

文山佳致工贸有限公司富宁分公司
富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程

安全预评价报告

终稿

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

资质证书编号：APJ-（赣）-002

二〇二三年七月二十九日

文山佳致工贸有限公司富宁分公司
富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程

安全预评价报告

终稿

评价机构名称：江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

资质证书编号：APJ-（赣）-002

法定代表人：应 宏

技术负责人：管自强

项目负责人：钱局东

2023 年 07 月 29 日

（安全评价机构公章）

文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程

安全预评价技术服务承诺书

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

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

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

四、我单位对本项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

2023 年 7 月 29 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（以下简称中介机构）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。



安全评价机构 资质证书

(副本) (1-1)

统一社会信用代码: 913601007391635887

机构名称: 江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心

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

法定代表人: 应宏

证书编号: APJ-(赣)-002

首次发证: 2020 年 03 月 05 日

有效期至: 2025 年 03 月 04 日

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



评价人员

	姓 名	证书编号	从业登记号	专业	签 字
项目负责人	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
项目组成员	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
	吴映琴	1800000000301265	033760	安全工程	
	杜达衡	S011053000110203001735	041638	安全工程	
	许玉才	1800000000200658	033460	机械工程 及自动化	
	张太桥	1700000000100211	032261	采矿工程	
	方忠业	1600000000200082	029926	安全工程	
报告编制人	钱局东	S011053000110202001891	026369	电气工程	
	吴映琴	1800000000301265	033760	安全工程	
	杜达衡	S011053000110203001735	041638	安全工程	
报告审核人	戴 磷	1100000000200597	019915	给水排水 工程	
过程控制 负责人	檀廷斌	1600000000200717	029648	化学工程 与工艺	
技术负责人	管自强	S011035000110191000614	020516	水工结构	

前 言

文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿位于富宁县城 157° 方向，直距 21km 处，行政区划隶属文山州富宁县板仑乡管辖。地理坐标：东经 105° 41' 30" -105° 42' 00" ，北纬 23° 26' 30" -23° 27' 00" ，矿区至富宁县城公路里程约 31km，矿区有 26km 乡道公路至板仑乡，15km 至富宁县县城。

2023 年 01 月 07 日换取了由富宁县自然资源局颁发采矿许可证，证号为 C5326002010122130097444，开采矿种为钛矿，生产规模 5 万 t/a，矿区面积 0.7463km²，开采深度 1350m~1100m，矿区范围由 8 个拐点圈定，有效期 2023 年 01 月 07 日至 2033 年 01 月 07 日，开采方式为露天开采。

文山佳致工贸有限公司富宁分公司于 2022 年 7 月委托云南增股工程勘察设计有限公司编制了《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程初步设计（代可研）》，该设计开采范围为采矿证范围内 V1 矿体，次设计范围不包含村庄、国家公益林、基本农田、耕地范围，设计矿区面积 0.1798km²，设计开采深度 1241m~1120m。选择折返公路开拓+汽车运输方案，采用挖掘机挖掘铲装—汽车运输的采装工艺，自上而下分台阶开采。

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号修订）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 36 号，国家安监总局令第 77 号令修订）等国家有关安全生产法律法规和标准规范的要求，为了履行建设项目安全设施“三同时”手续，文山佳致工贸有限公司富宁分公司于 2023 年 7 月委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程进行安全预评价。

在接受该企业委托后，江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心成立了

安全预评价项目组，对该项目进行了资料收集和现场踏勘，组织公司有关安全评价人员开展该项目的安全评价工作：进行法律法规、标准和规范的收集；同类生产企业调研；有关资料收集整理；企业危险有害因素分析；评价单元划分；评价方法选择；采用可靠、适用的评价技术对该项目进行评价，得出评价结论，提出科学、合理、可行的安全技术和措施，为该矿山项目的安全设施设计提供依据，最后按《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》编制完成《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程安全预评价报告》。

在安全评价工作过程中，得到了文山佳致工贸有限公司富宁分公司等有关领导和技术人员的大力支持，同时在报告中引用了一些专家学者的研究成果和技术资料，在此一并表示感谢。

目 录

1 评价对象与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.1.1 评价对象	1
1.1.2 评价范围	1
1.2 评价依据	1
1.2.1 法律	1
1.2.2 行政法规	3
1.2.3 部门规章及规范性文件.....	4
1.2.4 地方性法规、规章及规范性文件.....	5
1.2.5 标准规范	6
1.2.6 建设项目技术资料	9
1.2.7 其它评价依据	9
2 建设项目概述	10
2.1 建设单位概况	10
2.1.1 企业简介	10
2.1.2 建设项目背景	11
2.1.3 地理位置及交通条件	12
2.1.4 建设项目周边环境	13
2.2 自然环境概况	14
2.3 建设项目地质概况	15
2.3.1 矿区地质概况	15
2.3.2 水文地质条件	20
2.3.3 工程地质条件	24
2.3.4 环境地质条件	27
2.3.5 矿床地质概况	28
2.3.6 矿床开采技术条件小结.....	32
2.4 工程建设方案概况	33
2.4.1 矿山开采现状	33
2.4.2 建设规模及工作制度	36
2.4.3 总图运输	37
2.4.4 开采范围	38

2.4.5 开拓运输	39
2.4.6 采矿工艺	40
2.4.7 防尘	43
2.4.8 矿山供配电设施	43
2.4.9 防排水系统	43
2.4.10 排土场	44
2.4.11 安全管理及其他	46
3.定性定量评价	52
3.1 总平面布置单元	52
3.1.1 总平面布置主要危险、有害因素辨识	52
3.1.2 总平面布置预先危险性分析（PHA）	54
3.1.3 总平面布置单元安全检查表	55
3.1.4 矿山开采和周边环境的相互影响	57
3.1.5 单元小结	58
3.2 开拓运输单元	58
3.2.1 开拓运输单元主要危险、有害因素辨识	58
3.2.2 开拓运输预先危险性分析表	61
3.2.3 开拓运输单位安全检查表分析	62
3.2.4 汽车运输事故树分析	63
3.2.5 单元小结	65
3.3 采剥单元	66
3.3.1 采剥单元主要危险、有害因素辨识	66
3.3.2 采剥单元预先危险性分析	70
3.3.3 边坡高处坠落事故树分析	72
3.3.4 采剥单元安全检查表	74
3.3.6 边坡稳定性分析	75
3.3.7 采掘、装运设备分析评价	80
3.3.9 单元小结	81
3.4 供配电设施单元	81
3.4.1 供配电设施单元主要危险、有害因素辨识	81
3.4.2 供配电设施预先危险性分析	84
3.4.3 供配电设施安全检查表	85
3.4.4 电气火灾和雷电危害性评价	87
3.4.5 单元小结	87

3.5 防排水单元	87
3.5.1 防排水单元主要危险、有害因素辨识	87
3.5.2 防排水单元预先危险性分析	88
3.5.3 防排水单元安全检查表	89
3.5.4 单元小结	89
3.6 排土场单元	90
3.6.1 排土场单元主要危险、有害因素辨识	90
3.6.2 排土场单元预先危险性分析	93
3.6.3 排土场单元安全检查表	94
3.6.4 单元小结	96
3.7 安全管理单元	97
3.7.1 安全管理单元危险有害因素辨识	97
3.7.2 安全管理单元符合性评价	97
3.6.3 安全管理单元小结	100
3.7 重大危险源辨识单元	101
4.安全对策措施建议	102
4.1 安全对策措施建议的依据和原则	102
4.1.1 安全对策措施建议的依据	102
4.1.2 安全对策措施建议的主要原则	102
4.2 各单元安全对策措施建议	103
4.2.1 总平面布置单元安全对策措施建议	103
4.2.2 开拓运输单元安全对策措施建议	103
4.2.3 采剥单元安全对策措施建议	103
4.2.4 供配电设施安全对策措施建议	104
4.2.5 防排水单元安全对策措施建议	104
4.2.6 安全管理安全对策措施建议	104
4.2.7 其它安全对策措施建议	105
5.评价结论	107
5.1 主要危险、有害因素及应重点防范的重大危险有害因素	107
5.1.1 项目存在的主要危险、有害因素	107
5.1.2 项目存在的主要危险、有害因素存在的部位	107
5.1.3 需要重点防范的重大危险有害因素	107

5.2 应重视的安全对策措施建议	107
5.3 评价结论	109
6.附录.....	111
6.1 附件	111
6.2 附图.....	112

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

1.1.1 评价对象

根据《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程初步设计（代可研）》、《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全生产监督管理总局令第 75 号）和有关法律法规等，本次评价对象为文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程及其公用辅助设施。

1.1.2 评价范围

根据《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程初步设计（代可研）》、《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全生产监督管理总局令第 75 号）及有关法律法规，本次评价范围为《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程初步设计（代可研）》涉及的矿山总平面布置、开拓运输、采剥工艺、供配电系统、防排水系统的安全设施及安全管理；平面范围和垂直范围为初步设计圈定的开采范围：矿区面积 0.1798km²，开采深度 1241m~1120m。

凡涉及本项目的选厂、尾矿库、油罐、加油设施、外部运输、职业病及防治、环保、地质灾害评估问题，不在本次评价范围之内。但评价报告中会涉及到相关内容，企业应执行国家相关法律、法规、标准和规范要求。

1.2 评价依据

1.2.1 法律

1. 《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第 69 号，

2007 年 11 月 1 日施行)；

2. 《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 36 号，中华人民共和国主席令第 18 号第二次修订，2009 年 8 月 27 日施行）；

3. 《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第 65 号，中华人民共和国主席令第 18 号第一次修订，2009 年 8 月 27 日起施行）；

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

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

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

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

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

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

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

11. 《中华人民共和国防震减灾法》（中华人民共和国主席令第 7 号，1997 年 12 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2008 年 12 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订，2009 年 5 月 1 日施行）；

12. 《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第 88 号，1997 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正，1998 年 1 月 1 日施行）；

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

1.2.2 行政法规

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

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

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

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

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

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

7. 《公路安全保护条例》（国务院令 593 号，2011 年 7 月 1 日施行）；

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

9. 《民用爆炸物品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 466 号，

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

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

1.2.3 部门规章及规范性文件

1.《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）；

2.《国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号，2010 年 7 月 29 日起施行）；

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

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

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

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

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

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

行)；

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

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

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

12.《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》(安监总管一〔2016〕49 号,自 2016 年 5 月 30 日起施行)；

13.《国家安全监管总局办公厅关于印发用人单位劳动防护用品管理规范的通知》(安监总厅安健〔2015〕124 号,安监总厅安健〔2018〕3 号修订,2018 年 1 月 15 日起施行)；

14.《生产安全事故应急预案管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第 88 号,中华人民共和国应急管理部令第 2 号第一次修订,2019 年 9 月 1 日起施行)；

15.《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)；

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

1.2.4 地方性法规、规章及规范性文件

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

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

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

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

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

1.2.5 标准规范

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

2. 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999，1999 年 2 月 1 日实施）；

3. 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005，2005 年 10 月 1 日实施）；

4. 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008，2009 年 10 月 1 日实施）；

5. 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008，2009 年 10 月 1 日实施）；

6. 《矿用一般型电气设备》（GB12173-2008，2009 年 4 月 1 日实施）；

7. 《矿山安全标志》（GB14161-2008，2009 年 10 月 1 日实施）；

8. 《安全色》（GB2893-2008，2008 年 12 月 11 日发布，2009 年 10 月 1 日实施）；

9. 《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB4053.2-2009，2009 年 12 月 1 日实施）；

10. 《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》（GB4053.3-2009，2009 年 12 月 1 日实施）；

11. 《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离》（GB23821-2009，2009

年 12 月 1 日实施)；

12. 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010, 2011 年 10 月 1 日实施)；

13. 《建筑抗震设计规范(2016 版)》(GB50011-2010, 2016 年 8 月 1 日实施)；

14. 《低压配电设计规范》(GB50054-2011, 2012 年 6 月 1 日实施)；

15. 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012, 2012 年 8 月 1 日实施)；

16. 《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014, 2014 年 7 月 13 日发布)；

17. 《建筑设计防火规范(2018 版)》(GB50016-2014, 2018 年 10 月 1 日实施)；

18. 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；

19. 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018, 2018 年 3 月 1 日实施)；

20. 《头部防护 安全帽》(GB2811-2019, 2020 年 7 月 1 日实施)；

21. 《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》(GB39800.1-2020, 2022 年 01 月 01 日实施)；

22. 《个体防护装备配备规范 第 4 部分：非煤矿山》(GB39800.4-2020, 2022 年 01 月 01 日实施)；

23. 《矿山电力设计标准》(GB50070-2020, 2020 年 10 月 1 日实施)；

24. 《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020, 2021 年 9 月 1 日实施)。

25. 《高处作业分级》(GB/T3608-2008, 2009 年 6 月 1 日实施)；

26. 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008, 2009 年 10 月 1 日实施)；

27. 《用电安全导则》（GB/T13869-2017，2018 年 7 月 1 日实施）；
28. 《机械安全、防护装置、固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》（GB/T8196-2018，2019 年 7 月 1 日实施）；
29. 《安全色和安全标志 第 5 部分：安全标志使用原则与要求》（GB/T2893.5-2020，2020 年 10 月 1 日实施）；
30. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020，2021 年 4 月 1 日实施）；
31. 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022，2022 年 10 月 1 日实施）；
32. 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987，1988 年 8 月 1 日实施）；
33. 《安全评价通则》（AQ8001-2007，2007 年 4 月 1 日实施）；
34. 《金属非金属露天矿山在用矿用自卸汽车安全检验规范》（AQ2027-2010，2011 年 5 月 1 日实施）；
35. 《金属非金属矿山在用空气压缩机安全检验规范第 2 部分：移动式空气压缩机》（AQ2056-2016，2017 年 3 月 1 日实施）；
36. 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》（AQ/T2075-2019，2019 年 8 月 12 日发布，2020 年 2 月 1 日实施）；
37. 《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（AQ/T9011-2019，2020 年 2 月 1 日实施）；
38. 《生产安全事故应急演练基本规范》（AQ/T9007-2019，2020 年 2 月 1 日实施）；
39. 《金属非金属矿山在用电力绝缘安全工器具电气试验规范》（AQ/T2072-2019，2019 年 8 月 12 日发布，2020 年 2 月 1 日实施）；
40. 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG21-2016，2016 年 10 月 1 日实施）；

41. 《电力变压器运行规程》（DL/T572-2021，2021 年 10 月 26 日实施）。

1.2.6 建设项目技术资料

1. 《<云南省富宁县尾供钛砂矿生产勘察报告>（2018 年）评审意见书》（云文国土资储评字[2018]109 号）；

2. 《<云南省富宁县尾供钛砂矿生产勘察报告>（2018 年）评审备案证明》（富国土资储备字[2018]13 号）；

3. 《云南省富宁县尾供钛砂矿 2021 年储量年度报告》（2022 年，文山佳致工贸有限公司富宁分公司）；

4. 《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程初步设计（代可研）》（云南增股工程勘察设计有限公司，2023 年 7 月）；

5. 企业提供的其它资料。

1.2.7 其它评价依据

1. 《安全预评价委托书》；

2. 《安全预评价合同书》；

3. 《营业执照》（证号：91532628670885047Y）；

4. 《采矿许可证》（证号：C5326002010122130097444）；

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

6. 《金属非金属矿开采安全》（中国劳动出版社，1992 年）。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 企业简介

文山佳致工贸有限公司富宁分公司 2008 年 3 月 10 日成立，企业法人熊学文，企业地址富宁县板仑乡龙洋村龙兴小组，经营范围建筑材料、矿产品购销。

1、工商营业执照（副本）：

社会统一信用代码：91532628670885047Y

名称：文山佳致工贸有限公司富宁分公司

类型：有限责任公司分公司（自然人投资或控股）

住所：富宁县板仑乡龙洋村龙兴小组

法人：熊学文

成立日期：2008 年 3 月 10 日

经营范围：建筑材料、矿产品购销（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

登记机关：富宁县市场监督管理局

2、采矿许可证（副本）：

证号：C5326002010122130097444

采矿权人：文山佳致工贸有限公司富宁分公司

地址：富宁县板仑乡龙洋村龙兴小组

矿山名称：文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：钛矿

开采方式：露天开采

生产规模：5 万 t/a

矿区面积：0.7463km²

有限期限：壹拾年，自 2023 年 01 月 07 日至 2033 年 01 月 07 日

开采深度：1350m~1100m

发证机关：富宁县自然资源局。

表 2.1-1 矿区范围拐点坐标表

拐点编号	1954 年北京坐标系		1980 年坐标系	
	X	Y	X	Y
矿 1	2594591.83	35570678.82	2594532.23	35570599.44
矿 2	2594591.83	35571530.14	2594532.23	35571450.76
矿 3	2594316.36	35571530.14	2594256.76	35571450.76
矿 4	2594316.36	35571274.40	2594256.76	35571195.02
矿 5	2594162.53	35571274.40	2594102.93	35571195.02
矿 6	2594162.53	35571530.14	2594102.93	35571450.76
矿 7	2593668.83	35571530.14	2593609.23	35571450.76
矿 8	2593668.83	35570678.82	2593609.23	35570599.44
面积	0.7464km ²			
开采深度	1350m~1100m			

2.1.2 建设项目背景

富宁县尾供钛砂矿为文山佳致工贸有限公司富宁分公司下属矿山，矿山始建于 2008 年，于 2012 年 8 月 21 日取得采矿许可证，证号为 C5326002010122130097444；有效期 10 年，自 2012 年 8 月 21 日至 2022 年 8 月 21 日；开采矿种为钛矿，按采矿许可证矿区范围由 1~8 号拐点圈闭，矿区面积 0.7463km²，开采标高 1350m~1100m，生产规模为 3.00m³/年；2012 年企业委托贵州天宝矿产资源咨询服务有限公司编制了《云南省富宁县板仑乡尾供钛砂矿露天开采初步设计》及《云南省富宁县板仑乡尾供钛砂矿露天开采安全专篇》，并取得安全生产许可证，编号：（富 FM）安许证字（2020）000002，

有效期自 2020 年 04 月 17 日至 2023 年 04 月 16 日。采矿许可证到期后企业于 2023 年 01 月 07 日取得由富宁县自然资源局换发的采矿许可证，证号为 C5326002010122130097444，生产规模 5 万 t/a，矿区面积 0.7463km²，开采深度 1350m~1100m，矿区范围由 8 个拐点圈定，有效期 2023 年 01 月 07 日至 2033 年 01 月 07 日。

经普文山州自然资源局矿业权登记管理系统查询，该矿区与周边矿业权坐标无重叠、交叉现象，亦无矿权纠纷。

根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2010〕第 36 号，2011 年 2 月 1 日起施行，国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第 77 号修订）的有关规定，该项目属于扩建项目，需要完善建设项目安全设施的“三同时”工作。所以，文山佳致工贸有限公司富宁分公司特委托云南增股工程勘察设计有限公司编制《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程初步设计（代可研）》，委托江西赣安安全生产科学技术咨询服务中心对《文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程》进行安全预评价工作。

2.1.3 地理位置及交通条件

矿区位于富宁县城 157° 方向，直距 21km 处，行政区划隶属文山州富宁县板仑乡管辖。地理坐标：东经 105° 41′ 30″ -105° 42′ 00″，北纬 23° 26′ 30″ -23° 27′ 00″，矿区至富宁县城公路里程约 31km，矿区有 26km 乡道公路至板仑乡，15km 至富宁县县城。富宁高速公路收费站至昆明市总公路里程约为 460km，交通便利，详见图 2.1-1 交通位置图。

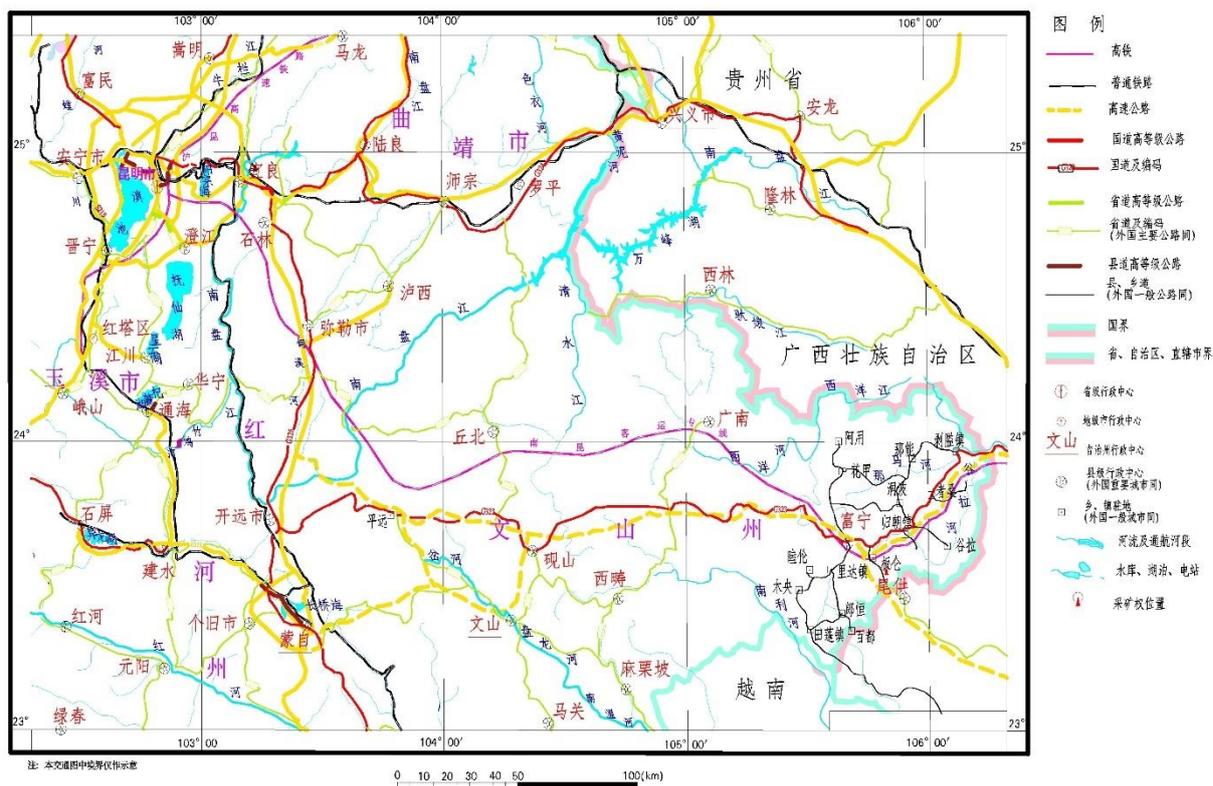


图 2.1-1 矿区交通位置图

2.1.4 建设项目周边环境

矿区西北部 732m 为渭供村；西部 165m 为矿山配套的尾矿库，40m-62m 位置为矿山选厂，36m 位置为矿山办公生活区；矿区西南部 726m 渭猴村；矿区南部 320m 位置弄兴村，190m 位置为那才选厂，47m 位置有岩龙线（乡道）通过；矿区东部 340m 位置为坡弓村，矿区东部范围内有那才村。矿区东部、南部、西南部于那才钛砂矿相邻，两矿区最近距离为：东部 43m、南部 64m、西南部 139m。矿区中部有一条从板仑乡龙洋村民委尾供村民小组到龙兴村民小组 10kV 天宝线木腊支线，分别在矿区 1240m、1219m、1213m 标高设有电塔。



图 2.1-2 矿权周边环境卫星示意图

2.2 自然环境概况

(1) 自然地理状况

富宁属中国地势的第二阶梯，地势西南高而岩溶峰丛，东北低而山地起伏连绵。境内山高谷深，层峦叠嶂，山地、丘陵占 96%。区内植被发育，覆盖率达 70%左右，河流分属珠江水系，水系发育冲沟较多，主要由西南经矿区南、北部向东北方向流入普厅河，最后汇入珠江。矿区海拔 785m~1331.3m，相对高差 546.3m，属中等切割的中、低山地貌形态类型。区内属亚热带高原季风气候，气候垂直分带明显，光照均匀，气候较为炎热，年最高气温 38℃，最低 3℃，平均 16.6℃。雨水充沛，雨量集中，干湿明显，年均降雨量 1148mm，年平均蒸发量 1559.0mm，大都集中在 5~9 月，约占全年降雨量的 80%以上。5-10 月为雨季，无霜期 327 天。

富宁县境属亚热带季风气候，由于海拔差异和地形的影响，气温差异较大，可分北亚热带、中亚热带、南亚热带、边缘热带 4 个气候带。每年雨季为 5~10

月份，平均降水量 1198.8mm；年均日照数 1764.5h，最高年达 2071.2h；年平均气温 19.3℃，日温极高达 41.9℃，极低-10.2℃，无霜期 327 天。

富宁属中国地势的第二阶梯，地势西南高而岩溶峰丛，东北低而山地起伏连绵。据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），区内地震基本烈度为 VI 度，地震动峰值加速度为 0.05g，据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），本区抗震设防烈度为 6 度，所属设计地震分组为第 3 组，设计基本地震加速度值为 0.05g。矿山建设和开采应按抗震设防烈度 6 度区设防。

