

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山
矿区生态修复方案

公示稿

云南天宁矿业有限公司



2026年3月

第一部分 前言

一、编制目的

1、任务由来

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山采矿权人为云南天宁矿业有限公司，现有采矿证号为 C5300002010026120055864，开采矿种磷矿，开采方式为露天开采，生产规模为 95 万 t/a，矿区面积为 2.126km²，开采标高：2254~1800m，有效期为 2020 年 8 月 11 日~2030 年 8 月 11 日，矿山目前处于正常生产状态。

该矿山为已建矿山，云南天宁矿业有限公司于 2019 年 9 月联合四川省西南大地工程物探有限公司编制完成了《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并取得矿山地质环境保护与土地复垦方案审查备案表及土地复垦方案专家组评审意见。目前矿业权人已按《方案》要求预存土地复垦费用 558.5500 万元。

该矿山根据云南省政府〔2004〕148 号和省重点资源领导小组〔2005〕3 号关于磷资源整合工作文件精神，原云南天宁矿业有限公司下属的安宁县街磷化工集团有限公司所属的县街磷矿、大花箐分矿、兴达磷矿三个矿山进行资源整合，整合后矿山命名为云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山。该矿山 2008 年 7 月云南天宁矿业有限公司委托昆明理工大学编制完成了《云南省安宁市安宁磷矿区天宁公司一号矿山资源储量核实报告》并取得评审备案证明；2008 年 10 月委托昆明有色冶金设计研究院编制完成了《云南天宁矿业有限公司一号矿山矿产资源开发利用方案》并取得备案登记表。

为保护地质环境以及土地资源，指导矿山对矿区进行地质环境治理、对损毁区进行生态修复，根据云南省自然资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制审查有关工作的通知（云自然资修复〔2023〕321号）等相关法律法规规定，由于原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》（四川省西南大地工程物探

有限公司，云南天宁矿业有限公司，2019年9月）已过5年的适用年限，在此背景下，云南天宁矿业有限公司于2024年10月委托西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司（以下简称“我公司”）依据《云南天宁矿业有限公司一号矿山矿产资源开发利用方案》按照《矿区生态修复方案编制指南》（临时）承担《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿区生态修复方案》修编工作。接受委托后，我公司成立项目组，选派专业人员进行现场调查，矿山现状开采是按照收集相关资料，确定矿山生态修复范围，完成该矿山《矿区生态修复方案》的编制工作，并送交相关部门审查。

2、编制目的

编制本方案的目的是采矿权人实施矿山地质环境治理、土地复垦、生态系统功能恢复等修复活动的总体部署和基本依据。本方案不代替相关工程勘察、工程设计。

在调查了解、评价本矿山现状生态环境条件基础上，结合矿产资源开发利用方案，预测矿业活动可能引发的矿山生态环境问题，并提出相应的生态环境保护、恢复方案及综合治理措施，为矿业开发、生态环境保护与恢复治理提供重要科学依据，同时实现矿产资源的合理利用及矿山生态环境的有效保护，为矿业经济和社会经济的可持续发展服务。

3、编制情形

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山为已建矿山，2019年9月取得批复的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用期已届满。本次为落实最新政策要求并衔接后续开采与修复工作，需编制《矿区生态修复方案》。

二、服务年限

该矿山采矿许可证剩余有效期限4年7个月，拟申请采矿权有效期限4年7个月。该矿山生态修复方案服务年限8年7个月（2026.1~2034.8）。

编号	阶段	年份	年度
1	拟申请采矿权有效期限	4年7个月	2026.1~2030.8
2	生态修复期	1年	2030.9~2031.8
3	管护期	3年（实施生态修复后即进行管护）	2031.9~2034.8
合计		8年7个月	

在方案服务年限内，涉及用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型等发生变化的，采矿权人应当于取得相关用地（用林用草）批准文件之日起半年内，对方案进行修编；涉及采矿许可证延续及开采方案重大调整的，应当重新编制方案；若矿业权发生变更，应保证生态修复义务相应变更与接续。

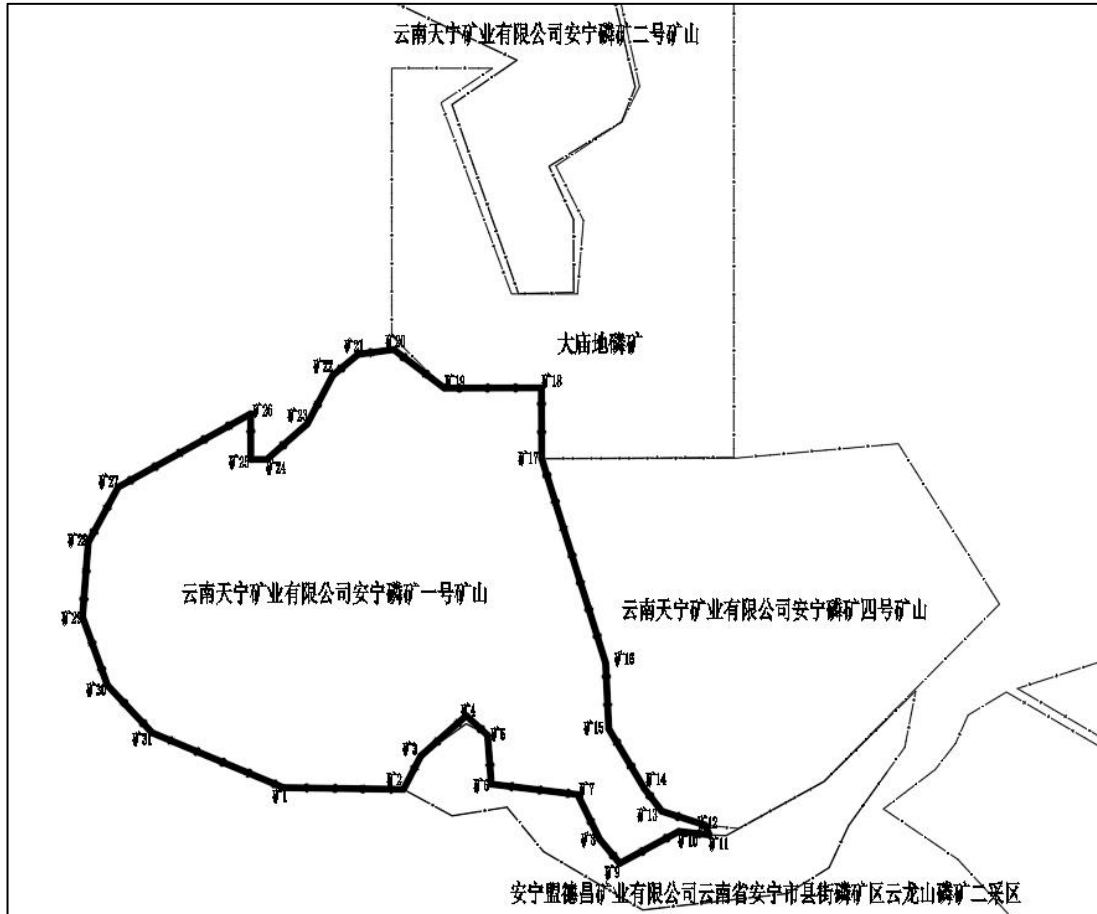
第二部分 矿区生态修复方案编制信息表

采 矿 权 人 信 息	采矿权人名称	云南天宁矿业有限公司(加盖矿业权人公章)		
	统一社会信用代码	91530181763885871X	联系人	王宗勇
	联系地址	云南省安宁市县街街道办事处下元良村		
	采矿权证证号	待批	拟申请采矿权有效期限	4年7个月
			采矿权面积	2.126km ²
			采矿权有效期限	待批
	采矿许可证号	C5300002010026120055864	开采主要矿种	磷矿
	开采方式	露天开采	其他矿种	无
方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更开采方式 <input type="checkbox"/> 变更开采主要矿种 <input checked="" type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 其他			
方案服务年限	8年7个月(2026.1~2034.8)			
方 案 编 制 单 位 信 息	单位名称	西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司(签章)		
	统一社会信用代码	91530100719404655X	联系人	程云茂
	联系地址	云南省昆明市经开区广玉路36号		
	编制负责人			
	姓名	专业	职务/职称	签名
	王建英	生态学	正高级工程师	
	陈祖根	土地复垦	高级工程师	
	胡芳	水工环地质	高级工程师	
	郭敏	水工环地质	高级工程师	
	李敏	水工环地质	工程师	
主要编制人员				
姓名	专业	职务/职称	签名	
左嫚	水工环地质	工程师		
徐秉杰	水工环地质	助理工程师		

一、基本情况

1、采矿权范围

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山范围由 31 个拐点坐标圈定，矿区面积 2.126km²，开采标高 2254~1800m，开采矿种磷矿，开采方式露天开采，生产规模 95 万 t/a。



矿权范围示意图

2、期限

采矿证有效期 2020 年 8 月 10 日至 2030 年 8 月 10 日，方案编制时间为 2026 年 1 月，以此作为时间节点，该矿山采矿许可证剩余有效期限 4 年 7 个月，拟申请采矿权有效期限 4 年 7 个月。该矿山生态修复方案服务年限由拟申请采矿权有效期限 4 年 7 个月，及采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期 3 年组成，共 8 年 7 个月（2026.1~2034.8）。

3、地理位置

安宁磷矿一号矿山位于安宁市南西部，距市区约 14.5km。矿区地理坐标：东经 102°23'09"~102°23'27"，北纬 24°48'44"~24°49'42"，行政区划隶属安宁市

