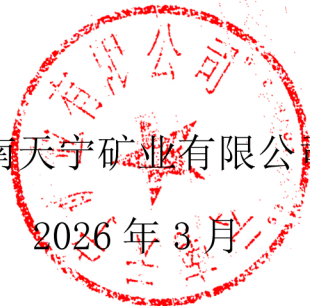


云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四号矿山
矿区生态修复方案

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四号矿山为已建矿山，现有采矿许可证证号为 C5300002010026120055866，矿区面积 1.4134km²，开采标高+2254m~+1600m，生产规模 65 万 t/a，有效期 2020 年 8 月 10 日至 2030 年 8 月 10 日。

矿权人云南天宁矿业有限公司于 2007 年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四号矿山资源储量核实报告》，并于 2008 年 7 月取得矿产资源储量评审备案证明；于 2008 年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安宁磷矿四号矿山矿产资源开发利用方案》，并于 2008 年 10 月取得矿产资源开发利用方案评审备案登记表；于 2019 年委托四川省西南大地工程物探有限公司完成了《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四号矿山矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并于 2020 年 3 月取得批复，该方案适用年限 5 年(2019 年 7 月~2024 年 6 月)，现已经到期。

现状矿山已完成基建工作，正按设计方案逐步进行开采。由于《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四号矿山矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2020 年 3 月批复通过）已过适用期，根据相关法律法规，为了实现矿产资源开发与矿山生态保护的协调发展，采矿权人须对开采造成损毁破坏的矿山进行治理及生态修复。在此背景下，采矿权人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”）承担《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四号矿山矿山生态修复方案》编制工作。

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四号矿山为已建矿山，2020年3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8个月，拟申请采矿权有效期限4年8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8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8个月（2025.12~2034.8）。

编号	阶段	年份	年度
1	拟申请采矿权有效期限	4年8个月	2025.12~2030.8
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8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。

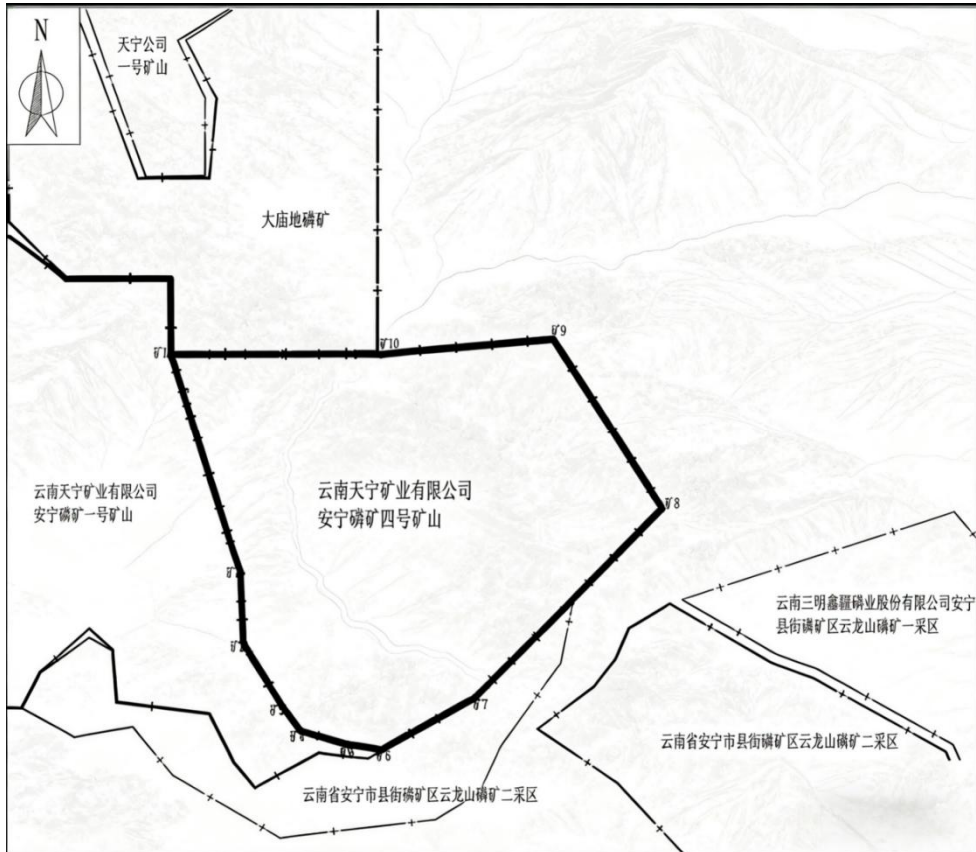
第二部分 矿区生态修复方案编制信息表

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8个月
			采矿权面积	1.4134km ²
			采矿权有效期限	待批
	采矿许可证号	C5300002010026120055866	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8个月（2025.12~2034.8）			
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	生态学	
	陈祖根	土地复垦	土地复垦	
	王亚男	水工环地质	水工环地质	
	李誉	环境科学与工程	环境科学与工程	
	主要编制人员			
姓名	专业	职务/职称	签名	
余地	海洋科学	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四号矿山范围由 11 个拐点坐标圈定，矿区面积 1.4134km²，开采标高+2254m~+1600m，开采矿种磷矿，开采方式露天开采，生产规模 65 万 t/a。



矿权范围示意图

2、期限

本方案编制时间为 2025 年 12 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 8 个月（2025 年 12 月-2030 年 8 月），拟申请采矿权有效期限 4 年 8 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 8 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 8 个月（2025.12~2034.8）。

