

水保监测（云）字第 0001 号

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程

水土保持监测总结报告

建设单位：云南胜威化工有限公司

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

二〇一九年十一月

目录

1	建设项目及水土保持工作概况	1
1.1	建设项目概况.....	1
1.2	水土保持工作情况.....	17
1.3	监测工作实施情况.....	19
2	监测内容与方法	23
2.1	监测内容.....	23
2.2	监测方法.....	25
3	重点对象水土流失动态监测	31
3.1	防治责任范围监测.....	31
3.2	取料监测结果.....	32
3.3	弃渣监测结果.....	32
3.4	土石方流向情况监测结果.....	32
3.5	其他重点部位监测结果.....	33
4	水土流失防治措施监测结果	34
4.1	工程措施监测结果.....	34
4.2	植物措施及实施进度.....	37
4.3	临时措施及实施进度.....	39
4.4	水土保持措施防治效果.....	41
5	土壤流失情况监测	44
5.1	水土流失面积.....	44
5.2	土壤流失量.....	44
5.3	取料、弃渣潜在土壤流失量.....	48
5.4	水土流失危害.....	48
6	水土流失防治效果监测结果	49
6.1	扰动土地整治率.....	50
6.2	水土流失总治理度.....	50
6.3	拦渣率.....	50
6.4	土壤流失控制比.....	51

6.5	林草植被恢复率.....	51
6.6	林草覆盖率.....	52
6.7	表土保护率.....	52
7	结论	53
7.1	水土流失动态变化.....	53
7.2	水土保持措施评价.....	53
7.3	存在问题及建议.....	54
7.4	综合结论.....	54

附件

附件 1: 水土保持监测委托书;

附件 2: 技改项目备案证 (西工信海工管企业备案〔2016〕007 号);

附件 3: 关于云南铜业胜威化工有限公司原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程变更项目备案内容的批复 (西工信海工管企业备案〔2017〕002 号);

附件 4: 昆明市西山区水务局关于《原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土保持方案报告书》的批复 (西水复〔2019〕17 号);

附件 5: 补偿费缴纳证明;

附件 6: 施工合同;

附件 7: 监测照片集。

附图

1、项目区地理位置图;

2、原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程总平面布置图;

3、原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土流失防治责任范围图;

4、原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土保持措施竣工及监测点布置图。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程									
建设规模		36 万 t/a 吨饲料级磷酸氢钙 副产肥料级磷酸氢钙为 6.5 万 t/a			建设单位 联系人		云南胜威化工有限公司 联系人：曹东明：13698723886				
					建设地点		昆明市西山区海口镇桃树箐村委会（海口工业园区内）				
					所属流域		长江流域				
					工程总投资		3900 万元				
					工程总工期		1 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		姜东新 1478785112		
自然地理类型			构造剥蚀侵蚀低中山斜坡地貌				防治标准		I 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			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、巡查监测			水土流失背景值		2661.25t/km²•a			
方案设计防治责任范围			19.29hm²			容许土壤流失量		500t/km²•a			
方案设计水土保持投资			264.32 万元			水土流失目标值		500t/km²•a			
防治措施			主体设计：①工程措施：磷石膏堆场排水涵管 215m、坝面排水沟 355m，②植物措施：磷石膏堆场撒草护坡 2.01hm²；方案新增：①工程措施：原料堆场拦挡+排水沟 611m、集水池 2 座，堆场道路及回车场地区排水沟 185m、沉砂池 1 座，②植物措施：堆场道路及回车场地区行道树 594 株，③临时措施：磷石膏堆场临时覆盖（无纺布）13500m²，原料堆场临时覆盖（无纺布）17700m²、临时覆盖（土工布）20600m²，堆场道路及回车场地临时覆盖（无纺布）1100m²								
监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95%	99.8%	防治措施达标面积	3.88hm²	永久建筑物及硬化面积	0.02 hm²	扰动土地总面积	17.96 hm²	
		水土流失总治理度	92%	99.8%	防治责任范围面积		20.37hm²	水土流失总面积		17.96hm²	
		土壤流失控制比	1.0	1.05	现状土壤侵蚀模数		436.02 t/km²•a	容许土壤流失量		500t/km²•a	
		拦渣率	98%	98.0%	实际拦挡弃渣量		3.56 万 m³	总弃渣量		3.56 万 m³	
		林草植被恢复率	99%	99.8%	可恢复林草植被面积		2.06hm²	林草类植被面积		2.06hm²	
		林草覆盖率	27%	11.47%	项目区面积		17.96hm²	林草植被面积		2.06 hm²	
	水土保持治理达标评价		六项指标除林草覆盖率外均达到了方案拟定目标值，林草覆盖率未达到方案目标值，主要根据项目实际，磷石膏堆场仍在使用中，待磷石膏堆场使用完毕植被恢复后可达标。符合相关文件要求，达到防治目的。								
	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		后期加强绿化区植被抚育管理工作，避免因管理不当而影响植被的保存								

率；加强对排水沟等措施的日常巡视工作。

前言

项目简况

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程(以下简称“本项目”)所在地昆明海口工业园区,该园区位于昆明市西山区海口街道办事处,是云南省工业发源地之一,工业园区距离昆明主城40km,安(宁)晋(宁)高速公路现已通车,高海高速公路、南环铁路贯穿其中,交通十分便利,往返主城区只需40分钟。工业园区区域内磷矿资源丰富,品位高、储量大、易开采,是全国三大磷都之一。海口镇工业园区经过多年的发展,基础设施和生产条件不断完善,城市整体服务功能不断加强,园区建有110kV变电系统,可满足入园各类工业项目用电需求,供水水源来自滇池出水河道—螳螂川,水质达到国家标准,园区建有完善的排水系统,雨污分流系统,园区内建有污水处理厂可以处理各类生活和工业废水,有利于项目建设生产。本项目是以生产线提升改造为中心,提升生产能力,并改造原有烘干系统,从而使产品生产能耗得到大幅度降低,技改完成后既可降低产品生产成本,又可减少CO₂、SO₂等气体排放。本项目改扩建能实现节能降耗,有利于提升企业竞争实力,促进地方经济发展,对当地其它企业具有示范作用,进行技改是确保企业持续发展的重要手段,且项目总体建设符合国家发展规划和产业政策,社会、经济效益十分显著。

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程位于昆明市西山区海口镇桃树箐村委会(海口工业园区内),中心地理位置坐标为:东经102°31'41",北纬24°47'23"。项目区南侧紧邻Z016县道(路宽8m,沥青混凝土路面,内侧建有排水沟),北侧有其它项目已建矿山道路及乡村道路(路宽4~6m,土质路面,无措施)。项目区距安晋高速里程约3km,距昆明市52km,项目所在地西山区海口镇交通路网较好,项目施工及生产期间主要依托南侧Z016县道由项目区西南角出入口进场,交通较为便利。

本项目提升改造主要内容为:厂房内部改造配套DN1400烘干系统一套,厂房内部改造增设24台吊蓝离心机;拆除原氢钙制粒厂房后增设置5000吨硫酸储罐一个;新增占地建设98.6万m³磷石膏堆场,其余原有建筑及设施均保留利用。提升改造后,生产线达到36万t/a吨饲料级磷酸氢钙生产能力,副产肥料级磷酸氢钙为6.5万t/a。本项目生产辅助料等均为外购,不涉及矿区开采,项目磷石膏堆场征用原当地村民自行开采磷矿矿山的采空区,本次新建堆场服务年限2.4年,堆场库容98.6万m³。截至本项目现场调查2019年11月,项目新建堆场剩余服务年限约为1.5a(18个月)。

本项目总占地面积17.96hm²,由生产厂区0.02hm²、原料堆场4.64hm²、磷石膏堆场10.59hm²、

堆场道路及回车场地区 2.71hm^2 四部分组成；其中永久占地 13.32hm^2 ，临时占地 4.64hm^2 ，项目总投资 3900 万元，其中土建投资 1067.81 万元，基建期建设总工期 1a。

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，云南今禹生态工程咨询有限公司受建设单位云南胜威化工有限公司委托，于 2019 年 4 月编制完成《原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土保持方案报告书》（报批稿），2019 年 4 月 26 日，昆明市西山区水务局以“西水复〔2019〕17 号”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，2019 年 10 月，受建设单位云南胜威化工有限公司的委托，由我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）承担本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（2019 年 10 月至 2019 年 11 月），监测组主要通过调查监测和巡查监测的方式，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 2019 年 11 月完成《原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程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，水行政主管部门昆明市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 20.37hm^2 ，其中项目建设区面积为 17.96hm^2 ，直接影响区面积为 2.41hm^2 。

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《水保方案》，扰动面积原生侵蚀模数为 $2661.25\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过监测得知项目区现状平均土壤侵蚀模数降低到 $478.01\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ （计算不包含矿山开采区）。

截止 2019 年 11 月，本项目实际实施的水土保持措施有：

主体设计：①工程措施：磷石膏堆场排水涵管 215m、坝面排水沟 355m，②植物措施：磷石膏堆场撒草护坡 2.01hm^2 ；

方案新增：①工程措施：原料堆场拦挡+排水沟 611m、集水池 2 座，堆场道路及回车场地区排水沟 185m、沉砂池 1 座，②植物措施：堆场道路及回车场地区行道树 594 株，③临时措施：磷石膏堆场临时覆盖（无纺布）13500m²，原料堆场临时覆盖（无纺布）17700m²，临时覆盖（土工布）20600m²，堆场道路及回车场地区临时覆盖（无纺布）1100m²。

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 99.8%，水土流失总治理度达到 99.8%，土壤流失控制比达到 1.05，拦渣率达 98%，林草植被恢复率达到 99.8%，林草覆盖率达到 11.47%，各项指标除林草覆盖率外均达到防治目标值。根据“关于印发《生产建设项目水土保持方案技术审查要点》的通知（水保监〔2014〕58 号）”对水土流失防治目标的第二条要求，具体要求为“在缺乏植被生长条件地区的项目和有特殊要求的项目，林草覆盖率可根据实际情况而定”。由于本项目目前处于基建期，项目建设区内可绿化区域已全部进行植被恢复，目前林草覆盖率无法达标，待项目磷石膏堆场使用完毕后植被恢复完成，项目林草覆盖率可达到目标值。

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，水土保持措施基本完好，发挥了防治因工程建设而引发水土流失的作用。

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

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程位于昆明市西山区海口镇桃树箐村委会(海口工业园区内),中心地理位置坐标为:东经 $102^{\circ}31'41''$,北纬 $24^{\circ}47'23''$ 。项目区南侧紧邻 Z016 县道(路宽 8m,沥青混凝土路面,内侧建有排水沟),北侧有其它项目已建矿山道路及乡村道路(路宽 4~6m,土质路面,无措施)。项目区距安晋高速里程约 3km,距昆明市 52km,项目所在地西山区海口镇交通路网较好,项目施工及生产期间主要依托南侧 Z016 县道由项目区西南角出入口进场,交通较为便利。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

