海南颖发土石方工程有限公司
三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿区矿山地质环境恢复治理实施方案
（修编）

委托单位：海南颖发土石方工程有限公司

编制单位：海南睿通安环科技有限公司

编制日期：二〇二二年五月

海南颖发土石方工程有限公司
三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿区矿山地质环境恢复治理实施方案
（修编）

编制单位：　海南睿通安环科技有限公司

委托单位：　海南颖发土石方工程有限公司

编 写 人：　王　磊

校　　对：　王堂华

审　　核：　邓献伟

项目负责：　陈福湾

总 经 理：　陈人通

提交日期：　**2022 年 5 月**

目　录

前　言 1

一、任务由来.....1

二、修编任务.....3

三、编制依据.....3

第一章　治理区基本情况..... 7

一、矿山简介.....7

二、原治理方案设计概况 8

三、矿山地质环境恢复治理情况 10

四、治理区地质环境问题 16

第二章　地质环境恢复治理修编主要内容 20

一、治理区地质环境背景 20

（一）水文及工程地质条件 20

（二）高陡边坡坡面治理工程选比 21

（三）矿山地质环境恢复治理技术条件 21

二、矿山地质环境治理和土地复垦范围调整 23

三、矿山地质环境治理方案修编主要内容 27

第三章　修编后矿山地质环境治理与土地复垦工程 30

一、地质环境恢复治理与土地复垦工程 30

（一）主要技术措施及工作量 30

（二）主要工程量 39

（三）地质环境恢复治理与土地复垦工程方案修编主要变化情况.....41

二、水土资源平衡分析 42

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 44

一、总体工作部署 44
二、阶段实施计划和时间安排 44
三、工作验收计划 45
第五章　经费估算 46
一、经费估算依据 46
二、费用汇总与年度工作安排 47
第六章　保障措施与效益分析..... 50
一、安全保障.....50
二、组织保障.....52
三、技术保障.....53
四、资金保障.....55
五、监管保障.....55
六、效益分析.....56
第七章　结论与建议 58
一、结论.....58
二、建议.....59

附表：

1、地质环境恢复治理与土地复垦工程预算书

附件：

1、矿山地质环境恢复治理实施方案修编申请

2、委托书

3、建设单位营业执照

4、编制单位营业执照

5、采矿许可证

6、三亚市自然资源和规划局关于修编天涯区（原凤凰镇）北罗岭矿山地质环境恢复治理实施方案并加快推进矿山治理工作的通知

7、治理区规划综合查询报告书

8、三亚市自然资源和规划局关于三亚市西水中调工程（一期）项目（原水工程部分）弃渣场、施工板房、施工便道等临时用地的批复

附图:

附图 1 三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩治理区恢复治理现状图

附图 2 三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩地质环境恢复治理与土地复垦工程部署图

附图 3 三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩地质环境恢复治理与土地复垦工程部署剖面图

附图 4 三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿边坡“V”形槽治理大样图

附图 5 三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿安全警示牌大样图

前　言

一、任务由来

海南颖发土石方工程有限公司（以下简称“海南颖发公司”）于2011 年获得三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿采矿权，取得采矿权许可证后，企业委托技术单位编制了《三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿山恢复治理方案》（以下简称矿山恢复治理方案）和《三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿产资源开发利用方案》（以下简称矿产资源开发利用方案）。采矿权于 2016 年 7 月到期，因矿山开采结束后，形成的采坑现状与《矿产资源开发利用方案》所设计不符，难以按照原先编制的《矿山恢复治理方案》完成治理任务，为此原三亚市国土资源局（现为三亚市自然资源和规划局）于 2017 年 2 月 28 日下达了《关于限期重新编制矿山地质环境恢复治理方案并加强矿山治理工作的通知》（三土资矿〔2017〕13 号文件）。海南颖发公司根据文件要求，委托海南佳正地灾防治工程有限公司根据文件要求和矿山开采现状，重新编制《海南颖发土石方工程有限公司三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿矿山地质环境恢复治理实施方案》（以下简称“《原治理实施方案》”）。

2018 年，原三亚市国土资源局、三亚市水务局、三亚市委督查室、三亚市城投公司及西水中调工程施工项目相关负责人在海南颖发公司召开现场工作会议，会议决定为保证西水中调项目 10 号支洞施工建设顺利进行，海南颖发公司对治理区东侧区域完成地质环境恢复与复垦工作后，暂停对其他区域的施工任务。

2022 年 1 月 28 日，三亚市自然资源和规划局下发《关于修编天

涯区（原凤凰镇）北罗岭矿山地质环境恢复治理实施方案并加快推进矿山治理工作的通知》（三自然资矿〔2022〕14 号），要求海南颖发公司根据矿山实际情况修订《方案》。对此，海南颖发公司重新启动矿山地质环境生态恢复治理工作，并委托海南地质综合勘查设计院及海南睿通安环科技有限公司在《原治理实施方案》的基础上进行地质环境恢复治理设计，海南地质综合勘查设计院对治理区西侧区域进行地质环境恢复治理设计，我司对治理区西侧区域以外区域进行地质环境恢复治理设计。

接受委托后，我司针对治理区西侧以外矿山生产损毁的其他区域进行现场调查，根据我司技术人员现场调查，矿山企业前期已依据《原治理实施方案》对治理区东侧区域边坡开展地质环境恢复治理工作，东侧区域各级台阶平台及坡顶均已进行地质环境恢复治理与土地复垦工作，消除了该区域高陡边坡地质灾害隐患，实现了边坡复绿，治理效果明显；治理区底板大部分区域作为西水中调工程（一期）项目 10#号支洞配套临时用地，目前无法开展治理工作，根据《三亚市自然资源和规划局关于三亚市西水中调工程（一期）项目（原水工程部分）弃渣场、施工板房、施工便道等临时用地的批复》，西水中调工程 10 号支洞配套临时用地区域复垦依据其对应的《土地复垦方案》实施。

根据本次治理工程任务划分，在扣除海南地质综合勘察设计院负责设计的治理范围（治理区西侧）、西水中调工程 10 号支洞配套临时用地范围以及矿山前期依据《原治理实施方案》已经完成的东侧边坡区域后，矿山采矿生产生活损毁的其他区域，均为本次修编方案设计范围，主要包括以下区域：

1、采坑北侧边坡区域；

2、采坑南侧工业场地区域；

3、采坑底板区域西水中调工程临时用地范围以外区域。

二、修编任务

根据海南颖发公司《编制委托书》，结合我司技术人员现场勘查和治理区现状实际，充分考虑矿区高陡边坡恢复治理效果和治理施工安全，确定本次地质环境恢复治理与土地复垦实施主要任务为：

1、采坑北侧高陡边坡坡面治理：为有效恢复矿区北侧高陡边坡生态环境，消除该处高陡边坡裸露的岩壁视觉景观，本次治理方案修编针对该区域现状条件，设计采用 V 型槽对边坡坡面进行恢复治理，坡面复绿，消除坡面形成的视觉污染。

2、采坑底板北侧水塘治理：针对采坑底板北侧区域现状已经形成的积水塘，根据治理区地质环境恢复治理与土地复垦用水需求，设计对该处积水采坑进行保留作为治理区灌溉水源，同时做好水塘安全防护设施。

3、治理施工后期，对治理区碎石破碎加工场、堆料区、办公生活区等区域进行设施设备拆除，清理堆料并进行场地平整后植树绿化，恢复治理区生态环境，修复矿区生态功能。

4、为本矿山地质环境恢复治理施工、监理、监管及验收提供技术资料依据。

三、编制依据

1）法律、法规、规章

（1）《中华人民共和国安全生产法》（2014 年 8 月 31 日中华人民共和国主席令第 13 号公布，2021 年 6 月 10 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议于通过《全

国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》，现予公布，自 2021 年 9 月 1 日起施行）；

（2）《中华人民共和国矿山安全法》（1992 年 11 月 7 日中华人民共和国主席令第 65 号发布，1993 年 5 月 1 日起施行，2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修改）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日中华人民共和国主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日起实施）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日中华人民共和国主席令第 39 号发布，2011 年 3 月 1 日起施行）；

（5）《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 18 日国务院第 10 次常务会议通过，2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议通过修改，自 2017 年 10 月 1 日起施行）；

（6）《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号），于 2003 年 11 月 24 日公布，2004 年 3 月 1 日起施行；

（7）《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第 592 号），2011 年 3 月 5 日公布并实施；

（8）《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第 44 号）；

（9）《海南经济特区安全生产条例》（海南省五届人大常委会第二十四次会议通过，于 2017 年 2 月 1 日起施行）；

（10）《海南省矿产资源管理条例》（2018 年 9 月 30 日修订通过，2018 年 11 月 01 日起施行， 2020 年 6 月 16 日海南省第六届人民代表大会常务委员会第二十次会议修订）；

（11）《海南省国土环境资源厅矿山地质环境保护与治理暂行规定》（琼土环资储字〔2007〕12 号文）；

（12）《海南省人民政府关于深入推进六大专项整治加强生态环

境保护的实施意见》（琼府〔2016〕40 号）；

（13）《海南省人民政府关于印发海南省林业生态修复与湿地保护专项行动实施方案的通知》（琼府〔2016〕77 号）；

（14）《海南省矿山地质环境恢复与综合治理规划（2018-2025 年）》；

（15）《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63 号）；

（17）《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局<关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见>》（国土资发〔2016〕63 号）；

（16）《国土资源部、财政部、环境保护部、国家质检总局、银监会、证监会联合关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）；

（17）《关于转发国土资源部等五部委<关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见>》的通知（琼国土资储字〔2016〕82 号）。

2）主要技术规范、规程、标准

（1）《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

（2）《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

（3）《地面沉降监测技术要求》（DD2006-02）；

（4）《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

（5）《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2006）；

（6）《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）；

（7）《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T 0261-2014）；

（8）《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

（9）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

（10）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

（11）《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）；

（12）《土地利用现状分类》GB/T 21010-2017；

（13）《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016.12）；

（14）《水土保持工程概算定额》（水总〔2003〕67 号文）。

3）主要基础性资料

（1）《海南颖发土石方工程有限公司三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿矿山地质环境恢复治理实施方案》（2017 年 4 月，海南佳正地灾防治工程有限公司）；

（2）《海南颖发土石方工程有限公司三亚市天涯区北罗岭建筑用花岗岩矿山地质环境恢复治理方案（修编）》（2022 年 2 月，海南地质综合勘察设计院）；

（3）其它现场资料。

第一章　治理区基本情况

一、矿山简介

凤凰镇北罗岭建筑用花岗岩矿位于凤凰镇北罗岭，属于凤凰镇管辖范围。南岛农场至凤凰镇的二级公路从矿区西侧经过，矿区开采坡面尽收眼底。矿区有简易公路与之相连，距离约 500 米。矿区距凤凰镇约 15 公里，凤凰镇距三亚市约 10 公里，交通方便。

表 1-1　凤凰镇北罗岭建筑用花岗岩矿矿区范围坐标表

拐点编号	西安坐标		国家 2000 坐标	
	X	Y	X	Y
J1	2032022.54	651970.49	2032129.48	335002.76
J2	2031843.54	651896.49	2031951.72	334925.82
J3	2031876.54	651817.49	2031986.02	334847.37
J4	2032065.54	651790.49	2032175.45	334823.49

矿山采矿权于 2016 年 7 月到期，根据《原治理实施方案》，矿山开展矿山地质环境恢复治理工程，2018 年，为保证西水中调 10 号支洞施工建设顺利进行，三亚市国土资源局、三亚市水务局、三亚市委督查室、三亚市城投公司及西水中调工程施工项目相关负责人在治理区开现场会，并要求海南颖发土石方工程有限公司暂停对北罗岭建筑用花岗岩矿山地质环境恢复治理工作，海南颖发土石方工程有限公司积极响应配合，并对治理区东侧区域迅速复垦完成后停止施工。

