

水保监测（云）字第 0001 号

中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目

水土保持监测总结报告

建设单位：中铜（昆明）铜业有限公司

编制单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇一九年十二月



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: 昆明龙慧工程设计咨询有限公司
法定代表人: 罗 松
单位等级: ★★★★★ (4 星)
证书编号: 水保监测(云)字第 0001 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 09 月 30 日

本证书此次仅供中铝昆明铜业
有限公司高精电工铜材项目中使用,
再次复印无效!



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书

(正本)

单位名称: 昆明龙慧工程设计咨询有限公司
法定代表人: 罗 松
单位等级: ★★★★★ (5 星)
证书编号: 水保方案(云)字第 0024 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 09 月 30 日

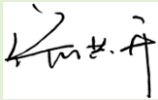


监测单位地址: 昆明市五华区二环西路 625 号云铜科技园工程技术中心 B 座二楼
设计单位邮编: 650000
部门负责人: 刘富平 1598 7165 630
项目联系人: 王 晶 158 87215 541
项目负责人: 陈俊昌 182 8875 8138
传 真: 0871-6539 2953
电子邮箱: lhsb02@163.com

中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目

责任页

昆明龙慧工程设计咨询有限公司

批准：	张洪开		副总经理
核定：	刘富平		总经理助理
审查：	王 晶		总 工
校核：	胡治军		副总工
项目负责人：	陈俊昌		助理工程师
编写：	陈俊昌	助理工程师	报告编写
	王文杰	助理工程师	附件、图纸

目 录

前言	1
项目简况	1
监测任务由来及监测过程	1
监测结果	2
监测结论	3
1 建设项目及水土保持工作概况.....	4
1.1 建设项目概况	4
1.2 水土保持工作情况	17
1.3 监测工作实施情况	21
2 监测内容和方法	25
2.1 监测内容	25
2.2 监测方法	27
3 重点对象水土流失动态监测.....	33
3.1 防治责任范围监测	33
3.2 取料监测结果	35
3.3 弃渣监测结果	35
3.4 土石方流向情况监测结果	36
4 水土流失防治措施监测结果.....	39
4.1 工程措施监测结果	39
4.2 植物措施监测结果	41

4.3 临时防护措施监测结果 43

4.4 水土保持措施防治效果 44

5 土壤流失情况监测 47

5.1 水土流失面积 47

5.2 土壤流失量 47

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量 53

5.4 水土流失危害 53

6 水土流失防治效果监测结果..... 54

6.1 扰动土地整治率 55

6.2 水土流失总治理度 55

6.3 拦渣率 56

6.4 土壤流失控制比 56

6.5 林草植被恢复率 56

6.6 林草覆盖率 56

7 结论 57

7.1 水土流失动态变化 57

7.2 水土保持措施评价 57

7.3 存在问题及建议 58

7.4 综合结论 58

附件:

附件 1: 监测委托书;

附件 2: 《云南省工业和信息化委员会关于本项目的投资项目备案证》(备案项目编码: 095300003350044, 2009 年 8 月 17 日);

附件 3: 《云南省水利厅关于中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案可行性研究报告的批复》(云水保〔2009〕284 号, 2009 年 11 月 30 日);

附件 4: 《开发建设项目水土保持方案合格证书》(呈水保证字第 52 号, 2009 年 12 月 18 日);

附件 5: 中央环保督查‘回头看’有色金属行业规范整治活动检查表;

附件 6: 《昆明阳宗海风景名胜区管理委员会限期整改通知书》(阳水责改字〔2019〕85 号, 2019 年 12 月 5 日);

附件 7: 工程现场监测照片集。

附图:

附图 1: 项目区地理位置图;

附图 2: 监测分区及监测点布设图;

附图 3: 防治责任范围图。

前言

一、项目简况

项目建设地点位于呈贡区东北的呈贡新区绿色产业基地园区，行政区划属于呈贡区七甸街道，地处北纬 $24^{\circ}57'52.48''\sim 24^{\circ}58'23.82''$ ，东经 $102^{\circ}55'11.59''\sim 102^{\circ}55'41.82''$ 之间，东西最宽 853m，南北最长 978m。项目区东面与宜良县接壤，东南面与澄江县阳宗镇相邻，北面与官渡区毗邻。场地高程介于 2038m~2059m 之间，相对高差为 21m，场地大部分地段，坡度较缓，一般小于 5° 。项目区距昆明市区约 25km，距呈贡新城吴家营中心区约 8.5km，距昆明长水机场约 25km。项目区周边有石安二级公路、呈黄公路、昆石高速公路及项目北侧、东侧、西侧的碗家冲专用线及南侧的哨云北路，交通较为便利。

本项目净用地面积 49.59hm^2 ，扣除已完成验收的工业厂房建设项目 0.67hm^2 ，本项目的占地面积为 48.92hm^2 。本项目建设年产 19.7 万吨高精电工铜材标准厂房及配套设施，按照建设情况分为工程建设区、预留用地区、未扰动区，其中工程建设区 13.12hm^2 ，预留用地区占地面积 29.67hm^2 ，未扰动区占地面积 6.13hm^2 。

工程建设区已完成建设的分为主体建设区、配套公建区、道路硬化区、绿化区，主体建设区成品堆放车间建筑面积 2288.10m^2 ，铜扁材车间建筑面积 14629.04m^2 ，铜线杆车间建筑面积 14855.52m^2 ，仓储用房建筑面积 623.97m^2 ，原料堆场 2600m^2 ；配套公建区综合楼建筑面积 10139.96m^2 ，职工宿舍建筑面积 7223.84m^2 ，水泵房建筑面积 3962.53m^2 ，循环水泵站建筑面积 1060.88m^2 ，液化天然气站建筑面积 753.11m^2 ，消防水池 90m^2 ；道路及硬化场地占地面积 5.07hm^2 ；绿化区占地面积 4.20hm^2 。

本项目总建筑面积为 56250.92m^2 ，建构筑物的占地面积为 3.84hm^2 ，道路及硬化场地占地面积 5.07hm^2 ，绿化面积 33.87hm^2 ，绿化率为 69.2%。工程于 2009 年 12 月开始土建施工，于 2013 年 9 月完工，总建设工期为 2.0a，总施工期为 24 个月。工程总投资 30633.96 万元，其中土建投资 20300.91 万元，现为试运行阶段。

二、监测任务由来及监测过程

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规的规定，中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院受建设单位中铝昆明铜业有限公司的委托，于 2009 年 9 月编制完成了《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案可行性研究报告》（送审稿），于 2009 年 11 月 7 日，云南省水土保持生态环境监测总站在昆明主持召开了《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案可行性研究报告》的审查会，同时年 11 月修



改完成《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案可行性研究报告》（报批稿），2009年11月30日，云南省水利厅以“云水保〔2009〕284号”文对该方案进行了批复。明确了本项目的水土流失防治重点、防治责任范围、防治分区、防治措施和水土保持投资。

根据相关法律法规要求以及项目水土流失防治需要，2019年5月，受中铜（昆明）铜业有限公司的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目的水土保持监测任务。接到任务之后，我公司即组织相关监测技术人员成立了该项目的水土保持监测组，监测时段内（2019年5月~2019年12月），监测组通过以调查监测为主的监测方法，具体采用现场调查、巡查和资料分析等手段获取了有关水土保持的资料和数据，在此基础上于2019年12月底完成了《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持监测总结报告书》。监测内容涉及防治责任范围、弃渣量、水土流失量、土壤侵蚀形式、水土流失危害、拦渣工程及植物措施工程的防治作用、效果等。

建设单位在监测工作过程中给予了积极配合、大力支持，提供了良好的工作条件。昆明阳宗海风景名胜区管理委员会环境和水资源保护局也给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

三、监测结果

根据中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目征占地资料以及施工监理资料，并结合现场监测实际情况确定，核定项目水土流失防治责任范围面积为 48.92hm^2 ，均为项目建设区。

项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。通过各项水土保持措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。根据同类工程情况和当地水土流失现状计算得出项目区扰动面积原生侵蚀模数为 $662.95\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。通过监测，项目区经过治理后，项目区平均土壤侵蚀模数降低到 $359.14\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

截止2019年12月，中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目实际实施的水土保持措施主要有：

具体措施为：

①工程措施：

工程建设区主体建筑区表土剥离 8500m^3 ，排水明沟 1866.31m ；配套公建区表土剥离 4000m^3 ，盖板排水沟 188.5m ，排水明沟 331.44m ；道路硬化区雨水管网 3015.7m ，盖板排水沟 77.02m ，植草砖 1.51hm^2 。



②植物措施:

绿化区行道树栽植 5.55km, 景观绿化 4.2hm²; 预留用地区植被恢复 29.67hm²。

③临时措施:

临时拦挡 568m, 临时覆盖 1420m², 临时排水 2200m, 临时沉砂池 2 座。

各项水土保持措施实施后, 通过对项目区水土流失防治效果评价, 该项目扰动土地整治率达到 99.9%, 水土流失总治理度达到 99.9%, 土壤流失控制比达到 1.39, 拦渣率达 95%, 林草植被恢复率达到 99.9%, 林草覆盖率达到 79.15%, 各项指标均能达到防治目标值。

四、监测结论

根据监测成果分析, 在工程施工建设过程中, 工程施工未引起大面积严重水土流失, 水土保持工程基本完好, 发挥了防治因工程建设引发水土流失的作用。

目前, 建设单位已初步完成水土保持设施的竣工结算, 后期运行管理单位已明确, 后续管护和运行资金有保证; 各项水土保持设施具备运行条件, 且能持续、安全、有效运转, 符合交付使用要求, 已具备水土保持设施竣工验收的条件。

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 项目地理位置

项目建设地点位于昆明阳宗海风景名胜区七甸工业园区哨云北路1号，行政区划属于呈贡区七甸街道，地处北纬 $24^{\circ}57'52.48''\sim 24^{\circ}58'23.82''$ ，东经 $102^{\circ}55'11.59''\sim 102^{\circ}55'41.82''$ 之间，东西最宽 853m，南北最长 978m。项目区东面与宜良县接壤，东南面与澄江县阳宗镇相邻，北面与官渡区毗邻。场地高程介于 2038m~2059m 之间，相对高差为 21m，场地大部分地段，坡度较缓，一般小于 5° 。项目区距昆明市区约 25km，距呈贡新城吴家营中心区约 8.5km，距昆明长水机场约 25km。项目区周边有石安二级公路、呈黄公路、昆石高速公路及项目北侧、东侧、西侧的碗家冲专用线及南侧的哨云北路，交通较为便利。

项目地理位置及交通示意图见附图 1。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

一、项目特性

- (1) 工程名称：中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目；
- (2) 工程性质：新建建设类项目；
- (3) 建设单位：中铜（昆明）铜业有限公司；
- (4) 建设地点：昆明阳宗海风景名胜区七甸工业园区哨云北路1号；
- (5) 工程等级：中型；
- (6) 工程规模：年产 19.7 万吨高精电工铜材；
- (7) 建设工期：工程于 2009 年 12 月开工建设，于 2013 年 9 月底完工，总工期 24 个月；
- (8) 工程投资：工程总投资 30633.96 万元，其中土建投资 20300.91 万元。

二、建设规模及主要经济技术指标

项目净用地面积 49.59hm^2 ，扣除已完成验收的工业厂房建设项目 0.67hm^2 ，本项目的占地面积为 48.92hm^2 。本项目建设年产 19.7 万吨高精电工铜材标准厂房及配套设施，按照建设情况分为工程建设区、预留用地区、未扰动区，其中工程建设区 13.12hm^2 ，预留用地区占地面积 29.67hm^2 ，未扰动区占地面积 6.13hm^2 。



工程建设区已完成建设的分为主体建设区、配套公建区、道路硬化区、绿化区，主体建设区成品堆放车间建筑面积 2288.10m²，铜扁材车间建筑面积 14629.04m²，铜线杆车间建筑面积 14855.52m²，仓储用房建筑面积 623.97m²，原料堆场 2600m²；配套公建区综合楼建筑面积 10139.96m²，职工宿舍建筑面积 7223.84m²，水泵房建筑面积 3962.53m²，循环水泵站建筑面积 1060.88m²，液化天然气站建筑面积 753.11m²，消防水池 90m²；道路及硬化场地占地面积 5.07hm²；绿化区占地面积 4.20hm²。

