

报告编号：DAKMY-APJ-2024-06-24

永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目
(永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程)

安全设施竣工验收评价报告

昭通市鼎安科技有限公司

资质编号：APJ-(云)-005

2024年6月

永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目
(永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程)

安全设施竣工验收评价报告

法定代表人：毛卫旭

技术负责人：王国臣

项目负责人：张开选

昭通市鼎安科技有限公司

APJ-(云)-305

2024年6月20日

昭通市鼎安科技有限公司

评价组人员签字表

项目名称：永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目（永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程）安全设施竣工验收评价报告

相关人员项目	姓名	专业	资格证书编号	从业登记号	签字
项目负责人	张开选	采矿工程 建筑工程	S01105300011019200 3022	029079	张开选
项目组成员	毛卫旭	资源勘查 电气自动化	0800000000205718	011101	毛卫旭
	陆朝春	机械工程及 自动化	S01105300011020200 1956	025641	陆朝春
	黄义敏	采矿工程 安全工程	0800000000205769	008136	黄义敏
	袁志琴	安全工程	S01105300011020300 1715	039943	袁志琴
	林早鹏	地质工程 机械工程	1800000000301202	033587	林早鹏
报告编制人	张开选	采矿工程 建筑工程	S01105300011019200 3022	029079	张开选
	袁志琴	安全工程	S01105300011020300 1715	039943	袁志琴
报告审核人	黄义敏	采矿工程 安全工程	0800000000205769	008136	黄义敏
过程控制负责人	李晓达	水利水电工程	0800000000205717	008139	李晓达
技术负责人	王国臣	采矿工程	S01102100011019100 0347	01747	王国臣

评价单位地址：云南省昭通市昭阳区昭阳大道 336 号

邮政编码：657000

电话/传真：0870--3170896

公司网址：<http://www.ztdapj.com/>

永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目(永仁县团山铜矿尾矿库
闭库工程)安全设施竣工验收评价报告
会议签到表

组织单位	永仁县永兴傣族乡人民政府 云南楚雄矿冶有限公司			
项目名称	永仁县团山铜矿解矿库闭库工程			
会议时间	2024年7月12日		会议地点	永仁县应急管理局会议室
参会人员				
序号	姓 名	工作单位	职务	联系电话
1	周学贵	楚雄州应急管理局	科长	15887767278
2	石永成	云南楚雄矿冶有限公司	副总经理	13987796443
3	王建国	永仁县	科长	13577807860
4	赵家玉	永仁县仁城城镇投资开发有限公司	项目经理	15508785865
5	康冰瑜	永仁县仁城城镇投资开发有限公司	康冰瑜	13987871133
6	李永杰	云南增城矿冶集团有限公司	项目工程经理	18787133453
7	杜裁光	昆明有色冶金设计研究院有限公司	项目负责人	13888241555
8	何从星	贵州地矿基础工程有限责任公司	项目负责人	13085379501
9	熊大能	云南阳界建设工程有限公司	项目负责人	1360888705
10	张平荣	云南鼎宏科技有限公司	项目负责人	1509663137
11	谢晓芸	中国有色金属地质研究所昆明分院	高工	13211682957
12	张发	昆明有色冶金设计研究院有限公司	高工	1288855714
13	王丹	云南安环安全技术工程有限公司	工程师	15987185820
14	何从星	贵州地矿基础工程有限责任公司	高工	1357709650



永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目(永仁县团山铜矿尾矿库
闭库工程) 安全设施竣工验收评价报告
会议签到表

组织单位	永仁县永兴彝族乡人民政府 云南楚雄矿冶有限公司			
项目名称	永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程			
会议时间	2024 年 7 月 12 日		会议地点	永仁县应急管理局会议室
参会人员				
序号	姓 名	工作单位	职务	联系电话
1	董磊	昆明有色冶金设计研究院	高工	13577157246
2	付冰	昆明有色冶金设计研究院	高工	13577101945
3	邓亮	云南楚雄矿冶有限公司	高工	1388789067
4	张斌	云南楚雄矿冶有限公司	副经理	13577806535
5	安文	云南楚雄矿冶有限公司	主任	13578450316
6	李亮	云南楚雄矿冶有限公司	高级工程师	13987827475
7	徐亚华	云南楚雄矿冶有限公司	副主任	13708789273
8	杜光明	永仁团山铜矿	矿长	13987846311
9				
10				
11				
12				
13				
14				

永仁团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施竣工验收组意见

根据《中华人民共和国安全生产法》《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）等法律法规规定，永仁县永兴乡人民政府和云南楚雄矿冶有限公司于2024年7月12日组织对永仁团山铜矿尾矿库闭库工程（以下简称“闭库工程”）安全设施进行竣工验收。

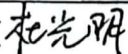
永仁县永兴傣族乡人民政府（建设单位）、云南楚雄矿冶有限公司（建设单位）、永仁县仁诚城镇建设投资开发有限公司（代建单位）、云南阳昇建设有限公司（施工单位）、云南增股工程勘察设计院有限公司（监理单位）、昭通市鼎安科技有限公司（验收评价单位）、贵州地矿基础工程有限公司（勘察单位）、昆明坤泽矿业技术有限责任公司（设计单位）等项目参建单位按要求参加竣工验收。楚雄州应急管理局和永仁县应急管理局对验收过程进行了全程监督。建设单位有关人员及聘请的专家组成了验收组，验收组通过听取各参建单位工作情况汇报、查阅验收资料、现场抽查等，结合专家组验收意见，经认真讨论，形成如下意见：

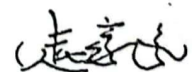
一、该闭库工程安全设施竣工验收组织单位资格具备相关法律法规要求，验收程序合法，验收资料基本齐备，满足国家关于建设项目安全设施竣工验收的规定。

二、该闭库工程勘察、设计、施工、监理、验收评价等参建单位证照齐全有效，受项目建设单位委托后，按照合同约定和行业标准规范要求开展了工作，工作完成后编制了竣工资料，出具了该闭库工程安全设施具备竣工验收条件的结论。

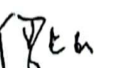
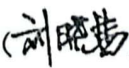
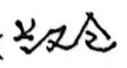
三、永仁县永兴傣族乡人民政府和云南楚雄矿冶有限公司聘请了专家，组成了专家组，专家组对该闭库工程安全设施进行了复核。通过复核，专家组同意通过该闭库工程安全设施竣工验收，出具了专家组验收意见。

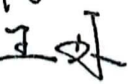
四、综上所述，验收组同意通过该闭库工程安全设施竣工验收。

验收组组长（签字）：杜光明（)

验收组副组长（签字）：张起崑（) 赵家永（)

黄乔云（)

验收组成员（签字）：傅 灿（) 刘晓茜（) 兰文仓（)

王 林（) 邓 亮（)

2024年7月12日

永仁团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施竣工验收专家组意见

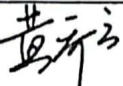
永仁县永兴傣族乡人民政府和云南楚雄矿冶有限公司于2024年7月12日邀请相关专家在永仁县召开《永仁团山铜矿尾矿库闭库工程》(以下简称“闭库工程”)安全设施竣工验收会。参加会议的单位有:永仁县永兴傣族乡人民政府(建设单位)、云南楚雄矿冶有限公司(建设单位)、永仁县仁诚城镇建设投资开发有限公司(代建单位)、云南阳昇建设有限公司(施工单位)、云南增股工程勘察设计有限公司(监理单位)、昭通市鼎安科技有限公司(验收评价单位)、贵州地矿基础工程有限公司(勘察单位)、昆明坤泽矿业技术有限责任公司(设计单位)。参会人员进行了现场查验,听取了建设单位、设计单位、施工单位、监理单位和安全设施验收评价单位等的情况介绍,经专家组查阅竣工记录台账、竣工图纸、施工、质量控制等相关资料,认真讨论后形成如下意见:

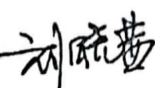
一、该闭库工程完成的安全设施为:堆积坝削顶和右岸副坝削坡;尾矿库滩面平整、覆土及恢复植被;新建滩面排水沟、左岸滩面排水沟、1#滩面排水沟;新建挡水坝-右岸滩面排水沟-右岸坝肩排水沟,新建左岸坝肩排水沟,完善坡面及副坝平台排水沟,监测设施。该建设项目的安全设施设计、安全设施验收评价报告、工程图纸、竣工图纸和施工、监理台账等验收资料基本齐全。

二、该建设项目的建设程序符合安全设施“三同时”要求,闭库工程建设符合相关规范要求,同意通过闭库工程安全设施竣工验收。

三、建议:

- 1.完善库区局部裸露边坡的修整和复绿;
- 2.加强闭库后的安全管理工作;
- 3.完善尾矿库竣工验收资料。

专家组组长签字:黄乔云 ()

专家组成员签字:刘晓茜 () 傅 灿 ()
王 林 () 兰文仓 ()

2024年7月12日

前 言

随着我国法制化的日趋健全和完善，安全生产监督管理体系也逐步向科学化、规范化、制度化发展，安全评价作为现代先进安全生产管理模式的主要内容之一越来越受到重视。安全评价是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”方针，加强安全生产监督管理工作行之有效的技术手段。安全评价不仅能有效地提高企业和生产设备的安全程度，而且可以为各级监督管理部门的决策和监督检查提供有力的技术依据。

永仁团山铜矿尾矿库隶属于云南楚雄矿冶有限公司（以下简称楚雄矿冶）下属企业，是永仁团山铜矿选厂配套建设的尾矿库。永仁县团山铜矿位于永仁县永兴乡昔丙村公所团山村，尾矿库地理中心坐标为东经 $101^{\circ}36' 92.56''$ ，北纬 $26^{\circ} 31' 24.73''$ 。

该尾矿库是 1988 年由云南大姚铜矿和永仁县政府合资建设的采选矿山，尾矿库于 1989 年由云南大姚铜矿自行设计，设计采选能力 200t/日，尾矿量为 187t/日，设计有效库容 161 万 m^3 。初期坝为堆石坝，坝底标高为 1932.0m，坝顶标高为 1956.0m，堆石坝高 24m，最终堆积标高 2000m，初期坝内坡比为 1: 2，并加设了粘土斜墙，外坡比为 1: 1.75 和 1: 2。堆坝高 50m，堆坝方法为上游法，对标该尾矿库设计属于三等库。该库按照现状库容、坝高和使用年限等属于四等库，本安全竣工验收评价报告按四等库进行评价。

永仁县团山铜矿经过 20 多年的开采，团山铜矿已资源枯竭、无找矿前景，近年来主要依靠开采零星小矿体、回收残矿以维持经营，企业陷入持续亏损状态。2017 年，永仁县团山铜矿资不抵债被破产清算，永仁县团山铜矿尾矿库移交给永仁县政府管理。团山铜矿尾矿库属历史遗留尾矿库，现存在较大的安全和环保风险。永仁县县政府承担永仁县团山铜矿尾矿库闭库项目相关工作，解决该库相关的地质灾害、安全及环保问题，兼顾土

地复垦、植被恢复等，最终实现库区生态修复。

根据相关法律法规规定，2023 年 9 月楚雄州生态环境局永仁分局分别委托贵州地矿基础工程有限公司编制了《永仁县团山尾矿库闭库项目岩土工程勘察报告（详细勘察）》，2023 年 9 月，昭通市鼎安科技有限公司编制《云南楚雄矿冶有限公司永仁县团山铜矿尾矿库安全现状评价报告》，2023 年 9 月昆明坤泽矿业技术有限责任公司对该库进行《闭库初步设计》、《安全设施设计》及《施工图设计》。以上报告于 2023 年 9 月 19 日楚雄州应急管理局会同永仁县应急管理局于在永仁县组织召开了审查会，并评审通过。于 2023 年 12 月 8 日取得楚雄彝族自治州应急管理局签发的《安全设施设计审批书》，同意按照设计进行闭库工程施工。

2024 年 1 月 4 日，永仁县仁诚城镇建设投资开发有限公司组织的“永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目”（项目编号：YNWY-ZB-2023056），在昆明市经开区顺通大道 50 号陌上花开酒店三楼会议室进行开评标后，根据评标委员会评审及推荐结果，经永仁县仁诚城镇建设投资开发有限公司确认云南阳昇建设有限公司为本项目的施工中标单位。2024 年 01 月 08 日，永仁县仁诚城镇建设投资开发有限公司组织的“永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目（监理服务）”，在昆明市经开区顺通大道 50 号陌上花开酒店三楼会议室进行竞争性谈判后，根据谈判小组评审及推荐结果，经永仁县仁诚城镇建设投资开发有限公司确认云南增股工程勘察设计有限公司为中标监理单位。

云南阳昇建设有限公司于 2024 年 1 月 9 日开工，于 2024 年 5 月 10 日竣工，施工单位严格按照施工图设计进行施工，监理单位按照监理相关要求进行现场监理，整个施工期间未发生安全事故，施工符合设计相关要求，具备安全设施竣工验收条件。

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，国家安全生产监督管理总局令〔2015〕

第 77 号修订）等有关规定，于 2024 年 5 月楚雄州生态环境局永仁分局委托昭通市鼎安科技有限公司对永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目（永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程）安全设施竣工验收评价。

在接受楚雄州生态环境局永仁分局的委托后，昭通市鼎安科技有限公司遵照相关规定，组建了安全评价组，并于 2024 年 5 月 28 日在安全评价检测检验机构信息查询系统上进行了网上系统告知，该项目的安全评价项目负责人、编制人员及其他专业成员于 2024 年 5 月 29 日到该尾矿库现场进行对尾矿库工程建设情况实地实测、勘测、调查并收集的相应资料，对照安全设施设计对尾矿库的安全设施建设进行符合性检查。

本项目在安全设施验收评价工作中，得到了楚雄州、永仁县各级主管部分、楚雄矿冶有限公司有关人员的大力支持，同时在本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. 评价范围和依据	7
1.1 评价对象和范围	7
1.1.1 评价对象	7
1.1.2 评价范围	7
1.2 评价依据	7
1.2.1 法律法规	7
1.2.2 标准规范	11
1.2.3 建设项目合法证明文件	13
1.2.4 建设项目技术资料	13
1.2.5 其他评价依据	14
1.3 评价原则	14
1.4 评价程序	14
1.5 评价报告使用权声明	16
1.6 评价基准日	17
2. 建设项目概述	18
2.1 建设项目概况	18
2.1.1 项目简介	18
2.1.2 项目背景	18
2.1.3 评价项目来由	20
2.2 地理位置与交通	21
2.2.1 行政区划	21
2.2.2 地理位置及交通	21
2.3 自然环境概况	22
2.3.1 地形地貌	22
2.3.2 气象条件	23
2.3.3 地震资料	23
2.4 尾矿库周围环境	24
2.5 地质概况	25
2.5.1 工程地质	25
2.5.2 水文地质	31
2.6 建设概况	36
2.6.1 尾矿库库址	36

2.6.2 尾矿库现状	36
2.6.3 闭库设计内容	37
2.6.4 排洪设施	51
2.6.5 安全监测设施	65
2.6.6 稳定性分析	66
2.6.7 竣工防排洪评价	86
2.6.8 企业安全管理	100
2.7 设计变更	101
2.8 施工概况	104
2.9 监理概况	105
2.10 安全设施目录	105
3. 安全设施符合性评价	106
3.1 安全设施“三同时”程序单元	106
3.1.1 安全设施“三同时”程序符合性检查	106
3.1.2 单元小结	108
3.2 尾矿坝	108
3.2.1 尾矿坝符合性检查	108
3.2.2 单元小结	110
3.3 防排洪系统单元	110
3.3.1 防排洪系统符合性检查	110
3.3.2 单元小结	114
3.4 安全监测设施单元	115
3.4.1 安全监测设施符合性检查	115
3.4.2 单元小结	117
3.5 尾矿库闭库单元	117
3.5.1 尾矿库闭库符合性评价	117
3.5.2 单元小结	119
3.6 辅助设施单元	119
3.6.1 辅助设施符合性检查	119
3.6.2 单元小结	121
3.7 个人安全防护单元	121
3.7.1 个人安全防护符合性检查	121
3.7.2 单元小结	122
3.8 安全标志单元	122
3.8.1 安全标志符合性检查	122

3.8.2 单元小结	122
3.9 安全管理单元	123
3.9.1 组织与制度	123
3.9.2 安全管理运行	123
3.9.3 单元小结	124
3.10 重大生产安全事故隐患判定评价单元	124
3.10.1 重大隐患排查安全检查表	124
3.10.2 尾矿库重大事故隐患判定结论	125
4. 安全对策措施建议	127
4.1 尾矿库闭库单元	127
4.2 安全管理单元	127
4.3 整改建议及整改情况	127
5. 评价结论	128
6. 附件及附图	129
6.1 附件	129
6.2 附图	130

1.评价范围和依据

1.1评价对象和范围

1.1.1评价对象

本次验收评价对象为永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目（永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程），以下简称“永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程”。

1.1.2评价范围

根据《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》结合工程实际情况，确定本次验收评价范围为：尾矿坝、尾矿库防排洪系统、尾矿库安全监测设施、排渗设施、辅助设施、安全警示标志、土地复垦等施工内容及尾矿库安全管理。

1.2评价依据

1.2.1法律法规

1.2.1.1国家法律

1. 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令[2002]第70号，自2002年11月1日起施行，中华人民共和国主席令[2009]第18号第一次修订，中华人民共和国主席令[2014]第13号第二次修订，中华人民共和国主席令[2021]第88号第三次修订，自2021年9月1日起施行）；

2. 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第39号，2011年3月1日起施行）；

3. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2014年4月24日修订通过，自2015年1月1日起施行）；

4. 《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第48号，2016年7月2日修订，2016年7月2日施行）；

5. 《中华人民共和国职业病防治法（2018年修订）》（中华人民共和国

国主席令第二十四号,2018年12月29日修订,2018年12月29日起施行);

6. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第四十三号 2020年4月29日修订，自2020年9月1日起施行）；

7. 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令[1995]第28号，自1995年1月1日起施行，中华人民共和国主席令[2009]第18号修订，中华人民共和国主席令[2018]第24号修订）；

8. 《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第36号公布，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正；

9. 《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第六十九号，自2007年11月1日起施行）。

1.2.1.2行政法规

1. 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院令第120号，2011年1月8日修订，自发布之日起施行）；

2. 《安全生产许可证条例》（国务院令第653号，2014年7月29日修订，自公布之日起施行）；

3. 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令2017年第682号，2017年10月1日起施行）；

4. 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（中华人民共和国劳动部令[1996]4号）；

5. 《中华人民共和国地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令[2004]第394号，自2004年3月1日起施行）；

6. 《中华人民共和国劳动合同法实施条例》（中华人民共和国国务院令[2008]第535号，自2008年9月18日起施行）；

7. 《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令国务院令第586号，

2011 年 01 月 01 日起施行）；

8. 《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令第 708 号，自 2019 年 4 月 1 日起施行）；

9. 《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令第 549 号）。

1.2.1.3 部门规章

1. 《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 36 号发布，根据国家安全生产监督管理总局令第 77 号令修改，2015 年 5 月 1 日施行）；

2. 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号；

3. 《调整〈危险化学品目录（2015 版）〉，将“1674 柴油[闭杯闪点 $\leq 60^{\circ}\text{C}$]”调整为“1674 柴油”》（中华人民共和国应急管理部、中华人民共和国工业和信息化部、中华人民共和国公安部等十部委公告 2022 年第 8 号）；

4. 《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，自 2015 年 7 月 1 日起实施）；

5. 《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 38 号，根据国家安全生产监督管理总局令第 78 号修订，自 2015 年 7 月 1 日起施行）；

6. 《尾矿污染防治管理办法》（2022 年 4 月 6 日生态环境部令第 26 号公布 自 2022 年 7 月 1 日起施行）；

7. 《防治尾矿污染环境管理规定》（2010 年 12 月 22 日经环境保护部令第 16 号修改）；

8. 《生产经营单位安全培训规定》（修订）（国家安全生产监督管理总局令第 3 号发布，根据国家安全生产监督管理总局第 80 号令修改，自 2015 年 7 月 1 日起施行）；

9. 《安全生产培训管理办法》（修订）（国家安全生产监督管理总局令第 44 号发布，根据国家安全生产监督管理总局第 80 号令修改，自 2015 年 7 月 1 日起施行）；

10. 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（修订）（国家安全生产监督管理总局令第 30 号发布，国家安全生产监督管理总局第 80 号令修改，自 2015 年 7 月 1 日起施行）；

11. 《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，自 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设施设计重大变更范围的通知》（安监总管一〔2016〕18 号，2016 年 2 月 17 日）；

13. 《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 号发布，根据中华人民共和国应急管理部令（第 2 号令）修订，自 2019 年 9 月 1 日起施行）；

14. 《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）；

15. 《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》的通知，矿安〔2024〕41 号〔2024〕44 号；

16. 《国家矿山安全监察局关于加强汛期尾矿库安全生产工作的通知》（矿安〔2023〕54 号）。

1.2.1.4 地方法规及规范性文件

1. 《云南省生产安全事故应急办法》（省人民政府令第 227 号，2024 年 2 月 1 日起施行）；

2. 《云南省人民政府关于印发云南省生产经营单位安全生产主体责任规定的通知》（云政规〔2022〕4 号）；

3. 《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，自 2018 年 1 月 1 日起施行）；

4. 《云南省实施〈中华人民共和国矿山安全法〉办法》（云南省人大常委会，1994 年 6 月 2 日修正）；

5. 《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》（2016 年 3 月 21 日）；

6. 云南省人民政府办公厅关于印发云南省尾矿库专项整治工作实施方案的通知》（云政办函〔2020〕105 号，自 2020 年 12 月 8 日起施行）；

7. 《云南省应急管理厅云南省生态环境厅关于印发云南省尾矿库风险隐患排查治理工作方案的通知》（云应急〔2020〕24 号，自 2020 年 4 月 26 日起施行）；

8. 《云南省应急管理厅关于实施尾矿库安全生产包保制度的通知》（云应急〔2020〕30 号；自 2020 年 4 月 30 日起施行）；

9. 《云南省应急管理厅等五部门关于印发〈云南省尾矿库闭库销号管理办法（试行）〉的通知》（云应急〔2021〕20 号，自 2021 年 5 月 1 日起施行）。

1.2.2标准规范

1.2.2.1国家标准

1. 《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；
2. 《给水排水工程管道结构设计规范》（GB50332-2002）；
3. 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；
4. 《混凝土结构设计标准（2024 年版）》（GB 50010-2010）；
5. 《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）
6. 《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB50011-2010）；
7. 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）；

8. 《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）；
9. 《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）；
10. 《尾矿设施施工及验收规范》（GB50864-2013）；
11. 《防洪标准》（GB50201-2014）；
12. 《中国地震参数区划图》（GB18306-2015）；
13. 《尾矿堆积坝排渗加固工程技术规范》（GB 51118-2015）；
14. 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；
15. 《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）；
16. 《尾矿堆积坝岩土工程技术标准》（GB/T50547-2022）；
17. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）；
18. 《企业职工伤亡事故分类》（GB 6441-1986）；
19. 《厂矿道路设计规范》（GB J22-1987）；
20. 《工程勘察通用规范》（GB 55017-2021）；
21. 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
22. 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
23. 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）。

1.2.2.2行业标准

1. 《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）；
2. 《水工混凝土结构设计规范》（NB/T 11011-2022）；
3. 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）；
4. 《碾压式土石坝施工规范》（DL/T5129-2013）；
5. 《水电工程水工建筑物抗震设计规范》（NB 35047-2015）；
6. 《碾压式土石坝设计规范》（NB/T 10872-2021）；
7. 《安全评价通则》（AQ8001-2007）；

8. 《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）；
9. 《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）；
10. 《水工建筑物抗震设计规范》（SL203-97）。

1.2.3 建设项目合法证明文件

1. 营业执照；
2. 《永仁县发展和改革局关于永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目实施方案的批复》（永发改基础〔2023〕11号）；
3. 云南省建设项目安全设施设计审批书（审批单位：楚雄州应急管理局，批准日期：2023年12月08日）。

1.2.4 建设项目技术资料

1. 《永仁县团山尾矿库闭库项目岩土工程勘察报告（详细勘察）》（贵州地矿基础工程有限公司，2023年9月）；
2. 《永仁县团山尾矿库闭库工程 1:5000 汇水面积图》（2023年8月）；
3. 《永仁县团山尾矿库闭库工程 1:1000 现状地形图》（2023年8月）；
4. 《云南楚雄矿冶有限公司永仁县团山铜矿尾矿库安全现状评价报告》（昭通市鼎安科技有限公司，2023年9月）；
5. 《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程闭库初步设计》（昆明坤泽矿业技术有限责任公司，2023年9月）；
6. 《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》（昆明坤泽矿业技术有限责任公司，2023年9月）；
7. 《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程施工图设计》（昆明坤泽矿业技术有限责任公司，2023年9月）；
8. 《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程施工总结报告》（云南阳昇建设工程有限公司，2024年6月）；
9. 《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程监理总结报告》（云南增股工程勘察设计有限公司，2024年6月）；

10. 企业提供的其他资料。

1.2.5 其他评价依据

1. 《安全评价》（第3版），煤炭工业出版社，2005；
2. 《安全工程师手册》，四川人民出版社，1995；
3. 《尾矿库安全技术》，李作章等，航空工业出版社；
4. 《尾矿库安全技术与管理》，田文旗，薛剑光主编，煤炭工业出版社，2006。

1.3 评价原则

我公司在对永仁团山铜矿尾矿进行安全评价工作中，坚持以下原则：

1. 严格执行国家现行有关法律、法规、标准和规范的要求，保证对永仁团山铜矿尾矿库应具备的安全生产条件进行科学、公正、合法、自主的评价；
2. 执行行业及地方现行有关法规、标准、规范和政策的要求，保证评价与当地经济发展的适应性；
3. 采用可靠、适用的评价技术和评价方法，保证评价的针对性，确保评价质量；
4. 恪守职业道德，遵循诚实守信的原则，对被评价企业的技术资料和商业运作保密。

1.4 评价程序

安全评价程序包括：

1、前期准备

- 1) 明确评价对象和评价范围；
- 2) 组建评价组；
- 3) 收集国内外相关法律法规、标准、规章、规范；
- 4) 收集并分析评价对象的基础资料、相关事故案例；

5) 对类比工程进行实地调查等内容。

2、辨识与分析危险、有害因素

1) 辨识和分析评价对象可能存在的各种危险、有害因素；

2) 分析危险、有害因素发生作用的途径及其变化规律。

3、划分评价单元

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

4、选择评价方法

对于不同的评价单元，可根据评价的需要和单元特征选择不同的评价方法。

5、定性定量评价

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

6、提出安全对策措施建议

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

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

3) 从保证评价对象安全运行需要提出其他安全对策措施。

7、做出评价结论

概括评价结果，给出评价对象在评价时的条件下与国家有关法律法规、标准、规章、规范的符合性结论，给出危险、有害因素引发各类事故的可能性及其严重程度的预测性结论，明确评价对象能否安全运行的结论。

8、编制安全评价报告

安全评价报告是安全评价工作过程的具体体现，是评价对象在建设过

程中或实施过程中的安全技术性指导文件。安全评价报告文字应简洁、准确，可同时采用图表和照片，以使评价过程和结论清楚、明确，利于阅读和审查。

安全评价程序见图 1-1。

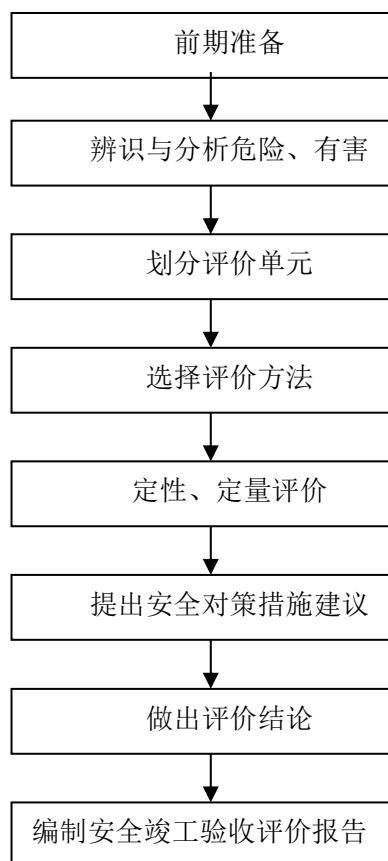


图 1-1 安全竣工验收评价程序图

1.5 评价报告使用权声明

本评价报告是受楚雄州生态环境局永仁分局委托而编制的，专属委托方使用。除按规定上报各级行政主管部门外，昭通市鼎安科技有限公司不会将本评价报告内容向其它任何单位和个人提供，也不会将本评价报告的全部或部份内容，在媒体上或以其它形式公开发表（安全评价技术研究成果除外）。

1.6 评价基准日

评价基准日：2024 年 5 月 29 日。



安全评价组现场勘验照片（左一报告编制人：袁志琴，三级安全评价师、左二项目负责人：张开选，二级安全评价师、右一施工员、右二施工现场负责人）

2.建设项目概述

2.1建设项目概况

2.1.1项目简介

项目名称：永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程

项目地点：云南省永仁县永兴傣族乡昔丙村公所团山村

监理单位：云南增股工程勘察设计有限公司

施工单位：云南阳昇建设有限公司

建设单位：永仁县永兴乡人民政府

代建单位：永仁县国有资本投资运营集团有限公司

工勘单位：贵州地矿基础工程有限公司

设计单位：昆明坤泽矿业技术有限责任公司

评价单位：昭通市鼎安科技有限公司

尾矿库等级：四等库

尾矿固废类别：第I类一般工业固体废物

2.1.2项目背景

永仁县团山铜矿是 1988 年由云南大姚铜矿和永仁县人民政府合资（永仁县团山铜矿股权结构为：云南铜业股份有限公司全资子公司云南楚雄矿冶有限公司持股 51%，永仁县人民政府持股 49%）建设的采选企业，设计采选能力 200t/天，尾矿量为 187t/天。永仁县团山铜矿尾矿库是 1989 年由云南大姚铜矿自行设计，施工由永仁县团山铜矿于 1990 年组织施工队伍建设，1992 年 5 月施工完成，1992 年 7 月团山铜矿选厂投产，2009 年 10 月中国有色金属工业昆明勘察设计研究院完成团山铜矿尾矿库工程设计。

永仁县团山铜矿经过 20 多年的开采，团山铜矿已资源枯竭、无找矿前景，近年来主要依靠开采零星小矿体、回收残矿以维持经营，企业陷入持续亏损状态。2017 年，永仁县团山铜矿资不抵债被破产清算，永仁县团山

铜矿尾矿库移交给永仁县政府管理。永仁县团山铜矿尾矿库属历史遗留尾矿库，现存在较大的安全和环保风险。永仁县县政府承担永仁县团山铜矿尾矿库闭库项目相关工作，解决该库相关的地质灾害、安全及环保问题，兼顾土地复垦、植被恢复等，最终实现库区生态修复。

2020 年，永仁县政府工作报告：“坚决打好污染防治攻坚战。坚决全面彻底如期完成中央、省环境保护督察和长江经济带生态环境保护审计等各类环保问题整改清零工作，以最好的状态迎接好新一轮中央环境保护督察，坚决打好蓝天、碧水、净土“三大保卫战”和“七大标志性战役”。深入推进大气污染防治，着力抓好源头预防、过程控制、末端治理，确保县城空气质量优良天数比例达到 100%。系统推进水污染防治，全面落实河（湖）长制，加快城镇“两污”基础设施建设，强化水源地监测监管和水资源管理，抓好天然林保护、退耕还林、水土流失治理、林业储备等重大生态工程。持续开展土壤污染防治，加强固体废物污染治理，加快推进永仁县长江经济带废弃露天矿山生态修复项目，争取实施团山铜矿土壤污染治理项目”。

2022 年，永仁县政府工作报告：“持续优化生态环境。阶段性完成第二轮中央环保督察交办问题整改。完成维的、莲池农村污水治理及永定河水环境综合整治，深化受污染耕地安全利用和塑料污染治理，完成团山铜矿周边耕地重金属污染源防控。纵深推进河湖长制，强化水生态修复治理工作。全面推行林长制，强化森林管护，确保完成营造林 1 万亩以上，退化林修复 2 万亩以上，争取获得“两山”理论实践创新基地命名”。

2023 年，永仁县政府工作报告：“持续抓好长江流域（永仁段）生态保护修复。强化“三区三线”管控，持续加强国家重点生态功能区保护，推进山水林田湖草沙一体化保护。进一步强化河（湖）长责任，落实长江流域“十年禁渔”，加强“旗舰”物种、特有物种保护，全面确保生物安全。推动落实“林长制”，加大封山育林、森林抚育和退化林修复力度，

加强天然林全面保护和系统修复，实施横断山区水源与生物多样性保护、金沙江干热河谷生态保护与修复等项目，确保年内完成退化林修复 11.91 万亩。加大受污染耕地安全利用和塑料污染治理，2023 年 6 月底前完成团山铜矿尾矿库治理”。

为持续优化生态环境，完善耕地重金属污染源防控，团山铜矿尾矿库治理成为永仁县生态修复重点项目。经过县政府不断努力，筹集永仁县团山铜矿尾矿库闭库专项治理经费。

2.1.3 评价项目来由

根据相关法律法规规定，2023 年 9 月楚雄州生态环境局永仁分局分别委托贵州地矿基础工程有限公司编制了《永仁县团山尾矿库闭库项目岩土工程勘察报告（详细勘察）》，2023 年 9 月，昭通市鼎安科技有限公司编制《云南楚雄矿冶有限公司永仁县团山铜矿尾矿库安全现状评价报告》，2023 年 9 月昆明坤泽矿业技术有限责任公司对该库进行《闭库初步设计》、《安全设施设计》及《施工图设计》。以上报告于 2023 年 9 月 19 日楚雄州应急管理局会同永仁县应急管理局于在永仁县组织召开了审查会，并评审通过。于 2023 年 12 月 8 日取得楚雄彝族自治州应急管理局签发的《安全设施设计审批书》，同意按照设计进行闭库工程施工。

2024 年 1 月 4 日，永仁县仁诚城镇建设投资有限公司组织的“永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目”（项目编号：YNWY-ZB-2023056），在昆明市经开区顺通大道 50 号陌上花开酒店三楼会议室进行开评标后，根据评标委员会评审及推荐结果，经永仁县仁诚城镇建设投资有限公司确认云南阳昇建设有限公司为本项目的施工中标单位。

2024 年 01 月 08 日，永仁县仁诚城镇建设投资有限公司组织的“永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目（监理服务）”，上午 09:30 时在昆明市经开区顺通大道 50 号陌上花开酒店三楼会议室进行竞争性谈判后，根据谈判小组评审及推荐结果，经永仁县仁诚城镇建设投资有限公司

确认云南增股工程勘察设计有限公司为中标监理单位。

云南阳昇建设有限公司于 2024 年 1 月 9 日开工，于 2024 年 5 月 10 日竣工，施工单位严格按照施工图设计进行施工，监理单位按照监理相关要求进行现场监理，整个施工期间未发生安全施工事故，施工符合设计相关要求，具备安全设施竣工验收条件。

2.2 地理位置与交通

2.2.1 行政区划

永仁团山铜矿尾矿库位于永仁县万马乡昔丙村公所团山村。

2.2.2 地理位置及交通

永仁团山铜矿位于永仁县永兴乡昔丙村公所团山村，尾矿库地理中心坐标为东经 $101^{\circ} 36' 92.56''$ ，北纬 $26^{\circ} 31' 24.73''$ 。库区距永兴乡政府公路里程约 40km，距永仁县公路里程约 82km，距攀枝花市 80km，距昆明 320km。

尾矿库从迤资村有简易公路与永兴永仁乡级公路相通，交通相对不便。交通位置详见图 2-1。



图 0-1 交通位置图

1、县、市驻地 2、乡(镇)驻地 3、自然村驻地 4、地、州界 5、铁路 6、主干道上高等级公路 7、非主干道上高等级公路 8、干线公路 9、支线公路 10、河流、湖泊 11、工作区位置

图 2-1 交通地理位置图

2.3 自然环境概况

2.3.1 地形地貌

永仁团山铜矿尾矿库地处金沙江河谷右岸谷坡山顶分水岭地带，地貌属构造、剥蚀切割低中山山麓地貌。现堆积尾矿库，滩面最宽 170m，南北两面逐渐变窄，整体呈一勺型，沟谷长近 600m；东西两岸呈不对称的“V”字型，西岸坡呈相对平缓的的阶梯状台地，坡度约 10°，东岸坡相对较陡，坡度约 15°；地势总体南高北底。

2.3.2 气象条件

尾矿库地处云贵高原西部，属亚热带冬干夏湿季风气候区，平均气温较高，降水量偏少。总体特征表现为：有冬无夏春秋长，冬无严寒夏日暖，一年两季干湿分，雨量偏少春夏旱，日照充足霜期短，狂风拔树毁屋墙，日温差大，年温差小，雨热同季益烟粮。据永仁县气象站资料统计，多年平均气温为 15.7℃，最低气温 8.8℃，最高气温 33.0℃；多年平均日照时数 2518.4h，年无霜期 300 天以上；每年 5-10 月为雨季，11 月至次年 4 月为干季，年平均降雨量 786.8mm，年平均蒸发量 2714.4mm，年平均降雨日 110 天，日最大降雨量为 109.8mm，多年平均相对湿度 65%，年平均风速 3.5m/s，常年主导风向为西南风。全年平均大风日数多达 58.4 天，是云南少有的几个大风县。

2.3.3 地震资料

2.3.3.1 抗震地段划分

库区处于冲沟内，沟内分布一定厚度堆积尾矿，基岩面起伏较大，地层沉积在成层厚度及空间展布上较不均匀，库区原始地形高差较大，库区处于两侧斜坡的坡脚，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）第 4.1.1 条的规定判定，库区处于对抗震不利地段。

2.3.3.2 场地抗震设防烈度及卓越周期

根据对场地内钻孔 ZK9、ZK16 和 ZK26 的等效剪切波速 V_{se} 进行测试，场地等效剪切波速范围值为 195.02m/s~264.01m/s；场地土类型为中软土~中硬土，根据钻探揭露覆盖层厚度小于 50.0m；根据《建筑抗震设计规范（2016 版）》GB50011—2010 中有关剪切波速划分土的类型和判别建筑场地类别的规定，划分场地类别为 II 类。

测试共完成了两个地微振测试点，测点位于 ZK16 号钻孔旁，现场测试记录在外界干扰较小时测点东西向、南北向、垂直向的自然震动信号，经

过对现场测试数据进行频谱分析，得到测点各分量的自振主频，自振主频的倒数即为卓越振动周期，经分析计算，结果为：

ZK16 号钻孔旁东西向、南北向、垂直向的自振主频分别为：3.07Hz、3.09Hz、3.06Hz，卓越振动周期分别为 0.326s、0.324s、0.327s；即永仁县团山铜矿尾矿库场地的卓越振动周期平均值为 $T=0.326s$ 。

