

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山 生态修复示范工程 实施方案



## 目 录

第一章 基本情况.....	1
第一节 项目摘要.....	1
第二节 自然地理与生态状况.....	4
一、地理区位.....	4
二、生态区位.....	5
三、产业区位.....	6
四、自然地理条件.....	7
五、生态条件.....	19
第三节 主要生态问题和原因分析.....	44
一、土地资源损毁.....	44
二、矿山地质环境安全隐患.....	47
三、植被和生物多样性丧失.....	63
四、水土流失.....	81
五、矿区生态影响.....	86
六、生态问题总结.....	89
第四节 以往矿山生态修复工作情况.....	92
一、“十三五”以来区域矿山生态修复项目.....	92
二、以往矿山生态修复项目概况.....	93
三、以往工作中的问题与经验总结.....	96
第五节 必要性、重要性及可行性分析.....	99
一、项目实施的重要性.....	99

二、项目实施的必要性 .....	103
三、项目实施的可行性 .....	105
<b>第二章 主要工作内容</b> .....	<b>111</b>
第一节 总体思路 .....	111
第二节 基本原则 .....	112
一、坚持保护优先，综合施策 .....	112
二、坚持突出重点，问题导向 .....	112
三、坚持科学管理，永续利用 .....	112
四、坚持深化改革，多元投入 .....	112
第三节 主要目标 .....	114
一、总体目标 .....	114
二、年度目标 .....	116
三、绩效目标 .....	118
第四节 实施范围 .....	120
一、实施范围选取依据 .....	120
二、子项目实施范围 .....	125
第五节 实施内容 .....	128
一、技术路线和编制依据 .....	128
二、地质灾害消除工程（修复单元 I、IV） .....	134
三、地形重塑工程(修复单元 I~II) .....	143
四、土壤重构工程(修复单元 I~V) .....	158
五、植被重建工程(修复单元 I~V) .....	160

六、废弃土地复垦利用(修复单元 II 和 V).....	168
七、跟踪监测(修复单元 I~V).....	171
第六节 工程布局和进度安排.....	185
一、工程子项目布局.....	185
二、总体进度安排.....	193
三、年度工作安排.....	194
<b>第三章 工程概算与资金来源.....</b>	<b>197</b>
第一节 编制依据.....	197
一、编制标准.....	197
二、基础单价.....	198
第二节 工程及费用计算.....	201
一、建筑工程及临时工程.....	202
二、独立费用.....	202
三、预备费及其他.....	202
第三节 项目总投资.....	203
第四节 项目分项投资估算.....	204
一、小东江中游矿山生态修复子项目.....	204
二、小东江上游矿山生态修复子项目.....	207
三、白沙河下游矿山生态修复子项目.....	210
四、白沙河中游矿山生态修复子项目.....	213
五、鸡公河下游矿山生态修复子项目.....	217
六、生态修复跟踪监测子项目.....	220

第五节 分年度投资估算.....	251
第六节 资金筹措情况.....	253
一、资金筹措原则.....	253
二、资金筹措办法.....	253
三、资金筹措方案.....	254
第七节 资金风险防范.....	255
一、内部控制制度框架.....	255
二、外部监督与审查机制.....	255
三、加强收支活动管理.....	256
四、加强资产管理.....	256
五、资金风险管理措施.....	256
<b>第四章 组织实施与监督管理.....</b>	<b>258</b>
第一节 组织实施.....	258
一、加强组织领导.....	258
二、加强制度保障.....	259
第二节 监督检查.....	261
一、防范潜在风险.....	261
二、创新管理机制.....	268
三、落实后期管护.....	271
<b>第五章 项目效益分析.....</b>	<b>274</b>
第一节 生态效益.....	274
一、显著提升区域和国家生态安全保障功能.....	274

二、提升区域生态系统质量 .....	275
三、提高碳汇储备能力 .....	276
四、探索绿色生态发展新路径 .....	276
第二节 社会效益 .....	277
一、提高茂名市人居环境 .....	277
二、助力南方油城生态文明建设 .....	277
三、矿城协调发展，传承油城精神 .....	278
四、带动周边乡村发展，助推乡村振兴 .....	278
五、修复模式示范引领 .....	279
第三节 经济效益 .....	281
一、盘活废弃土地资源，实现废弃工矿用地再利用 .....	281
二、改善人居环境，带动周边土地价值提升 .....	281
三、撬动社会资本对生态环境产业的持续投入 .....	281
四、助力茂名转型发展，增加居民收入水平 .....	282
五、发展特色农业，提高农民收入 .....	282
<b>第六章 其他事项 .....</b>	<b>283</b>
一、拟修复图斑与生态保护红线 .....	283
二、拟修复图斑与永久基本农田 .....	285
三、拟修复图斑与城镇开发边界 .....	285
附件 1：广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程子项目清单 .....	288
附件 2：广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程绩效目标表 （2023-2025 年） .....	294
附件 3：广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程绩效目标表(2023	

年) .....	295
附图 1 拟修复图斑在流域中的位置图 .....	296
附图 2 工程总布局图 .....	297
附图 3 工程总平面图 .....	298
附图 4 实施内容布置图 .....	299
附图 5 小东江中游矿山生态修复子项目工程布局图 .....	300
附图 6 小东江上游矿山生态修复子项目工程布局图 .....	301
附图 7 白沙河下游矿山生态修复子项目工程布局图 .....	302
附图 8 白沙河中游矿山生态修复子项目工程布局图 .....	303
附图 9 鸡公河下游矿山生态修复子项目工程布局图 .....	304
附图 10 生态修复跟踪监测子项目布局图 .....	305
附图 11 拟修复图斑与生态保护红线的关系 .....	306
附图 12 拟修复图斑与永久基本农田的关系 .....	307
附图 13 拟修复图斑与城镇开发边界的关系 .....	308
附件：相关证明和承诺函 .....	309

# 第一章 基本情况

## 第一节 项目摘要

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程（以下简称“项目”），地处中国南海之滨，位于广东省西南部。北靠南方丘陵山地带，南接海岸带，实施范围包括茂南区和高州市 2 个区县。2023 年 4 月 10 日到 13 日，习近平总书记在广东考察调研，总书记提出，要加强陆海统筹、山海互济；4 月 11 日总书记在茂名考察调研时强调，要加强乡村环境整治和生态环境保护，让大家的生活一年更比一年好，总书记的指示为本项目的推进指明了方向。

项目生态区位极为重要，位于《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》“三区四带”总体布局中南方丘陵山地带和海岸带的交汇处，山水林田湖海要素完备，拥有全球同纬度独特的森林生态系统；该区域拥有我国重要生物物种基因库，是国际生物多样性热点地区和国家生物多样性保护优先区，人-地-海交互紧密、关系复杂；是我国生态安全格局的重要组成部分，发挥着重要的屏障作用。

从 2013 年停采后，油页岩-高岭土废弃矿区发生了大量滑坡、崩塌等地质灾害，造成了严重的土地损毁、地貌破坏和水资源破坏，引起了一系列生态退化问题，包括水源涵养功能下降、水土流失加剧、生态系统固碳功能下降、动植物栖息地破坏和生物多样性减少等生态

问题。这些问题严重威胁丘陵山地带南岭生态屏障及海岸带生态屏障的生态安全，威胁区域人居环境安全。鉴于项目区生态区位重要、生态问题突出，实施废弃矿山生态修复工作，迫在眉睫。

广东省人民政府和茂名市人民政府对项目高度重视，项目前期工作扎实，编制完成具有可研深度的实施方案，已完成项目建议书和可行性研究报告的编写工作；成立市政府领导小组，在政策、技术、资金、生态管控要求等可行性方面有充足保障，并创新后期管护制度；出具相关证明函件，确保项目符合生态保护红线、永久基本农田等生态管控的要求，保证项目依法依规；资金来源有保障，中央资金作为支持与引导，省市县三级财政共同投入，地方资金承诺足额落实，并引入社会资本共同参与。项目成熟度高，利用地方资金开展前期初步设计工作，确保经费下达后即能形成实物工作量。

项目符合党的二十大有关生态保护修复新理念，着力提升生态系统多样性、稳定性及持续性，增强生态系统碳汇能力；修复区符合“双重”规划中“三区四带”总体布局，符合《自然资源领域中央与地方财政事权和支出责任划分改革方案》（国办发[2020]19号）、《重点生态保护修复治理资金管理办法》（财资环[2021]100号）。

项目以小东江流域山海通廊作为整体考虑，拟治理图斑面积10.83平方公里，选取原则符合申报要求，相对集中连片。划分5个矿山生态修复分区，明确各个分区的修复方式，部署6个工程子项目，对地质灾害隐患、土地损毁、生态退化等问题，拟实施地质灾害隐患

消除、地形重塑、植被恢复、废弃土地复垦利用等技术措施。修复理念先进，所采用的技术符合国家相关技术规范，突出安全与生态功能，技术成熟可行、可推广、可复制。编制生态修复跟踪监测方案，对生态系统的恢复状况进行长期连续监测。

项目经费概算金额为 **59347.81** 万元，其中申请中央财政资金 **30000.00** 万元，地方财政资金 **23837.81** 万元，社会资本 **5510** 万元。

本项目预期目标主要为治理历史遗留矿山图斑数 **57** 个，面积 **10.83** 平方公里，消除地质环境隐患边坡 **7.7** 公里，增加碳汇林 **148** 公顷，改造退化植被 **664** 公顷，每年可增加碳汇 **78647** 吨，复垦面积 **87** 公顷，可带来直接经济效益超过 **20** 亿元。

本项目的实施对强化南方丘陵山地带和海岸带生态屏障，加强粤港澳大湾区上游水源涵养，落实党的二十大关于“双碳”战略的决策部署，提升生态系统质量与碳汇能力，助力粤港澳大湾区成为新发展格局的战略支点，均有重要的战略意义。项目对我国类似条件的油页岩矿生态修复具有复制推广价值，为社会资本参与城市综合体工矿废弃地修复起到示范性作用。

## 第二节 自然地理与生态状况

### 一、地理区位

茂名市位于广东省西部，东邻阳江市，北东连云浮市，北西接广西壮族自治区，南部与湛江市接壤，是粤西组团式中心城市，也是中国北部湾城市群规划重要节点城市。

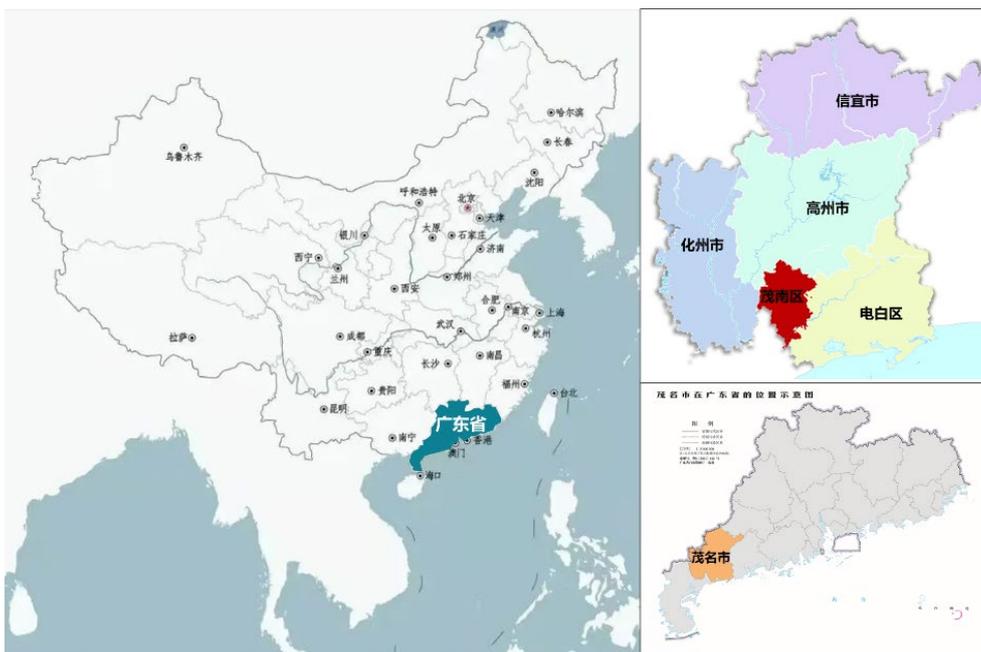


图 1.2- 1 茂名市地理位置

2023 年 4 月 11 日，习近平总书记到茂名考察时提到，要加强陆海统筹、山海互济，加强乡村环境整治和生态环境保护，让大家的生活一年更比一年好。释放出鲜明的信号：立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展。

习近平总书记曾指出“广东是改革开放的排头兵、先行地、实验区，在我国改革开放和社会主义现代化建设大局中具有十分重要的地位和作用。”在本次矿山生态修复示范工程项目的推进中，茂名始终牢记总书记的指示，以先进的理念、系统的视野来统筹区域山水林田

湖草沙一体化治理工作，推进历史遗留废弃矿山的科学修复，打造废弃矿山系统性修复的实验区、工矿废弃地综合整治利用的先行地。

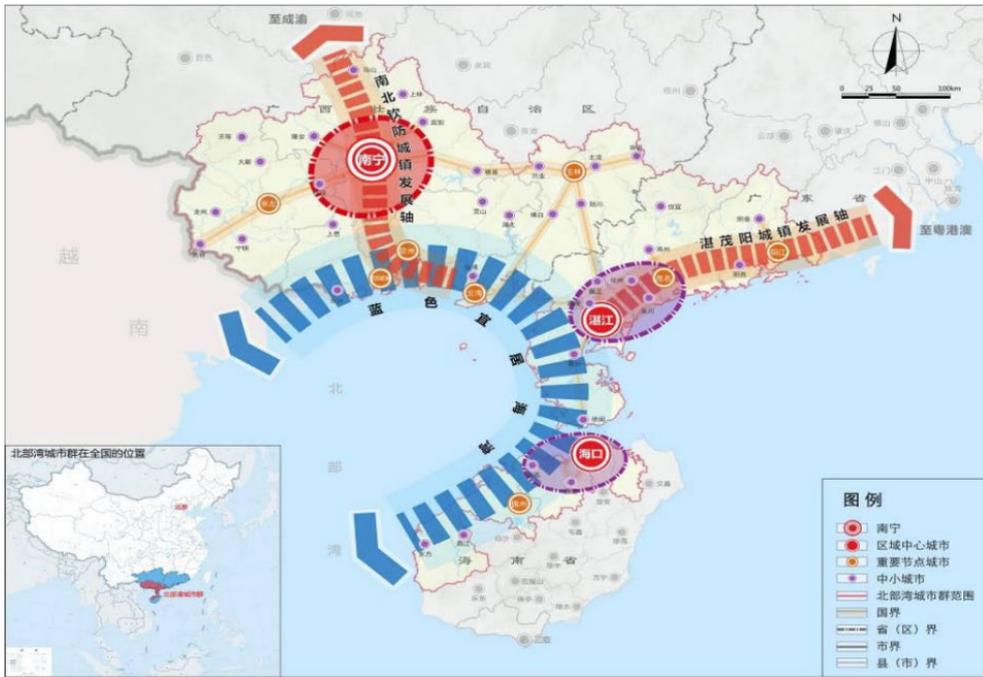


图 1.2-2 茂名在北部湾城市群中的位置

## 二、生态区位

茂名市北靠南方丘陵山地带，南接海岸带，是中国“三区四带”国家生态安全战略格局中的重要区域。发源于茂名信宜市虎豹坑的鉴江水系，将南岭的丘陵山地和海岸带联系起来，是重要的区域山海通廊。鉴江流域的生态建设是关系国家生态安全的重要生态支撑。鉴江-小东江流域的历史遗留废弃矿山生态修复工作，是加强陆海统筹、山海互济，强化南岭山地丘陵区 and 海岸带的生态安全格局的重要环节。

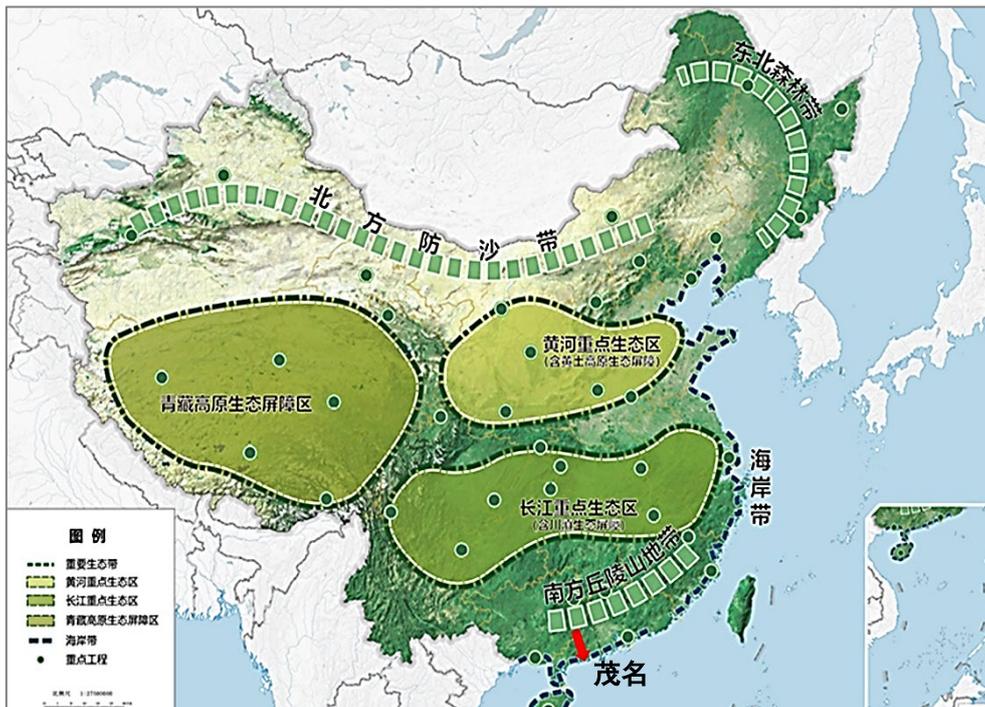


图 1.2- 3 茂名在“三区四带”国家生态格局中的位置

### 三、产业区位

茂名市是中国“二五”建设时期国家布局建设的老工业城市，因油页岩的开发，成为中国重要的石化产业城市。“先有露天矿，再有茂名市，茂名因油而兴”。从采矿炼油工业中崛起的茂名市，被称之为“南方油城”，为新中国的经济作出了特殊贡献。

时至今日，茂名已转型为以加工进口原油为主的中国石化产业龙头城市，其石油化工工业在全国占有重要位置。同时，茂名市也是广东省重要的能源、原材料和重化工业基地。茂石化炼油加工能力、乙烯生产能力分别达到 2350 万吨/年和 100 万吨/年，拥有华南地区最大的原油加工能力。



图 1.2- 4 茂名在中国石化产业中的位置

## 四、自然地理条件

### （一）地形地貌

矿区所在区域地势平缓，地貌单元为低矮残丘，地势特征总体为北高南低，地面标高为 13.05~39.4m，相对高差约 20~30m。北部分布着广阔的丘陵和第三级剥蚀台地，往南被第二、一级剥蚀台地及各种堆积地形所代替，自北向南呈现阶梯状地貌景观。周边地形坡度 7~10°，中部因油页岩、高岭土开采形成一个长 6.8km、宽 1~1.5km，深约 90m（位于东湖中部最深处高程-50.8）的露天矿坑，目前为矿湖（好心湖），湖由好心堤（长 0.92km，宽 20m）分隔成两部分。矿湖沿岸边坡坡度 20~45°，现水面以上边坡坡度较陡，局部呈直立状态，地表裸露程度较大，大小冲沟发育，水土流失严重，局部出现小崩小塌现象。区域由于长期的矿山开采，人为地貌复杂，地形地貌条件复杂。

茂名市总体地形地貌呈背山面海，北高南低，由东北向西南倾斜，海拔最高点 1704m，最低点 1.6m，北部和东北部云开、勾漏、云雾三大山脉盘亘集结，境内河流纵横交错切割，形成山地、丘陵、台地、平原等层次分明的地形地貌。项目所在区域属茂名盆地，地势平缓，以低丘陵区和平原河网为主，地势从西北向东南倾斜，西北为低丘台地，东南是平原，海拔高程多介于 4m~100m 之间。低丘区分布较广，包括北部、西部、东部的大部分地区，主要有金塘、公馆、山阁、新坡、高山 5 个镇和镇盛镇的西部，鳌头、袂花和镇盛镇东南部属于平原河网区。低丘区部分已垦为坡地，地势相对平坦。平原河网区为冲积平原，特点是河涌纵横，塘洼密布，地势平缓，海拔高程在 4~10m。

修复矿区位于小东江流域中游，地势平缓，地形特征为北高南低，北部分布着广阔的丘陵和第三级剥蚀台地，往南被第二、一级剥蚀台地及各种堆积地形所代替，自北向南呈现阶梯状地貌景观。

地貌类型及特征见下表。

表 1.2-1 修复区地貌类型及特征表

成因类型		形态类型	一般特征
堆积地形	洪积	洪积扇	主要分布于古近系地层区，呈单个或多个冲洪积扇重迭，坡度 3-5°，扇顶一般由粗中砂组成，边缘以亚砂土为主，部分农田受掩埋。
	河堤	一级堆积阶地 (包括三角洲平原)	上游一般高出河床 2-4m，中下游高出河床 1-2m，局部有河漫滩，阶面平坦，下游出海处形成三角洲平原，多垦为良田。
		二级堆积阶地	一般高出一级阶地 1-2m，阶面平坦，前后缘陡坎明显。堆积物一般其双层结构，地表多为亚砂土，底部为砂层，多垦为良田。

成因类型		形态类型	一般特征
堆积 侵蚀 地形		二级基座阶地	一般高出一级阶地1-2m，界面略向河流倾斜，堆积物较薄，一般1-3m，局部具双层结构，多为坡地、稻田。
堆积 侵蚀 地形	河堤	二级侵蚀阶地	局部出现，分布在二级基座阶地前缘一带，多为坡地。
		三级基座阶地	一般高出二级阶地3-5m，阶面破坏严重，阶面呈孤岛状出现。堆积物以卵石、砾石层为主，厚度较薄，多为1m左右，大部份为荒坡。
		三级侵蚀阶地	基本特征同上，阶面向河流倾斜，坡度约1°，局部阶面有亚砂上层，厚度小于1m，多为荒坡。
侵蚀剥 蚀地形		台地	一般标高30-45m，最高60m，台面多呈孤丘状或土垛状，剥蚀、侵蚀严重，新近系地层区冲沟发育，多为荒坡、坡地。
构造侵 蚀地形		丘陵	盆地边缘零星出现，标高最高210m，多呈孤山状，多为荒山。
人工地形		露天矿采场	分布于茂名市附近，主要是油页岩、高岭土露天开采场，其次是石料露天开采场，长5.3km，宽1km，深20-90m，重要污染源。
		北排土场	分布于茂名市西北部附近，主要是茂石化公司炼油废渣及采矿剥土，其次是弃砖、瓦窑、油页岩废渣。其中茂名露天矿北排土场，长约5.1km，宽约1.5km左右，平均堆高约35m，土方量巨大，属于重要污染源。

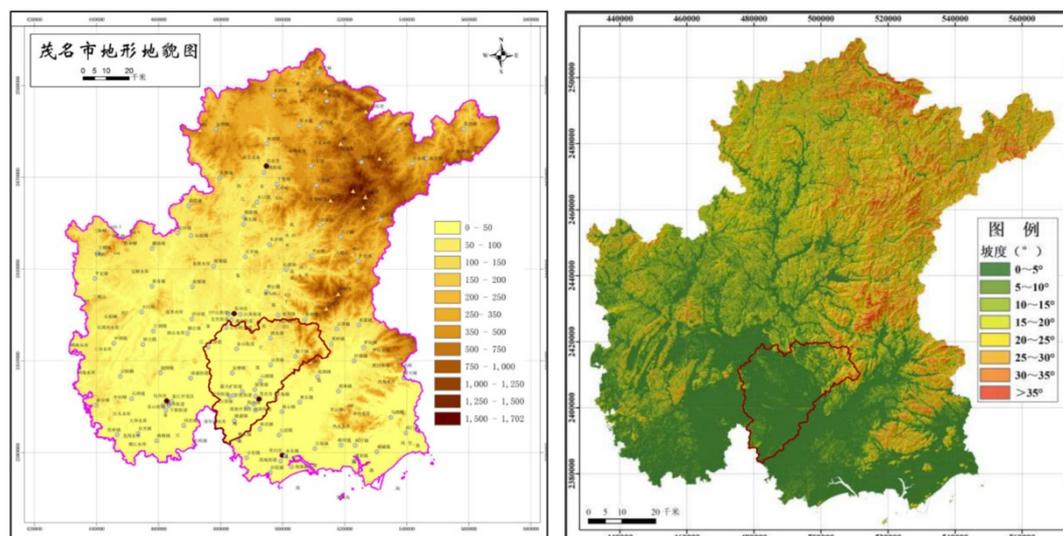


图 1.2- 5 茂名市地形地貌图和坡度图

## (二) 区域地质和地层、岩性

茂名市处于粤西断块区的西南—茂名构造盆地，在大地构造上属华南加里东褶皱系粤西隆起带（复背斜带）。区内地质构造在后加里东时期受新华夏构造体系改造，多成北东或近北东走向。盆地西北端、南东端分别为北东向信宜—廉江断裂和四会—吴川大断裂（本区域或称袂花江断裂）控制，盆地的北缘为新华夏系派生的北西向构造高州—羊角断裂控制，盆地内还有一些北西向、东西向和南北向的次一级构造形迹，如金塘断裂、镇江断裂等。

茂名盆地是我国第二大油页岩产地，区域上属于华南褶皱系粤西隆起区，处于吴川—四会断裂带和信宜—廉江断裂带之间，是在中生代南盛盆地上叠加发育而成的新生代箕状断陷盆地。茂名盆地走向为北西～东南，西起化州市连界，东至茂南区羊角，北至高州市高城，南止茂南区公馆，长约44km，宽约15km，面积约600km<sup>2</sup>。盆地内构造行迹走向以北西向为主，倾向以北东为主，倾角4～10°，平均约5°，局部地区倾角较大，可达15°。盆地四周山地以剥蚀为主，地貌上呈丘陵山地，河床下切，河岸较陡，盆地内低丘以侵蚀作用为主，地貌上

呈浑圆形的残丘，沿水系两侧主要是以堆积为主的冲积平原。

盆地东北边缘的高棚岭控盆断裂，控制古近系、新近系地层沉积。盆地形成过程中的派生应力使盆地西南缘产生了次一级北西向断裂，如金塘断裂、新圩断裂等。盆地北及北东侧出露有震旦系黑云母石英片岩、黑云母变粒岩。晚白垩世地层为第一沉积盖层，新生代地层为第二沉积盖层，基底是震旦纪变质岩。

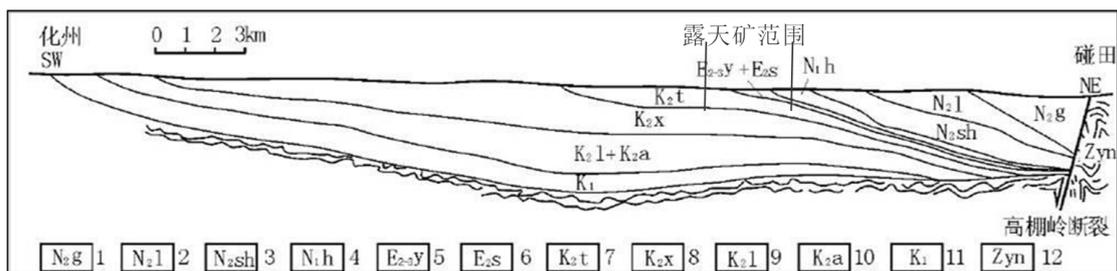


图 1.2- 6 茂名盆地剖面示意图

1.高棚岭组 2.老虎岭组 3.尚村组 4.黄牛岭组 5.油柑窝组 6.上垌组 7.铜鼓岭组 8.锡塘岭组 9.落叶岭组 10.艾屋组 11.早白垩世 12.震旦纪云开群

历史遗留废弃矿山所在区域及周边邻近区域上出露地层有白垩系（K）、新近系（N）和第四系（Q）地层。油页岩产于古近系油柑窝组(E<sub>2-3y</sub>)和新近系尚村组(N<sub>1sh</sub>)地层，高岭土产于新近系黄牛岭组（N<sub>1h</sub>）、尚村组（N<sub>1sh</sub>）、老虎岭组（N<sub>2l</sub>）和和高棚岭组（N<sub>2g</sub>）。各地层和岩石的主要特征分述如下：

### 1. 白垩系（K）

**艾屋组（K<sub>2a</sub>）：**少面积分布于图区西南部，地层倾向北东，倾角平缓，与下伏地层落叶岭组呈喷发不整合接触，地层总厚度大于598.6m。本组根据岩性、岩相及接触关系可分为上段安山质沉凝灰岩和下段安山岩、英安岩构成一个亚旋回。

**铜鼓岭组 (K<sub>2t</sub>)**：分布于图区南部、评估区南侧外围一带。地层倾向北东，倾角较平。地层厚度大于926.00m。上部为紫红色、暗红色杂砾岩、泥质粉砂岩及杂砂岩夹含砾中粗粒杂砂岩；下部为砖红色、紫红色中-细粒杂砂岩与砂砾岩、粉砂岩和粘土岩。该组地层与上伏古近系上垌组不整合接触。

表 1.2-2 评估区及周边地层表

纪	世	地层名称	代号	厚度	主要岩性及矿产
第四纪	全新世	人工填土	Qhs	>20m	油页岩露天矿废土堆土场
		冲积层	Qhpl	0~7m	砂、砾、岩屑、黏土等原岩风化物
		洪积层	Qhpal	5~20m	砂、砾、亚砂土、亚黏土等
新近纪	上新世	高棚岭组	N2g	83~1066m	巨-巨粒杂砂岩、杂砾岩、长石石英砂岩，局部产高岭土矿
		老虎岭组	N2l	128~751m	含砾（砾质）不等粒长石石英砂岩、不等粒砂岩，产砂性高岭土矿
	中新世	尚村组	N1sh	354~473m	有机质黏土岩、含油黏土岩、劣质油页岩及褐煤
		黄牛岭组	N1h	93~254m	长石石英砂岩、砂砾岩、粉砂岩、黏土岩，产高岭土矿
古近纪	始-渐新世	油柑窝组	E2-3y	19.2~52.17m	油页岩、褐煤，局部夹黏土岩-粉砂岩，产油页岩（矿）、褐煤
	始新世	上垌组	E2s	18~76m	砂质粘土岩、黏土岩及砂砾岩、细砂岩等
白垩纪	晚白垩世	铜鼓岭组	K2t	>926m	杂砂岩、杂砂、砾岩、杂砾岩、黏土岩
		艾屋组	K2a	>598m	安山岩、石英安山岩、英安岩、英安质集块熔岩、安山质沉凝灰岩、凝灰质杂砂岩

## 2. 古近系 (E)

**上垌组 (E<sub>2s</sub>)**：零星出露于评估区东南部，层厚度变化大，厚度为18~76m。与油柑窝组为平行不整合接触，与下伏地层晚白垩世铜鼓岭组不整合接触，时代属于始新世。岩性主要为细砂岩和砂砾岩，粒度较粗，颜色呈褐灰、灰绿等较深的颜色。