截止 2022 年 5 月，矿区按原治理方案要求，对矿区采坑东侧边坡进行了地质环境恢复治理及土地复垦工程，采坑东侧已形成三级平台，分别为+68m 底板平台、+90m 和+108m 两级台阶平台。西水中调 10 号支洞洞口位于东侧采坑底部。除了西水中调支洞洞口外，采坑东侧区域各级台阶平台及坡顶均已进行地质环境恢复治理与土地复垦工作，消除了该区域高陡边坡地质灾害隐患，实现了边坡复绿，

治理效果明显。

二、原治理方案设计概况

根据《原治理实施方案》，治理范围面积为 114640.17m^2（折合 171.96 亩），主要包括以下治理内容：

1、裸露岩石高陡边帮

《原治理实施方案》结合矿区实际，仅对东北侧原采矿权区域内进行降坡处理，西侧及北侧进行危岩清排。

对东北侧原采矿权范围内采坑边坡采用削坡卸载的方法，降低整体边坡角，采用边坡向外扩帮，削坡降低边坡角，重新设置台阶。并在最终削坡形成的台阶平台上覆土植树绿化，恢复东北侧边坡生态环境。

2、采坑底板平台

原《治理实施方案》对南侧采坑回填，治理区采坑底板平台已形成一个面积约 13060m^2 的凹坑，治理时为了满足植被灌溉用水，预留 2590m^2 蓄水池，其余部分全部回填废土（渣）石料，回填采坑所需用料均来源于本治理工程产生的废土（渣）石料，对采坑底板进行回填后平整，并植树复绿。

3、工业场地

工业场地恢复治理措施主要为拆除设备后对场地平整，覆土、种树，达到矿山复垦的目标。

4、矿山公路

矿山治理上山运输道路利用原有上山运输道路，并对原有运输道路局部进行修整，本区原有公路长度为 390m，待矿山平台治理完后，

两侧坡面进行修整，坡面 45°平整面积约 12000 ㎡，然后种植马占相思树 3000 株，爬藤（三角梅）3000 株，恢复林业用地。

5、排水系统工程

采坑底板大平台汇水主要为整理后的平台及边帮，汇水量有限，利用排水沟可将每个台阶汇集明水自两侧由上至下依次引排至积水塘内。汇水主要集中在矿区北侧和东北侧，同时为了减少对已种植植被造成的破坏，设计绕最终边坡四周修建截水沟，主要截留外部雨水和引导各台阶雨水，汇聚到蓄水池内。

由于坡顶设置了截水沟，大气降水时，各台阶及坡面汇水量并不大，且台阶中间略高，两侧略低，即可自行往两侧排水，不会形成积水现象，同时台阶外侧有挡土墙拦挡，雨水排放也不会对下级台阶造成影响。因此无需在各台阶处再设置排水沟。

6、原方案治理工程量统计

根据《原治理实施方案》，治理区地质环境恢复与土地复垦主要工程量裸露岩石高陡边帮恢复、采坑底板平台、工业场地、矿山公路、排水系统工程。矿山地质环境恢复治理工作量详见表 1-2。

表 1-2　原矿山地质环境恢复治理主要工作量统计表

恢复治理工程	序号	项目名称	工作量	计量单位
采坑边帮	1	外扩帮面积（土地租用）	17.76	亩
	2	青苗补偿	17.76	亩
	3	埋入钢筋混凝土立柱	276	根
	4	铁丝网护栏	3300	m
	5	安全警示标志	22	块
	6	台阶混凝土挡墙	1302.48	m^3
	7	台阶混凝土挡墙钢筋 φ10	11.6	t
	8	台阶覆土	6078	m^3

	9	台阶种树	4523	株
	10	台阶种植爬藤	4523	株
	11	树木成活保养	45.23	100 株/月
	12	爬藤成活保养	45.23	100 株/月
	13	搭建脚手架	5000	㎡
	14	边坡西侧危岩清排	1900	m³
	15	给水管 Φ50PVC 塑料管（喷灌）	3015	m
	16	喷头	150	个
	17	ISG50-315 型自吸式高压水泵	2	台
	18	截排水沟土方开挖	1339.52	m^3
	19	水泥砂浆支护	185.93	m³
采坑底板平台	20	采坑底板凹坑废石料回填	335677	m³
	21	采坑底板凹坑废土回填	30200	m³
	22	采坑底板平台种树	4275	株
	23	树木成活保养	42.75	100 株/月
工业场地	24	工业场地平整	11437.04	m^2
	25	工业场地覆土	22874	m³
	26	工业场地植树	2542	株
	27	工业场地植树绿化养护	25.42	100 株/月
临时公路	28	公路两侧路基坡面平整	12000	m^2
	29	公路两侧路基坡面植树	3000	株
	30	公路两侧路基坡面植爬藤	3000	株
	31	公路两侧路基坡面植树及爬藤成活养护	60	100 株/月

三、矿山地质环境恢复治理情况

（一）裸露岩石高陡边帮恢复治理工程执行情况

截止 2022 年 5 月，矿山依据原《治理实施方案》进行地质环境恢复治理，截止本次修编工作开展前，矿山地质环境恢复治理现状如下：

治理区北侧坡面：治理区北侧坡面已经形成 6 级台阶平台，台阶

平面呈东西方向展布，台阶长度较长，自上而下分别为+170~+180m平台、+151~+162m平台、+117~+129m平台、+84~+107m平台，+75~+90m平台、+75m平台。截止2022年5月，上述台阶平台已经进行了覆土并植树绿化，台阶上植被平均高度可达8m，对台阶坡面底部形成一定的遮挡，但由于部分台阶坡面高度较大，植被对坡顶至+170~+180m平台坡面（第一级）、+170~+180m平台至+151~+162m平台坡面（第二级）、+151~+162m平台至+117~+129m平台坡面（第三级）、+117~+129m平台至+84m~107m平台坡面（第四级）仍存在岩石裸露、视觉效果较差的情况。

治理区东侧已经形成为+74m、+90m、+108m三级台阶平台，与北侧台阶平台相衔接。该区域已按原设计方案对该区域高陡边坡进行了削坡治理，并对削坡形成的台阶边坡进行覆土并植树绿化，根据现场实际测量，台阶平台覆土平均厚度为1m，台阶平台植被长势良好，对该区域大部分台阶坡面均已遮挡，复绿效果较好。东侧边坡坡顶已经按设计要求形成截水沟，有效拦截高处汇水，东侧台阶坡面、台阶平台不受山体汇水冲刷，为防止人畜跌落，在东侧边坡顶部设置安全防护铁丝网。东侧区域台阶治理效果明显。

2、采坑底板平台恢复治理执行情况

根据现状调查，截止2022年5月，治理区采坑地板目前保留及水塘面积为3070m^2，与原设计方案设计预留的水塘面积2590m^{2}基本一致。预留水塘主要位于采坑底板北侧区域，位于北侧边坡坡底位置。采坑底板南侧区域现已由西水中调工程使用，主要用于西水中调工程10号支洞堆料及该工程配套施工设备安装。根据现场实际测量，该区域堆料形成场地标高约为+70m，面积约为22974m^2（约合34.45亩）。因西水中调工程堆料及配套设备安装，该区域矿山治理及土地复垦工

程暂时无法实施。该区域尚未实现复绿。

3、工业场地恢复治理执行情况

截止 2022 年 5 月，治理区地质环境恢复治理工程尚未结束，治理区原矿山工业场地碎石破碎加工设备尚未拆除，该区域尚未实施场地平整复绿工程。

4、矿山公路恢复治理工程执行情况

因矿山地质环境恢复治理工程尚处于实施阶段，矿山运输道路尚在使用，未进行恢复治理。

5、排水系统工程

截止 2022 年 5 月，治理区东侧顶部区域已经形成截水系统，顶部降雨汇水可随着截水沟引流至采坑底部积水塘内，治理区北侧边坡顶部及各级台阶平台降雨汇水亦可通过排水通道汇入采坑底部积水塘内。采坑底部预留积水塘积水用于本矿山复垦植被灌溉。



