

水保监测（云）字第 0001 号

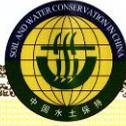
3.5 万吨/年氟化铝技改项目

水土保持监测总结报告

建设单位：云南云天化氟化学有限公司

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇二〇年十一月



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：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 3.5 万吨/年氟
化铝技改项目使用, 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



单位 地址：昆明市二环西路 625 号云铜科技园工程技术中心 B 座二楼

项目负责人：王晶 15887215541

技术负责人：杨宏亮 15812046949

项目联系人：吴梦豪 18725164733

传 真：0871—65392953

电子邮箱：lhsb02@163.com

目 录

前言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	3
1.1 建设项目概况.....	3
1.2 水土保持工作情况.....	14
1.3 监测工作实施情况.....	17
2 监测内容与方法.....	20
2.1 监测内容.....	20
2.2 监测方法.....	22
3 重点对象水土流失动态监测.....	28
3.1 防治责任范围监测.....	28
3.2 取料监测结果.....	29
3.3 弃渣监测结果.....	29
3.4 土石方流向情况监测结果.....	29
3.5 其他重点部位监测结果.....	30
4 水土流失防治措施监测结果.....	31
4.1 工程措施监测结果.....	31
4.2 植物措施及实施进度.....	32
4.3 临时措施及实施进度.....	32
4.4 水土保持措施防治效果.....	32
5 土壤流失情况监测.....	34
5.1 水土流失面积.....	34
5.2 土壤流失量.....	34
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	38
5.4 水土流失危害.....	38
6 水土流失防治效果监测结果.....	39

6.1 水土流失总治理度.....	39
6.2 土壤流失控制比.....	40
6.3 渣土防护率.....	40
6.4 表土保护率.....	40
6.5 林草植被恢复率.....	40
6.6 林草覆盖率.....	41
7 结论.....	42
7.1 水土流失动态变化.....	42
7.2 水土保持措施评价.....	42
7.3 生产建设项目水土保持监测三色评价.....	42
7.4 存在问题及建议.....	43
7.5 综合结论.....	44

附件

- 附件 1: 水土保持监测委托书;
- 附件 2: 项目投资备案证;
- 附件 3: 西山区行政审批局关于《3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持方案报告书》的批复（西行审〔2020〕135 号）;
- 附件 4: 滇池流域项目免于审查意见书;
- 附件 5: 建设用地规划许可证;
- 附件 6: 土地证;
- 附件 7: 监督检查意见;
- 附件 8: 补偿费缴纳凭证;
- 附件 9: 监测照片集。

附图

- 1、项目区地理位置图;
- 2、项目区水系图;
- 3、3.5 万吨/年氟化铝技改项目监测分区及监测点布设图;
- 4、3.5 万吨/年氟化铝技改项目防治责任范围图。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称	3.5万吨/年氟化铝技改项目									
建设规模	工程建设内容包括：(1)新增氟化铝结晶槽两个，与现有结晶系统使用，满足结晶生产要求；(2)对干燥B系列进行系统优化、设备性能提升，提升综合干燥能力，满足氟化铝二段干燥要求；(3)对干燥B系列配套天然气燃烧炉进行改造，满足供热负荷要求，提高供热稳定性；(4)新建二段干燥系统一套，包括物料输送、燃烧系统、干燥回转窑、冷却机等主体设备，形成独立干燥煅烧工序，于原有二段系统并列运行，满足干燥煅烧提产要求；(5)新建二段尾气处理系统一套，满足环保排放要求；(6)新建与二段干燥系统相匹配的土建、电气、仪表及自动化控制设备、满足生产需求。				建设单位 联系人		云南云天化氟化学有限公司 联系人：赵晓军 13888286740			
					建设地点		昆明市西山区			
					所属流域		长江流域			
					工程总投资		1500万元			
					工程总工期		0.75年			
水土保持监测指标										
监测单位			昆明龙慧工程设计咨询有限公司			联系人及电话		吴梦豪 18725164733		
自然地理类型			浅切割中山熔岩台地地貌			防治标准		II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）		
	1.水土流失状况监测		调查监测结合无人机遥感监测			2.防治责任范围监测		调查监测		
	3.水土保持措施情况监测		调查监测			4.防治措施效果监测		调查监测		
	5.水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值		300.00t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围			0.57hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² ·a		
方案设计水土保持投资			9.74万元			水土流失目标值		500t/km ² ·a		
防治措施			①工程措施：盖板排水沟 90.00m ² ；							
监测结论	分类指标		目标值	达到值	实际监测数量					
	水土流失总治理度		97%	99%	防治措施达标面积	/	永久建筑物及硬化面积	0.57hm ²	扰动土地总面积	0.57hm ²
	土壤流失控制比		1.0	1.67	防治责任范围面积	0.57hm ²	水土流失总面积	0.57hm ²		
	渣土防护率		94%	98%	工程措施面积	/	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
	表土保护率		95%	98%	植物措施面积	/	监测土壤流失情况	300.00t/km ² ·a		
	林草植被恢复率		96%	99%	可恢复林草植被面积	/	林草类植被面积	/		
	林草覆盖率		23%	-	实际拦挡弃渣量	/	总弃渣量	/		
	水土保持治理达标评价			防治指标均达到了方案设计目标值，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。						
	总体结论			本工程建设单位较为重视本工程水土保持工作，基本按照工程批复《水保方案》实施了水土流失防治措施，对抑制项目区因工程建设造成的水土流失起到了积极作用，并有效改善了项目区生态环境。						
	主要建议			加强对排水沟等措施的日常巡视工作；后期项目加强三同时制度实施。						

前言

项目简况

3.5 万吨/年氟化铝技改项目位于西山区海口工业园区海口街道办事处中平居民委员会，行政隶属海口街道办事处管辖。项目建设区中心地理位置坐标为：北纬 24°48'52.15"，东经 102°31'54.33"。项目建设区周边有海口工业园区市政道路环绕，距离昆明市城区 45km，可通过昆明绕城高速、杭瑞高速及 215 省道与昆明市城区相连，交通便利。

项目总用地面积为 0.57hm²，工程建设内容包括：（1）新增氟化铝结晶槽两个，与现有结晶系统使用，满足结晶生产要求；（2）对干燥 B 系列进行系统优化、设备性能提升，提升综合干燥能力，满足氟化铝二段干燥要求；（3）对干燥 B 系列配套天然气燃烧炉进行改造，满足供热负荷要求，提高供热稳定性；（4）新建二段干燥系统一套，包括物料输送、燃烧系统、干燥回转窑、冷却机等主体设备，形成独立干燥煅烧工序，于原有二段系统并列运行，满足干燥煅烧提产要求；（5）新建二段尾气处理系统一套，满足环保排放要求；（6）新建与二段干燥系统相匹配的土建、电气、仪表及自动化控制设备、满足生产需求。

项目建设区实际共占地 0.57hm²，其中技改建设构筑物区占地面积 0.36hm²，技改建设硬化场地区占地面积 0.21hm²，原始占地类型均为建设用地；占地性质全部为永久占地。项目实际于 2019 年 11 月开工建设，于 2010 年 8 月建设完成，总工期为 9 个月。

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，昆明龙慧工程设计咨询有限公司受建设单位云南云天化氟化学有限公司委托，于 2020 年 11 月编制完成《3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持方案报告表》（报批稿），2020 年 11 月 13 日，西山区行政审批局以“西行审〔2020〕135 号文”文对《水保方案》给予批复。

根据相关法律法规要求和项目水土流失防治需要，2020 年 6 月，受建设单位云南云天化氟化学有限公司的委托，由我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担 3.5 万吨/年氟化铝技改项目的水土保持监测任务。接任后，我公司立即组织相关监测技术人员成立该项目的水土保持监测组，监测时段内（2020 年 7 月至 2020 年 11 月），监测组主要通过调查监测的方式，对工程建设区域的水土流失状况与水土保持措施进行了监测，结合建设单位提供的基础技术资料、监理资料、施工过程资料和工程竣工资料分析对比，获取有关水