（2）经济状况

富宁县县域总面积 5352km²，总人口 39.1 万人（2022 年）。全县设有 6 个镇、7 个乡（其中 1 个民族乡）。山地面积占 96%。境内居住着汉、壮、彝、苗、回、瑶等十余种民族。矿区外围北东部，有农户 51 户，人口 235 人，劳动力充足。经济不发达，以农业为主，农作物主要有稻谷、玉米，其次为小麦、大豆类等，经济作物有烤烟、辣椒、三七等。人民生活水平一般，属经济欠发达的村寨。近年来的矿产资源开发的快速增加，对当地经济的发展具有明显的带动作用。区内地表植被较发育，地形地貌复杂，地表水系不发育。矿区总体自然环境良好，人类经济活动强烈，现状地质灾害弱发育，主要为雨季诱发的小规模山体坍塌和滑坡等地质灾害，区内电力资源丰富，全县电力已经实现联网，可满足矿山生产、生活需要。矿区外围北西部有地下水泉眼水量可满足矿山生产、生活用水之需。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

1. 矿区概况

矿区大地构造位置处于扬子—华南陆块区（I 级）南部的华南陆块（II 级）南侧、滇东南逆冲～推覆构造带（III 级）南东部。

区域上北西向的富宁深大断裂与北北西~北西向的广南断褶束的接触部位。董堡-那桑圩大断裂西南部。

1) 地层

受区域大断裂—富宁断裂、董堡—那桑圩断裂、里达断裂的控制，区内出露地层不全（参见下表），主要有寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、第三系、第四系，其中以寒武系、泥盆系出露最广。

表 2.3-1 富宁地区区域地层简表

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性描述
新生界	第四系			Q	0-15	冲积、洪积、砂砾层、坡积，风化砂质粘土。
	第三系			N	0-130	灰白色泥灰岩，炭质泥岩夹褐煤层。含：Paracam obsoleta。
				E	0-735	紫红色厚层状砂砾岩，砾岩夹砂岩。
中生界	三叠系	中统	百逢组	T _{2b}	344-2000	棕黄、灰绿夹浅紫红色粉、细砂质泥岩，厚层状细砂岩夹斑状安山玄武岩。
		下统	罗楼组	T _{1l}	218-448	相变为碳酸盐相的北泗及马脚岭组。浅紫红色细砂质泥岩，浅灰色泥状岩。
古	二叠系	上统	吴家坪组	P _{2w}	0-312	浅灰色厚层状灰岩、泥灰岩、铝土质泥岩，局部相变为硅质岩夹泥灰岩，偶夹凝灰岩或硅质岩与粉砂质页岩。
		下统	茅口组	P _{1m}	0-909	灰色中、厚层状生物碎屑灰岩，局部地区相变成灰岩夹泥灰岩，硅质岩。
	石炭系	上统	马平组	C _{3m}	17-313	浅灰色厚层状生物碎屑灰岩，白云岩。
		中统	威宁组	C _{2w}	16-440	浅灰色厚层状生物碎屑灰岩。
		下统	大塘组	C _{1d}	30-1141	浅灰色厚层状灰岩。西洋江地区相变为淡肉红色薄层状泥灰岩。
	生	泥盆系	中统	东岗岭组	D _{2d}	60-268
坡折落组 古木组				D _{2p} D _{2g}	41-568	坡折落组：深灰色薄层状夹中层灰岩夹硅质岩。 古木组：深灰色中厚层状灰岩。
下统			芭蕉箐组	D _{1b}	74-289	深灰色薄泥灰岩夹黑色燧石条带。
			坡脚组	D _{1p}	134-934	灰黑灰绿色页岩，粉砂质泥岩。
			翠峰山组	D _{1c}	0-129	灰黑色、紫红色泥质粉砂岩夹细砂岩。
界	寒武系	上统	博菜田组	Є _{3b}	537-1526	上部为深灰色中、厚层状白云质灰岩，中下部为灰色厚层状泥岩夹泥质粉砂岩。
			唐家坝组	Є _{3t}	306-560	灰色薄、中厚层状泥质条带灰岩、泥质粉砂岩。
			歇场组	Є _{3x}	360-533	灰黑色中、厚层状白云质灰岩，泥质条带白云岩，局部夹粉砂质泥岩。
		中统	龙哈组	Є _{2l}	1957-2794	灰、深灰色厚层状白云岩夹泥质条带灰岩。

2) 构造

1、褶皱：区内褶皱不发育。

2、断裂：区域内断裂发育，主要有富宁断裂、董堡-那桑圩断裂、里达断裂，组成双“入”字形构造。

富宁断裂：为压扭性断裂，总体呈 NW 向斜穿本区，穿谷越岭，波状起伏，断裂面平直，破碎带、角砾岩普见，北段断裂面向 SW 倾，在南段则转为 NE 倾，枢纽点大致在下者郎一带，其扭动方式为右行扭动。它控制了基性岩体的发育和分布，辉长-辉绿岩在断层的北段只分布其东侧，在中段及南段两侧均有分布。

董堡—那桑圩断裂：在富宁断裂的 SW 侧，与其近于平行，为压扭性断裂，总体呈 NW 向斜穿本区，北段断裂面向 NE 倾，倾角约 30° ，在中、南段则转为 SW 倾，与富宁断裂刚好相反，扭动方式为左行扭动。

里达断裂：位于富宁县南部，与富宁断裂、董堡-那桑圩断裂组成双“入”字形构造，为压扭性断裂，近 SN 向波状延伸，断裂面平直，西倾，其南端略向 SSE 方向偏转，区内总长约 46km。断裂西盘主要为 ϵ_3 各组，中段和北段有少量 D_1 、 D_2 地层，东盘主要为 C_{3m} 、 P_1 、 P_{2w} ，北段有少量 D_{1p} 、 D_{1b} 等地层。在南段那恩-戈先一带组成挤压带，在下江门一带 ϵ_{2l} 灰岩、白云岩及辉长辉绿岩亦有强烈挤压、破碎现象。在达戛附近和中段的理达附近有此断裂的伴生构造—强烈挤压带（宽 1-1.2km）。它控制了基性岩体的发育和分布，辉长-辉绿岩绝大部分分布于断裂的东侧。

3) 区域岩浆

富宁地区岩浆岩较为发育，分布广泛，大小岩体 100 多个，面积最大的是富宁南部的郎恒“半瓦型”岩体，面积 50.48km^2 。其侵入时代大体可分为两期：

(1) 早期岩体为华力西期偏碱性钛辉辉长辉绿岩类，广泛分布于富宁县周围，已知岩体 80 余个，单个岩体长 200~800m，出露面积 $0.1\sim 111\text{km}^2$ 不等。该类岩体的矿物成分主要为霓辉石、钛辉石、钛铁矿、钛磁铁矿、微量云母等，钛铁矿呈细粒状，含量 1.5%~5.8%，岩石化学成分以富铁富钛和 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含量较高为特征。

(2) 晚期岩体为印支期钙碱性辉长岩类，集中分布于富宁至板伦地区，已发现岩体 19 个，单个岩体出露面积 0.1~12.1km²，呈岩盆、岩床产出，岩体分异较好，由底部到上部主要矿物依次为：辉绿岩带、橄榄辉长岩带、苏长辉长岩带、岗纹辉长岩带、岗纹闪长岩带。各岩相带主要矿物相应依次为：斜长石、单斜辉石；斜长石、单斜辉石、橄榄石、斜方辉石；斜长石、单斜辉石、斜方辉石及少量钾钠长石、石英；斜长石、单斜辉石、斜方辉石及少量角闪石；斜长石、单斜辉石、角闪石、钾钠长石、石英。岩石化学成分显示富铁，和早期岩体比较，MgO 含量较高，而 TiO₂、K₂O+Na₂O 含量普遍较低。其含矿特点是发育钛磁铁矿、硫化铜镍矿等小型矿床，而不像早期岩体那样普遍散布较多的细粒状钛铁矿。岩浆岩以碱性基性-基性岩为主，岩浆活动以侵入为主，次为喷发，具多期和多旋回性，始于晚泥盆世，延续至中三叠世，以中三叠世最为活跃，中三叠世第一期碱性基性侵入岩最为发育，出露面积约 450km²，是富宁地区钛铁砂矿的重要物质来源。

4) 区域矿产

区域上矿产资源丰富。而富宁与里达区域性深大断裂对区域上矿产的分布和产出特征有着广泛而深远的影响：深大断裂以西为文山~西畴（西畴拱凹）Au-Sb-Al-Cu-Pb-Zn 成矿带，以东为罗平~广南~富宁（右江海槽）Au-Hg-Sb-Cu-Fe-Ti-Mn 成矿带。主要矿山有者桑金矿、那能金矿、阳文冲金矿、那坪金矿、富宁钛铁砂矿、毛尖山铁矿、安定铜镍矿、尾洞铜镍矿、木利锑矿、里达锑矿、格当锑矿等。据富宁政务网资料，截止 2004 年底，富宁境内已初步探明的矿种有金、锑、钛、铁、锰、煤等 20 多种金属和非金属矿种，金矿储量 29t、铅锌矿储量 3.6 万 t、水晶矿 375t、钛铁矿矿物量 43 万 t、铁矿 518 万 t、锰矿 58 万 t、锑矿 10 万 t、煤矿 1.2 亿 t；现正在开发利用的有褐煤、金、铁、锰、铅、锌、钛、粘土、石灰石等 11 种矿种；优势矿产为煤和金。钛铁矿主要分布在“半瓦型”碱性基性辉长辉绿岩的风化壳中，已发现的钛铁矿有富宁钛

铁矿和何家湾钛铁矿，均为小型砂矿。

2. 矿区地质

1) 地层

区内主要出露二叠系地层，受富宁断裂和里达断裂的影响，二叠系沉积相变较大，里达断裂以西为碳酸盐岩相沉积区，里达断裂以东，包括矿区本部为灰岩——碎屑岩相沉积区。矿区出露地层主要为上二叠统吴家坪组（ P_{2w} ）。

二叠系上统吴家坪组（ P_{2w} ）：该地层广泛出露于矿区，为深灰色薄至中厚层状钙质泥岩夹灰色薄至中层状硅质岩、灰黑色结晶灰岩，灰岩含泥量较重含蜓科化石，局部夹深灰色细粒扁豆状灰岩及锰线或锰线透镜体，厚 312m。

2) 构造

矿区处于南北向里达断裂、北西向富宁断裂及北东向小里达断裂所夹持的独特的“三角形”断块内，北西向断裂、南北向断裂、北东向断裂发育，且相互切割，并叠加基性岩浆的侵入活动，致使本区地层支离破碎，零星分布。断裂带来了大量的含钛碱性基性岩浆，是后期该区形成钛矿床的必备条件之一，矿区主要断裂如下：

F1 断裂：董堡—那桑圩断裂为压扭性断裂，F1 推测为该断裂的南东段部分，总体呈 NW 向斜穿本区，北段断裂面向 NE 倾，延伸长度大于 20km，倾角约 30° ，该断裂在矿区内其两侧出露地层以吴家坪组（ P_{2w} ）、茅口组（ P_{1m} ）为主，并有基性岩浆岩。从两侧地层出露情况看，该断裂断距较大。从区域内分析，该断裂在矿区内应为早期断裂。

2、F2 断裂：具有压扭性质，断层基本呈北西～南东走向，北西端略向北西西向偏转，在断层中段有较多辉长辉绿岩侵入体，对矿床的形成起到了基础性的作用。

3) 岩浆岩

1、侵入岩

区域岩浆岩活动较频繁。矿区范围出露皆为碱性基性岩类，以钛辉辉长辉绿岩相 ($v-\beta\mu^a$) 最为发育，共有大岩体三个，最大岩体长 5km，宽 160m~1500m，呈似层状产出。其余两个呈短轴不规则状岩层产出，产状与地层一致。由外至内，大致可分为钛辉辉绿岩相 ($\beta\mu^a$) 和钛辉辉长辉绿岩相 ($v-\beta\mu^a$) 两个相带。岩性为钛辉辉绿岩和钛辉辉长辉绿岩。岩石矿物成分由斜长石 65%左右，普通辉石 25%~29%，绿泥石 3%~5%，钛铁矿、磁铁矿 1.6%~5%，橄榄石（少量 20%）组成，长石呈嵌晶形成辉长、辉绿结构，块状构造。金属矿物呈薄片或不规则树枝状穿插于辉石和长石晶体中，部分呈他形粒状分布于辉石晶体中。岩石蚀变有蛇纹石化、黝帘石化、绢云母化、绿泥石化等。

2、围岩蚀变及矿化特征

该矿区基性岩体与围岩明显呈侵入接触关系，主要为接触变质作用，接触带的岩性以上二叠统吴家平组 (P_2w) 泥灰岩、砂泥岩为主，岩体与灰岩的蚀变有大理岩化、角岩化、硅化、绿泥石化等；砂、泥岩中无明显蚀变，保持原砂泥质结构。岩体中有弱的钠黝帘石化，绿泥石化，蛇纹石化等，暗色矿变成绿泥石。钛砂矿与母岩（辉长辉绿岩）之间仅存在风化差异，化学风化及水解作用使长石高岭土化，其余无明显蚀变。

区内钛砂矿分布在辉绿岩体顶部的风化壳中。

2.3.2 水文地质条件

（一）矿区含（隔）水层

区内地层岩性较简单，无稳定的隔水层，不能形成大的蓄水构造。根据矿区出露地层岩性、裂隙发育程度、富水性等，大致分为 1 个含水层和 1 个隔水层。

1、含水层

辉长辉绿岩 ($v-\beta\mu^a$) 风化带网状裂隙含水层：为岩体风化带又属矿体部

份，其裂隙发育具有良好的透水性，地表风化深度 1m~20m。岩石富水性均匀性中等，含风化裂隙水，地下水多以渗溢流形式呈片状于沟谷两侧及地表低凹部位排泄，雨季期地表水沿裂隙大量渗透，会形成季节性泉眼，但对矿床开采无大的影响。此类属散体结构松岩组，其富水性中等，为本区主要含水层。最枯月径流模量 $M_k=1.83-2.62L/s.km^2$ ，泉水流量均值 $Q_p=0.34L/s$ ，泉流数学期望值 $Q_q=0.58$ ，离散度 $\sigma=0.56$ ，变差系数 $C_v=1.65$ 。

2、隔水层

矿区主要隔水层有：原生辉长辉绿岩($v-\beta\mu^a$)，二叠系上统吴家平组(P_2w)。

(1) 原生辉长辉绿岩 ($v-\beta\mu^a$) 隔水层：为致密状辉长辉绿岩，岩石完整，节理裂隙不发育，隔水性好，属隔水层，为坚硬岩组。最枯月径流模量 $M_k=1.2\sim 8.41L/s.km^2$ ，泉水流量均值 $Q_p=4.31L/s$ ，变差系数 $C_v=3.89$ 。

(2) 二叠系上统吴家平组 (P_2w) 隔水层：岩性主要以硅质岩、粉砂质泥岩、粉砂质页岩为主，厚 312m。其隔水性差，主要起于隔离地表潜水的的作用，富水性极弱，属相对隔水层，为半坚硬岩组。最枯月径流模量 $M_k=1.02\sim 2.97L/s.km^2$ ，泉水流量均值 $Q_p=0.97L/s$ ，泉流数学期望值 $Q_q=1.78$ ，离散度 $\sigma=2.61$ ，变差系数 $C_v=2.69$ 。

(二) 主要断裂构造带含（导）水性及对矿床充水的影响

董保一那桑圩断裂 (F1)：在富宁断裂的南西侧，与其近于平行，总体呈北西向斜穿本区北部，北段断裂面向东倾（图幅外），倾角约 30° ，在中、南段则转为南西倾（图幅内），与富宁断裂刚好相反，扭动方式为左行扭动。从断层两盘含水地层相对关系看，一般都是较老含水层冲覆于较新含水层之上。断裂附近含水层遭受挤压变动的现象十分普遍，压裂、压碎、构造角砾岩、糜棱岩、断层泥等较为发育，结构紧密，总体上可视为一压扭性阻水断裂。

F2 为扭性断层：虽为早期构造，但多蚀变封闭，且泥化断层破碎带透水性差，为阻水构造。

（三）地下水补给，径流，排泄特征

根据划分结果，矿区内含水层分为松散岩类含水层组，碎屑岩类沉积岩含水层组。碎屑岩类沉积岩（泥岩、粉砂质页岩）为裂隙含水层，补给、径流，排泄沿构造裂隙进行，一般富水性中等。是含水层中地下水集中排泄的主要通道。

矿区西北测的冲沟是地下水的排泄区。

大气降水是地下水的唯一补给源，大气降水少部分耗于蒸发，大部份沿裂隙下渗补给基岩裂隙含水层，当地下水自高处往低处运动时，一部分沿均匀含水介质运移至排泄边界，另一部分则沿含水层中的强渗透通道—断层破碎带运移到周边的排泄边界。

根据地形特征和地层空间展布特征，张性断裂带展布特征综合分析，矿区内地下水总体流向是由南向北流。

综上所述，矿区地下水主要接受大气降水补给，由于地形坡度较陡，面型和沟谷集中径流迅速，补给条件较差；地形有利于地表水和地下水排泄，排泄条件好。

（四）矿坑涌水量预测

1、开采方法

根据尾供钛铁砂矿体产出形态和埋藏条件，在矿权范围内适宜采用露天开采。

2、矿床充水因素分析

矿体主要产于钛辉长辉绿岩（ α - $\beta\mu^a$ ）体风化壳中，呈面型裸露地表，沿平缓地形覆盖于岩体之上。资源储量估算最低标高 1130m，当地最低侵蚀基准面标高 1070m；矿体最低许可开采标高（1100m）低于资源储量估算最低标高 30m，高于当地最低侵蚀基准面标高 30m；开采矿体位于地下水位及最低侵蚀基准面之上，地下水对开采矿体无充水影响。

3、计算原则

未来产生矿坑充水影响的主要因素是地表迳流及大气降水。矿坑涌水量预测充水因素主要是大气降水，故采用“水均衡”法进行预测。

4、计算范围

根据资源量计算边界确定各矿体设计矿坑范围及涌水量计算范围，设计矿坑外的汇水范围则推定到分水岭。

5、涌水量预算

$$Q=F \times A \times \alpha$$

式中：Qa：矿体直接落入坑内的雨季日平均降水量（m³/d）

Qp：矿体直接落入坑内的单日平均降水量（m³/d）

Qm：矿体直接落入坑内的一日最大降水量（m³/d）

Q'a：矿体设计采坑外围汇水范围的雨季日平均降水量（m³/d）

Q'p：矿体设计采坑外围汇水范围单日平均降水量（m³/d）

Q'm：矿体设计采坑外围汇水范围的一日最大降水量（m³/d）

F：矿体设计矿坑汇水面积（m²）

F'：矿体设计矿坑外围至分水岭汇水面积（m²）

α：地表径流系数（取 0.6）

表 2.3-2 未来露采矿坑涌水量预算表

涌水量计算 块段编号		日降雨量（mm）			面积 （m ² ）	涌水量（m ³ /d）		
		多年 平均	多年雨 季平均	日最 大		多年平均	多年雨 季平均	日最大
坑内	S ₁ (V ₁)	2.67	4.40	141.1	950127	1522.10	2508.34	80437.75
坑外	S ₁ ' (V ₁)				1821027	2917.29	4807.51	154168.15

（五）矿区水文地质条件预测评价

根据区内地表水分布情况，结合各含（隔）水岩组分布情况及自然地理特征，矿区水文地质情况相对简单，由于矿体埋深标高均高于当地最低侵蚀基面，

开采地最低标高要比出水点的最高点要高，且区内地下水量较小，加之钛砂矿开采方式选择露天开采，因此矿产开采引发的突水安全事故不易发生，若在开采过程中出现涌水情况，一般采用排水沟疏干这种简单快捷的方式。矿床开采过程中，地表溪流穿越矿体地段，应采取相应的防范措施，主要预防雨季期的季节性地表涌水。

1、矿床充水水源

本矿区主要是大气降水和地下水，其中大气降水特别在雨季对矿床影响较大，可能引起矿井地表涌水现象，而地下水的影响不大。

2、矿区充水通道

岩石节理、裂隙发育、风化强烈及断裂发育，是产生矿区充水的主要通道。

3、矿床充水强度

地下水充水，强度相对较小，水量小，危险低，而雨季季节性地表涌水，则水量大危险性高应重点防范。

（六）矿山供水

1、地下水地表水水质评价

本区未进行水质分析测试。根据矿体附近有大量居民长期居住饮用，无水质因素引发地方病的情况分析，水质符合饮用标准。

钛矿选矿采用重选工艺，对水质无特殊要求。可用。

2、供水水源

区内植被发育，降雨量丰富，水源丰富，地表径流和浅层地下水完全可满足生产、生活用水需求。

矿区内水文地质条件总体类型的复杂程度为中等的矿床。

2.3.3 工程地质条件

1.划分依据

根据矿区出露或隐伏的岩石完整性、岩石物理力学性质、岩石风化程度、

岩体结构类型及结构面发育程度，将岩体划分为松散软弱岩组、层状半坚硬夹较软岩组、层状坚硬岩组、块状半坚硬岩组等四个工程地质岩组，部份参数参照相邻同类矿区报告资料或参照工程地质手册。

2.划分指标

以饱和抗压强度（ R_c ）作为工程地质岩组划分的指标，标准如下：坚硬岩组 $R_c \geq 60\text{MPa}$ ；半坚硬岩组 $60 > R_c \geq 30\text{MPa}$ ；软弱岩组 $R_c < 30\text{MPa}$ 。

3.矿区工程地质岩组

矿床的围岩为辉长辉绿岩，属岩浆侵入形成，具辉长辉绿结构，其工程地质性质为坚硬岩石，抗压、抗剪强度较高。并有少量碳酸盐岩，整体稳固性好。

钛砂矿产于辉长辉绿岩出露地区的风化壳里，从地表向下矿石分为红土型、砂土型、半风化型三类，可利用的为红土型和砂土型，为松散软弱土层为主的似层状矿床，矿石与基岩为渐变接触关系，厚度与区内地形地貌，构造等因素的变化而变化。根据岩土体工程特性的差异性，将区内的岩土体划分为散体结构松散岩组、块状结构坚硬岩组二大类和二个亚类：

(1)散体结构松岩组：为辉绿辉长岩的风化壳（钛砂矿层），按成因可分为冲积、坡积等。地表及地下浅部的强风化至半风化层，风化作用较深，孔隙度大，稳定性差，岩石松散软弱，岩石力学强度较低，变形快，最最大抗剪强度 1.07kg/cm^2 ，为矿山直接开采的对象。其物量力学特征见下表。

表 2.3-3 散体结构松岩组物理力学特征表

地层		数值类型	天然容重 (g/cm^3)	天然孔隙比 (e)	天然含水率 (%)	液限 (w_L)	塑限 (w_p)	塑性指数 (I_p)	体缩 (%)	膨胀率 (%)	膨胀力 (kg/cm^2)	抗剪强度	
代号	岩性											C (kg/cm^2)	ϕ 度
Q ^{el}	全风化粘土	最大值	1.93	1.43	45	75	48	37	33	9.6	-	1.07	27
		平均值	1.82	1.14	39	59	34	25	21	4.2	3.8	0.45	6.7
		最小值	1.73	0.84	27	48	23	17	11	1.9	-	0.23	0

(2) 块状结构坚硬岩组可分二类：

a、非可溶坚硬岩组（ $v-\beta\mu^a$ ）：弱风化至原生辉长辉绿岩，岩石坚硬稳固，单轴饱和抗压强度多大于 120MPa ，力学强度高，稳固性好，为矿层底板，在

开采过程中不会出现底板塌陷、滑坡等地质灾害，广泛分布于矿区内。

b、脆裂非可溶坚硬岩组（ P_2w ）：为纯灰岩、硅质岩、泥岩等，天然状态下平均抗压强度：垂直 $<59.76\text{MPa}$ ，水平 $<46.14\text{MPa}$ ，力学强度高，稳定性好，分布于矿区内。

矿山开采为露天斜坡开采，边坡高度均低于 8m，最低开采标高又均在地下水水位以上，不存在边坡面上的侧向静水压力。根据勘查区岩土性质和原有采场的采矿情况，建议矿山建设时采场边坡角不大于 45° 。稳定性较好地段可选用 $45^\circ \sim 50^\circ$ 边坡角。通过与邻区矿山类比，辉长辉绿岩组成的围岩稳定性较好，露天边坡属稳定型边坡。

钛砂矿开采方式选择露天开采，矿体埋深标高均高于当地最低侵蚀基面，且地下水量较小影响不大。主要存在的工程地质问题有采场、尾矿坝、矿区公路及厂矿办公生活区等，在采矿设计时应采取一定技术措施。

4.采场、采空区

由于选择露天开采方式采矿，不可避免在地下形成一定规模的采空区，在地表可能出现地裂缝、滑坡、崩塌等不良地质现象，建议矿山建设时采场边坡角不大于 45° 或对采空区边坡进行加固，以降低对当地地质环境负面影响。

5.尾矿坝

矿山开采需建设拦尾矿坝，若修建的尾矿坝选址不当，施工质量存在缺陷等，在雨季期突降暴雨可能会引起山洪暴发导致尾矿坝梗决堤，形成泥石流等地质灾害和环境污染问题。因此尾矿坝选址应避免选择在洪水汇聚的沟谷地带，以免洪水对其造成破坏。

6.矿区公路

简易公路修建时，不可避免的会产生开挖形成人工边坡，如开挖边坡角过大或护坡不当，可能产生小规模的山体崩塌和滑移，对地质环境造成一定的破坏。

7.办公生活区

矿山办公生活区的选址、设计应遵循有关的规范、规定，避免出现办公生活区遭受矿山开采及其所引起的各种工程地质和地质灾害的影响。

综上所述，矿区工程地质条件属中等类型。

2.3.4 环境地质条件

1、矿区环境地质现状评价

矿区位于南岭纬向构造体系的西端，藏滇“歹”字型构造体系中部东支的东侧，滇越巨型旋扭构造体系的旋回面也有明显的存在，不同规模构造体系的复合，构成了区内比较复杂的构造图像，富宁断裂、董保～那桑圩断裂、里达断裂等大断裂属区域活动性断层，分支断裂较多。处于“那坡～富宁”地震带，该地震带历史上发生过 3 次较大地震，最强一次为 5.9 级，造成区内不同程度的财产损失和人员伤亡。

