

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司
杰楼一昂沟尾矿库建设项目
水土保持监测总结报告

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司
杰楼一昂沟尾矿库建设项目
水土保持监测总结报告

建设单位：甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司

监测单位：甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所

2023年12月





事业单位法人证书

统一社会信用代码 12620000438003644N

名称 甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所 法定代表人 周自强

宗旨和业务范围 对地质灾害的研究及勘查设计评价等相关业务；地理信息系统的开发研究与应用及测绘、地理信息评价咨询等相关业务；土地规划相关研究及评价、规划方案编制、水土保持监测等业务；开展矿山地质环境调查、绿色矿山生态修复等工作；环境影响评价、水土污染防治研究及相关工作；开展水文学及水文地质学应用工作。

经费来源 全额拨款

开办资金 ¥881万元

住所 兰州市城关区定西南路211号 举办单位 甘肃省科学院

登记管理机关



有效期自 2023年03月20日 至 2028年03月20日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

国家事业单位登记管理局监制



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

单位名称： 甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所

法定代表人： 周自强

单位等级： ★★★★★ (4星)

证书编号： 水保监测(甘)字第 20230003 号

有效期： 自 2023年 10月 01 日至 2026年 09月 30 日

发证机构： 中国水土保持学会

发证时间： 2023年 11月



甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目

水土保持监测总结报告

责任页

编制单位：甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所

批 准：	周自强(研究员)	周自强
核 定：	周自强(研究员)	周自强
审 查：	王雄师(研究员)	王雄师
校 核：	白晓华(研究员)	白晓华
项 目 负 责：	唐家凯(副研究员)	唐家凯
	刘雪峰(高级工程师)	刘雪峰
报 告 编 写：	刘雪峰(高级工程师) (第一-四章)	刘雪峰
参 加 人：	张国信(助理研究员) (第五-八章)	张国信
	刘 韬(助理研究员) (附件、附图)	刘 韬

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	5
1.1 建设项目概况	5
1.2 水土保持工作情况	13
1.3 监测工作实施情况	16
2 监测内容和方法	27
2.1 扰动土地情况	27
2.2 取料（土、石）弃渣（土、石等）	28
2.3 水土保持措施	28
2.4 水土流失情况	29
3 重点对象水土流失动态监测	31
3.1 防治责任范围监测	31
3.2 取土（石、料）监测结果	35
3.3 弃土（石、渣）监测结果	35
3.4 土石方流向情况监测结果	36
3.5 其他重点部位监测结果	39
4 水土流失防治措施监测结果	40
4.1 工程措施监测结果	40
4.2 植物措施监测结果	42
4.3 临时措施监测结果	45
4.4 水土保持措施防治效果	46
5 土壤流失情况监测	54
5.1 水土流失面积	54
5.2 土壤流失量	54
5.3 取土、弃渣潜在土壤流失量	68
5.4 水土流失危害	68
6 水土流失防治效果监测结果	70
6.1 水土流失治理度	70

6.2 土壤流失控制比	70
6.3 渣土防护率	71
6.4 表土保护率	71
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率	72
6.6 三色评价	72
7 结论	74
7.1 水土流失动态变化	74
7.2 水土保持措施评价	75
7.3 存在问题及建议	75
7.4 综合结论	75
8 附件及附图	77
8.1 附件	77
8.2 附图	77

前 言

早子沟金矿选矿厂目前配套有一座尾矿库，库址位于现有选矿厂东北方向距离约为1.37km一沟道内，该尾矿库2010年5月开始建造，2011年10月投入试运行。经过多年的生产实践和技术改造，该尾矿库最终达到了原设计的尾矿干式堆存筑坝要求，但该尾矿库剩余库容不多，服务选厂生产年限有限。杰楼一昂沟尾矿库的建设，能够保证企业连续生产，不仅能促进当地矿山资源的开发利用，又能支撑我国矿业的发展，对国家和地区经济发展具有战略意义。

2020年8月21日，建设单位完成了甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目备案，并取得了备案证（甘南合作市发展和改革委员会固定资产投资与产业经贸股备[2020]26号）。

2020年8月，建设单位委托中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司编制完成了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目可行性研究报告》；2020年12月，中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司编制完成了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库（原甘来尾矿库）改扩建项目初步设计》；2021年3月，中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司编制完成了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库工程施工图设计》。

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目库址位置杰楼一昂沟尾矿库位于合作市那吾镇黄可一合自然村，库区在现有2000t/d选厂南面正对的沟谷内，与选厂相距1086.0m，库区中心坐标为东经102°49'30.7"，北纬34°56'55.3"。杰楼一昂沟尾矿库建设项目建设内容包括尾矿坝坝体工程、排洪系统工程、尾矿脱水车间、尾矿输送及回水设施、道路工程、供配电、综合楼等公用辅助设施。杰楼一昂沟尾矿库为山谷型尾矿库，设计总库容884.17万m³，有效库容751.55万m³，总坝高97.0m，尾矿库的等别为三等，项目服务年限18.0年。工程建设总投资29494.59万元，其中土建投资14576.20万元；项目于2022年4月开始施工，2023年10月建成，建设工期19个月。

项目总占地46.77hm²，其中永久占地43.0hm²，临时占地3.77hm²；按照按占地类型划分为采矿用地5.07hm²，天然牧草地23.16hm²，灌木林地17.82hm²，农村道路0.72hm²。工程建设挖填方总量为192.07万m³（含表土剥离及表土回覆），挖方总量93.32万m³（含表土剥离），填方98.75万m³（含表土回覆），借方13.30万m³，余方7.87

万 m³（运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，不纳入本项目），无弃方。

2020年10月28日，建设单位委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所编制《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案报告书》。2020年12月，编制单位编制完成了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案报告书》。2021年1月12日，合作市水务局以“合水务字〔2021〕14号”文对该方案进行了批复。

2023年2月，甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所开展甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测工作，并与2023年2月签订了合同。我单位接受监测工作委托后，立即组织专业人员，成立监测项目部，根据《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案报告书》及其施工图设计，按照《生产建设项目水土流失防治标准》《水土保持监测技术规程》等有关技术标准，认真开展该项目水土保持监测工作，并于2023年12月编制完成了该工程水土保持监测总结报告。项目主要监测方法以全面调查为主，定位、巡查为辅，综合采取卫星遥感、无人机航拍、地面观测、实地调查量测等多种方式，充分运用互联网、大数据等高新信息技术手段，实现对项目水土流失的定量监测和过程控制。监测人员通过深入现场，主要对项目施工各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效、水土流失危害及水土保持设施运行等情况进行全面调查。

监测结果表明：水土流失治理度 98.95%，土壤流失控制比 1.10，渣土防护率 94.97%，表土保护率 94.90%、林草植被恢复率 99.29%，林草覆盖率 14.39%。以上指标均达到了水土保持方案的要求。

在本项目水土保持监测过程中，得到了甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司、甘南州水务局及合作市水务局等水行政主管部门的大力支持和协助，在此一致表示衷心的感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称		甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目		
建设规模	杰楼一昂沟尾矿库为山谷型尾矿库，设计总库容884.17万m ³ ，有效库容751.55万m ³ ，总坝高97.0m，尾矿库的等别为三等，服务年限18.0年。		建设单位、联系人	甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司/徐海军 13629312081
			建设地点	合作市
			所属流域	黄河流域
			工程总投资	工程建设总投资2.95亿元，其中土建投资1.46亿元。
			工程总工期	2022年4月开工建设，2023年10月建成，总工期19个月。
水土保持监测指标				
监测单位		甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所	联系人及电话	唐家凯/13893241486
自然地理类型		甘南高原山地丘陵地貌	防治标准	建设生产类项目一级标准
监测内容	监测指标	监测方法（设施）	监测指标	监测方法（设施）
	1.水土流失状况监测	调查监测（测钎法）、资料查阅法	2.防治责任范围监测	调查监测、遥感监测、资料查阅法
	3.水土保持措施情况监测	调查监测、遥感监测、资料查阅法	4.防治措施效果监测	调查监测、遥感监测、资料查阅法
	5.水土流失危害监测	实地调查、资料分析	水土流失背景值	768t/km ² ·a
防治责任范围		46.77hm ²	土壤容许流失量	1000t/km ² ·a
水土保持投资		1642.14万元	水土流失目标值	1000t/km ² ·a

防治措施		<p>(1) 尾矿库防治区 工程措施: 岸边截水沟 2508m, 马道排水沟 948m, 排水陡槽 99m, 消力池 1 座, 尾水排水沟 35m; 表土剥离 87560m³, 表土回覆 3270m³, 土地整治 1.09hm²。 植物措施: 喷播植草 0.62hm², 撒播混合草籽 1.09hm², 栽植乔灌木 192 株。 临时措施: 洒水降尘 22520m³, 密目网苫盖 55800hm²。</p> <p>(2) 尾矿脱水系统及公辅设施防治区 工程措施: 盖板排水沟 264m, 截水沟 150m, 表土剥离 2730m³。 植物措施: 喷播植草 0.05hm²。 临时措施: 洒水降尘 1218m³, 密目网苫盖 7500hm²。</p> <p>(3) 尾矿库道路防治区 工程措施: 路面碎石压盖 1900m³, 道路排水沟 2738m, 表土剥离 10230m³, 表土回覆 7680m³, 土地整治 2.56hm²。 植物措施: 喷播植草 1.13hm², 撒播混合草籽 2.56hm², 栽植灌木 8733 株。 临时措施: 洒水降尘 19250m³。</p> <p>(4) 尾矿脱水系统及公辅设施防治区 工程措施: 表土回覆 8280m³, 土地整治 2.76hm²。 植物措施: 撒播混合草籽 2.76hm², 栽植乔灌木 25450 株。 临时措施: 密目网苫盖 5500hm²。</p> <p>(5) 施工生产生活区 工程措施: 表土回覆 2610m³, 土地整治 0.87hm²。 植物措施: 撒播草籽 0.87hm²。 临时措施: 洒水降尘 1200m³。</p>						
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量			
	水土流失治理度	85%	98.95%	防治责任范围面积	46.77hm ²	建筑物及硬化面积	37.83hm ²	
	土壤流失控制比	1.0	1.10	工程措施达标面积	1.72hm ²	容许土壤流失量	1000t/km ² ·a	
	表土保护率	90%	94.90%	可剥离表土	10.59 万 m ³	实际剥离表土	10.05 万 m ³	
	林草覆盖率	13%	14.39%	植物措施达标面积	6.73hm ²	监测土壤流失情况	907t/km ² ·a	
	林草植被恢复率	95%	99.29%	可恢复林草植被面积	7.04hm ²	林草类植被面积	6.99hm ²	
	渣土防护率	87%	94.97%	实际拦挡临时堆土量	27.18 万 m ³	临时堆土量	28.62 万 m ³	
	水土保持治理达标评价	项目采取了适宜的水土保持措施, 水土保持工程的总体布局合理, 防治效果明显, 改善了项目建设区的生态环境。人为水土流失得到控制, 低于原地貌的水土流失。水土流失防治指标基本达到了水土保持方案设计要求和开发建设项目水土流失防治标准。						
总体结论	工程施工期扰动面控制较好; 实施的土地整治、碎石路面、排水设施以及绿化等措施运行正常, 发挥了应有的水土保持作用, 满足水土保持要求。经过系统整治, 项目区生态环境得到了明显的改善, 总体上发挥了较好的保水保土、改善生态环境的作用。各项防治指标均达到了水保方案设计要求。							
主要建议	加强各项措施的管护工作, 在运行管护过程中尽量减少原地表的破坏。							

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目库址位置杰楼一昂沟尾矿库位于合作市那吾镇黄可一合自然村，库区在现有 2000t/d 选厂南面正对的沟谷内，与选厂相距 1086.0m，库区中心坐标为东经 102°49'30.7"，北纬 34°56'55.3"。

1.1.1.2 建设性质及建设规模

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目属于改建建设生产类项目。

杰楼一昂沟尾矿库为山谷型尾矿库，总库容 884.17 万 m³，有效库容 751.55 万 m³，总坝高 97.0m，尾矿库的等别为三等，服务年限 18.0 年。项目建设内容包括尾矿坝坝体工程、排洪系统工程、尾矿脱水车间、尾矿输送及回水设施、道路工程、供配电、综合楼等公用辅助设施。

表 1—1 技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	说明
1	尾矿堆存工艺条件			
	尾矿颗粒密度	t/m ³	2.58	
	堆存总尾矿量	万 t	2891.3	
	堆存方式		干堆	
	排放方式		库前排放	
	入库含水率	%	18	
2	尾矿库			
	汇水面积	km ²	1.0	
	总库容	万 m ³	884.17	
	总坝高	m	97.0	
	服务年限	a	18.0	
	等别		三等	
3	尾矿坝			
3.1	初期坝（初期坝）			
	坝型		堆石+土石分区碾压坝	

序号	指标名称	单位	数量	说明
	坝顶标高	m	3190	
	坝顶宽度	m	6	
	坝高	m	47	
	上游坡比		1:1.75	
	下游坡比		1:2.3	
3.2	堆积坝			
	堆积坝高	m	50	
	最终坝顶标高	m	3240	
	平均堆积外坡比		1 : 3.5	
4	排洪系统			
	排水形式		排水井（竖井）+隧道（支洞）	
4.1	排水井		3座	
	形式		框架式排水井	
	直径	m	3.5	
	井高	m	66	
	竖井深	m	94.6	
4.2	排洪隧道（支洞）			
	形式		城门洞型	
	净断面尺寸	m	B×H=2.0m×2.5m	
	长度	m	86.46	
4.3	排水明渠及陡槽			
	断面		矩形	
	尺寸	m	B×H=2.0m×2.0m	
	长度	m	134.6	
5	尾矿库输送系统			
	尾矿输送方式		扬送，扬程 225.0m	
	尾矿输送管线	m	4340	
6	回水系统			
	回水方式		自流	
	回水管线	m	3597	
7	上坝道路	m	2638	
8	总投资	万元	29494.59	

1.1.1.3 项目组成

杰楼一昂沟尾矿库建设项目包括尾矿坝坝体工程、排洪系统工程、尾矿脱水车间、尾矿输送及回水设施、道路工程、供配电、综合楼等公用辅助设施。

(1) 尾矿库

尾矿库（杰楼一昂沟尾矿库）库址位于合作市那吾镇黄可一合自然村，位于现有2000t/d选厂南面正对的沟谷内，与选厂相距1086.0m。尾矿库所在沟道长约1.10km，沟道平均比降0.16，上游汇水面积1.0km²。尾矿库初期坝顶标高3190.0m，尾矿最终堆积标高为3240.0m，总库容884.17万m³，有效库容751.55万m³，可为2000t/d选矿厂服务18.0年，总坝高97.0m，尾矿库的等别为三等。尾矿库总占地38.05hm²。

尾矿库（杰楼一昂沟尾矿库）初期坝坝顶标高3190.0m，坝轴线高47.0m，坝顶宽6.0m，坝顶长426.89m。初期坝上游侧、坝底及下游坝脚均采用碾压堆石体，初期坝下游侧其它部分采用碾压土石结构。上游坝面每10m高差设宽2.0m马道兼做土工布锚固沟使用，马道间坡比为1:1.75，初期坝下游坝脚设碾压堆石棱体，棱体顶标高3140.0m，顶宽3.0m，上游坡比1:1.5，下游坡比1:1.75。初期坝下游坝面每10m高差设一级马道，马道宽2.0m，马道间坡比为1:2.3。为防止坝体产生渗透破坏，初期坝上游坝面、下游堆石棱体上游面，堆石体与土石体分界处均设置土工布反滤层，该层自下而上分别为0.3m厚粗砂垫层、600g/m²长丝无纺土工布、0.3m厚粗砂保护层。拦渣坝上、下游坝面均设0.5m厚干砌石护坡。坝体与岸坡结合处设岸边截水沟。

初期坝下游坝脚设C30砼截渗墙，墙宽1.5m，库区内土工膜沿初期坝坝底及库岸铺设至截渗墙后收口封闭，形成闭合的防渗空间。防渗层自下而上分别为4500g/m²天然钠基膨润土GCL、1.5mmHDPE单糙面（光面）土工膜、5.2mm复合土工排水网（库底设置）、0.3m厚粗砂保护层（600g/m²长丝无纺土工布）。岸坡锚固沟按10m高差设置一道。为排出库区及坝体内渗流水，截渗墙顶部设4根φ200mmPE排渗管将渗流水收集后排至下游集水回水池内，不外排。排渗管间距5.0m，坡度1.0%。

结合沟道自然条件、尾矿库运行方式、尾矿堆积高度等要求，该尾矿库排洪系统采用排水井-排水隧洞（支洞）-明渠-陡槽的泄流方式。主要排洪构筑物包括截水沟、排水井、排水隧洞（支洞）、排水陡槽和消力池（沉淀池）等。

(2) 尾矿脱水系统及公辅设施

脱水车间布置在库区左岸中部区域，尾矿脱水设施标高设定为3250.0m，占地0.91hm²。依据脱水工艺流程及物料走向依次布置浓缩机、输送泵、压滤机、胶带机，

浓缩机所在平台高于压滤车间平台，利用静压使尾矿浆自流进入缓冲搅拌槽，然后经输送泵加压送入压滤机进行脱水，脱水后的滤饼经胶带机两次转运进入尾矿库内，再采用汽车、推土机等对尾矿进行倒运和摊铺。

公辅设施主要有锅炉房、变电所及综合楼，公辅设施与脱水系统一并布设在库区左岸中部区域。

(3) 尾矿库道路

本项目尾矿库道路为尾矿库上坝道路，由选厂引出，利用原有道路约 900m，新修上坝道路接原有道路沿选厂南侧沟谷左岸布置，接连尾矿脱水车间、供配电等公用辅助设施。共布设上坝道路 2638m，采用碎石路面，道路路面宽度 7.2m，两侧临时占地平均宽度约 8.1m，道路平均总宽度 15.3m，尾矿库道路总占地 4.04hm²。

(4) 尾矿输送及回水设施

尾矿采用管道架空输送，尾矿输送及回水管道大部分沿沟谷布置，尾矿输送管为 $\psi 273 \times 9$ 钢管两条（一用一备），尾矿回水管为 $\psi 245 \times 7$ 钢管一条，均外设保温层。尾矿输送距离 2170m，输送扬程为 233m。

本项目尾矿水不外排，全部回收循环使用，达到污水“零”排放。为保证回水效果，在初期坝脚下设回水池，将坝下可能出现的少量渗漏水全部集中至回水池，通过回水管道将坝下渗水自流返回早子沟金矿办公室前应急沉淀池，再由现有回水系统返回选厂高位水池，供生产循环使用。

(5) 施工生产生活区

本项目设 2 处施工生产生活区，其中 1 处位于尾矿库最南端，占地面积约 0.28hm²，属尾矿库内部永久占地范围，未新增临时占地；另外 1 处位于初期坝下游、尾矿输送及回水管线左侧（沟谷左岸），占地面积约 0.87hm²，该施工营地原为原有尾矿库储运工程，拆除后作为施工营地使用，施工结束后拆除恢复。

(6) 表土堆场

本项目建设期间实施了表土剥离 10.05 万 m³，剥离后拉运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，堆存期间实施了密目网苫盖及拦挡等措施。既有表土堆场在甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域永久征地范围内，不纳入本项目。

(7) 取土料场

本项目初期坝的建设土石方主要来源于原尾矿库拆除的土石方，库区防渗处理的土

石方以及回水池、排水设施、排洪隧洞等开挖土石方，不够的可利用矿山产生的废石。工程所需砂石料均外购成品料，后期绿化覆土均为前期剥离的表土。本项目未设置取土料场。

(8) 施工便道

根据现场调查，杰楼一昂沟尾矿库所在沟道已有一条便道，长度约 900m，平均宽约 3.0m，由选厂直通杰楼一昂沟尾矿库，与新建尾矿库上坝道路连接，能够满足交通、运输要求。本次建设针对输电线路新修临时施工便道 1 条，长度 150m，宽度 6m，占地 0.09hm²，该便道位于坝体东侧，目前已恢复。

1.1.1.4 项目投资

工程建设总投资 2.95 亿元，其中土建投资 1.46 亿元。

1.1.1.5 建设工期

本项目于 2022 年 4 月开工建设，2023 年 10 月建成，总工期 19 个月。

1.1.1.6 工程占地

项目实际总占地 46.77hm²，其中永久占地 43.0hm²，临时占地 3.77hm²；按照按占地类型划分为采矿用地 5.07hm²，天然牧草地 23.16hm²，灌木林地 17.82hm²，农村道路 0.72hm²。

1.1.1.7 工程土石方

工程建设挖填方总量为 192.07 万 m³（含表土剥离及表土回覆），挖方总量 93.32 万 m³（含表土剥离），填方 98.75 万 m³（含表土回覆），借方 13.30 万 m³，余方 7.87 万 m³（运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，不纳入本项目），无弃方。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质条件

(1) 工程地质

①地质构造：合作地处秦岭东西复杂构造带和康藏“歹”字型构造体系的复合部位上，同时，还受到“河西系”的影响。主要褶皱、断裂构造有积石山复式背斜、毛曲穹注复式向斜、当日—欧拉“入”字形构造、西科河羊场“入”字形构造等，本区新构造运动较为活跃，主要表现为升降运动、褶皱运动和断裂运动，往往产生一系列褶皱和断裂。

②地层及岩性：杰楼一昂沟内地层分为下部基岩及其上部的次生覆盖层，覆盖层中

有草甸土、粉质粘土、角砾等。各岩土层自上而下为：

层人工填土 (Q_4^{ml})：局部分布于沟床中，厚度 1.1~1.4m。系钻探施工时人为工程活动形成，杂色，稍湿，主要为碎石、角砾、砂及粉土，松散含灌草根系。

层粉质粘土 (Q_4^{dl+cl})：层厚 0.3~2.1m。褐色、黑褐色，坚硬~软塑，顶部 0.3~0.7m 厚为草甸土，植物根系发育，零星分布有板岩碎屑、砾、砂等，局部夹 10~40cm 厚的粉土透镜体。

层角砾 (Q_4^{al+pl})：厚 0.6~4.8m。层面深度 0.2~2.1m，层面高程 3130.8~3149.5m。杂色，多为次棱角状，分选性较差，成份以板岩、片岩碎屑、碎块为主，干燥~饱和，一般稍密。粒径大于 20mm 的颗粒含量约占全重的 14.3~31.7%，粒径最大可达到 120mm。局部有砂、土夹层或透镜体，厚度约 20~30cm。

层全风化板岩、片岩 (T_1)：厚度 1.0~5.5m，地势低洼处厚度大，层顶埋藏 1.5~6.0m。青灰色，岩体极为破碎，风化碎裂成不足 2~5cm 左右的块状或片状碎石，部分岩石风化成泥状，充填于破碎颗粒之间。岩芯呈碎石夹泥。

层强风化板岩、片岩 (T_1)：厚度 1.1~5.2m，顶面深度 3.8~10.5m。青灰色，强风化，节理裂隙发育，岩芯呈 3~10cm 的块状、片状物，其余为风化状角砾及泥状物。岩石质量指标 $RQD \leq 10\%$ 。

层中风化板岩 (T_1)：青灰色，强~中等风化顶面埋藏深度 5.3~13.8m。风化程度强~中等，节理裂隙较发育，岩层倾向 75° 左右，倾角 22° 左右。岩芯呈 8~15cm 的碎石或块石，部分岩芯呈短柱状，充填物少。岩石质量指标 $RQD \leq 20\%$ 。

(2) 水文地质

沟道内的地下水主要集中在沟谷基岩上的覆盖层中及浅部的基岩中，主要接受大气降水的补给，经短暂径流，排泄于沟谷中。沟谷岩坡上未见有地下水，沟谷底部粉质粘土与基岩接触部位偶见有地下水，呈下降泉的形式排出。沟内流量 4.04L/s，静止水位埋藏深度为 1.7~6.2m，总体上游和沟岸埋藏浅，下游和沟床埋藏深。

(3) 地震

项目位于合作市那吾镇黄可一合自然村，该场地抗震设防烈度 7 度，地震加速度值 0.15g，特征周期 0.40s。

1.1.2.2 地形地貌

合作市位于青藏高原东北部，甘南草原之中部，座落于甘南高原的山间小型河谷盆地内，周围环山，大夏河支流格河自南而北穿越市区。合作市区海拔高度界于 2900 ~

3000m 之间，地面平均坡降为 6.5~8‰，除城区南部为河谷阶地地形外，其东、西、北三侧均为丘陵和低山地形，相对高差 100~200m，外围为基岩山地，相对高差可达 200~300m，属于中高山地貌。城区南部之河谷阶地地形由格河和其支流扎刹河形成。市区地势南高北低，东西两侧坡向格河。