**油柑窝组 (E<sub>2-3y</sub>)**：见于中部的露天矿矿湖，其余地区均被上覆地层(黄牛岭组或第四系)覆盖。地层倾向北东，倾角4°~10°，与下伏地层上垌组呈平行不整合，厚度19.2~45.5m。本组地层是茂名油页岩主要含矿层位，以褐黑色油页岩为主，其含油率为一般为5%~9%，中夹1~3层褐煤层，局部夹粘土岩、细砂岩及粉砂岩。其底部有一层厚0.5m的底砾岩，砾石较单一，主要是上垌组砂岩，磨圆差，多为次棱角状，半定向排列，中夹煤线，分选差。油页岩之中富含茂名龟、鳖、鳄、鱼等化石。

## 3. 古近系 (N)

**黄牛岭组 (N<sub>1h</sub>)**：出露于评估区矿湖西岸、北岸一带，多呈小山包。地层倾向北东，倾角变化稍大，与下伏地层油柑窝组呈平行不整合接触。上段为灰白、灰绿色砂岩、粉砂岩夹含砾砂岩。微层理发育，可见冲刷面构造，含少量植物碎屑，局部含少量煤线，含黄铁矿微晶及菱铁矿。厚43.7~90.64m。下段为灰白色粗砂岩，含砾不等粒砂岩，夹粘土层。交错层理、斜层理发育。厚27.3~313.3m。本组地层下段的粗砂岩和含砾不等粗砂岩，经风化作用后，可形成工业高岭土矿体，是区内高岭土的主要含矿层位之一。

**尚村组 (N<sub>1sh</sub>)**：分布于评估北侧外围一带，多被第四系覆盖，地表未见出露。地层倾向北东，倾角平缓，本组岩性较单一。上部为

灰白色、褐色泥岩夹褐色油页岩、泥质粉砂岩；中部以含油率低的页岩及油页岩夹钙质粉砂岩和褐煤层，油页岩含油率一般为3.5%~0.5%；下部为有机质泥岩夹粉砂岩和细砂岩，各层中均可见黄铁矿微晶。本组厚度854.0~473.0m，与下伏地层黄牛岭组呈整合接触。

**老虎岭组(N<sub>2</sub>l)**：出露于图区北部，为冲沟发育的低平丘陵地貌。地层倾向北北东，与下伏地层尚村组为平行不整合接触。本组地层厚度为274.9~686.5m。岩性上段为黄褐色、灰白色，松散状含砾中粗粒长石石英砂岩，铁质含砾不等粒长石石英砂岩，夹黄色粘土岩，厚66.5~256.5m。中段为灰色砾质粗粒长石石英砂岩，夹灰绿色，杂色粘土岩及粉砂岩等，厚149.4~235.0m。下段为灰白、黄色含砾中粒长石石英砂岩，不等粒长石石英砂岩，局部泥岩中可见植物碳化屑。厚59.0~195.0m。上述中的中粗粒长石石英砂岩，经强烈风化作用后都可形成高岭矿。茂名地区规模大的优质高岭矿均分布在该组层位中，是区内高岭土矿的主要含矿层位。第四系(Q)

**海陆过渡堆积层(Q<sub>pmc</sub>)**：岩性为灰、灰黑色泥炭土、粘土、亚粘土、亚砂土、砂砾层等。与下伏老地层呈角度不整合接触。厚0.5~10.0m。

**洪冲积层(Q<sub>hpal</sub>)**：岩性为砾石、砂、亚砂土、亚粘土等。厚5~29m。**冲积堆积层(Q<sub>hpl</sub>)**；岩性为亚粘土、亚砂土、砂、砂砾等。厚0~7m。

**现代人工排土堆积层(Q<sub>hs</sub>)**：分布于南排土场和北排土场，岩性为岩块、砂、粘土等。厚>20m。

### (三) 气候

茂名市地处亚热带，属亚热带季风气候，夏长冬短、气候温和、

雨量充沛。根据茂名市气象台资料，区内较大的降雨主要与台风活动有关，地区雨量分布不均，变幅由东北部降雨向西南部沿海地区递减；降雨年际变化较大，主要降雨集中在4~9月汛期，占全年雨量的80%以上。多年平均降雨量为1793mm，最大年降水量为2784.5mm，最小年降水量为1215.6mm。

茂名市所在区域内气候温和，多年平均气温 23℃，气温受季风的影响而有所变化，年内最高气温多出现在 7 月，最热月气温 26.5℃~28.7℃，最高气温 37℃，最低气温多出现在 1 月，最冷月气温 14℃~16℃，最低气温为 0℃。

因受大陆性气候和海洋性气候共同影响，风向多随季节而变换，夏季主导风向东-东南（5~9 月），冬季主导风向西北-北、东-东南（12~2 月）；常年以东南风和东风为主，台风较为频繁；多年平均风速为 2.4m/s，瞬时最大风速 31.5m/s（2006 年 8 月 4 日），10 分钟最大风速 23m/s（1984 年）。瞬时风速大于 19m/s 的大风各月都可出现，以 7、8 月份为多，大多数为台风热带低压影响所致。

区域日照时间长，蒸发量大，年平均日照时数在 2050.5h，全年无霜冻，平均年蒸发量为 1993.4mm，最大年蒸发量为 2001 年 2412.4mm，最小年蒸发量为 1999 年 1470mm。多年平均湿度为 83%。

#### （四）水文水系

茂名市境内河流属广东省粤西沿海诸小河的鉴江水系，流经茂名市域的主要河流有两条，其中，最大的一条是袂花江，总长 112km，在茂南区境内长度约 16km。其次是梅江（梅江在白沙河汇入口以上称为小东江）。此外，境内集雨面积 100km<sup>2</sup>以上的河流还有泗水河、白沙河等。

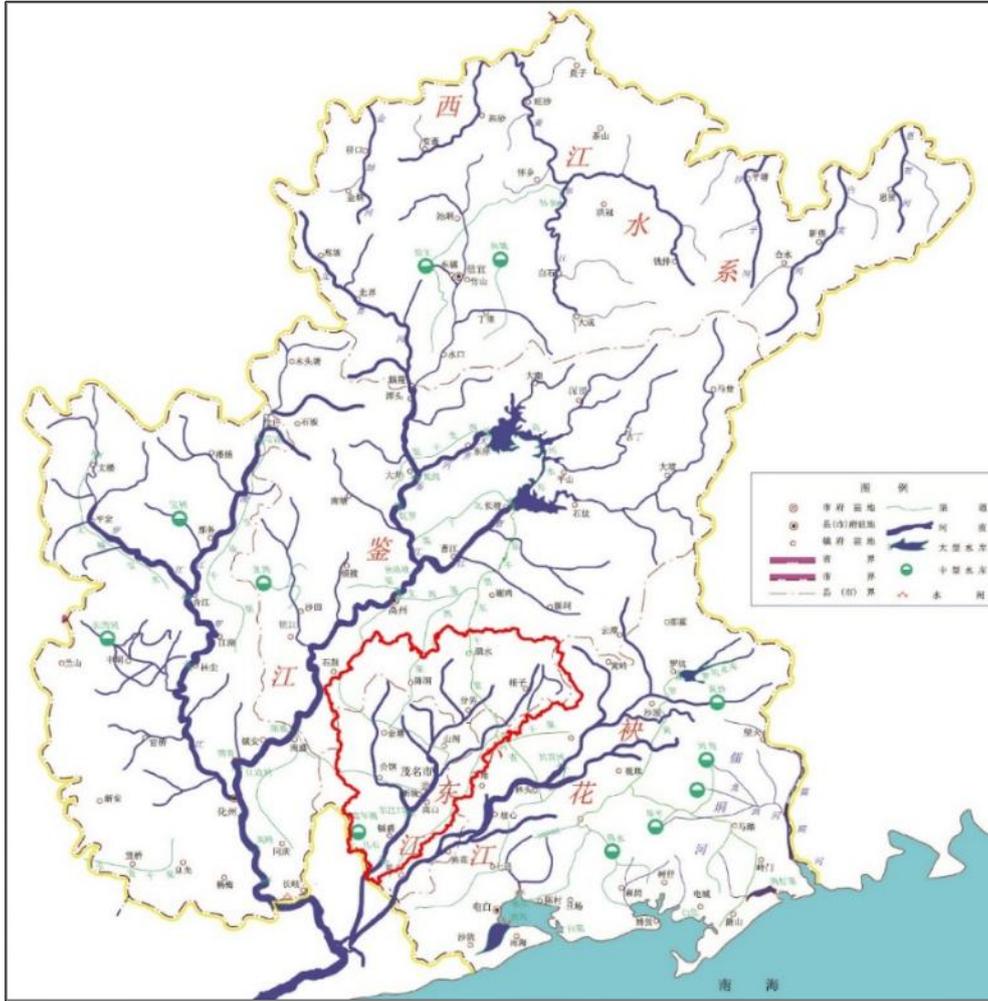


图 1.2- 7 茂名市水系图

小东江是鉴江最大的二级支流，袂花江最大的一级支流。发源于高州官庄岭下，集雨面积 1142km<sup>2</sup>，河长 67km，干流坡降 0.64%。纵贯茂名市区及茂南区六个镇，到吴川瓦窑村汇入袂花江。白沙河、泗水河和鸡公河是小东江的主要支流。

白沙河（又称公馆河），距露天矿西侧约 1.5km。白沙河是小东江（梅江）的一级支流，发源于高州市秀观山，全长 38km，茂南区境内 21km。从高州市南部流入境内的周村后，经低山、金塘、丰田、河之口、荔枝塘、公馆圩、大埠口、东华岭、旧村等地，于合水汇入梅江。集水面积 232km<sup>2</sup>，其中境内面积 148km<sup>2</sup>。河床比降为 0.72%，

流速快，浮泥不淤，砂粒洁白，故称为白沙河。白沙河上游属丘陵，下游属平原，茂南区境内修建有南塘、文林等 4 宗小（一）型水库，有苏沥、新塘等 2 宗小（二）型水库，控制面积 10.3km<sup>2</sup>。

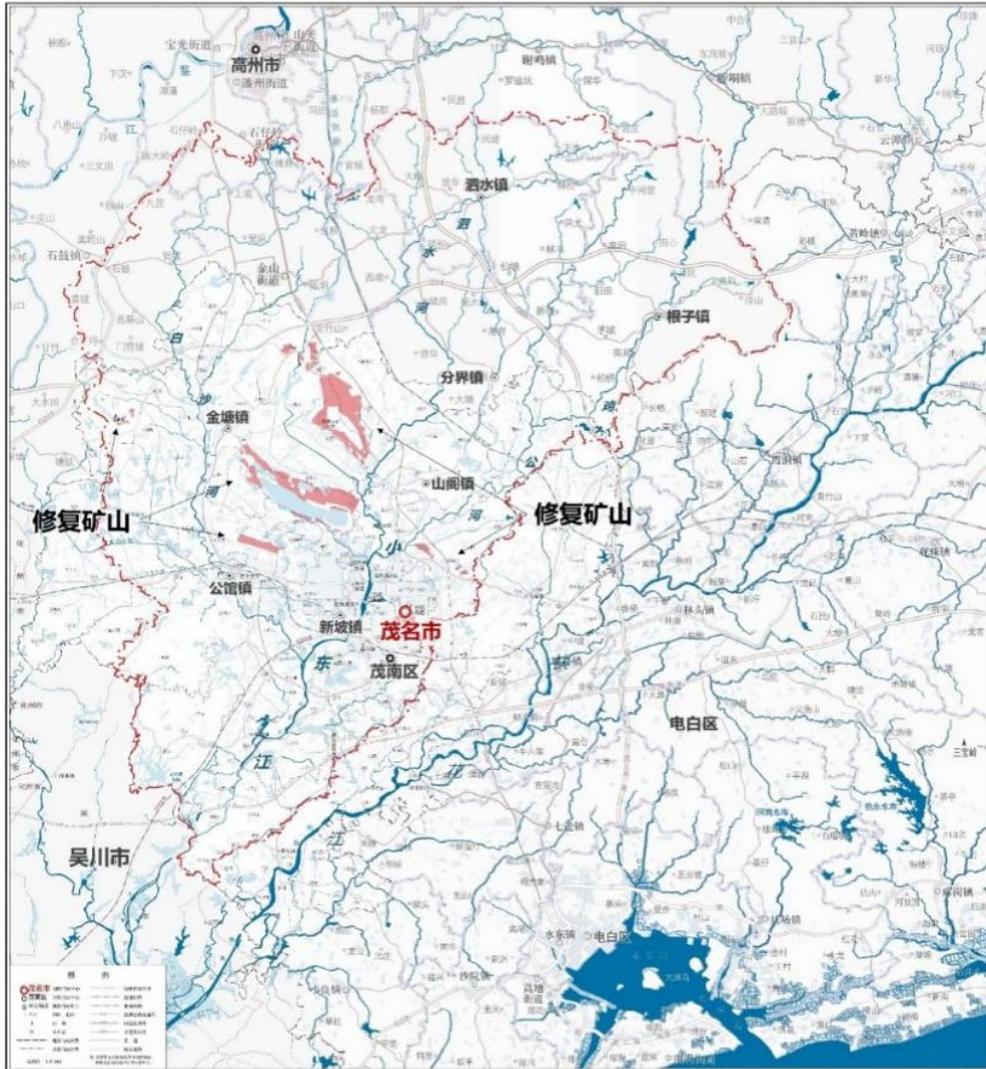


图 1.2- 8 小东江流域和拟修复历史遗留废弃矿山位置图

泗水河是小东江的一级支流，属鉴江的三级支流，发源于高州市谢鸡红花鸭仔嶂，流经高州市泗水镇、分界镇后汇入茂名市小东江，在吴川市汇入鉴江出海。泗水河集雨面积 203km<sup>2</sup>，总干流长 42km。

本次治理矿区位于小东江流域，临近小东江及其支流白沙河。小东江最近的地表水系离露天矿坑东面约 800~1200m。

在修复矿区附近有新圩支渠和公馆支渠，用于水利灌溉，上游主干渠控制其水量定期放水。治理区周边有其它小沟渠，靠降雨补给，暴雨形成水流，枯水期流量甚微，甚至干涸。

露天矿坑湖通过引水渠从西侧的公馆支渠引水入矿湖，进行调蓄，洪水期通过东北部的溢洪渠排水入小东江。公馆支渠现状设计流量为  $3.0\text{m}^3/\text{s}$ 。溢洪渠位于矿坑东北角，渠道为西南~东北走向，至长江岭村接原有小东江泄水闸汇入小东江，溢洪渠长 1.33km。

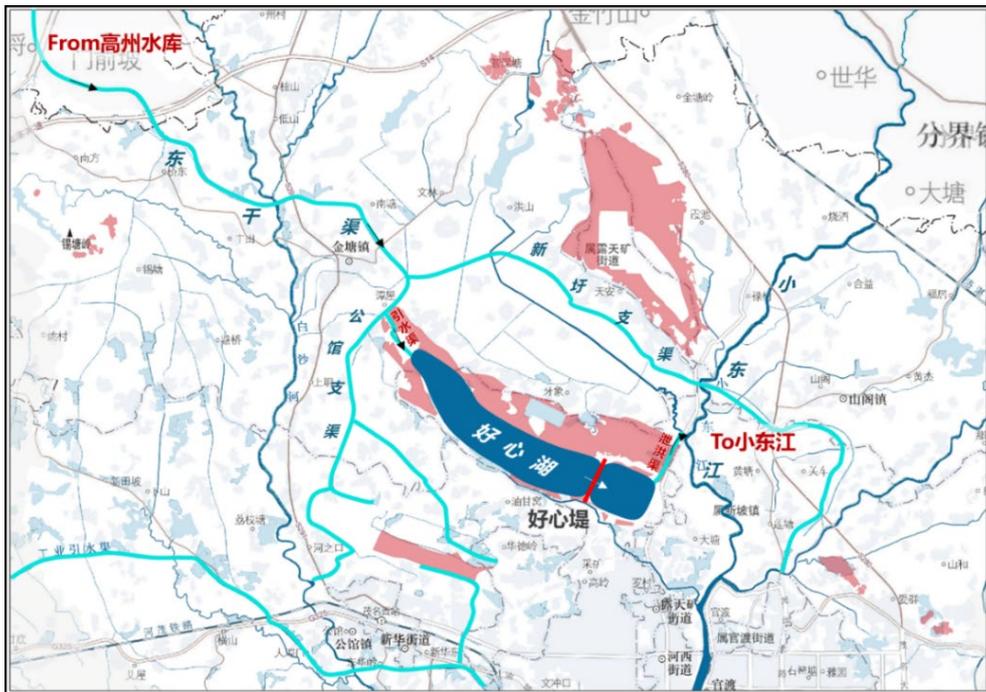


图 1.2- 9 拟修复历史遗留废弃矿山周边河渠工程

矿坑最初无天然河道汇入，通过高州水库引鉴总干渠→东干渠→公馆支渠→引水渠引入水源蓄积成矿坑湖，在通过溢洪渠将矿坑湖水泄洪至小东江。这样在总体上将矿坑湖改造成一个流动水体。蓄水后，露天矿坑湖长约 6.8km，宽约 0.5~1.1km，蓄水量 1.6 亿  $\text{m}^3$ ，矿坑湖设计校核最高水位 14.2m，自 2016 年来最低枯水位为 12.9m，历史最高水位为 13.9m，日常水位 13.5m，矿湖水位年变化不大。根据《农业灌溉引水治理露天矿坑湖工程初步设计》1.1km 的风浪吹程计算，

平常形成涌浪 0.3~0.8m, 台风季节可达 0.8~1.2m, 对矿湖湖心堤坝、湖岸土质边坡产生淘刷, 出现局部塌陷。

### (五) 地下水

茂名市风化层较厚, 河谷冲积平原和滨海平原地形平缓, 地下水埋藏浅, 便于开采。全市地下水蕴藏量约 38.7 亿  $m^3$ , 主要是松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水和基岩裂隙水等 4 种类型。

根据 2017 年茂名市环境监测站对治理区矿坑周边村落 11 个地下水井采样分析结果, 周边的地下水 pH 值范围未 3.09~6.08, 呈酸性。

### (六) 土壤

茂名市土壤受热带季风气候影响, 呈水平地带性特点。全境从东向西, 由电白的马踏经土水坳、塘子面、佛子楼、观珠、霞洞至高州的柏桥、分界转向西北, 经高州城南的笔架岭、陈大岭、西渡, 再向西北经化州的镇安、官桥至新安一线, 北为赤红壤, 南为砖红壤。

修复区所在地属南方红壤平原区, 红壤在高温湿润的季风气候以及热带植被的作用下, 风化壳较深厚, 硅铝酸盐矿物分解较强烈, 富铝化作用比较明显, 土体多呈红色, 表土层多呈浅灰色。质地为轻壤土至中壤土, 碎块状结构, 土壤呈棕红色, 粘粒的硅铝率为 2.0~2.4, 硅铝铁率为 1.8~2.0, 全剖面呈酸性反应, pH 在 5.0 左右。

## 五、生态条件

### (一) 植被

茂名市的植被具有明显的热带和亚热带特征, 终年常绿, 又由于

地势落差和山区垂直分异较大，形成了山地草木群落、山地阔叶林群落、山地针叶林群落、丘陵针阔叶林混合群落、台地平原经济林果群落、台地平原疏树灌木草本群落、沿海滩涂树林群落等 7 种类型的植被群落。植物种类繁多，高等植物有 120 多个科，1000 多个品种，主要乔木类有杉、松等，林下以九节野牡丹、地稔、鸭脚草等为优势的地被植物。丘陵、台地和平原的植被稀疏，天然植被以桃金娘、岗松、芒箕等为优势物种。近年来，人工林果群落已成为这类地区的主要植被。

茂南区和高新区林地面积 9675 hm<sup>2</sup>，森林覆盖率 16.3%，活立木蓄积量 44.43 万 m<sup>3</sup>。优势树种为桉、松等。林下灌木主要有桃金娘、松岗等。

区域内丰富的植物种群是矿山生态系统的恢复重建的重要种质资源，在近自然林营造过程中，引入区域内广泛分布、耐受性较高的乡土树种，构建形成乔灌草多层次的植物群落，有利于提高成活率，降低养护成本，提升修复区的生态系统结构和功能。

治理矿区分布有大面积的桉树密林，均为矿山停产后由附近村民抢种，生长状况不佳。矿山前期治理中试验种植小面积的其他林地，主要树种有马占相思、细叶榕、台湾相思、宫粉紫荆、黄花风铃木、簕杜鹃、毛杜鹃、台湾草。桉树纯林呈现极高的郁闭度，林内光线昏暗，林下发育不良，林地缺少自我更新的能力，生态功能低下，需开展林地改造，以有效提升森林碳汇和生态系统健康。

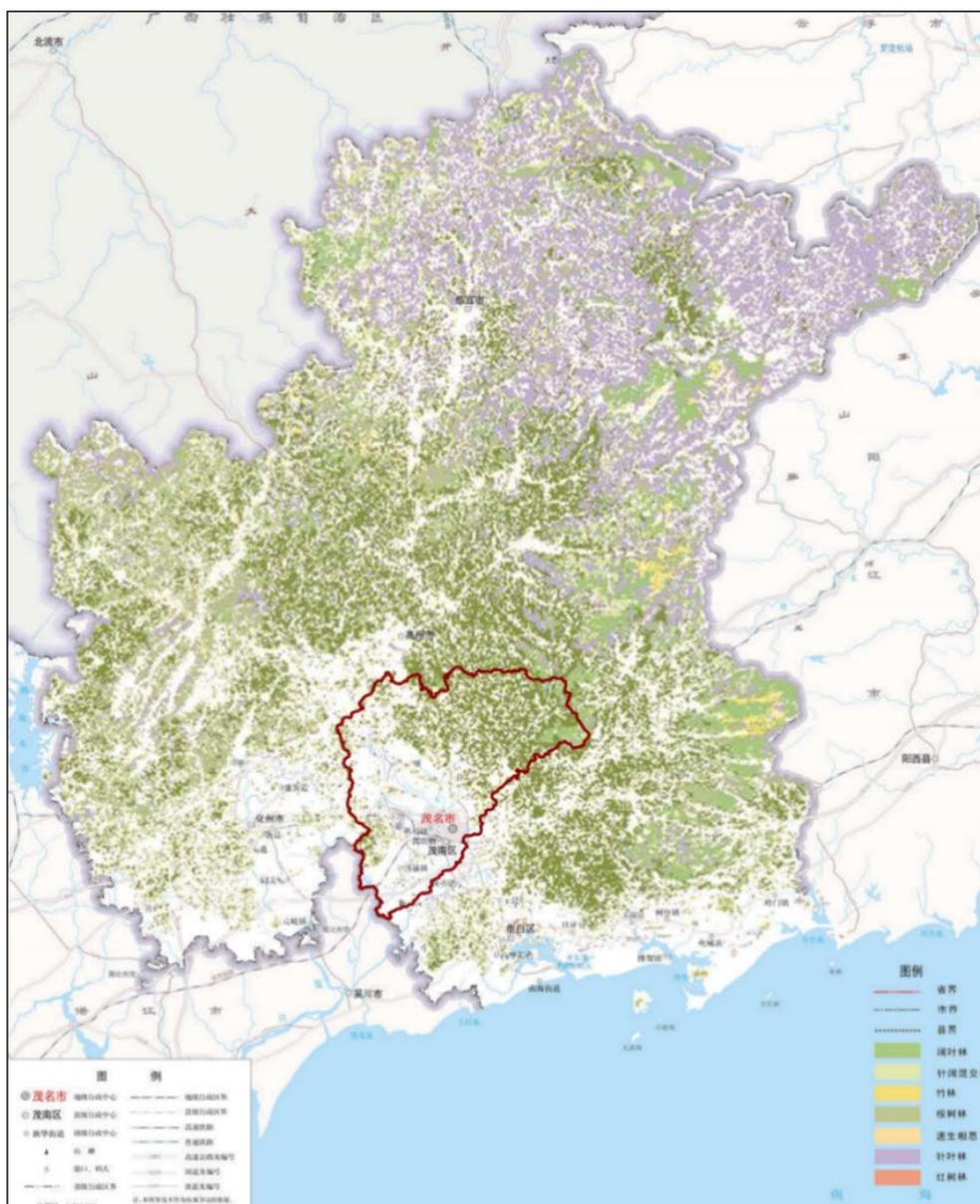


图 1.2- 10 茂名市现状植被分布图

## (二) 动物

茂名市地形复杂，山高岭峻，河溪纵横，林草丰茂，野果繁多，是野生动物生长繁殖的理想场所，动物资源丰富。据调查统计，记录昆虫种类超过 1500 种，野生脊椎动物 371 种（包括越冬鸟及过境鸟种类），其中哺乳动物 8 目 24 科 56 种，含国家 I 级重点保护动物 2 种（云豹、穿山甲），国家 II 级重点保护动物 4 种；鸟类 16 目 48 科

187种，含国家Ⅰ级重点保护动物4种（白肩雕、金雕、黄腹角雉、黑鹳），国家Ⅱ级保护动物18种；爬行动物3目16科59种，含国家Ⅰ级重点保护动物2种（鳄蜥、巨蜥），国家Ⅱ级重点保护动物4种；两栖动物2目8科26种，含国家Ⅱ级重点保护动物3种；鱼纲4目15科43种。区域内废弃矿山植被逐步恢复的过程中，也将为动物提供更加有利的栖息空间，吸引周边的动物重新回到场地里，重建区域生物网络，促进生态系统内部能量和物质流动。

### （三）生物多样性

茂名市属云雾山生物多样性保护优先区和海洋与海岸生物多样性保护优先区，生物多样性极为丰富。保护区内主要有云豹、豹、穿山甲、白肩雕、金雕、黑鹳、黄腹角雉、鳄蜥、巨蜥、蟒蛇、虎纹蛙等国家重点保护野生动物，以及猪血木、圆籽荷、虎颜花、华南锥、红椿、苏铁蕨等国家重点保护野生植物。茂名市共建设有各类自然保护区35个，其中国家级1个，省级1个，市级2个，县级31个。保护区总面积78769.3hm<sup>2</sup>，占国土面积比例为6.89%。保护区的建立，保护了各种野生动植物，构建起畅通的生态廊道，营造出良好的野生动物生活、栖息自然生境。

经过在 ArcGIS 中使用自定义对归一化植被指数分级，得到归一化植被指数空间分布格局。根据分级结果，2010-2015年茂名市归一化植被指数空间分布格局变化明显，如下图所示，由图可得：2010年茂名市归一化植被指数较高（0.8及以上）的地区主要分布在信宜市周边地区、高州市东部和西部、化州市北部和电白区大部分地区。归一化植被指数值在中等（0.4-0.8）的地区主要分布于信宜市和高州市中部、化州市南部和茂名市大部分地区。本次进行治理的区域，归一化

植被指数值较低，仅有(0.2-0.4)。分析结果表明，在茂名范围内，总体而言，区域的生态环境基础条件较为优秀，但治理区的生态环境质量并未达到总体水平，矿山修复将着眼于生态系统的恢复和重建，提高区域的生物多样性。



图 1.2- 11 茂名市 2010 年归一化植被指数空间分布格局

#### (四) 生态环境质量

##### 1. 空气质量

2021 年，茂名市空气质量为优的天数有 225 天，良的天数 136 天，轻度污染天数 4 天，空气质量优良率 98.9%。二氧化硫、二氧化氮年评价浓度分别为  $11\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $14\text{mg}/\text{m}^3$ ，一氧化碳年评价浓度为  $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准限值；PM10 年评价浓度为  $41\text{mg}/\text{m}^3$ ，PM2.5 年评价浓度为  $21\text{mg}/\text{m}^3$ ，臭氧年评价浓度为  $125\text{mg}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。

## 2. 降尘

茂名市降尘年均浓度值为 3.15 吨/km<sup>2</sup>月，低于广东省 8 吨/km<sup>2</sup>·月的标准限值。

## 3. 降水

2021 年茂名市全市 5 个降水测点共采集降水样品 243 个，pH 值年均值 6.52，没有监测到酸雨。与上年（6.49）相比，全市 pH 均值上升了 0.03 个 pH 值单位。

## 4. 饮用水源

按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）评价，茂名市饮用水源地水质状况良好，2021 年茂名市区 4 个地表水水源地水质达标率均为 100%。饮用水源地水质保持稳定达标。

## 5. 江河

按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）评价，2021 年茂名市 3 条主要江河的 18 个常规监测断面中，II 类水质断面 8 个，占总断面数 44.4%；III 类水质断面 8 个，占总断面数 44.4%；IV 类水质断面 1 个，占总断面数的 5.6%；V 类水质断面 1 个，占总断面数的 5.6%。

表 1.2-3 茂名市主要河流及特征

河流水系	名称	等级	发源地	河流长度 (km)	集水面积 (km <sup>2</sup> )	平均坡降 (‰)
鉴江水系	鉴江	干流	信宜市东镇镇庄垌村虎豹坑	232		

河流水系	名称	等级	发源地	河流长度 (km)	集水面积 (km <sup>2</sup> )	平均坡降 (%)
	罗江	一级	广西北流县丫髻顶北麓	143	2168	0.644
	袂花江	一级	电白区鹅凰嶂南坡	112	2516	1.09
	曹江	一级	高州市马贵镇鸡笼头兰逢岭	100	874	2.76
	大井河	一级	高州市东北山区棉被顶	68	586	4.3
	小东江	二级	高州市的官庄石羊岭	67	1142	0.06
珠江水系	黄华江	二级	信宜市大田顶	230	1297.6	7.87

鉴江总体为 III 类水质。2021 年，鉴江（茂名段）II~III 类水质断面占 100%，水质状况为优。其中铜鼓电站、信宜水厂、镇隆、高州水厂、南盛水坝、塘岗岭水厂、江口门（茂湛交界）等 7 个断面水质类别为 II 类；未达到水环境功能区目标的断面是罗江桥断面（II 类）。鉴江未达标的主要是化学需氧量、氨氮、总磷、氟化物和粪大肠杆菌。

袂花江总体为 II 类水质。2021 年，袂花江（茂名段）4 个断面均符合水功能类别要求，其中亭梓坝和袂花桥断面水质符合 II 类标准，水质属优，其余断面符合 I 类水质标准，水质良好。袂花江主要污染物是化学需氧量、总磷、氟化物和粪大肠杆菌。

小东江总体为 IV 类水质，其中 I 类断面占 33.3%、IV 类断面占 33.3%、劣 V 类断面占 33.3%，全河段水质为是 IV 类，水质状况属轻度污染。小东江的主要污染物是高锰酸盐、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、氟化物和粪大肠杆菌，部分污染物表现出一定的趋势，从山阁镇段中溶解氧、高锰酸盐、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总氮和总磷等都出现明显的数值上升，表现为水质下降，污染

程度上升。

表 1.2-4 2021 年茂名市主要江河水质状况

流域	水系	江段名称	断面名称 (水质目标)	断面水质			
				2020年		2021年	
				水质类别	水质状况	水质类别	水质状况
粤西诸河（茂名段）	鉴江	鉴江	铜鼓电站（Ⅱ类）	Ⅱ类	优	Ⅱ类	优
			信宜水厂（Ⅱ类）	Ⅱ类	优	Ⅱ类	优
			水口（Ⅲ类）	Ⅲ类	良好	Ⅲ类	良好
			镇隆（Ⅲ类）	Ⅲ类	良好	Ⅱ类	优
			高州水厂（Ⅱ类）	Ⅱ类	优	Ⅱ类	优
			米急渡（Ⅲ类）	Ⅲ类	良好	Ⅲ类	良好
			南盛水坝（Ⅱ类）	Ⅱ类	优	Ⅱ类	优
			塘岗岭水厂（Ⅱ类）	Ⅲ类	良好	Ⅱ类	优
			罗江桥（Ⅱ类）	Ⅲ类	良好	Ⅲ类	良好
			下郭大桥（Ⅲ类）	Ⅲ类	良好	Ⅲ类	良好
		江口门（Ⅱ类）	Ⅲ类	良好	Ⅱ类	优	
		袂花江	亭梓坝（Ⅱ类）	Ⅱ类	优	Ⅱ类	优
			袂花桥（Ⅲ类）	Ⅱ类	优	Ⅱ类	优
			飞马桥（Ⅲ类）	Ⅲ类	良好	Ⅲ类	良好
塘口（Ⅱ类）	Ⅱ类		优	Ⅲ类	良好		

