

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿 矿山地质环境保护与土地复垦竣工报告

治理复垦单位：遂溪县德鑫矿业有限公司

二〇二五年五月

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿 矿山地质环境保护与土地复垦竣工报告

矿山名称：广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿

采矿权人：遂溪县德鑫矿业有限公司

采矿证号：C4408002009107130040381

治理复垦单位：遂溪县德鑫矿业有限公司

法人代表：惠智新

报告编制单位：遂溪县德鑫矿业有限公司

法人代表：惠智新



目 录

一、前言	1
1、任务的由来	1
2、编制依据	2
二、验收调查	7
1、矿山简介	7
2、矿山土地权属情况	7
3、矿山地理位置与交通状况	7
4、采矿权设置情况	8
5、矿山开采历史	9
6、矿山现状	10
7、矿山前期实施的治理措施与土地复垦工程	18
三、项目区基础信息	20
1、自然地理	20
2、矿区地质环境	22
3、水文地质条件	23
4、工程地质条件	27
5、矿体地质特征	27
6、矿区社会经济概况	29
四、规划设计情况	30
1、矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）概述	30
2、《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计具体工程措施	33
3、矿山地质环境保护与土地复垦费用投资估算	37
五、矿山地质环境保护与土地复垦工程执行情况	38
1、矿山治理与复垦范围	38
2、地质环境保护与土地复垦工程措施	38
3、规划设计执行工程量汇总	46
4、方案设计工程措施对比说明	47
5、土地复垦监测措施	49
6、土地复垦管护措施	49
六、质量评估	51
1、复垦质量要求	51
2、工程措施质量情况	53
七、矿山地质环境环境保护与土地复垦投资	56
1、预存的矿山地质环境保护与土地复垦费用	56
2、地质环境保护与土地复垦资金投入情况	56
八、地质环境保护与土地复垦结论	57
九、附件	58
十、附图	58

一、前言

1、任务的由来

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿于 2020 年 1 月 9 日取得采矿许可证延期，期限为：2020 年 1 月 9 日至 2022 年 1 月 9 日，证号为：C4408002009107130040381，开采矿种为玻璃用砂。

矿山坚持“预防为主、防治结合”、“在保护中开采，在开采中保护”、“边开采治理”、“建设绿色矿山”的原则，矿山采矿许可证到期后，矿山企业按照通过审查备案的《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》（下简称《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》，广州德一地质勘察有限公司，2024 年 4 月）进行矿山地质环境保护和土地复垦工作，切实做到边开采、边治理，修复、改善、美化采区地表景观。

多年来，在遂溪县自然资源局等管理部门监督指导下，矿山安全顺利正常生产，没有发生任何安全事故，没有违法乱纪行为；坚持企地共建、利益共享、共同发展的办矿理念，矿区和谐，实现办矿一处，造福一方，促进社会发展。取得较好的经济效益和社会效益。

该矿山采矿证有效期限为 2020 年 1 月 9 日至 2022 年 1 月 9 日。矿山经多年的开采于 2022 年 1 月 9 日采矿许可证到期后停止一切开采活动，进入闭坑治理期。

为做好矿山闭坑工作，采矿权人按《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》对矿山地质环境进行了全面地质环境治理和土地复垦。截至 2025 年 5 月，地质环境保护和土地复垦工程全部完成。

现对矿山地质环境保护与土地复垦进行调查核实，编并制地质环境保护与土地复垦竣工报告。

2、编制依据

（1）法律、法规及条例

1、《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年修订）（第八届全国人民代表大会常务委员会第 21 次会议于 1996 年 8 月 29 日通过，1997 年 1 月 1 日起施行，2009 年 8 月 27 日修订）；

2、《中华人民共和国土地管理法（2019 年修订）》（主席令第 28 号，2019 年 8 月 26 号颁布，2020 年 1 月 1 日起施行）；

3、《中华人民共和国环境保护法》（第七届全国人民代表大会常务委员会第 11 次会议于 1989 年 12 月 26 日通过，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；

4、《中华人民共和国矿山安全法（2009 年修订）》（第七届全国人民代表大会常务委员会第 28 次会议于 1992 年 11 月 7 日通过，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会议第十次会议<关于修改部分法律的决定>修订，2009 年 8 月 27 日起施行）；

5、《中华人民共和国水土保持法》（第十一届全国人民代表大会常务委员会第 18 次会议于 2010 年 12 月 25 日修订通过，自 2011 年 3 月 1 日起施行）；

6、《矿山地质环境保护规定（2019 年修订）》（2019 年 8 月 14 日发布，自发布之日起实施）；

7、《地质灾害防治条例》（国务院〔2003〕394 号令公布，2004 年 3 月 1 日起施行）；

8、《土地复垦条例》（2022 年修订）；

9、《土地复垦条例实施办法（2019 年修订）》（自然资源部 2019 年 9 月 4 日公布）；

10、《广东省矿产资源管理条例（2022 年 7 月 26 日修正）》；

11、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（中华人民共和国国务院令第 743 号）。

（2）有关政策性文件

1、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20 号，2011 年 6 月 13 日）；

2、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号）；

3、《国务院办公厅印发贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作决定重点工作分工方案的通知》（国办函〔2011〕94 号）；

4、《关于进一步规范和完善〈矿山地质环境保护与治理恢复方案编制审查工作实施意见〉的通知》（粤国土资地环发〔2011〕46

号);

5、《广东省国土资源厅转发国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(粤国土资地环发〔2017〕4 号);

6、《转发〈财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见〉的通知》(粤财综〔2018〕60 号);

(3) 规程、规范及标准

- 1、《区域地质图图例》(GB/T 958-2015);
- 2、《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB 12719-2021);
- 3、《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);
- 4、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- 5、《工程岩体分级标准》(GB 50218-2014);
- 6、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015);
- 7、《滑坡防治工程勘查规范》(GBT32864-2016);
- 8、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006);
- 9、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 0221-2006);
- 10、《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020);
- 11、《地下水监测规范》(SL/T183-2005);
- 12、《地表水和污水监测技术规范》(HJ-T91-2002);
- 13、《水土保持综合治理规划通则》(GB/T 15772-2008);
- 14、《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2023);

- 15、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- 16、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 17、《土地开发整理项目预算定额标准（2011 版）》（财综〔2011〕128 号）；
- 18、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 19、《土壤环境监测技术规范》（HJ-T166-2004）；
- 20、《造林作业设计规范》（LY/T1607-2003）；
- 21、《第二次全国土地调查技术规程》（TD/T1014-2007）；
- 22、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- 23、《土地复垦技术标准》（UDC-TD）；
- 24、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）。
- 25、《矿山地质环境监测技术要求（试行）》（T/CAGHP088-2022）；
- 26、《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP011-2018）；
- 27、《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）；
- 28、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）。

（4）技术文件与资料

- 1、《遂溪县 2022 年度土地利用现状图（局部）》（遂溪县自然资源局）；
- 2、《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿产资源储量核实报告》（广东省地质物探工程勘察院，2009 年 2 月）；
- 3、《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土

地复垦方案（闭坑）》（2024 年 4 月，广州德一地质勘察有限公司）。

二、验收调查

1、矿山简介

采矿权人：遂溪县德鑫矿业有限公司

矿山名称：广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿

项目所在地：遂溪县洋青镇

项目性质：停采项目

开采方式：露天开采

开采矿种：玻璃用砂

生产规模：5 万 m³/a

矿区面积：0.0678km²

开采标高：+25.2~+12m

2、矿山土地权属情况

本建设项目使用的土地属国有土地，复垦区土地所有权和使用权属广前公司洋青分场高岭队的国有土地。土地复垦责任人为遂溪县德鑫矿业有限公司，土地权属清楚，无土地权属纠纷。

3、矿山地理位置与交通状况

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿位于遂溪县 287° 方向直距 16km 处，行政区划隶属湛江市遂溪县洋青镇管辖。矿区地理中心坐标为：东经：110°05′ 46″，北纬 21°24′ 10″。