图 1　治理前矿山地质环境现状

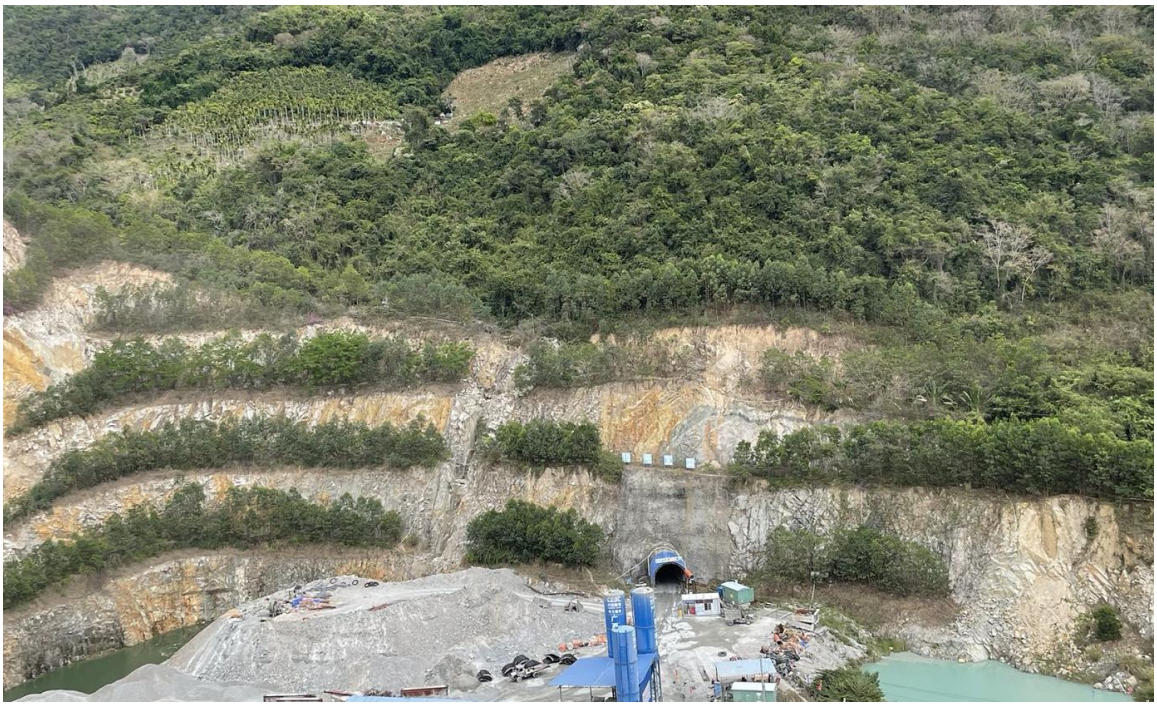


图 2　采坑东侧边坡台阶修整及复绿

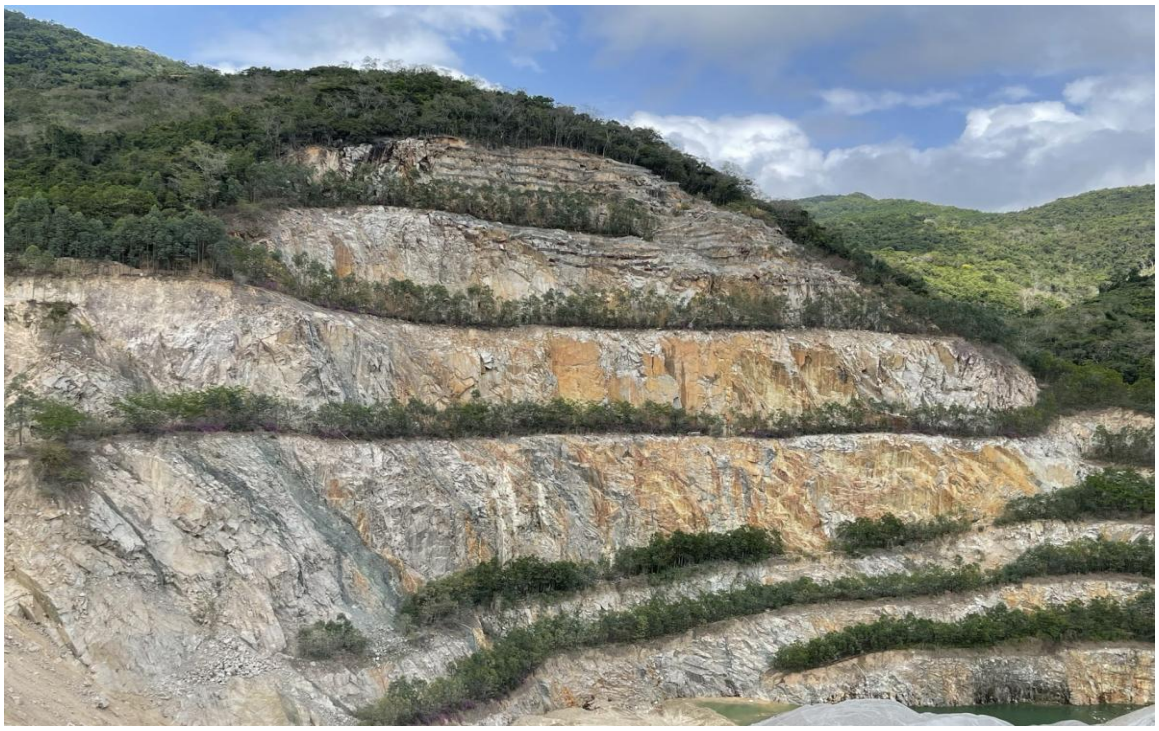


图 3　采坑北侧边坡台阶平台植树复绿



图 4　采坑底板平台预留水塘，西水中调工程使用场地



图 5　采坑边坡台阶平台植树实景图（近距离拍摄）

四、治理区地质环境问题

截止 2022 年 5 月，治理区东侧区域已经完成矿山边坡修整，形成规整台阶坡面及台阶平台，平台与北侧台阶平台相衔接，且台阶平台上已经覆土植树绿化，并取得了较好的绿化效果，东侧台阶顶部已经设置安全防护装置，形成了有效的截排水系统，治理工程基本达到了预期的治理效果。治理区北侧边坡各级台阶平台均已实现覆土植树复绿，台阶平台上植被长势良好，北侧台阶顶部已经设置安全防护装置，并形成了有效的截排水系统。

为保证西水中调 10 号支洞施工建设顺利进行，治理区治理工程于 2018 年中断，治理区内大部分区域尚未完成治理工程，根据治理区现场实际调查，治理区内仍存在以下问题：

1、治理区北侧边坡台阶平台虽已覆土植树复绿，但该处边坡坡面陡峭，边级台阶坡面裸露，坡面长度最长 330m，最短约 100m，坡面高度最高为 38m，底部二级台阶坡面高度平均约为 12m，顶部四级台阶坡面高度平均约为 26m。坡面角度较陡，平均约为 80°，局部区域存在直立坡面甚至反坡。

治理区北侧边坡裸露岩石可见纵横交错的节理、裂隙，并存在伞岩、危岩。较为发育的岩石裂隙加上原矿山开采过程中爆破作用，使得该处边坡坡面存在危岩崩落、坡面掉块的安全隐患。

边坡坡面高陡，坡面底部台阶平台已经复垦种植的植被无法遮挡台阶坡面，治理区北侧边坡大面积裸露，生态环境未得到有效恢复，影响视觉观瞻。

2、治理区采坑底部现已形成面积为 3070m^2 的积水塘用于治理区复垦植被复绿，根据现场调查，治理区底部水塘周边仅竖立少数几块安全警示标志，未设置安全防护铁丝网及生物隔离带等安全防护措

施，存在人畜跌落水塘造成淹溺事故的风险。

3、治理区南侧碎石破碎加工区、临时办公生活区、运输道路等区域因治理工程尚未结束，场地内设施设备尚未拆除，无法进行场地平整及覆土植树复绿工作。

4、治理区采坑周边及部分区域台阶边坡顶部未修筑安全防护设施，缺少安全警示标志。



图 6　　矿坑采面岩石破碎，存在掉块风险



图 7　北侧边坡坡面高陡，部分坡面无法复绿



图 8　采坑底板积水塘周边无安全防护



图 9　采坑底板积水塘周边安全防护设施缺失

第二章　地质环境恢复治理修编主要内容

一、治理区地质环境背景

（一）水文及工程地质条件

1、水文地质条件

治理区矿坑充水因素主要有两种方式：一是大气降水直接落入或沿山坡地表径流流入矿坑，二是岩石裂隙水渗入矿坑。由于裂隙含水层厚度薄，渗水量较少，充水量有限。矿坑充水以第一种方式为主。矿区水文地质条件简单，除局部有少量充水外，对治理项目基本无影响。采坑底板预留积水塘蓄水，多余降雨汇水可沿着地势向治理区南侧低洼区域外排。

2、工程地质条件

根据工程地质调查，区内断裂构造不甚发育，区内无滑坡、塌陷、泥石流等不良工程地质作用。矿区岩层岩性主要为花岗岩，根据对花岗岩岩石力学的测试，其测试值为107MPa，属坚硬岩石。

但治理区在前期矿山开采过程中形成的边坡坡面高陡，虽现状已经形成了台阶平台，但相邻台阶平台间高差较大，坡度较陡，局部区域边坡直立甚至出现反坡，岩石裂隙、节理发育，岩石破碎。在治理施工期间，应避免因施工诱发边坡危岩崩落而危及施工人员安全的情况发生。

加强对治理过程中可能产生不良工程地质作用区段的监测，必要时采取边坡支护等有效方法处理。在实际治理过程中，应首先对坡面浮石、危岩进行彻底清理，以防止发生危岩掉块、崩落危及施工作业人员安全。

（二）高陡边坡坡面治理工程选比

V型槽（种植槽）法：在陡峭的岩质边坡面上，利用工程锚杆固定和钢筋混凝土梁板形成种植槽，在槽内的种植土上种植乔灌木及爬藤类植物。

工序流程：搭设脚手架 → 锚杆成孔、制作 → 钢筋混凝土梁板槽浇筑 → 槽内装填种植土 → 种植乔灌木及爬藤类植物绿化 → 养护。

植生袋法：利用边坡岩面本身的凹陷处，在凹陷处下部采用植生袋围堰，植生袋内装入按一定比例配制的耕植土、有机基质、保水剂、肥料，在围堰内填土，种植灌木为主；或在坡面外侧直接用植生袋梯形叠砌，形成一层植生袋面层，通过该植生袋内种子的生长来绿化边坡。

工序流程：植生袋灌注 → 植生袋堆砌 → 植生袋加固 → 养护。

现状条件下，治理区北侧边坡顶部及各级台阶平台降雨汇水皆可通过已修筑好的排水通道汇入采坑底部积水塘内。北侧边坡顶部四级台阶坡面平均高度约为26m，坡面角度较陡，平均约为80°，局部区域存在直立坡面甚至反坡。边坡坡面危岩清理工作结束后，坡面岩石虽仍存在节理裂隙，但坡面凸出及凹陷部位将大幅减少，危岩崩落、坡面掉块风险将大幅降低，坡面岩石稳固性将大幅提高。

结合治理区坡面实际情况及两种方案各自优缺点，针对本治理区，选取V型槽的复绿方式对矿区北侧边坡坡面进行环境恢复治理。

（三）矿山地质环境恢复治理技术条件

矿体围岩为花岗岩，矿体裂隙较发育，截止目前，采坑北侧、东侧区域在前期矿山地质环境恢复治理过程中已经形成了较为规整的

台阶，且采坑东侧台阶已经进行坡面复绿，因采坑东侧坡面高差不大，台阶平台植树可以对边坡坡面形成有效遮挡，复绿效果较好。采坑北侧坡面现状已形成了 6 级台阶平台，矿山企业在前期地质环境恢复治理过程中，已对北侧边坡坡面进行了覆土植树复绿，边坡平台植被长势良好，但由于北侧边坡坡面较高陡，平台植被生长无法遮挡坡面，导致北侧边坡坡面大面积裸露。

因北侧边坡坡面顶部区域为二级保护林地，为了避免治理工程施工过程中破坏顶部二级保护林地，坡面无法进行后退削坡治理。为了对采坑高陡边坡进行复绿，本方案拟在边坡坡面设置 V 型槽，并在 V 型槽内覆土植树，绿化坡面。

治理区北侧边坡台阶平台虽已覆土植树复绿，但该处边坡坡面陡峭，边级台阶坡面裸露，坡面长度最长 330m，最短约 100m，坡面高度最高为 38m，最低三级台阶坡面高度平均约为 12m，顶部四级台阶坡面高度平均约为 26m。坡面角度较陡，平均约为 80°，局部区域存在直立坡面甚至反坡，V 型槽施工需要人工在高陡边坡坡面上施工，难度、危险性较高，边坡坡面治理过程需以边坡台阶平台作为基础，并依靠边坡坡面搭建脚手架，构建 V 型槽治理施工安全条件，治理施工工程复杂，施工难度大，存在人员高处跌落、危岩掉落危及施工人员等安全风险。

治理区底板积水塘治理工程主要为积水塘周边安全防护设施建立，施工工艺简单。

碎石破碎加工厂、办公生活区等区域治理工程主要为设施设备拆除、堆料清理、场地平整后覆土植树复绿，治理区的外部运输较为方便，矿区已有海南高压电网通过，生产生活较为方便。

二、矿山地质环境治理和土地复垦范围调整

根据《治理实施方案》，原方案治理区主要包括以下区域：

1、采坑边坡：包括采坑西侧边坡、北侧边坡和东侧边坡，其中采坑西侧边坡主要治理措施为危岩清理，采坑北侧边坡因前期已形成台阶，且北侧边坡顶部为二级保护林地，故采取的治理措施也是对边坡台阶进行覆土复绿和危岩清理，对东侧边坡的治理主要为梯级台阶削坡治理，形成梯级台阶后植树复绿。

2、采坑底板区域：回填至+70m 标高，平整场地，覆土植树复绿。

3、南侧区域为办公生活区、碎石破碎加工区以及矿山运输道路等区域。

原《治理实施方案》设计矿山地质环境恢复治理范围面积为114640.17m^2（折合 171.96 亩）。原矿山地质环境恢复治理范围拐点坐标见下表 2-1。

表 2-1　　原治理实施方案划定治理范围拐点坐标

坐标拐点	X（西安 80）	Y（西安 80）	X（2000 坐标系）	Y（2000 坐标系）
1	2031847.60	651895.90	2031955.78	334925.29
2	2032017.10	651967.70	2032124.09	334999.89
3	2032027.60	651924.10	2032135.30	334956.46
4	2032048.50	651896.60	2032156.66	334929.31
5	2032072.50	651884.00	2032180.86	334917.11
6	2032092.60	651864.80	2032201.28	334898.24
7	2032104.60	651827.20	2032213.90	334860.84
8	2032106.80	651701.10	2032218.18	334734.79
9	2032069.30	651664.20	2032181.29	334697.27
10	2032041.60	651611.40	2032154.46	334644.02
11	2031995.80	651607.40	2032108.73	334639.26
12	2031899.30	651663.10	2032011.32	334693.37
13	2031878.20	651689.80	2031989.78	334719.72
14	2031851.90	651672.80	2031963.77	334702.28
15	2031803.50	651668.40	2031915.44	334697.08
16	2031753.40	651656.90	2031865.54	334684.76
17	2031729.60	651659.00	2031841.70	334686.47
18	2031747.20	651552.80	2031861.05	334580.57

19	2031796.70	651515.10	2031911.17	334543.68
20	2031765.90	651489.50	2031880.80	334517.58
21	2031694.20	651520.30	2031808.60	334547.19
22	2031594.00	651529.30	2031708.25	334554.54
23	2031582.20	651496.80	2031696.99	334521.85
24	2031517.70	651445.80	2031633.34	334469.79
25	2031510.00	651544.90	2031624.00	334568.75
26	2031570.50	651563.40	2031684.19	334588.25
27	2031641.70	651593.50	2031754.89	334619.52
28	2031679.80	651624.50	2031792.48	334651.15
29	2031703.90	651669.70	2031815.83	334696.74
30	2031719.20	651722.10	2031830.26	334749.39
31	2031718.40	651747.30	2031829.05	334774.57
32	2031774.90	651823.70	2031884.28	334851.90