按《建筑抗震设计规范（2016）年版》（GB50011-2010）附录 A 及《中国地震动参数区划图》GB18306-2015，项目区位于楚雄彝族自治州永仁县永兴乡，抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，地震反应谱特征周期 0.45s，属第三组。

2.4 尾矿库周围环境

评价组于2024年5月29日至现场实地调查，该库周边环境如下：

1、尾矿库沟谷呈西南-北东向，北侧直线距离团山乡村委会 1.64km；不在库区下游，尾矿库不会对其产生影响。

2、尾矿库办公生活区（标高 2015.22m）位于尾矿库西北面 60m，办公区空置多年，现仅有 2 名守矿工人在此居住。

3、矿区生产区位于尾矿库西侧斜坡阶地上（台阶标高 2002m、2014m），由于尾矿库区即将开展生态修复工程。原选厂运输土路（标高 2037-1966m）根据地形坡度南高北低，现为进入库区的主要道路。

4、尾矿库四周均为国有林地，植被发育，树种多为云南松和桉树。周围没有基本农田、名胜古迹。影响范围内无其它自然保护区、大型水源地、工矿企业、学校、水库及重要地质地貌景观和地质遗迹。区域内的主要河流为万马河，为山区溪流，属金沙江支流，距离尾矿库直线距离为 3.5km。万马河不属于乡镇饮用水源，根据水系走向分析万马河不在尾矿库下游的汇水区域，尾矿库对万马河的水质几乎没有影响。库区周边关系图见图 2-3。

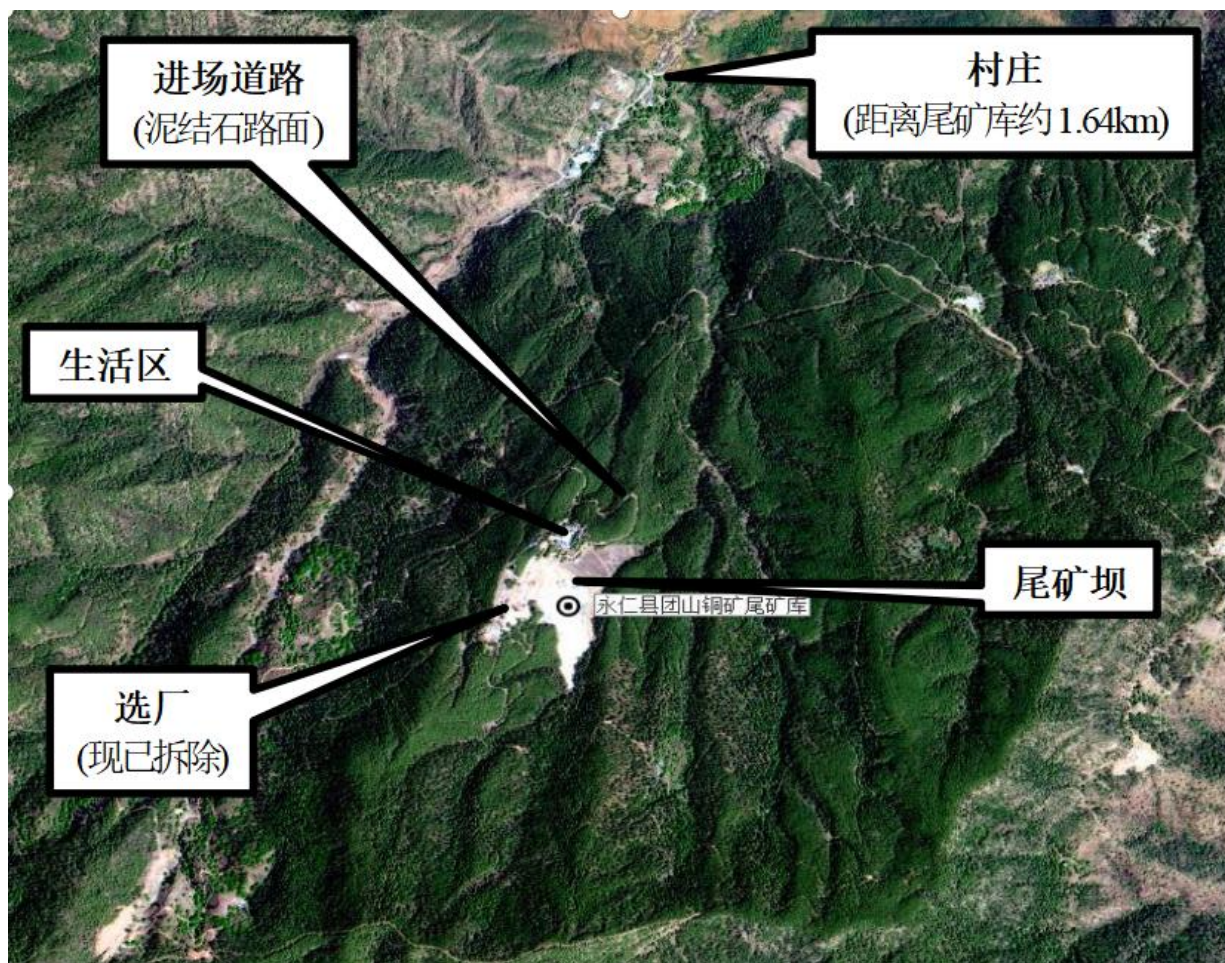


图 2-2 尾矿库周边环境图

尾矿库闭库、土地复垦、植被绿化生态修复后对周围环境的安全和环保影响风险可控。

2.5地质概况

本次安全设施验收评价地质资料引用贵州地矿基础工程有限公司于 2020 年 9 月编制的《永仁县团山尾矿库闭库项目岩土工程勘察报告（详细勘察）》。

2.5.1工程地质

2.5.1.1区域地质构造

1、区域地质构造

永仁县位于川滇南北向构造带与青藏“歹”字型构造体系复合部位。具晋宁期地槽、震旦纪古生代地台、中生代的拗陷 3 个构造层南北向、北

西向及新华夏系 3 个构造带，晋宁期运动使元古代一套海相复理式构造，泥质碳酸盐岩构造及酸性火山岩构造发生线状褶皱，构成了本区的褶皱基底；震旦纪至古生代地台上升时受海侵，沉积了海相碳酸盐为主类砂泥质地层；地台发生强烈的拗陷，沉积了含煤与红色类麻拉式构造。工作区主要位于永仁县城北西边缘部位，区内构造以南北向为主，以褶皱发育为主，断裂不发育。

1) 断层

那拉箐压扭性大断裂(F_1)：属北北东～北东向断裂组，断层走向 20° ，延伸长度 52km，产状南东 $45^\circ \sim 80^\circ$ ，为逆断层。地层缺失，老地层逆冲于新地层之上。位于工作区北东侧，距离工作区平距约 19Km。

深箐断裂(F_3)：属东西～近东西向断裂组，断层走向 80° ，延伸长度 11km，倾向不明断层。地层缺失，岩层直立甚为破碎。位于工作区东侧，断裂西端距离工作区平距约 14Km。

夜么乍压扭性断裂(F_4)：呈南北向延伸，分三段断续出露，总长达 22km。切割最深地层为 K_2j^3 。具有接触带岩石破碎、地层直立、中断和产状混乱等标志。引起猛虎喇一带岩层陡倾，倾角 $70^\circ \sim 80^\circ$ ，但断距不大。断层两侧东西向次级裂隙和走向 170° 的节理十分发育，沿裂隙贯入基性和碱性岩脉，夜么乍的汞矿化可能与此断裂有关。此断裂向北与纳拉断层相呼应，是攀枝花断裂带相南在中生代盖层中的反映。位于工作区东侧，距离工作区平距约 15Km。

2) 褶皱

中和向斜(3)：近南北向，西翼倾角 $20^\circ \sim 30^\circ$ ，东翼倾角 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。长 14km，宽 5km，褶皱形态为短轴对称。两翼分布地层为高丰寺组(K_1g)、妥甸组(J_3t)。位于库区南部。

么苴地背斜（12）：北部近南北向，南部轴向为 225° 。核部地层为 J_2z ，褶皱剖面形态不对称。位于工作区东侧。

乍木打老向斜（24）：近南北向，西翼倾角 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，东翼倾角 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。长 8km，宽 3.8km，核部地层为 J_2s ，褶皱形态为短轴对称。位于工作区西南侧。

2、区域地壳稳定性

永仁县属康滇菱块南段，包括小江断裂以西、金沙江断裂以东、红河断裂以北的滇中、滇西北地区。地壳厚度 40~45km，晚新生代以来的上升幅度 2000~2500m。随着康滇菱块整体向南南东滑移兼顺时针转动，小江断裂产生左行扭动，红河、楚雄—建水、曲江等断裂作右行扭动。形成程海、洱海、滇池、阳宗海、抚仙湖等现代拉分裂陷湖盆群。按新构造运动特点，大致以程海断裂、元谋—绿汁江断裂为界，进一步划分出中甸—丽江、华坪—楚雄和昆明—玉溪次级断块隆起区。

工作区位于华坪—楚雄次级断块隆起区。区内新构造运动以大面积隆起为主，大姚县大白草岭为隆起中心，标高达 3657m。元谋—绿汁江断裂、南华—楚雄断裂等主干断裂晚近期活动性显著，控制元谋、楚雄等新生代断陷盆地发育，盆地内新生界地层厚度大、变形剧烈、第四系被错断。断层地貌和断错水系显示断层右行走滑。另一显著特征是随地壳强烈抬升，金沙江等河谷深切，并形成多级阶地地形。此外，活动性断裂线上，温泉众多。

根据《云南国土资源遥感综合调查》1：100 万云南省区域地壳稳定性评价图，库区区域地壳稳定性属次稳定区。

2.5.1.2 库区地层结构

根据区域地质资料、现场钻探、工程地质测绘及已有前期勘察成果资料，场地内主要地层岩性构成由上到下依次为第四系人工堆积层（ Q_4^{ml} ）①

尾粉砂、①₁尾粉土、①₂尾粉质粘土、②筑坝填土；第四系坡残积层（ Q_4^{el} ）③粉质粘土；下伏岩层为白垩系上统江底河组下褐红色泥岩段（ K_2J^1 ）泥岩。

根据勘察结果，库区各地层顺序由上至下（由新到老）分述如下：

1、第四系人工堆积层（ Q_4^{al} ）

①尾粉砂：灰色、灰黑色，稍密-密实，干-稍湿，无光泽，含少许粘粒，摇震反应中等，干强度及韧性低，该层整个场地均有分布。

①₁尾粉土：灰色，稍密-中密，无光泽，摇震反应中等，干强度及韧性低，该层仅部分钻孔揭露。

①₂尾粉质粘土：灰色，湿~很湿，软塑~可塑状态，切口可见丝绢光泽，干强度及韧性中等，该层分布在堆积坝和尾矿库尾坝位置。

②筑坝填土：紫红色，干燥~稍湿，密实，主要成分为为5~25cm的碎石、块石夹少量粉质粘土，碎石及块石的主要成分为粉砂岩，为初期坝体的主要堆积物。

2、第四系坡残积层（ Q_4^{el} ）

③粉质粘土：红褐色，可塑状态为主，局部硬塑，稍湿，由泥岩全风化形成，岩芯呈土柱状，切开后可见未完全风化的砾石和碎石，含量10~15%，用手即可捏碎，为揭穿第四系人工填土层后的原地表残坡积土层。整个场地大部分钻孔均有揭露。

3、白垩系泥岩段泥岩（ K_2J^1 ）

④泥岩（中风化）：紫红色，泥质结构，层状构造，岩芯相对较完整，呈柱状和长柱状，最长48cm，节理裂隙较发育，岩芯采取率约为90%，属软质岩类，岩体基本质量等级为IV类，该层为本地区的下伏基岩，钻探未能揭穿。

④₁泥岩（强风化）：紫红色，泥质结构，层状构造，岩体较破碎，且

易碎，多呈碎石状，最大 9cm，粉质粘土胶结，岩芯采取率约 70%，属于极软岩，岩体基本质量等级为 V 类。

2.5.1.3 渗漏分析

1、坝基及绕坝渗流

坝址区基岩为白垩系泥岩段泥岩相对隔水层，地形地貌呈不对称的“V”字型，周边无地下暗河、大型溶洞、落水洞、土洞等。通过探槽揭露，两侧残坡积粉质粘土层较薄，其渗透性弱，下伏基岩为相对隔水层，坝基渗漏和绕坝渗漏可能性较小。经勘察，尾矿库初期坝筑坝采用附近泥岩碎石、块石石料填筑形成，为碾压堆石坝，透水性相对较好，大气降雨形成的地表水渗入尾矿层后直接通过初期坝顺坡汇入下方溪沟。库内地下水则通过坝体孔隙自然排泄，整体以水平渗流为主。

2、库区渗漏

库区底部基岩均为白垩系泥岩段泥岩相对隔水层，且该基岩地层较厚。通过注水试验和室内试验渗透性，尾矿渣覆盖的残坡积粉质粘土层为极微透水层，基岩层节理裂隙填充饱满，也为极微透水层，发生渗漏的可能性小。

3、库区水位特征

1) 尾矿堆积体堆放多年，往后再未开展过任何人类工程活动，现浸润线已处于稳定状态。

2) 库内地下水自坝前向库尾逐渐抬升，坝前深，库尾浅，主要是坝外颗粒相对较粗，透水性相对较强，加上排渗畅通所致；而向库内颗粒逐渐变细，渗透性逐渐减小，且排渗通道少，至库尾则形成积水浸没区，这也是尾矿沉积规律的一个反映。

4、库区水及土对建筑材料的腐蚀性评价

1) 尾矿库库内水对混凝土结构具有弱腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋

具有弱腐蚀性。

2) 库区内土对混凝土结构具有微腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有微腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性

2.5.1.4不良地质作用及特殊岩土

1、不良地质作用

库区范围下伏地层为白垩系上统江底河组下红色、杂色泥岩段(K_2J^1)，出露岩性以泥岩和粉砂质泥岩为主，出露岩石受风化影响，表层由泥岩全风化形成的第四系残坡积粉质粘土层较薄，属散状结构，微透水性，在降雨天气下，可形成浅表坍塌和滑坡等地质灾害；上覆岩体为强风化的泥岩，物理力学指标相对较低，且该地区整体边坡较陡，岩石风化裂隙发育，在相对隔水的下伏中风化岩体接触带常易形成饱和带，可能形成滑坡、崩塌等地质灾害。

风化岩体性质与原岩相比较，强度降低了许多。全~强风化层岩体和土体比较接近；中风化岩体又和完整基岩相差不大。在工程设计中，应予以区别对待。

对周边环境的调查工作中，未发现滑坡、泥石流、地裂缝等地质灾害。库区裸露的边坡可见数条经地表水冲刷形成的冲沟，尚未形成滑坡、崩塌等地质灾害，边坡处于基本稳定状态。

2、特殊性岩土

根据工程地质调查、测绘及钻孔揭露情况，场地内存在的特殊性岩土为人工堆积层：②筑坝填土、尾矿土，以及基岩风化岩层：

1) 人工堆积层

②筑坝填土为尾矿库初期坝筑坝时填筑，原料均取自附近的中风化和弱风化泥岩，填筑时经过人工的分层碾压，填筑时间超过 20 年，根据现场

守矿工人 10 年内的观测记录，初期坝自建成以来，未出现过变形破坏的现象，现状处于稳定状态。

尾矿土包含了尾粉砂、尾粉土、尾粉质粘土，是由矿山选矿的废石，经研磨碾压后，在库内静水沉积形成，总体上在库区有分布广、厚度大的特点，同时有坝前粗、库尾细和上粗下细的沉积规律。因尾矿库停用时间较长，浸润线逐渐下降，尾矿土含水率逐渐的降低最终固结，而随着尾矿土的自重固结，尾矿土的物理力学性质随之提高，有利于尾矿库整体稳定。

2) 基岩风化岩层

库区及周边的风化岩主要有强风化和中风化泥岩层，岩层受风化影响较大，一般以表层不均匀风化为主，由地表向深处风化逐渐减弱，沿节理密集带风化较深，中等风化埋藏较深，风化程度随深度渐弱，完整程度多为较完整，风化裂隙较为发育，结构不完整，稳固性和胶结性较好，经现场踏勘库区周边出露的泥岩未见滑坡和崩塌等现象，风化岩对尾矿库的整体稳定及运行的影响较小。

该地区泥岩整体属于相对隔水层，透水性弱，节理裂隙充填物充实，让泥岩层具有较好的隔水效果。通过矿山企业了解，该尾矿库充分利用该地区泥岩层的特点，堆排建设尾矿库过程中，未做任何防渗防漏措施。

2.5.2 水文地质

2.5.2.1 库区水文

库区属金沙江水系万马河流域，库区位于万马河中游左岸，万马河从库区所在斜坡东侧由南向北径流，尾矿库总汇水面积为 0.682km^2 。库区每年 5-10 月为雨季，11 月至次年 4 月为干季，年平均降雨量 786.8mm ，年平均降雨日 110 天，日最大降雨量为 109.8mm 。

2.5.2.2 库区各岩土层渗透性

库区各岩土层渗透性及透水率，勘察对部分钻孔进行了常水头注水试验，以及对库内尾矿取样进行垂直、水平渗透试验。详见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 常水头注水试验分层统计表

试验地层	平均渗透系数 k (cm/s)	透水率 q (Lu)	渗透性评价
尾粉砂	3.82×10^{-4}	13	中等透水
尾粉质粘土	5.54×10^{-5}	0.86	微透水
粉质粘土	8.51×10^{-5}	2.3	弱透水
泥岩（强风化）	3.64×10^{-6}	0.66	微透水
泥岩（中风化）	1.78×10^{-6}	0.08	极微透水

通过试验成果表明，尾粉砂层为中等透水性，尾粉质粘土和粉质粘土层都为微透水性，泥岩（强风化）层为微透水性，泥岩（中风化）层为极微透水性。

表 2-2 室内渗透性试验分层统计表

地层名称	垂直渗透系数 (cm/s)	水平渗透系数 (cm/s)	渗透性评价
尾粉砂	4.51×10^{-4}	7.34×10^{-4}	中等透水
尾粉土	4.27×10^{-5}	3.79×10^{-5}	弱透水
尾粉质粘土	7.06×10^{-6}	1.34×10^{-5}	微~极微透水
粉质粘土	7.85×10^{-6}	5.69×10^{-6}	极微透水

通过试验成果表明，尾粉砂中等透水，尾粉土弱透水，尾粉质粘土弱透水，粉质粘土极微透水。

2.5.2.3 地下水地质条件

库区地地表水不发育，原场地位位置最低处为一条溪沟，现处于干涸状态。地下水主要以孔隙水，基岩裂隙水为主，接受大气降水补给，总体根据地形坡度由南向北东方向径流；孔隙水主要赋存于尾矿中，基岩裂隙水赋存于泥岩中，泥岩富水性弱，为相对隔水层，即基岩裂隙水水量极小。但由于该场地地下未做任何防渗漏和排水泄洪工程，库区地表水下渗后与库底的基岩层直接接触，易饱水形成相对软弱面。下伏基岩为软弱岩层，通过地下水长期浸泡径流后，对尾矿库和坝体整体稳定性存在一定的影响；勘察工作，在接触带未发现明显的软弱结构面。

2.5.2.4 工勘结论与建议

1、结论

1) 勘察期间，初期坝及堆积坝未发现有坝体变形、开裂及渗漏等现象，库区内地表排水设施保存完好。左岸未修筑溢洪沟，干滩西侧岸坡整体受地表水冲刷，已形成数个大小不一的季节性冲沟。尾矿库堆积坝已停止堆矿多年未使用，现状各类运行状态下均处于稳定状态，但考虑长远情况下，应采取加固坝体，增加排渗设施加强坝体的排渗能力，以降低坝内浸润线等措施，确保尾矿库更加安全稳定，闭库设计应进行稳定性验算，并确定闭库方案。

2) 根据勘察，库区内出露地层主要为第四系人工堆积层（Q4m1）①尾粉砂、①1 尾粉土、①2 尾粉质粘土、②筑坝填土；第四系坡残积层（Q4e1）③粉质粘土；下伏岩层为白垩系上统江底河组下杂色泥岩段（K2J1）泥岩。

3) 该尾矿库在平面上具坝前粗库尾细的水流沉积韵律特征，具有靠近坝前颗粒相对较粗，靠近库区颗粒相对较细的特点，在垂向上总体分布不均匀，垂向上沉积韵律明显，具下粗上细呈层分布的特点。

4) 根据室内试验、原位测试综合分析后，各堆积尾矿及库区地层的主要物理力学指标建议值列于表 2-3。

5) 地下水主要以孔隙水、基岩裂隙水为主。

6) 勘察揭露的场地土类型为中软土～中硬土，场地类别为 II 类，根据《建筑抗震设计规范（2016 年版）》（GB50011-2010）附录 A 及《中国地震动参数区划图》GB18306-2015，项目区位于楚雄彝族自治州永仁县永兴乡，抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，地震反应谱特征周期 0.45s，属第三组。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），II 类场地地震动峰值加速度为 0.15g，地震反应谱特征周期成为 0.45s。

7) 根据液化判别结果，7 度地震条件下，库区干滩地段尾粉砂①表现为不液化，堆积坝及库区尾粉砂①为不液化。尾矿库闭库过程中必须采取有效的措施保证浸润线处于稳定状态，如增加水平排渗措施，加强排水能力降低浸润线，以减轻尾矿地震液化对坝体稳定的不利影响。

8) 尾矿库的地表排水系统运行正常，位移监测监控系统多年未使用，浸润线观测孔已全部废弃。

9) 根据调查，尾矿库西侧岸坡存有大量且厚度较厚的泥岩层，风化程度是随地层深度增加而逐渐减小，储量巨大，紧靠尾矿库，极大程度的降低了搬运成本，但考虑泥岩的特点，为软质岩石，具有遇水软化，易崩解的特性，设计单位在采用时应评估其风险，若不能满足要求，建议闭库材料在周边采石场进行外购。

2、建议

1) 尾矿库的等别为四等库；应按有关规范进行专门闭库设计。本报告稳定性分析为初步分析，仅供设计参考，闭库设计时，应按相关规范进行有关稳定性验算。

2) 闭库后，应采取一定的监测措施如定期巡视，对发现的集中渗漏带（段）应采取相应的防渗处理。库水产生渗漏将会对库周的水化学、土壤化学产生一定的改变，堆积坝以下的取水点或畜饮点应进行警示标识。

3) 完善尾矿库的浸润线观测点、变形监测和预警设施如尾矿库在线监测，尾矿库管理应符合现行国家相关规定。

4) 尾矿库的排水（排渗）系统对尾矿库的安全稳定至关重要，应对其注意维护和监测，发现问题及时采取补救和防护措施，严格控制库内正常水位、调洪高度等问题，严格控制浸润线，对尾矿库初期坝下游的排水沟进行疏通，防止水沟堵塞在初期坝前形成积水坑影响初期坝的稳定性。

5) 补充西侧岸坡底排水沟的修建，以及子坝两端岸坡排水沟的修建，定期校核尾矿库排洪设施的排洪能力，以保证雨季来临时能在有关规范规定的时间内将库内积水排出，防止库内积水在堆积坝坝体内形成稳定的渗透压力，从而影响坝体的整体稳定，在雨季有效控制库内水位标高，保障尾矿库安全。

6) 对库区破坏的生态环境进行保护，除尾矿库影响范围内的周围山体上植树造林，以便防风及水土保持，减少地面径流，严禁滥伐、滥垦、滥牧。

7) 为防止尾矿库堆积坝外坡面及大面积干滩面遇风粉尘飞扬，对堆积坝外坡面进行覆土植草，对库区干滩面进行覆土植草种树。

8) 尾矿库闭库后应定期对坝体进行沉降及位移观测，发现隐患应及时上报相关部门，并及时采取处理措施。

9) 闭库后的尾矿库，必须做好坝体及排洪设施的维护。

10) 闭库后的尾矿库，未经设计论证和批准，不得重新启用和改做他用。

11) 严禁闭库后在尾矿坝和库内进行乱采，滥挖、违章建筑和违章作业。

12) 严格按照《尾矿库安全监督管理规定》切实做好尾矿库防洪渡汛、尾矿库防震与抗震等方面的管理工作。

13) 加强有关安全措施及管理制度的落实工作，促进安全检查、检测和记录等的定量管理，进一步完善和提高管理水平，发现事故隐患，及时妥善处理。

2.6建设概况

2.6.1尾矿库库址

永仁团山铜矿位于永仁县永兴乡昔丙村公所团山村，尾矿库地理中心坐标为东经 $101^{\circ} 36' 92.56''$ ，北纬 $26^{\circ} 31' 24.73''$ 。

2.6.2尾矿库现状

1、尾矿库坝高、库容和等别现状

尾矿库初期坝坝高 18m，堆积坝坝高 35.77m，总坝高 53.77m，尾矿库滩面顶高程 1982m~1987.77m，依据中国有色金属工业昆明勘察设计研究院 2009 年 10 月《永仁县团山铜矿尾矿库补充初步设计》，尾矿库尾矿堆积高程 1987.00 时，尾矿库有效容积 100.57 万 m^3 ，根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），该尾矿库等别属于四等库。

2、尾矿坝现状

尾矿坝由初期坝和堆积坝构成。

1) 初期坝

坝顶标高为 1952.00m，坝轴线原地面标高为 1934.0m，初期坝坝高为 18m，坝顶宽 6.2m，坝体外坡比约为 1:1.75。

根据现场踏勘，初期坝外坡无开裂、无变形、无坡面凸起、无凹陷等现象，通过守矿人员的介绍，初期坝多年来运行良好，长期状态和现状一致，处于稳定状态。

根据钻探揭露资料初期坝为堆石坝，初期坝坝基持力层为白垩系上统江底河组下杂色泥岩段（K2J1）泥岩。钻探岩芯显示，初期坝的堆石堆积材料主要取自附近中风化和弱风化层的泥岩，但坝体建成时间多年，钻探坝体地段岩芯仍然以中风化状态的泥岩为主，初期坝稳定性较好。

2) 堆积坝现状

尾矿堆积坝为上游式筑坝，坝顶标高 1987.77m。人工碾压粗颗粒尾粉

土及尾粉砂堆筑子坝，尾矿库堆坝堆积高度约 35.77m，共有二十一级子坝，子坝宽约 1.8~26.4m，高度约 0.6~4.0m，子坝外坡比为 1:1.5~1:2.0，标高 1975m 为最宽的平台，宽度 26.43m。

右岸堆积坝副坝：堆积坝副坝由尾矿堆积形成，副坝顶面高程 1984m~1986.5m，副坝坡脚为右岸排洪溢洪道，副坝外坡比为 1:2.1~1:2.6，副坝在高程 1981.00m 处设有平台排水沟，平台宽 1.2m，副坝总高度 2m~13m。

堆积坝未作任何加固工程。堆积坝每级子坝坡脚设坝面雨水收集沟与下级子坝纵沟相接，雨水收集沟与右岸溢洪沟相连，库区内的水通过自然坡度流入雨水收集沟，通过雨水收集沟流入右岸溢洪沟排泄到尾矿库的下游。坝面未见积水和渗水现象，坝底出水清澈透明，现状运行正常。

2.6.3 闭库设计内容

闭库是在对尾矿库原设计、安全现状评价、闭库勘察等资料进行收集以及对尾矿库现状运行情况进行现场踏勘的基础上开始的相关设计工作。主要设计内容如下：

1、结合尾矿库现场踏勘和现状坝体抗滑稳定性分析结果，综合判断尾矿库现状运行情况和坝体工程特性。

2、在确保闭库后尾矿坝坝体安全稳定的前提下，对外坝坡及滩面进行复垦等水土保持和环境保护方面的设计。

3、根据水文复核结果和库区现有排洪设施条件，结合闭库方案，新建滩面排水沟、新建左岸坝肩排水沟、新建溢洪道进口至库尾右岸滩面排水沟、新建库尾挡水坝，对右岸现有的溢洪道进行修复，溢洪道暗涵段进行封堵改建成明渠，对堆积坝坡面排水沟进行修复。

2.6.3.1 总体布置

滩面平整和堆积坝右岸副坝整形，挖方尾矿回填至库尾。坝前高库尾低（北高南低），坡度 1%；左岸高右岸低（西高东低），坡度 1%。库区

左岸布置左岸滩面排水沟和左岸坝肩排水沟。库尾布置挡水坝。库区右岸布置右岸滩面排水沟和右岸坝肩排水沟。初期坝坝脚修复渗滤液收集池。

2.6.3.2等别

对堆积坝削顶后，堆积坝左岸坝顶标高1987.27m，尾矿库初期坝坝高18m，堆积坝坝高35.27m，总坝高53.27m，尾矿库滩面顶标高1983.20m~1987.27m。按照《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的规定，团山铜矿尾矿库闭库后等别为四等库，按四等库进行闭库。

2.6.3.3尾矿坝和滩面

初期坝沿用、滩面平整、堆积坝右副坝坝坡整形和岸坡整形。

1、滩面平整

1) 设计情况

滩面通过挖填方平衡，形成自流排水坡度；滩面平整后，堆积坝由二十级子坝组成，堆积坝坝高35.27，外坡比为1:5.05。滩面形成坝前高库尾低（北高南低），坡度1%；左岸高右岸低（西高东低），坡度1%。滩面平整覆土后：堆积坝坝顶左岸标高1987.27m，堆积坝坝顶右岸标高1986.03m；右侧副坝坝顶北侧标高1986.03m，右侧副坝坝顶南侧标高1984.31m；库尾挡水坝旁左岸滩面标高1983.50m，右岸滩面标高1983.20m。

滩面平整完成后，尾矿库滩面及右岸副坝覆厚0.4m的耕植土，撒播草种、爬山虎和种植灌木，植被重建生态修复。

2) 建设情况

（1）滩面及库尾平整

滩面平整共计面积40847.75m²，库尾清淤工程面积1112.49m²，滩面形成坝前高库尾低（北高南低），坡度1%；左岸高右岸低（西高东低），坡度1%。滩面平整覆土后：堆积坝坝顶左岸标高1987.27m，堆积坝坝顶右岸

标高1986.32m；右侧副坝坝顶北侧标高1986.32m，右侧副坝坝顶南侧标高1980.98m；库尾挡水坝旁左岸滩面标高1983.50m，右岸滩面标高1983.26m。根据昭通市鼎安科技有限公司2024年2月10日出具的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程滩面平整工程量测绘报告》，永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程滩面平整挖方量为15803.9m³，滩面平整填方量为17925.8m³。永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程库尾尾砂（清淤）挖方量为989.2m³。库尾尾砂（清淤）填方量为49.6m³。

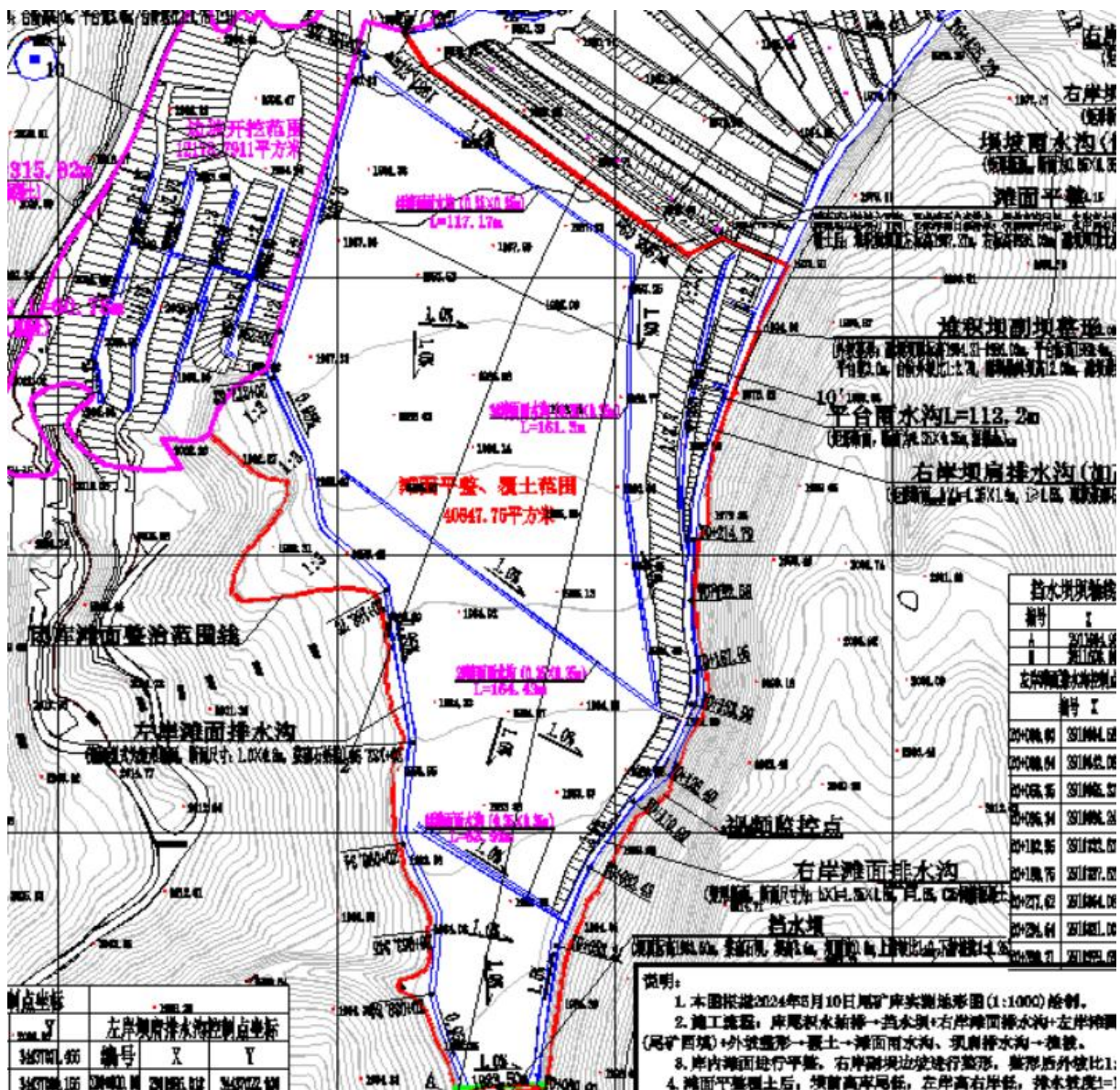






图2-4 滩面平整压实照片



图2-5 库尾清淤工程照片



图2-6 库尾土方换填照片



图2-7 库尾石方换填照片

（2）覆土覆植

滩面平整完成后，尾矿库滩面及右岸副坝共覆土覆植物面积40847.75 m²，覆土厚0.45-70cm不等的耕植土，2024年3月20日昭通市鼎安科技有限公司实测的《永仁县团山尾矿库闭库工程库滩面平整实测图》及测绘数据；

2024年5月21日昭通市鼎安科技有限公司实测的《永仁县团山尾矿库闭库工程库竣工实测图》及测绘数据进行覆土方量计算，经计算本次滩面覆土挖方量为 568.6m^3 ，填方量为 18767.0m^3 。

尾矿库滩面、右岸副坝、左岸边坡共覆植面积 53565.94m^2 ，种植夹竹桃6500棵（选用苗高 $1\sim 1.5\text{m}$ ，冠幅 $50\sim 80\text{cm}$ ，行株距为 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ，穴的规格为灌木 $30\times 30\times 30\text{cm}$ ），滩面、副坝、子坝及便道路均撒播狗芽草，左岸边坡种植爬山虎500株，目前种植植物均已存活，长势良好。