本项目提升改造主要内容为:厂房内部改造配套 DN1400 烘干系统一套,厂房内部改造增设 24 台吊蓝离心机;拆除原氢钙制粒厂房后增设置 5000 吨硫酸储罐一个;新增占地建设 98.6 万 m^3 磷石膏堆场,其余原有建筑及设施均保留利用。提升改造后,生产线达到 36 万 t/a 吨饲料级磷酸氢钙生产能力,副产肥料级磷酸氢钙为 6.5 万 t/a 。本项目生产辅助料等均为外购,不涉及矿区开采,项目磷石膏堆场征用原当地村民自行开采磷矿矿山的采空区,本次新建堆场服务年限 2.4 年,堆场库容 98.6 万 m^3 。截至本项目现场调查 2019 年 11 月,项目新建堆场剩余服务年限约为 1.5a(18 个月)。

(1) 项目名称:原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程

(2) 建设单位:云南胜威化工有限公司

(3) 建设地点:昆明市西山区海口镇桃树箐村委会(海口工业园区内)

(4) 建设性质:改扩建建设生产类项目

(5) 建设内容:厂房内部改造配套 DN1400 烘干系统一套,提高烘干能力和烘干热效率,实现节煤、节约成本的目的;拆除原氢钙制粒厂房后增设置 5000 吨硫酸储罐,解决原料储备供给的问题;厂房内部改造增设 24 台吊蓝离心机,解决分离系统引起生产的瓶颈;新增占地建设 98.6 万 m^3 磷石膏堆场(服务年限 2.4a)。

(6) 项目征占地及建设特性:本项目总占地面积 17.96hm^2 ,其中永久占地 13.32hm^2 ,临时占地 4.64hm^2 ;根据建设内容,本次新增占地 17.94hm^2 ,利用原有占地 0.02hm^2 。

(7) 建设工期：共 1 年，厂区技改部分已于 2017 年 8 月开工，2017 年 12 月完工，共 5 个月；新建磷石膏堆场于 2018 年 9 月开工，于 2019 年 3 月完工，共 7 个月。

(8) 项目总投资：项目总投资 3900 万元，其中土建投资 1067.81 万元。

表 1-1 工程技术经济指标表

序号	项目名称	单位	总计	备注
1	总用地面积	hm ²	17.96	项目区原已编报水保方案相较水保方案，仅 1#原料堆场占地面积增加 1.13hm ²
2	生产厂区占地面积	hm ²	0.02	
2.1	新建硫酸储罐	hm ²	0.02	含拆除的氢钙制粒厂房及内部改造厂房占地
2.2	改造配套 DN1400 烘干系统一套，增设 24 台吊蓝离心机	hm ²	/	厂房内部技改，不造成地面扰动，不计列占地
3	原料堆场	hm ²	4.64	由 1、2、3、4#原料（磷矿石）堆场组成，其中 1#原料堆场面积增加 1.13hm ²
4	磷石膏堆场	hm ²	10.59	堆场容量 98.6 万 m ³ ，IV 级渣场，服务年限 2.4 年
5	堆场道路及回车场地区	hm ²	2.71	
5.1	道路区	hm ²	1.1	总长 2203m，路宽 4~6m
5.2	回车场地	hm ²	1.61	
6	项目总投资	万元	3900	
7	土建投资	万元	1067.81	
8	建设工期	年	1	已完工，厂区技改：2017 年 8 月~2017 年 12 月，堆场建设：2018 年 9 月~2019 年 3 月

1.1.1.3 项目组成

本项目总占地面积 17.96hm²，由生产厂区 0.02hm²、原料堆场 4.64hm²、磷石膏堆场 10.59hm²、堆场道路及回车场地区 2.71hm² 四部分组成。

本项目已于 2019 年 3 月全部建设完成，项目各分区介绍如下：

一、生产厂区

本次生产线提升改造主要在生产厂区原有占地基础上进行，改造内容主要为：1、对生产厂区东侧滚筒烘干厂房内部改造配套 DN1400 烘干系统一套，提高烘干能力和烘干热效率，实现节煤、节约成本的目的；2、拆除生产厂区东侧原氢钙制粒厂房后增设置 5000 吨硫酸储罐（占地面积 205m²），解决原料储备供给的问题；3、对生产厂区东南侧包装平台厂房内部改造增设 24 台吊蓝离心机，提高离心分离的处理能力。

生产厂区总占地 0.02hm²，因厂房内生产线提升改造不进行地表扰动，本次占地仅计列拆除生产厂区东侧原氢钙制粒厂房后增设置 5000 吨硫酸储罐（占地面积 205m²）占地面积。

生产厂区主要依托前期已编报水保方案且已验收的厂区用地进行建设，生产厂厂区周边情况具体为：①周边原厂区内厂房为钢架结构，因建筑物的覆盖，该区域几乎无水土流失产生；②周边原厂区道路及建筑周边地表均为混凝土硬化，部分道路建有基础挡墙、混凝土排水明沟

及盖板排水沟,该区域几乎无水土流失产生;③原厂区内建有部分绿化区,已进行乔灌木绿化,植被覆盖率大于 80%,该区域几乎无水土流失产生。

生产厂区现状排水主要依托原厂区排水体系,进行雨污分流排放,现厂区道路已建有排水明沟及盖板排水沟,厂区内雨水经排水沟汇集排放至南侧 Z016 县道已有园区雨水管网中;厂区内污水通过现已建有生活废水处理站、废水池、废水沉淀池等完善的污水处理系统处理后排入南侧 Z016 县道已有园区污水管网中。



二、原料堆场

根据《水保方案》及现场勘测,本项目产量较大,需堆存原料较多,前期生产过程中建设单位在生产厂区南侧及西北侧共四块原料堆场用于堆存磷矿石,原料堆场总占地 4.64hm^2 ,均为向当地村委会征用的临时占地,由 1#原料堆场 1.45hm^2 、2#原料堆场 0.50hm^2 、3#原料堆场 0.24hm^2 及 4#原料堆场 2.45hm^2 。相较《水保方案》,原料堆场面积增加 1.13hm^2 ,主要为 1#原料堆场面积增加导致。

现状堆场均设有拦挡+排水沟措施,其中 1#原料堆场新增 2 座集水池;1#原料堆场中原料由无纺布覆盖,半成品由土工布覆盖,2#、3#原料堆场堆存半成品由土工布覆盖,4#原料堆场堆存原料由无纺布覆盖,目前原料堆场措施较为完善,



三、磷石膏堆场

(一) 主体设计堆场情况

1、堆场占地、库容等级及服务年限

根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)及《磷石膏库安全技术规程》(AQ2059-2016),本次新建磷石膏堆场为四等库,主要构筑物级别为4级、次要构筑物及临时构筑物为5级,防洪标准:洪水重现期为200年。

根据主体设计资料,新建磷石膏堆场总占地 10.59hm^2 ,位于生产厂区西北侧约600m处,为原当地村民自行开采磷矿矿山的采空区用地。进行生产线提升改造后,按照本项目36万t/a生产能力下,废弃磷石膏渣量为61.06万t/a,磷石膏堆积干容重 1.48g/cm^3 ,合 $41.26\text{万m}^3/\text{a}$ 。根据初步设计资料,通过新建初期坝等相关安全环保设施后,废弃磷石膏堆放高程2070~2104m,最大堆高34m,设计堆渣坡比为1:2.5,磷石膏干堆至2104.0m标高时,形成全库容 98.6万m^3 。

表 1-2 项目磷石膏排放工艺表

序号	项 目	数 据
1	排渣规模及工作制度	61.06 万 t/a, 330d/a 3 班/d 8h/班
2	磷石膏含水率	$\leq 25\%$
3	尾矿平均堆积密度	1.48t/m^3
4	年产磷石膏渣量	41.26 万 m^3

2、堆场设施

①初期坝、副坝

根据主体设计资料，新建堆场及其周边主要地层为人工杂填土及强风化砂岩层，局部松散堆积磷石膏。周边弃渣量较大，可做筑坝土料，故设计初期坝及副坝为均质土坝。

根据初期坝下游坡实际地形条件，在中部下游坡 2066m 标高设置 10m 宽的平台；在东部下游坡 2056m 标高设置 10m 宽的平台；在平台以下按照 1:2.0 的坡比放坡至下游已有道路边侧，采用 1m 高、0.7m 宽浆砌石挡墙对坝脚进行保护，同时起到对道路的防护作用。

由于受征地范围的限制以及后期对西北侧山坡地段的使用，在干堆场西北部设置一道拦渣 1#副坝，同时便于后期堆场西北部截洪沟的修建。

设计在西北侧地面 2070m 标高左右设置 1#副坝，其内部用于干堆场库容及其后期堆渣；其外部（西北向）与原始山坡之间的库容兼做干堆场外部截排洪设施引流后的挡水坝库容。

副坝坝底地面标高约 2071.60m，坝顶标高 2084.0m，最大坝高 14m。坝顶宽度 6m，内坡（干堆场侧）坡比为 1:2.0，外坡（西北侧）坡比为 1:2.25。

②地下水导排盲沟

场地内地下水主要由降雨和地表水渗透汇集补给，因此在干堆场底部防渗层下设置导水盲沟以排走雨水季节的场底渗水。根据拟建干堆场地形及沟谷分布情况，其结构为：沿场底西北往东南方向设置一条导排水盲沟，收集场底的地下渗水并由初期坝东部坝底穿出排向下游。盲沟采用天然碎石层，内埋设两根 DN300mm 的 HDPE 排渗管（上半圆开孔）将堆场内的地下渗水排走。

③防渗设施

场底防渗层施工先进行场区场地平整清基平整压实后自下而上依次铺设 300g/m² 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m² 土工布防渗层。

岸坡防渗层结构：对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实好后依次铺设 300g/m² 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m² 土工布防渗层。

在岸坡上沿初期坝坝顶高程处 2074m、1#副坝坝顶高程处 2084m、最终堆积范围外侧置锚固沟，防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

初期坝及 1#副坝内坡防渗结构：内坡面碾压平整压实后自下而上铺设 300g/m² 土工布、1.5mm 的 HDPE 双糙面防渗土工布、300g/m² 土工布防渗层，并与场底防渗层相连。

采用上述防渗措施后，磷石膏堆积体与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止磷石膏对环境的污染。场区防渗总防渗面积 5.2 万 m²，防渗层施工搭接宽度 100±20mm，必须双轨热熔焊接。

④调节回水池

根据堆场实际地形条件，在初期坝西部地段下游 10m 以外位置布置调节回水池。其库容由开挖该段部分原始坡地形成，开挖后池底面积约 4660m²，开挖深度 3m，池壁由浆砌石挡墙组成。挡墙外坡直立，内坡 1:0.5。库容约 1.39 万 m³，堆场内渗滤液及雨水等经由排水设施全部排放至调节回水池内，通过扬送喷洒至渣面蒸发消耗，不外排。