本项目总建筑面积为 56250.92m²，建构筑物的占地面积为 3.84hm²，道路及硬化场地占地面积 5.07hm²，绿化面积 33.87hm²，绿化率为 79.15%。工程于 2009 年 12 月开始土建施工，于 2013 年 9 月完工，总建设工期为 2.0a，总施工期为 46 个月。工程总投资 30633.96 万元，其中土建投资 20300.91 万元，现为试运行阶段。

工程主要技术指标表见表 1-1。

表 1-1 工程主要经济技术指标表

项目组成		单位	指标
(一) 基本设计参数			
1	建设地点		
2	建设规模		年产 19.7 万吨
3	生产岗位定员	人	597
4	用电设备安装定容	kW	18947.97
5	其中电炉	kW	8160.08
6	循环平均用水量	m ³ /h	2690.33
7	新水平均用量	m ³ /h	21.41
8	压缩空气平均用量	m ³ /min	73.34
9	天然气平均用量	m ³ /h	1400.41
10	液化石油气平均用量	m ³ /h	1018.40
(二) 主要建设内容			
11	工程建设区	hm ²	13.12
	建筑面积	m ²	56250.92
主体建设区	铜线杆车间	m ²	14855.52
	铜扁材车间	m ²	14629.04
	成品堆放车间	m ²	2288.10
	仓储用房	m ²	623.97
	原料堆场	m ²	623.97
配套公建区	综合楼	m ²	10139.96
	职工宿舍	m ²	7223.84
	水泵房	m ²	3962.53
	循环水泵站	m ²	1060.88
	液化天然气站	m ²	753.11



项目组成		单位	指标
	消防水池	m ²	90
	道路及硬化场	hm ²	5.07
	绿化区	hm ²	4.20
12	预留用地区	hm ²	29.67
13	未扰动区	hm ²	6.13
14	总停车位	个	227
15	运输车辆停车位	个	79
16	生活用车停车位	个	142
17	绿化面积	hm ²	33.87
18	绿地率	%	79.15
(三) 土石方工程			
1	挖方	万 m ³	0.59
2	填方	万 m ³	12.41
3	弃方	万 m ³	13.10
(四) 投资及工期			
1	总投资	万元	30633.96
2	土建投资	万元	20300.91
3	施工工期	月	46
			2009.12~2013.9

1.1.1.3 项目组成

中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目总占地面积为 48.92hm²，根据项目总体布置特点、建设内容功能区划不同及工期，划分项目组成工程区（包括主体建筑区、配套公建区、道路硬化区、绿化区）、预留用地区和未扰动区，详见 1-2。

表 1-2 项目组成及主要建设内容表

项目名称	分区名称		单位	面积	备注
中铝昆明铜业有限公司 高精电工铜材项目	工程建设区	主体建筑区	hm ²	3.35	包括铜线杆车间、铜扁材车间、成品堆放车间、仓储用房、原料堆场、熔铸车间和添加加工车间
		配套公建区	hm ²	0.49	包括综合楼、职工宿舍、水泵房、循环水泵站、液化天然气站、消防水池、空压站、餐厅、保护性气体站、氨气站、油库和变电站等区域
		道路硬化区	hm ²	5.07	设置停车位 227 个，铺设植草 1.51hm ² 。内部道路 2.78km
		绿化区	hm ²	4.20	景观设计以植被绿地为主，结合四季的变化，配置乔、灌木、花卉、草皮等。
		小计	hm ²	13.12	
	预留用地区		hm ²	29.67	分布于工程区东、西侧，目前主体工



项目名称	分区名称	单位	面积	备注
				程已针对该区域实施了临时绿化
	未扰动区	hm ²	6.13	现状以林地为主
	合计	hm ²	48.92	

一、工程建设区

（一）主体建筑区

项目主体建筑区主要由铜线杆车间、铜扁材车间、成品堆放车间、仓储用房、原料堆场、熔铸车间和添加工车间组成，主体建筑区集中分布于场址西侧，建筑总面积 33020.60m²，占地面积 3.35hm²。



办公楼



仓储用房

（二）道路硬化区

根据项目监理施工过程及竣工资料，结合现场调查监测，项目区内部道路主要由沿用地西侧周边设置环形车行道路、铜线车间、办公楼员工宿舍及餐厅周边的综合交通系统，并配套地上停车位，设置停车位 227 个，铺设植草 1.51hm²。内部道路路面宽度为 4.5m~10m，全长 2.78km，最大纵坡 0.71%，最小纵坡 0.5%，占地面积 5.07hm²。

（三）绿化区

根据主体施工监理施工过程及竣工资料，结合现场调查监测，本项目景观绿化工程规划占地 4.20hm²，绿地率为 8.59%。项目区景观绿化设计以植被绿地为主，结合四季的变化，配置乔、灌木、花卉、草皮等以有效地调节器节空气质量，改善小环境气候。区内景观通过点线面的绿化组织方式，形成了一个网状的绿化景观系统，使整个组团的景观和空间环境得到最大的改善和提升。选用对当地土壤、气候适应性强，有地方特色的树种，上层以常绿的高大乔木为主，下层以花和灌木布局，停车位采用植草砖植草处理，保证地面可渗透性、绿化性。



（四）配套公建区

配套公建区组成包括综合楼、职工宿舍、水泵房、循环水泵站、液化天然气站、消防水池、空压站、餐厅、保护性气体站、氨气站、油库和变电站等区域，其中员工宿舍、餐厅位于北部小山包东南坡脚处，液化石油气站位于场址西北侧，综合楼位于场址南侧，配套公建区总占地面积 0.49hm^2 。

配套公建区给排水及供电设施占地计入道路硬化区等相应占地中，不再单独计列。

（1）给排水系统

①给水：以城市给水管网作为水源，项目用水从市政给水管网引两条管径 DN300 的管道与哨云北路给水管网相连接，在院内形成环状给水管网，能够满足一般用水及消防用水。给水管道一般布置在道路的人行道或非机动车道下面，埋深大于 1m。

②排水：采用雨污分流制排水体系。雨水采用排水管道沿道路及建筑物周边布置，使雨水就近排入水池收集；污水经各级污水管收集后排入污水处理系统进行处理，一部分进行回收利用、一部分达到国家污水综合排放标准后排入城市下水道。雨水管道最小管径取 DN400，雨水管道管径在 DN500 及以上采用钢筋混凝土管道、管径在 DN500 以下采用塑料排水管道。污水管道最小管径 DN500，采用钢筋混凝土管道。

（2）供电系统：项目用电由呈贡区供电局供电系统供给，外绿色产业园区主干道已埋设了供电线路，满足工程用电需求，直接引接现有供电电网。



职工宿舍



停车场



综合楼



成品堆房

二、预留用地区

预留用地区总占地面积 29.67hm^2 ，分布于工程区东、西侧，目前主体工程已针对该区域实施了临时绿化。





三、未扰动区

未扰动区总占地面积 6.13hm^2 ，为原地貌。分布于工程区北部小山包东南坡脚处，现状以林地为主。



未扰动区（工程区北部）

1.1.1.4 施工组织及工期

项目由中铜（昆明）铜业有限公司负责组织管理，施工单位、施工监理单位采取招标投标形式确定。

1、施工场地布置

根据施工管理要求，施工场地采取封闭式施工，主体工程布置一条主干道由东向西贯穿项目区，在主干道两头分别设置两个主要出入口，在主干道两头分别设置两个主要出入口，西北侧出口与碗家冲专用线连接，东南侧出入口与哨云北路相连。施工营地布设在项目区预留用地区内，施工材料堆放在施工场地内。

2、主要材料来源

(1) 砂石料

该项目不设置单独的砂石料场，工程建设所需的砂石料在项目区周边具有合法开采权的砂石料厂购买，砂石料场水土流失防治由料场经营方负责治理。其它建筑材料就近在呈贡区购买。

(2) 施工供电及通信

项目周边现已有完善的供电系统，且项目区周边有输电线路通过，可直接引入，能够满足项目区施工期间的用电需求。线路直接于地面铺设，基本不存在扰动。通信基本采用移动通信设备。

(3) 施工用水

工程施工主要用水点为混凝土后期养护，其余用水分散于各施工点。本项目建设区内施工用水从由市政给水管网上开口系统接入，用于施工期用水。

(4) 施工排水

本项目施工期水源主要来自园区的自来水管网，园区现已建成 $20000\text{m}^3/\text{d}$ 的自来水厂及配套的供水管网，且产业基地园区主干道已埋设了供水管网，因此，园区的供水管网能满足本项目施工用水的要求。

(5) 其他材料

工程所需的其他建筑材料如钢筋、混凝土、预制构件、苗木等均可在当地购买。

3、施工交通运输

主体工程沿用项目区西侧周边设置环形车行道路、铜线车间、办公楼员工宿舍及餐厅周边的综合交通系统，并配套地上停车位。在主干道两头分别设置两个主要出入口，西北侧出口与碗家冲专用线连接，东南侧出入口与哨云北路相连。

4、施工工期

项目于 2009 年 12 月开工建设，并于 2013 年 9 月完工，总工期为 46 个月。项目实施进度见表 1-3。



表 1-3 项目实施进度表

建设内容	2010 年			2011 年				2012 年
	4~6 月	7~9 月	10~12 月	1~3 月	4~6 月	7~9 月	10~12 月	1~3 月
基础开挖								
建构筑物施工								
道路及硬化施工								
景观绿化施工								

1.1.1.5 工程占地

根据主体施工监理施工过程及竣工资料，结合现场调查监测，工程建设区项目净用地面积 49.59hm^2 ，扣除已完成验收的工业厂房建设项目占地面积 0.67hm^2 ，本项目的占地面积 48.92hm^2 ，全部为永久占地。其中工程建设区面积 13.12hm^2 ，预留用地区面积 29.67hm^2 ，未扰动区面积 6.13hm^2 。工程建设区主体建筑区占地面积 3.35hm^2 ，配套公建区占地面积 0.49hm^2 ，道路硬化区占地面积 5.07hm^2 ，绿化区面积占地面积 4.20hm^2 。结合原始资料分析项目区原始的占地类型统计，坡耕地的占地面积 10.80hm^2 ，水田占地面积 1.58hm^2 ，经果林的占地面积 15.13hm^2 ，梯坪地占地面积 10.18hm^2 ，林地的占地面积 2.82hm^2 ，草地占地面积 0.72hm^2 ，交通运输用地占地面积 3.94hm^2 ，建设用地占地面积 3.75hm^2 。

表 1-4 项目实际建设占地统计表 单位: hm^2

防治分区		总面积	占用土地类型 (hm^2)							
		(hm^2)	坡耕地	水田	经果林	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	建设用地
工程建设区	主体建筑区	3.35	0.90	0.18	0.74	0.68	0.22	0.14	0.21	0.27
	配套公建区	0.49	0.14	0.02	0.16	0.10	0.01	0.01	0.01	0.02
	道路硬化区	5.07	1.38	0.25	2.11	1.04	0.11		0.11	0.07
	绿化区	4.20	0.90		1.87	0.86	0.34	0.06	0.14	0.03
	小计	13.12	3.32	0.46	4.88	2.68	0.70	0.21	0.48	0.39
预留用地区		29.67	6.26	0.96	8.39	6.24	1.78	0.33	2.88	2.83
未扰动区		6.13	1.22	0.16	1.86	1.26	0.35	0.17	0.58	0.53
合计		48.92	10.80	1.58	15.13	10.18	2.82	0.72	3.94	3.75

注：施工生产生活区、表土堆场布设于预留用地区、绿化区，面积不重复计列。

1.1.1.6 土石方平衡

根据工程施工及监理资料统计，工程变更后，工程建设土石方开挖总量为 137.72 万 m^3 （其中场地平整 132.68 万 m^3 ，表土剥离/收集 4.83 万 m^3 ，基础开挖 0.21 万 m^3 ），回填利用 137.72 万 m^3 ，绿化覆土 4.83 万 m^3 ，一般回填 132.89 万 m^3 ，剥离表土运至预留用地区临时堆放，用于绿化覆土，开挖的土石方全部用于回填，不产生永久弃方。