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目库址位置杰楼一昂沟尾矿库位于合作市那吾镇黄可一合自然村。地貌类型属甘南高原山地丘陵地貌，区内地形北高南低，山势较陡，海拔 3000-3400m，高差 300-400m，地形坡度 20-30°。

1.1.2.3 气象

项目所在区域属高寒半湿润类型气候区，具有明显的高原气候特征，高寒、气候多变、冬季长、夏季短，昼夜温差大和多风等，降雨量呈不均匀性。

根据合作市气象站观测资料，项目区多年平均气温 2.0℃，平均最高气温 48℃，平均最低气温 -3.6℃，极端最高气温（七月）28.4℃，极端最低气温（一月）为 -28.5℃；区内日最大降雨量 41.1mm，小时最大降雨量 18.0mm，小时平均降雨量 12.3mm，10 分钟平均降雨量 7.0mm，年平均降水量 545.9mm，日平均降水量 29.9mm，降雨多集中于 7~9 月，占全年的 54.4%，且年际间变化显著，大致呈 9 年左右一个周期，地表径流深 200-350mm；无霜期 56d；年均蒸发量 1222mm；年日照时数 2372.8h；平均相对湿度 65%；年主导风向为西北风，最大风速 18m/s；最大冻土深度 180cm，最大积雪深度 15cm；全年采暖期 180d。

项目区自然灾害频繁，主要是霜冻、寒潮，强降温、大雪、冰雹和秋季洪涝等。

表 1—2 项目区气象资料

气象要素	指标值	气象要素	指标值
年平均气温	2.0℃	日最大降雨量	41.1mm
平均最高气温	48℃	小时最大降雨量	18.0mm
平均最低气温	-3.6℃	小时平均降雨量	12.3mm
极端最高温（七月）	28.4℃	10 分钟平均降雨量	7.0mm
极端最低温（一月）	-28.5℃	年平均降水量	545.9mm
无霜期	56d	日平均降水量	29.9mm
年日照时数	2372.8h	地表径流深	200-350mm
平均相对湿度	65%	年均蒸发量	1222mm
主导风向	NW	最大冻土深度	180cm
最大风速	18m/s	最大积雪深度	15cm

1.1.2.4 水文

项目区涉及早子沟河干流，早子沟河由一条干流及三条支流组成，其中早子沟河干流有长流水，流量在 $0.075\sim 0.120\text{m}^3/\text{s}$ 之间，流入大夏河，大夏河是黄河的一级支流。

1.1.2.5 土壤

本地区土壤类型主要为亚高山草甸土和亚高山草原草甸土。

根据土壤理化分析，亚高山草甸土全氮 0.436% 、速效磷 $4.0\text{mg}/\text{kg}$ 、速效钾 $187\text{mg}/\text{kg}$ ，有机质含量 $8.13\text{mg}/\text{kg}$ ，pH 值 $6.8\sim 7.8$ ，土壤容重 $0.91\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤孔隙度 56% 。亚高山草原草甸土全氮 0.358% 、速效磷 $8.0\text{mg}/\text{kg}$ 、速效钾 $293\text{mg}/\text{kg}$ ，有机质含量 $5.61\text{mg}/\text{kg}$ ，pH 值 $8.0\sim 8.2$ ，土壤容重 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤孔隙度 56% 。其中多年耕作的亚高山草原草甸土，由于增施肥料不足，土壤肥力明显降低。总体看来，本区土壤为多氮、少磷、富钾、有机质中等，土壤容重底层高于表层。

1.1.2.6 植被

植被以亚高山草甸和亚高山草原草甸为主。区内植被发育，山地阳坡为草地，阴坡多为草地；主要有垂穗披碱、鹅观草、草地早熟禾、芨芨草、苔藓及各类蒿草。在阴坡高山峡谷地带少量森林植被分布，局部为小片的森林；主要有青杆、山杨和云杉等。常见人工绿化植被：云杉、毛白杨、旱柳、紫花苜蓿等。河谷川台地除部分 I、II、III 级阶地被开垦为耕地外，其余台地、山坡及滩地、谷地等均为牧场草地。

项目区植被覆盖率达 80% 以上。

1.1.2.7 水土流失现状

项目位于合作市那吾镇黄可一合自然村，在甘肃水土保持区划中，项目区属青藏高原区（VIII）若尔盖-江源高原山地区（VIII-2）若尔盖高原生态维护水源涵养区（VIII-2-1wh），地貌类型属甘南高原山地丘陵地貌，水土流失类型以水力侵蚀为主。

根据《甘肃省人民政府关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（甘政发[2016]59号，2016年6月27日），项目区属甘南高原省级水土流失重点预防区。容许土壤流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀强度以微度水力侵蚀为主。

根据《2022 甘肃省水土保持公报》，项目区所在的合作市境内土壤侵蚀强度分级状况见表 1—3。

表 1—3 合作市土壤侵蚀强度分级状况汇总表

行政区	侵蚀类型	侵蚀强度	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	合计
合作市	水力侵蚀	面积 (km^2)	429.34	65.49	15.68	2.85	0.10	513.46
		比例 (%)	83.62	12.75	3.05	0.56	0.02	100

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理

项目工可阶段，建设单位委托并编制了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案报告书》，履行了水土保持方案编报手续。

工程开工前期，为确保项目建设的顺利实施，建设单位将水土保持意识贯穿于整个项目的建设过程中，成立了由项目法人组成的水土保持项目领导小组，将水土保持工程建设管理纳入了本项目建设管理体系。

工程施工期，建设单位于 2023 年 2 月及时委托开展了水土保持监理、监测工作。建设单位依托水保技术服务单位，从源头强化施工过程中的水土保持管理工作，要求各参建单位全面贯彻执行水土保持工作“预防为主、保护优先、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的方针，积极组织学习相关法律法规、部委规章及技术文件，在施工组织体系中，及早的融入水土保持理念，按照批复水保方案确定的建设内容，对工程实施全过程、全方位的管理。

在工程建设管理中，按要求执行企业管理制度，加强建设管理，将水土保持的有关内容列入工程招标文件，明确施工单位等有关单位水土流失防治责任。实行项目法人责任制，招投标制和建设监理制，确保施工承包单位具有工程需要的资质等级，在工程项目投资预算中保障水土保持工程资金投入，为水土保持项目实施提供了技术和资金保证。

在项目组织实施过程中，为更好的服务于项目实施，注重项目建设与生态保护的协调发展，利用各级水保部门监督检查及指导，多次组织各参建单位召开水保专题推进会，加强水保意识，明确问题导向，强化管理手段，总结经验做法，保障措施落实，确保了水保各项任务的完成，水土保持“三同时”制度得到有效的落实，人为水土流失最大限度的从源头上得以控制和减少，显著改善了周边生态环境。

1.2.2 水土保持方案编制及变更

(1) 水土保持方案编制

2020 年 10 月 28 日，建设单位甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所开展《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案报告书》的编制工作。2020 年 12 月，编制单位编制完成了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方

案报告书》。

2021年1月12日，合作市水务局以“合水务字〔2021〕14号”文对该方案进行了批复。

（2）水土保持方案变更

根据现场复核，结合批复的《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案》，对照水利部办公厅印发的《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号），本项目建设规模未发生重大变更，承建单位基本按照方案设计要求，落实了各项水土保持措施，本项目无重大变更情形。

表 1—4

工程变更汇总表（水利部令第 53 号）

序号	水利部令第 53 号	水保方案	现状	变化情况	是否构成重大变化	备注	
一	水土保持方案经批准后存在下列情形之一的，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报原审批部门审批。	（一）工程扰动新涉及水土流失重点预防区或者重点治理区的；	项目区属甘南高原省级水土流失重点预防区。	项目区与水土保持方案一致，不涉及新的国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区。	无变化。	否	纳入水土保持验收管理
		（二）水土流失防治责任范围或者开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的；	批复水土保持方案水土流失防治责任范围面积为 45.92hm ² ；批复水土保持方案挖填方总量为 192.05 万 m ³ ，其中挖方总量为 94.81 万 m ³ ，回填总量 97.24 万 m ³ 。	项目实际发生的水土流失防治责任范围共计 46.77hm ² ；土石方挖填方总量为 192.07 万 m ³ ，其中挖方 93.32 万 m ³ ，填方 98.75 万 m ³ 。	水土流失防治责任范围增加 0.85hm ² ，增加 1.85%；开挖填筑土石方总量增加 0.02 万 m ³ ，增加 0.01%。	否	纳入水土保持验收管理
		（三）线型工程山区、丘陵区部分线路横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度 30% 以上的；	不涉及。	不涉及。	/	否	纳入水土保持验收管理
		（四）表土剥离量或者植物措施总面积减少 30% 以上的；	方案设计表土剥离 11.22 万 m ³ ；植物措施 6.24hm ² 。	实际实施表土剥离措施 10.05 万 m ³ ；植物措施总面积 6.99hm ² （投影面积）。	表土剥离减小 1.17 万 m ³ ，减少 10.43%；植物措施总面积增加 0.75hm ² 。	否	纳入水土保持验收管理
		（五）水土保持重要单位工程措施发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或者丧失的；	方案设计工程措施：排水工程、砾石压盖、土地整治、表土剥离、表土回覆、挡土墙；植物措施：撒播草籽、栽植乔灌木；临时措施：苫盖、洒水。	工程建设期间，实际实施工程措施有：排水工程、砾石压盖、表土剥离、表土回覆等；植物措施：喷播植草、撒播草籽、栽植乔灌木绿化；临时措施：苫盖、洒水。	挡土墙未实施，主要原因是实际未新设表土堆场，其他措施无变化。	否	纳入水土保持验收管理
二	在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的，或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的，生产建设单位应当开展弃渣减量化、资源化论证，并在弃渣前编制水土保持方案补充报告，报原审批部门审批	批复水保方案未设计弃渣场，设 1 处临时堆土场。	实际无弃土（渣）场，表土堆至运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，不纳入本项目。	无变化。	否	纳入水土保持验收管理	

1.2.3 水土保持监测意见的落实情况

2023年2月，建设单位委托我所开展本项目的水土保持监测工作，合同签订后，我单位组建了水土保持监测项目部，并按照《生产建设项目水土保持监测规程》等相关要求，及时开展本项目水土保持监测工作，按时编制季度报表，并报送建设单位。

在监测过程中，我部技术人员对监测资料和监测成果进行统计、整理和分析，对发现的问题及时向建设单位汇报，监测期间，共计下发水土保持监测意见3次，建设单位根据我单位的建议，按照职责分工及时进行部署安排，形成问题台账，要求施工单位限期整改，并组织设计、主体监理、水保监理、监测等人员对照问题库进行复核，确保问题整改销号。

1.2.4 监督检查意见落实情况

本项目在建设期间，当地水行政主管部门高度重视本工程的水土保持建设工作，多次深入工程现场对水土保持工作进行指导、督查，为项目水土保持工作提供技术指导和建议的基础上，同时也指出了很多不足，并向建设单位提出整改意见。

2022年4月，合作市水务局对该项目施工现场进行了监督检查，对施工过程中存在的水土保持问题进行了现场指导，提出了要加强水土保持临时措施的实施，减小水土流失隐患；并下发了《甘肃省甘南州合作市水土保持补偿费缴纳通知书》（水保缴〔2022〕15号），要求建设单位尽快足额缴纳水土保持补偿费。接到通知后，建设单位于2022年4月15日足额缴纳了水土保持补偿费。

1.2.5 重大水土流失危害事件处理情况

通过现场监测、查阅相关资料，咨询建设项目参建单位及主要负责人，本项目在建设期及项目运行期间，未发生重大水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

1.3.1.1 监测技术路线

2023年2月至2023年10月，我单位按照监测实施方案确定的技术路线开展不同阶段监测工作，监测工作主要划分为监测准备阶段、监测实施阶段及监测总结阶段三个阶段，具体如下：

监测准备阶段：本项目于2022年4月开工建设，2023年2月接受委托并于3月份进场开展监测工作，根据现场调查情况编制了水土保持监测实施方案，组织监测人员深

入现场，进行抽样调查和简易土壤流失观测场的布设。完成了水土流失背景监测和已开工部分施工现场的监测。

监测实施阶段：2023年3月~2023年10月，项目建设期，监测工作的开展采用全面调查的方法，调查水土流失防治责任范围、水土保持措施完好状况、水土流失量、水土流失防治效果等，对现场存在问题提出了书面意见并指导现场整改，同时按期向建设单位上报监测季报等过程资料。

监测总结阶段：2023年11~12月，监测人员通过搜集、整理对部分不完备的资料进行补、修正，并对监测数据进行了统计、分析，依据监测资料，编制完成了甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测总结报告。

1.3.1.2 监测布局

对照监测实施方案，监测工作围绕实施方案确定的目标和任务、范围和分区、监测重点和布局、监测时段和工作进度，根据批复水保方案确定防治责任范围，对本项目尾矿库防治区、尾矿脱水系统及公辅设施防治区、尾矿库道路防治区、尾矿输送及回水设施防治区和施工生产生活区5个监测分区，结合项目建设特点及进度、措施防护要求、监测重点、频次以及水土流失特点等，开展相应水保监测工作，重点对尾矿库防治区、尾矿库道路防治区进行全方位监测。通过及时准确的水土保持监测，保证施工过程中数据的可追溯性和可靠性，确保了各项目防治措施的有效性及其安全性，有效的控制和减少了人为水土流失，也为加强项目建设过程中的水土保持监督管理工作，提供一定技术依据。

1.3.1.3 监测内容及方法

水土保持监测人员按照经建设单位同意的水土保持监测实施方案开展水土保持监测工作，监测内容主要包括各个防治分区水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施等。重点监测各个防治分区的水土流失防治责任范围变化情况、水土流失面积及水土流失量的变化、水土保持措施的实施情况及水土保持措施防治效果发挥情况等。

项目主要采用了调查监测、巡查监测、定位监测、资料查阅和遥感监测的方法。项目建设动态监测资料，采取收集主体工程设计、施工、监理现场记录及相关资料，对水土流失影响因素如地形地貌、降雨、植被、扰动面积、水土流失危害、生态环境的变化以及水土保持方案实施等情况进行监测；水土流失动态监测是该项目重点监测的内容，通过简易水土流失观测场等监测方法，分析确定了各类地表扰动类型土壤侵蚀模数，进

而分析计算了项目建设过程中的水土流失动态。此外，利用卫星遥感，无人机航测等对项目建设区地表扰动和水土保持设施破坏情况进行定点定位观测和面积测算。

1.3.2 监测项目部设置

为做好甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目的水土流失防治工作，保护工程区内生态环境。根据《中华人民共和国水土保持法》《水土保持生态环境监测网络管理办法》和《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》等相关规定和要求，2023年2月，甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所承担甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测工作，并于2023年2月签订了合同。

合同签订后，单位领导高度重视，为保证甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测工作顺利完成，我公司组建了由水工、水保、水文与水资源、地质灾害等专业技术人员组成的甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测项目部，配备了满足项目监测要求的项目负责人、监测工程师、监测员。同时业也制定了项目部管理办法，明确责任分工，制定奖惩分明的组织管理制度。根据合同要求及相关标准、规范的规定，于2023年3月起开始进行该工程建设的水土保持监测工作。

项目部成立后，项目负责人带领监测技术人员，积极开展工作，及时赶赴工程现场进行了资料搜集、实地查勘和调查，根据批复的《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案》及主体工程进度，按照《水土保持监测技术规程》等有关规定和要求，根据主体工程进展情况，全面开展本项目水土保持监测工作。

水土保持监测由唐家凯、刘雪峰、张国信、刘韬等组成。其中，唐家凯作为部门领导全面监督监测工作实施；刘雪峰作为项目负责人，全面负责水土保持监测工作的实施与指导；张国信和刘韬作为专项负责人，全权负责监测内外业工作的开展，人员构成情况详见表1—5。

表 1—5 水土保持监测主要人员及分工

人员分工	姓名	职务/职称	主要工作
监督管理	唐家凯	研究员	全面监督监测工作实施。
监测总负责	刘雪峰	高级工程师	全面负责水土保持监测工作的实施与指导，负责现场监测技术，制定监测实施计划等。
监测员	张国信	助理研究员	全权负责监测内外业工作的开展，现场调查、监测设施位置的布设，监测点位的影像记录，汇总等。
	刘韬	助理研究员	

1.3.3 监测点布设

监测人员介入后,根据施工进度及水土流失防治措施完成情况,对各施工区域扰动面积,措施布设等情况布设了临时监测点,在项目5个防治分区及原地貌共布设简易水土流失观测场(测钎法)12处,其中:原地貌1处,尾矿库防治区3处,尾矿脱水系统及公辅设施防治区2处,尾矿库道路防治区2处、尾矿输送及回水设施防治区2处、施工生产生活区2处。

表 1—6 水土保持监测点位布设情况

单元划分	分组编号	工程区域	位置	坐标点位	监测方法
原地貌侵蚀单元	1#	原地貌	施工营地西侧原地貌	E102°49'21.32", N34°57'24.34"	测钎法
扰动面侵蚀单元	2#	尾矿库防治区	回水池西北角扰动面	E102°49'29.20", N34°57'12.21"	测钎法
	3#	施工生产生活区	施工生产生活区扰动面	E102°49'22.61", N34°57'22.93"	测钎法
	4#	尾矿脱水系统及公辅设施防治区	脱水车间北侧施工扰动面	E102°49'24.10", N34°56'55.49"	测钎法
	5#	尾矿库道路防治区	上坝道路扰动面	E102°49'17.22", N34°57'7.97"	测钎法
	6#	尾矿输送及回水设施防治区	尾矿坝下部回水管线扰动区	E102°49'18.48", N34°57'37.39"	测钎法
	水土保持措施防治侵蚀单元	7#	尾矿库防治区	回水池西侧施工扰动恢复区	E102°49'26.67", N34°57'12.07"
8#		尾矿库防治区	沉淀池北侧恢复区	E102°49'27.96", N34°57'14.25"	测钎法
9#		尾矿脱水系统及公辅设施防治区	脱水车间南侧恢复区	E102°49'25.90", N34°56'52.33"	测钎法
10#		尾矿输送及回水设施防治区	回水管线施工扰动恢复区	E102°49'23.84", N34°57'27.56"	测钎法
11#		尾矿库道路防治区	上坝道路上边坡恢复区	E102°49'14.06", N34°57'18.09"	测钎法
12#		施工生产生活区	施工生产生活区恢复区	E102°49'24.32", N34°57'19.63"	测钎法



图 1.1 1#原地貌监测点(原地貌)



图 1.2 尾矿库区 2#监测点(扰动期)



图 1.3 施工生产生活区 3#监测点 (扰动期)



图 1.4 尾矿脱水系统及公辅设施区 4#监测点 (扰动期)



图 1.5 尾矿库道路区 5#监测点 (扰动期)



图 1.6 尾矿输送及回水设施区 6#监测点 (扰动期)



图 1.7 尾矿库区 7#监测点 (恢复期)



图 1.8 尾矿库区 8#监测点 (恢复期)



图 1.9 尾矿脱水系统及公辅设施区 9#监测点 (恢复期)



图 1.10 尾矿输送及回水设施区 10#监测点 (恢复期)



图 1.11 尾矿库道路区 11#监测点（恢复期）



图 1.12 施工生产生活区 12#监测点（恢复期）

1.3.4 监测设备

为保证水土保持监测工作的质量及成效，根据监测实施方案及技术路线，确定了该项目使用的监测设备及数量，为项目正常有序的开展奠定了基础，同时在监测过程中不断增加新技术新手段的应用，进一步提升了监测工作效能，保障了数据采集、分析及应用的有效性、科学性及准确性，为后续水土保持监测报告的编制提供了有力的技术支撑。设备清单详见表 1—7。

表 1—7 水土保持监测设备清单

序号	设施、设备、仪器、材料名称	单位	数量	序号	设施、设备、仪器、材料名称	单位	数量
1	数码摄像机	台	1	8	打印机	台	1
2	数码照相机	台	1	9	复印机	台	1
3	大疆（御 2）无人机	架	1	10	GPS 全球定位仪	台	2
4	风向风速仪	套	1	11	工具包	套	4
5	坡度仪	把	1	12	地质罗盘	个	1
6	激光测距仪	台	1	13	皮尺	个	4
7	计算机	台	4	14	钢卷尺	个	4

1.3.5 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015 年 6 月）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）及《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号）的规定，结合《水土保持方案报告书》的要求，为达到监测目的、完成监测任务，本监测工作采用了调查监测、遥感监测、地面定位观测和档案资料查阅等监测方法。

1.3.5.1 定位监测

定位监测主要为侵蚀量监测，工程建设区扰动地表等施工活动引起的水土流失量，以及变化情况，主要采取简易水土流失观测场法进行监测。

简易水土流失观测场法：在选定的监测点，布设简易的土壤侵蚀观测场，每处布设平行观测点3处，每处测钎布设密度9根/处，测钎直径0.5cm，长度30cm，品字型排列，测钎1/6处涂红漆标注，测钎插入后红漆标注线与地面平齐（测钎地上部分长5cm）。布设后定期观测测钎出露情况，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。计算公式采用：

$$A=Z\times S\times r\times \cos\phi/1000$$

式中：A——土壤侵蚀量，t；

Z——土壤侵蚀深度，mm；

S——侵蚀面积，m²；

r——土壤容重，t/m³；

ϕ ——坡度值。

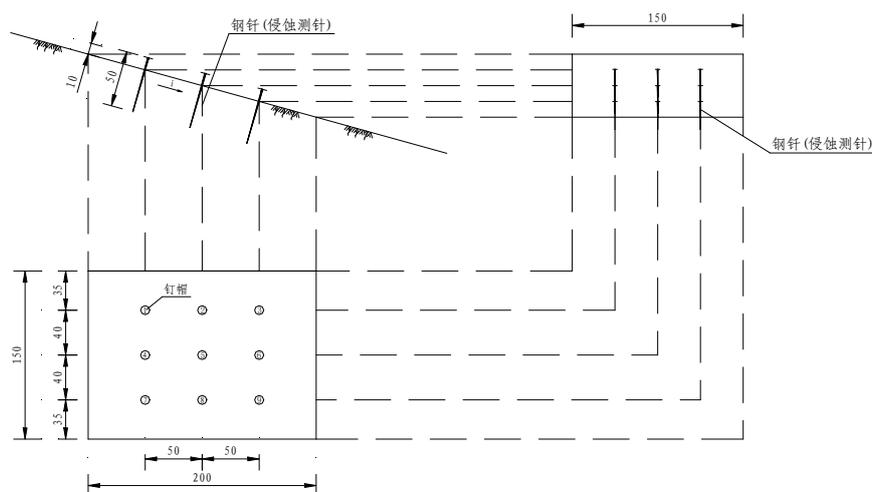


图 1.13 水土流失简易观测场示意图

1.3.5.2 调查监测

(1) 调查监测原则

①调查监测，采用实地勘测和量测定点调查，对地形、地貌、水系的变化等进行监测。

②各监测点：应在工作底图上确定的位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度 GPS 定位仪确定其地面位置，并确定监测范围，设置固定标志。具体工作方法，按照《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）进

行调查。数据处理应认真使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理，录入计算机等成册保存。

(2) 各项调查方法

1) 扰动土地面积和程度，采用设计资料分析，结合实地调查，以实际调查情况为准。扰动区域侵蚀面积、范围和侵蚀量及变化情况，水土流失程度变化量及对周边地区造成的影响趋势等。

①对于单个防治分区内扰动区域较为规则时，采用激光测距仪，皮尺、米尺等工具测量。

②对于单个防治分区内扰动区域不规则时，采用手持式 GPS 进行。首先对调查区按扰动类型进行分区，同时记录调查点名称、工程名称、地理坐标、扰动类型和监测数据编号等。然后沿各分区边界走一圈，在 GPS 记录表上标注所测区域的边界坐标，并将监测结果输入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积。

③对于单个防治分区内扰动面积既存在规则与不规则区域时，可采用手持式 GPS 与激光测距仪，皮尺、米尺等测量工具结合使用。

2) 对新建的水土保持设施质量和运行情况进行监测，并对其稳定性观测，同时应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

3) 土壤侵蚀总体监测特征值的估计，将根据土地利用类型的样地数计算出不同土地利用类型的面积成数，并根据成数和调查总体面积估计土地利用类型面积现状，再根据土地利用类型与土壤侵蚀的关系，最终计算出调查总体的土壤侵蚀特征值。

4) 土壤侵蚀年平均动态变化，采用定期抽样调查方法，以监测前后得到的土壤侵蚀面积成数平均数动态估计值，除以监测间隔年数，并乘以调查总体面积求得。

5) 植被状况监测，在植物措施实施之后根据所设样方地调查林草的成活率、覆盖度等。对林草的生长状况主要调查苗木胸径、地径及林草结构、覆盖情况等，时间主要在每年的 7~9 月进行。具体方法如下：