矿区有约 4km 村道（水泥路面）与洋青镇相接，洋青镇有公路与遂溪县城相连，车程约 12km，交通较为方便（图 1-1）。

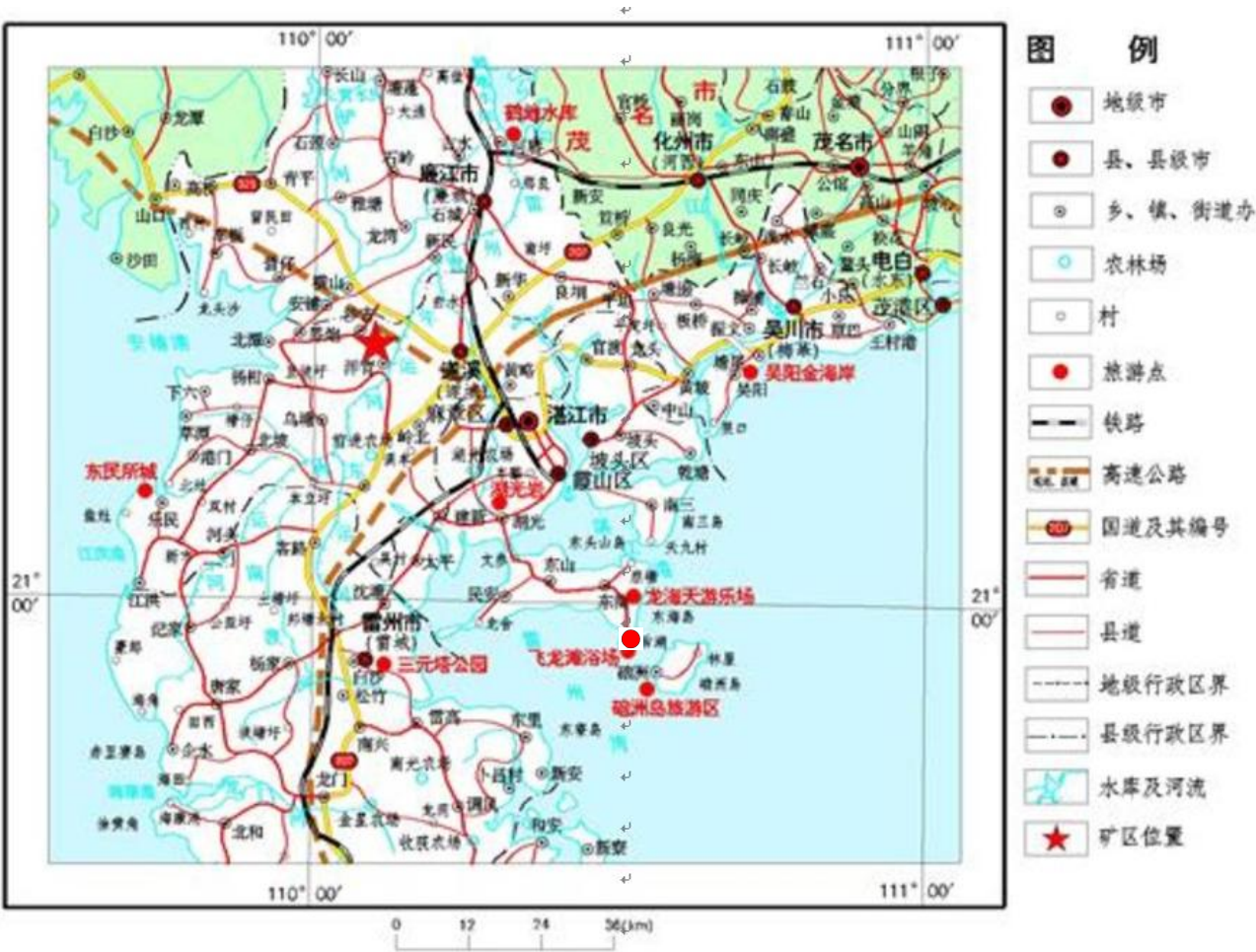


图 2-1 矿区交通位置图

4、采矿权设置情况

矿山于 2008 年由遂溪县德鑫矿业有限公司（莫小梅）投资建设，根据广东省地质物探工程勘察院 2008 年 11 月提交的《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿资源/储量核实报告》，矿区累计探明储量 132.65 万吨（66.89 万 m³），保有资源储量 118.96 万吨（59.99 万 m³）。2009 年 10 月 26 日取得采矿许可证，证号：C4408002009107130040381，期限为：2009 年 10 月 26 日至 2019 年 10 月 26 日。发证机关：湛江

市国土资源局，矿区面积 0.0678km²，开采矿种为玻璃用石英砂矿，生产规模 5.0 万 m³/年，开采深度由+25.2m~+12m 标高。

2020 年 1 月 9 日取得采矿许可证延期，期限为：2020 年 1 月 9 日至 2022 年 1 月 9 日，发证机关：湛江市自然资源局。矿区范围拐点坐标见下表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标

拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	2368166.31	37406281.55
2	2368178.31	37406356.55
3	2368036.31	37406305.55
4	2368004.31	37406392.55
5	2367925.31	37406375.55
6	2367887.31	37406543.55
7	2367729.31	37406502.55
8	2367797.31	37406219.55

5、矿山开采历史

矿山在取得采矿许可证之前，在矿区范围内北部及外围地带曾有民采活动，采耗资源量为 13.69 万 t。矿山取得采矿许可证后，在 2010 及 2011 年曾有间断的采矿活动，并采用露天开采方式，自上而下、分水平台阶露天水下开采。但在 2012 年至 2015 年 5 月底，矿山又处于停采状态，2015 年 6~8 月恢复开采，后因矿坑积水严重而停采。2016 年重新恢复开采后，因矿坑积水，开采方式转为崩落式抽砂泵开拓+自流水力运输的开拓方案。

6、矿山现状

(1) 矿山平面布局

根据《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，矿山平面主要由露天采场、工业场地、综合服务区、临时堆场等辅助设施场地组成，矿山平面布置见图 1-2。



图 2-2 矿山平面布局图

（2）矿山工程布局概况

露天采场：根据《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，矿山经多年的开采于2022年停采，目前矿区范围内已基本开采完毕，矿区面积约 6.7790hm^2 ，与民采矿坑一起形成一个面积约 7.8889hm^2 的损毁区域，坑顶标高一般 $21.1\sim 25.8\text{m}$ ，采坑呈不规则多边形，除矿坑西南角分2个台阶开采（剥离台阶和采矿台阶）外，其余地段都是1个台阶。西南角剥离台阶（一级台阶）高 $3.7\sim 4.0\text{m}$ ，采矿台阶（二级台阶）高 $8.4\sim 11.7\text{m}$ （缓坡），一级平台标高 $+20.6\sim +21.8\text{m}$ ，二级平台（坑底）标高 $+10.1\sim +12.2\text{m}$ ，边坡坡度一般为 $55^\circ\sim 70^\circ$ ，坑底为缓坡，标高一般为 $+9.6\sim +16.5\text{m}$ 。矿坑内积水水域面积为 59969m^2 ，水面标高 $+19.44\text{m}$ ，最大水深 9.3m ，采坑北部、西部、东部大部分裸露台阶已于前期生产过程中进行复垦，以及对南部部分台阶进行降坡修整。



图 2-3 采场西北部（含矿区外民采区域）现状（前期复垦）



图 2-4 采场北部（含矿区外民采区域）现状（前期复垦）



图 2-5 采场西部现状（前期复垦）



图 2-6 采场东部现状（前期复垦）



图 2-7 采场南部修整边坡（前期复垦）

工业场地：根据现场勘查了解，工业场地位于矿区南侧，内设

洗矿区、破碎厂房、仓库等辅助设施。



图 2-8 工业场地现状

综合服务区：根据现场勘查了解，综合服务区位于矿区南侧，紧挨着工业场地，综合服务区的功能定位于服务于机修、生活、材料供应和生产管理等。

临时堆场：根据现场勘查了解，矿山共设置三个临时堆场，其中一号临时堆场位于矿区东南侧，另外两个临时堆场位于工业场地与综合服务区的南侧，这两个临时堆场矿山已办理临时用地手续。

（3）土地损毁情况

根据《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，矿山经多年的开采于 2022 年停采，矿山进入闭坑治理期，同时将可再利用的矿山附属设施场地，即矿区外的工业场地、综合服务区、临时堆场（共占地面积约 35.33 亩）保持现状，暂不进行复垦，未纳入矿山治

理与复垦责任范围。矿山附属设施场地所属地块土地权属广东省广前糖业发展有限公司，遂溪县德鑫矿业有限公司通过土地租赁的方式将该地块进行租赁并建成矿山附属设施场地，广东省广前糖业发展有限公司现原则同意该地块暂不进行复垦，待土地租赁使用期满后由遂溪县德鑫矿业有限公司按照国家及属地相关规定进行复垦，然后交还给土地权属单位。