3、堆场堆存工艺

根据磷石膏特性、库区地形条件及降雨等因素，设计堆排方向为由库区东侧向初期坝方向按 2%的坡度逐层堆排。当磷石膏堆排至初期坝顶 2074.0m 标高后，按 1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一宽 5m 的平台；设计最终堆积标高 2104.0m，磷石膏渣最终堆积平均外边坡 1:3.5，最终堆高 2104.0m 堆高 30m。

平面上按 20m 左右为一操作平台，每 5m 高为一起堆高度从库区东侧按 2%的坡度由向初期坝采用进占法碾压堆排填筑，使库区汇集雨水坡面流至坝前后有组织的导排至下游调节回水池。

初期坝前 50m 长区域堆渣需在枯水期进行。初期坝坝顶标高 2074m 以下堆渣待枯水期坝前集水排泄完毕，并充分晾晒后，从初期坝前 50m 开始按 1m 厚一层的堆渣厚度、2%的坡度，以 ≥0.92 的压实度要求采用推土机压实 6 个来回以上，逐层堆排压实至下一个 5m 高平台。

当库内堆渣排至初期坝顶至 2074m 标高后，在坝前 2074m、2079m、2084m、2089m、2094m、2099m 标高各修建一条 B×H=0.6m×0.6m 的排水沟与岸坡排水沟相连，并对坝前 50m 长滩面按每间隔 15m 开挖一条下底宽 0.5m、上底宽 1.5m、高 0.5m、坡度为 2%的滩面临时排水沟连接坝前坝面排水沟，将汛期库区汇集雨水有组织的导排至下游调节回水池。

磷石膏堆存排放采用一台 1m³ 的履带式挖掘机、两台 T-180 型履带式推土机配合作业。作业时各将压滤后含水率 ≤25% 的磷石膏采用自卸汽车运送至堆点排放，采用 1m³ 的履带式挖掘机及两台 T-180 型履带式推土机对自卸汽车倾倒的采用自卸汽车进行推平压实。

初期坝坝顶以下堆渣坝前 50m 区域在汛期不得堆至 2073m 标高以上，不得堵塞 2073m 标

高排水管，待汛期过后进入枯水期，初期坝坝前集水排泄完毕、并充分晾晒后，从初期坝前 50m 开始按 1m 厚一层的堆积厚度、2% 的坡度，以 ≥ 0.92 的压实度要求采用推土机压实 6 个来回以上，逐层堆排压实至初期坝顶标高，并在下个汛期来临前修筑完毕备 2074m 标高坝前滩面临时排水沟与两岸坡排水沟相连，汛期库区汇集雨水有组织的排至下游调节回水池。

4、堆场排水系统

本项目新建磷石膏堆场堆存方式为干法堆存，磷石膏为一般工业固体废物第 II 类，汛期淋溶液不能外排，结合场区地形，为实现清污分流，减小入库汇集雨水。

堆场外排水体系设计：

①在西北侧设置 1#副坝兼作场区外部挡水坝，利用场区北侧（固定库区防渗膜）锚固沟（ $B \times H = 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ ）、最小底坡 1.5%，将场区北侧上游汇水与场区西侧大部分汇水一起汇入 1#副坝外侧，通过 1#副坝底部内径 0.7m 的排水涵管及库外涵管将汇水排向场区下游。排水涵管为 C25 钢筋混凝土结构，其最小底坡为 1.0%，涵管入口设置纵、横间距 0.3m 的钢制拦渣格栅，每次降雨过后对拦渣格栅前入水口进行清理，确保涵管正常排水。

②利用场区内防渗膜锚固沟，在场区东侧设置 $B \times H = 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 的截洪沟，将渣库东侧部分汇水面积雨水排向场区东侧下游，截洪沟为浆砌石结构，最小底坡 4%。

堆场内排水体系设计：

①堆场内部盲沟排水：堆场内地下水主要由降雨和地表水渗透汇集补给，因此在干堆场底部防渗层下设置导水盲沟以排走雨水季节的场底渗水。根据拟建干堆场地形及沟谷分布情况，沿场底西北往东南方向设置一条导排水盲沟，收集场底的地下渗水后汇入调节回水池中。

②堆体表面平台及坝面排水沟：根据主体设计，堆渣在初期坝标高 2074m 以上，坝前设置坝面排水沟，各平台布设平台排水沟，排水沟为矩形，断面为 $B \times H = 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，浆砌石结构，内壁采用 1:2.5 水泥砂浆抹面，沟底坡为 0.5%。坝面及平台排水沟汇水均汇集后排入调节回水池中。

由于库区年蒸发量大于降水量，调节回水池内汇水及渗滤液可通过喷洒渣面蒸发消耗。设计在调节池内设置潜污泵两台（一用一备，流量 $200\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 40m），将渗滤液扬送喷洒至渣面蒸发消耗。当降雨量较大时，可在调节回水池附近修建一简易泵站，扬送至厂区污水处理站，经处理后供生产循环使用，使渗滤液零排放。

（二）主体设计堆坝稳定性分析

根据《云南胜威化工有限公司磷石膏干堆场初步设计报告书》（云南屹岭冶金技术咨询有

限公司), 本工程的设计基本地震加速度为 $0.20g$ 。本堆场为干法堆排工艺, 根据《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013) 及《磷石膏库安全技术规程》(AQ2059-2016) 要求及实际情况, 坝体稳定性计算只进行正常工况和地震工况。主体顺初期坝由东岸向西岸分别选取 5 个剖面进行最终堆高 2104m 的坝体稳定计算。

计算结果如下:

磷石膏干堆场设计等别为四等, 初期坝为 4 级构筑物。最小安全系数为, 正常运行期: $K_{min}=1.15$; 特殊运行期: $K_{min}=1.00$ 。

本次抗滑计算主要是验证磷石膏堆场在正常运行和特殊运行 (8 度地震力作用下) 等工况的稳定性。稳定计算结果见下表。

表 1-3 堆场安全稳定计算结果表 (最终堆高至 2104m)

项目		稳定系数 k	
		计算值	规范值
1-1 断面	正常运行	1.272	1.15
	特殊运行 (8 度地震)	1.067	1.00
2-2 断面	正常运行	1.498	1.15
	特殊运行 (8 度地震)	1.258	1.00
3-3 断面	正常运行	1.308	1.15
	特殊运行 (8 度地震)	1.123	1.00
4-4 断面	正常运行	1.628	1.15
	特殊运行 (8 度地震)	1.330	1.00
5-5 断面	正常运行	1.287	1.15
	特殊运行 (8 度地震)	1.082	1.00

根据主体设计资料显示, 磷石膏干堆场最终堆高至 2104m 标高时, 各断面在各种工况下均满足规范要求最小值且尚有一定安全裕余量, 坝体能安全稳定运行。

目前该堆场初期坝、副坝、盲沟、防渗设施、库外排水涵管, 坝面排水沟均已建成, 初期坝、副坝外侧边坡已进行撒草护坡已排放磷石膏已进行分台碾压及临时覆盖。





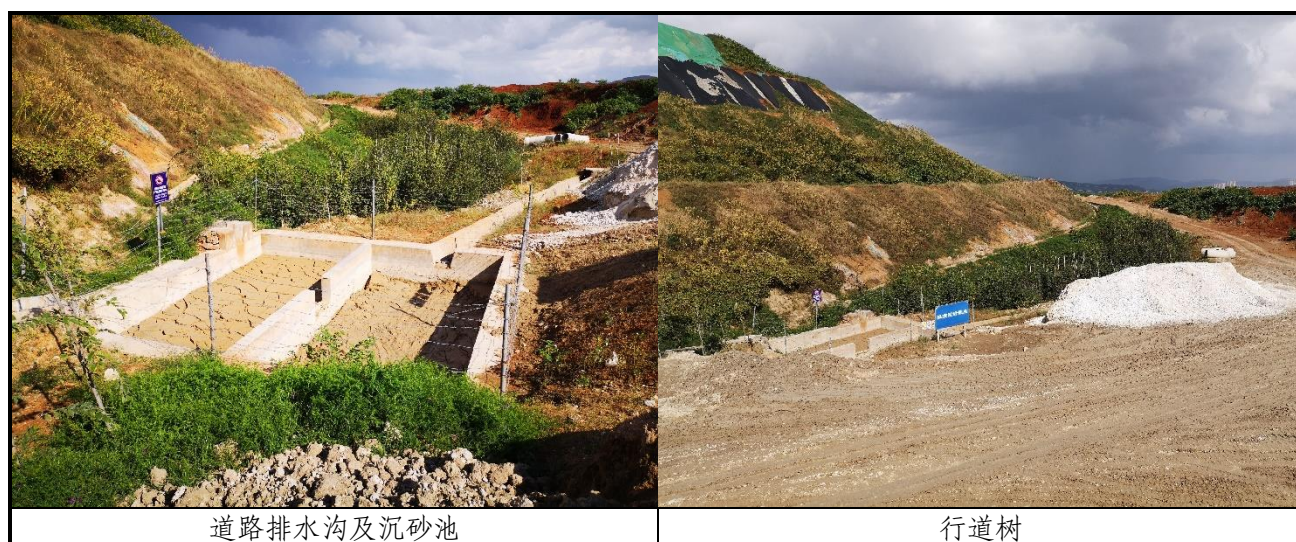
四、堆场道路及回车场地区

堆场道路及回车场地区总占地 2.71hm²，由道路区 1.10hm²、回车场地 1.61hm² 两部分组成。

道路区由生产厂区西侧连通至磷石膏堆场及回车场地，道路总长 2203m，路宽 4~6m。回车场地位于生产厂区北侧，占地面积 1.61hm²，场地主要用于运输废弃磷石膏车辆停放及回车。

堆场道路及回车场地区现状及周边情况：现场调查时，堆场道路前段 290m 为混凝土路面，该路段较大边坡处已建有排水沟及挡护措施，且边坡植被已自然恢复；其余 1913m 道路均为土质碾压，该路段两侧无较大开挖、回填边坡，无其它措施。回车场场地内建有简易砖混结构公辅用房一栋，在回车场地南侧与生产厂区存在高差为 3m 回填边坡，现在该区域已建有基础挡墙，无其它措施及设施。回车场地北侧道路内侧设有排水沟，出水口处设有沉砂池，边坡栽植行道树。





五、辅助工程

辅助工程主要包括给水工程、排水工程、供电工程等。

（一）给水工程

生产用水采用市政管网供水，厂区现有高位水池 1 座，并配套了厂区生产用水循环系统，厂区配有完善的供水管网，可满足本项目生产和生活用水需要。

（二）排水工程

本项目排水体制采用雨污分流制。

1、污水系统

根据生产工艺，本项目污水主要产生于生产厂区及磷石膏堆场。

（1）生产厂区：本次提升改造厂区内依托原有厂区设施。现已建有生活废水处理站、废水池、废水沉淀池等完善的污水处理系统，厂区废水经处理后排入南侧 Z016 县道已有园区污水管网中；

