤亡	III	1.地表消防供水池设置隔离栅栏，揭示安全警示标志； 2.井下吸水井口设置隔离栅栏，揭示安全警示标志。
噪声与振动	水泵运转产生噪声与振动	人员健康受损	II	1.作业人员采取防护措施； 2.采用加减振垫或设隔音间等减振、降噪措施； 3.缩短作业时间。
火灾	1.进风井口工业场无防火带； 2.进风井等井巷采用可燃性材料支护； 3.内燃设备电气线路故障； 4.井下设备维修硐室内检修用的机油、柴油、棉纱等易燃物品管理不当； 5.供电系统无过流、断路保护，造成过流、断路电气火灾。 6.使用非阻燃胶带，胶带输送	设备损坏 人员伤亡	III	1.进风井口工业场不得堆置可燃性材料，有可能发生山火的工业场地应设置防火带； 2.进风井等井巷采用非燃性材料支护或裸巷。 3.加强对内燃柴油设备的日常检查、保养，确保设备完好，并配备车载灭火器。 4.加强对井下设备维修硐室防火管理，设备维修硐室采用不燃性材料支护，机油、柴油妥善保管，棉纱等其他易燃物品放入带盖的铁桶内储存； 5.井下机电硐室采用不燃性材料支护。

	机打滑、满仓。			6.使用阻燃风筒、阻燃胶带，胶带输送机案卷防滑、跑偏、满仓保护装置，并加强检查、维护。 7.加强供电保护，经常检查供电系统的过流、过载、短路保护是否有效，动作是否灵敏。 8.井下机电硐室、设备维修硐室及地面机房等重要场配备灭火器材，地面工业场地、办公楼设置消防供水系统及灭火栓。完善井下消防供水管路、消防供水阀门。
中毒窒息	1.井下火灾产生大量有毒气体； 2.火焰燃烧了空气中的大量氧气，使得灾区空气中氧气含量急剧下降； 3.通风不良； 4.人员无防护措施。	人员伤亡	III	1.井下各种油类应单独存放于安全地点； 2.及时处理废弃的易燃物； 3.完善通风系统，主扇应有使矿井风流在 10 分钟内反向的措施； 4.设备硐室应配备灭火器材； 5.建立防火管理制度，选用阻燃电缆； 6.井下主要硐室应有消防水管； 7.制定火灾应急预案，并进行演练。

3.7.3 防排与防灭火单元安全检查表评价

依据《金属非金属矿山安全规程》编制安全检查表，对防排水与防灭火单元进行符合性评价，详见表 3-18。

表 3-18 防排水与防灭火单元安全检查表

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
1	1.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。 2.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。 3.对积水的旧井巷、老采区、流砂层、各类地表水体、沼泽、强含水层、强岩溶带等不安全地带，如不能采取疏放水措施保证开采安全，应留设安全矿(岩)柱。防治水设计应确定安全矿(岩)柱的尺寸，在设计规定的保留期内不应开采或破坏安全矿(岩)柱。在上述区域附近开采时应采取预防突然涌水的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.8.2.1、6.8.3.1、6.8.3.2 条	地质资料基本查明矿区地表、井下水文地质情况。拟定了防水、排水系统。	符合
2	矿井(竖井、斜井、平硐等)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。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.8.2.3 条	矿井工业场地均位于山坡上，井口最低标高为 +380.0m，高于矿区历史最高洪水位+272m。	符合
3	1.矿区及其附近的地表水或大气降水有可	《金属非金属	各井口周围设排水沟，	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	能危及井下安全时,应根据具体情况采取设 防洪堤、截水沟、封闭溶洞或报废的矿井和 钻孔、留设防水矿柱等防范措施。 2.矿石、废石和其他堆积物不应堵塞山洪通 道,不应淤塞沟渠和河道。	属《矿山安全 规程》第 6.8.2.5、 6.8.2.6条	原矿、废石等都合理堆 放,未堵塞沟渠、河道。	
4	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》第 6.8.4.1条	+350.0m中段设内外两 条水仓,长度各50.0m, 总容积400.0m ³ 。开采至 +350.0m时正常涌水量 897.0m ³ 。	符合
5	1.矿山井下最低中段的主水泵房和变电所的进 口应装设防水门,防水门压力等级不低于 0.1MPa。水仓与水泵房之间应隔开,隔墙、水 仓与配水井之间的配水阀的压力等级应与防水 门相同。 2.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。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。	《金属非金属 矿山安全 规程》第6.8.3.3 条、第6.8.4.2 条,《金属非 金属矿山建设 项目安全设施 目录(试行)》	《初步设计》有主 水泵房两个安全出 口、防水门的设置 要求。	符合
6	1.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。 2.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》 第6.8.4.3、 6.8.4.4条	拟在+350.0m水 泵房选用3台 MD85-45×3型水 泵。选2趟 φ140×4mm无缝 钢管沿管缆井敷 设。	符合,但 排水管选 型有出 入,宜调 整。
7	应结合井下供水系统设计井下消防管 路。	《金属非金属矿 山安全规程》第 6.9.1.2条	井下消防和供水施救系统用 水由高位水池供给,共用生产 供水管道,供水主管为 D108×6mm钢管。	符合
8	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	《金属非金属矿 山安全规程》第 6.9.1.3条	《初步设计》有消火栓设置要 求。	符合

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
	修硐室。			
9	井下消防系统应符合下列规定： ——井下消防供水水池应能服务井下所有作业地点，水池容积不小于 200m ³ ； ——消火栓栓口动压力应为 0.25MPa~0.5MPa。供水系统压力过大时应采取减压措施； ——消火栓最不利点的水枪充实水柱不小于 7m； ——消防主管管内径不小于 80mm。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.9.1.5 条	东、西部采区采用分区供水，自流输送：地面标高 +780m 高位水池，容量 250m ³ ，供东部采区生产用水；在四选厂药剂房地面标高 +620m 建高位水池，容量 500m ³ ，供西部采区生产用水。	符合
10	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。	《金属非金属矿山安全规程》第 6.9.1.7 条	在东部 1#主变配电硐室、东部 2#主变配电硐室、西部主变配电硐室、西部采区变电硐室、+430m 中段采区变电硐室，至少配置 2 具 MF/ABC4 型灭火器。在井下内燃设备通行频繁的南部主斜坡道分 6 个点设置 12 具灭火器。	符合