本矿山应治理与复垦总面积为 8.0279hm^2 ，其中矿区实际损毁面积 7.8889hm^2 ，未损毁维持现状区域面积 0.1390hm^2 。

关于矿山实际损毁面积，本矿山不存在超采和越界开采情况，矿山在取得采矿许可证之前，在矿区范围内北部及外围地带曾有民采活动，并在矿区北部及外围形成一个民采坑，由于矿区外民采坑属本矿区复垦责任范围，故本矿区复垦总范围面积包括矿区外民采坑面积，其次矿区范围内西南侧有部分区域为工业场地的加工厂房，其占地面积约 0.4694hm^2 ，本矿区复垦总范围面积也包含矿区范围内西南侧工业场地面积，综上所述，矿山实际开采损毁面积约 7.8889hm^2 。

关于矿山未损毁维持现状区域面积，矿区红线范围内北侧有部分区域是当地村落自然田块，虽然这些区域在矿区范围内，但矿山在多年开采过程中并未损毁这些区域，未损毁维持现状区域土地利用现状为水浇地、其他林地，面积 0.1390hm^2 。根据矿区范围内耕地质量等别数据所示，未损毁维持现状区域耕地复垦前后为国家利用等 7 等，未损毁区域未发生改变。



图 2-9 未损毁区域现状（水浇地）



图 2-10 未损毁区域现状（其他林地）



图 2-11 未损毁区域位置分布图

综上所述，广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山实际需治理与复垦范围为露天采场区域（含矿区内工业场地）。

露天采场（含矿区内工业场地）土地损毁实际情况：

露天开采活动对地形地貌景观的破坏主要表现为采矿过程中，剥离表土，损坏自然植被，造成区内岩体裸露，一定程度上破坏了周边生态地质环境，同时对地形地貌景观带来影响，总体影响程度严重。露天采场（含矿区内工业场地）复垦责任范围内土地利用类型为乔木林地（ 0.0329hm^2 ）、其他林地（ 0.1855hm^2 ）、坑塘水面（ 6.3846hm^2 ）、采矿用地（ 1.2859hm^2 ），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

未损毁维持现状区域复垦责任范围内土地利用类型为水浇地（0.0468hm²）、其他林地（0.0922hm²），该区域未损毁，对土地损毁程度为轻度。

表 2-1 露天采场（含矿区内工业场地）实际损毁情况统计表

损毁区域	实际已损毁面积（hm ² ）	未损毁面积（hm ² ）	土地类别	占地性质	损毁程度
露天采场 （含矿区内 工业场地）	7.8889	0.1390	耕地、林地 水域及水利设施用地 城镇村及工矿用地	挖损	重度
总计	8.0279		—	—	—

7、矿山前期实施的治理措施与土地复垦工程

因矿坑大面积积水，矿山前期实施的治理措施与土地复垦工程有限，采坑北部、西部、东部大部分裸露台阶已进行复垦，已复垦区域主要工作有覆土、植树、设立防护围栏与警示牌。目前矿山在采坑四周已有护栏长 1168m，铁丝网 1401.6m²，其中永久为 1056m²，剩余 345.6m² 为南部临时护栏，由于矿山 2021 年开采将其拆除，计划矿山闭坑后将重新增设，矿山原有警示牌 22 个，分别分布于采坑东、西、北面采坑边，其中西面 8 个、北面 14 个。



图 2-12 矿山前期实施的采坑防护围栏

三、项目区基础信息

1、自然地理

(1) 气象

矿区位于雷州半岛北缘，属北热带季风气候，具有风多、雷暴频、雨量集中、夏长冬短、气候温和、冰霜罕见的特点。

据湛江市气象科技信息服务中心（1951—2021年）资料，评估区气象参数如下：

年平均气温	23.1℃
历史年极端最高气温	38.0℃(1990年8月23日)
历史年极端最低气温	1.3℃(1975年12月14日)
年平均蒸发量	1587.4mm
年降水量	1369.2~2326.0mm
年平均降水量	1588.8mm
历史年最大降水量	2539.7mm（1985年）
历史年最小降雨量	929.7mm（1977年）
历史月最大降水量	603.9mm(2013年7月)
历史日最大降水量	273.8mm(2004年7月19日)

降水分配:降水多集中在4~9月，约占全年82%，有雨季、旱季之分。

雾况:雾日多集中于1~4月，约占全年雾日的83%，多于午夜形

成，次日10时后渐散，多为平流雾。多年平均雾日25.9天，年最多雾日为52天，年最少雾日11天。

雷暴:年平均雷暴日100天，主要发生在3~11月。

风况:4~9月多东及东南风，10月~次年3月盛行北及东北风，一般3~4级，最大达6~7级。热带风暴一般发生于5~11月，以7~9月居多，平均每年5~6次波及该市，风力大于8级以上的出现天数平均每年7天。个别年份会受

强台风袭击，1954年8月29日曾遇12级以上大风。1996年9月9日受到特大台风袭击，中心附近瞬时极大风速高达57m/s。

(2) 水文

矿区地形平缓，采坑积水成塘，水域面积为59088m²，水面标高+19.44m，最大水深9.3m。根据现场调查了解，在矿区东北部约200m处有一个小水塘，水域面积约3840m²，具有养殖和灌溉功能；在矿区西北侧约220m处发育有小溪流，河床宽约20m，水面宽8m，水深0.1~0.4m，流量0.4m³/s。此外，未发现其它地表水体。

(3) 地形地貌

矿区地貌属北海组冲洪积平原，在评估区范围内，地形标高一般+21.7~+25.9m，地形平缓，相对高差小于2m，坡度<3°，由东南高往西北渐降。矿区周边地面标高+17.3~+26.2m，地形开阔平缓，总体东南高西北低。

(4) 植被

受亚热带海洋性气候影响，矿区一带植被以桉树、发财树、香

蕉、蔬菜（辣椒、韭菜等）及其它农作物为主，矿区内由于多年开采的原因，植被造成了一定程度上的破坏，无地表植被，见图 3-1。



图 3-1 矿区周边植被

（5）土壤

矿区土壤类型粘性土，岩性为粉质粘土，以褐黄色、灰白色为主。土壤层 pH 值为 6.04，有机质含量 1.22%，植被覆盖较好地段可达 3 以上%，适宜种植各类经济作物，特别是热带作物。

2、矿区地质环境

（1）矿区地层

矿区出露地层由老到新有第四系湛江组（Qz）和北海组（Qb）。

①湛江组（Qz）

出露于采坑中，整个矿区均有分布。岩性为灰白色粗、中砂，局部含砾或夹粘土层，中密，粗中粒结构，厚度大于 20m，上部覆

盖层厚一般为 3.0~4.5m，局部达 6.0m。隐伏于北海组之下，为含矿层。

②北海组（Qb）

分布于整个矿区地表，采坑中已被剥离。岩性以褐黄色、灰白色粉质粘土为主，厚度一般为 2.4~4.2m，局部达 6.0m。

（2）岩浆岩

矿区范围地表及浅层未见岩浆岩分布。

（3）构造

矿区范围较小，据野外调查及区域资料，构造不发育。

3、水文地质条件

（1）地下水类型及富水性

矿区位于北海组冲洪积平原区，地下水类型为第四系松散岩类孔隙水，含水层岩性为湛江组砂性土，厚度大，近水平层状分布，富水性好，透水性强。据区域水文资料，矿区地下水水量丰富，水位埋深为 4.4~5.3m，单井涌水量大于500m³/d。

（2）地下水补给、径流及排泄条件

矿区位于北海组冲洪积平原区，地形平缓，湛江组含水层近水平层状发育。矿区附近没有大的地表水体，地下水主要接受大气降水补给，此外在抽水条件下还接受地下水侧向补给。地下水接受补给后，先以垂直迳流方式由上往下补给连通的不同含水层，然后在隔水层的作用下，依含水层倾向或区域地下水流向自高往低迳流，

最后储存于含水层中或在低洼处以渗流、泉水的形式排出地表。

(3) 地下水动态

矿区地下水水位动态与降雨关系最为密切。据区域水文地质资料，矿区一般 3~5 月为枯水期，6~10 月为丰水期，其余月份为平水期，地下水水位动态与降雨关系较为密切。同时，地下水水位随季节性变化明显，最高及最低水位的出现一般滞后丰枯水期半个月至一个月，水位年变幅 0.88~3.73m。

