

雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目

水土保持监测总结报告

建设单位：雷波磷源矿业有限责任公司

编制单位：四川景溪工程设计咨询有限公司

二〇一九年五月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：四川景溪工程设计咨询有限公司
法定代表人：孙林博
单位等级：★(1星)
证书编号：水保监测(川)字第0602号
有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018年9月30日



监测单位名称：四川景溪工程设计咨询有限公司

监测单位地址：中国四川自由贸易试验区成都高新区天府大道北段
1700号1栋1单元13层1311号

编制单位邮编：610065

项目联系人：包慧文

联系电话：177 2647 6615

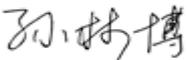
电子信箱：1948036780@qq.com

雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目

水土保持监测总结报告

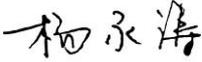
责任页

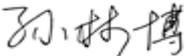
四川景溪工程设计咨询有限公司

批准： 孙林博  (总经理)

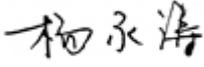
核定： 包慧文  (工程师)

审查： 司宏斌  (工程师)

校核： 杨永涛  (助 工)

项目负责人： 孙林博  (高 工)

编写人员：

姓名	职称	编写内容	备注
	工程师	建设项目及水土保持工作概况、监测内容和方法、重点对象水土流失动态监测	
	助理工程师	水土流失防治措施监测结果、土壤流失情况监测、水土流失防治效果监测、结论、附图及有关资料	

项目名称		雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目	
建设单位		雷波磷源矿业有限责任公司	
监测单位		四川景溪工程设计咨询有限公司	
审定		孙林博	孙林博
监测项目 部	总监测工程师	孙林博	孙林博
	监测工程师	司宏斌	司宏斌
	监测员	包慧文	包慧文
	监测员	杨永涛	杨永涛
校核		司宏斌	司宏斌
报告编写		包慧文	包慧文
		杨永涛	杨永涛
参加监测人员		包慧文	包慧文
		杨永涛	杨永涛

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 项目概况.....	1
1.1.1 项目基本情况	1
1.1.2 项目区概况	5
1.2 水土流失防治工作情况	9
1.2.1 水土保持方案编报	9
1.2.2 建设单位水土保持管理	9
1.2.3 水土保持措施实施	9
1.2.4 设计变更及备案情况	10
1.3 监测工作实施情况	10
1.3.1 监测实施方案执行情况	10
1.3.2 监测项目部设置	10
1.3.3 监测点的布设	13
1.3.4 监测设施设备	13
1.3.5 监测技术方法	14
1.3.6 监测成果提交情况	14
2 监测内容与方法.....	15
2.1 监测内容.....	15
2.1.1 扰动土地面积监测	15
2.1.2 水土流失量监测	16

2.1.3 水土保持措施监测	15
2.2 监测方法.....	16
2.2.1 调查监测.....	16
2.2.2 地面定点监测	19
2.2.3 巡查监测.....	20
2.2.4 资料查阅.....	21
3 重点部位水土流失动态监测	22
3.1 防治责任范围动态监测结果	22
3.1.1 水土流失防治责任范围	22
3.1.2 建设期扰动土地面积	26
3.2 弃渣场监测结果	27
3.2.1 设计弃渣场情况	28
3.2.2 弃渣场位置、占地面积监测结果	28
3.2.3 弃渣量监测结果	28
3.2.4 弃渣场水土保持措施监测结果	29
4 水土流失防治措施监测结果	30
4.1 工程措施监测结果	30
4.1.1 工程措施设计情况	30
4.1.2 工程措施实施情况及监测结果	33
4.2 植物措施监测结果	35
4.2.1 植物措施设计情况	35

4.2.2 植物措施实施情况及监测结果	36
4.3 临时防护措施监测结果	38
4.3.1 临时措施设计情况	38
4.3.2 临时措施实施情况及监测结果	39
4.4 水土保持措施防治效果	40
5 土壤流失情况监测	43
5.1 水土流失面积	43
5.1.1 施工期水土流失面积	43
5.1.2 自然恢复期水土流失面积	43
5.2 土壤流失量	44
5.3 弃渣场潜在土壤流失量	44
5.4 水土流失危害	45
6 水土流失防治效果监测结果	46
6.1 扰动土地整治率	46
6.2 水土流失总治理度	46
6.3 土壤流失控制比	47
6.4 拦渣率	47
6.5 林草植被恢复率	48
6.6 林草覆盖率	48
7 结论	50
7.1 水土流失动态变化	50

7.2 水土保持措施评价	51
7.3 存在的问题与建议	52
7.4 综合结论.....	53

附件:

附件 1: 监测委托书

附件 2: 水保批复

附件 3: 现场照片

附图:

附图 1: 项目地理位置图

附图 2: 监测成果图

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		雷波磷源矿业有限责任公司30万吨/年磷矿石选矿厂项目								
建设规模	选厂原矿处理规模30万t/a, 实现年产22.5万t精磷矿(品位P2O5>30%)产品。	建设单位、联系人		雷波磷源矿业有限责任公司						
		建设地点		凉山自治州雷波县克觉乡龙头湾村						
		所属流域		金沙江流域						
		工程总投资		5025.68万元						
		工程总工期		2012年4月~2015年4月, 共37个月						
水土保持监测指标										
监测单位		四川景溪工程设计咨询有限公司			联系人及电话		孙林博-18030690844			
自然地理类型		中~低山山地地貌			防治标准		建设类一级			
监测内容	监测指标		监测方法(设施)			监测指标		监测方法(设施)		
	水土流失状况监测		样方法			防治责任范围监测		量测及资料分析		
	水土保持措施监测		实地量测及资料分析方法			防治措施效果监测		查阅资料、现场调查、地面监测		
	水土流失危害监测		现场调查和巡查			水土流失背景值		3980t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围		9.27hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² ·a			
水土保持投资		421.64万元			水土流失目标值		400t/km ² ·a			
防治措施 (实际监测数量)		<p>选矿厂工程区: 实际完成挡墙245m, 截水沟206m, 厂区绿化0.22hm², 沉砂池2座、表土剥离0.30万m³、覆土0.30万m³, 栽植乔木318株, 种草0.60hm², 临时排水沟330m, 土工布1320m², 土袋242m³。</p> <p>龙头湾5号沟尾矿库工程区: 实际完成土工布块石盲沟110m、干砌块石护坡1.17hm²、现浇排水涵管185m、现浇排水斜槽254.6m、坝肩截水沟345m, 表土剥离0.75万m³、覆土0.50万m³, 种草1.06hm², 编织袋装土143m³, 土袋拆除143m³, 土工布4400m²。</p> <p>运输道路工程区实际实施的方案新增水土保持工程持措施主为排水沟1383m(浆砌石665m³, 土方开挖887m³), 沉砂池3座, 桉木460株, 种草0.13hm², 编织袋装土45m³, 土袋拆除45m³, 土工布900m²。</p> <p>公辅设施占地区实际实施方案新增植物措施为马桑161株, 种草0.03hm², 土工布580m²。</p> <p>尾矿库施工临时占地区实际实施的方案新增水土保持工程持措施主为土地整治0.32hm², 马桑360株, 种草0.32hm²。</p> <p>运输道路施工临时占地区实际实施的方案新增水土保持工程持措施主为土地整治0.10hm², 马桑222株, 桉木120株, 种草0.10hm²。</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(渣量: 万m ³ ; 面积: hm ² ; 土壤流失量: t/km ² ·a)					
		扰动土地整治率	97	98.40	防治措施面积	2.63	永久建筑物及硬化面积	2.89	扰动土地总面积	5.61
		水土流失总治理度	94	97.86	防治责任范围面积	6.41	水土流失总面积	5.61		
		土壤流失控制比	0.7	1.25	工程措施面积	0.67	容许土壤流失量	500		
		林草覆盖率	28	30.58	植物措施面积	1.96	监测土壤流失情况	400		
		林草植被恢复率	99	65.77	可恢复林草植被面积	2.98	林草类植被面积	1.96		
		拦渣率	98	99.99	实际拦挡弃渣量	12.17	总弃渣量	12.17		
水土保持治理达标评价		除林草植被恢复率外所有指标均达到国家一级水土流失防治标准								
总体结论		建设单位较为重视水土保持工作, 基本按水保方案实施了各项水土保持措施; 各项								

	水土保持防治指标基本达到了建设类项目水土流失防治一级标准的要求；监测期间水土保持措施运行正常，可以交付使用；水土保持措施达到了建设类项目水土保持设施验收条件。
主要建议	1、加强对水土保持设施运行的维护和管理 2、加强运行期间的水土流失监测

注：由于生产中有长时间的停工，导致尾矿排放量没有达到设计标准，实际采取的措施工程量也有所减少，导致实际绿化面积没有达到设计年标准，但是目前实施的措施相对完善，水土保持功能没有降低，满足水土保持要求。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

雷波县地处四川省西南边缘的横断山脉东段小凉山，金沙江北岸，是凉山州的东大门。地理坐标：介于 N27°49'-28°36'，E103°10'-52'之间。按现行政区划，东南隔江与云南省永善县相望，北与宜宾、乐山地区相邻，西接美姑县，西南紧连昭觉县、金阳县。

选厂选址在四川省雷波县克觉乡龙头湾村，位于近河坡地，为原本公司生活区域，与雷波到西昌 307 国道相距 9km。矿库库址选在选厂西侧约 500m 处的沟谷内。

1.1.1.2 建设内容

选厂工程建设内容包括破碎车间、磨浮车间、精矿浓缩和过滤车间、尾矿压滤车间及公用辅助设施、综合楼、食堂、宿舍和停车场等；龙头湾 5 号沟尾矿库工程包括堆石初期坝、后期尾矿堆积坝、排洪系统、大坝观测设施等建（构）筑物；还包括尾矿输送系统、输水系统、电力通信系统及运输道路等。

1.1.1.3 项目特性

项目名称：雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目

建设单位：雷波磷源矿业有限责任公司

建设地点：四川省凉山自治州雷波县克觉乡龙头湾村

建设性质：新建

建设规模：选厂原矿处理规模 30 万 t/a，实现年产 22.5 万 t 精磷矿（品位 P2O5>30%）产品。年生产工作日 300 天，每天三班生产，每班 8h。尾矿库全库容 $35.24 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $28.19 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可为选厂服务 6.81 年。

工程建设期：实际工程建设工期为 2012 年 4 月~2015 年 4 月，建设工期 36 个月。

工程投资：工程实际总投资 5025.68 万元，土建投资 1062.96 万元。

工程参建单位一览表见表 1.1-1，工程特性表见表 1.1-2。

表 1.1-1 参建单位单位一览表

项目	单位名称
项目法人	雷波磷源矿业有限责任公司
主体工程设计单位	西安有色冶金设计研究院、三门峡市黄金设计研究院有限公司
水土保持方案编制单位	成都南岩环境工程有限责任公司
主体工程监理	河南理工大学建设工程监理所
监测单位	四川景溪工程设计咨询有限公司
土建施工及水土保持施工单位	三门峡市建设工程有限公司
	灵宝市波伟实业有限责任公司
运行管理单位	雷波磷源矿业有限责任公司

表 1.1-2 雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目特性表

项目	气候特征值
平均气温 (°C)	15.0
极端最高气温 (°C)	32.5
极端最低气温 (°C)	2.2
年平均相对湿度 (%)	84
年平均降雨量 (mm)	850
一日最大降雨量 (mm)	130.4
1h最大降雨量 (mm)	38
≥10°C积温	3246.6
平均降雨日数	205.1
平均大风日数	4.3
平均积雪日数	10.0

一、项目特性

项目名称	雷波磷源矿业有限责任公司30万吨/年磷矿石选矿厂项目		
建设地点	雷波县克觉乡龙头湾村	所属流域	金沙江流域
项目性质	新建	建设单位	雷波磷源矿业有限责任公司
建设时间	3年	服务期	6.81年
生产规模	年处理低品位磷矿能力30万t	项目投资	总投资5025.68万元，其中土建投资1062.96万元

二、项目组成

项目组成	选矿厂工程	选矿工业场、办公及生活区
	龙头湾5号沟尾矿库工程	堆石初期坝、后期尾矿堆积坝、排洪系统、大坝观测设施等建(构)筑物组成
	运输道路	为满足精矿外运需要,需新建约1km公路与当地原有的乡村公路就近相接,并对原有的乡村公路进行改造
	公辅设施	尾矿输送系统、输水管道系统、电力通信系统等

1.1.1.3 项目组成

企业组成为：选矿工业场地、公用工程及辅助工业场地、办公及生活区。

项目组成为：选矿厂工程、龙头湾 5 号沟尾矿库工程、运输道路及公辅设施。

各部分组成内容详见下表 1.1-3。

表 1.1-3 工程项目组成表

序号	建设内容	项目组成	备注
1	选矿厂工程	生产区、生产辅助区、公用工程区和厂前区等	新建
2	龙头湾5号沟尾矿库工程	堆石初期坝、后期尾矿堆积坝、排洪系统、大坝观测设施等建（构）筑物组成	新建
3	运输道路	新建运输道路0.78km，路面宽7.5m；改造村道路长约0.6km，路面宽7.5m	新建、改造
4	公辅设施	尾矿输送系统、输水管道系统及电力通信系统等	新建

1.1.1.4 工程土石方平衡情况

根据批复情况，本项目建设期共产生挖方 14.64 万 m^3 （如无特殊说明，本方案土石方均指自然方），填方 10.07 万 m^3 ，利用方 7.90 万 m^3 （含 0.98 万 m^3 表土），外借土石方 3.99 万 m^3 （来自采矿工程建设过程中产生的废石），弃方 0.66 万 m^3 （折合松方 0.79 万 m^3 ）；生产运行期本项目磷矿选矿厂生产规模为 1000t/d，尾矿堆积干容重为 1.45t/ m^3 ，尾矿浓度为 80.0%，尾矿产率为 20.0%，年尾矿量为 $6.0 \times 10^4 t$ （合 $4.14 \times 10^4 m^3$ ）。在方案服务期 5 年（建设期 1 年，运行期 4 年）内，生产过程中产生的尾矿为 4×4.14 万 m^3 ，即 16.56 万 m^3 。尾矿和建设期产生的弃方共计 17.35 万 m^3 全部运往尾矿库堆放，该尾矿库有效库容为 28.19 万 m^3 ，完全可满足本项目水保方案服务期间的弃渣堆放要求。

主体设计优化调整，实际开挖及回填工程量有所变化，导致本工程在实际建设过程中土石方工程量发生了变化。本工程建设期间实际开挖土石方总量约 14.93 万 m^3 ，土石方填筑量为 17.80 万 m^3 ，借方 3.66 万 m^3 ，余土量为 0.79 万 m^3 ，建设期弃方全部堆放在尾矿库内；项目于 2015 年 5 月开始试运行，期间又由于多种原因导致了生产期间出现了断断续续的停产，设计每年产生尾矿量为 $6.0 \times 10^4 t$ （合 $4.14 \times 10^4 m^3$ ），由于停产原因就导致截止目前产生尾矿量未达到设计年限标准；截止 2019 年 5 月，根据业主提供资料以及现场勘察，目前实际产生尾矿量在 1.19 万 m^3 ，全部堆放尾矿库内。

1.1.1.5 工程占地

根据批复的水土保持方案报告书,工程总占地面积为 6.81hm²,其中永久占地 6.11 hm²,临时占地 0.70hm²。占地类型主要为林地、草地、耕地、水域及水利设施用地。

由于主体设计优化调整,施工临时设施区严格控制在占地范围内,减少了工程占地面积;工程建设实际占地面积为 6.41hm²,其中永久占地 5.99hm²,临时占地 0.42hm²。占地类型主要为林地、草地、耕地、水域及水利设施用地。