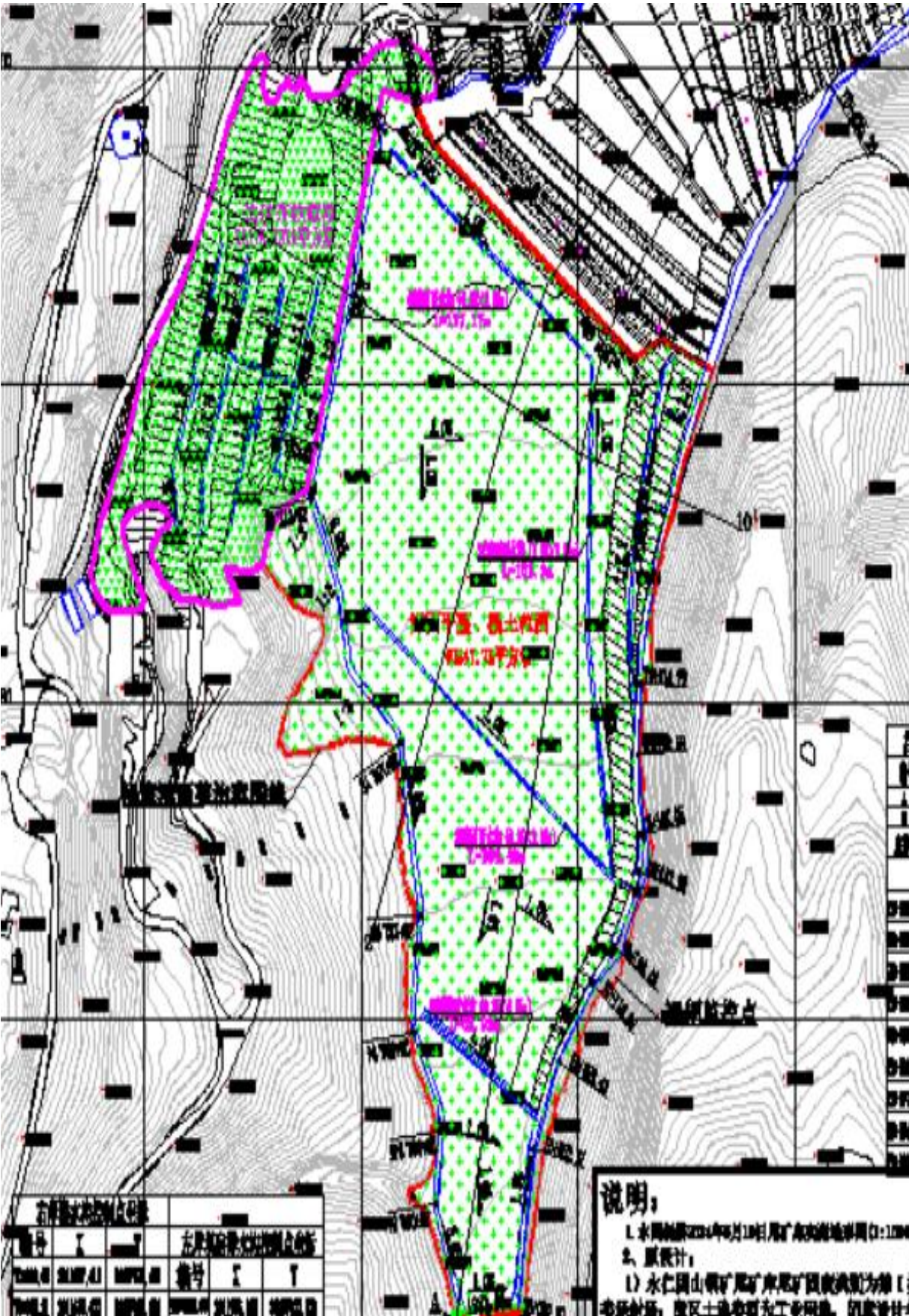


图 2-8 尾矿库滩面、右岸副坝、左岸边坡共覆植示意图

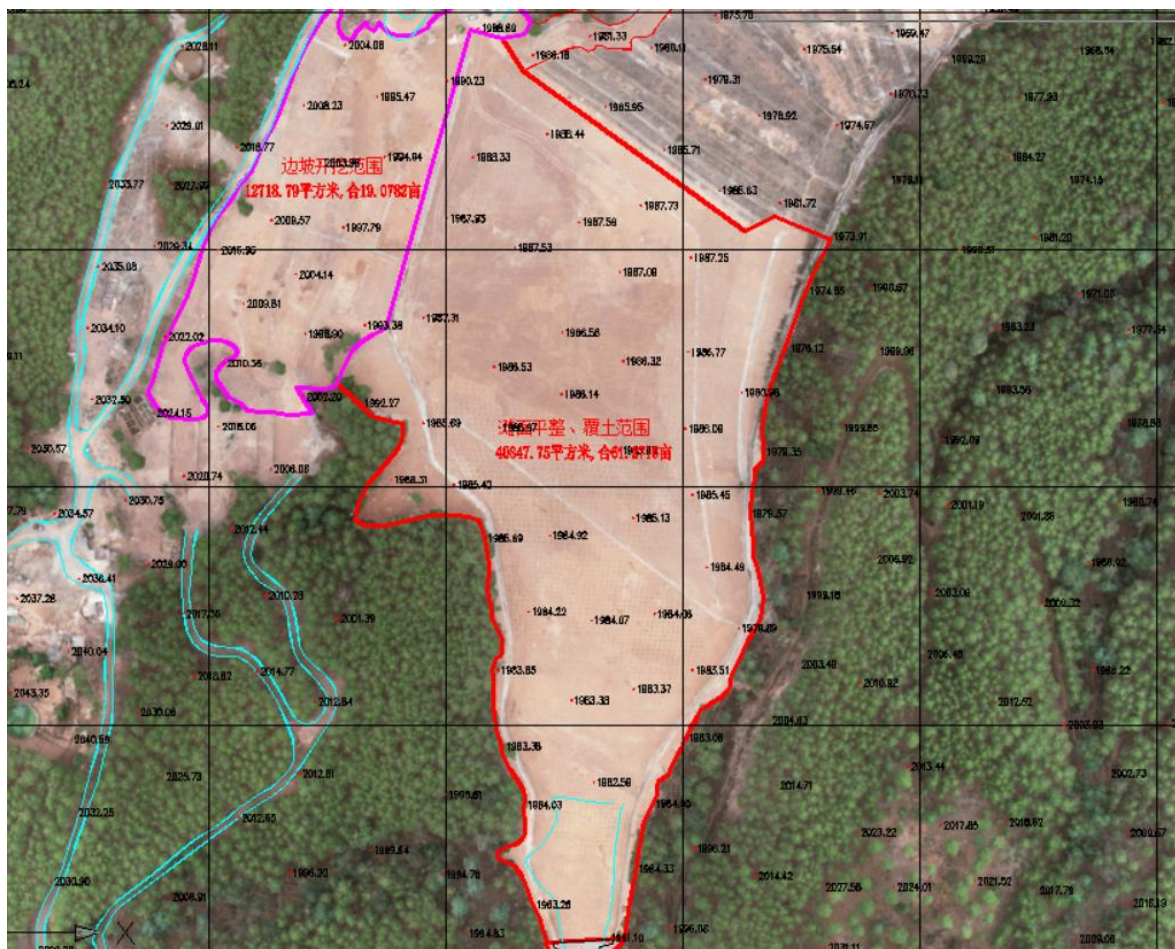


图 2-9 尾矿库滩面、右岸副坝、左岸边坡共覆植影像图



图 2-10 覆土及种植范围现场照片

2、右岸堆积坝副坝

1) 设计情况

本设计对右岸堆积坝副坝地貌重塑（外坡整形），完善边坡截排洪设施（平台排水沟：矩形断面，断面尺寸为 $0.35 \times 0.35\text{m}$ ，混凝土），整形开挖的尾矿回填碾压（压实系数 ≥ 0.92 ）至库尾；坝坡和台阶土壤重构覆土后植被重建生态修复。岸坡整形后外坡比1:3，台阶高6m，台阶外坡比1:2.7，在标高1980.00m，设置宽3m的马道，沿马道新建平台排水沟。

2) 建设情况

右岸堆积坝副坝地貌外坡整形，整形开挖的尾矿回填碾压（压实系数 ≥ 0.92 ）至库尾，岸坡整形后外坡比1:3，台阶高6m，台阶外坡比1:2.7。

在台阶标高1980.00m，设置宽3m的马道，沿马道新建平台排水沟110m（平台混凝土浇筑排水沟，矩形断面尺寸为 $0.35 \times 0.35\text{m}$ ，）。

整形后坝坡和台阶覆土种植夹竹桃及播散狗牙草。



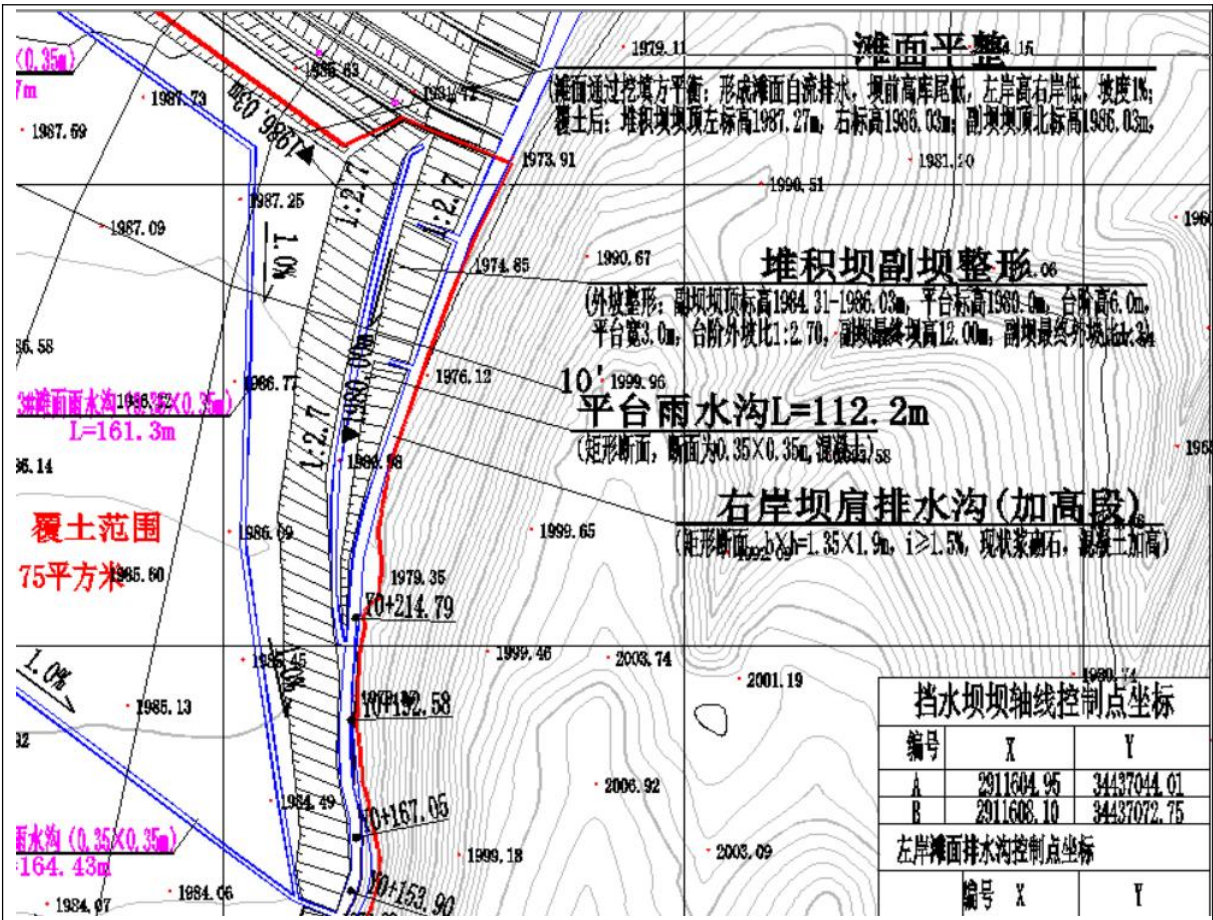


图2-11 副坝示意图

3、左岸坡取土整形

1) 设计情况

对库区左岸（西侧）山坡地貌重塑（取土整形），高程1987.00m~2012.00m。完善边坡截排洪设施，第四系残坡积层用于滩面覆土，强风化泥岩抛掷库尾挤淤增加尾矿承载力；边坡和台阶土壤重构覆土后植被重建生态修复。左岸坡取土整形后相关参数：台阶高5.0m，平台宽3.0m，台阶坡比。1:1.75-1:3.00。

2) 建设情况

对库区左岸山坡取土整形，高程1987.31m~2022.02m，左岸坡取土整形后相关参数：台阶高5.0m，平台宽3.0m，台阶坡比1:1.75-1:3.00；第四系残坡积层用于滩面覆土。

在左岸2007.00m台阶、2002.00m、1997.00m、1992.00m台阶上修筑截排洪沟315.82m，排水沟为混凝土材质，矩形断面尺寸0.35×0.35m。在边坡中部2007.00m-1987.3m边坡上修筑岸坡排水沟60.75m，混凝土材质，矩形断面尺寸0.50×0.50m。

整形后边坡上种植了爬山虎播散了播散狗牙草，在台阶覆土种植夹竹桃及播散了狗牙草，种植物目前长势良好。

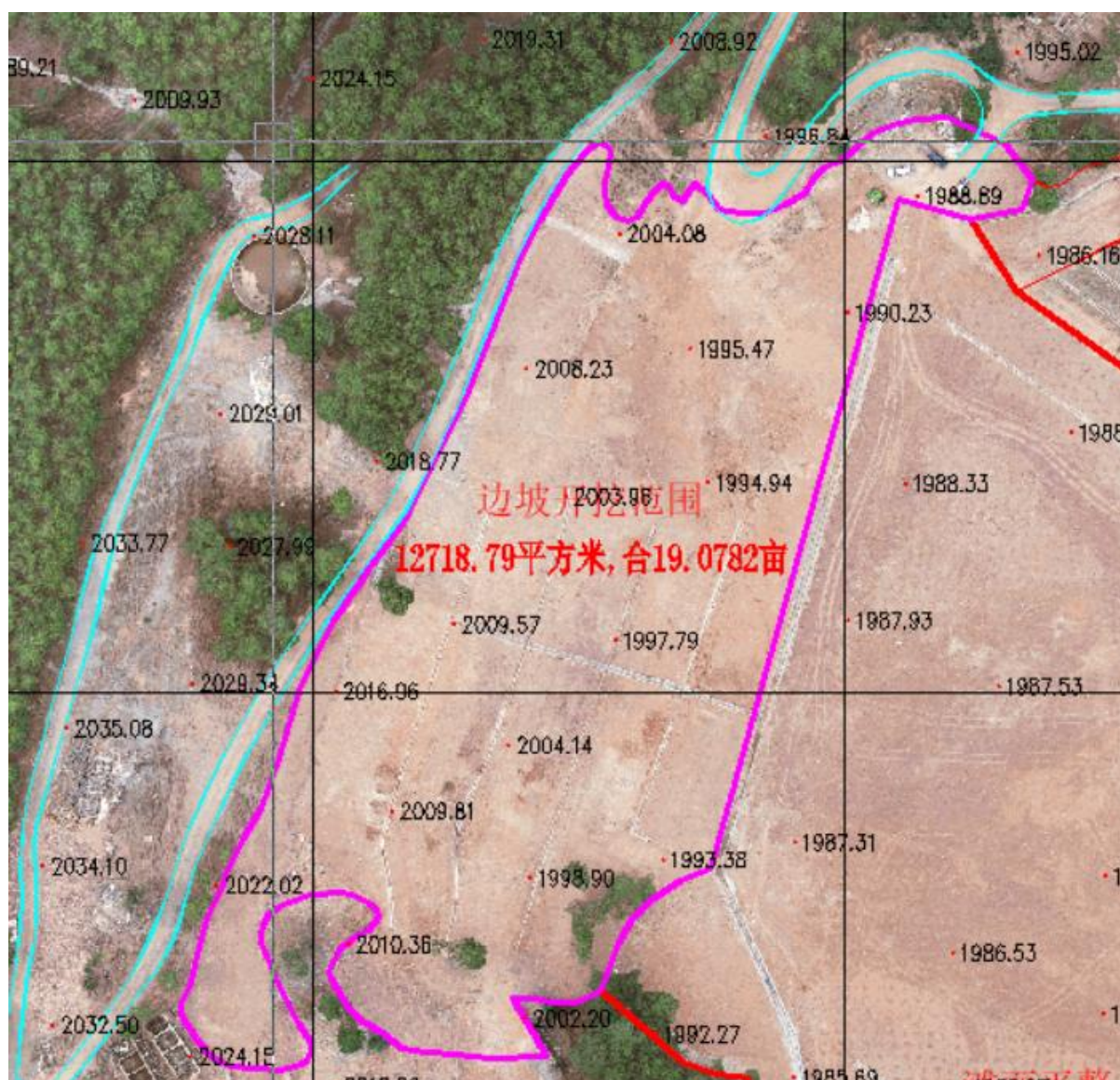


图 2-12 左岸边坡取土整形恢复范围影像图

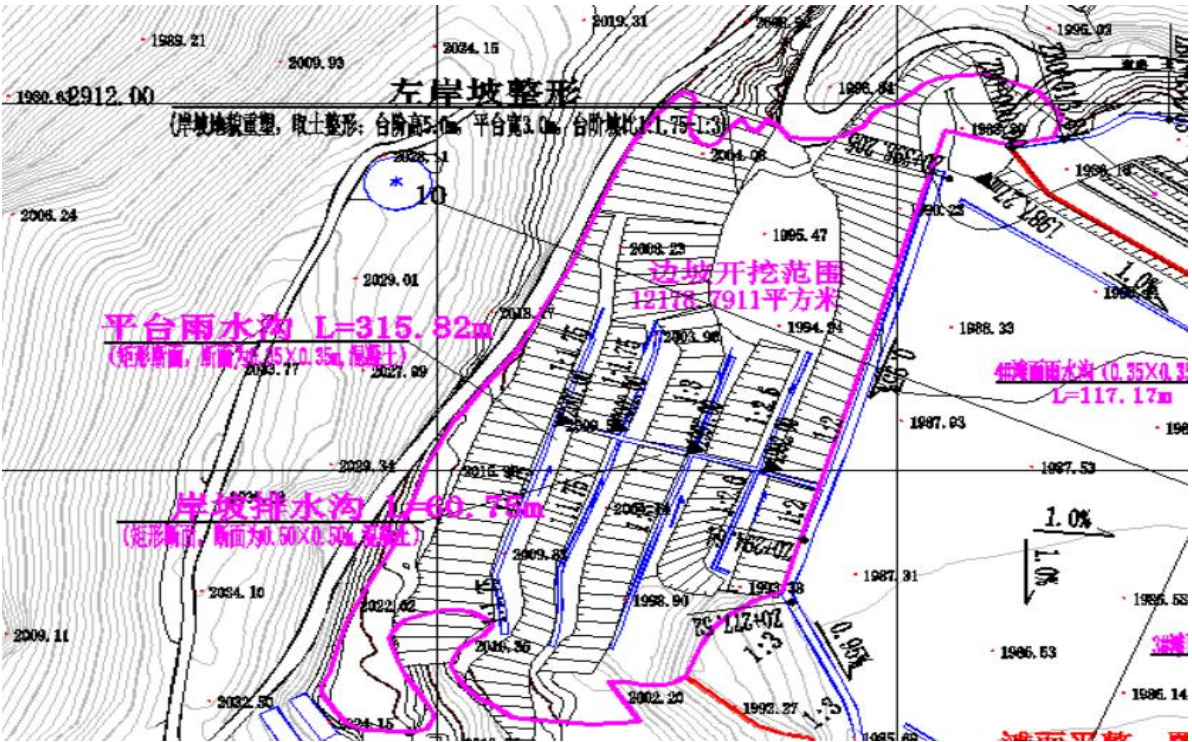


图 2-13 左岸边坡取土整形恢复范围示意图



图2-14 左岸台阶排水沟及岸坡排水沟

2.6.4排洪设施

2.6.4.1左岸坝肩排水沟

1、设计概况

堆积坝左岸坝肩汇集雨水经左岸坝肩排水沟排至初期坝下游。左岸坝肩排水沟：矩形断面，C15 垫层，C25 素混凝土，排水沟基础布置在原始山体上。最小纵坡度 $i=2.5\%$ ，沟宽为 0.5m，沟深为 0.5m（安全超高 0.2m），每隔 10-20m 设置一道沉降缝。

2、建设情况

堆积坝左岸坝肩汇集雨水经左岸坝肩排水沟排至初期坝下游，排水沟基础布置在原始山体上。根据施工签证及监理记录左岸坝肩排水沟为矩形断面，沟宽为 0.5m，沟深为 0.5m，左岸坝肩排水沟沟全长 296m；C15 垫层 10cm，C25 素混凝土最小纵坡度 $i=2.5\%$ ；沟底设置水沟跌级排水，尺寸为 0.3×0.1 ，每隔 10-20m 设置一道沉降缝。根据抽样检测结果，该段排水沟施工质量符合设计要求，满足安全要求。

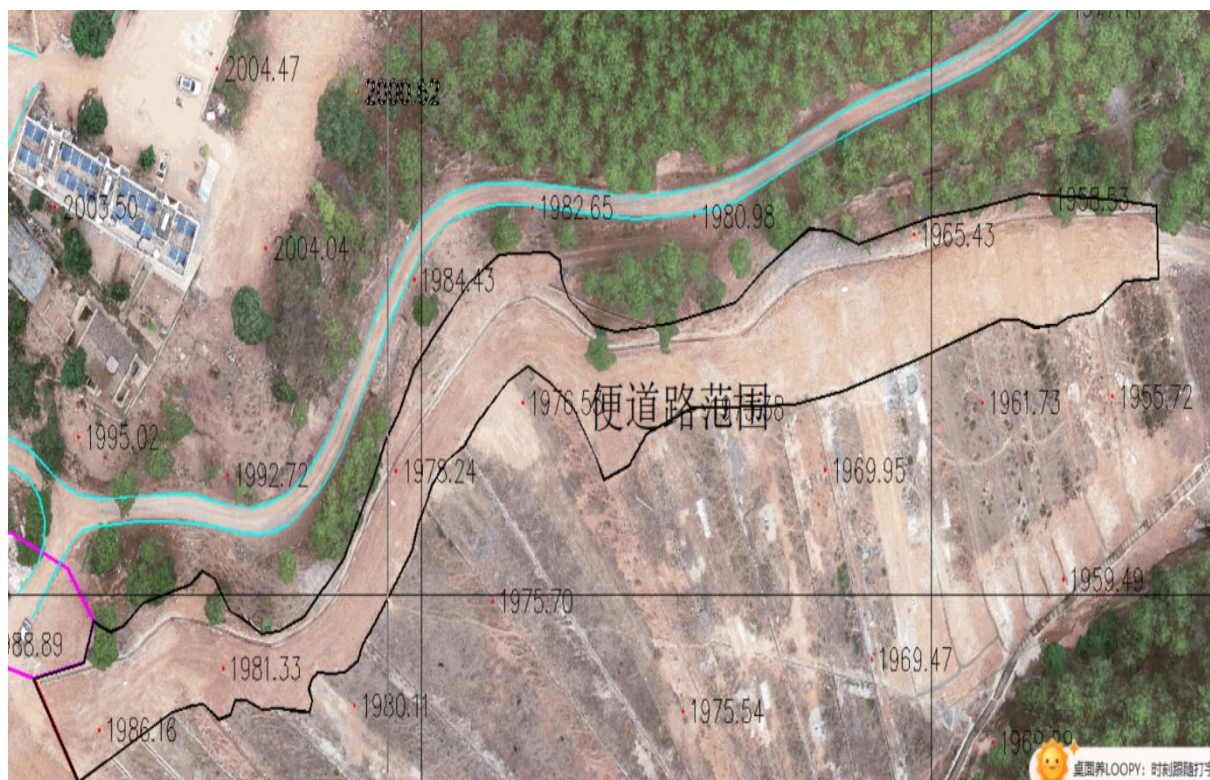


图 2-15 左岸坝肩排水沟竣工影像图

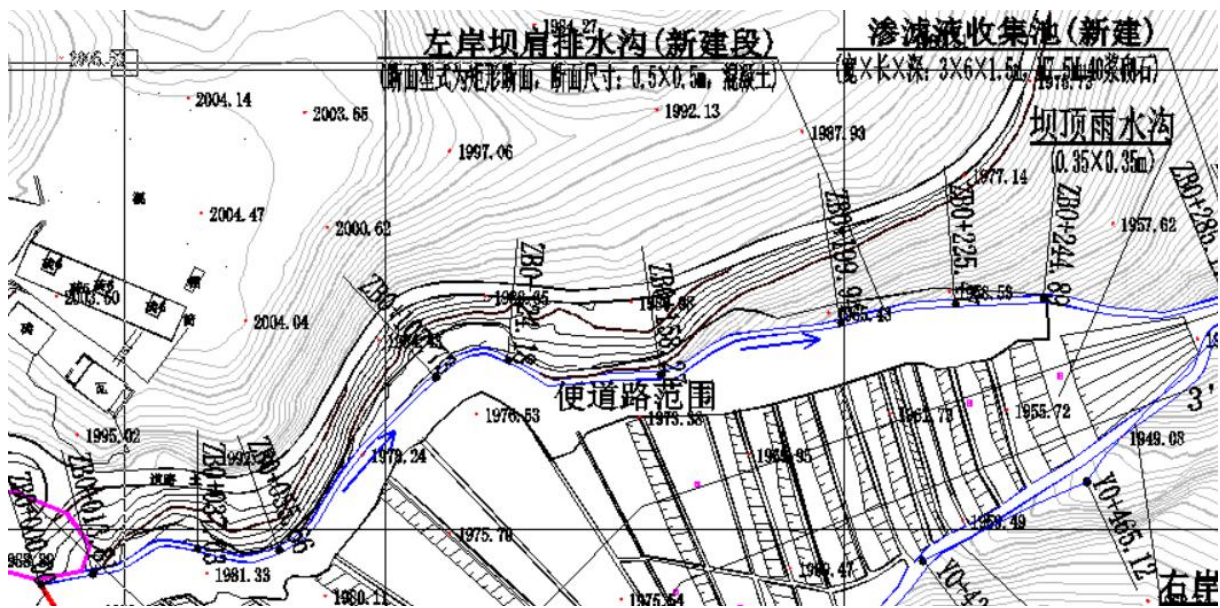


图 2-16 左岸坝肩排水沟竣工平面图

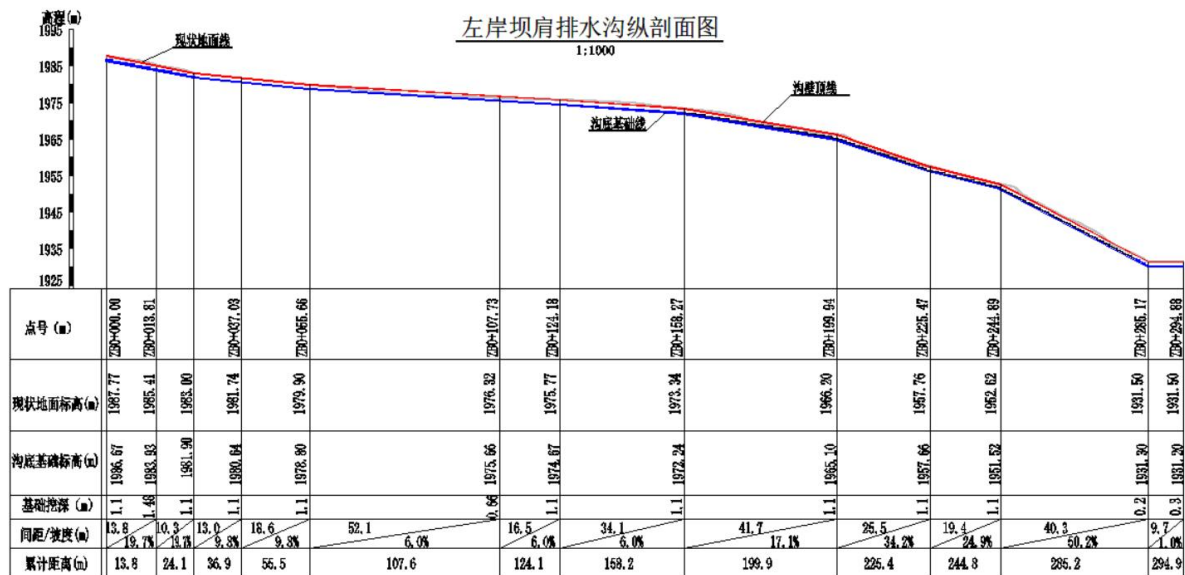


图 2-17 左岸坝肩排水沟竣工纵剖面图

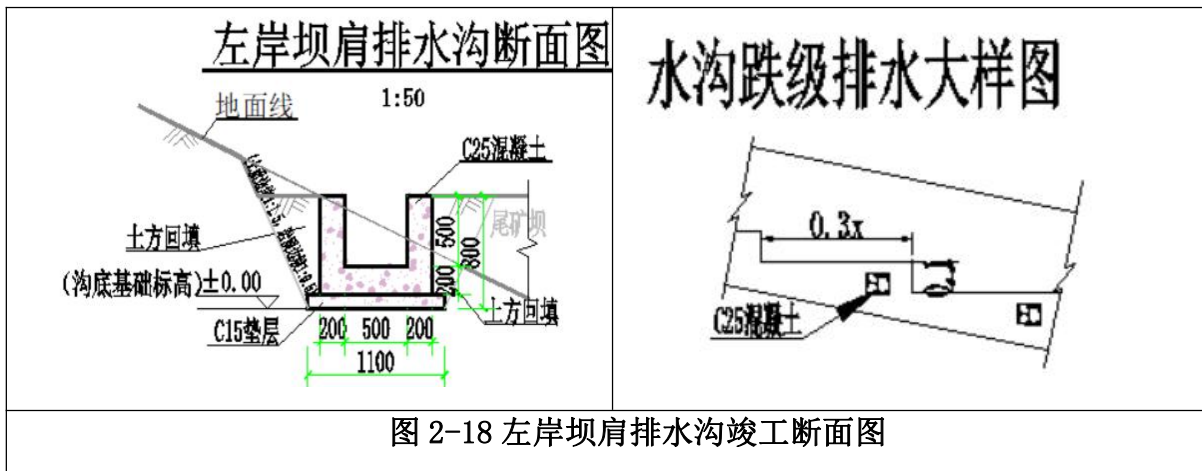


图 2-18 左岸坝肩排水沟竣工断面图



图 2-19 左岸坝肩排水沟竣工现状图

2.6.4.2 左岸滩面排水沟（设计）

1、设计概况

左岸滩面排水沟沿位于滩面与山坡结合部布置，在原始山体部位开挖排水沟，左岸滩面排水沟基础落在山体原土岩层上。左岸汇集雨水经左岸滩面排水沟汇集排至库尾挡水坝。左岸滩面排水沟，矩形断面，C15 垫层， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面。最小纵坡 $i=0.95\%$ ，沟深为 1.0m，沟宽为 0.8m。

2、建设情况

左岸滩面排水沟建设于滩面与山坡结合部，在原始山体底部 1986.8m 至 1982.7m 开挖排水沟，左岸滩面排水沟基础落在山体原土岩层上。将左岸汇集雨水经左岸滩面排水沟汇集排至库尾挡水坝。根据施工签证及监理报告，左岸滩面排水沟 397m，矩形断面，C15 垫层 10cm， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面。最小纵坡 $i=0.95\%$ ，沟深为 1.0m，沟宽为 0.8m。根据抽样检测结果，该段排水沟施工质量符合设计要求，满足安全要求。



图 2-20 左岸滩面排水沟竣工平面图

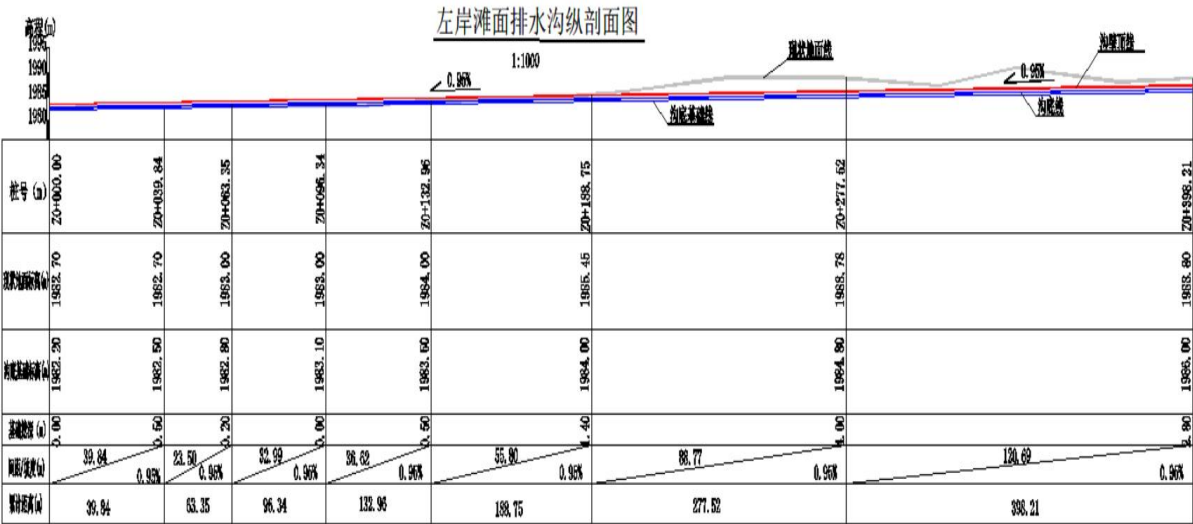


图 2-21 左岸滩面排水沟竣工纵剖面图

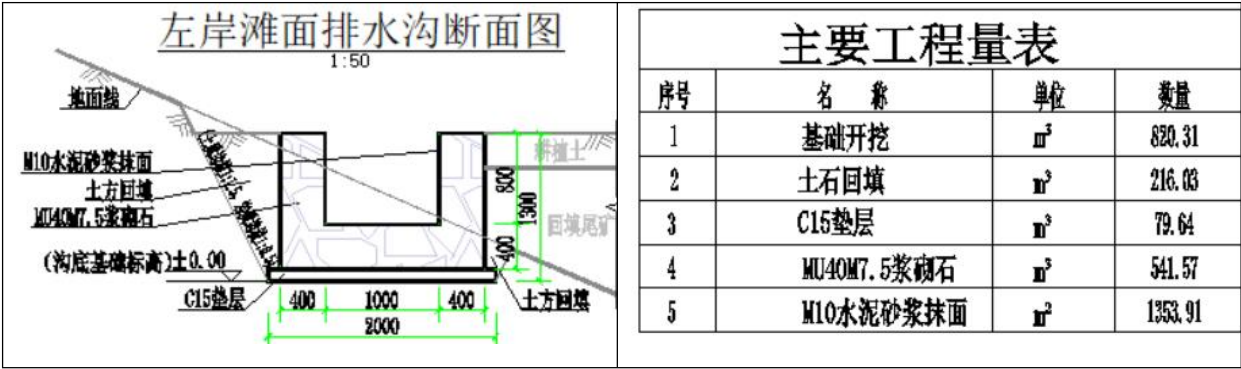




图 2-22 M_{7.5}M_{u40} 浆砌石结构



图 2-23 M10 水泥砂浆抹面

2.6.4.3右岸滩面排水沟（设计）

1、设计概况

右岸滩面排水沟沿位于滩面与山坡结合部布置，排水沟基础落在山体原土岩层上，矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ ，断面为 $1.35 \times 1.8\text{m}$ 。

2、建设情况

右岸滩面排水沟设置于滩面与山坡结合部布置，排水沟基础落在山体原土岩层上，从右岸桩号 Y0+000.00 至桩号 Y0+523.59，排水沟全长 523.59m，

最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。

永仁团山铜矿尾矿库闭库工程右岸排水沟剖面图

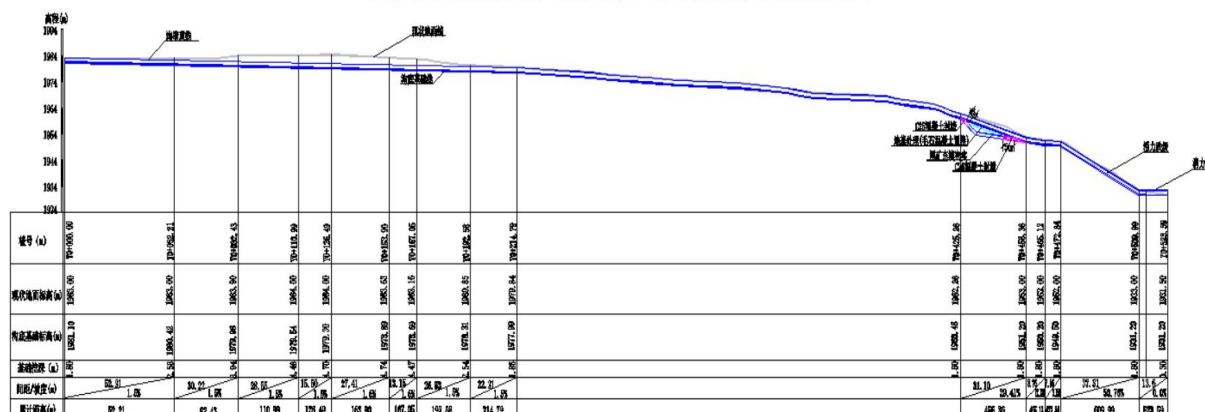
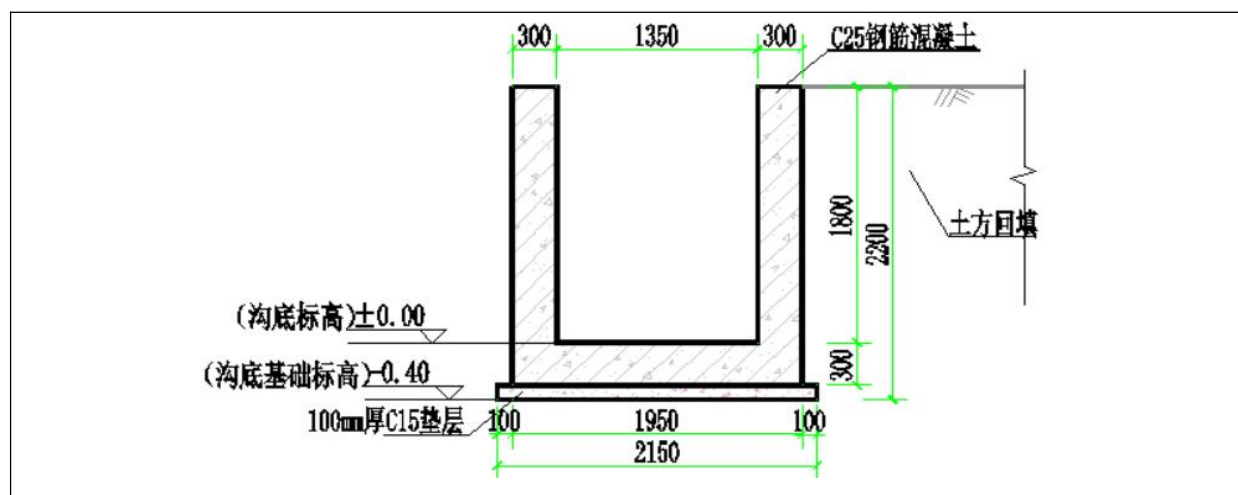


图 2-24 右岸排水沟竣工剖面图

桩号 Y0+000.00-Y0+214.79 段为钢筋混凝土结构,排水沟为矩形断面,净断面为 $1.35 \times 1.8\text{m}$,C15 垫层 10cm,C25 钢筋混凝土,最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。