（2）磷石膏堆场：现阶段已建有调节回水池、盲沟，堆存末期将完善修建平台、坝面排水沟，堆场内经雨水冲刷后污水均通过盲沟、排水沟汇入调节回水池内，由于库区年蒸发量大于降水量，调节回水池内汇水及渗滤液可通过喷洒渣面蒸发消耗。设计在调节池内设置潜污泵两台（一用一备，流量 200m³/h，扬程 40m），将渗滤液扬送喷洒至渣面蒸发消耗。当降雨量较大时，可在调节回水池附近修建一简易泵站，扬送至厂区污水处理站，经处理后供生产循环使用，使渗滤液零排放。

2、雨水系统

（1）生产厂区：本次提升改造厂区内依托原有厂区设施，现厂区道路已建有排水明沟及盖板排水沟，厂区内雨水经排水沟汇集排放至南侧 Z016 县道已有园区雨水管网中；

(2) 原料堆场: 原料堆场现状已设排水措施, 场地排水体系完善;

(3) 磷石膏堆场: 主体已设计堆场外围完善的截水沟配套库外涵管, 排导堆场外围汇水;

(4) 堆场道路及回车场地区: 堆场道路前段已硬化部分建有排水明沟, 本方案将新增部分堆场道路排水沟, 已完善堆场道路排水体系; 回车场地因其上游为原矿山采空凹坑, 周边无较大汇水, 无需布设排水措施。

(三) 供电工程

本项目电源由生产厂区南侧引接工业园区现有电网供电。

1.1.1.4 施工组织及工期

本项目由云南胜威化工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; 由建设单位负责监理及主体施工。

1、交通运输

本项目新建磷石膏堆场位于当地村民自行开采磷矿矿山的采空区, 原有矿山道路及附近原磷石膏堆场运输道路(道路总长 2203m, 路宽 4~6m, 其中前段 290m 为混凝土路面, 其余 1913m 道路均为土质碾压路面) 较为完善, 简单平整后作为本项目施工道路; 对外交通主要依托生产厂区南侧 Z016 县道(路宽 8m, 沥青混凝土路面), 无新增施工便道。

2、供电

本项目电源由生产厂区南侧引接工业园区现有电网供电, 至新建磷石膏堆场线路长度约为 1km。

3、供水

施工用水采用水车拉水至各施工点。

4、基建期排水

基建期间在修筑坝体的同时, 修建了坝面排水沟, 堆场内则通过临时排水沟将汇水排出至下游自然沟箐内。

5、通讯条件

项目区中国移动、联通、电信信号已全面覆盖, 信号良好。

6、建筑材料

项目区所需建筑材料从海口镇购买。

7、临时施工场地

堆场各临时施工场地布置在磷石膏堆场内施工区附近的平缓地带, 无新增占地。

8、施工工期

项目施工期共 1 年，厂区技改部分已于 2017 年 8 月开工，2017 年 12 月完工，共 5 个月；新建磷石膏堆场于 2018 年 9 月开工，于 2019 年 3 月完工，共 7 个月。

1.1.1.5 工程占地

根据工程实际建设情况、施工及监理资料，工程建设区总占地面积为 17.96hm²，永久占地 13.32hm²，临时占地 4.64hm²。其中生产厂区 0.02hm²、原料堆场 4.64hm²、磷石膏堆场 10.59hm²、堆场道路及回车场地区 2.71hm²。

表 1-4 实际占地统计表

项目区		占地类型及面积 (hm ²)				
		坡耕地	建设用地	交通运输用地	其他土地 (工矿用地)	小计
生产厂区			0.02			0.02
原料堆场	1#原料堆场				1.45	1.45
	2#原料堆场				0.5	0.50
	3#原料堆场				0.24	0.24
	4#原料堆场	1.13			1.32	2.45
磷石膏堆场					10.59	10.59
堆场道路及回车场地区	道路区			1.1		1.10
	回车场地				1.61	1.61
合 计		1.13	0.02	1.10	15.71	17.96

1.1.1.6 土石方平衡

根据工程施工及监理资料统计，工程建设实际产生土石方开挖 16.41 万 m³，回填 12.85 万 m³，弃渣 3.56 万 m³，弃渣堆存于磷石膏堆场中。

土石方平衡及流向见表 1-5。

表 1-5 土石方平衡及流向表 单位：万 m³

项目分区	开挖方		回填方	调出		调入		外借方		弃方	
	基础开挖	生产废弃物	基础回填	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	去向
生产厂区	0.02	2.41		0.02	堆场道路及回车场地区					2.41	磷石膏堆场
磷石膏堆场	13.55		12.40							1.15	
堆场道路及回车场地区	0.43		0.45			0.02	生产厂区				
小计	14.00	2.41	12.85	0.02		0.02				3.56	

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 地质

一、工程地质

项目区所在地位于扬子地台西缘、康滇地轴武定—易门台拱的东，夹持于罗次断裂与普渡河断裂之间，构造行迹有东西向、北东向、北北东向、北西向、南北向及不同规模的弧形构造、山字型构造和旋卷构造等。区域内经向和“山”字型两大构造体系及东西向构造体系交接，构造现象极其复杂，不同规模、不同次序的复杂构造行迹反映出多期构造运动，并导致各系地层产生广泛的应力形变。

根据新建磷石膏堆场工勘报告，在其勘察揭露深度范围内，据岩土体成因、沉积环境、力学强度、岩性组合，结构特征、工程地质特征，场地地层主要由第四系杂填土（Q4ml）、人工填土（Q4ml），古生界寒武系下统筇竹寺组（ $\in 1q$ ）。地层自上而下简述如下：

（1）第四系（Q4）

①1 杂填土（Q4ml）：黄色，经过分层碾压，上部稍密状态，局部结构松散，孔隙大，主要为近期采矿剥土而形成的松散堆积土，主要为粉土夹强风化砂岩、页岩等碎块，标准贯入试验击数为 5~14 击，平均 8.4 击。层厚约 0.5~12.1m，平均值 6.2，整个场地均有分布。

①2 磷石膏（Q4ml）：灰、灰白色，松散~稍密状，稍湿，中低压缩性，化学成分主要为硫酸钙，标准贯入试验击数为 6~12 击，平均击数为 9 击。层厚约 1.4~6.4m，主要分布于场地中段。

（2）古生界寒武系下统筇竹寺组（ $\in 1q$ ）。

②强风化砂岩（ $\in 1q$ ）：褐黄、褐黄夹灰，局部呈黄色，稍湿，岩石为砂泥质块状结构，岩层为中~厚层状构造。局部浅表部岩石呈全~强风化状，局部开挖坎坡有出露，岩层产状为 $310^\circ \angle 20^\circ$ 。岩芯主要呈碎块状、块状，岩芯采取率 40%~60%， $RQD=0$ 。岩体完整性差，局部夹泥质砂岩。岩体风化强烈，夹全风化及中风化，局部地段发现全风化层分布，褐黄色，原岩结构已基本被破坏，残余部分碎块，显层理，具含砾粉质粘土性质，承载力 400Kpa；强风化层在所揭露的基岩中均有。

根据工勘报告，新建磷石膏堆场原始地质存在部分不良表现，主要为：1、地基的不均匀性，导致地基表面有部分拉裂现象，工勘设计建议主体设计单位充分考虑及计算场地稳定，做好预防工程；2、现场调查时磷石膏堆场北侧边坡为矿山开采的废弃土倾倒堆填而成，经人工开挖后形成三级边坡，坡度为 1:1.8，中间设置有约 4m 宽的马道，现状下边坡虽然稳定，但遇

到强降雨后，边坡必然会出现垮塌，对堆场造成损害，主体设计在新建磷石膏堆场使用前，对其做削坡处理。

综上所述，项目区内地质构造非常复杂，场区内有较多的无名小断层发育，场地内有不明次级隐伏断层通过，区域上属次稳定地区。

二、地震

根据 GB18306-2015《中国地震动参数区划图》，工程区抗震设防烈为Ⅷ度，设计基本地震加速度值 0.20g，设计地震分组为第三组。

1.1.2.2 地貌

西山区地处“康滇古陆”与“昆明凹陷”交界处，地形复杂，起伏明显，地势北高南低，大地貌属于侵蚀中山地貌类型。岩溶极度发育，有多种多样的喀斯特地貌，大小不一的漏斗、洼池、盲谷、干谷、落水洞、竖井、溶洞和溶蚀性丘土的石崖地貌、石沟地貌；其次还有湖盆地貌。境内最高海拔 2641m，最低海拔 1750m，相对最大高差 891m。

项目区所在地属于构造剥蚀侵蚀低中山斜坡地貌，场地所在位置为沟谷斜坡地段，场地起伏较大，岩、土层在平面分布上成因、岩性、状态等存在不均匀性和不连续性。项目主体工程建设用地为坡地，整体呈西北高东南低地势，最高点为项目区西北侧新建磷石膏堆场，最低点位于项目区东南侧生产厂区第一级平台，项目区现已完工，现状达到设计标高，高程为 1995~2104m，高差约 109m，本次生产线提升改造在原有厂区基础上进行，项目区整体呈南北向缓坡地势。

1.1.2.3 气象

项目区位于云贵高原中部，属中亚热带低纬度高海拔地区的高原季风气候，季节温差不大，干湿分明，具有冬暖夏凉，四季如春的特征。最热月为 7 月，夏季平均气温 20.0℃，最冷月为 1 月，冬季平均气温 7.2℃，多年平均气温 14.9℃，无霜期平均日数为 232 天。项目区内干、雨季分明，降水主要集中于雨季（每年 5~9 月份），约占全年降水量的 80%，多年平均降水量为 1000.5mm，最大年降水量为 1122.90 mm（1971 年），最小年降水量为 657.30mm（1975 年），日最大降水量为 153.3 mm，月最大降雨量 208.3mm；根据《云南省暴雨统计参数图集》（2017 年 9 月审定），根据《云南省暴雨统计参数图集》，项目区 20 年一遇 1、6、24h 的最大降雨量分别为 53.44mm、89mm 和 113.6mm。项目区主导风向为西南风（WS）；年日照 2327.5 小时；项目区为多雷区，年平均雷电日 70 天。干湿分明，雨量集中，雨热同季，年温差小，日温差大及十里不同天等气候特征。

1.1.2.4 河流水系

西山区河流属金沙江流域螳螂川水系，最终流入金沙江。项目区东北侧 2.3km 处为螳螂川，东侧 13km 处为滇池（已根据昆明市人民政府《关于滇池分级保护范围划定方案的公告》复核，本项目位于滇池下游且不在滇池保护区范围内）。