本次治理实施方案修编，在对治理区现场进行全面测量、调查，并与矿山企业进行充分沟通后，采坑东侧边坡前期已经治理完成，地质环境恢复治理效果较好、采坑西侧边坡区域已由海南地质综合勘察设计院进行治理设计、采坑底板大部分区域已由西水中调工程 10 号支洞施工单位使用，结合矿山企业前期治理工程效果、治理区地质环境现状实际，仅针对矿区采坑北侧高陡边坡、采坑底板北侧水塘、矿区办公生活区、加工区等区域进行治理设计。

为方便治理工程布置，本次修编后对治理范围进行划分，分别为 A 区、B 区和 C 区，其中 A 区为采坑北侧边坡及采坑底板积水塘；B 区为南侧碎石破碎加工区、堆料区、办公生活区；C 区为采坑底板西水中调工程配套临时用地范围以外区域。

根据圈算，治理区面积 66163m^2，约合 99.24 亩。其中治理 A 区面积 28946m^2，约合 43.42 亩；治理 B 区面积 25628m^2，约合 38.44 亩；治理 C 区面积 11589 ㎡，约合 17.38 亩。由于 10#支洞占地范围的北侧与治理 A 区南部的积水塘存在重叠，考虑到安全因素，本次修编工作把积水塘纳入治理范围，针对性实施安全防护工程。

治理区范围拐点坐标详见表 2-2。治理区范围关系见图 2-1。

治理区范围拐点坐标表 2-2

序号	X	Y	面积
A-1	2032217.78	334724.91	面积 28946m^2 约合 43.42 亩
A-2	2032222.28	334732.24	
A-3	2032223.04	334767.15	
A-4	2032208.21	334796.89	
A-5	2032214.34	334841.84	
A-6	2032205.49	334882.10	
A-7	2032196.80	334900.76	
A-8	2032177.26	334924.57	
A-9	2032162.00	334930.88	
A-10	2032156.34	334986.67	
A-11	2032143.62	335022.34	
A-12	2032133.26	335025.61	
A-13	2032120.67	334998.95	
A-14	2032100.00	334998.03	
A-15	2032045.12	334921.17	
A-16	2032069.98	334887.00	
A-17	2032097.95	334876.10	
A-18	2032105.55	334850.97	
A-19	2032092.54	334831.14	
A-20	2032068.53	334819.83	
A-21	2032057.57	334800.00	
A-22	2032145.46	334756.25	
B-1	2031836.59	334697.81	面积 25628m^2 约合 38.44 亩
B-2	2031853.36	334590.89	
B-3	2031902.23	334552.42	
B-4	2031871.03	334527.32	
B-5	2031799.80	334559.23	
B-6	2031707.69	334555.88	
B-7	2031693.38	334517.61	
B-8	2031622.19	334487.54	
B-9	2031618.91	334587.52	
B-10	2031676.78	334604.35	
B-11	2031748.50	334633.31	
B-12	2031787.10	334663.70	
B-13	2031811.92	334708.45	
B-14	2031828.10	334760.68	
C-1	2032068.19	334819.22	面积 11589 ㎡ 约合 17.38 亩
C-2	2032057.57	334800.00	
C-3	2032057.57	334800.00	
C-4	2032019.86	334818.77	
C-5	2031941.86	334785.90	

C-6	2031904.22	334741.01	
C-7	2031866.85	334696.07	
C-8	2031861.22	334694.88	
C-9	2031836.59	334697.81	
C-10	2031828.10	334760.68	
C-11	2031827.67	334785.85	
C-12	2031883.54	334858.87	
C-13	2031888.55	334850.92	
C-14	2031906.07	334862.34	
C-15	2031895.49	334854.36	
C-16	2031862.52	334795.93	
C-17	2031892.29	334768.25	
C-18	2031952.34	334817.27	
C-19	2031991.14	334849.66	
C-20	2032068.19	334819.22	

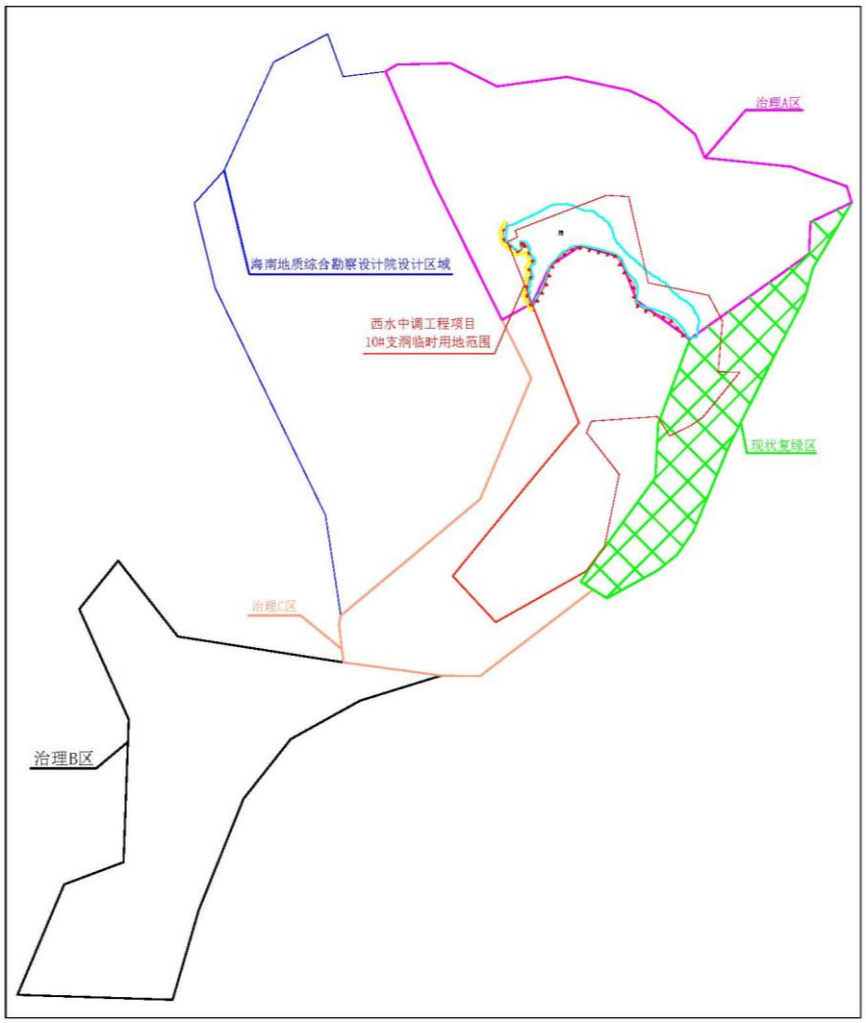


图 2-1　　治理区范围关系简图

三、矿山地质环境治理方案修编主要内容

根据矿山地质环境恢复治理和土地复垦规划安排，结合矿山已完成的恢复治理工作，本次矿山地质环境治理与土地复垦的总体目标是：最大程度修复因矿山矿产资源开发活动所引起的矿山生态环境问题，消除治理区高陡边坡危岩崩落、掉块等地质灾害隐患，通过在坡面修建 V 型槽方式对高陡边坡坡面进行植树复绿，修复高陡边坡植被，改善矿山生态环境状况，在治理施工后期，对原矿区碎石破碎加工厂、堆料区、办公生活区的设施设备进行拆除并进行场地平整后植树复绿，最大限度恢复治理区土地使用功能。根据《综合查询报告书》（见附件 7），修编方案调整后治理区范围内土地规划利用类型主要为园地、IV级保护林地。为恢复治理区生态环境，根据治理区规划，结合实际，对治理 A 区北侧修建 V 型槽后进行植树复绿；南侧积水塘部分区域进行回填，其余部分保留作为灌溉用水水源，在积水塘四周架设安全防护铁丝网，消除安全隐患；对治理 B 区种植果树恢复为园地；对治理 C 区，保留矿山现状道路和西水中调项目临时用地范围外，其余区域进行植树复绿；治理区东侧采坑边坡已完成治理目标，且复绿效果良好，本次治理仅对该区域植被进行灌溉养护。

针对以上治理目标，本次地质环境恢复治理与土地复垦方案修编后，主要地质环境恢复治理与土地复垦工程包括：

1、治理 A 区北侧高陡边坡危岩清理，消除边坡顶部、坡面上松动的危岩，消除高陡边坡掉块、岩石崩落等地质灾害隐患，为高陡边坡坡面 V 型槽治理施工创造安全环境；

2、治理 A 区北侧第 1 至第 4 级边坡坡面进行 V 型槽施工，并在坡面上治理形成的 V 型槽上覆土，形成植被生长环境，并在此基础

上撒播草籽，灌木及低矮乔木种子进行坡面复绿；

3、对治理 A 区范围内的采坑底板现状积水塘进行保留作为灌溉水源，围绕积水塘设置安全防护设施，防止人员跌落水塘造成安全事故；

4、对治理 B 区内碎石加工设备、堆料区等设施进行拆除，外运场内碎石产品，并对场地进行平整后覆土植树复绿；

5、对治理 C 区内矿山现状道路进行保留，其他区域进行植树复绿；

6、修建灌溉系统，利用治理 A 区积水塘作为灌溉水源，设置排水沟，将治理区内及周边降雨汇水引致该处水塘，使用水塘内积水作为治理区灌溉水源。并由该处水塘向治理区南侧外围区域修建排水沟，避免治理区内形成积水；

7、在治理区边坡顶部、台阶平台、运输道路等区域设置安全警示标志；

8、治理区复垦复绿植被养护。

本次修编矿山地质环境治理与土地复垦方案，主要目标是：最大程度地修复因矿山矿产资源开发活动所引起的矿山生态环境问题，消除矿山地质灾害隐患，改善矿山生态环境状况，最大限度恢复治理区土地使用功能，达成以下治理效果：

1、治理 A 区高陡边坡通过 V 型槽的修建，为无法退台削坡治理的高陡边坡创建稳定的土壤储存空间，并在此基础上植树复绿；高陡、裸露的岩石坡面将会实现复绿。V 型槽植被生长后，与现状台阶平台植被将会对现状北侧边坡坡面复绿，恢复高陡边坡植被，同时与海南地质综合勘察设计院治理范围西北侧区域+165m、+155m、+130m 和 155m 平台的台阶复绿效果形成有机统一，共同恢复矿区生态，消除

因裸露岩石高陡边坡造成的视觉污染，对局部不具备安全施工条件的直立坡面以及岩石较为破碎的区域，为确保治理施工安全，局部裸露。

2、对治理 B 区碎石加工区、堆料场、办公生活区设施设备进行拆除并对该区域场地进行平整后覆土植树复绿，恢复治理区因矿山生产生活损毁的土地资源，恢复生态环境。

3、根据地形变化情况，对治理 C 区平整后由北至南形成+70~+66m 的底板平台，与海南地质综合勘察设计院治理范围的东南侧+73~+67m 底板平台基本保持一致，并对平整区域进行覆土植树复绿，最大程度恢复因采矿活动造成的土地损毁，达到与周边地质生态环境保持协调统一的效果。

4、治理区采坑周边及部分区域台阶边坡顶部修筑安全防护设施及安全警示牌，预留灌溉水塘周边设置安全防护设施，确保治理区复垦施工过程及治理后的安全环境。

5、结合治理区前期地质环境恢复治理工程，在现状基础上进行边坡地质灾害隐患消除、恢复治理区植被及生态环境，治理区北侧边坡区域、采坑东侧边坡区域和海南地质综合勘查设计院设计治理的西侧边坡区域将实现台阶平台、坡面复绿，治理区内地质灾害隐患得到消除，治理区内水塘、高陡边坡区域安全确有保证，生态环境得到恢复，使得治理区与周边环境协调统一。