根据富宁县地震局资料，自 1962～2013 年以来，对县域内造成灾害的地震有 3 次，最大的一次为 1982 年 10 月 27 日洞波～者桑一带发生的 5.9 级地震，造成死 2 人，伤 8 人，多处房屋倒塌。此外 2007 年 9 月 7 日郎恒发生的 4.2 级地震影响也较大，震源深度 10km，造成多间民房破坏，周边乡镇均受影响，矿区附近的民房也受到一定的破坏。

表 2.3-4 富宁县近年破坏性地震情况表

编号	日期	震中位置			震级
		位置	东经	北纬	
1	1962.04.23	洞波			5.5
2	1982.10.27	洞波	105°50'	23°45'	5.9
3	2007.09.07	郎恒	105°5'	23°4'	4.2

据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A，设计地震加速度值为 0.05g，矿区抗震设防烈度为 6 度，矿山开采及建筑物应据此设防。区域地壳稳定性分区处于稳定区。

2、矿区环境地质预测评价

矿界内地形地貌简单，溪河切割较弱，地势较平缓，属低山构造侵蚀地貌，未来矿床露天开采，对地表破坏大；采空区使原有地表变形，残留大量的漂砾、砂砾，暴雨冲刷后易发生泥石流、滑坡，局部会出现石漠化现象；采矿废石废土随意堆放，会引发滑坡、泥石流等不良工程地质现象，形成矿山地质灾害的隐患。总体上矿山开采会破坏原生植被的表土营养层，加剧水土流失，影响山体自然稳定性和自然生态平衡，恶化矿山及周边地质环境，影响周边自然景观。

针对可能出现的环境影响问题，在进行开采时，应作好相应的防治措施。主要从以下几个方面考虑：

- (1) 做好边坡的防护，严格按露天开采安全规程进行开采；
- (2) 采矿过程中最大限度地控制对地表和植被的破坏；
- (3) 合理疏、排地表水，减少对水资源的破坏；
- (4) 做好尾矿坝稳定防护的工作，做到废水的循环利用，坚决不外排；
- (5) 在开矿同时对周边作好植树造林，改善矿山环境；
- (6) 矿山开采结束后，作好植被复垦等工作；
- (7) 通过邻近矿区利用选矿废渣进行种菜试验、选矿废水进行养鱼试验，试验均获得成功，在今后开采中应充分利用选矿废渣作为采空区回填料，有利于复垦，能有效的恢复矿山地质环境，不会出现石漠化现象；
- (8) 剥离物的堆放应选择在地形平缓低凹一带，为防止雨水冲刷形成不良地质现象，同时应修筑挡拦工程给予保护；

总之，在矿山开采过程中不能以破坏地质环境及生态环境为代价，最大限度控制对环境的破坏，杜绝对环境造成重大污染和破坏。矿山开采过程中必须严格执行国家有关法律、法规，做到“在保护中开发，在开发中保护”的资源利用可持续发展目标。

2.3.5 矿床地质概况

2.3.5.1 矿床及矿体特征

钛砂矿矿体主要赋存于钛辉辉长辉绿岩相带 (α - $\beta\mu^a$) 风化壳中, 呈面型裸露地表, 沿平缓地形覆盖于岩体之上, 其下岩体为新鲜的辉绿辉长岩相带。矿体严格受辉绿辉长岩体控制, 矿体在地表出露范围即为岩体的地表分布范围。钛辉辉长辉绿岩风化壳中。区内基性岩风化壳残积物普遍呈现三层结构的垂直分带性, 由上至下的层序分别为: 红 (亚粘) 土层、砂土层、淋滤层 (半风化) 层。具有工业意义、目前可以开发利用的钛砂矿为是红 (亚粘) 土型和砂土型钛砂矿。

矿区圈定钛砂矿体 1 个 (V1)。矿体赋存于钛辉辉长辉绿岩带风化壳中, 为钛辉辉长辉绿岩中的钛矿物经风化剥离、次生富集、原地残留或经近距离搬运迁移形成的风化壳型 (残坡积型) 钛砂 (铁) 矿床。

V1 矿体: 矿体分布于矿区全境钛辉辉绿岩的残破积层中, 矿体呈面形分布, 长轴方向近东西向, 长 920m, 宽 940m, 面积约 0.69km², 由 117 个浅井控制。矿体面型分布特征明显, 形态犹如被盖覆于岩体表面。

钛砂矿矿石呈不均匀星散状分布。钛矿呈黑色、棕黑色, 具金属光泽, 颗粒较小, 粒径一般在 0.01mm~0.05mm。

矿石结构: 主要鳞片状结构、胶状结构、板状结构和粒状结构。

矿石构造: 主要有砂土状构造、网格状构造。

含钛矿物以副矿物的形式赋存在辉绿岩中, 经风化作用, 裂解呈鳞片、粒状、柱状赋存在辉绿岩的风化壳中, 富集而形成钛铁砂矿床。

重砂矿物主要以钛铁矿、钛磁铁矿为主, 其次为钛铁矿、黄铁矿、毒砂、锐钛矿、板钛矿, 尚有少量锆石、白钛石、屑石、金红石、磷灰石、电气石, 偶见独居石、磷钇矿。

造岩矿物主要有钛辉石、斜长石、石英、绿帘石、绿泥石等。

2.3.5.2 矿石矿物成分及其结构构造

1、矿石结构构造

钛砂矿产于辉长辉绿岩体风化壳中，矿石呈不均匀星散状分布。钛矿呈黑色、棕黑色，具金属光泽，颗粒较小，粒径一般在 0.01mm~0.05mm。

矿石结构:主要鳞片状结构、胶状结构、板状结构和粒状结构。

矿石构造:主要有砂土状构造、网格状构造。

2、矿物成份

含钛矿物以副矿物的形式赋存在辉绿岩中，经风化作用，裂解呈鳞片、粒状、柱状赋存在辉绿岩的风化壳中，富集而形成钛铁砂矿床。

重砂矿物主要以钛铁矿、钛磁铁矿为主，其次为钛铁矿、黄铁矿、毒砂、锐钛矿、板钛矿，尚有少量锆石、白钛石、屑石、金红石、磷灰石、电气石，偶见独居石、磷钇矿。

造岩矿物主要有钛辉石、斜长石、石英、绿帘石、绿泥石等。

3.有益、有害组份元素

本次在矿区钛铁矿 V₁ 矿体中采集全风化辉长辉绿岩型钛铁矿石化学全分析样 16 件进行分析，结果见下表。

表 2.3-5 尾供钛铁矿矿石化学全分析结果表

样品编号	分析元素							
	Al ₂ O ₃ (%)	CaO(%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO(%)	mFe(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	TFe(%)
QF1	14.81	2.82	13.19	4.53	0.65	1.57	57.06	13.14
QF2	13.74	2.11	14.76	3.15	0.41	1.15	55.76	13.88
QF3	14.84	2.92	14.83	3.77	0.17	1.60	53.55	13.63
QF4	16.00	2.51	13.31	3.28	0.74	1.17	57.88	12.18
QF5	16.13	2.58	12.40	2.60	0.52	1.77	64.93	10.78
QF6	18.68	1.73	14.55	2.40	0.39	1.37	56.06	12.76
QF7	15.25	2.61	14.03	3.97	0.33	1.44	54.80	13.56
QF8	14.76	3.50	12.26	4.26	0.46	2.23	57.51	11.76
QF9	14.88	3.56	11.99	3.62	0.31	2.40	56.93	11.15
QF10	13.85	2.23	11.12	3.74	0.59	2.34	59.14	11.00
QF11	14.81	4.07	11.02	3.58	0.55	2.37	58.93	10.90
QF12	16.18	3.06	13.22	3.33	0.54	1.86	56.79	12.08
QF13	13.56	2.49	12.33	3.05	0.59	1.68	62.71	11.14
QF14	13.96	2.05	12.77	2.56	0.15	1.97	60.51	11.06
QF15	14.42	1.83	14.69	1.98	0.15	1.25	58.56	12.39

QF16	14.52	3.42	13.09	3.45	0.56	1.81	61.80	11.59
总平均值	15.02	2.72	13.10	3.33	0.45	1.75	58.31	12.06
样品编号	分析元素							
	TiO ₂ (%)	Co(%)	Cu(%)	Mn(%)	V ₂ O ₅ (%)	P(%)	S(%)	As(10 ⁻⁶)
QF1	4.13	0.004	0.016	0.15	0.051	0.31	0.01	3.96
QF2	3.64	0.004	0.018	0.15	0.046	0.31	<0.01	4.56
QF3	4.26	0.004	0.018	0.13	0.057	0.37	<0.01	2.24
QF4	4.28	0.003	0.013	0.19	0.080	0.20	0.01	8.73
QF5	2.90	0.003	0.010	0.17	0.083	0.16	0.01	13.90
QF6	3.47	0.005	0.012	0.15	0.090	0.15	0.01	6.89
QF7	4.21	0.004	0.017	0.14	0.064	0.28	0.01	12.70
QF8	3.92	0.002	0.011	0.13	0.071	0.22	<0.01	3.40
QF9	3.43	0.003	0.013	0.18	0.072	0.22	<0.01	5.23
QF10	3.62	0.004	0.011	0.22	0.075	0.17	0.01	17.60
QF11	3.36	0.003	0.010	0.15	0.077	0.19	<0.01	3.76
QF12	3.59	0.003	0.011	0.13	0.090	0.19	<0.01	27.50
QF13	4.07	0.004	0.010	0.32	0.077	0.13	<0.01	6.89
QF14	3.89	0.003	0.010	0.21	0.081	0.12	0.01	39.20
QF15	4.02	0.004	0.015	0.21	0.064	0.22	<0.01	17.20
QF16	3.72	0.003	0.012	0.21	0.070	0.19	<0.01	10.20
总平均值	3.78	0.004	0.013	0.18	0.072	0.21	<0.01	11.50

从表中可以看出，伴生有益组分 Co 含量 0.002%~0.005%、平均 0.003%、低于最低工业品位 ($\geq 0.03\%$)；Cu 含量 0.010%~0.018%、平均 0.013%，V₂O₅ 含量 0.046%~0.090%、平均 0.072%，均远低于最低工业品位，无法回收；mFe 含量 0.15%~0.74%，平均 0.45%，可以通过磁选进行综合回收。此外，从表中还可以看出，矿石中有害组分 S<0.01%、平均<0.01%；P 0.12%~0.37%、平均 0.21%；As (2.24~39.20)×10⁻⁶，平均 11.50×10⁻⁶，说明有害元素含量均较低，未超标。

4.物相分析结果

根据全风化辉长辉绿岩型钛铁矿石 21 件物相样分析结果，TTiO₂ 品位 2.59%~4.26%、平均 3.44%，其中金红石中的 TiO₂ 0.10%~0.25%、平均 0.15%，占 TTiO₂ 的分配比例 4.45%；钛磁铁矿中的 TiO₂ 0.03%~0.38%、平均 0.15%，占 TTiO₂ 的分配比例为 4.45%；钛铁矿中的 TiO₂ 1.33%~2.31%，平均 1.90%，占 TTiO₂ 的分配比例 55.11%，合计可利用 TiO₂（钛铁矿、钛磁铁矿的 TiO₂ 之

和)占 TTiO_2 的比例 59.56%。榍石、硅酸盐中的 TiO_2 (不可利用 TiO_2) 0.92%~1.54%、平均 1.24%，占 TTiO_2 的比例为 36.00%。

5.人工重砂结果

矿区钛铁矿 V_1 矿体共采集全风化辉长辉绿岩型钛铁矿石人工重砂样 11 件进行加工、淘洗，并对重矿物进行鉴定，其重矿物主要有磁铁矿、钛铁矿及少量褐铁矿、辉石，偶见磷灰石各矿物含量。矿石中磁铁矿单样含量 0.38~0.72%、平均 0.49%，钛铁矿单样 3.29~4.05%、平均值 3.67%，磁铁矿含矿率 4.58~11.58 kg/m^3 、平均 7.34 kg/m^3 ，钛铁矿含矿率 45.54~64.38 kg/m^3 ，平均 54.21 kg/m^3 。

6.矿体围岩和夹石

矿体赋存于辉长辉绿岩体的风化壳中，矿体围岩即为辉绿岩，矿体中夹有未完全风化的辉绿岩岩屑、碎岩块。

2.3.5.3 矿石加工技术性能

该区未作过专门的选矿试验，在邻区（新华坡桑钛铁矿）相同岩体内有类似风化壳钛砂矿床，采用重、磁选工艺流程，效果较为显著，回收率可达 80% 左右；经重、磁选矿后，有害杂质甚微，达到生产高钛渣、钛铁合金、铁白粉等用的Ⅲ级品矿石质量要求。本区钛砂矿的矿石特征与邻区极为相似，加工技术性能可以类比，说明区内矿石宜重选、磁选，属易选矿石。矿山选矿方法选用重选加磁选（ TiO_2 品位 53.05%，回收率 80%）。

2.3.6 矿床开采技术条件小结

（一）矿床水文地质勘探类型

矿床地处水文地质单元的径排区，地表水下渗对整个矿床的影响不大；划定的开采矿体位于当地最低侵蚀基准面之上及地下水位之上；地形切割，有利于矿坑水自然排泄；矿床位于主要充水含水层之上，主要构造破碎带远离矿床；矿床开采适宜露天开采。确定本矿床勘探类型属大气降雨充水为主的简单类

型。

（二）矿床工程地质勘探类型

矿床及其附近地形地貌条件较简单；露天开采揭露岩体主要有半坚硬的灰岩、含钛辉长辉绿岩，地层岩性简单，稳固性一般较好；岩溶较发育，会降低岩石的稳定性；矿区不良工程地质现象弱发育。确定本矿床勘探类型属松散—半坚硬块状岩类为主的中等类型。

（三）矿床地质环境类型

矿区地处山区，地形较陡，属中高山构造侵蚀峡谷地貌、中山岩溶峡谷地貌；区域稳定性属稳定区；区内零星分布多个村庄，属农耕区，植被少，工程地质问题不突出；采矿会产生一定的地表变形；矿坑排水会对地表水体有一定污染；地表水、地下水环境质量较好；矿石和废石不会析出有毒有害元素；采矿废渣、选矿废水、尾矿等处理不当，容易对地质环境造成一定影响；经过邻近矿山“选矿废渣种菜、尾矿库废水养鱼”等试验均获得成功，有利于将来的矿山复垦。确定本矿床地质环境质量属中等类型。

（四）矿床开采技术条件

根据矿区水文地质、工程地质、环境地质条件，确定本矿区开采技术条件属以工程地质及环境地质复合问题的中等类型。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

1. 矿区道路

矿区内部道路目前已有岩龙线至矿山生活办公区的道路及选厂至矿区 1206m 标高的挖机道路。

2. 供水

矿区生活用水取用龙兴村自来水，企业在矿区南部 1190m 标高位置设置

一个 300m³ 的不锈钢储水箱，选厂上部 1128m 标高建设了一个约 100m³ 的高位水池，可满足矿山生产根据矿区现有供水条件。

3. 供电

矿区已有 10kV 供电线到达生产厂区，能满足矿山生产、生活用电需求。因矿体赋存于钛辉辉长辉绿岩相带 (α - $\beta\mu^a$) 风化壳中，呈面型裸露地表，采场采矿不进行爆破作业等，不使用用电设备。

4. 采空区

矿业权人 2012 年合法取得采矿权后已进行开采多年，已在采矿权内采空区现状如下：

在矿区西部形成约 9847m² 的采空区，采空区标高 1200m~1140m，已形成 1196m、1189m、1182m、1175m、1168m、1161m、1154m、1147m、1140m 等台阶，台阶高度 7m，台阶边坡角 35° ~55° 。

在矿区西南部形成约 21414m² 的采空区，采空区标高 1214m~1156m，已形成 1200m、1190m、1178m、1165m、1155m 等台阶，台阶高度 10m~13m，台阶边坡角 30° ~60° 。

本次工程与原有工程的水平范围、垂直范围一致，即矿区面积 0.7463km²，垂直范围为 1350m~1100m，仅开采规模不一致。

本次工程利用原有工程部分设备设施，根据矿体赋存情况及产状，进行自上而下开采，今后开采过程中，至原有采空区边界时，存在坍塌、高处坠落等风险事故，应重点防范。

本次工程利旧设备设施有：2 台柳工 ZLCN1 装载机、1 台 CAT323GX 挖掘机、1 台洒水车、4 辆自卸汽车、办公生活区。



图 2.4-1 采空区现状

根据地质资料，结合现状实测图，采空区采出矿石量 18.7 万 m^3 （26.97 万 t）。

5.排水系统

矿山已形成的台阶内侧已修建排水沟，排水沟断面尺寸（ $0.5\text{m}+0.4\text{m}$ ） $\times 0.4\text{m}$ （倒梯形断面），并在矿山西南部 1190m~1120m 修建了排水沟（原矿浆沟），断面尺寸（ $1.2\text{m}+0.8\text{m}$ ） $\times 0.6\text{m}$ （倒梯形断面）。

生活区房屋周围修有排水沟；公路内侧已设置排水沟，排水沟断面尺寸（ $0.5\text{m}+0.3\text{m}$ ） $\times 0.3\text{m}$ （倒梯形断面）。

6.生活办公区

矿区目前电信及电力已形成，矿山办公室、食堂、职工宿舍已建成，为简易砖瓦结构及活动板房等，能够满足矿山生产及生活的要求。矿山现有的主要设备见下表。

表 2.4-1 矿山现有设备表

序号	机械名称	型号	数量	备注
1	装载机	柳工 ZLCN1	2 台	矿山已有, 利旧
2	挖掘机	CAT323GX	1 台	矿山已有, 利旧
3	洒水车	——	1 辆	矿山已有, 利旧
4	自卸汽车	矿用卡车	4 辆	矿山已有, 利旧

2.4.2 建设规模及工作制度

2.4.2.1 保有资源量

本次设计开采范围内：保有钛铁矿矿石量 95.1 万 m^3 （矿石量 136.75 万 t），钛铁矿矿物量 50450t，钛铁矿（矿物）平均品位 53.05kg/ m^3 。其中 332 类钛铁矿矿石量 73.08 万 m^3 （矿石量 105.09 万 t），钛铁矿矿物量 39514t，钛铁矿（矿物）平均品位 54.07kg/ m^3 。333 类钛铁矿矿石量 22.02 万 m^3 （矿石量 31.66 万 t），钛铁矿矿物量 10936t，钛铁矿（矿物）平均品位 52kg/ m^3 。

2.4.2.2 设计可利用资源量

1. 设计利用资源量

根据本工程初步设计，矿山露天共设计利用资源储量 90.7 万 m^3 （矿石量 130.42 万 t），平均品位 53.67kg/ m^3 。

2. 设计可采资源量

根据本工程初步设计，矿山露天开采共设计可采资源量 86.17 万 m^3 （矿石量 123.9 万 t），平均品位 53.67kg/ m^3 。

3. 设计采出矿石量

根据本工程初步设计，设计采出矿石量共 88.83 万 m^3 （矿石量 127.73 万 t），平均品位 52.06kg/ m^3 。

2.4.2.3 矿山生产规模

根据采矿许可证要求及矿体赋存特征，矿山生产规模为 5 万 t/a。

2.4.2.4 服务年限

根据本工程初步设计，矿山生产服务年限为 25.5 年。

2.4.2.5 工作制度

矿山采用轮休工作制，矿山年工作天数为 300 天，每天工作一班，每天工作 8 小时，采装、运输和维修工作均在白班进行，不进行夜间作业。

2.4.3 总图运输

一、矿区总体布置

矿山采矿工程总体布置主要分为以下几个部分，即露天开采境界的确定、开拓运输系统的布置、工业场地及生活设施、其他辅助设施的布置。

从矿区周边环境来看，矿区周边有那才钛砂矿，但是矿山不进行爆破，周边关系影响不大。本矿山采矿工艺简单，直接采用挖掘机开采装车后由汽车直接运输至选矿厂堆料场。废土直接剥离装车后运输至临时排土场，后期进行原采空区回填及恢复。

已有选矿厂工业场已建成多年，附近地势平缓，不存在滑坡、泥石流、坍塌等地质灾害，工业场地未设置在冲沟内，山洪不会对工业场地构成危害。

矿山已有配套设施有供电设施、原矿堆场、选矿厂、尾矿库、办公场地、职工住宿生活区等。

二、矿区总平面布置

矿区总平面布置由露天采矿平面布置、生活区平面布置组成，运输道路大部分沿用原有设施。

三、露天采矿平面布置

矿区由露天采场、矿山道路、绿化和复垦等项目组成，根据设计的采剥参数圈定露天开采终了境界，结合矿山原有公路和运输条件布置矿区简易开拓运输公路，开拓运输公路在原有矿山公路的基础上新修筑矿山主开拓公路，再由主开拓公路修筑支线公路到达各作业点。露天采场内在各台阶的内侧布置排水沟，使雨水能够自流排出采场。

四、生活区总平面布置

生活区建于矿区西面，现状道路经过生活区。生活区建设有食堂、职工宿舍、厕所等项目；办公室建于该区内。生活区布置于现状道路边，具有有利的交通条件。

2.4.4 开采范围

2.4.4.1 开采对象

根据矿山的地形地貌情况及矿体赋存情况，开采对象为矿区范围内的保有矿体。

2.4.4.2 开采范围

矿山许可矿权范围由 8 个拐点坐标圈定，矿区面积 0.7463km^2 ，开采深度 $1350\text{m}\sim 1100\text{m}$ 。但矿区范围内存在那才村、国家公益林、基本农田、耕地等，初步设计范围不包含村庄、国家公益林、基本农田、耕地范围，本次初步设计开采范围为：矿区面积为 0.1798km^2 ，设计开采深度为 $1241\text{m}\sim 1120\text{m}$ 。初步设计开采范围坐标如下：

表 2.4-2 设计开采范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 坐标	
	直角坐标(3 度带)	
	X (m)	Y (m)
1	2594411.55	35570840.98
2	2594193.52	35570960.82
3	2594039.09	35570988.37
4	2593990.55	35571110.63
5	2593839.05	35571213.32
6	2593775.56	35571210.51
7	2593609.64	35571246.42
8	2593609.64	35571064.13
9	2593668.67	35571000.08
10	2593734.89	35571004.07
11	2593997.49	35570780.51
12	2594095.29	35570724.06
13	2594227.53	35570685.53
14	2594251.83	35570741.94
15	2594339.42	35570813.17
矿区面积	0.1798km^2	
开采深度	$1241\text{m}\sim 1120\text{m}$	

2.4.4.3 开采顺序

设计采用自上而下分台阶开采。

台阶开采顺序 1240m→1233m 平台→1226m 平台→1219m 清扫平台→1212m 平台→1205m 平台→1198m 清扫平台→1191m 平台→1184m 平台→1177m 清扫平台→1170m 平台→1163m 平台→1156m 清扫平台→1149m 平台→1142m 平台→1135m 清扫平台→1128m 平台→1120m 平台。

2.4.5 开拓运输

2.4.5.1 开拓运输方案

依据矿区地质地形条件及初步设计，本矿山选择公路开拓+汽车运输方案。

2.4.5.2 运输设备

为保障矿山运输工作的安全有序的进行，设计沿用原有 4 辆 25t 矿用自卸汽车，能满足生产需要。

2.4.5.3 运输道路

1.原有路道路现状及利旧道路情况

由于原开采方式为水力开采及水力运输，矿区未形成运输道路。

2.新建运输道路

设计新建运输道路从新建破碎站 1166m 标高沿地形折返式修建到达采场顶部 1233m 标高平台，采用泥结碎（砾）石路面，等级为中级路面。新建运输道路总长 1236.35m，路面宽 4m，路基宽 6m，最小转弯半径 15m，运输道路平均坡度 6.6%，最大纵坡 9%，挖方方量为 25230m³，填方方量为 2276m³。

2.4.5.4 运输道路安全设施

1.道路边坡的加固和防护措施

（1）对于新建的公路，按照设计的公路进行修建，公路边坡高度过高时则进行削降坡处理；

（2）对于已有的公路，按照设计的开拓运输公路在内侧修建排水沟，防

止降水冲刷公路边坡,造成公路边坡垮塌。排水沟断面尺寸(0.6m+0.4m)×0.4m (梯形断面)。

(3)对设计利用的原有公路进行削降坡及扩宽,并增设相应的挡车设施、安全警示标志特别是急弯、陡坡、危险地段。

2.运输道路安全设施

(1)道路外侧挡车墙

公路外侧采用顶宽 0.6m,底宽 1.2m,高 1.0m 的土质挡墙。主要设置在远离山体的公路一侧。

(2)错车道

在运输道路距离较长段设置错车道,依据矿用自卸汽车车长 7.135m,设置错车道等宽长 14.27m,渐宽长 10.7m。

错车道适宜设在纵坡不大于 4%的路段,任意相邻两个错车道间应能互相通视,其间距不宜大于 300m。

(3)缓坡段

在运输道路连续下坡较长段设置坡度为 3%、长度为 60m 的缓坡段。

(4)矿、岩卸载点挡车设施

公路的挡车设施主要设置于矿、岩卸载点,主要设置于装卸点平台,车辆卸载处高于堆料平台,则在卸载处利用废旧钢材焊接设置车挡,或采用土堆设置车挡,设计矿岩运输设备主要为矿用自卸汽车,车轮直径为 1100mm,按照规定车挡的高度不小于轮胎直径的 1/2,车挡顶宽和底宽分别不小于轮胎直径的 1/4 和 3/4,所以车挡高 0.6m,车挡顶宽为 0.3m,底宽为 0.85m。