表 1.2-5 2020 年鉴江水环境质量（单位 mg/L，pH 和粪大肠杆菌除外）

断面名称 (水质功能类别)	pH	溶解氧	高锰酸盐 指数	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	挥发酚	石油类	硫化物	粪大肠杆菌 (个/L)
铜鼓电站 (II)	7.33	7.13	1.4	7	0.8	0.16	0.06	0.0002	0.01	0.003	9353
信宜电站 (II类)	7.2	6.94	2.1	10	1.6	0.181	0.07	0.0002	0.01	0.002	31840
水口 (III)	7.1	6.5	3.2	14	2.6	0.66	0.16	0.0002	0.01	0.002	159922
镇隆 (III)	7.15	6.12	3.8	10	2.8	0.52	0.11	0.0002	0.01	0.002	138571
高州水厂 (II)	7.2	6.41	3	11	1.3	0.333	0.04	0.0006	0.01	0.002	11817
米急渡 (III)	7	6.4	3.1	11	2.4	0.391	0.1	0.0005	0.005	0.002	
南盛水坝 (II)	7.06	6.21	3.3	10	1.9	0.337	0.09	0.0002	0.012	0.002	141614
塘岗岭水厂 (II)	6.47	7.28	3.8	17	1.3	0.418	0.11	0.001	0.01	0.002	37291
罗江桥 (II)	7.12	6.43	4	10	2.2	0.29	0.11	0.0002	0.01	0.002	115600
化州化肥厂 (III)	6.48	5.97	4	13	2	0.529	0.14	0.001	0.01	0.002	368833
江口门 (III)	7.08	6.38	3.7	13	2.6	0.198	0.12	0.0004	0.006	0.002	
鉴江全河 (III)	7.02	6.53	3.22	11	1.9	0.36	0.1	0.0004	0.01	0.002	112760

表 1.2-6 2020 年袂花江水环境质量检测报告（单位 mg/L，pH 和粪大肠杆菌除外）

断面名称 (水质功能类别)	pH	溶解氧	高锰酸盐 指数	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	挥发酚	石油类	硫化物	粪大肠杆菌 (个/L)
亭梓坝 (II)	6.99	6.62	3.4	14	2.1	0.17	0.08	0.0006	0.01	0.002	59667
袂花桥 (III)	7.13	6.3	3.2	9	1.3	0.35	0.09	0.0002	0.01	0.004	66075
飞马桥 (III)	7.39	7.1	4.1	12	1.9	0.16	0.11	0.0002	0.01	0.004	8209
塘口 (III)	7.17	7.6	3.9	15	2	0.11	0.09	0.0007	0.014	0.002	
袂花江全段 (III)	7.17	6.93	3.7	12	1.8	0.2	0.09	0.0004	0.01	0.003	

表 1.2-7 2016-2021 年小东江平均水环境质量检测报告（单位 mg/L，pH、粪大肠杆菌和电导率除外）

测点 名称	pH	溶解氧	高锰酸 盐 指数	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	氟化物	挥发酚	硫化物	粪大肠菌 群 (个/L)	悬浮物	电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )
山阁	6.93	6.43	3.7	13	2.4	0.27	0.15	2.66	0.15	0.0002	0.002	334268	40.2	154.6
镇盛	7.02	4.18	5.0	17	3.3	1.47	0.17	3.44	0.23	0.0002	0.002	455205	38.0	274.3
石碧	6.99	3.97	5.4	19	3.6	1.52	0.19	3.99	0.23	0.0008	0.004	30002	30.6	80.2

## 6. 湖库

按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）评价，2021 年全市监测 2 个湖库：高州水库（包括石骨水库、良德水库）和罗坑水库。高州水库、罗坑水库水质类别均为 II 类，水质状况优，均达到 II 类功能区水质目标。

2021 年高州水库营养状态指数为 34.0（其中石骨水库和良德水库营养状态指数分别为 32.4、33.1），属于中营养状态；罗坑水库营养状态指数为 37.8，属于中营养状态。

表 1.2-8 2021 年茂名市湖库水质状况调查报告

监测 水体 名称	断面名称	水质 目标	断面水质				水体水质	
			水质类别		水质状况		水质状况	
			2021年	2020年	2021年	2020年	2021年	2020年
高州 水库	石骨水库	II类	II类	II类	优	优	优	优
	良德水库	II类	II类	II类	优	优		
罗坑 水库	罗坑水库	II类	II类	II类	优	优	优	优

## 7. 入海河流

按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）评价，2021 年全市开展常规监测的入海河流（2 个断面）：寨头河（寨头河出海口断面）、关屋河（电力局排海口断面），关屋河、寨头河水质类别均为 IV 类，水质状况属轻度污染。与上年相比，寨头河（寨头河出海口断面）水质状况保持稳定；关屋河（电力局排海口断面）水质状况有所下降。

## 8. 近岸海域环境质量

2021 年，茂名市近岸海域海水水质监测点位 10 个（国控点位）。

采用面积法评价，近岸海域水质优良（一、二类）面积占比 97.5%，非优良点位主要分布在水东湾、博贺港和鸡打港。一类海水面积占比 89.3%，二类占比 8.2%，三类占比 1.6%，四类占比 0.6%，劣四类占比 0.2%。优良（一、二类）面积占比为 97.5%。

## （六）社会经济状况

茂名是一个因油建市、以工业立市的城市。在六十年由小到大的曲折历程中，茂名人创造了南方油城发展的奇迹。茂名石化的历史，比茂名建市的时间还要长。据茂名市人民政府地方志办公室的资料，1956 年《论十大关系》报告提到要在有油页岩的广东茂名搞重工业“人造油”。1958 年，数万建设者从全国各地奔赴茂名，“从石头中榨出油”，开采油页岩，创建石油工业。1959 年 5 月 9 日，茂名工矿区市更名为茂名市，开始大规模建设石油城，茂名石化产业经历了从油页岩加工到进口原油加工，再到炼化一体化生产的两次产业迭代。现在，茂名石化炼油能力超 2000 万吨/年，乙烯生产能力达 110 万吨/年。据茂名市发布的最新统计年鉴，即《茂名统计年鉴 2021》显示，在全市的规上工业中，石油化工产业占全市比重为 71.5%。而作为老工业基地，茂名转型升级的愿望也尤为迫切，茂名目前处于由资源型城市向服务型城市转型的关键阶段。在供给侧结构性改革的引领下，茂名石化产业站在工业 4.0 风口部署改革。在这样的思路指引下，茂名的石化产业往绿色方向转型，紧跟时代潮流，建设绿色化工产业基地。在此时机，对茂名进行废弃矿山修复治理，为城市工业转型提供助力，切实而必须。下面来看一下，修复区域基本的经济和人口情况。

### 1. 行政区划及人口

茂名市所辖的茂南区、电白区（原茂港区、电白县）和高州三个县级市，总共辖 87 个镇和 22 个街道，辖区总面积 11458km<sup>2</sup>。2021

年末，全市户籍人口 828.78 万人，2021 年末全市常住人口 621.00 万人，2020 年茂名市人口出生率为 12.10%，人口自然增长率为 8.87%，城镇人口比例为 47.30%。依据人口密度计算结果，茂名市 2010 年平均人口密度为 710 人每平方公里，2015 年平均人口密度为 741 人每平方公里，2018 年平均人口密度为 758 人每平方公里。其中，人口密度较高区域主要分布在茂南区域以及其他县区行政中心周边区域。本次治理范围在区域内属于人口密度最高的区域达到 1707 人/平方公里，而且，从 2010 年到 2018 年治理区域内总体人口呈现出逐年递增态势。

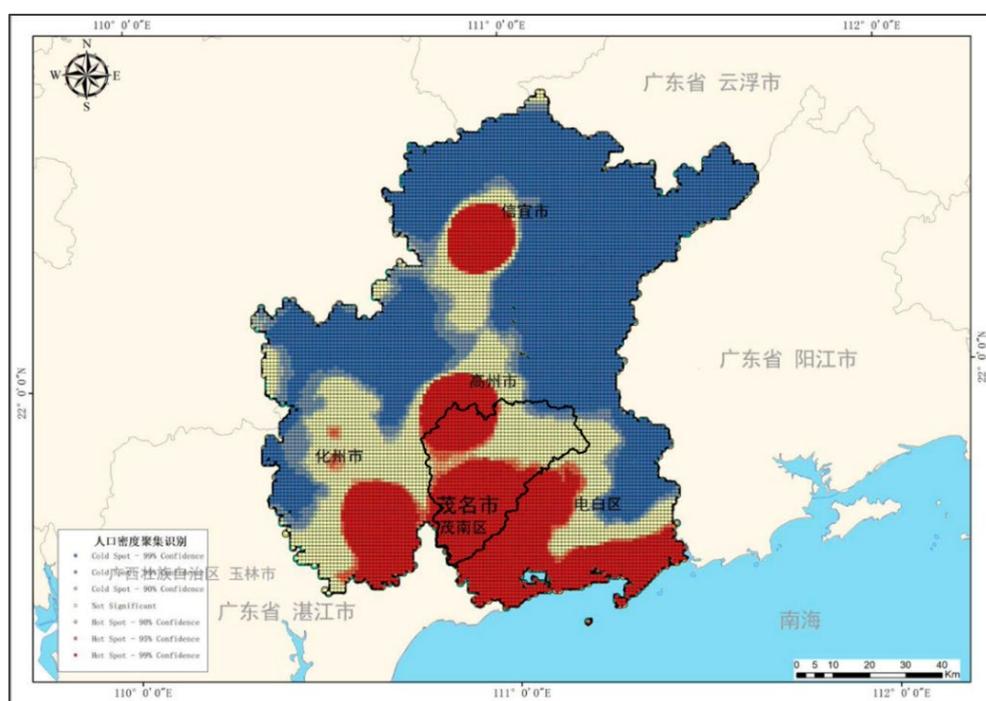


图 1.2- 12 2018 年茂名市人口密度热点分析

## 2. 地方经济

2022 年茂名地区生产总值为 3904.63 亿元，同比增长 0.5%。其中，第一产业增加值为 699.01 亿元，同比增长 5.6%；第二产业增加值为 1421.12 亿元；第三产业增加值为 1784.51 亿元。

农业增势较好。全年全市完成农林牧渔业总产值 1126.29 亿元，

连续三年保持千亿元以上，同比增长 5.8%，“粮袋子”“菜篮子”“肉案子”产品产量提升：粮食作物播种面积 376.75 万亩，增长 0.2%；粮食总产量 153.17 万吨，增长 0.1%；蔬菜种植面积 191.57 万亩，增长 2.9%，总产量 387.15 万吨，增长 4.3%；水果总面积 367.14 万亩，增长 2.5%，总产量 457.53 万吨，增长 3.2%；全年生猪累计出栏 587.25 万头，增长 2.5%，猪肉产量 27.20 万吨，增长 5.0%，禽肉总产量 30.38 万吨，增长 0.7%；禽蛋 11.08 万吨，增长 9.0%；水产品产量 92.64 万吨，增长 0.2%。

工业生产承压。全年全市规上工业增加值 593.47 亿元，同比下降 8.0%，其中石油加工业增加值下降 12.4%。部分行业增速较快，其中纺织服装服饰业得益于部分企业出口订单增加，增长 49.9%；家具制造业增长 60.8%；医药制造业增长 11.6%；电力热力生产供应业增长 10%；燃气生产供应业增长 12.5%；农副食品加工业受道道全、益海嘉里等新增企业拉动，增长 5.7%。全年全市居民人均可支配收入 27788 元，同比增长 4.0%，高于经济增长。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 34303 元，增长 2.6%；农村居民人均可支配收入 22444 元，增长 4.1%。

### 3. 土地利用现状

至 2020 年底，茂名市土地总面积 114.28 万  $\text{hm}^2$ 。农用地面积 97.95 万  $\text{hm}^2$ ，其中耕地 22.64 万  $\text{hm}^2$ 、园地 21.42 万  $\text{hm}^2$ 、林地 47.46 万  $\text{hm}^2$ 、其他农用地 6.44 万  $\text{hm}^2$ ；建设用地面积 12.94 万  $\text{hm}^2$ ，其中城镇村及工矿用地 11.27 万  $\text{hm}^2$ 、交通运输用地 9059.51 $\text{hm}^2$ 、水库及水工建筑 7673.96 $\text{hm}^2$ ；未利用地面积 3.39 万  $\text{hm}^2$ ，其中草地 7967.77 $\text{hm}^2$ 、水域 2.22 万  $\text{hm}^2$ 、其他土地 3708.23 $\text{hm}^2$ 。

表 1.2-9 茂名市土地利用现状表

土地类型		面积 (万hm <sup>2</sup> )	比例 (%)
农用地		97.95	85.71
	耕地	22.64	19.81
	园地	21.42	18.74
	林地	47.46	41.53
	其他	6.44	5.64
建设用地		12.94	11.32
	城镇村及工矿	11.27	9.86
	交通运输	0.91	0.79
	水库及水工建筑	0.77	0.67

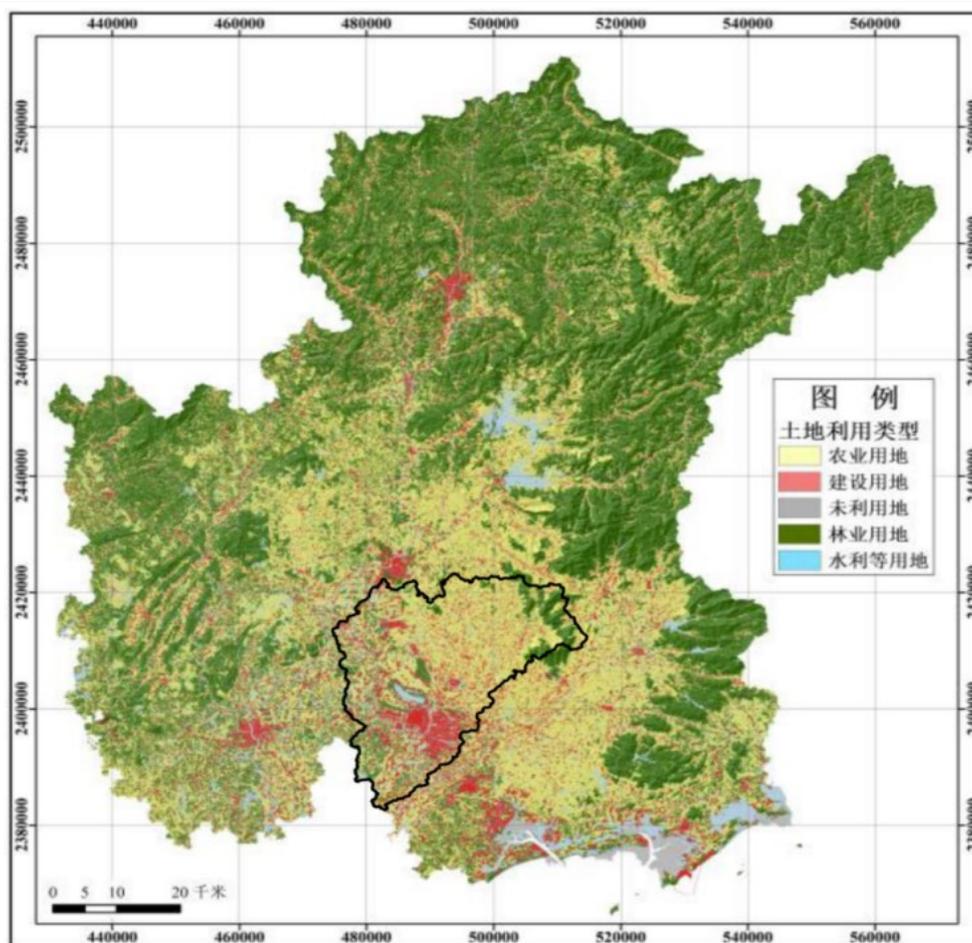


图 1.2- 13 茂名市现状土地利用类型图

依据 ArcGIS 对茂名市建设用地变化进行计算，结果表明，本次

治理区域建设用地指数 2010 年、2015 年、2018 年分别为 5.97%、6.15%、6.34%，总体呈现上升态势，本次治理所在的区域建设用地指数增速最高，达到 28.78%，说明近年来，茂名的城市发展主要在本区域内进行。因此，对区域内废弃矿山进行整治刻不容缓，否则将对茂名的城市发展及人民安全造成极大阻碍。



图 1.2- 14 茂名市建设用地分布图

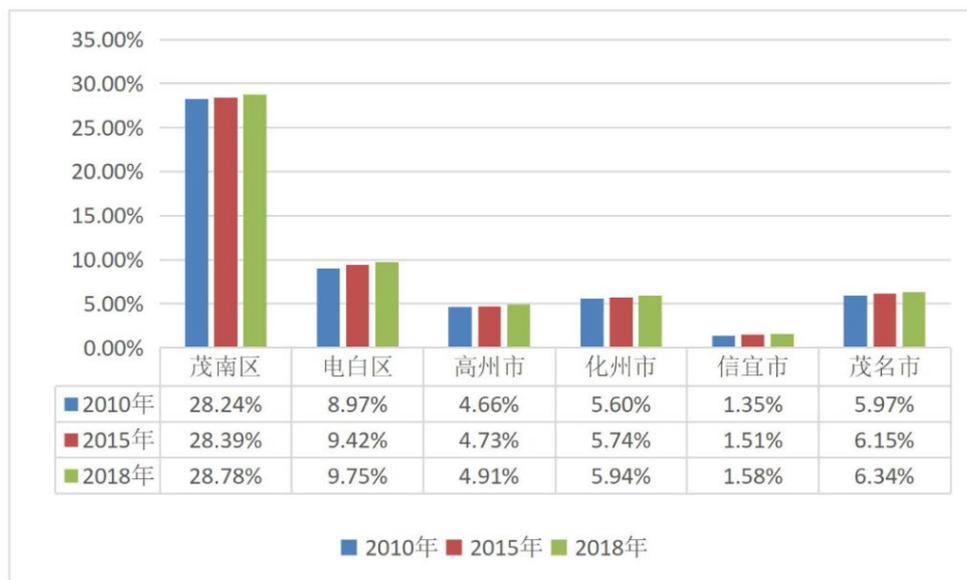


图 1.2- 15 2018 年茂名市建设用地指数

### （七）矿产资源开发利用状况

茂名市的工业布局是在开采油页岩矿和炼制页岩油的基础上发展起来的。三十年前中央燃料工业部石油管理总局勘探油页岩资源和地质构造，将茂名油页岩矿田划分为羊角、新汗、金塘、低山、石鼓、沙田 6 个矿区开采，其中条件最优的为金塘矿，并于 1962 年初建成年产 20 万吨露天矿和矿区南侧的页岩炼油厂。可惜的是，绝大部分矿石都处在露天开采的状况。

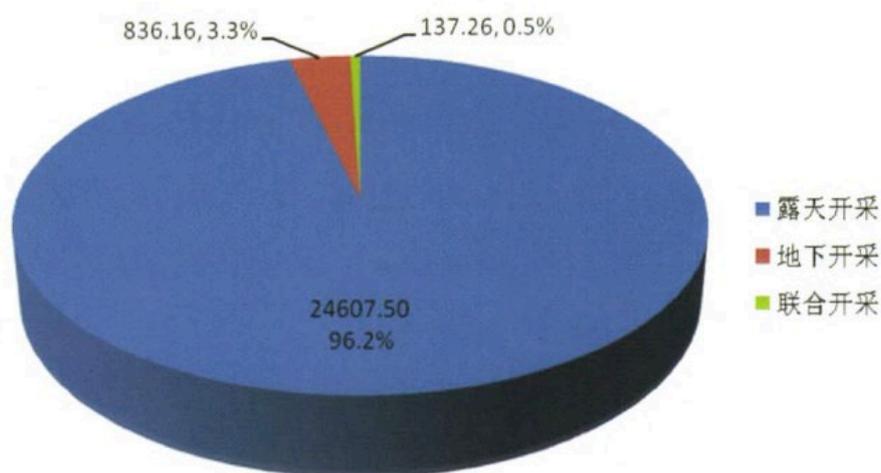
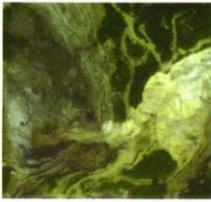
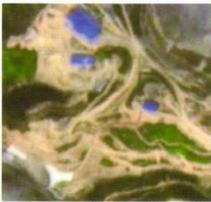
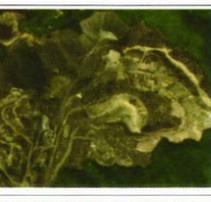


图 1.2- 16 茂名市矿山开采模式占比

丰富的矿业资源给茂名带来了城市的发展与经济的繁荣。但矿业开发占用及破坏土地资源是一个普遍性的地质环境问题，几乎每一座矿山均不同程度地占用及破坏了土地资源。首先露天开采矿山直接损毁土地，地下开采矿山间接造成土地塌陷，其次矿山中转场地、固体废弃物、矿山建筑也侵占大量林地、耕地，破坏植被、农作物，导致林地和耕地面积缩减。

表 1.2-10 矿山开发占地类型表

地类	示例影像	示例相片	判读特征
采场			包括了所有矿业活动的开采痕迹，即活动开采面和停采面。纹形粗糙，通常有道路、车辆和钩机。
矿山建筑物			矿山开采活动中的辅助建筑物，在图像上主要表现为具有几何形状的房屋。
矿山开发占地类型 中转场地			形状多为独立的一个锥形体，大型中转场地可有多个连续锥形体分布。选矿厂、选矿池可以看见有几何形状的围墙或围栏。
排土场			排土场形状各异，纹形较细，形状上一般都有一个小平台，上平下散，呈扫帚状。大型排土场呈阶梯状；小排土场呈堆状，较分散。
尾矿库			尾矿库具有三分特征，以尾矿坝为界，外侧为裸露尾矿区或复垦区，内侧为裸露尾矿区和碱性废水区，输送和排放尾矿管道分布有序。

茂名矿产资源矿种种类较丰富，优势矿产分布比较集中，尤其是油页岩矿产全国闻名；但同时其他副生矿，矿山规模相对较小，矿山不仅分布较分散，而且砂石粘土占比例较高。在整个广东境内，茂名的矿山开采占用面积排名第2，按县级行政区统计，茂名茂南与电白区矿山面积都达到 500 hm<sup>2</sup>。大型露天开采采场变化面积较大，固体废弃物也多，造成水土流失日益严重。而中小型非金属矿山点多面广，每年矿权变更较多，矿山开发占地每年变化较大。下面我们来看一下

目前茂名现存矿产资源情况。

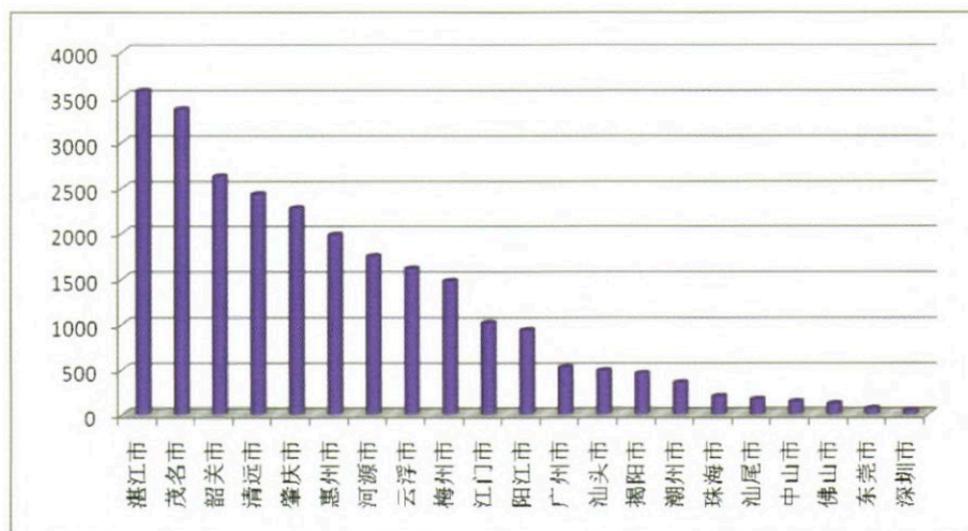


图 1.2- 17 广东省矿山开采占地按地级市统计柱状图(单位: hm<sup>2</sup>)

### 1. 矿产资源种类

茂名市位于粤西—桂东成矿带的南段，成矿条件优越。全市共发现矿产种类 53 种，其中已查明资源储量的矿产 42 种，发现具有资源量的矿产地 307 处。油页岩、地热、钛铁、锡、金、玉石、高岭土、建筑（粉料）用大理岩等是茂名市优势矿产。

**油页岩** 查明资源储量矿石量 458703 万吨，保有矿石量 446233.2 万吨，在全国地级市排名居第二位。主要分布在茂南区羊角、金塘至高州市低山一带，矿床规模大型 1 个、中型 3 个。

**地热** 查明资源量（可开采量）50009 m<sup>3</sup>/日，其中茂名盆地（茂名地热田）资源量 38455 m<sup>3</sup>/日。现有矿产地 18 处，其中达到详查工作程度 2 处。

**钛铁矿** 查明资源储量钛铁矿 391.2 万吨，伴生锆英石 5.5 万吨，矿床平均品位（含钛铁矿）31.50kg/m<sup>3</sup>。主要分布在化州市平定镇，矿床规模为大型。

**锡矿** 查明资源储量锡 16 万吨，保有资源储量锡 15.7 万吨。主

要矿床为信宜银岩大型锡矿床。

**金矿** 查明资源储量金 14.2 吨，保有资源储量金 11.7 吨。主要矿床有信宜市东坑金矿、高州市大岭坡金矿、电白区马踏金矿等，其中东坑金矿为中型矿床，其余为小型矿床。

**玉石矿（南方玉）** 查明资源储量矿石量 8.49 万吨。主要矿床有信宜市金垌镇泗流和古立、水口镇饭豆坡、北界镇陂底铺等。南方玉是省内颇具地方特色的矿产。

**高岭土** 查明资源储量高岭土矿石量 59150.8 万吨，保有资源储量高岭土矿石量 31834.5 万吨，其中沉积岩风化型高岭土矿床资源储量居全国第一位。查明矿床 18 个，其中大型矿床 6 个，主要分布于茂名盆地的山阁、佳山、霞池、大同、上田边以及高州市沙田、化州市大坡等地。其中山阁、上垌、佳山、大同为优质高岭土，可作刮刀涂料级造纸原料。

**建筑（粉料）用大理岩** 查明资源储量 3418.77 万吨，主要矿床为化州市文楼大理岩矿区，矿床规模为大型。矿石适合加工超细重质碳酸钙粉，可用于建筑涂料、橡胶填料、化工原料。

表 1.2-11 茂名市矿产资源概况

分类	矿种	具有资源量的矿产地（处）
能源矿产	油页岩、煤、地热、泥炭	31
金属矿产	铁、锰、钛、铜、铅、锌、钨、锡、钼、金、银、铋、铍、锆、重稀土、轻稀土	53
非金属矿产	磷、硫铁矿、滑石、石棉、白云母、长石、玉石（南方玉）、水泥用灰岩、石英砂(水泥标准)、高岭土、陶瓷土、膨润土、化肥用蛇纹岩、建筑用安山岩、建筑用闪长岩、建筑用花岗岩、饰面用花岗岩、建筑用大理	166

分类	矿种	具有资源量的矿产地（处）
	岩、水泥用大理岩、建筑用片麻岩	
水气矿产	矿泉水、地下水	57

## 2. 矿产资源分布范围

茂名盆地为伸展作用下形成的半地堑式断陷盆地，油页岩发育于古近系油柑窝组和新近系尚村组中。油柑窝组油页岩与煤层伴生，分布在煤层顶部，是最主要的含矿层位，形成于半深湖相沉积环境。油页岩和煤主要分布于茂南区的金塘镇、羊角镇、高州市的石鼓镇和化州市的连界圩，它们共生于同一矿床中。高岭土则主要分布于茂南区的山阁镇。

茂名金塘含矿区是油页岩富集成矿的中心区带，北西向断裂控制着油柑窝组和尚村组油页岩矿层的埋深、展布以及成矿过程。由于受到沉积环境和物质来源的影响，油柑窝组油页岩含油率一般为 5%~9%，最高可达 13%；尚村组油页岩含油率为 3.5%~6.5%，平均为 4.5% 左右。

## 3. 矿产资源开发利用状况

截止 2020 年底，全市登记有效探矿权总数 3 个，合计勘查面积 40.56 km<sup>2</sup>。按地区划分：信宜市、高州市、化州市各 1 个，勘查矿种 3 种，有铅矿、锌矿、金矿。

截止 2020 年底，全市登记有效采矿权总数 63 个，其中地热 2 个、金属矿产 5 个、玉石矿 1 个、其他非金属矿产 55 个，其中大中型生产规模矿山 30 个，占全市矿山总数的 48%。

2020 年，全市生产矿山 40 个，主要开采非金属矿产，开采高岭土矿石量 158.45 万吨、陶瓷土 14.49 万吨、水泥用灰岩 29.6 万吨、

建筑用石料 715.77 万  $m^3$ 、饰面用花岗岩 4.0 万  $m^3$ ，地热 1.09 万  $m^3$ ，矿业生产总值 6.22 亿元。

### （八）拟修复矿山开采历史情况

茂名最主要的矿种为油页岩，油页岩露天矿山位于小东江干流西侧，是我国南方最大的露天矿山。1958 年 8 月，油页岩露天矿山在茂名破土动工，1962 年 1 月 1 日正式投入生产，至 1993 年 1 月，矿区正式停产，历经 30 余年。累计累计开采油页岩 1 亿多吨，茂名石化提炼油页岩油共 292 万吨，为茂名市赢得了“南方油城”的美誉，也为当时新中国甩掉“贫油国”的帽子作出了积极贡献。

矿区停产后的一段时间内，由于无人管辖，各种盗挖盗采现象层出不穷。2004 年和 2006 年，茂名市政府与茂名石化公司先后签署《关于移交原矿业公司露天矿采矿场和南北排土场土地使用权及其相关资产协议书》和《关于置换茂名市露天矿区的协议》，开始着手实现露天矿的整体移交。

世纪 80 年代后期，随着造纸业的发展和陶瓷工业的兴起，露天矿蕴藏的优质高岭土成为新的开采矿种。1986 年到 1996 年，广东省地质局持续进行高岭土矿床的勘探工作，取得的十余份地质勘查报告表明，茂名高岭土矿床从南到北可分为三个矿带：一是黄牛岭组矿带，面积约  $14km^2$ ；二是尚村组矿带，面积约  $3.6km^2$ ；三是老虎岭组矿带，面积约  $28.8km^2$ ，三个矿带高岭土资源储量 5.75 亿吨，黏土量 1.08 亿吨。2007 年，广东省地质局 704 地质大队继续对矿区范围内高岭土勘查空白区进行覆盖勘查，获得储量 1.7 亿吨涂布级高岭土矿石。1989 年，年产 3000 吨的高岭土试验厂建成投产。面对页岩油生产年年亏损的局面，矿山于 1995 年转换经营机制，调整产业结构，全面转向发展高岭土生产。