螳螂川系金沙江支流，全长 252 公里，为滇池天然唯一出口。螳螂川自滇池流向西北，经安宁市、富民县、禄劝县，于禄劝与东川交界处汇入金沙江。

滇池位于长江流域金沙江水系一级支流普渡河上游。滇池为一天然断陷湖泊，湖面南北长约 40km，东西平均宽度为 7.5km，最大宽度 12.5km，多年平均水位为 1886.3m，相应湖岸长约 150km。湖体由东西长 3.5km，宽 30m 堤坝（海埂）将湖体分割为南北两个部分，中间有一航道相通。海埂以南称为外海，是滇池的主体部分，占滇池总面积的 97.2%，占滇池容积的 99%。海埂以北称为草海。草海的水质、底质条件与外海不尽相同，因而形成了滇池的两个不同水域。

经现场踏勘，新建磷石膏堆场南侧 300m 处为东母沟水库及居民点，该水库、居民点与新建磷石膏之间有 Z016 县道相隔。东母沟水库位于螳螂川支流桃树箐河上，水库隶属于海口镇桃树社区居委会东母沟居民小组，该水库是一座以防洪为主，兼顾供给下游企业工业用水的综合水库，水库性质为非饮用水水库，径流面积 4.5km²，总库容 15 万 m³。新建磷石膏堆场位于东母沟水库上游，在水库径流区内，为防止项目建设对周边水系产生影响，本方案提高防治标准，优化施工工艺，只要落实本方案新增措施及主体设计具有水保功能的措施，本项目建设对东母沟水库影响较小。

1.1.2.5 土壤

昆明市西山区海口镇土壤有红壤、黄棕壤、红色石灰土和水稻土四类。土壤垂直分布不是十分明显，只是由于地形、土质以及人为利用上的差距，形成了土壤的地带性水平分布上的不同。

根据相关资料，并结合实地调查，项目区土壤以黄棕壤为主。

1.1.2.6 植被

西山区植被系亚热带西部中山半湿润常绿阔叶林和亚热带暖性针叶林。有植物 193 科 642 属 1187 种。主要代表树种有高山栲、元江栲、滇青冈、滇石栎、云南松、华山松、滇油杉、桉树、柏树、桉木等。针叶林分布较广，从海拔 1800~2641m 均有分布。主要灌木有滇杨梅、小铁子、杜鹃、山茶、火把果、云南含笑、刺黄连、沙针、水麻柳、芝种花、乌饭、珍珠花、箭竹等，草本植物有：白健杆、蔗茅、野古草、龙胆草、竹叶草、白茅、山姜、灰金茅、黄背

草及各种蕨类。全区森林覆盖率为 67.4%。

根据现场踏勘，项目区属亚热带暖性针叶林，现状占地类型主要为建设用地、交通运输用地、其它用地，植被覆盖率约为 10%。

1.1.2.7 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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区原地貌主要为坡耕地、建设用地、交通运输用地、其他土地（工矿用地），土壤侵蚀模数背景值为 $2661.25\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目建设过程中将扰动地面产生水土流失，水土流失类型以水力侵蚀为主，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 $478.01\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，流失强度为微度。

1.1.2.8 水土流失重点防治区划

一、监测介入时间为 2019 年 10 月，根据《水保方案》及其批复（西水复〔2019〕17 号），本项目水土流失防治执行标准按建设类项目一级标准执行。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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；

二、根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188 号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点防治区的公告》（云南省水利厅公告第 49 号），项目所在地西山区海口镇不属于国家级和省级水土流失重点预防区及重点治理区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008），防治标准应执行建设类三级标准，但本项目位于昆明市西山区海口工业园区，依据“在城镇及其规划区、开发区、工业园区的项目，应提高防护标准”的规定，本方案拟确定本项目水土流失将提高防治标准，即水土流失防治标准应执行建设生产类项目一级标准。

1.1.2.9 项目区现状水土流失情况

项目目前场区已布设有排水沟及绿化等措施。随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）生产厂区：生产厂区地表为建筑物及硬化场地，不存在水土流失。

（2）原料堆场：原料堆场场地目前主要为堆存原料、半成品以及场地道路（裸露），目前堆存原料均已实施无纺布覆盖，堆存半成品均已实施土工布覆盖，场地道路已硬化，堆场周边均设有拦挡+排水措施，其中 1#堆场设有 2 座集水池。原料堆场整体措施完善，水土流失得到有效控制。

(3) 磷石膏堆场：磷石膏堆场已建初期坝、副坝、地下水导排盲沟、防渗设施、调节回水池等设施。初期坝、副坝已完成撒草护坡，堆存磷石膏部分区域已实施无纺布覆盖，磷石膏堆场整体措施完善，场地水土不会外流。

(4) 堆场道路及回车场地区：堆场道路已全部实现道路泥结石硬化其中部分道路已实施排水沟、沉砂池以及行道树措施，剩余道路由于路面较窄，为满足运输要求无法实施排水沟等措施，回车场地区已实施泥结石硬化，部分区域实施无纺布覆盖，堆场道路及回车场地区整体措施较为完善，水土流失得到有效控制。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

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、施工过程中采取了临时覆盖、沉沙、临时排水沟等措施进行水土流失控制。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

本项目于2016年5月8日取得《轮名师西山区工业和信息化局文件》(西工信海工管企业备案〔2016〕007号)；本项目厂区技改部分已于2017年8月开工，2017年12月完工，共5个月；新建磷石膏堆场于2018年9月开工，于2019年3月完工，共7个月；2019年4月云南今禹生态工程咨询有限公司受建设单位云南胜威化工有限公司委托，编制完成《原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土保持方案报告书》(报批稿)，2019年4月26日，昆明市西山区水务局以“西水复〔2019〕17号”对《水保方案》给予批复；2019年10月建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行本项目水土保持监测工作，至2019年11月完善了水土保持工程措施，目前本工程处于试运行期，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，2019年4月，建设单位委托云南今禹生态工程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昆明市西山区水务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。2019年4月26日，昆明市西山区水务局以

“西水复〔2019〕17号文”对《水保方案》给予批复。

《水保方案》批复主要内容有：

一、该方案符合《中华人民共和国水土保持法》，《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（水利部5号令）等法律法规的要求。方案水土流失防治责任范围明确，防治措施合理有效，经研究，同意你单位实施该项目水土保持方案，请严格按方案执行。

二、该项目位于海口街道办事处桃树社区居委会，中心地理坐标为：东经 $102^{\circ} 31' 41''$ ，北纬 $24^{\circ} 47' 23''$ 。项目总占地面积 16.83hm^2 ，其中生产区 0.02hm^2 ，原料堆场 3.51hm^2 ，磷石膏堆场 10.59hm^2 ，堆场道路及回车场地 2.71hm^2 。本次新增占地 16.81hm^2 ，利用原油占地 0.02hm^2 ，永久占地 13.32hm^2 ，临时占地 3.51hm^2 。项目提升改造主要内容为：厂房内部改造配套 DN1400 烘干系统一套，厂房内部改造增设 24 台吊蓝离心机，拆除原磷酸氢钙制粒厂房后增设 5000 吨硫酸储罐一个，新增占地建设 98.6 万方磷石膏堆场。项目总投资 3900 万元，其中土建投资 1067.81 万元。厂区技改部分已于 2017 年 8 月开工，2017 年 12 月完工，新建磷石膏堆场已于 2018 年 10 月开工，2019 年 3 月完工。该方案为补报方案。

三、《方案》编制规范，依据充分，水土流失防治目标河责任范围明确，水土保持措施总体布局及防治措施基本可行，可操作为水土保持工作的依据。本项目水土流失防治标准为一类，防治目标为：扰动土地整治率为 95%，水土流失总治理度 92%，土壤流失控制比达 1.0，拦渣率 100%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 27%。

四、基本同意本工程水土流失防治责任范围 19.29hm^2 ，其中项目建设区 16.83hm^2 ，直接影响区为 2.46hm^2 。

五、基本同意《方案》中所采取的水土保持措施和总体布局。本方案水土保持措施包括：

（一）主体工程设计且计入水土保持方案投资的水土保持措施：截水沟 503m，平台排水沟 1460m，排水涵管 226m，坝面排水沟 335m，撒草护坡 2.06hm^2 ；（二）基建期水土保持方案新增水土保持措施：原料堆场浆砌石挡墙 1177m，堆场道路及回车场浆砌石排水沟 605m，沉砂池 1 座，栽植行道树 610m，植被恢复 0.26hm^2 ，临时覆盖 6500m^2 ；（三）运行期水土保持措施：磷石膏堆场跌水坎 10m，沉砂池 1 座，磷石膏堆场植被恢复 4.44hm^2 。

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、监测计划及监测成果要求等基本可行。

七、基本同意后《方案》投资估算编制的依据和方法。核定该工程水土保持总投资 264.32 万元，其中主体工程已列入水土保持措施投资 90.76 万元，本方案新增水土保持措施投资 173.56

万元，生产运行期水土保持投资 153.82 万元不纳入水土保持总投资，计入运行成本，水土保持补偿费未 117670 元。水土保持投资列入工程基本建设总投资概算中专款专用。

1.2.4 变化情况

水土保持方案经批准后，项目建设地点、布局未发生重大变化，仅 1#原料堆场面积增加 1.13 hm²。对照水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知”中第三条相关规定，本项目变更内容未达到变更方案编制要求，因此本项目不需编报水土保持方案变更方案或补充方案。

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

2019 年 10 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，针对原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程现状我单位基本同意进入验收阶段。

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，云南胜威化工有限公司于 2019 年 10 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，我单位针对本项目成立监测组，本项目没有开展监测实施方案的编制，但制定了相应的监测计划，根据建设工期制定监测时段，2019 年 10 月进场开展监测，2019 年 11 月完成监测工作，期间监测组共进场 2 次。根据项目的水土流失特点，采用调查监测、巡查监测等方法对本项目开展了水土保持生态环境变化、水土流失动态变化、水土保持防治效果、重大水土流失事件等方面的监测工作，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。并提交了水土保持监测完善建议以及自主验收工作建议。

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程监测时段始于 2019 年 10 月，止于 2019 年 11 月，监测时段为 2 个月。在接受水土保持监测任务后，我公司监测组技术人员先后共 2 次进入现场进行实地监测，进场监测时间分别是 2019 年 10 月 17 日、2019 年 11 月 10 日。结合本项目实际，主要以调查监测法为主，巡查监测辅助的模式进行监测。

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、分析以及报告的编写。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	胡治军	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	姜东新	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
	苏 江	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

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对本项目的工程特点、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。主要在各分区等具有代表性的地段布设 9 个监测点。