表 1-5 土石方平衡及流向具体情况表（实际） 单位：万 m³

项目组成		开挖量				调入		调出		回填利用
		表土剥离	场地平整	基础开挖	小计	数量	来源	数量	去向	
工程建设区	主体建筑区	0.85		0.08	0.93	13.99	预留用地区			14.92
	配套公建区	0.40		0.06	0.46	4.95	预留用地区			5.41
	道路硬化区		0.45		0.45	3.65	预留用地区			4.10
	绿化区		0.97	0.07	1.04	9.47	预留用地区			10.51
	小计	1.25	1.42	0.21	2.88	32.06				34.94
预留用地区		3.58	131.26		134.84			32.06	工程建设区	102.78
总计（自然方）		4.83	132.68	0.21	137.72	32.06		32.06		137.72

注：1、表中数据均为自然方；
2、开挖+调入=回填+调出。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

呈贡县位于滇池流域东部，为昆明塌陷盆地的大地构造单元隶属扬子准地台的康滇古陆东缘，地质构造形迹以南北向断裂为主，盆地东缘为著名的小江断裂西支。

项目区位于滇池盆地的边缘，属中山侵蚀、溶蚀地貌区，项目拟建场地为山间小盆地及溶蚀残丘地貌，场地地形相对平缓开阔，四周环山，北、东面山体高大，南、西面山体低矮，地势上总体东北高、西南低。场地高程介于 2038m~2059m，相对高差 21m，场地大部分地段坡度较缓，一般小于 5°，场地内最低点位于南西面的低洼地段。

1.1.2.2 地质地震

1、地层岩性

工程区场地主要出露的地层为：第四系人工堆积层(Q₄^{ml})、第四系植物层耕土(Q^{pd})、第四系坡、洪积层(Q₄^{dl+pl})、第四系冲、湖洪积层(Q₄^{al+l})、第四系坡、残积层(Q₄^{dl+el})、二叠系下统阳新组(P_{1y})灰岩。根据地基土的成因、岩性及其力学性能划分为 6 个单元层，1 个亚层。

2、地质构造

滇池流域位于扬子准地台西南边缘。历史上曾经过多次的褶皱运动、断褶运动和火山活动，地质构造复杂，整个流域基本上受南北向断裂控制的晚新生代断陷盆地。呈贡县地质构造单元隶属扬子准地台的康滇古陆东缘，处于著名的南北向小江断裂带与普渡河断裂带之间的夹持地带。此两条断裂带发展历史长，活动强烈，对该区域构造发展、地层沉积、地貌变迁、盆地演化有着明显的控制作用。



项目区内分布地层主要为第四系人工活动层（Q4pd）、第四系洪积层（Q2pl）以及下伏基岩沧浪铺组（C1c）。岩层产状：包括 C1c 地层，岩性为粉砂岩、泥质粉砂岩。岩组中结构面以层理、节理为主，具大型交错层理，产状 $140^{\circ}\angle 28^{\circ}$ ，优势节理产状 $245^{\circ}\angle 68^{\circ}$ 、 $55^{\circ}\angle 58^{\circ}$ ，线密度 2~3 条/m，以闭合裂隙为主，延伸长 10~20cm。岩体完整性好，稳定性较好，力学强度较高，一般新鲜岩石单轴饱和抗压强度大于 30KPa。岩体风化强烈，从而降低了岩体强度。

项目区位于黑龙潭-官渡断裂与白邑—横冲断裂之间，一朵云—大新册断裂分布于评估区北东部，太平关断裂分布于评估区南部，而项目区内无断裂分布。其中黑龙潭—官渡断裂（F1）位于评估区西部，呈近南北向发育，倾向向东，倾角 $52^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，为张扭性正断层，区域发育长度约 98km；白邑—横冲断裂（F2）位于评估区东部，呈近南北向发育，倾向向东，倾角 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，为压扭性正断层，区域发育长度大于 73km；一朵云—大新册断裂（F3）位于评估区北东部，呈近北东向发育，倾向南东，倾角 $35^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，为压扭性逆断层，区域发育长度大于 24km；太平关断裂（F4）位于评估区南部，呈北东向发育，倾向南东，倾角 65° ，为张扭性正断层，区域发育长度 21km。

3、地震

根据云南省地震局地质研究所的研究成果：项目区相应的 50 年 10%超越概率的基岩水平峰值加速度为 0.20g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，工程区地震基本烈度为Ⅷ度，抗震设防区第二组。

1.1.2.3 气象

工程区域位于低纬度高海拔地区，属北亚热带高原季风气候区，具有夏无酷暑、冬无严寒、四季如春，干湿季分明的特点。年平均气温 14.8°C ，极端最高气温 31.5°C ，极端最低气温 -5.4°C ，月平均最高气温 19.8°C （6 月份），月平均最低气温 7.6°C （12 月份），年温差较小， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 4500°C ，蒸发量多年平均 2086mm，年最大为 4 月份 276mm，最小为 11 月 111mm。年无霜期 227 天，年平均日照时数为 2481.2h。

区内常年主导风向为西南风，静风频率为 25%，年平均风速为 2.9m/s，30 年一遇最大风速 23.7m/s，大风日数为 15 天。

工程区多年平均年降水量为 827mm，降水量多集中在雨季（6~9 月），占全年降水量 83%左右，日最大降雨量为 110.0mm。根据昆明市气象台建站以来的统计资料，昆明地区的降水特征为：最大年降水量 1302.8mm（1966 年），最小年降水量 717.9mm（1960 年）；



最大月平均降雨量 212.3mm（7 月），最小月平均降雨量 11.2mm（1 月）。

根据《云南省暴雨径流查算图表》项目区 20 年一遇 1h、12h、24h 最大降雨量分别为 61.7mm、102.2mm、129.4mm。

1.1.2.4 河流水系

项目所在水系为滇池流域，属金沙江水系。项目周围的主要湖库为滇池，主要河流为洛龙河和马料河。

滇池为一天然断陷湖泊，湖面南北长约 40km，东西平均宽约 7km，最大宽度 12.5km，湖岸长约 130km。湖体北部由东西长约 3.5km、宽 30m 堤坝将湖体分为两部分，分别称为草海和外海。当水位为 1886.5m（黄海高程）时，最大水深 10m，平均水深 4.3m。滇池多年平均径流量 9.76 亿 m^3 ，海口为滇池的出水口，多年平均出流量约 4.03 亿 m^3 。

洛龙河，原名倮倮河，源于黑、白两龙潭，全长 13.7km，径流面积 115.52 km^2 ，1976-1979 年打通石夹子隧洞，经 6.2km 的引流沟可与遥冲河相通。1978 年龙市桥以下改直后称东大河。平均河宽 5m，堤高 2.5m，最大流量 8 m^3/s 。流经洛羊区的大新册、小新册、洛龙 3 个乡镇，进入龙城镇的龙街、城内、古城至龙街区的江尾乡入滇池。

马料河全长 20.20km，径流面积 81 km^2 ，径流量为 1131 万 m^3 。

1.1.2.5 土壤及植被

（1）土壤

项目区的土壤类型以红壤、水稻土和紫色土为主，土层较薄，出露的岩性主要有灰岩、白云岩、砂岩、粉砂岩。项目区内土地利用类型以裸岩石砾地为主，因此植被较差，有蒿草、火绒草、小铁子、萌生栎类草灌丛及少量柏树零星分布。

（2）植被

项目区受水热气候条件的影响，形成代表性的植被是暖温带针叶林和亚热带常绿阔叶林；受人为条件主导，形成代表性的植被是农田植被和人工植被。由于地区开发历史较长等原因，天然植被受干扰的强度、方式和持续时间不同，又形成形式多样的次生植被类型。

半湿润常绿阔叶林的主要类型有：滇青冈林、高山栲林；落叶阔叶林的主要群落类型有栓皮栎林、旱冬瓜林；暖性针叶林主要有云南松林、华山松林；人工植被主要群落有农作物、经济林木，主要分布于坝区、台地和丘陵上，森林植被主要分布于区区域东部及南部地区。项目区内林草覆盖率(含经济林木和灌草丛)约 37%。

1.1.2.6 侵蚀类型与强度



按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。项目区原地貌为主要为坡耕地、水田、经果林、梯平地、林地、荒草地、田间道路和建筑用地，土壤侵蚀模数背景值为 $662.95t/(km^2 \cdot a)$ 。水土流失类型以水力侵蚀为主，还有部分水土流失是由于人为作用引起的物理机械侵蚀。项目建设过程中将扰动地面产生水土流失，随着工程建设完工，地表硬化覆盖、排水及绿化措施的实施，各扰动区域水土流失得到控制和治理，根据监测数据，项目现状侵蚀模数降为 $359.14t/(km^2 \cdot a)$ ，流失强度为微度。

1.1.2.7 水土流失重点防治区划

依据水保方案报批稿及批复文件内容“根据中华人民共和国水利部公告〔2006〕2号文“关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”，工程所在区属国家重点治理区，另据“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告（云政发〔2007〕165号）”项目区属于云南省重点治理区和重点监督区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008），水土流失防治标准按 I 级标准执行。”

依照现行标准，根据云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（第 49 号）、《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防保护区和重点治理区复核划分成果》，昆明市经开区不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，参考《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）和土壤允许流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ ，水土流失防治标准执行建设类 III 级标准，由于项目区属于阳宗海流域，水土流失防治执行标准应提高，确定本项目执行建设类 I 级防治标准。

因此，本项目监测水土流失防治标准按 I 级标准执行，与方案批复标准值一致。

1.1.2.8 项目区现状水土流失情况

工程已于 2013 年 9 月底完工，主体工程已实施措施中布设有浆砌石挡土墙、道路广场硬化、雨污水管网、植被恢复等措施，水土保持设施布设有表土剥离、临时排水沟、沉砂池、临时覆盖等。各项防治措施的实施，有效地降低了水土流失危害。根据监测组现场调查，项目区水土流失情况简述如下：

（1）主体建筑区：实施了表土剥离、排水明沟等措施，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判定为微度流失。

（2）配套公建区：实施了表土剥离、盖板排水沟、排水明沟等措施，区域流失现状



判定为微度流失。

(3) 道路硬化区：实施了表土剥离、雨水管网、植草砖等措施，区域流失现状判定为微度流失。

(4) 景观绿化区：实施了表土剥离、园区景观绿化及内部道路行道树栽植等措施，植被恢复良好，区域现状判定为微度流失。

(5) 预留用地区：实施了表土剥离、植被恢复、临时排水沟、拦挡、苫盖、沉砂等措施，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判定为微度流失。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

本项目开工后，建设单位重视工程水土保持和环境保护工作，设置了安全（环保）副经理岗位领导相关工作，全面负责公司安全、水保、环保工作。建设单位自主监理的过程中积极对存在的问题及时下发通知并督促整改；自主施工过程中制定了施工阶段水保实施方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施，水土保持管理体系相对健全。工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审批制度。在项目建设过程中，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和目标层层落实，责任到人。施工管理中以加快施工进度、避免雨季施工、减少土石方活动、土石方采用即运机制和绿化覆土采用即运即填方式等举措进行控制。工程建设项目管理的办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重要的作用。

1.2.2 “三同时”制度落实

2009年8月17日，建设单位取得云南省工业和信息化委员会关于本项目的投资项目备案证。2009年12月31日，取得中国铝业公司文件《关于中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目可行性研究报告的批复》（中铝发字〔2009〕411号）。2010年8月12日，建设单位取得中国铜业有限公司文件《关于中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目初步设计的批复》（中铜投字〔2010〕7号）。项目于2009年12月开工，于2013年9月竣工，2009年9月委托中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院进行水土保持方案编制工作，2019年5月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持监测工作。监测介入时工程已建设完成。建设单位未严格落实三同时制度。后期建设项目，建设单位应重视水土保持工作，加强施工期的管理、监理、监督，因工程建设对当地造成的水土流失影响可得到最大程度的减免。



1.2.3 水土保持方案编报及批复情况

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》及相关法律法规，根据《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（水利部令第5号）相关规定，2009年9月，建设单位委托中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院承担该工程水土保持方案的编制工作。2009年11月7日，云南省水土保持生态环境监测总站在昆明主持召开了《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案可行性研究报告》（送审稿）的审查会，同时年11月修改完成《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案可行性研究报告》（报批稿），2009年11月30日，云南省水利厅以“云水保〔2009〕284号”文对该方案进行了批复。2009年12月18日，建设单位取得呈贡县水务局《开发建设项目水土保持方案合格证书》（呈水保证字第52号）。