2006 年底，市政府一度想重新开采油页岩，准备建设 2 台 200MW 循环流化床发电机组的油页岩发电厂和年产 600 万吨油页岩矿区。几经周折后，在周边群众的强烈反对和科学界人士的倡议下，茂名市政府考虑到油页岩发电因当前的环保技术还未突破，易对周边的环境产生严重的影响，最终决定不再上马建设油页岩发电厂，并向有关公司赔偿相关投入损失的 2 亿多元。

几经承包转手的露天矿，由于不法企业偷排工业废渣的垃圾场，加上此前剩下的岩渣、开采向外排弃的表土，露天矿区及其周边生态严重恶化。2013 年 5 月 7 日，茂名市政府召开专项会议，规定在露天矿矿区范围内，一律不得进行挖掘、采矿、建设等活动。2013 年 12 月 31 日，茂名露天矿被正式移交茂名市政府，随后茂名市政府开启了“引水、种树、建馆、修路”系统性生态修复工程。

除了露天矿外，矿区周边区域也蕴藏着丰富的油页岩资源。在茂南区羊角镇爱群村，曾进行油页岩开发，形成了诸多小型油页岩矿坑，后因主体埋灭，成为无法确认治理恢复责任主体的无主废弃矿山，亟待进行修复。

### （九）区域自然地状况

在前面对区域自然地理与生态状况分析的基础上。利用 ArcGIS，采用多图层叠加，不同生态要素分级赋权的方式，对整体生态敏感性进行了评价。茂名市有 95.4% 的地区生态敏感性基本属于不变或者轻度增加。但本次治理所在茂南区，生态敏感性显著增加。从下图可以看出，茂名市整体生态格局先呈现复杂性、破碎化。本次矿山治理区域，呈现生态环境稳定性变弱，林地生态系统破碎化程度增加，连通性下降、聚集程度下降，空间分布复杂化；草地生态系统面积减小、斑块密度下降、形状不规则程度减小，破碎化程度加大。尤其是矿山

造成的大面积水土流失问题，导致生态敏感性增加。



图 1.2- 18 茂名市生态敏感性变化图

### 第三节 主要生态问题和原因分析

#### 一、土地资源损毁

茂名的历史遗留废弃矿山存在 4 个主要生态问题，土地资源损毁、矿山地质环境安全隐患、植被及生物多样性丧失和水土流失。

茂名的历史遗留废弃矿山均为露天开采，在历史采矿活动和矿山工程建设活动的影响下，矿山表土基本丧失，经过多年修复后，仍有多处矿坑呈地表裸露状态。由于矿山所在位置距离城区较近，矿山存在垃圾堆放、废土堆场、违规建设等不同程度的损毁和占用情况。经现场踏勘调查，发现本次拟修复矿山的土地资源损毁面积总计为 3.26km<sup>2</sup>，需开展生态系统修复重建和废弃工矿用地的土地综合利用整治。



图 1.3 - 1 露天矿坑湖北侧土地损毁情况



图 1.3 - 2 北排土场土地损毁情况

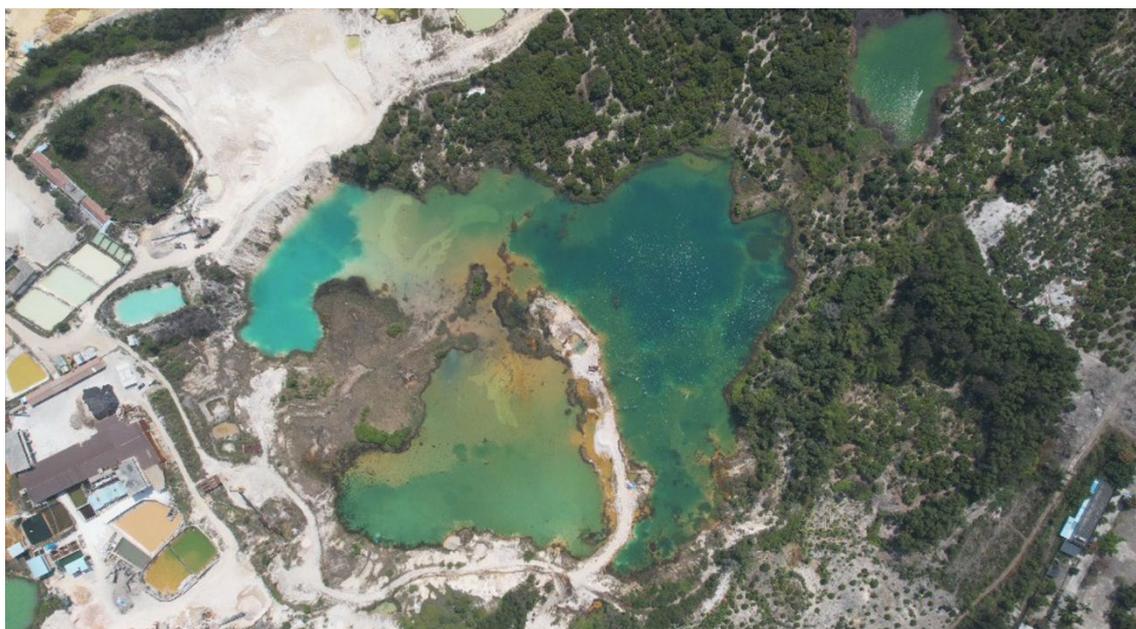


图 1.3 - 3 北排土场东侧矿坑

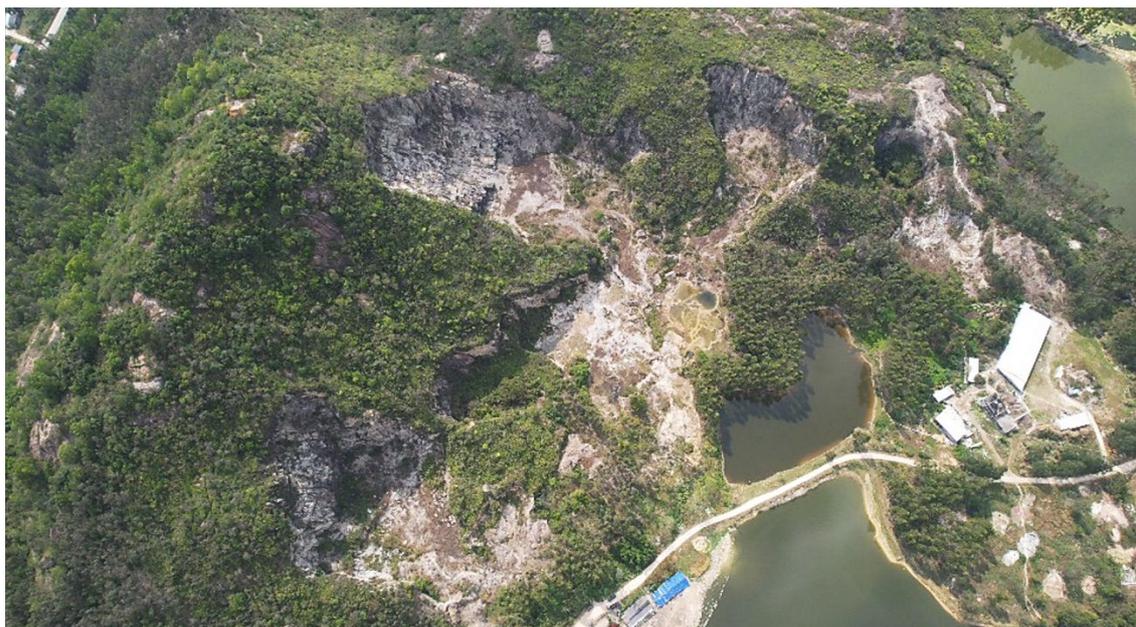


图 1.3 - 4 金塘镇锡塘村矿山土地损毁情况



图 1.3 - 5 羊角镇爱群村矿山土地损毁情况



图 1.3 - 6 金塘镇金山工业园西侧矿坑

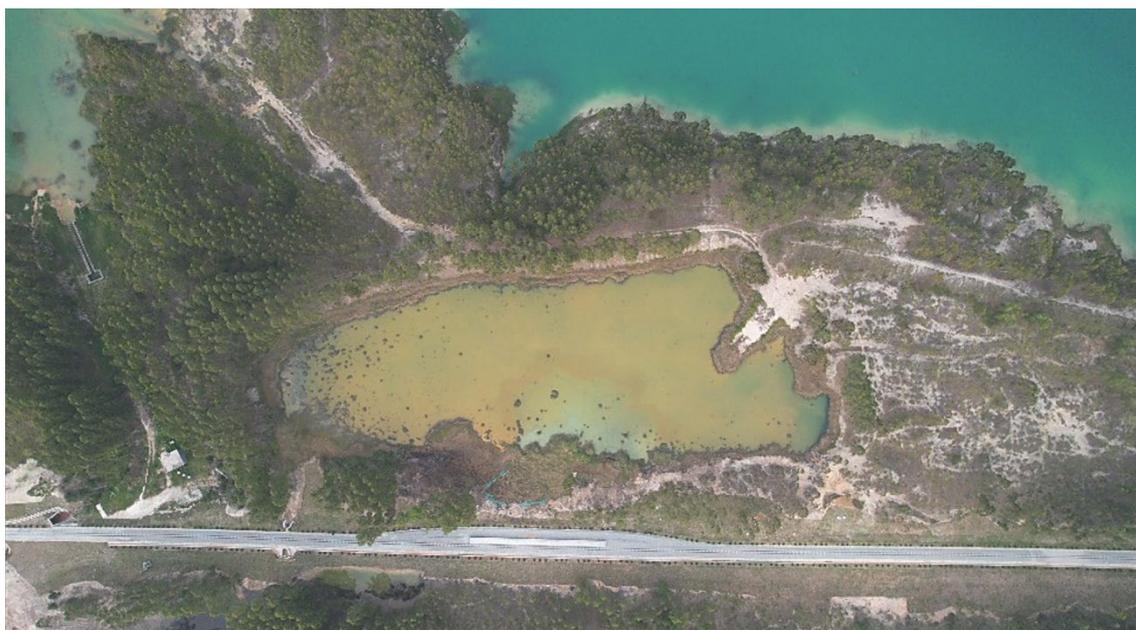


图 1.3 - 7 露天矿矿坑湖西南侧矿坑

## 二、矿山地质环境安全隐患

本次拟修复矿山区域所在位置地势平缓，地貌单元为低矮残丘。由于采矿和填挖方建设，形成诸多裸露的岩土边坡、危岩体等，矿山

地质环境遭到破坏，形成多处地质灾害隐患区域。

### （一）湖岸

在露天矿范围的岩土体主要为粉质黏土、全风化岩，局部见强风化岩，矿坑湖岸坡在湖水冲刷、施工震动、雨水冲刷等情况下边坡有发生崩塌滑坡的可能。

矿坑湖湖岸边坡多为填土、粉质黏土构成。由于降雨、湖浪淘蚀等影响因素下有加剧湖岸边坡崩塌滑坡的可能。根据《广东省茂名市露天矿生态公园地质灾害危险性评估报告》中对矿坑湖湖岸边坡的分段评估结果，在本次拟修复矿山范围内共有 5 段危害风险大~中等的湖岸边坡，应采取相应的工程措施予以防治，并加强监测措施。

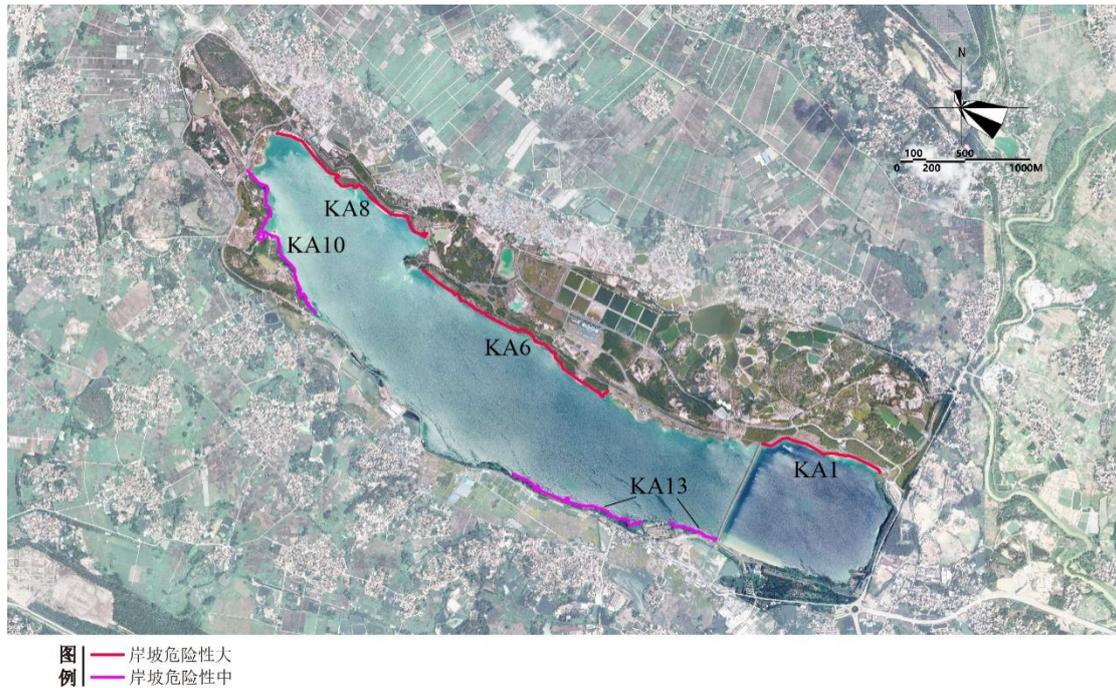


图 1.3 - 8 中高危害风险岸坡分布图

表 1.3 - 1 岸坡特征和危险性评价

编号	岸坡岩性	水上坡高 (m)	水下稳定岸坡起点 (m)	总体坡高 (m)	现状湖岸再造现象	危险性
KA1	填土、残积土、N1h强风化粘土岩 (半成岩)	2.0	+0.0	16.5	1、湖浪淘蚀消落带、常有塌岸现象，岸坡线侵蚀持续后退； 2、排水口冲刷坡面。	大
KA6	填土、残积土、N1h强风化粘土岩 (半成岩)	8.0	+0.0	22.0	1、岸坡水下地形高差大，总体较陡，岸坡已发生局部塌落变形； 2、湖浪淘蚀消落带、常有塌岸现象，岸坡线侵蚀持续后退； 3、裸露坡面被地表排水冲刷，沟壑纵横； 4、排水口冲刷坡面。	大
KA8	填土、残积土、N1h强风化粘土岩 (半成岩)	15.0	+10.0	18.5	1、岸坡水下地形高差大，总体较陡，岸坡已发生局部塌落变形； 2、湖浪淘蚀消落带、常有塌岸现象，岸坡线侵蚀持续后退； 3、裸露坡面被地表排水冲刷，沟壑纵横； 4、排水口冲刷坡面。	大
KA10	填土、E1s全风化粉砂岩	2.0	+7.4	8.5	1、岸坡水下地形坡度较缓、植被覆盖好； 2、岸坡再造现象轻微。	中
KA13	填土、残积土、E1s全风化粉砂岩	6.0	+4.0	14.0	1、岸坡水下地形坡度较缓、大部分岸坡植被覆盖较好； 2、零星陡直岸坡地段见塌岸现象，岸坡再造现象较轻； 3、已发生矿山道路滑坡地质灾害HP1，但已经治理。	中

### 1. 湖岸稳定性差段 (KA1 段、KA6 段、KA8 段)

该类库段岸坡表层填土层、残积土层厚度较厚；岸坡水下高差大、地形坡度总体较陡，湖岸再造形式以塌岸为主，塌岸延续较长，部分

岸坡段发育小~中型滑坡地质灾害。

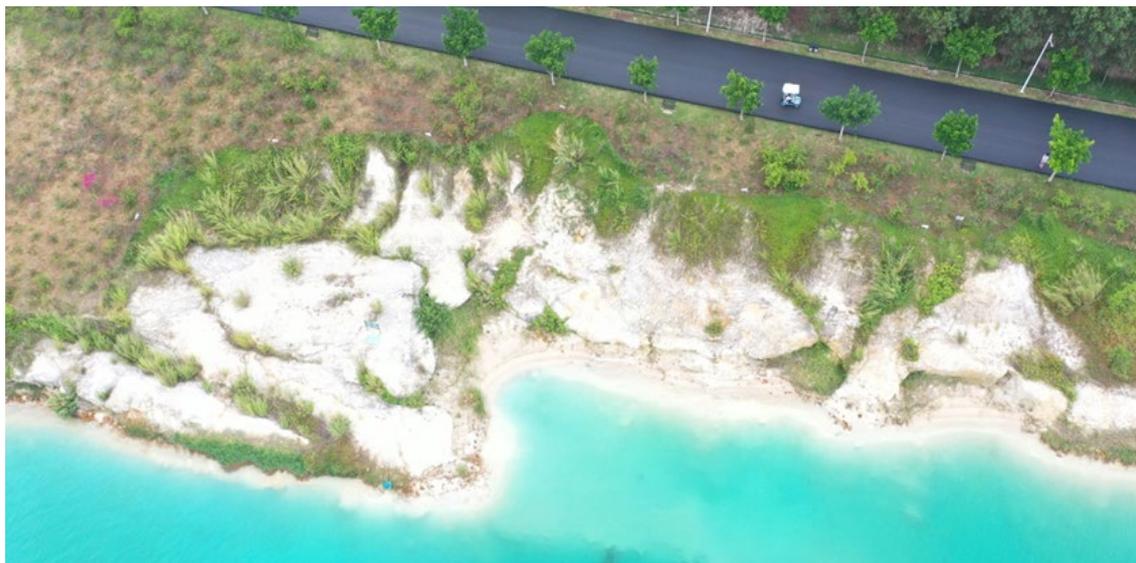


图 1.3 - 9 KA1 段不稳定岸坡



图 1.3 - 10 KA6 段不稳定岸坡



KA8 段岸坡-1



KA8 段岸坡-2



图 1.3 - 11 KA8 段不稳定岸坡（图 1-4 依次由西向东）

根据长期监测，KA8 段岸坡大规模滑坡持续发育：2014 年谭屋段边坡坡脚高程约 0.5 m，矿坑最低点（高程-20.8 m）距离坡脚以东 300 m 处，矿湖水下地形坡度 5~10°。2016 年建设环湖路期间平整场地，将大量未经压实的填土推至现滑坡区域。2018 年矿湖蓄水水位升至 13.5 m 后，滑坡体再次复活，在遥感图中见明显环形裂缝。



图 1.3 - 12 2014 年 1 月 2 日遥感图在 KA8 西段可见滑坡后壁、陡坎



图 1.3 - 13 2015 年 4 月 14 日遥感图在 KA8 西段可见滑壁扩大、滑体坠落矿湖



图 1.3 - 14 2016 年 11 月 27 日遥感图 KA8 西段被填土整平

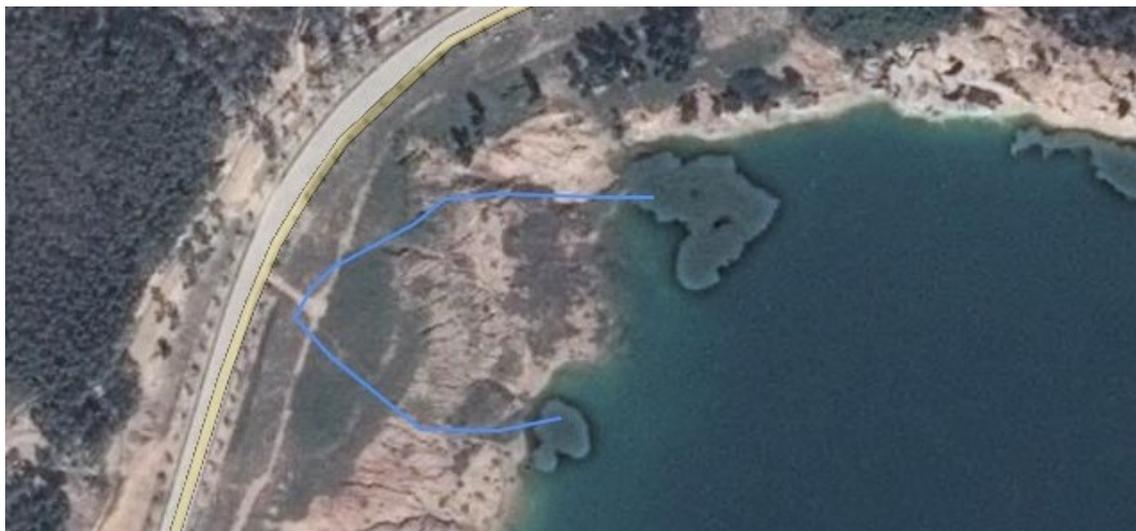


图 1.3 - 15 2017 年 10 月 24 日遥感图 KA8 西段场地绿化、未见滑坡现象

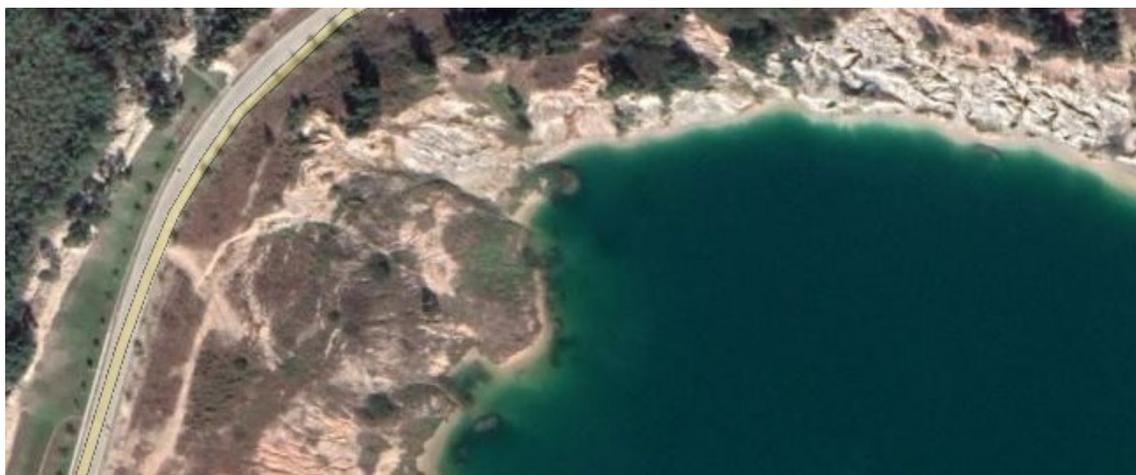


图 1.3 - 16 2019 年 12 月 6 日遥感图 KA8 西段出现后缘弧形裂缝（图中可见明显滑坡裂缝）

## 2. 湖岸欠稳定段（KA10 段、KA13 段）

该类库段岸坡表层填土层、残积土层层岩层厚度不大，下伏基岩为厚层 N1h 强风化粘土岩，岸坡水下高差较大、地形坡度较陡，湖岸再造形式以塌岸为主，规模不大，局部岸坡地表发生塌落变形。



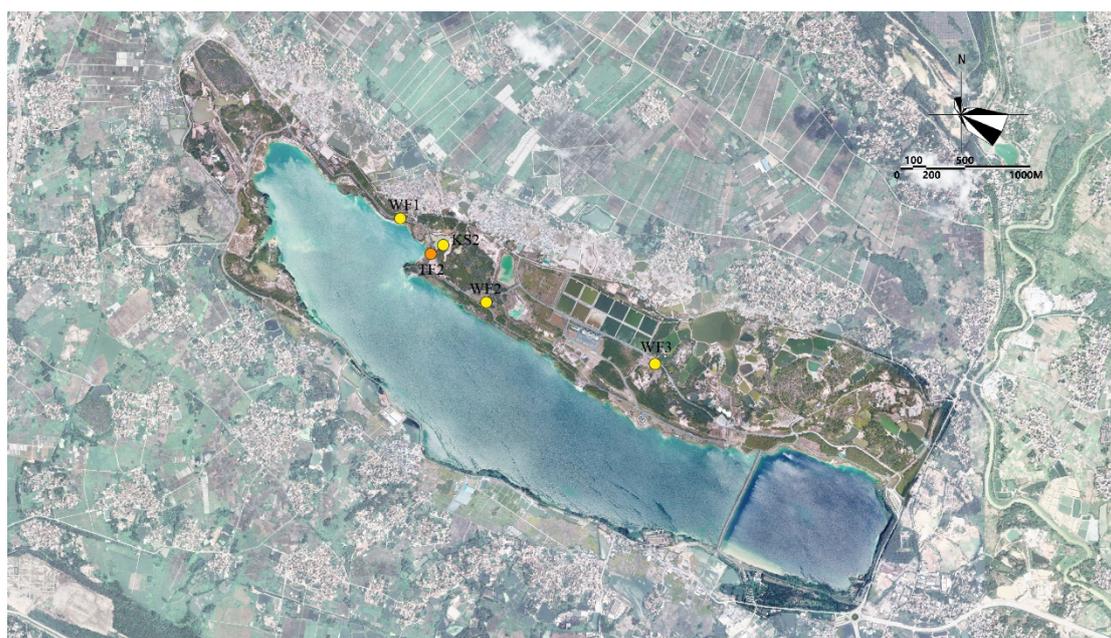
图 1.3 - 17 KA10 段欠稳定边坡



图 1.3 - 18 KA13 段欠稳定边坡滑坡拉张裂缝

## (二) 边坡

露天矿和北排土场内因填挖方形成的裸露边坡，以及其他小型矿山开采堆土等行为形成的矿山边坡，多为粘土和强风化岩构成，土质边坡。由于降雨、施工震动等影响有引发水土流失，甚至边坡崩塌/滑坡的可能。在本次拟修复的矿山范围内，共有 5 处危险性大~中等的边坡有待治理。



图例 ● 地质灾害隐患点危险性大  
● 地质灾害隐患点危险性中

图 1.3 - 19 其他地质灾害隐患点分布图

表 1.3 - 2 其他地质灾害隐患点特征和危险性评估

类型	编号	坡高 (m)	位置	坡向	坡体形式	不同工况稳定系数		发生可能性	潜在危害程度	危险性
						自然	暴雨极端			
挖方边坡	WF1	3	环湖公路东南向距茂名 检察林约 160m	S	土质 边坡	2.58	1.162	小	中等	中等
	WF2	5	博物馆向西 约770m处	WS	土质 边坡	1.162	1.022	中等	中等	中等

类型	编号	坡高 (m)	位置	坡向	坡体形式	不同工况稳定系数		发生可能性	潜在危害程度	危险性
						自然	暴雨极端			
	WF3	5.5	博物馆向东南向500m	WS	土质边坡	1.888	1.321	小	中等	中等
填方边坡	TF2	5.5	北侧湖岸环湖路		土质边坡	1.223	0.978	大	中等	大
矿山边坡	KS4	3.4	北侧湖岸环湖路东侧	S	土质边坡	3.706	2.594	小	中等	中等



图 1.3 - 20 露天矿北部油页岩裸露边坡



图 1.3 - 21 油页岩边坡风化情况



图 1.3 - 22 高岭土矿坑边坡风化冲蚀情况



图 1.3 - 23 北排土场裸露边坡情况



图 1.3 - 24 露天矿北部边坡滑坡陡坎周界



图 1.3 - 25 露天矿开采区油页岩边坡



图 1.3 - 26 露天矿北部高岭土矿坑边坡

### (三) 危岩体

建筑用安山岩矿的出露岩体主要为安山岩,开采面坡度超过 $60^{\circ}$ ,坡体为孤立陡峭的山嘴,坡体前有巨大临空面的凹形陡坡。虽然天然安山岩的岩体坚硬,岩层内裂隙不发育,为稳固性矿层,但其上层地表风化存在带自上而下的裂隙发育,在矿山开挖开采过程中的机械震动会促使岩层内裂隙进一步发育,导致岩体稳固性降低。在现场调研中发现,矿山坡体内存在一定的裂隙发育,上部和开采面表层岩体结构不完整,坡脚崩塌物发育,存在潜在的崩塌体,属危岩体。现存开采面和上部岩体在雨水冲刷、人类活动等外界因素影响下,可能发生崩落或垮塌,形成崩塌灾害。

本次拟修复的金塘镇废弃建筑用安山岩矿山共包含 5 个矿山图斑,危岩体坡面总长度 3000m,平均落差约 40m,最大落差 78m。由于岩体存在潜在崩塌灾害风险,亟待开展危岩体滑塌治理,以保证周边人民群众的生命和财产安全。

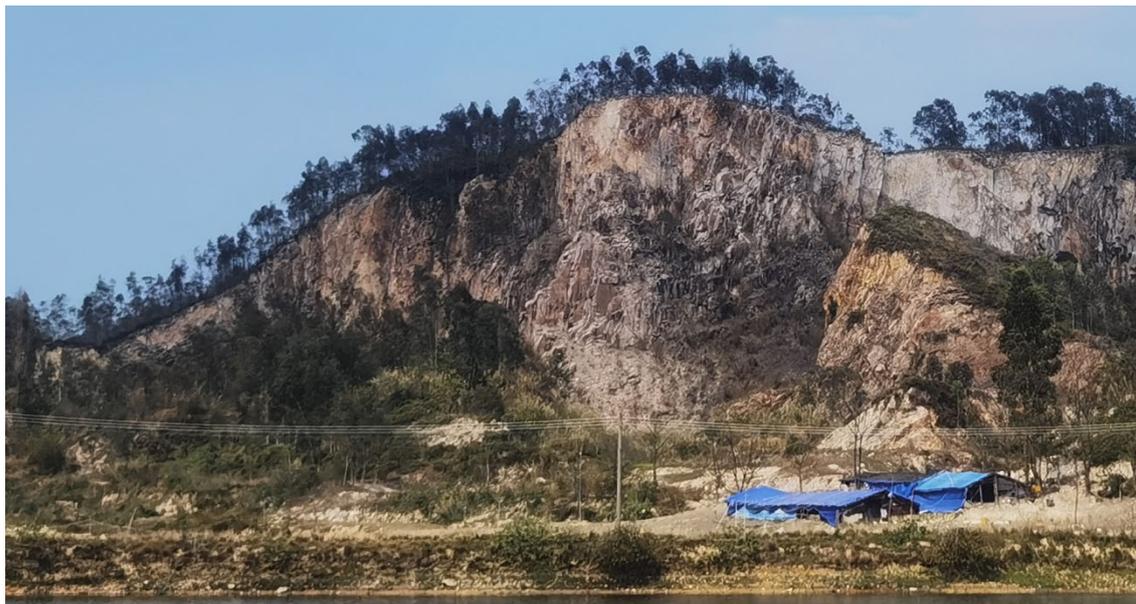
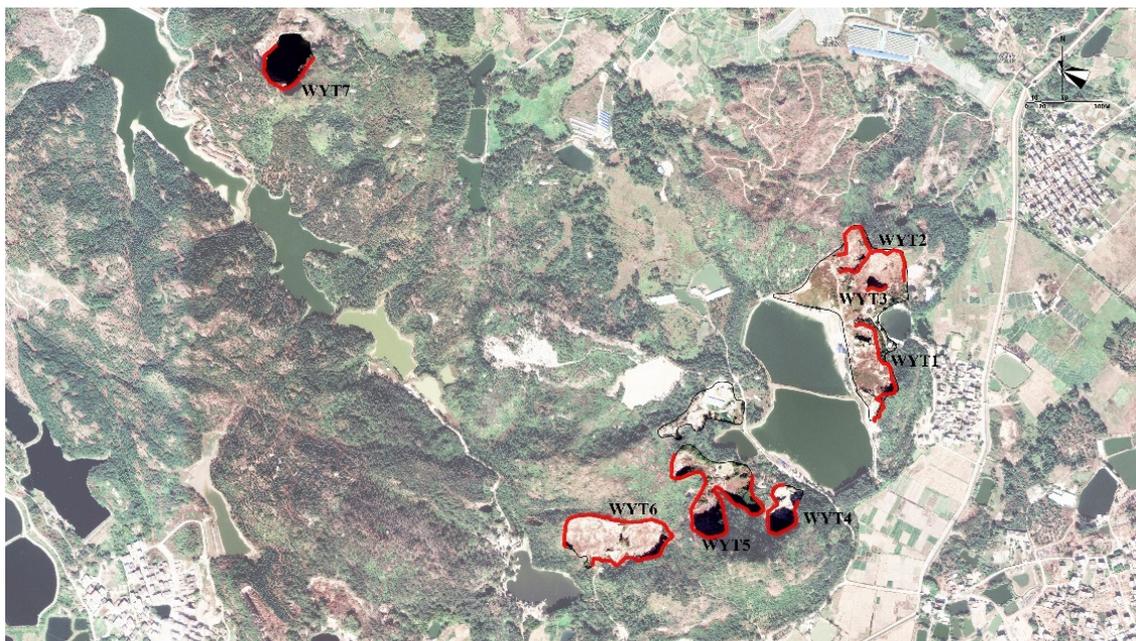