根据调查观测情况，计算林地、草地的植被覆盖度等指标，分析说明群落生态特征、立地条件总特征、生物量质量指标等。林地郁闭度和草地盖度通过标准地进行测算，标准地选取代表性地块。纳入计算的林地和草地面积，其林地郁闭度 ≥ 0.2 ，草地覆盖度 $\geq 70\%$ 。标准地灌丛、草本等多度调查采用目测方法，按通用德鲁捷 (Drude) 分级标准进行。

植被多度分级详见表 1—8。

表 1—8 植被多度分级表

多度级代号	多度特征	相当于覆盖度 (%)
Soc. (Sociales, “极多”)	植被覆盖满或几乎满标准地, 地上部分相互衔接	76%~100%
Cop3 (Copiosae3, “很多”)	植株遇见很多, 但个体未完全衔接	51%~75%
Cop2 (Copiosae2, “多”)	植株遇见很多	26%~50%
Cop1 (Copiosae1, “较多”)	植株个体较多	6%~25%
Sp (Sparsae, “尚多”)	植株散生, 数量不多	1%~5%
Sol (Solitariae, “稀少”)	植株只个别遇到	<1%
Un. (Unicum, “单株”)	在标准地内仅有单株	个别

选有代表性的地块作为标准地, 标准地的面积为投影面积, 要求各林草类型调查面积: 乔木林 10m×10m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为:

$$D=f_c/f_d$$

$$C=f/F \times 100\%$$

式中: D——林地的郁闭度 (草地的盖度); C——林草植被覆盖度, %;

f_d ——样方面积, m^2 ; f_c ——样方树冠 (草冠) 投影面积, m^2 ;

f——林地 (草地) 面积, hm^2 ; F——类型区总面积, hm^2 。

1.3.5.3 遥感监测

依据监测实施方案确定的监测分区, 选取项目中具代表性的监测部位开展监测工作, 通过卫星手段获取遥感影像后, 配合无人机低空航拍, 开展人工遥感解译, 提取水土流失防治责任范围、施工扰动、水土保持措施分布等相关成果, 重点对尾矿库及其大型开挖面、施工便道及挖方边坡等进行全面遥感监测、其余施工生产生活区、回水管线、等选取扰动较为集中、不同地貌类型区等部位开展典型遥感监测。卫星遥感影像是通过卫星上的遥感器直接获取地面的数字影像, 再传输给地面的卫星接收站, 处理后得到可以在电脑中使用的数字遥感影像, 有历史遥感影像及现状遥感影像等。

1.3.5.4 水土流失防治效果监测方法

按照《生产建设项目水土保持监测规程 (试行)》(办水保〔2015〕139号)中规定的方法, 水土保持措施实施效果监测, 对于工程防治措施, 主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况, 植物措施主要调查其林草的存活率、生长发育情况 (林木的树高、胸径、冠幅)、抗冻性及其植被覆盖度的变化。

水土流失防治效果监测主要通过实地调查、抽样调查和核算的方法进行。

水土保持措施的保土效益按照 GB / T15774-2008 《水土保持综合治理效益计算方法》进行；拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

(1) 水土保持防治措施效果监测

全面调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的稳定性、完好程度、运行情况和拦渣蓄水保持土效果。

(2) 水土流失防治六项指标

为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据，监测结果应计算出工程的水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和植被覆盖率等六项防治指标值。

①水土流失治理度：项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

②土壤流失控制比：项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。

③渣土防护率：项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

④表土保护率：项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。

⑤林草植被恢复率：项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。

⑥林草覆盖率：项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比。

1.3.5.5 水土流失危害监测方法

主要采用巡查调查法。巡查监测法是施工期间水土保持监测中的一种特殊方法，因为生产建设项目施工场的时空变化复杂，定位监测有时是十分困难的，如临时堆土时间很短，来不及观测，土料已经搬走或回填，因此应该针对具体施工进度情况，在开挖填筑施工高峰期根据大风或降雨情况适时巡查、及时监测，充分掌握施工中产生土壤侵蚀的第一手资料，为采取有效防治措施提供依据。

1.3.6 监测成果提交情况

2023年3月，我单位编制完成该项目《水土保持监测实施方案》，提交建设单位。

本阶段形成的监测成果主要为：监测实施方案。

在监测开展过程中，我单位按时按要求编制了季度，并报送建设单位。监测过程中，认真记录并计算项目施工过程中的扰动面积、植被面积、水土保持工作进度、土壤流失量等各项指标，并积极针对施工过程中存在的水土流失问题及时向施工单位反馈和指导，并根据实际情况形成书面监测意见书报建设单位，全面协助和配合建设单位做好工程建设过程中的水土保持工作。建设单位根据我单位提出的水土保持建议及时要求各参建单位落实相关水保措施。本阶段形成的监测成果主要为：监测意见书、监测季报等。

工程建设结束，各项水保措施落实后，通过整理季度报告表及各阶段监测资料，全面统计、汇总、分析各阶段监测数据成果并分析评价防治效果的基础上，2023年12月编制完成了《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测总结报告》。

各类监测成果资料详见表1—9。

表1—9 水土保持监测工作主要工作成果

时间	工作内容	主要工作成果
2023年2月	接受委托	
2023年3月~10月	现场监测，编写监测过程资料	1.《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测实施方案》； 2.监测意见书；（3次）； 3.补充编报《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测季度报表》（2022年第二季度至第四季度）； 4.编报《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测季度报表》（2023年第一季度至第三季度）；
2023年11~12月	编写总结报告	《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保[2015]139号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）及《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号）的要求，结合批复的《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案》，监测内容主要包括扰动土地面积、防治责任范围、取土（石、料）弃土（石、渣）量、水土流失因子、水土流失量、水土流失危害、水土保持设施建设情况及水土流失防治效果及其动态变化等。

2.1 扰动土地情况

本项目划分为尾矿库防治区、尾矿脱水系统及公辅设施防治区、尾矿库道路防治区、尾矿输送及回水设施防治区和施工生产生活区5个防治分区。对扰动范围和面积的监测采用实地量测、遥感监测、调查监测、资料分析的方法。土地利用类型及变化情况采取调查、资料查阅法及遥感进行监测。其中：遥感监测施工前开展1次，施工期每季度开展1次，运行期开展1次，全面调查每月1次。

（1）扰动范围监测：对扰动面采取遥感监测方法，即图像直接比较法，对经过配准的两个时相遥感影像中像元值直接进行运算和变换处理，找出施工扰动变化、尾矿库范围等区域。根据遥感图像进行土地利用、覆盖类别划分得到多个地类，从遥感图像中提取影响土壤水土保持的特征信息，获取施工扰动面和部分水土保持措施实施面积的动态监测数据。

（2）扰动面积监测：面积监测采用GPS定位仪结合实地测量进行。首先对调查区按扰动类型进行分区、同时记录调查点的名称、工程类型、扰动类型和监测数据编号等。实地量测每个监测点的占地面积、扰动地面面积。

（3）土地利用类型及其变化情况监测：根据主体工程征占地范围界址点、项目建设进度，明确主体工程建设区域和扰动范围；获取工程施工前期建设区域内原地表自然状况、土地利用情况，结合水土保持方案报告书、主体设计资料确定原地貌植被；提取各防治分区建设期占地范围、植被情况，结合施工相关过程资料分析，对扰动范围和水土保持措施实施情况予以核实，由此统计分析土地利用类型变化情况。

本项目扰动土地情况监测主要采用实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法。监测内容主要包括各防治分区扰动范围、面积及土地利用类型变化情况等。

本项目扰动土地情况监测内容、方法及频次见表 2—1。

表 2—1 扰动土地情况监测明细表

防治分区	监测内容	监测方法	监测频次
尾矿库防治区	尾矿库库区、尾矿坝、排水设施等占压原地貌的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	实地量测：每月 1 次； 遥感监测：施工前开展 1 次，施工期每季度开展 1 次，运行期开展 1 次。
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	脱水车间及附属设施占压原地貌的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	
尾矿库道路防治区	尾矿库上坝道路、临时便道占压原地貌的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	
尾矿输送及回水设施防治区	尾矿输送管线及回水管线设施占压原地貌的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	
施工生产生活区	施工生产生活区占压原地貌的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	

2.2 取料（土、石）弃渣（土、石等）

建设项目取料、弃渣动态监测主要是监测工程所涉及的取土情况、弃土弃渣堆放情况、弃土弃渣量、弃土弃渣防治措施。

取土情况监测：取土场位置、面积、原地貌、表土剥离保护、取土量、余土处置、防治措施等。弃土弃渣监测：堆放情况监测包括弃土弃渣的占地面积、堆放高度、堆放坡比，弃土弃渣量监测是根据土石方开挖设计及堆放情况计算弃土弃渣量，弃土弃渣防治措施监测包括拦渣工程、防护工程、临时排水等措施的数量和质量。

由于本项目未设置取土（料）场及弃土（渣）场，因此本项目不再对取土（料）场及弃土（渣）场进行监测，仅对施工期间土石方进行监测。土石方监测主要采取现场调查、资料查阅法进行监测，监测频次为每月 1 次。

表 2—2 工程土石方的监测明细表

位置	监测内容	监测方法	监测频次
尾矿库防治区	尾矿库库区、尾矿坝、排水设施开挖、回填等挖填土石方及其变化情况。	实地量测、遥感监测、资料分析	实地量测：每月 1 次； 资料分析：每季度 1 次； 无人机航测：每季度 1 次； 遥感监测：每季度 1 次。
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	脱水车间及附属设施开挖、回填等挖填土石方及其变化情况。	实地量测、遥感监测、资料分析	
尾矿库道路防治区	尾矿库上坝道路、临时便道开挖、回填等挖填土石方及其变化情况。	实地量测、遥感监测、资料分析	
尾矿输送及回水设施防治区	尾矿输送管线及回水管线开挖、回填等挖填土石方及其变化情况。	实地量测、遥感监测、资料分析	
施工生产生活区	施工生产生活区开挖、回填等挖填土石方及其变化情况。	实地量测、遥感监测、资料分析	

2.3 水土保持措施

本项目水土保持措施的实施及其效果监测主要采用实地量测、资料分析及遥感监测结合无人机航测的监测方法。其中：

工程措施监测是对各防治分区，各防治措施类型进行逐项、逐个调查，结合遥感监测及资料查阅监测的工作方法，详细量测、记录各类工程措施的类型、开工及完工时间、实施位置、规格尺寸、数量、质量及其防护效果、完好程度、运行情况等。

植物措施监测是对设计及实施植物措施的防治分区逐个调查，结合遥感监测及资料查阅监测的工作方法，记录各类植物措施的开工及完工时间、物种种类、数量、面积、苗木规格、栽植数量、生长势、成活率、覆盖率、郁闭度及其防护效果等。

临时措施监测是通过现场调查，查阅施工资料进行统计分析，记录临时措施实施时间、实施的部位、数量、进度、运行情况及防护效果等。

水土保持措施监测内容、方法及监测频次见表 2—3。

表 2—3 水土保持措施监测内容、方法及监测频次

监测分区	监测内容			监测方法	监测频次
	工程措施	植物措施	临时措施		
尾矿库防治区	各类排水设施、表土剥离、土地整治、砾石压盖等措施的类型、开工及完工时间、实施位置、规格尺寸、数量、质量及其防护效果、完好程度、运行情况等。	乔灌木绿化实施时间、进度、种类、数量、成活率、覆盖率、郁闭度及其防护效果等。	临时挡护、苫盖、洒水等临时措施实施时间、部位、数量、运行情况及防护效果。	调查量测 资料分析 遥感监测	工程：每月 1 次 植物：每季度 1 次 临时：每月 1 次
尾矿脱水系统及公辅设施防治区					
尾矿库道路防治区					
尾矿输送及回水设施防治区					
施工生产生活区					

2.4 水土流失情况

本项目水土流失情况的监测内容主要包括土壤流失面积、土壤流失量和水土流失危害等，监测方法采用地面观测、实地量测、遥感监测及资料分析。其中：

水土流失面积监测以实地量测法为主，并结合遥感影像和资料分析等，获取水土流失面积。

土壤流失量监测采用地面定位观测法监测项目区内水土流失量的变化情况。在项目区内不同监测分区选取具有代表性的监测点，进行水土流失量监测，计算出不同监测区的土壤侵蚀模数，从而得出整个项目区的土壤流失量情况。各监测点的土壤流失量测量采用简易水土流失观测场法。

水土流失危害主要采取巡查监测法，监测项目建设可能引起的基础设施损毁、河道阻塞等危害。

水土流失情况监测内容、方法及监测频次见表 2—4。

表 2—4 水土流失情况监测内容、方法及频次

监测内容	监测对象	监测方法	监测频次
水土流失面积	扰动面积、大型开挖面、开挖边坡等	调查监测、实地量测、遥感监测、资料查阅	每月 1 次
土壤流失量	输出项目建设区的土、石、沙等数量	地面观测（测钎法）、资料查阅	每月 1 次
水土流失危害	项目建设引起的基础设施和民用设施的损毁、水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害	巡查监测	实时监测

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 水保方案确定的水土流失防治责任范围

根据批复的水土保持方案报告书，该项目确定的水土流失防治责任范围面积为 45.92hm²，其中永久占地 40.40hm²，临时占地 5.52hm²，均属甘肃省合作市那吾镇管辖；按照按占地类型划分为采矿用地 5.18hm²，天然牧草地 23.79hm²，灌木林地 16.23hm²，农村道路 0.72hm²。详见表 3—1。

表 3—1 方案设计水土流失防治责任范围表

防治分区	占地面积 (hm ²)					备注
	工矿仓储用地 (采矿用地)	草地(天然牧 草地)	林地(灌木 林地)	交通运输用地 (农村道路)	小计	
尾矿库防治区	4.51	19.19	13.56		37.26	尾矿库、排水陡槽、尾水排水沟、消力池
尾矿脱水系统及公辅设施防治区		0.04	1.00		1.04	脱水车间、附属设施、送电线路
尾矿库道路防治区		2.52	1.10	0.72	4.34	尾矿库道路
尾矿输送及回水设施防治区		1.33	0.57		1.90	尾矿输送管线、回水管线、坝下回水池
表土堆场	0.67	0.71			1.38	表土堆场
合计	5.18	23.79	16.23	0.72	45.92	

(2) 水土流失防治责任范围监测结果

本项目监测方法主要采用遥感影像解译、红外测距仪、皮尺、手持 GPS 等仪器设备，对项目防治责任范围进行全面调查和实地量测。经监测，本项目实际水土流失防治责任范围 46.77hm²，其中永久占地 43.0hm²，临时占地 3.77hm²；全部属合作市管辖；按照按占地类型划分为采矿用地 5.07hm²，天然牧草地 23.16hm²，灌木林地 17.82hm²，农村道路 0.72hm²。项目区水土流失防治责任范围面积详见表 3—2。

表 3—2 工程建设实际水土流失防治责任范围面积一览表

防治分区	占地面积 (hm ²)					备注
	工矿仓储用地 (采矿用地)	草地(天然 牧草地)	林地(灌 木林地)	交通运输用地 (农村道路)	小计	
尾矿库防治区	4.51	19.19	14.35		38.05	尾矿库、排水陡槽、尾水排水沟、排水隧洞、消力池
尾矿脱水系统及公辅设施防治区		0.24	0.67		0.91	脱水车间、附属设施、送电线路
尾矿库道路防治区		2.04	1.37	0.72	4.13	尾矿库道路、临时便道
尾矿输送及回水设施防治区		1.38	1.43		2.81	尾矿输送管线、回水管线、坝下回水池
施工生产生活区	0.56	0.31			0.87	施工场地、营地
合计	5.07	23.16	17.82	0.72	46.77	

(3) 防治责任范围变化分析

根据监测结果,甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目实际防治责任范围 46.77hm², 实际防治责任范围较方案设计增大 0.85hm²。防治责任范围变化情况详见表 3—3。

表 3—3 防治责任范围变化一览表

工程区	设计防治责任范围 (A)	实际防治责任范围 (B)	增减变化 (B-A)
尾矿库防治区	37.26	38.05	0.79
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	1.04	0.91	-0.13
尾矿库道路防治区	4.34	4.13	-0.21
尾矿输送及回水设施防治区	1.9	2.81	0.91
表土堆场区	1.38		-1.38
施工生产生活区		0.87	0.87
合计	45.92	46.77	0.85

根据表 3—3 可知,本项目防治责任范围面积较方案设计增大 0.85hm², 变化情况及原因如下:

(1) 尾矿库防治区

该区实际占地 38.05hm², 较方案设计面积 (37.26hm²) 增大 0.79hm²。变化情况及原因如下: 方案设计阶段计列尾矿库区其投影面积 37.26hm², 在实际施工过程中, 由于外围截水沟施工时开挖山体, 为保证边坡稳定, 需适当放坡, 导致扰动范围增大, 因此

防治区占地增加 0.79hm²。

(2) 尾矿脱水系统及公辅设施防治区

该区实际占地 0.91hm²，较方案设计面积减小 0.13hm²。变化的主要原因为：施工期间对该区布置进行了调整，实际布局更为紧凑，减少了占地 0.13hm²。

(3) 尾矿库道路防治区

该区实际占地 4.13hm²，较方案设计面积减少 0.21hm²。变化的主要原因为：方案设计共布设上坝道路 3463m，道路路面宽度 4.0m，两侧临时占地平均宽度约 8.5m，道路平均总宽度 12.5m；实际新修上坝道路 2638m，道路路面宽度 7.2m，两侧临时占地平均宽度约 8.10m，道路平均总宽度 15.30m，另外针对输电线路新修临时施工便道 1 条，长度 150m，宽度 6m；实际便道长度有所减少，因此占地面积减小 0.21hm²。

(4) 尾矿输送及回水设施防治区

该区实际占地 2.81hm²，较方案设计面积增加 0.91hm²。变化的主要原因为：方案设计尾矿输送及回水管线平均扰动宽度 1.54m，实际施工阶段，尾矿输送及回水管线施工作业平台平均宽度 3m，施工作业带面积增大，因此占地面积增加。

(5) 表土堆场区

方案设计表土堆场面积 1.38hm²，实际施工过程中将剥离的表土运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，未纳入本项目，本项目未新设表土堆场，因此面积减小 1.38hm²。

(6) 施工生产生活区

本项目施工生产生活区实际占地 0.87hm²，较方案设计面积增加 0.87hm²。变化的主要原因为：方案未设置施工营地，实际施工过程中在便道一侧设置了施工生产生活区，占地 0.87hm²。

3.1.2 背景值监测

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目位于合作市那吾镇黄可一合自然村，在甘肃水土保持区划中，项目区属青藏高原区（VIII）若尔盖-江河源高原山地区（VIII-2）若尔盖高原生态维护水源涵养区（VIII-2-1wh），地貌类型属甘南高原山地丘陵地貌，水土流失类型以水力侵蚀为主。

根据《甘肃省人民政府关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（甘政发[2016]59号，2016年6月27日），项目区属甘南高原省级水土流失重点预防区。容许土壤流失量 1000t/km²·a，土壤侵蚀强度以微度水力侵蚀为主。

监测人员于 2023 年 3 月在原地貌布设了 1 个监测点，通过对 2023 年 3 月~2023 年 9 月期间的观测数据进行采集、整理与分析，作为原地貌侵蚀强度的计算依据，监测数据的计算、分析结果详见表 3—4。

经监测，甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目原地貌的侵蚀模数为 $786\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

表 3—4 原地貌土壤侵蚀量监测登记表

原地貌土壤侵蚀量监测登记表				
监测点编号：1#监测点				
防治分区：原地貌				
布设位置：施工营地西侧原地貌				
坐标位置：E102°49'21.32"，N34°57'24.34"				
观测时段	2023.03	2023.09	侵蚀厚度 (mm)	备注
测针 1	15.6	15.8	0.2	说明： 1.平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}}=\sum h$ ； 2.土壤容重为测定值； 3.侵蚀量 $A=Z\times S\times r\times \cos\phi/1000$ 。
测针 2	16.4	16.8	0.4	
测针 3	16.7	17.0	0.3	
测针 4	16.3	16.5	0.2	
测针 5	15.8	16.2	0.4	
测针 6	15.5	15.8	0.3	
测针 7	16.4	16.6	0.2	
测针 8	15.7	16.1	0.4	
测针 9	16.4	16.6	0.2	
平均侵蚀厚度 (mm)			0.289	
容重 (t/m^3)			1.36	
侵蚀量 (t/m^2)			0.000393	
侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)			786	

3.1.3 建设期扰动土地面积

本项目于 2022 年 4 月正式开工建设，2023 年 10 月建成，总工期 19 个月。

我公司作为项目水土保持监测单位于 2023 年 2 月接受委托并与 3 月进场，因此对于扰动土地面积情况监测，自委托后，主要采用遥感影像、无人机、测距仪、皮尺和 GPS 等设备仪器，对本项目扰动土地面积进行全面调查和实地量测。经监测，本项目最终占地面积 46.77hm^2 ，其中永久占地 43.0hm^2 ，临时占地 3.77hm^2 ；全部属合作市管辖；

按照按占地类型划分为采矿用地 5.07hm²，天然牧草地 23.16hm²，灌木林地 17.82hm²，农村道路 0.72hm²。各防治分区扰动地表面积分年度统计情况详见表 3—5。

表 3—5 各防治分区扰动地表面积分年度统计表

工程区	占地面积 (hm ²)	
	2022 年	2023 年
尾矿库防治区	27.29	38.05
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	0.75	0.91
尾矿库道路防治区	4.13	4.13
尾矿输送及回水设施防治区	1.67	2.81
施工生产生活区	0.87	0.87
合计	34.71	46.77

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 设计取土（石、料）情况

根据批复的水土保持方案报告书，本项目绿化覆土来源为项目建设前期剥离表土；初期坝建设所需土石方来源于原有尾矿库的拆除的土石方，库底防渗设施产生的土石方以及回水池、排洪隧洞、排洪设施等开挖产生的土石方，不够的全部来源于矿山废石；其他拦挡设施所需材料来源于矿山产生的废石；其他建设过程中需要的砂石料通过外购解决，外购料产生的水土流失责任由料场负责，与本项目无关。

本项目未设置取土（石、料）场。

3.2.2 取土（石、料）场位置、占地面积及取土（石、料）量监测结果

通过查阅主体工程设计资料，施工、监理资料，并询问参建各方主要负责人，经现场监测调查，本项目在建设过程中，未设置取土（石、料）场。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据批复的水土保持方案报告书，工程建设土石方挖方总量 94.81 万 m³（含表土剥离），填方 97.24 万 m³，借方 13.34 万 m³（外购砂石料、矿山废石），区间调配利用 69.31 万 m³，余方 10.90 万 m³（全部为剥离表土，临时堆存在表土堆场，用于运行期结束后覆土）。本项目无永久弃方，未设置弃渣场，但是存在剥离表土余方 10.90 万 m³，设计全部集中堆放在表土堆场。表土堆场具体设计情况如下：

表土堆场位于尾矿库下游约 300m 左侧坡地，计划堆放表土 112230m³，部分区域施工结束后进行覆土回填，共计回填量 3191m³，表土堆场最终堆放表土 109039m³。该堆土场下游无公共设施、工业企业及居民点，未涉及河道，上游汇水面积 0.04km²。表土堆场占地类型为工矿仓储用地（采矿用地）及天然牧草地，属合作市那吾镇管辖，表土堆场主要堆放尾矿库、尾矿库道路等剥离的表土，堆土场平均堆放高度 10.0m，边坡比为 1:1.5，分 2 级进行堆放，总占地 1.38hm²。

表 3—6 表土堆场特性表

名称	可容纳土量 (万 m ³)	临时堆土量 (万 m ³)	类型	占地面积 (hm ²)			平均堆高 (m)	表土堆 场等级	汇流面积 (km ²)
				采矿用地	天然牧草地	小计			
表土堆场	18.6	10.90	坡地型	0.67	0.71	1.38	10	5 级	0.04

3.3.2 弃土（石、渣）场位置、占地面积及弃土（石、渣）量监测结果

通过现场监测，查阅主体工程设计资料，施工资料，本项目尾矿库、尾矿库道路等区域剥离的表土全部集中堆放在甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场，既有表土堆场存放了早子沟金矿各建设阶段剥离的所有的表土，用于矿山绿化恢复，该既有表土堆场不纳入本项目。剥离的表土运至既有表土堆场后，实施了拦挡措施，对表土实施了密目网苫盖并撒播草籽，能有效保护表土资源。

本项目实际未设置表土堆场及弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 设计土石方流向情况

根据批复的水土保持方案报告书，本工程建设土石方挖方总量 94.81 万 m³（含表土剥离），填方 97.24 万 m³（含表土回覆），借方 13.34 万 m³（外购砂石料、矿山废石），区间调配利用 69.31 万 m³，余方 10.90 万 m³（全部为剥离表土，临时堆存在表土堆场，用于运行期结束后覆土）。方案设计土石方流向详见表 3—7。