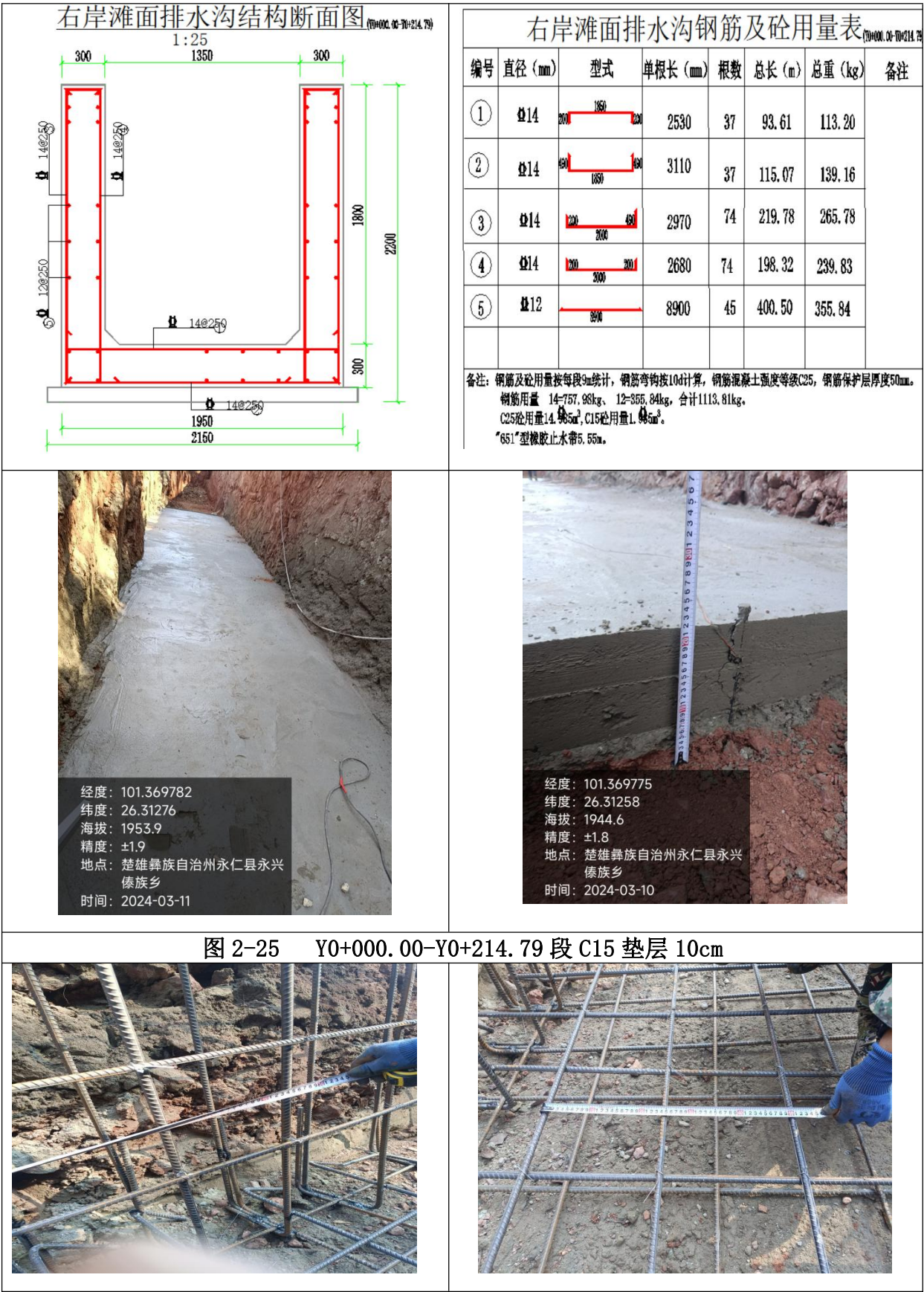


图 2-25 Y0+000.00-Y0+214.79 段 C15 垫层 10cm



图 2-26 Y0+000.00-Y0+214.79 段钢筋施工现场照片



图 2-27 Y0+000.00-Y0+214.79 段浇筑完成照片

2.6.4.4右岸坝肩排水沟

1、设计概况

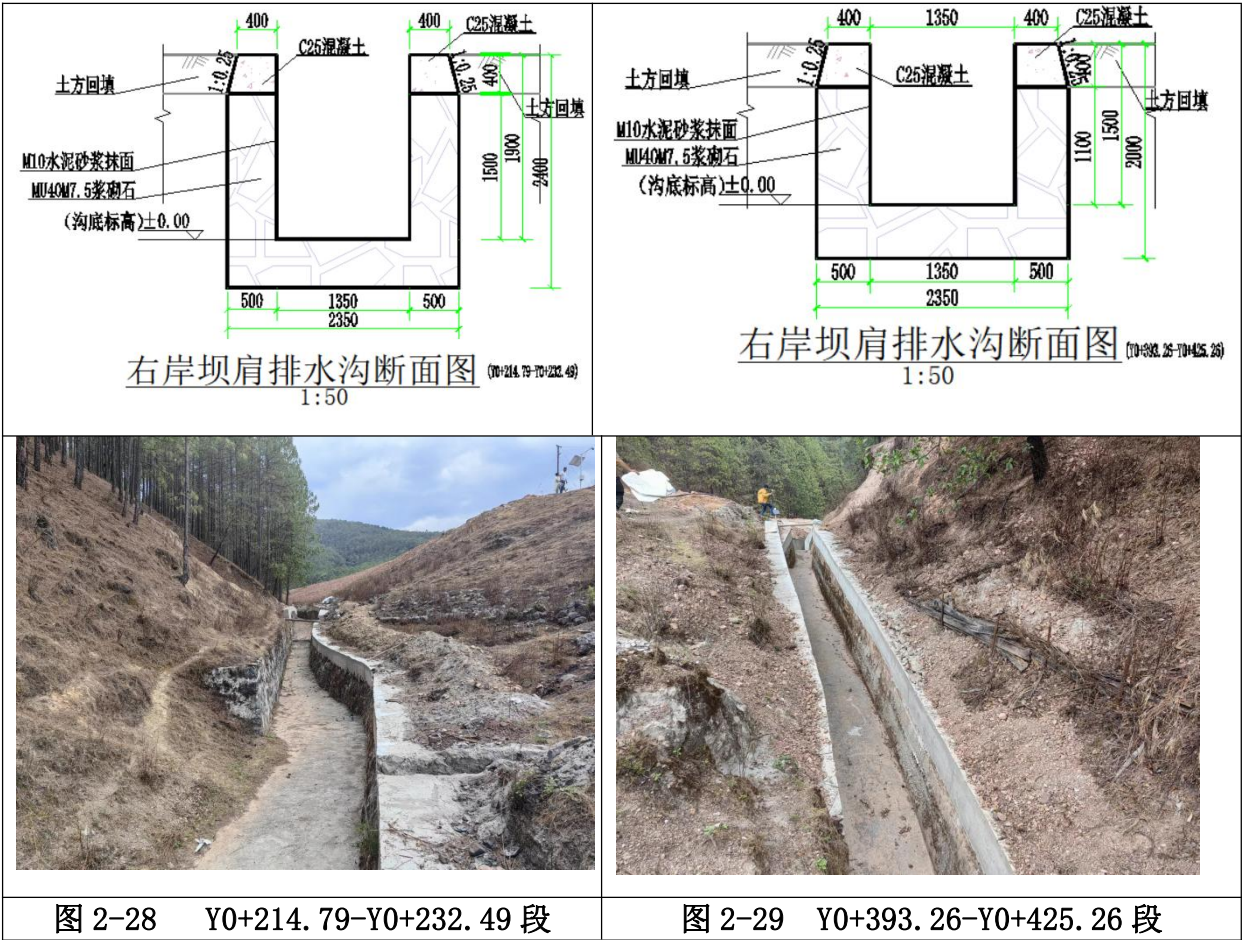
右岸坝肩排水沟上游段：现有的溢洪道加高，矩形断面，C25 混凝土加高，断面为 1.35×1.9m。排水暗涵段：不便于后期检修，对现有的暗涵进行封堵，新建排水明渠，矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，断面为 1.35×1.5m。右岸坝肩排水沟下游段：沿初期坝坝肩至初期坝下游，新建排水

明渠为矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，断面为 $1.35 \times 1.5\text{m}$ 。

2、建设情况

桩号 Y0+214.79-Y0+232.49 段为 C25 混凝土加高，断面为 $1.35 \times 1.9\text{m}$ 。C25 素混凝土结构，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。

桩号 Y0+393.26-Y0+425.26 段现有的暗涵进行封堵，新建排水明渠，矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，断面为 $1.35 \times 1.5\text{m}$ ，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。



右岸坝肩排水沟下游段桩号 Y0+425.26-Y0+513.57 段，C15 垫层 10cm，C25 钢筋混凝土，排水沟为矩形断面，净断面为 $1.35 \times 1.5\text{m}$ ，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。



图 2-31 Y0+425.26-Y0+513.57 段钢筋施工过程图



图 2-32 Y0+425.26-Y0+513.57 段竣工效果图

2.6.4.5坡面雨水沟

1、设计概况

坡面雨水沟为砖砌结构，矩形断面，断面尺寸为 $0.35 \times 0.35\text{m}$ ，排水底坡 $i > 5\%$ ，砂浆抹面，坡面雨水沟左高右低，右岸末端与右岸溢洪道连接。

2、建设情况

坡面雨水沟建设为混凝土结构，矩形断面，断面尺寸为 $0.35 \times 0.35\text{m}$ ，排水底坡 $i > 5\%$ ，坡面雨水沟左高右低，右岸末端与右岸溢洪道连接。



图 2-33 坡面雨水沟图

2.6.4.6 滩面雨水沟

1、设计概况

滩面覆土完成后，设置横纵向的雨水沟，将滩面雨水引入右岸溢洪道。滩面雨水沟采用矩形断面，C25 素混凝土结构，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。

2、建设情况

滩面覆土完成后，设置横纵向的雨水沟，将滩面雨水引入右岸溢洪道。滩面雨水沟采用矩形断面，C25 素混凝土结构，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times$

0.35m。



图 2-34 滩面雨水沟图

2.6.4.7平台雨水沟

1、设计概况

右岸副坝整形后，在 1980.00m 标高设置宽 3m 的平台，平台设置雨水沟，雨水沟末端与右岸溢洪道相连。左岸选厂旧址土方开采区设置的马道上设置雨水沟。雨水沟采用 C25 素混凝土结构，矩形断面，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。

2、建设情况

右岸副坝整形后，在 1980.00m 标高设置宽 3m 的平台，平台设置雨水沟，雨水沟末端与右岸溢洪道相连。雨水沟采用 C25 素混凝土结构，矩形断面，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。



图 2-35 滩面雨水沟

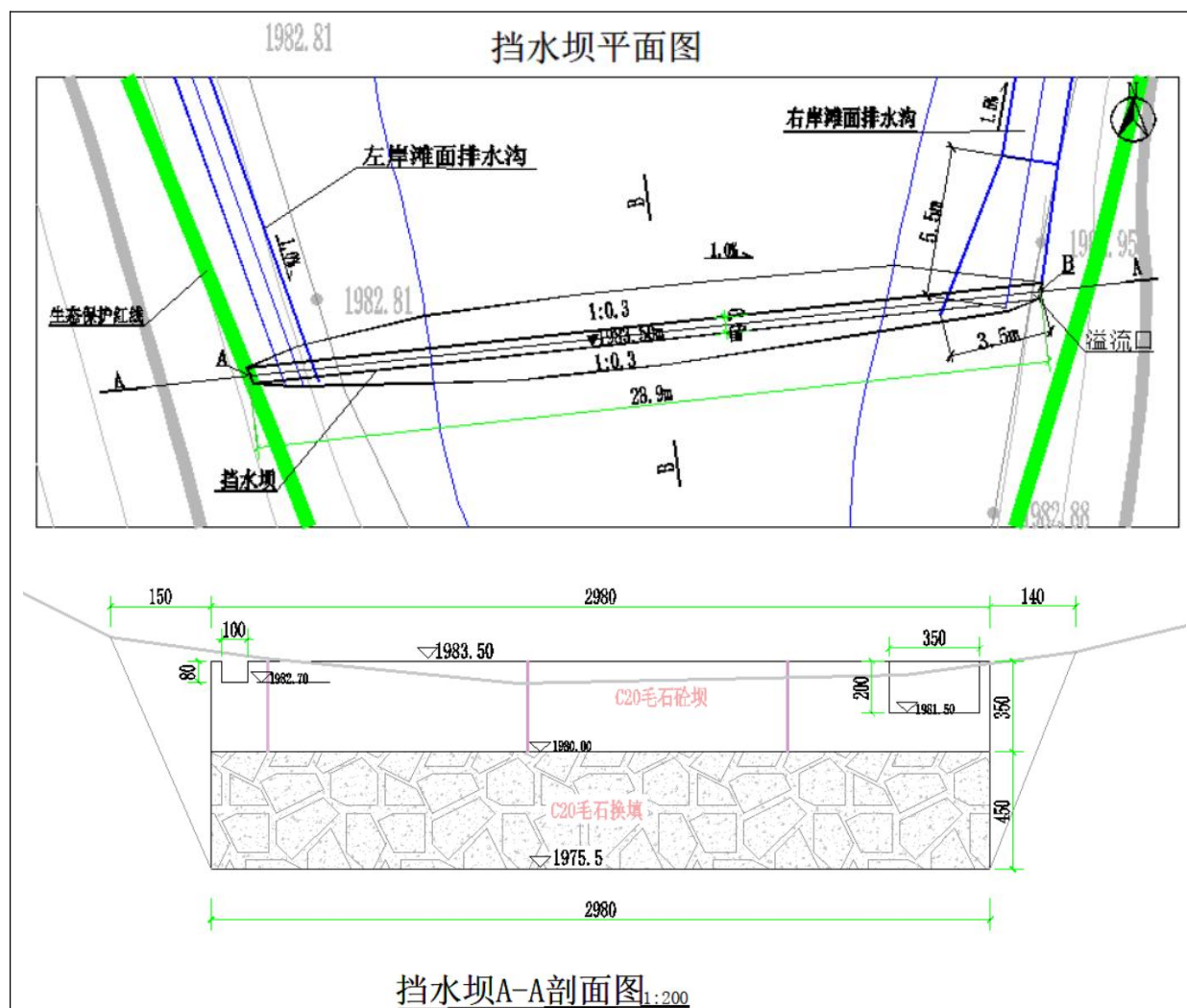
2.6.4.8挡水坝

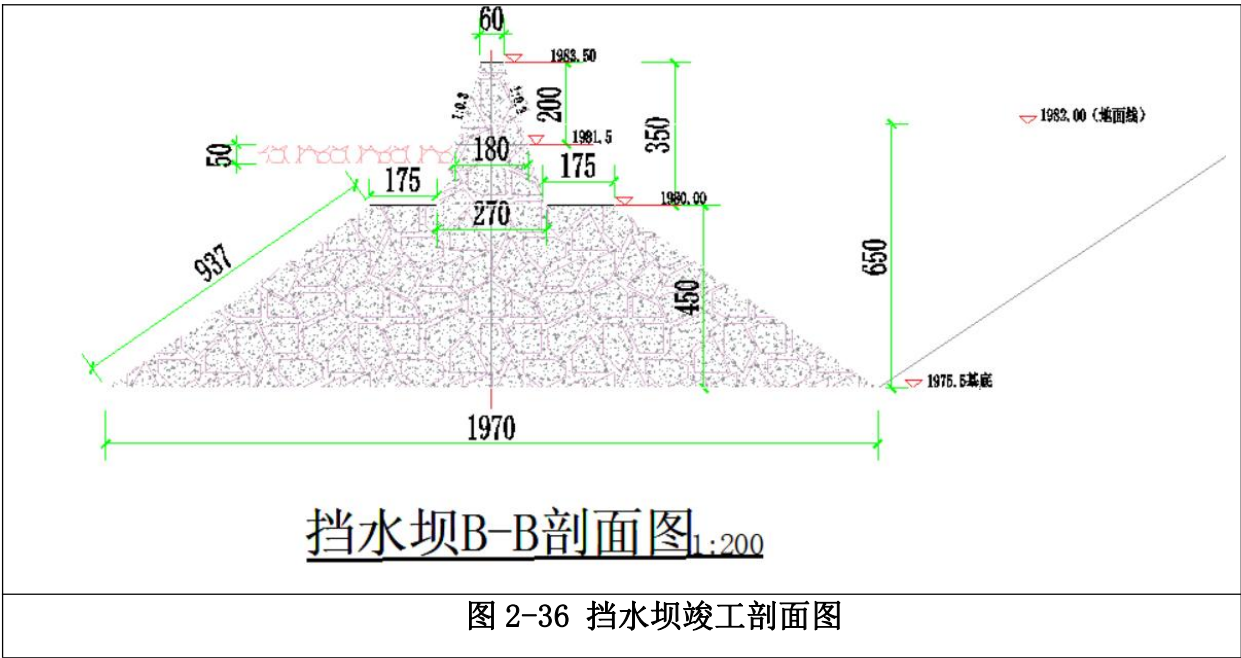
1、设计概况

挡水坝为毛石混凝土坝，坝高 3.5m，坝基处理按 3m 深考虑，坝顶宽 0.6m，上游外坡比 1:0.25，坝顶标高 1983.50m，下游外坡比 1:0.30。挡水坝坝顶与滩面平整覆土后平齐。

2、建设情况

挡水坝为毛石混凝土坝，坝高 3.5m，坝基处理按 3m 深，坝顶宽 0.6m，上游外坡比 1:0.25，坝顶标高 1983.50m，下游外坡比 1:0.30。挡水坝坝顶与滩面平整覆土后平齐。





2. 6. 5安全监测设施

1、设计概况

尾矿坝外坡在线位移监测点共 11 个：在 1984m 标高（第 19 级子坝坝顶）有位移监测设施 5 个，1974m 标高（第 13 级子坝坝顶中线）现有位移监测设施 1 个，1972m 标高（第 12 级子坝坝顶）现有位移监测设施 3 个，第 2 级子坝（1958m 标高）及初期坝坝顶中间各有位移监测 1 个。堆积坝外坡在线渗流监测孔 4 个，堆积坝外坡和滩面在线视频监控点 3 个。尾矿坝外坡、岸坡和挡水坝的人工位移监测点共 25 个。

2、建设情况

尾矿坝外坡在线位移监测点共 11 个为利旧工程，本次闭库工程中在尾矿坝外坡、岸坡和挡水坝的人工位移监测点共 25 个。分别在第 1 级子坝色好设置 2 个（设置 RGJC01、RGJC02），在第 2 级子坝 3 个（设置 RGJC03、RGJC04、RGJC05），在第 7 级子坝 3 个（设置 RGJC06，RGJC07、RGJC08），在第 15 级子坝 3 个（设置 RGJC09，RGJC010、RGJC011），在第 20 级子坝 3 个（设置 RGJC012，RGJC013、RGJC014），在副坝顶部设置了 4 个（设置 RGJC015，RGJC016、RGJC017、RGJC018），在挡水坝顶部设置了 3 个（设置 RGJC019，RGJC020、RGJC021），左岸边坡上设置了 4 个（编号为 RGJC022

（1992m 台阶）、RGJC023（1997m 台阶）、RGJC024（2002m 台阶）、RGJC025（2007m 台阶）），人工监测位移点详见《永仁团山铜矿尾矿库闭库工程监测设施平面图》。

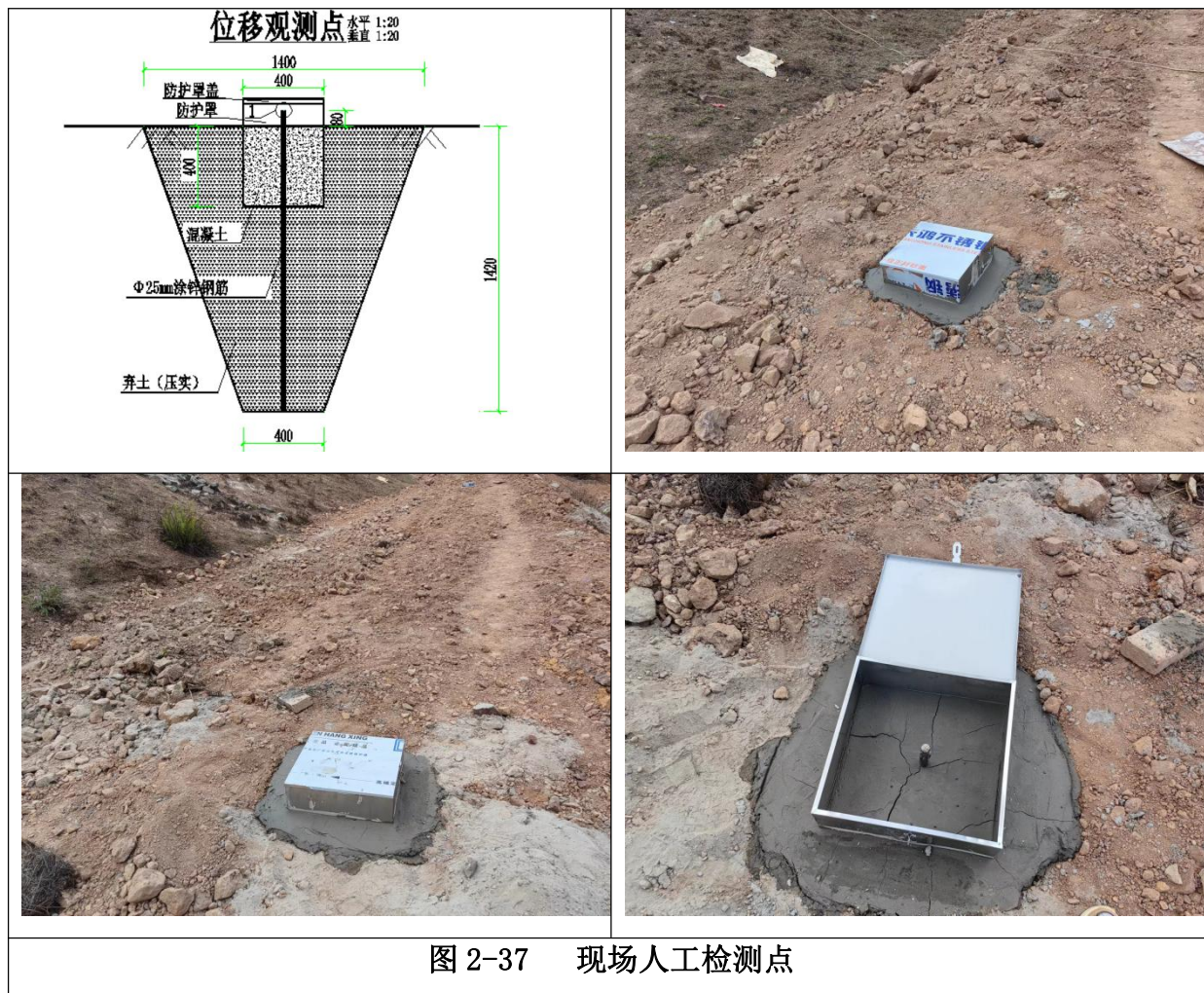


图 2-37 现场人工检测点

2.6.6 稳定性分析

2.6.6.1 尾矿坝坝体稳定性计算

1、尾矿库等别

经滩面平整后恢复后，尾矿库坝顶标高 1987.27m，总坝高 53.27m，全库容 122.36 万 m^3 ，根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），该库属四等库。

2、计算断面选择

根据尾矿库库形及地层情况，计算选取顺沟谷垂直于初期坝坝轴线河

沟最大断面为坝坡稳定分析的最不利 2-2` 断面，垂直于初期坝坝轴线左岸沟谷及边坡 4-4` 剖面 and 右岸溢洪道处 10-10` 剖面，只要上述三处断面满足稳定分析的安全要求，则整个坝体均满足安全要求，详见图 2-38。

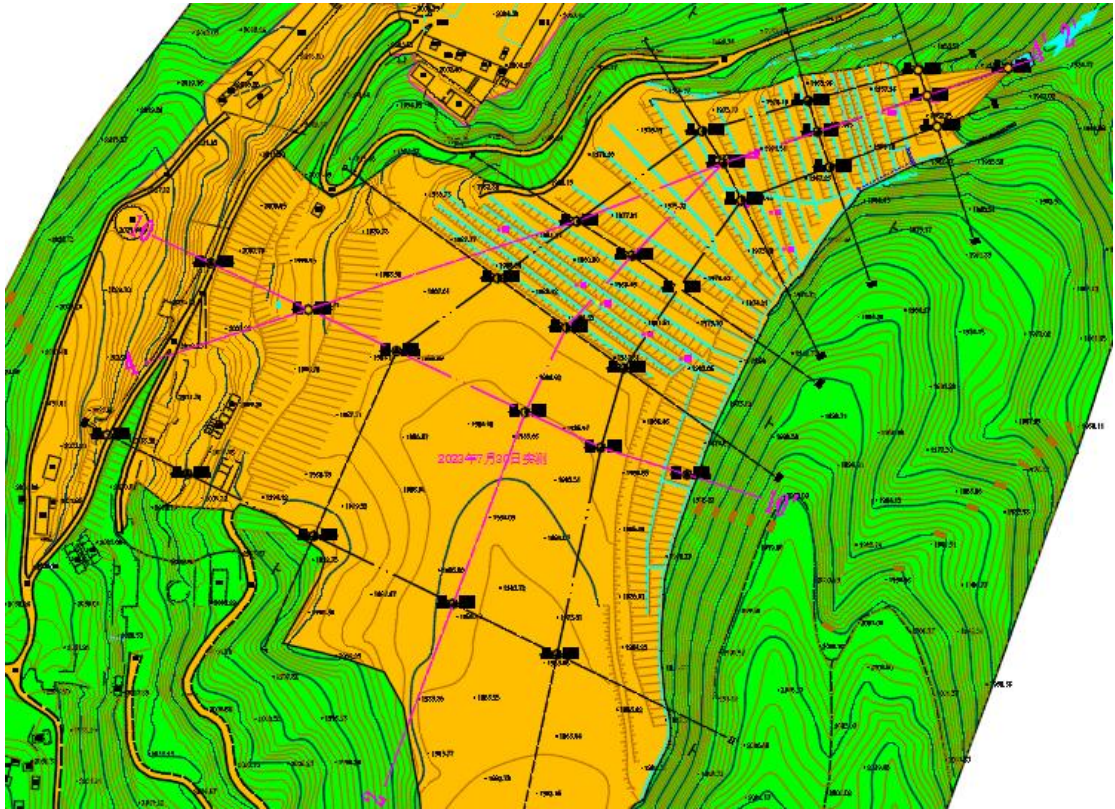


图 2-38 尾矿坝坝坡稳定分析剖面选取平面图

3、荷载组合及计算工况

根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）规定：尾矿库初期坝与堆积坝的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基的物理力学性质，考虑各种荷载组合，经计算确定。根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）规定和勘察提供各岩土体物理力学指标参数，综合考虑：强度计算方法采用有效应力法，荷载组合及计算工况见表 2-3。

表 2-3 尾矿坝稳定计算的荷载组合

运行条件	1	2	3	4	5
正常运行	有	有	有	—	—
洪水运行	—	有	有	有	—
特殊运行	有	有	有	—	有

荷载类别：1 系指运行期正常库水位时的稳定渗透压力；2 系指坝体自重；3 系指坝体及坝基中的孔隙水压力；4 系指设计洪水位时有可能形成的稳定渗透压力；5 系指地震荷载。

4、概化分区

尾矿库为已建工程运行多年。根据工勘地质剖面，尾矿坝概化为不同材料区域。根据所选取的计算剖面，结合勘察工程地质剖面资料，建立了尾矿坝坝坡稳定性分析的二维模型。详见图 2-39~图 2-44。

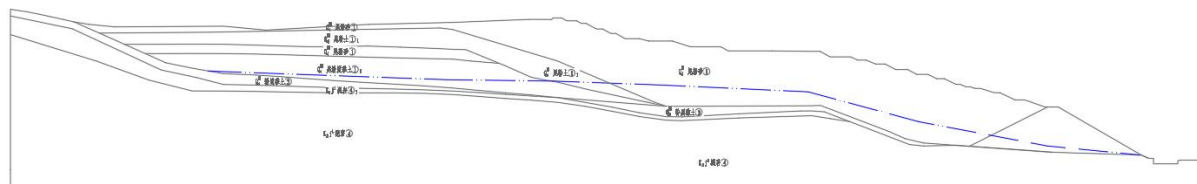


图 2-39 尾矿坝 2-2' 剖面现状概化分区图

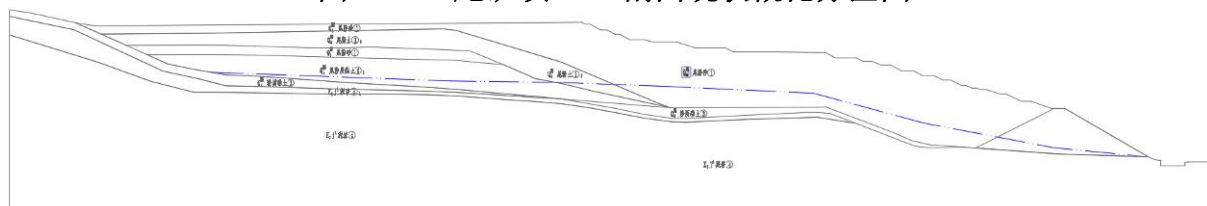


图 2-40 尾矿坝 2-2' 剖面滩面平整后概化分区图

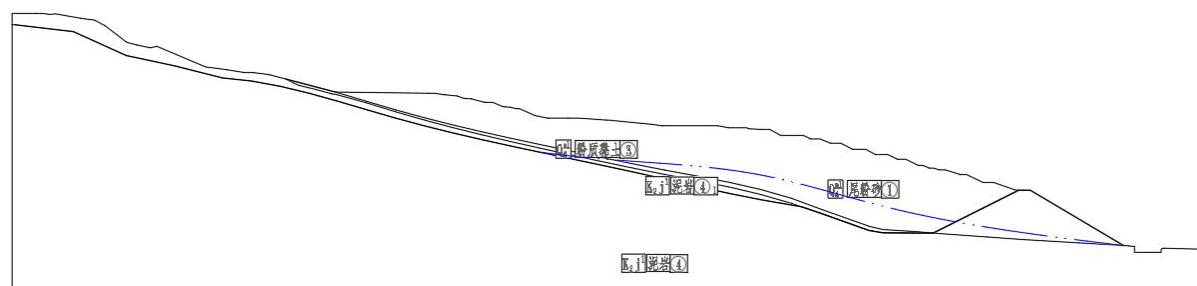


图 2-41 尾矿坝 4-4' 剖面现状概化分区图

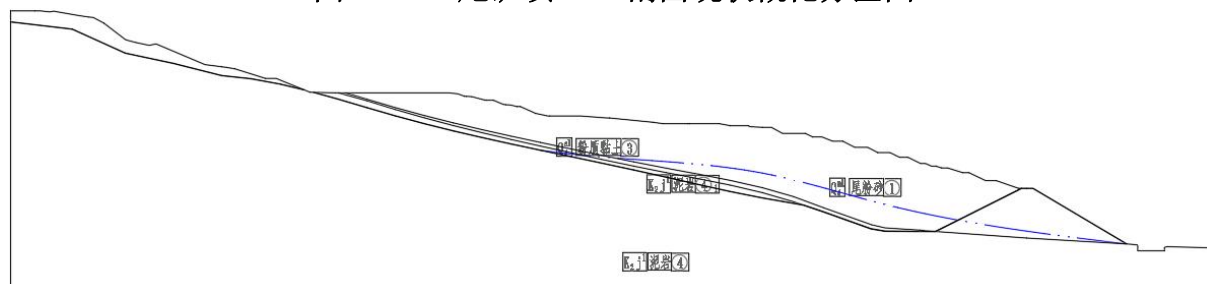


图 2-42 尾矿坝现状 4-4' 剖面滩面平整后概化分区图

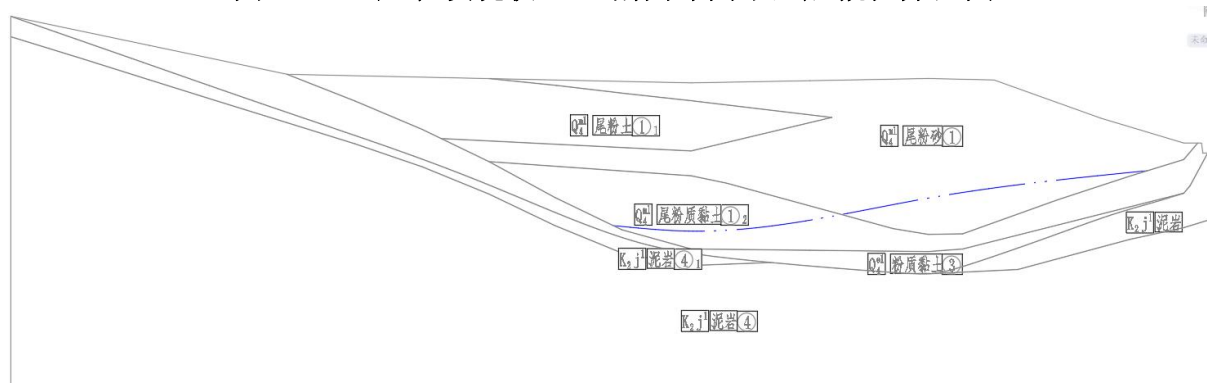


图 2-43 尾矿坝 10-10' 剖面现状概化分区图

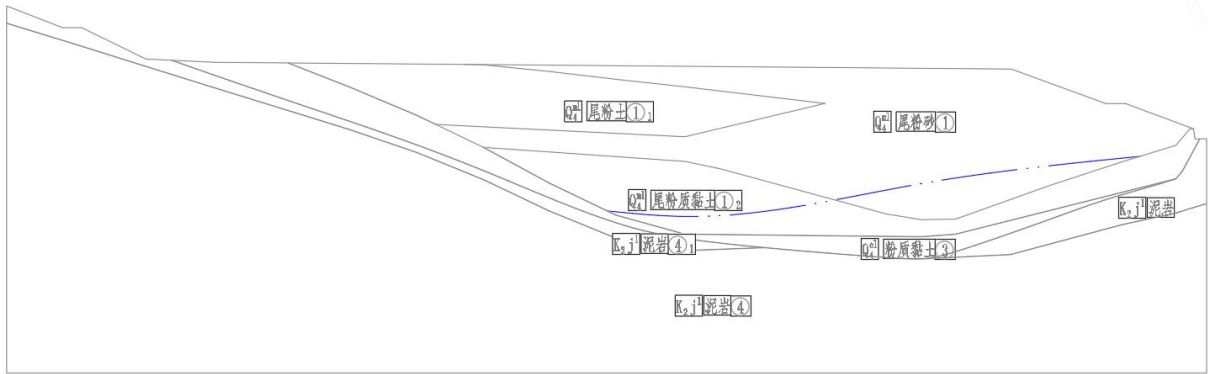


图 2-44 尾矿坝 10-10` 剖面滩面平整后概化分区图

5、计算参数的选定

按闭库工程岩土工程详细勘察查明的坝体不同部位选取物理力学指标，进行坝体稳定计算。稳定分析取值主要依据为《永仁团山尾矿库闭库工程岩土工程勘察报告（详勘阶段）》（贵州地矿基础工程有限公 2023 年 9 月），并根据周边类似项目工程经验适当进行折减。各岩土层物理力学指标设计取值见下表。见表 2-4。

表 2-4 各岩土层物理力学指标取值表

岩土名称及单元层代号		天然重度 γ (kN/m ³)	抗剪强度指标	
			粘聚力 c_k (kPa)	内摩擦角 ϕ_k (°)
①尾粉砂	水上	19.2	12	29.1
	水下	19.5	9.12	24.6
① ₁ 尾粉土	水上	19.1	10.8	15.6
	水下	/	/	/
① ₂ 尾粉质粘土	水上	17	22	7
	水下	17.7	20	6.5
②筑坝填土		22	7	28
③粉质粘土		19.3	32	12.5
④ ₁ 泥岩（强风化）		24	50	25
④泥岩（中风化）		26.6	120	35

6、计算软件和方法

尾矿库坝体稳定分析采用瑞典圆弧条分法和简化毕肖普法，采用南京水准科技有限公司的 Auto Bank7.7 水工计算软件。

1、瑞典圆弧法计算

$$K = \frac{\sum \{[(W \pm V) \cos \alpha - ub \sec \alpha - Q \sin \alpha] \tan \varphi_{cu} + c_{cu} b \sec \alpha\}}{\sum [(W' \pm V') \sin \alpha + M_c / R]}$$

式中：

W —— 条块重（kN）；

W_1 —— 在坝坡外水位以上的条块湿重（kN）；

W_2 —— 在坝坡外水位以下的条块浮重（kN）；

$Q、V$ —— 分别为水平和垂直地震惯性力（kN）（向上为负，向下为正）；

u —— 作用于土条底面的孔隙压力（kPa）

b —— 土条宽度（m）；

α —— 条块重力线与通过此条块底面重点的半径之间的夹角（度）；

$c_u、\phi_u$ —— 土条底面的强度指标（kPa）、（度），

M_C —— 水平地震惯性力对圆心的力矩（kN.m）；

R —— 圆弧半径（m）。

其中孔隙水压 u 算采用计算公式：

$$u = u_i - \gamma_w Z$$

式中：

u —— 作用于土条底面的孔隙压力（kPa）；

u_i —— 稳定渗流期的孔隙水压（kPa），

γ_w —— 水容重（kN/m³）；

Z —— 坝坡外水位高出条块底面中点的距离（m）。

根据考虑孔隙压力影响的方法不同，又分为有效应力法和总应力法两种。计算采用有效应力法。

2、简化毕肖普法计算

$$K = \frac{\sum [(W \pm V) \sec \alpha - ub \sec \alpha] [tg \phi' + c' b \sec \alpha] [1 / (1 + \tan \alpha \tan \phi' / K)]}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_C / R]}$$

$$W = W_1 + W_2$$

式中：

W —— 条块重（kN）；

W_1 —— 在坝坡外水位以上的条块湿重（kN）；

W_2 —— 在坝坡外水位以下的条块浮重（kN）；

V —— 垂直地震惯性力（kN）（向上为负，向下为正）；

u —— 作用于土条底面的孔隙压力（kPa），取0；

b —— 土条宽度（m）；

α —— 条块重力线与通过此条块底面重点的半径之间的夹角（度）；

c' 、 ϕ' —— 土条底面的强度指标（kPa）、（度）

M_C —— 水平地震惯性力对圆心的力矩（kN.m）；

R —— 圆弧半径（m）。

7、现状浸润线

该库尾矿为第Ⅰ类一般工业固体废物，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）Ⅰ类场对尾矿库进行闭库。闭库后，尾矿库周建立截洪沟，库区滩面覆400mm耕植土，撒播草种恢复植被，滩面建立横向排水沟。闭库后滩面不积水库区浸润线逐步降低，坝体现状浸润线最高；闭库工程施工在旱季完成，设计不考虑雨水下渗和洪水工况；正常工况采用工勘实测的浸润线。