3、地理位置

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四号矿山位于安宁市 230° 方向约 16km 处，地理坐标：东经 102° 23' 6.0" ~102° 24' 2.5"，北纬 24° 48' 49.7" ~24° 49' 33.1" 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

矿区地处金沙江水系螳螂川支流鸣矣河流域，位于山口河小流域内。地势总体呈南高北低，属滇中高原构造剥蚀中山地形。区内地形起伏较大，自然坡度多在 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 之间，局部形成陡坡或采坑边坡。矿区最低侵蚀基准面为山口水库水面，标高约 1924 米，与周边山体形成一定高差。地形地貌条件复杂，对水土保持与生态修复工程的布设有直接影响。

2、水文气象条件

（1）水文

矿区属金沙江水系螳螂川支流鸣矣河流域。区内主要地表水体为鸣矣河（又名八街河），该河为区域骨干河流，总体呈近南北走向，流经矿区东侧。鸣矣河全长约 68.1km，流域面积 908km²，河道平均坡降约 2.8%，其径流主要由大气降水补给，流量季节性变化极为显著，雨季（5-10 月）流量丰沛，旱季（11 月至次年 4 月）流量锐减。

直接流经或影响矿区的主要溪沟为山口河（亦称山口小河），为鸣矣河上游的一条季节性支沟。该沟谷受大气降水控制明显，具有典型山溪性河流特征：雨季特别是暴雨期间易形成陡涨陡落的洪峰，旱季则流量极小或断流。矿区东缘分布有山口水库（水面标高 1924m），该水库为小（二）型水库，是矿区所在的最低侵蚀基准面，主要功能为农业灌溉。

区内冲沟较为发育，多为季节性流水冲沟，旱季多干涸。地下水类型主要为基岩裂隙水，接受大气降水补给，沿裂隙或在地形低洼处以下降泉形式排泄。矿区水文地质条件受采矿活动影响显著，需重点关注采矿疏干及“三废”排放对地表水（特别是山口水库）及地下水环境的影响。

（2）气象

矿区所在地安宁市属高原低纬亚热带季风气候，干湿分明。多年平均气温

15.2℃，最冷月（1月）平均气温7.1℃，最热月（7月）平均气温20.0℃。降水集中在每年5~10月的雨季，占全年降雨量的88%，其中7~9月雨量最为集中；旱季（11月~次年4月）降水较少。多年平均降雨量为1000.5mm，最大年降雨量1161.8mm。区内全年主导风向为西北风和西风，冬春两季风速较大，平均风速2.02~3.5m/s，干季风力最大，最大风速可达17m/s。

3、土壤状况

矿区及周边区域土壤类型以滇中地区典型的红壤、黄壤为主。土壤pH值多呈酸性至微酸性，土层厚度因地而异，通常在0.5m至1.5m之间，局部地段可达2m。土壤质地多为壤土，但受地形和侵蚀影响，部分区域土层较薄，肥力中等偏下，抗侵蚀能力较弱。

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。

（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	611.41
	24	4054	4054	5076.94	1.25	2541071.37	626.81
	25	4087	4087	5076.94	1.24	2626300.54	642.62
雁塔村委会	23	3980	3980	5630.11	1.41	1445745.51	363.25
	24	3986	3986	5630.11	1.41	1314366.72	329.74
	25	3997	3997	5630.11	1.41	1385000.63	346.50

(三) 矿山生产建设情况

由于受磷矿市场价格及采掘条件影响，取得采矿证至 2017 年期间未进行开采，直至 2018 年 1 月至 12 月进行基础设施建设，2019 年 1 月正式投入生产。根据现场调查，矿区内现状主要形成一处采空区、一处露天采场开采区，矿山前期开采剥离废土、石共约 1043.45 万 m³，根据云南天宁矿业有限公司统一调配及规划，已全部外排到一号矿山排土场内。矿山道路主要依托一号矿山已建矿山道路。

(四) 矿山地质环境现状

1. 地层岩性特征

评估区出露地层以寒武系下统为主，由老至新为震旦系上统灯影组 (Zbdn) 白云岩、寒武系下统梅树村组 (ϵ_{1m}) 磷矿层与白云岩、筇竹寺组 (ϵ_{1q}) 页岩与粉砂岩，以及第四系冲洪积、残坡积松散堆积物。其中，梅树村组 (ϵ_{1m}) 是主要的含矿地层，岩性以白云岩、白云质磷块岩为主。

2. 地质构造

区域上位于扬子准地台川滇台背斜，评估区内构造相对简单，地层总体呈一单斜构造，无复杂褶皱。区内发育一条 F4 逆断层，该断层导致矿层重复，并沟通了上下含水层的水力联系。

3. 水文地质条件

评估区水文地质条件复杂。地下水类型主要包括松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和岩溶水，其中岩溶水是主要含水类型。矿区最低侵蚀基准面标高为 1880m。地下水接受大气降水补给，自西南向东北径流排泄。矿体部分位于当地最低侵蚀基准面之下，开采将直接受地下水和地表水体（山口水库）影响，预测雨季矿坑平均涌水量较大。F4 断层的存在加强了含水层之间的水力联系，采矿疏干排水易导致矿区周围主要含水层的破坏。

4. 工程地质条件

矿区工程地质条件复杂。矿体（层）顶底板及围岩以坚硬-较坚硬的碳酸盐岩为主，但岩体中等岩溶化，节理裂隙及溶隙发育，完整性较差。矿层中存在软弱夹层，且其产出呈顺向坡，对边坡稳定性构成不利影响。现状露天采场边坡基岩风化强烈，稳定性较差。