工程占地面积统计见表 1.1-4, 1.1-5。

表 1.1-4 批复方案工程占地面积统计表

项目			占地类型及面积 (单位: hm ²)					合计	备注
			林地	草地	耕地		水域及水利设施用地		
			有林地	其他草地	水田	旱地	内陆滩涂		
永久占地	选矿厂工程	选矿厂生产区	0.05	1.00	0.01	0.02		1.08	含施工临时占地0.40hm ²
		办公及生活区	0.03	0.33				0.36	
		小计	0.08	1.33	0.01	0.02		1.44	
		龙头湾5号沟尾矿库工程	1.45	0.68			1.20	3.33	含拦洪坝占地
		运输道路	0.75	0.29				1.04	
		公辅设施	0.05	0.25				0.30	
		小计	2.33	2.55	0.01	0.02	1.2	6.11	
临时占地		尾矿库施工临时占地	0.15	0.35				0.50	
		运输道路施工临时占地	0.05	0.15				0.20	
		小计	0.20	0.50				0.70	
总计			2.53	3.05	0.01	0.02	1.2	6.81	

表 1.1-5 工程实际占地面积统计表

项目			占地类型及面积 (单位: hm ²)					备注	
			林地	草地	耕地		水域及水利设施用地		合计
			有林地	其他草地	水田	旱地	内陆滩涂		
永久 占地	选矿厂工程	选矿厂生产区	0.11	1.08	0.01	0.04		1.24	含施工临时占地0.40hm ²
		办公及生活区	0.06	0.27				0.33	
		小计	0.17	1.35	0.01	0.04		1.57	
		龙头湾5号沟尾矿库工程	1.35	0.66			1.18	3.19	含拦洪坝占地
		运输道路	0.68	0.29				0.97	
		公辅设施	0.03	0.23				0.26	
		小计	2.23	2.53	0.01	0.04	1.18	5.99	
临时 占地	尾矿库施工临时占地		0.08	0.24				0.32	
	运输道路施工临时占地		0.03	0.07				0.1	
	小计		0.11	0.31				0.42	
总计			2.34	2.84	0.01	0.04	1.18	6.41	

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

雷波县境内地形复杂,以山地为主,山地面积达 2443.28km²,占全县幅员 83.8%,其中海拔 1000m 至 3500m 的中山占 75.3%,3500m 以上的高山占 0.7%,河谷低台占 10.6%,高台地占 2.3%,湖积平原占 0.3%。地势高低悬殊,西高东低,由西向东缓慢倾斜,最高海拔 4076.5m(狮子山主峰),最低海拔 325m(金沙江畔大岩洞谷底),也是全州的最低点。

建设项目场地属凉山山脉中段的龙头山系,5号沟由北西往南东方向流。区内最高海拔约 2100m,最低海拔 1640m,相对高差约 460m,属中高山深切割地貌。区内地形较陡,山坡坡度 25° 以上,初期坝中轴线附近,山坡坡度可达 50° 以上,局部形成陡崖。

1.1.2.2 气候、气象

项目所在区域属亚热带山地立体季风气候,昼夜温差较大,日照时间较长。气候特征值见表 1.1-6,气象数据来自雷波站近 30 年统计资料。

表 1.1-6 项目所在区域气象特征值统计表

项目	气候特征值
平均气温 (°C)	15.0
极端最高气温 (°C)	32.5
极端最低气温 (°C)	2.2
年平均相对湿度 (%)	84
年平均降雨量 (mm)	850
一日最大降雨量 (mm)	130.4
1h最大降雨量 (mm)	38
≥10°C 积温	3246.6
平均降雨日数	205.1
平均大风日数	4.3
平均积雪日数	10.0

1.2.1.3 水文

雷波县境内溪流密布，除过境金沙江 135km 外，西南部有臭水河、溜筒河；中部有西苏角河；东北部有西宁河、豆沙溪和邓溪沟等 11 条，总长 1525.1km。东部有蓄水 4.81 亿 m³ 的马湖。雷波县城附近有蓄水 474 万 m³ 的乐水湖。

沟谷所在水系溜筒河发源于大凉山南麓，上游为美姑河，经美姑、昭觉后，由西向东流经矿区南缘，在沙坪子汇入金沙江。境内长 17.6km。选矿厂建设所在地霍阿觉海拔标高 1000~900m，溜筒河海拔标高 590m，两地直线距离约 1.3km，相对高差 410m。

地表水：项目区内地表水主要为西部溜筒河水系，该水系远离矿区，对采区磷矿开发无影响，公中部深切部沟（过阿拉打沟）由北向南贯穿矿区，为山坡片流水、地下水排泄沟，其流量受大气降水控制，每年 2~5 月为枯水期，一般无水，6~9 月为丰水期，流量可达 200L/s，平水期流量 40L/s，该沟水低于采区矿层 500~1000m，对矿山开发无影响。矿床水岩层含水性弱，矿体全部位于当地侵蚀基准面以上，地形坡度较陡，有利于自然排水，矿床开采涌水较小，该矿区水文条件简单。

地下水：项目区内地下水类型主要为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂水和碳酸盐岩岩溶水三类。

① 松散岩类孔隙水

含水层为第四系全新统残坡积层，该含水层分布于矿山缓坡带，厚 0~10m，弱含水。受大气降水补给，地下水沿山坡向低凹处径流，呈泉排泄。

② 碎屑岩类孔隙裂水

含水层为筇竹寺组中~厚层状粉砂岩，弱含水，受大气降水和地下水侧向补给，顺岩层层面或裂隙径流，于低凹处呈泉排泄。

③ 碳酸盐岩岩溶水

含水层为灯影组、麦地坪组、沧浪铺组白云岩，弱含水，受大气降水和地下水侧向补给，顺岩溶裂隙水径流，于低凹处呈泉排泄。

矿山含水层，在矿层上、下部均有分布，但多属弱含水，含水量受大气降水影响较大。矿山为平硐开拓，巷道有一定坡度，矿井水可自泄。地表水和地下水矿床充水影响较小。

1.2.1.4 土壤

雷波县境内有土壤类型有紫色土、石灰（岩）土、水稻土、潮土、泥炭土、红壤、黄棕壤、暗棕壤、山地草甸土和亚高山草甸土等 11 个土类、23 个亚类、39 个土属、72 个变种。

项目区的土壤主要为黄棕壤、棕壤土地。

1.2.1.5 植被

根据林业资源调查数据，雷波现有有林地面积 148 万亩，森林覆盖率达 33.2%。雷波是四川省最主要硬杂木基地，植物起源古老，种类繁多，素有“亚热带植物基因库”之称。仅乔木树种即达 70 科 321 种。主要树种有壳斗科 36 种、樟科 36 种、蔷薇科 25 种，槭树科 27 种。林下还伴生有竹类 19 种，杜鹃花科 40 多种。森林中属于国家保护的珍稀植物较多，其中列为国家一级重点保护的有桫欏、珙桐、香果树、杜仲、银杏、水青树等 10 余种；国家三级保护的有梓叶槭、领春木、厚朴、红豆树、桢楠、大王杜鹃等 10 余种。同时，复杂的森林环境和丰富的食物资源给各种动物的生存繁衍提供了良好的条件。雷波森林中栖息着国家一、二类重点保护的珍稀动物有大熊猫、血雉、绿尾虹雉、红腹角雉、白腹锦鸡、红腹锦鸡等。

项目区属中山常绿阔叶林带、次生灌丛，主要适生树草种为：云杉(*Picea asperata*)、桤木(*Alnus cremastogyne* Burk)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、马桑(*Coriaria sinica* Maxim)、狗牙根(*Cynodactylon*(Linn.)Pers.)、扭黄茅(*Heteropogon contortus* (L.) Beauv)、白三叶(*Trifolium repens*)。项目区植被覆盖度 30%左右。

1.2.2.6 水土流失现状

雷波县水土流失以水力侵蚀为主，兼有重力侵蚀。其中水力侵蚀的形式有沟蚀、面蚀。重力侵蚀主要发生在沟谷两岸，以及人为采掘形成的高陡边坡。

根据《国家级水土流失重点防治区公告》和《四川省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，雷波县属国家和四川省水土流失重点治理区范围。雷波县幅员面积为 2726.78km²。微度水力侵蚀面积 1822.98km²，占幅员面积的 66.85%；轻度侵蚀面积 214.40km²，占幅员面积的 7.86%；中度侵蚀面积 355.85km²，占幅员面积的 13.05%；强烈侵蚀面积 231.95km²，占幅员面积的 8.51%；极强烈侵蚀面积 78.52km²，占幅员面积的 2.88%；剧烈侵蚀面积 23.08km²，占幅员面积的 0.85%，项目区土壤侵蚀模数为 3980t/km²·a。

根据水利部《关于划分国家级水土流失重点防治分区的公告》(2006 年第 2 号)，项目区所在的雷波县属于国家级水土流失重点治理区（金沙江下游治理区）。区域内土壤容许流失量为 500t/km²·a。

1.2.2.7 水土保持情况

近年来，项目区采取的水土保持措施包括积极兴修水利，改善农业灌溉条件，提高种植业生产水平，提高粮食产量。丘陵低山区贯彻以蓄为主，蓄引提兼施，大中小型工程有机结合的方针，解决灌溉水源，扩大旱涝保收农田面积。河谷平坝区加固堤防工程，提高防洪抗涝能力。傍山区修建分洪沟，修筑等高截流渠，兴建节制闸，有效提高了当地的防洪能力和标准。项目区同时利用土壤肥力条件较好的荒山、坡耕地营造水土保持林、经济林、药材林和水果林，取得了良好的经济效益，同时促进了当地水土保持工作的积极开展。

项目区的水土流失治理是一项系统而复杂的工作，包括了水土流失的预防和治理措施两个方面内容。项目区内根据实际情况，采用的水土保持治理措施有坡改梯工程、水土保持林业工程、经济果木林工程、植草、封育治理、保土耕作、坡面及沟道治理工程七项。

1.2.2.8 项目区水土流失分区情况

根据水利部《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》、《四川省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，本工程所在的雷波县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，区域内土壤容许流失量为 500t/km²·a。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持方案编报

2013 年 8 月，雷波磷源矿业有限责任公司委托成都南岩环境工程有限责任公司编制《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目水土保持方案报告书》；

2013 年 8 月 12 日，凉山州水务局组织专家在西昌对《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目水土保持方案报告书（送审稿）》进行了审查；

2013 年 9 月 12 日，凉山州水务局下发了关于《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目水土保持方案报告书》（凉水行审〔2013〕43 号）的批复。

1.2.2 建设单位水土保持管理

雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目在建设过程中，建设单位始终把工程质量放在重中之重来抓，实行全过程的质量控制和监督。根据工程规模和特点，严格按照《建设工程建设监督管理办法》和国家相关法律法规的规定实施建设管理，实行项目法人责任制、招标投标制、建设监理制和合同管理制，实行“政府管理、质监监督、业主负责、监理控制、企业保证”五级质量保证体系。督促施工单位建立、健全工程质量保证体系和施工技术管理体系，完善组织结构、人员组成和管理制度及保证措施，并将质量目标进行分解，针对工程的施工特点，编制相应的施工质量技术措施。同时，建设单位对各项施工项目的质量要求、控制要点进行明确的规定，并强制贯彻实施。

为规范本工程项目建设，保证工程质量，建设单位制定了《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目质量管理实施细则》、《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目量监控措施及处罚细则》、《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目监理管理办法》、《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目环境保护、水土保持、文物保护实施办法》、《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目隐蔽工程检查验收办法》等管理文件，切实保证了水土保持工程建设质量。

1.2.3 水土保持措施实施

工程于 2012 年年 4 月开工，2015 年 4 建设完成，建设工期为 37 个月。

本工程主体工程具有水土保持功能的措施与主体工程建设同步进行，水土保持

植物措施建设滞后。

项目建设中无重大水土流失危害事件。

1.2.4 设计变更及备案情况

批复的水土保持报告书中，本工程主要由选矿厂工程、龙头湾 5 号沟尾矿库工程、运输道路及公辅设施组成。工程建设过程中实际运输道路结合场地地形地貌以及施工方法的优化调整，导致实际建设长度比原设计有所减少；公辅设施部分实际采取了架空方式进行处理，减少了部分占地面积；工程实际建设中根据实际需要对比批复的水保方案，实际实施的水土保持措施体系不变，工程量有所增加，根据《关于印发四川省生产建设项目水土保持措施变更管理办法（试行）的通知》（川水函〔2015〕1561 号）的规定，本工程水土保持措施变更属于一般变更。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2019 年 4 月，建设单位委托四川景溪工程设计咨询有限公司开展本工程的水土保持监测工作，由于委托监测时主体工程及水保工程已基本完工，本次主要为自然恢复效果监测，施工期监测资料通过查阅施工资料获取。

雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目水土保持监测工作由四川景溪工程设计咨询有限公司承担，具体工作由荣县生活垃圾处理厂建设工程水土保持监测组直接开展，监测项目部由 1 名总监测工程师、1 名监测工程师、2 名监测员组成。

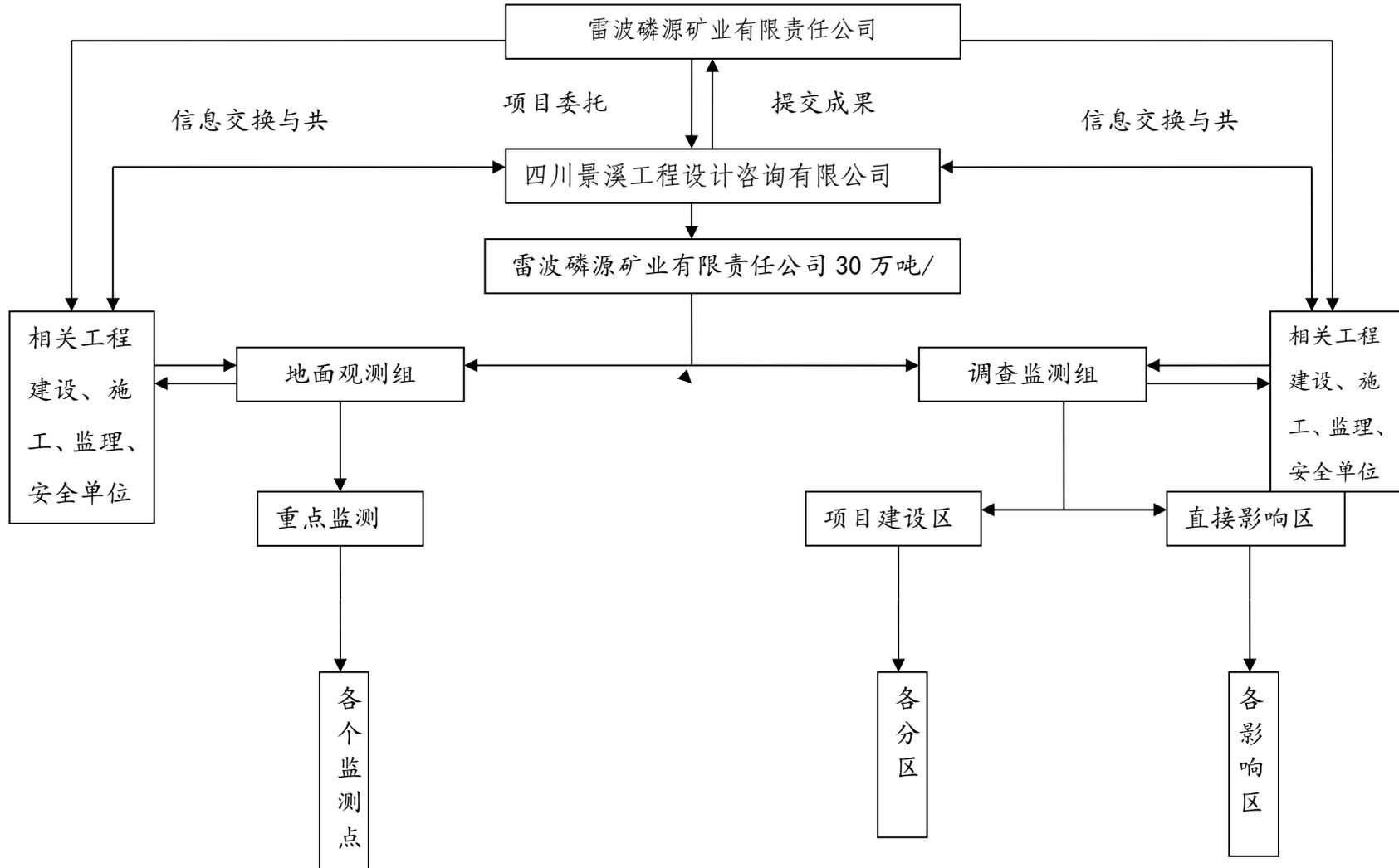
监测工作开展受到了雷波磷源矿业有限责任公司的大力支持与协助，根据监测技术规程和项目要求，结合工程施工进度和监测工作分区，开展水土保持监测工作。水土保持监测技术路线、布局、监测内容和方法基本按照批复的水土保持方案、结合项目建设特点同步进行。