表 1-7 水土保持监测点位布设表

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
生产厂区	硫酸罐	1#监测点	巡查型	GPS 复合面积
原料堆场	1#原料堆场	2#监测点	调查型	调查监测，用 GPS 复核面积；水土保持措施实施、运行等情况
	2#原料堆场	3#监测点	调查型	
	3#原料堆场	4#监测点	调查型	
	4#原料堆场	5#监测点	调查型	
磷石膏堆场	初期坝	6#监测点	调查型	用 GPS 复核面积；各类水土保持措施实施、运行等情况
	副坝	7#监测点	调查型	
堆场道路及回车场地区	堆场道路	8#监测点	调查型	GPS 复合面积；监测排水措施、绿化树种、草籽的存活率、保存率等植被恢复情况监测
	回车场地	9#监测点	调查型	

1.3.4 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
1	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
2	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
3	皮尺或卷尺		套	1	测量植物生长状况
4	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
5	无人机	大疆 DJ4	台	1	用于监测现场的影响记录
6	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
7	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
8	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)、《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，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调查监测为主，巡查监测辅助的模式进行监测。

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)、《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，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，厂区技改部分已于2017年8月开工，2017年12月完工，共5个月；新建磷石膏堆场于2018年9月开工，于2019年3月完工，共7个月。监测委托滞后，监测组于2019年10月进场，监测介入时，项目区基建期主体施工已完成，经监测项目组全过程实地查勘、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2019年10月~2019年11月。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 10 月 17 日	针对项目建设区全面详细的巡查，布设监测 信息牌	制定完成监测计划，在昆明市西山区水务 局进行了监测备案
2	2019 年 11 月 10 日	对项目建设区扰动范围进行了详细调查，复 核措施实施数量及运行效果	完成项目监测总结报告

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)、《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)有关规定及《水保方案》,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 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) 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》(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调查监测法为主和巡查监测辅助的模式进行监测。

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、无人机、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。面积监测的时段为基建期。

(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基建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
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谷坊、沉砂池、砖砌排水沟等工程，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裂缝、谷坊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基建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 6 月份介入，主要针对项目基建期及试运行期进行监测，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。

2.2.3 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，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。

2.2.4 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，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

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“西水复〔2019〕17号文”批复情况，原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土流失防治责任范围总面积为 19.29hm²。其中项目建设区面积为 16.83hm²，直接影响区面积为 2.46hm²。详见表 3-1。

表 3-1 《水保方案》确定水土流失防治责任范围

项目区	项目建设区占地类型及面积 (hm ²)				直接影响区 (hm ²)	合计 (hm ²)
	建设用地	交通运输用地	其它土地 (工矿用地)	小计		
一、项目建设区	0.02	1.1	15.71	16.83	2.46	19.29
1、生产厂区	0.02			0.02	0.01	0.03
2、原料堆场			3.51	3.51	0.63	4.14
3、磷石膏堆场			10.59	10.59	0.33	10.92
4、堆场道路及回车场地区		1.1	1.61	2.71	1.49	4.20

根据施工、监理单位提供的用地红线资料，本项目在建设过程中严格控制用地红线，本项目实际发生的防治责任范围面积较《水保方案》确定的防治责任范围增加，实际发生的防治责任范围总面积为 20.37hm²，其中项目建设区面积为 17.96hm²，直接影响区面积为 2.41hm²；项目占地变化的原因主要为 1#原料堆场占地面积增加。实际发生的防治责任范围见表 3-2。

表 3-2 实际发生的水土流失防治责任范围

项目区	项目建设区占地类型及面积 (hm ²)					直接影响区 (hm ²)	合计 (hm ²)
	坡耕地	建设用地	交通运输用地	其它土地 (工矿用地)	小计		
一、项目建设区	1.13	0.02	1.10	15.71	17.96	2.41	20.37
1、生产厂区	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
2、原料堆场	1.13	0.00	0.00	3.51	4.64	0.51	5.15
3、磷石膏堆场	0.00	0.00	0.00	10.59	10.59	0.40	10.99
4、堆场道路及回车场地区	0.00	0.00	1.10	1.61	2.71	1.50	4.21

3.1.2 基建期扰动土地面积

经复核分析，工程基建期间，实际扰动地表面积为 17.96hm²，占地类型主要为坡耕地、建设用地、交通运输用地和其他土地 (工矿用地)。工程建设逐年扰动地表面积详见表 3-3。

表 3-3 工程建设逐年扰动地表面积统计表 单位: hm^2

项目区		占地类型及面积 (hm^2)				
		坡耕地	建设用地	交通运输用地	其他土地 (工矿用地)	小计
生产厂区			0.02			0.02
原料堆场	1#原料堆场				1.45	1.45
	2#原料堆场				0.5	0.50
	3#原料堆场				0.24	0.24
	4#原料堆场	1.13			1.32	2.45
磷石膏堆场					10.59	10.59
堆场道路及回车场地区	道路区			1.1		1.10
	回车场地				1.61	1.61
合 计		1.13	0.02	1.10	15.71	17.96

3.2 取料监测结果

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。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《水保方案》，原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程基建期间共开挖土石方总量 17.90 万 m^3 ，总计回填方 12.90 万 m^3 ，其余 5.00 万 m^3 堆存至磷石膏堆场。

3.3.2 监测确定的弃渣监测情况

根据项目监理、施工情况，本项目实际开挖 16.41 万 m^3 ，回填 12.85 万 m^3 ，弃渣 3.56 万 m^3 ，弃渣堆存于磷石膏堆场中。

3.3.3 弃渣监测结果变化情况

通过上述分析，本项目弃渣量较《水保方案》减少 1.44 万 m^3 ，主要为项目建设实际开挖量减少，最终导致弃渣减少，项目弃渣全部堆存于磷石膏堆场中，不存在乱堆乱弃现象。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据批复的《水保方案》，原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程基建期间共开挖土石方总量 17.90 万 m^3 ，总计回填方 12.90 万 m^3 ，其余 5.00 万 m^3 堆存至磷石膏堆场。

根据工程施工及监理资料统计，工程建设实际产生土石方开挖 16.41 万 m^3 ，回填 12.85 万 m^3 ，弃渣 3.56 万 m^3 ，弃渣堆存于磷石膏堆场中土石方量详见表 3-4、3-5。

表 3-4 方案设计的土石方平衡流向及分析表 单位: 万 m³

项目分区	开挖方		回填方	调出		调入		外借方		弃方	
	基础开挖	生产废弃物	基础回填	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	去向
生产厂区	0.02	2.57		0.02	堆场道路及					2.57	磷石膏堆场
磷石膏堆场	15.31		12.02	0.86	回车场地区					2.43	
堆场道路及回车场地区			0.88			0.02	生产厂区				
						0.86	磷石膏堆场				
小计	15.33	2.57	12.9	0.88		0.88				5	

表 3-5 实际产生的土石方平衡流向及分析表 单位: 万 m³

项目分区	开挖方		回填方	调出		调入		外借方		弃方	
	基础开挖	生产废弃物	基础回填	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	去向
生产厂区	0.02	2.41		0.02	堆场道路及回车场地区					2.41	磷石膏堆场
磷石膏堆场	13.55		12.40							1.15	
堆场道路及回车场地区	0.43		0.45			0.02	生产厂区				
小计	14.00	2.41	12.85	0.02		0.02				3.56	

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

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程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。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、绿化等措施。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，方案批复基建期水土保持工程措施为：主体设计磷石膏堆场排水涵管 226m，坝面排水沟 335m；方案新增原料堆场拦挡+排水沟 1177m，堆场道路及回车场地区排水沟 605m，沉砂池 1 座。

表 4-1 水土保持方案批复的工程措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
原料堆场	方案新增	拦挡+排水沟	m	1177
磷石膏堆场	主体设计	排水涵管	m	226
		坝面排水沟	m	335
堆场道路及回车场地区	方案新增	排水沟	m	605
		沉砂池	座	1

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 2019 年 11 月，已实施工程措施为：主体设计磷石膏堆场排水涵管 215m，坝面排水沟 335m；方案新增原料堆场拦挡+排水沟 611m，堆场道路及回车场地区排水沟 185m，沉砂池 1 座。

表 4-2 已实施工程措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
原料堆场	方案新增	拦挡+排水沟	m	611
		集水池	座	2
磷石膏堆场	主体设计	排水涵管	m	215
		坝面排水沟	m	355
堆场道路及回车场地区	方案新增	排水沟	m	185
		沉砂池	座	1

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主体设计措施实施时间为 2018 年 9 月~2019 年 2 月，方案新增措施实施时间为 2018 年 12 月~2019 年 3 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数量发生了变化。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

防治分区	措施类型		单位	数量		变化情况 (正为增, 负为减)	备注
				方案设计	实际施工		
原料堆场	方案新增	拦挡+排水沟	m	1177	611	-566	实际施工时考虑拦挡+排水沟措施位置为实际积水区域、拦挡区域
		集水池	座		2.00	2	1#原料堆场东北侧、北侧设有 2 座集水池用于收集该区域雨水,收集雨水用作基建期、试运行期防尘工作
磷石膏堆场	主体设计	排水涵管	m	226	215	-11	根据实际需要布设
		坝面排水沟	m	335	355	20	根据实际需要布设
堆场道路及回车场地区	方案新增	排水沟	m	605	185	-420	实际施工过程仅设置部分道路排水沟,因其他道路运输要求路基宽度不满足设置排水沟
		沉砂池	座	1	1	0	沉砂池实际实施位置为会车平台北侧

工程措施数量变化的原因有:

- ①原料堆场实际实施拦挡+排水根据堆场实际汇水区域实施, 总体较《水保方案》减少, 根据汇水情况, 于 1#原料堆场增设 2 座集水池, 用作基建期、试运行期防尘工作;
- ②磷石膏堆场措施基本按照《水保方案》实施, 根据实际地形措施数量略微变化;
- ③堆场道路及回车场地区道路排水沟根据实际情况实施部分, 另外部分因道路路基较窄, 实施排水沟将影响运输, 因此仅实施道路硬化;

4.2 植物措施及实施进度

4.2.1 方案批复的植物措施情况

根据《水保方案》及其批复文件, 方案批复水土保持植物措施为: 磷石膏堆场主体设计磷石膏堆场撒草护坡 2.06hm^2 , 方案新增堆场道路及回车场地区行道树 610 株, 植被恢复 0.26hm^2 。

表 4-4 水土保持方案批复的植物措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
磷石膏堆场	主体设计	撒草护坡	hm^2	2.06
堆场道路及回车场地区	方案新增	行道树	株	610
		植被恢复	hm^2	0.26

4.2.2 实际实施的植物措施情况

一、植物措施工程量

根据现场踏勘调查, 截止 2019 年 11 月, 已实施植物措施为磷石膏堆场主体设计磷石膏堆场撒草护坡 2.01hm^2 , 方案新增堆场道路及回车场地区行道树 594 株。

表 4-5 已实施植物措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
磷石膏堆场	主体设计	撒草护坡	hm^2	2.01
堆场道路及回车场地区	方案新增	行道树	株	594