《水保方案》批复主要内容有：

一、中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目位于呈贡新区绿色产业基地园区内，拟建成年产23万吨电工铜材加工厂，建设内容主要为铜线车间、熔铸车间、铜板带车间、机修车间、综合仓库、道路、液化石油站及员工宿舍、餐厅等附属配套设施。项目总征地面积55.59hm²，其中含代征道路占地面积6.0hm²，本项目净用地面积49.59hm²。项目总建筑面积21.70万m²，建筑系数43.77%，绿地率19.86%，地面停车位2500个。工程总投资14.26亿元，其中土建投资3.15亿元，建设总工期60个月。

项目区地处滇池盆地边缘，属中山侵蚀、溶蚀地貌区，拟建场地为山间小盆地及溶蚀残丘地貌，地形相对平缓开阔，场地高程范围为2038m~2059m，地形相对高差为21m。项目区属北亚热带高原季风气候，多年平均气温14.8℃，多年平均降水量827mm；项目区土壤以红壤、水稻土等为主；地带性植被为暖温带针叶林和亚热带常绿阔叶林，区内主要为农田栽培植被和人工植被，主要有经果林及灌草丛，林草植被覆盖率为39%。项目区土壤侵蚀现状主要为轻度水力侵蚀，属于国家级水土流失重点治理区和云南省水土流失重点监督区和重点治理区，本项目区水土流失防治标中防治标准为I级标准。

二、《报告书》的编制基本符合水土保持有关法律法规和《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008)、《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)等技术规范、规程及标准的要求。基本达到可行性研究深度要求。

三、基本同意防治责任范围为项目建设区和直接影响区，防治责任范围总面积51.57m²。项目建设区主要包括主体建筑区、配套公建区、道路硬化区、绿化区、施工设施



区和临时堆土场等，其防治责任面积为 49.59hm^2 。直接影响区主要为项目建设可能影响的区域，其防治责任面积为 1.98hm^2 。

四、同意本方案对水土流失的预测分析。预测时段、预测分区基本可行。本项目在建设过程中共产生土石方开挖量 241.11万 m^3 ，回填利用 324.48万 m^3 ，外借 101.04万 m^3 ，临时堆存表土 4.93万 m^3 ，产生弃渣 12.74万 m^3 。工程建设扰动占压地表面积 49.59hm^2 ，损坏水土保持设施面积 31.10hm^2 ；预测时段内若不采取水保措施可能产生的新增水土流失量 13962.71t 。

五、基本同意防治措施总体布局。工程采取挡护工程、截排水工程及绿化美化等措施进行综合防治。本方案主要新增的临时防护措施工程量为：临时排水沟 4000m ，临时拦挡 1185m ；土石方开挖 2114m^3 ，砌砖 1523m^3 ，土工布覆盖 20900m^2 ，临时撒草面积 34.57hm^2 ，编织土袋 1185m^3 。

六、同意水土保持监测目的、原则及监测点的布设，监测内容、监测计划及监测成果要求等基本可行。

七、水土保持投资估算的编制依据、方法、价格水平年、基础单价、工程单价等与主体工程一致，符合编制规定；基本同意本工程水保总投资 1687.07万元 ，其中主体工程已列投资 1227.14万元 ，本方案新增水保投资 459.93万元 。水保总投资中防治措施费 1456.78万元 ，水土保持设施补偿费 31.1万元 ，监测费 69万元 ，监理费 48万元 ，其它费用 82.19万元 。水保投资列入工程建设总投资中，按年度计划安排专款专用。

八、同意水土保持防治目标值及效益分析。防治目标中，扰动土地整治率 95% ，水土流失总治理度 97% ，土壤流失控制比 1.0 ，拦渣率 95% ，林草植被恢复率 99% ，林草覆盖率 27% 。经效益分析，水土保持方案实施后，基本能达到水土流失防治确定的各项目标值。

九、基本同意水土保持方案实施进度安排，要严格按照批复的水土保持方案所确定的进度组织实施水土保持工程。

十、建设单位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抓紧落实资金、管理等保证措施，做好本方案下阶段的工程设计、招投标和施工组织工作，加强对施工单位的监督与管理。

(二)加强施工组织和管理，严格控制施工期道路、施工场地占地，禁止随意扰动、占压、破坏地貌和植被。

(三)定期向各级水行政主管部门通报水土保持方案实施情况，并主动接受市、区水行政主管部门的监督检查。



(四)委托具有水土保持监测资质的单位承担水土保持监测任务，并及时向省级水行政主管部门提交监测报告。

(五)委托具有水土保持监理资质的单位和人员承担水土保持监理任务，加强水土保持工程建设监理工作，确保水土保持工程建设质量。

(六)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设施补偿费。

(七)工程实施中重大设计变更要报原审批单位批准，水土保持后续设计应报市级水行政主管部门备案。

(八)采购石、砂等建筑材料要选择符合规定的料场，明确水土流失防治责任，并向地方水行政主管部门备案。

(九)建设单位要按照《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定，在工程投入运行之前及时向我厅申请水土保持设施行政验收。

十一、方案编制单位必须于 30 日内将水行政主管部门批复同意的水土保持方案报告书分送项目建设涉及的市、区水行政主管部门。

十二、市、区水行政主管部门要加大检查指导力度，督促建设单位认真落实“三同时”制度，切实做好施工期间的水土保持工作。

1.2.4 变更情况

本工程实际建设过程中，项目用地范围及建设地点未发生变化，项目实际建设过程中一期工程厂房位置及数量基本不变，二期工程存在未扰动区，其余扰动区域仅完成场平，并实施植被恢复。项目红线范围工程总体工程平面布局发生改变，项目区内工业厂房建设项目已完成验收，导致本次核定的防治责任范围面积减少。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

监测单位自接收该项目监测委托后，先后于 2019 年 5 月、2019 年 11 月先后 2 次到项目现场进行监测，主要针对自然恢复期存在的问题提出整改建议。自然恢复期主要建议是加强对植物措施的抚育管理，建设单位基于水土保持管理和相关水土保持措施实施的基础之上，根据监测意见进行落实。

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

2019 年 11 月 15 日，阳宗海生态和水资源保护局环境水政监察大队相关人员对中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目进行执法检查，并出具了中央环保督查‘回头看’有色金属行业规范整治活动检查表，明确了此次项目执法检查的内容，项目存在的主要问题及



处理意见（详见附件 5）。

2019 年 12 月 5 日，昆明阳宗海风景名胜区管理委员会环境和水资源保护局相关人员对中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持措施实施情况下达限期整改通知书（阳水责改字〔2019〕85 号），详见附件 6。针对检查过程中存在未完善相关问题做出如下整改内容（措施）：完善水土保持设施验收手续。

建设单位在收到整改意见后，建设单位成立水土保持设施验收工作组，依照整改内容（措施），组织相关单位推进完善水土保持设施验收手续。

1.3 监测工作实施情况

根据《中华人民共和国水土保持法》和有关开发建设项目水土保持法规及技术规范，在开发建设项目施工准备期之前、施工期及运行期间，需对建设项目防治责任范围内的水土流失情况进行监测，以便及时、准确的掌握工程建设所引起的水土流失状况以及工程项目对区域生态环境的影响程度，为工程建设的水土流失防治工作提供依据。2019 年 5 月受建设单位中铜（昆明）铜业有限公司的委托，我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担了中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目的水土保持监测任务。

在接受任务后我单位成立了专门的水土保持监测项目组，并于 2019 年 5 月组织技术人员成立监测小组，监测过程中，监测组于 2019 年 5 月、2019 年 11 月先后 2 次进入现场收集了相关的监测数据。监测组首次进场后对全区进行调查，并布设监测点，同时收集工程施工、监理及结算资料。

1.3.1 监测计划执行情况

接到监测任务委托后，2019 年 5 月我单位针对本项目成立监测组，我单位监测进场后，主体工程已完工，未对项目开展监测实施方案的编制，但制定了相应的监测计划。2019 年 5 月进场开展监测，截止 2019 年 12 月监测期共 8 个月。对水土流失强度与水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。

监测组通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式，结合建设方提供的基础技术资料，结合后期工程竣工资料分析对比，获取了有关水土保持的资料和数据，在此基础上于 2019 年 12 月编制完成《中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测项目部设置

为确保本项目监测工作顺利展开，我公司成立由专门的项目监测组。其中，总监测工



程师全面负责监测合同的履行，主持本项目监测机构的工作，在项目执行期间保持稳定；如果遇到特殊情况，总监测工程师需要发生变化，我公司将充分征求建设单位的意见，并书面通知建设单位，陈述变更的原因。

监测组人员负责现场的监测工作。同时组成数据分析组，负责实测数据归档、分析及报告的编写。监测人员组织安排见表 1-6。

表 1-6 水土保持监测项目部人员配备表

序 号	姓 名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	罗 松	高级工程师	法人代表/水工	项目管理
	张洪开	高级工程师	水 工	成果审查
水土流失因子监测组	保春刚	工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
	樊利武	工程师	水土保持	负责水土流失因子监测
水土流失状况监测组	陈 密	工程师	水土保持	水土流失状况监测组组长，负责监测报告编写
	宁 何	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	王文杰	助理工程师	水土保持	水土流失防治效果监测组组长，项目负责人，负责监测报告统稿
	徐源艺	助理工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测时段、频次

根据项目现场及监理资料，结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持监测时段为建设期和自然恢复期。项目建设期为 2013 年 6 月~2019 年 6 月，监测频次为每季度监测一次，自然恢复期为 2019 年 7 月~2020 年 6 月，监测频次为半年监测一次。

1.3.4 监测点布设

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目的工程特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，兼顾开展水土保持监测的典型性和可操作性原则，水土保持监测主要对水土流失情况、水土保持措施实施数量及质量、水土保持措施运行情况以及植被生长状况进行监测。主要在主体建筑区、配套公建区、道路硬化区、预留用地区和未扰动区等具有代表性的地段布设 5 个监测点，布设的监测点见表 1-7。

表 1-7 工程水土保持监测点布设情况表

监测分区		监测点位置	监测点编号	监测点类型	监测方法及内容
工程 建设区	主体建筑区	铜线杆车间周边	1#监测点	调查型	调查监测, 用 GPS 复核面积, 各类水土保持措施实施、运行等情况
	配套公建区	综合办公楼区域	2#监测点	调查型	调查监测, 用 GPS 复核面积, 各类水土保持措施实施、运行等情况
	道路硬化区	停车场	3#监测点	调查型	调查监测, 用 GPS 复核面积, 各类水土保持措施实施、运行等情况
	绿化区	铜扁材车间外侧景观绿化	4#监测点	调查型	保存率等植被恢复情况监测
预留用地区		项目区中部	5#监测点	调查型	保存率等植被恢复情况监测

1.3.5 监测设施设备

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测设施通用技术条件》以及相关的监测技术要求, 本项目监测所选定的监测点需配备多种监测设备、工具和设施。经统计, 本项目水土保持监测使用了以下设备, 详见下表。

表 1-8 水土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备 注
一	设施				
1	水土保持措施运行效果监测点	/	个	1	用于观测水土保持措施实施及运行情况
2	植物样方	1m×1m	个	1	用于观测植物措施生长情况
二	设备				
1	无人机	DJI 精灵 4pro	台	1	项目全景监测
2	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
3	测高仪		台	1	
4	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
5	罗盘		套	1	用于测量坡度
6	皮尺或卷尺		套	1	测量植物生长状况
7	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
8	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
9	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
10	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.6 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018), 结合本项目监测内容及指标, 确定本次水土保持监测方法主要以定位监测和调查监测为主、巡查监测为辅的模式进行监测。

1.3.7 监测成果提交情况



根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件、项目实际情况，工程已于 2009 年 4 月开工建设，2019 年 5 月监测进场，监测介入时，项目已完工，监测项目组进行实地查勘、调查，收集监测相关数据，为水土保持设施验收提供必要的技术资料。监测时段为项目建设期 2019 年 5 月~2019 年 11 月，为项目试运营阶段。具体监测内容及监测成果见表 1-9。