2.4.6 采矿工艺

2.4.6.1 露天采场境界

矿山矿权范围由 8 个拐点坐标圈定,矿区面积 0.7463km²,许可开采深度 1350m~1100m。但矿区范围内存在那才村、国家公益林、基本农田、耕地等

存，本次设计范围不包含村庄、国家公益林、基本农田、耕地范围。本次设计开采境界范围内保有钛铁矿矿石量 95.1 万 m^3 （矿石量 136.75 万 t），钛铁矿矿物量 50450t，钛铁矿（矿物）平均品位 53.05kg/ m^3 。

根据矿体的赋存条件和境界圈定原则，露天采场境界圈定结果下表。

表 2.4-3 露天开采境界圈定结果表

序号	项目名称	单位	参数值	备注
一	V1 露天采场			
1	采场顶部标高	m	1240	
2	采场底部标高	m	1120	
3	上口最大尺寸	m	831×240	
4	下口最小尺寸	m	38×36	
5	安全平台宽度	m	4	
6	清扫平台宽度	m	6	
7	矿岩剥采总量	万 m^3	129.29	
8	采出矿石量	金属吨 (t)	46243	
9	剥离量	万 m^3	2.73	
10	平均剥采比	m^3/m^3	0.03	
11	采矿损失率	%	5	
12	采矿贫化率		3	
13	台阶边坡角	°	10~60	工作台阶
			22~28	终了台阶
14	台阶最终边坡角		27	
15	矿石体重	t/ m^3	1.438	

2.4.6.2 采剥工艺

1. 采剥工艺

根据矿区的地形地貌特征、矿体的赋存状况和选定的开拓运输方式等因素，设计采用自上而下分台阶开采，垂直矿体走向布置采矿工作面，总体由中部向南北推进。采场作业从最上部台阶开始，逐层向下进行。将矿体沿地形等高线高差 7m 设置一个工作台阶，台阶工作面的推进由掘沟后形成的工作面向采区一侧和前方推进，推进到最终帮位置后预留 4m 安全平台或 6m 清扫平台。当上一台阶开采即将靠帮结束时，提前准备好下一台阶的工作面布置，以保证采矿工作的持续进行和新水平的延深。

矿体赋存于第四系残坡积层松软土体中，本设计采用挖掘机挖掘→挖掘机或装载机铲装→自卸车运输的开采工艺。

采剥工作面构成要素如下：

- 1) 生产台阶高度：7m；
- 2) 靠帮台阶坡面角：10°~60°；
- 3) 工作台阶坡面角：10°~60°；
- 4) 最终帮坡角：27°；
- 5) 最小工作平台宽度：16m；
- 6) 最小工作线长度：50m；
- 7) 场内公路宽度：6m。

2.工作线长度

当工作面用挖掘机进行装运时，其最小工作线长度应满足挖掘机的正常作业，使挖掘机有 5~10 昼夜装载量，且满足运输调车要求；

挖掘机工作线长度与挖掘机斗容、运输方式以及矿床赋存条件等有关，本设计取挖掘机最小工作线长度为 50m。

3.工作面布置和推进方向

沿山坡地形掘单壁沟，向边坡方向推进。工作面沿矿体走向布置。

2.4.6.3 铲装工作

根据初步设计，矿山需 2 台柳工 ZLCN1 型装载机、1 台 CAT323GX 型挖掘机，能满足生产要求。

2.4.6.4 设备汇总表

根据设备选型验算，目前矿山使用设备汇总表如下：

表 2.4-4 矿山设备表

序号	机械名称	型号	数量	备注
1	装载机	柳工 ZLCN1	2 台	矿山已有，利旧
2	挖掘机	CAT323GX	1 台	矿山已有，利旧
3	洒水车	——	1 辆	矿山已有，利旧

序号	机械名称	型号	数量	备注
4	自卸汽车	矿用	4 辆	矿山已有, 利旧
5	推土机	ZL-50C	1 辆	新购, 排土场使用

2.4.7 防尘

1. 粉尘主要发生于运输等环节引起的粉尘飞扬, 以及随风再次粉尘飞扬。有害气体主要来自燃油机器排出的废气等。露天采场铲装卸载及汽车运输所产生的粉尘, 是采场装载机、汽车司机等操作岗位超标的主要原因。为此, 为防止铲装工作时的飞尘, 采用对道路和矿堆洒水措施降尘。

2. 对矿堆和其它装卸地点, 均采用喷雾洒水措施, 有条件的地方安装喷雾器组成的水幕。采场路面要经常洒水抑尘降温, 充分利用矿山配置的洒水车。

3. 设计选用的挖掘机, 司机室装有空调、除尘设备, 机械密封并有通风除尘装置。有条件的其它设备司机室外可设置净化设施。

4. 加强内燃机的维护保养, 降低排出有害气体的含量。

5. 采用集中控制和操作, 改善工作条件。

2.4.8 矿山供配电设施

已有 10kV 供电线路上引入矿区, 矿山现已通 10kV 高压电, 在矿生活区设有变配电设施, 主要向生活区和选厂供电, 矿山总用电负荷不大, 能满足矿山需要。

矿山直接进行剥离及采矿, 不使用用电设备。

2.4.9 防排水系统

矿区生活用水取用弄兴村自来水, 企业在矿区南部 1190m 标高位置建立了一个约 300m³ 的不锈钢储水箱, 选厂上部 1128m 标高建设了一个约 100m³ 的高位水池, 可满足矿山生产根据矿区现有供水条件。矿区公路采用洒水车进行降尘。

1. 境外截洪沟: 在排土场外围设置截洪沟, 采用 M7.5 浆砌片石, 截洪沟

断面尺寸为 $(0.8\text{m}+0.5\text{m}) \times 0.4\text{m}$ (梯形断面)。

2.台阶排水沟：在各平台内侧设置排水沟，排水沟断面尺寸 $(0.4\text{m}+0.3\text{m}) \times 0.3\text{m}$ (梯形断面)，平台工作面自边坡外侧向坡脚设置 $1\% \sim 3\%$ 的方向坡度，将汇水集中至坡脚排水沟排出，防止汇水冲刷台阶边坡。

3.公路内侧排水沟：在矿区公路内侧设置排水沟，公路内侧排水沟断面尺寸 $(0.6\text{m}+0.4\text{m}) \times 0.4\text{m}$ (梯形断面)。在公路转弯处设置水泥涵管，衔接道路内侧排水沟，水泥涵管规格为 800mm (直径) $\times 2000\text{mm}$ (长)。

2.4.10 排土场

设计临时排土场设置于矿区西南侧，矿山尾矿库上部 244m 位置，标高 1090m，该区域为堰沟，工程地质条件良好，无溶洞、断层等不良地质情况；不在工程地质或水文地质条件不良的地带；排土场下游 244m 为矿山尾矿库，下游 96m 位置为尾矿库挡水坝，下游 1km 范围内没有工业场地（厂区）、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久性建筑等。在临时排土场上部 1100m 平面地形设置一条截洪沟连接尾矿库上部的截洪沟，截洪沟长 468m，上口宽 0.8m，下底宽 0.4m，深 0.5m 的截洪沟，工程量约 141m^3 。

一、排土场场容积及主要构筑物

1.排土场容积的确定

排土场堆存标高 1090m~1100m，1 层堆排边坡坡比 1:1.6 (32°)。排土场占地面积 3444m^2 ，可堆存 2.73 万 m^3 废土石，矿山剥离废土石为 1.56 万 m^3 ，能够满足堆存要求。

2.排土场构筑物

排土场下游设置一道挡土墙，挡土墙采用浆砌石，挡土墙全长 98m，墙高 2m，顶宽 1m。

在排土场上游 1102m 标高位置设置挡水坝，挡水坝采用浆砌石，挡水坝全

长28m，墙高5m，顶宽2m。

设计临时排土场上部为矿山生活区，下部为矿山公路，公路内侧已设置排水沟，排水沟断面尺寸（0.6m+0.4m）×0.4m（梯形断面）。设计利用场外运输道路一侧的排水沟截排临时排土场外围汇水。在上部 1100m 标高设置一条长 468m，上宽 0.6m，下宽 0.4m，深 0.4m 的截洪沟，截排临时排土场上部汇水。

二、排土工艺

1.排土方式

该排土场采用汽车运输——推土机排土。

2.堆置顺序

整体由南向北进行后退式堆排，进行分层堆排，分层高度 5m，分两层堆排，最终堆高 10m。

3.堆置作业工艺

根据本项目实际地形地貌、周边情况，确定采用汽车运输——推土机排土，推土机排土分层排土的作业方式，分层高度 5m。

为保证推土机的工作效率，采用汽车倒车倒土，设置安全车挡，参照《有色金属矿山排土场设计规范》（GB50421-2018）第 4.0.8 条规定：“安全车挡的高度不应小于轮胎直径的 2/5，车挡顶部和底部宽度分别不应小于轮胎直径的 1/3 和 1.3 倍”；根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.2.4 条规定：“在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4”。参照这两条规定，运输的汽车车长 8m，转弯半径 15m，轮胎直径 1.1m，确定排土场的安全车挡高度为 0.6m，车挡底部宽度为 2m，车挡顶部宽度为 0.5m。安全车挡采用推土机推废土石形成即可。

4.作业平台宽度

设计采用单台阶排土，排土场堆置阶段的工作平盘宽度主要取决于排弃

物的物理力学性质、采用的排弃设备、运输方式等因素，其宽度应达到排岩工作不受影响的基本要求。

正常排土场工作平台宽度 30m，最初在工作平台没有达到宽度时，需要利用推土机协助推土堆置。

5.排土场边坡角

排土场的边坡角应小于弃土的自然安息角。本次设计所排弃的弃土主要为矿山表层第四系覆土层。

第四系覆土层自然安息角约为 32° ，所以堆排过程中边坡坡比均以 1:1.6 的坡比排筑。

三、排土设备选择

根据初步设计，1 台 ZL-50C 型推土机完全满足排土要求。

2.4.11 安全管理及其他

2.4.11.1 安全生产管理机构

矿山应设有主管生产安全的副矿长 1 名，下设安全技术部门，该部门设主管 1 名（专职安全生产管理人员），矿山相关专业技术人员 2 名（采矿专业及测量专业）。并按采装、运输、边坡维护、输配电各生产工序分设兼职安全管理员 1 名，形成完整的安全管理体系，层层落实，并分部门、分专业按相关行业安全法规、规程制定各部门、各专业安全操作规程。矿山安全机构设置如下图所示：

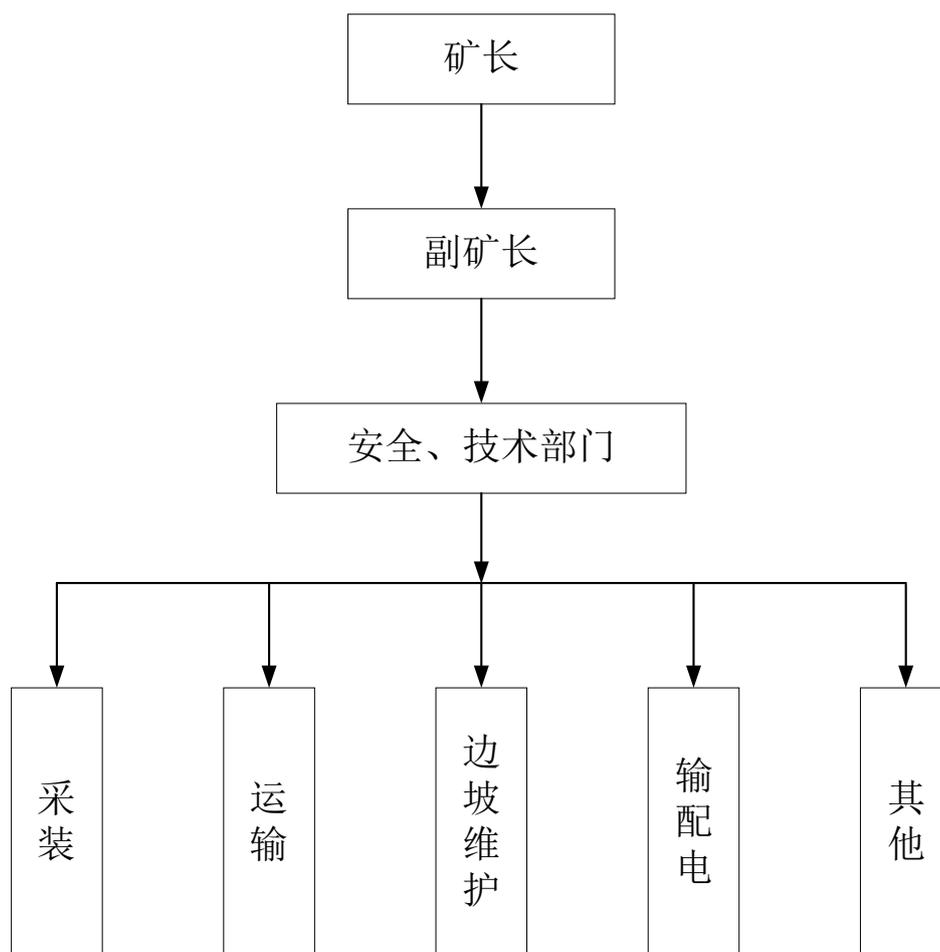


图 2.4-2 矿山组织机构设置图

2.4.11.2 劳动定员

矿区采剥、运输作业采用间断工作制，年工作 300 天，每天工作一班，每天工作 8 小时。本着精简的原则，本项目定员 30 人，生产岗位设置定员 20 人，岗位定员分布见下表。

表 2.4-5 矿山生产岗位定员明细表（单位：人）

项 目	人数	备注
采矿工区	10	含队长、班长、安全员各 1 名
管理及服务人员	2	含专职安全管理 1 名
技术员	2	
经营	1	
设备检修工	2	

项 目	人数	备注
矿长	1	
生产副矿长	1	
安全副矿长	1	
合计	20	

2.4.11.3 安全教育培训

该矿存在坍塌、滑坡、高处坠落、物体打击、车辆伤害等安全风险，要求生产人员和管理人员（包括技术人员）必须具备较强的工作能力，因此需在生产之前，进行必要的人员培训工作。

1.对主要生产岗位人员、技术人员以及管理人员进行较系统的专业理论知识培训的同时，还需要派他们在公司内进行跟班培训 2~3 个月。

2.对一般生产岗位的工人可在公司内进行跟班培训，同时对他们进行一般理论知识、操作技能、安全技术等方面的培训，培训时间 1~3 个月。

3.在试生产和投产初期，可招聘有经验的技术骨干和专家来矿指导。

2.4.11.4 投资估算

根据本项目初步设计，本项目总投资为 400 万元，安全设施费用投资 25 万元，占总投资 6.25%。投资内容为项目从筹建开工建设到竣工验收投产过程中的全部费用。投资情况详见下表。

表 2.4-6 投资预算表

序号	项目名称	预算价值 (万元)							备注
		剥离工程	建筑工程	设备	安装工程	其他费用	总值	利用原有	
1	单项工程费用	20	38	45	13	0	116	122	41.73%
1.1	主要生产工程	20	0	32	8	0	60	0	
1.1.1	开拓工程	20	0	0	0	0	20		
1.1.2	采掘设备	0	0	20	8	0	28	0	
1.2	公用及辅助生产工程	0	38	13	5	0	56	122	
1.2.1	总图工程	0	15	0	0	0	15	15	

序号	项目名称	预算价值 (万元)							备注
		剥离工程	建筑工程	设备	安装工程	其他费用	总值	利用原有	
1.2.2	供水工程	0	5	8	3	0	16	15	
1.2.3	供电工程	0	18	5	2	0	25	92	
2	其他工程费用					120	120		43.17%
2.1	征地费					45	45		
2.2	安全专项投资					25	25		
2.3	环保专项投资					30	30		
2.4	工程其他费用					20	20		
3	工程预备费					42	42		15.11%
3.1	基本预备费					42	42		
	小计	20	38	45	13	162	278		
4	建设投资	20	38	45	13	162	278		100.00%

2.4.11.5 主要技术指标

主要技术指标见下表。

表 2.4-7 主要技术指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	地质			
1.1	全矿地质资源量/储量			
	工业品位矿石量	万 t	528.14	
	品位	kg/m ³	53.05	
1.2	露天开采境界内的资源量/储量			
	工业品位矿石量	万 t	136.75	
	品位	kg/m ³	53.05	
1.3	矿岩物理力学性质			
	矿石体重	t/m ³	1.438	
	岩石体重		2.70	
	矿岩松散系数			
	矿石抗压强度	MPa	/	
	岩石抗压强度		90.00	
2	采矿			
2.1	矿山规模			
	总矿石量	万 t	127.73	
	矿石量	万 t/a	5	
	总剥离量	万 m ³	1.56	
	采剥总量		129.29	
2.2	剥采比			
	平均剥采比	m ³ /m ³	0.03	
	生产平均剥采比		0.03	
2.3	矿山服务年限	a	26	不含基建期
2.4	矿山基建时间	月	9	

序号	指标名称	单位	数量	备注
	基建工程量	万 m ³	1.32	剥离工程
	其中：副产矿石量	万 t	0.00	
2.5	开拓运输方式		折返式开拓	
	汽车型号		矿用卡车	25t
	数量	辆	4	
2.6	二级矿量			
	开拓矿量	万 t	15.5	
	备采矿量		3.9	
2.7	矿石贫化率	%	5	
2.8	矿石损失率		3	
2.9	工作制度	d/a	300	
		班/d	1	
		h/班	8	
2.10	露天开采最终境界			
V1 露天采场	采场顶部标高	m	1240	
	采场底部标高		1120	
	上口最大尺寸		831×240	
	下口最小尺寸		38×36	
	安全平台宽度		4	
	清扫平台宽度		6	
	矿岩剥采总量	万 m ³	129.29	
	采出矿石量	金属吨 (t)	46243	
	剥离量	万 m ³	1.56	
	平均剥采比	m ³ /m ³	0.03	
	采矿损失率	%	5%	
	采矿贫化率		3%	
	台阶边坡角	°	10~60	工作台阶
			22~28	终了台阶
台阶最终边坡角	27			
矿石体重	t/m ³	1.438		
2.11	台阶参数			
	最终边坡台阶高度	m	7	
	台阶坡面角	°	22~28	
	工作台阶高度	m	7	
	终了台阶高度		7	
	安全平台宽度		4.00	
	清扫平台宽度		6	
	工作帮的坡面角	°	10~60	
	最小工作平台宽度	m	16	
	同时开采的台阶数	个	1	
	最小工作线长度	m	20	
2.12	排土场			
	占地面积	m ²	3444	
	堆积总高度	m	10	

序号	指标名称	单位	数量	备注
	总容量	m ³	2.73	
	服务年限	a	26	
	排土方式		汽车运输—— 推土机排土	
	排土段高	m	5.0	
	排土机型号		ZL50-C	
	排土机数量	台	1	
	总边坡角	°	32 (1:1.6)	
	台阶边坡角	°	32 (1:1.6)	
	最小工作平台宽度	m	16	
	安全平台宽度		/	
3	供电		采场不使用用 电设备	
4	劳动及劳动生产率			
4.1	在册职工人数	人	30	
	其中：生产性人员		20	
	管理及后勤人员		10	
4.2	劳动生产率			
	工人实物劳动生产率	t/人·a	8.33	
	全员实物劳动生产率		5.56	

3.定性定量评价

根据文山佳致工贸有限公司富宁分公司提供的有关富宁县尾供钛砂矿技术资料 and 现场调查、类比调查结果，在对该建设项目主要危险因素分析的基础上，按照矿山生产工艺过程，结合该矿山主要危险、有害因素的性质和存在部位，划分为总平面布置、开拓运输、采剥、矿山供配电设施、防排水、排土场、重大危险源辨识等安全评价单元。

根据项目建设特点，选择安全检查表法、预先危险性分析法、事故树等评价方法进行评价。详见表 3.0-1。

表 3.0-1 各单元选用的评价方法汇总表

序号	单元名称	评价方法
1	总平面布置单元	安全检查表分析法 预先危险性分析法
2	开拓运输单元	安全检查表分析法、预先危险性分析法 事故树法
3	采剥单元	安全检查表分析法、预先危险性分析法 事故树法、鱼刺图分析法
4	供配电设施单元	预先危险性分析法、安全检查表分析法
5	防排水单元	安全检查表分析法、预先危险性分析法
6	排土场单元	预先危险性分析法、安全检查表分析法
7	安全管理单元	安全检查表分析法
8	重大危险源辨识单元	/

3.1 总平面布置单元

3.1.1 总平面布置主要危险、有害因素辨识

总平面布置存在的主要危险有害因素有：滑坡、坍塌、物体打击、车辆伤害及粉尘等。

1.滑坡、坍塌

(1) 选址不良，易受滑坡、滚石危害；建筑物抗震设计和施工质量不合格，易受地震破坏导致人员伤亡和财产损失。

(2) 在露采过程中，随着台阶的推进，受构造影响可能会产生局部塌方；露天开采结束后形成的最终边坡也可能产生局部塌方，边坡岩石也可能出现塌落移动现象，特别是暴雨季节有发生滑坡的可能。

(3) 建构筑物布置于残积、坡积，断裂破碎带等不良工程地质地段；

(4) 建构筑物区存在不良工程地质现象；

(5) 风化剥蚀和降雨影响，陡崖岩体脱落，斜坡上坡积滑动；

(6) 场地道路的开挖边坡陡、缺乏有效支护；

(7) 施工、生产废土缺乏有效的堆弃措施和管理；

(8) 气象条件不详实，截排水设施不完善或失效。

(9) 矿山采用露天开采方式，开采对地表植被有一定损坏，采矿权人应约束自身行为，减少对林木的破坏。

2. 车辆伤害

矿山车辆伤害既包括运输汽车等车辆的伤害，也包括装载机、挖掘机等机械。在运行过程中，由于路面窄、行车速度快、在行至弯道、运输车辆通过下方与公路的交叉路口时，易发生翻车、挤伤、撞坏设备等事故。

3. 粉尘

矿山开采作业及运输过程，对环境的影响主要来源于开采矿石和加工过程中形成的粉尘污染。

4. 不良工程地质危险

在矿区内未发现滑坡、泥石流等突出的环境地质问题。

通过调查，矿区及周边无大规模的崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷等地质灾害，矿山适合采用露天开采方式开采，对地质环境破坏较大。现状下不良工程地质现象以冲沟、边坡失稳为主。采矿对环境产生的影响及预防措

施。

5.项目与周边环境的相互影响

矿区西北部 732m 为渭供村；西部 165m 为矿山配套的尾矿库，40m-62m 位置为矿山选厂，36m 位置为矿山办公生活区；矿区西南部 726m 渭猴村；矿区南部 320m 位置弄兴村，190m 位置为那才选厂，47m 位置有岩龙线（乡道）通过；矿区东部 340m 位置为坡弓村，矿区东部范围内有那才村。矿区东部、南部、西南部于那才钛砂矿相邻，两矿区最近距离为：东部 43m、南部 64m、西南部 139m。矿区中部有一条从板仑乡龙洋村民委尾供村民小组到龙兴村民小组 10kV 天宝线木腊支线，分别在矿区 1240m、1219m、1213m 标高设有电塔。

目前企业已经和 10kV 天宝线木腊支线主管单位（富宁县供电局）签订了相应的电力线路搬迁意向协议。若电力线路如期搬迁，则本矿山开采不会对 10kV 天宝线木腊支线造成任何影响。若电力线路未如期搬迁，则本矿山的开采可能会使 10kV 天宝线木腊支线在矿区内的电塔倾斜，甚至倒塌，可能使电力线路拉断损坏，发生触电事故和影响该线路下游用户的正常供电。

矿山生产过程中产生的粉尘、噪声会对附近的企业、村庄和道路造成一定的影响。在暴雨天气或强降雨天气，发生泥石流的可能性较高，发生泥石流会对附近的企业、村庄和道路造成影响。

3.1.2 总平面布置预先危险性分析（PHA）

根据危险有害因素辨识和分析结果，对已辨识的危险、有害因素进行 PHA 分析，鉴别危险产生的原因，预测事故出现对作业人员及生产过程产生的影响，判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。总平面运输系统 PHA 分析见表 3.1-1。

表 3.1-1 总平面布置预先危险性分析

危险有害因素	诱发事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
建构筑物基础不均匀沉降、变形、滑坡	1.建构筑物布置于残积、坡积，断裂破碎带等不良工程地质地段；2.厂址不良工程地质现象未查明；3.厂址、生活区布置于滚石、滑坡、泥石流可能影响区域。	建构筑物沉降、变形、滑坡 滚石、滑坡、泥石流冲击、掩埋建构筑物、生活区。	人员伤亡 财产损失	IV	1.厂址选址和总图时应重视厂址的工程地质条件和环境条件；2.设计阶段，重要建构筑物应进行工程地质勘察，落实基础条件，宜避开不良工程地质地段；3.设计、施工中应根据工程地质的变化情况，采取措施及时进行调整。
滚石、滑坡、坍塌	1.建构筑物区存在不良工程地质现象；2.风化剥蚀和降雨影响，陡崖岩体脱落，斜坡上坡积滑动；3.场地道路的开挖边坡陡、缺乏有效支护；4.施工、生产废土缺乏有效的堆弃措施和管理。	冲击、掩埋建构筑物、设施。滑坡	人员伤亡 财产损失	IV	1.建构筑物布置于工程地质及环境条件良好区段；2.各类场地、道路边坡采取加固措施，确保边坡稳固；3.加强施工和生产中废土、废石的规划堆存和管理。
车辆伤害	1.道路存在坡度大、弯道大、路面窄、缺乏安全防护及警示； 2.车况差； 3.气候影响； 4.驾驶违章和操作失误。	倾翻、坠落	人员伤亡 财产损失	III	1.按厂矿道路设计规范进行道路设计；2.设置防护设施及警示标牌；3.加强车辆维护保养； 4.驾驶员持证操作，杜绝违章驾驶。
道路运输及消防联系	1.各厂址间道路联系不完善或联系不畅； 2.道路设施损坏。	1.设备、材料运输中断；2.消防救援联系不及时。	影响生产 财产损失	II	完善各厂区道路联系，确保道路运输和消防救援联系通道。