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，属地壳次不稳定区。

6. 不良地质现象

评估区内不良地质现象主要包括冲沟、岩溶和岩土体风化：

①**冲沟**：区内发育 6 条季节性冲沟，多呈“V”型，由西北向东南径流。冲沟多发育于第四系及寒武系地层中，植被覆盖较好，沟内堆积物少，现状岸坡基本稳定。部分冲沟的流域范围对排土场等工程布置有影响。

②**岩溶**：区内可溶岩广泛分布，岩溶发育程度中等至强。岩溶形态以溶隙、溶孔为主，局部见溶洞。垂直分带性明显，自上而下可分为垂直循环带（Ⅰ带）、水平循环带（Ⅱ带）和深循环带（Ⅲ带）。现状岩溶作用对地下水的储存与运移有控制性影响。

③**岩土体风化**：区内岩体风化程度不均，白云岩等抗风化能力较强，而页岩、砂岩风化较强烈，强风化带厚度较大。风化作用形成了土石界面和强弱风化界面等软弱结构面，降低了岩体力学强度，对边坡稳定性构成潜在不利影响。

7. 含水层破坏现状

现状评估表明，采矿活动对矿区含水层影响较轻。具体表现为：当前露天采区位置较高，以山坡露天开采为主，大气降水为主要充水来源，对含水层水位影响较小。矿区东南侧的山口水库（小（二）型）距离现采区超过 2 公里，运营正常，未见水体漏失。矿区及周边居民点生活、生产用水均有保障（分别为城镇供水和鸣矣河、山口水库取水），不依赖本地地下水。综上，现状采矿活动对含水层的影响较轻。

8. 不稳定地质体

评估区内存在的主要不稳定地质体为露天开采形成的人工边坡。经现场调查复核，原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》中提及的不稳定边坡（BW1、BW2）位于相邻的一号矿权范围内，目前已随开采推进相连形成一个整体采坡，现状基本稳定，其后续治理责任属一号矿山矿权人。本次在本矿区矿 6、矿 7 拐点附近新发现一处编号为 BW3 的不稳定斜坡，该斜坡为相邻的云龙山磷矿二采区露天开采形成的临时边帮，距离本矿区开采境界约 25 米。该斜坡高 20-45

米，坡面裸露、坡度较陡，上部岩体较破碎，中下部为松散的人工废渣堆积，现状稳定性差，时有小型掉块现象，主要威胁其下方相邻矿区的施工人员与设备安全，其后续治理责任属云龙山磷矿二采区矿权人。

（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 15.1671hm²，矿业活动对原生地形地貌影响较严重。主要损毁单元为采空区与露天采场已开采区。其中，采空区损毁面积 8.1012hm²，损毁地类涉及乔木林地 0.3739hm²、其他林地 1.0770hm²、采矿用地 6.2506hm² 及农村道路 0.3997hm²；露天采场已开采区损毁面积 7.0659hm²，损毁地类涉及乔木林地 0.0799hm²、其他林地 0.0248hm² 及采矿用地 6.9612hm²。上述区域的损毁方式均为挖损，损毁程度为重度。现状采矿活动对含水层的影响较轻。

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，预计破坏林地 134.6207hm²、草地 1.3769hm²，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。预测新增损毁面积 140.6614hm²，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，矿区范围内针对上述历史损毁土地，尚未开展系统性的土地复垦或生态修复工程，现状裸露，基本无植被生长。

（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

评估区内无本矿山历史开采直接引发的地质灾害。现状存在的主要不稳定边坡位于相邻矿区，由其历史露天开采形成，岩体破碎，存在掉块风险，需由相关矿权人负责治理。

其中 BW1、BW2 为一号矿山露天采场之北帮，位于四号矿山西侧，本次调查发现上述两处不稳定边坡已连成一个采坡。边坡顶部为第四系残坡积风化碎石土，其下出露地层为寒武系下统梅树村组八道湾段、梅树村组中谊村段地层；底部为震旦系上统灯影组白云岩；产状 $30-50 \angle 24-27^\circ$ ，斜坡结构类型为逆向坡。诱发原因为露天采场开挖切坡破坏坡体表面植被，坡度较陡峭，在长期的风化作用下，岩体完整性变差，同时在雨水下渗影响下形成的潜在不稳定斜坡。现状基本稳定。BW3：位于矿 6、矿 7 之间，为云龙山磷矿二采区露天开采形成的临时边帮，与四号矿山开采境界之间有 C6 冲沟相隔，坡顶距离四号矿山开采境界最近处约 25m。斜坡高 20-45m，宽 250m，坡向 150° ，坡度 $41-60^\circ$ 。坡面裸露，坡面植被均被破坏。坡体上部为白云岩，较破碎，中、下部由人工废渣弃土组成（白云岩碎块石混粘性土），结构疏松，力学强度低。下伏白云岩，产状 $310 \angle 20^\circ$ 。坡脚堆积有坠落的碎块石，岩层倾向与坡向小角度斜交。现状稳定性较差，主要危害对象为斜坡底部的云龙山磷矿二采区施工人员和机械。

此外，本矿山已通过挖损方式形成了采空区（ 8.1012hm^2 ）和露天采场（ 7.0659hm^2 ），对原生地形地貌造成了直接的、不可逆的破坏，形成了连续的岩土裸露区。当前开采活动对含水层结构和水位影响较轻。综合评估，现状地质环境问题影响程度较严重。