1.3.2 监测项目部设置

2019 年 4 月，我公司组织监测技术人员对项目区采取资料收集、现场查勘量测、GPS 定位、摄像、摄影等方式进行了第一次全区调查，初步了解了项目区的水土流

失和水土保持措施实施的背景情况，为开展后续的水土保持监测奠定了坚实的基础。

雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目水土保持监测工作关系网络



1.3.3 监测点的布设

根据《水土保持方案报告书》和工程建设的实际情况，为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，并结合各分区内土壤侵蚀类型和地形地貌特点的不同，在总结野外考察认识和分析勘测资料的基础上，经过反复研究，选取容易造成大量水土流失，且具有一定的代表性的地点。确定景观绿化区及渣场为水土保持监测主要地段，重点监测点布置在景观绿化区、弃渣场等区域。各监测区采用定点监测和调查监测相结合的方法进行监测。本工程气象观测数据可直接收集当地气象站资料，不设置雨量观测点。

本工程监测点具体位置及基本情况见表 1.3-1。

表 1.3-1 监测点布局及基本情况表

序号	监测单元	监测部位	监测时间
1	选矿厂工程防治区	工业场地内部的挡墙、排水沟及绿化区域	2019年3月~2019年5月
2	龙头湾5号沟尾矿库工程防治区	初期坝、拦洪坝、库顶及绿化区域	2019年3月~2019年5月
3	运输道路防治区	挡土墙、排水沟及绿化区域	2019年3月~2019年5月
4	公辅设施防治区	绿化区域	2019年3月~2019年5月
5	尾矿库施工临时占地防治区	绿化区域	2019年3月~2019年5月
6	运输道路施工临时占地	绿化区域	2019年3月~2019年5月

1.3.4 监测设施设备

针对不同监测点位在不同时段的监测内容和要求，我公司采用的常规监测设备有无人机、数码相机、高精度手持式 GPS、皮尺、卷尺、标准定制木桩、电子天平、简易坡面小区、植被测高仪等。

结合监测点布置情况，本工程监测设施及设备详见表 1.3-2。

表 1.3-2 工程水土保持监测设施和设备一览表

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
1	高精度 GPS		套	1	
2	土壤水分仪		套	1	测 4 个深度
3	土壤刀、铝盒、环刀、酒精		套	1	用于土壤含水率、容重等的量测
4	手持式 GPS	麦哲伦 D600	台	2	监测点、场地、渣场的定位量测
5	罗盘、塔尺		套	2	用于测量坡度
6	测高仪	NIKONLR800	台	2	测量植物生长状况
7	数码照相机		台	2	用于监测现场的图片记录
8	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
9	笔记本电脑		台	2	用于电子资料编写、图片储存等
10	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
11	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料
12	无人机		台	1	航拍监测

1.3.5 监测技术方法

监测介入时，主体工程和水土保持工程已接近完工。因此，监测工作开展了全面的水土流失综合调查，主要对项目区建设现状、水土保持工程实施及运行效果、项目区水土流失状况、项目区扰动土地整治及水土流失潜在危害进行了调查监测。其中：项目建设情况采用咨询主体工程建设和监理和业主人进行调查；项目区侵蚀状况采用类比对照区的方法监测；建设期水土保持工程通过查阅工程监理报告、竣工验收报告并经内业分析获取；土壤侵蚀监测通过类比小区的定位观测数据进行定量分析；扰动土地整治及效果采用 GPS 定点测量、样地调查；水土流失潜在危害监测采用调查方式。

1.3.6 监测成果提交情况

2019 年 4 月我公司组织启动监测工作，同月再次组织对现场进行全区调查，布设 3 个地面定位观测点，向建设单位汇报了第一阶段水土保持监测基本情况、水土保持工程存在的问题及建议、后续的水土保持监测工作的内容。监测工作主要针对全区对水土流失现状进行调查、存在水土流失隐患部分开展监测，并对整个监测区域土壤侵蚀状况进行调查，获取评价水土流失动态的基础数据。

2019 年 4 月、5 月两次赴项目现场进行水土流失监测，在分析监测数据的基础上，于 2019 年 5 月完成水土保持监测总结报告。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

由于本工程委托监测时工程已基本完工，因此，本工程水土保持监测的重点为水土保持措施监测。扰动土地面积、弃渣量和水土流失情况监测通过查阅施工资料和竣工决算资料获取。

2.1.1 水土保持措施监测

主要监测水土保持设施实施的拦渣工程、斜坡防护工程、土地整治工程、临时防护工程、植被建设工程等措施

监测内容包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行状况等。

2.1.2 扰动土地面积监测

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况。

本工程为点型项目，主要监测成点状分布的选矿厂工程防治区、龙头湾 5 号沟尾矿库工程防治区、运输道路防治区、公辅设施防治区、尾矿库施工临时占地防治区、运输道路施工临时占地防治区等扰动情况。

由于本工程已基本建设完成，扰动土地面积为项目征占地面积，施工期扰动土地面积无法通过实地调查、量测得出，通查阅施工资料，对不同阶段的扰动面积进行估算；在项目试运行阶段永久征地面积保持不变，临时占地验收后移交，防治责任不再由建设单价承担。

2.1.3 弃土弃渣量监测

弃土弃渣运移及堆放是水土保持重要环节，它的处理妥善与否直接关系到工程项目水土保持工作的成败。

对弃土弃渣进行监测，主要根据施工单位提供的土石方工程量数据和渣场面积、渣体体积监测结果测算实际的弃土弃渣量。并调查弃渣来源、组成、堆渣体高度、坡度、防护措施，计算拦渣率。本项目设置了一个临时弃渣堆放场地，为管委会指定堆放场地。

2.1.4 水土流失量监测

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、水土流失防治效果和水土流失危害等内容。

土壤流失量是指输出项目建设区的土、石、沙数量。

水土流失危害包括工程建设过程产生的水土流失及其对下游河道的影响；弃渣场下游河道泥沙变化及其危害；工程建设区植被及生态环境变化；对于局部施工区域因侵蚀性降雨引起的地表径流冲刷造成局部坍塌、淤积等情况，及时进行现场调查，调查发生面积、坍塌（淤积）量和对周边的影响，工程建设对环境的影响等。

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》的规定，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，本工程水土保持监测主要采用三种监测方法，即地面监测、调查监测和巡查监测。

2.2.1 调查监测

对区域建设活动结束后的林草生长情况、各种工程防护措施实施效果、水土保持效益等采取调查监测。

(1) 监测对象

调查监测一是对工程建设扰动地表植被面积、占用和破坏水土保持设施数量、动用土石方量与调配情况、造成的水土流失面积和水土流失量、水土流失危害进行实地勘测、量测和统计；二是对水土保持设施实施的数量进行现场量测和统计，并调查各种水土保持措施的质量、稳定性和防治效果。

(2) 监测方法

① 调查原则

a. 调查监测，采用实地勘测和量测定点调查，对地形、地貌、水系的变化及弃渣场的水土流失等进行监测。调查应做好方案设计、踏勘、预备调查、外业测定、内业分析等。

b. 各监测点应在工作底图上确定其位置，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，按照水土保持技术规程进行调查。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调查方法

a.对施工开挖、弃渣堆放进行调查，应查阅施工设计、监理文件和实地量测，通过查阅施工过程控制资料、监理记录资料及现场调查确定建设过程中的挖填方量及弃渣量。

b.林草的生长情况观测。在措施实施的当年按 10m×10m 的样方地调查林草的成活率。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。

具体方法：

林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定 20m×20m 的标准地，用皮尺将标准地划分为 5m×5m 的方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

灌木盖度的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m×2m 的小样方，测绳每 20cm 处用细针（ $\phi=2\text{mm}$ ）做标记，顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值，即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为：

$$D=fd/fe$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度），%；

fd—样方面积， m^2 ；

fe—样方内树冠（或草冠）的垂直投影面积， m^2 。

项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度（C）计算公式为：

$$C=f/F$$

式中：C—林木（或灌草）植被的覆盖度，%；

F—类型区总面积， km^2 ；

f—类型区内林地（或灌草地）的垂直投影面积， km^2 。

本次纳入计算的林地（或草地）面积，其林地的郁闭度或草地的盖度取大于 20%。样方规格乔木林为 $10\text{m}\times 10\text{m}$ ，灌木林为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ，草地为 $1\text{m}\times 1\text{m}$ 。本次监测采用的 GPS 定位和 GIS 技术，具有对监测对象的位置、边界准确定位的高精度特性，可在实地调查基础上，结合对地形图件和施工图件的综合分析，提取建设项目占地面积、地表位置及变化情况的数据信息准确可靠。

c.扰动土地面积和破坏水土保持设施数量的监测，采用设计资料分析，结合主体工程的施工与监理资料，实地测量，以实际调查为准。调查统计工程扰动土地植被的面积和破坏占用水土保持设施的数量，并分类统计。

d.根据施工过程控制资料、竣工结算资料的查阅及现场调查对施工过程中建设的新建水土保持设施的数量进行调查统计，并对其质量和运行情况进行监测，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。

e.调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边地区经济、社会发展的影响，进行分析，评价建设期水土保持措施的作用与效果。

f.水土保持效益监测，主要为水土保持设施的保土效益和拦渣效益等监测。保土效益测算应按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-2008）规定进行；拦渣效益根据拦渣工程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，监测工程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土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况。

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扰动土地治理率、水土流失治理程度、土壤流失控制率、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项防治指标值。

g.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。

h.新增水土流失量监测，每次降雨并可引起水土流失的情况下，对工程的挖填边坡裸露面、弃土弃渣的表面及施工迹地等易产生水土流失的区域逐块根据表面冲刷

深度及附近的淤积情况实地进行调查统计。

2.2.2 地面定点监测

(1) 监测对象

地面定点监测对弃渣场等重点地段进行监测。

(2) 观测方法

包括定点观测法、观测断面监测法、典型监测法等方法。

① 水土流失背景值监测

根据工程区产生水土流失的土地类型，采取天然坡面径流小区观测法观测其在不同降雨条件下的土壤侵蚀量，计算其土壤侵蚀模数，通过加权平均推算出工程区的平均土壤侵蚀模数即工程区的水土流失背景值。

天然径流小区是利用坡面的自然集雨面进行径流泥沙收集。在自然集雨面的下部布设一挡墙，挡墙的出土高度 30~50cm。挡墙下方设置集流槽，集流槽表面光滑，上缘与地面同高，槽底向下倾斜，使径流中的泥沙不发生淤积，断面大小以可能发生的最大暴雨产流量确定。集流槽的水通过引水管道连接到集流池。

具体方法：在降雨径流终止后，首先清出集水槽中的淤泥，倒入径流池中，再从量水池中读出泥水总量。将泥水搅拌均匀并取样，样品体积为 600mL，各径流池采 3 个泥水样。过滤烘干称取泥沙重量，可得径流含沙量及次产沙量。

要求：因集水槽无盖，应注意集雨面积为小区面积加上集水槽的面积。每次降雨后都需要进行监测，采集样品后应清理径流池，为下次降雨观测做好准备。

② 气象因子监测

在工程区重点观测降雨量、蒸发量、风速、日照、无霜期、气温和地面温度，主要监测工程建设对周边环境的影响和水土保持对生态环境的作用。不单独监测，参照当地气象监测资料。

③根据施工过程控制资料、主体监理记录资料及现场调查，工程建设期无弃渣差生，试运行期弃渣堆放于老凸山排土场，老凸山排土场不在本次监测范围内。

④ 边坡等水土流失定点简易观测

a.在坡面布置 1 个 5m×20m（宽×长）的样地，进行水土流失监测。根据不同坡度坡面及植被不同类型，在各观测样地布置观测桩，布置的观测桩应在坡面上中下均匀布设，达到能从坡顶至坡底全面量测控制。

b.将直径 0.5-1cm、长 50-100cm、类似钉子形状的钢钎或方 3-4cm、长 40-50cm 竹、木钎（竹、木钎应通过油漆防腐处理），根据坡面面积，按一定距离（间距 1m 左右）分上中下、左中右纵横各 3 排、共 9 根布设，如图 2.2-1 所示。观测桩应沿坡面垂方向打入，桩顶与坡面齐平，并应在顶上涂上红漆，编号登记入册。另在每组观测桩附近做上明显记号，以便观测。

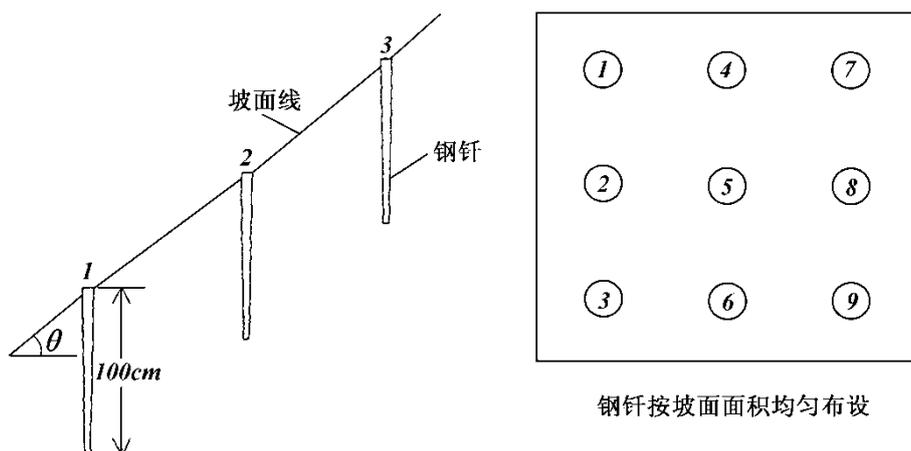


图 2.2-1 水土流失观测场示意图

c.通过观测桩顶与距地面高差，计算出土壤侵蚀的土层流失深度和土壤侵蚀量（计算公式采用：SL277-2002 水土保持监测技术规程，7.3.3）。计算公式为：

$$A=ZS/1000\cos\theta$$

式中：A—土壤侵蚀数量（ m^3 ）；

Z—侵蚀厚度（mm）；

S—水平投影面积（ m^2 ）；

θ —斜坡坡度。

d.观测坡面冲刷变化情况及侵蚀沟深和宽度等，量测坡面形成初的坡度、坡长、地面组成物质等，并记录造成侵蚀沟的降雨。量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量并通过沟蚀占水蚀的比例计算出流失量。同时量测重力侵蚀体积，计算出流失量。