本系统应根据矿区工程地质、环境地质、气象、地形地貌等条件，应避免选址及布置过程中形成滚石、滑坡、泥石流等重大危险因素，对选址特殊，且条件限制的设施，应根据危险因素的诱发事故条件，采取措施，加以消除、预防和减弱；对运输可能造成的车辆伤害也应引起重视，加强预防和管理。

3.1.3 总平面布置单元安全检查表

根据《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）、《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）中的相关内容对该项目总平面布置进行对照检查。检查表见表 3.1-2。

表 3.1-2 总平面布置单元安全检查表

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结果
1	总平面布置应节约集约用地，提高土地利用效率。布置时并应符合下列要求：（1）在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施，应采用联合、集中、多层布置；（2）应按企业规模和功能分区，合理地确定通道宽度；（3）厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整；（4）功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 5.1.2 条	设计中总平面布置已按功能分区。	符合
2	总平面布置，应充分利用地形、地势、工程地质及水文地质条件，布置建筑物、构筑物和有关设施，应减少土（石）方工程量和基础工程费用，并应符合下列要求： （1）当厂区地形坡度较大时，建筑物、构筑物的长轴宜顺等高线布置； （2）应结合地形及竖向设计，为物料采用自流管道及高站台、低货位等设施创造条件。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 5.1.5 条	矿山各构筑物布置合理，设计时充分考虑了地形条件。	符合
3	行政办公及生活服务设施的布置，应位于厂区全年最小频率风向的下风侧，并应符合下列要求：（1）应布置在便于行政办公、环境洁净、靠近主要人流出入口、与城镇和居住区联系方便的位置；（2）行政办公及生活服务设施的用地面积，不得超过工业项目总用地面积的7%。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 5.7.1 条	办公生活区位于矿区全年最小频率风向的下风侧，符合要求。	符合
4	总平面布置应采取防止高温、有害气体、烟、雾、粉尘、强烈振动和高噪声对周围环境和人身安全的危害的安全保障措施，并应符合现行国家有关工业企业卫生设计标准的规定。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 5.1.7 条	设计中粉尘采取了相应措施，如为防止铲装工作时的飞尘，采用对道路和矿堆洒水措施降尘。	符合
5	厂矿道路设计，应适合厂矿企业生产（包括检修、安装）和其它交通运输的需要。对厂矿基本建设期间的超限货物（大件、重件）运输，可根据具体情况，予以适当考虑。 厂矿道路路线设计，应符合厂矿企业总体规划或总平面布置的要求，并应根据道路性质和使用要求，合理利用地形，正确运用技术指标。	《厂矿道路设计规范》GBJ22-1987 第 1.0.5 条	设计中对矿山道路路线进行了设计说明，符合总平面布置要求。	符合
6	反映工业企业建筑群体的总平面图应包括总平面布置的建（构）筑物现状，建建筑物位置、道路、卫生防护、绿化等内容，必须满足职业卫生评价要求。	《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010 第 5.2.1.2 条	设计中进行了说明，并提出相应对策措施。	符合
7	厂内道路路面宽度应根据车辆、行人通行和消防需要确定，并宜按现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ22的有关规定执行。	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 6.4.5 条	总平面图中进行了厂矿道路设计。	符合
8	产生高噪声的生产设施，总图宜符合下列要	《工业企业总	设计中按要求布置，	符合

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结果
	求：（1）宜相对集中布置在远离人员集中和有安静要求的场所；（2）产生高噪声的车间应与低噪声的车间分开布置；（3）产生噪声生产设施的周围宜布置对噪声较不敏感、高大、朝向有利于隔声的建筑物、构筑物 and 堆场等。	《平面设计规范》 GB50187-2012 第 5.2.5 条	远离人员，高低噪声区域分开布置。	
9	产生粉尘、毒物的工作场所，其发生源的布置，应符合下列要求：放散不同有毒物质的生产过程布置在同一建筑物内时，毒性大与毒性小的应隔开；粉尘、毒物的发生源，应布置在工作地点的自然通风的下风侧；如布置在多层建筑物内时，放散有害气体的生产过程应布置在建筑物的上层。如布置在下层时，应采取有效措施防止污染上层的空气。	《工业企业设计卫生标准》 GBZ1-2010 第 6.1.1.2 条	矿山开采产生的主要有害因素为噪声、粉尘等。在设计方案中提出了相应措施，如洒水降尘、采用收尘设备收尘；同时加强个体防护。	符合

3.1.4 矿山开采和周边环境的相互影响

矿区西北部 732m 为渭供村；西部 165m 为矿山配套的尾矿库，40m-62m 位置为矿山选厂，36m 位置为矿山办公生活区；矿区西南部 726m 渭猴村；矿区南部 320m 位置弄兴村，190m 位置为那才选厂，47m 位置有岩龙线（乡道）通过；矿区东部 340m 位置为坡弓村，矿区东部范围内有那才村。矿区东部、南部、西南部于那才钛砂矿相邻，两矿区最近距离为：东部 43m、南部 64m、西南部 139m。矿区中部有一条从板仑乡龙洋村民委尾供村民小组到龙兴村民小组 10kV 天宝线木腊支线，分别在矿区 1240m、1219m、1213m 标高设有电塔。

目前企业已经和 10kV 天宝线木腊支线主管单位（富宁县供电局）签订了相应的电力线路搬迁意向协议。若电力线路如期搬迁，则本矿山开采不会对 10kV 天宝线木腊支线造成任何影响。若电力线路未如期搬迁，则本矿山的开采可能会使 10kV 天宝线木腊支线在矿区内的电塔倾斜，甚至倒塌，可能使电力线路拉断损坏，发生触电事故和影响该线路下游用户的正常供电。

同时，本次工程开采范围内存在原有工程采空区，今后开采过程中，至原有采空区边界时，存在坍塌、高处坠落等风险事故，应重点防范。

综上，矿山生产过程中产生的粉尘、噪声会对附近的企业、村庄和道路造

成一定的影响。矿山生产过程中应按初步设计和本评价报告中提出的安全措施进行降尘、降噪，减少对附近的企业、村庄和道路等的影响。

3.1.5 单元小结

根据本项目初步设计，通过检查本工程总平面布置与相关法律、法规、标准和规范的符合程度，矿山总平面布置总体上符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）等规范要求。

初步设计采取的措施及安全设施设计应补充完善的内容：

1.建议下一步设计修改和安全设施设计中按照《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全生产监督管理局令第 75 号）的规定进一步明确：采境界外设置可靠的安全警戒线及边界安全护栏和安全警示标志，避免外来人员误入危险区域造成事故。

2.原有采空区应明确相应的安全设施。

3.2 开拓运输单元

3.2.1 开拓运输单元主要危险、有害因素辨识

开拓运输单元存在的主要危险有害因素有：车辆伤害、机械伤害、高处坠落、物体打击及粉尘等。

1.车辆伤害

车辆伤害是指企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、下落、挤压伤亡事故。

场内运输、装载设备有故障、操作失误或指挥不当，有造成车辆伤害的危险；矿山使用汽车进行运输，由于驾驶员违章驾驶等造成车辆伤害。车辆伤害在本项目中包括汽车、装载机、挖掘机等车辆的伤害。

（1）露天铲装运输过程中，由于违章载人、违章作业或作业场地狭窄而导致人员坠落或铲装设备倾翻引发的伤亡事故；

(2) 车辆在行驶过程中，由于道路坡陡弯急、行车速度快、车辆故障、制动失灵、信号标志缺失、运输线路及路面不合理、道路局部坍塌、下沉、路况质量差、狭窄、路不平、雨季冲刷严重等，易发生翻车、撞坏设备和撞伤人员等车辆伤害事故；

(3) 疲劳驾驶、无证驾驶等违章作业；

(4) 雨天车辆行驶未采取防滑措施（如采用防滑链等）；

(5) 卸载点未设置车挡或形成反坡，易发生卸载车辆倾翻、坠落，导致人员伤害、车辆损坏等；

(6) 台阶作业平台宽度不够，平台边缘矿岩松软，不稳固，铲装设备沿平台边缘行驶作业，易造成设备倾翻，坠落，导致人员伤害和设备损坏。

2.机械伤害

机械伤害是指机械设备运动（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、刺等伤害，不包括车辆、起重机械引起的机械伤害。

矿山造成的机械伤害事故，主要是由于人的违章指挥、违章操作造成的。常见的因素有：

(1) 穿戴不符合安全规定的服装进行操作；

(2) 违章操作；

(3) 机械设备安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等，导致事故发生；

(4) 操作过程中衣物、头发、工具进入运转机械导致身体被运动机械拖带伤害；

(5) 操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位；

(6) 在检修和正常工作时，机器突然被别人随意启动，导致事故发生；

(7) 在不安全的机械上停留、休息，导致事故发生；

(8) 设备设施设计、选型不合理或安装存在缺陷；

(9) 设备设施没有按规定进行维护或特种设备没有定期检测检验;

(10) 安全管理上存在不足。

3.高处坠落

高处坠落是指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故。

该项目高处坠落主要存在于各类相对于坠落基准面 2m 及以上的作业平台等处, 易发生高处坠落伤亡事故。

造成高处坠落的主要因素有:

(1) 采场工作平台宽度不足, 平台边沿矿岩松散、不稳固, 设备在平台边缘作业, 导致设备坠落、倾翻造成人员伤害、设备损坏。

(2) 因采场危险区域内、采场顶部等未设置安全警示标志, 外来人员、牲畜进入采场上部危险区域;

(3) 高处作业未制定作业规程, 现场安全管理不到位;

(4) 高处作业时安全防护设施损坏或高处作业时无人监护或主观判断失误等;

(5) 作业人员疏忽大意, 疲劳过度。

4.物体打击

物体打击是指物体在重力或其它外力的作用下产生运动, 打击人体造成人身伤亡事故。

造成物体打击伤害的原因主要有:

(1) 铲装作业过程中, 铲装设备操作失误或违章作业; 铲装作业时铲斗经过自卸汽车驾驶室, 矿岩掉落; 在边坡、挖掘半径内坐卧、停留;

(2) 矿堆过高, 与铲装设备(工艺)不配套; 人员在工作地点下部的道路停留或通过;

(3) 安全帽等劳保用品穿戴不齐等;

(4) 上、下台阶同时作业, 上部台阶坠物及滚石对下部台阶作业人员造

成伤害。

5. 粉尘

粉尘是开拓运输等过程中产生的细粒状矿物或岩石粉尘。直径大于 50 μm 的尘粒，在重力作用下会很快从气流中分离出来，沉落于地面，此类矿尘称为落尘。直径在 0.01 μm ~50 μm 范围内的尘粒，能长时间悬浮于空气中，此类矿尘叫做浮尘。浮尘对矿山空气的污染和人体健康的危害最大。大风扬尘是露天矿山粉尘危害的又一表现形式。

3.2.2 开拓运输预先危险性分析表

根据矿山开拓运输危险有害因素辨识和分析结果进行 PHA 分析，预测事故出现对作业人员及生产过程产生的影响，判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。PHA 分析见表 3.2-1。

表 3.2-1 开拓运输单元预先危险性分析表

危险因素	危险源	诱导因素	事故模式及后果	危险等级	安全对策措施
轮胎抓地力不足	自卸汽车、采场平台和公路	轮胎磨损过度、雨后路面滑。	翻车，人员伤亡	IV	设计并建设泥结碎砾石以上等级路面；及时更换磨损严重的轮胎。
超载	自然人	驾驶员、装载机工、矿山领导等忽视超载危害。	车辆提前报废、翻车、坠车、车毁人亡	IV	就汽车载重合理匹配装载机斗容；矿山领导和安全员自觉强化安全生产意识、加强工人安全生产教育。
超速	司机、汽车制动系统	驾驶员忽视超速危害、下坡用空挡、制动失灵、超载。	撞车、翻车、坠车	IV	加强工人安全生产教育；严禁超载和空挡下坡；定期检修汽车制动系统、严禁病车出工。
车辆相撞、碰撞	驾驶员、公路	超速行驶、路面狭窄、路滑、公路前后视距不够、制动失灵。	人员伤亡	IV	按设计要求建设矿山公路并加强养护；严禁超载、超速等违规驾驶；定期检修车辆制动系统。
侧翻	汽车、公路	车辆超载、超速，路面湿滑，路面坑洼不平，路基垮塌。	车辆损毁人员伤亡	IV	严禁超载、超速等违规驾驶；设计并建设泥结碎砾石以上等级路面；做好路面日常养护。
坠落	驾驶员、车辆、公路	驾驶员疲劳驾驶或酒后驾车，车辆超载、超速，路况差、开夜车、防护设施缺失。	车毁人亡	IV	做好路面日常养护和边坡检查维护；在弯道等危险路段设计并建设挡墙等安全防护设施；严禁驾驶员疲劳驾驶或酒后驾车；严禁超载、超速；开夜车需降低行驶速度并保证车灯正常发亮。

危险因素	危险源	诱导因素	事故模式及后果	危险等级	安全对策措施
火灾	汽车引擎、油箱	引擎过热、油箱漏油并见明火。	车损人员伤亡	III	汽车安装泡沫灭火器，严禁超载、超负荷工作、及时加水。
塌方	公路边坡	不良工程地质、雨水冲刷、震动、边坡设计或建设不满足稳定性要求。	影响生产	II	合理设计边坡角度并保证施工质量；加强边坡检查和维护。
粉尘	公路、采场、车厢	路面或采场干燥，车过易扬尘。	矽肺病	III	洒水降尘、个体防护。
噪声	公路、采场	汽车发动机	听力受损神经衰弱	III	选用低噪音自卸汽车、建筑物设计隔音效果、加强个体防护。

3.2.3 开拓运输单位安全检查表分析

依据《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）的相关条款对建设项目初步设计中的开拓运输进行安全检查，见表 3.2-2。

表 3.2-2 开拓运输安全检查表

序号	检查内容	检查标准条款	设计情况	检查结果
1	汽车的小时单向交通量在 25（15）辆以下的生产干线支线和联络线辅助线可采用三级露天矿山道路。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22—1987）第 2.4.2 条	设计选用三级露天矿山道路。	符合
2	露天矿山道路的计算行车速度宜按表 2.4.3 的规定采用，三级露天矿山道路的计算行车速度为 20km/h。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22—1987）第 2.4.3 条	设计中已明确行车速度为 20km/h。	符合
3	露天矿山道路宜采用较大的圆曲线半径当受地形或其它条件限制时可采用表 2.4.6 所列最小圆曲线半径。三级露天矿山道路的最小圆曲线半径为 10m。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22—1987）第 2.4.6 条	设计最小圆曲线半径为 15m。	符合
4	露天矿山道路的纵坡不应大于表 2.4.13 的规定，三级露天矿山道路的纵坡不应大于 9%。重车上坡的二三级露天矿山道路的生产干线及支线的最大纵坡可增加 1%。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22—1987）第 2.4.13 条	设计三级露天矿山道路最大纵坡 9%。	符合
5	一级露天矿山道路可采用高级或次高级路面亦可采用中级路面，二级露天矿山道路可采用次高级或中级路面，	《厂矿道路设计规范》（GBJ22—1987）第 4.1.3 条	设计运输道路采用中级路面。	符合

序号	检查内容	检查标准条款	设计情况	检查结果
	三级露天矿山道路可采用中级路面，二三级露天矿山道路，如该道路服务年限较长时，亦可采用高级次高级路面。			
6	路面等级及其所属的面层类型可按表 4.1.2 划分，中级路面可采用沥青灰土表面处治、泥结碎(砾)石、级配砾(碎石)、工业废渣及其它粒料、不整齐块石。	《厂矿道路设计规范》(GBJ22—87)第 4.1.2 条	设计运输道路路面采用泥结碎(砾)石路面。	符合
7	运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》GB 16423-2020 第 5.4.2.4 条	计矿岩运输设备主要为矿用自卸汽车，车轮直径为 1100mm，公路外侧采用顶宽 0.6m，底宽 1.2m，高 1.0m 的土质挡墙。主要设置在远离山体的公路一侧。	符合

3.2.4 汽车运输事故树分析

设计采用公路开拓运输。汽车运输过程中，由于路面较窄、道路不平整、制动失灵、酒后驾车、无证驾驶、疲劳驾驶等常常引起汽车运输事故的发生。碰伤、摔伤、挤伤、翻车死亡等都是常见的运输伤亡事故。本节应用事故树分析法分析汽车运输事故，以找出导致事故发生的主要原因，并提出相应的安全防范措施。

1. 汽车运输事故树的构造

通过对导致汽车运输事故原因的调查分析，找出了影响事故发生的 7 个基本事件。根据其发生的逻辑关系，构造如图 3-1 所示的事故树图。

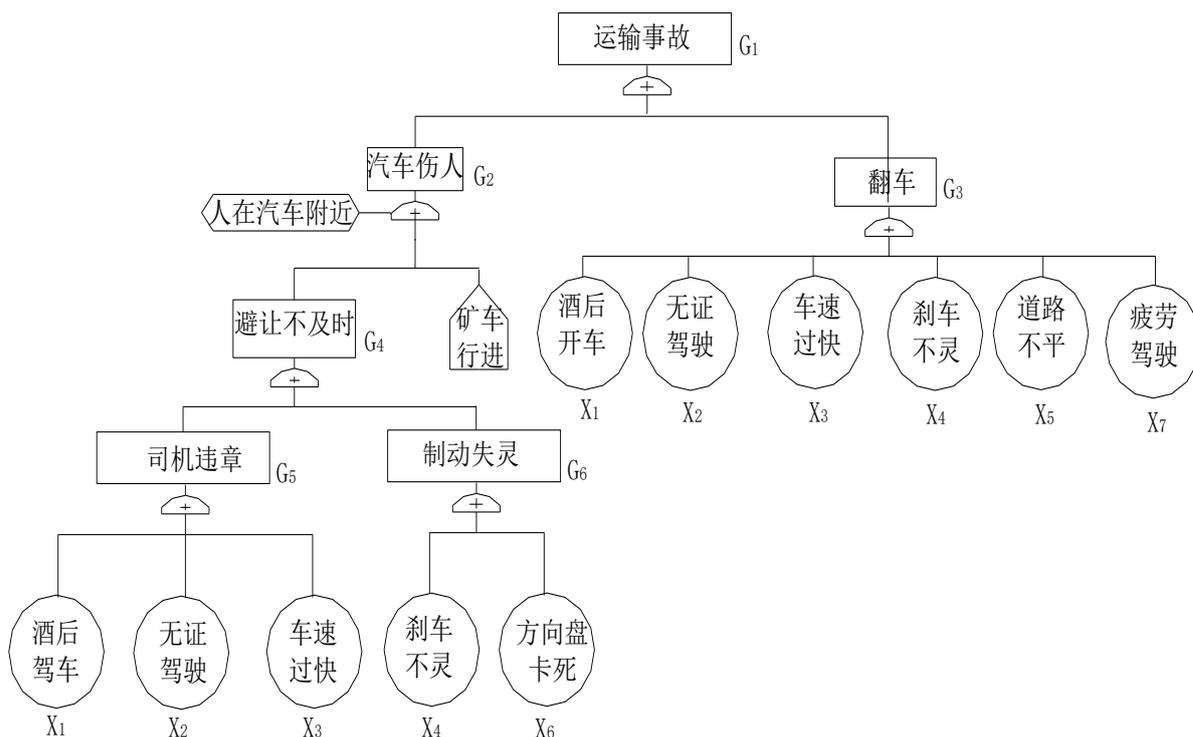


图 3.2-1 汽车运输事故的事故树图

2.求解事故树的最小割集

由图 3-1 可得出该事故树的结构函数：

$$T=X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7$$

由上式可得出，共有 7 个最小割集。即：

$$K_1=\{X_1\}, K_2=\{X_2\}, K_3=\{X_3\}, K_4=\{X_4\}, K_5=\{X_5\}, K_6=\{X_6\}, K_7=\{X_7\}。$$

3.结构重要度

根据公式

$$I_{\varphi}(i)=\sum_{x_i \in k_j} \frac{1}{2^{nj-1}}$$

各基本事件结构重要度顺序为：

$$I_{\varphi}(1)=I_{\varphi}(2)=I_{\varphi}(3)=I_{\varphi}(4)=I_{\varphi}(5)=I_{\varphi}(6)=I_{\varphi}(7)$$

4.汽车运输事故分析结论

(1) 从最小割集看，汽车运输事故树最小割集为 7 个。每一个最小割集为导致顶上事件发生的一条可能途径，因此，汽车运输事故发生的可能

途径较多，事故发生比较容易。

(2) 从结构重要度来看：道路不平、刹车失灵、方向盘卡死、无证驾驶、酒后驾车、车速过快、疲劳驾驶和精力不集中等 8 个基本事件的发生来看，前 3 个基本事件均为客观因素，需要在建设、生产过程中严格按照设计要求进行施工建设，通过正规渠道采购设备设施，并加强生产过程中的维护保养；后 5 个基本事件却是人为因素，应该制定规章制度并严格执行和落实，杜绝无证驾驶，加强对司机岗位的培训和教育，遵守交通规则；驾驶时保持良好的心理状态，从而避免事故的发生。

3.2.5 单元小结

初步设计中的公路开拓运输方式为山坡露天开采常用的开拓运输方式，工艺成熟。公路等级为三级露天矿山公路，选用中级路面；面层类型为泥结碎石路面。公路采用单车道运输，并在道路内侧设置排水沟，有效路面宽度及平均纵坡符合《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等规范标准。道路沿途采用洒水车进行洒水降尘。

安全设施设计应补充完善以下内容：

1.初步设计中未对运输系统相关安全防护措施进行说明，如山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段，外侧应设置护栏、挡车墙等的安全措施以及急弯地段安全警示标志、卸矿地点设置牢固可靠的挡车设施及明显标志，良好照明和安全护栏等安全设施，建议在下一步安全设施设计中补充完善。

2.建议在下一步安全设施设计中补充说明现有道路的安全可靠性，并在运输道路系统平面图上对相关参数进行标注。

3.建议补充运输道路纵断面图、运输道路安全设施设置等相关图件。

3.3 采剥单元

3.3.1 采剥单元主要危险、有害因素辨识

采掘单元存在的主要危险有害因素有：坍塌、滑坡、高处坠落、物体打击、机械伤害、容器爆炸、粉尘、噪声及振动和雷电危害等。

1. 坍塌、滑坡

坍塌（滑坡）是指物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故。露天矿坍塌（滑坡）事故发生的主要原因有：由于生产过程中露天采场边坡参数不合理，如台阶设置过高、无安全平台或清扫平台、坡面角较陡、超挖或掏采；采场周围没有设置截排洪沟设施或设施损坏、边坡管理不当等，都易造成边坡失稳、坍塌（滑坡）的危险，雨季可能产生泥石流，作业前未对坡面危岩、孤石进行清理，可能危及作业人员和设备、生产安全。

矿区地形高差较大，地层产状与地面坡向呈斜交组合，节理裂隙发育，矿山在开采的过程中，若切坡不当或采场边坡角过大，在临空面张应力释放、物理化学风化、岩体重力等综合作用下，可能沿节理裂隙面产生滑动，进而产生崩塌、滑坡地质灾害。

可能存在的部位：采场边坡、矿区公路以及地表山坡地段等。

2. 高处坠落

高处坠落是指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故。

露天开采过程中，由于要在台阶上进行清理浮石等；在陡壁悬崖边作业时，人员、设备防护不好等均可能发生高处坠落伤亡事故。

该项目高处坠落主要存在于边坡作业、各类相对于坠落基准面 2m 及以上的作业平台等处，未佩带安全带或设置安全网、护栏等防护设施，易发生高处坠落伤亡事故。

造成高处坠落的主要因素有：

(1) 在边坡上进行高处作业人员没有按要求使用安全带或安全绳、安全带未正确、牢靠固定即进行作业，由于失重、高温、大风或作业人员生理因素等导致作业人员坠落，而造成伤亡事故；

(2) 因采场危险区域内、采场顶部等未设置安全警示标志，外来人员、牲畜进入采场上部危险区域；夜间作业未设置照明设施；

(3) 人行坡度太陡；

(4) 高处作业未制定作业规程，现场安全管理不到位；

(5) 作业时安全防护设施损坏；

(6) 主观判断失误；

(7) 作业人员疏忽大意，疲劳过度；

(8) 高处作业时无人监护。

(9) 高于 2m 的操作平台未设置防护栏或无警示标志。

整个采剥作业地点属于高差大于 2m 的作业场所。另外，清理浮石也需登高作业，一旦发生意外，就有可能发生坠落或跌落，造成安全事故；

本项目可能发生高处坠落的部位：采场边坡、铲装作业平台及运输公路、破碎站及高于地面 2m 以上的作业面。

3.物体打击

物体打击是指物体在重力或其它外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故。

造成物体打击伤害的原因多种多样，主要有：

(1) 边坡浮石清理不及时、排浮不净或排浮不按规程操作；单人作业等；

(2) 铲装作业过程中，铲装设备操作失误或违章作业；铲装作业时铲斗经过自卸汽车驾驶室，矿岩掉落；在边坡、挖掘半径内坐卧、停留；

(3) 矿堆过高，与铲装设备（工艺）不配套；人员在工作地点下部的道路停留或通过；

(4) 采场未圈定危险范围，未设立安全警示标志或标志不明显，人员进入危险区；

(5) 安全帽等劳保用品穿戴不齐等；

(6) 上、下台阶同时作业，上部台阶坠物及滚石对下部台阶作业人员造成伤害。

可能发生物体打击的部位：采场边坡、铲装作业工作面等。

4.机械伤害

机械伤害是指机械设备运动（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、刺等伤害，不包括车辆引起的机械伤害。