第三章　修编后矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、地质环境恢复治理与土地复垦工程

（一）主要技术措施及工作量

1、北侧边坡 V 型槽修筑

根据治理区采坑现状调查及现场测量，治理 A 区北侧边坡现状已形成自上而下的 6 级台阶坡面和 6 级台阶平台，各级台阶平台标高分别为：+170m~+184m、+151m~+162m、+117m~+129m、+84m~+107m、+73m~+95m、+75m，矿山在前期矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程施工中，已经对以上 6 级台阶平台进行覆土植树绿化，根据现场调查，台阶平台覆土厚度 0.8~1.2m，台阶平台上种植桉树、三角梅、马占相思等树种，植被长势良好，密度较高，植被高度可达 5~10m，平均约为 8m，对边坡坡面底部形成了有效遮挡。

为有效恢复边坡坡面植被，复绿裸露高陡边坡，本方案设计在边坡台阶植被未能遮挡的边坡坡面上修筑 V 型槽，创建高陡边坡坡面植被生长条件。设计前，委托有资质的测量单位对治理区进行测绘，根据测绘结果，治理 A 区北侧边坡自上而下共形成 6 级台阶坡面：

第 1 级台阶坡面位于边坡坡顶与+170m~+184m 台阶之间，边坡高度最高为 34m，平均高度约为 20m，扣除台阶植被遮挡区域后，该级边坡裸露坡面高度约为 12m，坡面长度约为 300m。

第 2 级台阶坡面位于+170m~+184m 台阶平台与+151m~+162m 台阶平台之间，边坡高度最高为 28m，平均高度约为 24m，扣除台阶植被遮挡区域后，该级边坡裸露坡面高度约为 16m，坡面长度约为 330m。

第 3 级台阶坡面位于+151m~+162m 台阶平台与+117m~+129m 台

阶平台之间，边坡高度最高为 32m，平均高度约为 25m，扣除台阶植被遮挡区域后，该级边坡裸露坡面高度约为 17m，坡面长度约为 280m。

第 4 级台阶坡面位于+117m~+129m 台阶平台与+84m~+107m 台阶平台之间，边坡高度最高为 38m，平均高度约为 33m，扣除台阶植被遮挡区域后，该级边坡裸露坡面高度约为 25m，坡面长度约为 240m。

第 5 级台阶坡面位于+84m~+107m 台阶平台与+73m~+95m 台阶平台之间，边坡高度最高为 14m，平均高度约为 11m，坡面长度约为 225m。

第 6 级台阶坡面位于+73m~+95m 台阶平台东侧与+75m 台阶平台之间，边坡高度最高为 14m，平均高度约为 11m，坡面长度约为 100m。

V 型槽生态修复的工艺流程按照施工的先后顺序，V 型槽生态修复技术工艺为： 坡面清理→挂网、固网→构筑钢筋混凝土 V 型槽（搭设脚手架→钻孔→锚杆制作→绑扎钢筋→安装模板→浇筑混凝土）→回填植树复绿→建喷灌系统→养护。各级台阶坡面情况详见表 3-1。

表 3-1 各级台阶坡面统计表

台阶坡面级别	位置	平均高度（m）	坡面长度（m）
第 1 级	边坡坡顶至+170m~+184m 台阶平台	20	300
第 2 级	+170m~+184m 台阶平台至+151m~+162m 台阶	24	330
第 3 级	+151m~+162m 台阶平台至+117m~+129m 台阶平台	25	280
第 4 级	+117m~+129m 台阶平台至+84m~+107m 台阶平台	33	240
第 5 级	+84m~+107m 台阶平台至+73m~+95m 台阶平台	11	225
第 6 级	+73m~+95m 台阶平台东侧至+75m 台阶平台	11	100

2、坡面清理

因第 5、6 级台阶坡面高度较低（平均为 11m），现状该坡面已经被前期复垦台阶平台植被大部分遮挡，故本次边坡 V 型槽施工不涉及该两级台阶坡面。仅对第 1、2、3、4 级台阶坡面进行 V 型槽施工。V 型槽施工首先需对各级台阶坡面进行自上而下危岩清理，因现状各级台阶平台已经植树复绿，大型机械设备无法进入，各级台阶坡面危岩采用撬棍清理方式进行危岩清除，估算清理危岩量约为 300m^3。

3、挂网、固网

为确保边坡坡面 V 型槽治理施工安全，在进行边坡危岩清理后，需在边坡坡面铺设铁丝网，铁丝网网孔尺寸为 8cm*8cm，铁丝网采用铆钉固定于边坡岩石上。第 1 级裸露边坡坡面高度约为 12m，坡面长度约为 300m，坡面角约为 80°，需铺设安全铁丝网面积约为 3545m^2。第 2 级裸露边坡坡面高度约为 16m，坡面长度约为 330m，坡面角约为 80°，需铺设安全铁丝网面积约为 5361m^2；第 3 级裸露边坡坡面高度约为 17m，坡面长度约为 280m，坡面角约为 80°，需铺设安全铁丝网面积约为 4833m^2，第 4 级裸露边坡坡面高度约为 25m，坡面长度约为 240m，坡面角约为 80°，需铺设安全铁丝网面积约为 6093m^2。第 1、2、3、4 级台阶挂网总面积为 19832m^2。各级坡面挂网工作量见表 3-2。

表 3-2　　各级坡面挂网工作量统计表

坡面位置	坡面高度（m）	坡面长度（m）	坡面角（°）	挂网面积（㎡）
第 1 级	12	300	80	3545
第 2 级	16	330	80	5361
第 3 级	17	280	80	4833
第 4 级	25	240	80	6093
合计				19832

4、构筑钢筋混凝土 V 型槽

构筑钢筋混凝土 V 型槽主要工艺为：搭设脚手架→钻孔→锚杆制作→绑扎钢筋→安装模板→浇筑混凝土。

4.1 搭设脚手架

坡面边坡高陡，V 型槽施工为高空作业，为确保施工安全，需搭脚手架。脚手架搭设前必须先对现有边坡的稳定性进行观察，确定安全后再搭设脚手架。脚手架为毛竹材质，架底部必须设置纵、横向扫地杆，横杆两端应采用扣件固定在立杆上，以满足施工操作要求，竹架与壁面之间必须楔紧，相邻竹架应连接牢靠，以确保施工安全。各级台阶搭设脚手架工作量如下表 3-3：

表 3-3　各级台阶搭设脚手架工作量统计表

位置	坡面平均高度(m)	坡面宽度(m)	坡面角度(°)	坡面面积(m^2)	脚手架面积(m^2)
第 1 级台阶坡面	20	300	80	6093	6093
第 2 级台阶坡面	24	330	80	8042	8042
第 3 级台阶坡面	25	280	80	7108	7108
第 4 级台阶坡面	33	240	80	8042	8042
总计					29285

4.2 钻孔：设计钻孔进入坡面基岩 0.6m，钻孔水平间距为 30cm，上下间距为 2.5m，为确保锚杆深度，钻孔应超钻 2 ～3 cm，孔深应根据边坡上岩体节理、裂隙发育及完整性进行调整。各级台阶施工钻孔工作量如下表 3-4：

表 3-4　各级台阶施工钻孔工作量统计表

位置	裸露部分平均高度(m)	V 型槽数量(排)	坡面宽度(m)	钻孔间距（m/个）	钻孔深度（m）	坡面钻孔数量(m)
第 1 级台阶坡面	12	5	300	0.3	0.6	3000

第 2 级台阶坡面	16	7	330	0.3	0.6	4620
第 3 级台阶坡面	17	7	280	0.3	0.6	3920
第 4 级台阶坡面	25	10	240	0.3	0.6	4800
总计						16340

4.3 锚杆安装：锚杆体采用 12mm 螺纹钢，螺纹钢间距 30cm，打入锚杆与坡面成 45 °夹角，锚入深度 0.6m，坡面外端预留 0.75m 杆长。为确保覆土后 V 型槽稳定，每隔 2.5m 加设一条横拉筋，每条横拉钢筋长度约为 0.6m，水平锚入岩壁后与 V 型槽顶部钢筋焊接固定。各级台阶安装锚杆、横拉筋工作量见表 3-5、表 3-6。

表 3-5　各级台阶安装锚杆工作量统计表

位置	坡面钻孔数量(m)	锚入岩壁钢筋长度(m)	裸露钢筋长度(m)	锚杆长度(100m)
第 1 级台阶坡面	3000	3000	3750	67.50
第 2 级台阶坡面	4620	4620	5775	103.95
第 3 级台阶坡面	3920	3920	4900	88.20
第 4 级台阶坡面	4800	4800	6000	108.00
总计				367.65

表 3-6　各级台阶安装横拉筋工作量统计表

位置	裸露部分平均高度(m)	V 型槽数量（排）	坡面宽度(m)	横拉筋间距(m)	横拉筋长度(m)	横拉筋(m)
第 1 级台阶坡面	12	5	300	2.5	0.6	360
第 2 级台阶坡面	16	7	330	2.5	0.6	554.4
第 3 级台阶坡面	17	7	280	2.5	0.6	470.4
第 4 级台阶坡面	25	10	240	2.5	0.6	576
总计						1961

4.4 绑扎钢筋、安装模板：横钢筋按 20cm 间距排扎，设计横筋

为 8mm 钢筋，与主筋交叉点必须焊接牢固并用铁丝捆扎使得横筋与锚杆形成网络，并在此基础上固定挡泥模板。各级台阶绑扎钢筋及安装模板工作量见表 3-7、表 3-8。

表 3-7　各级台阶绑扎钢筋工作量统计表

位置	裸露部分平均高度(m)	V 型槽数量(排)	坡面宽度(m)	横钢筋安置排数	横筋数量(m)
第 1 级台阶坡面	12	5	300	3	4500
第 2 级台阶坡面	16	7	330	3	6930
第 3 级台阶坡面	17	7	280	3	5880
第 4 级台阶坡面	25	10	240	3	7200
总计					24510

表 3-8　各级台阶安装模板工作量统计表

位置	裸露部分平均高度(m)	V 型槽数量(排)	坡面宽度(m)	模板宽(m)	模板面积(m^2)
第 1 级台阶坡面	12	5	300	0.75	1125
第 2 级台阶坡面	16	7	330	0.75	1732.5
第 3 级台阶坡面	17	7	280	0.75	1470
第 4 级台阶坡面	25	10	240	0.75	1800
总计					6128

4.5 浇筑混凝土：V 型槽浇筑 C30 预拌水下混凝土、C20 预拌混凝土，注浆强度约为 M20，注浆压力不小于 0.2 Mpa，采用普通硅酸盐水泥，V 型槽混凝土浇筑 8cm 厚。内侧面采用手工抹平整，槽底每 5m 留 1 处排渍水孔洞。各级台阶浇筑混凝土工作量见表 3-9。

表 3-9　各级台阶浇筑混凝土工作量统计表

位置	模板面积(m^2)	浇筑厚度(m)	混凝土浇筑量(m^3)
第 1 级台阶坡面	1125	0.8	900
第 2 级台阶坡面	1732.5	0.8	1386

第 3 级台阶坡面	1470	0.8	1176
第 4 级台阶坡面	1800	0.8	1440
总计			4902

5、回填植树复绿：将种植土、有机质、保水剂等混合材料充分拌匀， 用卷扬机送至坡面并装填在 V 型槽内。各级台阶 V 型槽内覆土量根据槽内容积确定，根据设计 CAD 图纸圈算，V 型槽横截面面积为 0.14m^2，北侧边坡坡面 V 型槽覆土工作量见表 3-10。

表 3-10　各级台阶 V 型槽内覆土工作量统计表

位置	坡面宽度(m)	V 型槽数量(排)	V 型槽截面面积(m^2)	V 型槽覆土量(m^3)
第 1 级台阶坡面	300	5	0.14	210
第 2 级台阶坡面	330	7	0.14	323.4
第 3 级台阶坡面	280	7	0.14	274.4
第 4 级台阶坡面	240	10	0.14	336
总计				1144