县街街道办事处所辖。

4、编制情形

本方案编制情形属于采矿权延续、落实最新政策要求并衔接后续开采与修复工作，首次编制矿区生态修复方案，没有重编或者修编的情形。

二、矿区基础调查

(一) 矿区自然条件

1、地形地貌

矿区所处山体大致顺构造线方向呈长条状延伸，走向北北东，与元良河基本一致。由于受到新构造运动强烈隆起，山体遭受不均匀切割，破坏了原保存较好的夷平面，分水岭宽阔平坦，东西坡不对称，东坡坡角 15~20°，西坡坡角 25~40°，并在山体间发育了支叉多、流程长的单斜顺向溪，河流形态山间呈“V”字型，盆地内呈“宽谷”型。地貌形态以岩溶低中山为主，地形坡度一般 30°左右；项目区西侧外围局部为山间堆积盆地，主要分布于车铺里-元良村一带，地形平缓，地形坡度 5~15°。矿区地形坡度为地形坡度 15~40°，一般 30°左右。总体而言，项目区地形地貌条件为复杂。

2、水文气象条件

(1) 水文

矿山位于元良河左岸地表分水岭地带，为螳螂川支流鸣矣河流域，属金沙江水系。矿区处于山脊地带，地势东高西低，为山地斜坡地貌，调查未在矿区内发现地表水体分布。矿区外围主要发育有元良河、山口河两条次级的季节性山区小河流，为鸣矣河支流，螳螂川次级支流，元良河上下游修建有月字庄水库，山口河下游修建有山口水库。见图 2.1-2-1。分述如下：

鸣矣河：鸣矣河是金沙江水系普渡河的一级支流，发源于安宁市八街街道大龙洞及晋宁区白龙山，于通仙桥汇入螳螂川，其流域面积 581.75 平方公里，河道全长 71 公里，年平均径流量 8900 万立方米，多年平均流量 4.25 m³/s，最大流量 119 m³/s，最小流量 0.06 m³/s。鸣矣河由项目区东部流过，位于耳目村西约 200 米，源头为南部八街车木河水库，向北经鸣矣河耳目村、县街，至大汉营村汇入螳螂川，径流量 0.065~119m³/s，平均径流量 4.307m³/s。鸣矣河上游车木河水库为安宁市饮用水源地，中下游主要为农灌和工业用水。

月字庄水库：位于项目区北部，最大蓄水量为 960 万 m³，库容量 660 万

m³，设计最大洪水位标高 1906.65 米，利用功能为农业灌溉。输水渠道有东西两条：东干渠长 6km，经好义村、礼义村、雁塔村至上西元，底宽 0.8m，过水深 0.8m，西干渠全长 24km，经好义村、县街、红祥、大元末、箐箕凹、下西元、铜车坝祁家庄、上石江、富安村、丰收厂至光明农场，输水流量 0.625 m³/s，底坡为 1：2000~1：5000，底宽 1m，过水深 1m。见照片 2.1.2-1。

山口水库：位于项目区南东部，相距约 500m。为山口河中游水库。属小（2）型水利工程，现状功能为灌溉。

县街河（上段称元良河）：由项目区西部流过，相距约 500m。为鸣矣河一级支流，河床标高 1920~1915m，发源于安宁市县街街道西南部的老鹅山，由西南向北东流经县街街道后约 1km 处汇入鸣矣河。最大流量 0.912m³/s，上游分布有小箐口水库（库容 30 万 m³）中游分布月字庄水库。

山口河：位于项目区南东部，相距约 500m。为鸣矣河支流，河床标高 1900m 左右。发源于安宁市鸣矣河乡西南部的马厂村，由西南向北东流经鸣矣河乡的王家村、县街街道的山口村、雁塔村后约 0.4km 处汇入鸣矣河。其上游分布有马厂水库，中游分布山口水库。

（2）气象

安宁市地处滇中地区，属高原低纬亚热带季风气候。具有干湿分明，雨量集中，年温差小，秋冬多雾的特点。据安宁气象站多年观测资料：安宁市多年平均气温 15.2℃，最冷为 1 月，平均气温 7.1℃；最热为 7 月，平均气温为 20℃。日极端最高气温 33.3℃，极端最低气温—7℃，降水主要集中在雨季（每年 5~10 月份），占全年降雨量的 88%，多年平均降雨量为 880.7mm，最大年降雨量 1161.8mm，最小年降雨量 271.5mm，月最大降雨量 951.30mm（1995 年），日最大降雨为 153.3mm（1979 年 8 月 15 日），最大累计降水量 271.5mm（连续 13 天降水量累计），多年平均蒸发量为 1962.2mm，月最大蒸发量为 332.40mm（1986 年 3 月），月最小蒸发量为 83.85mm。

3、土壤状况

矿区主要土壤类型为红壤、黄壤，易侵蚀，土壤厚度不一，海拔越高，土层越瘠薄，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，根据收集的资料，矿区土壤厚度一般 0.5~1.0m、土壤容重 1.12~1.48g/cm³、土壤质地为砂质壤土，pH 值

约 5.0~7.5 之间、有机质含量一般在 0.9%~1.6%，砾石含量 8%~25%。

4、植被状况

矿区自然植被属于亚热带常绿阔叶林区域。现存植被以次生林和灌草丛为主，常见乔木树种包括云南松、华山松、栎类（如滇青冈）等；灌木层主要有火棘、杜鹃、悬钩子等属植物；草本层以禾本科、菊科植物为优势。植被覆盖度受历史开采活动影响，在不同区域差异显著。经现场调查，该矿山已开采多年，已开采过的区域植被较差，现状矿区已采取植被恢复措施区域主要为西排土场、历史排土场及采空区部分区域，主要栽植乔木为云南松/旱冬瓜/杉木，灌木为马桑/车桑子，草本为狗牙根/百喜草）。西排土场现状主要栽植了云南松，现状该区域植被已栽植多年，其植被覆盖率达 80%以上，郁闭度为 0.65；历史排土场现状主要栽植了云南松/旱冬瓜/杉木，灌木为马桑/车桑子，草本为狗牙根/百喜草，其植被覆盖率达 60%以上，郁闭度为 0.21；采区已恢复植被区现状主要栽植了云南松/旱冬瓜/杉木，灌木为马桑/车桑子，草本为狗牙根/百喜草，其植被覆盖率达 40%以上，郁闭度为 0.19。矿区内未开采区域主要位于矿区东侧拟开采区，植被覆盖率达 80%以上，为半湿润常绿阔叶林，主要优势树种为云南松、旱冬瓜。

（二）社会经济概况

矿区范围内涉及县街街道办的县街村民委员会、雁塔村民委员会两个行政村。据村民委员会及业主介绍及实地询问该村村民，近三年矿区附近农民收入主要以第二、第三产业为主，由于该区为安宁磷矿矿床主要分布区，部分村民在附近矿山工作。各村委会社会经济情况见下表：

村委会	年份	总人口 (人)	农业人 口(人)	耕地 (亩)	人均耕 地(亩)	经济总收入 (元)	农民人均纯 收入(元)
县街村委会	23	4055	4055	5076.94	1.25	2479280.31	6110.41
	24	4054	4054	5076.94	1.25	2541071.37	6260.81
	25	4087	4087	5076.94	1.24	2626300.54	6420.62
雁塔村委会	23	3980	3980	5630.11	1.41	1445745.51	5630.25
	24	3986	3986	5630.11	1.41	1314366.72	5290.74
	25	3997	3997	5630.11	1.41	1385000.63	5460.50
下元良村委会	23	3552	2759	2681.1	1.02	45944540.33	6089.65
	24	3573	2768	2681.1	1.02	4639744.55	6165.66
	25	3598	2785	2681.1	1.02	4683956.65	6765.25

（三）矿山生产建设情况

根据该矿山于 2008 年 10 月评审通过并取得评审备案表的开发利用方案资料，设计矿山服务年限 29.5 年（含基建期 0.5 年、生产期 29 年），矿山于 2010 年 2 月取得了由云南省国土资源厅颁发的“云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山”采矿许可证，从取得采矿许可证时间至现在已生产 15 年零 11 个月，剩余生产期为 14 年零 7 个月，因此矿山剩余服务年限为 14 年零 7 个月。

根据现场调查，矿区内现状主要形成采区、西排土场、历史排土场、高位水池、矿区道路，其中矿山历史开采共剥离废土 1355.41m³（含 2 号矿山 113.28 万 m³ 弃渣），历史开采的弃渣主要堆置于西排土场、西排土场东侧采空区、矿区北侧采空区、南侧采空区，另外根据矿山开采已产生废石约 3095.57 万 m³ 堆置于矿山设计的一号矿山内排土场内，现状矿山内已堆放弃渣量约 5494.43 万 m³。

（四）矿山地质环境现状

1. 地层岩性特征

项目区由老至新地层分布有震旦纪灯影组（Zbdn），寒武系下统筇竹寺组（Є_{1q}），沧浪铺组（Є_{1c}），梅树村组（Є_{1m}）及第四系（Q）。

2. 地质构造

项目区位于安宁盆地西缘，香条村背斜北翼。磷矿层赋存于梅树村组中谊村段地层中，呈北西—南东走向，倾向北东的单斜构造。地层产状平缓，走向 300°~320°，倾向北东，倾角 8°~12°。矿区南部发育有横切矿层走向的 F₄ 断层，造成矿体重复，为矿区所在的背阴山矿段与云龙山矿段的自然边界。

3. 水文地质条件

矿区地下水类型划分为孔隙水、裂隙水和岩溶水三类，设计开采底板以上地下水总体富水性弱；矿区位于区内地下水的补给、径流区内，岩溶发育，区内分布相对隔水层将被开采剥离，极易造成地下岩溶水的污染；矿山开采绝大部分处于山体斜坡地带，地形有利于地表水的排泄和径流，无常年地表水体分布，地表水体构成矿山采场充水的可能性小；F₄ 断层构造规模较小，破碎带浅表多为泥质充填，富水性和导水性较弱，对矿山开采影响较小。矿山可采矿体全部赋存于地下水位线之上，矿山剥采过程中揭露地下水的可行性小，地下水造成矿山采场充水的可能性小；矿区地下水主要为基岩裂隙水和岩溶水，矿床