3.7.4 防排水与防灭火新老系统影响评价

依《初步设计》，香炉山钨矿现利用东、西部分区自流排水。东部井下涌水汇集至四坑口巷道水沟，经四坑口巷道排水沟流出地表；西部井下涌水汇集至 24 线 +430m 巷道水沟，经 +430m 巷道排水沟自流至 +406m 副平硐沉淀池，再自流至阳坳尾矿库废水处理站，经处理达标后外排。本次技改工程将在四坑口附近新掘一个泄水天井，东部涌水先经排水沟自流至泄水天井，经泄水天井自流至西部排水沟，与西部涌水一同自流至 +406m 副平硐沉淀池，再自流至阳坳尾矿库废水处理站，经处理达标后外排。由于在开采东部 1#盘区顶板时，部分区域标高较低无法进行自流排水，本次在东部 1#盘区低洼区域设集水坑，并配 QW50-22-7.5 潜水泵（功率 11kW）将该处涌水辅助抽排至附近巷道排水沟，再自流汇入 +430m 巷道排水沟。利用 +350m 井底排水系统一次性机械排水。既优化、弥补了原有平硐自流排水方式和不足，又新增了排水系统，新、旧排水系统无不良影响。

矿山现设有 2 个高位水池，东、西部采区采用分区供水，自流输送：地面标高+780m 高位水池，容量 250m³，供东部采区生产用水；在四选厂药剂房地面标高+620m 建高位水池，容量 500m³，供西部采区生产用水。供水施救管路与消防管路、采矿生产用水共用一套管路，通过闸阀控制。属于利旧工程、设备设施。

本次技改工程，东部供水主（支）管均更换为 $\phi 108 \times 4$ 无缝钢管，并在斜坡道和主要运输巷道内每隔 100m 新增消火栓箱（包含水枪、水带）。在西部主平硐内新增一趟 $\phi 108 \times 4$ 供水主管，从西北翼斜坡道接出，沿人行天井敷设至主平硐。深部开采时，新增一趟生产供水管路，从西部 24 线运输巷道供水主管接出，沿斜坡道敷设至井下各中段用水点。各中段支管与主供水管的管径、管材一致。主要运输巷道、斜坡道及主平硐内供水管路设减压阀，深部开采时，新增斜坡道和主要运输巷道内每隔 100m 新增消火栓箱（包含水枪、水带）。

新、旧防灭火系统无不良影响。

3.7.5 防排水与防灭火单元评价小结

（1）通过主要危险、有害因素辨识和预先危险性分析，防排水与防灭火评价单元存在透水、淹溺、触电、机械伤害、高处坠落、火灾、中毒窒息、噪声与振动、其他等危险有害因素，其中透水危险等级为 III~IV；触电、高处坠落、淹溺、火灾、中毒窒息的危险等级为 III；机械伤害、噪声与振动、其他的危险等级为 II。

（2）香炉山钨矿矿床水文地质条件属简单类型，五坑口、副平硐硐口为工业场地，设有空压机房、变配电室、值班室和办公楼及员工宿舍等生产生活设施，地面标高分别为+621.16m、+406.0m，香炉山钨矿矿区洞下河

标高最低+260.0m，矿区历史最高洪水位+272m，因此，按一般气象规律，井口及工业场地不在洪水淹没范围。《初步设计》拟采取修筑排水沟等设施防止地表水下井，原有的排水系统继续沿用和优化，对井下构建水泵房、水仓，安装水泵、排水管等排水设施，这些防治水设施及措施符合有关安全生产规程规范的规定。

(3) 排水系统校核

香炉山钨矿+430m 中段以上坑道涌水利用平硐自然排水，+430m 标高以下坑道采用机械排水疏干。

①排水泵选型合理性分析

拟取+350m 中段正常涌水量 $897\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量 $1196\text{m}^3/\text{h}$ ；井下采场用水量 $62\text{m}^3/\text{d}$ ($2.583\text{m}^3/\text{h}$)，充填泌水量 $18\text{m}^3/\text{d}$ ($0.75\text{m}^3/\text{h}$)，拟选用 3 台 MD85-45×3 型水泵（额定扬程 135m，流量 $85\text{m}^3/\text{h}$ ）、两路 $\phi 140\times 4$ 无缝钢管进行校核。

正常涌水单台水泵排水时间： $H_{Q_{\text{正常}}} = (897+2.583+0.75) / 85 = 10.6$ (h)，

最大涌水 2 台水泵排水时间： $H_{Q_{\text{最大}}} = (1196+2.583+0.75) / 85 \times 2 = 7.05$ (h)，

水泵所需扬程能力： $H = 1.1 \times (80+6.0) = 94.6$ (m)，取 95m 后再加 1m，实际所需扬程 96m。

可知 1 台 MD85-45×3 型水泵工作 10.6h 排完矿井 24h 正常涌水量，2 台 MD85-45×3 型水泵同时工作 7.05h 排完矿井 24h 最大涌水量，均符合排水安全要求，且额定扬程 $H = 135\text{m} > 96\text{m}$ 。因此，水泵选型合理。

②排水管选择合理性分析

a. 排水管直径

$$D_g = 0.0188 (Q/V_d)^{1/2} = 0.0188 (85/1.5 \sim 85/2.2)^{1/2} = 0.142 \sim 0.117 \text{ (m)}$$

取 $D_g = 130\text{mm}$ 。

b. 排水管壁厚计算

采用公式 $\delta = 0.5d_p \times \left(\sqrt{\frac{\sigma_z + 0.4P}{\sigma_z - 1.3P}} - 1 \right) + a$ 计算排水管壁厚，

式中： δ ——管壁厚度，mm；

d_p ——排水管内径，mm；

P ——水管内部工作压力， $P = 0.011 \times 80 = 0.88\text{MPa}$ ；

σ_z ——管材许用应力，无缝钢管 $\sigma_z = 80\text{MPa}$ ，焊接钢管 $\sigma_z = 60\text{MPa}$ ；

a ——考虑管路受腐蚀及管路制造误差时的附加厚度，无缝钢管取 1~2mm，焊接钢管取 2mm。

$\delta = 3\text{mm}$ ，取 4mm。

故选 $\phi 140 \times 4$ 无缝钢管能排水，但管径有点偏大，不尽合理。

(4) 《初步设计》提出的井下消防供水系统、地面配电室消防器材配置等消防措施，符合有关要求。

(5) 《初步设计》尚存在下列问题或建议：

① 《初步设计》对 +350m 中段的水仓与水泵房之间的衔接结构未明确，应在安全设施设计时予以明确。

② 《初步设计》未明确水泵应选用矿用标志产品，且排水管之间连接方式不明确，应在安全设施设计时予以明确。

③ 《初步设计》在水泵选型计算表中排水管道管径为 130mm，文本描述为 140mm，可能是笔误，应在安全设施设计时予以调整。

④ 《初步设计》推荐建自动化排水系统，但应防止水泵工对该套系统产生依赖性，而疏于检查，以至于发生淹井事件（事故），江西省修水香

炉山钨业有限责任公司仍须加强水泵工安全教育和安全生产责任制考核，督促水泵工加强排水系统的检查、维护力度。

⑤不定期检查泄水孔、水仓进水口（包括充填泌水沉淀池）的拦渣格栅，及时清理巷道排水沟、沉淀池、拦渣格栅前、水仓内的块石、泥浆。

3.8 安全避险“六大系统”评价单元

香炉山钨矿原有一套井下安全避险“六大系统”，建设了调度中心机房及大屏幕显示系统，形成了完整的井下工业环网。本次安全避险“六大系统”设计与已建立的系统统筹考虑，在已有井下环网的基础上进行延伸，利用原矿山监控中心，与现有系统做好对接，统一监控，运行状况良好。