图 1.3 - 27 金塘镇锡塘村安山岩矿坑坡面



图例  
□ 修复矿山边界  
■ 危岩体

图 1.3 - 28 危岩体分布图

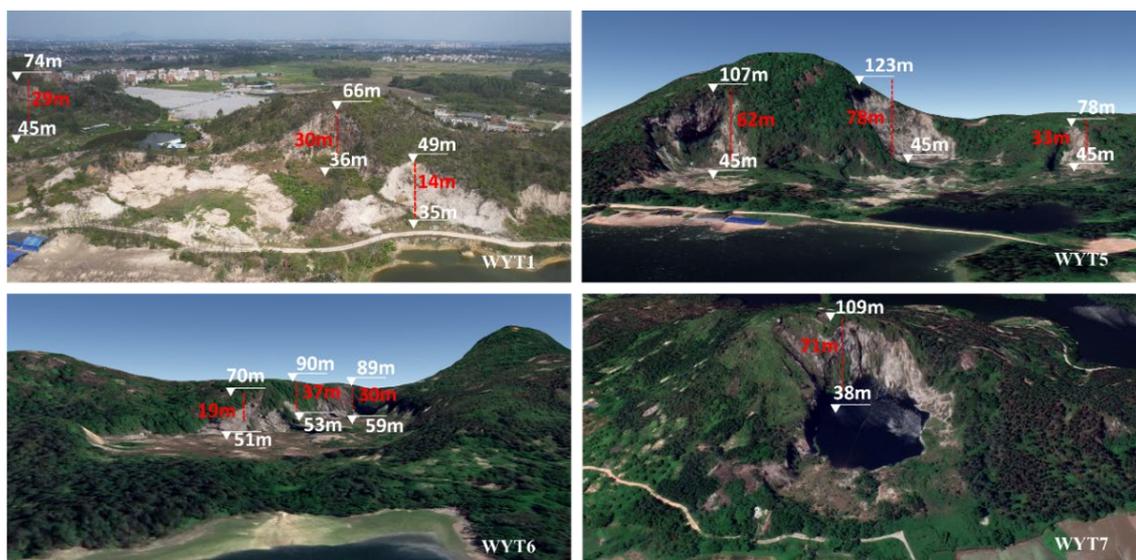


图 1.3 - 29 危岩体坡面落差情况

### 三、植被和生物多样性丧失

#### (一) 土壤破坏

矿山露天开采导致开采区和堆土场土壤丧失，矿区虽近几年来加大修复力度，但是仍然有大量的裸露区域尚未修复，尤其是矿坑周边地区尤为明显。在原生地质环境中，第三系砂页岩、泥岩、油页岩及第四系泥炭土分布广泛，其中含有大量的腐殖酸、硫化物及有机酸。由于矿山开采造成大量岩土层裸露，岩土层中的硫化物长期暴露与空气中，逐步被氧化，生成大量酸性物质，引起表土酸化，随着雨水的冲刷，这些酸性物质随着径流汇入矿坑，形成酸性积水。

极端的酸性土壤不仅会直接对植物产生毒害作用，为矿区的植被恢复带来了极大的困难，酸性土会导致植物无法有效的吸收土壤中的养分，呈现营养不良的状态。

2022年2月19日在露天矿周边地带9个位点采集25个土壤样品，包括矿区东部裸露边坡、引水渠边坡、周边矿渣、退化草地以及北排土场等不同土壤类型，对采集的土壤样品经过风干、研磨和过筛

等预处理后，测定 pH 和电导率 (EC) 并进行净产酸量测试 (NetAcid Generation Test, 简称 NAG)，结果如下表所示。

表 1.3 - 3 2022 年 2 月 19 日采集 25 个土壤样品土壤酸化指标平均值

编号	位置	坐标	pH值	NAG-pH	NAG (kg·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t)	电导率EC (mS/cm)
1	矿区东部裸露边坡1	21°42'46"N, 110°53'27"E	6.22	4.04	13.78	3.36
2	矿区东部裸露边坡2	21°42'50"N, 110°53'04"E	3.50	3.35	15.87	1.23
3	油页岩展示区	21°43'56"N, 110°50'51"E	3.45	2.53	63.51	0.89
4	引水渠边坡	21°43'52"N, 110°50'49"E	2.99	2.94	14.23	0.83
5	矿坑周边残留矿渣	21°43'48"N, 110°51'21"E	4.28	3.47	13.77	0.09
6	退化草地	21°42'47"N, 110°53'01"E	3.89	3.38	11.75	0.61
7	北排土场1	21°44'13"N, 110°54'08"E	3.91	3.02	23.01	0.44
8	北排土场2	21°44'17"N, 110°54'01"E	2.90	2.71	38.89	7.24
9	北排土场3	21°43'46"N, 110°54'11"E	3.87	3.33	30.71	0.41

结果表明,大部分土壤的 pH 值都在 3~5 之间,属于强酸性土壤。仅有少数耐酸性植物可以在这样的环境下生长,但依旧会面临生长迟缓,易衰老退化等问题。矿区内所有样点的 NAG-pH 在 2.15 至 4.17 之间,具有较强的产酸潜力,进一步测定 NAG 最小值为

9.31kg·H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/t, 最大值为 81.37kg·H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/t。NAG-pH、NAG 都是检测土壤是否具有继续酸化可能的指标。当条件合适时, 这些潜在酸就有可能变为实在酸, 在治理区土壤原本呈现强酸性的背景下进一步加剧其酸化问题, 带来更为严重的一系列环境问题。

同时, 极端的酸性环境, 还会加剧土壤中的各类有毒有害重金属的溶出, 重金属对生物体具有强烈的毒害作用, 且会通过食物链层层累积, 最终危害整个生态系统的稳定性; 同时, 大多数植物适宜生长在接近中性的土壤中, 强酸性土壤对植物的生长有强烈的抑制作用, 会使植物生长受损, 根系萎缩, 植被退化, 进而导致区域内水土流失, 后续极易引发山体滑坡、泥石流等地质安全隐患问题。

## (二) 植被丧失

矿山露天开采, 使地表植被完全丧失。自 2014 年起, 茂名市开始持续对露天矿区进行生态修复和人工造林, 每年投入大量资金与人员。但人工造林对矿区的生态环境的改造非常有限, 植被覆盖情况仍然不容乐观, 且面临着植被退化的问题。



图 1.3 - 30 矿坑周边植被丧失情况



图 1.3 - 31 边坡植被退化情况



图 1.3 - 32 矿坑周边草地退化情况



图 1.3 - 33 矿坑周边植被退化情况



图 1.3 - 34 北排土场植被退化情况



图 1.3 - 35 北排土场草地退化情况

2015 年以来, 矿区人工种植示范林共计 478.12 亩 (31.87 hm<sup>2</sup>), 其中, 马占相思-小叶榕示范林 319.25 亩、勒杜鹃林 33.79 亩、风铃林 46.71 亩、宫粉紫荆林 78.37 亩。沿界置路边增加撒播的 3 米宽, 7.55km 长的筋钩种子围闭带通过育种撒播 (折合面积约 33 亩), 但总体效果不明显。恢复建设荷塘 65.2 亩, 铺设草坪 3329 m<sup>2</sup>。目前, 露天矿区成活的乔木树种有桉树、马占相思、大花紫薇、黄花风铃木、羊蹄甲, 仅马占相思在矿区出现了通过种子萌发的幼树; 草本则以外来入侵物种鬼针草, 南美蟛蜞菊为主, 亦生长有少量的芒草、芒箕。

修复区内大面积的速生桉纯林为 2015 年由村民盲目抢种, 林地种植密度高, 种植之初缺少科学的植被恢复技术指导, 树种单一, 生长发育不良, 历经 8 年, 个体胸径多在 10 cm 左右, 难以促进土壤发育, 不利于林下植被的生长和生态系统正常的能量和物质流动。这类林地既无法认定为经济林, 也无法认定为碳汇林和水源涵养林, 不利于修复区生态系统的质量和功能的提升, 需尽快加以改造。



图 1.3 - 36 南排土场植被退化情况



图 1.3 - 37 恢复区草坪退化情况

修复区内大片的桉树，林地生长状况不佳。现存的桉树林内不仅其他植物难以在林下生长，许多桉树植株长势不良，整片林地鸟雀难见，生物多样性极低。桉树密林缺少健康的林地结构，由于对水肥的大量消耗，使得原本贫瘠的土地生态环境更为恶劣，本就结构松散的砂质岩层，水土流失频发，形成多处冲蚀沟。



图 1.3 - 38 速生桉林退化情况

### （三）生物多样性

本次拟修复矿山区域生态多样性均较低，生态系统受人工干扰的程度很大。矿坑湖岸及周边大部分的树木为人工种植，物种单一且植被覆盖率不高，土壤酸化未得到控制，土壤肥力较差，植被极易发生退化。岸边水生植物中长有大量诸如鬼针草，南美蟛蜞菊等外来入侵物种。大面积的桉树林和广泛分布的外来入侵物种对生态系统的贡献度很低。

## 1. 河岸带植被

根据《茂名市 2021 年好心湖健康评价报告》中关于植被覆盖调查显示，综合分析国土三调高精度卫星影像成果以及现场复核情况，形成如图 1.3-39 所示的矿坑湖岸线植被覆盖情况。已经覆盖植被的区域出现植被退化现象，原先种植的人工林地、草地等都出现了不同程度的退化状况。



图 1.3 - 39 矿坑湖岸植被覆盖范围分布图

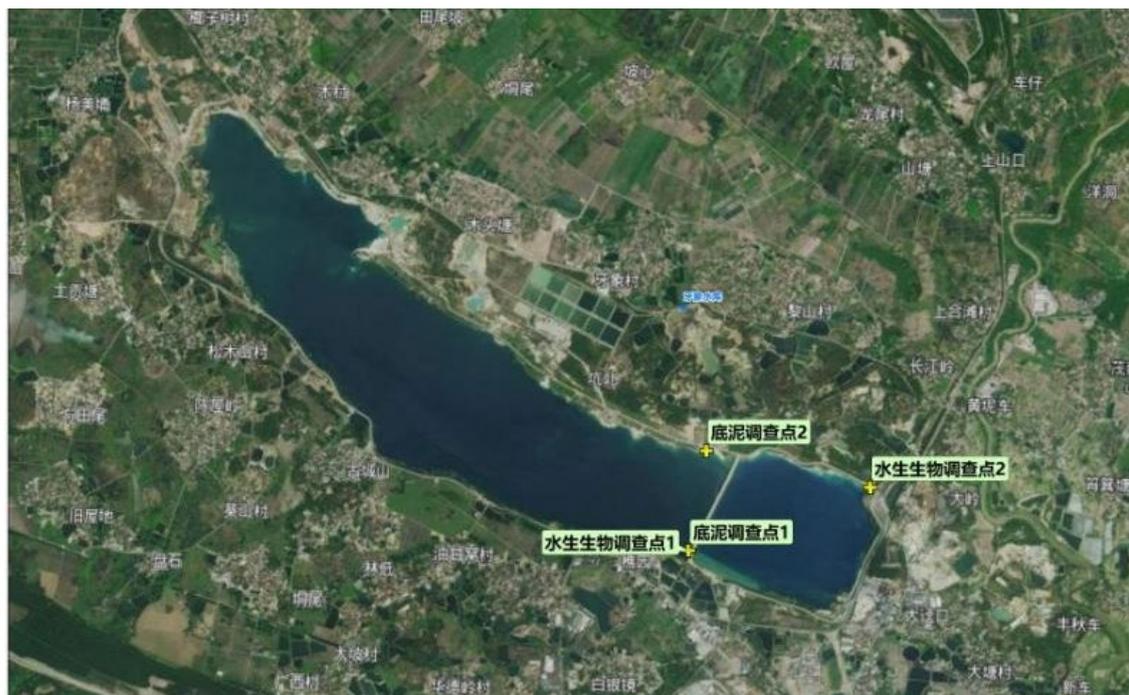


图 1.3 - 40 矿坑湖生物调查站位分布图

## 2. 大型底栖生物

根据《茂名市 2021 年好心湖健康评价报告》中的生物调查显示，矿坑湖 2 个站位记录的大型底栖生物较少，仅有 1 种节肢动物和 1 种寡毛类。大型底栖无脊椎动物的调查结果见表 1.3 - 4。其中站位 1 的样方内仅发现水丝蚓属 *Limnodrilus* sp.; 站位 2 的样方内发现水丝蚓属 *Limnodrilus* sp、摇蚊幼虫；水丝蚓属 *Limnodrilus* sp 是在 2 个站位中均有发现的种类。站位 1 的物种极为单一，多样性指数及丰富度指数均为 0，多样性非常低；站位 1 的所有大型底栖生物站位 2 都有存在，2 站位仅比 1 站位多了摇蚊幼虫单种生物。2 个站位的大型底栖生物数量分布情况。

表 1.3 - 5 矿坑湖大型底栖生物名录

中文名	拉丁文名
双翅目	<i>Diptera</i>

中文名	拉丁文名
摇蚊科	<i>Chironomidae</i>
摇蚊幼虫	<i>Chironomid</i>
水丝蚓属	<i>Limnodrilus sp.</i>

### 3. 鱼类

本次调查共记录鱼类 3 种，隶属 2 目，4 科，详见表 1-21，均属于硬骨鱼类。从目级水平分析，其中鲈形目种类最多，共 3 科 3 种，占鱼类总种数的 75%。各站位科级分类阶元物种数重叠度较大。

表 1.3 - 6 矿坑湖鱼类名录

中文名	拉丁文名
鲈形目	<i>Perciformes</i>
丽鱼科	<i>Cichlidae</i>
罗非鱼	<i>Oreochromis sp.</i>
鳢科	<i>Channidae</i>
乌鳢	<i>Channa argus</i>
攀鲈科	<i>Anabantidae</i>
攀鲈	<i>Anabas testudineus</i>
鲇形目	<i>Siluriformes</i>
鲇科	<i>Siluridae</i> (G. Cuvier, 1816)
土鲇	<i>Silurus asotus</i>

从总体上看茂名矿坑湖鱼类群落单一化严重。优势鱼类(罗非鱼、乌鳢、攀鲈)在数量和生物量上占比都较大。通过多样性指数和丰富

度指数对各站位及总体进行分析，所表现的鱼类多样性趋势契合度较高。站位 1 的多样性指数为 0.362，丰富度指数为 0.237；站位 2 的多样性指数为 0.917，丰富度指数为 0.944。从总体上看，该地丰富度指数仅为 0.676，多样性指数仅为 0.663，可判断该地总体物种丰富度水平较弱，生物多样性较低。

表 1.3 - 7 鱼类多样性指数和丰富度指数

项目	站位 1	站位 2	总体
多样性指数 (H')	0.362	0.917	0.676
丰富度指数 (D)	0.237	0.944	0.663

鱼类生态类型方面，从鱼类适盐性分析，本次调查记录纯淡水性的鱼类 2 种，乌鳢和土鲶（50%）；咸淡水性鱼类 2 种（罗非鱼、攀鲈）（50%）。从鱼类栖息水层看，本次调查记录的中下层鱼类有 2 种，占较大优势（50%）；中下层鱼类有 1 种（25%）；中上层鱼类有 1 种（25%）。从鱼类温度适应性来看，本次调查记录的暖水性鱼类有 3 种（75%）；广温性鱼类有 1 种（25%）。本次调查记录的鱼类中，有 1 种为外来入侵物种（25%）。其余 3 种为中国本土物种。因此矿坑湖存在外来鱼类入侵问题。同时，鱼群中没有中国南方水域常见的鲤形目鱼类。

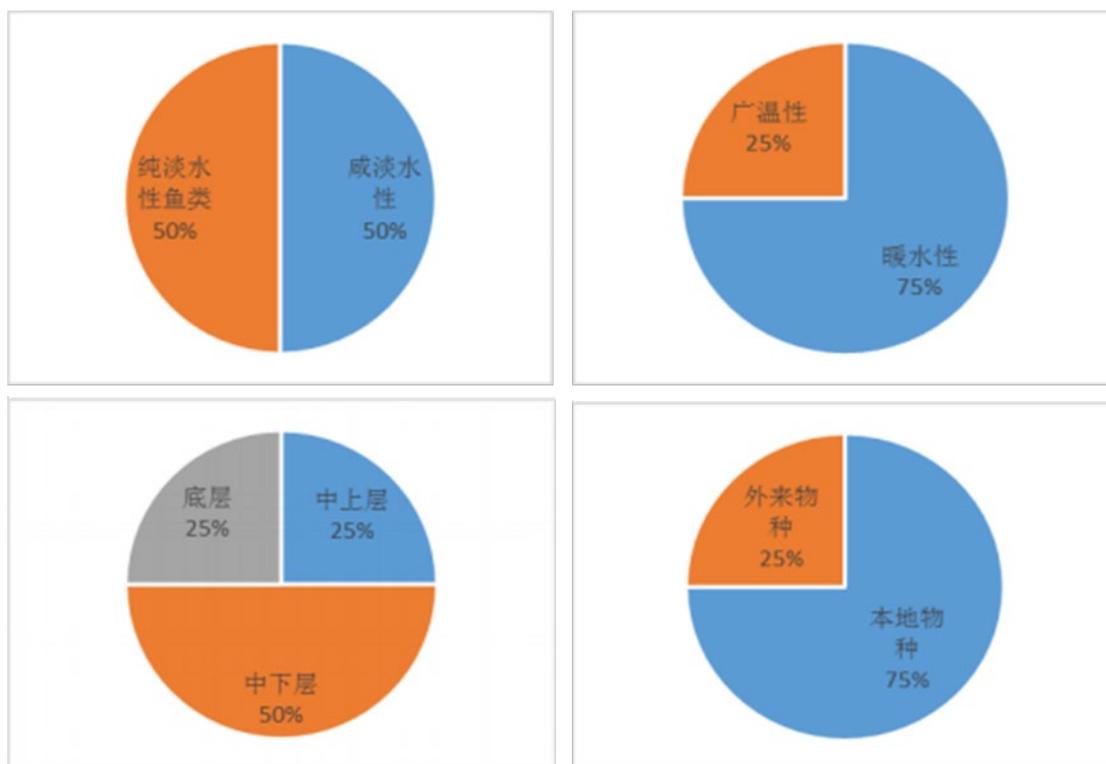


图 1.3 - 41 鱼类生态类型（从适盐性、栖息水层、适温性、物种来源分析）

#### 4. 水鸟

本次调查共记录鸟类 13 种，隶属 4 目、9 科。各站位出现的种类数波动不大，其中 1 号记录 8 种，2 号记录 10 种。各站位平均种类数为 9 种。从目级水平分析，其中雀形目种类最多，共 6 科 9 种，占鸟类总种数的 69%。从科级水平分析，鹁科种类最多，共 3 种，占鸟类总种数的 23%。其次为鹭科和鹈科，均为 2 种，均占鸟类总种数的 15%，其余科均为 1 种。两个站点检测到站位间种类相似度较低。鹈形目的白鹭和雀形目的白头鹮数量占比有较大优势，数量占比分别为 17.8% 和 15.6%。

表 1.3 - 8 矿坑湖鸟类名录

中文名	拉丁文名
雀形目	<i>PASSERIFORMES</i>
鹟科	<i>Muscicapidae</i>
鹊鸂	<i>Copsychus saularis</i>
乌鸂	<i>Turdus merula</i>
长尾缝叶莺	<i>Orthotomus sutorius</i>
鹎科	<i>Pycnonotidae</i>
红耳鹎	<i>Pycnonotus jocosus</i>
白头鹎	<i>Pycnonotus sinensis</i>
鹡鸰科	<i>Motacillidae</i>
白鹡鸰	<i>Motacilla alba</i>
文鸟科	<i>Ploceidae</i>
树麻雀	<i>Passer montanus saturatus Stejneger</i>
伯劳科	<i>Laniidae</i>
棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>
椋鸟科	<i>Sturnidae</i>
八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>
鸮形目	<i>CICONIIFORMES</i>
鹭科	<i>Ardeidae</i>
池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>
白鹭	<i>Egretta garzetta</i>
鸽形目	<i>COLUMBIFORMES</i>
鸠鸽科	<i>Columbidae</i>
珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>
佛法僧目	<i>CORACIIFORMES</i>
翠鸟科	<i>Alcedinidae</i>
普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>

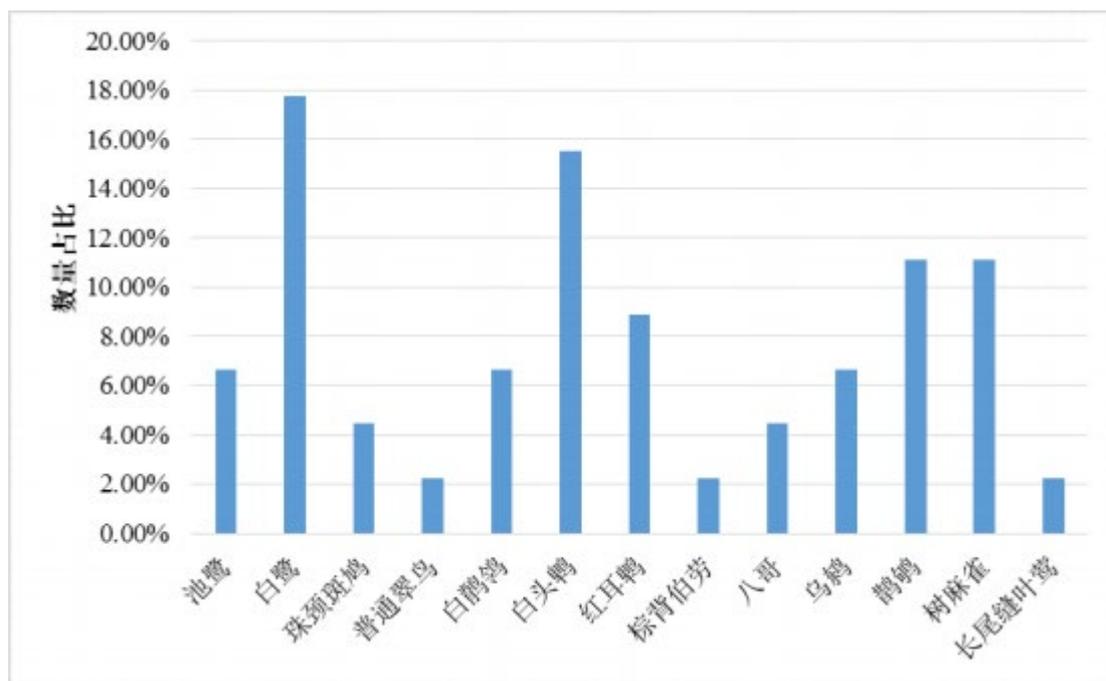


图 1.3 - 42 两个站点之间鸟类物种数重叠关系

### 5. 水生植物

本次调查记录矿坑湖维管植物有菊目、石竹目、禾本目、龙胆目、蔷薇目、莎草目等共计 6 目、7 科、13 种植物，详见表 1.3-8。种数排前 3 的优势科为菊科（4 种）、莎草科（3 种）、苋科（1 种）；优势植物 6 种，本土 3 种：荆三棱、断节莎、鸡矢藤；外来及入侵种 5 种：白花鬼针草、假臭草、南美蟛蜞菊、钻叶紫菀、莲子草。这些外来入侵物种对于生态系统的贡献几乎为 0，会作为优势植物挤占本地植物的生存空间，过量繁殖并消耗环境中的营养物质，导致生态系统中植被单一，周遭环境急剧恶化。

表 1.3 - 9 矿坑湖水生植物名录

中文名	拉丁文名
菊目	<i>Asterales</i>
菊科	<i>Asteraceae</i>
假臭草	<i>raxelis clematidea</i>

中文名	拉丁文名
白花鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>
南美蟛蜞菊	<i>Sphagneticola trilobata</i>
钻叶紫菀	<i>Aster subulatus</i>
石竹目	<i>Caryophyllales</i>
蓼科	<i>Polygonaceae</i>
水蓼	<i>Humulus scandens</i>
苋科	<i>Amaranthaceae</i>
莲子草	<i>Alternanthera sessilis</i>
禾本目	<i>Poales</i>
禾本科	<i>Poaceae</i>
牛筋草	<i>Eleusine indica</i>
芦苇	<i>Phragmites australis</i>
蔷薇目	<i>Rosales</i>
大麻科	<i>Cannabaceae</i>
葎草	<i>Humulusjaponicus</i>
龙胆目	<i>Gentianales</i>
茜草科	<i>Rubiaceae</i>
鸡矢藤	<i>Paederia scandens</i>
莎草目	<i>Cyperales</i>
莎草科	<i>Cyperaceae Juss.</i>
断节莎	<i>Cyperus odoratus Linnaeus</i>
扁穗莎草	<i>Cyperus compressus L.</i>
荆三棱	<i>Bolboschoenus yagara</i>

## 6. 浮游植物

茂名市矿坑湖组成浮游植物的优势物种主要为世界广布种，如蓝藻门、绿藻门、硅藻门、金藻门、黄藻门、甲藻门、隐藻门和裸藻门八个

门类的浮游种类。

鱼类多样性从总体上看茂名矿坑湖鱼类群落单一化严重。优势鱼类（罗非鱼、乌鳢、攀鲈）在数量和生物量上占比都较大。通过多样性指数和丰富度指数对各站位及总体进行分析，所表现的鱼类多样性趋势契合度较高。

## 7. 生物多样性总体情况

经初步判断，矿坑湖区域生态多样性差，生态系统受人工干扰的程度很大。矿坑湖岸及周边大部分的树木为人工种植，物种单一且植被覆盖率不高，土壤酸化未得到控制，土壤肥力较差，植被极易发生退化。岸边水生植物中长有大量诸如鬼针草，南美蟛蜞菊等外来入侵物种，此类外来入侵物种对生态系统的贡献度很低，需要重点关注其生长覆盖状况。矿坑湖深层湖水流动性不佳，pH 低，大型底栖生物较少，仅有 1 种节肢动物和 1 种寡毛类；样性指数及丰富度指数均为 0，多样性非常低。鱼类 4 种，其中鲈形目 3 种，其中，1 种为外来入侵物种罗非鱼。鱼类群落单一化严重，并缺少中国南方水域常见的鲤形目鱼类；物种丰富度指数仅为 0.676，多样性指数仅为 0.663，物种丰富度水平较弱，生物多样性较低。

鸟类 13 种，其中，雀形目种类最多，共 6 科 9 种，占鸟类总数的 69%。鹤形目的白鹭和雀形目的白头鹎为优势种，数量占比分别为 17.8%和 15.6%。鸟类物种均为城市适应者，丰富度和多样性低。

生物多样性的匮乏会导致生态系统的稳定性差，整体景观较为简单，抗干扰能力弱，如果不持续对矿坑湖内生态系统施加人工调节干预，生态系统难以通过自然演替恢复重建。

## 四、水土流失

### （一）水土流失状况

矿区长期的采矿活动导致大部分地表裸露，破坏了土壤的机械稳定性和团聚体结构，自身在很长时间之内都处于一种动态变化的不稳定状态，土壤固结性和透水性较差，抗侵蚀能力较低，在外力的作用下，易产生水土流失。此外，许多区域植被覆盖度低，且修复区内大面积的桉树林不具备蓄水保土的能力，使得拟修复矿山较周边有更高的水土流失风险。

在矿区无植被覆盖的区域，由于长期的雨水冲刷，形成了巨大的冲沟和积水坑，部分冲沟深度逾 2m，宽度在 3~5m 之间。环湖道路旁形成大小沟道侵蚀区超过 10 处，深 0.5~2m 不等，并有不断扩大的趋势。与此同时，露天矿湖岸侵蚀严重，尤其是北岸，以每年 0.2~0.5m 的速度向环湖路逼近，影响道路安全。冲刷进入水体中的表土导致了湖区的淤积，在不到 8 年的时间内，湖底高程升高超过 10m。此外，雨水混合流失的表土，还造成了矿区水体的进一步酸化，影响水环境安全。

周边林地以桉树林为主，由于林下地表的植被层少，枯枝落叶种类少和层面薄，加上土壤结构的破坏，无法有效控制地表径流冲刷，水土保持功能低下。水土流失的治理，需根据水土流失发生的原因，从水源涵养林建设、湖岸和冲沟侵蚀防治等多个角度开展工作。



图 1.3 - 43 岸坡冲蚀情况

## （二）水土流失原因

修复区内引发水土流失的因素有自然因素，也有人为因素。自然因素有气候、植被、土壤和地形地貌等方面。人为因素主要是土地开发和采矿为主。

### 1. 气候因素

茂南区降水多、强度大，多年平均降水量 1793mm。降水在时间和空间上分布不均，夏季暴雨集中，历时短、强度大，历年 4~9 月汛期降水量可达全年降水量的 80%，为水土流失的发生提供了侵蚀外营力。一旦植被破坏极易形成严重的水土流失，甚至诱发滑坡、泥石流等山地灾害。