顶板主要为裂隙水，地下水贫乏，矿床底板为岩溶水，地下水分布广泛，且脆弱性高，极易遭受污染。综上所述，项目区水文地质条件类型为**复杂**。

4.工程地质条件

一号矿山可采矿体总体走向北西~南东，倾向东~东北，山体走向与岩（矿）体基本一致。采区工作帮坡类型西侧主要以顺向岩质边坡为主，东侧以逆向坡或斜交层状岩质边坡为主；边坡组成物质顶部为寒武系下统筇梅树村组（ $\in \text{Im}^2$ ）页岩、粉砂岩，属较软岩类，稳定性较差，工程地质性质较差；中下部则主要为寒武系下统筇梅树村组（ $\in \text{Im}^1$ ）磷块岩、白云岩、白云岩夹硅质岩，属层状结构较硬~坚硬岩类，稳定性较好，工程地质条件中等，采场边帮工程地质条件总体较差。矿山设计采用露天中深孔+浅孔爆破开采，爆炸对岩石的完整性和整体稳固性破坏强烈，会导致采场边帮的稳固性降低，增加发生滑坡、崩塌灾害的概率，对矿山开采及终了边帮的稳定性具有较大的影响和控制作用。矿区西排土场、内排土场工程地质条件复杂。此外，矿区及周边不良地质作用强烈，易引发滑坡、泥石流、滑坡、崩塌等地质灾害等岩土体工程地质问题。综上所述，矿区工程地质条件总体为**复杂**。

5.区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），评估区地震动峰值加速度为0.20g，对应地震基本烈度为VIII度，属地壳次稳定区。

6.不良地质现象

项目区不良地质作用主要有冲沟、岩溶、岩体风化、特殊土等：

①**冲沟**：项目区调查发现2条冲沟，为自然原因形成，属季节性溪沟，呈树枝发育，支沟发育，主沟岸坡较缓，植被发育，总体较为稳定。其中，C2冲沟自矿山开采区内通过，在采掘破坏和强降雨工况下存在弃渣泥石流隐患，现状危害程度为小一中等。

②**岩溶**：矿区地表岩溶不发育，地下岩溶多发育在褶皱轴部或地下水循环交替强烈的地区，溶孔多发育在中、深部，有的呈蜂巢状，并有水蚀现象，孔径1~数毫米；溶隙宽度不一，经露采剥离所见一般0.1~10cm，部分溶隙中为泥质充填（见照片2-6），溶隙为矿区地下水主要通道；揭露隐伏溶洞发育层位为震旦系上统灯影组（Zbdn）白云岩及矿层顶、底板白云岩中，由于含水层地下水季节变动与溶蚀，使溶洞加深加宽，破坏了上覆岩层的稳定状态而沿洞顶

产生塌陷。

经现场调查、原矿山地灾评估资料及详勘资料，项目区内发现有 2 处岩溶塌陷，均分布于南采区西部两箐沟的沟源区，岩溶塌陷成因为地表水及地下水溶蚀作用形成，受多年采矿活动影响，原地形地貌改变，岩溶塌陷坑现状已被挖损填埋，地表迹象不凸显。开采过程中也未加剧或遭受岩溶塌陷危害。

据《储量核实报告》，矿区岩溶发育显示多层性及分带性，可分为Ⅲ带。Ⅰ带标高 1910~2300m，位于现代潜水面以上，是矿区氧化富矿带，以垂直岩溶为主，岩溶率大于 2%，蜂巢状溶孔、溶蚀裂隙、晶孔非常发育，此带地下水以垂直循环为主，为矿区地下水的主要补给区；Ⅱ带标高 1850~1980m，主要为现代地下水排泄面（饱水带），岩溶发育较上带相对减弱，岩溶率小于 1%，溶孔、溶蚀裂隙、晶孔仍较发育，有由上向下逐渐减弱趋势，地下水主要赋存于节理及溶隙中，以水平循环为主。Ⅲ带标高 1850m 以下，低于当地侵蚀基准面，岩溶非常微弱，溶孔、溶蚀裂隙除断层部位极难发现，地下水循环交替比上带减弱。

③岩土体风化：矿区属亚热带季风气候区，区内大面积出露古生界震旦系和寒武系地层，岩性以中厚层白云岩、灰色薄至中厚层状磷块岩为主。矿区处于区域地质构造复杂区。矿区人类工程活动强烈，历史采掘活动强烈爆破及采矿扰动破坏，采造成大面积岩石破损和临空面，更有利于风化作用的发生和岩土体失稳破坏。

矿区岩体风化作用较强烈，全区均属抗风化能力较弱的白云岩、磷块岩和砂岩，风化土层厚度一般 4~8m，局部地段可达 10m 左右，强风化带深度 20~30m，越近地表，岩石风化越强烈，全风化物呈“砂状”或散体状结构，物质组成主要以粉质粘土、粉土为主，强风化岩石多呈碎裂~散体结构，风化裂隙较为发育，岩体风化降低了岩体原有强度，加剧节理、裂隙等结构面软化、复杂化，降水易沿裂隙面渗入，在降水侵入及人工开挖等外动力作用下易形成滑坡、崩塌等地质灾害和严重水土流失，全、强风化岩层为地质灾害易发地层。

④特殊性土：

红粘土：主要分布于项目区北、南部基岩裸露区地势低凹之处，成因类型为第四系残坡积层红粘土，出露厚度受下伏基岩面的控制。红粘土在干湿交替条件作用下，易产生膨胀、收缩变形，易引发斜（边）坡变形、基坑坑壁坍塌、

地基不均匀沉降等地质灾害和岩土工程问题。

采矿弃渣：矿山弃渣主要为地表开采剥离岩土体，成分为含砾粉质粘土、碎块石土，成分主要混杂有砂岩、页岩、白云岩等碎块，结构较为松散。项目区开采历史较长，且早期开采不规范，弃土随意堆放，导致水土流失危害；矿山经整合后，弃土集中排放于西排土场、历史排土场（1#、2#）及内排土场内。西排土已经封库并进行过专项设计和治理，场内弃渣总体稳定，未发现变形和破坏迹象；历史排土场也已经封库并进行治理，场内弃渣总体稳定，未发现变形和破坏迹象；内排土场现处于建设阶段，内排土场位于设计位于整个矿区内，设计堆填高度1980~2250m，设计堆积于矿区采空区内。目前矿上已在北侧修建3座土石坝，对采矿弃渣进行拦挡，西侧区域西排土场也做过专项治理工程，由于矿山已经采取了较为全面的措施进行弃渣管控，采矿弃渣对矿山开采完全影响不大。

7.含水层破坏现状

根据现场调查情况，矿山露天开采多年，采场采坑从南到北贯通矿区，由南至北逐渐分台阶降低，采场最低采坑揭露地层为上震旦统灯影组（Zbdn），矿山原最低点位于采区的南东侧，西侧，北西侧现已经进行了内排土，形成内排土场，内排土场区域现状调查时无积水，现状采区内也无积水，另外还形成了西排土场、历史排土场等。矿岩不含有毒有害成分，露天采场、各排土场的淋滤水直接外排对环境危害甚微。根据现场调查情况，安宁磷矿区自70年代末以来就在开采。矿山露天开采直接开挖山体，形成采区、历史开采区等，并进行了内排土形成内排土场、历史排土场等设施。矿山历史上采用露天方式开采，可采矿体呈层状产于寒武系下统梅树村组第一段第三层（ $\in_{1m^{1-3}}$ ）和第一层（ $\in_{1m^{1-4}}$ ）厚层磷块岩中，上覆寒武系下统梅树村组一段第四层（ \in_{1m^4} ）、梅树村组第二段（ \in_{1m^2} ）及寒武系上统筇竹寺组（ \in_{1q} ）地层，上述岩层为矿山采掘活动直接挖损和破坏的地下水含水层。

矿区地下水类型大部分为岩溶水，赋存于 \in_{1m^1} 和 \in_{1m^2} 地层中，少部分为裂隙水，赋存于 \in_{1q} 地层之中，裂隙水主要分布于矿区最东部。露天开采矿山，挖掘活动强烈，采矿直接挖除矿体及其以上岩层，对地下含水层的影响和破坏往往较为严重。矿山地下水含水层挖除破坏范围与矿山采掘范围一致，表现为挖损破坏，总面积141.4035hm²（ $S \geq 1.00\text{km}^2$ ）且该区位于地下水径流上游，其影响程度为严重。矿区最大挖损厚度近120m，平均挖损厚度80m左右。包括

\in_{1m^1} 、 \in_{1m^2} 和 \in_{1q} 共六套含水层组层（含亚段和亚层），以岩溶含水层为主，包括少部分裂隙含水层。采矿已经造成较大面积含水层组层缺失、破坏，对矿区地下水含水层水文地质结构的影响和破坏严重。矿区范围内无泉点出露，本次设计开采及内排土范围不存在积水情况，矿区西侧下元良村距离后期采矿活动范围最短距离约1.5km。本次设计露天采场最终底部标高1980m，高于地下水水位标高1884m。矿体均在地下水位以上，露天开采对附近居民点用水影响较小。综合分析，含水层可能遭受矿山开采影响为**严重**。

8.不稳定地质体

项目区内矿业活动强烈，采矿活动对矿区地质环境条件的扰动和破坏强烈，地质灾害较为发育。近年来，随着矿山地质环境保护和治理要求的提高和矿山规范化、安全化开采措施的不断投入及西排土治理工程、内排土场建设工程及历史排土场恢复工程等项目区的地质环境条件整治工程的推进，矿山地质环境条件得到一定程度的恢复。据收集到的2019年9月完成的《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿山地质环境保护与土地复垦方案》及本次现场调查，并对原《方案》各灾点现场复核（原恢复治理方案描述发育滑坡1处，4处不稳定边坡）。项目区内现状地质灾害共发育滑坡1处、潜在不稳定边坡3处。总体上，矿区地质环境脆弱，发育的现状地质灾害规模小-中等、种类多，发生的可能性小-中等、危险性小-中等。现状矿山开采活动对地质环境影响程度**较严重**。