6、喷播植物种子：V 型槽内植被以气候带选用植物种，并以豆科、灌木等乡土植物为主，包括大葛藤、猪屎豆、山毛豆、狗牙根、国产百喜等植被。根据边坡治理施工需求，拟定植被种子数量如下：大葛藤 30 公斤，猪屎豆 40 公斤，山毛豆 40 公斤，国产百喜 80 公斤，狗牙根 20 公斤。治理施工单位可根据施工实际需求适当调整植被种子数量。由于治理区雨水较多，设计采用无纺布覆盖并用 U 型铁丝固定，防止雨水冲刷槽内土壤，并起到防止水分蒸发过快作用。各级台阶 V 型槽内铺设无纺布工作量见表 3-11。

表 3-11　各级台阶边坡绿化绿化覆盖无纺布工作量统计表

位置	坡面宽度(m)	V 型槽数量(排)	无纺布宽(m)	需无纺布数量(m^2)
第 1 级台阶坡面	300	5	0.5	750
第 2 级台阶坡面	330	7	0.5	1155
第 3 级台阶坡面	280	7	0.5	980

第 4 级台阶坡面	240	10	0.5	1200
总计	1150			4085

7、修建灌溉系统：因边坡高陡，方案设计采用节水喷灌系统对边坡植被进行灌溉。设计每一条 V 型槽内布设一条水管，并间隔 10m 设置一个喷头，以水滴的形式缓慢而均匀地滴入植物根际土壤。各级台阶灌溉系统工作量见表 3-12。

表 3-12　各级台阶灌溉系统工作量统计表

位置	坡面宽度(m)	V 型槽数量(排)	滴管长度(m)	喷头数量（个）
第 1 级台阶坡面	300	5	1500	150
第 2 级台阶坡面	330	7	2310	231
第 3 级台阶坡面	280	7	1960	196
第 4 级台阶坡面	240	10	2400	240
总计			8170	817

8、养护：为确保 V 型槽内植物的成活和正常生长发育，需对其进行日常养护，主要包括肥水管理、防病虫害及其他辅助管理措施等。 因北部区域台阶边坡陡峭，部分区域边坡坡面甚至呈现直立状态，且坡面裂隙较大，施工作业存在较大风险，边坡治理过程中，为确保施工作业安全，边坡治理施工过程中，应谨慎辨识边坡风险，部分难以实施治理的区域，可采取局部裸露的形式予以保留。

9、积水塘治理

为确保治理工作、西水中调工程用水需求，结合方案整体工作部署，对 A 区南侧现状积水塘预留 2874 ㎡作为西水中调工程 10#支洞施工用水和治理区灌溉水源后，其余区域进行回填，回填面积约为 168 ㎡，回填厚度为 5m，回填土方量约为 840m³；本次预留积水塘面积约为 2874m^2，灌溉水塘可积水深度约为 5m，水塘容积约为 14370m³。

为了对治理区内降雨积水进行有序疏排，设计在治理区底板向治理区南侧低洼区域修建排水沟，水塘积水可通过排水沟向南侧低洼区域外排。排水沟长度约为 580m，排水沟采用小型挖掘机开挖，深度为 0.8m，宽度约为 0.8m，共需开挖排水沟土方量约为 371m³。

为了防止人员跌落水塘造成淹溺事故，设计在底部积水塘外围修建安全防护铁丝网，安全防护网由预制水泥立柱和镀锌带刺铁丝围栏组成。并沿着预制水泥立柱绑扎带刺铁丝，设置三层带刺铁丝，铁丝间距小于 0.5m。安全防护铁丝网长度 867m，每隔 2.5m 间距埋设水泥立柱，水泥立柱尺寸 0.15m×0.15m×2m，立柱埋深 0.5m，距地面高 1.5m。共需埋设水泥立柱 93 根。捆绑带刺铁丝网布设于水泥柱之间，形成安全防护铁丝网，发挥柔性隔离作用。

安全防护随着年限增加，存在铁丝网腐蚀损坏现象，为避免治理区内灌溉水塘出现人畜淹溺等安全事故，设计在治理区灌溉水塘南侧边缘种植野菠萝等带刺类植被，形成生物隔离带，设计生物隔离带宽度为 2.5m，长度约为 75m，面积为 187.5m^2。同时在采坑外围、运输道路、边坡顶部等区域设置安全警示牌。本治理工程设计共竖立安全警示标志 36 个。

10、碎石破碎加工设备拆除工程

治理 B 区现装有 1 套碎石破碎加工设备，为治理 B 区植树复绿创造条件，设计对 B 区内碎石破碎加工设备进行拆除，共需拆除碎石加工设备 1 套，预计拆除临时厂房 400m^2。拆除后的废弃钢铁、铁皮等由矿山企业回收利用。

11、场地平整、覆土、植树绿化

治理 B 区内堆积的碎石产品需在治理工作开展前及时销售或清运，碎石产品清除后进行平整，平整后的底板标高自北向南逐步降低

的缓坡底板平台，平台标高标高范围+70m~+45m，对平整后的区域进行覆土并种植乔木复绿，覆土厚度为 0.8m，平整区域面积约为25628m^2，需覆土 20502m^3。

种植乔木采用营养苗杯，设置植树间隔为 2m×2m。根据测量数据圈算，治理 A 区种植植被面积约为 1768 ㎡，需种植乔木约为 442 株；治理 B 区种植植被面积约为 25628m^2，需种植乔木约为 6407 株；治理 C 区种植植被面积约为 7716 ㎡，需种植乔木数量约为 1929 株。植树绿化工作量详见表 3-13。

表 3-13　　各治理区场地平整、覆土、植树工作量统计表

区域	面积（㎡）	覆土厚度（m）	覆土量（m^3）	种植网度	种植数量（株）	备注
A 区	1768	0.8	1414.4	2m×2m	442	
B 区	25628		20502.4		6407	
C 区	7716		6172.8		1929	
合计	35112		28089.6		8778	

12、修建底板区域灌溉系统

利用治理积水塘作为灌溉水源，并在 B 区内设计灌溉管网，管网间距为 15m。管网上每间隔 15m 设置一个自动喷淋喷头，以节省灌溉养护用水和养护人工成本。治理区面积 25628m^2，共需铺设灌溉管道长度约为 1709m，共需设置喷淋头 114 个。

（二）主要工程量

根据矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程设计，本次地质环境恢复治理与土地复垦主要工程量见下表 3-14。

表 3-14　矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程量表

序号	治理项目	计量单位	工程量	备注
1	治理 A 区坡面危岩清理	m^3	300	
2	治理 A 区边坡坡面铺设铁丝网	m^2	19832	
3	治理 A 区边坡坡面搭设脚手架	m^2	29285	
4	治理 A 区边坡坡面钻孔	m	16340	
5	治理 A 区锚杆安装（12mm 螺纹钢）	m	36765	
6	治理 A 区横拉筋（8mm 螺纹钢）	m	1961	
7	治理 A 区绑扎钢筋	m	24510	
8	治理 A 区安装模板	m^2	6128	
9	治理 A 区浇筑混凝土	m^3	4902	
10	治理 A 区边坡坡面 V 型槽内覆土	m^3	1144	
11	治理 A 区边坡绿化覆盖无纺布	m	1150	
12	治理 A 区边坡灌溉水管	m	8170	
13	治理 A 区边坡灌溉喷头	个	817	
14	治理 A 区积水塘回填土方量	m^3	840	
15	治理 A 区排水沟	m	580	
16	治理 A 区开挖排水沟土方量	m^3	371	
17	治理 A 区安全防护铁丝网	m	867	
18	治理 A 区水泥立柱	根	93	
19	治理 A 区生物隔离带	m^2	187.5	
20	治理 B 区设备拆除	套	1	
21	治理 B 区场地拆除	m^2	400	
22	场地平整（治理 A 区、B 区、C 区）	m^2	35112	
23	覆土量（治理 A 区、B 区、C 区）	m^3	28089.6	
24	外购回填土	m^3	16988.6	
25	种植乔木（治理 A 区、B 区、C 区）	株	8778	
26	爬藤类植物	kg	210	
27	治理 B 区灌溉管网	m	1709	
28	治理 B 区自动喷淋喷头	个	114	
29	安全警示标志	块	36	
30	乔木养护	株	8778	养护期一年
31	植被管护	m^2	35112	

（三）地质环境恢复治理与土地复垦工程方案修编主要变化情况

本次矿山地质环境恢复治理修编后，调整了治理范围，并将调整后的治理范围划分为 3 个区，分别为治理 A 区、治理 B 区以及治理 C 区。调整治理范围后治理区面积 66163m^2，约合 99.24 亩，其中治理 A 区面积 28946m^2，约合 43.42 亩；治理 B 区面积 25628m^2；约合 38.44 亩；治理 C 区面积 11589 ㎡，约合 17.38 亩。

本次修编后，地质环境恢复治理与土地复垦方案较《原方案》，主要变化的治理内容主要为：

1、根据治理区前期治理情况，将治理区采坑东侧边坡已经复垦复绿范围调整出矿区治理范围外。

2、根据三亚市西水中调工程（一期）项目（原水工程部分）的 10#支洞洞口弃渣场、施工营地等临时用地情况，将《原方案》采坑底部平台 16100 ㎡调出治理区范围外。

3、根据治理区北侧边坡高陡、裸露现状，设计采用 V 型槽进行边坡复绿，有效恢复治理区生态环境，消除高陡边坡岩石裸露的视觉污染。

4、根据采坑边坡积水塘现状及 10#支洞洞口弃渣场、施工营地等临时用地，调整原方案积水塘范围及面积，面积由《原方案》的 3070 ㎡调整为 2874 ㎡，并加强积水塘周边安全防护措施，确保治理区积水塘周边防护安全。

5、安全铁丝防护网由《原方案》的 3300m 调整至 4167m，增加 867m。

二、水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

区内降水量较为丰富，热带风暴（少量台风）多发生在 7～10 月，风力一般小于 11 级。丰水期在 4～10 月，枯水期一般在 11 月至翌年 3 月，年降水总量多在 1500～2000mm 之间，且降水多集中在 4～10 月份，占全年总量 70～85%。枯水季与丰水季径流量差别较大，丰水年的年平均流量可达枯水年的 7.2 倍。全年均为生长期，无霜期。本次预留灌溉水塘面积约为 2845m^2，灌溉水塘可积水深度约为 5m，水塘容积约为 1.4 万 m^3。灌溉水塘内积水可用于治理区内植被灌溉和养护，设置排水沟将治理区内降雨汇集至此积水塘内。通过灌溉水塘积水和治理区内降雨配合，可满足治理区植被灌溉及养护需求。

2、土石资源平衡分析

根据矿山地质环境现状调查，治理区需回填土石方的区域主要在治理 A 区各级台阶坡面、治理 B 区以及治理 C 区植树用覆土和水塘西侧区域（西水中调工程占用场地除外）。

治理 A 区需回填土方量 3398.4m^3；治理 B 区需回填土方量 20502.4m^3；治理 C 区需回填土方量 6172.8m^3。共计 30073.6m^3。根据《三亚市天涯区北罗岭建筑用花岗岩矿山地质环境恢复治理方案（修编）》（海南地质综合勘察设计院，2022 年 1 月），回填土需求量为 30413m^3，产生的土方量（松方）为 43127m^3，台阶覆土后剩余土方回填到采坑底板；因此，按照节约成本，资源充分利用的原则，本方案治理区回填土方需求量可优先从矿区西侧取得，其余不足部分可从外部通过合法途径购买治理区土地复垦所需土方，根据测算，本修编方案需外购土 16988.6m^3 回填土。土石方平衡情况详见表 3-15。