表 1-9 监测内容及监测成果

监测 次序	监测时间	监测方法、内容	监测成果
1	2019 年 5 月	针对项目建设区全面详细的巡查，布设监测信息牌，编写水土保持自检自查工作报告	制定完成监测计划，在云南省水利厅进行了监测备案
2	2019 年 11 月	对项目建设区进行全面调查，量测、记录实施的水土保持措施数量	统计整理监测数据

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》（SL277-2002）及《变更方案》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。本工程水土保持监测内容主要包括以下几方面：

2.1.1 项目区水土流失因子监测

- （1）地形、地貌、降雨、水系、土壤、林草覆盖度；
- （2）建设项目实际占地面积、扰动地表面积；
- （3）损坏水土保持设施面积；
- （4）工程实际挖方、填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。

2.1.2 防治责任范围动态监测

防治责任范围动态监测主要是在工程的施工期开展监测工作，主要包括项目建设区。本项目监测根据现场踏勘及业主、监理单位、施工单位提供的资料来复核项目实际发生变化的防治责任范围。

（1）项目建设区

①永久性占地

永久性占地是指项目建设征地范围内、由项目建设单位负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

②临时性占地

临时性占地是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

③扰动地表面积

扰动地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为



认真复核扰动地表面积。

（2）直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

根据项目建设区及直接影响区面积变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

2.1.3 水土流失量动态监测

根据项目实际建设情况，对工程在项目建设过程中实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测，通过对监测时段内的土壤流失量进行量化以评价项目区治理达标与否。

A 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

B 土壤侵蚀模数

土壤侵蚀模数是单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小，是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

2.1.4 水土流失防治动态监测

根据本项目现状，水土流失防治监测主要是针对现有水保措施及水土流失情况开展监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。

（1）水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

（2）水土保持措施防治效果动态监测

A 防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。



B 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

C 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

水土保持措施防治效果动态监测是针对整个工程的全部区域开展的，监测工程建设实际情况是否按照《水保方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。

2.1.5 水土流失危害监测

- 1、产生的水土流失对下游河道、农田、乡村道路及植被的危害；
- 2、水土流失对周边居民的影响及危害；
- 3、水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象；
- 4、水土流失对区域生态环境影响状况；
- 5、重大水土流失事件监测。

对于重大水土流失事件应及时要求建设单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设现状及水土流失的特点，本项目的监测主要以定位监测和调查监测法为主、临时监测和巡查监测辅助的模式进行监测。

2.2.1 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和试运行期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

（1）实测法

通过本项目布置的监测设施（简易坡面量测法、侵蚀钉简易水土流失观测场法、沉砂池法等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

（2）类比法

采用已有的其它同类工程监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、



地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

（3）经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

2.2.2 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是临时堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（排水工程、绿化工程和临时工程等）实施情况。

（一）面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如临时堆土、回填土、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。面积监测的时段主要是建设期。

（1）水土流失防治责任范围监测

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

（2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

（二）其它调查监测

（1）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社



会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 pH 值、土壤抗蚀性，具体监测方法如下：

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 2-1 和表 2-2。

表2-1 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量（%）		
类别	质地名称	粘粒 ($<0.002\text{mm}$)	粉沙粒 ($0.02 \sim 0.002\text{mm}$)	砂粒 ($2 \sim 0.02\text{mm}$)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤 土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘 土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重粘土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表2-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到砂砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成2cm直径圆圈时易断



土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝
土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径1cm）	湿时搓成土条（2mm粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成2cm直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝

B 土壤含水率测定

用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率：

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在工程的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

2) 水土流失防治动态监测



（1）水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

（2）水土保持措施防治效果

① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、护坡、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

2.2.3 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和建设期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法。结合项目实际情况，本项目监测于 2019 年 5 月份介入，主要针对项目建设期及植被恢复期进行监测，巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

（1）水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、项目管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

（2）重大水土流失事件监测



根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

2.2.4 监测指标及监测方法

结合项目特点，本项目监测中选用植被样方法进行监测。

植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况，根据监测指标不同，具体的测量方法也不同。根据本项目监测实际情况，主要监测指标测量方法如下：

（1）林木生长情况

① 树高：采用测高仪进行测定。

② 胸径：采用胸径尺进行测定。

（2）存活率和保存率

根据工程实际情况，对本项目全线行道树存活率和保存率进行统计，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

（3）林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过无人机航拍影像，测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum (C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C_i 为林地、草地郁闭度或盖度；A_i 为相应郁闭度、盖度的面积；A 为流域总面积。



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

根据“云水保许〔2009〕284号”批复情况，本项目水土流失防治责任范围总面积为 51.57hm^2 ，包括项目建设区 49.59hm^2 ，直接影响区 1.98hm^2 。详见表3-1。

表 3-1 《水保方案》确定防治责任范围表

防治分区			总面积 (hm ²)	土地类型及面积 (hm ²)							
				坡耕地	水田	经果林	梯平地	林地	荒地	田间道路	建筑用地
项目 建设区	一期 工程	主体建筑区	7.45	2.01	0.41	1.64	1.52	0.5	0.31	0.47	0.59
		配套公建区	2.63	0.73	0.13	0.88	0.54	0.08	0.07	0.08	0.12
		道路硬化区	2.24	0.61	0.11	0.93	0.46	0.05		0.05	0.03
		绿化区	2	0.4		0.94	0.41	0.14	0.04	0.05	0.02
		施工设施区	0.15	0.03		0.05	0.03	0.02		0.02	
		临时堆土场	0.55	0.15		0.21	0.11	0.06		0.02	
		小计	15.02	3.93	0.65	4.65	3.07	0.85	0.42	0.69	0.76
	二期 工程	主体建筑区	15.98	2.47	0.66	6.46	3.28	0.91	0.42	0.38	1.40
		配套公建区	6.64	1.36	0.21	1.14	1.36	0.37	0.29	1.16	0.75
		道路硬化区	4.8	0.98	0.06	0.78	0.99	0.29	0.13	1.09	0.48
		绿化区	5.9	1.95		1.62	1.21	0.33	0.07	0.47	0.25
		施工设施区	0.3			0.17	0.07		0.01	0.03	0.02
		临时堆土场	0.95	0.11		0.31	0.2	0.07	0.05	0.12	0.09
		小计	34.57	6.87	0.93	10.48	7.11	1.97	0.97	3.25	2.99
	合计		49.59	10.8	1.58	15.13	10.18	2.82	1.39	3.94	3.75
直接 影响区	一期工程		0.79								
	二期工程		1.19								
	合计		1.98								
防治责任范围面积			51.57								

根据现场踏勘量测，结合建设单位提供的征占地资料，本工程实际发生的防治责任范围面积与《水保方案》确定的防治责任范围相比减少了 2.65hm^2 ，原因是项目建设范围内工业厂房建设项目已完成验收，本次扣除其占地面积 0.67hm^2 ，直接影响区取消。实际发生的防治责任范围总面积为 48.92hm^2 ，均为项目建设区。实际发生的防治责任范围见表3-2。



表 3-2 工程建设实际发生的水土流失防治责任范围统计表

防治分区		总面积 (hm ²)	土地类型及面积 (hm ²)							
			坡耕地	水田	经果林	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	建设用地
工程建设区	主体建筑区	3.35	0.90	0.18	0.74	0.68	0.22	0.14	0.21	0.27
	配套公建区	0.49	0.14	0.02	0.16	0.10	0.01	0.01	0.01	0.02
	道路硬化区	5.07	1.38	0.25	2.11	1.04	0.11		0.11	0.07
	绿化区	4.20	0.90	0.00	1.87	0.86	0.34	0.06	0.14	0.03
	小计	13.12	3.32	0.46	4.88	2.68	0.70	0.21	0.48	0.39
预留用地区		29.67	6.26	0.96	8.39	6.24	1.78	0.33	2.88	2.83
未扰动区		6.13	1.22	0.16	1.86	1.26	0.35	0.17	0.58	0.53
合 计		48.92	10.80	1.58	15.13	10.18	2.82	0.72	3.94	3.75

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据“云水保许〔2009〕284 号”对《水保方案》的批复，项目扰动地表、损坏土地的面积 49.59hm²，详见表 3-3。

表 3-3 《水保方案》扰动原地貌、损坏土地面积统计表

防治分区		总面积 (hm ²)	土地类型及面积 (hm ²)							
			坡耕地	水田	经果林	梯坪地	林地	荒草地	田间道路	建筑用地
一期工程	主体建筑区	7.45	2.01	0.41	1.64	1.52	0.5	0.31	0.47	0.59
	配套公建区	2.63	0.73	0.13	0.88	0.54	0.08	0.07	0.08	0.12
	道路硬化区	2.24	0.61	0.11	0.93	0.46	0.05		0.05	0.03
	绿化区	2.00	0.4		0.94	0.41	0.14	0.04	0.05	0.02
	施工设施区	0.15	0.03		0.05	0.03	0.02		0.02	
	临时堆土场	0.55	0.15		0.21	0.11	0.06		0.02	
	小计	15.02	3.93	0.65	4.65	3.07	0.85	0.42	0.69	0.76
二期工程	主体建筑区	15.98	2.47	0.66	6.46	3.28	0.91	0.42	0.38	1.4
	配套公建区	6.64	1.36	0.21	1.14	1.36	0.37	0.29	1.16	0.75
	道路硬化区	4.8	0.98	0.06	0.78	0.99	0.29	0.13	1.09	0.48
	绿化区	5.9	1.95		1.62	1.21	0.33	0.07	0.47	0.25
	施工设施区	0.3			0.17	0.07		0.01	0.03	0.02
	临时堆土场	0.95	0.11		0.31	0.2	0.07	0.05	0.12	0.09
	小计	34.57	6.87	0.93	10.48	7.11	1.97	0.97	3.25	2.99
合计		49.59	10.8	1.58	15.13	10.18	2.82	1.39	3.94	3.75

通过对比，工程建设实际扰动原地貌比《水保方案》设计的占地面积减少 0.67hm²，其中主体建筑区面积减少 20.08hm²，配套公建区面积减少 8.78hm²，道路硬化区面积减少 1.97hm²，绿化区面积减少 5.65hm²，预留用地区面积增加 29.67hm²，未扰动区面积增加 6.13hm²。具体情况详见表 3-4、3-5。



表 3-4 工程建设实际扰动原地貌、损坏土地面积表

防治分区		总面积 (hm ²)	占用土地类型 (hm ²)							
			坡耕地	水田	经果林	梯坪地	林地	草地	交通运输用地	建设用地
工程建设区	主体建筑区	3.35	0.90	0.18	0.74	0.68	0.22	0.14	0.21	0.27
	配套公建区	0.49	0.14	0.02	0.16	0.10	0.01	0.01	0.01	0.02
	道路硬化区	5.07	1.38	0.25	2.11	1.04	0.11		0.11	0.07
	绿化区	4.20	0.90	0.00	1.87	0.86	0.34	0.06	0.14	0.03
	小计	13.12	3.32	0.46	4.88	2.68	0.70	0.21	0.48	0.39
预留用地区		29.67	6.26	0.96	8.39	6.24	1.78	0.33	2.88	2.83
未扰动区		6.13	1.22	0.16	1.86	1.26	0.35	0.17	0.58	0.53
合 计		48.92	10.80	1.58	15.13	10.18	2.82	0.72	3.94	3.75

表 3-5 工程建设实际扰动原地貌、损坏土地面积与《水保方案》对比表

序号	分区	总占地面积 (hm ²)		
		批复	实际	增减
1	主体建筑区	23.43	3.35	-20.08
2	配套公建区	9.27	0.49	-8.78
3	道路硬化区	7.04	5.07	-1.97
4	绿化区	9.85	4.20	-5.65
5	预留用地区		29.67	29.67
6	未扰动区		6.13	6.13
合计		49.59	48.92	-0.67

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保变更方案》，本项目未设计取土取料。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

监测组经过现场调查复核，本项目实际建设中未单独设置取料场，项目建设所需砂石料均外购，料场水土流失防治责任归石料场经营方所有。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《水保变更方案》，本项目不产生弃渣。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本项目不产生弃渣，不涉及弃渣场。