根据闭库工程岩土工程详细勘察资料，工勘查明了坝体现状正常工况下的浸润线埋深及各岩土层的渗透系数。现状正常工况浸润线埋深见下图2-45~图2-47。

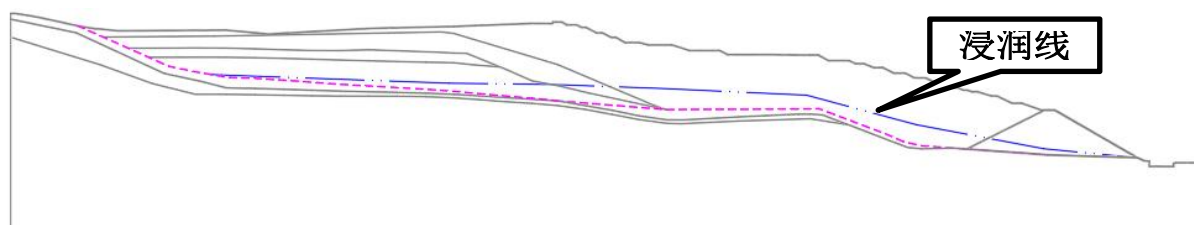


图 2-45 勘察查明 2-2' 剖面现状 1987.77m 正常工况浸润线埋深图

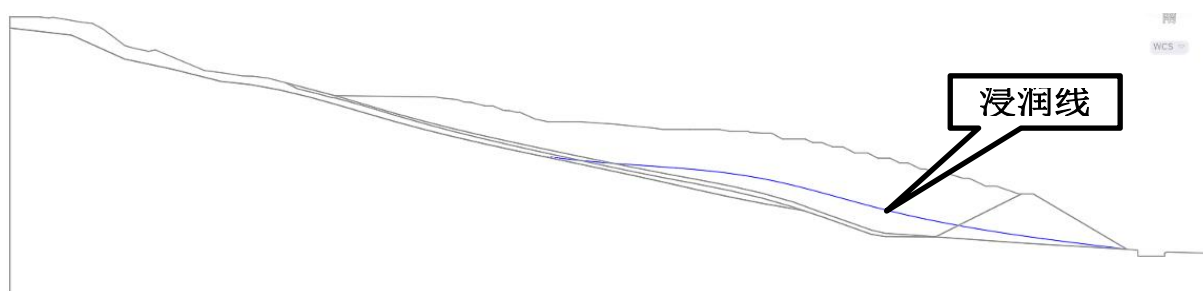


图 2-46 勘察查明 4-4` 剖面现状 1987.77m 正常工况浸润线埋深图

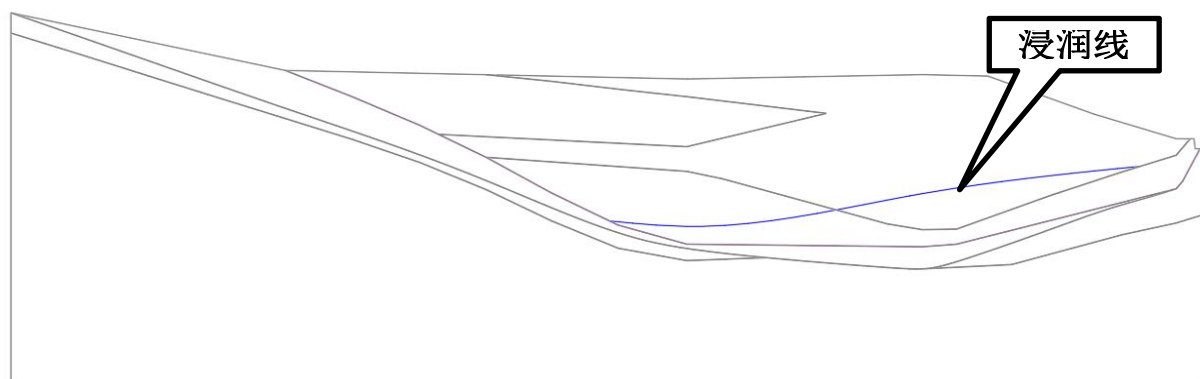


图 2-47 勘察查明 10-10` 剖面现状 1987.77m 正常工况浸润线埋深图

8、坝体稳定计算结果

尾矿库坝体稳定计算，洪水状态下干滩长度按照尾矿库不同等别，根据《尾矿设施设计规范》GB50863-2013 要求选取最小值。考虑正常工况和特殊工况下地震荷载对坝体稳定影响基础上，对尾矿库稳定性进行了计算分析。

根据《永仁团山尾矿库闭库工程岩土工程勘察报告（详勘阶段）》（贵州地矿基础工程有限公司 2023 年 8 月），永仁团山尾矿库位于楚雄彝族自治州永仁县永兴乡，抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，地震反应谱特征周期 0.45s，属第三组。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），II 类场地地震动峰值加速度为 0.15g，地震反应谱特征周期成为 0.45s。

闭库工程尾矿坝稳定计算的荷载，可根据不同运行条件下进行组合，分析采用有效应力法进行计算，坝坡计算安全系数不应小于《尾矿库安全规程》GB39496-2020 规定的最小安全系数。

1) 现状堆积坝 2-2` 剖面坝体稳定计算

现状堆积坝坝顶标高，尾矿库等别为四等，尾矿坝级别 4 级。 2-2` 剖面在正常工况和特殊工况下计算结果见图 2-48~4-50。

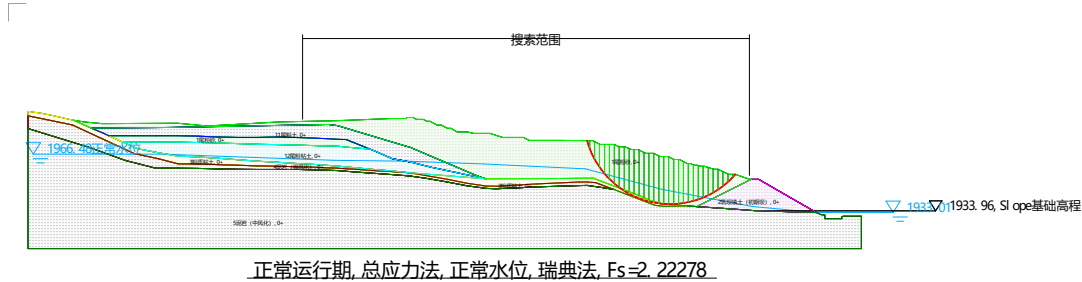


图 2-48 现状 2-2` 剖面正常工况瑞典圆弧法计算结果（2.222）

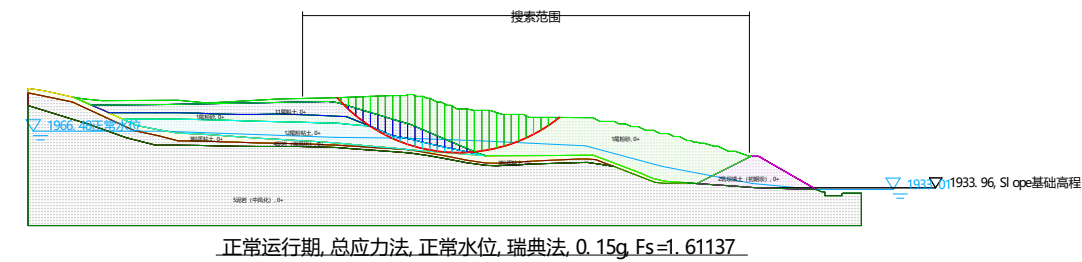


图 2-49 现状 2-2` 剖面特殊工况瑞典圆弧法计算结果（1.611）

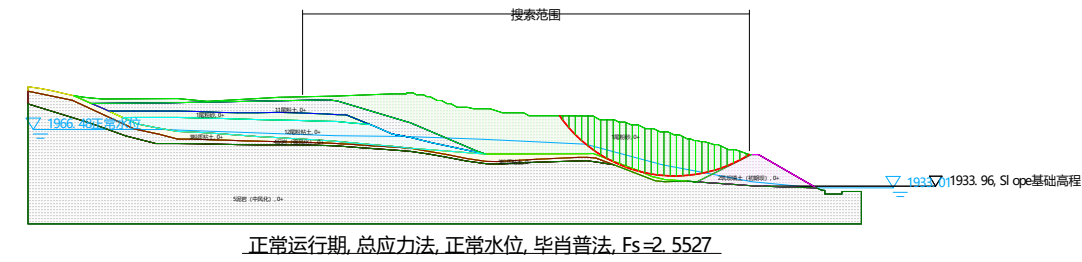


图 2-50 现状 2-2` 剖面正常工况简化 Bishop 稳定计算结果（2.552）

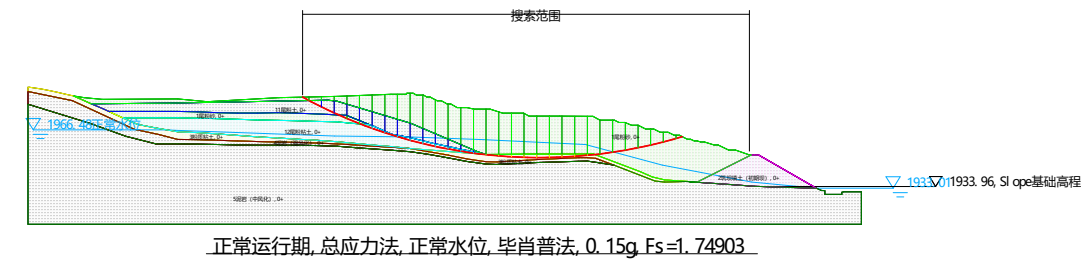


图 4-14 现状 2-2` 剖面特殊工况简化 Bishop 稳定计算结果（1.749）

表 2-5 现状 2-2` 剖面不同工况下稳定性计算结果

主坝断面	计算方法	运行条件	安全系数 F_s		滑弧特征值			备注
			规范值	计算值	半径 R	圆心 X_0	圆心 Y_0	
现状 2-2` 剖面	瑞典圆弧条分法	正常运行	1.15	2.222	49.388	11.108	4.997	
		特殊运行	1.05	1.611	92.854	11.275	6.997	
	简化毕肖普法	正常运行	1.25	2.552	80.581	16.695	6.540	
		特殊运行	1.10	1.749	284.804	21.807	12.468	

2) 现状堆积坝 4-4`剖面坝体稳定计算

现状堆积坝坝顶标高 1987.77m，尾矿库等别为四等，尾矿坝级别 4 级。

4-4`剖面在正常工况和特殊工况下计算结果见图 2-51~2-53。

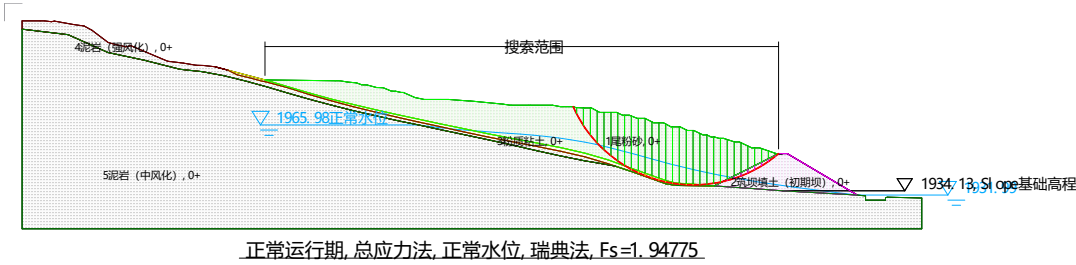


图 2-51 现状 4-4`剖面正常工况瑞典圆弧法计算结果 (1.947)

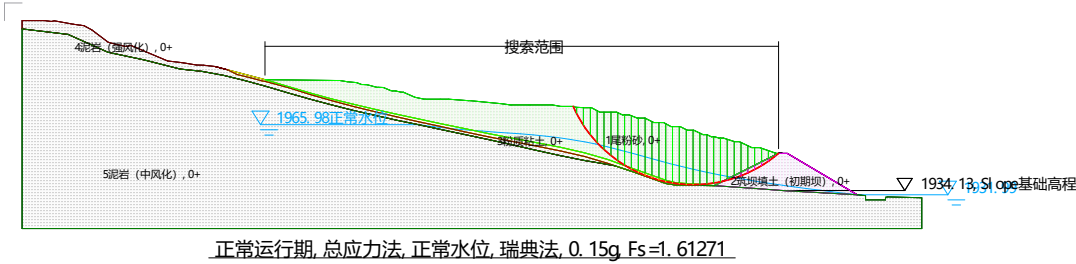


图 2-52 现状 4-4`剖面特殊工况瑞典圆弧法计算结果 (1.612)

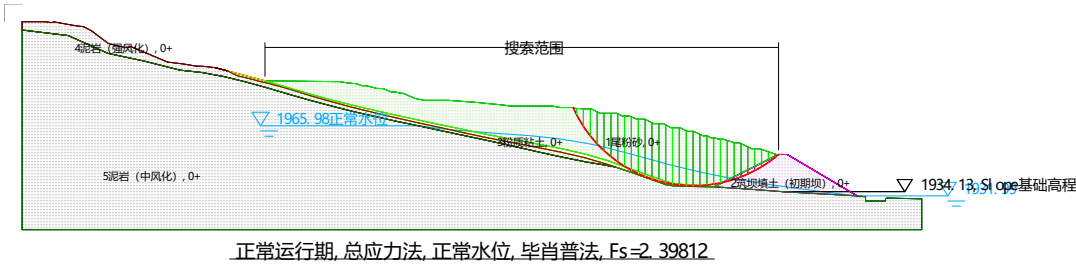


图 2-53 现状 4-4`剖面正常工况简化 Bishop 稳定计算结果 (2.398)

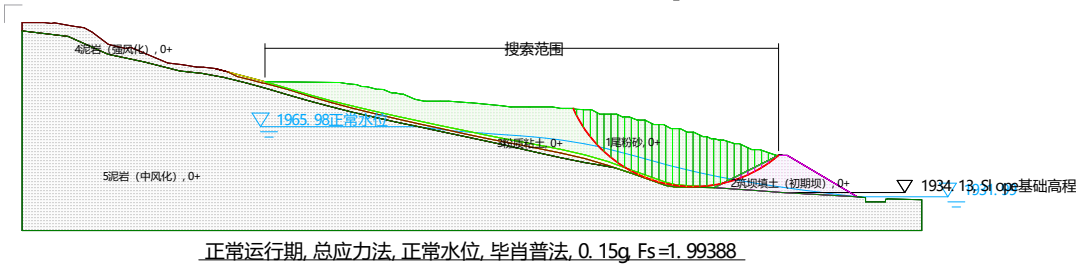


图 2-54 现状 4-4`剖面稳定计算结果 (1.993)

表 2-6 现状 4-4`剖面不同工况下稳定性计算结果

主坝断面	计算方法	运行条件	安全系数 F_s		滑弧特征值			备注
			规范值	计算值	半径 R	圆心 X_0	圆心 Y_0	
现状 4-4`剖面	瑞典圆弧法	正常运行	1.15	1.947	63.972	12.383	6.357	
		特殊运行	1.05	1.612	63.972	12.098	7.502	
	简化毕肖普法	正常运行	1.25	2.389	63.972	15.246	6.357	
		特殊运行	1.10	1.993	63.972	14.958	7.502	

3) 现状堆积坝 10-10`剖面坝体稳定计算

现状堆积坝坝顶标高 1987.77m，尾矿库等别为四等，尾矿坝级别 4 级。

4-4`剖面在不同工况下计算结果见图 2-54~2-57。

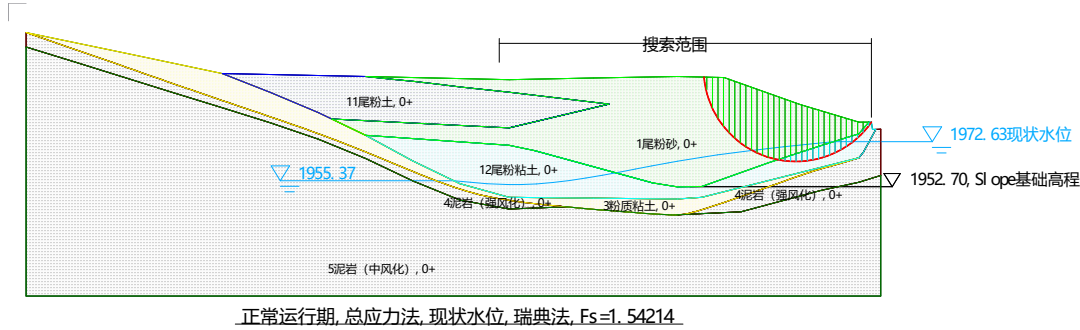


图 2-54 现状 10-10`剖面正常工况瑞典圆弧法计算结果 (1.542)

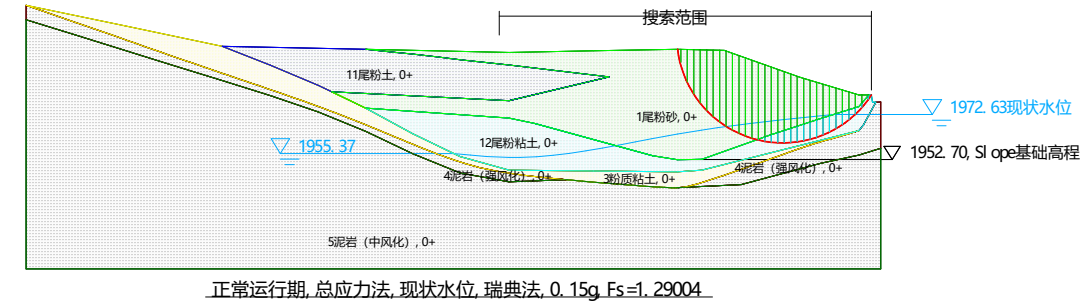


图 2-55 现状 10-10`剖面特殊工况瑞典圆弧法计算结果 (1.290)

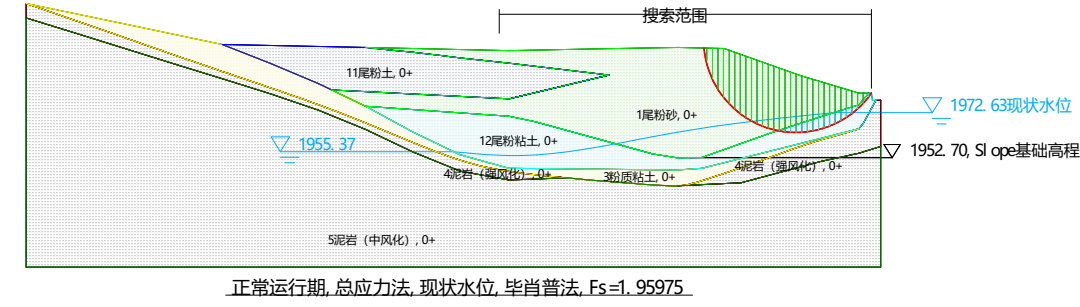


图 2-56 现状 10-10`剖面正常工况简化 Bishop 稳定计算结果 (1.959)

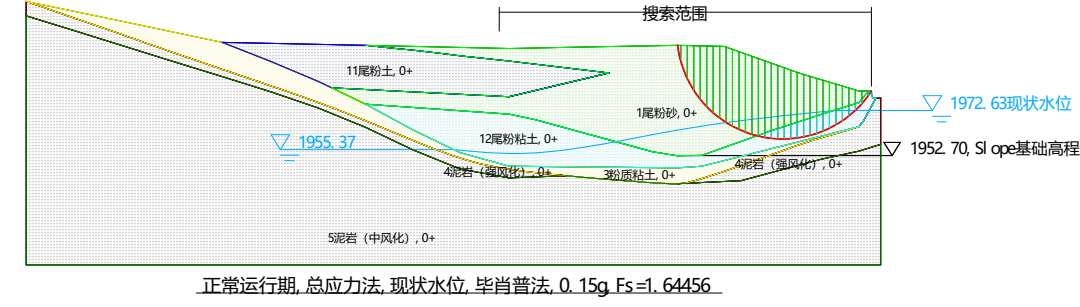


图 2-57 现状 10-10`剖面特殊工况简化 Bishop 稳定计算结果 (1.644)

表 2-7 现状 10-10`剖面不同工况下稳定性计算结果

主坝	计算	运行	安全系数 F_s	滑弧特征值	备
----	----	----	------------	-------	---

			规范值	计算值	半径 R	圆心 X ₀	圆心 Y ₀	
现状 10-10` 剖面	瑞典圆 弧条分法	正常运行	1.15	1.542	40.981	8.373	5.430	
		特殊运行	1.05	1.290	47.074	10.064	7.792	
	简化毕 肖普法	正常运行	1.25	1.959	40.981	10.643	5.430	
		特殊运行	1.10	1.644	47.074	12.816	7.792	

4) 滩面平整后堆积坝 2-2` 剖面坝体稳定计算

滩面平整后堆积坝坝顶标高 1987.27m，尾矿库等别为四等，尾矿坝级别 4 级。 2-2` 剖面在正常工况和特殊工况下计算结果见图 2-58~61。

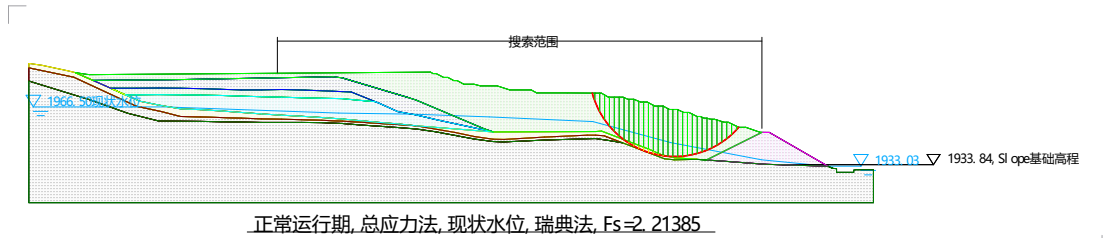


图 2-58 滩面平整后 2-2` 剖面正常工况瑞典圆弧法计算结果 (2.213)

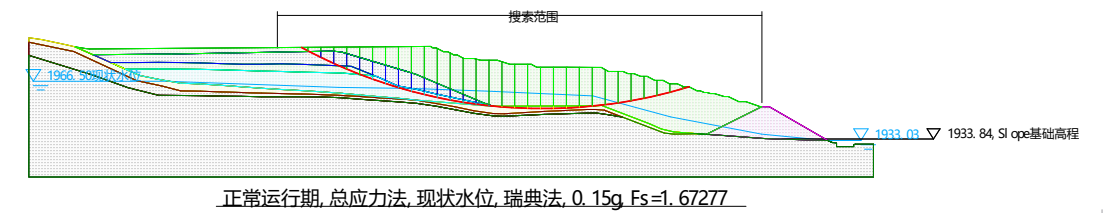


图 2-59 滩面平整后 2-2` 剖面特殊工况瑞典圆弧法计算结果 (1.672)

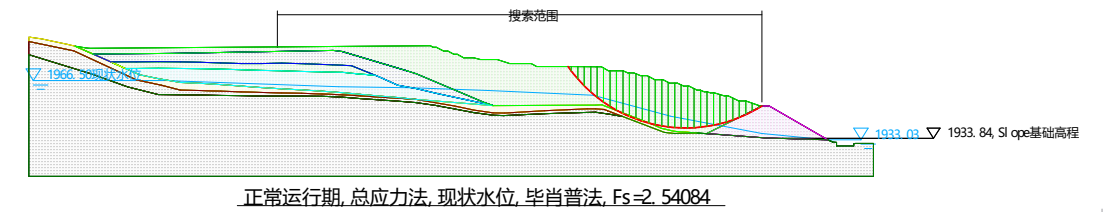


图 2-60 滩面平整后 2-2` 剖面正常工况简化 Bishop 稳定计算结果 (2.540)

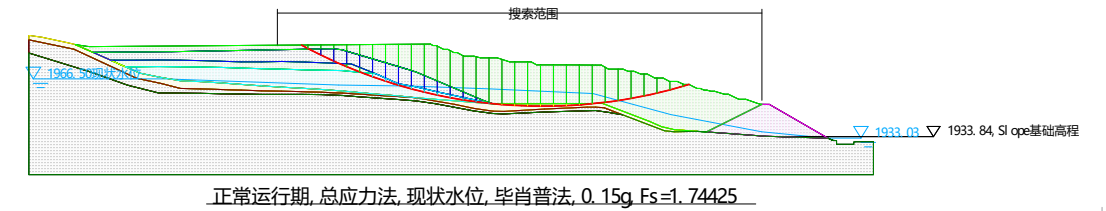


图 2-61 滩面平整后 2-2` 剖面特殊工况简化 Bishop 稳定计算结果 (1.744)

表 2-8 滩面平整后 2-2` 剖面不同工况下稳定性计算结果

主坝 断面	计算 方法	运行 条件	安全系数 F _s		滑弧特征值			备 注
			规范值	计算值	半径 R	圆心 X ₀	圆心 Y ₀	
滩面平 整后 2-2` 剖 面	瑞典圆 弧条分法	正常运行	1.15	2.213	48.2685	10.667	4.818	
		特殊运行	1.05	1.672	286.814	20.253	12.107	
	简化毕 肖普法	正常运行	1.25	2.540	81.1939	16.790	6.608	
		特殊运行	1.10	1.744	286.814	21.119	12.107	

5) 滩面平整后堆积坝坝顶标高 1987.27m 4-4`剖面坝体稳定计算

滩面平整后堆积坝坝顶标高 1987.27m，尾矿库等别为四等，尾矿坝级别 4 级。4-4`剖面在正常工况和特殊工况下计算结果见图 2-62~2-65。

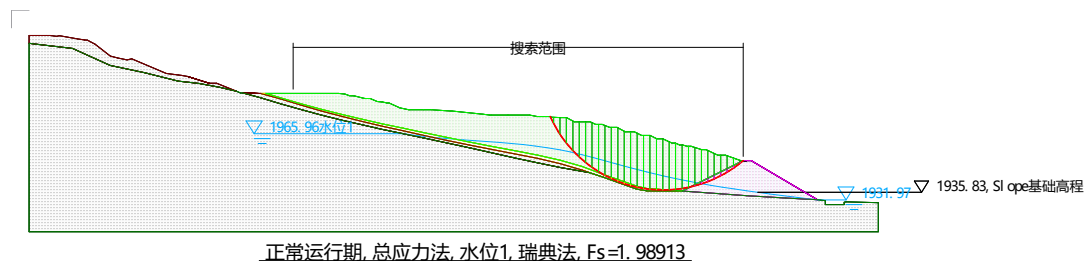


图 2-62 滩面平整后 4-4`剖面正常工况瑞典圆弧法计算结果 (1.989)

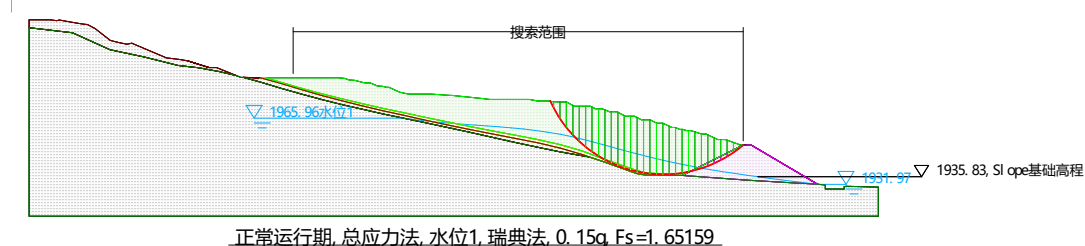


图 2-63 滩面平整后 4-4`剖面特殊工况瑞典圆弧法计算结果 (1.651)

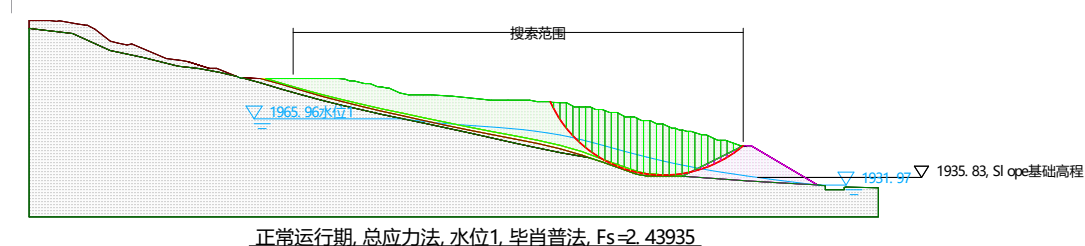


图 2-64 滩面平整后 4-4`剖面正常工况简化 Bishop 稳定计算结果 (2.439)

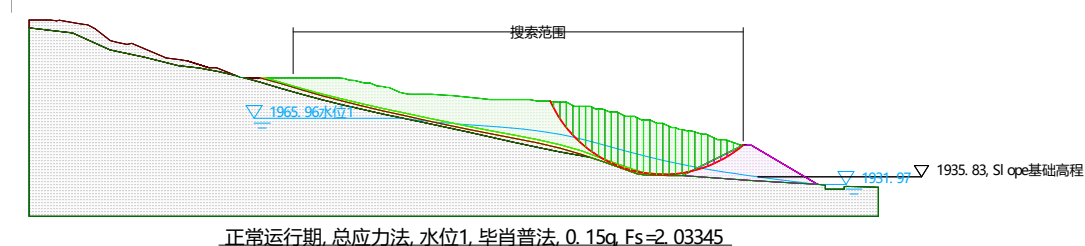


图 2-65 滩面平整后 4-4`剖面特殊工况简化 Bishop 稳定计算结果 (2.033)

表 2-9 滩面平整后 4-4`剖面不同工况下稳定性计算结果

主坝断面	计算方法	运行条件	安全系数 F_s		滑弧特征值			备注
			规范值	计算值	半径 R	圆心 X_0	圆心 Y_0	
滩面平整后 4-4`剖面	瑞典圆弧条分法	正常运行	1.15	1.989	63.644	12.521	6.295	
		特殊运行	1.05	1.651	63.644	12.239	7.410	
	简化毕肖普法	正常运行	1.25	2.439	63.6442	15.356	6.295	
		特殊运行	1.10	2.033	63.6442	15.068	7.410	

6) 滩面平整后堆积坝坝顶标高 1987.27m 10-10`剖面坝体稳定计算

滩面平整后 10-10`剖面堆积坝坝顶标高 1987.27m,尾矿库等别为四等,尾矿坝级别 4 级。10-10`剖面在不同工况下计算结果见图 2-66~69。

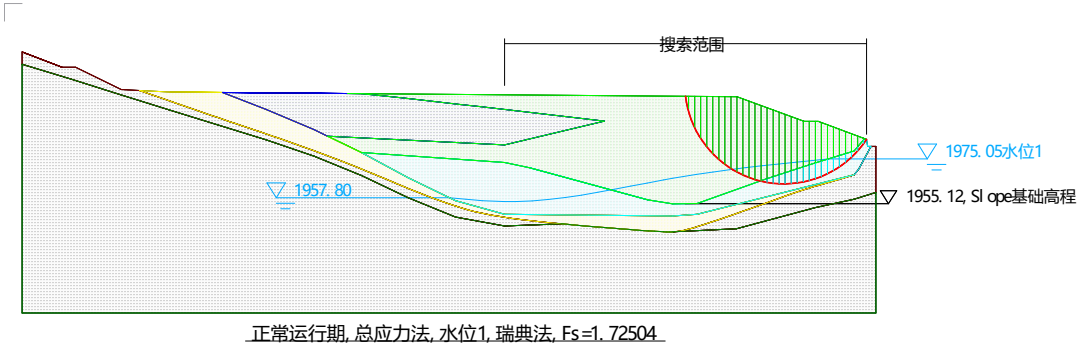


图 2-66 滩面平整后 10-10`剖面正常工况瑞典圆弧法计算结果（1.725）

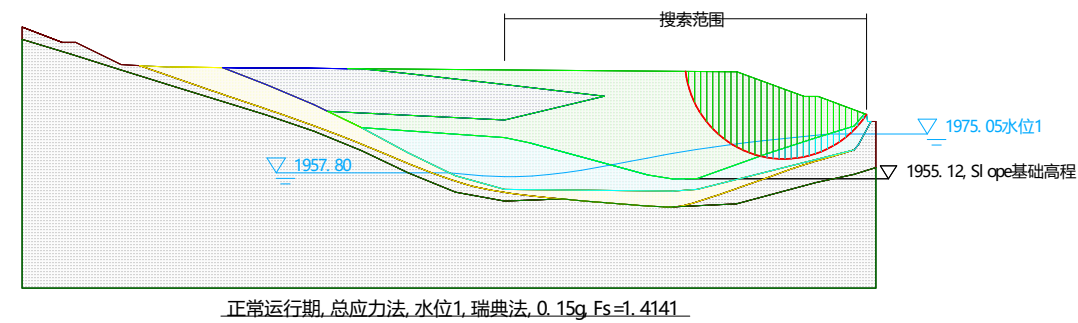


图 2-67 滩面平整后 10-10`剖面特殊工况瑞典圆弧法计算结果（1.414）

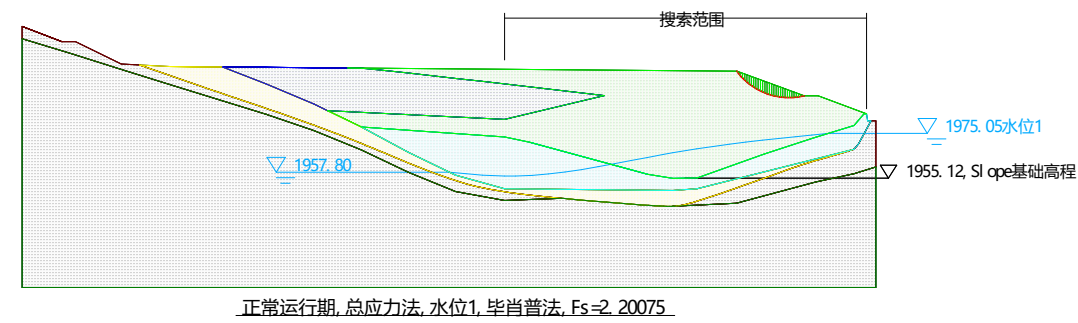


图 2-68 滩面平整后 10-10`剖面正常工况简化 Bishop 稳定计算结果（2.200）

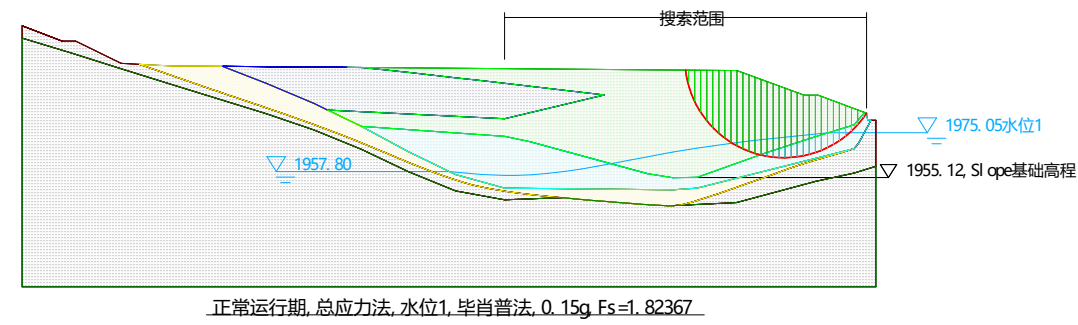


图 2-69 滩面平整后 10-10`剖面特殊工况简化 Bishop 稳定计算结果（1.823）

表 2-10 滩面平整后 10-10`剖面不同工况下稳定性计算结果

主坝	计算	运行	安全系数 F_s	滑弧特征值	备
----	----	----	------------	-------	---

			规范值	计算值	半径 R	圆心 X_0	圆心 Y_0	
滩面平整后 10-10`剖面	瑞典圆弧条分法	正常运行	1.15	1.725	44.012	9.646	5.591	
		特殊运行	1.05	1.414	44.012	9.260	6.542	
	简化毕肖普法	正常运行	1.25	2.200	28.944	1.346	0.611	
		特殊运行	1.10	1.823	44.012	11.933	6.542	

运用 Auto Bank7.7 软件计算坝体稳定性，计算结果。由此可知，尾矿坝在实施闭库工程后，在中各种工况下的安全系数满足《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的要求。

2.6.6.2左岸坡边坡稳定性计算

1、计算方法

参照《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014），稳定计算分析采用瑞典圆弧条分法和简化毕肖普法，采用南京水准科技有限公司的 Auto Bank7.7 水工计算软件。

2、安全系数规范值

参照《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014），按照等级为III级确定边坡各运行工况边坡稳定最小安全系数见表 2-11。

表 2-12 左岸坡边坡抗滑稳定的安全系数规范值

序 号	运 用 情 况	安 全 系 数
1	荷载组合 I（自重+地下水）	1.15
2	荷载组合 II（自重+地下水+地震力）	1.10

3、左岸坡边坡概化分区

根据工勘地质剖面，岸坡取土整形边坡概化为不同材料区域。根据所选取的计算剖面，结合勘察工程地质剖面资料，建立了边坡稳定性分析的二维模型。详见图 2-70-2-71。

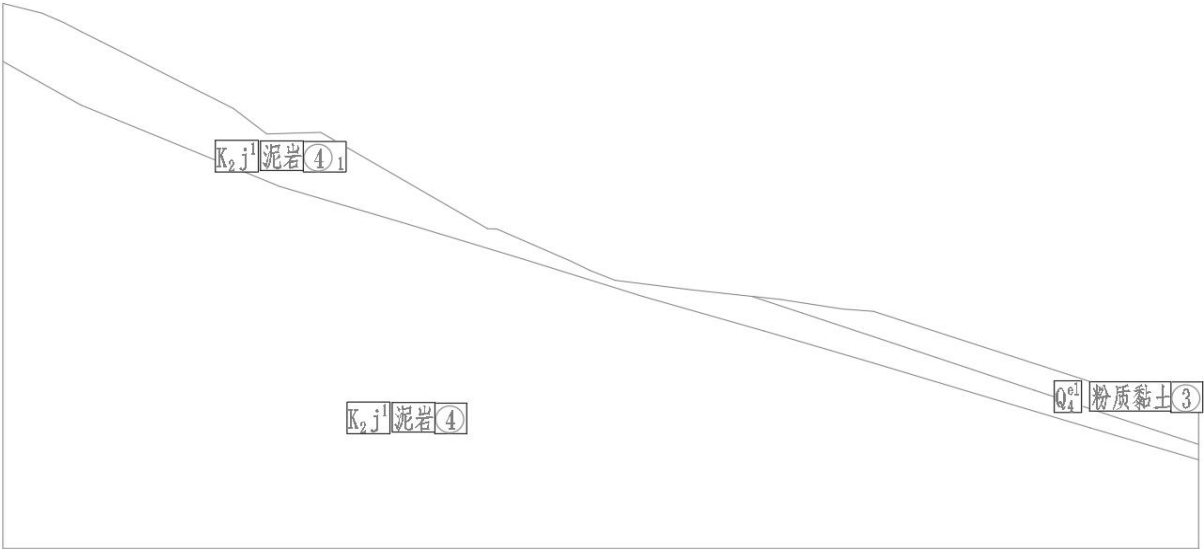


图 2-70 取土整形 10-10` 剖面现状概化分区图

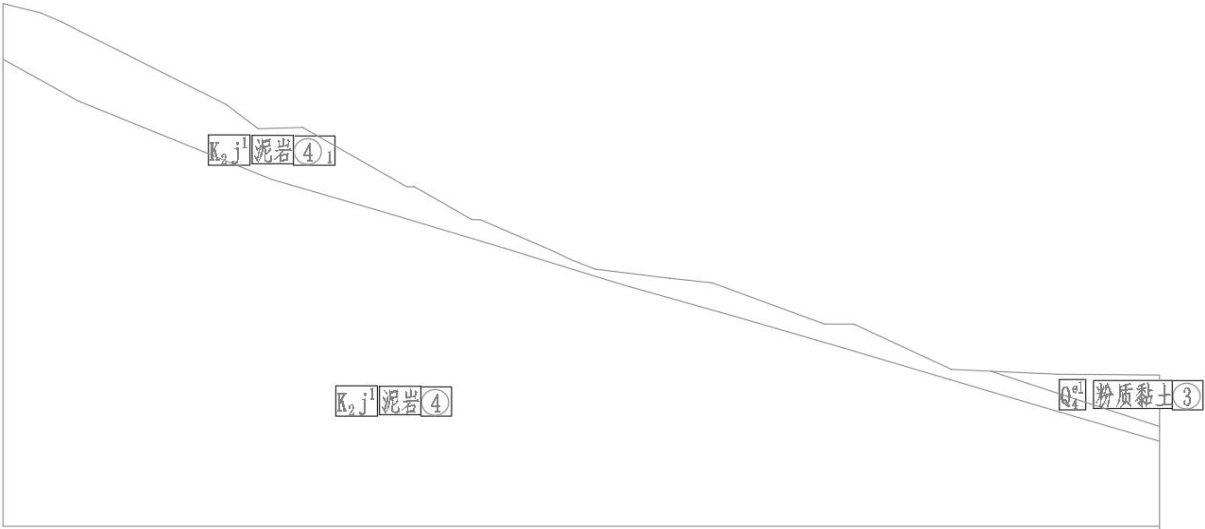


图 2-71 取土整形 10-10` 剖面取土后概化分区图

4、左岸坡 10-10` 剖面现状边坡稳定计算

现状取土整形 10-10` 剖面，边坡级别Ⅲ级。10-10` 剖面在不同工况下计算结果见图 2-72 至图 2-75。

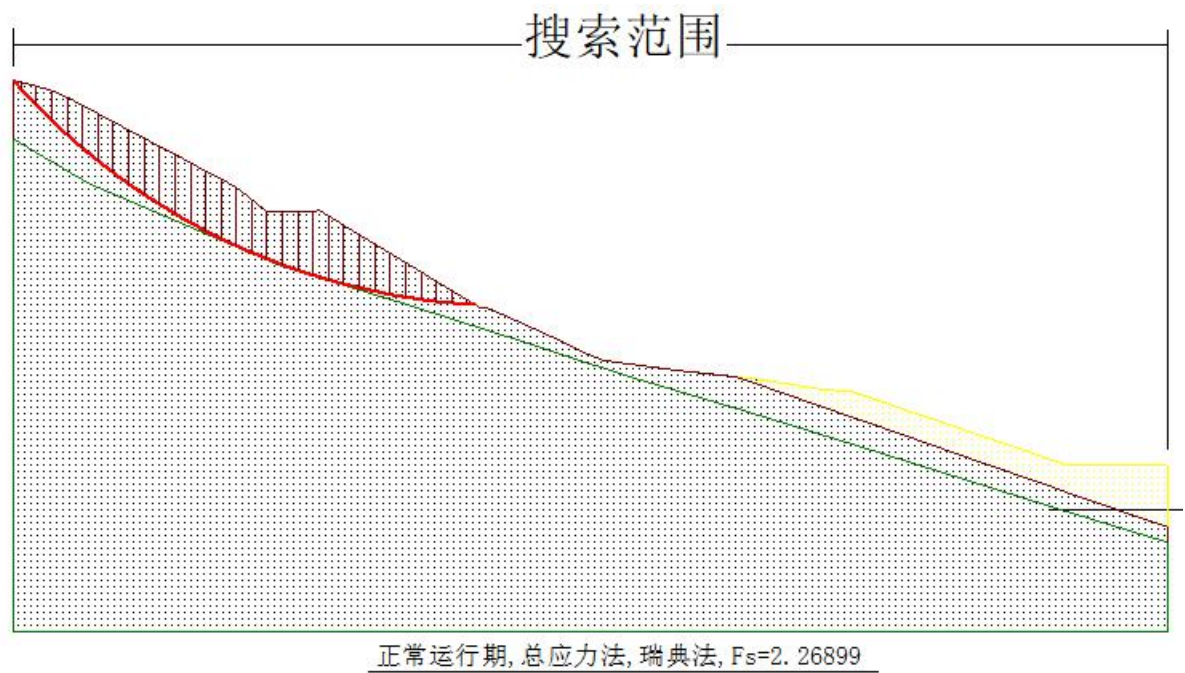


图 2-72 左岸坡 10-10° 剖面现状荷载组合 I 瑞典圆弧法计算结果 (2.268)