表 3-12　　土石方平衡表

区域	位置	回填量（m^3）	剥离量（m^3）	平衡量（+、-）	备注
A 区	台阶坡面	1144	0	-1144	
	排水沟	0	371	371	
	水塘西侧	2254.4	0	-2254.4	
B 区	工业场地	20502.4	0	-20502.4	
C 区	采坑底板	6172.8	0	-6172.8	
矿区西侧	/	30413	43127	12714	引用《三亚市天涯区北罗岭建筑用花岗岩矿山地质环境恢复治理方案（修编）》（海南地质综合勘察设计院，2022 年 1 月）
合计	/	60486.2	43498	-16988.6	

备注：“+”为富余量，“-”为不足量

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

地质环境恢复治理工期为19个月，自2022年5月至2023年12月。其中地质环境治理工程施工期为7个月，截止至2022年12月底，植被维护保养期限为12个月，自2023年1月至2023年12月。

二、阶段实施计划和时间安排

根据治理区地质环境问题类型、治理区地质环境治理措施、治理区地质环境恢复治理任务、土地损毁现状及预测情况，将地质环境治理与土地复垦工作分为以下2个阶段，各阶段时间和工作安排如下：

第1阶段地质环境恢复治理及土地复垦工程：2022.5～2022.12，共计7个月，主要工程包括治理边坡危岩清除、挂网固坡、治理区北侧高陡边坡 V 型槽施工、V 型槽复绿工程、安全防护工程、场地平整工程、底板及治理B区植树复绿工程、灌溉工程，具体工程见矿山地质环境治理工程与土地复垦章节。

第2阶段为复垦管护及土地复垦监测：2023年1月～2023年12月，共计1年，主要工程包括：治理工程设施管护、植被养护、补植等。

矿山地质环境治理与土地复垦工程做如下安排：

表4-1　施工进度计划表

实施阶段	工程主要内容	项目实施时间（月）
第一阶段	边坡危岩清除	7个月
	挂网固坡	
	治理区北侧高陡边坡V型槽施工	
	V型槽复绿工程	
	安全防护工程	

	场地平整工程	
	底板及治理 B 区植树复绿工程	
	灌溉工程	
第二阶段	治理工程设施管护	12 个月
	植被养护、补植等	

三、工作验收计划

为了使矿山地质环境治理与土地复垦工程验收工作制度化、规范化，促使质量管理工作持续有效进行，及时总结施工过程中的经验教训，并客观对工程作出评价，确保工程建设顺利进行，按期发挥投资效益，特制定本验收计划。本计划依据矿山地质环境治理与土地复垦工程阶段实施计划和时间安排：

第一阶段工作自项目批准日开始实施，工期 7 个月，主要工作内容包括：

1、边坡危岩清除，工期 0.5 个月；

2、挂网固坡，工期 0.5 个月；

3、治理区北侧高陡边坡 V 型槽施工，工期 2 个月；

4、V 型槽复绿工程，工期 1 个月；

5、安全防护工程，工期 0.5 个月；

6、场地平整工程，工期 0.5 个月；

7、底板及治理 B 区植树复绿工程，工期 1 个月；

8、灌溉工程，工期 1 个月。

第二阶段工作自第一阶段工作结束后开始实施，工期 12 个月，主要工作内容包括：治理工程设施管护、植被养护、补植等。

矿山企业需根据各项工作完成时间节点安排好检查、验收工作，对各项工作质量进行评定，对验收过程中发现的问题及遗留问题及时做出处理。

第五章　经费估算

一、经费估算依据

本次估算根据修编后矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程所确定的各项工作量及相关定额标注、规定，依据海南省建设工程计价相关定额、依托广联达计价软件 DBQ6.0 编制。

（1）矿山地质环境恢复治理方案工程部署技术手段及工程量；

（2）《海南省住房和城乡建设厅关于发布<2019 海南省园林绿化工程综合定额＞的通知》（琼建规〔2019〕6 号）；

（3）《海南省住房和城乡建设厅关手发布 2017 版<海南省市政工程综合定额＞的通知》（琼建规〔2018〕29 号）；

（4）《海南省住房和城乡建设厅关于发布 2017 版本<海南省房屋建筑与装饰工程综合定额＞＜海南省安全工程综合定额＞＜海南省建设工程施工机械合班单价＞＜海南省建设工程施工仪器仪表合班单价＞的通知》（琼建规〔2017〕218 号）；

（5）《财政部 国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128 号）；

（6）《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部，2012 年版）；

（7）《海南省建设工程工程量清单计价规范》 （2013）；

（8）海南省住房和城乡建设厅 《关于调整建设工程定额人工单价的通知》（琼建规〔2022〕3 号）；

（9）《海南省建筑工程主要材料市场信息》（2022 年 06 月）；

（10）《海南省建设工程造价信息价》（2022 年 5 月）；

（11）海南省自然资源和规划厅 海南省财政厅 海南省生态环境

厅关于印发《海南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》的通知（琼自然资函〔2021〕482 号）；

（12）《海南省住房和城乡建设厅关于调整海南省建设工程增值税税率的通知》（琼建定〔2019〕100 号）。

二、费用汇总与年度工作安排

经分析估算矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程所需投入经费约为834.57 万元，其中含税直接工程费753.57 万元，间接工程费56.69 万元（含工程招标费5.28 万元；工程监理费24.87 万元；设计费16.00 万元；验收费10.55 万元），基本预备费24.31 万元。项目费用汇总详见表1、单位工程费汇总表见表2。

表1 治理区矿山地质环境恢复治理与土地复垦费用汇总表

序号	工程或费用名称	估算金额	测算依据及说明	资金来源
	A	B	C	企业出资
一	不含税工程费	6913519		
二	含税直接工程费	7535736		
三	间接工程费	566930		√
	1、工程招标费	52750	0.7%（占总费用的比例）	
	2、工程监理费	248679	3.3%（占总费用的比例）	
	3、设计费	160000	《工程设计收费标准》，计价格[2002]10 号	√
	4、验收费	105500	1.4%（占总费用的比例）	
四	基本预备费	243080	（二+三）*3%	√
总投资估算总额		8345746		√

表 5-2　　单位工程费汇总表

工程名称：三亚市天涯区（原凤凰镇）北罗岭建筑用花岗岩矿区矿山地质环境恢复治理实施方案（修编）

第 1 页　共 1 页

行号	序号	项目名称	取费说明	费率(%)	金额（元）
1	一	分部分项工程费	分部分项合计		5372751.72
2	二	措施项目费	措施项目合计		968487.55
3	1	施工单价措施项目费	单价措施项目合计		756330.16
4	2	施工总价措施项目费	总价措施项目合计		212157.39
5	2.1	其中：安全防护、文明施工费	安全防护、文明施工基本费+安全防护、文明施工浮动费+建施安责险费		138428.05
6	2.2	其中：临时设施费	临时设施费		63129.54
7	2.3	其中：雨季施工增加费	雨季施工费		7734.99
8	2.4	其中：夜间施工增加费	夜间施工费		2864.81
9	2.5	其中：视频监控费	视频监控费		
10	三	其他项目费	其他项目合计		
11	3.1	其中：暂列金额	暂列金额		
12	3.2	其中：暂估价	专业工程暂估价		
13	3.3	其中：计日工	计日工		
14	3.4	其中：总承包服务费	总承包服务费		
15	四	规费	其中：垃圾处置费+其中：社保费		235630.82
16	4.1	其中：垃圾处置费			
17	4.2	其中：社保费	(人工费+单价措施人工费+机上人工费+单价措施机上人工费)*0.7	23.5	235630.82
18	五	价差	人工价差+材料价差+机械价差		336649.1
19	5.1	人工价差	人工价差		330254.73
20	5.2	材料价差	材料价差		6394.37
21	5.3	机械价差	机械价差		
22	六	不含税工程造价	分部分项工程费+措施项目费+其他项目费+规费+价差		6913519.19
23	七	税金	不含税工程造价	9	622216.73
24	八	含税工程造价	不含税工程造价+税金		7535735.92

《原治理实施方案》地质环境恢复治理与土地复垦工程费用317.67 万元，本次修编方案地质环境恢复治理与土地复垦预算共计834.57 万元，相对与《原治理实施方案》预算增加 516.90 万元。预算增加的原因主要由以下几点：

1、《原治理实施方案》边坡坡面采用坡底种植爬藤的方式复绿，修编后坡面采用 V 型槽施工方式复绿，V 型槽施工工艺复杂，施工条件较差，成本增加；

2、其他：包括修编方案增加安全防护措施、其他单项工程量增加等。

矿山企业是矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程的治理主体，治理工程所需资金由海南颖发土石方工程有限公司予以保障。

矿山地质环境治理与土地复垦工作需分阶段实施，在安排时序上重点考虑工程的连续性、完整性和最终实效性。既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻重缓急地逐步完成，高效有序恢复和改善矿区的生态环境。

第六章　保障措施与效益分析

一、安全保障

1、V 型槽施工及高处作业主要安全防范措施

V 型槽施工大部分作业过程为高处作业，沿边帮自上而下施工，边帮高差较大。为防止作业过程中高空坠落等危险，预防麻痹思想而造成灾难性后果，制定 V 型槽施工及高出作业安全防范措施如下：

（1）V 型槽施工及高处作业时，施工人员应正确佩带安全带、安全帽等个人防护用品；

（2）高处作业时，不得抛掷物件，禁止上下垂直方向多层作业；

（3）遇有六级以上强风及降雨天气时，禁止 V 型槽施工等高处作业；

（4）进行高处作业时，不允许其他人员在工作地点的下方通过或逗留，工作地点下方应有围栏或防护设施，防止落物伤人；

（5）在固定的机械设备上必须设有护栏，在崖口或崖边树立醒目安全标示牌；

（6）禁止夜间进行 V 型槽施工作业。

（7）矿区边坡局部区域存在治理坡面甚至反坡现象，局部区域岩石破碎，为确保施工安全，防止安全生产事故，施工过程中需评估其可行性，确实存在较大施工隐患的边坡区域，可设置局部裸露。

2、边坡防护主要防范措施

（1）加强边坡安全管理。成立专门的边坡维护队伍，建立边坡管理和检查制度。根据最终边坡的稳定类型、分区特点确定各区监测级别。对边坡进行定点定期观测，包括坡体表面和内部位移观测等。技术管理部门及时整理边坡观测资料，对存在不稳定因素的最终边坡

长期监测，发现问题及时处理，以确保治理施工期间边坡安全；

（2）矿区对浅部土岩松散的地段，在今后施工中，应进行专门研究，确定合理的预防控制措施，避免边坡滑坡、垮塌事故。

3、铲装作业主要防范措施

（1）液压反铲调动时应组织人员专职调铲；

（2）液压反铲作业时，按规范操作，并确保作业人员劳动保护；

（3）当液压反铲作业时，任何人不得在液压反铲悬臂和铲斗下面及工作面的底帮附近停留；在任何情况下，铲斗下严禁站人。

4、交通运输主要防范措施

（1）定期对治理区汽车进行检修，确保运输车辆正常运行；

（2）养护工段应经常巡查路段，采场固定坑线、公路应设置栅栏与路标，及时清除路肩、边沟、水槽、排水沟中积秽，及时维修凹凸路面；

（3）自卸翻斗汽车在翻斗升起与落下时不准人员靠近，翻斗操纵器除本司机外一律不准他人操纵，工作完毕后应将操纵器放置于空挡；

（4）加强路面防尘措施、防滑措施；

（5）加强安全生产教育，严禁违章作业、违章调度、无证上岗、酒后行车等行为。

（6）治理区台阶及斜坡道坡度较陡，禁止运输车辆同行。

5、机械设备防护装置及安全运行保障措施

矿区使用的机械设备主要有推土机、挖掘机、装载机、卷扬机、自卸运输车辆等，为保证机械设备安全运行其保障措施一定要到位。

（1）为了保证汽车运矿的行车安全，运输道路宽为 6m，在可视范围内，每 50m 设一错车道，错车道长 10m，最小平曲线半径 15m，

回头曲线纵坡≤4.5%，纵向坡度 10%，停车视距 30m，并在高路堤边缘设置挡车墩，通视较好地段设置转车场，弯道及上下坡处设有安全标志。施工现场汽车运行速度严格控制在 15km/h 以内，危险地段必须设置明显的车速限制牌。运输设备必须保持良好的状态，不允许使用超期报废汽车进行运输。必须落实司机安全生产责任制，司机必须持证上岗，禁止司机疲劳开车或酒后开车。