(4) 矿坑涌水量预测

据现场观察，矿山开采采用负地形开采，矿体赋存于地下水位以下，开采后会造成矿坑充水，此外大气降水也会造成矿坑充水。矿坑充水主要来源于大气降水和地下水，矿坑集雨量加上地下水涌水量减去蒸发量和降雨入渗补给量即为矿坑充水量。

由于采矿采用水下抽采方式，矿坑充水有利于采矿活动，因此没进行矿坑涌水量抽水试验。但据近几年年报测定（12 月枯季），采坑水位标高为+18.0~+19.4m；据区域水位资料，矿区区域地下水位标高为+17.0~+20.1m；两者标高相差不大，且含水层厚度大、富水性好，透水性强，采坑积水主要为地下水充水。

矿坑周边地表水系不发育，仅有的两个水塘也位于北海组地层中，与矿坑积水连通性较差，两者水力联系不密切。因此，矿坑积水量主要为矿坑地下水积水量与降雨积水量之和与矿坑蒸发量之差。

1) 矿坑地下水积水量计算

按多年矿坑水位测定数据，矿坑枯季水位标高为+18.0～+19.4m，据区域水位资料，矿区区域水位标高为+17.0～+20.1m；因此，矿坑地下水积水量计算时，正常条件采用按水位标高+18.6m 进行估算。极端条件按标高+20.1m 进行估算。

计算结果见下表。

矿坑地下水积水量计算表

面积 (m ²)				水深 (m)		地下水积水量 (m ³)	
正常		极端					
顶	底	顶	底	正常	极端	正常	极端
63828	53098	69312	53098	8.0	9.5	467704	581448

2) 矿坑集雨量计算

集雨量计算公式：

$$Q_{\text{集}} = F A \text{ (式 2-1)}$$

式中：

$Q_{\text{集}}$ —矿坑集雨量(m³/d)；

F —汇水面积(m²)，在实测地形图求取；

A —日降雨量(m)，取遂溪县近 10 年日平均降雨量和 50 年日最大降雨量。经计算，矿坑集雨量计算结果见下表。

矿坑集雨量计算表

汇水面积 (F)	日降雨量 (A)		矿坑集雨量 (Q _集)	
	平均降雨条件	50 年最大日降雨条件	平均降雨条件	50 年极端降雨条件
m ²	m		m ³ /d	m ³ /d
243034	0.0049	0.274	1191	66591

3) 蒸发量计算

$$Q_{\text{蒸}} = F B \text{ (式 2-2)}$$

式中：

$Q_{\text{蒸}}$ —矿坑蒸发量(m^3/d)；

F —汇水面积(m^2)，在实测地形图求取；

B —日蒸发量(m)，取遂溪县近 10 年日平均蒸发量。

经计算，矿坑蒸发量计算结果见下表。

矿坑蒸发量计算表

汇水面积 (F)	日蒸发量 (B)	蒸发量 ($Q_{\text{蒸}}$)
m^2	m	m^3/d
243034	0.0043	1045

根据上述矿坑充水估算方法，经计算，在正常和极端条件的矿坑充水量见下表。

矿坑蒸发量计算表

汇水面积 (F)	日蒸发量 (B)	蒸发量 ($Q_{\text{蒸}}$)
m^2	m	m^3/d
243034	0.0043	1045

由上估算结果可知，正常降雨时，矿坑集雨量 $1191\text{m}^3/\text{d}$ ，大部分可通过蒸发等方式消耗掉，只有 $146\text{m}^3/\text{d}$ 汇流到采坑；极端降雨天气条件下，集雨量为 $66591\text{m}^3/\text{d}$ 的充水量。经估算，预测闭坑后采场正常降雨条件下矿坑充水量为 $467850\text{m}^3/\text{d}$ ，水位标高为+18.6m；50 年一遇极端降雨天气条件下，造成矿坑最大充水量为 $646994\text{m}^3/\text{d}$ ，最高水位标高约为+20.1m。现状采坑内水面标高+19.44m，矿坑周边标高一般为+21.1~+25.5m，不会造成周边水浸现象。

矿区位于北海组冲洪积平原区，地下水类型单一，地下水丰富，矿坑充水主要来源于大气降水及地下涌水。

综合上述因素，矿山水文地质条件中等。

4、工程地质条件

工程地质体由上往下主要有北海组粉质粘土和湛江组砂矿层。北海组粉质粘土分布于地表，厚度一般为 2.4~4.2m,遇水易崩解，工程性能相对较差；下伏湛江组砂矿层呈厚层状分布，厚度大于 20m，松散、湿~饱和，安息角小，易崩解。遂溪县洋青镇高岭石英砂矿项目现采矿许可证到期，目前矿山处于停采状态，因此矿山采矿权人遂溪县德鑫矿业有限公司申请矿山闭坑。目前，在矿区范围内外已形成一个面积约 79810m² 的采坑，采坑上部形成一段高度 2.5~7.0m、坡度为 55°~80°的陡坡，下部为锅锥状的缓坡淹没于水中。边坡自然恢复状态良好，植被发育，基本稳定。

综合评定矿床开采工程地质条件属中等类型。

5、矿体地质特征

(1) 矿体特征

矿体赋存于第四系更新统湛江组中，局部夹条带状或透镜状粘土层，整个矿区均有分布，下伏于北海组粉质粘土之下，地表未见有出露。上覆北海组盖层厚 2.4~4.2m。矿体为湛江组白色、浅灰白色中粗砂，含砾砂，呈层状产出，总体走向 NE12°，倾向 NW，倾

角 NE1~2°，矿坑内平面上呈多边形分布，长 170m~380m，宽 50m~290m，厚度 8.7~10.8m，面积 67790m²。矿体围岩为湛江组中粗砂。

目前，矿区已经停采，矿区内矿体开发完毕，多年开采已表明，矿区内矿体连续性好，质量较稳定。

（2）矿石特征

①矿石物质组成

矿石为湛江组白色、浅灰白色中粗砂，含砾砂。

矿物成分以石英为主，含量约 90%，石英无色，透明~半透明，次浑圆状，表面局部被铁质渲染呈浅黄褐色，含少量长石和微量暗色矿物。据颗粒分析结果，粗粒及以上占 44.27%，余下为中粒及以下。

②矿石结构构造

松散结构，层状构造。

③矿石化学成分

根据《储量核实报告》资料所示，矿石主要化学组成：SiO₂ 平均含量为 4.62%、Fe₂O₃ 平均含量为 0.25%、Al₂O₃ 平均含量为 2.54%、Cr₂O₃ 平均含量为 0.0011%、TiO₂ 平均含量为 0.1029%、CaO 平均含量为 0%、MgO 平均含量为 0%。

④矿石类型和品级

根据《玻璃硅质原料、饰面石材、石膏、温石棉、硅灰石、滑石、石墨矿产地质勘查规范》（DZ/T0207—2002）中表 H.1 平板玻璃

用硅质原料质量要求： $\text{SiO}_2 > 90\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 < 5.5\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 3.3\%$ ，本矿石达到平板玻璃用硅质原料四级要求。

6、矿区社会经济概况

遂溪县属沿海经济开放县，全县农村综合实力较强，是广东省农、林、牧、渔重要产区之一。遂溪县现有乡镇企业 1 万多家，其中年产值亿元以上的有 2 家。工业已建起制糖、建材、化工、机械、发电、造纸、陶瓷、食品、纺织、医药、塑料制品等较为齐全的格局，拥有大小企业 2410 多家，三资企业 80 多家。通过深入实施“外向带动”、“科技推动”“区域联动”和“可持续驱动”四大发展战略和深化国企改革，引入新的投资主体，国民经济保持稳步发展。

洋青镇是遂溪有名的“粮仓”和“甜镇”。特色农业产品有蚕茧、腌萝卜、无公害外运菜、韭菜、花生油、香蕉等，甘蔗是该镇的主要经济支柱。“沙古腌萝卜”、“陈屋韭菜”已经远近闻名。全镇有工业企业 108 个，其中规模以上企业 1 个。

经调查，矿区和周边范围内没有文物古迹、地质遗迹、景区或自然保护区。总之，矿区交通、自然地理及经济条件可为矿山开发提供理想的发展条件。

四、规划设计情况

1、矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）概述

（1）《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》概况

采矿权人已于 2024 年 4 月委托广州德一地质勘察有限公司完成了《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》（下简称《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》）。以上方案作为实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据。