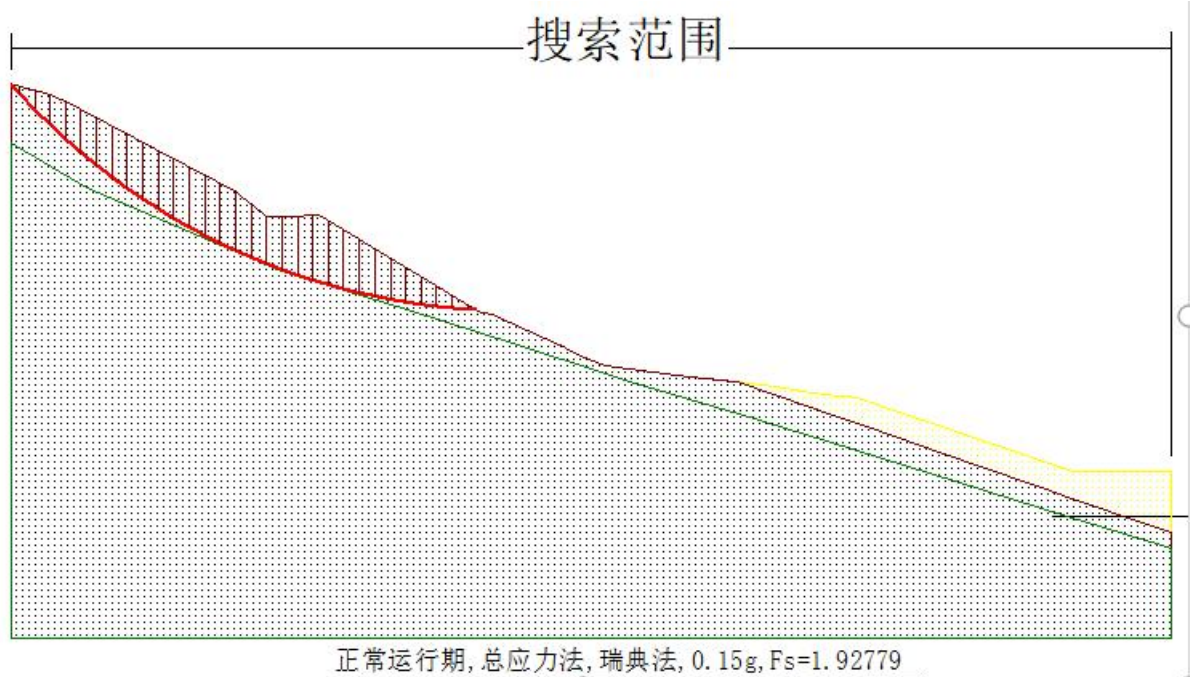


图 2-73 左岸坡 10-10° 剖面现状荷载组合 II 瑞典圆弧法计算结果 (1.927)

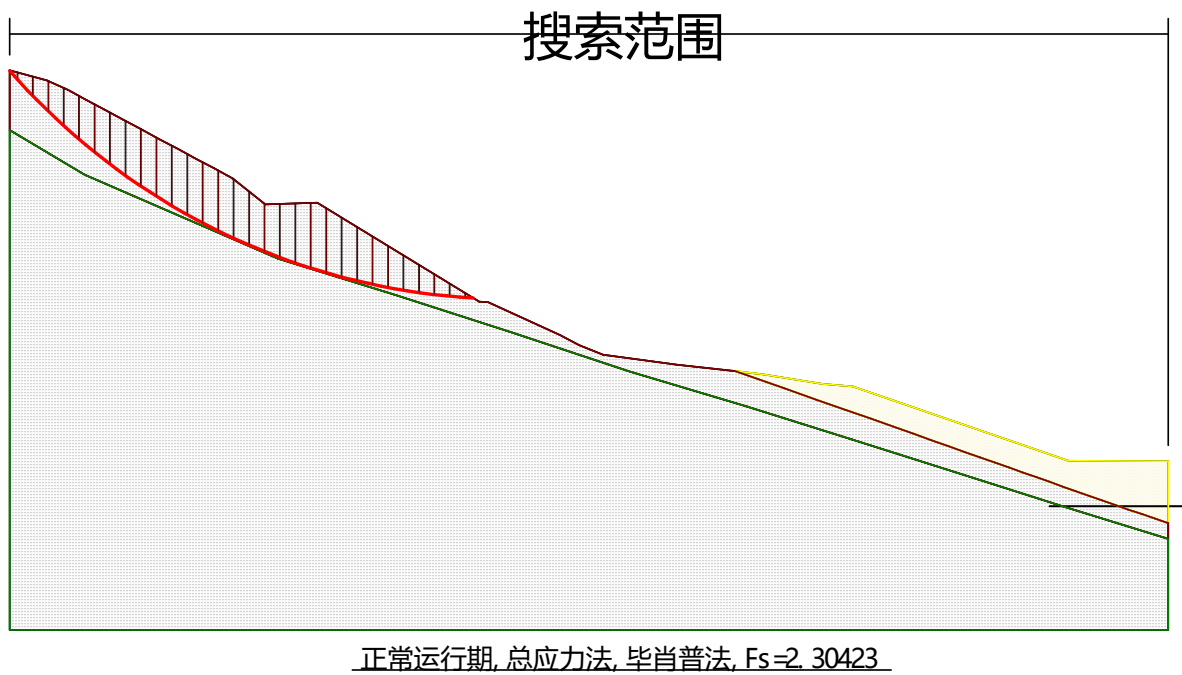


图 2-74 左岸坡 10-10' 剖面现状荷载组合 I 简化 Bishop 稳定计算结果 (2.304)

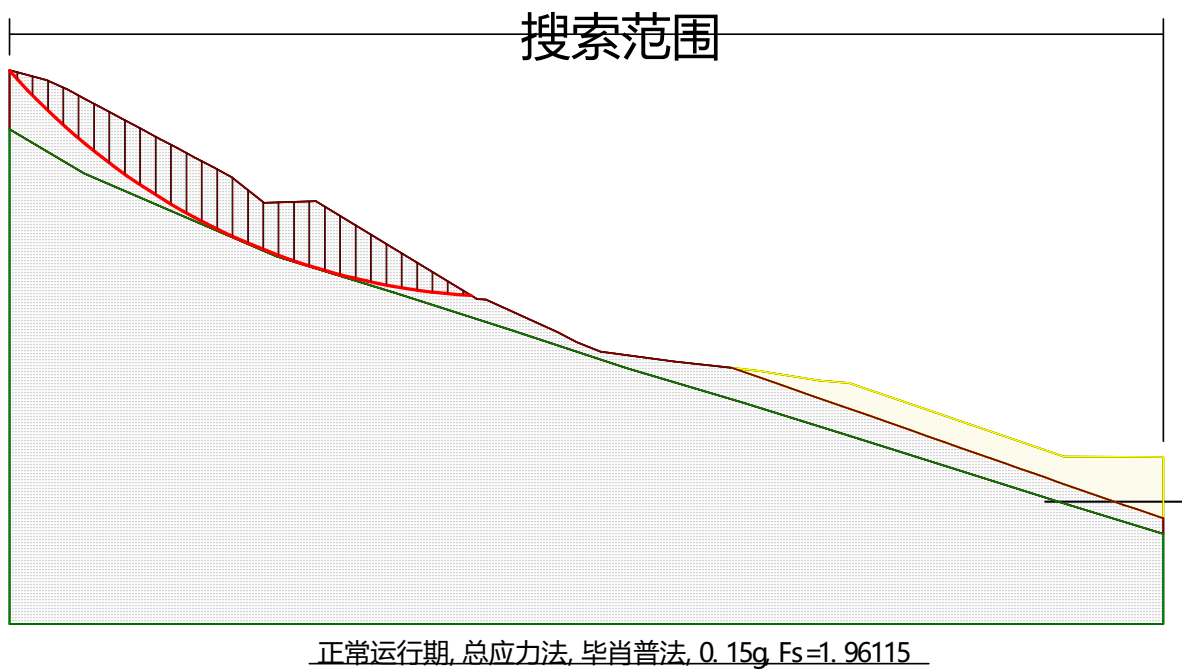


图 2-75 左岸坡 10-10' 剖面现状荷载组合 II 简化 Bishop 稳定计算结果 (1.961)

表 2-11 左岸坡 10-10' 剖面现状不同工况下稳定性计算结果

	计算方法	运行条件	规范标准值	计算安全系数 F_s	备注
现状边坡	瑞典圆弧条分法	荷载组合 I	1.15	2.268	满足规范要求
		荷载组合 II	1.10	1.927	
	简化毕肖普法	荷载组合 I	1.15	2.304	
		荷载组合 II	1.10	1.961	

5、左岸坡 10-10' 剖面取土整形后边坡稳定计算

左岸坡 10-10` 剖面取土整形后，边坡级别Ⅲ级。10-10` 剖面在不同工况下计算结果见图 4-41 至图 4-44。

表 2 - 12 左岸坡 10-10` 剖面取土整形后不同工况下稳定性计算结果

	计算方法	运行条件	规范标准值	计算安全系数 F_s	备注
取土整形	瑞典圆弧条分法	荷载组合 I	1. 15	2. 271	满足规范要求
		荷载组合 II	1. 10	1. 928	
	简化毕肖普法	荷载组合 I	1. 15	2. 306	
		荷载组合 II	1. 10	1. 962	

左岸坡现状和取土整形后计算结果见表 4-10 和表 4-11，由此可知左岸坡取土整形后边坡在中各种工况下的安全系数满足规范要求，详细计算过程见附件稳定计算书计算书。

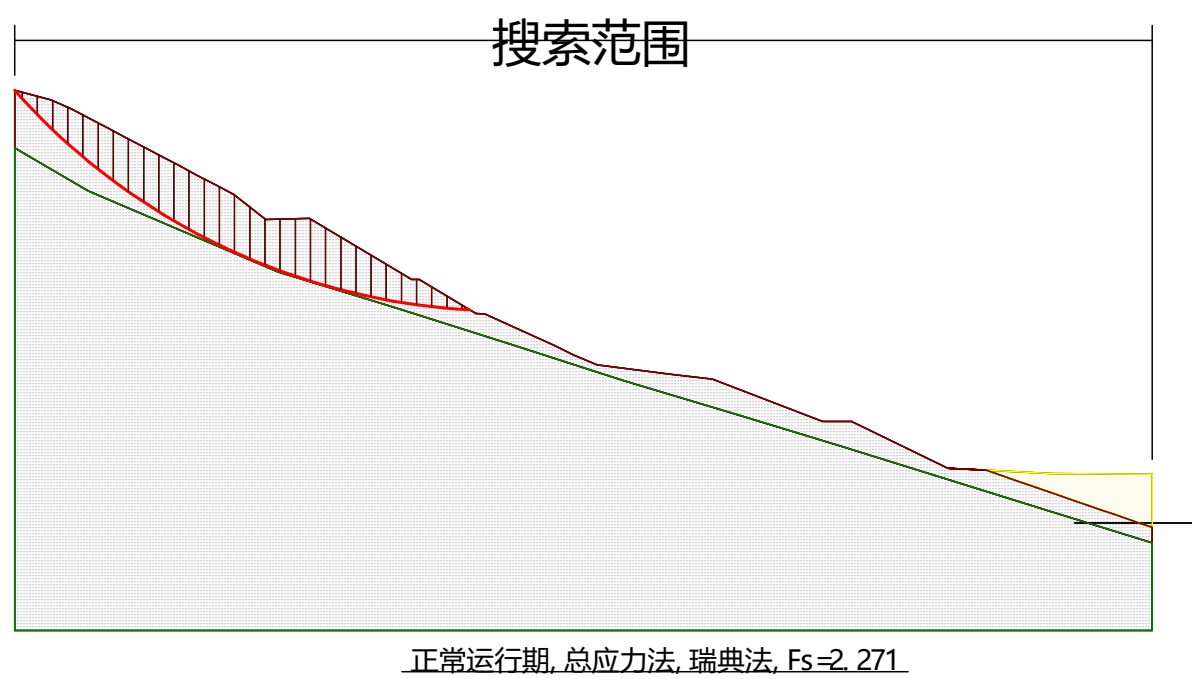


图 2-76 左岸坡 10-10` 剖面取土整形后荷载组合 I 瑞典圆弧法计算结果（2. 271）

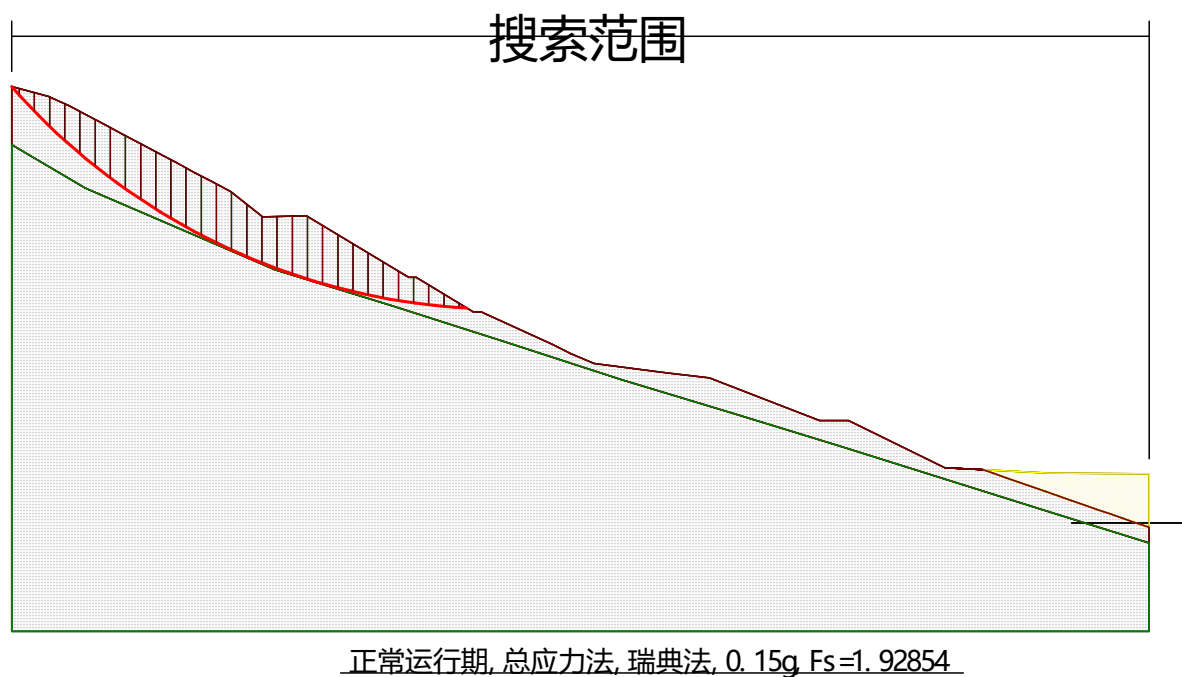


图 2-77 左岸坡 10-10` 剖面取土整形后荷载组合 II 瑞典圆弧法计算结果 (1.928)

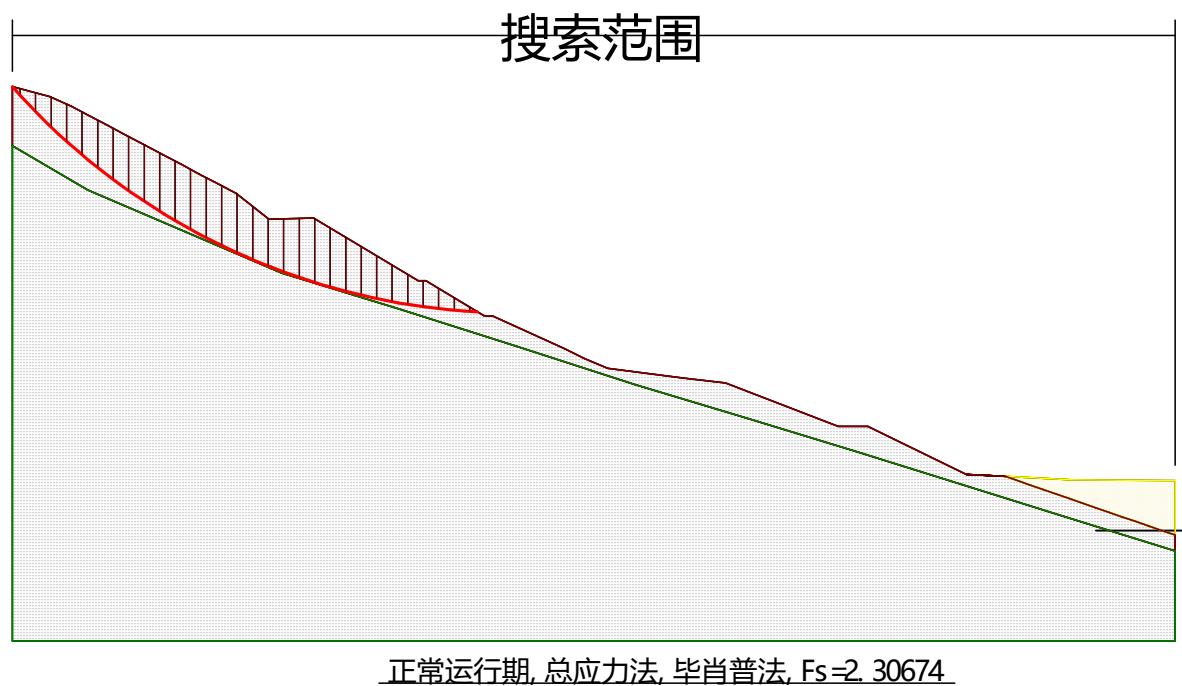


图 2-78 左岸坡 10-10` 剖面取土整形后荷载组合 I 简化 Bishop 稳定计算结果 (2.306)

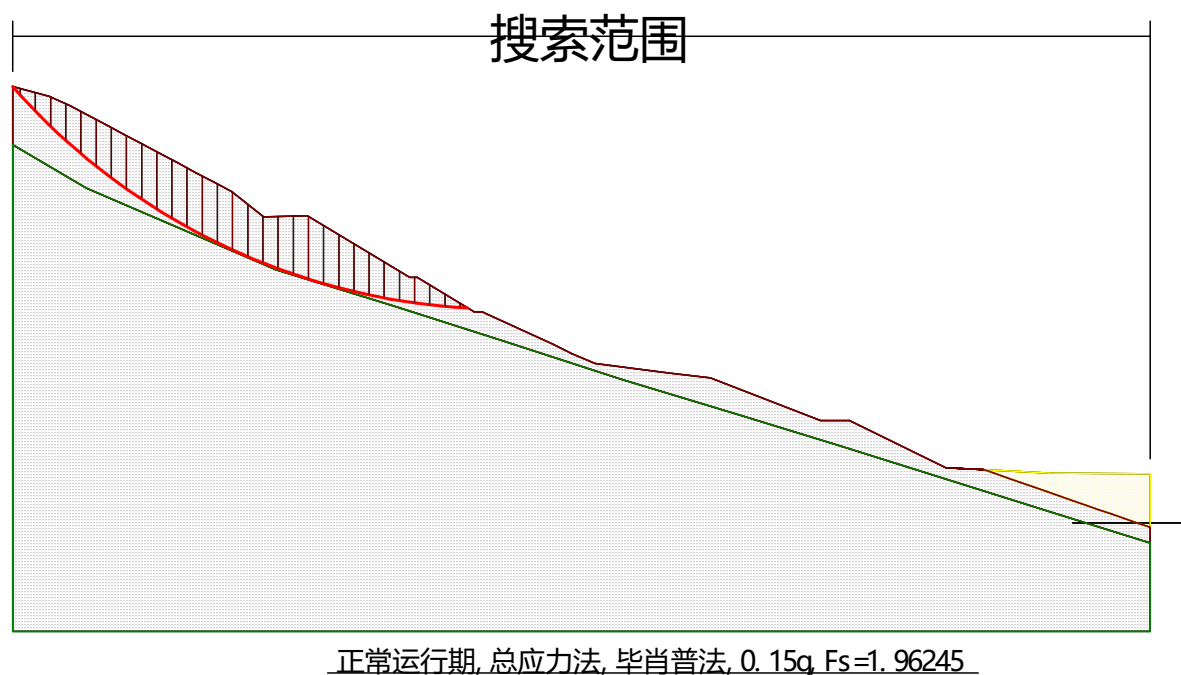


图 2-79 左岸坡 10-10` 剖面取土整形后荷载组合 II 简化 Bishop 稳定计算结果 (1.962)

2.6.6.3 挡水坝坝体稳定性计算

挡水坝坝顶与滩面平整覆土后平齐，按照挡土墙稳定计算方法对挡水坝进行抗滑稳定性、抗倾覆稳定复核。

设计采用北京理正软件股份有限公司开发的北京理正岩土软件 6.0 版进行挡土墙稳定性验算。坝体抗滑稳定计算主要核算挡土墙基面滑动条件，应按抗剪断强度公式或抗剪强度公式计算坝基面的抗滑稳定安全系数。稳定性计算公式如下：

1、抗倾覆稳定安全系数

$$K_0 = \Sigma M_v / \Sigma M_H$$

式中：

K_0 —挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

ΣM_v —对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩 (k_{N-m})；

ΣM_H —对挡土墙基底前趾的倾覆力矩 (k_{N-m})。

2、抗滑稳定安全系数

$$K = (f \Sigma G) / (\Sigma H)$$

式中：

K—挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数；

f—挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数，可由试验或根据类似地基的工程经验确定；

ΣG —作用在挡土墙上全部垂直于水平面的荷载（ k_N ）；

ΣH —作用在挡土墙上全部平行于基底面的荷载（ k_N ）；

3、计算结果

挡水坝基础埋深 $\geq 3m$ ，下游回填与挡水坝坝顶平齐，根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）规定，挡土墙稳定性验算结果见表 2-13。

表 2-13 挡水坝稳定性验算结果表

工况	抗倾覆稳定性验算		抗滑稳定性验算		备注
	规范	计算	规范	计算	
基本载荷	1.5	2.39	1.2	2.943	
特殊载荷	1.4	1.764	1.1	1.072	

根据上述验算结果表明：挡水坝在各种工况下，安全系数满足规范要求，挡土墙满足稳定性要求。

2.6.7竣工防排洪评价

2.6.7.1防洪标准

经滩面平整覆土种植后，总坝高 53.27m，全库容 122.36 万 m^3 ；根据《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013），该库为四等库；防洪标准：洪水重现期 200 年。

2.6.7.2洪水计算

2.6.7.3汇水面积

根据尾矿库汇水面积图可知，尾矿库总汇水面积为 0.664 km^2 。库区现有和新建截排洪设施（左岸滩面排水沟、左岸坝肩排水沟、右岸滩面排水沟、右岸坝肩排水沟、挡水坝、滩面排水沟）把尾矿库汇水区域划分为四个，见表 2-80。

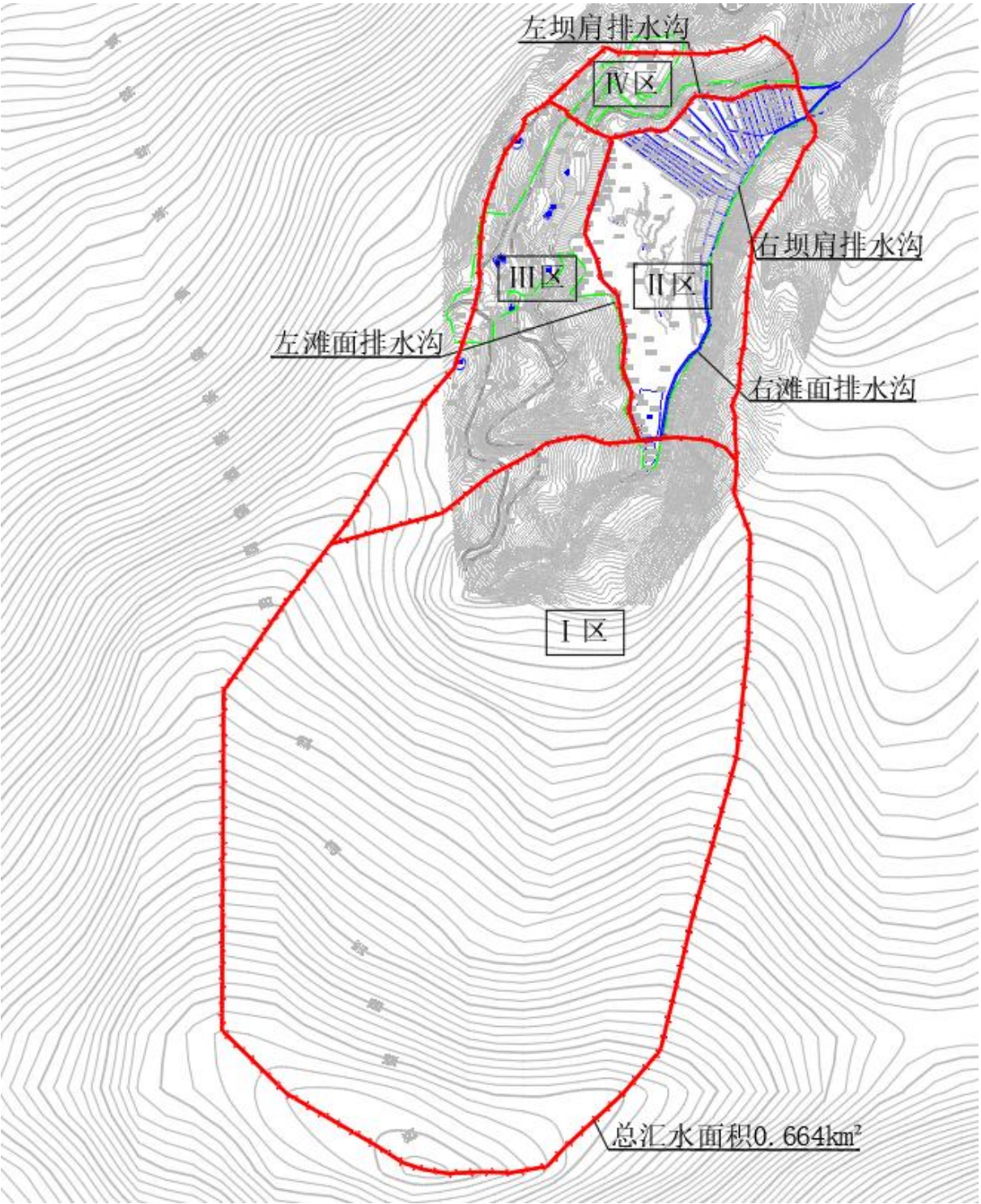


图 2-80 尾矿库汇水区域划分图

表 2-14 尾矿库汇水区域划分参数表

汇水区域	排洪设施	面积 (km ²)
I区	右岸滩面排水沟→右岸坝肩排水沟	0.478
II区	右岸滩面排水沟→右岸坝肩排水沟	0.078
III区	左岸滩面排水沟→右岸滩面排水沟→右岸坝肩排水沟	0.086
IV区	左岸坝肩排水沟	0.022
合计		0.664

2.6.7.4 迳流长度和流域底坡

表 2-15 尾矿库流域底坡计算表

序号	距坝址迳流长 L (m)	沟底高程 H (m)	$Z_n - H_0$ (m)	间距 (L_n) (m)	流域底坡 J
1	0	1952	0	——	
2	70	1967	15	70	21.43%
3	136	1972	20	66	18.17%
4	306	1982	30	170	12.67%
5	342	1983	31	36	12.02%
6	582	1985	33	240	8.68%
7	860	2050	98	278	8.90%
8	1008	2100	148	148	10.06%
9	1258	2150	198	250	11.93%
10	1365	2200	248	107	12.69%
11	1518	2250	298	153	13.89%

迳流长 : $L = L_1 + L_2 + \dots + L_{18} = 1.518\text{km}$;

流域底坡: $J = (Z_1 I_1 + (Z_1 + Z_2) I_2 + \dots + (Z_{17} + Z_{18}) I_{18}) / (L^2) = 13.89\%$;

流域系数: $B = F/L^2 = 0.295$ 。

2.6.7.5 计算方法选择

由于库区水文资料短缺，其洪水计算方法只能采用现有的图表查算法进行洪水计算。云南省水文水资源局 2007 年编制的《云南省暴雨统计参数图集》是在 1979 年版《云南省水文手册》的基础上通过收集后期各地州水文站的水文资料，经过分析计算后编制的暴雨径流查算图表，与实际相对较接近，计算结果误差较小。而推理公式法基于全国综合而定的，不一定适合本地区，针对性较低。按照《水利水电工程设计洪水计算规范》在水文资料短缺时可以使用当地水文图解手册进行洪水计算。该库的洪水计算方法选用云南省水文水资源局 2007 年编制的《云南省暴雨统计参数图集》按推求洪水过程线的方法进行计算。

2.6.7.6 暴雨洪水特性

尾矿库地处云贵高原西部，属亚热带冬干夏湿季风气候区，平均气温较高，降水量偏少。每年 5-10 月为雨季，11 月至次年 4 月为干季，年平均降雨量 786.8mm，年平均蒸发量 2714.4mm，年平均降雨日 110 天，日最大

降雨量为 109.8mm。

2.6.7.7 水文参数

根据分析确定的尾矿库各历时点暴雨统计参数，可得到各频率的设计点暴雨量。由“手册”查得本流域属暴雨区、产流区、汇流区，同时根据“手册”查得的暴雨点面折减系数及有关产流计算参数，按“手册”计算方法即可推求得到尾矿库各频率的设计面暴雨和净雨过程。查《云南省暴雨洪水查算手册》（992 年版）和《云南省暴雨洪水查算图表》（2007 年版），相关参数如下：

1、暴雨分区：第 3 区；

2、产流参数分区：4 区

$$W_m (\text{土壤前期最大缺水量}) = 100\text{mm}$$

$$W_t (\text{土壤前期含水量}) = 82\text{mm}$$

$$f_c (\text{土壤后期平均入渗率}) = 1.8\text{mm/h}$$

$$\Delta R (\text{降径关系不平衡缺水量}) = 10\text{mm}$$

3、汇流参数分区：4 区

$$C_m = 0.6$$

$$C_n = 0.81$$

4、最大基流量： $1.3\text{m}^3/\text{s} \cdot 100\text{km}^2$ ；

5、1 小时点暴雨量均值 $H_1=35\text{mm}$, $C_v=0.40$ ；6 小时点暴雨量均值 $H_6=55\text{mm}$, $C_v=0.45$ ；24 小时点暴雨量均值 $H_{24}=75\text{mm}$, $C_v=0.40$ 。

2.6.7.8 洪峰流量计算步骤

根据《云南省暴雨洪水查算手册》（992 年版），计算步骤如下：

1、根据暴雨等值线图推求设计暴雨过程

（1）先推求设计点的暴雨量（查图得 1h、6h、24h 的暴雨量 H_{tp} ）；见表 4-16。

表 2-16 点雨量设计值表

时段	点雨量均值 $H_{点t}$ (mm)	C_v	K_p	点雨量设计值 $H_{点tP}$ (mm)
1h	35	0.40	2.53	88.55
6h	55	0.45	2.785	153.18
24h	75	0.40	2.53	189.75

(2) 各时段设计点的暴雨量 (1~24h) ;

(3) 时段设计面的暴雨量 (1~24h) 。

2、推求设计净雨过程

(1) 计算初损量 W_0 ;

(2) 推求设计净雨过程;

(3) 推求设计主雨强 $i_{主}$;

3、用汇流参数推求设计洪水过程

(1) 推求瞬时单位线参数 m_1 、 n 、 k ;

(2) 推求设计地面径流过程 (得出设计洪水过程) ;

(3) 洪水总量: $W = \sum Q_{24总} \times t$ 。

2.6.7.9 洪峰流量计算结果

采用暴雨径流查算方法是洪水计算规范中推荐用于无资料地区小流域洪水计算的主要方法, 方法中各种参数、等值线的率定对云南省的小河流具有一定针对性。从图 2-81 洪水过程线可以看出洪水过程为单峰陡涨陡落, 符合山区性河流的洪水特性, 故采用暴雨径流查算法计算的成果合理。

表 2-17 尾矿库各汇水区洪水过程线计算结果表

历时 (h)	洪峰流量 (m^3/s)				
	I 区	II 区	III 区	IV 区	合计
0	0.006	0.001	0.001	0.000	0.01
1	0.473	0.077	0.085	0.022	0.66
2	0.830	0.135	0.149	0.038	1.15
3	1.216	0.198	0.219	0.056	1.69
4	1.850	0.302	0.333	0.085	2.57
5	6.813	1.112	1.226	0.314	9.46
6	3.329	0.543	0.599	0.153	4.62
7	1.632	0.266	0.294	0.075	2.27
8	0.821	0.134	0.148	0.038	1.14
9	0.436	0.071	0.079	0.020	0.61
10	0.256	0.042	0.046	0.012	0.36
11	0.174	0.028	0.031	0.008	0.24
12	0.139	0.023	0.025	0.006	0.19

历时 (h)	洪峰流量 (m ³ /s)				
	I 区	II 区	III区	IV区	合计
13	0.126	0.021	0.023	0.006	0.18
14	0.124	0.020	0.022	0.006	0.17
15	0.127	0.021	0.023	0.006	0.18
16	0.133	0.022	0.024	0.006	0.18
17	0.139	0.023	0.025	0.006	0.19
18	0.146	0.024	0.026	0.007	0.20
19	0.154	0.025	0.028	0.007	0.21
20	0.162	0.027	0.029	0.007	0.23
21	0.169	0.028	0.030	0.008	0.24
22	0.177	0.029	0.032	0.008	0.25
23	0.169	0.028	0.030	0.008	0.24
24	0.162	0.026	0.029	0.007	0.22

根据表 2-17 绘制库区汇水区域内 24h 洪水过程线，见图 2-81 洪水过程线图。

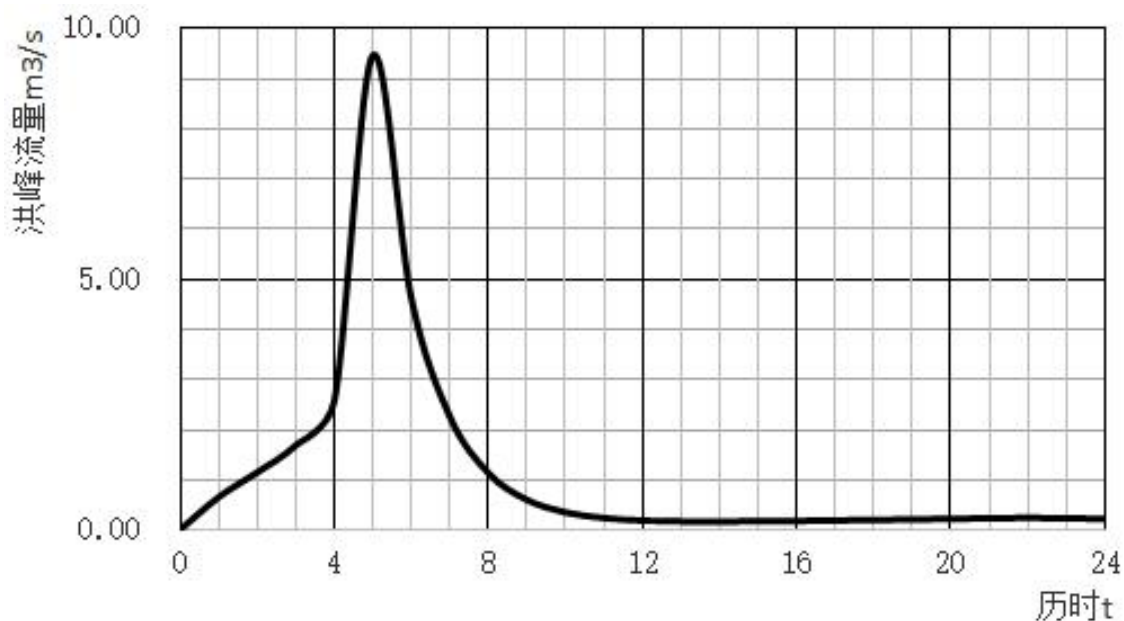


图 2-81 库区洪水过程线图

计算结果：洪峰流量 $Q_{\max}=9.46\text{m}^3/\text{s}$ ，24h 最大洪量 $W_{24\text{h}}=9.84$ 万 m^3 。