### 2. 植被

修复区植被覆盖度低，且部分地区大范围种植速生桉，森林生态质量较低，林下植被难以生长，蓄水保土的功能低下，水土流失严重。



图 1.3 - 44 桉树林缘冲沟



图 1.3 - 45 桉树林下冲沟

### 3. 土壤

拟修复矿山所在区域的土壤多为水稻土和砖红壤，透水性虽较好，但土层较浅薄。经历历史采矿活动后，表层土壤基本丧失，粉砂层出露，在降雨较大的情况下，亦易发生强烈侵蚀。

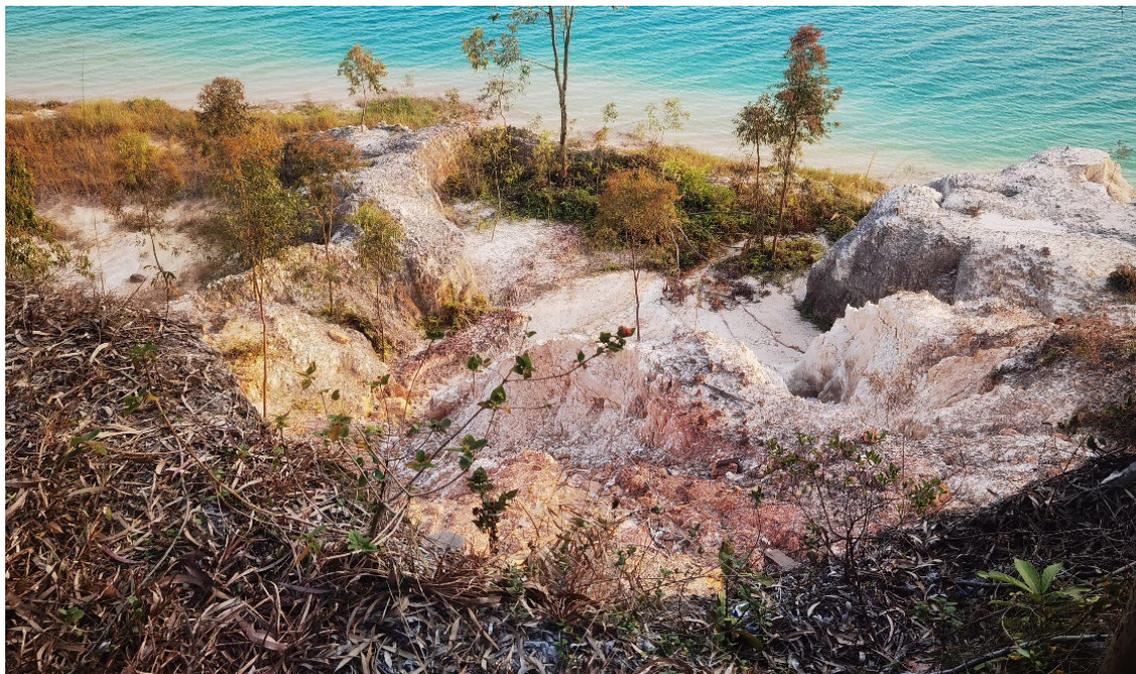


图 1.3 - 46 水土流失引发的崩塌边坡



图 1.3 - 47 水土流失导致的地表丧失



图 1.3 - 48 表土冲刷导致水生态系统受损

#### 4. 地形地貌

经过历史采矿活动后，地形发生了巨大变化，形成许多矿坑、裸露的边坡，部分边坡陡直，难有植被附着生长，遇雨水冲刷时，容易发生水土流失。

#### 5. 土地占用

拟修复矿山在停产后土地处于闲置状态，部分土地资源被无序占用，在违规使用过程中，因缺少必要的水土保持措施，导致水土流失的发生。

#### 6. 填挖方

矿山周边道路等基础设施建设的取土遗留地由于未能及时对地表进行水土防护，也导致了水土流失的发生。

水土流失给环境造成了严重的危害，造成土地资源的破坏和损失以及导致生态环境恶化，严重制约着经济和社会的可持续发展。新覆盖的种植土冲刷流失，不利于植被的生长恢复。大量的泥沙也随地表径流进入周边的水体，影响水生植物的生长，导致河湖的淤积。同时，对边坡的冲刷易引发滑坡、塌方等地质灾害的发生，危及道路、房屋等设施 and 人民群众的生命财产安全。在水土流失过程中，大量泥沙沉积在地表面，易发生扬尘，降低空气质量，影响城市景观，不利于城市的经济和社会的可持续发展。

## 五、矿区生态影响

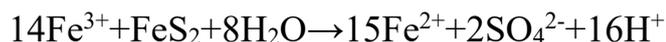
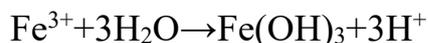
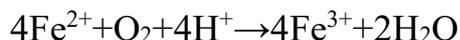
### （一）矿区生态风险成因

茂名矿坑的生态风险，即地表水与土壤的极端酸性环境，主要是由该地区上世纪 30 余年的油页岩开采和近 10 年的高岭土开采所造成的。油页岩层中伴生有一定数量的金属硫化物，在开采过程中，这些金属硫化物暴露在空气中，在水、空气和微生物的作用下会发生一系列的生物化学过程，产生酸性极高的矿山废水，铅等重金属离子也会被释放出来。

金属硫化物的纯化学氧化是一个十分缓慢的过程，土壤中金属硫化物的迅速氧化必须有微生物的参与。在发生氧化之前，金属硫化物沉积物通常呈中性至弱碱性，这一条件并不利于能将  $\text{Fe}^{2+}$  转化为  $\text{Fe}^{3+}$  的氧化亚铁硫杆菌和铁氧化钩端螺旋菌的生存，因此，在金属硫化物生物氧化之前，需要经历一个初始的酸化过程。这一初始酸化过程是由  $\text{O}_2$  介导的自然氧化过程，反应速率极其缓慢，其化学反应方程式为：



$\text{FeS}_2$  的氧化主要是由  $\text{Fe}^{2+}$  的氧化来完成。在这个过程中主要涉及三个反应：



其中嗜酸微生物的作用在于它能催化反应，通过把  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ，从而促进反应的进行。在微生物作用下， $\text{Fe}^{2+}$  的氧化速率要比其单独被  $\text{O}_2$  氧化的速率快 5 个数量级。

高岭土矿的开采和加工过程中，需要使用到酸洗技术去除高岭土中含有的 Fe、Cu 等金属杂质，以提高高岭土成品品质。这一过程中有大量的酸性物质被排放到矿区周边，也是地表水及土壤的酸化的重要原因。

## （二）矿区对区域环境的总体影响

### 1. 对地表水的影响

茂名露天矿于 2014 年完成引水工程后，已经与上游的白沙河和下游的小东江连通。由于矿区水体呈现出强酸性，水质较差，会对小东江汇入点下游的水体乃至鉴江流域和近海海域造成严重破坏。

### 2. 对地下水的影响

露天矿的极端酸性环境会对地下水产生影响。酸性废水下渗会污染地下水源，使地下水的 pH 值下降，影响农业、畜牧业的生产，对人类的身体健康带来极大的危害。矿坑周边地下水监测结果如表 1.3-9 所示，共发现有 6 个点位存在 pH 偏低的情况，也有部分点位的氨

氮含量超过《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》，存在一定程度的地下水污染。

表 1.3 - 10 露天矿坑周边地下水水质情况

点位名称	监测时间	水质类别	pH 值
茂名市茂南区山阁镇禄村	2021.3.30	IV	5.88
	<b>2021.7.6-7.9</b>	<b>V</b>	<b>4.6</b>
	2021.08.27	IV	5.54
	2021.10.23-11.02	IV	5.6
茂名市山阁镇禄村	2021.3.26	IV	6.23
	2021.6.30-7.7	IV	5.8
	2021.9.9-9.15	V	5.4
	2021.10.19-11.02	III	6.7
茂名市茂南区高山镇新福村	2021.3.26	V	6.29
	2021.6.30-7.7	V	6.4
	2021.9.28-10.9	V	6.3
	2021.10.26-11.02	V	6.5

### 3. 对土壤环境与生态系统的影响

露天矿矿区的酸性环境还会对周边村庄和农田造成严重的破坏。根据 2017 年好心湖畔田园综合体土壤质量综合评价结果，露天矿坑及北排土场周边 50 个农田土壤样点重金属均低于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中规定的农用地土壤污染风险筛选值，但有 24% 的土壤样品 pH 低于 5.0，明显低于当地土壤背景值，且酸性土壤均分布于北排土场周边。北排土场矿渣的理化性质分析结果表明，北排土场矿渣的 pH 为 3.94，NAG-pH 为 2.71，具有较强的产酸潜力，对周边农田土壤产生了严重影响，

造成了农田土壤的酸化。

酸性土壤环境对生态系统的影响是多方面的，它们互相影响，将酸性土壤所带来的危害层层放大，给整体的生态修复工作带来很大的阻碍。

极端的酸性直接伤害植物。此环境下的微生物群落以各类产酸菌为主，缺乏其他各类参与碳、氮等重要营养元素循环的各种功能类群。产酸菌比例过高会导致土壤酸化加快，影响到整个矿坑内部及周边土壤的正常物质代谢过程；甚至有可能导致反酸现象，使得人工种植的重建植被退化。低 pH 下仅有少数耐酸植物可以生存，导致生态系统中物种结构单一。

极端的酸性促进矿渣中重金属的溶解性，加剧了矿业废弃地的环境污染。在矿坑内东西坑湖水的水质检测中，可以看到湖水中的铅含量在逐步上升。另外，铁离子会加速土地酸化，影响植物根系对水分和养分的吸收，并且对人体产生毒害。

酸化使得矿渣的毒性进一步加强而影响植物的定居。酸化的过程促进了盐分的溶出，从而产生了严重的盐毒害。盐毒害下植物根系退化，仅有少数耐盐植物可以存活，同样会导致生态系统中物种结构单一。

酸化过程还导致了矿业废弃地土壤物理结构被破坏，从而影响植物的定居。松散土壤在酸化后会严重板结，阻碍植物根系与土壤的营养交换，已定居的植物因根系被严重伤害而立即死亡。因此，酸化也往往是废弃地重建植被再次退化的主要原因之一。

## 六、生态问题总结

### 1. 土地资源损毁

在历史采矿活动和矿山工程建设活动的影响下，拟修复矿山表土

基本丧失，许多矿坑呈地表裸露状态。距离城镇发镇区较近的矿山存在不同程度的土地占用情况。在本次修复工作中，应加大地表植被的恢复，清理无序的土地占用，以利于未来土地资源的保护和再利用。

## 2. 矿山地质环境安全隐患

本次拟修复矿山范围内，有 15.76km 处于不稳定状态的边坡和 5 处地质灾害隐患点，经综合评估，其危险性为大~中等。这些地质灾害隐患对邻近的道路基础和周边活动的人群带来了潜在风险，亟待进行地质灾害防治，保护人民群众的生命财产安全。

## 3. 植被及生物多样性丧失

由于历史采矿行为导致土壤大面积丧失，现状表土层土壤结构发育不良，且土壤酸化严重，使得矿区的植被恢复困难，尚有大面积的区域植被覆盖率低。且部分地区大范围种植桉树，树种单一，林下植被生长困难，鸟雀难入，林地的生物多样性低，生态系统极不健康。亟待从系统的角度梳理植被恢复路径，开展植被抚育和林地改造工作，使森林群落结构趋于合理，有效发挥碳汇、固土、生物多样性的功能，打造安全健康的区域生态格局。

## 4. 水土流失

由于地表裸露，出露的土层结构松散，地表的植被覆盖度低，大面积的桉树林不具备蓄水保土的能力，拟修复矿山较周边有更高的水土流失风险。在水土流失的治理过程中，应从引发的因素为出发点，一方面加强雨水管理，避免冲刷现象的发生，另一方面加强植被覆盖度的提升，改造低效的桉树林，建设水土保持林，防治结合，使生态系统发挥其应有的功能。

综上所述，茂名的矿山开采对小东江流域的土地资源、矿山地质

环境、生态系统的结构和功能都带来了巨大破坏。矿山停产后，由于生态恢复困难，缺少水源涵养林，无法有效的蓄水保土，导致流域内水土流失频发，小东江水环境也受到不良影响。作为关山连海的重要生态廊道，小东江流域的生态保护和修复极为重要。茂名历史遗留废弃矿山的修复是小东江流域水源涵养和水土保持工作的重点，也是区域生态安全格局构建的重要环节。

## 第四节 以往矿山生态修复工作情况

### 一、“十三五”以来区域矿山生态修复项目

茂名市“十三五”以来，陆续开展 17 项矿山生态修复工作，共投入资金 8211.91 万元。资金来源包括中央和省级财政资金 5238.35 万元，市县财政投入资金 1859.08 万元，矿山企业投入资金 1114.48 万元，项目均已竣工验收。本次修复图斑范围与“十三五”以来利用中央、省级财政资金进行修复的图斑不存在重叠。

表 1.4-1 “十三五”以来矿山生态修复项目情况

序号	辖区	项目名称（含所在矿山石场名称或关闭前名称）	累计投入资金（万元）					项目进展
			中央和省级财政	市县财政	矿山企业	其他	合计	
1	高新区	茂名市油页岩矿区矿山地质环境治理	2984.35	0	0	0	2984.35	已验收
2	高新区	茂名市油页岩露天矿区坑边坡治理工程	45.00	0	0	0	45.00	已验收
3	高新区	茂名市油页岩矿露天矿区坑边坡治理工程	180.00	0	0	0	180.00	已验收
4	高新区	茂名市矿山地质环境恢复治理项目	400.00	0	0	0	400.00	已验收
5	高新区	茂名市露天矿环湖绿道环境治理	30.00	0	0	0	30.00	已验收
6	茂南区	茂南区金塘镇高岭土矿山地质环境恢复治理（第一期）	200.00	0	0	0	200.00	已验收
7	高新区	茂名市露天矿坑环境综合治理项目	800.00	0	0	0	800.00	已验收
8	高新	“好心湖”环湖绿道滑坡治理工程	200.00	0	0	0	200.00	已验

序号	辖区	项目名称(含所在矿山石场名称或关闭前名称)	累计投入资金(万元)					项目进展
			中央和省 级财政	市县 财政	矿山 企业	其他	合计	
	区							收
9	高新区	茂名市露天矿生态 修复项目	399.00	0	0	0	399.00	已验收
10	电白区	茂名市电白区合胜 石材有限公司建筑 用花岗岩矿	0	0	133.08	0	133.08	已验收
11	电白区	茂名市中天矿产有 限公司建筑用混合 岩矿	0	0	285.84	0	285.84	已验收
12	电白区	茂名市电白区旦场 镇金牛石场	0	0	127.40	0	127.40	已验收
13	信宜市	广东省信宜市大成 镇茂源(岭脚)石 场综合整治	0	1859.08	0	0	1859.08	已验收
14	高州市	高州市新德横垵坳 石场建筑用片麻岩 矿矿山地质环境保 护与土地复垦项目	0	0	173.03	0	173.03	已验收
15	高州市	高州市南塘镇蓝田 建华石场矿山地质 环境保护与土地复 垦项目	0	0	144.95	0	144.95	已验收
16	高州市	高州市红岗矿业有 限公司谢鸡衍标石 场矿山地质环境保 护与土地复垦项目	0	0	188.82	0	188.82	已验收
17	高州市	广东省高州市谢鸡 镇高坳石料场建筑 用片麻岩矿矿山地 质环境保护与土地 复垦项目	0	0	61.36	0	61.36	已验收
小计			5238.35	1859.08	1114.48	0	8211.91	

## 二、以往矿山生态修复项目概况

自 2014 年露天矿正式移交茂名市政府以来，茂名市政府进行大

量现场调查,并在 2014~2021 年间,开展了一系列的生态修复工作,目前已完成一期生态修复工程,包括:引水工程、局部生态复绿工程和道路建设工程等,并在北排土场开展了“林光互补”生态修复工程。露天矿区域一期生态修复的成功引起了广泛关注,入选“广东省第二届国土空间生态修复十大范例”,被《人民日报》、《南方日报》以及中央电视台等主流媒体、刊物持续关注和报道,成为了全国矿区生态修复的典范样板。

### (一) 引水工程

茂名市政府从保护环境和建设新农村的方面考虑,开展引水工程,通过扩渠、挖渠等工程措施,将鉴江(引鉴渠)、矿坑湖、小东江连为一体,2016年3月31日通水,通过引入高州水库弃水蓄于矿坑湖中,2017年5月矿坑水位上升至设计高程13.5m,将矿坑湖死水变活水,为后续的生态修复工程奠定了良好的基础。引水工程完工后,矿坑湖与周边水系连为一体,矿坑周边“烟尘百丈高”恶劣的环境状况得到了彻底扭转。近年来,茂名市空气质量由全省倒数,迅速提升到广东省前列,与露天矿引水工程的实施有着密切的关系。

### (二) 生态复绿工程

茂名油页岩露天矿土壤酸化严重,植物生长受到严重限制。茂名市政府依托科研单位开展了相关研究工作,为了解决在高岭土矿迹地种植难题,通过在高岭土矿迹地上营林试验林,开展土壤改良、树种筛选、造林及管护措施的研究,采用专用营林技术,植地绿化的方法,筛选适合高岭土矿迹地和酸性土壤的植物物种。优先种植适宜生长的大叶相思、马占相思等速生树种,同时结合美化景点的要求,套种勒杜鹃、榕树、风铃木、大叶紫薇树、火焰木、水杉、蓝花楹等观赏类树种,希望恢复被破坏的生态,减少或消除高岭土矿迹地对周边环境

的不良影响。高岭土矿迹地种植的前期研究和探索，为后续矿区进一步开展植被恢复奠定了基础。

### （三）道路建设工程

为有效解决矿区周边村民出行难的问题，让矿区周边群众切实感受到生态修复工程带来的好处，斥资改造和修建了主、支线道路 9 条，扩建和新建长达约 40km、贯通内外的公路网，并修建了绿道。道路工程的顺利实施，为后续生态修复工程的顺利实施奠定了非常好的基建基础。

### （四）“林光互补”生态修复工程

广东粤电茂名露天矿“林光互补”工程，位于茂名油页岩露天矿北排土场，总占地面积 144.77h m<sup>2</sup>，是目前广东省最大、茂名首个地面光伏能源发电站，也是广东省乃至全国较早开展的生态修复+光伏发电的项目。该工程共修复北排土场 144.77h m<sup>2</sup>，光伏电站每年为电网提供清洁电能 10321 万度，相当于节约标煤 3.93 万吨，减少灰渣排放量约 1.21 万吨。此外，该项目集约利用土地，采用“一地多用”方式，土地上方空间建设光伏，下方种植花卉、苗圃，通过光伏发电实现碳减排，以生态修复增加碳汇，助力我国碳达峰碳中和目标的顺利实现。

露天矿区域生态一期修复工作取得了重要的阶段性的成果。矿区生态状况明显好转，彻底改变了露天矿“烟尘百丈高、油污遍地流”的状况。矿坑湖及周边区域裸地面积减少，矿坑水质有了很大程度的改善。“林光互补”项目，对北排土场中部的废弃地进行了改造和综合利用，进行了生态修复和光伏发电的有效结合，发展了清洁能源的使用，有效提高了碳汇效益。

### 三、以往工作中的问题与经验总结

茂名市“十三五”以来，充分利用中央、省级和市县财政资金，动员社会资本参与到矿山的生态修复工作中来，使矿区的生态环境有了很大程度的改善和提升。对“十三五”期间茂名市矿山生态修复工作进行梳理，并对已修复区域进行了现场调研后发现，茂名的矿山修复工作仍存在以下不足：

#### （一）存在的问题

##### 1.前期矿山修复工作整体性不足

前期矿山修复工作整体性不足。矿山生态修复是一项需要多学科结合，分阶段开展的工作。不可否认，自2013年矿山陆续关停后，茂名市曾开展了大量的修复工作，也有了一定的成效。但由于修复工作的科学性和整体性认识不足，也导致修复的成效出现了反复。矿山的生态修复需要自然资源、生态环境、农业农村、水务、林业等多个部门紧密配合，共同协作，涉及生态学、地质学、环境科学与工程、工程学、土壤学、水利学、植物学等多个专业学科，专业技术要求高、涉及面广、政策性强，是一项系统工程。前期的矿山修复工作对修复的困难性和系统性认识不足，导致修复成果的可持续性不佳。茂名的油页岩矿与其他单纯的土石露天矿在修复方法存在很大的差别，受到出露底层的岩性和所在区域地球化学循环过程的影响，简单的绿化种植难以长期保持，其修复工作无法做到一蹴而就。生态修复工作需要分阶段开展，在不同的阶段解决不同的问题，逐步推进，不断改善被破坏的生态系统，以保证治理成果稳定可持续。在以往的矿山生态修复工程中，对该领域的复杂性和困难性认识不足，修复工作多着眼于表面，在整合科技资源方面存在欠缺。

## 2. 前期矿山修复工作系统性不足

以往的矿山生态修复多为点上的工作，缺少对区域生态系统的整体性的考虑。此外，修复工作没有充分考虑生态系统各要素的相互关系，修复内容主要为种树和草皮覆盖，缺少对生态系统内部关系的思考，导致初期成果显著，后期植被退化，树木生长状况不理想，草皮多难成活，治理成效难以持久。在项目方案设计及实施过程中未能考虑“山水林田湖草生命共同体”的统一性，缺少与周边生态系统（流域、湖泊、森林、农田、近海及生物多样性等）的关联，导致矿山复绿工程的生态功能不足，生态系统稳定性较差。

## 3. 矿区地质安全问题亟需解决

露天矿区域生态一期修复工作，仅完成了小区域地质安全问题的治理工作。矿区及附近由于植被破坏、造成水土流失、边坡失稳等地质安全问题。整个采矿场周围边坡岩体容易诱发滑坡、坍塌、泥石流等一系列地质安全问题。露天矿区域生态一期修复工作，对于地质安全问题的治理，仅完成了矿坑湖东部、北部的小部分区域，仍有大量的边坡和地质灾害隐患点需要进行除险加固。尤其是露天矿坑湖边坡，多段邻近环湖路，危及路基、市民及经过的车辆，须尽快对这些边坡和隐患点进行全面治理及保护，以确保安全。

## 4. 生态修复资金紧缺

在油页岩露天矿停止开采之后，茂名市非常重视矿区地质环境问题整治，形成了全员参与治理的良好氛围，但由于缺少治理资金，前期工作仅限于对矿坑及周边地区进行引水、修路、局部的造林绿化，以及北排土场“林光互补”工程。

本次修复工作，将在前期修复工作的基础上，吸纳成功经验，吸取失败教训，站在系统和整体的高度上，重新审视茂名小东江流域的

矿山修复工作。在中央财政支持的基础上，整合地方资金和社会资金，系统的从水土、植被、边坡等方面进行综合治理。尊重生态系统的发展规律，以人工手段作为辅助，推得矿区的生态环境恢复。

## （二）成功经验

**科学规划生态建设：**茂名市政府进行大量现场调查，并对露天矿区域生态修复工作作出了分期治理的科学规划。露天矿区域生态一期修复工作的顺利完成，为后续开启进一步的生态修复工作打下了坚实的基础。

**全民参与生态建设：**在市委、市政府的带领下，高新区、茂南区、市直各职能部门以及社会各界的热心人士、志愿者们纷纷加入到矿区复绿的行动中来，形成全民参与生态建设的良好风气。

## 第五节 必要性、重要性与可行性分析

### 一、项目实施的重要性

#### (一) 落实国家要求，以矿山生态修复筑牢区域生态屏障

矿山生态修复是实施国家生态文明建设战略、全面推进国土空间生态修复的重要举措，对于保障茂名生态安全具有重要意义。2019年12月17日，自然资源部印发《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》，以生态保护之“定”，谋绿色发展之“变”，通过政策激励，吸引社会各方投入，探索推行市场化运作、科学化治理的矿山生态修复模式。从国家层面为矿山生态修复和转型利用提供了政策指引，开启了矿山修复治理的新纪元。

茂名，坐落于南海之滨，被誉为“南方油城”。昨天的茂名与新中国的工业和基业紧密相连。明天的茂名将在习近平总书记对广东工作的重要指示批示和省委书记黄坤明在茂名调研时要求的那样，建设成为产业实力雄厚的现代化滨海城市，打造沿海经济带上的新增长极。要倍加珍惜来之不易的良好生态环境，持续用力做好生态保护修复，因地制宜植树造林，让更多绿色福祉惠及群众。这意味着茂名市将从工矿资源型城市转变为现代化生态型滨海城市。

在十四五生态规划中，茂名位于我国生态安全战略框架“三区四带”中的“海岸带”与“南方丘陵山地带”的交汇区域。区域内的小东江，从北部信宜区云开大山山脉发育流出，流经茂南电白两区，流入南海。小东江的北部连接着本区具有世界同纬度带上面积最大、保存最完整的中亚热带森林生态系统，是我国南方的重要生态安全屏障，也是我国重要的动植物种质基因库。小东江汇入水东湾，水东湾作为2600 hm<sup>2</sup>全国罕见的城市内湾，不仅仅是海岸带上的的一环，更种植着

全国最大的连片人工红树林，形成了独特的“海上森林”景观。区域内海洋物种和生物多样性丰富，记录海洋生物约 2800 多种。小东江作为广东最重要的山海通廊之一，不仅仅串联了我国两大重要的生态系统，这一生态廊道的搭建，将为我国乃至全球候鸟迁徙提供可靠的通道保证。

## （二）顺应发展需求，以矿山生态修复推动粤西绿色发展

加强矿山生态修复是推动茂名市减量集约与绿色发展的有力抓手。在建设世界级石化中心的功能的背景要求下，需统筹考虑矿业建设与整治、转型与提升的关系，着眼于矿山生态修复与可持续利用，激发矿山企业绿色发展的内生动力、创新生产模式，发挥科技和人才优势，努力打造矿山转型发展新高地。在减量发展背景下，坚持走依靠创新驱动的内涵型增长路线，着力推进生态涵养区生态保护与绿色发展。

从前序治理范围自然地理与生态状况分析可见，治理区域内城镇化的快速发展、人口的迅速膨胀，使城市环境与自然生态系统承受着前所未有的压力。特别是城市的大面积开发建设、资源的过度开发等加大了原本已经十分脆弱区域的敏感程度。尤其是在城市近郊区域，由于大量人口的涌入，造成的高强度城市开发建设。原本已经失去自我修复能力的生态系统，在人口压力的胁迫下，更加破碎。区域内原本存在的废弃矿山，也因为人口的涌入产生的大量余泥渣土无序弃置，不仅加重破坏了废弃矿山的地质情况，使得原本脆弱的矿区域环境已成为危害城市生态平衡的重要因素。

修复区域内矿业的历史，比茂名建市的时间还要长。茂名市的工业布局是在治理区域开采油页岩矿和炼制页岩油的基础上发展起来的。原本区域内平整的台地密布地带性阔叶林，由于地形平整，适于

厂址选择，因此将大片地带性植被伐去。更为了支持厂区供水需求，凿通大位岭，引鉴江水到良德水库(有效库容 5.9 亿 m<sup>3</sup>)，保证矿业用水需求。因此，可以说，治理区域的生态环境，为茂名的城市发展做出了杰出的贡献，也牺牲自己的生态价值。

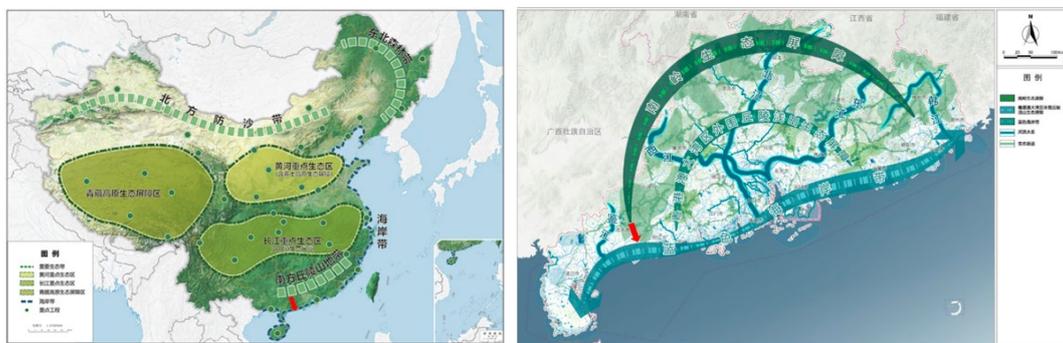
发展到今天，即使矿坑已经停采废弃。但几十年开采的过程中，外排的废弃物总量达 18157 万方，堆成了南、北两个各有几公里长占地 10 km<sup>2</sup> 的排土场。排土作业一直延续到 1997 年。废渣场上终年寸草不生、自燃油烟弥漫、尘土飞扬，渗出的酸性水及重金属渗沥液污染附近的农田和水源，严重影响了周边民众的生产和生活，对茂名市区及小东江下游水域的生态环境造成危害，经常引发环境污染纠纷，影响了工农关系的稳定。近几十年来，区域内废弃矿坑水、矿区地质治理及地带性植被恢复、环境污染等问题均未作全面治理。废弃矿坑及堆土场周边地带性植被基本消失，大片土地裸露，造成矿坑及堆土场周边水土流失严重，致使边坡稳定性降低，容易引起滑坡、塌方、泥石流等更严重的地质灾害，废弃矿区及其周边的生态环境被严重破坏，随着区域内城市的发展速度的进一步加快，区域生态环境质量改善的需求日益迫切，遗留矿区生态环境问题已经到了非治理不可的地步。

### （三）满足生态诉求，以矿山生态修复激发茂名生态活力

矿山生态修复是推进茂名生态文明建设的重要内容，是落实两会构建国家生态安全屏障推进美丽中国建设精神的重要行动。良好生态环境是最普惠的民生福祉、是人类生存与健康的基础。在山水林田湖草一体化保护修复的要求下，矿山生态修复应根据自然生态系统的整体性、系统性、关联性、动态性等特点，将系统化思维融入矿山生态修复全过程，综合运用科学技术、法规政策、市场化运作和公众参与

等手段，推进矿区环境综合治理，持续改善城乡人居生态品质，不断满足人民群众日益增长的优美生态环境需要。

在广东省，小东江流域也是广东省“三屏五江多廊道”生态安全格局中的关键区域。小东江北部的南岭山地森林是我国南方丘陵山地带的重要组成部分，也是我省“一核一带一区”区域发展格局中“北部生态发展区”的核心区域。该区域拥有我国重要生物物种基因库，被列入国际生物多样性热点地区和国家生物多样性保护优先区。小东江流域南部链接的蓝色海岸带，是广东经济最发达、对外开放程度最高、人口最密集的区域。因此说，小东江流域北接南岭生态屏障，南倚蓝色海洋生态屏障，为生态安全格局起到了锚栓的作用。是实施海洋强省、支撑茂名建设世界级石化产业基地的重要战略区域，也是保护沿海地区生态安全的重要屏障。



a 全国主体功能区示意图

b 广东省重要生态系统保护和修复空间布局

图 1.5- 1 茂名生态区位

虽然茂名有着辉煌的明天，但我们却不能忘记，茂名在石化产业上的贡献，却是以牺牲这片土地换来的，土地损毁，植被消失，燃烧的小东江，还有不容乐观的空气环境，油页岩矿开采给茂名的生态环境带来了巨大的创伤。长期以来的矿产资源开采产生了一系列的地质环境问题，主要有地形地貌景观破坏、土地资源压占、次生地质灾害隐患（如崩塌、滑坡、泥石流）等，对人民群众的生产生活造成了严

重影响。随着经济的转型升级，2013年茂名油页岩露天矿停产后，茂名市政府痛下决心，开始了生态环境的重建之路。然而，这条路走的并不容易，对于这样大型的露天油页岩矿生态修复，缺乏经验，也缺少科学的指导，一切都是在摸索中进行。

转眼间，修复工作开展了10年，有成功，也有失败。矿坑湖顺利蓄水，原来的酸性积水得到很大程度的改善，湖水中也逐渐见到了鱼，湖畔也飞来了鸟。矿坑周边的植被情况却不容乐观，许多种下的树苗无法顺利长大，铺下的草皮无法耐受返酸的土壤而枯死。希望生态环境尽快恢复的迫切心情，也导致很多项目缺少了前期科学的研究，未能解答这片贫瘠的土地提出的“难题”。同时，受到资金的限制，一直很难对茂名的矿山修复进行系统的考虑。上一个修复周期，达到了瓶颈，如何做才能守住上一个十年来之不易的生态成果，并进一步使矿山的生态系统重新被激活，使矿区变森林，林内有鸟兽，自然重新开始向前的脚步。