土保持的资料和数据，在此基础上于 2020 年 11 月完成《3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持监测总结报告》。监测内容包括防治责任范围、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，水行政主管部门西山区水务局也给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

监测结果

根据现场踏勘量测，结合建设单位提供的征占地资料，核定防治责任范围总面积为 0.57hm^2 ，其中项目建设区面积为 0.57hm^2 。

项目区属以水力侵蚀为主的西南岩溶区，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《3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持方案报告表》，扰动面积原生侵蚀模数为 $300.00\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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 $300.00\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

截止 2020 年 11 月，3.5 万吨/年氟化铝技改项目实际实施的水土保持措施主要有：

①工程措施：盖板排水沟 90.00m 。

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，该项目水土流失总治理度达到 99%，土壤流失控制比达到 1.67，渣土防护率达 98%，表土保护率达 98%，无林草措施实施，林草植被恢复率及林草覆盖率不计算，各项指标均达到防治目标值。

监测结论

根据监测成果分析，在项目施工建设过程中，项目施工未引起大面积严重水土流失，水土保持措施基本完好，对因项目建设引发的水土流失发挥了良好的防治作用。

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

3.5 万吨/年氟化铝技改项目位于西山区海口工业园区海口街道办事处中平居民委员会，行政隶属海口街道办事处管辖。项目建设区中心地理位置坐标为：北纬 $24^{\circ}48'52.15''$ ，东经 $102^{\circ}31'54.33''$ 。项目建设区周边有海口工业园区市政道路环绕，距离昆明市城区 45km，可通过昆明绕城高速、杭瑞高速及 215 省道与昆明市城区相连，交通便利。建设项目与周围环境关系图见图 1-1。



图 1-1 项目周围环境关系图

1.1.1.2 项目建设规模及特性

项目总用地面积为 0.57hm^2 ，本次技改项目建设场地位于原“3 万吨/年冰晶石项目”厂区内，无新增占地，生产产品及产能由原“3 万吨/年冰晶石”改变为“3.5 万吨/年氟化

铝”。其中，利用现有场地、装置现有工艺及设备，通过系统综合优化，完成前系统填平补齐提高氟化铝浸出、结晶及过滤产能；通过对一段闪蒸干燥系统优化改造，增设干燥回转炉及辅助设施一套，提升干燥系统产量；通过系统综合改造，确保氟化铝装置产能提升至 3.5 万吨/年。技改建设场地为厂区中部硬化空地，技改主要包括：（1）新增氟化铝结晶槽两个，与现有结晶系统使用，满足结晶生产要求；（2）对干燥 B 系列进行系统优化、设备性能提升，提升综合干燥能力，满足氟化铝二段干燥要求；（3）对干燥 B 系列配套天然气燃烧炉进行改造，满足供热负荷要求，提高供热稳定性；（4）新建二段干燥系统一套，包括物料输送、燃烧系统、干燥回转窑、冷却机等主体设备，形成独立干燥煅烧工序，于原有二段系统并列运行，满足干燥煅烧提产要求；（5）新建二段尾气处理系统一套，满足环保排放要求；（6）新建与二段干燥系统相匹配的土建、电气、仪表及自动化控制设备、满足生产需求，匹配土建工程包括氟化铝仓库 1 座，包装雨棚 1 座，干燥设备框架 1 座，钢筋混凝土设备支护基础 8 组（16 座）。

现有厂区总占地面积 5.67hm²，建构筑物占地面积 2.53hm²，建筑密度 44.62%，总建筑面积 35014.55m²，均为地上建筑；厂区绿地面积 1.35hm²，绿地率 23.81%；本次技改建设占地面积 0.57hm²。项目建设总投资 1500 万元，其中土建投资 120 万元；计划工期 9 个月，即为 2019 年 11 月~2020 年 8 月。工程主要特性指标见表 1-1。

- （1）项目名称：3.5 万吨/年氟化铝技改项目；
- （2）建设单位：云南云天化氟化学有限公司；
- （3）建设地点：云南省昆明市海口工业园区；
- （4）建设性质：改扩建；
- （5）建设规模：年产 3.5 万 t 氟化铝；
- （6）建设工期：9 个月，即 2019 年 11 月-2020 年 8 月；
- （7）工程总投资：工程总投资 1500 万元，其中土建投资 120 万元。

表 1-1 工程技术经济指标表

序号	项目名称	数量	单位	备注
1	厂区占地面积	5.67	hm ²	
2	建构筑物占地面积	2.53	hm ²	
2.1	建筑密度	44.62%	/	
3	绿地面积	1.35	hm ²	
3.1	绿化率	23.81%	/	
4	总建筑面积	35014.55	m ²	
4.1	地上建筑面积	35014.55	m ²	
5	本次技改建设用地	0.57	hm ²	占地面积 5712.93m ²
5.1	技改建设内容	现有干燥 B 系列系统设备改造提升, 新增氟化铝结晶槽两个, 新建二段干燥系统一套、新建二段尾气处理系统一套, 新建与二段干燥系统相匹配的土建、电气、仪表及自动化控制设备		
6	生产规模			
6.1	氟化铝	3.5	万 t/a	
7	主要原材料			
7.1	氟硅酸	3.85	万 t/a	来源云天化集团其它相关企业
7.2	氢氧化铝	4.20	万 t/a	外购
8	三废排放量			
8.1	废气	32054	Nm ³ /h	
8.2	废水	t/h	58.33	管道输送至三环中化集中处理, 零排放
8.3	废渣			无废渣产生
9	工程投资	1500	万元	其中土建投资 120 万元
10	项目建设工期	9	月	2019 年 11 月 ~ 2020 年 8 月

1.1.1.3 项目组成

根据水保方案批复, 3.5 万吨/年氟化铝技改项目划分项目组成成为技改建设建构筑物区及技改建设硬化场地区两部分, 占地面积为 0.57hm²。

表 1-2 批复的《水保方案》项目组成表

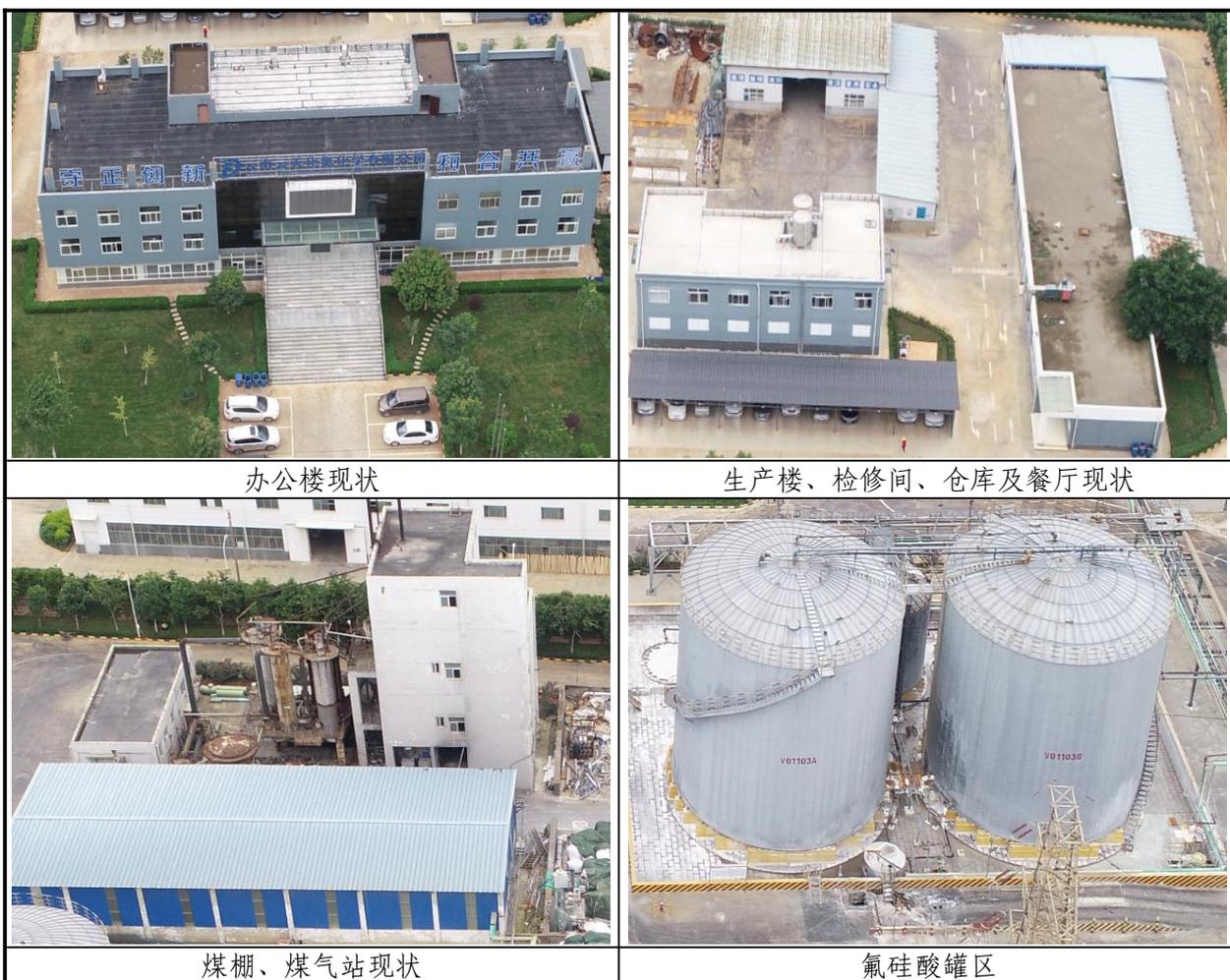
项目名称	分区	备注
3.5 万吨/年氟化铝技改项目	技改建设建构筑物区	生产设备及配套土建
	技改建设硬化场地区	建构筑物周边硬化场地