3.4.2 土石方流向监测结果

经监测，本工程建设挖填方总量为 192.07 万 m³（含表土剥离及表土回覆），挖方总量 93.32 万 m³（含表土剥离），填方 98.75 万 m³（含表土回覆），借方 13.30 万 m³，余方 7.87 万 m³（运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，不纳入本项目），无弃方。详见表 3—8。

表 3—7

方案设计土石方平衡汇总表

单位: m³

分区	工程项目	序号	挖方			填方			调入		调出		借方		余方	备注
			土方	石方	小计	土方	石方	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源		
尾矿库区	表土剥离	(1)	98250		98250										98250	临时堆放在表土堆场
	原有尾矿库尾砂倒运	(2)		8000	8000		8000	8000								
	原有尾矿库拆除	(3)	16800	8074	24874						24874	(4)				
	初期坝	(4)	36050	166	36216	618870	201964	820834	688183	(3、5、6、7、17)			96435	1542 方来源于外购砂石料, 94893 方石方来源于矿山废石		
	截渗墙	(5)	516	24	540	62	675	737			478	(4)	675	外购砂石料		
	排洪系统(含排水隧洞)	(6)	5944	4240	10184	1308	2462	3770			8876	(4)	2462	外购砂石料		
	防渗系统(库底处理)	(7)	632200	93025	725225	74420	29768	104188			650805	(4)	29768	外购砂石料		
小计			789760	113529	903289	694660	242869	937529	688183		685033		129340		98250	
尾矿脱水系统及公辅设施	表土剥离及回覆	(8)	3120		3120	2600		2600							520	临时堆放在表土堆场
	建筑物基础	(9)	4587		4587	2894	375	3269			1693	(11)	375	外购砂石料		
	排水设施	(10)	274		274	58	108	166			216	(11)	108	外购砂石料		
	土地整治	(11)	1680		1680	3589		3589	1909	(9、10)						
小计			9661		9661	9141	483	9624	1909		1909		483		520	
尾矿库道路	表土剥离及回覆	(12)	10860		10860	591		591							10269	临时堆放在表土堆场
	道路基础	(13)	15795		15795	15795		15795								
	碎石路面	(14)					985	985					985	矿山废石		
	排水设施	(15)	2630		2630	554	1038	1592			2076	(16)	1038	外购砂石料		
	土地整治	(16)	629		629	2705		2705	2076	(15)						
小计			29914		29914	19645	2023	21668	2076		2076		2023		10269	
尾矿输送及回水设施防治区	回水池	(17)	3300		3300	150	150	300			3150	(4)	150	外购砂石料		
	土地整治	(18)	770		770	770		770								
小计			4070		4070	920	150	1070			3150		150			
表土堆场	挡墙	(19)	832		832	166	1278	1444			666	(21)	1278	166 方来源于外购砂石料, 1112 方石方来源于矿山废石		
	排水	(20)	308		308	60	108	168			248	(21)	108	外购砂石料		
	土地整治	(21)				914		914	914	(19、20)						
小计			1140		1140	1140	1386	2526	914		914		1386			
合计			834544	113529	948073	725505	246911	972416	693082		693082		133382		109039	

表 3—8

实际土石方平衡汇总表

单位: m³

分区	工程项目	序号	挖方			填方			调入		调出		借方		余方	备注
			土方	石方	小计	土方	石方	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源		
尾矿库区	表土剥离	(1)	87560		87560	3270		3270			5610	(18、20)			78680	临时堆放在既有表土堆场
	原有尾矿库尾砂倒运	(2)		8000	8000		8000	8000								
	原有尾矿库拆除	(3)	16800	8074	24874						24874	(4)				
	初期坝	(4)	36050	166	36216	618870	201964	820834	688183	(3、5、6、7、17)			96435	1542 方来源于外购砂石料, 94893 方石方来源于矿山废石		
	截渗墙	(5)	516	24	540	62	675	737			478	(4)	675	外购砂石料		
	排洪系统(含排水隧洞)	(6)	4944	4240	9184	1308	1462	2770			8876	(4)	2462	外购砂石料		
	防渗系统(库底处理)	(7)	632200	93025	725225	74420	29768	104188			650805	(4)	29768	外购砂石料		
小计			778070	113529	891599	697930	241869	939799	688183		690643		129340	78680		
尾矿脱水系统及公辅设施	表土剥离及回覆	(8)	2730		2730						2730	(18)				
	建筑物基础	(9)	3587		3587	1894	375	2269			1693	(11)	375	外购砂石料		
	排水设施	(10)	274		274	58	108	166			216	(11)	108	外购砂石料		
	土地整治	(11)	1680		1680	3589		3589	1909	(9、10)						
小计			8271		8271	5541	483	6024	1909		4639		483			
尾矿库道路	表土剥离及回覆	(12)	10230		10230	7680		7680			2550	(18)				
	道路基础	(13)	15095		15095	16050		16050					955	矿山废石		
	碎石路面	(14)					1055	1055					1055	矿山废石		
	排水设施	(15)	2430		2430	554	838	1392			2076	(16)	1038	外购砂石料		
	土地整治	(16)	629		629	2705		2705	2076	(15)						
小计			28384		28384	26989	1893	28882	2076		4626		3048			
尾矿输送及回水设施区	回水池	(17)	3300		3300	150	150	300			3150	(4)	150	外购砂石料		
	表土回覆	(18)				8280		8280	8280	(1、8、12)						
	土地整治	(19)	770		770	770		770								
小计			4070		4070	9200	150	9350	8280		3150		150			
施工营地区	表土回覆	(20)				2610		2610	2610	(1)						
	场地平整、拆除	(21)	870		870	870		870								
	小计			870		870	3480		3480	2610						
合计			819665	113529	933194	743140	244395	987535	703058		703058		133021	78680		

相对于水土保持方案报告书，本项目实际发生的土石方与批复方案存在一定变化。变化情况为：实际总挖方较方案减小 1.49 万 m^3 ，实际总填方较方案设计增加 1.51 万 m^3 ，借方较方案设计减少 0.04 万 m^3 ，余方较方案设计减少了 3.03 万 m^3 ，无弃方。

挖方变化原因是施工过程中根据实际施工情况剥离表土，部分区域表层土较薄，无法完全进行表土剥离，因此减少了表土剥离量；填方量增加原因是实际施工过程中增加了绿化覆土量，导致填方量增加 1.51 万 m^3 ；由于表土回覆量有所增加，因此剩余的表土方量相对减少。

3.5 其他重点部位监测结果

(1) 临时堆土监测

根据现场调查，施工期间开挖临时堆土堆存在永久用地范围内，进行了临时苫盖措施，并进行压边防护，有效控制了施工期间因降水、大风造成的水土流失，防护效果较好；本项目建设期间实施了表土剥离 10.05 万 m^3 ，剥离后拉运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，堆存期间实施了密目网苫盖及拦挡等措施。既有表土堆场在甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域永久征地范围内，不纳入本项目。

(2) 施工便道监测

本项目尾矿库道路为尾矿库上坝道路，由选厂引出，利用原有道路约 900m，新修上坝道路接原有道路沿选厂南侧沟谷左岸布置，接连尾矿脱水车间、供配电等公用辅助设施。共布设上坝道路 2638m，采用碎石路面，道路路面宽度 7.2m，两侧临时占地平均宽度约 8.1m，道路平均总宽度 15.3m，尾矿库道路总占地 4.04 hm^2 。

根据现场调查，杰楼一昂沟尾矿库所在沟道已有一条便道，长度约 900m，平均宽约 3.0m，由选厂直通杰楼一昂沟尾矿库，与新建尾矿库上坝道路连接，能够满足交通、运输要求。本次建设针对输电线路新修临时施工便道 1 条，长度 150m，宽度 6m，占地 0.09 hm^2 ，该便道位于坝体东侧，目前已恢复。

4 水土流失防治措施监测结果

根据项目区新增水土流失的特点和危害程度，以及建设项目对环境功能的要求，按轻重缓急，危害大小，因地制宜、统筹兼顾，形成综合防治体系。形成以工程措施，临时措施为先导，其它措施为辅助，统筹兼顾，形成综合防治体系。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据批复的水保方案，本项目工程措施包括主体工程具有水土保持功能的措施和新增水土保持措施两部分，具体详见表 4—1、4—2。

表 4—1 工程措施布局表

防治分区	主体已列	方案新增
尾矿库防治区	岸边截水沟、马道排水沟、排水陡槽、消力池、尾水排水沟	表土剥离、土地整治
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	排水沟	表土剥离、土地整治、覆土
尾矿库道路防治区	碎石路面	道路排水沟、表土剥离、土地整治
尾矿输送及回水设施防治区	/	土地整治
表土堆场防治区	/	挡土墙、截水沟、消力池、尾水排水沟、土地整治

表 4—2 批复方案确定的工程措施表

防治分区	措施类型	工程名称	单位	数量
尾矿库防治区	工程措施	岸边截水沟	m	3320
		马道排水沟	m	800
		排水陡槽	m	131.65
		消力池	座	1
		尾水排水沟	m	33
		表土剥离	m ³	98250
		土地整治	hm ²	0.12
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	工程措施	排水沟	m	360
		表土剥离	m ³	3120
		土地整治	hm ²	0.52
		覆土	m ³	2600

防治分区	措施类型	工程名称	单位	数量
尾矿库道路防治区	工程措施	碎石路面	m ³	985.2
		道路排水沟	m	3460
		表土剥离	m ³	10860
		土地整治	hm ²	2.60
尾矿输送及回水设施防治区	工程措施	土地整治	hm ²	1.70
表土堆场防治区	工程措施	挡土墙	m	200
		截水沟	m	344
		消力池	座	2
		尾水排水沟	m	10
		土地整治	hm ²	1.30

4.1.2 工程措施实施情况

通过现场调查监测、查阅施工资料，本项目工程措施类型为土地整治工程、防洪排导工程、降水蓄渗工程，具体措施为岸边截水沟、马道排水沟、排水陡槽、消力池、尾水排水沟、截水沟、土地整治、路面碎石压盖、表土回覆等防护措施。其中：

(1) 主体已列工程措施实施情况

尾矿库防治区：岸边截水沟 2508m，马道排水沟 948m，排水陡槽 99m，消力池 1 座，尾水排水沟 35m。

尾矿脱水系统及公辅设施防治区：盖板排水沟 264m，截水沟 150m。

尾矿库道路防治区：路面碎石压盖 1900m³。

(2) 方案新增工程措施实施情况

尾矿库防治区：表土剥离 87560m³，表土回覆 3270m³，土地整治 1.09hm²。

尾矿脱水系统及公辅设施防治区：表土剥离 2730m³。

尾矿库道路防治区：道路排水沟 2738m，表土剥离 10230m³，表土回覆 7680m³，土地整治 2.56hm²（投影面积 1.68hm²）。

尾矿输送及回水设施防治区：表土回覆 8280m³，土地整治 2.76hm²。

施工生产生活区：覆土 2610m³，土地整治 0.87hm²。

表 4—3 实际完成的工程措施表

防治分区	措施类型	工程名称	单位	数量
尾矿库防治区	工程措施	岸边截水沟	m	2508
		马道排水沟	m	948
		排水陡槽	m	99
		消力池	座	1
		尾水排水沟	m	35
		表土剥离	m ³	87560
		表土回覆	m ⁴	3270
		土地整治	hm ²	1.09
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	工程措施	盖板排水沟	m	264
		截水沟	m	150
		表土剥离	m ³	2730
尾矿库道路防治区	工程措施	碎石路面	m ³	1900
		道路排水沟	m	2738
		表土剥离	m ³	10230
		表土回覆	m ³	7680
		土地整治	hm ²	2.56
尾矿输送及回水设施防治区	工程措施	表土回覆	m ³	8280
		土地整治	hm ²	2.76
施工生产生活区	工程措施	表土回覆	m ³	2610
		土地整治	hm ²	0.87

4.1.3 工程措施实施进度

根据过程监测，结合主体工程施工资料，甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目主体工程具有水土保持功能的措施于 2022 年 4 月开工建设，于 2023 年 9 月施工结束；水土保持方案新增措施于 2022 年 4 月开工建设，于 2023 年 10 月施工结束。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据批复的水保方案，本项目植物措施包括尾矿库防治区、尾矿输送及回水设施防治区种草绿化，尾矿脱水系统及公辅设施防治区和尾矿库道路防治区植树种草绿化。具体详见 4—4、4—5。

表 4—4 植物措施布局表

防治分区	主体已列	方案新增
尾矿库防治区	/	种草绿化
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	/	植树种草绿化
尾矿库道路防治区	/	植树种草绿化
尾矿输送及回水设施防治区	/	种草绿化
表土堆场防治区	/	/

表 4—5 批复方案确定的植物措施表

防治分区	措施类型	工程名称		单位	数量
尾矿库防治区	植物措施	种草	种草面积	hm ²	0.12
			垂穗披碱草	kg	3.6
			高羊茅	kg	3.6
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	植物措施	种草绿化	种草面积	hm ²	0.52
			垂穗披碱草	kg	15.6
			高羊茅	kg	15.6
		植树绿化	云杉	株	78
			榆叶梅	株	142
			月季	株	258
尾矿库道路防治区	植物措施	种草绿化	种草面积	hm ²	2.60
			垂穗披碱草	kg	78
			高羊茅	kg	78
		造林绿化	换土	m ³	591
			云杉	株	1154
尾矿输送及回水设施防治区	植物措施	种草绿化	种草面积	hm ²	1.70
			垂穗披碱草	kg	61
			高羊茅	kg	61

4.2.2 植物措施实施情况

通过现场调查监测、查阅施工资料，本项目植物措施类型为喷播植草、种草绿化、造林绿化。项目主要树种包括云杉、沙棘、鲜卑花等；草种为垂穗披碱草和高羊茅。具体实施情况为：

尾矿库防治区：外围排水沟上边坡采用喷播植草 0.62hm^2 （投影面积 0.16hm^2 ）；尾矿库周边扰动范围、坝体下游沉淀池周边及排水隧洞出口采用乔灌木绿化，其中撒播混合草籽 1.09hm^2 ，栽植乔灌木 192 株。

尾矿脱水系统及公辅设施防治区：尾矿脱水系统及公辅设施防治区沿山体一侧开挖的上边坡采用喷播植草 0.05hm^2 （投影面积 0.01hm^2 ）。

尾矿库道路防治区：尾矿库道路防治区沿山体一侧开挖的上边坡采用喷播植草 1.13hm^2 （投影面积 0.42hm^2 ）；尾矿库道路防治区下边坡就临时道路采用灌木绿化方式，其中撒播混合草籽 2.56hm^2 （投影面积 1.68hm^2 ），栽植灌木 8733 株。

尾矿输送及回水设施防治区：在其管线下部及两侧扰动区采用乔灌木绿化，其中撒播混合草籽 2.76hm^2 ，栽植乔灌木 25450 株。

施工生产生活区：拆除后在土地整治的基础上撒播混合草籽绿化 0.87hm^2 。

表 4—6 实际完成的植物措施表

防治分区	措施类型	工程名称		单位	数量
尾矿库防治区	植物措施	喷播植草	喷播面积	hm^2	0.62
		种草绿化	种草面积	hm^2	1.09
		造林绿化	栽植乔灌木	株	192
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	植物措施	喷播植草	喷播面积	hm^2	0.05
尾矿库道路防治区	植物措施	喷播植草	喷播面积	hm^2	1.13
		种草绿化	种草面积	hm^2	2.56
		造林绿化	栽植灌木	株	8733
尾矿输送及回水设施防治区	植物措施	种草绿化	种草面积	hm^2	2.76
		造林绿化	栽植乔灌木	株	25450
施工生产生活区	植物措施	种草绿化	种草面积	hm^2	0.87

4.2.3 植物措施实施进度

根据过程监测，结合主体工程施工资料，甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持植物措施施工期为 2022 年 6 月~9 月，2023 年 6 月~10

月。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

本项目水土保持临时措施主要包括临时苫盖、洒水降尘、临时绿化等措施，均发生在工程施工期间，为批复的水土保持方案新增措施。具体详见 4—7、4—8。

表 4—7 临时措施布局表

防治分区	主体已列	方案新增
尾矿库防治区	/	临时苫盖、临时洒水
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	/	临时苫盖、临时洒水
尾矿库道路防治区	/	临时洒水
尾矿输送及回水设施防治区	/	/
表土堆场防治区	/	临时绿化

表 4—8 批复方案确定的临时措施表

防治分区	措施类型	工程名称	单位	数量	
尾矿库防治区	临时措施	洒水	m ³	17820	
		密目网苫盖	m ²	45000	
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	临时措施	洒水	m ³	768	
		密目网苫盖	m ²	6000	
尾矿库道路防治区	临时措施	洒水	m ³	9374	
表土堆场防治区	临时措施	临时绿化	种草面积	hm ²	1.30
			垂穗披碱草	kg	39
			高羊茅	kg	39

4.3.2 临时措施实施情况

通过现场调查监测、查阅施工资料，本项目临时措施类型主要为密目网苫盖及洒水降尘。具体实施情况如下：

尾矿库防治区：洒水降尘 22520m³，密目网苫盖 55800m²。

尾矿脱水系统及公辅设施防治区：洒水降尘 1218m³，密目网苫盖 7500m²。

尾矿库道路防治区：洒水降尘 19250m³。

尾矿输送及回水设施防治区：密目网苫盖 5500m²。

施工生产生活区：洒水降尘 1200m³。

表 4—9 实际完成的临时措施表

防治分区	措施类型	工程名称	单位	数量
尾矿库防治区	临时措施	洒水	m ³	22520
		密目网苫盖	m ²	55800
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	临时措施	洒水	m ³	1218
		密目网苫盖	m ²	7500
尾矿库道路防治区	临时措施	洒水	m ³	19250
尾矿输送及回水设施防治区	临时措施	密目网苫盖	m ²	5500
施工生产生活区	临时措施	洒水	m ³	1200

4.3.3 临时措施实施进度

根据过程监测，结合主体工程施工资料，甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持临时防护措施贯穿于施工全过程，施工时段为 2022 年 4 月~2023 年 10 月。

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施防治效果

项目建设区水土保持措施结合项目区实际情况布设，总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少和控制了项目建设过程中造成的水土流失，基本达到了水土保持方案报告书的设计要求。其中：

工程措施：实施的排水措施外观质量、尺寸等符合设计要求，目前无损毁、破坏现象；土地整治、砾石压盖等基本平整，满足水土保持要求。

植物措施：所在区域属高寒半湿润类型气候区，植被覆盖度较高。本项目实施的喷播植草成活率好，覆盖度高，对尾矿库、道路等上边坡的绿化效果极好；道路下边坡扰动区撒播混合草籽、栽植灌木成活率较高，对下边坡水土流失有很好的防治效果；尾矿库扰动区及沉淀池周边区域、尾矿输送及回水管线区及临时便道采取乔灌木相结合的绿化方式，撒播草籽、栽植的乔灌木成活率较高，水土流失防治效果较好；施工生产生活区通过撒播草籽绿化，绿化效果较好。经监测，本项目植物措施成活率达 80%以上，植物措施不仅美化了周边环境，与原有景观良好契合，也能起到防治水土流失效果，满足水土保持要求。

临时措施：工程施工过程中对临时土方及裸露面实施了密目网苫盖措施，对尾矿库防治区、施工道路、施工生产生活区实施了洒水降尘措施。以上措施能有效控制施工过程中的水土流失，防护效果较好，可有效减少人为水土流失。

综上，项目建设区水土流失防治体系主要以工程措施、植物措施及临时措施相结合，形成了完整的综合防护体系。建设单位会同施工单位据不同施工区的特点，建立分区防治措施体系，整体防治效果明显，达到了防止水土流失的目的。项目建设区各标段水土保持措施实施情况见该项目实施完成的水土保持措施具体如下表：

表 4—10 实际完成防治措施数量汇总表

防治分区	措施类型	工程名称		单位	数量
尾矿库防治区	工程措施	岸边截水沟		m	2508
		马道排水沟		m	948
		排水陡槽		m	99
		消力池		座	1
		尾水排水沟		m	35
		表土剥离		m ³	87560
		表土回覆		m ⁴	3270
		土地整治		hm ²	1.09
	植物措施	喷播植草	喷播面积	hm ²	0.62
		种草绿化	种草面积	hm ²	1.09
		造林绿化	栽植乔灌木	株	192
	临时措施	洒水		m ³	22520
		密目网苫盖		m ²	55800
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	工程措施	盖板排水沟		m	264
		截水沟		m	150
		表土剥离		m ³	2730
	植物措施	喷播植草	喷播面积	hm ²	0.05
	临时措施	洒水		m ³	1218
		密目网苫盖		m ²	7500
尾矿库道路防治区	工程措施	碎石路面		m ³	1900
		道路排水沟		m	2738
		表土剥离		m ³	10230
		表土回覆		m ³	7680
		土地整治		hm ²	2.56

防治分区	措施类型	工程名称		单位	数量
	植物措施	喷播植草	喷播面积	hm ²	1.13
		种草绿化	种草面积	hm ²	2.56
		造林绿化	栽植灌木	株	8733
	临时措施	洒水		m ³	19250
尾矿输送及回水设施防治区	工程措施	表土回覆		m ³	8280
		土地整治		hm ²	2.76
	植物措施	种草绿化	种草面积	hm ²	2.76
		造林绿化	栽植乔灌木	株	25450
	临时措施	密目网苫盖		m ²	5500
施工生产生活区	工程措施	表土回覆		m ³	2610
		土地整治		hm ²	0.87
	植物措施	种草绿化	种草面积	hm ²	0.87
	临时措施	洒水		m ³	1200

4.4.2 水土保持措施变化分析

根据监测结果,甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目实际完成的水土保持措施与方案设计有一定变化。其变化情况详见下表:

表 4—11 水土保持措施变化情况汇总表

防治分区	措施类型	工程名称	单位	方案设计(A)	实际完成(B)	增减变化(B-A)
尾矿库防治区	工程措施	岸边截水沟	m	3320	2508	-812
		马道排水沟	m	800	948	148
		排水陡槽	m	131.65	99	-32.65
		消力池	座	1	1	0
		尾水排水沟	m	33	35	2
		表土剥离	m ³	98250	87560	-10690
		表土回覆	m ³		3270	3270
		土地整治	hm ²	0.12	1.09	0.97
	植物措施	造林种草绿化	hm ²	0.12	1.09	0.97
		喷播植草	hm ²		0.62	0.62
	临时措施	洒水	m ³	17820	22520	4700
		密目网苫盖	m ²	45000	55800	10800

防治分区	措施类型	工程名称	单位	方案设计 (A)	实际完成 (B)	增减变化 (B-A)
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	工程措施	排水沟	m	360	264	-96
		截水沟	m		150	150
		表土剥离	m ³	3120	2730	-390
		土地整治	hm ²	0.52		-0.52
		覆土	m ³	2600		-2600
	植物措施	造林种草绿化	hm ²	0.52		-0.52
		喷播植草	hm ²		0.05	0.05
	临时措施	洒水	m ³	768	1218	450
		密目网苫盖	m ²	6000	7500	1500
尾矿库道路防治区	工程措施	碎石路面	m ³	985.2	1900	914.8
		道路排水沟	m	3460	2738	-722
		表土剥离	m ³	10860	10230	-630
		表土回覆	m ³		7680	7680
		土地整治	hm ²	2.6	2.56	-0.04
	植物措施	造林种草绿化	hm ²	2.6	2.56	-0.04
		喷播植草	hm ²		1.13	1.13
临时措施	洒水	m ³	9374	19250	9876	
尾矿输送及回水设施防治区	工程措施	土地整治	hm ²	1.7	2.76	1.06
		表土回覆	m ³		8280	8280
	植物措施	造林种草绿化	hm ²	1.7	2.76	1.06
	临时措施	密目网苫盖	m ²		5500	5500
表土堆场防治区	工程措施	挡土墙	m	200		-200
		截水沟	m	344		-344
		消力池	座	2		-2
		尾水排水沟	m	10		-10
		土地整治	hm ²	1.3		-1.3
	临时措施	临时绿化	hm ²	1.3		-1.3
施工生产生活区	工程措施	表土回覆	m ³		2610	2610
		土地整治	hm ²		0.87	0.87
	植物措施	种草绿化	hm ²		0.87	0.87
	临时措施	洒水	m ³		1200	1200

变化情况及原因如下:

(1) 尾矿库防治区

① 工程措施

岸边截水沟: 方案设计岸边截水沟 3320m, 实际完成 2508m, 实际完成较方案设计减少 812m。变化原因为实际实施过程中沿道路一侧的岸边排水沟与道路排水沟共用, 排水沟纳入道路工程区, 因此岸边截水沟长度。