## 二、项目实施的必要性

### （一）矿山修复迫在眉睫

庆祝新中国成立初期，我国石油紧缺，此时茂名露天矿区勘探发现油页岩，全国各地建设者赶赴开采，并在茂名建设油页岩炼油厂。据统计，从1962年投产到1992年停产，茂名露天矿累计采掘量近2亿吨，开采油页岩1.02亿吨，生产页岩油292万吨，为缓解国家石油困难作出特殊贡献。然而大规模的油页岩矿开采也带来了始料未及的环境污染。大规模开采在矿区形成了一个长约6km、宽约1km的巨大矿坑，多年雨水积聚，又形成一个矿坑湖。由于油页岩富含油、硫等矿物质，当时开采、处理技术落后，加之没有进水及泄水设施，湖水酸化，影响群众健康。随着湖水水位上涨，又对周边地区形成安全

隐患。在 1992 年后，虽停止开采油页岩，但对伴生矿高岭土、煤的开采还在继续，加之管理混乱，工业垃圾、生活垃圾、洗矿废水随处排倒，偷采、盗采等多发，对环境造成严重破坏。待到 2013 年，茂名正式接收露天矿时，面对的是一个满目疮痍的“烂摊子”，从天空俯瞰，露天矿犹如一条巨大的“伤疤”。如果继续放任不及时治理会影响到周边海岸带，甚至蔓延至全国。

## （二）地质隐患不可小觑

根据实地调查，茂名市矿山地质灾害类型主要以崩塌为主。根据矿区地形、地貌、自然环境及地质、采矿条件的不同，地表塌陷对土地环境的影响可分为三类：①丘陵山地塌陷地；②中、低潜水位平原塌陷地；③高潜水位平原塌陷地。矿山地质环境问题是矿山开采占用和破坏土地资源。截至 2018 年 5 月底，其中电白区 31 座矿山占用与破坏各类土地总面积 2.15 km<sup>2</sup>。矿业开发占用与破坏土地类型主要为林地和其他用地。由于地质被破坏，已经影响与破坏含水层、规划区地下水类型为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水两大类。主要靠降雨和地表滞水渗入补给。且矿山附近主要以露天开采为主以至于地形地貌景观遭到破坏、主要表现在开采形成的采坑、废石堆、排土场以及工业场地等对地貌景观的破坏。根据《矿山地质环境调查评价规范》（DD2014-05），地形地貌景观破坏严重的有 16 个矿山，破坏较严重的有 10 个矿山和破坏较轻的 5 个矿山。

## （三）废弃矿山治理模范

近年来，广东省开展的生态保护修复项目作为打造人与自然和谐共生的典范受到社会广泛关注。由广东省自然资源厅和自然资源部国土整治中心指导，省土地开发整治中心主办，厅事务中心协办，省国土空间生态修复协会承办的广东省第二届国土空间生态修复十大范

例评选结果 2022 年 4 月 26 日正式揭晓，广东省自然资源厅通报第二届国土空间生态修复十大范例评选结果，茂名市油页岩矿区矿山地质环境治理项目上榜。在通报表扬生态修复工作单位和个人名单中，茂名市露天矿管理处为表现突出工作单位、茂名高新区管委会李超为表现突出个人。作为模范代表我们应该继续改进项目方案，让项目实施可以更完美，争取让油页岩露天矿山治理成为全国的样板工程。

### 三、项目实施的可行性

本次治理方案切实可行，符合如下要求：

#### （一）工作基础

茂名市“十三五”以来，陆续开展 17 项矿山生态修复工作，共投入资金 8211.91 万元。资金来源包括中央和省级财政资金 5238.35 万元，市县财政投入资金 1859.08 万元，矿山企业投入资金 1114.48 万元，包括：引水工程、局部生态复绿工程和道路建设工程等，并在北排土场开展了“林光互补”生态修复工程。这一系列的工程给本次废弃矿山的修复工作打下了良好的基础。目前，茂名市已成立广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程领导小组，推进项目实施方案的编制论证，由市财政局统筹推进资金筹措工作，保证项目的顺利实施落地。

#### （二）政策可行

对于废弃矿山的修复工作，国家是大力提倡的，这为修复工作提供了良好的政策大力支持环境。

#### 1. 习近平总书记考察广东

2023 年 4 月 10 日~12 日，习近平总书记第四次到广东考察，走

访了湛江、茂名和广州三市。考察中，总书记强调“广东是改革开放的排头兵、先行地、实验区，在中国式现代化建设的大局中地位重要、作用突出。” **加强陆海统筹、山海互济，加强乡村环境整治和生态环境保护，是生态文明建设的重要组成部分。要坚持绿色发展，一代接着一代干，久久为功，建设美丽中国，为保护好地球村作出中国贡献。考察释放出鲜明的信号：立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展。**

茂名是“三区四带”中南方山地带和海岸带的重要交汇点，**历史遗留废弃矿山生态修复以流域为整体考虑，以加强陆海统筹、山海共济为目标，强化流域的生态环境保护。**

## 2. 习近平总书记党的二十大报告

习近平总书记在二十大报告中深刻指出，大自然是人类赖以生存发展的基本条件，人与自然和谐共生是中国式现代化的本质要求，尊重自然、顺应自然、保护自然是全面建设社会主义现代化国家的内在要求，必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，推进美丽中国建设，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，提升生态系统多样性、稳定性、持续性，以国家重点生态功能区、生态保护红线、自然保护地等为重点，加快实施重要生态系统保护和修复重大工程，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。

## 3. 省双重规划和绿美广东决定

开展历史遗留矿山生态修复是践行习近平新时代中国特色社会主义思想、推动生态文明建设的重要实践，是贯彻落实党的二十大精神的具体举措，是实施《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》（以下简称《省双重规划》）、推进绿美广东生

态建设的重要内容。省委、省政府高度重视，在《中共广东省委关于深入推进绿美广东生态建设的决定》（以下简称《绿美广东决定》）工作方案、《省双重规划》和省政府民生实事等重要文件中专门部署历史遗留矿山生态修复工作。

2022年10月27日，广东省自然资源厅、广东省发展和改革委员会印发《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》，明确了依据国家下达任务治理历史遗留矿山的要求，将矿山生态修复作为广东省生态保护和修复的重点任务，积极推进重点区域矿山生态修复，改善地质环境、治理土壤污染、重建矿区植被，恢复矿山生态。《省双重规划》将茂名市矿山生态修复列为生态保护和修复重大工程，给予了极大的关注。

2023年2月28日，《中共广东省委关于深入推进绿美广东生态建设的决定》发布，《绿美广东决定》要求深入贯彻习近平生态文明思想，牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，深入推进绿美广东生态建设，推动广东省高质量发展。《绿美广东决定》中明确提出，实施城乡一体绿美提升行动，开展历史遗留矿山生态修复，让山体重披绿装、重展绿颜；优化重要生态区域低效林的林分结构，持续改善林相，提升林分质量，调整和优化树种林种结构，营造高质高效乡土阔叶混交林，提升森林生态效益；推进湛茂阳森林城市圈建设。

2023年4月，广东省自然资源厅 广东省林业厅印发了《关于加强历史遗留矿山生态修复推进绿美广东生态建设的通知》（以下简称《加强矿山修复通知》），特别强调“开展历史遗留矿山生态修复，让山体重披绿装、重展绿颜。”自然资源部《“十四五”历史遗留矿山生态修复行动计划》和《广东省历史遗留矿山生态修复实施方案（2023-2025年）》都明确了广省历史遗留矿山生态修复任务目标。要求各地要深刻认识历史遗留矿山生态修复的重要意义，认真贯彻落

实党中央决策部署和省委工作要求。

《加强矿山修复通知》要求，根据自然资源部核定历史遗留矿山图斑本底数据，因地制宜找准矿山生态修复问题和方向，充分衔接国土空间规划和相关专项规划，按照重要生态系统空间格局，从生态系统整体性出发，分区统筹部署矿山生态修复工程，促进区域生态系统治理提升。统筹造林绿化和历史遗留矿山生态修复工作。要求各地要将历史遗留矿山生态修复和植树造林结合起来，按照绿色发展导向和高质量发展要求，统筹用好各类支持资金，积极争取中央、省级、地方财政、地方债等支持，主动对接绿色金融、公益基金、保险、农业担保等，探索社会资本参与矿山生态修复模式。

#### 4. 茂名市绿美广东行动方案和相关规划

作为粤西生态发展区的中坚力量，茂名肩负着服务全省高质量发展大局、为全省构建新发展格局提供重要生态支撑的使命任务。今年是深入推进绿美广东生态建设的开局之年，为全面落实省委深入推进绿美广东生态建设的部署要求，2023年3月，茂名市结合实际制定《茂名市深入推进绿美茂名生态建设行动方案》(以下简称《方案》)，进一步明确了绿美茂名生态建设的思路举措，突出茂名生态本底优势，推动我市高质量发展。

根据茂名市自然资源局印发的《茂名市矿产资源总体规划(2021-2025年》一文中提到的：加强矿山地质环境保护，坚持“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”，督促科学编制并严格实施矿产资源开发利用方案、环境影响评价报告、矿山地质环境保护与土地复垦方案等，建立矿山环境治理恢复基金制度，实现边开采、边治理、边复垦绿化，切实履行矿山地质环境治理恢复和土地复垦义务。加大矿山“三废”治理与环境监测，督促矿山落实污染防治措施，对违反污染防治相关

法律法规的，依法依规予以严惩。

### （三）技术可行

根据环境保护部于 2013 年 7 月 23 日实施的中华人民共和国国家环境保护标准 HJ 615—013 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》执行修复工作。

根据国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会 2022 年 12 月 20 日发布 2023 年 4 月 1 日实施的中华人民共和国国家标准 GB/T 42251—2022 《采矿沉陷区生态修复技术规程》在明确修复工作范围的前提下，通过现状调查获取相关资料，开展生态评价与诊断；确定生态修复目标和模式，开展生态修复设计；实施生态修复技术措施，开展生态修复的监测与验收，并对采矿沉陷区生态修复成果进行长期的管理和维护。必要时，应针对生态修复工程中的关键问题开展专题研究。为保证项目后续顺利推进，茂名市政府与技术团队深度协同，已确认本次修复图斑均为无法确认责任主体的废弃矿山；没有不符合生态保护红线管控要求的项目；与永久基本农田无重叠；没有以往中央和省级财政资金支持的项目；没有涉及审计、督查发现问题未有效整改的项目；方案无景观工程建设内容。

### （四）资金保障

项目实施周期为 3 年，总治理费用 59347.81 万元，其中，中央资金 30000.00 万元，地方财政资金 23837.81 万元，社会资金 5510 万元。涉及地方项目 3 个，其中 2 个项目已完成立项，预计 2023 年~2024 年实施，1 项已完成可研编制，预计 2025 年实施。本项目得到茂名市政府高度重视，不仅保证地方资金到位专款专用，已及时开展前期立项、勘查设计等工作。

## （五）生态可控

2014年，茂名市开启了政府主导、全民参与的露天矿环境治理新征程，用实际行动践行“绿水青山就是金山银山”的生态文明理念。将山水林田湖作为一个生命共同体，对长期废弃、污染严重的露天矿坑实施系统性生态修复和景观、人文改造。

在生态文明建设的新形势下，如何解决生态环境和经济发展之间的矛盾是茂名市面临的重大难题。废弃的露天矿离茂名市区较近，其焚烧物、烟尘是茂名市主要空气污染源之一。矿区长期堆砌的化工危废和生活废弃物，也使得矿区土壤贫瘠呈酸性、水土流失严重。因此，广东茂名市历史遗留废弃矿山的生态修复是扫清茂名市发展障碍的重要一步。矿产资源是国民经济发展的重要基础性资源，矿产资源开发利用在一定时空范围内对“植被—土壤碳库”产生强烈扰动，是影响矿区碳排放的关键因素。矿山生态修复在恢复矿区生态系统功能的同时能有效提高生态系统碳汇水平。矿山生态修复不仅是恢复矿山生态系统的重要手段，也是增强矿区生态系统碳汇能力的有效措施，更是国家可持续发展战略布局中的重要一环。

生态修复项目实施后，通过选择适宜生长的树种和采用挖坑换土方法对矿区进行大规模林木种植，矿区复绿面积达9000多亩，有效地改善了矿区植被环境。

## 第二章 主要工作内容

### 第一节 总体思路

在对茂名市历史遗留废弃矿山图斑及周边区域生态环境现状调查以及相关资料收集的基础上,分析茂名市及油页岩露天矿生态环境特征与功能定位,识别其主要生态环境问题及其成因,以“山水林田湖草生命共同体”为理念,以“修复历史遗留矿山,保障区域生态环境”、“减排增汇助力碳中和”为修复目标,进行本项目生态修复实施方案总体设计。

根据减排增汇和生态环境效益最大化的原则,结合废弃矿山及周边区域土壤、植被等生态环境现状,选择基于自然恢复理念的绿色低碳修复方法和工程措施协同实施,解决该区域土地资源损毁、矿山地质环境安全隐患、植被及生物多样性丧失、水土流失等生态环境问题,实现“修复历史遗留矿山,保障区域生态环境”、“减排增汇助力碳中和”的生态修复目标,加快历史遗留废弃矿山及周边区域生态系统的碳库恢复,使矿区由“碳源”向“碳汇”转变,充分发挥茂名市作为广东省南岭生态屏障和蓝色海洋生态屏障的双重保障作用。

## 第二节 基本原则

本次实施方案，“坚持保护优先，综合施策”、“坚持突出重点，问题导向”、“坚持科学管理，永续利用”和“坚持深化改革，多元投入”四个原则，提出切实可行的工作方案，对于可自然恢复的，以自然恢复为主，人工修复为辅；对于需采取工程修复的，宜建则建、宜田则田、宜林则林、宜水则水。将废弃露天矿山生态修复与山水林田湖草生态保护修复等有机结合，统筹部署、系统修复、综合治理。

### 一、坚持保护优先，综合施策

坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，根据江河源区、自然山系的生态系统特征和演替阶段，实施整体保护、综合治理、系统修复、防治并重，精准提升生态系统质量和稳定性，增进民生福祉，引领生态建设高质量发展。

### 二、坚持突出重点，问题导向

坚持问题导向、目标导向，以国家重点生态功能区、生态保护红线、自然保护地等为重点，识别和解决一批关键核心生态问题，重点突破促进自然生态系统整体改善。

### 三、坚持科学管理，永续利用

充分认识自然资源的生态、经济、社会等多重价值，在确保自然生态系统质量、功能和稳定性前提下，统筹资源可持续利用，推动绿色生态产业发展，实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接。

### 四、坚持深化改革，多元投入

深化生态文明体制改革，推进集体林权制度改革，健全各类市场

主体参与生态工程建设的体制机制，创新多主体参与、多元化投入的建管模式，引导调动全社会参与生态保护修复。

总体而言，本次实施方案具有如下特点。安全性：矿上边坡本身就存在高风险的崩塌可能性。制定地块矿山修复方案要确保修复工程实施安全，防止对施工人员、周边人群健康及生命安全造成危害和二次污染。科学性：采用科学的方法，根据不同地块基本地质性质，例如，油页岩或高岭土，分别制定修复目标、修复技术的选取。并同时考虑处理效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，制定修复方案。可行性：制定的修复方案合理可行，茂名矿山修复前期工作的基础上，针对地块的边坡性质、稳定程度、风险范围以及对人民生命财产潜在的危害程度。合理选择工程修复技术，因地制宜制定修复方案，使修复目标可达，且修复工程切实可行。

### 第三节 主要目标

本次修复的小东江流域，素有“南国油城”之称，“孩子烤红薯，石头可以当柴烧”的神奇之处，让城市因油而生，因油而兴。从 1961 年至 1992 年，小东江流域矿坑累积生产页岩原油 292 万吨，缓解了国家的石油供应困难的同时，在让流域内的土地千疮百孔“因油而痛”。

1992 年陆续关停后，废弃矿坑中不仅仅有大型的国有矿坑，还有超过百个“小”“散”矿坑。由于缺少治理，关停后的废弃矿坑，矿岩渣垃圾和随处堆放。甚至有部分已经废弃的矿坑，或提炼不完全的矿渣遭到乱挖乱盗。大部分废弃矿坑所在的山体，正面看去山形可辨。可山后却触目惊心，一个又一个巨型矿坑像鬼怪的血盆大口，成堆的崩塌石块绵延堆砌。

由于没有植被覆盖，裸露的坡面在微风下烟尘弥漫。山前大致完整的轮廓像一块山形板遮住了后面丢失山体的部分，满目疮痍之下，大片的山体竟已不知所踪。不仅如此，地表的裸露造成在华南漫长的雨季中，矿山污水横流，不仅仅让周边老百姓饮水困难，还让原本已经被开采的山坡上沟壑纵横、寸草不生。不少当地人痛心称它为“油烫的伤疤”。废弃后的矿山，表层土已经完全缺失。造成这里虽然矿产资源丰富，但生态环境却极度脆弱，乔木和灌木在这里很难正常自然生长，只生长稀疏的禾本科植物，覆盖率不过 15% 的植被，即使在夏季也较难形成大面积连片绿色。

#### 一、总体目标

本次废弃矿山生态修复项目，主要目标就是修复小东江流域内因采矿造成的废弃矿山这一自然伤疤。通过流域统筹治理，生态规划和综合整治设计提升开展小东江流域内废弃矿山的生态功能稳定性，改善矿区人居环境。首先通过危岩体滑塌地质环境治理和不稳定斜坡地

形重塑，移除容易崩塌的危岩，在利用坡面整形与边坡加固技术，基本解决矿山的安全隐患问题。

其次，由于华南短时大雨量夏季偏多，对矿山地表冲刷严重，已近蓄水的矿坑周边也出现不同程度的塌方。亟需通过滨湖岸线地形重塑及矿山截排水工程，实现地表的稳定安全，为后续生态恢复提供基本条件。

最后，由于矿山多年开采，表层土壤完全缺失，地带性植被损毁、动植物栖息地完全破坏，已经不具备自然恢复的条件。通过表层土壤重构及退化植被重建，实现区域性集中高质量植被恢复，形成大面积，高生态效益的城市森林。

通过治理，不仅预防废弃矿山引发的矿山地质环境问题。更可使矿山及周围环境质量明显改善，变城市伤疤为绿色笑颜，实现矿业开发与经济发展相适应的生态环境新局面。

本次废弃矿山生态修复项目，以“山水林田湖草是生命共同体”理念为指导，按照流域统筹，系统修复、综合治理的基本思路，聚焦废弃矿山的核心问题，例如安全问题，复垦问题，重点关注危险边坡整治与生态系统质量提升。规划过程中运用国内外先进关键技术，希望完整形成小东江流域高生态效益的保护修复体系。不但全面修复区域内破损地表，更能有效提升区域碳汇能力，持续改善生态系统稳定性和多样性。

建设完成后，无需过多的人工维护，通过自然演替功能，将全面控制环境风险、提升区域的森林碳汇、持续改善茂名生态环境质量。真正实现把茂名的城市伤疤变绿色笑颜，全面建成人与自然和谐共生、碳汇能力显著提升、人居环境安全优美的粤西地区绿色发展引领区。

## 二、年度目标

### (一) 2023 年 9 月-2023 年 12 月

滨湖岸线整治项目刻不容缓，将于 2023 年 9 月启动前期勘察，后续工程将贯穿整个项目实施周期。中央资金的前期准备工作，主要包括：

**中央资金滨湖岸线整治项目包括：**削顶清理危岩 7648m<sup>3</sup>；清理坡面 61185m<sup>2</sup>；土方工程 122369m<sup>3</sup>；阶梯护坡石笼工程 122369m<sup>3</sup>；锚杆（锚索）工程 6798m；植生袋绿化工程 122369m<sup>2</sup>；阶梯底部抛石固坡工程 15296m<sup>3</sup>；浮床湿地工程 30592m<sup>2</sup>。

中央资金开展跟踪监测的项目包括：（1）矿山生态修复区监测所需仪器设备采购、安装调试及土建工作。（2）在生态修复区域开展生态监测（具体点位待勘察设计后确定），包括水环境监测 1 次；土壤环境监测 1 次；碳源汇监测 1 次；动物群落监测 1 次；项目全域卫星遥感和航空遥感环境监测 1 次。（3）初步开展生态监管数据收集和分析。

由于 2023 年时间较为紧张，中央资金下拨前，将在各部门做好项目前期准备工作，完成经费预算审核、招投标等前期工作，开展涉及用地环境影响评价等手续，确保 2024 年具备开工条件。

2023 年 9 月，地方财政资金启动复兴大道延长线项目中废弃土地复垦工程，工程实施计划于 2024 年完成。

### (二) 2024 年

2024 年，中央资金开展危岩体滑塌地质环境治理、不稳定斜坡地形重塑、冲沟整治以及土壤重构工程，为后续工程开展消除安全隐患。

**中央资金冲沟整治项目包括：**危岩体顶部挡水围堰 3000m；危岩

体截流渠基础开挖 3000m；危岩体截流渠防冲刷垫层 239999m<sup>3</sup>；不稳定斜坡坡脚导流渠基础开挖 922m；不稳定斜坡坡脚导流渠防冲刷垫层 9218m<sup>3</sup>；滨湖岸线顶部截流渠基础开挖 7648m；滨湖岸线顶部截流渠防冲刷垫层 3824m<sup>3</sup>。

中央资金开展危岩体滑塌地质环境治理项目包括：削顶清理危岩 3000m<sup>3</sup>；清理坡面 60000m<sup>2</sup>；土方工程 7200m<sup>3</sup>；边坡格构工程 12000m<sup>3</sup>；拱形护坡砌石工程 60000m<sup>3</sup>；锚杆（锚索）工程 26667m；台阶平台种植土改良 7200m<sup>3</sup>；喷播绿化工程 24000 m<sup>2</sup>；滨水湿地工程 30000 m<sup>2</sup>。

中央资金开展不稳定斜坡地形重塑（有滑塌风险）工程包括：土方工程 3687m<sup>3</sup>；重力式挡墙工程 3687m<sup>3</sup>；坡脚护坡砌石工程 1844m<sup>3</sup>；锚杆（锚索）工程 1024m；植生袋绿化工程 3687 m<sup>2</sup>。

中央资金开展不稳定斜坡地形重塑（无滑塌风险）工程包括：坡面整形 12585m<sup>2</sup>；土方工程 3776m<sup>3</sup>；坡脚护坡砌石工程 2098m<sup>3</sup>；坡脚导流渠基础开挖 4195m；坡脚导流渠防冲刷垫层 2098m<sup>3</sup>；植物纤维+RX-100 型固定网 12585m<sup>2</sup>；喷播绿化工程 12585m<sup>2</sup>。

中央资金开展表层土壤重构项目包括：场地清理 635658m<sup>2</sup>；场地平整 635658m<sup>2</sup>；客土剥土回覆 317829m<sup>3</sup>；结构改良 317829m<sup>3</sup>；肥力改良 317829m<sup>3</sup>；活力改良 317829m<sup>3</sup>；微生物抑酸 317829m<sup>3</sup>。

中央资金开展跟踪监测的项目包括：（1）在矿山生态修复区开展生态监测（具体点位待勘察设计后确定），包括地质稳定性实时监测；水环境监测丰水期、枯水期各 1 次；土壤环境监测 2 次；碳源汇监测 1 次；动物群落中兽类与鸟类监测 1 次，水生生物丰水期、枯水期各 1 次；项目全域卫星遥感和航空遥感环境监测 2 次。（2）开展生态监管数据分析和处理。

2024 年，地方财政资金启动雄鹰矿坑生态修复项目。中央资金部分，完成各子项目中表层土壤重构工程。

地方财政资金雄鹰矿坑生态修复项目，建设内容包括原矿坑边雄鹰矿坑生态修复项目。项目建设内容包括矿水田垦造、矿坑高陡边坡削坡加固治理、矿坑边坡支护治理和基础建设。

### （三）2025 年

中央资金开展生态系统受损重建项目：包括微地形塑造 635658 m<sup>2</sup>；近自然容器苗种植 635658 m<sup>2</sup>；

中央资金开展退化植被恢复包括：微地形塑造 669825 m<sup>2</sup>；林相改造 669825 m<sup>2</sup>；近自然容器苗种植 669825 m<sup>2</sup>；

中央资金开展湿地恢复重建工程包括：微地形塑造 39546 m<sup>2</sup>；湿地建设 39546 m<sup>2</sup>；

中央资金开展跟踪监测的项目包括：（1）在矿山生态修复区开展生态监测（具体点位待勘察设计后确定），包括地质稳定性实时监测；水环境监测丰水期、枯水期及项目验收评估各 1 次；土壤环境监测 3 次；碳源汇监测 1 次；动物群落中兽类与鸟类监测 1 次，水生生物丰水期、枯水期及验收评估各 1 次；项目全域卫星遥感和航空遥感环境监测 3 次。（2）根据生态监管数据，对生态修复成效进行综合评估。

地方财政资金对修复单元 II 内废弃高岭土矿山进行前期土地整治和基础建设，为后续土地重新纳入规划建设提供基础。

## 三、绩效目标

### （一）生态系统质量提升及绩效指标

根据矿区生态系统受损程度和恢复力等，针对区域特点，科学选取不同的修复方式和修复措施，实现近自然森林种植 214.4 hm<sup>2</sup>，成年后每年可增加碳汇 78647 吨。

## （二）矿山地质环境治理及绩效指标

按照工程实施区内因矿山开采造成的主要生态问题，按照其分布、规模、特征、严重程度和危害等，采用不同工程手法进行修复。共修复滨湖边坡岸线 7648m，不稳定斜坡地形 5117m，危岩体滑塌地质环境治理 3000m。

全程开展项目工程区域地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观动物种群等数据变化监测，以数字孪生技术为核心、整合项目工程获取数据，整体展示矿山生态修复的效果，及变化趋势，为日后其他矿山生态修复效果评估提供示范。

## （三）资金绩效指标

按照财政部、自然资源部、生态环境部和国家林草局联合发布的《关于加强生态环保资金管理推动建立项目储备制度的通知》(财资环〔2020〕7号)为依据，结合茂名市地域特点以及生态建设基础，要求计划资金落实程度达到 100%；自筹资金使用比例大于 50%；与此同时，建立专项资金管理制度与资金控制体系。

## 第四节 实施范围

### 一、实施范围选取依据

#### （一）小东江流域上中下游保护要求

本次历史遗留废弃矿山生态修复工作整体考虑小东江流域的生态保护要求，选定对流域生态健康、水源涵养和水土保持产生不良影响的矿山图斑进行修复。

茂名市是广东省湛茂城市圈生态格局中的重要节点，鉴江-小东江-袂花江山海生态廊道将北部山地屏障带和沿海生态屏障带联系起来。本次修复矿山所在的小东江流域是廊道上重要的陆地生态保护单元。小东江流域的上游低丘区域是重要的水源涵养区，直接影响区域气候水文、植被和土壤等状况，通过封育保护、低效林改造、布设生物隔离带、治理矿山、营造水土保持林和种草等举措，提升区域水源涵养能力。

中游平原河网区为水土保持区，该区域紧邻茂名中心城区，城镇密布，人类活动对自然产生了巨大的扰动，水土流失频发，通过治理矿山、控制径流，防治土壤侵蚀，通过土壤重构、林灌草结合，营建近自然森林，提高地表的覆盖率，构建完整的水土保持生态体系。

下游冲积平原，地势地平，地下水多有出露，多湿地洼地，是重要的调蓄净化区。在该区内通过湿地抚育、水环境提升、统筹流域治理，完善水利防洪减灾工程体系，保证入海河流水质达标，实现近岸海域环境提升。

小东江上游水源涵养区和中游水土保持区内的历史遗留废弃矿山，所处区域生态区位重要，矿山生态问题突出，严重影响人居环境，亟待进行整体修复。

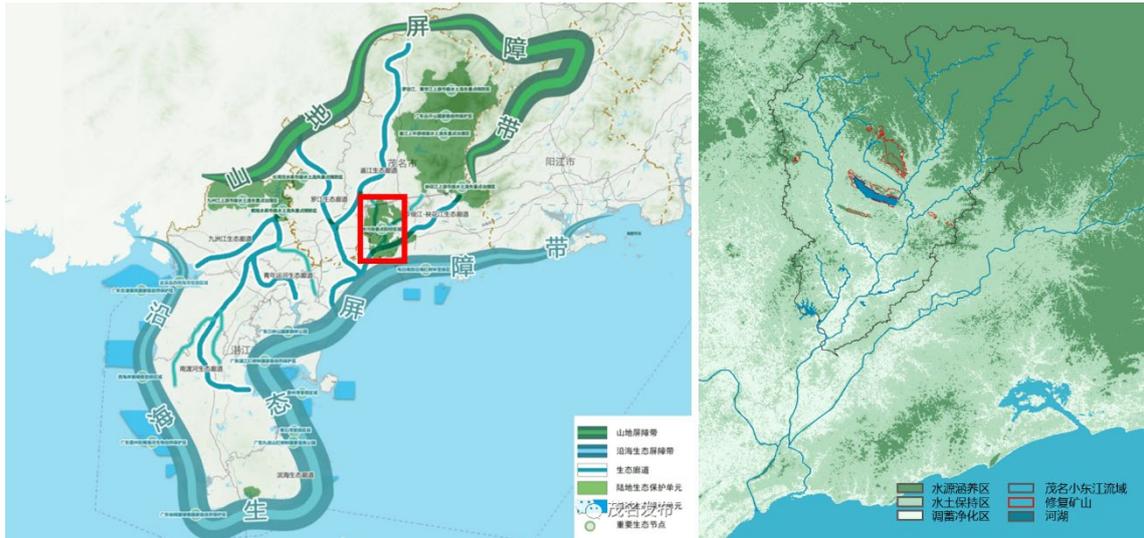


图 2.4- 1 小东江流域生态功能分区

## (二) “近河道-地质差-近城市”的特点

本次实施范围内的废弃矿山有下列 3 大特点：近河道；地质差；近城市。

本次实施方案中的矿坑，均在小东江流域内靠近汇水线分布。小东江在此已经离开水源发源地，干流坡降由上游的 3‰下降为 0.64‰，进入较为平缓的区域。而在流域中部区域，地形平缓，是茂名人民主要用于农业开发与生产生活的区域。在此区域内废弃矿山项目较多，分布密集，对占用了大量原本可以用作农用地的优良土地资源。废弃矿山对地表水重金属的排放，严重危害了周边农业用地灌溉水质要求。在人为活动频繁的区域，矿山地质环境问题更为重要，矿山地质环境治理工程较大、治理难度较大，治理技术要求较高。需要在不影响周边居民生产生活的条件下，完成对废弃矿山的治理工作。



图 2.4- 2 拟修复历史遗留废弃矿山和周边水系

本次废弃矿山实施范围的第二个特点是，均属于易崩易滑边坡的岩土特性。区域内废弃矿山主要类型为油页岩与高岭土，油页岩废弃规模为，矿床规模大型 1 个、中型 3 个。分布在茂南，羊角、金塘低山一带。排土场矿渣厚 20~50m，已被村民用作速生桉种植地。而油页岩废弃矿山岩土结构较松散且易崩解，黏结强度低，其破坏形式主要表现为滑移式，当开挖坡面失稳发生滑坡时，其上部自然坡体可能会遭到不同程度的牵引破坏，故滑坡的坡体坡度较缓但坡高较大。高岭土废弃矿山崩塌体的岩土结构较密实且完整，其破坏形式主要为整体局部崩落，故崩塌的坡体坡度较陡但坡高较小。因此废弃矿山坡体的形态特征对地质灾害的类型和分布数量有一定的控制作用。