2.2.3 巡查监测

不定期的进行巡查，若发现地貌变化、较大强度水土流失和明显的水土流失危害，应及时记录。

2.2.4 资料查阅

通过查阅施工资料，竣工决算资料和主体监测资料获取项目的土石方工程量，扰动土地总面积等。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围动态监测结果

3.1.1 水土流失防治责任范围

3.1.1.1 批复的水土流失防治责任

2013年9月12日，凉山州水务局下发了关于《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选厂项目水土保持方案报告书》（凉水行审〔2013〕43号）的批复。批复的水土保持方案报告书中水土流失防治责任范围面积为 9.27hm²，其中项目建设区 6.81hm²，直接影响区 2.46hm²。

批复的水土流失防治分区及面积详见表 3.1-1。

表 3.1-1 批复的水土流失防治责任范围统计表

项目	占地类型及面积（单位：hm ² ）						备注	
	林地	草地	耕地		水域及水利设施用地	合计		
	有林地	其他草地	水田	旱地	内陆滩涂			
建设区	选厂工程	0.08	1.33	0.01	0.02		1.44	
	龙头湾5号沟尾矿库工程	1.45	0.68			1.20	3.33	含拦洪坝占地
	运输道路	0.75	0.29				1.04	
	公辅设施	0.05	0.25				0.30	
	尾矿库施工临时占地	0.15	0.35				0.50	
	运输道路施工临时占地	0.05	0.15				0.20	
	小计	2.53	3.05	0.01	0.02	1.2	6.81	
直接影响区	选厂工程影响区	0.04	0.20				0.24	
	龙头湾5号沟尾矿库工程影响区	0.60	0.24				0.84	
	运输道路影响区	0.85	0.43				1.28	
	公辅设施影响区	0.02	0.08				0.10	
	小计	1.51	0.95				2.46	
合计	4.04	4.00				9.27		

3.1.1.2 建设期水土流失防治责任范围

本项目属点型项目，水土保持方案编制深度为可研深度，防治责任范围的确定也是以工程可行性研究为主要依据，并结合现场勘查。但可行性研究阶段无法做到精确的勘测，面积是在图纸的基础上测算，因此与实际占地会有一定出入。后续工程实施中首先要取得土地用地许可，需进行详细的勘察和测量，因此比较精确，监测也以实际占地为准。根据水土保持监测成果数据以及对项目建设区施工迹地的实地抽样测量计算结果显示，项目实际发生的防治责任范围较批复方案减少 2.86hm^2 ，实际防治责任范围面积为 6.41hm^2 。实际施工中因主体布置、施工布置等微调后各分区面积发生部分变化，变化的主要原因如下：

(1)选矿厂工程项目建设区中的选矿厂生产区增加了场地内的交通道路，长度在 400 米左右，道路为 4 米宽的水泥路面，所以导致选矿厂生产区防治责任面积增加 0.16hm^2 ，办公生活区建减少了部分公共设施场地的面积，导致办公生活区防治面积减少 0.03hm^2 ，选矿厂工程中的直接影响区没有发生，到直接影响区面积减少 0.24hm^2 ；选矿厂整个防治责任范围减少 0.11hm^2 。

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程在实际施工中根据现场实际地形条件，控制了施工范围，龙头湾 5 号沟尾矿库工程建设区面积减少 0.14hm^2 ；实际建设中全部在永久占地范围内进行施工，严格控制施工扰动范围，导致直接影响区没有发生，扰动面积减少 0.84hm^2 。

(3)运输道路在实际施工中做了局部优化调整，由原来设计的总长度 1.60km 减少到 1.38km ，实际建设宽度由原来设计的 7.5m 调整为 7.0m ，导致运输道路建设区面积减少了 0.07hm^2 ；实际施工严格按照占地范围进行施工，直接影响区面积未发生，直接影响区面积减少 1.28hm^2 ；运输道路总体防治责任范围面积减少 1.35hm^2 。

(4)公辅设施部分的尾矿输送系统、输水管道系统及电力通信系统等，实际建设过程中部分采用架空形式进行运输，占地只有支架部分，导致建设区防治责任范围面积减少 0.04hm^2 ；施工中严格按照规范技术要求施工，直接影响没有发生，直接影响区面积减少 0.10hm^2 ；公辅设施部分整体防治责任范围减少 0.14hm^2 。

(5)尾矿库施工中临时占地面积减少，主要原因是实际施工中占用了永久占地部分进行施工，新增的施工临时占地面积减少，尾矿库施工临时占地面积减少 0.18hm^2 。

(6)运输道路实际施工中主要占用的是主体永久占地部分，施工材料及施工机械堆放实际新增了 0.10hm^2 的临时占地，比原方案设计的占地面积减少了 0.10hm^2 。

项目建设实际发生的水土流失防治责任范围见表 3.1-2，方案确定的水土流失防治责任范围与实际建设产生的水土流失防治责任范围对比详见表 3.1-3。

表 3.1-2 实际发生水土流失防治责任范围统计表

项目			占地类型及面积 (单位: hm ²)					合计	备注
			林地	草地	耕地		水域及水利设施用地		
			有林地	其他草地	水田	旱地	内陆滩涂		
项目 建设 区	选矿厂工 程	选矿厂 生产区	0.11	1.08	0.01	0.04		1.24	含施工 临时占 地 0.40hm ²
		办公及 生活区	0.06	0.27				0.33	
		小计	0.17	1.35	0.01	0.04		1.57	
		龙头湾5号沟尾矿库工 程	1.35	0.66			1.18	3.19	含拦洪 坝占地
		运输道路	0.68	0.29				0.97	
		公辅设施	0.03	0.23				0.26	
		小计	2.23	2.53	0.01	0.04	1.18	5.99	
		尾矿库施工临时占地	0.08	0.24				0.32	
		运输道路施工临时占 地	0.03	0.07				0.1	
		小计	0.11	0.31				0.42	
小计			2.34	2.84	0.01	0.04	1.18	6.41	
直接影 响区	选矿厂工程影响区								
	龙头湾5号沟尾矿库 工程影响区								
	运输道路影响区								
	公辅设施影响区								
	小计								
合计			2.34	2.84	0.01	0.04	1.18	6.41	

表 3.1-3 方案确定与实际发生水土保持防治责任范围对比表

序号	防治分区	方案批复(hm ²)			实际发生(hm ²)			变化情况
		工程建设区	直接影响区	合计	工程建设区	直接影响区	合计	
1	选矿厂工程	1.44	0.24	1.68	1.57		1.57	-0.11
2	龙头湾5号沟尾矿库工程	3.33	0.84	4.17	3.19		3.19	-0.98
3	运输道路	1.04	1.28	2.32	0.97		0.97	-1.35
4	公辅设施	0.30	0.10	0.40	0.26		0.26	-0.14
5	尾矿库施工临时占地	0.50		0.50	0.32		0.32	-0.18
6	运输道路施工临时占地	0.20		0.20	0.10		0.10	-0.10
合计		6.81	2.46	9.27	6.41		6.41	-2.86

3.1.1.3 监测期水土流失防治责任范围

2019年4月,建设单位委托我单位开展本工程水土保持监测工作。由于委托监测时工程已完工,本次监测主要为自然恢复效果监测。

2019年4月~5月,我单位两次进场开展监测工作,经查阅施工资料和实地量测,本工程监测期防治责任范围为 6.41hm²; 其中选矿厂工程区 1.57 hm²; 龙头湾5号沟尾矿库工程 3.19 hm²; 运输道路工程区 0.97 hm²; 公辅设施区 0.26 hm²; 尾矿库施工临时占地区 0.32 hm²; 运输道路施工临时占地区 0.10 hm²。

监测期间水土流失防治责任范围统计见表 3.1-4。

表 3.1-4 监测期间水土流失防治责任范围统表

项目			占地类型及面积 (单位: hm ²)					合计	备注
			林地	草地	耕地		水域及水利设施用地		
			有林地	其他草地	水田	旱地	内陆滩涂		
项目建 设区	选矿厂 工程	选矿厂 生产区	0.11	1.08	0.01	0.04		1.24	含施工 临时占 地 0.40hm ²
		办公及 生活区	0.06	0.27				0.33	
		小计	0.17	1.35	0.01	0.04		1.57	
		龙头湾5号沟尾矿库 工程	1.35	0.66			1.18	3.19	含拦洪 坝占地
		运输道路	0.68	0.29				0.97	
		公辅设施	0.03	0.23				0.26	
		小计	2.23	2.53	0.01	0.04	1.18	5.99	
		尾矿库施工临时占 地	0.08	0.24				0.32	
		运输道路施工临时 占地	0.03	0.07				0.1	
		小计	0.11	0.31				0.42	
小计			2.34	2.84	0.01	0.04	1.18	6.41	
直接影 响区	选矿厂工程影响区								
	龙头湾5号沟尾矿库 工程影响区								
	运输道路影响区								
	公辅设施影响区								
	小计								
合计			2.34	2.84	0.01	0.04	1.18	6.41	

3.1.2 建设期扰动土地面积

由于我单位进场监测时,工程基本已全部完工,无法通过实地监测获取项目建设期扰动土地面积的动态变化。我单位根据查阅施工资料、竣工决算资料和主体监测资料,通过估算分析得出建设期扰动土地面积动态变化。

根据工程建设进度、各分区扰动土地情况详见表 3.1-5。

表 3.1-5 各防治分区年度扰动土地情况表

防治分区	扰动土地面积 hm^2				
	2012年	2013年	2014年	2015年	小计
选矿厂工程	0.94	0.63			1.57
龙头湾5号沟尾矿库工程		1.28	1.60	0.32	3.19
运输道路工程区	0.58	0.29	0.10		0.97
公辅设施工程区	0.21	0.05			0.26
尾矿库施工临时占地区		0.16	0.13	0.03	0.32
运输道路施工临时占地区	0.10				0.10

3.2 取料监测结果

3.2.1 取料设计情况

根据批复的水土保持方案，方案共设计三处取料场地，在初期坝坝址北侧选了两处山包，在泄洪坝坝址南东侧选了一处山包，作为筑坝材料的取料场。其中①号取料场平面积约 2200m^2 ，采深 $1700\sim 1744\text{m}$ ，预计可采石料约 3.5万 m^3 ；②号取料场平面积 4000m^2 ，采深 $1650\sim 1678\text{m}$ ，预可采石料约 4.5万 m^3 。此两处石料可满足修筑初期坝~最终坝之需。③号取料场平面积 350m^2 ，采深 $1684\sim 1704\text{m}$ ，预可采石料 2500m^3 ，基本可满足修筑拦洪坝之需。取料场位于尾矿库库内，取料形成的扰动破坏面最终被堆放尾矿覆盖。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

根据我单位人员对现场实际勘察以及施工过程中监理资料查阅，实际选用取料场严格按照方案设计进行采料，其中①号取料场面积约 2200m^2 ，采深 $1700\sim 1744\text{m}$ ，②号取料场面积约 4000m^2 ，③号取料场面积约 380m^2 ；实际取料场面积与方案设计基本保持一致。

3.2.3 取料对比分析

通过对现场实际勘察以及施工过程中资料查阅，施工中实际采取的取料场位置及取料量也基本与方案设计保持一致，目前取料场位置已经被堆放的尾矿所遮盖，目前只有拦渣坝北侧位置可见前期开采取料痕迹，在取料过程中以及后期尾矿堆放过程中均为发生较大水土流失问题，不存在水土流失隐患，满足水土保持要求。

3.3 弃渣场监测结果

3.3.1 设计弃渣场情况

根据批复的水土保持方案，本项目建设期共产生挖方 14.64 万 m³（如无特殊说明，本方案土石方均指自然方），填方 10.07 万 m³，利用方 7.90 万 m³（含 0.98 万 m³表土），外借土石方 3.99 万 m³（来自采矿工程建设过程中产生的废石），弃方 0.66 万 m³（折合松方 0.79 万 m³）。运行期产生的尾矿为 16.56 万 m³。建设期年及生产期共产生弃方 17.35 万 m³，全部运往龙头湾 5 号沟尾矿库堆放。

批复的水保报告中的尾矿库特性表详见表 3.2-1。

表 3.2-1 批复报告中的尾矿库特性表

渣场名称	位置	有效库容 (万m ³)	实际堆渣 量(万 m ³)	最大坝 高(m)	堆渣高程m	占地面积 (hm ²)	占地类 型	等级
龙头湾5号 沟尾矿库	磷选厂西侧 约500m处的沟 谷内	28.19	17.35	56	1660~1704	3.33	林地、草 地	四等库

3.3.2 弃渣场位置、占地面积监测结果

根据查阅施工资料和主体监理资料，工程实际建设过程中在建设期土石方开挖主要集中在场地整治及基础建设开挖。工程建设期间实际开挖土石方总量约 15.23 万 m³，土石方填筑量为 11.05 万 m³，借方 3.66 万 m³，余土量为 0.78 万 m³，建设期弃方全部堆放在尾矿库内；项目于 2015 年 5 月开始试运行，期间又由于多种原因导致了生产期间出现了断断续续的停产，设计每年产生尾矿量为 6.0 × 10⁴t（合 4.14 × 10⁴m³），由于停产原因就导致截止目前产生尾矿量未达到设计年限标准；截止 2019 年 5 月，根据业主提供资料以及现场勘察，目前实际产生尾矿量在 1.19 万 m³。

表 3.2-2 实际建设中的尾矿库特性表

渣场名称	位置	有效库容 (万m ³)	实际堆渣 量(万 m ³)	最大坝 高(m)	堆渣高程m	占地面积 (hm ²)	占地类 型	等级
龙头湾5号 沟尾矿库	磷选厂西侧 约500m处的沟 谷内	2.41	1.98	26	1646~1670	3.19	林地、草 地	四等库

3.3.3 弃渣量监测结果

根据查阅施工资料，本工程建设期间实际开挖土石方总量约 14.93 万 m³，土石

方填筑量为 17.80 万 m³；借方 3.66 万 m³；余土量为 0.79 万 m³，建设期弃方全部堆放在尾矿库内；项目于 2015 年 5 月开始试运行，期间又由于多种原因导致了生产期间出现了断断续续的停产，设计每年产生尾矿量为 $6.0 \times 10^4 \text{t}$ （合 $4.14 \times 10^4 \text{m}^3$ ），由于停产原因就导致截止目前产生尾矿量未达到设计年限标准；截止 2019 年 5 月，根据业主提供资料以及现场勘察，目前实际产生尾矿量在 1.19 万 m³，全部堆放尾矿库内。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据现场调查以及施工过程资料查阅情况，项目建设期实际产生余方 0.79 万 m³，建设期余方全部堆放在尾矿库内，目前已经被排放的尾矿所覆盖，整个堆放过程安全稳定，不存在水土流失隐患，堆放过程中也未发生较大水土流失问题。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

4.1.1.1 主体工程设计具有水土保持功能的工程措施

根据批复的水土保持方案报告书，主体工程设计中采取的部分工程在主观上是为主体工程服务的，但在客观上具有一定程度的水土保持功效，因此将其纳入本水土保持防治体系，主要措施如下：

(1)选矿厂工程区

为防止地表径流对项目区建筑物和内部道路冲刷产生破坏，有效防治水土流失。选矿厂工程区在建筑物单元周边修建有截水沟，靠近山体边坡一侧修建有浆砌石挡墙，在厂区内的空白区域采取了绿化措施，实际绿化面积也比原方案设计有所增加。