（五）土地损毁与复垦现状

1、土地损毁现状

根据现状调查，矿区已损毁土地总面积为229.3954hm²，矿业活动对原生土地资源损毁情况属严重。主要损毁单元为采区、历史采空区、西排土场、矿山道路、高位水池。其中，损毁地类涉及其他园地12.1237hm²、乔木林地1.5920hm²、灌木林地8.3423hm²、其他林地48.9948hm²、其他草地2.2519hm²、采矿用地149.6616hm²及农村道路6.4291hm²。上述区域的损毁方式露天采场损毁方式为挖损均为挖损，损毁程度为重度；其余损毁方式为压占，损毁程度属中度。

具体生态损毁与退化表现为：

植被损毁：开采活动将彻底清除植被，破坏园地面积12.1237hm²，破坏林地面积60.9931hm²（未占用国家公益林），破坏草地面积2.2519hm²，导致植

被覆盖度下降、生境丧失，并造成碳储量损失。

水土流失：开采形成大面积裸露区，破坏了地表植被和土壤结构，剥离活动移除土壤保护层，在降雨冲刷下易加剧水力侵蚀。损毁面积 229.3954hm²，水土流失风险显著增加。

土壤环境：开采活动可能导致土壤氟污染风险，改变土壤微生物学性状。现状监测显示，拟利用的 1 号土样中砷、镉、铅含量超过农用地风险筛选值，回覆时需采取安全利用措施。

水环境：预测期露天采场及排土场的淋滤水（主要污染物为 SS 及少量氟化物、总磷）若处置不当，可能对地下水水质造成一定影响。现状监测显示地表水、地下水水质可达标。

生物多样性：开采将直接破坏动植物栖息地，导致局部生物量减少，可能使土壤动物和微生物种群结构趋向单一。

自然生态体系与景观：开采活动将加剧区域景观破碎化，形成裸露的破损斑块，对评价区域自然生态体系的完整性和稳定性产生干扰。

2、复垦现状

截至目前，矿区范围内针对西排土场、历史排土场以及采区不再利用区域已采取系统性的土地复垦或生态修复工程，采区修复面积 36.7819 公顷；西排土场修复面积 20.2910hm²；历史排土场修复面积 6.4122hm²。

（六）生态状况

1、生态区位与规划符合性

矿区在自然生态上位于“滇中高原喀斯特植被与土壤生态单元”，在规划管理上属于“滇池流域水源涵养与磷矿资源重叠的生态管控单元”。矿区范围及开采活动不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等依法划定的禁止或限制开发区，不在生态保护红线范围内。根据《云南省地表水水环境功能区划》，项目区地表水为Ⅲ、Ⅳ类水体，功能为农业用水、工业用水。

2、生态系统本底状况

按照《国土空间生态保护修复工程生态系统调查与评估技术指南》（GB/T 42340）进行识别，矿区及周边区域生态系统类型单一，全部为森林生态系统（占比 100%）。该森林生态系统属于“滇中高原喀斯特植被与土壤生态单元”，以水源涵养为主要生态功能。受长期矿业活动与农业开发影响，原生森林植被已遭

破坏，现状森林主要为次生性植被或人工林，生态结构相对简单，景观连通性较差。具体构成上，该森林生态系统以乔木林地（如云南松、桉树等）和其他林地（灌丛等）为主，但受采矿损毁影响，局部已转变为工矿用地或裸露地。

3、生物多样性状况

矿区周边生物多样性水平总体较低。植被类型主要为半湿润常绿阔叶林，具体构成上，乔木层主要分布有云南松林，其次有山茶树、柏树、圣诞树、桉树、马桑、杨梅和栎类等；灌木及草本层包括禾本科的竹子，以及野古草、蕨类、鼠菊草、狗牙根、旱茅和黑麦草等。动物群落以常见小型动物为主，如啮齿类（老鼠、松鼠）、常见鸟类（麻雀、乌鸦）、爬行类（壁虎）及昆虫等。未发现国家级或省级重点保护野生动植物集中分布区或栖息地。矿区涉及的主要地表水体（山口河及山口水库）水生生物群落结构简单，主要为常见鱼类及水生植物。

综上所述，矿区生态本底为单一的森林生态系统，生物多样性水平一般，主要生态功能为水源涵养，并位于特定的生态管控单元内。

三、矿区生态环境问题（已产生、预测）

（一）矿区地质环境问题

1、现状

项目区内现状地质灾害共发育滑坡 1 处、潜在不稳定边坡 3 处，不良地质作用较发育。矿区地质环境脆弱，发育的现状地质灾害规模小-中等、种类多，发生的可能性小-中等、危险性小-中等。现状矿山开采活动对地质环境影响程度较严重。

已经形成采区对矿山矿体的开采剥离形成采空区，后期在采空区内堆放弃渣，使得原地形地貌临时改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能全部丧失，另外矿山还建设了西排土场、历史排土场等外排土场，矿山弃渣堆放导致地表植被被直接破坏，原地形地貌临时改变，弃渣堆放对地形地貌景观破坏严重。

矿区地下水类型大部分为岩溶水，赋存于 \in_{1m^1} 和 \in_{1m^2} 地层中，少部分为裂隙水，赋存于 \in_{1q} 地层之中，裂隙水主要分布于矿区最东部。露天开采矿山，挖掘活动强烈，采矿直接挖除矿体及其以上岩层，对地下含水层的影响和破坏严重。

2、预测

采矿活动加剧、引发及遭受地质灾害的可能性中等，危险性中等到大，灾害规模中等。矿区采用露天方式开采，采掘活动强烈，开采形成较大面积的人工采坑负地形、人工挖方台阶边帮和阶梯式人工堆填地貌景观体，因此，预测矿业活动对地形地貌景观的影响和破坏程度为严重。矿山露天开采损毁和破坏的地下水类型大部分为岩溶水（ \in_{1m} ），少部分为裂隙水（ \in_{1q} ），挖除和损毁 \in_{1q} 、 \in_{1m}^2 、 \in_{1m}^{1-4} 、 \in_{1m}^{1-3} 、 \in_{1m}^{1-2} 和 \in_{1m}^{1-1} 共六套地下含水层，造成大面积地下含水层缺失，对地下含水层水文地质结构特征的影响和破坏严重。综上，矿山地质环境问题预测影响程度属严重。

（二）矿区土地损毁问题

1、现状

矿区已损毁土地总面积为 229.3954hm²，矿业活动对原生土地资源损毁情况属严重。主要损毁单元为采区、历史采空区、西排土场、矿山道路、高位水池。其中，损毁地类涉及其他园地 12.1237hm²、乔木林地 1.5920hm²、灌木林地 8.3423hm²、其他林地 48.9948hm²、其他草地 2.2519hm²、采矿用地 149.6616hm²及农村道路 6.4291hm²。上述区域的损毁方式露天采场损毁方式为挖损均为挖损，损毁程度为重度；其余损毁方式为压占，损毁程度属中度。

2、预测

该矿山建设及运行总损毁土地面积 232.4619hm²（其中已损毁土地 229.3954hm²，新增拟损毁土地 3.0665hm²）。损毁土地类型包括其他园地 12.1237hm²、乔木林地 3.6560hm²、灌木林地 8.323hm²、其他林地 48.9948hm²、其他草地 2.2519hm²、采矿用地 150.6641hm²、农村道路 6.4291hm²等。新增损毁区域主要包括持续扩大的采区。按损毁方式统计，采区以挖损为主；各排土场、高位水池、矿山道路损毁方式以压占为主。损毁程度除采区为重度外，其余均为中度。

（三）矿区生态环境问题

1、生态受损与退化

（1）现状：该矿山采场的建设使得原有地形地貌、土壤结构及地表植被直接摧毁，土地原有功能完全丧失，损毁土地的方式为挖损。矿山开采破坏土地类型为林地、工矿仓储用地及交通运输用地。据现场调查统计矿山前期采矿活

动破坏园地面积 12.1237hm²，破坏林地面积 60.9931hm²（未占用国家公益林），破坏草地面积 2.2519hm²。

(2) 预测：露天开采需要自上而下分层剥离地表覆盖层，这一过程会彻底清除开采境界范围内的所有地表植被，包括树木、灌木、草本植物及其依赖生存的土壤。这导致原有植被覆盖率下降，生物栖息地丧失，土地损毁方式为挖损。据现场调查统计，矿山在前期采矿活动已破坏园地面积 12.1237hm²，破坏林地面积 60.9931hm²（未占用国家公益林），破坏草地面积 2.2519hm²，新增破坏林地面积 2.0640hm²。

2、对水土环境的潜在影响

(1) 现状：根据近期监测，矿区及周边地表水、地下水水质监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）相应类别标准要求。

(2) 预测：下阶段开采规模扩大，采区、排土场在降雨时产生的淋滤水量将大幅增加，主要污染物为悬浮物（SS）及少量氟化物、总磷。若新增的淋滤水未经有效收集、沉淀处理而直接排放，将导致附近地表水体浑浊度升高，并对山口水库水质构成潜在威胁。若开采活动破坏关键隔水层，淋滤水及污染物将更易下渗，污染岩溶地下水，影响水质。矿石中的氟等成分也可能通过开采粉尘沉降、淋滤水下渗等途径进入周边土壤，存在潜在的土壤氟污染风险。

3、对自然生态系统与景观的影响

(1) 现状：已形成的采区、排土场等损毁区域，构成了与周边林地、草地景观不适应的裸露斑块，初步破坏了区域自然景观的连续性与视觉和谐，导致了局部景观的破碎化。

(2) 预测：矿山露天开采将对局部自然生态环境造成一定的破坏，使该区域植被铲除、水土流失侵蚀度增加，局部生物量减少，自然生态环境连续性遭到一定的破坏。加之由于矿山位于安宁磷矿产区，周边矿山成片分布，大片露天采区对评价区域内自然生态体系的稳定性和对外界环境干扰的阻抗和恢复功能影响较大，对整个评价范围内区域自然体系恢复稳定性可能会产生明显的影响；同时，大范围矿山开采和施工使区域生态环境局部动植物物种的移动和抵御内外界干扰受到了一定的影响，甚至影响植被分布的空间。