2、预测

下阶段露天开采将持续进行大规模、深度的挖损（最大采深约 260m），最终将形成高陡人工边坡（最终边坡角 65° ）。在爆破震动、降雨入渗及卸荷等作用下，这些边坡发生崩塌、滑坡等地质灾害的可能性中等，危险性中等到大。外排土场失稳土体可能发生失稳而产生渣土滑坡，对下游农田、公路、尤其是山口村等安全构成威胁，尚有遭受岩溶塌陷的灾害的可能，发生的可能性中等，

其危害和危险性大。考虑到下伏地层与岩层产状为顺倾结构组合，表土临时堆场不利工况下存在表土堆存诱发局部滑塌地质灾害的可能性，可能性小到中等，危害性及危险性大。同时，持续的采矿和疏干排水作业将直接揭露或破坏上覆隔水地层，导致矿区周围主要的岩溶含水层结构受损，引发地下水水位区域性下降、资源量减少。若对采场、排土场产生的大量淋滤水（主要含悬浮物 SS）收集处理不当，污染物下渗将加剧对地下水的污染风险。预测矿山下阶段开采对地质环境影响程度为严重。

（二）矿区土地损毁问题

1、现状

矿山已损毁土地总面积 15.1671hm²。主要损毁单元为采空区（8.1012hm²）、露天采场已开采区（7.0659hm²）。损毁地类包括乔木林地 0.4538hm²、其他林地 1.1018hm²、采矿用地 13.2118hm² 及农村道路 0.3997hm²。损毁方式均为挖损，损毁程度为重度，土地原有功能丧失。

2、预测

矿山建设及运行总损毁土地面积 155.8285hm²，其中新增拟损毁 140.6614hm²。拟损毁土地类型包括旱地 2.5452hm²、乔木林地 130.9728hm²、灌木林地 2.2195hm²、其他林地 1.4284hm²、其他草地 1.3769hm²、采矿用地 0.4393hm²、公路用地 0.0641hm²、农村道路 0.9184hm²、坑塘水面 0.4857hm²、设施农用地 0.2111hm² 等。新增损毁区域主要包括持续扩大的露天采场、1#、2#、3#及内排土场、矿区东侧中转堆放区、表土临时堆场及新建矿山道路。按损毁方式统计，露天采场、道路以挖损为主，将形成新的裸露面和沟槽；各排土场、堆放区以压占为主，将掩埋原有植被和土壤。损毁程度除新建道路为中度外，其余均为重度。

（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林地面积 1.5546hm²，为地方公益林。

(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，矿山采矿活动将破坏林地面积 134.6207hm²，破坏草地面积 1.3769hm²。

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，露天采场、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：已形成的采空区、露天采场等损毁区域，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：四号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，大片露采矿山开采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

该项目不涉及国土空间规划“三区三线”中的生态保护红线，矿山修复区未占基本农田保护区，露采境界范围距离县八一级公路距离大于150m，中间有云龙山二采区采场、排土场及山口水库相隔，对其影响小。

（2）敏感目标保护要求

矿区附近分布有山口水库（小（二）型）及山口河，可能遭受矿山开采影响。方案要求下阶段应复核开采方案，露天开采对于山口水库、山口河应按照相关规范留设一定安全开采距离，设置缓冲带，做好对水体的保护。

对于规划建设三个外排土场，要求建设前进行排土场专项设计及专家论证可行性，进行截排水措施过流量计算及拦渣坝稳定性验算，并考虑下部岩溶发育情况进行工程地质勘察、稳定性评价等相关工作后方可建设。

（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

项目区旱地设计平均剥离厚度50cm，乔木林地区设计平均剥离厚度40cm，其他林地、灌木林地区设计平均剥离厚度35cm，草地区设计平均剥离厚度15cm。矿山生态修复共需覆土量约51.83万m³。根据测算，矿区可供剥离的表土资源量约52.33万m³，能够满足覆土需求。

（2）植被移植利用

剥离的表土优先用于当年复垦，剩余部分运输至规划的表土临时堆场集中堆放。堆场采用下游挡墙、外围编织土袋拦挡进行防护，表面撒播光叶紫花苕子临时固土。

（二）相关协同措施

1、与开发利用方案的衔接情况

本方案以 2008 年编制的《矿产资源开发利用方案》的开采设计内容为依据，生态修复范围与时序与之协调。方案设计中在排土场下游建设浆砌石拦渣坝，在外围建设截水沟，堆渣平台处修建排水等工程，为生态修复中的水土保持与灾害预防提供了基础。

2、与水土保持方案的衔接情况

根据 2010 年 7 月编制完成的《云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四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 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。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 2008 年 11 月编制完成的《云南天宁矿业有限公司四号矿山 65 万 t/a 磷矿采矿建设项目环境影响报告书》，山口水库、山口河流域，执行 III 类水质标准，山口村水塘执行 IV 类水质标准。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，确保污水废水稳定达标排放、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、**地质环境治理工程**：对露天采场预留边坡的危岩清理（4000m³）。

2、**地貌重塑工程**：对采空区、露天采场平台、排土场、表土堆场等区域的场地平整（493155.8m³）。

3、**土壤重构工程**：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；修复为乔木林地区：全面覆土 0.3m，坑内覆土 0.5m；修复为灌木林地区：全面覆土 0.3m；修复为其他草地区：在坡脚坡顶种植藤本，藤本采用坑内覆土 0.3m，坡面喷播草籽等进行恢复。设计表土剥离（523304.6m³）、表土运输与回覆（全面覆土 483788.9m³，人工覆土 34469m³）、土壤培肥（施用商品有机肥 130.36946hm²，土地翻耕 7.16026hm²）以及修建截排水沟（800m）、挡墙（150m）等配套工程。