3.3.3 弃渣对比分析



本项目不产生弃渣。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据工程施工及监理资料统计，工程建设土石方开挖总量为 137.72 万 m^3 （其中场地平整 132.68 万 m^3 ，表土剥离/收集 4.83 万 m^3 ，基础开挖 0.21 万 m^3 ），回填利用 137.72 万 m^3 ，绿化覆土 4.83 万 m^3 ，一般回填 132.89 万 m^3 ，剥离表土运至预留用地区临时堆放，用于绿化覆土，开挖的土石方全部用于回填，不产生永久弃方。详见表 3-7。



表 3-6 《水保方案》土石方平衡及流向表 单位: 万 m³

项目		开挖量					回填 利用	调入		调出		外借		废弃			
		表土 剥离	场地 平整	基础 开挖	建筑 垃圾	小计		数量	来源	数量	去向	数量	来源	小计	临时 堆土	场内 杂土	建筑 垃圾
一期 工程	主体建筑区	0.88		14.75	0.09	15.72	48.79	13.99	二期工程			20.05	云南白 药加工 厂项目	0.97	0.88		0.09
	配套公建区	0.47		4.41	0.04	4.92	16.43	4.94				7.08		0.51	0.47		0.04
	道路硬化区		0.56	8.85		9.41	19.09	3.65				6.03		0.56		0.56	
	绿化区		0.52			0.52	9.14	3.24				5.38		0.52		0.52	
	施工设施区		0.08	0.07	0.01	0.16	0.75	0.2				0.4		0.09		0.08	0.01
	临时堆土区		0.14			0.14	2.51	0.89				1.48		0.14		0.14	
	小计	1.35	1.3	28.08	0.14	30.87	96.71	26.91	二期工程			40.42		2.79	1.35	1.3	0.14
二期 工程	主体建筑区	2.15	65.7	38.95	0.19	106.99	114.54			13.99	一期工程	28.02	云南白 药加工 厂项目	6.48	2.15	4.14	0.19
	配套公建区	1.43	27.3	9.97	0.08	38.78	41.38			4.94		11.64		4.1	1.43	2.59	0.08
	道路硬化区		19.74	15.13		34.87	37.84			3.65		8.42		1.24		1.24	
	绿化区		24.26			24.26	27.91			3.24		10.34		2.93		2.93	
	施工设施区		1.23	0.18	0.02	1.43	1.6			0.2		0.53		0.08		0.24	0.02
	临时堆土区		3.91			3.91	4.5			0.89		1.67		0.05		0.05	
	小计	3.58	142.14	64.23	0.29	210.24	227.77			26.91	一期工程	60.62		14.88	3.58	11.01	0.29
总计（自然方）		4.93	143.44	92.31	0.43	241.11	324.48	26.91	二期工程	26.91	一期工程	101.04		17.67	4.93	12.31	0.43
总计（松方）		7.40	215.16	138.47	0.65	361.68	486.72	40.37	二期工程	40.37	一期工程	151.56		26.52	7.40	18.47	0.65

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；

②上述土石方均为自然方。



表 3-7 工程建设实际土石方平衡及流向表 单位: 万 m³

项目组成		开挖量				调入		调出		回填利用
		表土剥离	场地平整	基础开挖	小计	数量	来源	数量	去向	
工程建设区	主体建筑区	0.85		0.08	0.93	13.99	预留用地区			14.92
	配套公建区	0.40		0.06	0.46	4.95	预留用地区			5.41
	道路硬化区		0.45		0.45	3.65	预留用地区			4.10
	绿化区		0.97	0.07	1.04	9.47	预留用地区			10.51
	小 计	1.25	1.42	0.21	2.88	32.06				34.94
预留用地区		3.58	131.26		134.84			32.06	工程建设区	102.78
总计（自然方）		4.83	132.68	0.21	137.72	32.06		32.06		137.72

注：1、表中数据均为自然方；

2、开挖+调入=回填+调出。



4 水土流失防治措施监测结果

中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持措施监测内容主要为：防治措施的类型、数量、质量，防护工程的稳定性、完好程度和运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，水土保持管理措施实施情况等。监测过程中本项实施的水土保持措施有：表土剥离、排水明沟、盖板排水沟、雨水管网、植草砖、行道树栽植、景观绿化、植被恢复、临时拦挡、临时覆盖、临时排水、临时沉沙等措施。针对已经实施的工程措施、临时措施、植物措施等，监测组通过实地测量结合资料分析的方法进行措施类型、位置、实施时间、规格、数量、防治效果的复核调查，反映项目建设区水土流失防治措施及其效果。

4.1 工程措施监测结果

一、《水保方案》批复工程措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持工程措施为：

1、主体设计：

主体建筑区表土剥离 30300m³，道路硬化区铺透水砖 19521m²，绿化区土地整治 9.85hm²，配套公建区表土剥离 18950m³。

表 4-1 水土保持方案批复的工程措施工程量表

监测分区	措施名称	单位	措施工程量	备注
主体建筑区	表土剥离	m ³	30300	主体设计
道路硬化区	透水砖	m ²	19521	主体设计
绿化区	土地整治	hm ²	9.85	主体设计
配套公建区	表土剥离	m ³	18950	主体设计

二、实际实施工程措施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截至 2019 年 12 月，本项目水土保持工程措施为主体建筑区表土剥离 8500m³，排水明沟 1866.31m；配套公建区表土剥离 4000m³，盖板排水沟 188.5m，排水明沟 331.44m；道路硬化区雨水管网 3015.7m，盖板排水沟 77.02m，植草砖 1.51hm²。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-2。



表 4-2 实际实施与方案批复的工程措施工程量对比表

防治分区		防治措施	单位	水保方案设计		工程实际建设	
				主体	新增	主体	新增
工程建设区	主体建筑区	表土剥离	m ³	30300		8500	
		排水明沟	m			1866.31	
	配套公建区	表土剥离	m ³	18950		4000	
		盖板排水沟	m			188.5	
		排水明沟	m			331.44	
	道路硬化区	雨水管网	m			3015.70	
		盖板排水沟	m			77.02	
		透水砖	m ²	19521		15100	
	绿化区	土地整治	hm ²	9.85			
预留用地区		表土剥离	m ³			35800	

实际实施工程措施时间与方案批复不一致,《水保方案》设计工程措施实施时间为 2010 年 1 月~2014 年 6 月,实际实施时间为 2009 年 12 月~2012 年 12 月,实际实施时间较方案设计较长,主要受实际施工进度影响。

实施的工程措施照片集	
 2019 年 5 月	 2019 年 5 月
铜扁材车间外围排水沟	挡墙下侧排水沟
 雨水管网 2019 年 5 月	 2019 年 5 月
配套公建区雨水管网	
 2019 年 5 月	 2019 年 5 月
停车场区植草砖	排水沟

4.2 植物措施监测结果

一、《水土保持方案》批复植物措施情况

根据《水土保持方案》及其批复文件，方案批复水土保持植物措施为：



1、主体设计:

主体建筑区道路硬化区及配套公建区撒草绿化, 撒草草籽 1809.60kg。

2、方案新增:

无。

表 4-3 水土保持方案批复的植物措施工程量表

防治分区		防治措施		单位	水保方案设计	工程实际建设	变化情况
工程建设区	主体建筑区	植物措施	撒草绿化	kg	1278.4		-1278.4
	配套公建区	植物措施	撒草绿化	kg	531.2		-531.2

二、实际实施植物措施情况

根据监测现场调查统计, 结合建设单位提供资料分析, 截至 2019 年 12 月, 本项目水土保持植物措施为绿化区行道树栽植 5.55km, 景观绿化 4.2hm²; 预留用地区植被恢复 29.67hm²。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-4。

表 4-4 实际实施与方案批复的植物措施工程量对比表

防治分区		防治措施		单位	水保方案设计	工程实际建设	变化情况
工程建设区	主体建筑区	植物措施	撒草绿化	kg	1278.4		-1278.4
	配套公建区	植物措施	撒草绿化	kg	531.2		-531.2
	绿化区	植物措施	行道树栽植	km		5.55	5.55
		植物措施	景观绿化	hm ²		4.2	4.2

实际实施植物措施时间与方案批复不一致,《水保方案》设计植物措施实施时间为 2011 年 1 月~2014 年 12 月, 实际实施景观绿化时间为 2011 年 6 月~2011 年 12 月, 实际实施时间较方案设计较晚, 主要受实际施工进度影响, 但未实施植被措施时, 项目区实施了相应的临时措施, 也能有效的减轻水土流失。

实施的植物措施照片集



综合办公楼周边绿化



停车场周边绿化美化



行道树绿化



预留用地区①



预留用地区②



预留用地区③

通过本工程实际发生的植物措施工程量与水土保持方案批复的比较发生变化的主要原因是：

由于场地建设布局调整，二期工程尚未实施，可绿化面积减少，绿化标准不变，但预留地区实施的植被恢复使得项目区绿化面积增加，整体绿化率提高。

4.3 临时防护措施监测结果

一、《水保方案》批复临时措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持临时措施为：

1、主体设计：

无；

2、方案新增：

主体建筑区土工布覆盖 11500m²，配套公建区土工布覆盖 4200m²，道路硬化区编织土袋挡墙 300m，临时砖砌排水沟 4000m，土工布覆盖 2700m²，施工设施区土工布覆盖 2500m²，临时堆土场编织土袋挡墙 885m。



二、实际实施临时措施情况

根据监测现场调查统计,结合建设单位提供资料分析,截至2019年6月,本项目水土保持临时措施实施主要为:

临时拦挡 568m,临时覆盖 1420m²,临时排水 2200m,临时沉砂池 2 座。

表 4-5 实际实施与方案批复的临时措施工程量对比表

防治分区		防治措施		单位	水保方案设计	工程实际建设	变化情况
工程建设区	主体建筑区	临时措施	土工布覆盖	m ²	11500		-11500
	配套公建区	临时措施	土工布覆盖	m ²	4200		-4200
	道路硬化区		编织土袋挡墙	m	300		-300
		临时措施	临时砖砌排水沟	m	4000		-4000
			土工布覆盖	m ²	2700		-2700
	施工设施区	临时措施	土工布覆盖	m ²	2500		-2500
	临时堆土场	临时措施	编织土袋挡墙	m	885		-885
预留用地区		临时措施	临时拦挡	m		568	568
		临时措施	临时覆盖	m ²		1420	1420
		临时措施	临时排水	m		2200	2200
		临时措施	临时沉砂池	座	6	2	-4

《水保方案》设计临时措施实施时间为 2010 年 1 月~2014 年 6 月,实际实施临时措施与主体工程同步实施,实施临时措施数量有所变化。变化原因为:

项目区二期工程尚未实施,工程实际施工过程中临时措施实施区域为预留用地区,导致实际临时拦挡、临时覆盖、临时排水、临时沉砂池发生变化。

监测项目组认为,中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持临时措施数量与方案批复相比有所变化,但实施的临时措施基本能够满足项目区水土流失防治要求。

4.4 水土保持措施防治效果

(1) 水土保持措施实施情况汇总

①工程措施:工程建设区主体建筑区表土剥离 8500m³,排水明沟 1866.31m;配套公建区表土剥离 4000m³,盖板排水沟 188.5m,排水明沟 331.44m;道路硬化区雨水管网 3015.7m,盖板排水沟 77.02m,植草砖 1.51hm²。

②植物措施:绿化区行道树栽植 5.55km,景观绿化 4.2hm²;预留用地区植被恢复 29.67hm²。

③临时措施:临时拦挡 568m,临时覆盖 1420m²,临时排水 2200m,临时沉砂池 2 座。

(2) 水土保持措施防治效果评价



中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持措施共划分为土地整治工程、防洪排导工程、植被建设工程和临时防护工程。

土地整治工程实施的表土剥离措施保留了项目内珍贵的表土资源，为绿化覆土提供支撑，同时通过设立表土堆场，并实施相应的临时防护工程，可有效减少水土流失。

防洪排导工程实施的排水管可以汇集疏散项目区内的水，可有效减少水土流失。

植被建设工程绿化成活率为 100%，植物生长良好，植被覆盖率达标，植物根系有效固土防冲，植物叶片美化环境，发挥了较好的水土保持功能。

临时防护工程实施的拦挡、覆盖、排水、沉砂分部工程，施工期间临时排水沟、沉砂池正常运行，临时排水沟能有效收集项目施工期间的汇水，及时排出施工期间汇水，防治雨水产生径流冲刷松散土体表面造成水土流失，沉砂池起到沉淀泥沙作用，防止项目区内土壤随汇水流失，临时防护措施质量总体合格。