马道排水沟: 方案设计马道排水沟 800m, 实际完成 948m, 较方案设计增加了 148m。变化原因为实际马道平台长度有所增加, 因此马道排水沟长度增加 148m。

排水陡槽: 方案设计排水陡槽 131.65m, 实际完成 99m, 较方案设计减少 32.65m。变化原因是实际尾矿坝排水陡槽位置有所变化, 因此长度有所减少。

尾水排水沟: 方案设计尾水排水沟长度 33m, 实际完成尾水排水沟 35m, 较方案设计增加 2m。变化原因是根据实际情况, 为能将尾水引至自然沟道, 增加了尾水排水沟长度。

表土剥离: 方案设计表土剥离 98250m³, 实际完成表土剥离 87560m³, 较方案设计减小 10690m³。变化原因: 方案设计表土剥离厚度 0.3m, 实际在施工期间, 由于部分区域表土层较薄, 无法实施表土剥离, 项目施工期间根据实际情况进行剥离, 共计剥离 87560m³, 因此较方案设计减小 10690m³。

表土回覆: 方案未设计表土回覆措施, 实际施工过程中为了更好的恢复植被, 对施工扰动区域绿化前实施了表土回覆 3270m³, 因此较方案设计增加 3270m³。

土地整治: 方案设计土地整治 0.12hm², 实际完成土地整治 1.09hm², 较方案设计增加 0.97hm²。变化原因是该区临时占地增加, 施工期间对该区临时占地进行了全面土地整治, 恢复植被, 因此土地整治面积增加。

② 植物措施

造林种草绿化: 方案设计尾矿库防治区扰动面积实施种草绿化, 以恢复植被, 共设计种草 0.12hm², 实际完成造林种草面积 1.09hm², 较方案设计增加 0.97hm²。变化原因是该区临时占地增加, 施工期间对该区临时占地进行了全面土地整治, 采取乔灌草相结合的绿化方式进行植被恢复, 因此造林种草面积增加。

喷播植草: 方案未设计喷播植草措施, 实际施工过程中, 为确保岸边截水沟开挖作业扰动面上边坡的稳定, 实施了喷播植草 0.62hm², 因此喷播植草增加 0.62hm²。

③ 临时措施

密目网苫盖：方案设计该区密目网苫盖 45000m²，实际完成密目网苫盖 55800m²，较方案设计增加 10800m²。变化的主要原因是：实际施工阶段对坝体外侧临时用地裸露面也进行了苫盖防护，同时部分密目网存在破损情况，对于破损的密目网及时进行了更换，因此密目网苫盖数量增加。

洒水降尘：方案设计该区洒水降尘 17820m³，实际完成洒水 22520m³，较方案设计增加 4700m³。变化的主要原因是根据工程施工组织及进度，为减少了水土流失，抑制施工扬尘，增加了洒水频次，因此较方案设计数量有所增加。

(2) 尾矿脱水系统及公辅设施防治区

①工程措施

排水沟、截水沟：方案设计该区域排水沟 360m，实际施工过程中完成排水沟 414m，包括盖板排水沟 264m，截水沟 150m，较方案设计增加 54m。变化原因是施工图阶段对该区排水措施类型及数量进行了调整并实施，实际完成排水沟 414m，因此较方案设计增加 54m。

表土剥离：方案设计表土剥离 3120m³，实际完成表土剥离 2730m³，较方案设计减少 390m³，变化原因是实际占地面积减少，可剥离表土面积减少。

覆土及土地整治：方案设计在房建工程完工后在周遍空地实施覆土，覆土量为 2600m³，覆土后实施土地整治 0.52hm²，用于后期绿化。实际尾矿脱水系统及公辅设施防治区施工结束后对场地进行了全面硬化，因此覆土减少 2600m³，土地整治措施减少 0.52hm²。

②植物措施

造林种草绿化：方案设计房建工程完工在周遍空地实施覆土整治后进行造林种草绿化，设计造林种草面积 0.52hm²。实际该区施工结束后对场地进行了全面硬化，未实施造林种草措施，因此造林种草绿化措施减少 0.52hm²。

喷播植草：方案未设计喷播植草措施，实际施工过程中在脱水车间南侧山体开挖边坡实施了挂网喷播植草，喷播面积 0.05hm²，因此喷播植草措施较方案设计增加 0.05hm²。

③临时措施

洒水降尘：方案设计该区洒水降尘 768m³，实际完成洒水 1218m³，较方案设计增加 450m³。变化的主要原因是根据工程施工组织及进度，为减少了水土流失，抑制施工扬尘，增加了洒水频次，因此洒水数量较方案设计数量有所增加。

密目网苫盖：方案设计该区密目网苫盖 6000m²，实际完成密目网苫盖 7500m²，较

方案设计增加 1500m^2 。变化的主要原因是：实际施工阶段部分密目网存在破损情况，对于破损的密目网及时进行了更换，因此密目网苫盖数量增加。

(3) 尾矿库道路防治区

① 工程措施

碎石路面：方案设计路面铺压碎石面积 0.99hm^2 ，碎石 985.2m^3 ，实际完成铺压碎石面积 1.90hm^2 ，铺压碎石 1900m^3 ，较方案设计增加 0.91hm^2 （碎石增加 914.8m^3 ）。变化的主要原因为：方案设计尾矿库道路碎石路面长 2463m ，路面宽 4m ，碎石路面面积 0.99hm^2 ，实际完成尾矿库道路碎石路面长 2638m ，路面宽 7.2m ，碎石路面面积 1.90hm^2 ，因实际碎石路面长度增加，路面宽度增加，铺设碎石路面面积增加，因此铺设碎石增加 914.8m^3 。

道路排水沟：方案设计道路排水沟 3460m ，实际完成 2738m ，较方案设计较少 722m 。变化原因为方案设计尾矿库道路 3463m ，并在其一侧全部实施道路排水沟，共 3460m ，实际施工阶段，共设尾矿库道路 2638m ，在其靠近山体一侧全部实施了排水沟，结合道路转弯处排水沟，实际共计完成道路排水沟 2738m ，由于尾矿库道路长度减少，排水沟数量相应减少。

表土剥离：方案设计表土剥离面积 3.62hm^2 ，剥离表土数量 10860m^3 ，实际完成表土剥离面积 3.41hm^2 ，剥离表土数量 10230m^3 ，较方案设计剥离数量减少了 630m^3 。变化原因是该区实际占地面积较方案设计减少，因此剥离表土数量减少。

土地整治：方案设计土地整治面积 2.60hm^2 ，实际完成土地整治面积 2.56hm^2 ，较方案设计减小 0.04hm^2 。变化原因为：该区实际占地面积较方案设计减少，因此土地整治面积减少。

表土回覆：方案未设计表土回覆措施，实际施工阶段对道路下边坡及临时道路扰动区域实施了表土回覆 7680m^3 ，以利造林种草绿化，恢复植被，因此表土回覆数量较方案设计增加 7680m^3 。

② 植物措施

造林种草绿化：方案设计该区种草绿化面积 2.6hm^2 ，实际完成造林种草面积 2.56hm^2 ，较方案设计减小 0.04hm^2 。变化原因是该区实际占地面积较方案设计减少，因此绿化面积减小。

喷播植草：方案未设计喷播植草措施，实际施工过程中，为确保道路上边坡的稳定，实施了喷播植草 1.13hm^2 ，因此喷播植草增加 1.13hm^2 。

③临时措施

洒水降尘：方案设计该区洒水降尘 9374m^3 ，实际实施洒水 19250m^3 ，较方案设计增加 9876m^3 。变化原因为施工期间施工便道洒水频次增加，因此洒水数量增加。

(4) 尾矿输送及回水设施防治区

①工程措施

表土回覆：方案未设计表土回覆措施，实际施工阶段对尾矿输送及回水设施扰动区域实施了表土回覆 8280m^3 ，以利造林种草绿化，恢复植被，因此表土回覆数量较方案设计增加 8280m^3 。

土地整治：方案设计该区土地整治面积 1.70hm^2 ，实际完成土地整治面积 2.76hm^2 ，较方案设计增加 1.06hm^2 ，变化原因主要为该区实际扰动面积较方案设计增加，因此土地整治数量增加。

②植物措施

造林种草绿化：方案设计该区种草绿化面积 1.70hm^2 ，实际完成造林种草面积 2.76hm^2 ，较方案设计增加 1.06hm^2 。变化原因是该区实际扰动面积较方案设计增加，因此种草绿化面积增加。

③临时措施

密目网苫盖：方案未设计密目网苫盖措施，实际完成密目网苫盖 5500m^2 ，较方案设计增加 5500m^2 。变化的主要原因：为了控制水土流失，在施工期间对施工扰动面实施了密目网苫盖措施。

(5) 表土堆场防治区

方案设计 1 处表土堆场，并设计了挡土墙、截水沟、消力池、尾水排水沟、土地整治及临时绿化措施，实际施工过程中将剥离的表土统一拉运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，既有表土堆场在甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域永久征地范围内，不纳入本项目。因此该区各类工程措施、植物措施数量均减少。

(6) 施工生产生活区

方案未设施工营地，实际施工过程中在便道一侧设置了 1 处施工生产生活区，占地 0.87hm^2 。施工结束后对该施工生产生活区进行了拆除恢复，实施了土地整治 0.87hm^2 、表土回覆 2610m^3 、种草绿化 0.87hm^2 ，施工期采取了洒水降尘措施，共计实施洒水 1200m^3 。因此施工生产生活区各类工程、植物及临时措施均增加。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目于 2022 年 4 月开工，2023 年 10 月完工，总工期 19 个月。随项目逐步实施，扰动地表范围逐渐加大，水土流失面积及强度也不断增大，至 2023 年 8 月，累计扰动范围面积达到最大，扰动土地面积从 2022 年的 34.31hm²增加到 2023 年最大值 46.77hm²，并趋于稳定。监测结果表明：2022 年~2023 年是本项目的基建期，呈现出主体工程施工进度快、强度大和范围广，随之引起扰动土地面积急剧增大；扰动土地面积的扩大，在降雨、风力侵蚀作用下，水土流失面积也随之扩大。2023 年 8 月~2023 年 10 月，随着主体工程土建接近尾声，大部分工程趋于结束，施工工作面逐渐减少，水土流失面积逐渐减少；在此期间，按照“成熟一块、治理一块”的综合防治理念，对施工已完毕区域，根据建设特点和施工布置及时开展硬化和相关水保措施的实施，水土流失面积得到了有效控制并逐渐趋于稳定，水土流失面积得到了综合治理，水土流失得到了有效控制和减少，侵蚀强度随之减弱。自 2023 年 10 月份试运行期后，施工单位安排专人，持续开展已建成水保设施的管护及运行工作，已实施的水保措施初步发挥效益，至此水土流失强度显著降低，区域生态环境明显改善。具体各年度水土流失面积详见表 5—1。

表 5—1 各分区水土流失面积监测汇总表

工程区	占地面积 (hm ²)	
	2022 年	2023 年
尾矿库防治区	27.29	38.05
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	0.75	0.91
尾矿库道路防治区	4.13	4.13
尾矿输送及回水设施防治区	1.67	2.81
施工生产生活区	0.87	0.87
合计	34.71	46.77

5.2 土壤流失量

5.2.1 阶段划分

(1) 工程建设期

本工程于 2022 年 4 月开工建设，2023 年 10 月建成运行，总工期 19 个月。2023 年 3 月，我单位监测人员及时进场并全面开展监测工作，对进场之前的建设内容采取遥感

影像、资料查阅等回顾性监测方法进行监测，进场后的建设内容进行常规监测。工程建设期 2020 年 4 月至 2023 年 10 月，监测时段与之相同。

(2) 水土保持措施试运行期

本工程水土保持措施试运行期从 2023 年 10 月至 2023 年 12 月。

5.2.2 现状水土流失情况

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目位于甘南藏族自治州合作市境内。根据甘肃省水土保持区划，项目区属青藏高原区（VIII）若尔盖-江河源高原山地区（VIII-2）若尔盖高原生态维护水源涵养区（VIII-2-1wh）。根据《甘肃省人民政府关于划定省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》（甘政发[2016]59 号文），项目区属于甘南高原省级水土流失重点预防区。容许土壤流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属水力侵蚀区，侵蚀强度为微度。

根据项目区外业水土流失现状调查，项目区地形地貌属于属甘南高原山地丘陵地貌，土壤侵蚀类型主要以水蚀为主。根据本工程建设区域的地貌类型和土壤侵蚀类型，监测组人员通过采用测钎法，在原地貌上选定 1 处监测点，监测时段集中在 2023 年 3 月-2023 年 9 月，经计算，原地貌平均侵蚀模数为 $786\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。本项目原地貌土壤流失量监测详见第三章背景值监测。

5.2.2 建设期土壤流失量监测

监测人员于 2023 年 3 月在尾矿库防治区、尾矿脱水系统及公辅设施防治区、尾矿库道路防治区、尾矿输送及回水设施防治区及施工生产生活区扰动区域布设了 5 处监测点，用以监测扰动地的侵蚀量。通过对 2023 年 3 月~2023 年 9 月期间的观测数据进行采集、整理与分析，作为扰动地貌侵蚀强度的计算依据，施工扰动地面测钎观测数据分析计算见表 5—2~5—6。

表 5—2

建设期土壤流失量统计表

扰动期土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：2#监测点			
防治分区：尾矿库防治区			
布设位置：回水池西北角扰动面			
坐标位置：E102°49'29.20"，N34°57'12.21"			
观测时段	2023.03	2023.09	侵蚀厚度 (mm)
测针 1	14.6	16.8	2.2
测针 2	15.8	17.5	1.7
测针 3	13.8	16.1	2.3
测针 4	19.2	21.1	1.9
测针 5	16.5	17.9	1.4
测针 6	17.1	18.8	1.7
测针 7	16.2	18.6	2.4
测针 8	15.4	17.3	1.9
测针 9	18.1	19.7	1.6
平均侵蚀厚度 (mm)			1.900
容重 (t/m ³)			1.36
侵蚀量 (t/m ²)			0.002584
侵蚀模数 (t/km ² ·a)			5168
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—3

建设期土壤流失量统计表

扰动期土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：3#监测点			
防治分区：施工生产生活区			
布设位置：施工营地扰动区			
坐标位置：E102°49'22.61"，N34°57'22.93"			
观测时段	2023.03	2023.09	侵蚀厚度 (mm)
测钎 1	13.5	14.8	1.3
测钎 2	18.2	19.9	1.7
测钎 3	16.1	18.2	2.1
测钎 4	15.9	17.7	1.8
测钎 5	14.4	15.6	1.2
测钎 6	15.7	17.8	2.1
测钎 7	17.1	18.7	1.6
测钎 8	16.2	17.4	1.2
测钎 9	15.3	16.5	1.2
平均侵蚀厚度 (mm)			1.578
容重 (t/m ³)			1.36
侵蚀量 (t/m ²)			0.002146
侵蚀模数 (t/km ² ·a)			4292
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—4

建设期土壤流失量统计表

扰动期土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：4#监测点			
防治分区：尾矿脱水系统及公辅设施防治区			
布设位置：脱水车间北侧施工扰动面			
坐标位置：E102°49'24.10"，N34°56'55.49"			
观测时段	2023.03	2023.09	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	14.2	15.7	1.5
测钎 2	16.7	18	1.3
测钎 3	15.8	17.1	1.3
测钎 4	18.1	19.7	1.6
测钎 5	16.3	18.6	2.3
测钎 6	15.9	17.8	1.9
测钎 7	17.4	18.9	1.5
测钎 8	14.7	16.4	1.7
测钎 9	16.9	18.8	1.9
平均侵蚀厚度（mm）			1.667
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.002267
侵蚀模数（t/km ² ·a）			4533
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{平均} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—5 建设期土壤流失量统计表

扰动期土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：5#监测点			
防治分区：尾矿库道路防治区			
布设位置：上坝道路扰动区			
坐标位置：E102°49'17.22"，N34°57'7.97"			
观测时段	2023.03	2023.09	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	15.1	17.4	2.3
测钎 2	15.8	18.1	2.3
测钎 3	16.3	17.9	1.6
测钎 4	17.9	19.7	1.8
测钎 5	16.9	19.1	2.2
测钎 6	13.8	15.7	1.9
测钎 7	14.7	15.9	1.2
测钎 8	13.5	15.1	1.6
测钎 9	14.1	15.4	1.3
平均侵蚀厚度（mm）			1.800
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.002448
侵蚀模数（t/km ² ·a）			4896
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—6

建设期土壤流失量统计表

扰动期土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：6#监测点			
防治分区：尾矿输送及回水设施防治区			
布设位置：尾矿坝下部回水管线扰动区			
坐标位置：E102°49'18.48"，N34°57'37.39"			
观测时段	2023.03	2023.09	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	13.8	16.2	2.4
测钎 2	14.2	16.3	2.1
测钎 3	15.9	17.5	1.6
测钎 4	14.8	16.7	1.9
测钎 5	15.2	17.1	1.9
测钎 6	17.6	19.5	1.9
测钎 7	13.5	14.9	1.4
测钎 8	18.4	19.5	1.1
测钎 9	16.3	17.7	1.4
平均侵蚀厚度（mm）			1.744
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.002372
侵蚀模数（t/km ² ·a）			4745
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

根据以上监测结果汇总、分析，计算出施工扰动面侵蚀模数详见下表：

表 5—7 建设期各防治分区土壤侵蚀模数统计表

序号	防治分区	扰动类型	扰动地面侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
1	尾矿库防治区	开挖、回填、占压	5168
2	尾矿脱水系统及公辅设施防治区	开挖、回填、占压	4533
3	尾矿库道路防治区	开挖、回填、占压	4896
4	尾矿输送及回水设施防治区	开挖、回填、占压	4745
5	施工生产生活区	开挖、回填、占压	4292

由此可计算甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目建设期土壤流失量，详见表 5—8。

表 5—8 建设期土壤流失量统计表

防治分区	水土流失面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)		侵蚀时段 (a)	原地貌流失量 (t)	建设期流失量 (t)	新增流失量 (t)
		背景值	建设期				
尾矿库防治区	38.05	786	5168	1.4	424	2786	2362
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	0.91	786	4533	1.4	10	58	48
尾矿库道路防治区	4.13	786	4896	1.4	46	286	240
尾矿输送及回水设施防治区	2.81	786	4745	1.4	31	189	158
施工生产生活区	0.87	786	4292	1.4	10	53	43
合计	46.77				521	3372	2852

根据表 5—8 可知，工程建设期共计造成水土流失 3372t，建设期较原地貌新增侵蚀量 2852t。

5.2.3 水土保持措施实施后土壤流失量监测

监测项目组分别于 2023 年 5 月在已完成水保措施的区域布设了 6 组监测点，通过对 2023 年 5 月~2023 年 11 月期间的观测数据进行采集、整理与分析，作为治理单元侵蚀强度的计算依据，各观测点测钎观测数据分析计算见表 5—9~14。

表 5—9 水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表

水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：7#监测点			
防治分区：尾矿库防治区			
布设位置：回水池西侧施工扰动恢复区			
坐标位置：E102°49'26.67"，N34°57'12.07"			
观测时段	2023.05	2023.11	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	14.5	14.8	0.3
测钎 2	15.1	15.4	0.3
测钎 3	16.4	16.9	0.5
测钎 4	15.8	16.2	0.4
测钎 5	13.6	14.1	0.5
测钎 6	15.2	15.5	0.3
测钎 7	17.5	17.9	0.4
测钎 8	16.4	16.5	0.1
测钎 9	13.9	14.2	0.3
平均侵蚀厚度（mm）			0.344
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.000468
侵蚀模数（t/km ² ·a）			937
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—10 水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表

水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：8#监测点			
防治分区：尾矿库防治区			
布设位置：沉淀池北侧恢复区			
坐标位置：E102°49'27.96"，N34°57'14.25"			
观测时段	2023.05	2023.11	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	13.7	14.0	0.3
测钎 2	15.9	16.3	0.4
测钎 3	14.2	14.5	0.3
测钎 4	17.5	17.9	0.4
测钎 5	16.7	17.1	0.4
测钎 6	14.3	14.7	0.4
测钎 7	16.7	16.9	0.2
测钎 8	15.4	15.6	0.2
测钎 9	15.8	16.1	0.3
平均侵蚀厚度（mm）			0.319
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.000434
侵蚀模数（t/km ² ·a）			867
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—11 水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表

措施实施后土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：9#监测点			
防治分区：尾矿脱水系统及公辅设施防治区			
布设位置：脱水车间南侧恢复区			
坐标位置：E102°49'25.90"，N34°56'52.33"			
观测时段	2023.05	2023.11	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	14.1	14.3	0.2
测钎 2	16.7	17.1	0.4
测钎 3	15.4	15.8	0.4
测钎 4	16.1	16.3	0.2
测钎 5	15.9	16.4	0.5
测钎 6	16.4	16.6	0.2
测钎 7	15.8	16.3	0.5
测钎 8	14.3	14.5	0.2
测钎 9	16.1	16.4	0.3
平均侵蚀厚度（mm）			0.317
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.000431
侵蚀模数（t/km ² ·a）			861
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—12 水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表

措施实施后土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：10#监测点			
防治分区：尾矿输送及回水设施防治区			
布设位置：回水管线施工扰动恢复区			
坐标位置：E102°49'23.84"，N34°57'27.56"			
观测时段	2023.05	2023.11	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	14.6	14.9	0.3
测钎 2	15.2	15.4	0.2
测钎 3	17.5	17.8	0.3
测钎 4	14.7	15.2	0.5
测钎 5	15.4	15.8	0.4
测钎 6	14.2	14.5	0.3
测钎 7	15.7	15.9	0.2
测钎 8	14.1	14.6	0.5
测钎 9	15.7	15.9	0.2
平均侵蚀厚度（mm）			0.322
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.000438
侵蚀模数（t/km ² ·a）			876
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{平均} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—13 水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表

措施实施后土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：11#监测点			
防治分区：尾矿库道路防治区			
布设位置：上坝道路上边坡恢复区			
坐标位置：E102°49'14.06"，N34°57'18.09"			
观测时段	2023.05	2023.11	侵蚀厚度（mm）
测钎 1	15.6	15.9	0.3
测钎 2	17.1	17.3	0.2
测钎 3	14.5	14.8	0.3
测钎 4	16.7	17.1	0.4
测钎 5	15.9	16.2	0.3
测钎 6	16.8	17.1	0.3
测钎 7	15.4	15.6	0.2
测钎 8	16.4	17.1	0.7
测钎 9	13.8	14.2	0.4
平均侵蚀厚度（mm）			0.349
容重（t/m ³ ）			1.36
侵蚀量（t/m ² ）			0.000474
侵蚀模数（t/km ² ·a）			949
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos\phi / 1000$		

表 5—14 水土保持措施实施后土壤侵蚀量监测登记表

措施实施后土壤侵蚀量监测登记表			
监测点编号：12#监测点			
防治分区：施工生产生活区			
布设位置：施工生产生活区恢复区			
坐标位置：E102°49'24.32"，N34°57'19.63"			
观测时段	2023.05	2023.11	侵蚀厚度 (mm)
测钎 1	18.4	18.6	0.2
测钎 2	13.6	13.9	0.3
测钎 3	14.7	14.9	0.2
测钎 4	16.1	16.5	0.4
测钎 5	15.7	16.1	0.4
测钎 6	14.9	15.2	0.3
测钎 7	15.2	15.5	0.3
测钎 8	17.4	17.8	0.4
测钎 9	15.2	15.4	0.2
平均侵蚀厚度 (mm)			0.300
容重 (t/m ³)			1.36
侵蚀量 (t/m ²)			0.000408
侵蚀模数 (t/km ² ·a)			816
说明	1、平均侵蚀厚度 $H_{\text{平均}} = \sum h$ ；2、土壤容重为测定值；3、侵蚀量 $A = Z \times S \times r \times \cos \phi / 1000$		

根据以上监测结果汇总、分析，计算出水土保持措施实施后侵蚀模数详见下表：

表 5—15 措施实施后各防治分区土壤侵蚀模数统计表

序号	防治分区	水土保持措施实施后侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
1	尾矿库防治区	902
2	尾矿脱水系统及公辅设施防治区	861
3	尾矿库道路防治区	949
4	尾矿输送及回水设施防治区	876
5	施工生产生活区	816

由此可计算甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持措施实施后土壤侵蚀量，详见表 5—16。

表 5—16 措施实施后土壤流失量统计表

防治分区	水土流失面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)		侵蚀时段 (a)	原地貌流失量 (t)	措施实施后流失量 (t)	流失量 (t)
		背景值	恢复期				
尾矿库防治区	3.31	786	902	0.5	13.01	14.93	1.92
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	0.01	786	861	0.5	0.04	0.04	0.00
尾矿库道路防治区	1.54	786	949	0.5	6.05	7.31	1.26
尾矿输送及回水设施防治区	2.2	786	876	0.5	8.65	9.64	0.99
施工生产生活区	0.87	786	816	0.5	3.42	3.55	0.13
合计	7.926				31.16	35.46	4.30