4、**植被重建工程**：在该项目建设运行过程中，对拟修复区域及时进行生物修复，快速恢复植被，从而有效地控制水土流失、改善项目区生态环境。拟采用“乔灌草”相结合的模式，计划种植云南松、旱冬瓜、滇朴等乔木共计 231788 株，种植火棘、马桑、车桑子等灌木共计 376540 株，种植藤本植物 37014 株，并喷播/撒播混合草灌籽约 145.1741hm²。

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。设计修建 200m³ 集水池 9 座、设置临时水箱 730 个、布设双边丝护栏网 3000m、设置警示牌 15 块等。

（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等。

2、**监测点布设**：全矿区共规划布设监测点 31 个。其中，边坡与排土场变

形监测点 19 个，布设于采场及排土场边坡；其他边坡监测点 2 个；水环境监测点 5 个（布设于山口河、山口水库及排土场淋滤水池）；土壤环境监测点 1 个（复垦耕地区）；植被恢复监测点 4 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、监测点布设设计表

区块	监测点类型	监测点布置位置	监测点数量(个)及编号	监测内容	监测方法	监测频率
露天采场、排土场	边坡与排土场变形监测点	采场边坡、排土场边坡	19(编号监1-监19)	地表形变、岩土体含水率、土压力、边坡变形监测、土地损毁、植被景观破坏等	专业监测点、巡视、统计、地面观察,水准测量、GPS仪器测量、遥感影像监测、测距法、测缝法、巡查等	雨季2次/月,旱季1次/月
采空区、表土堆场边坡		边坡区	2(编号监20、21)	地表形变、边坡变形监测等	专业监测点、巡视、统计、地面观察、GPS仪器测量等	每个月监测1次,根据实际情况可增加监测次数
地表水、地下水	水环境污染监测点	山口河于山口水库入口处、山口水库	2(编号22、23)	流量、水质	实测、取样送检	每年监测4次
		三个外排土场淋滤水收集池	3(编号24-26)	水质	取样送检	排土场闭库前每年监测4次
土壤	土壤环境监测点	复垦为耕地区	1(编号27)	pH、铜、铅、砷、铬、镉、汞、氰化物等指标	取样、化验	每年2次
植被破坏及恢复	复垦监测点	复垦为林地、耕地区	4(编号28-31)	采矿活动是否对区域植被造成破坏、恢复情况	巡查	每年4次
合计			31			

5、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（50m³/hm²·年），施有机肥（6000kg/hm²·年）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155.8285hm²，留用设施利用面积约4.6749hm²。本矿区生态修复总面积151.1536hm²。经实施修复工程后，矿区生态修复率达97%。修复后土地利用结构将调整为：旱地5.9155hm²、乔木林地92.7157hm²、灌木林地37.6538hm²、其他草地14.8046hm²、公路用地0.0641hm²、沟渠4.4561hm²、水工建筑用地0.2187hm²。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31个监测点，设置15块警示牌，并对修复区实施为期3年的植被养护与工程效果管护。

2、阶段实施计划

矿山采矿许可证剩余有效期限4年8个月（2025年12月-2030年8月），拟申请采矿权有效期限4年8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8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8个月（2025.12~2034.8）。根据《开发方案》中采矿进度安排，矿山后续可生产年限为13年，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。矿区生态修复工作分三个阶段设计如下：近期、中期、远期。

（1）第一阶段：近期（2025年12月—2030年12月）

①生产期第一年（2025年12月—2026年12月）

所属生态修复区块：表土临时堆场、露天采场、1#、2#、3#排土场、新建矿山道路、采空区。

目标任务：实施前期水土保持与土壤保育工程，并对历史损毁的采空区进行地形整治与植被恢复。

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：场地平整 23556m³。

土壤重构工程：表土剥离 203000.85m³、挡墙修建 150m、编织土袋码砌 1200m³、撒播光叶紫花苕子 6.8253hm²、浆砌石截排水沟 800m、表土运输 18191m³、全面覆土 16253.6m³、人工覆土 1937.4m³、施用商品有机肥（基肥）4.7112hm²。

植被重建工程：种植云南松 4711 株、种植旱冬瓜 3533 株、种植滇朴 3533 株、种植常青藤、地石榴 7868 株、喷播木豆、合欢、苜蓿 3.147hm²、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 4.7112hm²。

配套工程：设置临时水箱 28 个。

年度修复费用：875.6600 万元

②生产期第 2 年（2026 年 12 月—2027 年 12 月）

所属生态修复区块：露天采场、1#、2#、3#排土场、矿区东侧中转堆放区。

目标任务：继续推进表土剥离，并对 1#、2#、3#排土场平台及边坡进行植被恢复。

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：场地平整 34542m³。

土壤重构工程：表土剥离 157118.4m³、表土运输 67494.3m³、全面覆土 64972.1m³、人工覆土 2522.2m³、施用商品有机肥（基肥）18.8325hm²。

植被重建工程：种植云南松 6910 株、种植旱冬瓜 5181 株、种植滇朴 5181 株、种植火棘 47697 株、种植马桑 35773 株、种植车桑子 35773 株、种植常青藤、地石榴 1275 株、喷播木豆、合欢、苜蓿 0.5098hm²、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 6.9084hm²、撒播紫柳、狗牙根、三叶草 11.9241hm²。