虽本次技改工程考虑了本次安全避险“六大系统”与已建立的系统统筹，但安全避险“六大系统”设计单位提供的产品可能不一致，主要是软件开发系统及其电子产品，两者之间能否兼容、合并，江西省修水香炉山钨业有限责任公司应咨询、对比清楚，宜同一家产品和服务为佳。在本次技改工程增设的安全避险“六大系统”建成前，原有系统仍需维护好，保持正常运行。

3.8.1 压风自救系统预先危险性分析

对建设项目压风系统存在的危险、有害因素采用预先危险性分析法进行评价，分析结果见表 3-19。

表 3-19 压风自救系统预先危险性分析

危险有害因素	原因	结果	危险等级	对策措施
容器爆炸	1.气缸空气受到压缩后产生高温、高压排气温度高。 2.风包、风阀和管道的润滑油在高温高压下加剧氧化形成积炭附在金属表面和风阀上，	人员伤亡	III	1.降低吸气温度，特别是要减少风阀漏气对吸气温度的影响。 2.提高冷却效果。 3.严格执行安全操作规程。 4.排气温度要设温度表监视，不得超过规定。空压机的排气温度，单缸空压机不得超过190℃，双缸不得超过160℃。

	积炭本身是易燃物，温度升高到一定程度就可能引起燃烧；在运转过程中，机械的撞击或压缩空气中固体微粒通过汽缸等处时，会因摩擦放电而产生火花，引起沉积在这些部位的积炭的燃烧爆炸。			5.冷却水不得中断，出水温度不超过40℃，并应有断水保护或断水信号。 6.汽缸要使用专用的润滑油，其闪点不得低于215℃。 7.安全阀和压力调解器必须动作可靠，压力表指示准确。 8.风阀要加强维护，定期清洗积炭，消除漏气。 9.风包内的油垢要定期清除，风包出口应加装释压阀。 10.气缸水套及冷却器要定期清理，去除水垢，要改善冷却水质，避免结垢。
触电	电器和设备接地不良或电源接头不良	人员伤亡	III	经常检查电器和设备接地情况。
机械伤害	人员触及设备转动部件	人员伤亡	I	设备转动部件加防护罩。

3.8.2 安全检查表分析法

依据《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》等编制安全检查表,对井下安全避险“六大系统”单元进行符合性评价，详见表 3-20。

表 3-20 安全避险“六大系统”单元安全检查表

序号	检查内容	依据标准	《初步设计》内容	评价结果
1	监测监控系统	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》	拟增设 CO、风速传感器和主扇、局扇开停传感器以及水位传感器。拟设 4 组钻孔应力计、增设 12 道微震监测、28 个地压观测点及 10 个传感器。	符合
1.1	视频监控	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》	拟增设视频监控摄像头 10 个。	符合
1.2	有毒气体监测	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》《金属非金属矿山在用主通风机系统安全检验规范》	拟配 52 台便携式复合气体检测报警器。	符合
2	通信联络系统	《金属非金属地下矿山通讯联络系统建设规范》《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》	拟设两条通讯电缆，配电话。	符合
3	紧急避险系统	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》	拟配 278 台 YZ-45 型压缩氧自救器，设安全出口、避灾线路图。	符合
4	压风自救系统	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》	西部深部开采时新增一趟供气管路，各中段增设 ZYJ-M6 型压风、供水自救装置。在中段和分段进风巷道及采、掘巷道的压风管道上安设一组三通及阀门。	符合
5	供水施救系统	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》	主管和中段支管均采用φ108×4 无缝钢管，各中段设置减压阀和 ZYJ-M6 型压风、供水自救装置。	符合
6	人员定位系统	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》	拟新增 30 处人员定位基站，发放 278 张人员定位标示卡。	符合

3.8.3 安全避险“六大系统”单元评价结论

(1) 经预先危险性分析香炉山钨矿井下安全避险“六大系统”单元中的压风自救系统有容器爆炸、触电、机械伤害共 3 种危险因素，其中容器爆炸、触电的危险程度为 III 级，机械伤害的危险程度为 I 级。

(2) 《初步设计》对香炉山钨矿建设的监测监控系统、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进行了描述，符合《关于切实加强金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设的通知》及“六大系统”建设的有关规范等要求，江西省修水香炉山钨业有限责任公司应请有资质单位进行安全避险“六大系统”设计、安装、调试、培训以及后续维护、跟踪服务。

(3) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司应建立健全人员出入井管理和领导带班制度以及安全避险“六大系统”运行维护管理制度，加强人员出入井的管理，严格执行出入井登记、挂牌制度，做好安全避险“六大系统”检查、运行、维护记录。

(4) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司应督促员工正确使用自救器、便携式气体检测报警仪。

3.9 安全管理单元

3.9.1 安全检查表评价

建设项目为扩建项目，《初步设计》对建设项目的安全管理机构、管理制度、管理人员、人员培训、安全投入等作了相应的要求。依据《初步设计》内容及矿山企业管理现状进行符合性评价。

依据《中华人民共和国安全生产法》《金属非金属矿山安全规程》等国家法律、法规、规范性文件编制安全检查表进行评价，详见表 3-21。

表 3-21 安全管理单元安全检查表评价

序号	评价内容	评价依据	检查情况	评价结果
1	安全管理机构			
1.1	管理机构设置	《安全生产法》第二十一条、《金属非金属矿山安全规程》第 4.2 条	有矿山安全管理机构。	符合
1.2	管理人员配备	《安全生产法》第二十一条、《金属非金属矿山安全规程》第 4.2 条	配有安全管理人员名。	符合
2	安全管理制度			
2.1	应建立以下管理制度： 1.安全例会制度； 2.安全检查制度； 3.安全教育培训制度； 4.职业危害预防制度； 5.生产安全事故管理制度； 6.重大危险源监控和安全隐患整改制度； 7.设备设施安全管理制度； 8.安全生产奖惩制度； 9.安全目标管理制度； 10.重大危险源和事故隐患排查与整改制度； 11.应急管理制度； 12.安全生产档案管理制度； 13.劳动防护用品管理制度； 14.图纸技术资料更新制度； 15.安全生产档案管理制度； 16.安全技术措施专项费用撮和管理制度； 17.特种作业人员管理制度。	《安全生产法》第十八条、《非煤矿山安全生产许可证实施办法》第六条、《金属非金属矿山安全规程》第 4.1 条	有安全管理制度，仍需完善。	符合
2.2	建立健全各部门、岗位安全生产责任制	《安全生产法》第十八条、《金属非金属矿山安全规程》第 4.1 条	有安全生产责任制，仍需完善。	符合
3	安全技术管理			
3.1	图纸	《金属非金属矿山安全规程》第 4.16 条	未做要求。	不符合
3.2	操作规程	《安全生产法》第十八条	有操作规程，仍需完善。	符合
4	人员素质			
4.1	矿山主要负责人具备安全生产知识和管理能力；	《安全生产法》第二十四条、《金属非金属矿山安全规程》第 4.4 条	有要求。	符合
4.2	专职安全管理人员的具备相应安全生产知识和管理能力；			
4.3	所有从业人员应经“三级”安全教育，并经考核合格后，方可上岗作业。地下矿山新员工上岗前不少于 72 学时；	均符合要求。	左述内容。	符合
4.4	定期组织实施全员安全再教育，每年不少于 20 学时。开展班组安全活动，并建立记录；			
4.5	调换工程或岗位的人员，应进行新工种、岗位上岗前的安全操作培训；			