四、矿区生态修复措施

(一) 预防、保护措施

1、敏感目标保护

(1) 敏感目标分布

根据矿区生态修复方案该矿山矿区采矿权范围及采矿活动影响范围与安宁市国土空间规划“三区三线”划定成果套合的情况说明，该矿山矿区采矿权范围及采矿活动影响范围不涉及国土空间规划“三区三线”中的生态保护红线，位于城镇开发边界外，符合生态保护红线管控要求，该矿山采矿权范围及采矿活动影响范围未占用永久基本农田保护区。

下元良村、中元良村位于矿区西部西排土场西侧，距离拦渣坝约 832-980m，其距离排土场距离较远，加之西排土场现状已采取修复措施多年，受西排土场稳定性影响较小。后期仅需加强对排土场稳定性监测即可。

大地村、山口村位于矿区东部及南东部，村庄与本矿山中间有云龙山而采取及四号矿山相隔，本矿山开采对其影响较小。

(2) 敏感目标保护要求

严禁在基本农田范围内开展矿山开采、地表设施建设等破坏耕作层的活动。矿山生产过程中，需采取防护措施，防止废水、废渣污染农田土壤及灌溉水源，定期开展土壤和水质监测。对于矿山采矿活动区周边较易受影响的基本农田，需及时采取防护措施，保障农田的耕作功能和农产品质量安全。

(3) 敏感目标避让、减缓、保护措施

矿山工程应避让各类敏感区，符合自然保护地、生态保护红线、水源地等管理要求以及国土空间规划管控要求。

2、表土剥离与植被移植利用

(1) 表土剥离

现状已临时堆放表土：现状采区作为一号矿山内排土场南西侧区域 2230-2250m 平台作为矿山表土临时堆场现状，表土堆场占地面积约 8.0000hm²，表土堆放高度约 5-10m，堆放表土量约 46.50 万 m³，现状已在表土堆场上撒播草籽。

拟剥离表土：后期开采中设计首先对项目具有表土剥离的区域进行表土剥离和保护，经现场调查结合，项目区拟损毁区表土层厚度为 50-100cm，矿山开

采拟损毁区占地面积为 3.0665hm²，平均可剥离厚度约 0.8cm，剥离面积约 3.0665hm²，可剥离表土量约 24532.00m³；临时修复区位于南西侧，面积约 14.3950hm²，临时修复区台高约 5~15m，台宽约 3~8m，堆填高程 2240m~2145m，矿区已对该区主要采取全面覆土 0.6m，并全面撒播草籽养护，覆土量约 8.62 万 m³。该区后续将继续作为内排土场继续堆放废石，本次针对该区域全面表土剥离，剥离厚度 0.5m，可剥离土方量约 71975.00m³，共剥离表土 96507.00m³（实方）。

（2）植被移植利用

修复区现状大部分区域植被已损毁，无移植可能，临时修复区主要为撒播草本，采区小部分区域后期开采将新增拟损毁区域，损毁地类主要为乔木林地，区域占地面积约 2.0640hm²，零星为乔木林地，拟损毁区现状地类主要为乔木林地，树木为滇石栎、滇杨、小叶桉、黑荆树、云南松等常见苗木，无珍稀物种及古树名木，该区域植被由于受本矿山露天开采影响可移栽植被较少，本方案不再考虑植被移植方案。

（二）相关协同措施

1、与开发利用方案的衔接情况

矿山于 2010 年 5 月委托资质单位编制完成了《云南天宁矿业有限公司一号矿山矿产资源开发利用方案》，方案明确矿山采用露天开采方式，生产规模 95 万 t/a，本方案以 2010 年编制的《矿产资源开发利用方案》的开采设计内容为依据，本方案紧密围绕该开发方案布局：一是按开采进度划分修复时序，将修复期与矿山剩余服务年限（2026.1~2039.8）及闭坑后施工期、管护期（2039 年 9 月—2043 年 8 月）精准匹配；二是结合矿山开采顺序（自上而下分台阶开采），同步规划采空区上方含水层保护、地表植被重建等措施，避免开采与修复脱节。

2、与水土保持方案的衔接情况

根据 2010 年 11 月编制完成的《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山水土保持方案可行性研究报告》，项目区属于水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀强度允许值为 500t/km²·a。水土流失防治标准执行建设类项目 I 级标准，具体指标为扰动土地整治率 95%、水土流失总治理度 92%、土壤流失控制比 1.0、拦渣率 98%、林草植被恢复率 99%、林草覆盖率 27%。

本方案与已批复的《水土保持方案》紧密衔接，共同构成防治体系。修复工程将对现有临时水保措施进行系统性整合与升级，实现永久性防护。植被恢复措施是对水保植物措施的最终落实，监测体系统筹合一。本方案与水保方案有机联动，确保了水土保持工作贯穿矿山建设、生产、修复全周期，共同保障防治目标的实现。

3、与环境影响评价报告的衔接情况

根据 2009 年 4 月编制完成的《云南天宁矿业有限公司一号矿山 65 万 t/a 磷矿采矿建设项目环境影响报告书》。地下水执行《地下水质量标准》(GB/T14848-1993)III 类标准，废水排放标准执行《污水综合排放标准》(GB8978—1996)一级标准。固体废弃物执行《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)标准值和执行《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》(GB18599—2001)。

本方案要求矿山严格落实环评报告提出的各项污染治理措施，确保污水稳定达标排放、固体废物安全处置，从源头控制污染，为生态修复创造基础条件。同时按环评报告提出的要求建设露天采场、排土场淋滤水收集池，来减少高 SS 淋滤水补给地下水量。

4、与安全设施设计的衔接建议：

建议矿山下阶段依据开采设计编制《安全设施设计》。生态修复工程的布局与实施必须严格遵循安全设施设计划定的各类安全边界与防护标准，确保修复活动安全。

5、地质灾害防治协同

本矿山前期未进行过地质灾害防治设计工作，露采磷矿山一般存在高陡边坡引发的地质灾害问题，建议矿权人下阶段尽快完成专项设计，以免发生安全问题。

(三) 生态修复工程措施

1、地貌重塑工程：

采场终了后东部和北部将形成高度 80~120m 的露天台阶边帮，台阶高度 20m，南部形成高度 30~90m 的露天台阶边帮，台阶高度 10m，安全平台宽度 6m，清扫平台宽度 6m，终了台阶坡度角 65°，终了边帮坡度角 4~53°，在开发利用方案设计基础上，对于采区开采后形成高陡边坡，为防止采场高陡区段危

岩发生滚落，本方案设计预留一定方量，后期对危岩进行清理。同时针对采区未开采区域，开采前设计进行表土剥离，剥离的表土堆置于表土堆场。对于区内的临时办公区开采结束后本方案设计对地表建筑物及硬化地表等进行拆除。对于矿山道路区块，考虑到区内地质环境复杂，地表基岩风化强烈，主体工程设计在道路内侧建土质排水沟，本方案设计预留边坡清理土石方量。

针对矿山拟损毁区域及临时修复区，矿山拟开采前先对该区域进行表土剥离，在内排前先对临时修复区域进行表土剥离，具体剥离情况详见土地资源平衡章节，采用机械剥离，剥离的表土直接用于需修复区域覆土。

针对果园恢复区位于内排土场顶部平台，为防止附近村民、牲畜不慎跌落，造成人员及经济损失。本方案设计在顶部平台外围设置铁丝防护网。警示牌设置3座。

针对旱地修复区由于该区域考虑到矿山露天开采在开采过程中可能产生滚石、边坡小规模滑坡等灾害，对后期矿山设计恢复为旱地区域构成威胁。设计补充采用增加被动防护网综合防治方案。

另外在矿区主要道路通行区域增设警示牌。

3、土壤重构工程：

根据现场调查及收集资料，矿山已修复区域主要恢复为乔木林地，矿山已在该区域全面覆土 0.4cm，本方案不再设计覆土，其余区域覆土设计如下：

修复为旱地区：根据《云南省国土空间生态修复土地综合整治与矿山生态修复工程建设标准（试行）》，修复方向为旱地的土壤质量指标类型要求其有效土层厚度基本指标 $\geq 50\text{cm}$ 即可满足旱地种植需求，本项目针对修复为旱地区采取地表全面覆土 50cm；

修复为果园区：根据《云南省国土空间生态修复土地综合整治与矿山生态修复工程建设标准（试行）》，修复方向为果园的土壤质量指标类型要求其有效土层厚度基本指标 $\geq 40\text{cm}$ 即可满足果园种植需求，本项目针对修复为果园区采取地表全面覆土 50cm，植树坑内覆土 60cm，然后栽植果树；

修复为乔木林地区：根据《云南省国土空间生态修复土地综合整治与矿山生态修复工程建设标准（试行）》，修复方向为乔木林地的土壤质量指标类型要求其有效土层厚度基本指标 $\geq 30\text{cm}$ 即可满足乔木林地种植需求，本项目针对修复为乔木林地区采取不同的覆土方式。对于矿业权人已实施了修复造林的区

域，无需覆土；针对其他区域，采取地表全面覆土 40cm，植树坑内覆土 50cm，然后植树、撒草籽；

采区作为内排土场边坡区域修复为其他草地区：根据《云南省国土空间生态修复土地综合整治与矿山生态修复工程建设标准（试行）》，修复方向为其他草地的土壤质量指标类型要求其有效土层厚度基本指标 $\geq 10\text{cm}$ 即可满足其他草地种植需求，本项目针对修复为其他草地区采取不同的覆土方式。经现场调查，内排土场形成的边坡采取地表全面覆土 10cm，然后撒播草籽，

采区作为开采边坡修复为其他草地区：采区形成的边坡由于坡度过大在坡面上覆表土往往也难以固定，即使一时附着，也会因降雨及大风等因素而遭到破坏，甚至使得覆土连同生长的植物一起滑落、崩塌，因此，对于露天采场陡坡区域设计修复为其他草地区采用植生袋覆土，植生袋规格长 80cm \times 宽 40cm \times 20cm，用量为 5 个/每平方米，则边坡每公顷用土量约 3200m³。