配套工程：设置临时水箱 112 个。

其他工程：双边丝护栏网 1500m、警示牌 5 块。

年度修复费用：916.6100 万元

③生产期第 3 年（2027 年 12 月—2028 年 12 月）

所属生态修复区块：露天采场、3#排土场、矿区东侧中转堆放区。

目标任务：完成矿区东侧中转堆放区表土剥离，对露天采场及 3#排土场不再利用区域进行植被恢复。

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：场地平整 34647.5m³。

土壤重构工程：表土剥离 22379.9m³、表土运输 46540.1m³、全面覆土 46140.2m³、人工覆土 399.9m³、撒播光叶紫花苕子 5.9155hm²、施用商品有机肥（基肥）3.5148hm²。

植被重建工程：种植云南松 1014 株、种植旱冬瓜 760 株、种植滇朴 760 株、种植火棘 10003 株、种植马桑 7502 株、种植车桑子 7502 株、种植常青藤、地石榴 1142 株、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 1.014hm²、撒播紫柳、狗牙根、三叶草 2.5008hm²。

配套工程：修建 200m³集水池 9 座、设置临时水箱 22 个。

其他工程：警示牌 2 块。

年度修复费用：426.4400 万元

④生产期第 4 年（2027 年 12 月—2028 年 12 月）

所属生态修复区块：露天采场、矿区东侧中转堆放区。

目标任务：完成矿区东侧中转堆放区表土剥离，对露天采场不再利用区域进行植被恢复。

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：场地平整 4343.5m³。

土壤重构工程：表土剥离 26382.35m³、表土运输 3368.9m³、全面覆土 2997m³、人工覆土 371.9m³、施用商品有机肥（基肥）0.8687hm²。

植被重建工程：种植云南松 869 株、种植旱冬瓜 652 株、种植滇朴 652 株、种植常青藤、地石榴 1922 株、喷播木豆、合欢、苜蓿 0.7686hm²、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 0.8687hm²。

配套工程：设置临时水箱 6 个。

其他工程：警示牌 1 块。

年度修复费用：183.8400 万元

⑤生产期第 5 年（2027 年 12 月—2028 年 12 月）

所属生态修复区块：露天采场。

目标任务：完成露天采场拟开采区域表土剥离，对露天采场不再利用区域进行植被恢复。

工程措施及工程量：

地形地貌重塑工程：场地平整 2459.5m³。

土壤重构工程：表土剥离 29462.2m³、表土运输 1895m³、全面覆土 1697.1m³、人工覆土 197.9m³、施用商品有机肥（基肥）0.4919hm²。

植被重建工程：种植云南松 492 株、种植旱冬瓜 369 株、种植滇朴 369 株、种植常青藤、地石榴 677 株。

配套工程：设置临时水箱 5 个。

其他工程：双边丝护栏网 1500m、警示牌 2 块。

年度修复费用：196.7100 万元。

(2) 第二阶段：中期（2030 年 12 月—2038 年 12 月）

所属生态修复区块：露天采场。

目标任务：对内排土场不再利用区域进行生态修复。

地质环境治理工程：边坡危岩清理 4000m³。

地形地貌重塑工程：场地平整 49216m³。

土壤重构工程：表土剥离 84960.9m³、表土运输 96070m³、全面覆土 92063.1m³、人工覆土 4006.9m³、施用商品有机肥（基肥）26.6849hm²。

植被重建工程：种植云南松 9844 株、种植旱冬瓜 7382 株、种植滇朴 7382 株、种植火棘 67367 株、种植马桑 50525 株、种植车桑子 50525 株、种植常青藤、地石榴 15122 株、喷播木豆、合欢、苜蓿 6.0487hm²、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 9.8432hm²、撒播紫柳、狗牙根、三叶草 16.8417hm²。

配套工程：设置临时水箱 166 个。

其他工程：警示牌 5 块。

阶段修复费用：1765.0900 万元。

(3) 第三阶段：远期（2038 年 12 月—2041 年 12 月）

所属生态修复区块：露天采场、排土场、表土临时堆场、新建矿山道路。

目标任务：对露天采场、排土场、表土临时堆场、新建矿山道路进行生态

修复。

地形地貌重塑工程：场地平整 344391.3m³。

土壤重构工程：表土运输 284698.6m³、全面覆土 259665.8m³、人工覆土 25032.8m³、施用商品有机肥（基肥）75.26546hm²。

植被重建工程：种植云南松 68878 株、种植旱冬瓜 51658 株、种植滇朴 51658 株、种植火棘 25549 株、种植马桑 19162 株、种植车桑子 19162 株、种植常青藤、地石榴 9008 株、喷播木豆、合欢、苜蓿 3.60314hm²、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 68.87826hm²、撒播紫柳、狗牙根、三叶草 6.3872hm²。

配套工程：设置临时水箱 391 个。

阶段修复费用：2781.3900 万元。

3、总工作量

矿山服务年限内：生态修复总工作量主要包括地质环境治理工程、地形地貌重塑、土壤重构、植被重建及配套工程。主要工程量汇总如下：

地质环境治理工程：边坡危岩清理 4000m³。

地形地貌重塑工程：场地平整 493155.8m³。

土壤重构工程：表土剥离 523304.6m³、挡墙修建 150m、挡墙拆除 150m、编织土袋码砌 1200m³、编织土袋拆除 1200m³、撒播光叶紫花苕子 6.8253hm²、浆砌石截排水沟 800m、表土运输 518257.9m³、全面覆土 483788.9m³、人工覆土 34469m³、撒播光叶紫花苕子 5.9155hm²、施用商品有机肥（基肥）130.36946hm²、土地翻耕 7.16026hm²。