根据表 5—16 可知，水土保持措施实施后共计造成水土流失 35.46t，原地貌土壤流失量为 31.16t，与原地貌相比，因措施实施后初步发挥了水土保持作用，新增土壤流失量仅为 4.30t。

5.3 取土、弃渣潜在土壤流失量

(1) 弃土、渣场

本工程实际未设置弃土、弃渣场，不存在弃土（石、渣）潜在土壤流失量。

(2) 取土场

本工程实际未设置取土场，不存在取土潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目所在区域为甘南高原山地丘陵地貌，区内地形北高南低，山势较陡，海拔 3000-3400m，高差 300-400m，地形坡度 20~30°；气候类型属高寒半湿润类型气候区，具有明显的高原气候特征；植被属亚高山草甸和亚高山草原草甸为主，区内植被发育，山地阳坡为草地，阴坡多为草地；土壤类型主要为亚高山草甸土和亚高山草原草甸土。

由于尾矿库建设，导致地表原生地形地貌被破坏、扰动，随着尾矿库工程施工，对地表造成扰动以及临时堆土等，将促使水蚀和风蚀的发生、发展，对周边环境造成影响。

经监测，项目在建设过程中未发生水土流失危害事件，工程建设过程严格控制施工扰动面，依据水土保持方案实施了临时苫盖、洒水等临时防护措施，同时依据设计要求同步完善了各项水土保持工程、植物防护措施，有效的减少了施工过程中的人为水土流失，减少了项目建设对周边环境的影响，目前已实施的植物绿化措施长势较好，能够满足保水保土的要求，同时也起到了绿化美化的效果，改善了项目区周边生态环境

通过实地监测以及查阅相关资料，未发生重大水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

根据《甘肃省人民政府关于划定省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》(甘政发[2016]59号文),项目区属于甘南高原省级水土流失重点预防区,水土流失防治标准执行青藏高原一级防治标准。根据批复的水土保持方案报告书,水土保持方案确定的防治标准详见表6—1。

表6—1 水土流失防治目标值

防治指标	标准规定值		设计值	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	—	85	—	85
土壤流失控制比	—	0.80	—	1.0
渣土防护率(%)	85	87	85	87
表土保护率(%)	90	90	90	90
林草植被恢复率(%)	—	95	—	95
林草覆盖率(%)	—	16	—	13

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度指的是项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目实际扰动土地面积46.77hm²,建筑物及硬化等面积37.83hm²,水土保持措施达标面积8.45hm²(投影面积),因此项目建设区水土流失治理度为98.95%,符合《生产建设项目水土流失防治标准》要求,高于批复水保方案目标值(85%)。详见表6—2。

表6—2 水土流失治理度计算表

防治区	防治责任范围(hm ²)	建筑物及硬化面积(hm ²)	防治措施面积(hm ²)			防治措施达标面积(hm ²)			水土流失治理度(%)
			工程措施	植物措施	小计	工程措施	植物措施	小计	
尾矿库防治区	38.05	36.75		1.25	1.25		1.18	1.18	99.68
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	0.91	0.90		0.01	0.01		0.01	0.01	99.99
尾矿库道路防治区	4.13	0.13	1.90	2.10	4.00	1.72	2.03	3.75	93.95
尾矿输送及回水设施防治区	2.81	0.05		2.76	2.76		2.68	2.68	97.15
施工生产生活区	0.87			0.87	0.87		0.83	0.83	95.40
合计	46.77	37.83	1.90	6.99	8.89	1.72	6.73	8.45	98.95

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。

根据 SL190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》及批复的水保方案，该工程所在区域土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。根据土壤流失量监测结果，项目区水土保持措施实施后平均土壤侵蚀模数约为 $907\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。则该工程土壤流失控制比为 1.10，符合《生产建设项目水土流失防治标准》要求，高于批复水保方案目标值（1.0）。详见表 6—2。

表 6—3 土壤流失控制比计算表

防治区	防治责任范围 (hm^2)	建筑物及硬化面积 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	容许土壤流失量 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	措施实施后土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	土壤流失控制比	
						达到值	目标值
尾矿库防治区	38.05	36.75	1.30	1000	902	1.11	1.0
尾矿脱水系统及公辅设施防治区	0.91	0.90	0.01	1000	861	1.16	
尾矿库道路防治区	4.13	0.13	4.00	1000	949	1.05	
尾矿输送及回水设施防治区	2.81	0.05	2.76	1000	876	1.14	
施工生产生活区	0.87		0.87	1000	816	1.23	
项目区	46.77	37.83	8.94	1000	907	1.10	

6.3 渣土防护率

渣土防护率是指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

工程建设挖填方总量为 192.07万 m^3 （含表土剥离及表土回覆），挖方总量 93.32万 m^3 （含表土剥离），填方 98.75万 m^3 （含表土回覆），借方 13.30万 m^3 ，余方 7.87万 m^3 （运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，不纳入本项目），无弃方。工程建设期间，施工单位按照设计要求实施了密目网苫盖及洒水降尘措施，并及时进行土地整治、覆土绿化，可有效防治扬尘，减少水土流失，但在施工期间，受大风、降雨等天气影响，仍存在一定侵蚀。

经监测，本项目施工期间共计临时堆放土方（含表土）约 28.62万 m^3 ，通过实施各项措施实际拦挡临时土方约 27.18万 m^3 ，由此计算得到本项目渣土防护率为 94.97%，符合《生产建设项目水土流失防治标准》要求，高于批复水保方案目标值（87%）。

6.4 表土保护率

表土保护率是指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量

的百分比。

经监测，本项目可剥离表土数量约为 10.59 万 m³，实际剥离表土 10.05 万 m³，因此本项目表土保护率为 94.90%，符合《生产建设项目水土流失防治标准》要求，高于批复水保方案目标值（90%）。

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

林草植被恢复率是指项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比；林草覆盖率是指项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比。

根据批复的水保方案，林草植被恢复率为 95%，林草覆盖率为 13%。

根据施工图设计文件、结合项目实际建设情况，本项目按照施工图及方案设计要求实施了各项植物措施，共计实施植物措施面积 6.99hm²（投影面积），致设计水平年，植物措施达标面积约 6.73hm²（投影面积）。由此可计算本项目林草植被恢复率为 99.29%，林草覆盖率为 14.39%。

表 6—4 林草覆盖率统计表

防治分区	项目区总面积 (hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草植被达标面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
项目区	46.77	6.99	6.73	7.04	99.29	14.39

6.6 三色评价

根据水利部办公厅文件《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号）要求，生产建设项目实行水土保持监测三色评价。

生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

我公司于 2023 年 2 月接受委托开展该项目水土保持监测工作，对于委托前的监测工作，我公司技术人员主要通过回顾性监测（遥感监测方法、资料查阅法）方法进行监测，对于委托后的监测工作，我公司技术人员主要利用地面监测、调查监测、遥感监测、档案资料查阅法进行监测。在监测过程中，我公司技术人员补充编制了 2022 年第二季度~2022 年第四季度监测季报，并编制了 2023 年第一季度~2023 年第三季度监测季报，同时采取了“绿黄红”三色评价。

根据 2022 年第二季度~2023 年第三季度监测季报三色评价打分结果,通过算数平均求得该项目总体得分为: 83 分, 三色评价结果为绿色。

表 6—5 生产建设项目水土保持监测三色评价指标统计表

时间		打分情况	“绿黄红”三色评价结论
2022 年	第二季度	71	黄色
	第三季度	73	黄色
	第四季度	81	绿色
2023 年	第一季度	86	绿色
	第二季度	92	绿色
	第三季度	95	绿色
2022.4~2023.10		83	绿色

7 结论

7.1 水土流失动态变化

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目实际发生防治责任范围面积 46.77hm²，项目施工图阶段调整了部分建设内容布局，过程中优化了施工工艺，严格控制施工扰动面，项目防治责任范围面积控制较好，在一定程度上避免了对原地表的扰动和破坏，过程中严格执行水保“三同时”制度，依据批复水保方案及施工图设计文件、按照“成熟一块、治理一块”的防治理念，结合主体工程建设特点，将水保三大措施配套实施，有效的缩短了侵蚀时段，降低了侵蚀强度，控制并减少了水土流失，批复水保方案确定的各项措施基本得到落实，工程区生态环境得到了极大改善。

通过实际监测，工程建设挖填方总量为 192.07 万 m³（含表土剥离及表土回覆），挖方总量 93.32 万 m³（含表土剥离），填方 98.75 万 m³（含表土回覆），借方 13.30 万 m³，余方 7.87 万 m³（运至甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放，不纳入本项目），无弃方。施工过程中优化了施工工序，合理调配土方，提高土石方回填量，减少了新增扰动，节约了土地和投资。

本工程水土流失主要发生时段在项目建设期，建设期平均侵蚀模数 5090t/km²·a，侵蚀强度为强度侵蚀；各类水保措施完成并初步发挥效益后，水土流失得到有效的治理，水土流失强度明显减轻，水土保持措施实施后工程区平均侵蚀模数 907t/km²·a，侵蚀强度为微度，水土保持措施实施后土壤流失控制比 1.10，经监测与核查分析，水土保持措施实施后达到了水土保持方案确定的水平值。

经监测，本项目水土流失防治目标各项指标均已达标，详见表 7—1；并对甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目进行三色评价，评价结论为绿色。

表 7—1 各项指标达标情况汇总表

序号	指标名称	防治指标 (%)	监测结果 (%)	达标情况
1	水土流失治理度 (%)	85%	98.95	达标
2	土壤流失控制比	1.0	1.10	达标
3	渣土防护率 (%)	87%	94.97	达标
4	表土保护率 (%)	90%	94.90	达标
5	林草植被恢复率 (%)	95%	99.29	达标
6	林草覆盖率 (%)	13%	14.39	达标

7.2 水土保持措施评价

(1) 土地整治工程及砾石压盖

土建工程结束后对各防治分区内除了构建筑物、排水、硬化区域外的扰动区域进行土地整治,采用人工、机械进行平整,尾矿库道路路面实施了砾石压盖,工程现场基本平整,符合水土流失防治要求。

(2) 防洪排导工程

本项目尾矿库防治区、尾矿库道路、脱水车间的各类边沟、排水沟等排水工程,外观质量、尺寸等符合设计要求,目前无损毁、破坏现象,这些排水工程有利于导排雨水径流,防治雨水径流的冲刷,符合水土保持和工程安全要求。

(3) 植被建设工程

本项目在尾矿库,尾矿库道路、尾矿脱水系统及公辅设施防治区、尾矿脱水系统及公辅设施防治区、施工生产生活区实施了种草绿化,喷播植草绿化、栽植乔灌木绿化等措施,在起到绿化美化效果的同时也有效的控制和减少了人为水土流失,现运行良好,达到了预期效果,已基本与周边环境向协调。

(4) 临时措施

本项目施工过程中,剥离的表土全部集中堆放在甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司办公区域北侧的既有表土堆场集中堆放(不纳入本项目),并采取了密目网苫盖措施,实施了拦挡并撒播草籽绿化措施;同时根据施工需要,对各施工扰动面实施了密目网苫盖措施,在各区域实施了洒水降尘等措施,合理组织施工,有效的防止了施工过程中的人为水土流失。

7.3 存在问题及建议

(1) 继续加强工程各类截排水设施的管护和监控,确保运行安全,对于损毁的水土保持工程应及时进行维修维护,确保发挥效益,防止发生新的水土流失。

(2) 对已实施的绿化工程,应加强后期管护管理,加强补植补种及苗木的抚育管理工作,使其长期发挥效益。

(3) 加强与当地水土保持部门的合作,做好本项目水土保持监督与管理工作,同时加强水土保持设施的日常管理与维护,确保其正常运行,防止水土流失危害事件发生。

7.4 综合结论

建设单位对本工程水土保持工作给予了充分重视,按照《水土保持法》的规定,依

法编报了水土保持方案，落实了水土保持工程设计。在施工过程中基本落实了水土保持方案及施工图要求，因地制宜的布设了水土保持防治措施，水土流失强度均明显下降，水土流失防治效果良好。林草措施实施后植物生长情况良好，既达到了防治水土流失的目的，又起到了绿化、美化环境的作用。截至水土保持监测期末，各项指标均达到了批复水保方案确定的目标值，各项水土保持设施运行情况良好。

综上所述，本工程水土流失防治指标均已达标，各项水土保持设施运行情况良好，管护责任到位，防治效果显著，人为水土流失得到了根本性的治理。截至验收阶段，水土保持监测“绿黄红”三色综合评价结果为绿色，满足国家对生产建设项目水土保持的相关要求，项目具备验收条件。

8 附件及附图

8.1 附件

- (1) 工程照片
- (2) 遥感影像图
- (3) 立项（备案）文件
- (4) 水保方案批复文件
- (5) 用地预审与选址意见书
- (6) 规划许可证
- (7) 不动产权证
- (8) 建设用地批复
- (9) 安全设施设计专家审查意见的批复

8.2 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目总体布局图
- (3) 甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测分区及监测点布设图
- (4) 甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目防治责任范围图

附件 1：工程照片



尾矿库全景



尾矿库现状



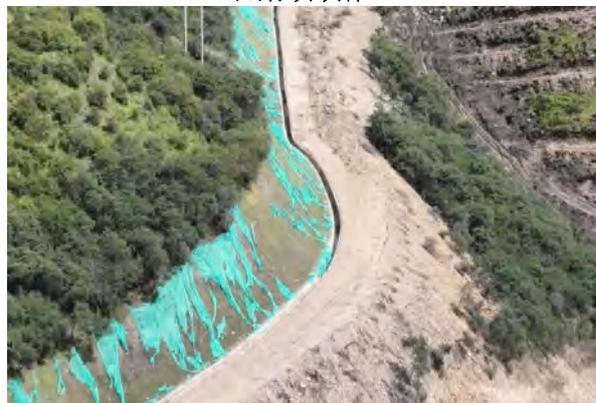
尾矿库坝体



初期坝坝体



尾矿库排洪沟及上边坡喷播绿化



尾矿库排洪沟及上边坡喷播绿化



尾矿库排洪沟上边坡喷播绿化



坝体外侧栽植云杉



坝体干砌石护坡及排水沟



坝体干砌石护坡及排水沟



坝体干砌石护坡及排水沟



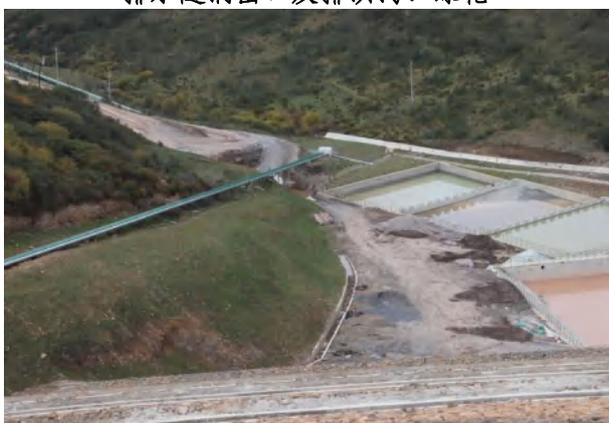
坝体干砌石护坡及排水沟



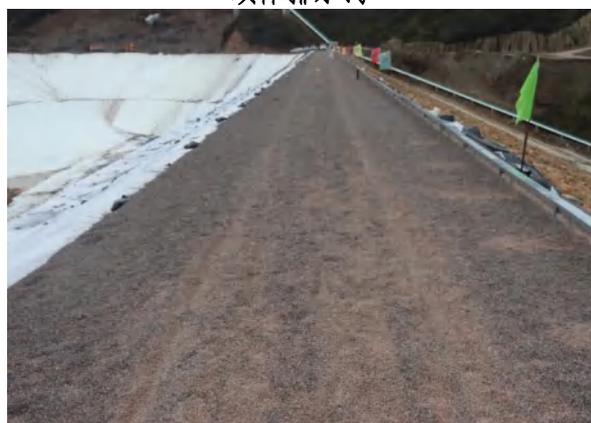
排水隧洞出口及排洪沟、绿化



坝体排水沟



坝体外侧沉淀池、排水沟及绿化



坝顶碎石压盖



坝下排洪渠



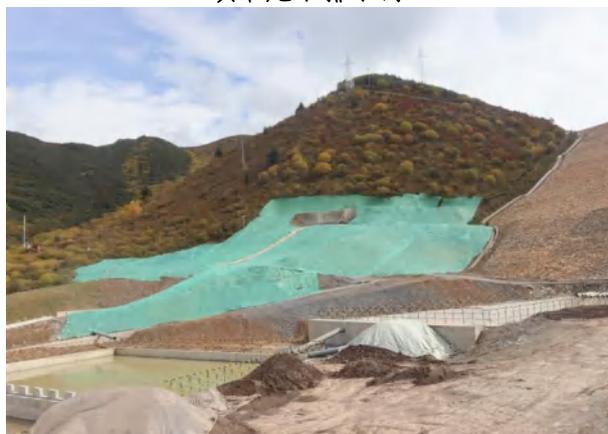
坝下排洪渠



坝下尾水排水沟



沉淀池周边灌草绿华



排水隧洞出口苫盖防护



排水隧洞出口苫盖防护



坝下回水池



坝下沉淀池



尾矿输送及回水管线



尾矿输送及回水管线



尾矿输送及回水管线



回水管线植树种草绿化



道路路面碎石压盖



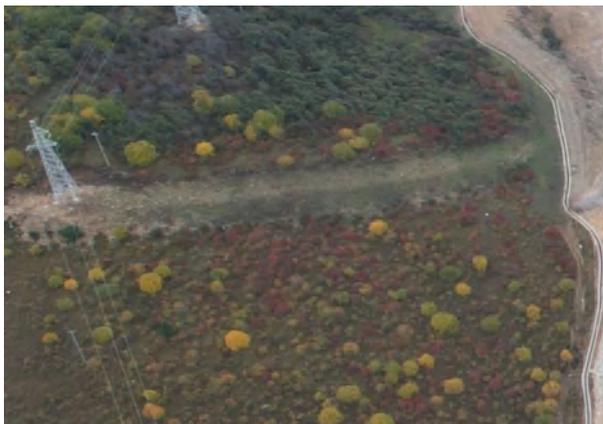
道路路面碎石压盖



道路上边坡挂网道路上边坡挂网



道路上边坡挂网



临时道路绿化



道路上边坡挂网喷播绿化



道路上边坡挂网喷播绿化



道路上边坡挂网喷播绿化



道路上边坡挂网喷播绿化及道路边沟



道路上边坡挂网喷播绿化及道路边沟



道路上边坡挂网喷播绿化及道路边沟



道路下边坡灌草绿化



道路下边坡灌草绿化



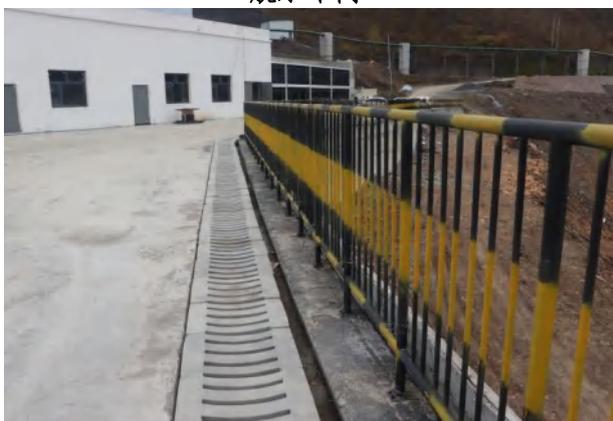
道路绿化及苫盖防护



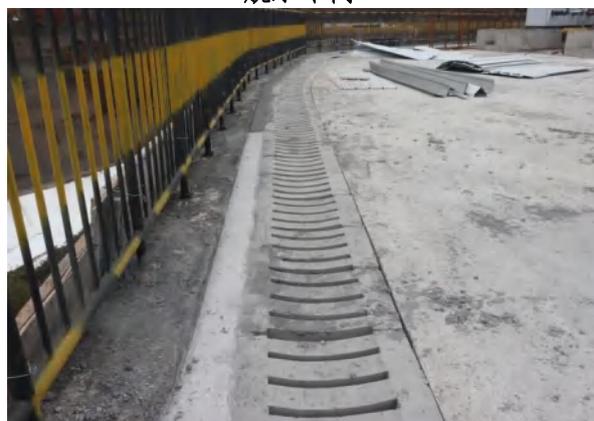
脱水车间



脱水车间



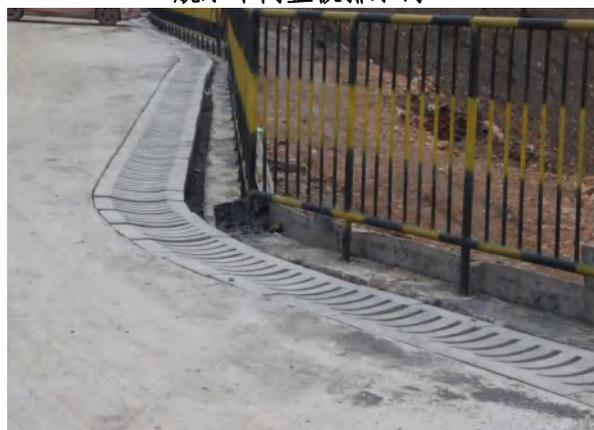
脱水车间盖板排水沟



脱水车间盖板排水沟



脱水车间盖板排水沟



脱水车间盖板排水沟



表土存放区



表土存放区



表土存放区



表土存放区



现场检查



现场检查



水土保持专题会议



水土保持专题会议

附件 2：遥感影像图



影像拍摄日期：2021/10/24 GF1

施工前影像图 2021.10.24



施工期影像图 2022.4.20



影像拍摄日期：2022/08/21 GF6

施工期影像图 2022.8.21



影像拍摄日期：2022/12/21 CB04A

施工期影像图 2022.12.21



施工期影像图（无人机航拍正射影像）2023.1.16



影像拍摄日期：2023/02/26 ZY1F

施工期影像图 2023.2.26



影像拍摄日期：2023/04/25 GF2

施工期影像图 2023.4.25



施工期影像图（无人机航拍正射影像）2023.6.1



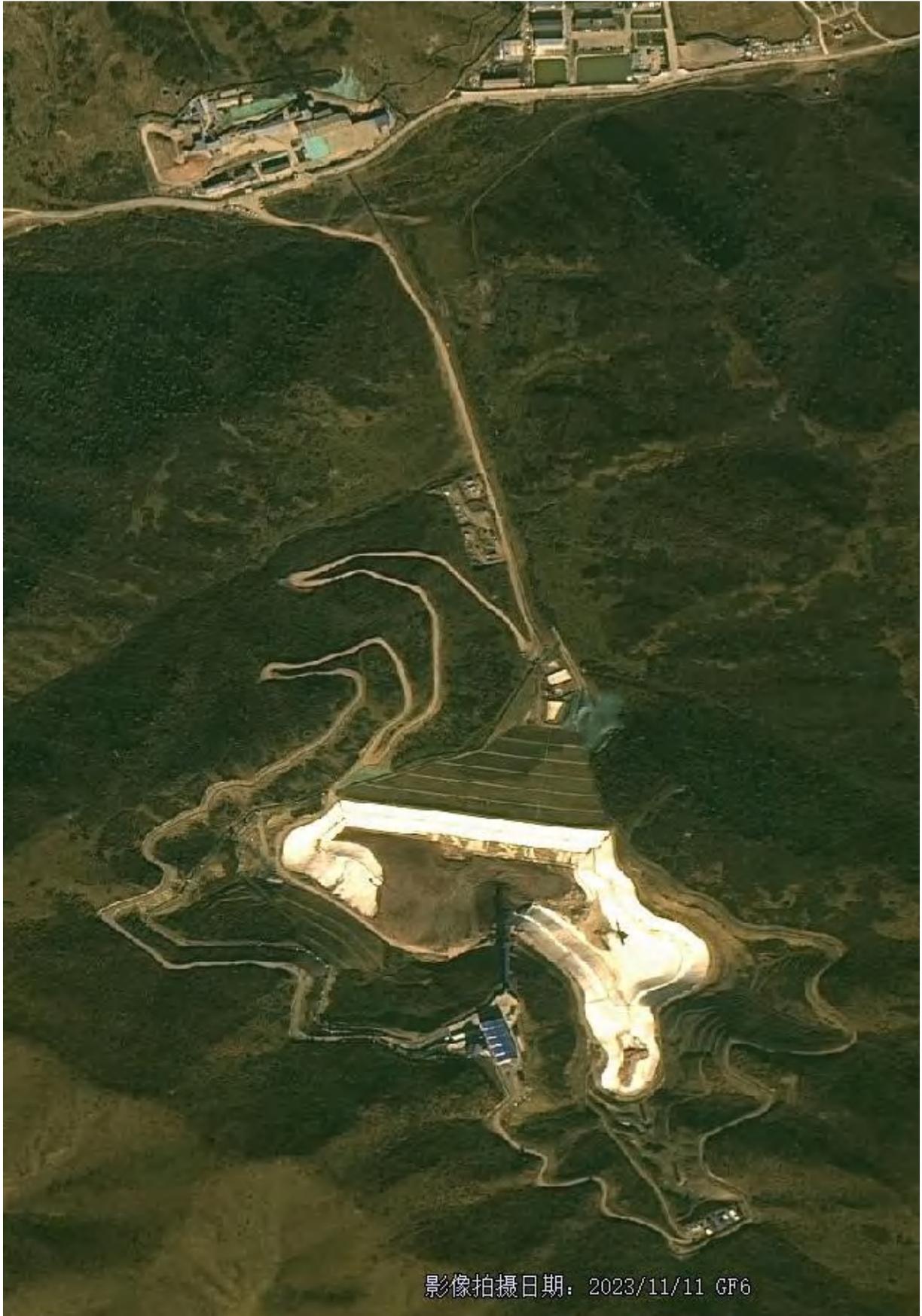
影像拍摄日期：2023/08/14 GF1B

施工期影像图 2023.8.14



影像拍摄日期：2023/10/31 GF1B

施工期影像图 2023.10.31



影像拍摄日期: 2023/11/11 GF6

施工后影像图 2023.11.11

附件 3：立项（备案）文件



甘肃省投资项目备案证

备案号：甘南合作市发展和改革局固定资产投资与产业经贸备案
[2020]26号

项目名称：	甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库改扩建项目	项目法人单位：	甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司
项目代码：	2020-623001-77-03-024841	法人单位经济类型：	企业法人
建设地点：	甘肃省甘南藏族自治州合作市那吾乡早子沟行政村杰楼一昂沟	统一社会信用代码：	9162300171032195XR
建设性质：	改建	法定代表人：	王春光
计划建设时间：	2020年10月-2023年3月	项目负责人及电话：	13629312081
项目总投资：	29495万	产业投向：	金矿及共生伴生矿产资源开采，矿产品的加工及销售。

建设规模及内容： 尾矿库改扩建项目占地650.2亩，为山谷型尾矿库，设计总库容 884.17×104m³，有效库容 751.55×104m³；可为 2000t/d 选厂服务 18.0 年，总坝高 97.0m。项目包括压滤车间及设施设备，防排洪系统及辅助工程等，项目总投资29495万元，资金来源为企业自筹。

项目法人单位承诺：
项目的信息真实、完整、准确，符合法律法规
符合国家、甘肃省相关产业政策，如有违法违规情况
愿承担相关法律责任

备案机关备注： 同意备案。同时，请你们抓紧办理其他相关手续，确保项目按期开工，顺利竣工。发挥应有...