矿山造成的机械伤害事故，主要是由于人的违章指挥、违章操作造成的。常见的因素有：

(1) 穿戴不符合安全规定的服装进行操作；

(2) 违章操作；

(3) 机械设备安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等，导致事故发生；

(4) 操作过程中衣物、头发、工具进入运转机械导致身体被运动机械拖带伤害；

(5) 操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位；

(6) 在检修和正常工作时，机器突然被别人随意启动，导致事故发生；

(7) 在不安全的机械上停留、休息，导致事故发生；

(8) 设备设施设计、选型不合理或安装存在缺陷；

(9) 设备设施没有按规定进行维护或特种设备没有定期检测检验；

(10) 安全管理上存在不足。

空压机及机械设备在使用和检修过程中存在着机械伤害的可能性。

5.车辆伤害

车辆伤害是指企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、下落、挤压伤亡事故。

采场内运输、装载设备有故障、操作失误或指挥不当，有造成车辆伤害的危险；矿山使用汽车进行运输，由于驾驶员违章驾驶等造成车辆伤害。车辆伤害在本项目中包括汽车、装载机、挖掘机等车辆的伤害。

(1) 露天铲装运输过程中，由于违章载人、违章作业或作业场地狭窄而导致人员坠落或铲装设备倾翻引发的伤亡事故；

(2) 车辆在行驶过程中，由于道路坡陡弯急、行车速度快、车辆故障、制动失灵、信号标志缺失、运输线路及路面不合理、道路局部坍塌、下沉、路况质量差、狭窄、路不平、雨季冲刷严重等，易发生翻车、撞坏设备和撞伤人员等车辆伤害事故；

(3) 疲劳驾驶、无证驾驶等违章作业；

(4) 雨天车辆行驶未采取防滑措施（如采用防滑链等）；

(5) 台阶作业平台宽度不够，平台边缘矿岩松软，不稳固，铲装设备沿平台边缘行驶作业，易造成设备倾翻，坠落，导致人员伤害和设备损坏。

本项目可能发生车辆伤害的部位：运输过程中的各种车辆设备、铲装作业平台及矿山道路等。

6. 粉尘、噪声及振动

(1) 粉尘

粉尘是矿物开采或加工过程中产生的细小固体颗粒集合体。常把沉积于器物表面之上的粉尘称为落尘，悬浮于空气中的粉尘称为浮尘。落尘与浮尘在不同风流环境下可以相互转化。粉尘的主要危害是能引起矽肺病，该病是因为长期大量吸入含游离二氧化硅的粉尘引起的，是矿山的一种主要职业病。

该项目的粉尘主要来源于：采剥作业及矿岩运输等过程，产生大量有害的粉尘，如未采取湿式作业或捕尘措施，易造成粉尘危害。矿山主要产尘点分布

在采场工作面、铲装作业区、汽车运输道路等。

(2) 噪声与振动

凡是人们不需要的，使人感到讨厌和烦躁的声音通称为噪声。噪声对人的危害是多方面的。噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经官能症等疾病。噪声还污染环境，影响人们的正常生活和生产活动，特别强烈的噪声还能损害建筑物与影响仪器设备等的正常运行。

该项目噪声主要来源于各种设备在运转过程中由震动、摩擦、碰撞而产生的机械动力噪声和由风管排汽、漏气而产生的气体动力噪声，机械噪音主要集中在各类电机等设备，气动噪音主要集中在空压机房及穿孔作业工作地点等。振动主要是操作潜孔钻机等转动设备的手臂振动。

7. 高温、低温以及暴雨

高温工作环境可以使人体产生中暑症状，如头痛、头晕、恶心、呕吐、体温升高等，甚至可能出现皮肤湿冷、血压下降等。

低温可以引起人体皮肤或肢体的冻伤，如在严寒的气温下，如果不注意保暖，就会使裸露部位的毛细血管收缩，循环不好，产生冻疮或冻伤。

若采区排水不畅，容易引起采石场的洪涝灾害，同时也影响采场的边坡稳定，甚至导致边坡坍塌或塌方事故。因此，采石场应保持排水畅通，特别是夏季；严格关注天气预报，暴雨天气禁止进入采场作业。

该项目高温作业主要是夏天户外作业，低温作业主要是冬天户外作业，暴雨主要发生在夏季这个多雨季节。

3.3.2 采剥单元预先危险性分析

根据采剥单元主要危险有害因素辨识、分析结果及其危险有害程度，预测事故发生对作业人员及生产过程产生的影响，判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。PHA 分析见表 3.3-1。

表 3.3-1 采剥单元预先危险性分析

危险因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
坍塌（滑坡）	地表水、岩层的力学性质发生变化	1.边坡参数不合理：台阶过高，坡面角过大，工作平台宽度窄；2.边坡高陡、坡积、残坡积层、岩石破碎、岩石结构面发育；3.受爆大气降雨和地表水等因素的影响；4.局部掏采；5.不按照规范操作。	边坡失稳坍塌滑坡	人员伤亡设备损坏	III	1.按照规范、规程要求进行设计、开采，合理确定境界和边坡参数；2.定期进行边坡稳定性研究分析及监测；3.合理布置工作面；4.合理协调，统筹规划开采境界；5.合理构筑防排水设施；6.严禁掏底开采。
机械伤害	铲装设备伤害	1.所选用设备在设计上存在先天不足（如强度不够、设计缺陷等）；2.矿山作业人员违章操作及穿戴不符合安全规定的劳动防护用品进行操作；3.机械设备安全防护装置缺乏或损坏或被拆除等，导致事故发生；4.操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位；5.在挖掘机、装载机、推土机、自卸汽车的检修和正常工作时，机器突然被别人随意启动，导致事故发生；6.安全管理存在疏漏，作业前安全检查处理不到位，无安全警示标志或标志不明显等。	机械伤害	人员伤亡	II	1.选用正规厂家的机械设备；2.作业人员穿戴符合安全规定的劳动防护用品；3.按照机械设备操作规程进行作业、检修等；4.设置安全警示标志。
物体打击	局部帮浮石落下	1.工作帮坡面上因安全检查不严格及浮石、危石清理不彻底；2.雨水冲刷等；3.台阶过高，与铲装设备（工艺）不配套；4.边坡维护无人监护，人员在工作地点下部的道路停留或通过。	滚石伤人	人员伤亡设备损伤	III~II	1.生产作业前对工作帮边坡上的单体危岩和伞檐进行处理；2.建立边坡安全检查制度，及时清理浮石；3.合理构筑防排水设施；4.确定合理的台阶高度；5.作业范围设置明显安全警示标志，防止人、畜进入；6.边坡维护时应有专人在工作点下方危险范围外监护，防止人员进入。
高处坠落	人员失衡，车辆坠落	1.操作不熟练；2.操作地点不安全；3.作业前安全检查、处理不到位；4.在 2m 及以上高处作业不系安全带进行边坡处理；5.采场边坡作业条件差；6.外来人、畜进入边坡上部危险区域；7.工作面参数选择不合理，不能满足设备安全要求。	人员、设备坠落	人员伤亡、设备损毁	II	1.严格执行操作规程；2.树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理；3.在距坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）的高处作业时，应佩戴安全带或设置安全网、护栏等防护设施；4.依据作业设备，确定合理台阶高度，最小工作平台宽度，最小工作线长度；5.在采场顶部及其他危险区域

危险有害因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
						设置安全警示标志。
雷击	避雷装置不合格、失效	无避雷装置或避雷装置不合格、失效	电击、电伤	人员重伤、死亡	II	安装避雷针或避雷器，定期进行检验检查。
职业危害影响因素	尘肺病、听力下降	1.长期在高粉尘、高噪声环境下作业； 2.采用落后设备生产； 3.采用落后生产工艺。	慢性伤害、职业病	人员慢性伤害	II	1.加强个体防护，如佩戴防尘口罩、耳塞；2.采用湿式作业；增加消声、隔音设施；3.采用先进设备和工艺生产。

预先危险性分析结论：通过 PHA 分析，III级或III级以上是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏。边坡失稳是主要的危险、有害因素，需要采取防范对策措施，其他事故为需要引起重视的危险因素。

3.3.3 边坡高处坠落事故树分析

在露天边坡上进行浮石清理、采装等作业，因作业条件差，安全防护措施不可靠等，极易发生人员高处坠落事故。

1.露天采场边坡高处坠落死亡（重伤）事故树

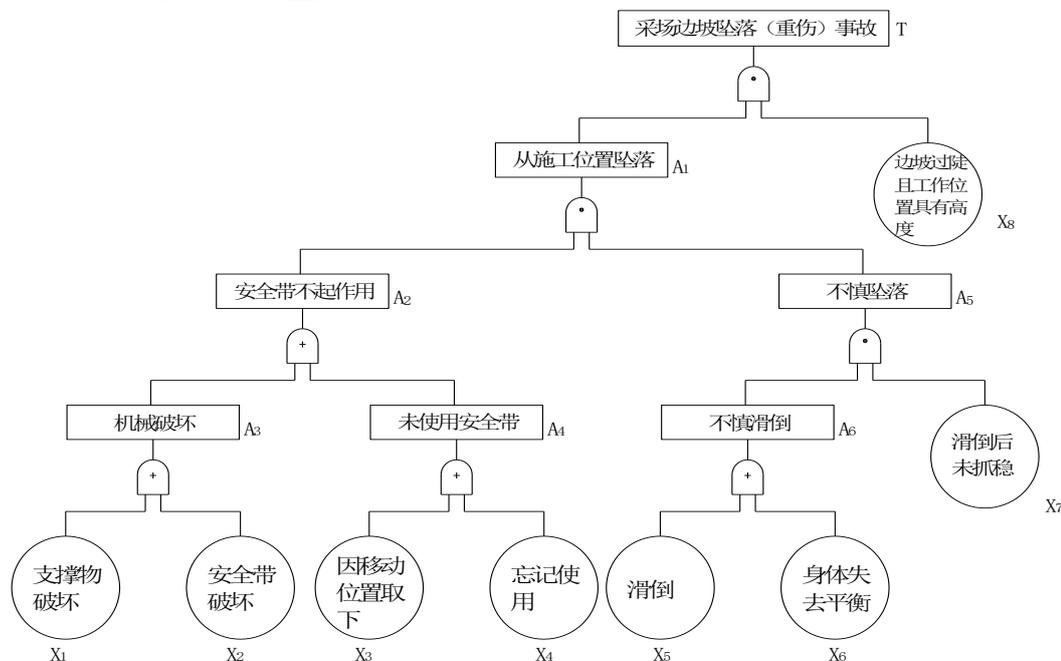


图 3.3-1 采场边坡高处坠落死亡（重伤）事故树

针对露天采场边坡人员高处坠落死亡（重伤）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。

据事故树图 3.3-1，列出其逻辑代数式：

$$T = A_1 \cdot X_8$$

$$T = A_2 \cdot A_5 \cdot X_8$$

$$T = (A_3 + A_4) \cdot A_6 \cdot X_7 \cdot X_8$$

$$T = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) \cdot (X_5 + X_6) \cdot X_7 \cdot X_8$$

求得最小径集有四个：

$$\{X_1, X_2, X_3, X_4\}, \{X_5, X_6\}, \{X_7\}, \{X_8\}$$

展开逻辑代数式求得最小割集有八个：

$$\{X_1, X_5, X_7, X_8\}, \{X_1, X_6, X_7, X_8\}, \{X_2, X_5, X_7, X_8\}, \{X_2, X_6, X_7, X_8\}, \{X_3, X_5, X_7, X_8\}, \{X_3, X_6, X_7, X_8\}, \{X_4, X_5, X_7, X_8\}, \{X_4, X_6, X_7, X_8\}$$

从最小割集、最小径集判断得知各基本事件在故障树的结构中所占有的重要程度排列如下：

$$\begin{array}{ccc} & & D_1 \\ & & 1 \\ D_7 & > & D_5 & > & D_2 \\ D_8 & > & D_6 & > & D_3 \\ & & & & D_4 \\ & & & & 4 \end{array}$$

要求作业人员在边坡作业中不滑倒以及滑倒后要抓稳是不负责任的，所以首先要消除出现边坡过高，且作业位置具有高度的情况，再依次解决可靠使用安全带等其它问题，可使该事故的发生概率降低到最低程度。

2.可能致本项目边坡高处坠落的影响因素

(1) 露天边坡设计最低台阶高度 7m，在清理浮石、危石过程中有高处坠落的可能性。

(2) 在距坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）的高处作业时，未佩带安全带或设置安全网、护栏等防护设施，或使用安全带时未牢靠固定或使用不符合质量要求的安全带，也有发生高处坠落的可能。

(3) 作业人员未经过教育培训、安全意识不强烈，违章作业、疲劳作业和酒后作业有可能导致高处坠落事故；

(4) 采场顶部及危险区域内未设置安全警示标志或标志不明显，误入人员有发生高处坠落的可能。

3.3.4 采剥单元安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)中的相关内容对其采剥单元进行检查，检查表见表 3.3-2。

表 3.3-2 采剥单元安全检查表

检查项目	检查条款内容	依据标准条款	设计情况	检查结果								
露天采场	露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采。生产台阶高度应符合表 1 的规定。 表 1 生产台阶高度	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.2.1.1 条	设计台阶高度为 7m，主要采掘设备 CAT323GX，铲斗容量 1.2m ³ ，最大挖掘高度为 9.44m，台阶高度满足不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍。	符合								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>矿岩性质</th> <th>作业方式</th> <th>台阶高度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>松软岩土、砂状的矿岩</td> <td rowspan="2">机械铲装</td> <td>不大于机械的最大挖掘高度</td> </tr> <tr> <td>坚硬稳固的矿岩</td> <td>不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍</td> </tr> </tbody> </table>				矿岩性质	作业方式	台阶高度	松软岩土、砂状的矿岩	机械铲装	不大于机械的最大挖掘高度	坚硬稳固的矿岩	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍
	矿岩性质				作业方式	台阶高度						
	松软岩土、砂状的矿岩				机械铲装	不大于机械的最大挖掘高度						
坚硬稳固的矿岩	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍											
露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于 6 m，机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于 8m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423—2020) 第 5.2.1.4 条	设计安全平台宽 4m，清扫平台 6m。	符合									
上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50 m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.6 条	设计采用自上而下分台阶开采，当上一台阶开采即将靠帮结束时，提前准备好下一台阶的工作面布置。	符合									
露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.1.8 条	设计中在露天采场边界设置安全护栏，在易于发生危险的区域设置相应的警示标志。	符合									
铲装运输	多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距应符合下列规定： ——汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m； ——铁路运输：不小于 2 列车的长度。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.5 条	设计主要采用 2 台 CAT323GX 挖掘机和 1 台柳工 ZLCN1 装载机进行铲装作业。	符合								

检查项目	检查条款内容	依据标准条款	设计情况	检查结果
	露天矿用设备应配备灭火器。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.7.2.2 条	设计中配置了灭火器。	符合
边坡	露天边坡应符合设计要求, 保证边坡整体的安全稳定。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.2.4.1 条	露天采场台阶高度 7m, 工作台阶坡面角 10° ~ 60° , 最终帮坡角 27° , 采场边坡角较缓, 稳定性好, 设计进行边坡稳定性分析计算。	符合
	邻近最终边坡作业应遵守下列规定: ——保持台阶的安全坡面角, 不应超挖坡底。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.2.4.2 条	初步设计已对邻近最终边坡作业进行了相关要求。	符合
	边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业; 人员和设备不应在边坡底部停留。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.2.4.4 条	设计中已做出相关要求。	符合
	矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 5.2.4.5 条	设计中已做出相关要求。	符合

3.3.6 边坡稳定性分析

一、计算剖面的选取

本次选择矿区中部部最终边坡角最大的“开采终了 B-B' 剖面图”进行稳定性分析计算。

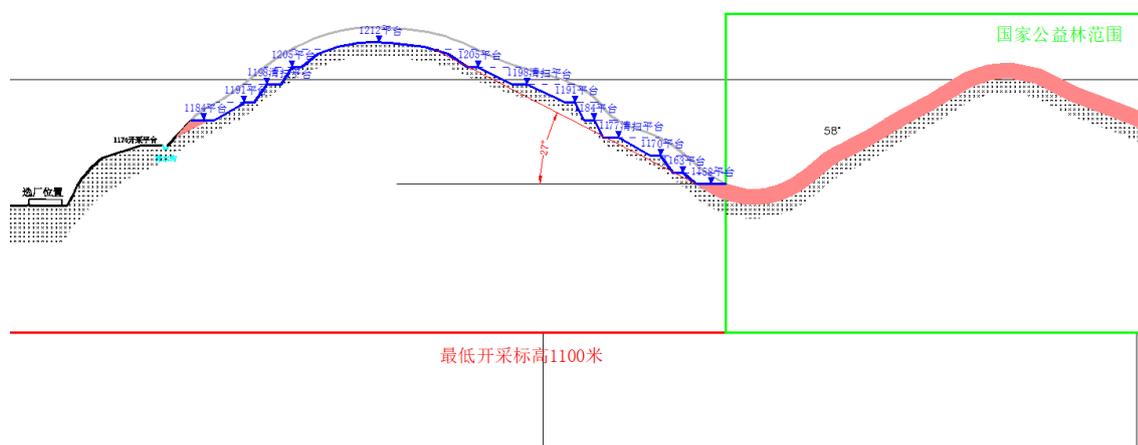


图 3.3-1 开采终了 B-B' 剖面图

二、露天边坡等级、结构类型及破坏模式等的划分

1、露天边坡等级划分

依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）第 3.0.2 条，本次设计最终边坡高度为 53m，为“低边坡”。

2、边坡地质结构类型

钛砂矿矿体主要赋存于钛辉辉长辉绿岩相带（ α - $\beta\mu^a$ ）风化壳中，呈面型裸露地表，沿平缓地形覆盖于岩体之上，其下岩体为新鲜的辉绿辉长岩相带。

依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）表 A.0.1、表 A.0.2、表 A.0.3，确定该露天边坡的岩体结构类型、边坡完整程度、和边坡地质结构划分（见下表）。

表 3.3-3 露天边坡岩体结构类型划分结果表

边坡岩体结构类型	岩体地质类型	结构体形状	结构面发育情况	沿途工程问题	边坡工程问题
碎裂状结构	构造影响严重的破碎岩层	碎块状	断层、断层破碎带、片理、层理及层间结构面较发育，裂隙结构面间距 0.25~0.5m，一般在 3 组以上	完整性破坏较大，整体强度很低，并受断裂等软弱结构面控制，多呈弹塑性介质，稳定性很差	易引起规模较大的岩体失稳，地下水加剧岩体失稳

表 3.3-4 露天边坡岩体完整程度划分结果表

完整程度	定性划分					定量划分	
	机构面发育程度		主要结构面的组合程度	主要结构面类型	相应结构类型	完整性指数 K_v	岩体体积结构面数 J_v （条/ m^3 ）
	组数	平均间距（m）					
破碎	≥ 3	≤ 0.2	结合差	各种类型结构面	碎裂装状结构	0.35~0.15	20~35

表 3.3-5 露天矿边坡地质结构划分结果表

边坡地质结构类型	特征描述	边坡破坏模式
碎裂岩体边坡	层状或碎块状岩体， D_{50}/L_c 小于 0.02	圆弧形、复合型

根据上述各表的分析结果，本矿山露天边坡岩体结构类型为碎裂状结构、边坡完整程度为破碎。岩体破碎、风化，所以边坡破坏模式为圆弧形、复合型。

3、露天边坡危害等级划分

依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）表 3.0.5（见下表），该露天边坡危害等级为Ⅲ级。

表 3.3-6 边坡危害等级

边坡危害等级		I	II	III
可能的人员伤亡		有人员伤亡	有人受伤	无人员伤亡
潜在的经济损失	直接	≥100 万	50 万~100 万	≤50 万
	间接	≥1000 万	500 万~1000 万	≤500 万
综合评定		很严重	严重	不严重

4、露天边坡工程安全等级划分

依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）表 3.0.6（见下表），该露天边坡最终高度为 53m，所以工程安全等级Ⅲ级，边坡危害等级为Ⅲ级。

表 3.3-7 边坡工程安全等级划分

边坡工程安全等级	边坡高度 H (m)	边坡危害等级
I	H > 500	I、II、III
	300 < H ≤ 500	I、II
	100 < H ≤ 300	I
II	300 < H ≤ 500	III
	100 < H ≤ 300	II、III
	H ≤ 100	I
III	100 < H ≤ 300	III
	H ≤ 100	II、III

三、稳定性分析计算

1、稳定性计算方法

依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014），本次设计针对构成边坡的地质产状、最终边坡倾向，采用瑞典条分法对本次边坡稳定性进行验算，计算公式如下所示：

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} R_i}{\sum_{i=1}^{n-1} T_i}$$

其中

$$N_i = (G_i + G_{bi}) \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\alpha_i - \theta_i)$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i - \theta_i)$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i L_i$$

式中：

K_s —边坡稳定系数；

c_i —第 i 计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值（kPa）；

φ_i —第 i 计算条块滑动面上岩土体的内摩擦角标准值（°）；

L_i —第 i 计算条块滑动面长度（m）；

θ_i, α_i —第 i 计算条块底面倾角和地下水位面倾角（°）；

G_i —第 i 计算条块单位宽度岩土体自重（kN/m）；

G_{bi} —第 i 计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重（kN/m）；

P_{wi} —第 i 计算条块单位宽度的动水压力（kN/m）；

N_i —第 i 计算条块滑体在滑动面法线上的反力（kN/m）；

T_i —第 i 计算条块滑体在滑动面切线上的反力（kN/m）；

R_i —作用于第 i 计算条块滑动面上的抗滑力（kN/m）。

滑面为折线形计算公式：

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(R_i \prod_{j=i}^{n-1} \psi_j \right) + R_n}{\sum_{i=1}^{n-1} \left(T_i \prod_{j=i}^{n-1} \psi_j \right) + T_n}$$

其中：

$$\psi_j = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \varphi_{i+1}$$

$$\prod_{j=i}^{n-1} \psi_j = \psi_i \cdot \psi_{i+1} \cdot \psi_{i+2} \cdots \psi_{n-1}$$

$$R_i = (N_i - u_i) \tan \varphi_i + c_i L_i$$

$$N_i = w_i \cos \theta_i$$

$$T_i = w_i \sin \theta_i$$

式中，

K_s —稳定系数；

w_i —第 i 块段滑体所受的重力（kN/m）；

R_i —作用于第 i 块段的抗滑力（kN/m）；

T_i —作用于第 i 块段的滑动分力（kN/m）；

c_i —第 i 块段土的粘聚力（kPa）；

φ_i —第 i 块段土的内摩擦角（°）；

L_i —第 i 块段滑动面长度（m）

2、不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数取值满足《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）表 3.0.9 的要求（见下表）。

表 3.3-8 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数

边坡工程 安全等级	边坡工程设计安全系数		
	荷载组合I	荷载组合II	荷载组合III
I	1.25~1.20	1.23~1.18	1.20~1.15
II	1.20~1.15	1.18~1.13	1.15~1.10
III	1.15~1.10	1.13~1.08	1.10~1.05

注：①荷载组合I为自重+地下水；荷载组合II为自重+地下水+爆破振动力；荷载组合III为自重+地下水+地震力。
②对台阶边坡和临时性工作帮，允许有一定程度的破坏，设计安全系数可适当降低。

设计边坡工程安全等级为III级，采用挖掘机开采，所以选择荷载组合 I、III 验算安全系数，边坡设计安全系数应符合上表取值范围。

3、物理力学参数的选取

由于本矿山未做过相关岩石力学实验，根据矿山地质报告及现场调查显

示：本矿山边坡表面为含钛辉绿辉长岩的风化层，呈碎裂状结构，下部为新鲜的辉绿辉长岩，因此本矿山滑动面抗剪强度指标参考《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）中表 C.1.2 边坡岩体结构面抗剪强度标准值表中参数进行选取。

表 3.3-9 物理力学参数综合取值表

岩体	重度 kN/m ³	饱和重度 kN/m ³	抗剪强度			
			内聚力 MPa	水下 内聚力 MPa	内摩擦角 °	水下内 摩擦角 °
风化层	15.8	18	0.03	0.02	15	12
辉绿辉长岩	25	30	0.1	0.07	30	25

4、计算结果分析

依据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014），对矿山设计开采终了边坡进行稳定性分析计算，分别对两种载荷组合进行分析计算，分析计算过程见边坡稳定性计算书。

表 3.3-10 稳定性计算结果表

选取剖面	运行工况	滑动圆心 (m)	滑动半径 (m)	计算抗滑 安全系数 (K)	规范最小 安全系数 (K _{min})	稳定性 判定
边坡治理 B-B' 剖 面最终边 坡	正常工况 (自重+地下 水)	X=23.946 Y=85.160	R=93.116	K _s =1.441	1.20~1.15	稳 定
	地震工况 (自重+地震 力)	X=23.946 Y=84.960	R=93.473	K _s =1.360	1.15~1.05	稳 定