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

在初期坝坝前尾矿库库底埋设排渗盲沟，排渗盲沟深 1.5m，宽 2.0m，总长 100m，沟内土工布包裹卵石，外用粗砂做保护层及反滤层。在初期坝下游坡脚底部设置截渗墙，截渗墙深入微风化基岩 0.5m，采用 C25 混凝土结构。初期坝下游面与岸坡联结处修筑截洪沟，与堆积坝体两岸截洪沟连接，将岸坡及坝面汇水排向下游。截洪沟净断面尺寸为顶宽 0.7m，底宽 0.5m，深 0.5m 的半倒梯形，采用混凝土砌筑。排水涵管及斜槽均为城门洞型，钢筋混凝土结构，断面尺寸： $B \times H=1.5 \times 1.8m$ ，排水斜槽长 232.05m，坡比 17.5%；排水涵管总长 168.05m，其中坡比 17.5%的涵管长 72.27m，坡比 8.5%的涵管长 53.63m，坡比 20.0%的涵管长 42.15m。涵管下游连接明渠明渠长 6.5m，明渠连接消力池。

拦洪坝为浆砌石重力坝，坝顶标高 1734.0m，最大坝高 8.0m，坝顶宽 1.0m，坝顶长 123.98m，内坡坡比 1:0.2，外坡坡比 1:0.7。

(3)具有水土保持功能的措施工程量及投资

通过以上对主体工程设计中具有水土保持功能工程措施的分析，主体工程为保证建筑物施工安全及场地稳定，对工程区域采取了挡墙、排水沟、护坡等工程措施；设计中各措施在保证施工和场地安全稳定的同时，发挥了良好的水土保持功能，其

中工程设计中具有良好水土保持功能的措施工程量见表 4.1-1。

表 4.1-1 主体设计具有水土保持功能的工程措施统计表

序号	分项名称	单位	方案设计		
			工程量	单价(元)	合计(万元)
第一部分：工程措施					263.68
一	选矿厂工程区				131.00
1	挡墙	m	200	6500	130.00
2	截水沟	m	187.2	53.4188	1.00
二	龙头湾5号沟尾矿库工程区				132.68
1	土工布块石盲沟	m	100	25	0.25
2	干砌块石护坡	hm ²	1.16	149569	17.35
3	现浇排水涵管	m	168.05	2713.48	45.60
4	现浇排水斜槽	m	232.05	2922.65	67.82
5	坝肩截水沟	m	310.94	53.39	1.66
第二部分：植物措施					0.40
一	选矿厂工程区				0.40
1	厂区绿化	hm ²	0.2	20000	0.40
主体设计投资合计					264.08

4.1.1.2 批复方案新增工程措施

(1)选矿厂工程区

根据批复方案设计情况，方案设计在施工前进行表土剥离，堆放在设置的临时表土堆场内，用作后期的绿化覆土使用，方案设计在施工前剥离表土 0.23 万 m³，全部用于后期绿化覆土使用；方案中补充设计了矿厂区内的沉沙措施，能够有效的将主体设计排水沟中携带的泥沙进行沉淀后再排放，有利于水土保持，根据原方案设计情况，综合考虑场地地形条件，共布置沉砂池 4 座。

表 4.1-2 选矿厂工程区批复方案设计工程措施

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
选矿厂工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.23
		覆土	万m ³	0.23
		沉砂池	座	4

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

根据批复的水土保持方案，方案中新增工程措施主要是表土剥离以及覆土，综合考虑尾矿库方案服务期结束后绿化恢复措施，方案设计在施工前对占地范围内存

在剥离条件的表土按照按需剥离的条件进行剥离，经统计，方案设计剥离表土 0.75 万 m³，后期绿化覆土量 0.75 万 m³。

表 4.1-3 龙头湾 5 号沟尾矿库工程区批复方案设计工程措施

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
龙头湾5号沟尾矿库工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.75
		覆土	万m ³	0.75

(3)运输道路工程区

根据批复的水土保持方案，运输道路工程区方案新增工程措施主要是浆砌石排水沟以及沉砂池。

表 4.1-4 运输道路工程区批复方案设计工程措施

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
运输道路工程区	工程措施	浆砌石排水沟	m ³	770
		土方开挖	m ³	1027
		沉砂池	座	4

(4)尾矿库施工临时占地区

根据批复的水土保持方案，尾矿库施工临时占地区设计工程措施主要是场地恢复前的土地整治措施。

表 4.1-5 尾矿库施工临时占地区批复方案设计工程措施

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
尾矿库施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.50

(5)运输道路施工临时占地区

根据批复的水土保持方案，运输道路施工临时占地区设计工程措施主要是场地恢复前的土地整治措施。

表 4.1-6 运输道路施工临时占地区批复方案设计工程措施

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
尾矿库施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.20

4.1.2 工程措施实施情况及监测结果

4.1.2.1 主体工程设计工程措施实施情况及监测结果

(1)选矿厂工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，选矿厂工程区主体设计实施的水土保持专项措施主要为厂区绿化、挡墙及截水沟。

选矿厂工程区实际完成挡墙 245m，截水沟 206m，实施情况详见表 4.1-7。

表 4.1-7 选矿厂工程区主体设计水土保持措施完成量统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
选矿厂工程区	工程措施	挡墙	m	245	2012.4~2012.10
		截水沟	m	206	2012.4~2012.10

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

通过现场查勘及收集的水土保持监测、设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，龙头湾 5 号沟尾矿库工程区主体设计实施的水土保持专项措施主要为土工布块石盲沟、干砌块石护坡、现浇排水涵管、现浇排水斜槽、坝肩截水沟。

龙头湾 5 号沟尾矿库工程区实际完成土工布块石盲沟 110m、干砌块石护坡 1.17hm²、现浇排水涵管 185m、现浇排水斜槽 254.6m、坝肩截水沟 345m，实施情况详见表 4.1-8。

表 4.1-8 龙头湾 5 号沟尾矿库工程区主体设计水土保持措施完成量统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
龙头湾5号沟尾矿库工程区	工程措施	土工布块石盲沟	m	110	2013.4~2013.9
		干砌块石护坡	hm ²	1.17	2013.4~2013.9
		现浇排水涵管	m	185	2013.5~2013.11
		现浇排水斜槽	m	254.6	2013.4~2013.12
		坝肩截水沟	m	345	2013.10~2013.12

4.1.2.2 方案新增水土保持工程措施完成情况

(1)选矿厂工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，选矿厂工程区实际实施的方案新增水土保持工程措施为沉砂池 2 座、表土剥离 0.30 万 m³、覆土 0.30 万 m³。

表 4.1-9 选矿厂工程区方案新增工程措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
选矿厂工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.30	2012年4月~2013年9月
		覆土	万 m ³	0.30	
		沉砂池	座	2	

(2) 龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，龙头湾 5 号沟尾矿库工程区实际实施的方案新增水土保持工程措施主为表土剥离 0.75 万 m³、覆土 0.50 万 m³。

表 4.1-10 龙头湾 5 号沟尾矿库工程区方案新增工程措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
龙头湾5号沟尾矿库工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.75	2013年4月~2013年7月
		覆土	万 m ³	0.50	

(3) 运输道路工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，运输道路工程区实际实施的方案新增水土保持工程措施主为排水沟 1383m（浆砌石 665m³，土方开挖 887m³），沉砂池 3 座。

表 4.1-10 运输道路工程区方案新增工程措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
运输道路工程区	工程措施	浆砌石排水沟	m ³	665	2012年4月~2012年6月
		土方开挖	m ³	887	
		沉砂池	座	3	

(4) 尾矿库施工临时占地区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，尾矿库施工临时占地区实际实施的方案新增水土保持工程措施主为土地整治 0.32hm²。

表 4.1-11 尾矿库施工临时占地区方案新增工程措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
尾矿库施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.32	2014年9月~2014年10月

(5) 运输道路施工临时占地区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，运输道路施工临时占地区实际实施的方案新增水土保持工程措施主为土地整治 0.10hm²。

表 4.1-12 运输道路施工临时占地区方案新增工程措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
尾矿库施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.10	2014年9月~2014年10月

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

4.2.1.1 主体设计具有水土保持功能的植物措施设计情况

(1)选矿厂工程区

根据批复的水土保持方案，主体设计在主要建筑物周边以及办公生活场地边侧采取绿化措施，主体设计绿化面积为 0.20hm²。

表 4.2-1 主体设计植物措施情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
选矿厂工程区	植物措施	厂区绿化	hm ²	0.20

4.2.1.2 批复方案新增植物措施

(1)选矿厂工程区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，选矿厂工程区批复方案新增植物措施为栽植乔木 963 株，种草 0.77hm²，苗木抚育 0.77hm²。

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，龙头湾 5 号沟尾矿库工程区批复方案新增植物措施为火棘 3311 株，马桑 3311 株，种草 1.49hm²。

(3)运输道路工程区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，运输道路工程区批复方案新增植物措施为桉木 533 株，种草 0.16hm²。

(4)公辅设施占地区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，公辅设施占地区批复方案新增植物措施为马桑 178 株，种草 0.04hm²。

(5)尾矿库施工临时占地区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，尾矿库施工临时占地区批复方案新增植物措施为马桑 1110 株，桉木 625 株，种草 0.50hm²。

(6)运输道路施工临时占地区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，运输道路施工临时占地区批复方案新增植物措施为马桑 444 株，桉木 250 株，种草 0.20hm²。

表 4.2-2 批复方案新增植物措施情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
选矿厂工程区	植物措施	乔木	株	963
		种草	hm ²	0.77
		抚育（第一年）	hm ²	0.77
		抚育（第二年）	hm ²	0.77
龙头湾5号沟尾矿库工程区	植物措施	乔木	株	3311
		灌木	株	3311
		种草	hm ²	1.49
		抚育（第一年）	hm ²	1.49
		抚育（第二年）	hm ²	1.49
运输道路工程区	植物措施	乔木	株	533
		种草	hm ²	0.16
公辅设施占地区	植物措施	马桑	株	178
		种草	hm ²	0.04
尾矿库施工临时占地区	植物措施	马桑	株	1110
		桉木	株	625
		种草	hm ²	0.50
运输道路施工临时占地区	植物措施	马桑	株	444
		桉木	株	250
		种草	hm ²	0.20

4.2.2 植物措施实施情况及监测结果

4.2.2.1 主体设计植物措施实施情况及监测结果

(1)选矿厂工程区

经查阅主体设计资料及现场勘查，主体设计在主要建筑物周边以及办公生活场地边侧采取绿化措施，主体设计绿化面积为 0.22hm²。

表 4.2-3 主体设计植物措施实际实施情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
选矿厂工程区	植物措施	厂区绿化	hm ²	0.22	2013.8~2013.10

4.2.2.2 方案新增植物措施实施情况及监测结果

(1)选矿厂工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，选矿厂工程区实际实施方案新增植物措施为栽植乔木 318 株，种草 0.60hm²，苗木抚育 0.60hm²。

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，龙头湾 5 号沟尾矿库工程区实际实施方案新增植物措施为种草 1.06hm²。

(3)运输道路工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，运输道路工程区实际实施方案新增植物措施为桉木 460 株，种草 0.13hm²。

(4)公辅设施占地区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，公辅设施占地区实际实施方案新增植物措施为马桑 161 株，种草 0.03hm²。

(5)尾矿库施工临时占地区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，尾矿库施工临时占地区实际实施方案新增植物措施为马桑 360 株，种草 0.32hm²。

(6)运输道路施工临时占地区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，运输道路施工临时占地区实际实施方案新增植物措施为马桑 222 株，桉木 120 株，种草 0.10hm²。

表 4.2-4 批复方案新增植物措施实际完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计	实际完成	变化情况	实施时间
选矿厂工程区	植物措施	乔木	株	963	318	-645	2013年8月 ~2013年9月
		种草	hm ²	0.77	0.60	-0.17	
		抚育(第一年)	hm ²	0.77	0.60	-0.17	
		抚育(第二年)	hm ²	0.77	0.60	-0.17	
龙头湾5号沟尾矿库工程区	植物措施	乔木	株	3311	0	-3311	2013年10月 ~2013年12月
		灌木	株	3311	0	-3311	
		种草	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
		抚育(第一年)	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
		抚育(第二年)	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
运输道路工程区	植物措施	乔木	株	533	460	-73	2012年8月 ~2012年9月
		种草	hm ²	0.16	0.13	-0.03	
公辅设施占地区	植物措施	马桑	株	178	161	-17	2013年4月 ~2013年5月
		种草	hm ²	0.04	0.03	-0.01	
尾矿库施工临时占地区	植物措施	马桑	株	1110	560	-750	
		桉木	株	625	0	-625	
		种草	hm ²	0.50	0.32	-0.18	
运输道路施工临时占地区	植物措施	马桑	株	444	222	-222	
		桉木	株	250	120	-130	
		种草	hm ²	0.20	0.10	-0.10	

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

(1)选矿厂工程区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，方案设计临时措施主要有临时排水沟 300m，土工布 1200m²，土袋 220m³。

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，为了减少施工过程中扰动土地产生的水土流失，方案新增了临时土袋挡墙以及施工过程中临时遮盖措施。

(3)运输道路工程区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，方案设计临时措施主要是临时土袋挡护以及土工布遮盖。

(4)公辅设施占地区

根据凉山州水务局批复的水土保持方案报告书，公辅设施占地区方案新增临时措施主要是土工布防冲。

表 4.3-1 批复方案临时措施设计情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计
选矿厂工程区	临时措施	临时排水沟	m	300
		土工布	m ²	1200
		编制袋装土	m ³	220
		土袋拆除	m ³	220
龙头湾5号沟尾矿库工程区	临时措施	土工布	m ²	4000
		编制袋装土	m ³	130
		土袋拆除	m ³	130
运输道路工程区	工程措施	浆砌石排水沟	m ³	770
		土方开挖	m ³	1027
		沉砂池	座	4
运输道路工程区	临时措施	土工布	m ²	1000
		编制袋装土	m ³	50
		土袋拆除	m ³	50
公辅设施占地区	临时措施	土工布	m ²	500

4.3.2 临时措施实施情况及监测结果

(1)选矿厂工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，选矿厂工程区实际实施方案新临时物措施为临时排水沟 330m，土工布 1320m²，土袋 242m³。

(2)龙头湾 5 号沟尾矿库工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，龙头湾 5 号沟尾矿库工程区实际实施方案新增临时措施为编织袋装土 143m³，土袋拆除 143m³，土工布 4400m²。

(3)运输道路工程区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，运输道路工程区实际实施方案新增临时措施为编织袋装土 45m³，土袋拆除 45m³，土工布 900m²。

(4)公辅设施占地区

通过现场查勘及收集的设计、施工、计量支付审计、竣工图等资料分析，公辅

设施占地区实际实施方案新增临时措施为土工布 580m²。

表 4.3-2 水土保持临时措施实际实施情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
选矿厂工程区	临时措施	临时排水沟	m	330	2012年4月~2012年6月
		土工布	m ²	1320	
		编制袋装土	m ³	242	
		土袋拆除	m ³	242	
龙头湾5号沟尾矿库工程区	临时措施	土工布	m ²	4400	2013年4月~2013年10月
		编制袋装土	m ³	143	
		土袋拆除	m ³	143	
运输道路工程区	临时措施	土工布	m ²	900	2012年4月~2012年5月
		编制袋装土	m ³	45	
		土袋拆除	m ³	45	
公辅设施占地区	临时措施	土工布	m ²	580	2012年11月~2013年2月

4.4 水土保持措施防治效果

经查阅设计、施工档案、主体工程监理相关资料，并结合实地调查，认为本工程水土流失防治措施总体布局维持了原方案设计体系框架。工程实施阶段水土流失防治区共设选矿厂工程区、龙头湾5号沟尾矿库工程区、运输道路工程区、公辅设施占地区、尾矿库施工临时占地区、运输道路施工临时占地区等6个防治分区。针对分区水土流失防治的需要，采取工程措施、植物措施和临时措施相结合的方式防治水土流失，工程措施主要包括浆砌石挡墙、浆砌石排水沟、表土剥离、表土回覆、土地整治等，植物措施为栽植乔木、栽植灌木、撒播草籽；临时措施包括编织袋拦挡、临时排水沟、临时沉砂池、土工布等。