根据《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，矿山设有露天采场、工业场地、综合服务区、临时堆场等附属设施场地，其中矿山工业场地、综合服务区、临时堆场等附属设施场地为保留区域，未纳入矿山治理与复垦责任范围。

本矿山的治理与复垦总面积为 8.0279hm^2 ，其中矿区实际损毁面积 7.8889hm^2 ，未损毁维持现状区域面积 0.1390hm^2 。

关于矿区实际损毁面积，本矿山不存在超采和越界开采情况，矿山在取得采矿许可证之前，在矿区范围内北部及外围地带曾有民采活动，并在矿区北部及外围形成一个民采坑，由于矿区外民采坑属本矿区复垦责任范围，故本矿区复垦总范围面积包括矿区外民采坑面积，其次矿区范围内西南侧有部分区域为工业场地的加工厂房，其占地面积约 0.4694hm^2 ，故本矿区治理与复垦责任总范围面积也包括矿区范围内工业场地面积，综上所述，矿山实际开采损毁面积约

7.8889hm²。

关于矿山未损毁维持现状区域面积，矿区红线范围内北侧有部分区域是当地村落自然田块，虽然这些区域在矿区范围内，但矿山在多年开采过程中并未损毁这些区域，未损毁维持现状区域面积0.1390hm²。

综上所述，广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山实际需治理与复垦范围为露天采场区域（含矿区内工业场地）。设计治理与复垦区域与保留区域分布见图 4-1。

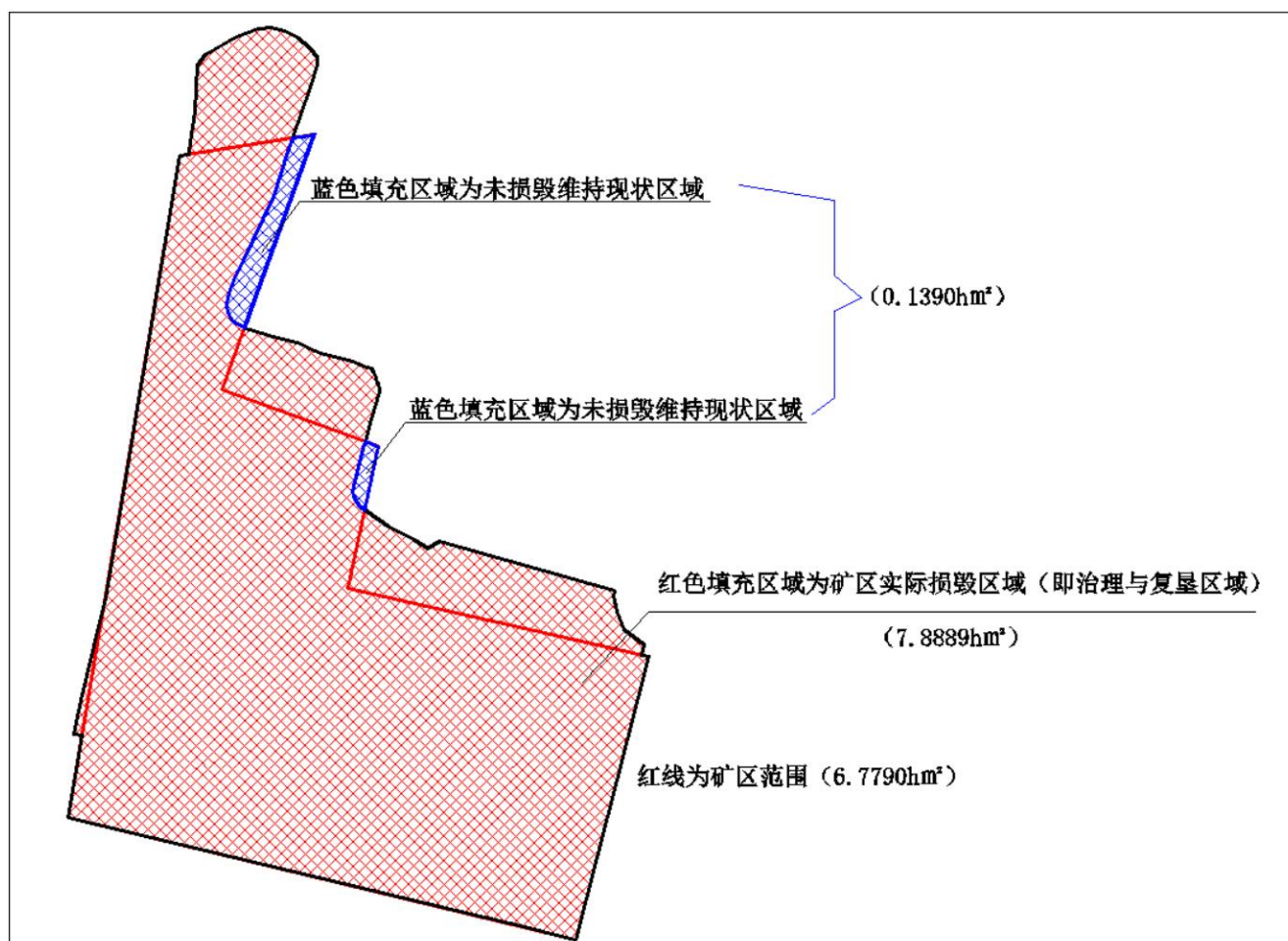


图 4-1 治理与复垦区域划分图

（资料来源：引用《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》，2024 年 4 月）

(2)《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计复垦方向

露天采场（含矿区内工业场地）复垦责任范围内土地利用类型为乔木林地(0.0329hm²)、其他林地(0.1855hm²)、坑塘水面(6.3846hm²)、采矿用地（1.2859hm²），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

未损毁维持现状区域复垦责任范围内土地利用类型为水浇地（0.0468hm²）、其他林地（0.0922hm²），该区域未损毁，对土地损毁程度为轻度。

对露天采场已损毁土地分析论证，并结合矿山实际情况，方案设计矿山闭坑治理期间，露天采场（含矿区内工业场地）正地形所挖损土地复垦为林地，露天采场凹陷采坑所挖损土地复垦为坑塘水面；未损毁维持现状区域维持现状（其中水浇地面积 0.0468hm²、其他林地面积 0.0922hm²）。复垦前后土地利用结构调整表见表 4-1。

表 4-1 复垦前后土地利用结构调整表

复垦前					复垦后				
一级地类		二级地类		面积 hm ²	一级地类		二级地类		面积 hm ²
01	耕地	0102	水浇地	0.0468	01	耕地	0102	水浇地	0.0468
03	林地	0301	乔木林地	0.0329	03	林地	0301	乔木林地	1.8920
		0307	其他林地	0.2777			0307	其他林地	0.0922
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	6.3846	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	5.9969
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	1.2859					
合 计				8.0279					8.0279

2、《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计具体工程措施

（1）露天采场（含矿区内工业场地）治理措施

1）截水沟措施

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计在露天采场外围坡顶浆砌块石环形截水沟，防止地表径流直接冲刷采场场地内，修筑长度约 492m，截水沟断面规格为矩形，底宽 0.6m，高 0.6m，开挖断面面积 0.7m^2 ，砌筑断面积为 0.34m^2 ，纵向顺地形布置，其上涂水泥砂浆抹面，具体规格尺寸如图 4-2。

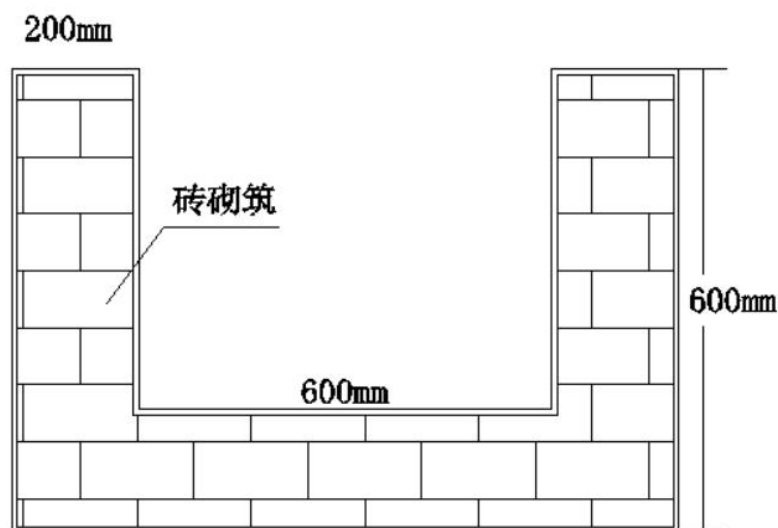


图 4-2 截水沟大样图

2）外排水措施

在露天采场外围设置沉砂池 1 座，设计修筑位置位于矿区东南侧 7 号拐点附近。

（2）露天采场（含矿区内工业场地）复垦措施

1）工程措施

采坑北部、西部、东部大部分裸露台阶已进行复垦，东南部部分台阶进行了降坡修整，西南部工业场地未拆除，即复垦为林地区域 1.0101hm^2 已复垦，剩余 0.6011hm^2 未复垦。首先对矿区范围内的工