序号	评价内容	评价依据	检查情况	评价结果
4.6	采用新技术、新工艺、新材料和新设备的人员应进行相应安全知识、操作技能培训合格后方可上岗作业；			
4.7	作业人员的安全教育培训和考核结果应有记录，并存档；			
4.8	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	《安全生产法》第二十七条		
5	安全投入			
5.1	有安全投入、使用计划。	《安全生产法》第二十条	有投入。	符合
5.2	提取安全技术措施经费符合安全生产要求。	《安全生产法》第十八条		
5.3	安全技术措施经费做到专款专用	《安全生产法》第二十条		
6	安全检查			
6.1	开展定期、不定期和专项安全检查；	《安全生产法》第四十三条	有记录。	符合
6.2	保留安全检查记录、隐患整改记录；	《安全生产法》第四十三条 《江西省生产安全事故隐患排查治理办法》		
7	工伤保险			
7.1	依法为员工缴纳工伤保险；	《安全生产法》第四十八条	未明确。	不符合
7.2	在全省矿山、危险化学品、烟花爆竹、交通运输、建筑施工、民用爆炸物品、金属冶炼等高危行业企业强制实施安责险制度，做到企业全覆盖；高危行业企业投保安全生产责任险应当覆盖全体从业人员，做到从业人员应保尽保，到期后按规定及时续保。	《江西省安全生产委员会关于在全省高危行业领域实施安全生产责任保险制度的指导意见》	已参保。	
8	应急管理			
8.1	生产经营单位应当制定本单位生产安全事故应急救援预案，与所在地县级以上地方人民政府组织制定的生产安全事故应急救援预案相衔接，并定期组织演练。	《安全生产法》第七十四条	有预案，已备案，仍需完善。	符合

3.9.2 管理单元评价结论

建设项目为扩建项目，江西省修水香炉山钨业有限责任公司从矿山安全管理实际情况出发，按安全生产法律法规、规程规范的有关要求，建立健全了安全管理机构、安全管理规章制度、安全生产岗位责任制、应急预案，配备相应的安全生产管理人员、特种作业人员，加强了从业人员的安全教育培训，保障安全投入，能够满足矿山安全生产条件。

江西省修水香炉山钨业有限责任公司应根据现行的安全生产法律法

规、标准规范和矿山建设实际情况，及时修订、完善安全管理规章制度、岗位责任制、操作规程和应急预案，增加安全管理人员，并经培训、考试合格，取得任职资格证书；或招聘金属非金属矿山专业技术人员和注册安全工程师，为企业安全生产服务。应按《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》《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》要求，配齐管理人员和安全管理人员以及注册安全工程师。同时，依法为员工缴纳工伤保险、安全生产责任险，定期开展各类型生产安全事故应急救援演练活动，及时更新矿山图纸。

3.10 重大危险源辨识单元

依据《危险化学品重大危险源辨识》，重大危险源辨识适用于生产、储存、使用和经营危险化学品的生产经营单位，不适用于：

- ①核设施和加工放射性物质的工厂，但这些设施和工厂中处理非放射性物质的部门除外；
- ②军事设施；
- ③采矿业，但涉及危险化学品的加工工艺及储存活动除外；
- ④危险化学品的厂外运输（包括铁路、道路、水路、航空、管道等运输方式；
- ⑤海上石油天然气开采活动。

江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程以开采钨矿资源为主，地面设有民用爆炸物品储存库，井下均无爆破器材库，库内设有炸药库 1 座，核定存储工业炸药 5t（含 10000m 导爆管），雷管库 1 座，核定存储工业雷管量 2 万发。

依据《危险化学品重大危险源辨识》，地面设有民用爆炸物品储存库存放的炸药、雷管均未超过临界量，达不到《危险化学品重大危险源辨识》中规定的重大危险源，加之《国家安全监管总局关于宣布失效一批安全生产文件的通知》（安监总办〔2016〕13号）已将《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》文件宣布失效，故江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程不存在重大危险源。

4 安全对策措施建议

安全对策措施是要求设计单位、建设单位、施工单位、监理单位在建设项目设计、施工、监理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，是预防事故和保障整个生产过程安全的对策措施。

4.1 《初步设计》已有的安全措施

4.1.1 采掘作业安全技术措施

1.推荐采用科学合理的充填采矿法开采，同时，要求对已经开采形成的老采空区及时进行充填处理，以减缓或防止矿床开采导致的地表沉降、塌陷等地质灾害。

2.矿山建设应严格按矿山设计要求合理布局，规范开采，防止乱采乱挖，造成资源浪费和安全隐患。

3.为了避免可能发生的灾害，需要系统观测有关部位的岩石的应力和应变，以及地形变化，并对灾害及时预报和采取防治措施。

4.采用充填采矿法对东部顶板、底板、点柱进行残矿回收，能够有效减小围岩冒落，防止地表塌陷。预期未来开采活动对地表移动影响和生态影响较小。

5.矿山目前采用微震监测技术对生产过程中的地压灾害进行实时监测预警，给出了井下微震预警阈值分区结果，实现了目前无一起地压安全事故的发生，保证了矿山的安全生产，创造了巨大的经济和社会效益。建议在今后的生产过程中，矿山在后续的采空区治理和残矿回收过程中继续加强地压监测和管理。