根据监测成果，监测期间各项目水土保持措施运行情况良好，项目建设区扰动土地面积 5.61hm²，扰动土地整治面积 5.52hm²，其中水土保持措施面积 2.63hm²，永久建筑物及硬化占地面积 2.89hm²。扰动土地整治率 98.40%，水土流失总治理度 97.86%，土壤流失控制比 1.25，拦渣率 99.99%，林草植被恢复率 65.77%，林草覆盖率 30.58%，除均林草植被恢复率外达到并超过批复水土保持方案确定的防治目标值。

表 4.4-1 水土保持措施监测表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	实际完成	实施时间
主体设计					
选矿厂工程区	工程措施	挡墙	m	245	2012.4~2012.10
		截水沟	m	206	2012.4~2012.10
	植物措施	厂区绿化	hm ²	0.22	2013.8~2013.10
龙头湾5号沟尾矿库工程区	工程措施	土工布块石盲沟	m	110	2013.4~2013.9
		干砌块石护坡	hm ²	1.17	2013.4~2013.9
		现浇排水涵管	m	185	2013.5~2013.11
		现浇排水斜槽	m	254.6	2013.4~2013.12
		坝肩截水沟	m	345	2013.10~2013.12
方案新增					
选矿厂工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.30	2012年4月~2013年9月
		覆土	万m ³	0.30	
		沉砂池	座	2	
	植物措施	乔木	株	318	2013年8月~2013年9月
		种草	hm ²	0.60	
		抚育(第一年)	hm ²	0.60	
		抚育(第二年)	hm ²	0.60	
	临时措施	临时排水沟	m	330	2012年4月~2012年6月
		土工布	m ²	1320	
		编制袋装土	m ³	242	
		土袋拆除	m ³	242	
龙头湾5号沟尾矿库工程区	工程措施	表土剥离	万m ³	0.75	2013年4月~2013年7月
		覆土	万m ³	0.5	
	植物措施	乔木	株	0	2013年10月~2013年12月
		灌木	株	0	
		种草	hm ²	1.06	
		抚育(第一年)	hm ²	1.06	
	抚育(第二年)	hm ²	1.06		
	临时措施	土工布	m ²	4400	2013年4月~2013年10月
		编制袋装土	m ³	143	
		土袋拆除	m ³	143	
运输道路工程区	工程措施	浆砌石排水沟	m ³	665	2012年4月~2012年6月
		土方开挖	m ³	887	
		沉砂池	座	3	
	植物措施	乔木	株	460	2012年8月~2012年9月
		种草	hm ²	0.13	
	临时措施	土工布	m ²	900	2012年4月~2012年5月

		编制袋装土	m ³	45	月
		土袋拆除	m ³	45	
公辅设施占地区	植物措施	马桑	株	161	2013年4月~2013年5月
		种草	hm ²	0.03	
	临时措施	土工布	m ²	580	2012年11月~2013年2月
尾矿库施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.32	2014年9月~2014年10月
	植物措施	马桑	株	560	
		桉木	株	0	
		种草	hm ²	0.32	
运输道路施工临时占地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.10	2014年9月~2014年10月
	植物措施	马桑	株	222	
		桉木	株	120	
		种草	hm ²	0.10	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 施工期水土流失面积

本工程施工准备期较短，施工准备期纳入施工期一并计算。由于开展水土保持监测时工程已基本完工，我单位通过查阅施工资料、主体监测资料和竣工决算资料，了解施工进度，根据施工进度估算水土流失面积。经分析，施工期各年度水土流失面积如下表。

表 5.1-1 施工期水土流失面积统计表

防治分区	水土流失面积hm ²				
	2012年	2013年	2014年	2015年	小计
选矿厂工程	0.94	0.63			1.57
龙头湾5号沟尾矿库工程		1.28	1.60	0.32	3.19
运输道路工程区	0.58	0.29	0.10		0.97
公辅设施工程区	0.21	0.05			0.26
尾矿库施工临时占地区		0.16	0.13	0.03	0.32
运输道路施工临时占地区	0.10				0.10
合计	1.83	2.41	1.83	0.35	6.41

5.1.2 自然恢复期水土流失面积

根据本工程植物措施实施进度，本工程自然恢复期水土流失面积统计见下表。

表 5.1-2 自然恢复期水土流失统计表

防治分区	水土流失面积 (hm ²)	备注
选矿厂工程	0.60	
龙头湾5号沟尾矿库工程	1.46	
运输道路工程区	/	
公辅设施工程区	/	
尾矿库施工临时占地区	0.32	
运输道路施工临时占地区	0.10	
合计	2.48	

5.2 土壤流失量

由于水土保持监测开展时施工已结束，施工阶段的土壤侵蚀模数无法通过监测取得，我公司根据同地区已开展水土保持监测工作的项目对比取本工程施工期土壤侵蚀模数。根据监测小组进场后推算至本次委托要求水保监测时段工作结束，可计算得出本工程总体以及各分区在不同时期的水土流失量，并与当地背景值情况下估测的水土流失量相比较。根据监测结果分析得出本工程建设造成水土流失总量为 437.68t。选矿厂工程工程区以及龙头湾 5 号沟尾矿库工程区为本工程主要的水土流失源地，选矿厂工程工程区流失量为 99.2t，占流失总量的 22.67%；龙头湾 5 号沟尾矿库工程区流失量为 287.1t，占流失总量的 65.50%；其他区水土流失详见下表。

表 5.2-1 各阶段水土流失详情

时段	防治分区	流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² a)	流失量 (t)
建设期	选矿厂工程	1.57	4000	99.22
	龙头湾5号沟尾矿库工程	3.19	4500	287.10
	运输道路工程区	0.97	4200	20.37
	公辅设施工程区	0.26	4000	5.20
	尾矿库施工临时占地区	0.32	4600	7.36
	运输道路施工临时占地区	0.10	4600	2.30
	小计	6.41		421.55
自然恢复期	选矿厂工程	0.60	400	2.40
	龙头湾5号沟尾矿库工程	1.46	800	11.68
	尾矿库施工临时占地区	0.31	500	1.55
	运输道路施工临时占地区	0.10	500	0.50
	小计	2.47		16.13
整个监测期		6.41		437.68

- 注：1、平均侵蚀模数、水土流失量都以水土保持监测面积为基准面；
 2、统计年份：2012 年 4 月~2019 年 3 月（通过查阅资料所得）；
 3、统计年份：2019 年 4 月~2019 年 5 月（植被恢复期）；
 4、直接影响区未做土壤流失量的监测。

5.3 弃渣场潜在土壤流失量

根据建设提供资料，本工程实际建设过程中对渣场做了相关水土保持措施，施工单位严格按照“先拦后弃”的原则，于 2013 年 4 月~2014 年 1 月修建了尾矿库大坝，大大的降低了尾矿库区的水土流失；在土石方堆放完毕后就采取了相应植物措施进行绿化恢复，目前整体恢复情况较好，基本与原自然地貌相融合，其潜在流失量基本没有发生，故本次监测不计算弃渣场潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

经巡查监测和走访调查，项目在植被恢复期间，没有因人为因素而造成对主体工程、人员、交通、村庄、河流、耕地等有较大负面影响的水土流失危害（如滑坡、泥石流、大面积崩塌、堵塞河流、冲毁交通路线和村庄耕地等），经落实各项水土保持措施后，水土流失得到有效的控制，项目建设未发生较大的水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目在施工过程中产生了大量的地表扰动，造成了一定的水土流失，但建设单位在施工过程中采取了水土保持措施，使水土流失得到了有效地控制。

工程项目建设区实际面积为 6.41hm²，工程实际扰动土地面积为 5.61hm²。

根据监测结果显示，项目建设期扰动土地面积 5.61hm²，截止最后一次现场调查数据显示项目建设区通过建筑物占压、地面硬化、采取拦挡措施、对扰动地表平整绿化等措施的实施面积达 5.52hm²，扰动土地整治率为 98.40%，达到方案确定的大于 95%防治目标。计算过程见表 6.1-1。

表 6.1-1 扰动土地整治率计算表

防治分区	扰动地表面积(hm ²)	整治面积			扰动土地整治率(%)
		水土保持设施防治面积(hm ²)	永久建筑物占压面积(hm ²)	合计	
选矿厂工程	1.57	0.61	0.96	1.57	100
龙头湾5号沟尾矿库工程	2.39	1.58	0.72	2.3	96.23
运输道路	0.97		0.97	0.97	100
公辅设施	0.26	0.02	0.24	0.26	100
尾矿库施工临时占地	0.32	0.32		0.32	100
运输道路施工临时占地	0.1	0.1		0.1	100
合计	5.61			5.52	98.40

6.2 水土流失总治理度

根据监测结果显示，工程实际扰动土地面积 5.61hm²，水土流失面积 5.61hm²。通过绿化、拦挡、截排水等各类措施治理后截止 2019 年 5 月（以监测期末为准）土壤侵蚀模数达到防治标准的区域面积共计 5.49hm²，水土流失总治理度为 97.87%，达到并超过方案设定 97%的目标要求。计算过程见表 6.2-2。

表 6.2-2 水土流失总治理度计算表

防治分区	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失总治理度 (%)	备注
选矿厂工程	1.57	1.56	99.36	
龙头湾5号沟尾矿库工程	2.39	2.28	95.40	
运输道路	0.97	0.97	100.00	
公辅设施	0.26	0.26	100.00	
尾矿库施工临时占地	0.32	0.32	100.00	
运输道路施工临时占地	0.1	0.1	100.00	
合计	5.61	5.49	97.86	

注：1、水土流失总面积为工程建设过程中造成的水土流失总面积；

2、水土流失治理达标面积是指对水土流失区域采取水土保持措施，并使土壤流失量达到容许土壤流失量或以下的面积，以及建立良好排水系统，并不对周边产生冲刷的地面硬化面积和永久建筑物占用地面积。

6.3 土壤流失控制比

根据工程各防治分区的治理情况，水土保持措施全部实施后，工程总体水土流失得到有效控制。项目区容许土壤流失量为 500t/km²a，根据施工过程控制资料、竣工结算资料、监理记录资料、影像资料及现场调查：通过水土流失治理，本工程总体平均土壤侵蚀模数值为 400t/km²a，土壤流失控制比为 1.25，达设计的 0.7 目标值，详见表 6.3-1。

表 6.3-1 土壤流失控制比统计表

防治分区	项目区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	容许土壤流失量 t/km ² .a	采取措施后侵蚀模数 t/km ² .a	土壤流失控制比
选矿厂工程	1.57	1.57	500	380	1.32
龙头湾5号沟尾矿库工程	3.19	2.39		430	1.16
运输道路	0.97	0.97		390	1.28
公辅设施	0.26	0.26		400	1.25
尾矿库施工临时占地	0.32	0.32		420	1.19
运输道路施工临时占地	0.1	0.1		380	1.32
合计	6.41	5.61	500	400	1.25

6.4 拦渣率

根据业主提供相关资料和现场查看，本工程建设期间实际开挖土石方总量约 14.93 万 m³，土石方填筑量为 17.80 万 m³，借方 3.66 万 m³，余土量为 0.79 万 m³，

建设期弃方全部堆放在尾矿库内；项目于 2015 年 5 月开始试运行，期间又由于多种原因导致了生产期间出现了断断续续的停产，设计每年产生尾矿量为 $6.0 \times 10^4 \text{t}$ （合 $4.14 \times 10^4 \text{m}^3$ ），由于停产原因就导致截止目前产生尾矿量未达到设计年限标准；截止 2019 年 5 月，根据业主提供资料以及现场勘察，目前实际产生尾矿量在 1.19 万 m^3 ，全部堆放尾矿库内。

表 6.4-1 拦渣率一览表

弃渣堆放总量 (万 m^3)	拦渣量 (万 m^3)	拦渣率 (%)	备注
1.98	1.98	99.99	

6.5 林草植被恢复率

工程项目建设区扣除建筑物占地、硬化区域等其他非可绿化区域后，可绿化面积为 2.98hm^2 ；截止到最后一次调查时为止，已实现林草植被恢复面积 1.96hm^2 ；林草植被恢复率为 65.77%。

表 6.5-1 林草植被恢复率计算表

防治分区	项目区面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	恢复林草植被面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)
选矿厂工程	1.57	0.61	0.61	100.00
龙头湾5号沟尾矿库工程	3.19	1.83	0.81	44.26
运输道路	0.97	0	0	0.00
公辅设施	0.26	0.12	0.12	100.00
尾矿库施工临时占地	0.32	0.32	0.32	100.00
运输道路施工临时占地	0.1	0.1	0.1	100.00
合计	6.41	2.98	1.96	65.77

注：1、表中数据以最后一次调查数据为基准进行计算。

2、由于生产中有长时间的停工，导致尾矿排放量没有达到设计标准，实际采取的措施工程量也有所减少，导致实际绿化面积没有达到设计年标准，但是目前实施的措施相对完善，水土保持功能没有降低，满足水土保持要求。

3、林草面积是指开发建设项目的项目建设区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。其中森林的郁闭度应达到 0.2 以上（不含 0.2）；灌木林和草地的覆盖率应达到 0.4 以上（不含 0.4）。零星植树可根据不同树种的造林密度折合为面积。

6.6 林草覆盖率

本项目建设区建设期扰动总面积为 5.61hm^2 ；目前植被恢复效果较好，截止验收前，项目建设区内的绿化总面积达到 1.96hm^2 ；由此计算出项目林草覆盖率为 30.58%。

表 6.6-1 林草植被覆盖度

防治分区	项目区面积 (hm^2)	可恢复林草植被 面积 (hm^2)	恢复林草植被面积 (hm^2)	林草植被覆盖率 (%)
选矿厂工程	1.57	0.61	0.61	38.85
龙头湾5号沟尾矿库工程	3.19	1.83	0.81	25.39
运输道路	0.97	0	0	0.00
公辅设施	0.26	0.12	0.12	46.15
尾矿库施工临时占地	0.32	0.32	0.32	100.00
运输道路施工临时占地	0.1	0.1	0.1	100.00
合计	6.41	2.98	1.96	30.58

7 结论

7.1 水土流失动态变化

按照《开发建设项目水土流失防治标准》（GB 50434-2008）中有关水土流失防治标准划分的规定，雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目水土流失防治标准应执行一级防治标准，根据批复的水土保持方案，工程水土流失防治目标为：扰动土地治理率 97%，水土流失总治理度 94%，土壤流失控制比 0.1，拦渣率 98%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 28%。

根据现场调查，工程在建设过程中，施工活动扰动原地貌和地表植被，实际造成水土流失面积 5.61hm²，对应产生了一定的新增水土流失，主要表现为面蚀，主体工程区是本工程建设过程中的重点水土流失区域。

根据现场调查，水土保持工程防治措施实施情况由监理单位监督实施，水土保持工程防治措施根据主体工程进度情况实施，监测小组进场后，通过巡查和调查的方法，对水土保持工程防治措施水土保持防治效果进行了监测及其工程量进行了核查。根据建设过程控制资料和现场监测情况，已实施的各项水土保持植物措施，在施工过程中发挥了应有的水土保持效果，工程建设过程中未发生水土保持工程防治措施不完善带来的水土流失灾害情况。

建设单位加强管理，注重水土保持工作，施工过程中随着各项水保措施的逐步实施，逐渐形成了以工程措施为主，植物措施为辅的水土流失防治措施体系，水土流失隐患得到了有效控制，水土流失危害得到有效避免。