本项目已于 2010 年 8 月建设完成, 监测进场时间为 2020 年 7 月, 监测进场时项目建设已进入尾声。根据现场踏勘调查及结合建设单位提供竣工材料, 监测小组根据厂区布置现状、水土流失特点、各建设内容的功能区划的不同, 结合水土保持方案设计要求将项目划分为技改建设建构筑物区、技改建设硬化场地区。

项目各分区介绍如下:

一、技改建设建构筑物区

技改建设构筑物区占地面积 0.36hm²，主要包括：改造提升现有干燥 B 系列系统设备；新增氟化铝结晶槽两个，与现有结晶系统使用，满足结晶生产要求；新建二段干燥系统一套，包括物料输送、燃烧系统、干燥回转窑、冷却机等主体设备，形成独立干燥煅烧工序，于原有二段系统并列运行，满足干燥煅烧提产要求；新建二段尾气处理系统一套，满足环保排放要求；新建与二段干燥系统相匹配的土建、电气、仪表及自动化控制设备、满足生产需求；其中，匹配土建工程包括氟化铝仓库 1 座，为单层简易建构，高 9.15m；包装雨棚 1 座，为单层简易建构，高 8.10m；干燥设备框架 1 座，为三层钢筋混凝土框架结构，高 7.00m；钢筋混凝土设备支护基础 8 组（16 座），支护基础高 3m。





包装厂房现状



备料厂房现状



氟化铝厂房现状



技改建设场地



门卫室现状



停车棚



建构筑物周边盖板排水沟

二、技改建设硬化场地区

技改建设硬化场地区占地面积 0.21hm^2 ，为建构筑物周边混凝土硬化场地，主要用于产品运输时运输车辆装货停放。

三、配套设施建设工程

其他配套工程主要包括给排水工程、电力通信管线、防火安全设施等。均为厂区已有配套设施。

1、给排水工程

给水工程：厂区生产、生活用水依托周边三环中化厂区生产、生活给水系统供给，该系统供水能力满足厂区用水需求，本次技改建设，供水设施继续利用无需新增。

排水工程：厂区内建设了完善的雨污分流、污污分流系统及应急管理系统，设置有雨污排水管网，盖板雨水沟， 400m^3 初期雨水收集池一座， 600m^3 事故应急池一座。初期雨水、事故水及生活废水处理返回装置系统作为生产用水使用；雨水通过收集至雨水收集池和事故应急池用于绿化用水或返回装置系统作为生产用水使用，多余雨水需外排时通过环保检测装置后外排于外部市政道路雨水管网；生产废水输送三环中化处理。本次技改建设，排水设施继续利用无需新增。

2、供电工程

厂区设有一座主变配电室，配电室设有两台 1250KVA 变压器，两台变压器电源进线分别引自三环中化厂区 $110/6\text{KV}$ 总变电所不同母线段，现有变压器容量完全满足项目用电需求。本次技改建设，供电设施继续利用无需新增。

1.1.1.4 施工组织及工期

本项目由云南云天化氟化学有限公司负责整个建设工作，负责联络、协调工程的有关

工作；项目分为一个标段施工，由施工单位（昆明海口建筑有限公司）、监理单位（云南协和工业建设监理有限公司）等各个单位相互配合，精心组织施工。

1、施工材料及来源

本项目所用钢材、水泥、砂石料等主要从昆明市建材市场及当地砂石场购买，未单独设置采料场，相应的水土流失防治责任由销售方负责，以上材料可通过已有道路运输到达，交通便利，未新增临时运输便道。树草籽由施工单位从当地购买。

2、临时施工场地布设

根据项目施工及监理资料，本项目施工营、场地均布设于项目建设区内，施工结束时施工营场地均已拆除并进行硬化或建构筑物覆盖。

3、临时施工便道

本项目建设未新增临时施工便道。

4、施工用水用电

本项目位于海口工业园区内，园区供水及电力供应情况良好，可就近取用用于施工，如有特殊情况采用柴油机发电。

5、施工工期

项目实际于2019年11月开工建设，于2020年8月建设完成，总工期为9个月。

1.1.1.5 工程占地

根据水保方案批复，本项目批复工程占地面积 0.57hm^2 ，均为永久占地，占地类型均为建设用地，实际建设过程中占地面积不变，其中技改建设建构筑物区 0.36hm^2 ，技改建设硬化场地区 0.21hm^2 。

表 1-4 项目占地类型及面积统计表

项目组成	占地类型(hm^2)	占地性质
	建设用地	
技改建设建构筑物区	0.36	永久占地
技改建设硬化场地区	0.21	永久占地
合计	0.57	

1.1.1.6 土石方平衡

本项目于20120年8月已成建设，监测介入时项目建设已进入尾声。根据现场调查及咨询建设单位，项目建设过程中，一般土石方产生为干燥设备框架基础开挖、设备支护建筑基础开挖及氟化铝仓库与包装雨棚承重柱体基础开挖。根据调查咨询，本水保方案编制时间为2020年7月，项目建设进入尾声，土建基本已完成，属后补方案，因此本次技改

建设干燥设备框架基础开挖及设备支护建筑基础开挖开挖土石方 0.02 万 m³，回填土石方 0.02 万 m³；氟化铝仓库与包装雨棚承重柱体基础开挖土石方 0.01 万 m³，回填土石方 0.01 万 m³；项目技改建设无弃土产生。根据咨询调查，厂区运行过程中无固体废渣产生，厂区现状无废弃物堆存，土石方平衡及流向见表 1-4。

表 1-4 土石方平衡及流向表 单位：万 m³

分区	开挖		回填		调入		调出		外借		废弃	
	基础开挖	小计	一般回填	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
技改建设构筑物区	0.03	0.03	0.03	0.03								
合计	0.03	0.03	0.03	0.03								

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。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