表 4-6 水土保持工程措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置		单元工程划分 (个)	单元工程评定			分部工程质量 评定	单位工程 质量 评定	工程质 量 评定
					合格项 数	优良项 数	质量评 定			
土地整 治工程	场地整 治(表土 剥离)	工程建设区	主体建筑区	1	1	1	合格	合格	合格	合格
			配套公建区	1	1	1	合格	合格	合格	合格
		预留用地区		1	1		合格	合格	合格	合格
防洪排 导工程	排洪导 流设施	工程建设区	主体建筑区	10	9	5	合格	合格	合格	合格
			配套公建区	3	3	2	合格	合格	合格	合格
			道路硬化区	16	16	12	合格	合格	合格	合格
合计				32	31	21	合格	合格	合格	

表 4-7 水土保持植物措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分 (个)	单元工程评定			分部工程 质量 评定	单位工程 质量 评定	工程质 量 评定
				合格 项数	优良 项数	质量 评定			
植被建设工程	点片状植被	绿化区、预留用地区	2	2	2	合格	合格	合格	合格
合计			2	2	2	合格	合格	合格	合格

表 4-8 水土保持临时措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置		单元工程划分 (个)	单元工程评定				分部工程 质量 评定	单位工程 质量 评定	项目工程 质量 评定
					合格项	合格	优良项	优良			



				数	率%	数	率%			
临时防 护工程	拦挡	预留用地区	3	2	100	2	66.7	合格	合格	合格
	遮盖	预留用地区	2	2	100	2	100.0	合格	合格	合格
	排水	预留用地区	11	3	100	10	90.9	合格	合格	合格
	沉砂	预留用地区	2	3	100	2	100.0	合格	合格	合格
合计			18	10	100	16	88.9	合格	合格	合格

综上所述，本项目在工程建设过程中实施的工程措施、植物措施、临时措施有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果，发挥了较好的水土保持功能。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目属于新建项目，建设期内整个工程占地区域均造成了新的扰动和水土流失。经过程监测分析，本项目在施工期扣除未扰动区面积外，造成水土流失总面积为 42.79hm^2 ，施工期结束后，进入自然恢复期，主体建筑区、配套公建区和道路硬化区和道路广场区硬化部分无裸露地表，水土流失轻微，造成水土流失的主要为绿化区和预留用地区，自然恢复期造成的水土流失面积为 33.87hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

一、原地貌侵蚀单元划分

原地貌侵蚀单元主要根据不同的土地占用类型而确定。依据中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案，原地貌侵蚀主要为各区域占地类型的原生侵蚀，项目水土流失防治责任范围内的原生占地类型主要为坡耕地、水田、经果林、梯坪地、林地、草地、交通运输用地和建设用地。

二、地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分项目建设后的地表扰动类型。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对项目区现状地表类型进行适当的分类。施工期间，扰动后的地表主要表现为堆填面（即为填方面）、开挖面（包括土质开挖面和石质开挖面）、施工平台共 3 种地表扰动类型，施工结束后，自然恢复期的地表主要表现为硬化、绿化地表。根据监测工作的实际需要和本项目的特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，施工期分为 3 类地表扰动类型，自然恢复期分为 2 类地表扰动类型，结果见下表 5-1、5-2。

表 5-1 施工期地表扰动现状分类表

扰动类型	回填面	开挖面	施工扰动平台
分类	有危害扰动		
侵蚀对象形态	堆填面	开挖面	施工平台
特征描述	由土石混合物组成的混合物，填方高度 $\leq 1\text{m}$	土壤、风化物，开挖高度 $\leq 1\text{m}$	地势较为平坦、建筑材料临时堆放



扰动类型	回填面	开挖面	施工扰动平台
代号	土石质风化物	土石质风化物	土石质风化物
侵蚀类型	水蚀为主	水蚀为主	水蚀

表 5-2 自然恢复期地表扰动现状分类表

扰动类型	硬化地表	绿化
分类	无危害扰动	
侵蚀对象形态	机动车道混凝土硬化, 广场混凝土硬化, 建筑物硬化, 停车场混凝土硬化、局部区域铺设植草砖	景观绿化、植被恢复
特征描述	硬化覆盖, 无土体裸露	植被覆盖
代号	/	土质风化物
侵蚀类型	水蚀	水蚀为主

(一) 工程建设区

- 1、主体建筑区工程措施: 表土剥离 8500m^3 , 排水明沟 1866.31m ;
- 2、配套公建区工程措施: 表土剥离 4000m^3 , 盖板排水沟 188.5m , 排水明沟 331.44m ;
- 3、道路硬化区工程措施: 雨水管网 3015.70m , 盖板排水沟 77.02m , 植草砖 1.51hm^2 ;
- 4、绿化区植物措施: 行道树栽植 5.55km , 景观绿化 4.2hm^2 。

(二) 预留用地区

工程措施: 表土剥离 35800m^3 , 植物措施: 植被恢复 29.67hm^2 , 临时措施: 临时拦挡 568m , 临时覆盖 1420m^2 , 临时排水 2200m , 临时沉砂池 2 座。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

一、原地貌侵蚀模数

监测项目组通过对项目区及其周边进行现场调查, 收集项目区及周边占地、植被状况等文字及影像资料, 结合《水保方案》中原生水土流失量预测成果, 确定项目区内各占地类型的原生土壤侵蚀模数, 见表 5-3, 结合本项目各防治区原始占地面积, 加权平均后各单元的土壤侵蚀模数背景值为 $662.95\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$, 见表 5-4。

表 5-3 原生土壤侵蚀模数取值表

序号	工程名称	自然因素	原生土壤侵蚀模 $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$	备注
1	坡耕地	坡度 $8\sim 15^\circ$	1500	轻度侵蚀
2	水田	坡度 $<5^\circ$, 地形平缓	300	微度侵蚀
3	经果林	坡度 $<5^\circ$, 地形平缓	400	微度侵蚀
4	梯平地	坡度 $<5^\circ$	480	微度侵蚀
5	林地	坡度 $10\sim 20^\circ$ 之间, 植被覆盖率在 70% 以上	350	微度侵蚀



序号	工程名称	自然因素	原生土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	备注
6	草地	地形平缓, 植被覆盖率达到40%以上	450	微度侵蚀
7	交通运输用地	泥结石路面, 局部有破损	800	轻度侵蚀
8	建设用地	建构筑物覆盖	100	微度侵蚀

表 5-4 土壤侵蚀模数背景值计算表

序号	预测分区	占地类型	占地面积 (hm^2)	现状土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	平均侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$
1	主体建筑区	坡耕地	0.90	1500	704.90
		水田	0.18	300	
		经果林	0.74	400	
		梯坪地	0.68	480	
		林地	0.22	350	
		草地	0.14	450	
		交通运输用地	0.21	800	
		建设用地	0.27	100	
		小计	3.35		
2	配套公建区	坡耕地	0.14	1500	706.12
		水田	0.02	300	
		经果林	0.16	400	
		梯坪地	0.10	480	
		林地	0.01	350	
		草地	0.01	450	
		交通运输用地	0.01	800	
		建设用地	0.02	100	
		小计	0.49		
3	道路硬化区	坡耕地	1.38	1500	714.34
		水田	0.25	300	
		经果林	2.11	400	
		梯坪地	1.04	480	
		林地	0.11	350	
		交通运输用地	0.11	800	
		建设用地	0.07	100	
		小计	5.07		
4	绿化区	坡耕地	0.90	1500	659.95
		经果林	1.87	400	
		梯坪地	0.86	480	
		林地	0.34	350	
		草地	0.06	450	

序号	预测分区	占地类型	占地面积 (hm ²)	现状土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	平均侵蚀模数 t/(km ² ·a)
		交通运输用地	0.14	800	
		建设用地	0.03	100	
		小计	4.20		
5	预留用地区	坡耕地	6.26	1500	653.44
		水田	0.96	300	
		经果林	8.39	400	
		梯坪地	6.24	480	
		林地	1.78	350	
		草地	0.33	450	
		交通运输用地	2.88	800	
		建设用地	2.83	100	
		小计	29.67		
6	未扰动区	坡耕地	1.22	1500	643.20
		水田	0.16	300	
		经果林	1.86	400	
		梯坪地	1.26	480	
		林地	0.35	350	
		草地	0.17	450	
		交通运输用地	0.58	800	
		建设用地	0.53	100	
		小计	6.13		
合计			48.92		662.95

二、监测时段内各地表扰动类型侵蚀模数

监测介入后，监测组根据现场勘察结果，对不同的扰动类型采用不同方法对其产生的水土流失量进行了测定，推算出项目区内各扰动类型在监测时段内产生的水土流失量和各扰动类型侵蚀强度。具体情况如下：

1、施工期间各侵蚀单元土壤流失量分析

(1) 开挖边坡扰动类型土壤流失量分析

根据项目建设中土质开挖面的特性，项目开挖面集中在汽车装卸平台区域，区域内未实施相关防护措施，故该区域的土壤侵蚀模数取值通过参考地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，综合考虑取值 $1485\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

(2) 回填边坡扰动类型土壤流失量分析

工程建设区域堆渣坡面扰动类型主要为景观绿化区内的临时堆土边坡，组成成分主要为土方，侵蚀类型主要为水力侵蚀，根据实际地形，为平地区域，区域内产生水土流失区



域主要为堆土坡面，扰动较为频繁，不具备布设监测设施。因此，故该区域的土壤侵蚀模数取值通过参考地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，综合考虑取值 $6850t/(km^2 \cdot a)$ 。

(3) 施工扰动平台类型土壤流失量分析

由于监测组介入时各施工平台区域处于施工扰动阶段，无法对其布设相关监测设施。监测组根据项目建设中施工平台动态变化的特性，确定该区域的土壤侵蚀模数取值通过参考地形、气候、植被等水土流失因子相似的同类工程，结合同类工程建设过程中类似流失特点、流失方式类比分析，确定本项目的施工平台土壤侵蚀模数取值为 $2550t/(km^2 \cdot a)$ 。

2、自然恢复期各侵蚀单元土壤流失量分析

(1) 主体建构筑物、配套公建设施、道路硬化地表类型土壤流失量分析

自然恢复期，主体工程已实施完成，主体建构筑物、配套公建设施、道路硬化区已进行地面硬化覆盖，该区域不再产生水土流失，土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 $0t/(km^2 \cdot a)$ 。

(2) 景观绿化类型土壤流失量分析

自然恢复期，景观绿化区域为植被覆盖，该时段为植被恢复初期，仍存在轻度的水土流失，根据现场监测调查情况，结合植被覆盖度、土壤侵蚀分类分级标准，该区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为景观绿化区 $480t/(km^2 \cdot a)$ 。

(3) 预留用地土壤流失量分析

自然恢复期，景观绿化区域及停车场植草砖区域为植被覆盖，该时段为植被恢复初期，仍存在轻度的水土流失，根据现场监测调查情况，结合植被覆盖度、土壤侵蚀分类分级标准，该区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为景观绿化区 $450t/(km^2 \cdot a)$ 。

(4) 未扰动区土壤流失量分析

自然恢复期，未扰动区为原地貌，该时段为植被恢复初期，仍存在轻度的水土流失，根据现场监测调查情况，结合植被覆盖度、土壤侵蚀分类分级标准，该区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取 $300t/(km^2 \cdot a)$ 。

监测时段内项目区土壤侵蚀模数计算见表 5-5。

表 5-5 监测时段内项目区土壤侵蚀模数计算表

监测时段	监测分区	水土流失面积 (hm^2)	平均土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$
施工期 (2009年12月~2013年9月)	开挖边坡区	8.99	1485
	回填边坡区	2.14	6850



监测时段	监测分区		水土流失面积 (hm ²)	平均土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)
	施工扰动平台区		31.66	2550
自然恢复期 (2012年4月~2019年12月)	工程建设区	主体建筑区	3.35	0
		配套公建区	0.49	0
		道路硬化区	5.07	0
		绿化区	4.20	480
	预留用地区		29.67	450