植被重建工程：种植云南松 92718 株、种植旱冬瓜 69535 株、种植滇朴 69535 株、种植火棘 150616 株、种植马桑 112962 株、种植车桑子 112962 株、种植常青藤、地石榴 37014 株、喷播木豆、合欢、苜蓿 14.80464hm²、撒播木豆、合欢、苜蓿、紫柳、狗牙根、三叶草 92.71566hm²、撒播紫柳、狗牙根、三叶草 37.6538hm²。

配套工程：修建 200m³集水池 9 座、设置临时水箱 730 个、生产道路 80m。

其他工程：双边丝护栏网 3000m、警示牌 15 块。

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四号矿山生态修复总面积 151.1536hm²。静

态总投资 5646.49 万元，动态总投资 7145.74 万元。

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	费用(万元)	各项费用占总费用的比例(%)
一	工程施工费	3870.98	53.85
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	631.01	8.85
四	监测与管护费	678.27	9.84
(一)	生态环境监测费	384.00	5.57
(二)	管护费	294.27	4.27
五	基本预备费	310.82	4.35
六	风险金	155.41	2.18
七	价差预备费	1499.25	20.93
八	静态总投资	5646.49	79.07
	动态总投资	7145.74	100.00

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。

本矿区生态修复静态总投资 5646.49 万元，动态总投资 7145.74 万元。截至 2025 年 12 月，矿业权人已缴存土地复垦费用 1088.07 万元，此次将该笔费用予以抵扣后，剩余费用设计分 12 期计提。第 1 期计划在方案公示结束后 30 日内计提 504.81 万元（与已缴存费用之和大于静态总投资的 20%）；于 2037 年 1 月 8 日前提取完毕。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四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	
已缴存土地复垦费用		1088.07	15.23%	19.27%	28.21%
第 1 期	公示结束后 30 日内	504.81	7.06%	8.94%	
第 2 期	2027 年 1 月 8 日前	504.81	7.06%		
第 3 期	2028 年 1 月 8 日前	504.81	7.06%		
第 4 期	2029 年 1 月 8 日前	504.81	7.06%		
第 5 期	2030 年 1 月 8 日前	504.81	7.06%		
第 6 期	2031 年 1 月 8 日前	504.81	7.06%		
第 7 期	2032 年 1 月 8 日前	504.81	7.06%		
第 8 期	2033 年 1 月 8 日前	504.80	7.06%		
第 9 期	2034 年 1 月 8 日前	504.80	7.06%		
第 10 期	2035 年 1 月 8 日前	504.80	7.06%		
第 11 期	2036 年 1 月 8 日前	504.80	7.06%		
第 12 期	2037 年 1 月 8 日前	504.80	7.06%		
		7145.74			

第三部分 结 论

1、方案服务年限

本方案编制时间为 2025 年 12 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 8 个月（2025 年 12 月-2030 年 8 月），拟申请采矿权有效期限 4 年 8 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 8 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 8 个月（2025.12~2034.8）。根据停产证明，矿山取得采矿证（2010 年 2 月）至 2017 年期间未进行开采。2018 年进行了 1 年的开采基建工作，2019 年 1 月至今为生产状态。本方案编制时间为 2025 年 12 月，以此作为时间节点，剩余生产年限为 13 年。

2、土地损毁范围、类型及程度

经评估统计，该矿山建设及生产活动总损毁土地面积为 155.8285 公顷。其中，已损毁土地面积为 15.1671 公顷，损毁区域主要为历史形成的采空区及露天采场已开采区，损毁方式以挖损为主，损毁程度评定为重度。新增拟损毁土地面积为 140.6614 公顷，损毁区域包括露天采场、矿区东侧中转堆放区、1#至 3#外排土场、内排土场、表土临时堆场及新建矿山道路。其中，露天采场与新建道路损毁方式主要为挖损，其余堆场及中转区损毁方式主要为压占，损毁程度除新建道路为中度外，其余均为重度。损毁的土地利用类型涵盖旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路及设施农用地等。

3、修复目标

本方案确定的矿山生态修复责任范围总面积为 151.1536 公顷。规划修复方向为恢复为旱地、乔木林地、灌木林地、其他草地及公路用地。通过实施修复工程，预计矿山整体修复率将达到 97.00%。

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，重点包括采空区、露天采场、各排土场（1#、2#、3#及内排土场）、表土临时堆场、新建矿山道路等。

（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 31 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（13 年）。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 31 个固定监测点，开展定期监测并记录。

6、投资总额

本方案估算，矿山生态修复工程静态总投资 5646.49 万元，修复动态总投资 7145.74 万元。其中工程施工费 3870.98 万元，其他费用 631.01 万元，监测与管护费 678.27 万元，预备费（基本预备费、风险金、价差预备费）1893.00 万元。截至 2025 年 12 月，矿业权人已累计缴存生态修复费用 1088.07 万元，剩余资金需按方案规定分期缴存。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四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四号矿山	
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	141.3400 公顷
	矿区生态修复责任面积	155.8285 公顷
方案服务年限	8 年 8 个月（2025.12~2034.8）	
<p>一、矿山基本情况</p> <p>云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四号矿山为已建矿山，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 C5300002010026120055866，矿区面积 1.4134km²，开采标高+2254m~+1600m，生产规模 65 万 t/a，有效期 2020 年 8 月 10 日至 2030 年 8 月 10 日。</p> <p>二、问题识别诊断及修复可行性分析</p> <p>评估区主要发育潜在不稳定斜坡 3 处，均为周边矿山开采形成的临时采帮，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，将矿山露天采场、采空区、排土场受损区块损毁程度划分为重度，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。</p> <p>该项目不涉及国土空间规划“三区三线”中的生态保护红线，项目区不涉及基本农田，符合生态保护红线管控要求。矿区及周边原有生态系统为亚热带山地常绿阔叶林-农业复合生态系统，矿山设计生态修复系统目标参考区内尚未开采的区域，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、灌草森林生态系统，修复方向为旱地、乔木林地、灌木林地、其他草地、公路用地。生态系统修复目标基本可行。</p>		