4、植被重建工程：主要采用乔、灌、草结合进行修复，乔木为云南松/旱冬瓜，株距 2m，行距 2m，植树密度为 2500 株/hm²，树坑按 50cm \times 50cm \times 50cm 规格进行栽植；灌木选车桑子/木豆按 1: 1 混播，株距 1m，行距 1m，2kg/hm²，采用穴播；草本选用狗牙根/百喜草按 1: 1 混播，65kg/hm²，采用 I 级包衣种子，发芽率 95%；另外，因种苗运输、造林等环节会损失部分苗木，还存在死亡补植苗木，为了保证苗木成活率，考虑增加 5%的苗木量。

5、景观与配套工程：通过对项目区进行场地清理平整+土地翻耕+回覆表土+植物重建，最终形成台阶式景观。

（四）监测管护工程措施

1、监测内容：主要包括边坡稳定性、土地损毁与复垦效果、植被恢复状况、土壤环境质量、地表水与地下水环境质量及生态系统等。

2、监测点布设：全矿区共规划布设监测点 93 个。其中，矿山地质环境监测 72 个；土地资源监测点 7 个；生态系统监测点 14 个。

3、监测方法：变形监测采用人工巡查、水准测量、GPS 测量相结合；环境质量监测通过定期取样送实验室检测；植被恢复监测采用现场样方调查。监测频率根据内容按雨季每月 1-2 次、旱季每月 1 次或每年 2-4 次执行。

4、管护措施

耕地管护：耕地恢复后三年内主要进行绿肥培肥，撒播绿肥光叶紫花苕子，

并进行浇水，施有机肥等养护措施，后续进行翻耕，旱地一年培肥两次。

林草地管护：树木栽植及草籽撒播以后要做好管护和抚育工作，在幼苗保苗期和干旱高温季节，造林后要及时浇水 2~3 次，干旱季节增加浇水次数。保证栽植苗木的成活率，死苗要及时补植。

新造幼林或幼苗需封育。管护期为 3 年，当树木生长 3 年后，基本有抗病虫能力，可适当放宽管理。

按照该项目主体工程布置结合各修复区块的修复措施进行管护，管护措施为对栽植的植物措施进行管护，主要为定株、修枝、施肥、浇水（浇灌）、喷药等工作，林草地每年管护 4 次。

五、工程部署

（一）矿区生态修复总体目标任务、总工作量

1、总体任务目标

该矿山修复责任范围面积为 232.4619hm²，各修复区域的截、排水沟、挡墙等将作为修复区的配套水利设施利用面积为 3.3439hm²，修复区域将留作道路利用面积为 6.0085hm²；为此，本方案生态修复适宜性评价范围为生态修复范围扣除各修复区域的截、排水沟、挡墙及生产道路等将作为修复区的配套设施利用面积（9.3524hm²），即生态修复适宜性评价范围为 223.1095hm²。经实施修复工程后，矿区生态修复率达 96.99%。修复后土地利用结构将调整为：旱地 15.5897hm²、果园 25.0396hm²、乔木林地 110.6715hm²、其他草地 74.1408hm²、沟渠 3.3439hm²、交通运输用地 3.6564hm²。生态修复主要工程措施包括地质环境治理、地形地貌重塑、土壤重构、植被重建及配套工程，矿区共计划布设 93 个监测点，并对修复区实施为期 3 年的植被养护与工程效果管护。

2、总体部署

矿山采矿许可证剩余有效期限 4 年 7 个月（2026 年 1 月-2030 年 8 月），拟申请采矿权有效期限 4 年 7 个月。该矿山生态修复方案服务年限由拟申请采矿权有效期限 4 年 7 个月及采矿权到期后的生态修复工程实施期 1 年及后期管护期 3 年组成，共 8 年 7 个月（2026.1~2034.8）。根据《开发方案》中采矿进度安排，矿山后续可生产年限为 14 年零 7 个月，矿山生产为一个系统工程，本方案为保证方案完整性，以《开发方案》设计开采范围、开采年限、产品方案等为依据，将矿山开采周期内涉及开采范围涉及生态修复工程均纳入分析。

结合生态修复方案的总体部署，实施计划分为近期工程、中期和远期工程三部分进行，即 2026 年 1 月—2028 年 12 月为近期修复期；2029 年 1 月—2039 年 8 月为中期修复期；2039 年 9 月~2043 年 8 月为远期修复期。

3、阶段实施计划

结合生态修复方案的总体部署，实施计划分为近期工程、中期和远期工程三部分进行，即 2026 年 1 月—2028 年 12 月为近期修复期；2029 年 1 月—2039 年 8 月为中期修复期；2039 年 9 月~2043 年 8 月为远期修复期。各阶段具体详细工作计划安排如下：

(1) 第一阶段：近期（2026 年 1 月—2028 年 12 月）

①生产期第一年（2026 年 1 月—2026 年 12 月）

所属生态修复区块：采区不再开采区域（后期不再利用）、西排土场、历史排土场。

目标任务：实施前期水土保持与土壤保育工程，并对采区不再开采区域（后期不再利用）、西排土场、历史排土场进行地形整治与植被恢复。修复总面积 89.8940 公顷，其中乔木林地 65.9817 公顷，其他草地 23.9123 公顷。

经费安排：静态投资 1477.7300 万元，动态投资 1477.7300 万元

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：表土剥离 96507.00m³。

土壤重构工程：施用商品有机肥 269.6820hm²，表土回覆 89105.00m³，表土防护浆砌石挡墙 2000m，土质排水沟 2100m，撒播光叶紫花苕子 318.2747hm²。

植被重建工程：种植乔木 67178 株、撒播灌木 25.7990hm²、撒播狗牙根、三叶草 39.6420hm²。

景观营建：土质排水沟 2965m，设置临时水箱 74 个，安装闸阀 1053 个，PE 管 105324m，三角接头 5268 个。

全矿区共规划布设监测点 93 个。其中，矿山地质环境监测 72 个；土地资源监测点 7 个；生态系统监测点 14 个

管护面积 89.8940 公顷。

②生产期第 2 年（2027 年 1 月—2027 年 12 月）

所属生态修复区块：对采区不再开采区域（后期不再利用）、西排土场、历史排土场进行管护，对矿区进行监测。

目标任务：无。

经费安排：静态投资 96.4400 万元，动态投资 103.1900 万元

工程措施及工程量：

全矿区共规划布设监测点 93 个。其中，矿山地质环境监测 72 个；土地资源监测点 7 个；生态系统监测点 14 个

管护面积 89.8940 公顷。

③生产期第 3 年（2028 年 1 月—2028 年 12 月）

所属生态修复区块：对采区不再开采区域（后期不再利用）、西排土场、历史排土场进行管护，对矿区进行监测。

目标任务：无。

经费安排：静态投资 96.4400 万元，动态投资 110.4100 万元

工程措施及工程量：

全矿区共规划布设监测点 93 个。其中，矿山地质环境监测 72 个；土地资源监测点 7 个；生态系统监测点 14 个

管护面积 89.8940 公顷。

（2）第二阶段：中期（2029 年 1 月—2039 年 08 月）

所属生态修复区块：采区（2170m~2140m）（作为内排土场区域）、采区（2230m~2170m）（作为内排土场区域）。

目标任务：修复总面积 42.9982 公顷，其中乔木林地 23.0635 公顷，其他草地 19.9347 公顷。

经费安排：静态投资 1111.9500 万元，动态投资 1449.2700 万元

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：边坡危岩清理 1500m³、警示牌 3 块。

土壤重构工程：施用商品有机肥 128.9946hm²，表土回覆 119312.00m³。

植被重建工程：种植乔木 57659 株、撒播灌木 23.0635hm²、撒播狗牙根、三叶草 42.9982hm²。

景观营建：设置临时水箱 37 个，安装闸阀 645 个，PE 管 64498m，三角接头 3225 个。

全矿区共规划布设监测点 93 个。其中，矿山地质环境监测 72 个；土地资源监测点 7 个；生态系统监测点 14 个

管护面积 42.9982 公顷。

(3) 第三阶段：远期（2039 年 9 月—2043 年 8 月）

所属生态修复区块：采区其余区域、高位水池。

目标任务：修复总面积 90.2173 公顷，其中旱地 15.5897 公顷、果园 25.0396 公顷、乔木林地 19.2742 公顷，其他草地 30.3138 公顷。

经费安排：静态投资 3832.8200 万元，动态投资 5024.0400 万元。

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：被动防护网，1600m²，铁丝网护栏 1220m，表土剥离 96507.00m³、警示牌 3 块、建筑物基础清理 127.30m³、拆除混凝土 254.60m³、拆除砖混房（1-2 层）265.00m²、弃渣清运 381.90m³、土地翻耕 0.5239hm²。

土壤重构工程：施用商品有机肥 270.6519hm²，撒播光叶紫花苕子 121.8879hm²、表土回覆 337459.00m³。

植被重建工程：种植果树 20858 株、种植乔木 48186 株、撒播灌木 19.2742hm²、种植爬藤 15200 株、撒播狗牙根、三叶草 45.4490hm²、植生袋种草 41390m²。

景观营建：设置临时水箱 41 个，修建 100m³ 水池 32 座，安装闸阀 1355 个，PE 管 135327m，三角接头 6785 个，修建田间道路 1045m，垒埂 84m³。

全矿区共规划布设监测点 93 个。其中，矿山地质环境监测 72 个；土地资源监测点 7 个；生态系统监测点 14 个

管护面积 90.2173 公顷。

六、经费估算及资金来源

1、经费估算

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山生态修复总面积 223.1095hm²。方案生态修复静态总投资 6615.3800 万元(19767.2100 元/亩)，生态修复动态总投资 8164.6400 万元(24396.4800 元/亩)。