二、植物措施实施时间及现状

项目建设区内水土保持植物措施实施时间为 2019 年 2 月-2019 年 3 月, 已实施植物措施现状照片如下:



4.2.3 植物措施实施变化情况

根据现场踏勘调查统计，本项目实际实施的水土保持植物措施与水土保持方案批复确定的植物措施面积发生了一定变化，本项目植物措施变化情况见表 4-6。

表 4-6 水土保持方案批复与实际实施植物措施工程量对比情况表

防治分区	措施类型		单位	数量		变化情况 (正为增， 负为减)	备注
				方案设计	实际施工		
磷石膏堆场	主体设计	撒草护坡	hm ²	2.06	2.01	-0.05	实际
堆场道路及 回车场地区	方案新增	行道树	株	610	594	-16	实际栽植行道树
		植被恢复	hm ²	0.26		-0.26	回车场地无可实施植被恢复区域

绿化措施面积增加的原因有：

①磷石膏堆场撒草护坡根据实际撒草措施量计量，较方案设计略微减少；

②堆场道路及回车场地实际实施行道树较方案设计略微减少,《水保方案》设计回车场地撒草绿化区因边坡较陡,改用无纺布覆盖;

4.3 临时措施及实施进度

4.3.1 方案批复的临时措施情况

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:弃渣场区方案新增原料堆场临时覆盖(无纺布)6500m²。

表 4-7 水土保持方案批复的临时措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
原料堆场	方案新增	临时覆盖(无纺布)	m ²	6500

4.3.2 实际实施的临时措施情况

一、临时措施工程量

根据现场踏勘调查统计,本项目实际实施的水土保持临时措施与水土保持方案批复确定的临时措施数量发生了变化,实际实施的临时措施为:磷石膏堆场临时覆盖(无纺布)13500m²,原料堆场临时覆盖(无纺布)17700m²,临时覆盖(土工布)20600m²,堆场道路及回车场地区临时覆盖(无纺布)1100m²。

表 4-8 已实施临时措施工程量表

防治分区	措施类型		单位	数量
磷石膏堆场	方案新增	临时覆盖(无纺布)	m ²	13500
原料堆场	方案新增	临时覆盖(无纺布)	m ²	17700
		临时覆盖(土工布)	m ²	20600
堆场道路及回车场地区	方案新增	临时覆盖(无纺布)	m ²	1100

二、临时措施实施时间及现状

项目建设区内水土保持临时措施实施时间为 2019 年 2 月至 2019 年 3 月,已实施临时措施保留现状照片如下:

实施的临时措施照片集



磷石膏堆场无纺布覆盖



1#原料堆场无纺布覆盖



1#原料堆场土工布覆盖



2#原料堆场土工布覆盖



3#原料堆场土工布覆盖



4#原料堆场无纺布覆盖



堆场道路及回车场地区无纺布覆盖

4.3.3 临时措施实施变化情况

根据现场踏勘调查统计,本项目实际实施的水土保持临时措施与水土保持方案批复确定的临时措施面积发生了一定变化,本项目临时措施变化情况见表 4-9。

表 4-9 水土保持方案批复与实际实施临时措施工程量对比情况表

防治分区	措施类型		单位	数量		变化情况 (正为增, 负为减)	备注
				方案设计	实际施工		
磷石膏堆场	方案新增	临时覆盖 (无纺布)	m ²	6500	13500	7000	磷石膏厂无纺布覆盖边坡
原料堆场	方案新增	临时覆盖 (无纺布)	m ²		17700	17700	1#、4#原料堆场无纺布覆盖原料
		临时覆盖 (土工布)	m ²		20600	20600	1#、2#、3#原料堆场无纺布覆盖
堆场道路及回车场地区	方案新增	临时覆盖 (无纺布)	m ²		1100	1100	回车场地无纺布覆盖

绿化措施面积增加的原因有:

- ①实际实施磷石膏厂无纺布覆盖边坡数量增加,可有效;
- ②新增原料堆厂区无纺布、土工布覆盖,堆场绝大部分区域实现覆盖;
- ③堆场道路及回车场地区部分区域进行无纺布覆盖。

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 2019 年 11 月,原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程实施完成的水土保持措施为:

主体设计: ①工程措施: 磷石膏堆场排水涵管 215m、坝面排水沟 355m, ②植物措施: 磷

石膏堆场撒草护坡 2.01hm²;

方案新增：①工程措施：原料堆场拦挡+排水沟 611m、集水池 2 座，堆场道路及回车场地区排水沟 185m、沉砂池 1 座，②植物措施：堆场道路及回车场地区行道树 594 株，③临时措施：磷石膏堆场临时覆盖（无纺布）13500m²，原料堆场临时覆盖（无纺布）17700m²、临时覆盖（土工布）20600m²，堆场道路及回车场地临时覆盖（无纺布）1100m²

（2）水土保持措施防治效果评价

原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程水土保持措施共划分为防洪排导工程、降水渗蓄工程、植被建设工程和临时防护工程。

根据施工、监理提供的单元分部工程质量评定表，本项目水土保持措施共划分为 4 个单位工程，5 项分部工程和 78 个单元工程，质量评定为合格。经现场踏勘结合施工资料，本项目实施的水土保持措施运行情况详见表 4-9。

防洪排导工程实施的防洪导流设施（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防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。

降水渗蓄工程实施的集水池运行良好，断面无破损，可有效收集场地雨水，用作场地防尘工作，实施的沉砂池运行状况良好，断面无破损，可有效沉淀雨水，目前池中泥沙淤积较多，应及时进行清理。

植被建设工程主要针对建构筑物周边空地及道路周边实施，措施布局满足水土保持要求，选用树草种合理，植被成活率高，覆盖度较高，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。后期运行管理中需进行抚育管理，对覆盖度未达标区域进行补植补种。

临时防护工程实施的无纺布覆盖、土工布覆盖布面状况良好，无破损区域，可有效防止堆存土体流失，保护原料、半成品完整。

表 4-10 已实施的水土保持工程措施运行情况

单位工程	分部工程	布设位置	稳定性	完好程度	运行情况
防洪排导工程	排洪导流设施	原料堆场	满足拦挡、过水要求	断面无破损	运行良好
		磷石膏堆场	满足过水要求	断面无破损	运行良好
		堆场道路及回车场地区	满足过水要求	断面无破损	运行良好
降水蓄渗工程	降水蓄渗	原料堆场	满足运行要求	断面无破损	运行良好
		堆场道路及回车场地区	有效沉淀	断面无破损	运行良好
植被建设工程	△点片状植被	磷石膏堆场	植物存活率高	无需补植补种	长势良好
	线网状植被	堆场道路及回车场地区	植物存活率高	无需补植补种	长势良好
临时防护工程	覆盖	磷石膏堆场	覆盖率高，保护性好	布面无破损	运行良好
		原料堆场	覆盖率高，保护性好	布面无破损	运行良好

综上所述，原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程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。植物措施得当，林草成活率和保存率较高，发挥了较好的水土保持效益。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目基建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，结合监理单位资料，项目施工期水土流失面积为 17.96hm²。

表 5-1 工程水土流失面积统计表

项目组成	扰动土地类型	面积 (hm ²)
生产厂区	无危害扰动	0.02
原料堆场	施工平台	4.64
磷石膏堆场	开挖面	0.15
	堆填面	10.14
	施工平台	0.30
堆场道路及回车场地区	开挖面	0.33
	施工平台	2.38
合计		17.96

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《水保方案》及监理资料，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、建设用地、交通运输用地、其他土地（工矿用地）。

5.2.1.2 地表扰动类型划分

通过监理资料以及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施工扰动平台、开挖边坡和回填边坡，开挖面、土质面等具有不同的水土流失特点。根据本项目的特点，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，基建期分为 4 类地表扰动类型，结果见下表 5-2。

表 5-2 施工期地表扰动现状分类表

扰动类型	开挖边坡	回填边坡	施工扰动平台	无危害扰动
分类	有危害扰动			
侵蚀对象形态	道路开挖边坡	道路回填边坡	矿山开采扰动区、办公生活区扰动区、道路路面区	建筑物、硬化地表
特征描述	开挖坡面坡长<6m	回填坡面<5m	扰动平台地表裸露	建筑物、硬化覆盖，不存在流失
表层土壤特性	土石质风化物	土石质风化物	土石质风化物	硬化

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、植物措施及临时措施，具体措施为：

主体设计：①工程措施：磷石膏堆场排水涵管 215m、坝面排水沟 355m，②植物措施：磷石膏堆场撒草护坡 2.01hm²；

方案新增：①工程措施：原料堆场拦挡+排水沟 611m、集水池 2 座，堆场道路及回车场地区排水沟 185m、沉砂池 1 座，②植物措施：堆场道路及回车场地区行道树 594 株，③临时措施：磷石膏堆场临时覆盖（无纺布）13500m²，原料堆场临时覆盖（无纺布）17700m²、临时覆盖（土工布）20600m²，堆场道路及回车场地临时覆盖（无纺布）1100m²

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《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 2661.25t/km²·a。

表 5-3 原生土壤侵蚀模数取值表

时期	占地类型	水土流失土壤侵蚀模数（t/km ² ·a）	侵蚀强度
原生	坡耕地	2200.00	轻度
	建设用地	100.00	微度
	交通运输用地	1200.00	轻度
	其他土地（工矿用地）	2800.00	中度

表 5-4 土壤侵蚀模数背景值计算表

项目名称	占地类型	面积 (hm^2)	原地貌土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	原地貌平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	
生产厂区	建设用地	0.02	100.00	100.00	2661.25
原料堆场	其他土地(工矿用地)	3.51	2800.00	2653.88	
	坡耕地	1.13	2200.00		
磷石膏堆场	其他土地(工矿用地)	10.59	2800.00	2800.00	
堆场道路及回车场地区	交通运输用地	1.10	1200.00	2150.55	
	其他土地(工矿用地)	1.61	2800.00		

5.2.2.2 各阶段侵蚀模数

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基建期,由于本次监测委托时间较晚,无法对基建期进行监测数据收集,因此本项目措施实施前侵蚀模数取用经验值。

表 5-5 侵蚀模数统计表

时期	占地类型	水土流失土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	侵蚀强度
基建期	开挖面	5700.00	强烈
	堆填面	6900.00	强烈
	施工平台	4500.00	中度
	无危害扰动	100.00	微度
试运行期	水泥硬化	50.00	微度
	地面硬化	1200.00	轻度
	堆场	400.00	轻度
	道路	900.00	轻度
	无纺布覆盖	600.00	轻度
	土工布覆盖	50.00	微度

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

5.2.3.1 原生土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程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 $2661.25\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,采用公式:流失量=∑侵蚀单元面积×侵蚀强度,对各阶段水土流失情况进行计算,计算时段按:

厂区技改部分基建期:2017年8月~2017年12月完工,计0.42a,试运行期2018年1月~2019年11月,计1.96a;