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

该项目不涉及国土空间规划“三区三线”中的生态保护红线，矿山修复区未占基本农田保护区，露采境界范围距离县八一级公路距离大于 150m，中间有云龙山二采区采场、排土场及山口水库相隔，对其影响小。

方案要求下阶段应复核开采方案，露天开采对于山口水库、山口河应按照相关规范留设一定安全开采距离，设置缓冲带，做好对水体的保护。方案要求矿山在建设外排土场前，进行排土场专项设计及专家论证可行性，进行截排水措施过流量计算及拦渣坝稳定性验算，并考虑下部岩溶发育情况进行排土场工程地质勘察、稳定性评价等相关工作后方可建设。

(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 51.83 万 m³，该矿山可供表土资源 52.33 万 m³。矿山可供表土满足安宁磷矿四号矿山覆土需求。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 2#排土场北侧的沟谷中，堆场下游采用挡土墙，外围采用编织土料袋拦挡，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：生态修复责任范围由损毁责任主体确定，根据签定的协议，安宁明德昌矿业有限公司云龙山磷矿二采区采区不稳定边坡、一号矿山采区不稳定边坡分别由安宁明德昌矿业有限公司及天宁公司治理。

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。此外，方案建议矿权人聘请相关资质单位关于磷矿开采对山口水库的影响进行专项研究，编制防护设计方案。

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，对于露天采场区块，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；修复为乔木林地区：全面覆土 0.3m，坑内覆土 0.5m；修复为灌木林地区：全面覆土 0.3m；修复为其他草地区：在坡脚坡顶种植藤本，藤本采用坑内覆土 0.3m，坡面喷播草籽等进行恢复。

(3) 植被重建：修复区植物搭配：乔木：云南松、旱冬瓜、滇朴；灌木：火棘、马桑、车桑子；喷播及撒播灌木：木豆、滇合欢、苜蓿；撒播草本植物：紫柳、狗牙根、三叶草；藤本：常青藤、地石榴。

(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) 采空区、露天采场、新建矿山道路修复工程措施：通过覆表土、土壤培肥、植树种草、种植爬藤、喷播等，将采空区露天采场平台修复为乔木林地、边坡修复为其他草地；(2) 排土场修复工程措施：通过表土剥离、场地平整、覆土、植树种草籽、管护措施等，将排土场平台修复为旱地、乔木林地，边坡修复为灌木林地，占用公路用地区域照原地类恢复；(3) 表土临时堆场修复工程措施：通过土地翻耕、植树种草籽、管护措施等，将表土临时堆场修复为乔木林地；(4) 对整个复垦过程的复垦措施、复垦效果进行动态监测。

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

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、编织土袋码砌及拆除、撒播光叶紫花苕子、修建浆砌石截排水沟、表土运输、全面覆土、人工覆土、施用有机肥、土地翻耕、种植云南松、旱冬瓜、滇朴、种植火棘、车桑子、马桑、种植常青藤/地石榴、喷播木豆、合欢、苜蓿、撒播紫柳、狗牙根、三叶草、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

方案采矿权剩余年限内修复静态总投资 5646.49 万元，修复动态总投资 7145.74 万元。其中工程施工费 3870.98 万元，其他费用 631.01 万元，监测与管护费 678.27 万元，预备费（基本预备费、风险金、价差预备费）1893.00 万元。截止 2025 年 12 月，矿业权人己缴存土地复垦费用共 1088.07 万元，此次将原复垦方案己缴存的土地复垦费用抵扣后，剩余费用设计分 12 期缴存，其中第一阶段缴存费用 504.81 万元，与己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%。原则同意投资估算结果。

该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。业主单位要进一步明确生态修复费用从建设或生产成本中提取，加大生态修复前期提取额度，并根据修复工作安排制定生态修复计划，采取有效措施保障修复费用专款专用。费用不足的，要及时足额追加投资，确保生态修复工作的顺利进行。

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、建议进一步完善供需水平衡分析，进一步论述旱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、建议重新做土壤检测，土源为本矿山范围内土壤。

3、3个排土场是评估的重点，结合排土场设计计算和拟设措施，客观评估失稳的可能性及对下方村庄的危害。结合现状，针对性评估预测表土堆场潜在的地质灾害危害和危险性。结合含水层的破坏，分析采坑地下水位下降可能对生态环境的退化影响。根据现有检测报告和监测结果，进一步分析预测排土场淋滤水污染。


4、全面完善监测设计，注意监测设计内容之针对性，明确开采中、开采后监测目的、任务和重点，相应部署监测工作。提出适应性管理和成效评估的要求。

5、经费安排中补充说明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。

七、结论

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四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： 
2026年2月9日

云南天宁矿业有限公司安宁磷矿四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	吴宁	土地复垦类	昆明科地土地技术咨询有限公司	高工
2	杨生斌	地质环境类	云南省地质工程勘察有限公司	正高
3	王珞	土地复垦类	云南地质工程勘察设计院有限公司	高工
4	李建刚	土地复垦类	昆明市不动产登记中心	高工
5	胡官兵	地址环境类	云南省地质技术信息中心	高工
6	于恒隽	林草生态类	国家林业和草原局西南调查规划院	高工
7	陈运春	预算造价类	云南农业大学	副教授