矿山修复总投资应当计入矿山建设及生产成本，生态修复的资金筹备、拨付按动态投资进行拨付。修复投资资金由修复义务人（云南天宁矿业有限公司）支付。

矿区生态修复工程投资概（估）算总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	4703.1300	57.60%
二	设备购置费		
三	其他费用	674.8800	8.27%
四	监测与管护费	731.4100	8.96%
(一)	监测费	397.9700	4.87%
(二)	管护费	333.4400	4.08%
五	预备费	256.4100	3.14%
(一)	基本预备费	322.6800	3.95%
(二)	价差预备费	1549.2500	18.98%
(三)	风险金	183.2800	2.24%
六	静态总投资	6615.3800	81.02%
	静态亩均投资	19767.2100 元/亩	
七	动态总投资	8164.6400	100
	动态亩均投资	24396.4800 元/亩	

2、资金来源

“谁开发，谁保护、谁破坏，谁修复”，本矿区生态修复费用由云南天宁矿业有限公司全部承担，云南天宁矿业有限公司应当按照规定足额提取矿区生态修复费用，专门用于矿区生态修复，矿区生态修复费用计入成本。云南天宁矿业有限公司应积极筹措资金，设立专门账户，专人管理，做到专款专用，费用不足的，要及时足额追加投资，确保矿区生态修复工作的顺利进行。

3、资金提取

云南天宁矿业有限公司应当在矿区生态修复方案通过审查，方案公示期满后，按照《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订）及本方案确定的矿区生态修复费用，与安宁市自然资源局在双方约定的银行建立矿区生态修复费用专门账户，并足额存储费用。

本方案为延续矿山矿区生态修复方案，矿山剩余生产建设周期在三年以上，应分期提取矿区生态修复费用。在满足生态修复工作计划使用前提下，第一期提取费用与已缴存费用之和不得少于静态总投资的20%，并在生产建设活动结束前一年存储完毕。

本方案生态修复静态总投资 6615.38 万元(19767.21 元/亩)，生态修复动态

总投资 8164.64 万元(24396.48 元/亩)。本次生态修复费用按方案服务期内总投资来进行预存，截至2025 年，矿业权人已缴存土地复垦费用共 558.5500 万元，此次将原复垦方案已缴存的土地复垦费用抵扣后，剩余费用设计分 14 期缴存，其中第一期缴存费用和已缴存的生态修复费用之和大于本次估算静态投资总额的 20%。矿区生态修复费用计提计划详见下表。

矿山生态修复资金执行动态资金管理，预存资金不足时，要及时足额追加相关费用，确保矿山生态修复工作的顺利进行。

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿区生态修复费用提取计划表

分期	存储时间	存储金额 (万元)	占动态总 投资的比 例	占静态总投资的比例	
已缴存		558.5500	6.84%	8.44%	22.34%
第 1 期	公示结束后 30 日内	919.1900	11.26%	13.89%	
第 2 期	2027 年 12 月 30 日前	514.3800	6.30%		
第 3 期	2028 年 12 月 30 日前	514.3800	6.30%		
第 4 期	2029 年 12 月 31 日前	514.3800	6.30%		
第 5 期	2030 年 12 月 32 日前	514.3800	6.30%		
第 6 期	2031 年 12 月 33 日前	514.3800	6.30%		
第 7 期	2032 年 12 月 34 日前	514.3800	6.30%		
第 8 期	2033 年 12 月 35 日前	514.3800	6.30%		
第 9 期	2034 年 12 月 36 日前	514.3800	6.30%		
第 10 期	2035 年 12 月 37 日前	514.3800	6.30%		
第 11 期	2036 年 12 月 38 日前	514.3800	6.30%		
第 12 期	2037 年 12 月 39 日前	514.3800	6.30%		
第 13 期	2038 年 12 月 40 日前	514.3800	6.30%		
第 14 期	2039 年 12 月 41 日前	514.3400	6.30%		
小计		8164.6400	100.00%		

第三部分 结 论

1、方案服务年限

本方案编制时间为 2026 年 1 月，以此作为时间节点，根据该矿山于 2008 年 10 月评审通过并取得评审备案表的开发利用方案资料，设计矿山服务年限 29.5 年（含基建期 0.5 年、生产期 29 年），矿山于 2010 年 2 月取得了由云南省国土资源厅颁发的“云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山”采矿许可证，从取得采矿许可证时间至现在已生产 15 年零 11 个月，剩余生产期为 14 年零 7 个月，因此矿山剩余服务年限为 14 年零 7 个月。

本方案服务年限为 8 年零 7 个月（2026.1~2034.8），由矿山采矿山剩余有效年限 4 年零 7 个月及闭坑治理期 1 年、管护期 3 年组成。

2、土地损毁范围、类型及程度

经评估统计，该矿山地质环境问题属于重度、生态受损与退化问题属于重度、该矿山建设及运行总损毁土地面积 232.4619hm²（其中已损毁土地 229.3954hm²，新增拟损毁土地 3.0665hm²）；损毁土地类型为其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路等；已损毁区域主要为采区、西排土场、历史排土场、高位水池、已建矿山道路等，已损毁土地中采区以挖损为主，损毁程度为重度，其余区域以压占为主，损毁土地程度为重度、中度；新增拟损毁区域主要为采区拟开采区域，采区损毁土地方式为挖损，损毁土地程度为重度。

3、修复目标

该矿山修复责任范围面积为 232.4619hm²，该矿山需修复面积 223.1095hm²，各修复区域的截、排水沟、挡墙等将作为修复区的配套水利设施利用面积为 3.3439hm²，修复区域将留作生产道路利用面积为 3.6564hm²；为此，本方案生态修复适宜性评价范围为生态修复范围扣除各修复区域的截、排水沟、挡墙及生产道路等将作为复垦区的配套设施利用面积（9.3524hm²）。修复方向为旱地、果

园、乔木林地、其他草地，矿山修复率达 96.99%。该矿山最终修复目标为到 2043 年 07 月底矿山生态环境质量明显改善，土地使用功能明显提高。施工期粉尘尽量不扩散，昼间减噪，夜间无噪。固体废弃物全部利用及处置。土壤弱碱化程度得到改善，降低土壤侵蚀模数，水土流失程度降低。消除地质灾害，改善地质环境。项目区弃渣安全处置，空气质量明显改善；植被覆盖率稳步增长，项目区绿化率逐步提高；项目区地质灾害发生率得到有效控制，减少滑坡危害，项目区环境质量有所改善；项目区重点生态功能基本稳定，绿化率逐步提高；公众生态环保意识得到提高；项目区生态环境监测范围达到 100%，建立项目区生态安全应急系统。

4、主要修复工程措施及范围

(1) 修复范围：涵盖全部已损毁及拟损毁区域，重点包括采区、西排土场、历史排土场、高位水池等。

(2) 主要修复工程措施：工程体系包括地质环境治理工程（如预留边坡危岩清理、围栏警示）、地形地貌重塑工程（场地平整）、土壤重构工程（表土剥离及养护、覆土、土壤培肥、土地翻耕）、植被重建工程（植树、种草）、配套工程（修建集水池）以及长期的监测与管护措施。共计划布设 93 个监测点，对修复区实施为期 3 年的系统性植被养护与工程效果监测。

5、监测措施及期限

(1) 监测范围：以生态修复责任范围为核心，重点监测修复工程实施效果、边坡稳定性、植被恢复状况及水土保持情况。

(2) 监测时限：监测工作覆盖方案全服务年限（8 年零 7 个月）。其中，工程措施效果与植被恢复的专业监测及管护期设定为 3 年（自修复工程完成后起算）。

(3) 监测工程量：计划在修复区内系统性设置 93 个固定监测点，开展定期监测并记录。

6、投资总额

本方案生态修复静态总投资 6615.38 万元(19767.21 元/亩)，生态修复动态总投资 8164.64 万元(24396.48 元/亩)。本次生态修复费用按方案服务期内总投资来进行预存，截至 2025 年，矿业权人已缴存土地复垦费用共 558.5500 万元，此次将原复垦方案已缴存的土地复垦费用抵扣后，剩余费用设计分 14 期缴存，其中第一期缴存费用和已缴存的生态修复费用之和大于本次估算静态投资总额的 20%。所有修复资金由法定修复义务人云南天宁矿业有限公司全额承担并确保专款专用。

云南天宁矿业有限公司应实行动态投资监控，生态修复费专款专用，费用不足的，要及时足额追加投资，确保矿区生态修复工作的顺利进行。

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿区生态修复方案

专家组审查意见

采矿权人名称	云南天宁矿业有限公司	
矿山名称	云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山	
方案编制单位	西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司	
矿区基础面积信息	矿区面积	212.6000 公顷
	矿区生态修复责任面积	232.4619 公顷
方案服务年限	8 年 7 个月（2026.1~2034.8）	

2026年1月27日，受云南省自然资源厅委托，云南省地质环境监测院在昆明组织专家对西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司编制的《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿区生态修复方案》（以下简称“方案”）进行了评审，与会专家在会前审阅报告、会上听取了编制方和矿业权人的介绍，会上经充分讨论，会后经编制单位修改，参会专家复核后，形成以下专家组审查意见：

一、矿山基本情况

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山为已建矿山，矿权人为云南天宁矿业有限公司，矿山现有采矿许可证证号为 C5300002010026120055864，矿区面积 2.126km²，开采标高 2254~1800m，生产规模 95 万 t/a，有效期 2020 年 8 月 11 日~2030 年 8 月 11 日。

二、问题识别诊断及修复可行性分析

矿区主要发育潜在不稳定边坡 3 处、滑坡 1 处，均为本矿山及周边矿山开采形成，现状欠稳定，后期由相应的矿权人进行治理。不良地质作用较发育。方案在实地调查、收集资料综合分析研究的基础上，对矿山地质环境问题、土地损毁、植被受损和生态服务功能退化问题进行了现状和预测评估。按照损毁方式、损毁程度、相对位置分布等对损毁单元及其影响区进行分区，将矿山采区受损区块损毁程度划分为重度，历史排土场、西排土场、高位水池、矿山道路受损区块损毁程度划分为中度。评价与所提交图件基本相符，原则同意报告书中矿区生态环境问题的分析和