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

本工程为建设类项目，结合该工程建设实际监测过程，对监测时段内产生的土壤流失量与原生土壤流失量进行对比分析。

一、原生土壤流失量监测结果及分析

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，本工程属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程沿线水土流失状况实地调查资料，结合《水保方案》确定的侵蚀模数进行分析，水土流失背景值为 662.95t/(km²·a)，采用公式：流失量=Σ侵蚀单元面积×侵蚀强度，计算时段按监测时段 2009 年 12 月至 2019 年 12 月计算，即 10.0a。项目建设区原生水土流失量详见表 5-6。

表 5-6 项目区原生土壤流失量计算表

项目分区		水土流失面积 (hm ²)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	水土流失量 (t)
工程建设区	主体建筑区	3.35	10.0	704.90	236.14
	配套公建区	0.49	10.0	706.12	34.60
	道路硬化区	5.07	10.0	714.34	362.17
	绿化区	4.20	10.0	659.95	277.18
预留用地区		29.67	10.0	653.44	1938.77
未扰动区		6.13	10.0	643.20	394.28
合计		48.92			3243.14

二、监测时段内土壤流失量监测结果及分析

通过 5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定，采用公式：流失量=Σ侵蚀单元面积×侵蚀强度，对监测时段内水土流失情况进行计算对比。监测时段为 2010 年 3 月~2019 年 12 月，其中施工期为 2009 年 12 月~2013 年 9 月，自然恢复期为 2012 年 4 月~2019 年 12 月。经计算，监测时段内施工期项目区土壤流失量为 2174.89t，自然恢复期项目区水土流失量为 1229.40t。详见表 5-7、5-8。



表 5-7 施工期土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积 (hm ²)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀模数 t/ (km ² ·a)	水土流失量(t)
开挖边坡区	8.99	2.0	1485	266.88
回填边坡区	2.14	2.0	6850	293.11
施工扰动平台区	31.66	2.0	2550	1614.89
合计	42.79			2174.89

表 5-8 自然恢复期土壤流失量计算表

项目分区		水土流失面积 (hm ²)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀模数 t/ (km ² ·a)	水土流失量(t)
工程建设区	主体建筑区	3.35	8.0	0	0
	配套公建区	0.49	8.0	0	0
	道路硬化区	5.07	8.0	0	0
	绿化区	4.20	8.0	480	161.28
预留用地区		29.67	8.0	450	1068.12
合计		42.79			1229.40

三、水土流失情况对比分析

经对比分析,项目区原生平均土壤侵蚀模数为 662.95t/ (km²·a), 施工期间平均土壤侵蚀模数为 2279.29t/ (km²·a), 自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 359.14t/ (km²·a), 与原地貌对比, 施工期间项目的施工扰动造成了一定程度的水土流失, 随着工程施工完成, 通过各项水土保持措施的实施, 各项水土保持措施发挥效益, 本项目产生的水土流失危害减少, 且比原生水土保持情况有所提高, 因此本工程水土保持措施可满足水土保持要求。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本项目无取料、弃渣活动。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查, 监测组针对中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目在建设过程中未发现直接或间接对所在流域水系内的水体、周边农田等水土流失造成危害。调查结果显示本项目在施工期及运行期未产生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

项目已于 2013 年 9 月完工，监测组根据现场踏勘及收集数据分别对现阶段的六项指标进行量化计算，检验项目区内水土保持工程是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议。

依据水保方案报批稿及批复文件内容“根据中华人民共和国水利部公告〔2006〕2 号文“关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”，工程所在区属国家重点治理区，另据“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告（云政发〔2007〕165 号）”项目区属于云南省重点治理区和重点监督区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008），水土流失防治标准按 I 级标准执行。”

依照现行标准，根据云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（第 49 号）、《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防保护区和重点治理区复核划分成果》，昆明市经开区不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，参考《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）和土壤允许流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ ，水土流失防治标准执行建设类 III 级标准，由于项目区属于阳宗海流域，水土流失防治执行标准应提高，确定本项目执行建设类 I 级防治标准。

因此，本项目监测水土流失防治标准按 I 级标准执行，与方案批复标准值一致。

据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤允许流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。项目的建设对所在区域直接产生水土流失影响，因此本项目水土保持工作重点是坚持以预防为主、保护优先的方针，建立健全管护机构，制定有力措施，强化监督管理；依法实施重点监督，加强执法检查，加大宣传力度，增强法制观念，遏制人为造成的水土流失。

本项目水保方案批复水土保持防治指标作为中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持监测和后期验收的目标依据，具体情况如下表 6-1。

表 6-1 水土保持措施（设施）分类分级评价指标

防治标准	计算方法	防治标准值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比	97
土壤流失控制比	项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比	1.0



防治标准	计算方法	防治标准值
拦渣率 (%)	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量与工程弃土(石、渣)总量的百分比	95
林草植被恢复率 (%)	项目建设区内, 林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	99
林草覆盖率 (%)	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	27

6.1 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地, 均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积, 指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水土保持防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

至监测结束, 工程扰动土地面积为 42.79hm^2 , 实施植物措施面积为 33.87hm^2 (全部达标), 实施硬化面积为 5.07hm^2 、建筑物覆盖面积为 3.84hm^2 , 经综合核定, 扰动土地整治率为 99.9%, 达到水土流失防治目标。具体分析见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表 单位: hm^2

监测分区		建设区 扰动土地 总面积	植物措施达 标面积	植物措施未 达标面积	建筑物 面积	硬化面积	合计	扰动土地整治率 (%)
工程建设区	主体建筑区	3.35			3.35		3.35	99.9
	配套公建区	0.49			0.49		0.49	99.9
	道路硬化区	5.07				5.07	5.07	99.9
	绿化区	4.20	4.20				4.20	99.9
	小计	13.12					13.12	
预留用地区		29.67	29.67				29.67	99.9
合计		42.79	33.87		3.84	5.07	42.79	99.9

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。本工程项目建设区内水土流失总面积为 42.79hm^2 , 《水保方案》针对可能造成水土流失的不同防治区不同防治部位都做了针对性的水土保持措施, 结合主体已设计的水土保持措施, 实际完成的水土保持措施达标面积 42.79hm^2 , 使本工程水土流失总治理度达到 99.9%。具体分析见表 6-3。



表 6-3 水土流失总治理度计算表 单位: hm^2

监测分区		水土流失面积	植物措施达标面积	植物措施未达标面积	工程措施面积	水土流失总治理度 (%)
工程建设区	主体建筑区	3.35			3.35	99.9
	配套公建区	0.49			0.49	99.9
	道路硬化区	5.07			5.07	99.9
	绿化区	4.20	4.20			99.9
	小计	13.12	4.20		8.91	99.9
预留用地区		29.67	29.67			99.9
合计		42.79	33.87	0.00	8.91	99.9

6.3 拦渣率

工程建设土石方开挖总量为 137.72 万 m^3 (其中场地平整 132.68 万 m^3 , 表土剥离/收集 4.83 万 m^3 , 基础开挖 0.21 万 m^3), 回填利用 137.72 万 m^3 , 绿化覆土 4.83 万 m^3 , 一般回填 132.89 万 m^3 , 剥离表土运至预留用地区临时堆放, 用于绿化覆土, 开挖的土石方全部用于回填, 不产生永久弃方。因此, 本项目拦渣率达 95%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目区容许土壤流失量与水土保持措施实施后土壤侵蚀强度之比。项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区, 容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。通过各水土保持工程措施和植物措施的实施, 项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。各项防治措施实施后, 项目区加权平均土壤流失强度降到 $359.14\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$, 经计算项目区土壤流失控制比为 1.39。

6.5 林草植被恢复率

林草恢复率为植物措施面积与可绿化面积的比值, 本项目可绿化面积为 33.87hm^2 , 植物措施达标面积为 33.87hm^2 , 林草恢复率达 99.9%。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值, 本项目植物措施达标面积为 33.87hm^2 , 项目区总面积为 42.79hm^2 , 林草覆盖率达 79.15%。



7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

根据监测结果，在项目区水土流失强度变化主导因子是降雨情况，随着雨、旱季的更替，项目区水土流失强度有明显变化，水土流失量随着时间推移而增加累积。防治目标达标情况反映项目区防治措施的落实及效益发挥，项目施工初期水土流失强度最大，随着各项水土保持措施的有效实施，水土流失强度逐渐减小。截至 2019 年 12 月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表 7-1。

表 7-1 六项指标监测结果与方案目标对比情况表

防治标准	方案目标值	监测值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	99.9	达标
水土流失总治理度（%）	97	99.9	达标
土壤流失控制比	1	1.39	达标
拦渣率（%）	95	95	达标
林草植被恢复率（%）	99	99.9	达标
林草覆盖率（%）	27	79.15	达标

从表中数据显示，本项目六项指标均达到了方案拟定目标值。综上，已实施整治措施具有较好的水土保持效果及生态效益，对防治水土流失起到了重要的作用。

7.2 水土保持措施评价

本项目建筑物区实施了表土剥离、排水明沟等措施，配套公建区实施了表土剥离、盖板排水沟、排水明沟等措施，道路硬化区实施了表土剥离、雨水管网、植草砖等措施，景观绿化区实施了表土剥离，通过园区景观绿化及内部道路行道树栽植。通过各项措施的有效实施，使得项目区表层土壤得到有效的保存与利用，完整的排水系统可采有效排导雨季地表径流，防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。预留用地区实施得到表土剥离、植被恢复、临时排水沟、拦挡、苫盖、沉砂等临时措施最大限度的保护了项目区土壤，防止土壤流失。

（1）主体建筑区：实施了表土剥离、排水明沟等措施，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判定为微度流失。

（2）配套公建区：实施了表土剥离、盖板排水沟、排水明沟等措施，区域流失现状



判定为微度流失。

(3) 道路硬化区：实施了表土剥离、雨水管网、植草砖等措施，区域流失现状判定为微度流失。

(4) 景观绿化区：实施了表土剥离、园区景观绿化及内部道路行道树栽植等措施，植被恢复良好，区域现状判定为微度流失。植被建设工程，措施布局满足水土保持要求，选用树种合理，植物生长较好，植被成活率达 100%，覆盖度达 90%，在美化环境的同时，能够有效控制项目区水土流失，发挥其水土保持效益。

(5) 预留用地区：实施了表土剥离、植被恢复、临时排水沟、拦挡、苫盖、沉砂等措施，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判定为微度流失。

各项水土保持防治措施布局合理，数量充足，防治效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

通过监测，对中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目提出以下问题及建议：

(1) 建设单位在以后的项目建设过程中要加强领导和管理，组建专门的水保工程建设领导小组，提高施工人员的水土保持意识，落实水保资金，确保水土保持方案的有效实施；

(2) 建设单位在以后的施工过程中要注重水土保持临时措施的实施，以最大限度地减少建设期间的水土流失；

(3) 建设单位在以后的项目中要注意对项目建设及运行范围以外原地貌的保护，严禁扰动、占压征地范围以外的土地面积；

(4) 建设单位以后项目在进行施工、监理招标时，在标书中明确施工过程中的水土流失防治责任要求。在施工过程中，要积极配合当地水行政主管部门做好水保方案的实施和监督管理，特别是水土保持监测、监理专项检查及验收工作；

(5) 建议建设单位在今后开展其它工程建设时，按照水土保持相关法律规定，及时编报水保方案，并及时开展水土保持监测工作，严格落实坚持水土保持方案的规划设计与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则；

(6) 建议建设单位尽快实施预留用地的主体工程建设，并在建设前到水行政主管部门进行备案。

7.4 综合结论

监测结果表明，中铝昆明铜业有限公司高精电工铜材项目水土保持方案的设计基本上



合理可行。在工程施工过程中，建设单位基本能按照批复的水土保持方案和有关法律法规要求开展水土流失防治工作，保障水土保持投资专项使用，有效控制了工程的水土流失。

截至 2019 年 12 月，随着工程区各项水保措施已完全发挥防护作用，取得了较好的水土保持防护效果。通过项目区巡查及查阅工程资料，项目建设未发生水土流失危害事件，六项指标均达到了方案批复目标值。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内的水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护维护措施落实到位，符合交付使用要求。