经计算开采终 B-B' 剖面图抗滑安全系数符合《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）中表 C.1.2 边坡岩体结构面抗剪强度标准值的要求。

故设计选取的工作台阶高度 7m，工作台阶坡面角 10°~60°，靠帮台阶坡面角 10°~60°，开采深度 53m，最终帮坡角 20°~28°的边坡参数安全合理。

3.3.7 采掘、装运设备分析评价

根据初步设计计算，在矿山采掘、装运过程中，需 1 台 CAT323GX 挖掘机和 2 台柳工 ZLCN1 装载机能够满足生产要求。矿山已有 1 台 CAT323GX 挖掘机和 2 台柳工 ZLCN1 装载机。CAT323GX 挖掘机最大挖掘高度为 9.44m，台阶高度满足不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍，其挖掘高度能满足开采需求；同时，矿山已有设备不属于国家规定的淘汰设备，因此所采用设备符合矿山采掘、装运要求，能满足矿山生产要求。

3.3.9 单元小结

初步设计中的露天矿山的台阶高度、台阶坡面角、最小工作平台宽度等参数与所采用的采剥工艺，设置安全平台（宽度 4m）、清扫平台（宽度 6m），每隔两个安全平台设置一个清扫平台。符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等规范标准要求。

安全设施设计应补充完善以下内容：

1. 铲装设备在工作台阶上铲装作业时，应尽量避免靠近平台边缘，由于工作台阶边缘矿岩松散，有可能导致铲装设备坠落、倾翻。

2. 建议下一步安全设施设计中进一步明确：（1）两台以上的挖掘机在同一平台上作业时，挖掘机的间距：汽车运输时，应不小于其最大挖掘半径的 3 倍，且应不小于 50m。（2）上、下台阶同时作业的挖掘机，应沿台阶走向错开一定的距离；在上部台阶边缘安全带进行辅助作业的挖掘机，应超前下部台阶正常作业的挖掘机最大挖掘半径 3 倍的距离，且不小于 50m。（3）装载机、挖掘机汽笛或警报器应完好。进行各种操作时，均应发出警告信号。夜间作业时，车下及前后的所有信号、照明灯应完好。

3.4 供配电设施单元

3.4.1 供配电设施单元主要危险、有害因素辨识

供配电设施存在的主要危险有害因素有：触电、火灾、雷击、机械伤害及

职业危害等。

1. 触电

矿山引入电源经变配电系统降压后供各种电气设备、移动电气设备、供电线路、照明线路及照明器具等环节和场所均存在直接和间接触电的危险。

引起触电事故的主要原因，除了设备缺陷、设计不周等技术因素外，大部分是由于违章指挥、违章操作引起的。常见的触电事故因素有：

(1) 违章作业或线路老化；高压电线安全距离不足、高压用电设备绝缘失效；电缆铺设不规范，电路接头裸露等；

(2) 电气线路、设备设计上的不合理、选型不合理、安装上存在缺陷、超负荷使用；电气设备质量缺陷或未按规定接零。线路磨损、压破绝缘层使外壳带电，设备缺少漏电保护等防护装置；

(3) 检修作业不填写操作票或不执行监护制度，使用不合格绝缘工具和电气工具；线路或电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续，就对停电设备恢复送电；

(4) 在带电设备附近进行作业，不符合安全距离或无监护措施；

(5) 跨越安全围栏或超越安全警戒线，工作人员走错间隔误碰带电设备，以及在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带金属超高物体在带电设备下行走；

(6) 绝缘胶鞋破损透水导致绝缘失效，作业者身体或工具碰到带电设备或线路上；

(7) 缺少标志或标志不明显；工作人员擅自扩大工作范围；使用电动工具不戴绝缘手套；

(8) 在潮湿地区、金属容器内工作不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人；电气作业的安全管理工作存在漏洞等。

(9) 检修作业时的临时用电设置不规范或使用绝缘破损的电线等。

可能存在的部位：变配电设施、供电线路、临时机修车间及施工机械使用的油品等。

2.火灾

火灾按其产生的原因分为电气火灾及明火引起的火灾。

(1) 施工机械使用的油品具有发生火灾的危险，挖掘机、装载机、汽车等移动设备因违规操作、缺乏消防灭火设施等有发生火灾的可能；当电动机及其控制装置或其它电气设备内部线路的绝缘破坏时将导致短路、检修过程中使用临时照明电源或其他临时用电时发生短路以及线路过电流有可能引发电气火灾。

(2) 破碎系统及变配电设施（配电室或变压器）电缆铺设不规范，由于电缆短路、设备故障、雷电等导致电缆着火或胶带着火而发生火灾。在火灾发生后还会伴有中毒窒息或爆炸事故的发生。如果配电室电器设施设备长期未清扫积尘，发生短路而引发的火灾。

本项目可能发生火灾的部位：变配电设施（配电室或变压器）、供电线路、小型机汽修场地、施工机械使用的油品及破碎站等。

3.雷击

雷击：位于地势较高的地表的建（构）筑物及配电设施等易受雷击，遭受雷击后会造成不同程度的破坏，严重者会造成建（构）筑物的倒塌（如高大建筑物），烧毁变压器及矿山用电设施，人员伤亡等事故。

4.机械伤害

矿山电气设备造成的机械伤害事故，主要是由于人的违章指挥、违章操作造成的。常见的因素有：

- (1) 穿戴不符合安全规定的服装进行操作；
- (2) 违章操作；
- (3) 电气设备安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等，导致事故发生；

(4) 操作过程中衣物、头发、工具进入运转机械导致身体被运动机械拖带伤害；

(5) 操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位；

(6) 在检修和正常工作时，机器突然被别人随意启动，导致事故发生；

(7) 在不安全的电气设备上停留、休息，导致事故发生；

(8) 电气设备设施设计、选型不合理或安装存在缺陷；

(9) 安全管理上存在不足。

5. 噪声

凡是人们不需要的，使人感到讨厌和烦躁的声音通称为噪声。噪声对人的危害是多方面的。噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经官能症等疾病。噪声还污染环境，影响人们的正常生活和生产活动，特别强烈的噪声还能损害建筑物与影响仪器设备等的正常运行。该项目噪声主要来源于各种电气设备在运转过程中由震动、摩擦而产生的机械动力噪声等。

3.4.2 供配电设施预先危险性分析

根据供配电设施主要危险有害因素辨识、分析结果及其危险有害程度，预测事故发生对作业人员及生产过程产生的影响，判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。供配电设施 PHA 分析见表 3.4-1。

表 3.4-1 矿山电气单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	违章作业	操作不熟练；操作地点不安全；作业前安全检查、处理不到位；防护装置（罩）不全。	机械伤害、跌伤	人员伤亡	II	严格执行操作规程；树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理；加强个人防护措施；完善配备机械安全防护装置。

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
触电	违章作业；保护设施不到位。	工作面潮湿；使用电气设备绝缘老化；电气设备缺少漏电保护等防护装置；不执行停送电制度；缺乏安全警示标志；作业无人监护；不使用安全电压；安全装置失效；个人防护措施不全；其他违章操作。	短路、引发漏电、触电	人员伤亡、设备损坏	II	严格执行操作规程；树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理；加强个人防护措施，严格执行劳动防护用品发放、使用管理制度；电气工作人员持证上岗；变压器周围设围栏、警告牌，配电室铺设绝缘地毯；配电室配备绝缘靴、绝缘手套、绝缘杆等绝缘设备，门窗加防护网；电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志；定期检查电气线路及设备。
火灾	绝缘、保护装置失效	保险丝(片)选用不当；开关及配电箱内油料着火；机械作用（包括摩擦、震动冲击等）所引起；绝缘、保护装置未检查，未维护；装置失效；未设置消防灭火设施；其他违章操作。	明火、短路引发火灾	人员伤亡、设备设施损坏	II	严格执行操作规程；树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理；加强个人防护措施；加强安全管理；电气设备采用保护接地；加强电气设备及其线路的检查、维护；机械设备配备消防灭火器
雷击	保护设施不到位。	主要建构筑物无防雷击设施；电气设备、线路，未设有可靠的防雷、接地装置；未定期进行全面检查和监测导致防雷设施失效；违章作业，未穿戴劳动防护用品。	电击、电伤	人员重伤、死亡	II	在配电室、高大建筑附近安装避雷针或避雷器，定期检查、监测。
中毒窒息	电气设备事故	设备质量不合格；电气设备未检查、未维护，缺乏检修，造成设备故障。	中毒窒息	设备设施损坏、人员伤亡	II	必须选用具有国家安全认证标志的电气设备；加强电气设备及其线路的检查、维护。
职业危害	听力减弱	长期在噪声环境下作业。	职业病	慢性伤害	II	采用间歇式工作方式或完善隔音、消音设施。

3.4.3 供配电设施安全检查表

依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）和《低压配电设计规范》（GB50054-2011）等标准规范的规定，对该项目的供配电采用安全检查表法进行分析评价，检查结果见表 3.4-2。

表 3.4-2 供配电设施安全检查表

序号	检查内容	检查标准条款	设计情况	检查结果
1	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； —主变压器为 2 台及以上时，若其中 1 台停止运行，其余变压器应至少保证一级负荷的供电。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423—2020) 第 5.6.1.2 条	矿山直接进行剥离及采矿，不使用用电设备。 矿山现已通 10kV 高压电，在矿生活区设有变配电设施，主要向供生活区、选厂供电，矿山总用电负荷不大，能满足矿山需要。	符合
2	采矿场采用双回路供电时，每回路供电能力应均能供全负荷；采用三回路供电时，每个回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.6.1.4 条	矿山直接进行剥离及采矿，不使用用电设备。	符合
3	电气设备接地应符合下列规定： —高、低压电气设备，应设保护接地。 —各接地线应并联。 —架空线路无分支的部分，应每 1 km~2 km 接地 1 次。 —架空接地线截面积不小于 35 mm ² ； 接地线设在配电线路最下层导线的下方，与导线任一点的距离应不小于 0.5 m。 —移动式电气设备应采用矿用橡套软电缆的专用接地芯线接地。 —应对拖曳电缆的接地保护芯线进行电气连续性监测。 —牵引变电所整流装置、直流配电装置的金属外壳均应接地。在接地电流流经直流接地继电器前的全部直流接地母线、支线应与地绝缘，且不应与交流设备的接地母线、建筑物的钢筋、金属构件等有金属连接。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423—2020) 第 5.6.4.4 条	矿山直接进行剥离及采矿，不使用用电设备。矿区未涉及电气设备接地。	不涉及
4	主变电所应符合下列规定： —有防雷、防火、防潮措施； —有防止小动物窜入的措施； —有防止电缆燃烧的措施； —所有电气设备正常不带电的金属外壳应有保护接地； —带电的导线、设备、变压器、油开关附近不应有易燃易爆物品； —电气设备周围应有保护措施并设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423—2020) 第 5.6.5.2 条	矿山直接进行剥离及采矿，不使用用电设备。 在生活区设有变配电设施，主要向选厂、生活区供电，矿山总用电负荷不大。 生活区变配电设施符合要求。	符合
5	变压器室、配电室、电容器室等房间应设置防止雨、雪和蛇、鼠等小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等处进入室内的设施。	《20kV 及以下变电所设计规范》 (GB50053-2013) 第 6.2.4 条	矿山直接进行剥离及采矿，不使用用电设备。生活区变压器室、配电室等符合要求。	符合

序号	检查内容	检查标准条款	设计情况	检查结果
6	采矿场的供电线路不宜少于两回路；两班生产的采矿场或小型采矿场可采用一回路。排废场的供电线路可采用一回路。 当采用两回路供电的线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 70%。 当采用三回路供电线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。	矿山电力设计标准（GB50070-2020）5.0.1	矿山直接进行剥离及采矿，不使用用电设备。 矿山现已通 10kV 高压电，在矿生活区设有变配电设施，主要向选厂、生活区供电，矿山总用电负荷不大，能满足矿山需要。	符合

3.4.4 电气火灾和雷电危害性评价

矿山供电系统中，在变压器、配电室、办公生活区、该矿山选厂配备有照明线路和用电器等，存在因漏电、短路、过载、过流引起的过热、电火花、电弧，雷电放电的电弧，静电火花等可能，引起电气线路火灾。

雷电危险评价主要是针对项目中建（构）筑物应设置的防雷接地设施而进行的，所采用的方法是根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等相关标准、规范，检查该项目建（构）筑物、设施的防雷分类、防雷设施措施是否正确。矿山电气设备、线路，设有可靠的防雷、接地装置，并定期进行全面检查和监测，不合格的及时更换或修复。矿山作业人员在雷雨天要注意防雷，不要在树下、电杆下等易发生雷击伤害的地方停留。

3.4.5 单元小结

依据本项目初步设计，通过检查对本工程供配电设施与相关法律、法规、标准和规范的符合程度，本单元总体符合相关法律、法规、标准和规范要求。

设计中未对矿山电气防灭火措施、设施进行设计说明，建议在下一步安全设施设计中补充完善。

3.5 防排水单元

3.5.1 防排水单元主要危险、有害因素辨识

防排水单元存在的主要危险有害因素有：滑坡、塌方、泥石流及滚石等。

1. 滑坡、坍塌

矿区附近地形有利于降雨自然排泄。雨季时大气降水主要以片流形式沿地表向低凹地段排泄，少量沿裂隙下渗补给地下水。若矿区公路、台阶等无截排水沟或损坏，雨季突遇暴雨，雨水冲刷边坡有可能引发滑坡、坍塌等地质灾害。

2. 物体打击

雨水冲刷采场坡面有可能引发滚石，发生物体打击等事故，造成人员伤亡、设备损坏。

3.5.2 防排水单元预先危险性分析

根据防排水单元主要危险有害因素辨识、分析结果及其危险有害程度，预测事故发生对作业人员及生产过程产生的影响，判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。PHA 分析见表 3.5-1。

表 3.5-1 防排水单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
物体打击	雨水冲刷坡面有可能引发滚石、塌翻、泥石流等地质灾害	采场、工作平台上无截排水沟	滚石塌翻 泥石流	人员伤亡、设备损坏	II	在安全平台内侧开挖截排水沟；在雨季来临之前和雨季过后，对采场边坡进行安全检查，发现孤石、浮土及时清理。
滑坡	雨季突遇暴雨，有可能引发滑坡。	采场、工作平台上无截排水沟	采场边坡滑坡	人员伤亡、设备损坏	II	在安全平台内侧开挖截排水沟；在雨季来临之前和雨季过后，对采场边坡进行安全检查，发现孤石、浮土及时清理。
边坡坍塌	局部边坡发生坍塌、失稳现象	采场、工作平台上无截排水沟。	采场边坡坍塌、失稳	1. 造成人员伤亡； 2. 设备和机械损坏或被掩埋。	II~III	1. 每个阶段结束时，应及时清理平台上疏松的岩土和坡面上的浮石。 2. 应建立检查制度，定期或不定期对边坡进行检查，对发现坍塌或滑落征兆时，及时采取措施进行处理。 3. 应采取设置排水沟等方式进行排水，避免地表水对边坡稳定性的影响。

危险因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
塌方	采场、公路边坡	不良工程地质、雨水冲刷、震动、边坡排水沟设计或建设不满足要求。	影响生产	人员伤亡、设备损坏	II	采场、公路边坡按要求设置排水沟，尺寸必须符合设计要求。

3.5.3 防排水单元安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）中的相关内容对该项目初步设计中的防排水系统进行检查，检查表详见 3.5-2。

表 3.5-2 防排水单元安全检查表

编号	评价内容	依据标准条款	设计情况	检查结果
1	露天采场的总出入沟口、平硐口、排水井口和工业场地，均应采取妥善的防洪措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）5.7.1.2	在矿区公路内侧设置排水沟，公路内侧排水沟断面尺寸（0.6m+0.4m）×0.4m（梯形断面）。	符合
2	露天矿山应采取下列措施保证采场安全： ——在采场边坡台阶设置排水沟； ——地下水影响露天采场的安全生产时，应采取疏干等防治措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）5.7.1.3	设计中明确台阶设置排水沟。本项目为山坡露天采场，不涉及地下水。	符合
3	露天矿山应按照下列要求建立防排水系统： ——受洪水威胁的露天采场应设置地面防洪工程； ——不具备自然外排条件的山坡露天矿，境界外应设截水沟排水； ——凹陷露天坑应设机械排水或自流排水设施； ——遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 7d。淹没前应撤出人员和重要设	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）5.9.1.9	设计中防洪系统满足要求。	符合

3.5.4 单元小结

矿山采用露天开采，矿床均位于当地最低侵蚀基准面以上，地形有利于排水，地下水对矿区开采矿床充水影响不大。设计在排土场外围设置截洪沟，采用 M7.5 浆砌片石，截洪沟断面尺寸为（0.8m+0.5m）×0.4m（梯形断面）。在各平台内侧设置排水沟，排水沟断面尺寸（0.4m+0.3m）×0.3m（梯形断面），

平台工作面自边坡外侧向坡脚设置 0.3%~0.4% 的方向坡度，将汇水集中至坡脚排水沟排出，防止汇水冲刷台阶边坡。在矿区公路内侧设置排水沟，公路内侧排水沟断面尺寸（0.6m+0.4m）×0.4m（梯形断面）。境外截洪、平台及道路的防排水系统设计符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）标准规范要求。

安全设施设计应补充完善以下内容：

1. 建议下一步安全设施设计，应根据采场实际，明确汇流面积，从而调整、优化、细化矿山排水系统，完善相关图纸；
2. 在暴雨季节，矿山应根据气象预警提前做好准备，即暴雨前停止采场内一切作业，将人员和设备撤离至安全地带；
3. 由于目前矿山形成一定规模的采空区，在暴雨季节极易造成滑坡、泥石流等风险，建议在下一步设计修改及安全设施设计中应对现有采空区制定治理措施，完善排水设施，防止采空区滑坡、泥石流的形成。

3.6 排土场单元

3.6.1 排土场单元主要危险、有害因素辨识

排土场单元存在的主要危险有害因素有：坍塌、滑坡、高处坠落、车辆伤害、振动、噪声等。

1. 坍塌、滑坡

坍塌（滑坡）是指物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故。露天矿坍塌（滑坡）事故发生的主要原因有：由于生产过程中排土场边坡参数不合理，如坡面角较陡，排土场周围没有设置截排洪沟设施或设施损坏、边坡管理不当等，都易造成边坡失稳、坍塌（滑坡）的危险，雨季可能产生泥石流，作业前未对坡面危岩、孤石进行清理，可能危及作业人员和设备、生产安全。

可能存在的部位：排土场边坡等。

2.高处坠落

高处坠落是指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故。

排土场排土过程中，排土场临边作业时，人员、设备防护不好等均可能发生高处坠落伤亡事故。

该项目高处坠落主要存在于排土临边作业、边坡作业、各类相对于坠落基准面 2m 及以上的作业平台等处，未佩带安全带或设置安全网、护栏等防护设施，未设置安全车挡进行排土作业，易发生高处坠落伤亡事故。

造成高处坠落的主要因素有：

(1) 在边坡上进行高处作业人员没有按要求使用安全带或安全绳、安全带未正确、牢靠固定即进行作业，由于失重、高温、大风或作业人员生理因素等导致作业人员坠落，而造成伤亡事故；

(2) 因排土场危险区域内、排土场顶部等未设置安全警示标志，外来人员、牲畜进入排土场上部危险区域；夜间作业未设置照明设施；

(3) 人行坡度太陡；

(4) 高处作业未制定作业规程，现场安全管理不到位；

(5) 作业时安全防护设施损坏；

(6) 主观判断失误；

(7) 作业人员疏忽大意，疲劳过度；

(8) 高处作业时无人监护。

(9) 高于 2m 的操作平台未设置防护栏或无警示标志。

整个排土场作业点属于高差大于 2m 的作业场所。一旦发生意外，就有可能发生坠落或跌落，造成安全事故；

本项目可能发生高处坠落的部位：排土场边坡、排土场高于地面 2m 以上的作业面。

3.车辆伤害

车辆伤害是指企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、下落、挤压伤亡事故。

排土场运输、推土设备有故障、操作失误或指挥不当，有造成车辆伤害的危险；矿山使用汽车进行运输，由于驾驶员违章驾驶等造成车辆伤害。排土场车辆伤害中包括汽车、推土机等车辆的伤害。

(1) 露天运输、推土过程中，由于违章载人、违章作业或作业场地狭窄而导致人员坠落或运输、推土设备倾翻引发的伤亡事故；

(2) 车辆在行驶过程中，由于道路坡陡弯急、行车速度快、车辆故障、制动失灵、信号标志缺失、运输线路及路面不合理、道路局部坍塌、下沉、路况质量差、狭窄、路不平、雨季冲刷严重等，易发生翻车、撞坏设备和撞伤人员等车辆伤害事故；

(3) 疲劳驾驶、无证驾驶等违章作业；

(4) 雨天车辆行驶未采取防滑措施（如采用防滑链等）；

(5) 排土场推土平台宽度不够，平台边缘矿岩松软，不稳固，推土设备沿平台边缘行驶作业，易造成设备倾翻，坠落，导致人员伤害和设备损坏。

本项目可能发生车辆伤害的部位：运输、推土过程中的运输车辆、推土机、排土场推土平台及矿山道路等。

4.粉尘、噪声及振动

(1) 粉尘

粉尘是矿物开采或加工过程中产生的细小固体颗粒集合体。常把沉积于器物表面之上的粉尘称为落尘，悬浮于空气中的粉尘称为浮尘。落尘与浮尘在不同风流环境下可以相互转化。粉尘的主要危害是能引起矽肺病，该病是因为长期大量吸入含游离二氧化硅的粉尘引起的，是矿山的一种主要职业病。

该项目的粉尘主要来源于：废土石运输、排土、推土等过程，产生大量有

害的粉尘，如未采取湿式作业或捕尘措施，易造成粉尘危害。排土场主要产尘点分布在推土工作面、排土作业区、汽车运输道路等。

(2) 噪声与振动

凡是人们不需要的，使人感到讨厌和烦躁的声音通称为噪声。噪声对人的危害是多方面的。噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经官能症等疾病。噪声还污染环境，影响人们的正常生活和生产活动，特别强烈的噪声还能损害建筑物与影响仪器设备等的正常运行。

该项目噪声主要来源于各种设备在运转过程中由震动、摩擦、碰撞而产生的机械动力噪声和由风管排汽、漏气而产生的气体动力噪声，机械噪音主要集中在各类电机（运输车辆、推土机）等设备。振动主要是运输车辆、推土机发动机的振动。

5. 雷击

排土场地势宽阔，矿区所在地区有雷电气候灾害，不排除在排土作业过程中存在雷击的可能，故雷雨天禁止排土作业。

3.6.2 排土场单元预先危险性分析

根据排土场单元主要危险有害因素辨识、分析结果及其危险有害程度，预测事故出现对作业人员及生产过程产生的影响，判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。PHA 分析见下表。

表 3.6-1 排土场单元预先危险性分析表

潜在事故	发生原因	事故后果	危险性等级	措施
坍塌 (滑坡)	1.排土场位置选择不合理，设在工程地质或水文地质条件不良的地带。 2.没有进行专门的工程、水文地质探。 3.没有进行地形测绘。 4.排土场设计参数确定不合理，排土场的阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、相邻阶段同时作业的超前堆置高度等参数，在设计中没有明确。	造成人员伤亡；损坏设备	II~ III	1.排土场选址前必须进行工程地质和水文地质勘查。 2.排土场应设在工程地质或水文地质条件良好的地带，禁止堵塞道路河道和泄洪沟。 3.编制排土场正规设计。 4.严格按照排土场边坡设计要求排放，严格控制段高、安全平台及边坡角。 5.发现排土场设计参数不能满足安全生产的要求时，必须根据地形条件及时修

潜在事故	发生原因	事故后果	危险等级	措施
	5.确定的参数不能满足安全生产的要求。 6.山坡排土场周围没有修筑可靠的截洪和排水设施拦山坡汇水。 7.洪水过后没有对坝体和排洪构筑物进行全而认真的检查与清理。 8.没有制定防止发生泥石流灾害的措施。 9.排土场最终境界没有按规定排弃大块岩石以确保排土场的安全稳定。 10.没有醒目的安全警示标志。 11.排土场边坡面捡矿石和其他石材。			改。 6, 山坡排土场周围必须修筑可靠的截洪和排水设施拦截山坡汇水。 7.对不同岩石应按适当比例混排。 8.排土场汇水侧必须留有一定尺寸的排放地表水及大气降水的疏导渠, 避免产生渗流水压力, 造成泥石流灾害的发生。 9.排土场最终境界必须按规定排弃大块岩石以确保排土场安全稳定。 10.圈定危险范围并设立警戒标志, 以防人、畜进入。
高处坠落	1.排土卸载平台边缘没有设置安全车挡。 2.排土安全车挡或反坡不符合规定。 3.气候、环境条件恶劣。遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时, 继续进行排土作业。 4.安全措施没有制定。 5.作业人员安全重视程度不够, 违规操作。 6.安全检查不到位。	车辆损坏或人员伤亡	III	1.排土作业必须制定严格的安全管理措施。 2.作业人员必须经过严格的培训, 熟知排土卸载要求方可上岗作业。 3.排土场要经常进行安全检查, 发现产生裂缝、有滑坡迹象, 必须停止向排土场边坡排土, 立即采取措施进行处理。 4.严格禁止不设安全车挡排土。 5.排土场场地必须保持场地平整, 带有2%~5%的反坡。 6.设置的排土车挡高度必须不小于车轮高度的1/2。 7.设置的排土车挡必须有牵引绳牵引, 安装、固定要牢固可靠。 8.排土场作业区内因雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于30m, 必须停止排土作业。 9.遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时, 不得进行排土作业。