项目区位于西山区海口街道办事处，西山区海口街道办事处属以水力侵蚀为主的西南土石山区，属螳螂川流域。山体走向基本与地层走向、构造方向一致，即以北西为主，在强烈的侵蚀、溶蚀作用下，冲沟发育，构成岭谷相间的地貌景观。最高标高在杉松园顶，海拔2482.6m，最低标高在螳螂川江面，一般标高2102~2250m。最大高差623m，一般高差240~390m。属侵蚀构造地形和侵蚀堆积地形，局部为构造剥蚀地形。沿螳螂川由于流水的冲积搬运和湖泊沉积，形成冲积平坝，整个坝区从北向南倾斜，属半山“U”型河谷地貌。工业园区内为中等切割的山丘地貌形态。

项目建设区属中等切割的山丘地貌形态，场地地势比较开阔，地形平坦，原始地形高程 1905.26m~1915.10m，相对高差 9.84m；厂区现状竖向布置总体在一个平面上，整体地势呈西高东低，北高南低，建构筑物室内设计标高为 1905.85m~1910.20m 之间，室外及道路设计标高为 1905.20m~1910.10m 之间，最高点为厂区西北角标高 1910.00m，最低点为厂区东南角，标高 1905.20m。

1.1.2.2 地质地震

(一) 工程地质

西山区地质构造主要以南北向的西山断层和东西走向的宗鲁箐断裂带截接组成。岩层分布以寒武纪的黑色页岩、灰质白云岩，泥盆系的粉砂质页岩、灰白色砂岩，石灰系的石灰岩，二迭系的玄武岩为主；坝区地质主要以新生界第三纪、第四纪的冲积、湖积物为主。

内地质结构复杂，断裂、褶皱较为发育，地质构造原因引发的水土流失多以小型泥石流、滑坡、塌方等形式表现。

根据厂区工程地质勘察报告，厂区勘探深度范围内的地基岩土自上而下分布有第四系人类活动层（ Q^{ml} ）、第四系坡洪积层（ Q^{dl+pl} ）、第四系残坡积层（ Q^{el+dl} ）及古生界泥盆系中山统（ D_{2-3} ），各岩土层工程地质特征如下：

1、第四系人类活动层（ Q^{ml} ）

①层素填土：褐灰、褐红色、湿、结构松散，欠固结，主要成分为粘性土，局部为粘性土混杂全风化页岩碎块组成，该层层厚0.60~5.60m，平均厚度2.49m，分布不均匀。

2、第四系坡洪积层（ Q^{dl+pl} ）

②层粉质粘土：深灰、褐灰色，湿~很湿，可塑状，切面稍有光滑，韧性中等，干强度中等，层内偶见圆~亚圆块石及角砾，大小不等，成分为强风化白云岩、砂岩等，该层层顶埋深0.00~5.60m，层厚2.80~11.60m，平均厚度6.35m，分布较均匀。

3、第四系残坡积层（ Q^{el+dl} ）

③层次生红粘土：褐黄、褐灰色，湿~很湿，可塑~硬塑状，切面稍有光滑，韧性差，干强度中等，层内含大量全~强风化砂岩、泥岩碎块、角砾，该层层顶埋深4.10~12.80m，层厚2.50~11.80m，平均厚度7.37m，分布均匀。

4、古生界泥盆系中山统（ D_{2-3} ）

④层强风化白云岩：浅灰、肉红色，强风化，岩芯呈块状，大小3~5cm，大者5~8cm，极少部分呈短柱状，岩溶较发育，岩体完整程度为破碎，岩石坚硬程度等级为较硬岩，岩体基本质量等级为V类，该层层顶埋深11.50~19.00m，揭露层厚1.10~8.70m，平均揭露厚度3.63m，分布不均匀。

（二）水文地质条件

场地内地下水主要有第四系松散层孔隙水及岩溶水两种类型，孔隙水主要赋存在②层粉质粘土孔隙中，富水性弱，透水性差，③层次生红粘土为相对隔水层，岩溶水赋存在④层强风化白云岩溶隙中，富水性中等，透水性好，地下水主要接受大气降水补给及场地西北侧山区地下水侧补给，自西北向东南迳流，最终排泄于螳螂川江内。

（三）地震

根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)附录A.0.25，工程场地抗震设防烈度为8度，设计基本地震加速度值为0.20g，第三组。根据《中国地震动参数区划图》

GB18306-2015，工程场地处于昆明市西山区，II类场地的基本地震动加速度反应谱特征周期值为0.45s，相应的地震基本烈度为VIII度。

(四) 不良地质情况

项目区场地地形地貌条件简单，无滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降、塌陷、地裂缝等现状，无不良地质灾害发育，对项目建设没有危害。

1.1.2.3 气象

项目区属亚热带高原季风气候区，由于受印度洋西南暖湿气流的影响，日照长、霜期短、年平均气温15℃，年均日照2200小时左右，无霜期240天以上。气候温和，夏无酷暑，冬无严寒，四季如春，气候宜人，年降水量1000.5mm，具有典型的温带气候特点，城区温度在0~29℃之间。昆明全年温差较小，市区年平均气温在15℃左右，最热时月平均气温19℃左右，最冷时月平均气温8℃左右。历史上年极端气温最高31.2℃，最低-7.8℃。日温差较大，冬季日温差可达12~20℃，夏季日温差为可达4~10℃。全年主导风向为西风，最大风力5~7级，次风向为西南风，静风频率37%。年平均风速2.0m/s，最大风速8.13m/s。昆明气候干、湿季分明。全年降水量在时间分布上，明显地分为干、湿两季。5~10月为雨季，降水量占全年的85%左右；11月至次年4月为干季，降水量仅占全年的15%左右。

根据《云南省暴雨统计参数图集》，项目区20年一遇最大1、6、24小时的暴雨量分别为61.70mm、100.1mm和133.1mm。

1.1.2.4 河流水系

项目所在区域属长江流域、金沙江水系。项目区内无地表水体出露，项目区东部有螳螂川自动南向西北流过，距离厂区约1km；螳螂川发源于滇池西南的出水口—海口，为滇池出流河道，流经西山区海口镇、安宁市、富民县、禄劝县进入金沙江，全长110km，年径流量0.78亿m³，螳螂川流量的大小主要受滇池海口中滩闸和西园隧洞闸门人为控制。海口中滩闸在非汛期人为控制泄放维持下游用水要求的流量，中滩闸放水流量不大，因此螳螂川的流量不大；在汛期，视滇池水位和降雨情况，西园隧洞闸门和中滩闸门打开泄放洪水，最大泄流量约为20m³/s。螳螂川提供和接纳沿岸冶金、磷矿、化工、机械等多种行业的工业用水的排放废水及农业用水，是当地群众和下游群众发展工农业生产的重要资源，根据《云南省地表水水环境功能区划（2010-2020）》螳螂川中滩闸门至螳螂川终点的水域功能为一般景观要求，执行V类标准。

1.1.2.5 土壤及植被

项目区域滇池流域属高原红壤地区。土壤主要有红壤、紫色土和水稻土类，还有为数不多的黄红壤、棕壤、冲积土和石灰土等。红壤约占土地面积的 70%，水稻土占 7%。项目区所在地自然土壤以石灰岩、玄武岩风化红壤，酸性母岩风化黄红壤为主。共有四个土类，九个亚类，十三个土属，二十八个土种，土壤主要类型为山地红壤、棕壤、紫色土和水稻土四大类型。土壤质地以轻壤和中壤居多，土壤分散系数较大。根据现场踏勘及设计资料分析，项目区周边土壤主要以红壤、黄棕壤为主。区内土层较厚，土壤肥力一般，有机质含量适中，约 1.2~2.5%，土壤通透性和渗水性好，土壤 PH 值约为 7~8，土壤孔隙率约 45%，有效土层厚度 0.3~2m。

项目区昆明市西山区植被类型为亚热带半湿润常绿阔叶林，代表性森林植物群落为滇青冈林、高山栲、早冬瓜、栎类等；但由于林地长期的采育失调，原生植被已基本被破坏，人工造林以云南松、华山松、桉树、圣诞等树种为主，云南松、华山松、兰桉等逐渐成为西山区内的主要林种。拥有 34%滇池水域面积的西山区，全区森林覆盖率为 51.97%。厂区现状已完成景观绿化，采用“乔、灌、草”相结合方式，厂区绿化率 23.81%。