施工结束后，已实施的水土保持工程防护措施保存完好、运行正常，水土保持植物措施效果逐渐显著，水土保持综合防治体系得到完善，工程总体新增水土流失量明显降低，工程区内土壤侵蚀强度进一步降低，目前多数区域的水土流失强度在微度，达到了当地土壤侵蚀模数容许值，满足国家水土流失防治标准和水土保持方案报告书设计目标。根据监测及统计成果，截止目前本工程扰动土地整治率达到 98.40%，水土流失治理度达到 97.86%，土壤流失控制比达到 1.25，拦渣率达到 99.99%，林草植被恢复率 65.77%，林草覆盖率达到 30.58%，除林草植被恢复率外各项指标均能达到并超过原水保方案设计的水土流失防治目标。

通过对项目区村民、政府、施工单位及建设单位的调查，证实在工程施工过程中未发生水土流失事故，工程建设过程中的水土流失投诉为零，工程建设中总体的水土流失危害较小，基本达到了防治水土流失的目的和效果。

表 7.1-1 工程水土流失防治目标完成情况表

序号	防治指标类型	批复方案水土流失防治目标值	实际达到	达标情况
1	扰动土地整治率(%)	97	98.40	达标
2	水土流失总治理度(%)	94	97.86	达标
3	土壤流失控制比	0.7	1.25	达标
4	拦渣率(%)	98	99.99	达标
5	林草植被恢复率(%)	99	65.77	不达标
6	林草覆盖率(%)	28	30.58	达标

注：由于生产中有长时间的停工，导致尾矿排放量没有达到设计标准，实际采取的措施工程量也有所减少，导致实际绿化面积没有达到设计年标准，但是目前实施的措施相对完善，水土保持功能没有降低，满足水土保持要求。

7.2 水土保持措施评价

(1)水土保持措施体系布局

根据监测结果及现场调查，建设单位在落实水土保持方案的过程中，根据主体工程实际施工情况，结合各防治区的实际情况对水土保持措施进行了调整，但水土流失防治措施在总体布局上基本维持了原设计的框架。工程建设单位在严格设计管理的前提下，根据实际情况对该工程水土保持措施的总体布局和水土保持工程措施的具体设计进行适度调整是合理的、适宜的。根据实地抽查复核和回访，建设过程中未造成水土流失事故，从目前恢复情况看基本满足水土保持要求。

水土流失防治效果达到了国家有关法律、法规和技术规范的要求，投资与方案批复的投资相比有所减少，治理规模合适，治理效果较好，达到水土流失防治目标。因此，监测组认为水土流失防治总体布局合理，治理效果满足要求。

(2)水土保持措施数量变化情况

由于本工程水土保持方案报告书主要依据工程可研阶段成果，建设单位在落实相关水土保持措施的过程中，对现场水土流失防治进行了全面复核，根据主体工程情况对部分水土保持措施相应进行了优化调整。

总体来看主体工程区基本按照“报告书”的要求实施了植物和临时措施等各类水土保持措施，有效的保证了工程的正常运行。

(3)水土保持措施适宜性及进度情况

根据监测结果及现场调查，截至目前工程已稳定试运行，按照“报告书”设计及设计变更成果实施的各项水保措施与主体工程的适宜性较好，发挥了良好的水土保持作用。同时在工程建设过程中针对工程施工实际情况对部分植物和临时水土保持措施进行了优化和调整，增强了各类水土保持措施与主体工程的适宜性。

植物措施方面：本工程已实施的各项植物措施满足水土保持防治要求，并有针对性的在部分区域适当调整了植物措施，使其在满足要求的前提下达到了景观绿化的效果；已实施的各项植物措施目前效果显著，有效的控制了水土流失的产生，发挥了其应有的功效。

临时措施方面：方案中提出的临时挡护的措施基本适应本工程施工特点，已实施的临时措施在施工过程中发挥了重要的作用，整体上，临时措施效果较为显著，有效的抑制了新增水土流失的大量产生。

从措施实施进度上看，工程措施和临时措施在施工过程中实施。施工结束后建设单位及时落实了土地整治和绿化措施恢复扰动地表植被，有效减少地表裸露期间带来的新增水土流失。

(4)水土保持措施运行维护情况

植物措施：在施工过程中，建设单位重视原有地表植被保护，施工后期，在植物措施实施后及时对已有绿化植物进行了浇水、更替枯死植株、围栏防护等养护管理。

临时措施：在施工过程中施工单位对临时遮盖等临时措施进行及时检查和维护，发现破损和淤积及时进行修补、更换和清理，基本保证了这些临时措施充分发挥水土保持作用。

(5)水土保持措施总体效果评价

目前工程已全面竣工，试运行期内，大部分已实施的迹地植物恢复措施在养护和管理下生长良好，景观绿化有效发挥了减轻土壤侵蚀强度、美化生态环境的作用。总体来讲，工程建设过程中采取的各项水土保持措施基本控制了新增水土流失。总体来看，区域内已完成的植物措施形成的覆盖层达到良好的防治效果。

7.3 存在的问题与建议

根据监测结果及现场调查，在工程建设过程中，项目区内未发生重大水土流失事故，这与合理的工程设计、严格的施工管理和施工技术水平有关。但现阶段也存

在部分问题亟待解决，主要有一下几个方面：

(1)对于开发建设项目水土保持监测，由于施工过程中各种扰动变化相当快，各监测点存在的时间有限，现在的传统监测方法不太适用。适合于开发建设项目特点的水土保持监测方法有待于进一步探索。

(2)各类水土流失面积的监测，在实际工作中大多按一个近似的几何面积量测计算，致使所测面积与实际流失面积的偏差较大，因此，这方面的工作有待进一步深入开展。

(3)建议建设单位在以后的项目开工前委托水土保持监测，实现对工程建设的全过程监测。

(4)工程运行期间，建设单位对项目区内水土保持设施的运行情况和效益进行跟踪调查和监测，并将监测成果定期上报相关的水行政主管部门。

7.4 综合结论

本次监测是以批复的水土保持方案报告书及相关法律、法规为依据，监测范围为项目建设区。

根据监测结果及现场调查，建设单位在工程建设过程中对水土保持工作给予了充分的重视，按照水土保持相关的法律法规，在项目前期委托有关单位编报了水土保持方案，并取得批复，在施工过程中根据工程实际情况，水土保持防治措施较方案有局部变化，但基本保持原设计思路，工程基本落实了水土保持方案报告设计的各项水土流失防治措施，将工程建设过程中的水土保持工程的建设和管理纳入高标准、规范化管理模式和程序中，在工程建设过程中落实了项目法人、建设单位、施工单位、监理单位的水土保持职责，强化了对水土保持工程的管理，实行了“项目法人对工程负责，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量管理体系，确保了水土保持方案的顺利实施。

项目建设单位对本工程水土流失防治责任范围内的水土流失进行了全面、系统的治理，基本完成了水土保持方案确定的各项防治任务、目标。从施工过程控制资料、竣工结算资料、监理记录资料、影像资料及现场调查来看，工程项目区各项措施得到了较好的落实，这有效的防治了因工程建设带来的水土流失影响。总体来看，本工程水土保持措施落实较好，施工过程中的水土流失得到了有效控制，项目区大部分区域水土流失强度由极强度、强度下降到轻度以下。经过系统的整治，项目区

生态环境有明显的改善,总体上发挥了较好的保水保土、改善区域生态环境的作用。

委托书

四川景溪工程设计咨询有限公司：

根据《中华人民共和国水土保持法》及《中华人民共和国水土保持法实施条例》等法律法规的要求，为预防和治理水土流失，保护合理利用水土资源、改善生态环境，我单位委托贵公司编制《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂项目》水土保持设施监测总结报告。请贵公司接受委托后，抓紧组织力量，高质量按期完成。具体事宜以双方签订的《技术服务合同》为准。

委托单位：雷波磷源矿业有限责任公司

二〇一九年四月



四川省凉山彝族自治州水务局文件

凉水行审〔2013〕43号

凉山州水务局

关于对雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年 磷矿石选矿厂水土保持方案报告书的批复

雷波磷源矿业有限责任公司：

你公司委托成都南岩环境工程有限责任公司编制的《雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂水土保持方案报告书》（报批稿）收悉（州政府服务中心受理编号：〔13400-2-130708 - 00028〕）。经研究，现批复如下：

一、雷波磷源矿业有限责任公司 30 万吨/年磷矿石选矿厂位于雷波县克觉乡龙头湾村，项目主要由选矿厂、龙头湾 5 号沟尾矿库、运输道路及公辅设施组成。选矿厂原矿处理规模 30

万 t/a, 年产 22.5 万 t 精磷矿, 尾矿库全库容 $35.24 \times 10^4 \text{m}^3$, 有效库容 $28.19 \times 10^4 \text{m}^3$, 可为选厂服务 6.81 年。本项目总投资 5025.68 万元。本方案设计服务年限为 5 年。

本项目属建设生产类项目, 为新建工程。建设单位编报水土保持方案报告书符合水土保持法律、法规的相关规定, 对防止因工程建设造成的水土流失及其危害具有重要意义。

二、报告编制依据充分, 内容较全面, 资料较翔实, 基本达到水土保持方案初步设计阶段的深度要求, 可以作为下阶段工程设计和水土保持工作的依据。

本项目为建设生产类项目, 本方案服务年限为 5 年, 方案服务期结束后业主应委托有水土保持方案设计资质的单位重新编报水土保持方案。

三、同意水土流失现状分析。工程占地主要为荒地、林地, 现状水土流失以中度水力侵蚀为主, 属于国家级和四川省水土保持重点治理区。

四、同意对主体工程水土保持分析与评价的结论, 本项目无水土保持制约因素, 项目建设可行。

五、同意方案确定的水土流失防治责任范围 9.27hm^2 , 其中项目建设区 6.81hm^2 , 直接影响区 2.46hm^2 。因工程建设占用和损坏水土保持设施面积为 5.61hm^2 。同意该工程水土流失防治分区划分为选矿厂工程区、龙头湾 5 号沟尾矿库工程区、运输道路区。

公辅设施区、尾矿库施工临时占地区和运输道路临时占地区等六个防治分区。

六、水土流失预测内容较全面，同意水土流失预测方法和预测结果。

七、同意该项目总体执行水土流失一级防治标准，设定的各分时段防治目标值满足一级防治标准的要求。

八、基本同意报告中水土保持总体布局和水土保持措施设计。雷波磷源矿业有限责任公司应严格按照方案设计落实好各项措施，在本方案实施过程中，若实际情况与报告有出入，应会同报告设计部门对方案水土保持措施进行补充、修改，并报审批部门备案。

（一）选矿厂区。主体工程对该区设置挡墙、截水沟、排水沟、场地硬化等工程措施；本方案设计对临时剥离的表土及回填用临时堆土采用土袋及土工布进行防护，对选矿厂区内可绿化区覆土并采取植物措施进行防护。

（二）尾矿库区。主体工程采取了截（排）水沟、排洪沟、拦洪坝等工程措施，满足水土保持要求；本方案设计对尾矿库剥离表土采用土袋进行临时防护，尾矿库终期滩顶绿化。

（三）运输道路区。主体工程对边坡设计了挡土墙的工程措施；本方案设计对道路开挖临时堆土采用土工布、土袋进行临时遮盖和防护，道路两侧种植行道树进行防护。

(四) 公辅设施区。本方案设计对临时堆土采取土工布进行防护, 对空地区域采取植物措施进行绿化。

(五) 尾矿库施工临时占地区。本方案设计在施工结束后进行土地整治并采取植物措施进行绿化。

(六) 运输道路临时占地区。本方案设计在施工结束后进行土地整治并采取植物措施进行绿化。

九、水土保持监测内容较全面, 方法可行, 监测频率及监测技术基本能达到预期目的。

十、同意水土保持方案投资概算编制原则、依据、方法、费率标准。该工程水土保持估算总投资为442.97万元(新增水土保持投资为178.89万元), 其中: 水土保持补偿费8.42万元。

十一、同意水土保持方案实施进度安排, 建设单位要严格按照批准的水土保持方案所确定的进度组织实施水土保持工程。

十二、在工程建设中应重点做好以下工作:

(一) 按照方案实施进度的要求做好下阶段水土保持工作, 并做好水土保持工程后续设计。根据项目水保方案实施进度, 落实资金、监理、监测、管理等保证措施, 并加强对施工单位的管理。

(二) 按照州水务局、环保局凉水发[2005]33号文要求, 配合雷波县水务局落实项目水土保持方案公示制度, 并与雷波

县水务局签订“认真落实水土保持方案措施的承诺书”。

(三)定期向我局报告水土保持方案的实施进度，并接受工程所在地水土保持监督管理机构的监督检查。

(四)落实水土保持监测、监理工作，确保水土保持工程建设质量。

(五)工程建设中占用和损坏的水土保持设施，须依法交纳水土保持补偿费。

十三、雷波磷源矿业有限责任公司在工程土建完工后，应按照《水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(水利部16号令)的规定，及时申请和配合水行政主管部门组织水土保持设施验收。

凉山州水务局

2013年9月12日



抄送：省水保局，州环保局，州发改委，雷波县水务局。

凉山州水务局办公室

2013年9月12日印发

(共印15份)