业场地加工厂房进行拆除，拆除面积约 3567m^2 ，其次拆除地面的硬底化，清除面积 3567m^2 ，清除厚度 25cm ，清除量约 891.7m^3 。然后待东南部台阶修整完毕后，在东南部最终坡面的坡脚进行抛石护脚工程，采用石块对岸坡处进行围挡，防止坑塘水面的水流对东南部坡面淘刷而产生崩塌等地质灾害。

最后对采坑东南部、西南部未复垦区域进行覆土与平整改造，覆土面积 0.6011hm^2 ，覆土厚度 0.5m ，待覆土与平整工程完工后对采坑东南部与西南部进行植被复绿。

采坑北部、西部、东部大部分裸露台阶前期已进行复垦，已复垦区域主要工作有覆土、植树、设立防护围栏与警示牌。目前矿山在采坑四周已有护栏长 1168m ，警示牌 22 个，由于矿山 2021 年开采将采坑南部护栏拆除，为保证人员及牲畜安全性，方案设计在采坑南部加设防护围栏（规格尺寸见下图 4-3），设立警示牌，而防护围栏的栏杆采用 60mm 管径的圆柱形铁栏杆，高 2.0m （其中 0.3m 埋在地下基坑中，采用砼固定），间距 2.0m ，采坑南部需修筑防护围栏长度 174m ，需要 87 根铁栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间捆绑铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m ，宽 1.5m ，单体面积 3.0m^2 ，铁丝网总工程量为 261m^2 。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑内坑塘水面，保障人畜生命安全，建议在矿区所有防护围栏表面铁丝网上攀附铁刺篱进行防护，形成二级防护围栏，最后采坑南部每隔 15m 设置一块警示牌，警示牌表面应注明警示人员不得翻越围栏、此处禁止垂钓、禁止损毁围栏等不同类型的内容，警示牌工程量为 12 块。

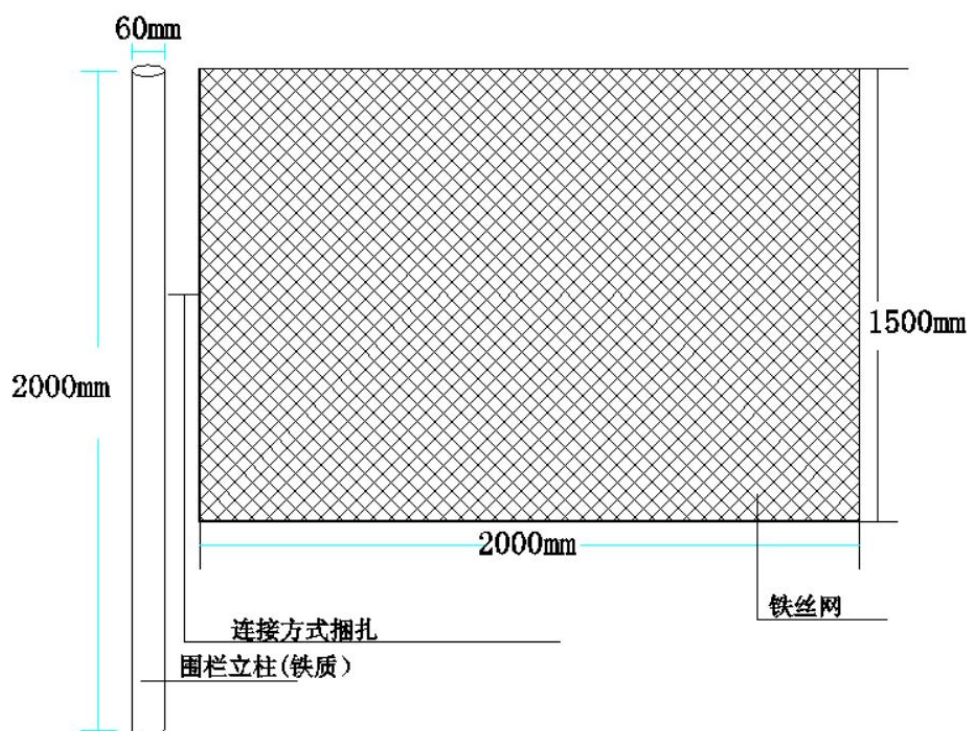


图 4-3 防护围栏示意图

2) 生物措施

按场地的地形，待复垦工程措施完工后对露天采场南部复垦为林地的区域采取乔木草皮混交模式，按 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的间距栽种乔木（夹竹桃），同时场地内撒播毛草，种植面积 0.6011hm^2 ，栽种方式为坑栽，栽种坑的规格为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m} \times 0.3\text{m}$ ，乔木的种苗选用两年生苗，苗高需在 50cm 以上、地径 0.5cm 以上，坑栽的植物种植前按经验每穴施放复合肥 0.25kg ，有机肥 1.0kg 。

采坑南部修整后的台阶坡面由于下缘是坑塘缘故无法种植攀爬植被，本方案设计修整后的采坑南部坡面撒播草种，利用草快速生长起来覆盖整个坡面，即起到护坡的作用又减少水土流失，设计撒播草种的面积约 0.0799hm^2 。

为了加强毛草、乔灌木的存活率及防止水土流失还需进行绿网覆盖，盖绿网可起到遮光、降温、保湿、防暴雨、环保防尘及减轻虫灾传达等功能，绿网覆盖面积为 2116m^2 。

(3) 露天采场（含矿区内工业场地）设计治理与复垦工程量

矿山需进行治理与复垦区域为露天采场（含矿区内工业场地），矿山《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计治理与复垦工程量汇总见表 4-2。

表 4-2 矿山地质环境治理与土地复垦工程量汇总表

措施类别	措施名称	单位	数量	备注
治理措施	境外截水沟	m ³	167.28	总长度 492m
	开挖土石方	m ³	344.4	
	沉砂池	座	1	
复垦措施	土地平整	hm ²	0.6011	采坑南部
	覆土	100m ³	30.05	覆土厚度 0.5m
	抛石护脚工程	m	196	
	夹竹桃	100 株	15.05	
	毛草	hm ²	0.6011	
	撒播草种	hm ²	0.0799	采坑南部坡面
	刺篱木	100 株	40.26	
	复合肥	kg	376	
	有机肥	kg	3518	
	防护栏杆	根	87	
	铁丝网	100m ²	2.61	
	警示牌	块	12	
	清除建筑物	m ²	3567	
	清除地表硬化	m ³	891.7	
	机械外运（废渣）	m ³	891.7	
	工程养护	hm ²	8.0279	
	土壤质量检测	次数	1	
	采样检测	组	2	
	绿网	100 m ²	21.16	

3、矿山地质环境保护与土地复垦费用投资估算

根据《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）估算总投资为 123.10 万元，其中矿山地质环境治理总投资 27.69 万元，土地复垦总投资 95.41 万元。

表 4-3 矿山地质环境保护费用估算表

项目名称: 广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿			金额单位:万元
序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	23.24	83.93
二	其他费用	2.56	9.25
三	不可预见费	0.77	2.78
四	静态总投资	26.57	95.96
五	价差预备费	1.12	4.04
六	动态总投资	27.69	100.00

表 4-4 矿山土地复垦费用估算表

项目名称: 广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿			金额单位:万元
序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	78.16	81.92
二	设备购置费	0	0.00
三	其他费用	11.14	11.68
四	不可预见费	2.67	2.80
五	静态总投资	91.97	96.39
六	价差预备费	3.44	3.61
七	动态总投资	95.41	100.00