6.对围岩不稳固地段的井巷设计采取有效的支护加固措施。

7.沿岩石移动监测范围界线周边设置醒目的安全警示标志，防止人员、

牲畜误入。

4.1.2 爆破作业安全措施

①井下爆破作业在放炮前应设置灯光、音响信号和警戒，树立醒目标志，以防止人员误入；严格按照设计设置爆破警戒。爆破前，撤离人员和设备至安全地带等。

②井下爆破后首先进行充分通风，通风时间不少于 30min，爆破通风后经检查确定安全之后，方准作业人员进入爆破区作业。

③井下独头巷道掘进爆破时，应保持工作面与新鲜风流巷道之间的畅通；爆破后，工作面必须经过通风、洒水、处理浮石（或清扫井圈）和处理盲炮后，才可进行装岩作业。

④爆破作业人员必须经过爆破技术培训和专业安全教育，掌握安全操作方法和了解爆破安全规程，经考试合格后持证上岗。

⑤矿山需编制符合现场实际的爆破施工组织设计，选择合理的爆破参数。

⑥装药前对爆破器材进行严格的质量检查，防止使用不符合要求的爆破器材。

⑦爆破后，检查有无拒爆或半爆现象。如果发现有拒爆药包或对是否全爆有怀疑时，应先设警戒，经处理后警戒才能解除；如发现盲炮，应采取安全处理方法。爆前、爆后都必须采取喷雾洒水措施。

⑧规模较大的爆破作业，应制定有效的安全措施，报主管矿长批准。

⑨每次爆破后必须做好爆破记录及爆破总结，应整理归档。

⑩严格按照《爆破安全规程》要求对爆破器材进行运输、保管和使用，严格按操作规程进行起爆药包的加工。

⑪严禁发放过期变质的炸药、雷管，过期变质的爆破器材应按相关规定及时销毁。

4.1.3 电气安全措施

①为了保证电气设备的可靠运行和人身安全，防止雷电危害及其他触电事故的发生，高低压电气设备均设接地保护。

②井下采用中性点不接地系统、地面采用中性点直接接地系统；井下变压器选用矿用专用变压器；所有用电设备的金属外壳及金属支架等应可靠接地；爆炸危险的场所严格按国家有关设计规范要求采取防爆措施。

③在输电线路带电作业，必须采取可靠的安全措施，并经矿总工程师批准。电气设备可能被人触及的裸露带须设置保护罩或遮栏及警示标志。

④供电设备和线路的停电和送电，严格执行工作票制度。

⑤矿山电气设备、线路设计有可靠的避雷、接地装置，定期进行检查和监测，不合格的应及时更换或修复。

⑥两个以上单位共同使用和检修输电线路时，应共同制定安全措施，指定专人负责，统一指挥。

⑦在带电的导线、设备、变压器、油开关附近，不得有损坏电气绝缘或引起电气火灾的热源。

⑧在带电设备周围，不得使用钢卷尺和带金属丝的线尺。

⑨熔断丝、熔丝、熔片、热继电器等保险装置，使用前必须进行核对，严禁任意更换或代用。

⑩电气工作人员须按规定考核合格方准上岗，上岗时须穿戴和使用防护用品、用具。维修电气设备和线路，应由电气工作人员进行。电气工作人员必须熟练掌握触电急救方法。

⑪对各种转动机械外露部位均装设防护罩或其它防护设施，并设置有必要的闭锁装置、悬挂警示标志。

⑫建立健全各岗位安全技术操作规程，并严格要求作业人员按照操作规程作业，加强对作业人员的安全教育。

⑬定期对机械设备进行检修和维护，发现故障须及时处理。

4.1.4 井下汽车运输作业安全措施

加强对车辆的安全管理，建立厂内机动车辆管理规章制度；加强员工安全教育和培训，提高员工安全意识，杜绝违章作业，驾驶员必须具备驾驶相关车型的驾照方可上岗；车辆行驶路线按矿山三级标准建设，保持良好路况，做好道路维护保养工作，并在各个道路口和会车点设置相应的安全标志。

4.1.5 通风防尘安全措施

①设计井下采用机械通风系统，矿井总需风量为 $219\text{m}^3/\text{s}$ ，该风量满足井下安全生产的需要。

②掘进工作面和通风困难采场采用局部通风设备加强通风。根据规程要求，及时调整局扇至合适位置和通风筒至工作面的最佳距离，避免出现循环风流和新鲜风流不能充分到达工作面的现象。

③人员进入独头工作面之前，先开动局扇进行充分通风，确保空气质量满足作业要求后方准人员进入。独头工作面有人作业时，局扇连续运转。

④对停止作业并已撤除通风设备而又无贯穿风流通风的采场或较长的独头巷道设栅栏和警示标志，防止人员进入。若需要重新进入，必须进行通风和分析空气成分，确认安全后方准进入。

⑤爆破后，先进行充分通风，通风时间不少于 30min，保持爆破作业场

所通风良好。通风时间不够的，禁止进入爆破工作面，严防炮烟中毒危害。

⑥加强井下作业人员安全教育及培训，提高作业人员安全意识，严禁违章作业。

⑦随着生产向深部的延伸，对上部回采结束的采场和不再利用的巷道及时采取封闭措施，并悬挂安全警示标志。

4.1.6 地表水防治安全措施

矿山日常生产过程中，须加强对井下涌水量的监测，发现异常及时通知井下人员撤离至地表。

4.1.7 消防安全措施

①井下变配电硐室、机修硐室等均采用不可燃性材料砌筑，并在硐室内配备足够的干粉灭火器等防火器材。

②井下消防用水与井下生产用水共用一套供水管网及地面高位水池，并采取措施，确保地面高位水池在任何时候都储存有 200m³ 的消防用水。

③为满足消防需要，在井下供水管每隔 50~100m 接支管和供水接头。

④井下用过的废油、棉纱、布头、废纸和油毡等易燃品放在带盖铁桶内，并及时运到地表进行处理。

⑤井下液压设备出现漏油时要及时修复。

⑥加强爆破作业的管理，避免爆破材料在贮存、运输、使用过程中接触明火或由电火花、电弧引起火灾和爆炸。

⑦井下禁止使用电炉、明火和灯泡防潮、烘烤和采暖。禁止用火炉或明火直接加热井内空气，或用明火烤热井口冻结的管道。

⑧井下输电线通过木质井框、井架和易燃材料的部位，采取有效的防止漏电或短路措施。严禁将易燃易爆器材存放在电缆接头或接地极附近，

以防电火花引起火灾。

⑨对电缆采用分层敷设，以防相互干扰。采用阻燃电缆，以及在电缆进、出口处设防火材料墙，以防火灾事故蔓延。

⑩选用的主扇风机具有反风功能，在井下发生火灾事故后根据需要在 10 分钟内实行反风。

4.1.8 防止职业病危害的安全措施

1.井下凿岩采用湿式作业。各采矿点、排土场、装卸点、矿区道路、地表破碎站等产尘点采取喷雾洒水降尘措施。井下采用机械通风，可以很好的将粉尘污风排出至地表。同时加强教育培训，作业人员进入采场后佩戴防尘口罩，提倡文明操作，轻装轻卸，从而减少了粉尘对作业人员的危害。

2.选择合格的矿用柴油设备，尾气能够达标排放。爆破经检查确认爆破点安全后，经当班爆破班长同意，方准许作业人员进入爆区。

3.为消除或降低噪声对人体的危害，选用噪声低的设备；对于噪声较大的设备配备消声器。在噪声较大的车间设置隔声操作间并采取基础减振措施。在总图布置和绿化设计方面，也考虑对高噪声源的防护，使厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准的要求。