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 $500t/km^2 \cdot a$ 。项目区原地貌为建设用地，混凝土硬化场地，土壤侵蚀模数背景值为 $300.00t/km^2 \cdot a$ 。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 $300.00t/km^2 \cdot a$ ，流失强度为微度。

1.1.2.7 水土流失重点防治区划

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土保持重点预防区和重点治理区复核规划成果〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《云南省水利厅关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（第49号），项目所在西山区海口不属于国家级及省级水土流失重点预防区和重点治理区，但本项目位于昆明市西山区海口工业园区。依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本工程水土流失防治标准执行建设类一级标准。

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岩溶区，土壤允许流失量为 $500t/km^2 \cdot a$ 。

1.1.2.8 项目区现状水土流失情况

项目目前已建成进入试运行，场区已全部建构筑物覆盖或进行水泥硬化，布设有排水沟。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) 技改建设建构筑物区：技改建设建构筑物区均为硬化场地及建构筑物覆盖，扰动区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判读为微度。

(2) 技改建设硬化场地区：均为硬化场地，配备部分排水沟，扰动区域水土流失得到明显控制，区域现状侵蚀强度判读为微度。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

(1) 水土保持管理组织机构

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。

(2) 管理体系

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；3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持管理体系相对健全。

(3) 规章制度

日常工作中，建设单位严格遵守国家《环境保护法》、《水土保持法》等法律法规的要求及相关规定，切实做好各项水土保持和环境保护工作。

1.2.2 “三同时”制度落实

本项目于 2019 年 8 月取得《投资项目备案证》(项目代码: 2019-530112-26-03-048186)，并于 2019 年 11 月开工建设；建设单位按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规要求，于 2020 年 7 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持方案编制工作，该阶段水保方案与主体设计未到达同时设计，并于 2020 年 11 月 13 日取得《昆明市西山区行政审批局关于 3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持方案报告表的批复》（西行审〔2020〕135 号）；在项目建设过程中，建设单位按照批复的水保方案，实施了排水沟等水土保持措施，该阶段水保措施与主体工程同时实施；项目于 2020 年 8 月竣工后，实施后的永久水保措施与主体工程同时运行。

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，2020年7月，建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目水土保持方案的编制工作。报告书编制完成后由西山区行政审批局组织专家对该方案进行了技术评审，编制单位根据与会专家和领导的评审意见认真进行了报告的修改，上报水行政主管部门。2020年11月13日，西山区行政审批局以“西行审〔2020〕135号文”对《水保方案》给予批复。

《水保方案》批复主要内容有：

一、3.5万吨/年氟化铝技改项目位于西山区海口工业园区海口街道办事处中平居民委员会，行政隶属海口街道办事处管辖。项目建设区中心地理位置坐标为：北纬 24°48'52.15"，东经 102°31'54.33"。项目建设区周边有海口工业园区市政道路环绕，距离昆明市城区 45km，可通过昆明绕城高速、杭瑞高速及 215 省道与昆明市城区相连。技改建设区占地面积 0.57hm²，包括技改建设构筑物区 0.36hm²，技改建设硬化场地区 0.21hm²。技改建设内容包括：现有干燥 B 系列系统设备改造提升，新增氟化铝结晶槽两个，新建二段干燥系统一套、新建二段尾气处理系统一套，新建与二段干燥系统相匹配的土建、电气、仪表及自动控制设备。本工程土石方开挖总量为 0.03 万 m³，回填土石方 0.03 万 m³，无废弃土石方。项目于 2019 年 11 月开工建设，于 2020 年 8 月建设完工，本方案为补报方案。工程总投资 1500 万元，土建投资为 120 万元。

二、《方案》基本符合《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018）技术标准的要求，达到初步设计深度要求，可作为水土保持工作的依据。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），项目区位于昆明市西山区，水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。基本同意《方案》确定的水土流失防治目标，其中水土流失总治理度达到 97%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率达 94%，表土保护率达 95%，林草植被恢复率达 96%，林草覆盖率为 23%。

三、基本同意本工程水土流失防治责任范围确定及水土流失防治分区，水土流失防治责任范围总面积为 0.57hm²。

四、基本同意水土流失调查分析原则、方法及结果。截止方案介入时，项目土建工程已完工，产生水土流失总量 9.41t。

五、基本同意水土流失防治措施总体布局。主体工程设计中具有水土保持功能的措施包括：盖板排水沟 90m。

六、基本同意水土保持监测目的、原则及监测点的布设，监测内容、监测计划基本可行。

七、基本同意水土保持工程总投资 97399.10 元，其中主体工程已列水土保持投资 19800 元，方案新增水土保持投资 67577.10 元。水土保持总投资中，工程措施费 19800 元，独立费用 60000 元，基本预备费 3600 元，补偿费 3999.10 元。

1.2.4 水土保持方案变更情况

本项目建设地点、规模、内容未发生变化，《水保方案》为补报方案，防治措施根据现场实际情况计列，防治措施体系未发生变化。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

2020 年 7 月，我单位监测项目组进场，结合工程的水土保持实施及工作开展情况，针对 3.5 万吨/年氟化铝技改项目提出了以下建议：

(1) 尽快委托第三方水土保持验收单位组织本项目水保验收工作。

建设单位落实情况：

(1) 2020 年 10 月，建设单位已委托昆明伽略工程勘察设计有限公司承担本项目水保验收工作。

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

根据咨询建设单位，水行政主管部门于 2020 年 6 月初对本项目进行监督检查。根据现场情况提出以下意见：

(1) 按照水保相关规定，要求本尽快开展水土保持监测工作及水土保持自主验收工作；

(2) 按相关规定要求及时完善后续项目水土保持手续。

建设单位落实情况：

(1) 已于 2020 年 7 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承接本项目水保监测工作；

(2) 已于 2020 年 10 月委托昆明伽略工程勘察设计有限公司承接本项目水保验收工作。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测计划执行情况

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程》(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)和水利部令第16号《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日,24号令修改)有关规定,云南云天化氟化学有限公司于2020年7月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行该工程的水土保持监测,接到任务之后,我公司成立了项目监测组,并组织监测技术人员于2020年7月第一次进场对3.5万吨/年氟化铝技改项目的水土流失情况进行现场监测。对项目区进行实地调查,资料收集,并提交了水土保持监测完善建议以及自主验收工作建议。

3.5万吨/年氟化铝技改项目监测时段始于2020年7月,止于2020年10月,监测时段为4个月。在接受水土保持监测任务后,我公司监测组技术人员共2次进入现场进行实地监测,进场监测时间是2020年7月、2020年9月。结合本项目实际,主要采用调查监测和无人机辅助遥感监测的模式进行监测。

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	杨宏亮	工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长，负责土壤分析
	杨雄贵	助理工程师	水土保持	负责水土流失因子监测
水土流失状况监测组	宁何	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
	段兴凤	工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	吴梦豪	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
	王文杰	助理工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测点布设

本项目于 2020 年 8 月完工，建设单位于 2020 年 7 月委托我公司开展本项目水土保持监测工作。本项目水土保持监测工作开展时，本项建设进入尾声，属于后补监测，本次水土保持监测内容为对项目建设区内的水土保持措施进行查缺补漏，调查项目区范围内已实施的水土保持措施运行情况，调查项目区范围内存在的水土流失隐患并及时提出整改完善意见。本项目监测采用现场调查主要通过随机抽样调查、巡查、测量和普查的方式进行，布设 1 个调查监测点，位于技改建设硬化场地区排水沟周边。

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 1-7 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
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

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备注
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

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）中规定的开发建设项目水土流失监测，宜采用地面观测法和调查监测法。参照《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）等技术标准，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采用调查监测和无人机辅助的遥感监测模式进行监测。

1.3.6 监测成果提交情况

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）等有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件，并结合项目实际情况，工程已于2020年8月完工，监测介入时，项目建设接近尾声。