甘南合作市发展和改革局
2020-08-31

材料的真实性请在<http://tzxm.gsnw.gov.cn>网站查询。备案机关电话：0941-8232033

附件 4：水保方案批复文件

合作市水务局文件

合水务字〔2021〕14号

合作市水务局 关于《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司 杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案 报告书》的批复

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司：

你公司报来的“关于申请对《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持方案报告书》（报批稿）》进行审查批复的请示”（合早金发〔2021〕39号）收悉，根据水土保持法律法规的相关规定和技术审查意见，经研究，我局基本同意该水土保持方案。现批复如下：

一、工程概况

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目库址位置位于合作市那吾镇黄可一合自然村,库区中心坐标为东经 $102^{\circ} 49' 30.7''$, 北纬 $34^{\circ} 56' 3''$ 。

杰楼一昂沟尾矿库建设项目包括尾矿坝体工程、排洪系统工程、尾矿脱水车间、尾矿输送及回水设施、道路工程、供配电、办公生活设施等公用辅助设施。

杰楼一昂沟尾矿库为山谷型尾矿库,设计总库容 884.17 万 m^3 ,有效库容 751.557 万 m^3 ,总坝高 97.0 m,尾矿库的等别为三等。建设项目服务年限 18.0 年。

工程计划于 2021 年 7 月开始施工, 2022 年 12 月建成,建设工期 1.5 年。工程建总投资 29494.59 万元,其中土建投资 14576.20 万元。

工程总占地 45.92 hm^2 ,其中永久占地 40.40 hm^2 ,临时占地 5.52 hm^2 ;按照按占地类型划分为采矿用地 5.18 hm^2 ,天然牧草地 23.79 hm^2 ,灌木林地 16.23 hm^2 ,农村道路 0.72 hm^2 。工程建设土石方挖方总量 94.81 万 m^3 (含表土剥离),填方 97.24 万 m^3 ,借方 13.34 万 m^3 (外购砂石料、矿山废石),区间调配利用 69.31 万 m^3 ,余方 10.90 万 m^3 ((全部为剥离表土、临时堆存在表土堆场,用于运行期结束后覆土)。

二、工程建设总体要求

(一) 基本同意主体工程水土保持评价。

(二) 基本同意工程水土流失防治执行建设类项目一级标准。

(三) 基本同意本阶段确定的水土流失防治责任范围面积为 45.92hm²。

(四) 基本同意水土流失防治分区和分区分区防治措施。工程下阶段应进一步优化主体工程设计和施工组织,减少地表扰动和植被破坏。

(五) 基本同意水土保持估算总投资 748.25 万元,其中建设期水土保持补偿费 65.67 万元。

(六) 基本同意水土保持方案实施进度安排。

(七) 基本同意水土保持监测时段,内容和方法。

三、建设单位在工程建设中应重点做好以下工作

(一) 按照批复的水土保持方案,做好水土保持初步设计、施工图设计等后续设计,加强施工组织和管理,切实落实水土保持“三同时”制度。

(二) 严格按方案要求落实各项水土保持措施。各类施工活动要严格限定在用地范围内,严禁随意占压、扰动和破坏地表植被。做好表土的剥离和弃渣综合利用,施工过程中产生的弃渣要及时运至方案确定的弃渣场并进行防护。根据方案要求合理安排施工时序和水土保持措施实施进度,做好临时防护措施,严格控制施工期间可能造成水土流失。

(三) 本工程的地点、规模如发生重大变化,应及时补充或修改水土保持方案,报我局审批。水土保持方案实施过程中,水土保持措施如需作出重大变更的,也需报我局批准,方

可进行下阶段工作。

(四) 落实并做好水土保持监理、监测工作,确保水土保持工程建设质量和进度。

(五) 定期向合作市水行政主管部门通报水土保持方案的实施情况,并接受水行政主管部门的监督检查。

(六) 生产期按照有关规定,足额上缴水土保持补偿费。

四、工程在投产使用前,要按照水土保持法律法规相关规定完成水土保持设施自主验收,并向我局备案。



抄送:合作市水土保持局、甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所。
合作市水务局 2021年1月12日印

附件 5：用地预审与选址意见书

中华人民共和国

建设项目 用地预审与选址意见书

用字第 602301202100001 号

根据《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国城乡规划法》和国家有关规定，经审核，本建设项目符合国土空间用途管制要求，核发此书。

核发机关

日期 二〇二一年二月四日

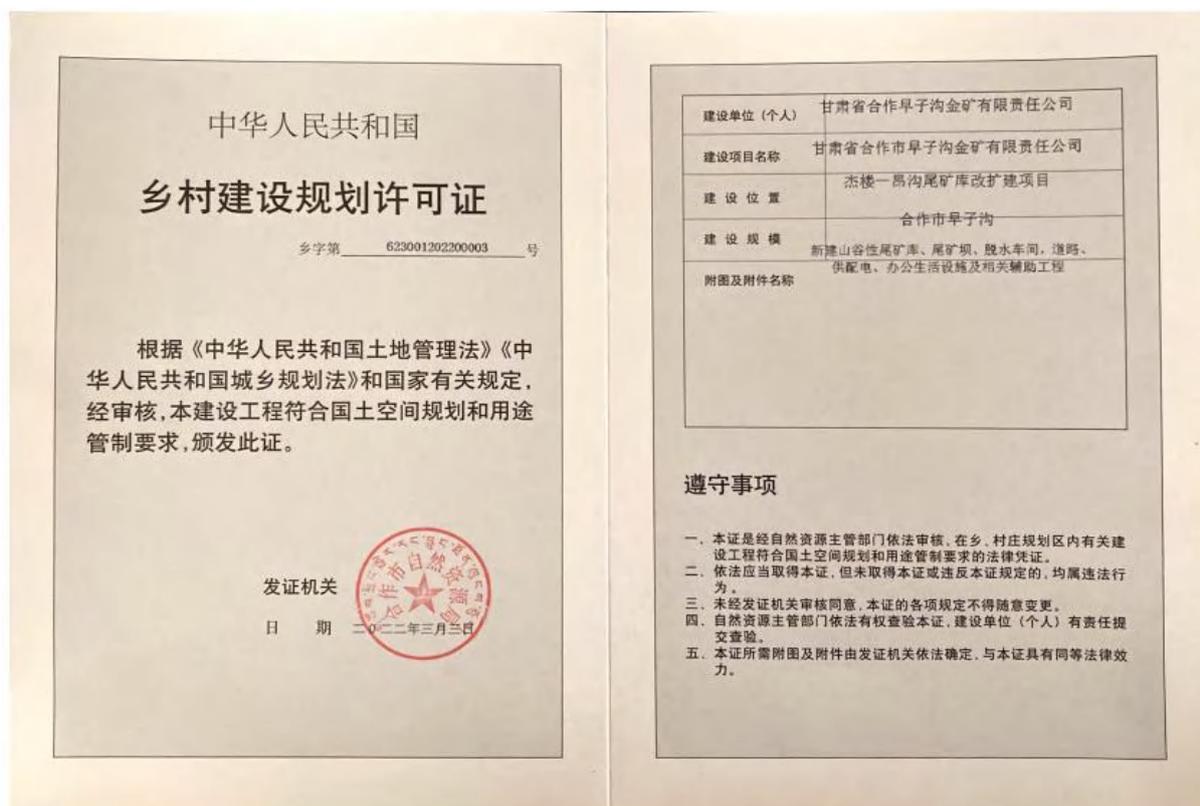
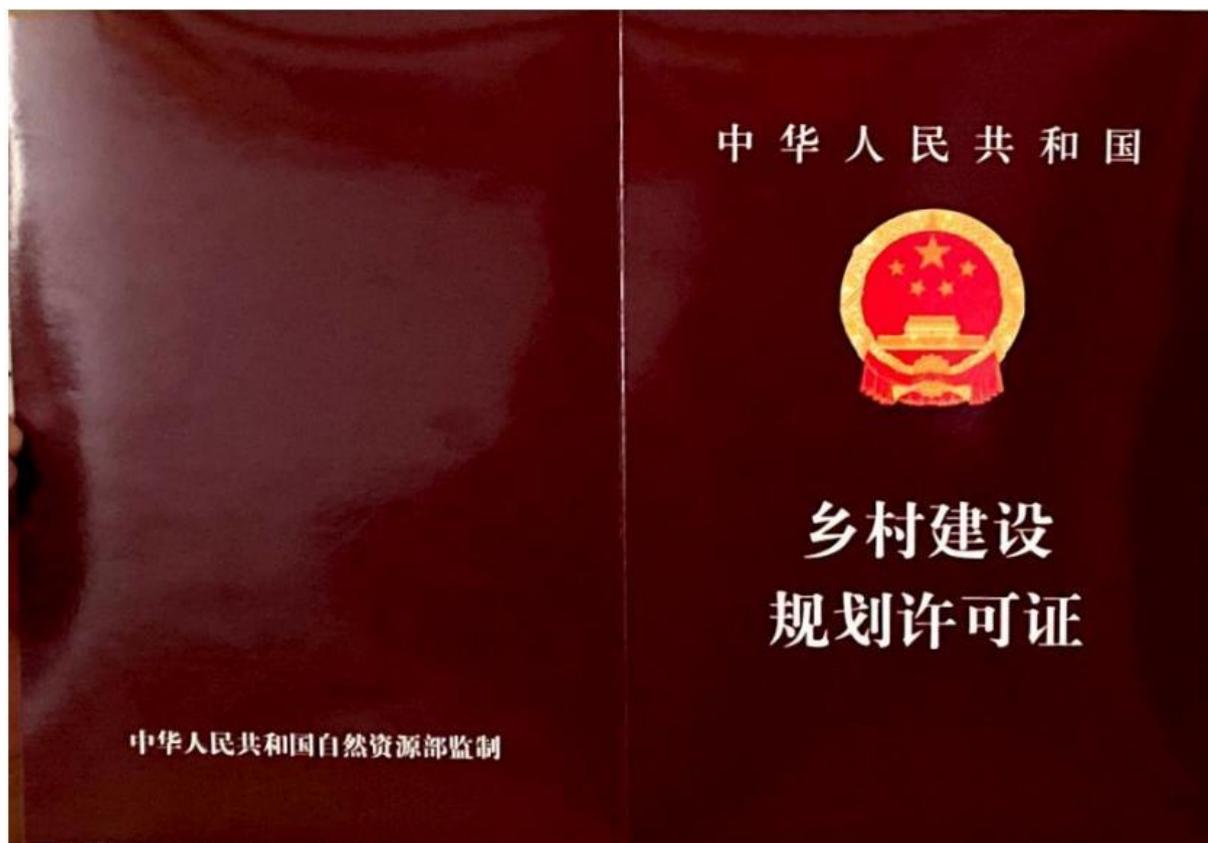


基 本 情 况	项目名称	甘肃省合作市早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库改扩建项目
	项目代码	2020-623001-77-03-024841
	建设单位名称	甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司
	项目建设依据	甘南州合作市发展和改革委员会固定资产投资与产业经贸股备(2020)26号
	项目拟选位置	合作市早子沟
	拟用地面积 (含各地类明细)	约 43.0035 公顷
拟建设规模	拟建山谷性尾矿库、尾矿坝、压水车间、道路、供电、办公生活设施及相关辅助工程。	
附图及附件名称		

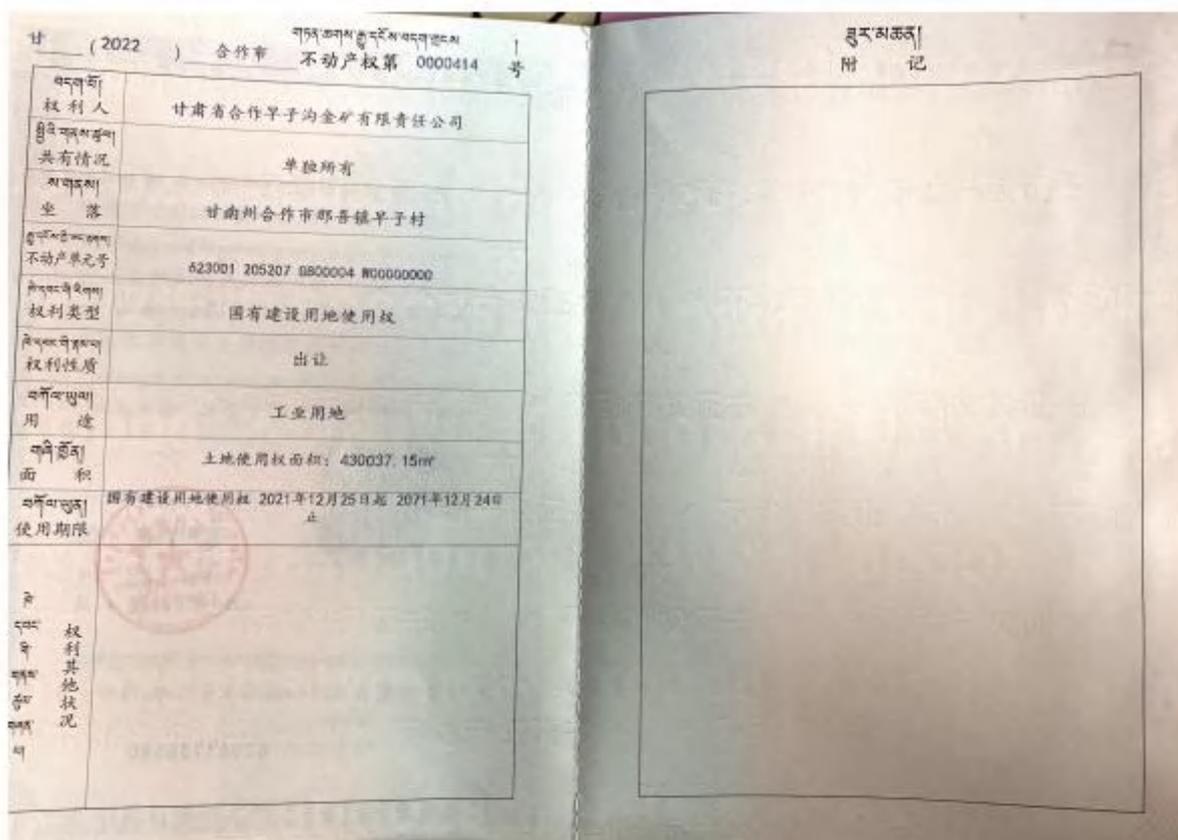
遵守事项

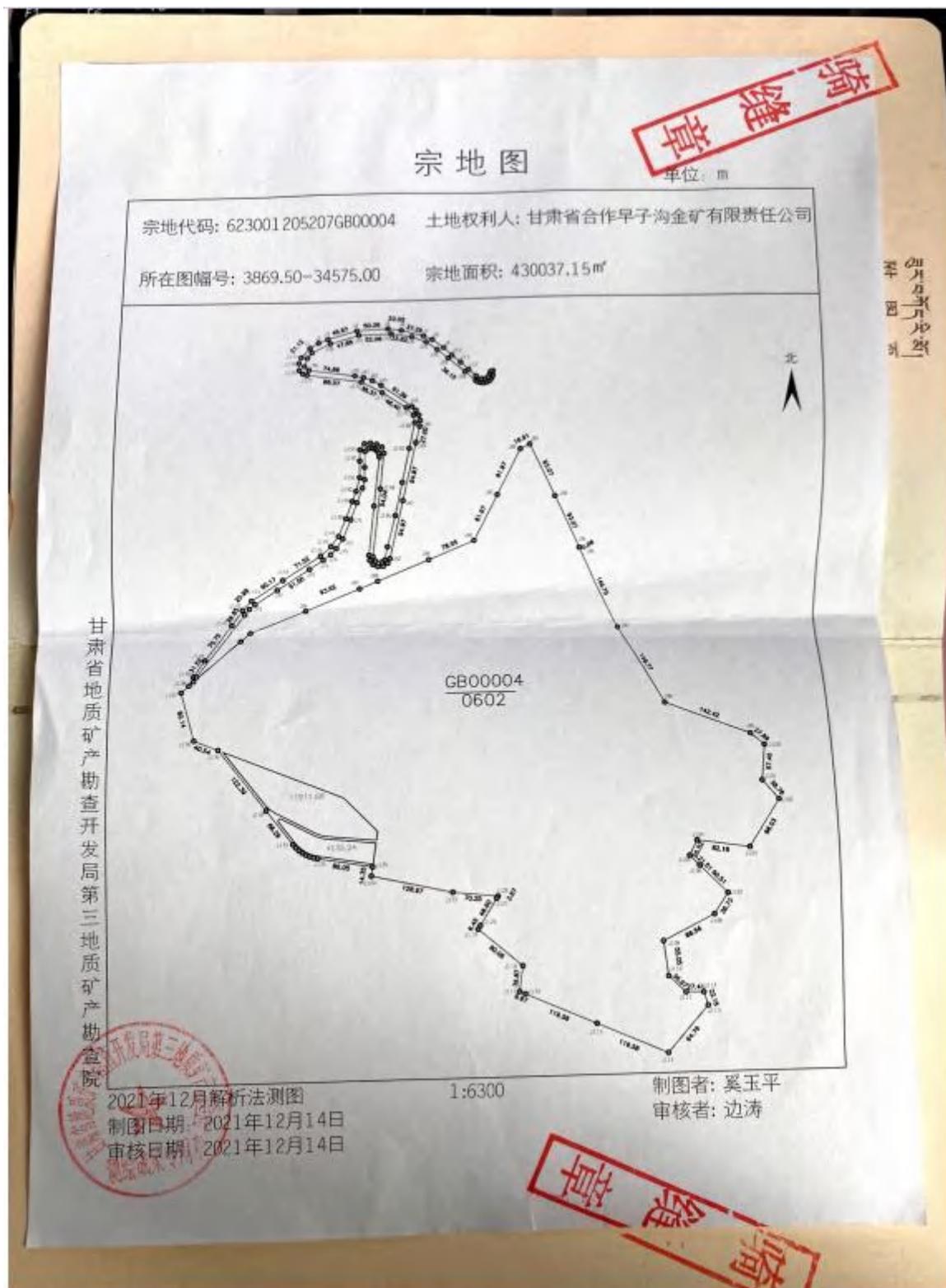
- 一、本书是自然资源主管部门依法审核建设项目用地预审和规划选址的法定依据。
- 二、未经依法审核同意，本书的各项内容不得随意变更。
- 三、本书所需附图及附件由相应权限的机关依法确定，与本书具有同等法律效力。附图指项目规划选址范围图，附件指建设用地要求。
- 四、本书自核发起有效期三年，如对土地用途、建设项目选址等进行重大调整的，应当重新办理本书。

附件 6：规划许可证

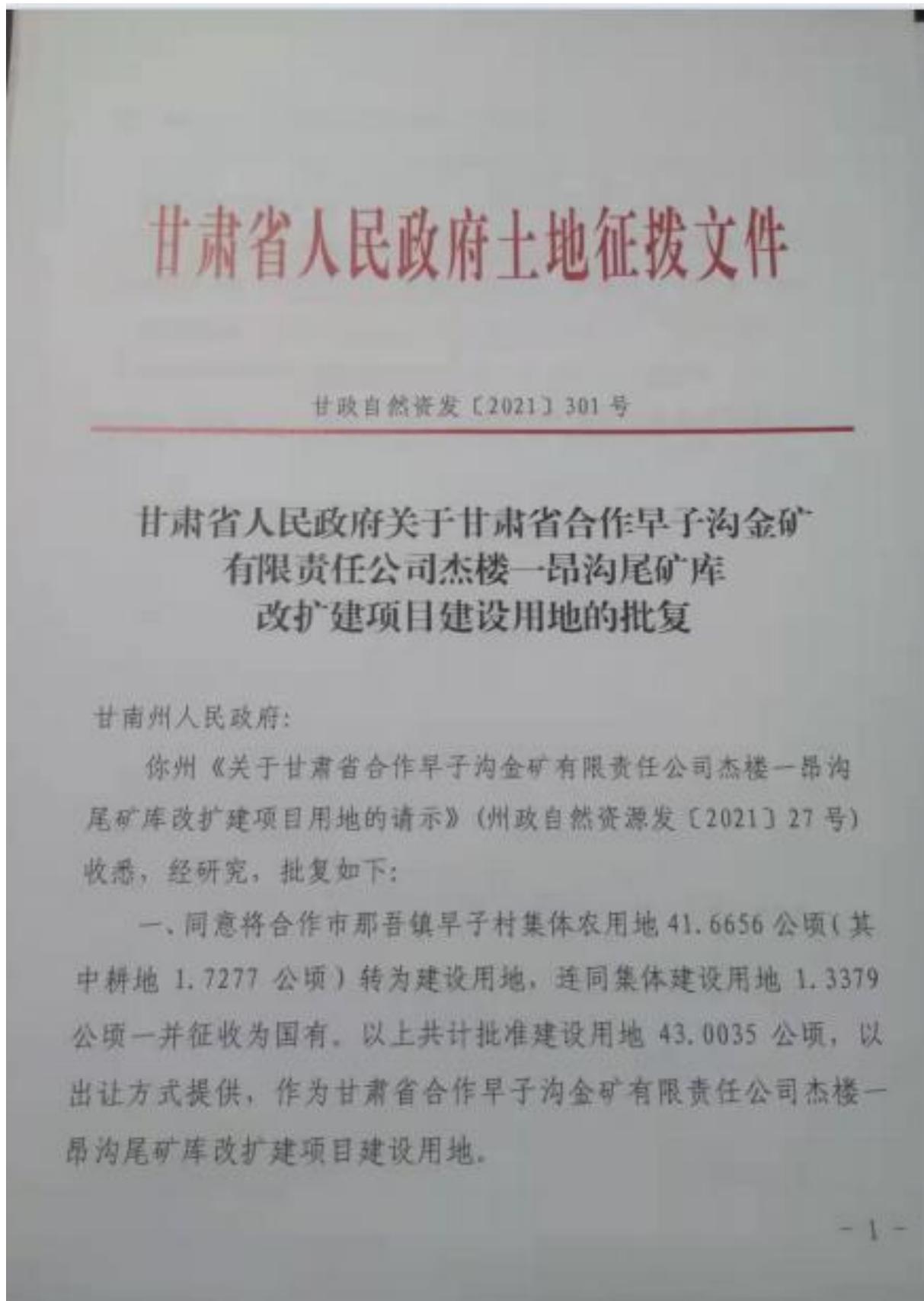


附件 7：不动产权证





附件 8：建设用地批复



二、该项目用地涉及的补充耕地任务已在耕地占补平衡动态监管系统中挂钩落实，你们要做好相关工作。

三、严格按照征收土地方案，认真组织落实征地补偿安置工作，妥善解决好被征地农民的生产和生活，保证原有生活水平不降低，长远生计有保障，维护社会稳定。征地补偿安置不落实的，不得强行征地。征地批后实施情况，要及时反馈省自然资源厅。