4.选用低振动设备，设备安装时调整好设备、设施的基础重量、刚度、面积，使基础固有频率与振源频率相差 30%以上，以防止发生共振。

5.在有强振动设备、管道与基础支架、建筑物及其它设备之间，采用柔性连接或支撑。

6.矿山对新入矿职工应进行职业健康检查（如胸透、听力测定、血液化验等指标），并建立健康档案；对接尘工人的职业健康检查应拍照胸片；不适合从事矿山作业者不以录用。

7.对接触粉尘及其它有毒有害物质的作业人员，定期进行健康检查。按照卫生部门规定的职业病范围和诊断标准，定期对职工进行职业病鉴定和复查，并建立职工健康档案。体检鉴定患有职业病或职业禁忌症，并确诊不适合原工种的，应及时调离。

8.定期组织从业人员接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。企业必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。

4.1.9 物体打击防范措施

1.井下作业人员进入作业面前，首先应由专人认真检查和处理顶板和两帮的浮石，清理浮石时，至少两人在场，同时设有良好的照明，作业人员必须在安全地点操纵工具。

②加强自我安全防范意识，配备符合规程要求的个体防护用品，并严格按照规程要求穿戴和使用安全防护用品。

4.1.10 高处坠落防范措施

在相对于坠落基准面 2m 及以上的作业地点设置防护栏杆。无法设置防护栏杆的地点设置危险警示标志。人员在高处作业时，必须系好安全绳，做好个体防护措施，并设专人监护。

4.2 安全设施设计阶段应重视的措施、建议

4.2.1 总平面布置评价单元

1.对各新开掘的硐口进行永久性支护，硐口应锁口，并砌筑避水设施。加强春夏季节防雷击管理、冬季防冰冻检查和输电线路维护管理。

2.在地表塌陷区设明显标志和栅栏，对涉及本次技改工程通往塌陷区的井巷予以封闭，对存在坠落危险的钻孔、天井予以封堵或设栅栏，设置明显

的警示标志，并采取废石、胶结尾矿等充填方式减轻其危害。

4.2.2 开拓运输评价单元

1.现有的南+620m进风平硐井筒断面达不到《初步设计》推荐的通风断面要求，建议安全设施设计时，结合实际情况，补充扩帮安全技术要求。

2.《初步设计》拟将运输巷道排水沟布置在人行道一侧，断面尺寸不详，且无盖板设置要求，建议安全设施设计时，补充排水沟设置内容。

3.平硐、盲斜坡道采用汽车运输，如果在井下运输途中突然发生故障，维修不及时，容易造成生产中断，《初步设计》无坑内设备维修设施设置要求，建议安全设施设计时予以补充。

4.+630m应急硐口、+620m回风平硐等井筒均位于本次技改工程的采矿岩移范围线内，应引起高度注意，加大采空区充填力度和接顶率，规避硐口垮塌危害。

5.未见天井、溜井掘进时的安全技术要求，应在安全设施设计时，予以补充。

4.2.3 采掘评价单元

1.建议江西省修水香炉山钨业有限责任公司应根据实际揭露的矿体赋存条件，采矿、地质、测量、安全等工程技术人员应时刻深入现场，及时跟踪、技术指导和合理判断，确定适宜的采矿方法。并加强员工采矿、安全专业知识教育培训，充分掌握上述采矿方法的操作技能和作业安全要求，严格执行顶板安全管理制度，回采过程中认真检查顶板、处理浮石，预留和保护好矿柱，加强局部通风，及时充填。施工过程中，如果遇到矿体变化情况与设计相差较大，应暂时停止作业，及时与设计单位联系，商议处理办法。

2.《初步设计》无爆破警戒要求，建议安全设施设计时予以补充。

3.安全设施设计时，应完善较大矿房如何布置采场的内容。

4.江西省修水香炉山钨业有限责任公司的地质、测量、采矿、安全等工程技术人员应加强现场安全管理和技术指导、跟踪服务工作，及时测量定位，防止发生穿越保安矿柱或采场回采保安矿柱或采穿地表的現象。

5.建议江西省修水香炉山钨业有限责任公司应编制采矿单体设计、爆破作业说明书和作业指导书，实施凿岩、爆破作业，加强井下爆破作业安全管理，设置爆破警戒标志、做好爆破警戒工作。

4.2.4 通风防尘评价单元

1.矿山现有主通风机采用无人值守系统，但应防止通风工对该套系统产生依赖性，而疏于检查，以至于发生中毒窒息事故，江西省修水香炉山钨业有限责任公司仍须加强通风工的安全教育和安全生产责任制考核，督促通风工加强通风系统的检查、维护力度。

②江西省修水香炉山钨业有限责任公司应按《初步设计》推荐的回采顺序进行开采，有利于污风有序从回风巷、回风井排出地表，如果打破上述回采顺序，或各盘区全面回采，局部通风又未及时跟进，极有可能造成污风串联，严重影响井下空气质量，危害员工职业健康安全，可能造成矽肺病，严重的中毒窒息。因此，应做好采掘充计划，合理安排回采作业，加强局部通风，及时并规范安设局扇和风筒，将污风引入回风巷。

③江西省修水香炉山钨业有限责任公司应加强香炉山钨矿区各中段的通风构筑物日常检查和维护管理工作，加强局部通风管理，保持进风井、回风井畅通无阻，及时封堵报废的巷道，既要防止新鲜风与污风串联，又要杜绝漏风、风流短路、风量分配不均等现象。

④矿山形成通风系统、采场形成贯穿风流正确，不应进行回采作业。

4.2.5 供配电设施评价单元

1.新增柴油发电机组安设位置不详，以及与其对应的升压变压器型号规格不详，安全设施设计时，应予以补充。

2.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应规范架设高压、低压、弱电电缆线路，并按每隔一定距离和在分路点上，应悬挂注明编号、用途、电压、型号、规格、起止地点等内容的标志牌。

3.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应加强电气设备的日常安全管理，建立设备明细台账（注明设备型号规格、数量、安装部位、生产厂家、出厂日期、使用日期等），加强电气设备的检查（如实行点检制、电气设备专项检查制度等）、维护保养工作。

4.2.7 防排水与防灭火评价单元

1.对+350m中段的水仓与水泵房之间的衔接结构未明确，应在安全设施设计时予以明确。

2.未明确水泵应选用矿用标志产品，且排水管之间连接方式不明确，应在安全设施设计时予以明确。

3.《初步设计》在水泵选型计算表中排水管管径为130mm，文本描述为140mm，可能是笔误，应在安全设施设计时予以调整。

4.2.8 充填系统评价单元

(1) 安全设施设计时，明确提高采空区接顶率的安全技术措施。

(2) 香炉山钨业应制定详细的采场回采充填计划、充填物资采购计划、充填工艺参数控制计划、充填效果检测计划，并狠抓落实。同时，根据采场回采情况或采矿作业地点变化情况，及时更新充填计划、调整充填作业