五、矿山地质环境保护与土地复垦工程执行情况

1、矿山治理与复垦范围

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山需治理与复垦总面积为 8.0279hm²，其中矿区实际损毁面积 7.8889hm²，未损毁维持现状区域面积 0.1390hm²。故矿山实际进行治理与复垦工程为露天采场（含矿区内工业场地）已损毁区域，面积共 7.8889hm²，复垦方向为林地、坑塘水面，其中复垦为林地 1.8920hm²、复垦为坑塘水面 5.9969hm²。未损毁维持现状区域维持现状面积 0.1390 hm²（其中水浇地面积 0.0468hm²、其他林地面积 0.0922hm²）。详见表 5-1。

表 5-1 矿山实际复垦面积及复垦方向一览表

分区		设计复垦面积 (hm ²)	实际复垦面积 (hm ²)	设计复垦方向	实际复垦方向
露天采场	已损毁	7.8889	7.8889	林地、坑塘水面	林地、坑塘水面
	未损毁	0.1390	0.1390	维持现状	维持现状
合计		8.0279	8.0279	林地、坑塘水面	林地、坑塘水面

2、地质环境保护与土地复垦工程措施

矿山地质环境保护与土地复垦工程按《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》进行施工，始于 2024 年 5 月，截至 2025 年 5 月，地质环境保护和土地复垦工程全部完成，现状复绿效果良好。实际进行治理复垦措施主要如下：

（1）露天采场（含矿区内工业场地）治理措施

1）截水沟措施

在露天采场外围坡顶浆砌块石环形截水沟，防止地表径流直接冲刷采场场地内，修筑长度约 442m，截水沟断面规格为矩形，底宽

0.6m，高 0.6m，开挖断面面积 0.7m^2 ，砌筑断面积为 0.34m^2 ，纵向顺地形布置，其上涂水泥砂浆抹面。现状截水沟见下图 5-1。



图 5-1 现状截水沟

2) 外排水措施

在露天采场外围设置沉砂池 1 座，现状沉砂池见下图 5-2。



图 5-2 现状沉砂池

（2）露天采场（含矿区内工业场地）复垦措施

1）清理工程

对矿区范围内的工业场地加工厂房进行拆除，拆除面积约 3567m²，其次拆除地面的硬底化，清除面积 3567m²，清除厚度 25cm，清除量约 891.7m³。清除后的硬底化地面废渣统一外运至弃渣场处理。



图 5-3 清理后现状

2）抛石护脚工程

在东南部坡面的坡脚进行抛石护脚工程，采用石块对岸坡处进行围挡，共设置 198m，防止坑塘水面的水流对东南部坡面淘刷而产生崩塌等地质灾害。



图 5-4 抛石护脚工程现状

3) 土地平整与覆土工程

对采坑东南部、西南部未复垦区域进行覆土与平整改造，土地平整工程量 0.6011hm^2 ，覆土面积 0.6011hm^2 ，覆土厚度 0.5m ，覆土工程量 3005m^3 。

4) 安全防护工程

在采坑南部加设防护围栏，设立警示牌，防护围栏规格为：高 2.0m （其中 0.3m 埋在地下基坑中，采用砼固定），间距 2.0m ，采坑南部共修筑防护围栏长度约 348m ，需要 174 根铁栏杆，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m ，宽 1.5m ，单体面积 3m^2 ，铁丝网总工程量为 522m^2 。最后采坑南部每隔 15m 设置一块警示牌，警示牌工程量为 20 块。防护围栏现状见下图 5-5。



图 5-5 现状防护围栏



图 5-6 现状防护围栏及警示牌

5) 生物措施

按场地的地形，待复垦工程措施完工后对露天采场南部复垦为林地的区域采取乔木草皮混交模式，按 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的间距栽种乔木（夹竹桃），同时场地内撒播毛草，种植面积 0.6011hm^2 。坑栽的植物每穴施放复合肥 0.25kg ，有机肥 1.0kg 。共种植夹竹桃 1505 株，撒播毛草 0.6011hm^2 ，种植刺篱木 3050 株。

对修整后的采坑南部坡面撒播草种，利用草快速生长起来覆盖整个坡面，采坑南部坡面撒播草种的面积约 0.0799hm^2 。

为了加强毛草、乔木的存活率及防止水土流失，对种植区域进行绿网覆盖，绿网覆盖面积约 2116m^2 。



图 5-7 现状露天采场南部边坡



图 5-8 露天采场南部植被现状

(3) 矿山实际地质环境保护与土地复垦工程量

矿山实际地质环境保护与土地复垦工程量汇总见表 5-2。

表 5-2 矿山实际地质环境保护与土地复垦工程量汇总表

措施类别	措施名称	单位	数量	备注
治理措施	境外截水沟	m ³	150.28	总长度 442m
	开挖土石方	m ³	309.4	
	沉砂池	座	1	
复垦措施	土地平整	hm ²	0.6011	采坑南部
	覆土	100m ³	30.05	覆土厚度 0.5m
	抛石护脚工程	m	198	
	夹竹桃	100 株	15.05	
	毛草	hm ²	0.6011	
	撒播草种	hm ²	0.0799	采坑南部坡面
	刺篱木	100 株	30.50	
	复合肥	kg	376	
	有机肥	kg	3518	
	防护栏杆	根	174	
	铁丝网	100m ²	5.22	
	警示牌	块	20	
	清除建筑物	m ²	3567	
	清除地表硬化	m ³	891.7	
	机械外运（废渣）	m ³	891.7	
	工程养护	hm ²	8.0279	
	土壤质量检测	次数	1	
	采样检测	组	2	
	绿网	100 m ²	21.16	

3、规划设计执行工程量汇总

根据对矿山企业实际完成的矿山地质环境保护与土地复垦工程调查，将实际执行工程量与复垦区域设计工程量进行对比，确定本次矿山地质环境保护与土地复垦工程已完成，详见下表。

表 5-3 工程量对比表

类别	项目	单位	设计 工程量	完成 工程量	完成 比例%	备注
治理措施	境外截水沟	m ³	167.28	150.28	89.84	
	开挖土石方	m ³	344.4	309.4	89.84	
	沉砂池	座	1	1	100.00	
复垦措施	土地平整	hm ²	0.6011	0.6011	100.00	
	覆土	100m ³	30.05	30.05	100.00	
	抛石护脚工程	m	196	198	+1.02	
	夹竹桃	100 株	15.05	15.05	100.00	
	毛草	hm ²	0.6011	0.6011	100.00	
	撒播草种	hm ²	0.0799	0.0799	100.00	
	刺篱木	100 株	40.26	30.50	75.76	
	复合肥	kg	376	376	100.00	
	有机肥	kg	3518	3518	100.00	
	防护栏杆	根	87	174	+100.00	
	铁丝网	100m ²	2.61	5.22	+100.00	
	警示牌	块	12	20	+66.67	
	清除建筑物	m ²	3567	3567	100.00	
	清除地表硬化	m ³	891.7	891.7	100.00	
	机械外运（废渣）	m ³	891.7	891.7	100.00	
	工程养护	hm ²	8.0279	8.0279	100.00	
	土壤质量检测	次数	1	1	100.00	
	采样检测	组	2	2	100.00	
	绿网	100 m ²	21.16	21.16	100.00	

4、方案设计工程措施对比说明

矿山地质环境保护与土地复垦工程基本按《广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》进行施工，考虑现场实际地形情况，部分工程在施工过程中根据矿山现场实际情况对地质环境保护与土地复垦工程进行调整，致使实际竣工内容及工程量与原方案具有一定差异，主要差异在于：

（1）治理措施

1）截水沟措施

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计截水沟修筑 167.28m³，开挖土石方 344.4m³；实际修筑截水沟 150.28m³，开挖土石方 309.4m³。

变动原因：矿山在实际施工过程中，根据现场实际地形情况进行长度调整。

2）外排水措施

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计修筑沉砂池 1 座；实际修筑沉砂池 1 座。

（2）复垦措施

1）清理工程

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计清除建筑物 3567 m²，清除地表硬化 891.7m³；实际清除建筑物约 3567 m²，清除地表硬化约 891.7m³。

2) 抛石护脚工程

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计抛石护脚工程修筑长度 196m；实际修筑抛石护脚工程修筑长度 198m。

变动原因：根据现场实际需修筑抛石护脚工程地形情况进行长度调整。

3) 土地平整与覆土工程

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计土地平整工程量 0.6011 hm²，覆土工程量 3005m³；实际土地平整工程量 0.6011 hm²，覆土工程量 3005m³。

4) 安全防护工程

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计修筑防护围栏 174m，87 根栏杆，铁丝网 261m²，警示牌 12 块；实际修筑防护围栏 348m，174 根栏杆，铁丝网 522m²。警示牌 20 块。