原料堆场、磷石膏堆场、堆场道路及回车场地基建期:2018年9月~2019年3月,计0.58a,

试运行期 2019 年 4 月~2019 年 11 月，计 0.67a。

项目建设区原生年土壤流失量为 597.48t，详见表 5-6。

表 5-6 项目区原生地表年土壤流失量

项目名称	面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/km ² •a)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
生产厂区	0.02	100.00	2.38	0.05
原料堆场	4.64	2653.88	1.25	153.93
磷石膏堆场	10.59	2800.00	1.25	370.65
堆场道路及回车场地区	2.71	2150.55	1.25	72.85
合计	17.96			597.48

5.2.3.2 项目建设产生土壤流失量分析

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。经计算，项目区土壤流失量为 652.76t，其中基建期项目区土壤流失量为 612.73t，试运行阶段项目区土壤流失量为 40.03t。

项目产生的土壤流失量见表 5-7。

表 5-7 监测时段内产生土壤流失量

项目名称	面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/km ² •a)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
基建期土壤流失量计算表				
生产厂区	0.02	100.00	0.42	0.01
原料堆场	4.64	4500.00	0.58	121.10
磷石膏堆场	10.59	6815.01	0.58	418.59
堆场道路及回车场地区	2.71	4646.13	0.58	73.03
小计	17.96			612.73
试运行期土壤流失量计算表				
生产厂区	0.02	50.00	1.96	0.02
原料堆场	4.64	734.11	0.67	22.82
磷石膏堆场	10.59	10.59	0.67	0.75
堆场道路及回车场地区	2.71	905.54	0.67	16.44
小计	17.96			40.03
合计	17.96			652.76

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，项目区原生土壤流失量为 597.48t，基建期项目区土壤流失量为 612.73t，试运行阶段项目区土壤流失量为 40.03t。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。

表 5-8 项目土壤流失量对比表

项目名称	面积 (hm ²)	原生水土流失量 (t)	基建期水土流失量 (t)	试运行期水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
生产厂区	0.02	0.05	0.01	0.02	--
原料堆场	4.64	153.93	121.10	22.82	--
磷石膏堆场	10.59	370.65	418.59	0.75	48.69
堆场道路及 回车场地区	2.71	72.85	73.03	16.44	16.62
合计	17.96	597.48	612.73	40.03	65.31

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，本项目土石方挖填合理，产生永久弃渣全部堆存于磷石膏堆场中。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，监测组未发现原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程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。

一、监测介入时间为 2019 年 10 月,根据《水保方案》及其批复(西水复〔2019〕17 号),本项目水土流失防治执行标准按建设类项目一级标准执行。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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$

二、根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保〔2013〕188 号)和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点防治区的公告》(云南省水利厅公告第 49 号),项目所在地西山区海口镇不属于国家级和省级水土流失重点预防区及重点治理区,根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008),防治标准应执行建设类三级标准,但本项目位于昆明市西山区海口工业园区,依据“在城镇及其规划区、开发区、工业园区的项目,应提高防护标准”的规定,本方案拟确定本项目水土流失将提高防治标准,即水土流失防治标准应执行建设生产类项目一级标准。

本项目监测执行方案目标值(一级标准执行),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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。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》(GB50434-2018),结合方案批复水土保持防治指标,作为原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程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
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	92
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
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	98
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。

本项目建设扰动土地面积为 17.96hm²，均采取相应的措施进行了整治，通过监测统计，累计完成水土保持措施面积 14.47hm²，永久建筑物占地面积 0.02hm²，场地道路硬化面积 3.47hm²，整治面积共计 17.96hm²，通过计算扰动土地整治率为 99.8%。具体分析详见表 6-2 的计算。

表 6-2 扰动土地整治率分析计算表

防治分区	建设区扰动土地总面积(hm ²)	项目建设区扰动土地整治面积(hm ²)				扰动土地整治率(%)
		①水土保持措施面积	②永久建筑物占地面积	③场地道路硬化面积	结果=(①+②+③)	
生产厂区	0.02		0.02		0.02	99.8
原料堆场	4.64	3.83		0.81	4.64	99.8
磷石膏堆场	10.59	10.59			10.59	99.8
堆场道路及回车场地区	2.71	0.05		2.66	2.71	99.8
合计	17.96	14.47	0.02	3.47	17.96	99.8

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 水土流失总治理度

水土流失总治理度为水土保持防治达标面积与造成水土流失面积(扣除建筑物及硬化面积)的比值。经统计，项目扰动面积为 17.96hm²，扣除永久建筑物占地面积 0.02hm²，场地道路硬化面积 3.47hm²，项目水土流失面积 14.42hm²，项目累计完成水土保持措施面积 14.42hm²，水土流失总治理度达 99.8%。具体分析见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度分析计算表

防治分区	建设区水土流失总面积(hm ²)				水土保持措施面积(hm ²)	水土流失总治理度(%)
	①项目区总面积	②永久建筑物占地面积	③场地道路硬化面积	结果=(①-②-③)		
生产厂区	0.02	0.02				99.8
原料堆场	4.64		0.81	3.83	3.83	99.8
磷石膏堆场	10.59			10.59	10.59	99.8
堆场道路及回车场地区	2.71		2.66			99.8
合计	17.96	0.02	3.47	14.42	14.42	99.8

6.3 拦渣率

工程建设实际产生土石方开挖 16.41 万 m³，回填 12.85 万 m³，弃渣 3.56 万 m³，弃渣堆存

于磷石膏堆场中，磷石膏堆场已实施完善的拦挡、排水、覆盖、植被恢复措施，项目拦渣率可达 98%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目容许土壤流失量与水土保持方案实施后土壤流失量之比。工程区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。工程措施的完好运行，以及植物措施的实施，项目区水土流失得到有效的控制。项目区加权平均土壤流失强度降到 $478.01/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.05，达到了方案目标值。通过监测各侵蚀模数具体见表 6-4。

表 6-4 土壤流失控制比计算表

防治分区	地表类型	占地面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失 控制比
生产厂区	建筑物/硬化	0.02	50.00	478.01	1.05
原料堆场	无纺布覆盖	1.77	600.00		
	土工布覆盖	2.06	50.00		
	硬化道路	0.81	900.00		
磷石膏堆场	堆场	10.59	400.00		
堆场道路及回车场地区	硬化道路/场地	2.66	900.00		
	植被恢复	0.05	1200.00		
合计		17.96			

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内，林草植被面积与可恢复林草植被面积的比值。其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的适宜恢复植被的土地面积，不含国家规定应恢复的面积；林草植被面积为项目区实施的人工种植、天然林地和草地的总面积，包括成活率、保存率达到设计和验收标准天然林地和草地的面积。经分析项目建设区面积为 17.96m^2 ，可恢复林草植被面积为 2.06m^2 ，现植物措施面积为 2.06m^2 ，经计算林草植被恢复率为 99.8%。具体分析见下表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率分析表

防治分区	面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	林草恢复率 (%)
生产厂区	0.02			99.8
原料堆场	4.64			99.8
磷石膏堆场	10.59	2.01	2.01	99.8
堆场道路及回车场地区	2.71	0.05	0.05	99.8
合计	17.96	2.06	2.06	99.8

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。结合工程施工实际情况，项目建设区面积为 17.96hm²，植物措施面积 2.06hm²，经过分析项目区林草覆盖率达 11.47%。

表 6-6 林草覆盖率分析表

防治分区	项目区面积 (hm ²)	林草植被面积(m ²)	林草植被覆盖率(%)
生产厂区	0.02		
原料堆场	4.64		
磷石膏堆场	10.59	2.01	18.98
堆场道路及回车场地区	2.71	0.05	1.85
合计	17.96	2.06	11.47

根据“关于印发《生产建设项目水土保持方案技术审查要点》的通知（水保监〔2014〕58号）”对水土流失防治目标的第二条要求，具体要求为“在缺乏植被生长条件地区的项目和有特殊要求的项目，林草覆盖率可根据实际情况而定”。结合项目实际情况，本项目建筑物、硬化场地、堆场占比 88.53%，绿化面积占比 11.47%，水土流失能得到有效的控制，符合相关文件要求，达到防治目的。

6.7 表土保护率

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)，增加表土保护率监测结果分析。表土保护率为项目区内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，建设区总占地面积为 17.96hm²，原始占地类型为坡耕地、建设用地、交通运输用地、其他土地（工矿用地），其中可剥离表土地类为坡耕地，项目坡耕地区域为项目临时租用，因此未进行表土剥离措施，待使用完成后对坡耕地区域进行土地整治（耕松土体），恢复坡耕地功能，因此本项目表土保护率可达 99%。

综上所述，本工程水土保持措施实施后，有效控制了新增水土流失量，具有较好的生态效益，各项指标除林草覆盖率外均达到防治目标值。

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。

由于本次监测委托时间超过主要施工期，因此不能对项目建设区水土流失动态变化。

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	95.00	99.8	达标
水土流失总治理度	92.00	99.8	达标
土壤流失控制比	1.00	1.05	达标
拦渣率	98.00	98.0	达标
林草覆盖率	27.00	11.47	不达标
林草植被恢复率	99.00	99.8	达标
表土保护率	99	99	达标

从表中可以看出，各项指标除林草覆盖率外均达到防治目标值。根据“关于印发《生产建设项目水土保持方案技术审查要点》的通知（水保监〔2014〕58号）”对水土流失防治目标的第二条要求，具体要求为“在缺乏植被生长条件地区的项目和有特殊要求的项目，林草覆盖率可根据实际情况而定”。结合项目实际情况，本项目建筑物、硬化场地、堆场占比88.53%，绿化面积占比11.47%，水土流失能得到有效的控制，符合相关文件要求，达到防治目的。

7.2 水土保持措施评价

原料堆场、磷石膏堆场、堆场道路及回车场地区实施了防洪排导工程及降水渗蓄工程，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，同时集水设施可有效利用天然降水用作项目运行防尘工作。

磷石膏堆场、堆场道路及回车场地区实施了植被建设工程，措施实施及时，可有效防治实施部位水土流失，目前植物措施涨势较好，但仍需注意后期管护工作，保证植被成活率，后期运行期间对植被覆盖率差区域及时进行补植补种工作。

磷石膏堆场、原料堆场实施了临时防护工程，可有效于后期运行过程中防止项目建设区水土流失，目前覆盖措施完好，能有效防止水土流失，整体防治效果较好。

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，原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程主要存在以下问题：

（1）目前植物措施实施效果较好，但仍需加强绿化区植物措施的抚育管理，后期运行期对绿化区内未能达到林草覆盖度标准的区域及时进行补植补种；

（2）在工程运行期间要重点对已有水土保持措施的管理维护，保证各项措施的有效运行，发现问题及时完善补救。

7.4 综合结论

监测结果表明，原有饲料级磷酸氢钙生产线提升改造工程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 11 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。各项指标除林草覆盖率外均达到防治目标值。

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。