点，及时布设采场充填钻孔、铺设充填管路，实施充填，务必加强内部联系与沟通，确保信息畅通、正确。

(3) 加强水泥仓进料口、水泥仓检查，发现问题，及时处理，杜绝胶固粉“跑、冒、滴、漏”现象。胶固粉添加过程中，相关作业人员应佩戴防尘口罩。测算胶固粉使用情况，提前做好采购计划，及时与供应商联系供货事宜，防止因胶固粉供应衔接不上导致充填系统停摆，或间接影响选矿厂正常生产。

(4) 加强尾矿输送系统包括渣浆泵、陶瓷钢管、闸阀等设备设施检查，发现问题，及时处理，杜绝尾矿浆“跑、冒、滴、漏”现象。

(5) 加强充填药剂制备与添加系统、清水供应系统以及监控系统设备设施检查，根据选矿厂生产实际排放尾矿浆情况，合理配备充填系统药剂（絮凝剂、氯化铝）浓度与数量、控制灰砂比，通过料位计随时掌握高效深锥浓密机沉砂状况，防止压耙、堵管、跑浆等现象发生。

一旦出现上述不良状况，立即通知选矿厂，调整尾矿浆排放管路，改尾砂充填为尾矿库放矿。

(6) 保持高效深锥浓密机与立式砂仓之间的输送管路联通，充分发挥现有立式砂仓功能（立式砂仓作为备用紧急事故池）。

(7) 高效深锥浓密机底部立柱、管路、线路以及设备较多，且间距紧凑、空间狭窄，容易磕磕碰碰或绊脚摔跤，建议江西省修水香炉山钨业有限责任公司增设安全警示牌，提醒作业人员、检查人员。

(8) 加强充填放砂管路检查，杜绝充填料浆“跑、冒、滴、漏”现象。对远距离输送可能压力（或动力）不足，应及时开启增压泵，防止堵管现象。一旦出现堵管现象，应立即停止给料，并及时补加冲洗水，再停选矿

厂。

(9) 按年度采掘、充填计划，全盘统筹、安排好充填任务（包括开掘充填巷道、充填口等）和充填作业点，并根据实际采场作业情况，实时更新、调整充填作业点。加强充填巷道、充填口及其照明设施的安全检查。严格按照设计要求构建充填挡墙，确保作业人员人身安全和挡墙施工质量。并规范挂设相应清晰醒目的安全警示牌。

(10) 做好充填体试块取样、送检工作。对抗压强度不符合设计要求的充填体应进行分析、查找原因，提出解决办法。

(11) 加强充填体接顶效果检查，查找、分析接顶率低的具体产生原因，提出提高接顶率的具体措施办法。

(12) 加强放射源日常管理，并定期对操作人员进行防辐射安全培训和职业健康检查。

(13) 督促井下充填作业人员正确佩戴好劳动防护用品和作业工具。在采空区内实施作业时，务必仔细观察周边环境，尤其是顶板、两帮的岩体稳固情况，用耳朵细心分辨声音。一旦声响异常，应朝充填口方向逃生。

(14) 应根据井下开采、充填情况，定期测绘、及时上图，采用不同的颜色分类标识采矿作业点、充填作业点、充填结束点、控顶情况。并保存相应图纸。

4.3 项目建设、生产过程补充的措施、建议

1.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应密切关注当地天气变化情况，春夏季节加强防雷击、防山洪安全管理，冬季加强防冰冻检查和输电线路维护管理。

2.新开掘的平硐、进风天井硐口地表段岩层风化，应永久性支护，硐口

应锁口并避水，防止山洪水下井。

3.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应在安全出口设安全路线标识、照明设施，在行人天井规范架设梯子和休息平台。

4.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应加强采矿技术和测量安全管理工作，禁止在保安矿柱内布置巷道工程，避免穿越或采场回采接近保安矿柱，一律不得回采保安矿柱。

6.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应根据实际揭露的矿体赋存条件，选择适宜的采矿方法。回采过程中认真检查顶板、处理浮石，预留和保护好保安矿柱，加强局部通风。

7.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应编制采矿单体设计、爆破作业说明书和作业指导书，设置爆破警戒标志、做好爆破警戒工作。

8.运矿汽车只能用于运输矿石、废石及材料，不得运送下井员工，制定相应管理制度，并加大检查与处罚力度。

9.加强自卸卡车、人车尾气净化装置检查，及时排空或清洗尾气净化装置屯积的杂物，或更换新的尾气净化装置。

10.雷暴雨天气，严禁室外电工作业。

11.采掘作业面放炮后要检查电线电缆，对被放炮砸坏的电线电缆要及时维修好，不得有漏电现象发生。

12.不得用火炉或明火直接加热井下空气，或用明火烘烤井口冻结的管道。井下不得使用电炉和灯泡防潮、烘烤和取暖。

13.在井下进行动火作业，应执行许可票制度，经主管矿长批准后实施。在井筒内进行焊接时，应派专人监护，焊接完毕应严格检查清理。

14.发现井下起火，应立即采取一切可能的方法直接扑灭，并迅速报告

矿山调度室；按火灾应急预案，首先将人员撤离危险地区，并组织人员，利用现场的一切工具和灭火器及时灭火。火源无法扑灭时，应封闭火区。

15.电气设备着火时，应首先切断电源。在电源切断之前，只准用不导电的灭火器灭火。

16.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应请有资质的单位进行井下安全避险“六大系统”设计、安装、调试、培训以及后续维护、跟踪服务，并与江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程安全设施同时设计、同时验收，同时投入使用，降低生产风险。

17.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应建立健全人员出入井管理和领导带班制度以及安全避险“六大系统”运行维护管理制度，加强人员出入井的管理，严格执行出入井登记、挂牌制度，做好安全避险“六大系统”检查、运行、维护记录。

18.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应督促员工正确使用防尘口罩等劳动防护用品和自救器、便携式气体检测报警仪。

19.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应委托有资质的设计单位编制《安全设施设计》。安全设施设计经审查合格后，严格按《安全设施设计》要求，请有资质的单位组织施工、请有资质的单位进行施工监理，确保建设项目施工质量，并做好各种施工记录（尤其是隐蔽工程验收资料）以及建设、施工、监理总结报告备查。

20.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应加强有关安全生产技术资料和图纸（每3个月更新一次）整理归档工作，矿山应建立健全安全生产会议、安全教育培训、安全检查及隐患整改等记录。