（1）建设单位于2020年7月委托我公司开展本项目水土保持监测，接到委托后我公司2020年7月立即开展监测工作，通过巡查发现项目区内存在的问题，监测单位向建设单位提出了完善意见。

（2）2020年10月通过建设单位的完善，项目区内各项水土保持措施均已实施，监测小组认真查阅了相关资料，全面调查了项目区，初步认为本项目已经达到了水土保持验收条件。我公司于2020年11月完成了《3.5万吨/年氟化铝技改项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）及《水保方案》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，由于监测介入时，项目已完工投入使用，因此监测过程中对监测介入前已建设施以评价为主，监测介入后主要通过调查分析项目建设区水土流失及其影响因素的变化情况，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 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）建设项目实际占用地面积、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和直接影响区。由于监测介入时，工程已经施工结束，无法对防治责任范围进行动态的监测，本项目监测只能根据业主、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

A 永久性占地

永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设者负责管辖和承担水土保持法律责任的范围。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对红线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。

B 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。



C 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。

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、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建设业主单位进行整改，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，本项目的监测主要采用调查监测、巡查监测和无人机辅助遥感监测的模式进行监测。

2.2.1 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

A 项目建设区



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。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

(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，结合项目建设区及直接影响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：

A 土壤类型及地面组成物质识别

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 (<0.002mm)	粉沙粒 (0.02 ~ 0.002mm)	砂粒 (2 ~ 0.02mm)
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	感觉砂砾大致相当, 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	几乎见不到砂砾	感觉不到砂砾存在	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	看不到砂砾	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

由于监测介入时间晚，土建施工结束，因此不对施工期进行监测，此监测方法只针对植被恢复期。

(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、截排水沟等工程，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。

2.2.2 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，尤其注意对于直接影响区的影响情况。结合项目实际情况，本项目监测于2018年8月份介入，介入时工程已完工投入使用，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。

2.2.3 无人机监测

随着“无人机”技术不断成熟、完善、普及，民用已经很广泛，如国土监察、城市规划、水利建设、林业管理、实时监控、影视航拍、广告摄影、气象遥感等领域。无人机具有能在云层下低空飞行、无需机场起降、而且成本低、运用灵活等优点，因此可以轻易获取相对清晰的影像。因而，无人机航拍更适合安全性要求高，拍摄成果质量要求高、散列分布式任务，大比例尺测图等工作需求。

无人机监测的主要技术路线是：

(1) 航摄方案设计

以监测区地形图为基础，根据监测区域地形、地貌设计航摄方案。主要包括航摄比例尺、重叠度、航摄时间等。

(2) 外业工作

在航摄区域布设一定数量的地面标志，检测无人机起飞后即可野外航摄。

(3) 数据预处理及格式标准化

整理航摄范围内航片、清除异常航片、错误纠正、重复航片的清除等。

(4) 数据处理及解译校对

利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理；通过野外调查，建立解译标志；依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息；利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息。

(5) 分析比对叠加及成果输出

结合土壤侵蚀分级指标，在建立的土地利用、植被覆盖和坡度三类信息的矢量图层基础上，利用 GIS 矢量图层叠加分析，根据土壤侵蚀分类分级标准判别各划分单元的土壤侵蚀强度。利用同样的方法，对项目实施完成的航拍影像进行处理，得到项目监测期末的各项数据，通过对比分析，得到水土保持动态监测结果；通过项目区控制点进行空间插值可以获得项目区的 DEM，通过与原地形对比分析，计算项目扰动情况。

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，具体的测量方式方法也不同。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，造林成活率在随机设置 50m×50m 两个重复样方内，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，保存率是指造林一定时间以后，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“西行审〔2020〕135号文”批复情况，3.5万吨/年氟化铝技改项目水土流失防治责任范围总面积为0.57hm²。其中项目建设区面积为0.57hm²，直接影响区面积为0hm²。详见表3-1。

表 3-1 《水保方案》确定水土流失防治责任范围 单位：hm²

防治分区	占地类型及面积		备注
	建设用地	合计	
技改建设构筑物区	0.36	0.36	永久占地
技改建设硬化场地区	0.21	0.21	永久占地
合计	0.57	0.57	

实际建设过程中占地面积不变，技改建设场地布局不变，其中技改建设构筑物区0.36hm²，道技改建设硬化场地区0.21hm²；本项目实际水土流失防治责任范围总面积0.57hm²。详见表3-2。

表 3-2 实际建设水土流失防治责任范围 单位：hm²

防治分区	占地类型及面积		备注
	建设用地	合计	
技改建设构筑物区	0.36	0.36	永久占地
技改建设硬化场地区	0.21	0.21	永久占地
合计	0.57	0.57	

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类和面积监测。

水保监测介入时，工程建设进入尾期，通过对项目区现场踏勘，监测工作组通过对工程水土流失情况进行分析，并利用无人机、GPS、测距仪、皮尺等量测工具，结合建设单位提供竣工资料，对工程区建设期扰动地表的面积进行量化，经复核分析，工程建设期间，实际扰动地表面积为0.57hm²，占地类型主要为建设用地。工程建设扰动地表面积详见表3-3。

表 3-3 工程建设实际扰动地表面积统计表

防治分区	占地类型及面积		备注
	建设用地	合计	
技改建设构筑物区	0.36	0.36	永久占地
技改建设硬化场地区	0.21	0.21	永久占地
合计	0.57	0.57	

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《水保方案》，本项目未设计取土取料场，项目建设所需材料采取外购，相应水土保持防治责任由供方负责。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

根据监测小组现场调查，结合建设单位提供的建设资料，本项目建设期间未单独布置取料场，工程建设所需的砂、石料购于当地具有合法开采权的砂、石料场，相应水土保持防治责任由供方负责，不纳入本方案的水土流失防治责任范围。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《水保方案》，3.5 万吨/年氟化铝技改项目建设期间共开挖土石方总量 0.03 万 m³，回填土石方 0.03 万 m³，项目建设土石方挖填平衡不产生弃渣。

3.3.2 监测确定的弃渣监测情况

根据建设单位提供资料，结合监测实际，截止 2020 年 7 月监测介入，技改建设进入尾期，土建工作已完工，本项目建设期间共开挖土石方总量 0.03 万 m³，回填土石方 0.03 万 m³，项目建设土石方挖填平衡不产生弃渣。

3.3.3 弃渣监测结果变化情况

通过上述分析，本项目实际建设过程中不产生弃渣，不存在弃渣乱丢乱弃情况。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据《水保方案》，本项目建设期间共开挖土石方总量 0.03 万 m³，回填土石方 0.03 万 m³，项目建设土石方挖填平衡不产生弃渣。根据监测结果，本项目实际发生的土石方流

向与方案设计一致，详见表 3-4。

表 3-4 方案设计与实际产生的土石方平衡流向及分析表 单位： m^3

分区	开挖		回填		调入		调出		外借		废弃	
	基础开挖	小计	一般回填	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
技改建设构筑物区	0.03	0.03	0.03	0.03								
合计	0.03	0.03	0.03	0.03								

3.5 其他重点部位监测结果

本项目不存在大型开挖填筑区域。

4 水土流失防治措施监测结果

3.5万吨/年氟化铝技改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，水土保持管理措施实施情况等。本项目委托开展监测工作时项目已完成建设，已实施完成的水土保持措施有：排水沟等措施。针对已经实施的工程措施、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，对于已实施的临时防护措施主要通过资料分析的方法进行统计，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

4.1.1 方案批复的工程措施情况

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：主体工程设计盖板排水沟 90.0m；无方案新增工程措施。