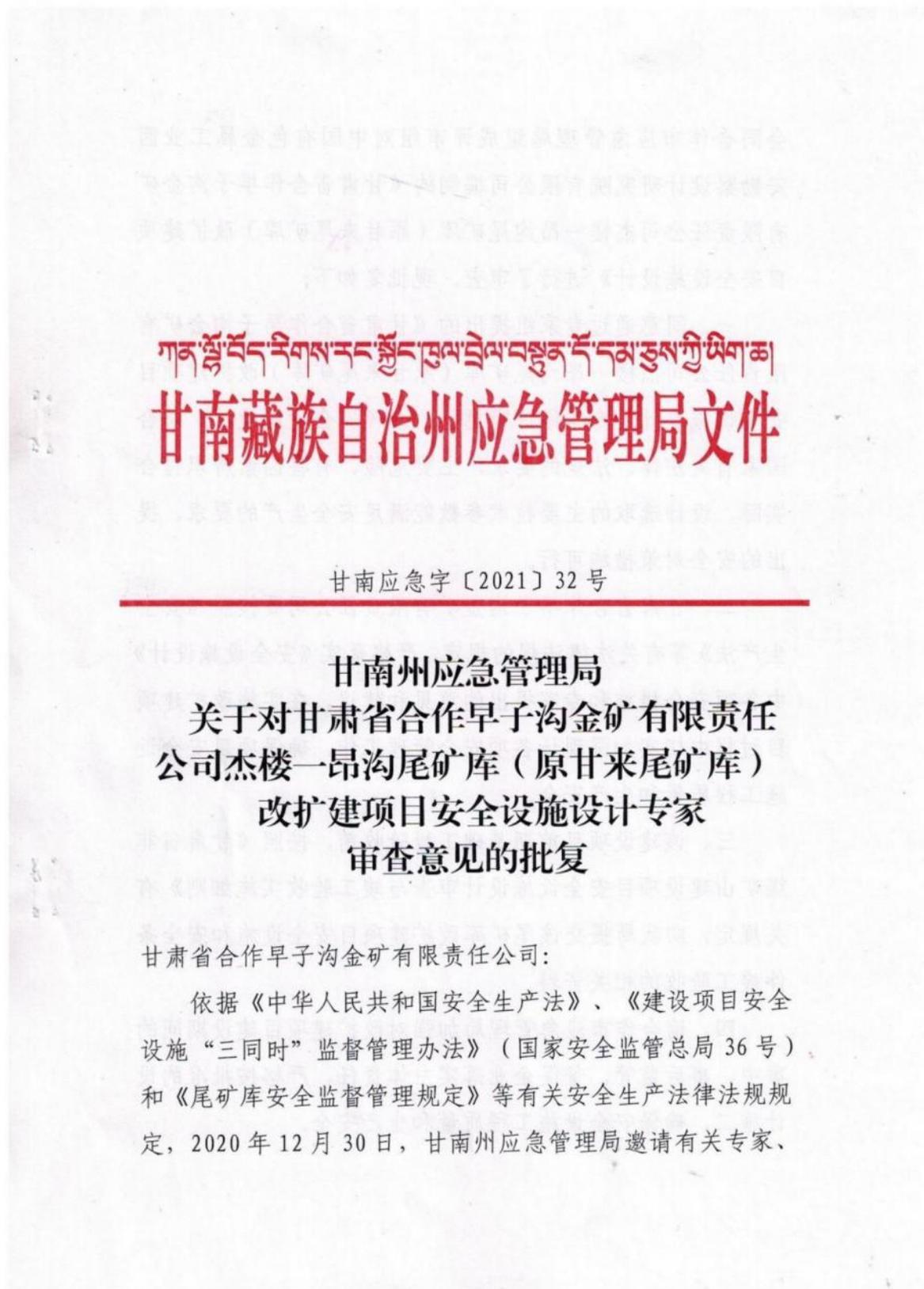
四、严格按照国家的有关规定向具体建设项目提供用地，并将供地情况报省自然资源厅备案。



甘肃省自然资源厅办公室

2021年10月19日印发

附件 9：安全设施设计专家审查意见的批复



会同合作市应急管理局组成评审组对中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司编制的《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库（原甘来尾矿库）改扩建项目安全设施设计》进行了审查。现批复如下：

一、同意通过专家组提出的《甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库（原甘来尾矿库）改扩建项目安全设施设计》专家组评审意见。该《安全设施设计》符合国家有关法律、法规的要求，主要危险、有害因素辨识符合实际，设计选取的主要技术参数能满足安全生产的要求，提出的安全对策措施可行。

二、甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司要按照《安全生产法》等有关法律法规的规定，严格落实《安全设施设计》中各项安全措施和专家提出的意见和建议，在实施改扩建项目过程中切实加强现场各项安全管理工作，确保项目安全设施工程质量和生产安全。

三、该建设项目前期基础工程验收前，按照《甘肃省非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收实施细则》有关规定，向我局提交该尾矿库改扩建项目安全设施和安全条件竣工验收的相关资料。

四、请合作市应急管理局加强对改扩建项目建设期间的事中、事后监管，督促企业落实主体责任，严格按批准的设计施工，确保安全设施工程质量和生产安全。

附件：甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库（原甘来尾矿库）改扩建项目安全设施设计专家组审查意见

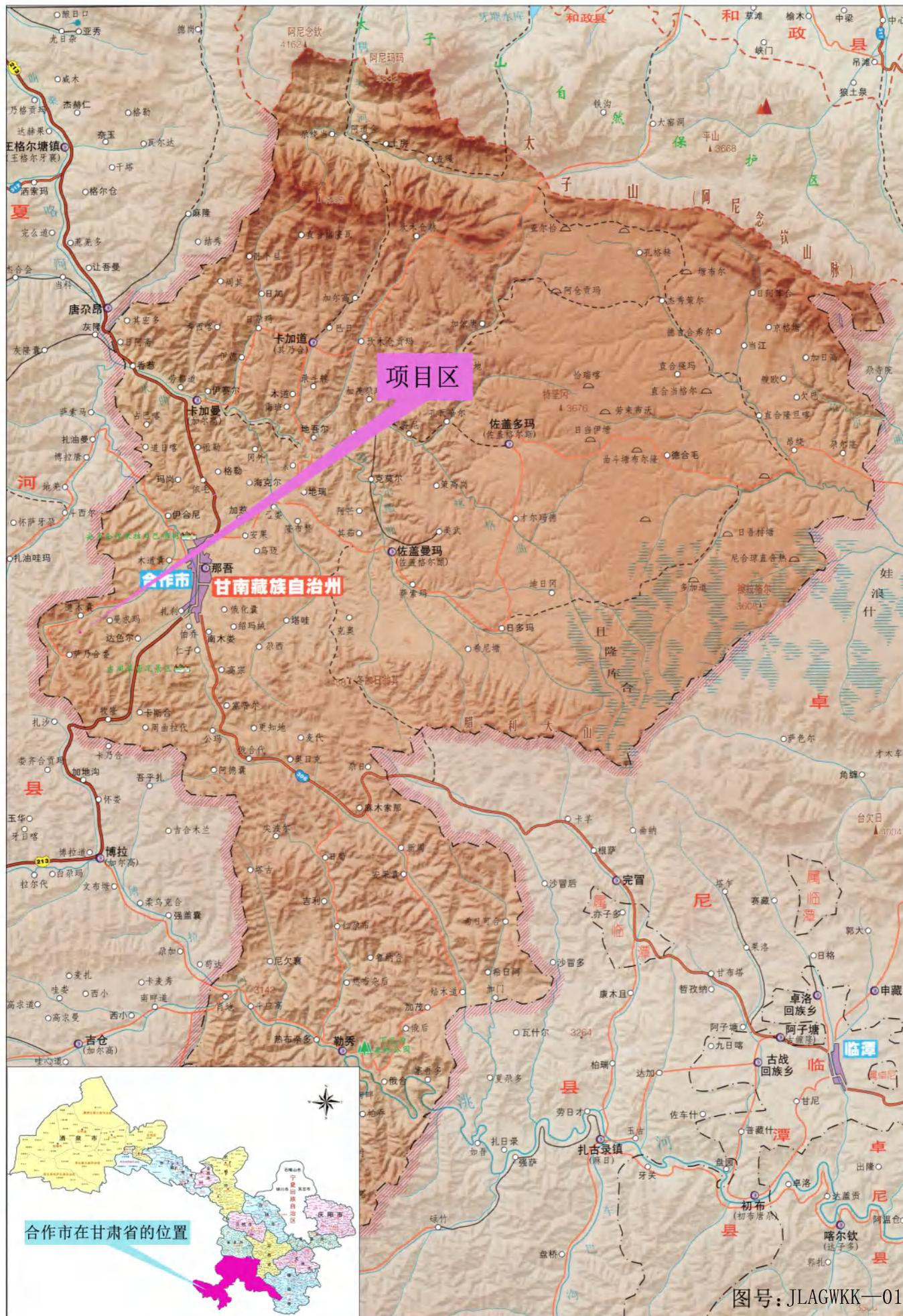


抄送：合作市应急管理局。

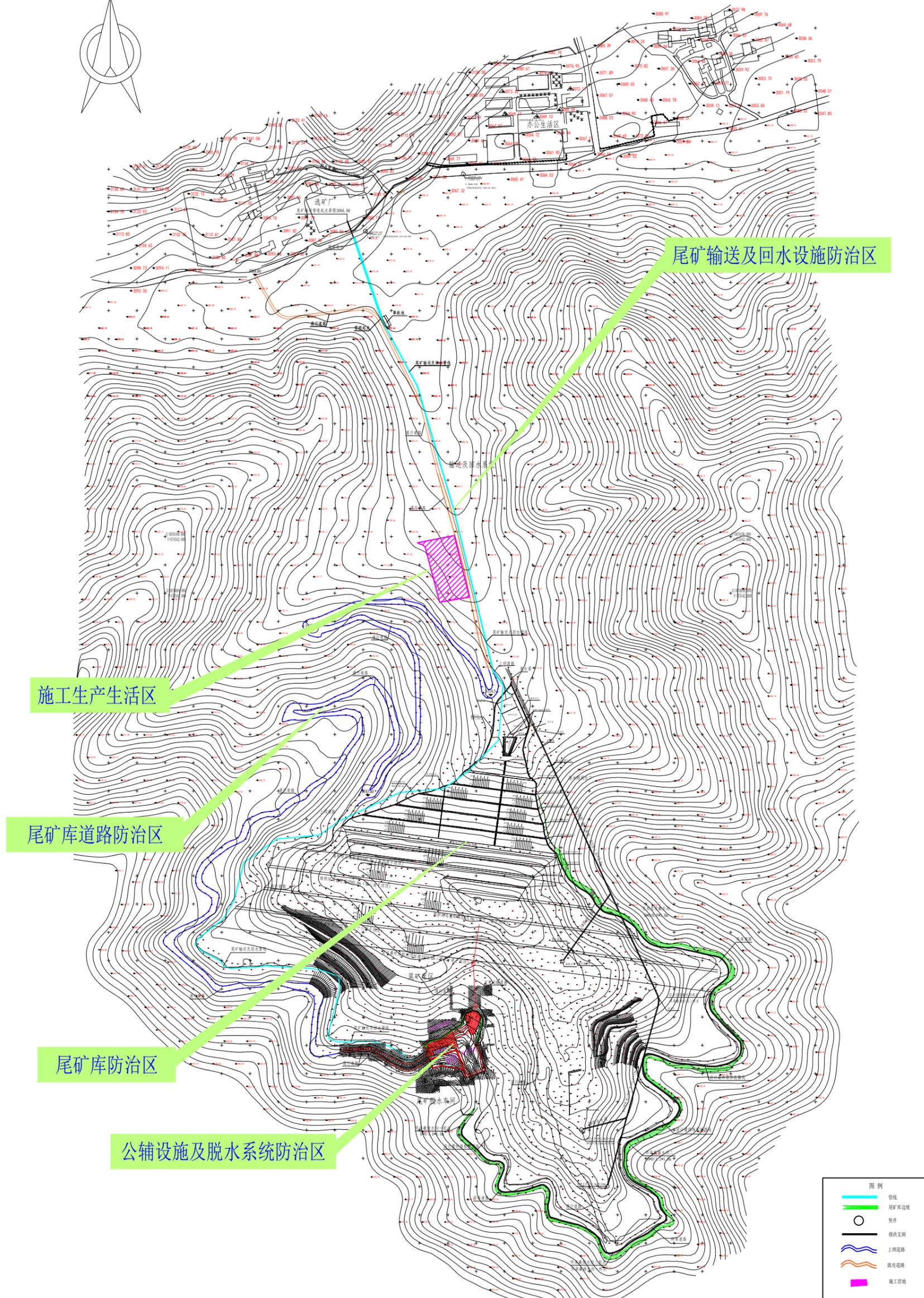
甘南州应急管理局

2021年3月1日印发

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目地理位置图

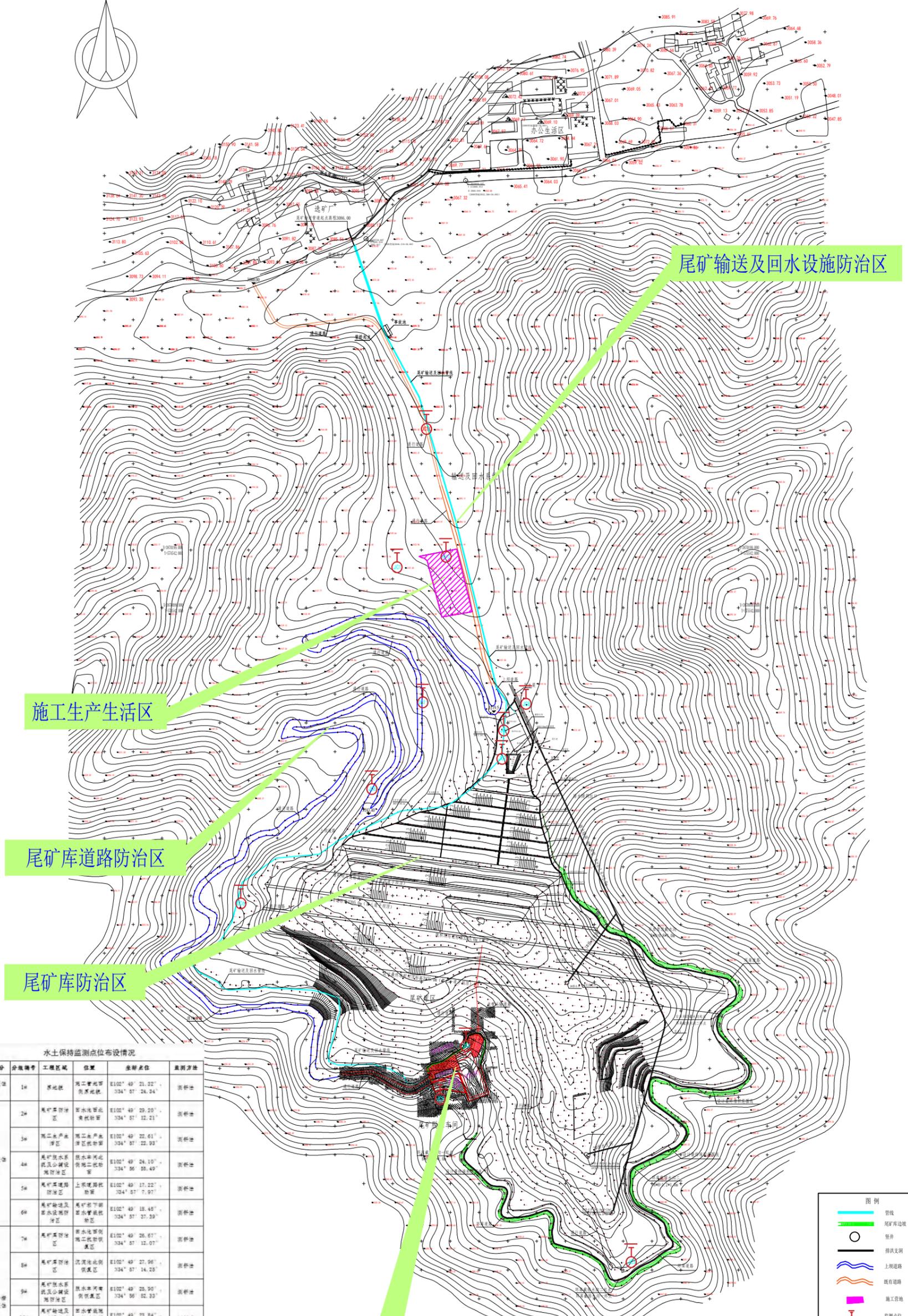
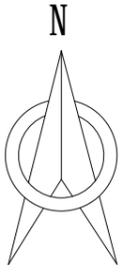


甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼—昂沟尾矿库建设项目总体布局图



图号：JLAGWKK—02

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目水土保持监测分区及监测点布设图



施工生产生活区

尾矿库道路防治区

尾矿库防治区

尾矿输送及回水设施防治区

公辅设施及脱水系统防治区

水土保持监测点布设情况

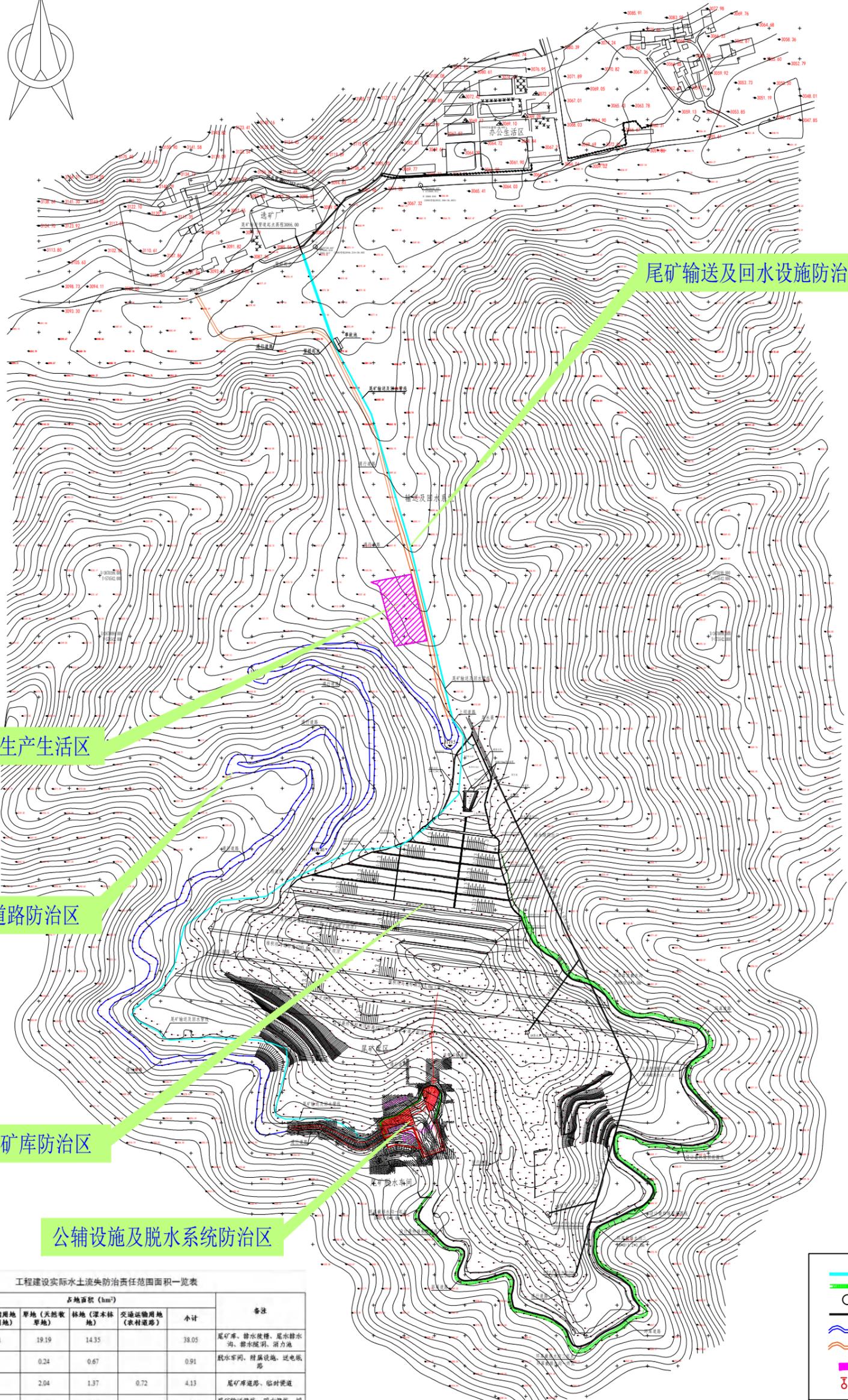
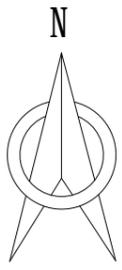
单元划分	监测编号	工程名称	位置	坐标点位	监测方法
系统建设单元	1#	原始线	西二盘地亩	E102° 49' 21.02" / 304° 57' 24.34"	测杆法
	2#	尾矿库回水区	回水区附近	E102° 49' 29.20" / 304° 57' 12.21"	测杆法
初期建设单元	3#	西二盘地亩	西二盘地亩	E102° 49' 22.61" / 304° 57' 22.93"	测杆法
	4#	尾矿回水系统	回水系统附近	E102° 49' 24.10" / 304° 56' 35.49"	测杆法
水土保持措施单元	5#	尾矿库堆场	上坝堆场附近	E102° 49' 17.02" / 304° 57' 7.97"	测杆法
	6#	尾矿输送及回水设施	尾矿输送及回水设施附近	E102° 49' 18.48" / 304° 57' 27.39"	测杆法
	7#	尾矿库回水区	回水区附近	E102° 49' 28.67" / 304° 57' 12.07"	测杆法
	8#	尾矿库回水区	回水区附近	E102° 49' 27.96" / 304° 57' 14.25"	测杆法
	9#	尾矿回水系统	回水系统附近	E102° 49' 23.90" / 304° 56' 02.33"	测杆法
	10#	尾矿输送及回水设施	尾矿输送及回水设施附近	E102° 49' 23.94" / 304° 57' 27.05"	测杆法
	11#	尾矿库堆场	上坝堆场附近	E102° 49' 14.06" / 304° 57' 18.09"	测杆法
	12#	西二盘地亩	西二盘地亩	E102° 49' 24.32" / 304° 57' 19.62"	测杆法

图例

- 管线
- 尾矿库边线
- 竖井
- 排洪支洞
- 上坝道路
- 既有道路
- 施工堆场
- 监测点

图号: JLAGWKK—03

甘肃省合作早子沟金矿有限责任公司杰楼一昂沟尾矿库建设项目防治责任范围图



工程建设实际水土流失防治责任范围面积一览表

防治分区	占地面积 (hm ²)				小计	备注
	工矿仓储用地 (采矿用地)	草地(天然牧 草地)	林地(深木林 地)	交通运输用地 (农村道路)		
尾矿库防治区	4.51	19.19	14.35		38.05	尾矿库、排水设施、尾水排水沟、排水隧洞、涵力池
尾矿脱水系统及公辅设施防治区		0.24	0.67		0.91	脱水车间、附属设施、进电线路
尾矿库道路防治区		2.04	1.37	0.72	4.13	尾矿库道路、临时便道
尾矿输送及回水设施防治区		1.38	1.43		2.81	尾矿输送管渠、回水管线、坝下排水池
施工生产生活区	0.56	0.31			0.87	施工场地、管地
合计	5.07	23.16	17.82	0.72	46.77	

图号: JLAGWKK—04