5 安全预评价结论

5.1 主要危险、有害因素评价结果

(1) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程目前不存在重大危险源。

(2) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程可能存在的主要危险、有害因素：炸药爆炸、放炮、冒顶片帮、中毒窒息、坍塌、透水、车辆伤害、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、火灾、起重伤害、容器爆炸，粉尘、噪声与振动、其它伤害等，存在暴雨、严寒冰冻和寒潮、雷电等3种自然危险因素，属危险有害因素较多的建设项目；其中炸药爆炸、放炮、冒顶片帮、触电、高处坠落、中毒窒息、车辆伤害是可能造成重大事故的危险因素，为今后江西省修水香炉山钨业有限责任公司生产、工作中需要重点防范的危险因素。其它危险、有害因素为一般危险，在工作中仍需注意。

5.2 应重视的安全对策措施建议

5.2.1 总平面布置单元

1.新开掘的平硐、进风天井地表段岩层风化，应永久性支护，硐口应锁口并避水。

2.查清楚采空区的分布情况、采空区与本次技改工程的相互关系，在地表塌陷区设明显标志和栅栏，对涉及本次技改工程通往塌陷区的井巷予以封闭，对存在坠落危险的钻孔、天井予以封堵或设栅栏，设置明显的警示标志，并采取废石、胶结尾矿的充填方式减轻其危害。

3.应密切关注当地天气变化情况，春夏季节加强防雷击、防山洪安全管理，冬季加强防冰冻检查和输电线路维护管理。

5.2.2 开拓单元

- 1.安全设施设计时，补充南+620m进风平硐扩帮的安全技术要求。
- 2.安全设施设计时，补充排水沟设置内容。
- 3.安全设施设计时，补充天井、溜井掘进时的安全技术要求。
- 4.禁止在保安矿柱内布置巷道工程，避免穿越或采场回采破坏或“吃掉”保安矿柱；矿山生产期间一律不得回采保安矿柱。

5.2.3 采掘单元

- 1.安全设施设计时，补充爆破警戒要求。
- 2.安全设施设计时，应完善较大矿房如何布置采场的内容。
- 3.应根据实际揭露的矿体赋存条件，采矿、地质、测量、安全等工程技术人员应时刻深入现场，及时跟踪、技术指导和合理判断，确定适宜的采矿方法。
- 4.严格执行顶板安全管理制度，回采过程中认真检查顶板、处理浮石，预留和保护好矿柱，加强局部通风，及时充填。

5.2.4 通风防尘单元

- 1.应做好采掘充计划，按安全设施设计的回采顺序进行合理开采，加强局部通风，及时充填。
- 2.矿山形成通风系统、采场形成贯穿风流正确，不应进行回采作业。
- 3.检查、维护好通风构筑物，防止新鲜风与污风串联，杜绝风流短路、风量分配不均。

5.2.5 供配电设施单元

- 1.安全设施设计时，补充新增柴油发电机组安设位置以及与其对应的升压变压器型号规格。

2.规范架设高压、低压、弱电电缆线路。

3.定期对电气设备、线路的防雷、接地和漏电保护装置进行检查、检修；在电器设备及线路检修和停送电工作中，应严格执行工作票和工作监护制度。经常性对柴油发电机组进行运转调试，确保最短时间内正常发电并供电，灵活切换供电线路。

5.2.6 防排水与防灭火单元

1.安全设施设计时，明确+350m 中段的水仓与水泵房之间的衔接结构。

2.安全设施设计时，明确水泵应选用矿用标志产品，以及排水管之间的连接方式。

3.安全设施设计时，重新排水管选型。

4.加强各中段现场涌水量观察和水文地质资料的收集工作，并重新计算涌水量。做好排水设备日常运行和维护记录。

5.2.7 安全避险“六大系统”单元

1.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应请有资质单位进行井下安全避险“六大系统”设计、安装、调试、培训及后期维护、跟踪服务，并与江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程安全设施同时设计、同时验收，同时投入使用，降低生产风险。

2.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应督促员工正确使用自救器、便携式气体检测报警仪。

5.2.8 充填系统评价单元

1.安全设施设计时，明确提高采空区接顶率的安全技术措施。

2.应制定详细的采场回采充填计划、充填物资采购计划、充填工艺参数控制计划、充填效果检测计划，并狠抓落实。同时，根据采场回采情况或

采矿作业地点变化情况，及时更新充填计划、调整充填作业点，及时布设采场充填钻孔、铺设充填管路，实施充填，务必加强内部联系与沟通，确保信息畅通、正确。

5.2.9 安全管理单元

1.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应委托有资质的设计单位编制《安全设施设计》，安全设施设计经审查批复后，严格按《安全设施设计》要求，请有资质的单位组织施工、请有资质的单位进行施工监理，确保建设项目施工质量，并做好各种施工记录（尤其是隐蔽工程验收资料）以及建设、施工、监理总结报告备查。

2.江西省修水香炉山钨业有限责任公司应建立安全生产管理机构，建立健全各项安全生产管理规章制度，制定应急预案，确保安全投入，改善地下矿山作业条件。按现行规范要求配备管理人员和安全管理人員以及注册安全工程师，招聘齐全矿山专业方面的工程技术人员和管理人员，并派员培训取证，做到持证上岗。

3.应及时完善地下矿山相关图纸。

5.3 预评价结论

（1）江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程总体布置符合安全生产法律法规、规章标准及其他要求。所推荐的平硐+盲斜坡道综合开拓运输方式，后退式回采顺序和围堰式上向水平分层充填法等 8 种采矿方法、分区单翼对角抽出式机械通风系统、平硐自流排水和一级井下排水系统、双电源双回路供配电方式和所选用的主要生产设备及地下矿山井下安全避险“六大系统”设施，均符合安全生产法律法规、规章标准及其他要求。

(2) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程按照《中华人民共和国安全生产法》的规定进行安全预评价，《初步设计》编制单位具有相应资质，其提出的安全措施具有一定的适用性、针对性、可操作性，江西省修水香炉山钨业有限责任公司应予以采纳。

(3) 江西省修水香炉山钨业有限责任公司在后续的安全设施设计、建设施工及生产运行中，如能严格执行国家安全生产法律法规、规章标准及其他要求，采纳本报告中的安全对策措施建议，认真落实安全设施设计提出的安全措施，由有资质的单位进行施工、施工监理，真正做到安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的“三同时”要求，建设项目潜在的危险、有害因素可以得到控制，安全生产风险在可接受范围。

安全预评价结论：江西省修水香炉山钨业有限责任公司香炉山钨业采矿技改工程符合国家有关安全生产的法律法规、规章标准及其他要求。

6 附件附图

6.1 附件

- (1) 营业执照复印件
- (2) 《划定矿区范围批复》及其坐标表复印件

6.2 附图

- (1) 矿区地质地形图
- (2) 总体布置图
- (3) 东部底板、点柱开拓运输系统平面布置图
- (4) 西部开拓运输系统图
- (5) 西部深部开拓系统纵投影图
- (6) 通风系统示意图
- (7) 高压供电系统图
- (8) 井下供气、供水、排水系统示意图
- (9) 安全避险“六大系统”设备布置示意图

评价人员与企业人员检查矿山现场合影