表 4-1 水土保持方案批复的工程措施工程量表

分区	措施名称	数量 (m)	备注
技改建设硬化场地区	盖板排水沟	90.0	主体工程设计

4.1.2 实际实施工程措施情况

一、工程措施工程量

根据现场踏勘调查，截止 2020 年 10 月，已实施工程措施为建构物区盖板排水沟 90.00m。

表 4-2 已实施工程措施工程量表

分区	措施名称	数量 (m)	备注
技改建设硬化场地区	盖板排水沟	90.0	主体工程设计

二、工程措施实施时间及现状

项目建设区内水土保持工程措施实施时间为 2010 年 6 月，已实施工程措施现状照片如下：



4.1.3 工程措施实施变化情况

根据现场踏勘调查统计，本项目实际实施的水土保持工程措施与水土保持方案批复确定的工程措施布局走向及数量一致。本项目工程措施变化情况见表 4-3:

表 4-3 水土保持方案批复与实际实施工程措施工程量对比情况表

分区	措施名称	设计数量 (m)	实施数量 (m)	变化情况 (m)
技改建设硬化场地区	盖板排水沟	90.00	90.00	0

4.2 植物措施及实施进度

根据《水保方案》及其批复文件，本项目技改建设无植物措施实施。

4.3 临时措施及实施进度

根据《水保方案》及其批复文件，本项目技改建设无临时措施实施。

4.4 水土保持措施防治效果

(1) 水土保持实施措施情况汇总

经监测统计，截止 2020 年 10 月，3.5 万吨/年氟化铝技改项目实施完成的水土保持措施为：

① 工程措施：

盖板排水沟 90.00m；

(2) 水土保持措施防治效果评价

3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持措施共划分为防洪排导工程。

防洪排导工程实施的排洪导流设施（盖板排水沟）形成完整的排水系统，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。后期运行管理中需重点巡察排洪导流设施是否出现淤积、破损，如有淤积应及时进行疏通，破损应及时进行维修。

表 4-7 水土保持措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布置位置	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 项数	合格 率%	优良 项数	优良 率%			
防洪排导工程	排洪导流设施	技改建设硬化场地区	1	1	100	0	0	合格	合格	合格

综上所述，3.5 万吨/年氟化铝技改项目建设过程中将水土保持工程措施纳入主体工程施工之中，有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本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，根据工程相关资料，结合监测人员现场调查，项目建设水土流失面积为 0.57hm²。

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

5.2.1.1 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。依据批复的《水保方案》，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：建设用地。

5.2.1.2 地表扰动类型划分

监测介入时，技改建设已进入尾期，技改建设场地均为建构筑物及硬化场地覆盖，无工程施工建设扰动痕迹。地表扰动类型的划分不具有实际意义，因此，本报告不对地表扰动类型进行划分。

5.2.1.3 防治措施分类

依据水土保持措施防治对象，本工程水土保持措施包括工程措施、植物措施具体措施为：

- ①工程措施：盖板排水沟 90.00m。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

5.2.2.1 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，结合批复的《水保方案》中原生水土流失量预测成果，确定项目区内占地类型的原生土壤侵蚀模数，见表 5-1，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 300.00t/km²·a，见表 5-2。

表 5-1 原生土壤侵蚀模数取值表

地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数($t/km^2 \cdot a$)	备注
建设用地	水泥硬化场地	300.00	微度侵蚀

表 5-2 土壤侵蚀模数背景值计算表

项目组成	合计 (hm^2)	占地类型及面积 (hm^2)		土壤侵蚀模数背景值 ($t/km^2 \cdot a$)
		建设用地		
建构筑物区	0.36	0.36		300.00
道路及硬化区	0.21	0.21		300.00
合计	0.57	0.57		300.00

5.2.2.2 防治措施实施前侵蚀模数

由于监测介入滞后，无法对工程施工建设过程地表扰动侵蚀情况进行动态监测。由于监测资料不足，数据缺乏，故本次监测不对工程施工期间水土流失量进行分析统计，本次施工期监测的水土流失情况结合现场施工照片并参考同类工程进行分析评价，重点针对各分区水土流失发生原因进行分析。

施工过程中，项目场地平整及基础开挖等活动将对工程占地区造成扰动和破坏，损毁地表植被，造成局部裸露地表及再塑地貌，不同程度地降低或改变其水土保持功能，造成新的水土流失。随着项目配套的排水、绿化等措施的完工、场区地表硬化，地表水土保持功能得以恢复，水土流失逐渐减小。项目水土流失主要集中在施工期。

表 5-3 施工期土壤侵蚀模数分析表

工程项目	工程活动	工程中已采取措施	水土流失影响	流失类型
技改建设建构筑物区	基础设施建设		在基础建设过程中扰动原有地表，地表覆盖有所降低，在雨水冲刷下扰动地表容易产生水土流失	水力侵蚀 (面蚀为主)
技改建设硬化场地区	基础设施建设	排水沟等	在基础建设过程中扰动原有地表，地表覆盖有所降低，在雨水冲刷下扰动地表容易产生水土流失	水力侵蚀 (面蚀为主)

各监测分区的侵蚀模数根据类比法，参照同类工程，确定本项目各监测分区施工期土壤侵蚀模数。

各扰动类型土壤侵蚀模数监测结果详见表 5-4。

表 5-4 扰动后类比法取值侵蚀模数 单位: t/(km²·a)

监测分区	施工期侵蚀模数	
	同类工程	本项目
技改建设构筑物区	4500	4500
技改建设硬化场地区	4200	4200

5.2.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

截至 2020 年 10 月,建设单位根据主体设计和《水保方案》设计,实施了排水等水保措施,目前各项措施已建设完工,且运行良好,有效的控制了项目建设造成的水土流失,降低了项目各区域的土壤侵蚀模数,各项防治措施实施后项目平均土壤侵蚀模数为 300.00t/km²·a,各防治分区主要表现为:

(1) 技改建设构筑物区

技改建设构筑物区占地面积 0.36hm²,占区域建成后基本为建筑物及硬化覆盖,占区域现状侵蚀强度判读为微度,侵蚀模数取值 300t/km²·a。

(2) 技改建设硬化场地区

技改建设硬化场地区占地面积 0.21m²,地面采用混凝土硬化,部分布设有盖板排水沟,基本能够满足区域水土流失防治要求,区域流失现状判定为微度流失,侵蚀模数取值 300t/km²·a。

项目区防治措施实施后各分区土壤侵蚀模数结果详见表 5-5。

表 5-5 防治措施实施后侵蚀模数

防治分区	预测面积(hm ²)	实施措施后土壤侵蚀模数 [t/(km ² ·a)]	实施措施后土壤平均侵蚀模数 [t/(km ² ·a)]	控制比
技改建设构筑物区	0.36	300.00	300.00	1.67
技改建设硬化场地区	0.21	300.00		
合计	0.57			

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

由于监测介入时,工程土建施工结束,无法对施工期土壤流失量进行实际监测,本次监测报告计入施工期水土流失量意义不大,结合现场施工照片并参考同类工程进行分析评价推测施工期水土流失量,不计入本次监测报告,本次监测报告对原生水土流失量和现状的水土流失量进行分析。

5.2.3.1 土壤流失量调查

由于监测介入时，工程土建施工结束，无法对施工期土壤流失量进行实际监测，本次监测报告计入施工期水土流失量意义不大，本次监测报告对施工期的水土流失量进行分析得出，其数据不计入本监测报告水土流失量。

根据本报告 5.2.2.2 章节施工期侵蚀模数分析结果可得各监测区域施工期土壤侵蚀模数，通过计算可得本项目施工期每年土壤流失量为 9.41t/a。施工期各监测区域每年产生的土壤流失量见表 5-6。

表 5-6 施工期每年产生土壤流失量

监测分区	土壤侵蚀模数 t/km ² ·a	扰动面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	土壤流失量 (t)
技改建设构筑物区	2200.00	0.36	0.75	5.94
技改建设硬化场地区	2200.00	0.21	0.75	3.47
合计		0.57		9.41

5.2.3.2 防治措施实施后土壤流失量

截至 2020 年 10 月，建设单位根据主体设计和《水保方案》设计，实施了排水和绿化等水保措施，目前各项措施已建设完工，且运行良好，有效的控制了项目建设造成的水土流失，降低了项目各区域的土壤侵蚀模数，根据第 5.2.2.3 章节防治措施实施后各分区侵蚀模数分析结果，经计算得出工程区防治措施实施后的年土壤流失量为 1.28t/a，具体分析见表 5-7。