预测内容。

该矿山矿区采矿权范围及采矿活动影响范围不涉及国土空间规划“三区三线”中的生态保护红线，不涉及永久基本农田，符合生态保护红线管控要求。矿区及周边原有生态系统为森林生态系统、农田生态系统及人为扰动下的复合生态系统，矿山设计生态修复系统目标参考区内已修复区域及尚未开采的区域，综合考虑街道、村委会两级基层组织和当地居民意见，确定设计生态修复系统目标为乔灌草森林生态系统、农田生态系统，修复方向为旱地、果园、乔木林地、其他草地。生态系统修复目标基本可行。

三、生态修复措施与工程内容

原则同意本报告书提出的保护与预防控制措施和修复措施，但需进一步加强和完善相关措施，并应采取行之有效的预防措施和避免新的生态环境破坏。

1、保护与预防控制措施

(1) 敏感目标保护

根据矿区生态修复方案该矿山矿区采矿权范围及采矿活动影响范围与安宁市国土空间规划“三区三线”划定成果套合的情况说明，该矿山矿区采矿权范围及采矿活动影响范围不涉及国土空间规划“三区三线”中的生态保护红线，位于城镇开发边界外，符合生态保护红线管控要求，该矿山采矿权范围及采矿活动影响范围未占用永久基本农田保护区，露采境界范围距离县八一级公路距离大于 460m，中间有云龙山二采区采场相隔，对其影响小。下元良村、中元良村位于矿区西部西排土场西侧，距离拦渣坝约 832-980m，其距离排土场距离较远，加之西排土场现状已采取修复措施多年，受西排土场稳定性影响较小。后期仅需加强对排土场稳定性监测即可。大地村、山口村位于矿区东部及南东部，村庄与本矿山中间有云龙山而采取及四号矿山相隔，本矿山开采对其影响较小。

方案要求下阶段应复核开采方案，方案要求矿山在建设时应加强对矿山开采边坡及排土场稳定性监测，加强矿区内地下水监测。

(2) 表土剥离与植被移植利用

矿山开展生态修复共需覆土量 51.9881 万 m^3 ，该矿山可供表土资源 56.1557 万 m^3 。矿山可供表土满足安宁磷矿一号矿山覆土需求。剥离的表土首先满足当年复垦

所需表土，其余运往规划的表土临时堆场，作为后期的复垦覆土。表土临时堆场设置在内排土场顶部平台，堆场外围采用浆砌石挡土墙并布设土质排水沟，表土表面撒播光叶紫花苕子进行防护。

(3) 相关协同措施

①地质灾害治理：矿山现状发育有1处滑坡(H1)、3处不稳定边坡(BW1-BW3)，BW1-BW2分布在内排土场内，BW3分布在开采区内。BW3不稳定边坡为终了开采边坡，纳入开采帮破与平台治理；H1、BW1、BW2为临时性的弃渣边坡（内排土场堆填完成后消失），主要采取清理措施，另外主要以监测和预警措施为主，C1冲沟位于内排土场南东侧下游，建议进行专项治理设计。生态修复责任范围由损毁责任主体确定，根据签订的协议分别完成相关地质灾害治理设计及治理工程施工。

②水土流失防治：应进行更为系统的水保设施设计，必要时补充专项水保方案。同时应加强已建水土保持措施的维护工作，及时清理排水沟内泥沙，保证排水沟通畅，保证其正常使用功能。

③环境污染防治：加强对生产中废弃、废水、噪声、固废的防治，同时在开采过程中采取“边采边填、边采掘边修复”的采矿工艺，减少生物量损失，避免破坏矿区范围内的生物群落结构，及时进行生态修复工作。

2、修复措施

(1)地貌重塑：在开发利用方案设计基础上，对于采区方案设计预留一定方量，后期对采坡危岩进行清理。同时针对采场未开采区域，开采前设计进行表土剥离，剥离的表土堆置于表土堆场。

(2)土壤重构：对各受损地块进行场地平整后进行覆土。修复为旱地区：全面覆土0.5m；修复为果园区：全面覆土0.5m，坑内覆土0.6m；修复为乔木林地区：全面覆土0.4m，坑内覆土0.5m；采区作为内排土场边坡区域修复为其他草地区：地表全面覆土10cm；采区作为开采边坡修复为其他草地区：采用植生袋覆土，植生袋规格规格长80cm×宽40cm×20cm，用量为5个/每平方，边坡每公顷用土量约3200m³。

(3)植被重建：修复区植物搭配：乔木：云南松、旱冬瓜；灌木：车桑子/木豆；藤本：爬山虎/地石榴；草本植物：狗牙根/百喜草。

(4)景观营建：通过对项目区进行场地平整+土地翻耕+回覆表土+植物重建，

最终形成台阶式景观。

3、工程内容

预防控制措施：（1）各种生产建设活动应严格控制在矿权范围和取得土地使用权的区域内，做好土壤和植被的保护措施，施工过程中的固体废弃物要及时处理；（2）合理布置工作面及开采顺序，最大程度降低因地下开采造成对土地的损毁；（3）在排土场率先修建拦挡措施、排水措施等，防止水土污染及流失；（4）在拟损毁场地应严格按照《土地复垦条例》等规定，进行表土剥离，并集中堆放保存；（5）对损毁严重区布设监测措施；（6）在场地内增加绿地面积，改善和保护项目区域内的生态环境。

工程技术措施：（1）采区修复工程措施：通过边坡清理、表土剥离、表土回覆、土壤培肥、植树种草及监测管护等，将采区平台修复为乔木林地、边坡修复为其他草地；（2）历史排土场及西排土场修复工程措施：通过植树种草籽及监测管护措施等，修复为乔木林地；（3）矿山道路修复工程措施：通过土地翻耕、表土回覆、土壤培肥、植树种草及监测管护等，将高位水池修复为乔木林地；（4）对整个矿区生产及生态修复过程的修复措施、修复效果进行动态监测。

生物化学措施：（1）优选当地优势树种，进行科学种植和精心管理；（2）对林地进行适时管理，包括浇水、施肥、除草、除虫等，同时应淘汰劣质树种。

四、工程部署与经费估算

1、总体部署

原则同意“方案”工程部署：

本方案部署工程包括：地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、景观营造工程、监测工程、管护工程等。

具体措施有：边坡危岩清理、场地平整、表土剥离、挡墙修建及拆除、撒播光叶紫花苕子、表土运输、表土回覆、土壤培肥、土地翻耕、种植乔木、撒播灌木、种植爬藤、喷播草籽、植生袋、修建集水池、设置临时水箱，修建生产道路、设置双边丝护栏网、设置被动防护网、设置警示牌等。原则同意报告书提出的生态修复标准、工程设计及工程量测算。在具体实施过程中，要进一步加强并细化修复工程设计，明确施工过程中的具体参数，增加方案的可操作性。

2、经费估算

原则同意矿区生态修复费用估算结果及阶段工作任务与经费安排。方案生态修复静态总投资6615.3800万元(19767.2100元/亩)，生态修复动态总投资8164.6400万元(24396.4800元/亩)，其中工程施工费4703.13万元，其他费用674.8800万元，监测与管护费731.4100万元，预备费（基本预备费、风险金、价差预备费）1549.2500万元。截至2025年12月，矿业权人已缴存土地复垦费用共558.5500万元，此次将原复垦方案已缴存的土地复垦费用抵扣后，剩余费用设计分14期缴存，其中第一期缴存费用919.1900万元，与已缴存的复垦修复费用之和大于本次估算静态投资总额的20%，矿区生态修复费用参照原土地复垦费用管理模式，矿区生态修复费用从建设或生产成本中提取，应根据修复工作安排制定矿区生态修复计划，采取有效措施保障矿区生态修复费用专款专用。费用不足的，要及时足额追加投资，确保矿区生态修复工作顺利进行。

五、公众参与

本方案在编制过程中，编制单位及修复义务人向拟修复区涉及到的土地所有权人及周边村民介绍了关于修复区土地损毁情况及今后修复利用方向，并对其发放了该项目生态修复公众参与调查表，同时也走访调查了周边村民及相关单位对该项目生态修复的意见。调查结果显示，被调查对象对设计的修复规划表示基本认同并提出了建议，方案予以了合理的采纳。

六、存在问题及建议

1、建议进一步完善表土供需平衡分析、供需水平衡分析。进一步论述旱地区域水池蓄水的集水面积，蓄水的可能性，充分考虑取水的便利性。

2、开采过程中引发的地质灾害问题，矿山应及时开展专项勘查治理工作。

3、严格按照开发利用方案规范开采；建立矿山地质环境问题监测系统，并始终贯穿于矿山开发的全过程，监测过程发现问题，及时上报自然资源、生态环境等管理部门并采取合理有效的处置措施；坚持边开采、边修复的原则，最大限度地减少矿山开采对环境的影响。

七、结论

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿区生态修复方案的编制基本符合有关文件及技术规范、标准的要求，相关分析依据充分，结论基本准确，采取的预

防措施、工程技术措施基本可行，投资估算结果基本准确，拟定的工作计划实施基本合理。

经专家组合议，本方案同意通过审查。方案编制单位按专家组及专家个人意见对方案进行修改完善后提交采矿权人使用。

专家组组长：刘丽娟

2026年3月23日

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿一号矿山矿区生态修复方案

专家组审查名单

序号	姓名	类别	工作单位	职称
1	刘丽仙	土地整治类	云南云金地科技有限公司	高工
2	李明和	土地整治类	云南省地质工程勘察有限公司	高工
3	莫金永	土地整治类	昆明市土地开发整理中心	高工
4	袁正强	水工环类	昆明工程勘察公司	高工
5	尹焕菊	地质类	云南地矿工程勘察集团有限公司	高工
6	杨家伟	林草植被恢复类	云南省林业调查规划院	正高
7	张绍诚	经济类	中国建筑材料工业地质勘查中心云南总队	高工