表 2-18 尾矿库各汇水区域洪峰流量和 24h 最大洪量汇总表

汇水区域	面积 (km ²)	洪峰流量 Q (m ³ /s)	24h 最大洪量 W (万 m ³)	备注
I 区	0.478	6.813	7.085	
II 区	0.078	1.112	1.156	
III区	0.086	1.226	1.275	
IV区	0.022	0.314	0.326	
合计	0.664	9.46	9.84	

2.6.7.10左岸坝肩排水沟（竣工）

左岸坝肩排水沟截排IV区汇水，IV区汇水面积 0.022km²，200 年一遇的洪峰流量为 0.314m³/s。

左岸坝肩排水沟：排水沟基础布置在原始山体上，沟长 294.88m，矩形断面（宽为 0.5m，沟深为 0.5m）；C15 垫层 10cm，C25 素混凝土。最小纵坡度 i=2.5%，每隔 10-20m 设置一道沉降缝。水力计算如下：

1、采用明渠均匀流流量公式计算

流量公式 $Q=A \cdot V$

流速公式： $V=C\sqrt{R \cdot I}$

曼宁公式： $C=\frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{6}}$

式中：Q——流量（m³/s）

A——过水断面面积（m²）

V——流速（m/s）

R——水力半径（过水断面面积与湿周的比值）（m）

I——水力坡度

C——谢才系数

n——沟壁粗糙系数，0.015。

2、水力计算结果

水深 h=0.3m

过水断面 A=0.150m²

湿周 ρ=1.100m

水力半径 R=0.136m

坡度 i=0.025

粗糙系数 n=0.015

谢才系数 $C=42.20$

流速 $V=2.464\text{m/s}$

流量 $Q = A \cdot V = 0.370\text{m}^3/\text{s}$

根据计算结果可知：左岸坝肩排水沟水深 0.3m 时下泄流量为 $0.370\text{m}^3/\text{s} \geq 200$ 年一遇的洪峰流量为 $0.314\text{m}^3/\text{s}$ ；左岸坝肩排水沟最大排洪能力满足要求。

2.6.7.11 左岸滩面排水沟（竣工）

左岸滩面排水沟截排 III 区汇水，III 区汇水面积 0.086km^2 ，200 年一遇的洪峰流量为 $1.226\text{m}^3/\text{s}$ 。

左岸滩面排水沟：排水沟基础布置在原始山体上，长 398.2m，矩形断面（宽为 1.0m，沟深为 0.8m），C15 垫层 10cm， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面，每隔 10-20m 设置一道沉降缝。水力计算结果如下：

水深 $h=0.6\text{m}$

过水断面 $A=0.600\text{m}^2$

湿周 $\rho = 2.200\text{m}$

水力半径 $R=0.273\text{m}$

坡度 $i=0.095$

粗糙系数 $n=0.017$

谢才系数 $C=47.37$

流速 $V=2.474\text{m/s}$

流量 $Q=A \cdot V=1.484\text{m}^3/\text{s}$

根据计算结果可知：左岸滩面排水沟水深 0.6m 时下泄流量为 $1.484\text{m}^3/\text{s} \geq 200$ 年一遇的洪峰流量为 $1.226\text{m}^3/\text{s}$ ；左岸滩面排水沟最大排洪能力满足要求。

2.6.7.12 右岸滩面排水沟（竣工）

1、挡水坝溢流口

挡水坝以上 I 区（ 0.478km^2 ）+III区（ 0.086km^2 ）的汇水，汇水面积合计为 0.564km^2 ；200 年一遇的洪峰流量为 $8.04\text{m}^3/\text{s}$ 。

挡水坝溢流口：挡水坝坝顶标高 1983.50m，溢流口八字墙与右岸滩面排水沟连接，溢流口八字墙为钢筋混凝土结构，溢流口底板标高 1981.50m。

（1）挡水坝以上洪水过程线计算

表 2-19 挡水坝以上（I 区+III区）洪水过程线计算结果表

历时 (h)	洪峰流量 (m^3/s)		
	I 区	III区	小计
0.00	0.006	0.001	0.01
1.00	0.473	0.085	0.56
2.00	0.830	0.149	0.98
3.00	1.216	0.219	1.43
4.00	1.850	0.333	2.18
5.00	6.813	1.226	8.04
6.00	3.329	0.599	3.93
7.00	1.632	0.294	1.93
8.00	0.821	0.148	0.97
9.00	0.436	0.079	0.51
10.00	0.256	0.046	0.30
11.00	0.174	0.031	0.21
12.00	0.139	0.025	0.16
13.00	0.126	0.023	0.15
14.00	0.124	0.022	0.15
15.00	0.127	0.023	0.15
16.00	0.133	0.024	0.16
17.00	0.139	0.025	0.16
18.00	0.146	0.026	0.17
19.00	0.154	0.028	0.18
20.00	0.162	0.029	0.19
21.00	0.169	0.030	0.20
22.00	0.177	0.032	0.21
23.00	0.169	0.030	0.20
24.00	0.162	0.029	0.19

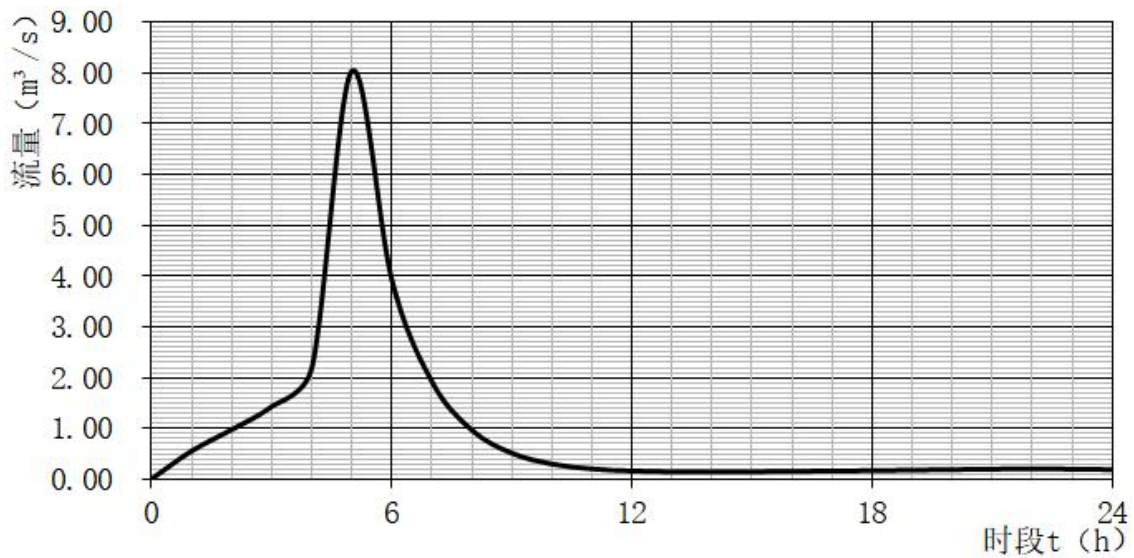


图 2-82 挡水坝以上（I 区+III区）洪水过程线图

(2) 调洪库容

表 2 - 20 挡水坝以上 1981.5-1983.5 调洪库容计算表

标高 (m)	计算面积 (m ²)	平均面积 (m ²)	高差 (m)	线间容积 (m ³)	调洪库容 (m ³)
1981.5	327.3				0
1982	454.9	391	0.5	195.6	195.6
1982.5	632.9	544	0.5	272.0	467.5
1983	944.4	789	0.5	394.3	861.8
1983.5	1113.2	1029	0.5	514.4	1376.2

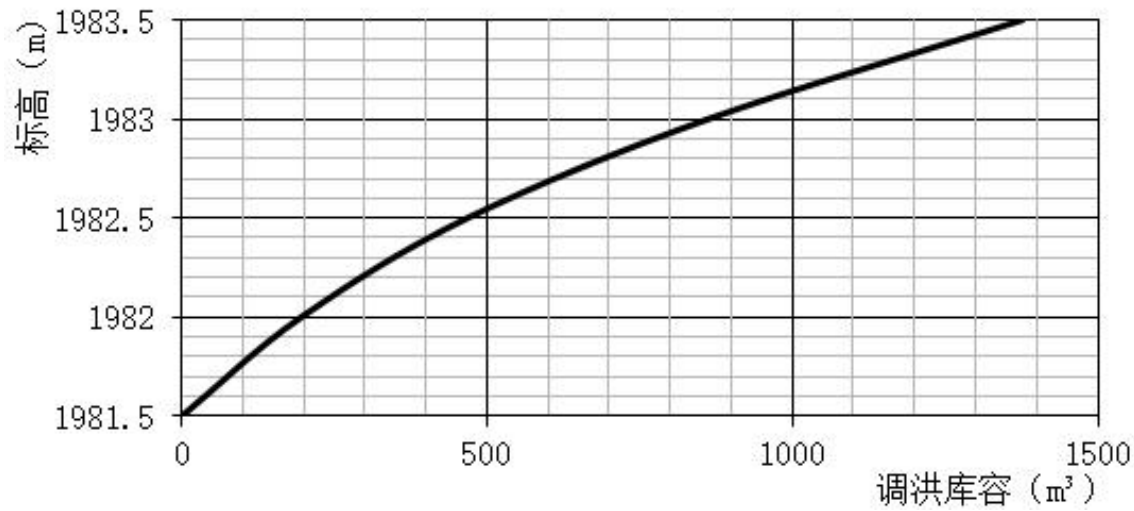


图 2-83 挡水坝以上 1981.5-1983.5 调洪库容曲线图

(3) 挡水坝溢流口泄洪能力计算

挡水坝溢流口八字墙，过水断面宽度 3.50m，最小纵坡度 $i=1.5\%$ ，泄洪能力按宽顶堰公式计算：

$$Q = \sigma_c \cdot mb \cdot (2g^3)^{0.5} H^{1.5}$$

式中：Q—泄洪量， m^3/s ；

σ_c —侧收缩系数；

m—自由溢流流量系数；

b—过水断面宽度，m；

g—重力加速度， 9.81 m/s^2 ；

H—堰上水头，m。

表 2-21 挡水坝溢流口泄洪能力计算表

水位 (m)	1981.5	1981.6	1981.7	1981.8	1981.9	1982	1982.1	1982.2
流量 Q (m^3/s)	0	0.18	0.50	0.93	1.43	2.01	2.66	3.36
水位 (m)	1982.3	1982.4	1982.5	1982.6	1982.7	1982.8	1982.9	1983
流量 Q (m^3/s)	4.12	4.92	5.78	6.68	7.63	8.61	9.64	10.70

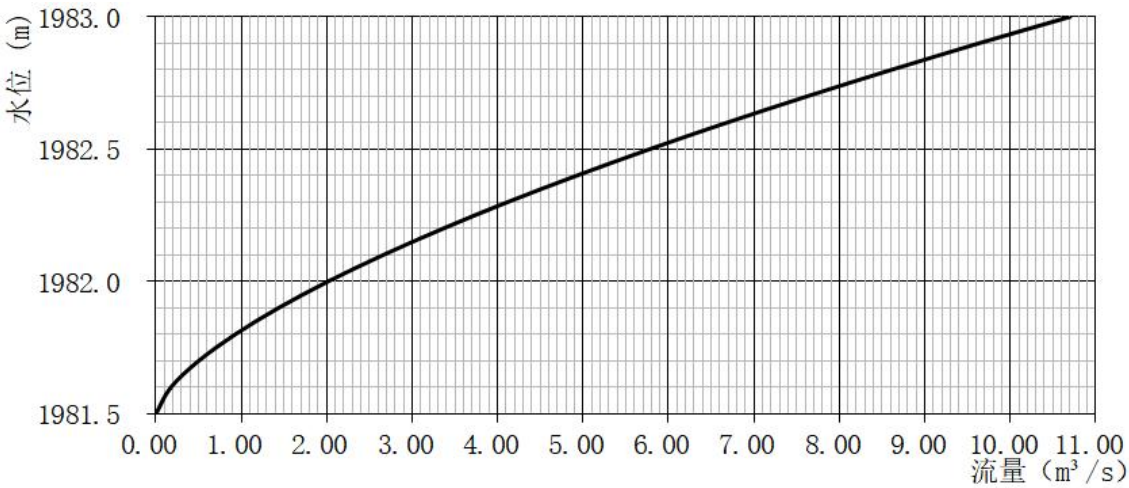


图 2-83 挡水坝溢流口泄洪能力计算曲线图

(4) 调洪演算

采用水量平衡法计算：

$$(Q_s + Q_z) \Delta t / 2 - (q_s + q_z) \Delta t / 2 = V_s - V_z$$

Q_s 、 Q_z —时段始、终尾矿库的来洪流量， m^3/s ；

q_s 、 q_z —时段始、终尾矿库的泄洪流量， m^3/s ；

V_s 、 V_z —时段始、终尾矿库的蓄洪量， m^3 ；

挡水坝坝顶标高为 1983.5m，200 年一遇洪峰时，挡水坝溢流口底板标高 1981.50m 为起调水位，调洪演算结果见表 2-22，调洪演算计算结果曲线见图 4-50。

表 2 - 22 挡水坝溢流口起调水位 1981.50m 时调洪演算计算结果表

时段 t (h)	入库流量 Q (m³/s)	库水位 H (m)	调洪库容 (万 m³)	下泄流量 q (m³/s)	
0	0.01	1981.5	0.0000	0	
1	0.56	1981.70	0.0082	0.52	
2	0.98	1981.81	0.0125	0.99	
3	1.44	1981.89	0.0158	1.40	
4	2.18	1982.03	0.0206	2.19	
5	8.04	1982.72	0.0626	7.80	
6	3.93	1982.32	0.0367	4.31	
7	1.93	1981.94	0.0171	1.65	
8	0.97	1981.87	0.0146	1.26	
9	0.52	1981.63	0.0059	0.28	
10	0.30	1981.71	0.0083	0.53	
11	0.21	1981.51	0.0006	0.02	
12	0.16	1981.64	0.0063	0.32	
13	0.15	1981.52	0.0008	0.03	
14	0.15	1981.62	0.0056	0.24	
15	0.15	1981.54	0.0021	0.07	
16	0.16	1981.61	0.0054	0.21	
17	0.16	1981.57	0.0034	0.12	
18	0.17	1981.61	0.0053	0.21	
19	0.18	1981.59	0.0043	0.15	
20	0.19	1981.61	0.0054	0.22	
21	0.20	1981.60	0.0050	0.18	
22	0.21	1981.62	0.0055	0.23	
23	0.20	1981.60	0.0051	0.18	
24	0.19	1981.61	0.0053	0.21	
最大入库流量 (m³/s)		8.04	最大下泄流量 (m³/s)		7.80
起调库水位 (m)		1981.5	最高库水位 (m)		1982.72
相应调洪水深 (m)		1.22	相应调洪库容 (万 m³)		0.0626

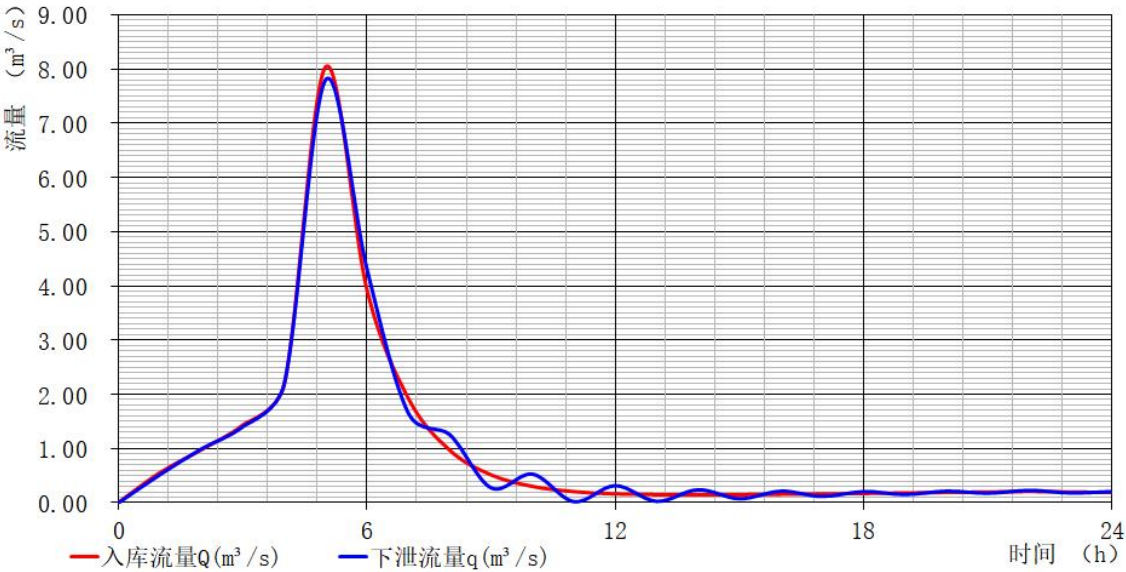


图 2-84 挡水坝溢流口起调水位 1981.50m 时调洪演算曲线图

根据挡水坝调洪演算成果知，在挡水坝坝顶标高 1983.50m 时发生 200

年一遇洪水标准时，挡水坝溢流口 1981.50m 标高为起调水位，经调蓄后的最高洪水位为 1982.72m，相应调洪水深为 1.22m，相应调洪库容为 0.0626 万 m^3 ，挡水坝溢流口的最大泄洪流量为 $7.80\text{m}^3/\text{s}$ 。经调蓄后的最高洪水位低于设计的最高允许洪水位标高 1983.00m，入库洪水在 24 小时内经设计的挡水坝溢流口安全排走，满足规范要求。

2、右岸滩面排水沟（竣工）

右岸滩面排水沟截排 I 区 (0.478km^2) + II 区 (0.078km^2) + III 区 (0.086km^2) 的汇水，汇水面积合计为 0.642km^2 ；经挡水坝溢流口调洪后，200 年一遇的洪峰流量为 $Q_{\text{I+II+III}} = Q_{(\text{I+III})\text{调洪}} + Q_{\text{II}} = 7.80 + 1.112 = 8.912\text{m}^3/\text{s}$ 。

右岸滩面排水沟：排水沟基础布置在原始山体上，矩形断面（沟宽为 1.35m，沟深为 1.8m），C15 垫层 10cm，C25 钢筋混凝土；最小纵坡度 $i=1.5\%$ ，每隔 10-20m 设置一道沉降缝。水力计算结果如下：

水深 $h=1.5\text{m}$

过水断面 $A=2.025\text{m}^2$

湿周 $\rho=4.350\text{m}$

水力半径 $R=0.466\text{m}$

坡度 $i=0.015$

粗糙系数 $n=0.015$

谢才系数 $C=58.69$

流速 $V=4.904\text{m/s}$

流量 $Q=A \cdot V=9.931\text{m}^3/\text{s}$

根据计算结果可知：右岸滩面排水沟水深 1.5m 时下泄流量为 $9.931\text{m}^3/\text{s} \geq 200$ 年一遇的洪峰流量为 $8.912\text{m}^3/\text{s}$ ；右岸滩面排水沟最大排洪能力满足要求。

2.6.7.13右岸坝肩排水沟（竣工加高）

库区现有右岸溢洪道，沟壁加高作为右岸坝肩排水沟连接上部右岸滩面排水沟。右岸坝肩排水沟截排Ⅰ区（0.478km²）+Ⅱ区（0.078km²）+Ⅲ区（0.086km²）的汇水，汇水面积合计为0.642km²；经挡水坝溢流口调洪后，200年一遇的洪峰流量为8.912m³/s。

右岸溢洪道现状进水口1983.75m，矩形断面，长度373.89m，浆砌石结构，进水口有拦污栅，现状无损坏、坍塌。在堆积坝坝顶标高1955.00m~1964.00m间（第一级子坝台阶顶至第五级子坝间）为暗涵段，暗涵段进水口处设有拦污栅。溢洪道沿线断面尺寸及坡度见表4-23，YHD0+374为溢洪道进水口。

表 2-22 右岸坝肩排水沟（现右岸溢洪道）沿线断面尺寸及坡度

段号	原溢洪道桩号	设计排水沟桩号	断面尺寸	最小纵坡坡度	备注
1	YHD0+000~YHD0+049		1.35×1.1	9.1%	
2	YHD0+049~YHD0+076	Y0+425.26~Y0+465.20	1.0×1.0（暗涵）	11.2%	
3	YHD0+076~YHD0+108	Y0+393.26~Y0+425.26	1.35×1.1	10.5%	
4	YHD0+108~YHD0+268	Y0+232.49~Y0+393.26	1.35×3.10~2.10	1.5%	
5	YHD0+268~YHD0+374	Y0+126.49~Y0+232.49	1.35×1.5	1.5%	

闭库工程沿用现右岸溢洪道作为右岸坝肩排水沟继续使用，为确保右岸坝肩排水沟沿线各段排洪能力均满足要求，需对现状沟壁进行修复和加高（安全超高0.3m）。YHD0+285.7~YHD0+374段拆除现有的溢洪道整改成右岸滩面排水沟，YHD0+268~YHD0+285.7段由现状b×h=1.35×1.5扩大为b×h=1.35×1.9m，YHD0+035.37~YHD0+075.23由暗涵段整改成明渠，采用C25钢筋混凝土，断面尺寸b×h=1.35×1.50m。1+2+3段设置跌级，跌坎高0.2~0.4m。右岸坝肩排水沟各段整改措施及排洪能力计算见表2-23。

表 2-23 右岸坝肩排水沟各段整改措施及排洪能力计算结果表

段号	坡度	断面尺寸（m）		设计复核			备注
		现状	整改	加高（m）	水深（m）	流量（m ³ /s）	
1	9.1%	1.35×1.1	1.35×1.5	0.4	0.8	9.808	加高+跌级
2	11.2%	暗涵段	1.35×1.5		0.8	10.881	整改+跌级
3	10.5%	1.35×1.1	1.35×1.5	0.4	0.8	10.535	加高+跌级
4	1.5%	1.35×2.10	1.35×2.10		1.8	10.894	沿用
5	1.5%	1.35×1.5	1.35×1.9	0.4	1.6	9.470	加高

见表 4-24，右岸坝肩排水沟整改后，沿线各段排洪能力 >200 年一遇的洪峰流量 $8.912\text{m}^3/\text{s}$ ，右岸坝肩排水沟排洪能力满足规范要求。

2.6.8 企业安全管理

依据《中华人民共和国安全生产法》《尾矿库安全监督管理规定》《尾矿库安全规程》等现行法律、法规、标准及规范中有关安全生产管理的要求和规定，对评价项目的安全生产管理状况进行评述。

2.6.8.1 安全管理组织机构及人员

永仁团山铜矿建立了安全管理机构，明确了永仁团山铜矿公司机关主要负责人、分管负责人、安全管理人员的安全生产责任制。选厂厂长是尾矿库安全生产的主要负责人，对尾矿库的安全生产工作负全面责任，设立了安全保卫科负责日常安全管理工作，并配备了一定数量的安全管理人员，工区设置了专（兼）职安全员，负责工区的安全管理工作。

2.6.8.2 安全生产责任制、规章制度

永仁团山铜矿在安全生产责任制方面，建立了横向到边、纵向到底的较为完整的安全生产责任制度、操作规程、作业指导书。但由于该尾矿库停产多年，未按照要求落实。

2.6.8.3 应急预案及应急演练

永仁团山铜矿尾矿库编制了《永仁团山铜矿尾矿库突发环境事件专项应急预案》《永仁团山铜矿尾矿库烧人箐尾矿库溃坝事故专项应急演练方案》。但应急预案未按照要求至属地监管部门进行备案。

2.6.8.4 安全生产教育培训

各生产第一线的岗位作业人员，均按规定进行岗前安全生产教育，对在岗人员进行安全生产继续教育。

2.6.8.5 日常安全管理

该企业对日常安全管理工作较为重视，公司领导、分管领导及尾矿库生产管理人员定期进行现场监督、指导、检查安全生产情况及尾矿库情况，建立了安全生产会议及活动台账、安全生产检查及隐患整改台账、安全生产经费投入记录台账、新工人入厂三级安全教育台账、全员安全生产教育培训台账、劳动防护用品采购台账、劳动防护用品配备发放台账及应急预案演练记录。

2.7 设计变更

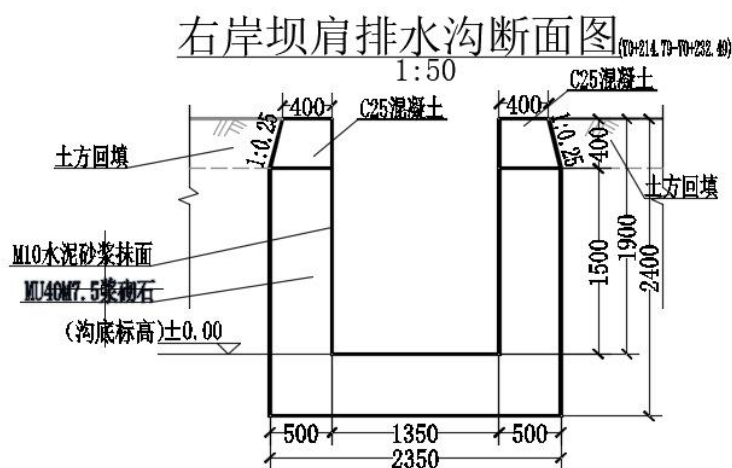
2.7.1.1 左岸截洪沟设计变更

左岸截排洪沟将原设计的浆砌石结构变更为 C30 混凝土，根据现场实际情况，对截排沟布置位置进行局部调整，控制点点号 ZP3~ZP5 段调整为盖板涵，断面尺寸及排水底坡等其他参数不变。

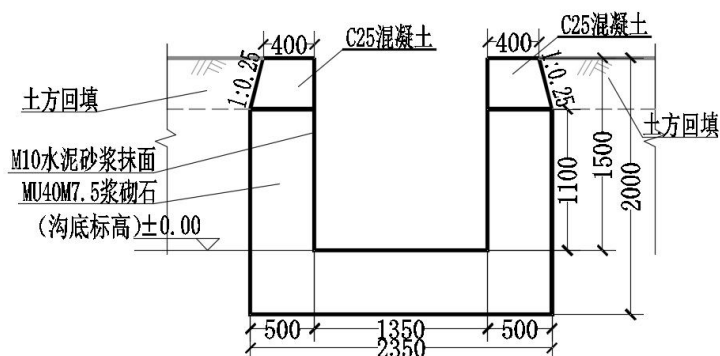
2.7.1.2 右岸排洪沟加高段结构变更设计

1、原设计

右岸排洪沟桩号：Y0+214.78~232.49m 段断面尺寸为 $b \times h = 1.35 \times 1.9\text{m}$ ，Y0+293.26~425.26m 段断面尺寸为 $b \times h = 1.35 \times 1.5$ ，在现有的排洪沟上加高排洪沟边帮，采用 C25 混凝土进行加高，加高高度为 40cm。



右岸坝肩排水沟断面图 (Y0+393.26-Y0+425.26)
1:50



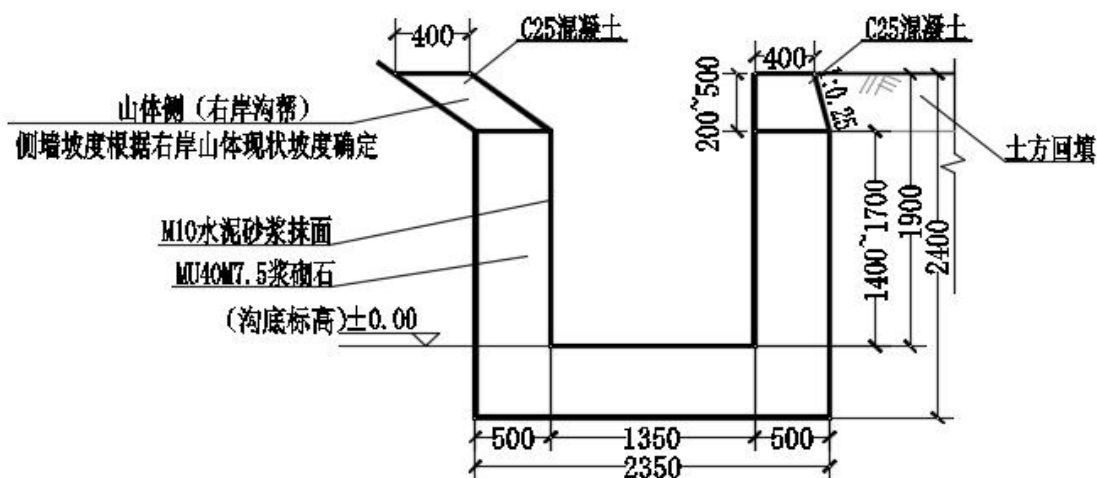
2、变更原因

根据现场实际施工情况，桩号 Y0+214.78~238.06m 段现有排洪沟沟深 1.4m~1.7m，Y0+238.06~425.26m 段现有排洪沟够深 0.8m~1.5m，且现有排洪沟两边侧墙高度不对称。应永仁团山铜矿要求，根据《变更联系函》文件要求，对右岸排洪沟加高段结构进行调整。

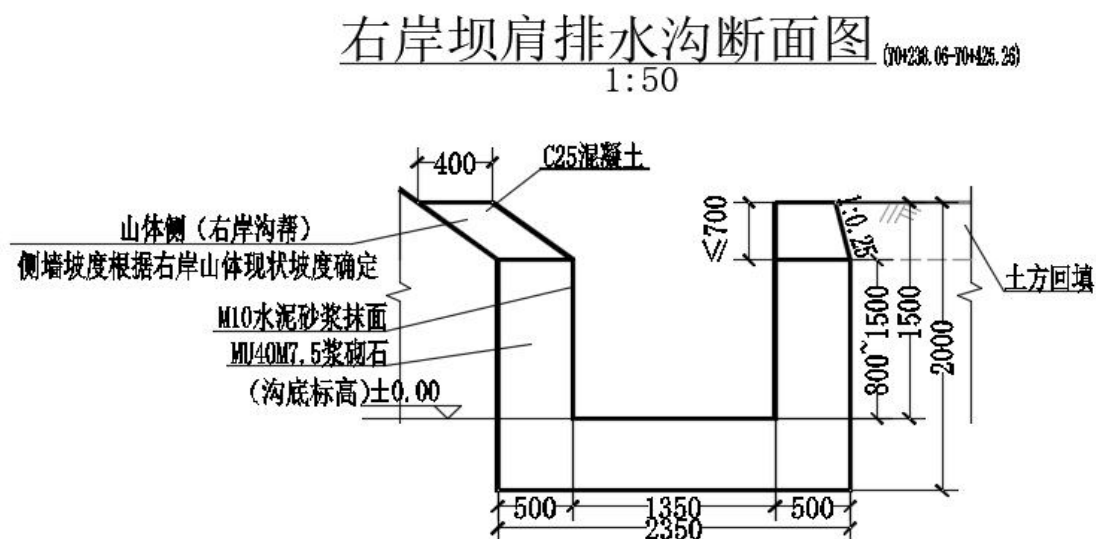
3、变更内容

对桩号 Y0+214.78~238.06m 段现有排洪沟采用 C25 混凝土进行加高，加高高度 0.2~0.5m，加高后，桩号 Y0+214.78~238.06m 段排洪沟沟深 1.9m，加高断面图见下图：

右岸坝肩排水沟断面图 (Y0+214.78-Y0+238.06)
1:50



对桩号 Y0+238.06~425.26m 段现有排洪沟采用 C25 混凝土进行加高，加高高度 0~0.7m，加高后，桩号 Y0+238.06~425.26m 段排洪沟沟深 1.5m，加高断面图见下图：



2.7.1.3库区复垦变更设计

1、原设计

1) 永仁团山铜矿尾矿库尾矿固废类别为第 I 类一般工业固体废物，按 I 类场封场；库区土地类型为工业用地，闭库设计考虑将滩面、左岸边坡及右岸副坝边坡复垦为草地，耕植土覆土厚 300mm，覆土方量为 15748m³。

2) 耕植土覆土完成后，在尾矿库左岸取土区、右岸副坝坡面及滩面植茂密、速生的植被或当地类似的其他灌木丛种草，以稳固边坡，防止水土流失，恢复自然景观。

植被恢复选择灌木、藤本植物和草本植物，灌木：马桑；藤本植物：爬山虎；草本植物：白三叶、狗牙根。

2、变更原因

根据现场实际情况，永仁县当地无马桑苗木，采购困难，需要从外地

采购，采购成本过高，经楚雄州生态环境局永仁分局、建设单位、设计单位、监理单位、施工单位研究讨论后，一致同意：采用夹竹桃替换马桑，将耕植土覆土厚 300mm 调整为 400mm，增加的耕植土由施工单位从当地采购，工程量由监理单位监理工程师现场确认的工程量为准。

3、变更内容

- 1) 将原设计耕植土覆土厚 300mm 调整为 400mm；
- 2) 将原设计灌木马桑调整为夹竹桃。树种选用的灌木选用苗高 1~1.5m，冠幅 50~80cm，行株距为 2.0m×2.0m，穴的规格为灌木 30×30×30cm。

2.8 施工概况

尾矿库闭库工程委托具有矿山工程施工总承包贰级资质的云南阳昇建设工程有限公司进行施工。

云南阳昇建设工程有限公司签订施工合同后，该公司组建了项目部，任命项目经理，项目部根据该工程的实际情况和使用功能要求，成立了施工组织机构，配备了相关的技术人员及施工人员等。编制了实施性施工组织设计，生产安全事故应急预案。后编制了总体工程开工报告，尾矿库建设工程于 2024 年 1 月 9 日开工，于 2024 年 5 月 20 日竣工。该工程划分为一个单位工程包含的 6 个分部工程施工。滩面平整，右岸堆积坝副坝削坡，左岸坡取土整形；排洪设施（左岸坝肩排水沟、左岸滩面排水沟、右岸滩面排水沟、坡面雨水沟、滩面雨水沟、平台雨水沟、挡水坝）；渗滤液收集池；右岸消力池；监测设施；植被恢复。经过施工单位及监理单位进行评定，6 个分部工程全部合格。

经自检永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目整改工程已完成既定的投入目标，并按设计完成施工任务；工程施工符合设计要求，质量评定为合格，达到验收条件。

2.9 监理概况

尾矿库闭库工程委托具有矿山工程监理资质的云南增股工程勘察设计有限公司对尾矿库的施工进行监理。云南增股工程勘察设计有限公司签订施工合同后，该公司组建了监理部，任命项目监理工程师，成立了监理组织机构，配备了相关的技术人员及监理人员等。编制了监理实施方案，建设工程于 2024 年 1 月 9 日开工，于 2024 年 5 月 20 日竣工。该工程现已按照要求完成了施工合同、设计图纸、设计变更所要求的全部施工内容，工程质量符合设计图纸、施工规范及安全使用功能要求，工程技术资料、质量保证资料已按要求整理完毕，初步验收所发现问题已经全部按照要求整改完毕，本工程施工质量等级评定为合格，同意进行竣工验收。

2.10 安全设施目录

1、基本安全设施

本项目基本安全设施检查情况详见表 2-24。

表 2-24 本项目基本安全设施明细表

序号	基本安全设施	
1.	副坝	
2.	尾矿库库内排水设施	排水井、排水管
3.	库周截排洪设施	拦洪坝、截洪沟
4.	辅助设施	交通道路、通讯设施、照明设施

2. 专用安全设施

本项目专用安全设施检查情况详见表 2-25。

表 2-25 本项目专用安全设施明细表

序号	专用安全设施	
1.	全监测设施	坝体表面位移监测设施、视频监控设施、在线监测中心、人工监测
2.	辅助设施	安全标志
3.	应急救援器材及设备	\
4.	个人安全防护用品	\

3.安全设施符合性评价

对照建设项目的《安全设施设计》，结合现场实际检查、竣工验收资料、施工记录、监理记录、检测检验、监测数据等相关资料，采用安全检查表方法检查基本安全设施、专用安全设施和安全管理等是否符合《安全设施设计》要求，进行逐项检查，评价其符合性，检查的结果为“符合”与“不符合”两种。

对于每项安全设施，《安全设施设计》中提出了具体的参数要求，以《安全设施设计》中相关参数作为检查依据评价其符合性；如果没有提出具体的参数要求，则以相关的法律法规、标准规程作为检查依据来评价其符合性。

《安全设施设计》中不涉及的内容不列入评价内容。

本项目竣工验收评价单元划分为：安全设施“三同时”程序单元、尾矿坝单元、防排洪设施单元、安全监测设施单元、辅助设施单元、安全标志和安全管理等单元。

3.1安全设施“三同时”程序单元

3.1.1安全设施“三同时”程序符合性检查

依据《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号公布，国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第77号修订）及《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）的相关要求对本项目建设程序进行检查，其检查情况如下表所示：

表 3-1 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-程序符合性表

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	“三同时”情况						

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1.1	安全设施设计		■	检查内容：安全设施设计是否经过相应的安全监管部门审批；存在重大变更的，是否经原审批部门审查同意。 检查方法：查阅安全设施设计批复文件及重大设计变更批复文件。		企业委托具有冶金行业（冶金矿山工程）专业乙级资质的昆明坤泽矿业技术有限责任公司编制了安全设施设计，且已通过专家审查。	符合
1.2	项目完工及试运行		■	检查内容：建设项目竣工验收前，是否按照批准的《安全设施设计》完成全部的安全设施，单项工程验收合格，按规定进行试运行，具备安全生产条件，并提交自查报告。 检查方法：查阅单项工程验收资料、试运行资料、自查报告。		本项目为尾矿库闭库工程，不涉及试运行。	不涉及
1.3	安全设施验收评价		■	检查内容：是否由具有资质的安全评价机构进行安全设施验收评价，且评价结论为符合安全验收条件。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告及相关附件。		建设单位委托具有评价资质的昭通市鼎安科技有限公司编制安全竣工验收评价报告。	符合
	子项验收结论						
2	相关单位资质						
2.1	施工单位		■	检查内容：安全设施是否由具有相应资质的施工单位施工。 检查方法：查阅施工单位资质证书。		企业委托具有矿山工程施工总承包贰级的云南阳昇建设工程有限公司进行施工。	符合
2.2	监理单位		△	检查内容：施工过程是否由具有相应资质的监理单位进行监理。 检查方法：查阅监理单位资质证书、施工监理报告。		企业委托具有矿山工程监理资质的云南增股工程勘察设计院有限公司对工程施工进行监理	符合
	子项验收结论						符合
3	工程地质勘察		△	检查内容：是否由具有相应资质地质勘察单位进行工程地质勘察。 检查方法：查阅地质勘察单位资质证书、工程地质勘察报告。		企业委托具有工程勘察专业类（岩土工程）甲级资质的贵州地矿基础工程有限公司进行了工程地质勘察。	符合
	子项验收结论						符合