（2）对机械设备进行日常的维护保养，杜绝机械设备“带病”作业。

（3）上下转运石料的运输车辆遵循重车靠内、轻车靠外运行原则，轻车避让重车。

（4）各种机械操作人员必须具备相应的执业资格，并定期进行安全教育和培训。

（5）严格遵守关于治理区机械设备维护保养及使用规定，并检查落实。

6、预防其它危害的措施

（1）接尘作业人员必须佩戴防尘口罩，实行个人防护。

（2）对接触粉尘的作业人员定期进行身体检查，建立职工健康档案，并采用轮岗制，减少接尘时间。

（3）对产生噪音的设备，要选用国家定型产品或产生噪音小的产品。

（4）有条件设置隔离声源的设施，配置绿化带等，控制声波的传播，减少噪音的危害。

二、组织保障

明确本方案实施的组织机构及职责，《三亚市天涯区（原凤凰镇）

北罗岭建筑用花岗岩矿山地质环境恢复治理实施方案（修编）》由海南颖发土石方工程有限公司负责并组织实施，建立由项目负责人为组长、矿山专职环保和土地复垦管理人员等技术骨干力量为成员组成的土地复垦管理办公室，以负责土地复垦方案的具体施工、协调和管理的工作。土地复垦管理机构的主要工作职责如下：

a）认真贯彻、执行“预防为主、防治并重”的土地复垦方针，确保土地复垦工作的安全进行，充分发挥土地复垦工程的效益；

b）建立土地复垦目标责任制，将其列入工程进度、质量考核的内容之一，每年度或每小阶段向自然资源主管部门汇报土地复垦的治理情况，并制定下一阶段的土地复垦方案详细实施计划；

c）了解和掌握现阶段的土地复垦情况及其落实状况，为管理机构决策本阶段和下阶段的方案与措施提供第一手基础资料，并联系、协调好管理部门和各方的关系，接受三亚市自然资源和规划局的检查与监督；

d）加强土地复垦有关法律、法规及条例的学习和宣传力度，组织有关工作人员进行环保、土地复垦知识的技术培训；

e）在复垦项目实施过程中，定期或不定期地对在建或已建的土地复垦工程进行检测，随时掌握其施工、绿化成活及生长情况，并进行日常维护养护，建立、健全各项土地复垦的档案、资料，主动积累、分析及整编复垦资料，为土地复垦工程的验收提供相关资料。

三、技术保障

针对本治理区内土地复垦的方法，经济、合理、可行，达到合理高效利用土地的标准。复垦所需的各类材料，大部分就地取材，其它所需材料均可由市场购买，有充分的保障。项目一经批准，立即设立

专门办公室，具体负责复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，项目实施单位必须严格按照复垦总体规划方案执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

a）方案规划阶段，项目施工方应委派技术人员与方案编制单位密切合作，了解方案中的技术要点。

b）复垦实施中，根据本方案的总体框架，与相关技术单位合作，编制阶段性实施计划，及时总结阶段性复垦实践经验，修订本方案。

c）加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进复垦技术治理区的学习研究，及时吸取经验，修订复垦措施。

d）建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按年度有序进行。

e）选择有技术优势和较强社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

f）项目需配备相关的专业技术人员，加强对相关人员的技术培训，确保在项目的实施、监测工作中能及时发现问题。同时加强与相关单位（如三亚市自然资源和规划局、环保局、农业、林业部门）的合作，定期邀请相关技术人员对治理区复垦效果进行监测评估。

g）管理人员除具有相关知识外，还须具有一定的组织能力和协调能力，在治理区治理及复垦过程中能够充分发挥其领导作用，及时发现和解决问题。

h）V 型槽施工工艺复杂，施工条件较差，特别是北侧各级台阶边坡陡峭、高差较大，部分区域甚至出现直立边坡、反坡，且坡面岩石破碎，容易出现岩石掉块、崩塌伤害施工人员以及高处坠落、物体打击等安全事故，V 型槽施工过程较长，施工人员施工过程几乎为高处作业，建设单位、施工方应做好安全防护措施，加强对现场施工人

员的安全培训，施工前应做好作业环境、作业设施、设备的安全检查，施工过程中应按规定穿戴好劳动保护用品，防止安全事故发生。

四、资金保障

为了贯彻“谁污染、谁治理；谁破坏，谁恢复”的环保原则，根据海南省自然资源和规划厅、海南省财政厅和海南省生态环境厅共同印发的《海南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（琼自然资函〔2021〕482 号）的通知，采矿权人应当在银行设立基金账户，单独、据实反映基金的计提和使用情况。采矿权人在开采服务年限内，根据自然资源主管部门评审备案的矿山地质环境保护与土地复垦方案，将矿山地质环境治理费用和土地复垦费用，实行一次核定、分年计提、逐年摊销。按照企业会计准则等规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，矿山剩余服务年限不足 3 年的（含 3 年），采矿权人应当核定尚需治理经费的金额，一次性足额计提基金，本矿山剩余服务年限已不足三年，本次地质环境恢复治理与土地复垦经费需一次性足额计提。

矿山企业需要在其银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。基金由海南颖发土石方工程有限公司自主使用，专项用于地质环境治理与土地复垦。矿山企业的基金提取、使用及矿山地质环境保护与治理恢复方案的执行情况须列入矿业权人勘查开采信息公示系统，本次地质环境治理费用和土地复垦费用全部由海南颖发土石方工程有限公司自主承担。在矿山地质环境恢复治理实施过程中，自觉接受自然资源主管部门的监督。

五、监管保障

a）项目施工方应加强管理，自觉接受三亚市自然资源和规划局

和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便矿山地质环境治理与土地复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。监督机构对于不符合设计要求或质量要求的工程责令限期完成整改，直到满足要求为止。

b）按照复垦方案确定年度安排，制定相应的治理和复垦年规划实施大纲和年度计划，并根据矿山地质环境治理与复垦技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实。由治理区矿山地质环境治理与土地复垦管理办公室负责按照方案确定的年度方案逐地块落实，统一安排管理。以确保矿山地质环境治理与土地复垦各项工程落到实处。

c）坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。在工程建设中择优选择工程队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。同时对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的矿山地质环境治理与土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦及矿山地质环境治理专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受三亚市自然资源和规划局的监督检查。

d）加强矿山地质环境治理与土地复垦政策宣传工作，深入开展学习教育活动。提高社会对矿山地质环境治理与土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

e）加强对矿山治理与土地复垦的后期管理。确保验收合格。

六、效益分析

土地复垦及环境治理效益包括生态效益和社会效益三方面。

1）生态效益

本项目土地复垦方案土地复垦与生态环境工程有机结合，通过土

地复垦有效恢复生态平衡，可涵养水源、保持水土、治理水土流失、防止土地退化，降低洪涝灾害的发生频率。项目实施后，能增加治理区内表土植被、治理水土流失，创造一个良好的生态环境。

（1）有效防止水土流失

原来矿山开采活动对环境造成极大的破坏，并在一定程度上加剧治理区范围的水土流失。土地复垦工程通过植被恢复营造林地，防止治理区生态系统退化及水土流失。

（2）结合治理区前期地质环境恢复治理工程，在现状基础上进行边坡地质灾害隐患消除、恢复治理区植被及生态环境，共恢复矿山生态损毁区域共计 66163m^2，形成治理区内隐患得到消除，安全确有保证，生态环境得到恢复，灌溉有管网、运输有路网的格局，使得治理区与周边环境协调统一。

2）社会效益

矿区进行矿山地质环境恢复治理及土地复垦，有效的改善了矿区地质环境，消除矿山开采活动形成的地质灾害隐患及危岩崩塌等安全隐患，消除矿区高陡边坡视觉污染，同时通过土地复垦方案的实施，一是有利于矿区及附近农林业的安全生产，实现当地社会经济的可持续发展，不仅防治了区域水土流失，还能有效提高土地使用价值。矿山地质环境治理与土地复垦是关系国计民生的大事，不仅对生态环境有着重大意义，而且对全社会的安定团结和稳定发展也起着重要作用。

综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

第七章　结论与建议

一、结论

1、本次地质环境恢复治理与土地复垦范围面积共计 66163m^2，约合 99.24 亩，划分为三个治理区（治理 A 区、治理 B 区、治理 C 区），其中治理 A 区面积 28946m^2，约合 43.42 亩；治理 B 区面积 25628m^2，约合 38.44 亩；治理 C 区面积 11589 ㎡，约合 17.38 亩。

2、确定本次矿山地质环境恢复治理工程的施工周期为 19 个月，其中矿山地质环境恢复治理与土地复垦施工周期为 7 个月，截止至 2022 年 12 月底，植被维护保养期限为 1 年，自 2023 年 1 月至 2023 年 12 月。具体实施时间以项目批准实施之日起算。

3、根据设计的工程量，按照有关定额标准估算，经分析估算本次矿山地质环境恢复治理所需投入经费约为 834.57 万元，其中含税直接工程费 753.57 万元，间接工程费 56.69 万元（含工程招标费 5.28 万元；工程监理费 24.87 万元；设计费 16.00 万元；验收费 10.55 万元），基本预备费 24.31 万元。

4、治理 A 区高陡边坡通过 V 型槽的修建，为无法退台削坡治理的高陡边坡创建稳定的土壤储存空间，并在此基础上植树复绿；高陡、裸露的岩石坡面将会实现复绿。V 型槽植被生长后，与现状台阶平台植被将会对现状北侧边坡坡面复绿，恢复高陡边坡植被，同时与海南地质综合勘察设计院治理范围西北侧区域+165m、+155m、+130m 和 155m 平台的台阶复绿效果形成有机统一，共同恢复矿区生态，消除因裸露岩石高陡边坡造成的视觉污染。

5、根据地形变化情况，对治理 C 区平整后由北至南形成+70~+66m 的底板平台，与海南地质综合勘察设计院治理范围的东南

侧+73~+67m 底板平台基本保持一致，并对平整区域进行覆土植树复绿，最大程度恢复因采矿活动造成的土地损毁，达到与周边地质生态环境保持协调统一的效果。

6、通过实施治理，使治理区复垦为林地，增加有效林地面积，实现增加林地量，完善林业用地相关基础设施建设。矿山破坏土地资源得到有效恢复，矿山开采造成的地质灾害隐患得到有效消除，治理区北侧高陡边坡裸露坡面得到治理，消除治理区视觉污染，治理后矿区与周边环形形成山水林田的协调统一整体。

二、建议

1、矿山地质环境恢复治理和土地复垦过程中应注意植被修复等生态环境保护，完善水土保护工作，严禁破坏矿区周边植被。

2、加强地质环境保护意识，在矿山地质环境恢复治理和土地复垦活动过程中做好水文地质、工程地质、环境地质监测工作和不良环境地质问题的防治工作，治理区内部分边坡陡峭，治理施工过程中应注意安全防护，防止危石崩落和边坡垮塌造成安全事故。

3、台风、强降雨等极端天气因素对矿山地质环境恢复治理工程的实施影响较大，恢复治理工程实施时要充分考虑不可预见因素的影响。

4、治理区北侧高陡边坡 V 型槽治理施工难度大，边坡施工条件较差，存在高处跌落、危石崩落、掉块等安全隐患，高陡边坡治理物料提升、运输过程中均存在安全生产隐患，治理施工做应做好安全生产管理工作，做好施工作业人员安全生产培训，在施工前应由专人做好施工条件检查，排除安全隐患，确保施工安全。同时，在边坡治理施工中，应有安全管理人员现场监督检查，防止安全事故发生。

5、矿山地质环境恢复治理和土地复垦过程中要严格遵守国家相关法律、法规、标准及规范，发现问题及时解决，确实做好矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作。