表 5-7 防治措施实施后土壤流失量计算表

项目分区	面积合计 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
技改建设构筑物区	0.36	300.00	0.75	0.81
技改建设硬化场地区	0.21	300.00	0.75	0.47
合计	0.57			1.28

5.2.3.3 水土流失情况对比分析

通过各项水土保持措施的建设，因本工程建设产生的水土流失得到有效治理，施工期土壤流失量为 9.41t/a，防治措施实施后土壤流失量为 1.285t/a。项目区防治措施实施后平均土壤侵蚀模数已降低至 300.00t/km²·a，通过各项水土保持措施的实施，工程区内已基本形成水土流失防治措施体系，水土保持工作成效明显。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据现场调查，本项目建设过程中未专门布置取料场，同时，本项目土石方挖填平衡，未产生永久弃渣。通过周边走访调查，本项目建设期间未发生严重的水土流失，未对项目区周边造成严重影响。

5.4 水土流失危害

通过对本项目周边区域实地走访巡查，监测组未发现 3.5 万吨/年氟化铝技改项目在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的沟道、周边农田等因水土流失造成危害，工程在施工期及使用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

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，为项目水保验收提供数据支撑。

本项目水土流失重点防治区划依据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土保持重点预防区和重点治理区复核规划成果〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《云南省水利厅关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（第49号），项目所在区不属于国家级及省级水土流失重点预防区和重点治理区，但本项目位于昆明市西山区海口工业园区。依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本工程水土流失防治标准执行建设类一级标准。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岩溶区，土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GTB50434-2018），结合方案批复水土保持防治指标，作为3.5万吨/年氟化铝技改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 防治标准值情况表

防治标准	计算方法	防治标准值
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
渣土防护率（%）	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	94
表土保护率（%）	项目建设区内水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比	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	96
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	23

6.1 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。项目建设过程中水土流失面积为 0.57hm^2 ，项目建成后均为建构筑物压占或硬化，项目区水土流失治理达标面积 0.57hm^2 ，使本工程水土流失总治理度达到99%。具体分析详

见表 6-2 的计算。

表 6-2 水土流失总治理度分析计算表 单位 hm^2

防治分区	水土流失治理达标面积(hm^2)			结果=(①+②+③)	水土流失总治理度(%)
	①水土保持措施面积	②永久建筑物占地面积	③道路、建筑硬化面积		
技改建设构筑物区		0.36		0.36	99
技改建设硬化场地区			0.21	0.21	99
合计		0.36	0.21	0.57	99

注：扰动土地整治面积考虑全部扰动面积的治理，由于实际工作中的制约因素，各区域土地整治率不以 100% 计。

6.2 土壤流失控制比

根据水土流失预测分析，本工程产生的水土流失主要在工程施工期，本方案及主体工程中对施工期的水土流失进行治理。通过采取一系列的水土保持措施，项目防治责任范围内的平均土壤侵蚀模数为 $300.00\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，工程区容许土壤侵蚀模数 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.67。具体分析见表 6-3。

表 6-3 土壤流失控制比计算表

防治分区	预测面积(hm^2)	实施措施后土壤侵蚀模数 [$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$]	实施措施后土壤平均侵蚀模数 [$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$]	控制比
技改建设构筑物区	0.36	300.00	300.00	1.67
技改建设硬化场地区	0.21	300.00		
合计	0.57			

6.3 渣土防护率

3.5万吨/年氟化铝技改项目建设期间共开挖土石方总量 0.03万 m^3 ，回填土石方 0.03万 m^3 ，本项目建设无弃土产生，厂区生产过程中无固体废物产生，渣土防护率达 98%。

6.4 表土保护率

本项目建设不具备表土剥离条件，表土保护率达 98%。

6.5 林草植被恢复率

本次技改建设项目无林草措施实施，无可绿化面积，林草植被恢复率达 99%。



6.6 林草覆盖率

本次技改建设项目无林草措施实施，该项指标不计算。厂区现状已实施植物措施面积 1.35hm^2 （不纳入本项目中），厂区总占地面积 5.67hm^2 ，厂区内林草覆盖率 23.81%。

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，随着雨季旱季的更替增大减小，项目区的水土流失强度有明显变化。项目区水土流失量随着时间的增加累积。防治目标达标情况能反映项目区防治措施的到位情况，根据实际监测结果，各项指标均能达到二级防治目标值。通过各项水土保持措施的实施，截止 2020 年 10 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防治标准值对比情况表

防治标准	防治标准值	监测值	达标情况
水土流失总治理度 (%)	97	99	达标
土壤流失控制比	1.0	1.67	达标
渣土防护率 (%)	94	98	达标
表土保护率 (%)	95	98	达标
林草植被恢复率 (%)	96	99	达标
林草覆盖率 (%)	23	-	-

从表中可以看出，本项目各项指标均达到了方案批复的目标值。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

本项目技改硬化场地区采取了盖板排水沟等排洪导流设施，形成完整的排水系统，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。

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 生产建设项目水土保持监测三色评价

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

三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。

根据生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法（试行），结合本项目水土保持监测情况，本项目实际得分 90 分，3.5 万吨/年氟化铝技改项目水土保持监测总结报告三色评价结论为绿色。

生产建设项目水土保持监测三色评价指标

项目名称		3.5 万吨/年氟化铝技改项目		
监测时段和防治责任范围		2020 年 7 月~2020 年 10 月，工程实际防治责任范围面积为 0.57 公顷，其中项目建设区面积为 0.57 公顷，无直接影响区。工程实际扰动土地面积 0.57 公顷。		
三色评价结论		绿色√ 黄色 红色		
评价指标		分值	得分	赋分说明
扰动土地情况	扰动范围控制	15	15	项目建设实际扰动面积 0.57hm ² ，方案批复占地 0.57hm ² ，占地面积不变；
	表土剥离保护	5	5	本项目方案批复无表土剥离措施，实际建设中无表土剥离实施；
	弃土（石、渣）堆放	15	15	本项目批复土石方平衡，无弃渣场；项目建设及监测期间，项目建设土石方平衡，未布设弃渣场，不存在乱堆乱弃或者顺坡溜渣现象；
水土流失状况		15	15	本项目水土保持监测 2020 年 7 月进场，截至 2020 年 10 月已开展水土保持监测 4 个月，属于后补监测，通过类比法计算，统计建设期水土流失量为 9.41t，不足 100 立方，不扣分；
水土流失防治成效	工程措施	20	20	水土保持工程措施落实及时，措施基本到位。方案批复盖板排水沟 90.00m，实际实施措施与方案批复一致；
	植物措施	15	15	本项目方案批复无植物措施实施，项目实际建设过程中无植物措施实施；
	临时措施	10	0	由于方案为补报方案，本项目方案批复无临时措施实施，项目实际建设过程中无临时措施实施，临时措施落实不及时不到位；
水土流失危害		5	5	在项目施工建设过程中无水土流失危害
合计		100	90	

7.4 存在问题及建议

7.4.1 问题

通过监测，3.5 万吨/年氟化铝技改项目主要存在以下问题：

（1）方案编制、监测进场以及相关水土流失防治措施实施相对滞后，可能造成了不必要的水土流失，且导致施工期间水土流失数据缺失，未能准确评价工程建设造成的水土流失影响。

7.4.2 建议

为进一步做好，3.5 万吨/年氟化铝技改项目的水土保持工作，避免后期运行管理漏洞造成今后水土流失的发生发展，消除可能产生的水土流失不良影响及安全隐患，监测组提出建议如下：

(1) 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。

(2) 做好项目区内的水土保持措施的管理与养护，对工程运行中存在的隐患及时排查，确保各项措施正常有效运行。

7.5 综合结论

监测结果表明，3.5 万吨/年氟化铝技改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 2020 年 10 月，随着工程区场地硬化及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。六项指标均达到了防治标准目标值。

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。