变动原因：矿山在实际施工过程中，根据现场实际需设置防护工程区域进行长度调整。

5) 生物措施

《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》设计种植夹竹桃 1505 株，刺篱木 4026 株，毛草 0.6011hm²，撒播草种 0.0799hm²，挂绿网 2116m²；实际种植夹竹桃 1505 株，刺篱木 3050 株，毛草 0.6011hm²，撒播草种 0.0799hm²，挂绿网 2116m²。

5、土地复垦监测措施

(1) 监测方法

采用实地调查监测和人工巡查观测方法进行监测，对露天采场边坡、台阶监测土地复垦后植被成长情况及配套设施实施情况。

(2) 监测点布设

监测点布置于露天采场通视且便利的区域。共布置 4 个监测点。

(3) 监测频率

对土地复垦后在全面复垦初期(0~3 个月)监测频率为每月 1 次，中期(3~12 个月)根据情况可适当减少频次，两月 1 次，待全面复垦后(1 年后)，为每半年 1 次。

6、土地复垦管护措施

复垦工程结束后，需对闭坑后已复垦的露天采场（含矿区内工业场地）进行公共设施维护以及植被管护工作，管护期为 3 年。三年管护目标为复垦林地区域植树保存率 85%以上，3 年后郁闭度达 35%以上。

三年管护期间的主要工作为：

①复垦工程结束后，分前、中、后期水分管理，前期浇水养护为 60 天，播后第一次浇透水，以后根据天气情况，保持土壤湿润。中、后期依靠自然降水；三个月后，要检查成活情况，及时补植，保证植被成活率；

②按时对复垦区域采取施肥等措施；

③对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护；

对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生；

④部分植物死亡，应及时补植，保证植被成活率。补植的苗木，尽量在高度（为栽植后高度）、粗度或株丛等方面与周边正常生长的植株一致，以保证绿化的整齐性，使管护期间 3 年后植树保存率 85% 以上，3 年后郁闭度达 35% 以上；

⑤定期巡查矿山，维护和保养截水沟、沉砂池、防护围栏等设施；

⑥做好防火工作，尤其气候干燥时要加强对复垦区的监管。

六、质量评估

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山需治理与复垦总面积为 8.0279hm²，其中矿区实际损毁面积 7.8889hm²，未损毁维持现状区域面积 0.1390hm²。本矿山实际进行治理与复垦工程为露天采场（含矿区内工业场地）已损毁区域，面积共 7.8889hm²，复垦方向为林地、坑塘水面，其中复垦为林地 1.8920hm²、复垦为坑塘水面 5.9969hm²。未损毁维持现状区域维持现状面积 0.1390 hm²。

1、复垦质量要求

根据《土地复垦质量控制标准》(GB/T1036-2013)，林地的质量要求如下：

（1）土地复垦基本质量要求

- ①复垦利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调；
- ②复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- ③应充分利用原有表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整、覆盖层的容重应满足复垦利用要求；
- ④排水设施和防洪标准符合当地要求；
- ⑤有控制水土流失措施；
- ⑥复垦区的交通道路布置合理。

（2）林地土地复垦生态质量要求

- ①选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种；
- ②三年后植树成活率 85%以上；

③三年后郁闭度 35%以上。

(3) 土地复垦质量控制标准

项目区复垦标准参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036~2013)中“东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准(林地)”，具体见表 6-1。

表 6-1 林地土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5
			土壤质地	砂土壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤25
			pH值	5.0~8.0
			有机质/%	≥1
		配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
		生产力水平	定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)的要求
			郁闭度	≥0.35

项目区复垦后的土壤必须经过相应的监测，重金属含量需符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)土壤环境质量标准，具体标准详见表 6-2。

表 6-2 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）

序号	污染物项目		风险筛选值 单位: mg/kg			
			pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH > 7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	10
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	水田	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

2、工程措施质量情况

（1）工程质量评价

1）截水沟措施

在矿区采坑周边修筑截水沟及沉砂池，现状排水设施满足治理与复垦范围排水要求。

2）外排水措施

在露天采场外围设置沉砂池，有效控制矿区外排水泥砂含量。

3）清理工程

对矿区范围内的工业场地加工厂房以及地面的硬底化进行清理，清理后现状达到后续复垦工程要求。

4）抛石护脚工程

采用石块对东南部坡面的坡脚处进行围挡，有效防止坑塘水面的水流对坡面淘刷而产生地质灾害。

5）土地平整和覆土工程

对矿区治理与复垦范围场地内进行土地平整与覆土工程，完成后满足场地后续复绿施工要求。

6) 安全防护工程

在整个矿坑的边缘修筑防护围栏，设立警示牌，围栏采用铁栏杆+铁丝网组合构建，有效防止人畜涉足矿山露天采场区域。

7) 生物措施

矿区采用边开采边治理原则，早期种植的植被目前长势良好，成活率 85%以上，符合林地质量的要求。

闭坑治理期对复垦为林地区域种植乔木、草种等植被，复垦为林地区域树木种植高度、间距、排距均符合要求。由于植被处于刚种植完工状态，时间较短，无法准确评估存活率，后期需加强对各治理与复垦区域植被进行相应的灌溉养护、补植以及施肥。

8) 土壤检测

矿山企业对复垦林地区域土壤进行了采集，然后送至广州汇标检测技术中心进行检测。通过广州汇标检测技术中心出具的土壤检测报告（报告编号：WEN2025010421-2，详见附件 8）所示，检测结果显示采集土壤样各项数据均能达到《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》标准的要求。

表 6-3 土壤检测结果及结论表

采样 编号	检测结果（mg/kg、g/kg、g/cm ³ ）										
	隔	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌	pH 值	有机质	容重
LD-2	0.05	0.230	5.08	15.6	51	13	21	38	5.62	12.5	1.23
标准限值	≤0.3	≤1.8	≤40	≤90	≤150	≤50	≤70	≤200	5.0~ 8.0	≥1%	≤1.5
结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

（2）观感和使用功能质量评价

1）观感质量

①植被长势良好，观感质量较好。

②围蔽工程细致，观感质量较好。

2）使用功能

①截排水措施效果较好，有效防止水土流失。

②围蔽工程修建位置与高度符合③原方案要求，达到安全围蔽功能。

③植被绿化发育，水土保持功能较好。

七、矿山地质环境保护与土地复垦投资

1、预存的矿山地质环境保护与土地复垦费用

《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，矿山地质环境保护与土地复垦估算总投资为 123.10 万元。根据仅收集到的矿山地质环境治理保证金凭证所示，矿山企业已缴纳矿山治理保证金额为 61.08 万元。

2、地质环境保护与土地复垦资金投入情况

根据矿山治理与复垦施工费用明细所示（见附件 4），矿山治理与复垦的总实施费约为 93.53 万元。

八、地质环境保护与土地复垦结论

广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山需治理与复垦总面积为 8.0279hm²，其中矿区实际损毁面积 7.8889hm²，未损毁维持现状区域面积 0.1390hm²。故矿山实际进行治理与复垦工程为露天采场（含矿区内工业场地）已损毁区域，面积共 7.8889hm²，复垦方向为林地、坑塘水面，其中复垦为林地 1.8920hm²、复垦为坑塘水面 5.9969hm²。未损毁维持现状区域维持现状，面积 0.1390 hm²，其中水浇地面积 0.0468hm²、其他林地面积 0.0922hm²）。露天采场应进行治理复垦的区域均已治理复垦完成。项目实际投入约 93.53 万元，治理复垦达到矿山边坡的安全稳定，截水沟措施、外排水措施、清理工程、抛石护脚工程、土地平整和覆土工程、安全防护工程、生物措施等工程达到了相关要求，已逐步恢复和重建矿山生态环境系统，美化自然景观，达到与周边环境相协调的景观效果，环境整治和复垦工程质量合格，观感质量较好。

九、附件

- 1、验收申请书
- 2、采矿许可证
- 3、矿山企业营业执照
- 4、矿山治理与复垦施工费用明细
- 5、治理与复垦后现场照片
- 6、土地权属人意见
- 7、矿山已缴纳治理保证金额凭证
- 8、土壤检测报告

十、附图

- 1、土地利用现状图
- 2、规划用地用海示意图
- 3、广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿区土地复垦规划图（引用《地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》）
- 4、广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦工程竣工现状影像图
- 5、广东省遂溪县洋青镇高岭石英砂矿矿山地质环境保护与土地复垦工程竣工图