通过对排土场单元的预先危险性分析可知, 该单元可能发生的事故类型有排土场边坡滑塌和排土车辆高处坠落等, 事故一旦发生将造成车毁人亡的安全事故。所以, 设计时必须根据当地地形条件合理选择排土场的位置, 严格按照排土场的规模设计合理的边坡高度, 边坡安全车挡的高度和宽度, 要明确规定排土的顺序以及确保排土场最终境界安全稳定的要求, 同时, 要注意设计的排土场位置不得堵塞排洪河道, 防止泥石流等次生灾害的发生。

3.6.3 排土场单元安全检查表

根据《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）中的相关内容对该项目初步设计中的防排水系统进行检查，检查表下表。

表 3.6-2 排土场单元安全检查表

编号	评价内容	依据标准条款	设计情况	检查结果
1	排土场位置的选择，应保证排弃土岩时不致因大块滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地（厂区）、居民点、铁路、道路、输电及通讯干线、耕种区、水域、隧洞等设施的安全。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）第 5.2.1 条	设计临时排土场设置于矿区西南侧，矿山尾矿库上部 244m 位置，标高 1090m，该区域为堰沟，工程地质条件良好，无溶洞、断层等不良地质情况；不在工程地质或水文地质条件不良的地带；排土场下游 244m 为矿山尾矿库，下游 96m 位置为尾矿库挡水坝，下游 1km 范围内没有工业场地（厂区）、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久性建筑等。	符合
2	排土场不宜设在工程地质或水文地质条件不良的地带；如因地基不良而影响安全，必须采取有效措施。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）第 5.2.2 条	从企业提供的地质报告看，矿区范围内不存在大的不良工程地质、水文地质条件地带。	符合
3	排土场选址时应避免成为矿山泥石流重大危险源，无法避开时要采取切实有效的措施防止泥石流灾害的发生。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）第 5.2.3 条	设计报告已考虑。	符合
4	排土场选址不应设在居民区或工业建筑的主导风向的上风向和生活水源的上游，废石中的污染物要按照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》堆放、处置。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）第 5.2.4 条	排土场范围内无居民或工业建筑。	符合
5	在矿山建设过程中，修建公路和业场地的废石应选择地点集中排放，不能就近排弃在公路边和工业场地边，以避免形成泥石	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》	设计报告中提出剥离的表土以及产生的废土石排到排土	符合

编号	评价内容	依据标准条款	设计情况	检查结果
	流。	(AQ2005-2005)第 5.5 条	场。	
6	排土场内平台应实施 2%~3%的反坡,并在排土场平台修筑排水沟拦截平台表面山坡汇水。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005)第 7.2 条	设计临时排土场上部为矿山生活区,下部为矿山公路,公路内侧已设置排水沟,排水沟断面尺寸(0.6m+0.4m)×0.4m(梯形断面)。设计利用场外运输道路一侧的排水沟截排临时排土场外围汇水。在上部 1100m 标高设置一条长 468m,上宽 0.6m,下宽 0.4m,深 0.4m 的截洪沟,截排临时排土场上部汇水。	符合
7	排土卸载平台边缘要设置安全车挡,其高度不小于轮胎直径的 2/5,车挡顶部和底部宽度应分别不小于轮胎直径的 1/3 和 1.3 倍;设置移动车挡设施的,要按移动车挡要求作业。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005)第 6.1.3 条	设计参照规定,运输的汽车车长 8m,转弯半径 15m,轮胎直径 1.1m,确定排土场的安全车挡高度为 0.6m,车挡底部宽度为 2m,车挡顶部宽度为 0.5m。安全车挡采用推土机推废土石形成即可。	符合
8	在排土卸载平台边缘设置安全车挡,车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2,顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4,底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第 5.5.2.4 条	运输的汽车车长 8m,转弯半径 15m,轮胎直径 1.1m,确定排土场的安全车挡高度为 0.6m,车挡底部宽度为 2m,车挡顶部宽度为 0.5m。满足上述要求。	符合
9	排土场的阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、相邻阶段同时作业的超前堆置高度等参数,应满足安全生产的要求在设计中明确规定。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005)第 5.6 条	设计报告中已明确排土场的总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角等参数。	符合

3.6.4 单元小结

依据本项目初步设计,通过有害危险分析,以及检查对本工程排土场设施与相关法律、法规、标准和规范的符合程度,本单元总体符合相关法律、法规、标准和规范要求。

3.7 安全管理单元

3.7.1 安全管理单元危险有害因素辨识

矿山安全管理的危险、有害因素主要围绕矿山安全生产管理中已建立的各级安全生产责任制、安全生产管理规章制度和各类设备、工艺系统、各岗位(工种)、各工序安全作业规程以及安全生产责任制、规章制度、安全作业规程与该建设工程各系统的适应性以及贯彻、落实情况加以辨识和分析。

- 1、建立健全安全管理机构。
- 2、根据本矿山特点补充、完善安全生产责任制、安全生产管理制度和安全操作规程。
- 3、建立健全安全生产记录台账、劳动防护发放台账、安全教育台账等各类台账。
- 4、生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训,保证从业人员具备必要的安全生产知识,熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员,不得上岗作业。
- 5、生产经营单位必须依法参加工伤保险,为从业人员缴纳保险费。
- 6、矿山应编制安全生产事故应急救援预案,到当地应急管理局备案,并定期演练做好记录。

3.7.2 安全管理单元符合性评价

依据《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号修订)及《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》(国家安全生产监督管理

总局令第 20 号) 等对本矿山的安全管理组织机构、安全管理制度、事故应急救援预案、特种作业人员培训等方面进行评价。其评价方法采用安全检查表法。检查表见表 3.6-1。

表 3.6-1 安全管理单元资料分析和现场检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结论
1	生产经营单位的主要负责人是本单位安全生产第一责任人,对本单位的安全生产工作全面负责。其他负责人对职责范围内的安全生产工作负责。	《安全生产法》《安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号)第五条	《初步设计》中已提出	符合
2	生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责: (一)建立健全并落实本单位全员安全生产责任制,加强安全生产标准化建设; (二)组织制定并实施本单位安全生产规章制度和操作规程; (三)组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划; (四)保证本单位安全生产投入的有效实施; (五)组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制,督促、检查本单位的安全生产工作,及时消除生产安全事故隐患; (六)组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案; (七)及时、如实报告生产安全事故。	《安全生产法》《安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号)第二十一条	《初步设计》中在已提出	符合
3	生产经营单位应当建立健全下列制度: (一)安全生产责任制度; (二)安全生产例会制度; (三)安全生产奖惩制度; (四)安全生产教育培训制度; (五)安全生产检查制度; (六)生产经营场所、设备、设施安全管理制度; (七)安全生产风险分级管理控制制度; (八)危险源管理制度; (九)安全生产应急管理和事故报告处理制度; (十)危险作业、特种作业人员、劳动防护用品管理制度; (十一)法律法规规定的其他安全生产制度。	《云南省安全生产条例》(2018 年 1 月 1 日起正式施行)第十八条	《初步设计》中在第 12 章中已提出部分要求,	符合
4	生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入,由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证,并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。	《安全生产法》《安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号)第二十三条	《初步设计》已提出相关要求	符合
5	矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位,应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。	《安全生产法》《安全生产法》(中华人民共和国主席令第 88 号)第二十四	《初步设计》中第 12 章已提出相关要求	符合

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结论
		条		
6	生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。	《安全生产法》《安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）第二十七条	《初步设计》中第 12 章已提出相关要求	符合
7	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。	《安全生产法》《安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）第二十八条	《初步设计》中第 12 章已提出相关要求	符合
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》《安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）第三十条	《初步设计》中第 12 章已提出相关要求	符合
9	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《安全生产法》《安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）第四十五条	《初步设计》中第 12 章已提出相关要求	符合
10	生产经营单位的安全生产管理人员应当根据本单位的生产经营特点，对安全生产状况进行经常性检查；对检查中发现的安全问题，应当立即处理；不能处理的，应当及时报告本单位有关负责人，有关负责人应当及时处理。检查及处理情况应当如实记录在案。	《安全生产法》《安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）第四十六条	《初步设计》中已提出相关要求	符合
11	生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。	《安全生产法》《安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）第五十一条	《初步设计》中第 12 章已提出相关要求	符合
12	生产经营单位应当根据有关法律、法规和《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2013），结合本单位的危险源状况、危险性分析情况和可能发生的事故特点，制定相应的应急预案。生产经营单位的应急预案按照针对情况的不同，分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。	《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 88 号）第六条	《初步设计》未提出	不符合
13	生产经营单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故预防重点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。	《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 88 号）第三十三条	《初步设计》未提出	不符合
14	建立健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条（一）	《初步设计》中已提出	符合

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结论
	制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等规章制度；制定作业安全规程和各工种操作规程。			
15	双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.3 条	《初步设计》中在 5.3 已提出	符合
16	运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.4 条	《初步设计》中在 5.3 已提出	符合
17	电气室内的各种电气设备控制装置上应注明编号和用途，并有停送电标志；电气室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌，高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌，并应有照明。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.6.5.3 条	《初步设计》中已提出	符合
18	矿山企业的要害岗位、重要设备和设施周围及危险区域，应设置醒目的安全警示标志，并在生产使用期间保持完好。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.7.3 条	《初步设计》中在 11.5 已提出	符合
19	露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.8 条	《初步设计》中在 11.5 已提出	符合

3.6.3 安全管理单元小结

文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿为改建矿山，经现场查看资料，该采场制定各岗位安全生产责任制和相应的安全管理制度及各岗位安全操作规程，矿山主要负责人和专职安全管理人员已参加培训，符合法律法规的要求。设计中对露天采场、道路交通、电气安全警示标志、告知牌等做出相关要求，该矿山按该设计设置安全警示标志，符合法律法规的要求，能满足今后矿山安全生产要求。对该矿山的安全管理条件进行了分析、评价，矿山拟建立安全管理系统，通过日常的监督、检查、评比能够有效地开展安全管理工作。

通过安全检查表检查情况，文山佳致工贸有限公司富宁分公司安全管理方面存在以下问题，在下一步安全设施设计阶段应补充：

1. 建立安全生产管理机构，确定主要负责人和安全管理人员（安全人

员设置一名注册安全工程师），并要参加当地应急管理部门组织的资格培训，取得相应安全合格证，特种作业人员也要取得特种作业资格证。

2. 根据生产实际情况的变化，不断完善各种安全管理制度、安全操作规程、安全管理记录，做到管理有章可循、有据可查。

3. 文山佳致工贸有限公司富宁分公司应根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020），经专家评审后报送所在地应急管理局备案。建议矿山成立了兼职矿山救护队，采购并储备了救援物资，定期开展演练。

4. 企业应根据矿山基建、生产实际情况的变化，建立矿山安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制，以安全标准化建设为载体，以风险管控为手段，并将“双重预防机制建设”融入标准化建设之中，持续提升矿山安全基础。

3.7 重大危险源辨识单元

依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018），文山佳致工贸有限公司富宁分公司不涉及危险化学品，不设置爆破器材库，该矿山不涉及危险化学品，故该矿山不存在重大危险源。

4.安全对策措施建议

4.1 安全对策措施建议的依据和原则

4.1.1 安全对策措施建议的依据

依据该矿山的实际情况，对照国家相关法律、法规和规范标准及设计文件对各子系统所含检查内容进行检查，判别与标准的符合程度；掌握各子系统的实际情况，进一步核实与国家相关法律、法规和规范要求的符合性，以落实现场安全技术对策措施和安全管理对策措施。主要依据为：《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号）及本报告 1.2 中的国家、地区及行业标准、规程、规范。

4.1.2 安全对策措施建议的主要原则

- 1.能消除或减弱生产过程中产生的危险、有害因素。
- 2.处置危险和有害物，使其降低到国家规定的限值内。
- 3.预防生产装置失灵和操作失误产生的危险、危害。
- 4.能有效地预防重大事故和职业危害的发生。
- 5.发生意外事故时，能为遇险人员提供自救和互救条件。
- 6.当安全对策措施建议与经济效益发生矛盾时，应优先考虑安全对策措施建议的要求。
- 7.确定安全对策措施建议等级顺序要求的具体原则为：消除、预防、减弱、隔离、连锁、警告。
- 8.安全对策措施建议应具有针对性、可操作性和经济合理性。
- 9.安全对策措施建议应符合国家有关法律、法规、标准、规范和行业标准的要求。

4.2 各单元安全对策措施建议

4.2.1 总平面布置单元安全对策措施建议

1.建议下一步设计修改和安全设施设计中按照《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全生产监督管理总局令第 75 号）的规定进一步明确：采境界外设置可靠的安全警戒线及边界安全护栏和安全警示标志，避免外来人员误入危险区域造成事故。

2.原有采空区应明确相应的安全设施。

4.2.2 开拓运输单元安全对策措施建议

1.初步设计中未对运输系统相关安全防护措施进行说明，如山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段，外侧应设置护栏、挡车墙等的安全措施以及急弯地段安全警示标志、卸矿地点设置牢固可靠的挡车设施及明显标志，良好照明和安全护栏等安全设施，建议在下一步安全设施设计中补充完善。

2.建议在下一步安全设施设计中补充说明现有道路的安全可靠性，并在运输道路系统平面图上对相关参数进行标注。

3.建议补充运输道路纵断面图、运输道路安全设施设置等相关图件。

4.2.3 采剥单元安全对策措施建议

1.铲装设备在工作台阶上铲装作业时，应尽量避免靠近平台边缘，由于工作台阶边缘矿岩松散，有可能导致铲装设备坠落、倾翻。

2.建议下一步安全设施设计中进一步明确：（1）两台以上的挖掘机在同一平台上作业时，挖掘机的间距：汽车运输时，应不小于其最大挖掘半径的 3 倍，且应不小于 50m。（2）上、下台阶同时作业的挖掘机，应沿台阶走向错开一定的距离；在上部台阶边缘安全带进行辅助作业的挖掘机，应超前下部台

阶正常作业的挖掘机最大挖掘半径 3 倍的距离，且不小于 50m。（3）装载机、挖掘机汽笛或警报器应完好。进行各种操作时，均应发出警告信号。夜间作业时，车下及前后的所有信号、照明灯应完好。

4.2.4 供配电设施安全对策措施建议

设计中未对矿山电气防灭火措施、设施进行设计说明，建议在下一步安全设施设计中补充完善。

4.2.5 防排水单元安全对策措施建议

1.建议下一步安全设施设计，应根据采场实际，明确汇流面积，从而调整、优化、细化矿山排水系统，完善相关图纸；

2.在暴雨季节，矿山应根据气象预警提前做好准备，即暴雨前停止采场内一切作业，将人员和设备撤离至安全地带；

3.由于目前矿山形成一定规模的采空区，在暴雨季节极易造成滑坡、泥石流等风险，建议在下一步设计修改及安全设施设计中应对现有采空区制定治理措施，完善排水设施，防止采空区滑坡、泥石流的形成。

4.2.6 安全管理安全对策措施建议

1.建立安全生产管理机构，确定主要负责人和安全管理人員（安全人員設置一名注册安全工程師），并要参加当地应急管理部门组织的资格培训，取得相应安全合格证，特种作业人员也要取得特种作业资格证。

2.根据生产实际情况的变化，不断完善各种安全管理制度、安全操作规程、安全管理记录，做到管理有章可循、有据可查。

3.文山佳致工贸有限公司富宁分公司应根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020），经专家评审后报送所在地应急管理局备案。建议矿山成立了兼职矿山救护队，采购并储备了救援物资，定期开展演练。

4.企业应根据矿山基建、生产实际情况的变化,建立矿山安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制,以安全标准化建设为载体,以风险管控为手段,并将“双重预防机制建设”融入标准化建设之中,持续提升矿山安全基础。

4.2.7 其它安全对策措施建议

1.企业应建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度,加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度,改善安全生产条件,加强矿山安全生产标准化、信息化建设,构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,健全风险防范化解机制,提高安全生产水平,确保安全生产。

2.企业应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。

3.矿山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。

4.企业应当对从业人员进行安全生产教育和培训,保证从业人员具备必要的安全生产知识,熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能,了解事故应急处理措施,知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员,不得上岗作业。

5.企业应为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。

6.企业应按要求投保安全生产责任保险,依法参加工伤保险,为全部从业人员缴纳保险费。

7.企业应制定矿山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。

8.企业应当指定兼职的应急救援人员,配备必要的应急救援器材、设备和物资,并进行经常性维护、保养,保证正常运转。

9.企业应按规定提取安全生产费用,安全生产经费不得挪作他用,确保安全设施的资金保障。安全资金主要用在以下方面:

(1) 安全设施、设备投入和维护保养的费用;

(2) 作业场所职业危害防治措施投入和维护保养的费用（如防毒、防尘设施、设备防腐等）；

(3) 落实事故隐患整改所需费用；

(4) 安全检查工作及其有关器材投入和维护保养的费用；

(5) 事故应急救援器材、设备投入和维护保养的费用；

(6) 事故应急救援定期演练的费用；

(7) 其他与安全生产直接相关的支出费用。

10.企业应优先采用湿式作业。产尘点和产尘设备，应采取综合防尘技术措施。

11.矿山的入口道路及相关危险源点应当设置安全警示标志，严禁任何人员在边坡底部休息和停留。

12.矿山的要害岗位、重要设备和设施及危险区域，应根据其可能出现的事故模式，设置相应的、符合《矿山安全标志》（GB/T 14161-2008）要求的安全警示标志。

13.企业在后期生产过程中，应按照《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）配备具有采矿、地质、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，每个专业至少配备1人。

5.评价结论

5.1 主要危险、有害因素及应重点防范的重大危险有害因素

5.1.1 项目存在的主要危险、有害因素

本项目存在的主要危险、有害因素为：坍塌、滑坡、高处坠落、物体打击、车辆伤害、机械伤害、触电、火灾及其他伤害。

5.1.2 项目存在的主要危险、有害因素存在的部位

表 5.1-1 矿山存在的主要危险、有害因素分布表

项目	序号	危险因素分类	可能存在部位	可能造成的后果
危险有害因素	1	物体打击	采场边坡、铲装作业工作面	人员重伤
	2	车辆伤害	运输过程中的各种车辆设备等	人员伤亡
	3	机械伤害	各种设备引起的机械事故等	人员重伤
	4	触电	配电室各种电气设备及其线路等	导致伤亡
	5	火灾	材料库、用电线路等	人员伤亡、财产损失
	6	高处坠落	采场和排土场边坡、2m 及以上的作业平台等	人员伤亡
	7	坍塌	采场边坡、排土场边坡等	滑坡、滚石伤人、设施损毁

5.1.3 需要重点防范的重大危险有害因素

需要重点防范矿山采剥和辅助作业中的危险有害因素，即坍塌、滑坡、高处坠落、物体打击、车辆伤害、机械伤害、触电及其他伤害。

5.2 应重视的安全对策措施建议

1.建议下一步设计修改和安全设施设计中按照《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（国家安全生产监督管理总局令第 75 号）的规定进一步明确：采境界外设置可靠的安全警戒线及边界安全护栏和安全警示标志，避免外来人员误入危险区域造成事故。

2.原有采空区应明确相应的安全设施。

3.初步设计中未对运输系统相关安全防护措施进行说明，如山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段，外侧应设置护栏、挡车墙等的安全措施以及急弯地段安全警示标志、卸矿地点设置牢固可靠的挡车设施及明显标志，良好照明和安全护栏等安全设施，建议在下一步安全设施设计中补充完善。

4.建议在下一步安全设施设计中补充说明现有道路的安全可靠性，并在运输道路系统平面图上对相关参数进行标注。

5.建议补充运输道路纵断面图、运输道路安全设施设置等相关图件。

6.铲装设备在工作台阶上铲装作业时，应尽量避免靠近平台边缘，由于工作台阶边缘矿岩松散，有可能导致铲装设备坠落、倾翻。

7.建议下一步安全设施设计中进一步明确：（1）两台以上的挖掘机在同一平台上作业时，挖掘机的间距：汽车运输时，应不小于其最大挖掘半径的 3 倍，且应不小于 50m。（2）上、下台阶同时作业的挖掘机，应沿台阶走向错开一定的距离；在上部台阶边缘安全带进行辅助作业的挖掘机，应超前下部台阶正常作业的挖掘机最大挖掘半径 3 倍的距离，且不小于 50m。（3）装载机、挖掘机汽笛或警报器应完好。进行各种操作时，均应发出警告信号。夜间作业时，车下及前后的所有信号、照明灯应完好。

8.设计中未对矿山电气防灭火措施、设施进行设计说明，建议在下一步安全设施设计中补充完善。

9.建议下一步安全设施设计，应根据采场实际，明确汇流面积，从而调整、优化、细化矿山排水系统，完善相关图纸；

10.在暴雨季节，矿山应根据气象预警提前做好准备，即暴雨前停止采场内一切作业，将人员和设备撤离至安全地带；

11.由于目前矿山形成一定规模的采空区，在暴雨季节极易造成滑坡、泥

石流等风险，建议在下一步设计修改及安全设施设计中应对现有采空区制定治理措施，完善排水设施，防止采空区滑坡、泥石流的形成。

12.建立安全生产管理机构，确定主要负责人和安全管理人員（安全人員設置一名注册安全工程師），并要参加当地应急管理部门组织的资格培训，取得相应安全合格证，特种作业人员也要取得特种作业资格证。

13.根据生产实际情况的变化，不断完善各种安全管理制度、安全操作规程、安全管理记录，做到管理有章可循、有据可查。

14.文山佳致工贸有限公司富宁分公司应根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020），经专家评审后报送所在地应急管理局备案。建议矿山成立了兼职矿山救护队，采购并储备了救援物资，定期开展演练。

15.企业应根据矿山基建、生产实际情况的变化，建立矿山安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制，以安全标准化建设为载体，以风险管控为手段，并将“双重预防机制建设”融入标准化建设之中，持续提升矿山安全基础。

16.企业在后期生产过程中，应按照《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）配备具有采矿、地质、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专业技术人员，每个专业至少配备1人。

5.3 评价结论

评价组在现场踏勘及相关资料分析的基础上，结合建设项目的特点，分单元辨识了项目建设中的危险、有害因素，分析可能发生的事故类型，预测事故后果严重等级；按编制提纲划分了评价单元，选择了相应的评价方法，评价该项目建设方案与相关安全生产法律法规、技术规范的符合性，采用定性定量的方法分析评价其安全性及其发生事故后的后果，提出对应的安全技术与管理

措施或建议。根据各单元的危险、有害因素辨识和定性定量评价，对文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程项目形成以下安全预评价结论：

- 1.建设项目总平面布置总体上符合相关标准规范要求，满足安全生产需要。
- 2.建设项目采用露天矿山常用的采剥方法，采矿工艺成熟可靠，开采工艺、排土工艺参数与所选设备匹配，矿山开拓运输、防排水及供配电系统设计符合矿山实际，建设方案总体上符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)等标准规范的要求。
- 3.经评价认为文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程项目存在坍塌、滑坡物体、高处坠落、打击、车辆伤害、机械伤害、触电、火灾及其他伤害等潜在的危险和有害因素，该建设项目在建设施工和生产过程中，通过贯彻落实相关安全生产法律法规、技术规范，加强事故预防和安全管理工作，严格按照设计方案的要求建设安全设施和落实本次安全预评价报告提出的安全对策措施及建议后，潜在的危险、有害因素能得到控制，安全风险在可接受的范围内。

经评价认为：文山佳致工贸有限公司富宁分公司富宁县尾供钛砂矿 5 万 t/a 露天采矿工程项目从安全生产角度符合国家有关法律、法规、标准和规范的要求。

6.附录

6.1 附件

- 1.委托书及真实性承诺；
- 2.营业执照；
- 3.采矿许可证；
- 4.原安全生产许可证；
- 5.初步设计扉页、资质；
- 6.边坡稳定计算过程；
- 7.评价师现场勘查照片。

6.2 附图

附图1：富宁县尾供钛砂矿开采现状图；

附图2：开采现状 A-A' 剖面图；

附图3：开采现状 B-B' 剖面图；

附图4：开采现状 C-C' 剖面图；

附图5：开采现状 D-D' 剖面图；

附图6：富宁县尾供钛砂矿开采范围规划图；

附图7：富宁县尾供钛砂矿总平面布置图；

附图8：富宁县尾供钛砂矿基建终了平面图；

附图9：富宁县尾供钛砂矿第一年开采终了平面图；

附图10：富宁县尾供钛砂矿第二年开采终了平面图；

附图11：富宁县尾供钛砂矿第五年开采终了平面图；

附图12：富宁县尾供钛砂矿第十年开采终了平面图；

附图13：富宁县尾供钛砂矿第二十年开采终了平面图；

附图14：富宁县尾供钛砂矿开采终了平面图；

附图15：开采终了 A-A' 剖面图；

附图16：开采终了 B-B' 剖面图；

附图17：开采终了 C-C' 剖面图；

附图18：开采终了 D-D' 剖面图；

附图19：临时排土场设计剖面图；

附图20：开拓运输道路纵剖面图及曲线要素等设计参数；

附图21：开拓运输道路横剖面图；

附图22：富宁县尾供钛砂矿防排水系统图；

附图23：错车道、避险车道及挡车设置设计图；

附图24：富宁县尾供钛砂矿公路标准横断面图；

附图25：富宁县尾供钛砂矿陡帮采矿工艺图；

附图26：富宁县尾供钛砂矿缓帮采矿工艺图；

附图27：富宁县尾供钛砂矿 V1 矿体水平投影资源储量估算图。