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
4	建筑材料质量保证资料		△	检查内容：建筑材料有无具有出厂合格证，检测检验是否符合国家有关规定。 检查方法：查阅验收评价报告，建筑材料出厂合格证及其他由检测部门出具的检测合格报告。		建筑材料有出厂合格证及检测部门出具的检测合格报告。	符合
	子项验收结论						符合

检查类别中，“■”表示该项为否决项，“△”表示为一般项。

3.1.2单元小结

建设项目经有关部门批准，岩土工程勘察报告、初步设计、安全设施设计均由具有相应资质单位进行编制；工程施工及监理均委托有相应资质的单位进行施工及监理。建设工程项目中的安全技术措施和设施与主体工程做到同时设计、同时施工、同时投入生产使用。

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》安全设施“三同时”程序符合性单元共检查7项；否决项4项，符合4项，不符合0项；一般项3项，符合3项，不符合0项。安全设施“三同时”程序符合性单元具备验收条件。

3.2尾矿坝

3.2.1尾矿坝符合性检查

根据昆明坤泽矿业技术有限责任公司于2023年9月编制的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，对尾矿坝建设情况进行符合性检查。

表 3-2 副坝建设与安全设施设计符合性检查表

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
1	本设计对右岸堆积坝副坝地貌重塑（外坡整形），整形开挖的尾矿回填碾压（压实系数 ≥ 0.92 ）至库尾；坝坡和台阶土壤重构覆土后植被重建生态修复。岸坡	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	右岸堆积坝副坝地貌外坡整形，整形开挖的尾矿回填碾压（压实系数 ≥ 0.92 ）至库	符合

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
	整形后外坡比 1:3, 台阶高 6m, 台阶外坡比 1:2.7, 在标高 1980.00m, 设置宽 3m 的马道, 沿马道新建平台排水沟。		尾, 岸坡整形后外坡比 1:3, 台阶高 6m, 台阶外坡比 1:2.7。	
2	完善边坡截排洪设施（平台排水沟：矩形断面，断面尺寸为 0.35×0.35m，混凝土）	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	在台阶标高 1980.00m, 设置宽 3m 的马道, 沿马道新建平台排水沟 110m (平台混凝土浇筑排水沟, 矩形断面尺寸为 0.35×0.35m,)。 整形后坝坡和台阶覆土种植夹竹桃及播散狗牙草。	符合

表 3-3 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-坝体工程

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	尾矿坝						
1.1	初期坝	基本	■	检查内容：坝址、坝体型式、结构尺寸、坝体的填筑指标、坝基处理等是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：现场检查。		不涉及。	符合
1.2	堆积坝	基本	■	检查内容：坝体型式、结构尺寸、坝体的填筑指标、坝基处理等是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：现场检查。		不涉及。	符合
1.3	副坝	基本	■	检查内容：坝址、坝体型式、结构尺寸、坝体的填筑指标、坝基处理等是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：现场检查。		右岸堆积坝副坝地貌外坡整形, 整形开挖的尾矿回填碾压（压实系数 ≥ 0.92 ）至库尾, 岸坡整形后外坡比 1:3, 台阶高 6m, 台阶外坡比 1:2.7。 在台阶标高 1980.00m, 设置宽 3m 的马道, 沿马道新建平台排水沟 110m (平台混凝土浇筑排水沟, 矩形断面尺寸为 0.35×0.35m,)。 整形后坝坡和台阶覆土	符合

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
						种植夹竹桃及播散狗牙草。	
1.4	挡水坝	基本	■	检查内容：坝址、坝体型式、结构尺寸、坝体的填筑指标、坝基处理等是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：现场检查。		挡水坝为毛石混凝土坝，坝高 3.5m，坝基处理按 3m 深，坝顶宽 0.6m，上游外坡比 1:0.25，坝顶标高 1983.50m，下游外坡比 1:0.30。挡水坝坝顶与滩面平整覆土后平齐	符合
1.5	一次建坝尾矿坝	基本	■	检查内容：坝址、坝体型式、结构尺寸、坝体的填筑指标、坝基处理等是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：现场检查。		不涉及。	符合
	子项验收结论						

3.2.2单元小结

永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程副坝整形、挡水坝的几何尺寸符合设计要求，与安全设施设计一致。

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》尾矿坝单元共检查 5 项；否决项 5 项，符合 2 项，不符合 0 项，不涉及 3 项。尾矿坝单元具备验收条件。

3.3防排洪系统单元

3.3.1防排洪系统符合性检查

根据昆明坤泽矿业技术有限责任公司于 2023 年 9 月编制的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，对排洪系统建设情况进行符合性检查。

表 3-4 防排洪系统符合性检查表

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
1	堆积坝左岸坝肩汇集雨水经左岸坝肩排水沟排至初期坝下游。左岸坝肩排水沟：矩形断面，C15 垫层，C25 素混凝土，排水沟基础布置在原始山体上。最小纵坡度 $i=2.5\%$ ，沟宽为 0.5m，沟深为 0.5m（安全超高 0.2m），每隔 10-20m 设置一道沉降缝。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》、《设计变更通知单》	堆积坝左岸坝肩汇集雨水经左岸坝肩排水沟排至初期坝下游，排水沟基础布置在原始山体上。根据施工签证及监理记录左岸坝肩排水沟为矩形断面，沟宽为 0.5m，沟深为 0.5m，左岸坝肩排水沟全长 296m；C15 垫层 10cm，C25 素混凝土最小纵坡度 $i=2.5\%$ ；沟底设置水沟跌级排水，尺寸为 0.3×0.1 ，每隔 10-20m 设置一道沉降缝。根据抽样检测结果，该段排水沟施工质量符合设计要求，满足安全要求	符合
2	左岸滩面排水沟沿位于滩面与山坡结合部布置，在原始山体部位开挖排水沟，左岸滩面排水沟基础落在山体原土岩层上。左岸汇集雨水经左岸滩面排水沟汇集排至库尾挡水坝。左岸滩面排水沟，矩形断面，C15 垫层， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面。最小纵坡 $i=0.95\%$ ，沟深为 1.0m，沟宽为 0.8m	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》、《设计变更通知单》	左岸滩面排水沟建设于滩面与山坡结合部，在原始山体底部 1986.8m 至 1982.7m 开挖排水沟，左岸滩面排水沟基础落在山体原土岩层上。将左岸汇集雨水经左岸滩面排水沟汇集排至库尾挡水坝。根据施工签证及监理报告，左岸滩面排水沟 397m，矩形断面，C15 垫层 10cm， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面。最小纵坡 $i=0.95\%$ ，沟深为 1.0m，沟宽为 0.8m。根据抽样检测结果，该段排水沟施工质量符合设计要求，满足安全要求。	符合
3	右岸滩面排水沟沿位于滩面与山坡结合部布置，排水沟基础落在山体原土岩层上，矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ ，断面为 $1.35 \times 1.8m$ 。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	右岸滩面排水沟设置于滩面与山坡结合部布置，排水沟基础落在山体原土岩层上，从右岸桩号 Y0+000.00 至桩号 Y0+523.59，排水沟全长 523.59m，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。桩号 Y0+000.00-Y0+214.79 段为钢筋混凝土结构，排水沟为矩形断面，净断面为 $1.35 \times 1.8m$ ，C15 垫层 10cm，C25 钢筋混凝土，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。	符合
4	右岸坝肩排水沟上游段：现有的溢洪道加高，矩形断面，C25 混凝土加高，断面为 $1.35 \times 1.9m$ 。排水暗涵段：不便于后期检修，对现有的暗涵进行封堵，新建排水明渠，矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，断面为 $1.35 \times 1.5m$ 。右岸坝肩排水沟下游段：沿初期坝坝肩至初期坝下游，新建排水明渠为矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，断面为 $1.35 \times 1.5m$ 。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	桩号 Y0+214.79-Y0+232.49 段为 C25 混凝土加高，断面为 $1.35 \times 1.9m$ 。C25 素混凝土结构，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。桩号 Y0+393.26-Y0+425.26 段现有的暗涵进行封堵，新建排水明渠，矩形断面，C15 垫层，C25 钢筋混凝土，断面为 $1.35 \times 1.5m$ ，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$ 。右岸坝肩排水沟下游段桩号 Y0+425.26-Y0+513.57 段，C15 垫层 10cm，C25 钢筋混凝土，排水沟为矩形断面，净断面为 $1.35 \times 1.5m$ ，最小纵坡度 $i \geq 1.5\%$	符合

序号	检查内容	依据标准条款	检查情况	检查结论
5	坡面雨水沟为砖砌结构，矩形断面，断面尺寸为 $0.35 \times 0.35\text{m}$ ，排水底坡 $i > 5\%$ ，砂浆抹面，坡面雨水沟左高右低，右岸末端与右岸溢洪道连接。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》、《设计变更通知单》	坡面雨水沟为砖砌结构，矩形断面，断面尺寸为 $0.35 \times 0.35\text{m}$ ，排水底坡 $i > 5\%$ ，砂浆抹面，坡面雨水沟左高右低，右岸末端与右岸溢洪道连接。	符合
6	滩面覆土完成后，设置横纵向的雨水沟，将滩面雨水引入右岸溢洪道。滩面雨水沟采用矩形断面，C25 素混凝土结构，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	滩面覆土完成后，设置横纵向的雨水沟，将滩面雨水引入右岸溢洪道。滩面雨水沟采用矩形断面，C25 素混凝土结构，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。	符合
7	右岸副坝整形后，在 1980.00m 标高设置宽 3m 的平台，平台设置雨水沟，雨水沟末端与右岸溢洪道相连。左岸选厂旧址土方开采区设置的马道上设置雨水沟。雨水沟采用 C25 素混凝土结构，矩形断面，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	右岸副坝整形后，在 1980.00m 标高设置宽 3m 的平台，平台设置雨水沟，雨水沟末端与右岸溢洪道相连。雨水沟采用 C25 素混凝土结构，矩形断面，断面尺寸为 $b \times h = 0.35 \times 0.35\text{m}$ 。	

表 3-5 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-尾矿库库内排水设施

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	排水井	基本	■	检查内容：排水井的平面位置、标高、数量、型式、结构尺寸，各部位的钢筋、混凝土的强度，混凝土抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基坑处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		不涉及	符合
2	排水斜槽	基本	■	检查内容：排水斜槽的平面位置、标高、长度、型式、结构尺寸，各部位的钢筋、混凝土的强度，混凝土抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基坑处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		左岸坝肩排水沟、左岸滩面排水沟、右岸滩面排水沟、坡面雨水沟、滩面雨水沟、平台雨水沟相关施工均符合设计要求。	符合
3	排水隧洞	基本	■	检查内容：排水隧洞的布置、标高、长度、衬砌型式、结构尺寸，衬砌的钢筋、混凝土的强度，混凝土抗渗、抗冻、抗侵蚀性，锚杆材料及类型、直径、布置情况是否与批复的安全设施设计一致。		不涉及。	符合

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
				检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。			
4	排水管	基本	■	检查内容：排水管的平面位置、标高、长度、型式、结构尺寸，各部位的钢筋、混凝土的强度，混凝土抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基坑处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		不涉及。	符合
5	溢洪道	基本	■	检查内容：溢洪道的平面位置、标高、型式、结构尺寸，衬砌用块石、混凝土和钢筋的强度，混凝土的抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基槽处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		不涉及。	符合
6	消力池	基本	△	检查内容：消力池的平面位置、标高、型式、结构尺寸，衬砌用块石、混凝土和钢筋的强度，混凝土的抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基槽处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		不涉及。	符合
	子项验收结论						符合

表 3-6 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-尾矿库库周截排洪设施

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	拦洪坝	基本	■	检查内容：拦洪坝的坝址、型式、结构尺寸，填筑指标和地基处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		挡水坝为毛石混凝土坝，坝高 3.5m，坝基处理按 3m 深，坝顶宽 0.6m，上游外坡比 1:0.25，坝顶标高 1983.50m，下游外坡比 1:0.30。挡水坝坝顶与滩面平整覆土后平齐	符合
2	截洪沟	基本	△	检查内容：截洪沟的平面位置、标高、衬砌型式、结构尺寸是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		左岸坝肩排水沟、左岸滩面排水沟、右岸滩面排水沟、坡面雨水沟、滩面雨水沟、平台雨水沟相关施工均符合设计要求。	符合
3	排水	基本	■	检查内容：排水井的平面位置、标高、		不涉及。	符

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
	井			数量、型式、结构尺寸，各部位的钢筋、混凝土的强度，混凝土抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基坑处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。			合
4	排 洪 隧 洞	基本	■	检查内容：排水隧洞的布置、标高、长度、衬砌型式、结构尺寸，衬砌的钢筋、混凝土的强度，混凝土抗渗、抗冻、抗侵蚀性，锚杆材料及类型、直径、布置情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		不涉及。	符合
5	溢 洪 道	基本	■	检查内容：溢洪道的平面位置、标高、型式、结构尺寸，衬砌用块石、混凝土和钢筋的强度，混凝土的抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基槽处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场检查。		不涉及。	符合
6	消 力 池	基本	△	检查内容：消力池的平面位置、标高、型式、结构尺寸，衬砌用块石、混凝土和钢筋的强度，混凝土的抗渗、抗冻、抗侵蚀性，基槽处理情况是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。			符合
	子 项 验 收 结 论						符合

3.3.2单元小结

永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程排洪系统的建设与安全设施设计及变更说明一致。

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》防排洪系统单元共检查12项；否决项3项，符合2项，不符合0项；一般项1项，符合1项，不符合0项；不涉及11项。防排洪系统单元具备验收条件。

3.4 安全监测设施单元

3.4.1 安全监测设施符合性检查

根据昆明坤泽矿业技术有限责任公司于 2023 年 9 月编制的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，对安全监测设施建设情况进行符合性检查。

表 3-7 安全监测设施符合性检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结果
1.	设计主要采用人工巡查周围边坡和沿沟谷的堆积散体进行地质灾害监测。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	采用人工巡查的方式进行地址灾害监测。	符合
2.	库区气象监测主要为雨量监测，通过设置的翻斗式自计雨量计进行自动化计量。-	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	尾矿库使用在线监测系统降雨量监测。	符合
3.	尾矿坝外坡在线位移监测点共 11 个：在 1984m 标高（第 19 级子坝坝顶）有位移监测设施 5 个，1974m 标高（第 13 级子坝坝顶中线）现有位移监测设施 1 个，1972m 标高（第 12 级子坝坝顶）现有位移监测设施 3 个，第 2 级子坝（1958m 标高）及初期坝坝顶中间各有位移监测 1 个。堆积坝外坡在线渗流监测孔 4 个，堆积坝外坡和滩面在线视频监控点 3 个。尾矿坝外坡、岸坡和挡水坝的人工位移监测点共 25 个	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	尾矿坝外坡在线位移监测点共 11 个为利旧工程，本次闭库工程中在尾矿坝外坡、岸坡和挡水坝的人工位移监测点共 25 个。分别在第 1 级子坝色好设置 2 个（设置 RGJC01、RGJC02），在第 2 级子坝 3 个（设置 RGJC03、RGJC04、RGJC05），在第 7 级子坝 3 个（设置 RGJC06、RGJC07、RGJC08），在第 15 级子坝 3 个（设置 RGJC09、RGJC10、RGJC11），在第 20 级子坝 3 个（设置 RGJC12、RGJC13、RGJC14），在副坝顶部设置了 4 个（设置 RGJC15、RGJC16、RGJC17、RGJC18），在挡水坝顶部设置了 3 个（设置 RGJC19、RGJC20、RGJC21），左岸边坡上设置了 4 个（编号为 RGJC22（1992m 台阶）、RGJC23（1997m 台阶）、RGJC24（2002m 台阶）、RGJC25（2007m 台阶））	符合

表 3-8 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-尾矿库安全监测设施

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	库区气象监测设施	专用	△	检查内容:库区气象监测设施是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		不涉及。	
2	地质灾害监测设施	专用	△	检查内容:地质灾害监测设施是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		采用人工巡查	符合
3	库水位监测设施	专用	△	检查内容:库水位监测点的布置、监测设备是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		设置现场检测系统	符合
4	干滩监测设施	专用	△	检查内容:干滩监测点的布置、监测方法、监测记录是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全验收评价报告或现场抽查。		不涉及	符合
5	坝体表面位移监测设施	专用	△	检查内容:坝体表面位移监测点的布置、监测设备是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		坝体表面位移监测点的布置与安全设施设计一致。	符合
6	坝体内部位移监测设施	专用	△	检查内容:坝体内部位移监测点的布置、监测设备是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		不涉及。	
7	坝体渗流监测设施	专用	△	检查内容:坝体渗流监测点的布置、监测设备是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告。		不涉及。	
8	视频监控设施	专用	△	检查内容:尾矿库视频监控设施的布置、监测设备是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法:查阅安全设施验收评价报告。		尾矿库视频监控设施的布置、监测设备与安全设施设计一致。	符合
9	在线监测中心	专用	△	检查内容:尾矿库在线监测中心的设置是否与批复的安全设施设计一致。		尾矿库在线监测中心的设置与安全设施设计一致。	符合

				检查方法: 查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。			
	子项验收结论						符合

3.4.2单元小结

尾矿坝外坡在线位移监测点共 11 个为利旧工程，本次闭库工程中在尾矿坝外坡、岸坡和挡水坝的人工位移监测点共 25 个，与安全设施设计一致。

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14 号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》安全监测设施单元共检查 9 项；否决项 0 项，符合 0 项，不符合 0 项；一般项 9 项，符合 4 项，不符合 0 项；不涉及 4 项。安全监测设施单元具备验收条件。

3.5尾矿库闭库单元

3.5.1尾矿库闭库符合性评价

根据《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 38 号）、《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）。采用安全检查表对尾矿库闭库工程进行符合性评价。

表 3-9 尾矿库闭库安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
1.	该库的尾矿固废类别为第 I 类一般工业固体废物，按 I 类场封场；库区土地类型为工业用地，闭库设计考虑将滩面、左岸边坡及右岸副坝边坡复垦为草地，覆厚 300mm 的耕植土，覆土方量为 15748m³。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	根据施工签证及测绘报告，复垦区已回填耕土，厚度大于 40-60cm。	符合
2.	根据现场实际情况，永仁县当地无马桑苗木，采购困难，需要从外地采购，采购成本过高，经楚雄州生态环境局永仁分局、建设单位、设计单位、监理单位、施工单位研究讨论后，一致同意：将耕植土覆土厚 300mm 调整为 400mm	设计变更通知单：KZZG-2024-BG-02		符合
3.	设计对库区左岸（西侧）山坡地貌重塑（取土整形），完善边坡截排洪设施，第四系残坡积层用于滩面覆土。库区左岸（西侧）山	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	覆土土质按照设施设计要求位置取土，土质	符合

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
	坡第四系残坡积土区域无土壤调查，复垦前需要土壤检测和土壤重构（土壤结构、肥力和活力等改良和治理），土壤质地以砂土和粉黏土为主，砾石含量不量不超过 20%，有机质含量不小于 1.0%，pH 值介于 6.0~8.5 之间，控制土壤容重不超过 1.45 g/cm ³ ；土壤环境质量相关标准和要求。		满足种植要求。	
4.	滩面排水沟、右岸副坝边坡 1980.00 平台排水沟及左岸边坡取土边坡平台排水沟修建后，覆盖耕植土后撒播草籽。		根据施工签证及测绘报告，复垦区共播种狗牙草 53565.94 平方米。	
5.	将原设计灌木马桑调整为夹竹桃。树种选用的灌木选用苗高 1~1.5m，冠幅 50~80cm，行株距为 2.0m×2.0m，穴的规格为灌木 30×30×30cm。	设计变更通知单：KZZG-2024-BG-02	复垦区内按照设计要求已种植夹竹桃，苗高 1~1.5m，冠幅 50~80cm，行株距为 2.0m×2.0m，目前全部生长良好。	符合
6.	尾矿库运行到设计最终标高或者不再进行排尾作业的，应当在一年内完成闭库。特殊情况不能按期完成闭库的，应当报经相应的安全生产监督管理部门同意后方可延期，但延长期限不得超过 6 个月。	《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 38 号）	尾矿库闭库程序在规定时间内完成。	符合
7.	尾矿库闭库工程安全设施验收，应当具备下列条件：尾矿库已停止使用；尾矿库闭库工程安全设施设计已经有关安全生产监督管理部门审查批准；有完备的闭库工程安全设施施工记录、竣工报告、竣工图和施工监理报告等。		尾矿库已停止使用；安全设施设计已获得审批；有闭库工程施工记录、竣工报告、竣工图和施工监理报告。	符合
8.	尾矿回采结束后，应当拆除坝体及相关设施，并向相应的应急管理部门交回尾矿库回采安全生产许可证。尾矿库管理单位应当委托安全评价机构编制尾矿库闭库工程安全验收评价报告，并组织尾矿库闭库工程安全设施竣工验收，形成安全设施竣工验收报告。	《云南省尾矿库闭库销号管理办法（试行）》（云应急〔2021〕20 号）	闭库工程已完成，已委托安评机构编制编制安全验收评价报告。	符合
9.	第九条 正常闭库尾矿库应当遵守下列规定： （一）闭库前应当进行工程勘察、安全现状评价和闭库设计，并编制闭库工程安全设施设计。勘察、设计、评价、施工、工程监理等有关单位资质应当符合国家相关规定并与尾矿库等别相一致； （二）闭库工程安全设施设计应当报经相应的应急管理部门组织专家审查，经审查批准后方可实施；		1、该库已经按要求完成工程勘察、安全现状评价、施工、工程监理等工作 2、闭库工程安全设施设计已经楚雄州应急管理组织专家审查，并批准后	

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
	（三）尾矿库闭库工程按照批准的安全设施设计完成闭库工程后，尾矿库管理单位应当委托安全评价机构编制尾矿库闭库工程安全验收评价报告，并组织尾矿库闭库工程安全设施竣工验收，形成安全设施竣工验收报告； （四）向批准闭库工程安全设施设计的应急管理部门提交闭库销号申请；		实施； 3、昭通市鼎安科技有限公司编制了《安全设施竣工验收评价报告》。	

3.5.2 单元小结

永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程闭库工程，经评价人员现场查看库内已回填耕植土，复垦区已按设计要求种植植被。

针对尾矿库闭库符合性检查表内的 8 项进行检查，其中合格 5 项，经评价分析尾矿库闭库安全评价单元具备安全验收条件。

3.6 辅助设施单元

3.6.1 辅助设施符合性检查

根据昆明坤泽矿业技术有限责任公司于 2023 年 9 月编制的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，对辅助设施建设情况进行符合性检查。

表 3-10 辅助设施符合性检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结果
1.	初期坝坝脚水池修筑为永久性渗滤液收集池， $b \times L \times h = 3 \times 6 \times 1.5\text{m}$ ，C15 垫层， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面；收集池用于收集封场后库内渗滤液，随着封场渗滤液将逐步减少。修复渗滤液收集池至高位水池的回水管线，各水池封顶避免雨季雨水进入，定期对各水池渗滤液加药剂处理，渗滤液处理达标后才能外排	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	初期坝坝脚水池修筑为永久性渗滤液收集池， $b \times L \times h = 3 \times 6 \times 1.5\text{m}$ ，C15 垫层， $M_{7.5}M_{u40}$ 浆砌石结构， M_{10} 水泥砂浆抹面，根据施工签证资料，该设施符合设计要求。	符合
2.	尾矿库交通布置情况：库区东面有公路，与外界连通，路面宽约 4m，可作为尾矿库应急抢险救援道路	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	路面维护良好，满足尾矿库应急抢险救援道路。	符合
3.	尾矿库通信设施设置情况：尾矿库通信设备配置有电话、手机、对讲机、互联网，配备的相应人员为生产作业人员、巡视人员以及安全生产管理机构，若尾	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	尾矿库设有专人值班，通讯设施符合要求。	符合

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结果
	矿库失事，各相关人员能保证在第一时间取得联系，信息能得到及时传递			

表 3-11 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-尾矿库辅助设施

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	基本安全辅助设施						
1.1	尾矿库交通道路	基本	△	检查内容：尾矿库库区道路的设置是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		回采闭库工程临时辅助设施设计建设有道路、供电、照明及通讯等辅助设施等相关支撑，作为尾矿库回采闭库工程的辅助设施，但随尾矿库闭库结束而一并拆除，辅助设施任务圆满完成，临时工程将不再继续保留和使用	符合
1.2	尾矿库照明设施	基本	△	检查内容：尾矿库照明设施的设置是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。			符合
1.3	通讯设施	基本	△	检查内容：尾矿库通讯设施的设置是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。			符合
	子项验收结论						
2	专用安全辅助设施						
2.1	尾矿库管理站	专用	△	检查内容：安全管理机构中尾矿库管理站的设置是否与批复的安全设施设计一致；特种作业人员是否按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		回采闭库工程临时辅助设施设计建设有道路、供电、照明及通讯等辅助设施等相关支撑，作为尾矿库回采闭库工程的辅助设施，但随尾矿库闭库结束而一并拆除，辅助设施任务圆满完成，临时工程将不再继续保留和使用	符合
2.2	报警系统	专用	△	检查内容：尾矿库报警设施是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。			符合
2.3	库区安全护栏	专用	△	检查内容：尾矿库库区安全护栏的设置是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。			符合
	子项验收结论						

3.6.2单元小结

回采闭库工程临时辅助设施设计建设有道路、供电、照明及通讯等辅助设施等相关支撑，作为尾矿库回采闭库工程的辅助设施，但随尾矿库闭库结束而一并拆除，辅助设施任务圆满完成，临时工程将不再继续保留和使用。

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》辅助设施单元共检查6项；否决项0项；一般项6项，符合6项，不符合0项；不涉及0项。辅助设施单元具备验收条件。

3.7个人安全防护单元

3.7.1个人安全防护符合性检查

根据昆明坤泽矿业技术有限责任公司于2023年9月编制的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，对个人安全防护设施配置情况进行符合性检查。

表 3- 12 个人安全防护符合性检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	结果
1	建设单位按要求给工作人员配备安全帽、雨鞋、手套、工作服等必需品，不小于两套。	《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》	业为员工配置了工作服、劳保鞋、安全帽等个人安全防护用品。	符合

表 3-13 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-个体防护

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
1	个人安全防护用品		△	检查内容：生产经营单位是否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。		生产经营单位已为从业人员提供符合国家标准劳动用品。	符合

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
				检查方法：查阅台账和发放记录、现场抽查佩戴使用情况。			
2	工伤保险		△	检查内容：生产经营单位是否为从业人员办理工伤保险或安全生产责任保险、雇主责任保险。 检查方法：查阅保险缴纳证明。		生产经营单位已为从业人员办理工伤保险。	符合

3.7.2单元小结

企业为从业人员配备足量的安全帽、手套、雨靴、工作服等个人防护及劳保用品，并对作业人员进行培训，确保劳保及防护用品的正确佩戴。

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》个人安全防护单元共检查2项；否决项0项；一般项2项，符合2项，不符合0项。个人安全防护单元具备验收条件。

3.8安全标志单元

3.8.1安全标志符合性检查

根据昆明坤泽矿业技术有限责任公司于2023年9月编制的《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，对安全标志建设情况进行符合性检查

表 3- 14 尾矿库建设项目安全设施竣工验收表-尾矿库辅助设施

序号	检查项目	安全设施类别	检查类别	检查内容、检查方法	存在问题	检查情况	检查结果
2.4	安全标志	专用	△	检查内容：尾矿库库区安全标志设施的设置是否与批复的安全设施设计一致。 检查方法：查阅安全设施验收评价报告、现场抽查。		安全警示标志部分缺失	不符合

3.8.2单元小结

根据《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施

竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属矿山尾矿库建设项目安全设施竣工验收表》安全标志单元共检查1项；否决项0项；一般项1项，不符合1项。

3.9安全管理单元

3.9.1组织与制度

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《中华人民共和国安全生产法》、《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》采用安全检查表对矿山组织与制度进行符合性评价。

表 3- 15 组织与制度符合性安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
1.	矿山企业应建立健全安全生产责任制，制定安全生产规章制度、安全培训制度和各岗位的安全操作规程。明确各岗位人员的责任和考核标准。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 4.1.2	已建立安全生产责任制、安全生产规章制度及各岗位操作规程。	符合
2.	矿山企业应配备专职安全生产管理人员；从业人员超过一百人的应当设置安全生产管理机构。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 4.1.6	已设置安全管理机构，配备专职安全管理人员。	符合
3.	矿山企业应为从业人员提供符合国家标准要求的劳动防护用品。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 4.1.8	矿山已为从业人员提供劳保用品。	符合
4.	专职安全生产管理人员应依法接受培训，并取得合格证。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 4.3.1	专职安全管理人员已取得合格证。	符合
5.	矿山从业人员的安全培训情况和考核结果，应记录存档。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 4.5.8	有安全教育记录。	符合
6.	有关生产经营单位应当按照规定提取和使用安全生产费用，专门用于改善安全生产条件。	《中华人民共和国安全生产法》第二十三条	有安全生产费用提取和使用记录。	符合
7.	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。	中华人民共和国安全生产法》第三十条	特种作业人员均持证上岗。	符合
8.	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。	中华人民共和国安全生产法》第五十一条	已为从业人员缴纳工伤保险，	符合

3.9.2安全管理运行

现场查阅库区相关安全生产管理文件，库区已成立安全生产部门，已

制定完善安全生产责任制、安全生产管理制度、安全操作规程等，现场管理台账等基本健全。

3.9.3单元小结

安全管理人员均持证，成立了安全管理机构，制定了相关制度、操作规程等，并按照相关的制度、操作规程执行，特种作业人员经过相关部门培训并持证上岗，编制了事故应急救援预案并按要求备案，成立了应急救援队伍。评价认为安全管理单元满足安全生产条件，具备安全验收的条件。

3.10重大生产安全事故隐患判定评价单元

3.10.1重大隐患排查安全检查表

依据《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》(矿安〔2022〕88号)2022,《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》的通知（矿安〔2024〕41号），对永仁团山铜矿尾矿库进行安全检查表检查。

表 5-19 尾矿库重大事故隐患安全检查表

序号	检查标准	检查情况	检查结果
1	库区或者尾矿坝上存在未按设计进行开采、挖掘、爆破等危及尾矿库安全的活动。	未进行开采、挖掘、爆破等危及尾矿库安全的活动。	符合
2	坝体存在下列情形之一的： 1. 坝体出现严重的管涌、流土变形等现象； 2. 坝体出现贯穿性裂缝、坍塌、滑动迹象； 3. 坝体出现大面积纵向裂缝，且出现较大范围渗透水高位出逸或者大面积沼泽化。	现场勘验，该库未有该情形。	符合
3	坝体的平均外坡比或者堆积子坝的外坡比陡于设计坡比。	现状满足设计要求。	符合
4	坝体高度超过设计总坝高，或者尾矿库超过设计库容贮存尾矿。	坝体高度未超过设计总坝高	符合
5	尾矿堆积坝上升速率大于设计堆积上升速率。	停产多年，满足要求。	符合
6	采用尾矿堆坝的尾矿库，未按《尾矿库安全规程》（GB39496-2020）第 6.1.9 条规定对尾矿坝做全面的安全性复核。	尾矿坝做全面的安全性复核满足要求。	符合
7	浸润线埋深小于控制浸润线埋深。	满足要求。	符合
7	汛前未按国家有关规定对尾矿库进行调洪演算，或者湿式尾矿库防洪高度和干滩长度小于设计值，或者干式尾矿库防洪高度和防洪宽度小于设计值。	已进行调洪演算，满足要求。	符合
8	排洪系统存在下列情形之一的： 1. 排水井、排水斜槽、排水管、排水隧洞、拱	排洪系统已按设计要求进行施工完毕，水沟参数、质	符合

	板、盖板等排洪构筑物混凝土厚度、强度或者型式不满足设计要求； 2. 排洪设施部分堵塞或者坍塌、排水井有所倾斜，排水能力有所降低，达不到设计要求； 3. 排洪构筑物终止使用时，封堵措施不满足设计要求。	量均满足要求。	
9	设计以外的尾矿、废料或者废水进库。	现状检查无此情况。	符合
10	多种矿石性质不同的尾砂混合排放时，未按设计进行排放。	本库仅排铜尾矿。	符合
11	冬季未按设计要求的冰下放矿方式进行放矿作业。	现场检查、调查无此情况。	符合
12	安全监测系统存在下列情形之一的： 1. 未按设计设置安全监测系统； 2. 安全监测系统运行不正常未及时修复； 3. 关闭、破坏安全监测系统，或者篡改、隐瞒、销毁其相关数据、信息。	尾矿库建设有在线监测系统，分别在 1983m、1972m、1957m 及初期坝平台一共设置 11 个位移监测点及 4 个浸润线观测井，每个位移监测点上均安装了视频监控。	符合
13	干式尾矿库存在下列情形之一的： 1. 入库尾矿的含水率大于设计值，无法进行正常碾压且未设置可靠的防范措施；2. 堆存推进方向与设计不一致； 3. 分层厚度或者台阶高度大于设计值； 4. 未按设计要求进行碾压。	不涉及	符合
14	经验算，坝体抗滑稳定最小安全系数小于国家标准规定值的 0.98 倍。（十六）三等及以上尾矿库及“头顶库”未按设计设置通往坝顶、排洪系统附近的应急道路，或者应急道路无法满足应急抢险时通行和运送应急物资的需求。	根据《永仁县团山尾矿库闭库工程勘察报告》，坝体稳定性分析结论： 尾矿库在现状标高条件下，在正常运行、洪水运行及特殊运行下均处于稳定状态，尾矿库均处于稳定状态，安全系数满足规范要求。	符合
15	尾矿库回采存在下列情形之一的： 1. 未经批准擅自回采； 2. 回采方式、顺序、单层开采高度、台阶坡面角不符合设计要求； 3. 同时进行回采和排放。	该库未进行回采。	符合
16	用以贮存独立选矿厂进行矿石选别后排出尾矿的场所，未按尾矿库实施安全管理的。		符合
17	未按国家规定配备专职安全生产管理人员、专业技术人员和特种作业人员。	满足要求。	符合
18	尾矿库排洪构筑物拱板（盖板）与周边结构缝隙未采用设计材料充满充实的，或封堵体设置在井顶、井身段或斜槽顶、槽身段。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》的通知（矿安〔2024〕41 号）	符合
19	遇极端天气尾矿库未及时停止作业、撤出现场作业人员。		不涉及

3. 10. 2 尾矿库重大事故隐患判定结论

根据依据《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》(矿安〔2022〕88 号)，

《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》的通知（矿安〔2024〕41号）对该库进行对标检查，检查结论永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程未构成重大事故隐患。

4.安全对策措施建议

4.1尾矿库闭库单元

土地复垦工作完成后，建议企业做好后续植被管护工作，保证植被的存活率。

4.2安全管理单元

尾矿库闭库工程验收后，尽快履行闭库销号手续。

4.3整改建议及整改情况

根据 2024 年 5 月 25 日现场检查情况，评价组对该项目提出以下问题及整改建议：

1. 排洪沟内堆置了少量泥沙，应该及时清理；
2. 渗滤液池周围应增设围栏，防止淹溺事故；

对评价组提出的问题及整改建议，施工单位十分重视，已安排相关人员及时认真的整改和落实，整改情况具如下：

经过施工单位整改，评价组于 2024 年 6 月 5 日进行复查，复查结果：企业已总体按照评价组提出的整改建议进行了整改，总体符合要求。

5.评价结论

昭通市鼎安科技有限公司依据安全评价相关法规，对该建设项目严格按照安全评价过程控制程序，经现场调查、分析和评价，结合现场调查隐患整改完成情况，得出如下安全设施验收评价综合结论：

1. 永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程在建设过程中，按照国家有关建设安全生产法律法规要求履行了建设程序，请有资质的单位编制了工勘报告、初步设计、安全设施设计、施工图设计、安全评价报告等，该报告并通过行政主管部门审查、审批，符合建设项目程序要求。

2. 通过对永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程的现场检查，对各项安全管理资料、施工过程记录文件的查阅和分析，对照《安全设施设计》《施工图设计》进行符合性评价。经评价认为：永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程符合《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施设计》《永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程施工图设计》的要求。

3. 经评价，永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程建设项目，不存在《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的指导意见》（安监总管一〔2016〕14号）附表《金属非金属露天矿山建设项目安全设施竣工验收表》中的否决项，共检查42项，其中14项不涉及，1项不合格（为一般项），27项合格，不符合项占检查项总数的3.57%（小于5%）。

安全验收评价结论：通过对永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程安全设施定性定量分析评价，永仁县团山耕地周边重金属污染源防控项目（永仁县团山铜矿尾矿库闭库工程）安全设施符合竣工验收的条件。

总之，安全生产是一个不断完善的动态过程，应根据安全生产条件的变化和国家法规的要求，不断完善安全技术措施和管理措施，提升安全技术水平，防止生产安全事故的发生，切实保障人民生命和企业财产的安全。

6.附件及附图

6.1附件

1. 企业法人营业执照。
2. 安全现状评价报告封面、扉页及资质；
3. 初步设计封面、扉页及资质；
4. 工勘报告封面、扉页及资质；
5. 安全设施设计封面、扉页及资质；
6. 《安全设施设计》评审意见和批复文件；
7. 施工组织设计封面；
8. 施工日志封面；
9. 竣工测绘报告封面；
10. 施工单位竣工资料（共两册）封面；
11. 施工总结报告（施工单位资质）封面；
12. 监理旁站记录封面；
13. 监理日志封面；
14. 监理总结报告（监理单位资质）封面；
15. 安全管理人员任命书；
16. 安全生产责任制；
17. 安全生产管理规章制度；
18. 主要安全操作规程；
19. 事故应急救援预案、应急预案的备案表、应急预案的演练记录、总结；
20. 人员资格证书；
21. 为职工缴纳工伤保险的证明；
22. 安全教育、培训台账等资料；

6.2附图

1. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程库区施工前平面图；
2. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程竣工总平面布置图；
3. 永仁县团山尾矿库闭库工程竣工正摄影像图；
4. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程挡水坝布置图；
5. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程左岸滩面排水沟剖面图；
6. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程左岸坝肩排水沟剖面图；
7. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程右岸排水沟剖面图；
8. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程 3-3` 剖面图；
9. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程 2-2` 剖面图；
10. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程 10-10` 剖面图；
11. 右岸滩面排水沟结构断面图；
12. 右岸滩面排水沟结构断面图；
13. 渗滤液收集池平面图（消力池平面图）；
14. 渗滤液收集池（消力池）结构剖面图；
15. 右岸消力池钢筋图；
16. 尾矿回填工艺平、剖面图；
17. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程监测设施平面图；
18. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程位移人工监测设施大样图；
19. 永仁团山铜矿尾矿库闭库工程库区复垦平面图。