现场照片



选矿厂厂区建设施工照片（2012年）



尾矿库现状（2012年）



初期坝施工照片（2013年）



初期坝施工照片（2013年）



大坝施工照片（2013年）



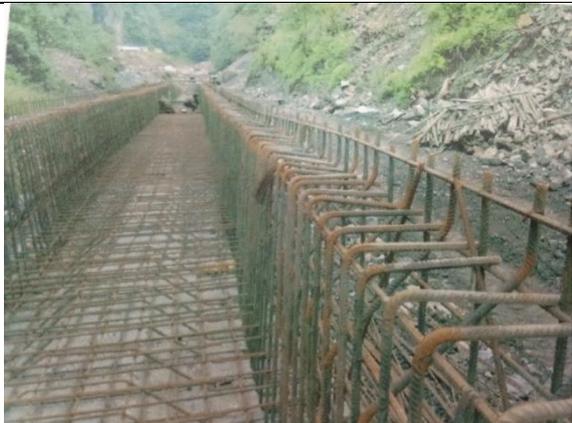
初期坝顶面（2014年）



排水斜槽（2013年）



土工布（2013年）



斜槽钢筋施工（2013年）



拦洪坝（2014年）



选矿厂现状（2019年）

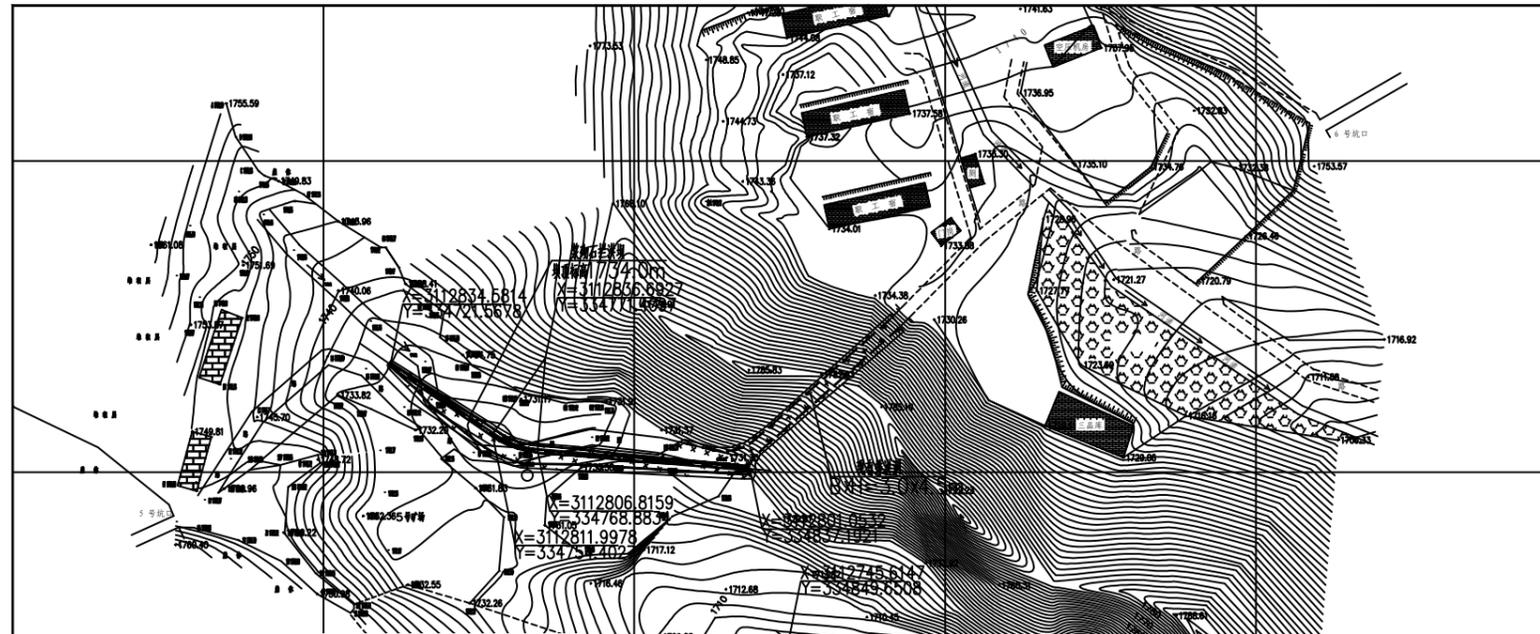


尾矿库现状（2019年）

项目区地理位置示意图



图	例
	县政府驻地
	工委驻地
	乡(镇)驻地
	派出所驻地
	公路干线
	省界
	县界
	湖泊
	河流
	建设用地位置



序号	防治分区	方案批复(hm ²)			实际发生(hm ²)			变化情况
		工程建设区	直接影响区	合计	工程建设区	直接影响区	合计	
1	选矿厂工程	1.44	0.24	1.68	1.57		1.57	-0.11
2	龙头湾5号沟尾矿库工程	3.33	0.84	4.17	3.19		3.19	-0.98
3	运输道路	1.04	1.28	2.32	0.97		0.97	-1.35
4	公辅设施	0.30	0.10	0.40	0.26		0.26	-0.14
5	尾矿库施工临时占地	0.50		0.50	0.32		0.32	-0.18
6	运输道路施工临时占地	0.20		0.20	0.10		0.10	-0.10
合计		6.81	2.46	9.27	6.41		6.41	-2.86

主体设计水土保持措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	主体设计	实际完成	变化情况	实施时间
选矿厂工程区	工程措施	挡墙	m	200	245	45	2012.4~2012.10
		截水沟	m	187.2	206	18.8	2012.4~2012.10
5号沟尾矿库	植物措施	厂区绿化	hm ²	0.2	0.22	0.02	2013.8~2013.10
		土石方块石护沟	m	100	110	10	2013.4~2013.9
15号沟尾矿库	工程措施	干砌块石护坡	hm ²	1.16	1.17	0.01	2013.4~2013.9
		浆砌排水涵管	m	168.05	185	16.95	2013.5~2013.11
		浆砌排水沟槽	m	232.05	254.6	22.55	2013.4~2013.12
		坝前截水沟	m	310.94	345	34.06	2013.10~2013.12

新增水土保持措施完成情况统计表

防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计	实际完成	变化情况	实施时间
选矿厂工程区	工程措施	表土剥离	m ³	0.23	0.3	0.07	2012.4.4~2013.9.9
		覆土	m ³	0.23	0.3	0.07	
		挖砂池	座	4	2	-2	
	植物措施	乔木	株	963	318	-645	
		灌木	hm ²	0.77	0.6	-0.17	2013.8.8~2013.9.9
		抚育(第一年)	hm ²	0.77	0.6	-0.17	
		抚育(第二年)	hm ²	0.77	0.6	-0.17	
	临时措施	临时排水沟	m	390	330	-60	
		土工布	m ²	1200	1320	120	2012.4.4~2012.6.6
		撒播草籽土	m ²	220	242	22	
5号沟尾矿库	工程措施	表土剥离	m ³	0.75	0.75	0	2013.4.4~2013.7.7
		覆土	m ³	0.75	0.5	-0.25	
		乔木	株	3311	1310	-2001	
	植物措施	灌木	株	3311	2215	-1096	2013.10.10~2013.12.12
		抚育(第一年)	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
		抚育(第二年)	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
		土工布	m ²	4090	4090	4090	
	临时措施	撒播草籽土	m ²	139	143	13	2013.4.4~2013.10.10
		土工布	m ²	139	143	13	
		浆砌排水沟	m	770	665	-105	
工程措施	土方回填	m ³	1027	887	-140	2012.4.4~2012.6.6	
	挖砂池	座	4	3	-1		
运输道路工程	植物措施	乔木	株	533	460	-73	2012.8.8~2012.9.9
		灌木	hm ²	0.16	0.13	-0.03	
	临时措施	土工布	m ²	1000	900	-100	
		撒播草籽土	m ²	50	45	-5	2012.4.4~2012.5.5
公辅设施占地	植物措施	马桑	株	178	161	-17	2013.4.4~2013.5.5
		桉木	株	0.04	0.03	-0.01	
	临时措施	土工布	m ²	500	580	80	2012.11.11~2013.2.2
尾矿库施工临时	工程措施	土地整治	hm ²	0.5	0.32	-0.18	
		马桑	株	1110	560	-550	2014.9.9~2014.10.10
	植物措施	桉木	株	625	0	-625	
尾矿库施工临时	工程措施	土地整治	hm ²	0.5	0.32	-0.18	
		马桑	株	444	222	-222	2014.9.9~2014.10.10
	植物措施	桉木	株	250	120	-130	
尾矿库施工临时	植物措施	桉木	株	0.2	0.1	-0.1	

说明:

1. 本图根据甲方提供1:500地形图绘制而成;
2. 图中尺寸均以“m”计;
3. 尾矿库设置两套排水系统: 库内排水系统由排水管+排水斜槽+明渠组成, 库外排水系统由排水渠+排水明渠组成;
4. 附件位移观测的观测点、起测点的布置根据实际地形而定, 位移点在坝前外缘靠近下游坝脚处及坝后坝脚处, 要求山坡上的位移观测线相互贯通, 并且坝上的位移观测线能同时与山坡上的两个观测线相互贯通。

5. 图例

- ⊙ ——— 起测点
- ⊗ ——— 工作基点
- ⊕ ——— 位移标志
- ⊗ ——— 沉降线观测点
- ⊗ ——— 沉降线观测点

33490

335100

335200

3112700

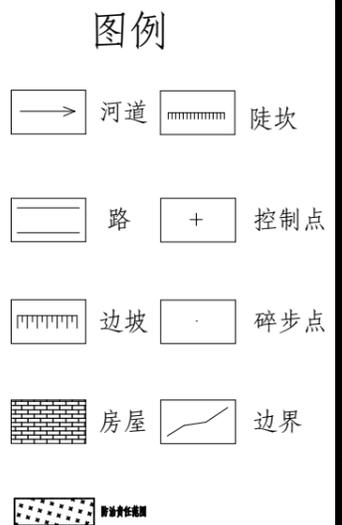
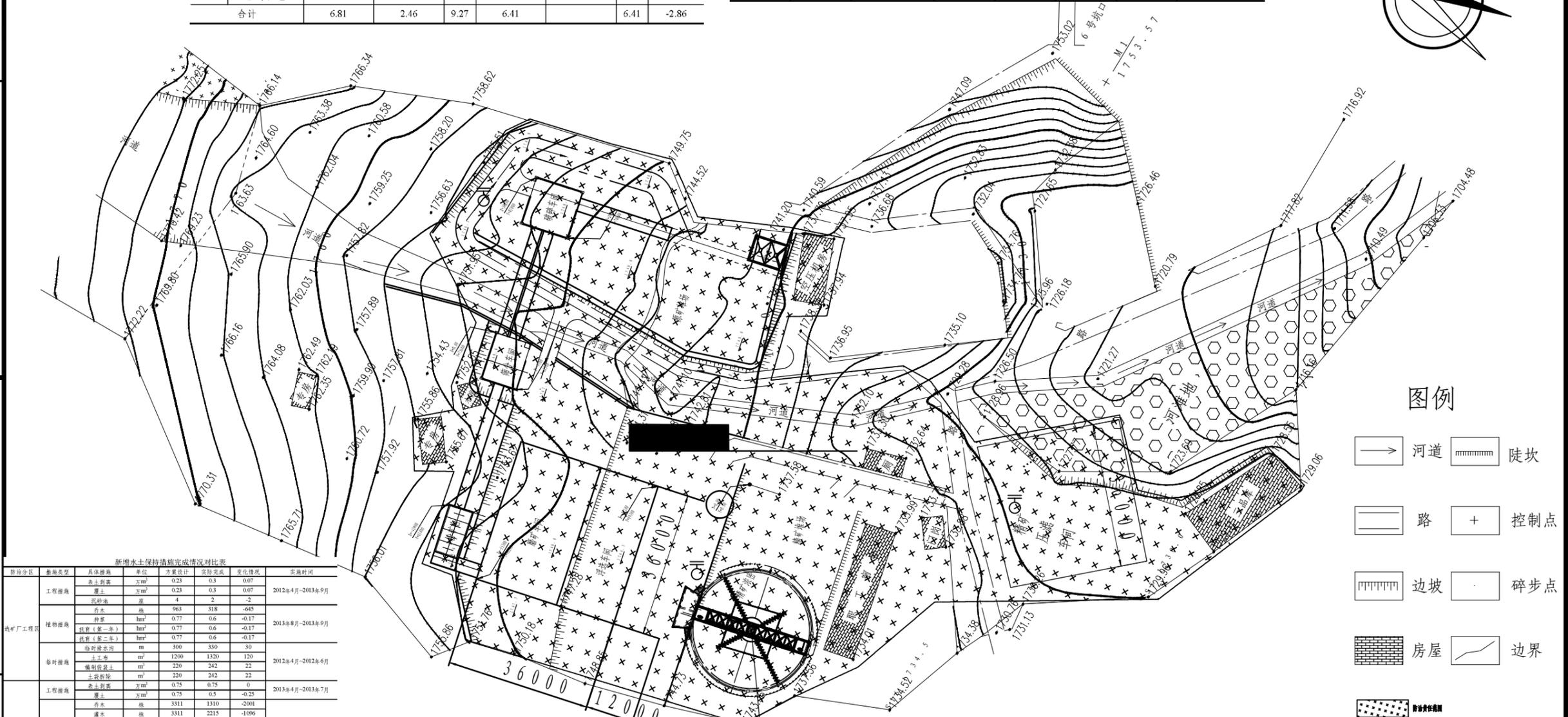
3112600

3112500

四川景溪工程设计咨询有限公司		雷波磷矿业有限公司工程		监测	阶段
批准	刘德清	审核	田永斌	监测	阶段
审核	李友	设计制图	田永斌	尾矿库防治责任范围监测成果图	
日期	2019.5	比例		图号	水保附图2

序号	防治分区	方案批复(hm ²)			实际发生(hm ²)			变化情况
		工程建设区	直接影响区	合计	工程建设区	直接影响区	合计	
1	选矿厂工程	1.44	0.24	1.68	1.57		1.57	-0.11
2	龙头湾5号沟尾矿库工程	3.33	0.84	4.17	3.19		3.19	-0.98
3	运输道路	1.04	1.28	2.32	0.97		0.97	-1.35
4	公辅设施	0.30	0.10	0.40	0.26		0.26	-0.14
5	尾矿库施工临时占地	0.50		0.50	0.32		0.32	-0.18
6	运输道路施工临时占地	0.20		0.20	0.10		0.10	-0.10
合计		6.81	2.46	9.27	6.41		6.41	-2.86

防治分区	措施类型	具体措施	单位	主体设计	实际完成	变化情况	实施时间
选矿厂工程区	工程措施	挡墙	m	200	245	45	2012.4~2012.10
		截水沟	m	187.2	206	18.8	2012.4~2012.10
5号沟尾矿库	植物措施	厂区绿化	hm ²	0.2	0.22	0.02	2013.8~2013.10
		土工布块石盲沟	m	100	110	10	2013.4~2013.9
	工程措施	干砌块石护坡	hm ²	1.16	1.17	0.01	2013.4~2013.9
		现浇排水涵管	m	168.05	185	16.95	2013.5~2013.11
		现浇排水斜槽	m	232.05	254.6	22.55	2013.4~2013.12
	坝前截水沟	m	310.94	345	34.06	2013.10~2013.12	



防治分区	措施类型	具体措施	单位	方案设计	实际完成	变化情况	实施时间
选矿厂工程区	工程措施	黄土削整	万m ²	0.23	0.3	0.07	2012年4月~2013年9月
		覆土	万m ²	0.23	0.3	0.07	
		沉砂池	座	4	2	-2	
	植物措施	乔木	株	963	318	-645	2013年8月~2013年9月
		种草	hm ²	0.77	0.6	-0.17	
		抚育(第二年)	hm ²	0.77	0.6	-0.17	
临时措施	临时排水沟	m	300	330	30	2012年4月~2012年6月	
	土工布	m ²	1200	1320	120		
	编织袋装土	m ²	220	242	22		
	土袋护坡	m ²	220	242	22		
5号沟尾矿库	工程措施	黄土削整	万m ²	0.75	0.75	0	2013年4月~2013年7月
		覆土	万m ²	0.75	0.5	-0.25	
		乔木	株	3311	1310	-2001	
	植物措施	灌木	株	3311	2215	-1096	2013年10月~2013年12月
		种草	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
		抚育(第二年)	hm ²	1.49	1.06	-0.43	
临时措施	土工布	m ²	4000	4400	400	2013年4月~2013年10月	
	编织袋装土	m ²	130	143	13		
	土袋护坡	m ²	130	143	13		
	浆砌石排水沟	m ²	770	665	-105		
运输道路工程区	工程措施	土方开挖	m ²	1027	887	-140	2012年4月~2012年6月
		土方回填	m ²	4	3	-1	
	植物措施	乔木	株	533	460	-73	2012年8月~2012年9月
		种草	hm ²	0.16	0.13	-0.03	
公辅设施临时占地	临时措施	土工布	m ²	1000	900	-100	2012年4月~2012年5月
	编织袋装土	m ²	50	45	-5		
	土袋护坡	m ²	50	45	-5		
尾矿库施工临时占地	植物措施	压盖	株	178	161	-17	2013年4月~2013年5月
	种草	hm ²	0.04	0.03	-0.01		
	临时措施	土工布	m ²	500	580	80	
运输道路施工临时占地	工程措施	土地整治	hm ²	0.5	0.32	-0.18	2014年9月~2014年10月
	植物措施	压盖	株	1110	560	-550	
	种草	hm ²	0.25	0	-0.25		
尾矿库施工临时占地	工程措施	土地整治	hm ²	0.2	0.1	-0.1	2014年9月~2014年10月
	植物措施	压盖	株	444	222	-222	
	种草	hm ²	0.2	0.1	-0.1		

四川景溪工程设计咨询有限公司		雷波磷源矿业有限责任公司 工程		监测 阶段
批准 孙树清		校核 司永刚		水保 部分
审核 王素文		设计制图 杨永涛		选矿厂防治责任范围监测成果图
日期	2019.5	比例	图号	水保附图3