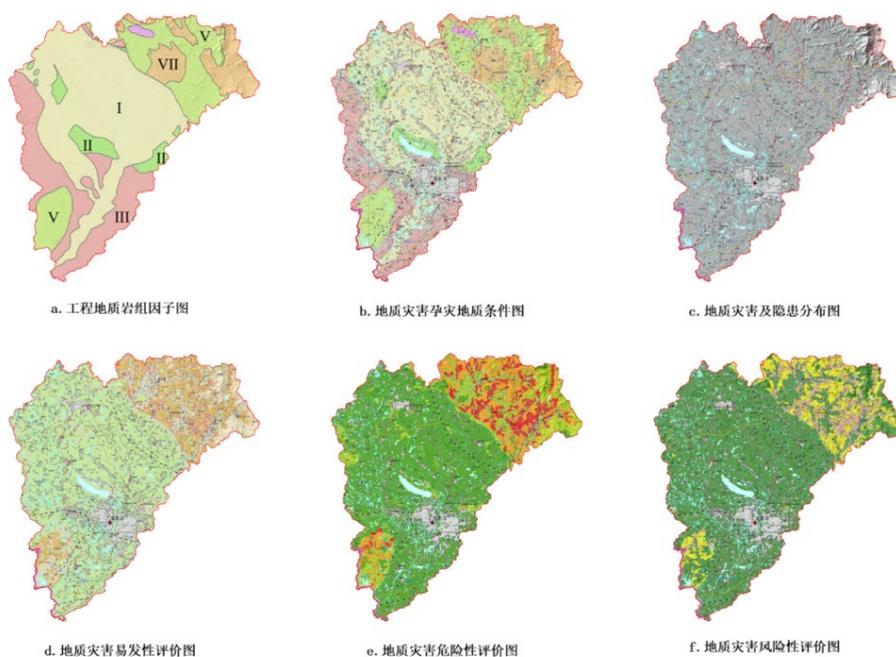


图 2.4- 3 小东江流域地质灾害风险分析

本次废弃矿山实施范围的第三个特点是，极为靠近茂名城市中心。根据茂名市土地利用类型和城市发展规划，未来城镇化建设主要集中在本次实施方案涉及的区域，这些地区是人类工程建设的活跃区域，也是废弃矿山密集的区域。由于缺乏统筹治理，在城市规划开发过程中缺乏对废弃矿上的规划、修复指引。城市扩展中，对废弃矿坑并未采取特殊的防护或恢复措施，使得建成的居民点与废弃矿山的距离极为靠近。

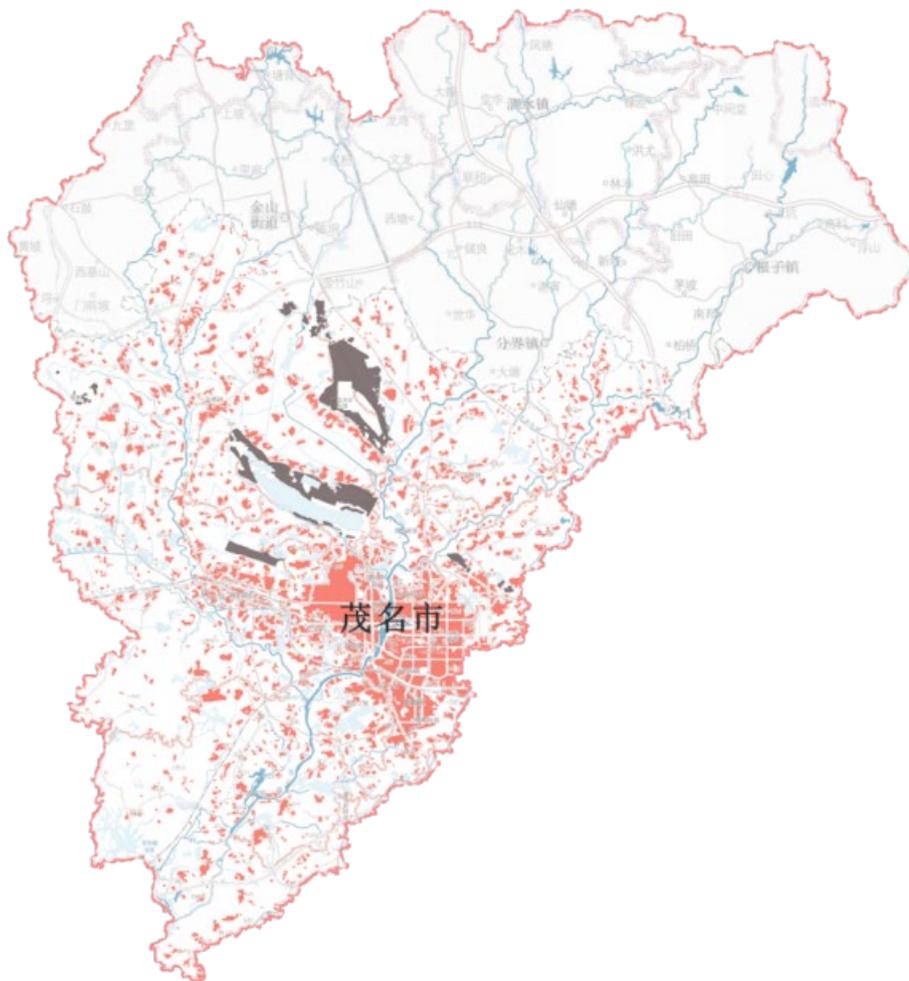


图 2.4- 4 拟修复历史遗留废弃矿山和茂名城市发展区

而且，由于人口密集，大部分废弃矿山实施范围都有大量当地居民，居民生产生活过程中，对原本已经废弃的矿山又进行了破坏。例如，利用原本的矿坑开采修建民居所需建筑材料，盗挖油页岩进行土法冶炼。人工削坡形成的不稳定边坡过高过陡，坡面植被遭受破坏的情况下未进行适当的排水与防护，极大地破坏了原始坡体的岩土结构和稳定性，当遭到降雨、震动等外力作用时，松散、软弱的岩土体在重力和水流的作用下容易沿削坡面发生崩滑。因此，如果不及时对区域内废弃矿山进行治理，将极大威胁茂名城市发展及人民生命财产安全，也给盗挖盗采留下了可乘之机。

## 二、子项目实施范围

根据小东江上中游的生态保护要求，以小东江及其支流白沙河、鸡公河的汇水单元作为修复单元划分的自然地理依据，将修复矿山划分为 5 个修复单元，共纳入 57 个编号的矿山图斑，总面积 10.83km<sup>2</sup>。拟修复的历史遗留废弃矿山分属茂名高新技术产业开发区和茂南区管辖。地理坐标为：东经 110°46'36"~110°57'01"，北纬 21°40'58"~21°47'03"。

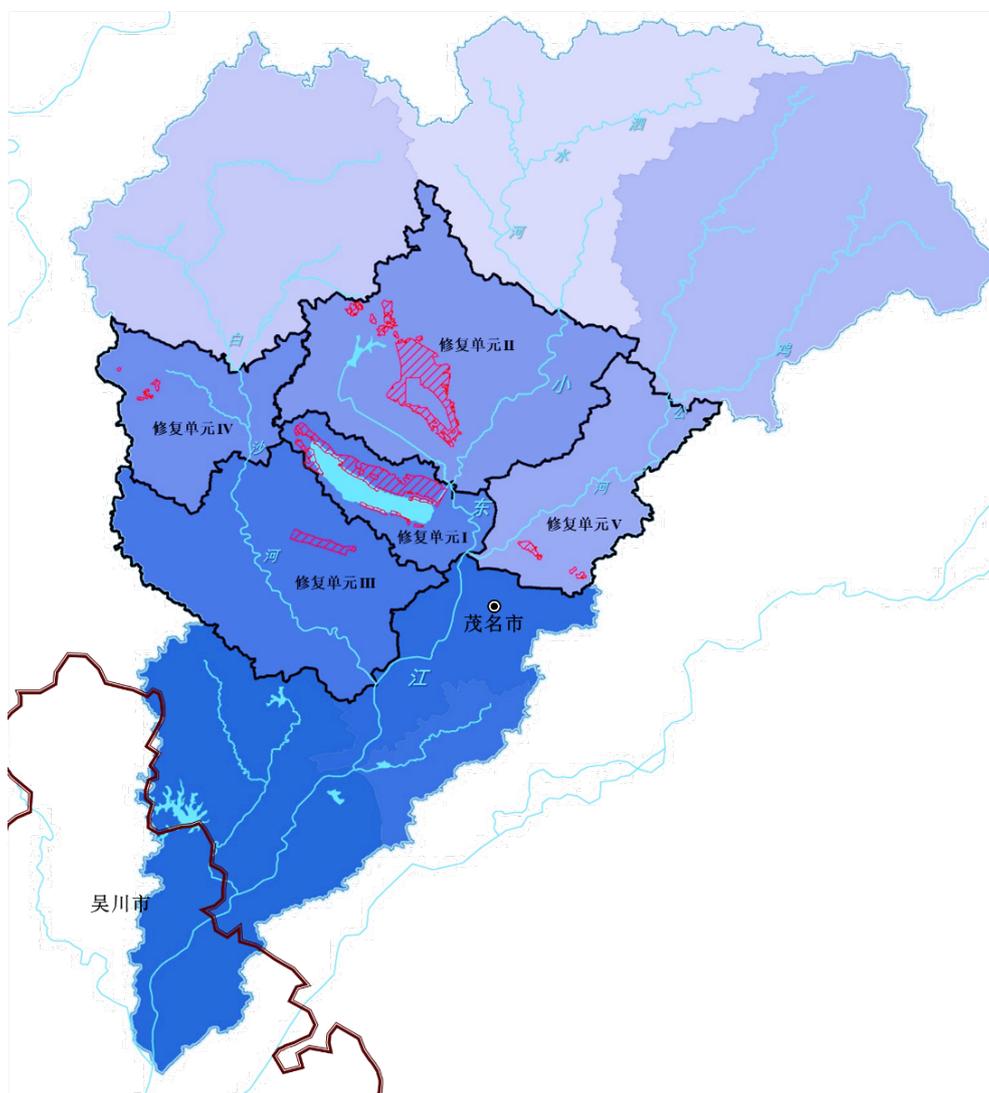


图 2.4- 5 根据小东江汇水单元划分矿山修复单元

表 2.4-1 修复单元情况

修复单元	图斑 编号 个数	图斑 面积 (km <sup>2</sup> )	矿种	位置	修复方向
修复单元I: 小东江中游 修复单元	21	4.23	油页岩 高岭土	小东江干流 (城区北段)	地质灾害消除 地形重塑 土壤重构 植被重建
修复单元II: 小东江上游 修复单元	22	5.31	排土场 高岭土	小东江干流 (金塘镇段)	地形重塑 土壤重构 植被重建 废弃土地复垦
修复单元 III: 白沙河 下游修复单 元	1	0.81	排土场	白沙河 (公馆镇段)	地形重塑 土壤重构 植被重建
修复单元 IV: 白沙河 中游修复单 元	7	0.15	建筑用安 山岩	白沙河 (金塘镇段)	地质灾害消除 地形重塑 土壤重构 植被重建
修复单元V: 鸡公河下游 修复单元	6	0.33	油页岩	鸡公河 (羊角镇段)	地形重塑 土壤重构 植被重建
合计	57	10.83	-		-

**修复单元 I——小东江中游修复单元：**位于小东江城区北段汇水单元，为原茂名市金塘油页岩露天矿。本次纳入修复的图斑编号 21 个，修复图斑面积 4.23 km<sup>2</sup>。该矿山曾是茂名最大的油页岩矿区，矿区同时蕴藏有高岭土矿种，存在矿山地质环境安全隐患、水土流失、土地资源损毁、植被退化等情况。

**修复单元 II——小东江上游修复单元：**位于小东江金塘镇段汇水单元，原为油页岩露天矿的油页岩矿渣排土场和周边小型高岭土矿山。本次修复涉及图斑编号 22 个，修复图斑面积 5.31 km<sup>2</sup>。修复单元内分布有大面积的桉树纯林，存在林地退化、水土流失和土地资源损毁情况。

**修复单元 III——白沙河下游修复单元：**位于小东江支流白沙河公馆段汇水单元，原为油页岩露天矿排土场。本次修复涉及图斑编号 1 个，修复图斑面积 0.81 km<sup>2</sup>，存在植被退化情况。

**修复单元 IV——白沙河中游修复单元：**位于白沙河金塘镇段汇水单元，原为建筑用安山岩矿，共涉及图斑编号 7 个，修复图斑面积 0.15 km<sup>2</sup>。该修复单元矿山地表破坏严重，并形成多处落差极大的危岩体，存在水土流失和滑塌等地质灾害隐患，亟待开展水土流失治理、矿山地质环境治理和生态系统重建。

**修复单元 V——鸡公河下游修复单元：**位于小东江支流鸡公河羊角镇段汇水单元，原为油页岩矿山，涉及图斑编号 6 个，修复图斑面积 0.33 km<sup>2</sup>。该修复单元紧邻茂名市中心城区，存在土地资源损毁、植被丧失的情况，需开展废弃工矿地综合整治利用。

## 第五节 实施内容

### 一、技术路线和编制依据

#### (一) 技术路线

拟修复废弃矿山区域的现状土地利用类型主要包括林地、草地、采矿用地、果园、水库、坑塘水面等。本次实施方案按照不同矿产类型，结合土地利用现状和未来的规划方向，提出矿山环境治理技术路线，对于可自然恢复的，以自然恢复为主，人工修复为辅；对于需采取工程修复的，宜建则建、宜田则田、宜林则林、宜水则水。

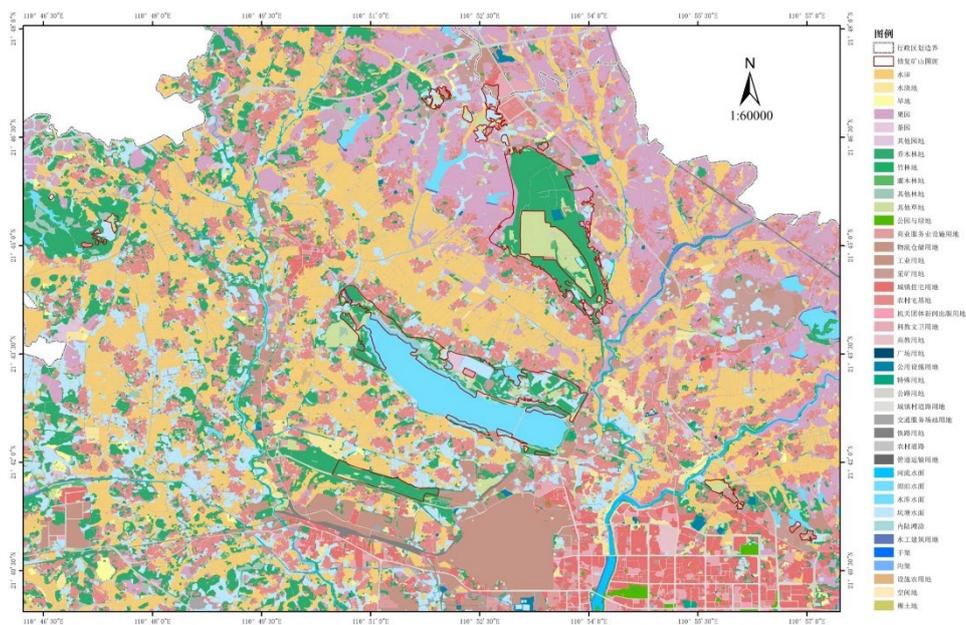


图 2.5 - 1 修复区现状土地利用类型

根据治理工法的特点和适用性，将其分为：基础传统工程治理技术及生态恢复技术。将废弃矿山环境视为复杂巨系统。进一步提出了对应有效的具体治理模式，阐述了具体治理模式的理念、特点及适用性。

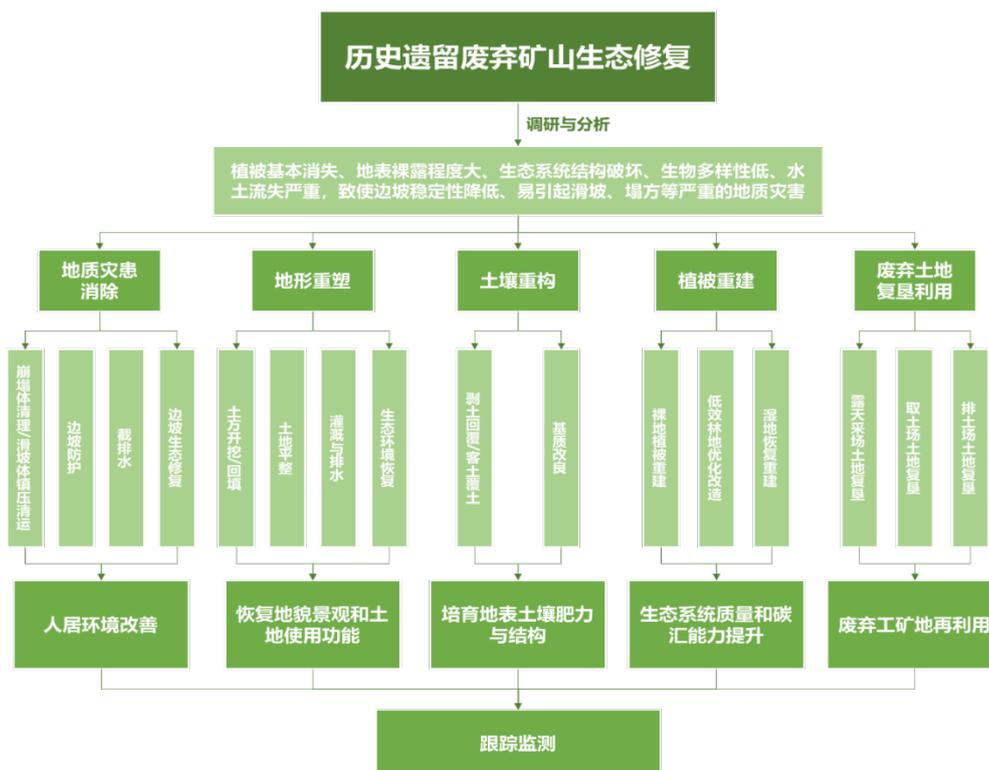


图 2.5 - 2 历史遗留废弃矿山生态修复技术路线

本次广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程将围绕下面几个重点展开：申报项目区域属于政府治理责任的历史遗留废弃矿山，治理面积为 10.83km<sup>2</sup>。工程治理内容主要包括地质灾害消除工程、地形重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、废弃土地复垦利用和跟踪监测，共 6 个项目。



图 2.5 - 3 工程平面图

## (二) 编制依据

### 1. 法律法规

- (1) 《中华人民共和国基本农田保护条例》（1999 年）；
- (2) 《全国生态环境保护纲要》（2000 年）；
- (3) 《地质灾害防治条例》（2003 年）；
- (4) 《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（2005 年）；
- (5) 《矿山地质环境保护规定》（2009 年）；
- (6) 《中华人民共和国森林法》（2009 年）；
- (7) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年修订）；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年）；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年 7 月 29 日修正版）；
- (10) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年）；
- (11) 《中华人民共和国水法》（2016 年）；
- (12) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年）；

- (13) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年）；
- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2017 年）；
- (15) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年）；
- (16) 《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年）；
- (17) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年）；
- (18) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年）；
- (19) 《湿地保护管理规定》（2013 年）；
- (20) 《广东省基本农田保护区管理条例》（2014 年修订）；
- (21) 《广东省地质环境管理条例》（2012 年修正）。

## 2. 政策文件

- (1) 《财政部办公厅 自然资源部办公厅关于组织申报2023年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》财办资环〔2023〕1号；
- (2) 习近平总书记在中国共产党第二十次全国代表大会上的讲话报告；
- (3) 全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）；
- (4) 《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》（2013）；
- (5) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12号）；
- (6) 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（2017 年 2 月 7 日）；
- (7) 《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》（中发〔2018〕1号）；
- (8) 《国土资源部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）；
- (9) 《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与治理恢复方案编制审查及有关工作的通知》（国土资厅发〔2009〕61 号）；

- (10) 财政部关于印发《中央对地方专项转移支付管理办法》的通知（财预〔2015〕230号）；
- (11) 财政部办公厅 自然资源部办公厅《关于支持开展历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的通知》（财办资环〔2021〕65号）；
- (12) 财政部关于印发《重点生态保护修复治理资金管理办法》的通知（财建〔2019〕29号）；
- (13) 《财政部自然资源部生态环境部国家林草局关于加强生态环保资金管理推动建立项目储备制度的通知》（财资环〔2020〕7号）；
- (14) 《广东省财政厅广东省自然资源厅广东省生态环境厅广东省林业局转发财政部、自然资源部、生态环境部、国家林草局关于加强生态环保资金管理推动建立项目储备制度的通知》（粤财资环〔2020〕24号）；
- (15) 《广东省自然资源厅广东省财政厅转发自然资源部办公厅财政部办公厅关于印发〈中央重点生态保护修复资金项目储备库入库指南（2020年）〉的通知》（粤自然资函〔2020〕501号）；

### 3. 技术规范及标准

- (1) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（自然资源部，2022年）；
- (2) 《矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（自然资源部，2022年）；
- (3) 《矿山生态修复技术规范 第7部分：油气矿山》（自然资源部，2022年）；
- (4) 《矿山生态修复工程技术规程 第1部分：通则》（DB32/T4077.1-2021）；
- (5) 《矿山生态修复工程技术规程 第2部分：调查 勘察与设计》（DB32/T4077.2.2-2021）；
- (6) 《矿山生态修复工程技术规程 第3部分：施工与监理》（DB32/T4077.3-2021）；

- (7) 《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》；
- (8) 《山水林田湖草生态保护修复工程设计导则》（DB41/T 2289-2022）；
- (9) 《山水林田湖草生态环境动态监测技术规范》（DB41/T2111-2021）；
- (10) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（《国土空间生态保护修复工程实施方案》编写组，2021）；
- (11) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (12) 《风景名胜区规划规范》（GB50298-1999）；
- (13) 《全国水环境容量核定技术指南》（2003）；
- (14) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (15) 《地表水资源质量评价技术规程》（SL395-2007）；
- (16) 《饮用水水源保护区标志技术规范》（HJ/T433-2008）；
- (17) 《生活杂用水水质标准》（CJ/48-1999）；
- (18) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- (19) 《农田灌溉水质标准》（GB5084-1992）；
- (20) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0218-2006）；
- (21) 《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-1991）；
- (22) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》（HJ651-2013）；
- (23) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- (24) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (25) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- (26) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部编，2012年2月）；
- (27) 《湿地保护修复制度方案》（国办发〔2016〕89号）；
- (28) 《天然林保护修复制度方案》；
- (29) 《造林技术规程》（GB/T15776-2006）；

- (30) 《水土保持生态工程建设技术标准规范全集》；
- (31) 《滑坡防治工程设计与施技术规范》（DZ/T0219-2014）；
- (32) 《泥石流灾害防治工程设计规范》（DT/T0239-2004）；
- (33) 《土地复垦技术标准》（2007 年 12 月，试行）；
- (34) 《中央重点生态保护修复资金项目储备库入库指南》（2020 年）。

## 二、地质灾害消除工程（修复单元 I、IV）

### （一）危岩体滑塌地质环境治理（修复单元 IV）

危岩体滑塌地质环境治理工程分布在修复单元 IV——白沙河中游汇水单元。该处矿山原为建筑用安山岩矿，现在矿山周边有村民利用废弃矿坑积水塘开展养殖活动。废弃后产生部分危岩体，危岩体坡面长度约 3000m。矿山地形破碎，挖掘形状不规整，危岩体坡面上部几近垂直，坡脚堆积有过往崩塌形成的碎石，岩体上部风化层和表层开采面岩体内裂隙发育，岩体不稳定，存在潜在的崩塌体。且这些坡面落差大，平均落差 40m 左右，最大落差达到 78m，一旦发生滑塌，将对周边的人民群众生命财产安全带来危害。

根据本处废弃矿山的自然地质情况，治理主要采取以下措施：

对不稳定边坡，可选用锚固、支撑、嵌补、抗滑桩、注浆、排水等措施。锚固措施符合 GB50330 的要求，支撑、嵌补措施符合 GB50003 的要求，排水工程、抗滑桩措施符合 GB/T38509 的要求，注浆措施符合 JGJ79 的要求。

本次加固危岩体，在危石突出的山嘴以及岩层表面破碎不稳定的山坡地段，进行削坡或采取安装防护网、设置落石平台、挡石墙、混凝土网格护坡、混凝土封闭注浆等措施，防止危岩体崩落；当危岩体体积较大、完整性较好时，宜采用支撑、锚固技术对其进行加固处理，危岩体下方的空穴、穹隆体等考虑充填。

首先利用挖掘机对已经松动的危岩体进行移除。其次，山体进行削坡整形，整形时要将粒径大的废石放到下面，粒径小的废石土放到表面。整形参数按边 70m；边坡坡度 25°，边坡台阶平台宽 10m。整形后的危岩体有后续崩落风险，将设置落石平台、挡石墙、混凝土网格护坡、混凝土封闭注浆等措施。

防止危岩体崩落浆砌石护坡考虑到良好的视觉效果及长久的治理效果，对排土场一级边坡设置浆砌石考虑到良好的视觉效果及长久的治理效果，对危岩体整形后边坡设置浆砌石拱形护坡。拱形护坡骨架拱圈半径 2m，每层拱圈高度为 4.0m，可根据边坡高度进行调整，横向拱圈间宽度为 60cm，包括两侧镶边石宽度 2×10cm，纵向拱圈间宽度 50cm，包括一侧镶边石宽度 10cm，两拱镶边石之间为护坡排水。在阶梯坡面工程坡脚处进行坡脚基础、拱形护坡骨架砌筑，排水砌筑及坡顶压边砌筑。

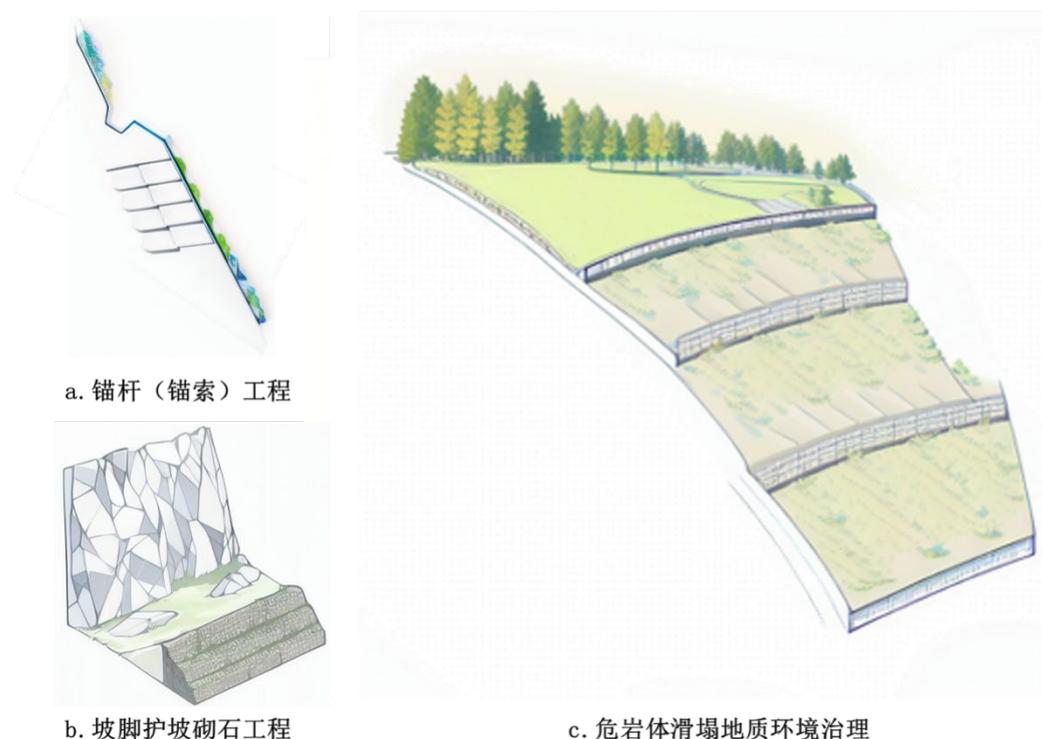


图 2.5 - 4 危岩体滑塌地质环境治理工法

本次施工范围内的危岩体为了保证后续施工安全，需要进行清理

施工专项措施，对废弃矿山开采掌子面中上部残存的松散不稳定体、危岩、危石进行清除，对中下部边坡进行坡面修整、清除残坡积废弃渣体；对开采区域边坡进行清理，全力清除坡顶浮土及坡面危岩（人工处理部分松动的危岩）、碎石，削方清理深度视下部出露强风化基岩。

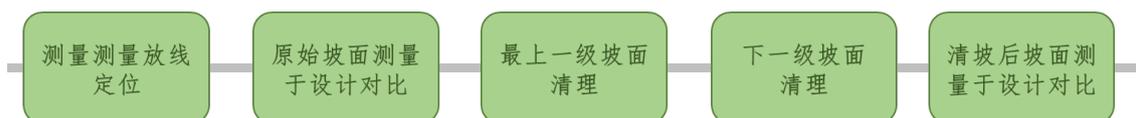


图 2.5 - 5 危岩清理施工工艺流程图

对机械清理的危岩，在作业前施工人员应远离施工区域 20m 范围内。高边坡清理施工人员必须佩戴好安全帽，系好安全带，绑挂安全带的绳索牢固地拴在可靠的安全桩上，绳索应拉直，不得在同一个安全桩拴 2 根及以上安全绳。高边坡清理施工应设置安全通道；清理边坡突出的块石和整修边坡时，应从上而下顺序进行，坡面上的松动土、石块必须及时清除。严禁在危石下方作业、休息和存放机具。清理石料工作面应与装运作业面相互错开，严禁上、下交叉作业。施工中如发现山体滑动、崩塌迹象危及施工安全时，应立即停止施工，撤出人员和机具，并报告指挥部处理。施工生产区域主要进出口处应设有明显的施工警示标志和安全文明生产规定、禁令。与施工无关人员、设备不得进入施工区。作业人员应严格遵守劳动纪律，服从领导和安全检查人员的指挥，工作思想集中，坚守岗位，未经许可不得从事本工种之外的工作；严禁酒后上班。遇雨天、雾天，均停止清理作业全过程。清理工人，须经证明无心脏病、癫痫病等高空作业禁止的病史，方准予派往。每组安全喊话、护桩和递物人员必须与清理人员配合工作。清理人员必须系好安全带，在悬空作业前，检查安全装置，对绳卡的完好应及时提出和提前更换，不得让物件带损使用；作业时必须正确用好安全装置。清理工作全过程应在项目部安全员的监督下进行。

本次危岩清理工作将设三个清理危岩作业组，每组十人，做打桩、套绳、护桩、喊话、拦截和清理等具体操作。由项目部生产技术安全管理人员配合监理确定，在清理工作作业面之前，确定应该清理的危岩松石，并一一指定不同的组别，进行逐一人工清理。在安全的情况下，可以人工机械配合清理；对于块体较大、人工无法撬动的孤石采取机械清理。清理工作清理操作者拴好安全带，随绳慢下，脚在松动岩石上方，采用随身凿石撬杠等工具，对指定的松动岩石块和有竖向裂纹的岩面进行清理，并实时进行必要的放坡或者防阶，保证基础施工作业期间无石块松动塌落，避免高空坠落伤人。清理落地后的块石料，采用机械挖铲装车外运或者就地掩埋。对高、悬、大的危岩先用凿石机打眼破碎再进行清理。

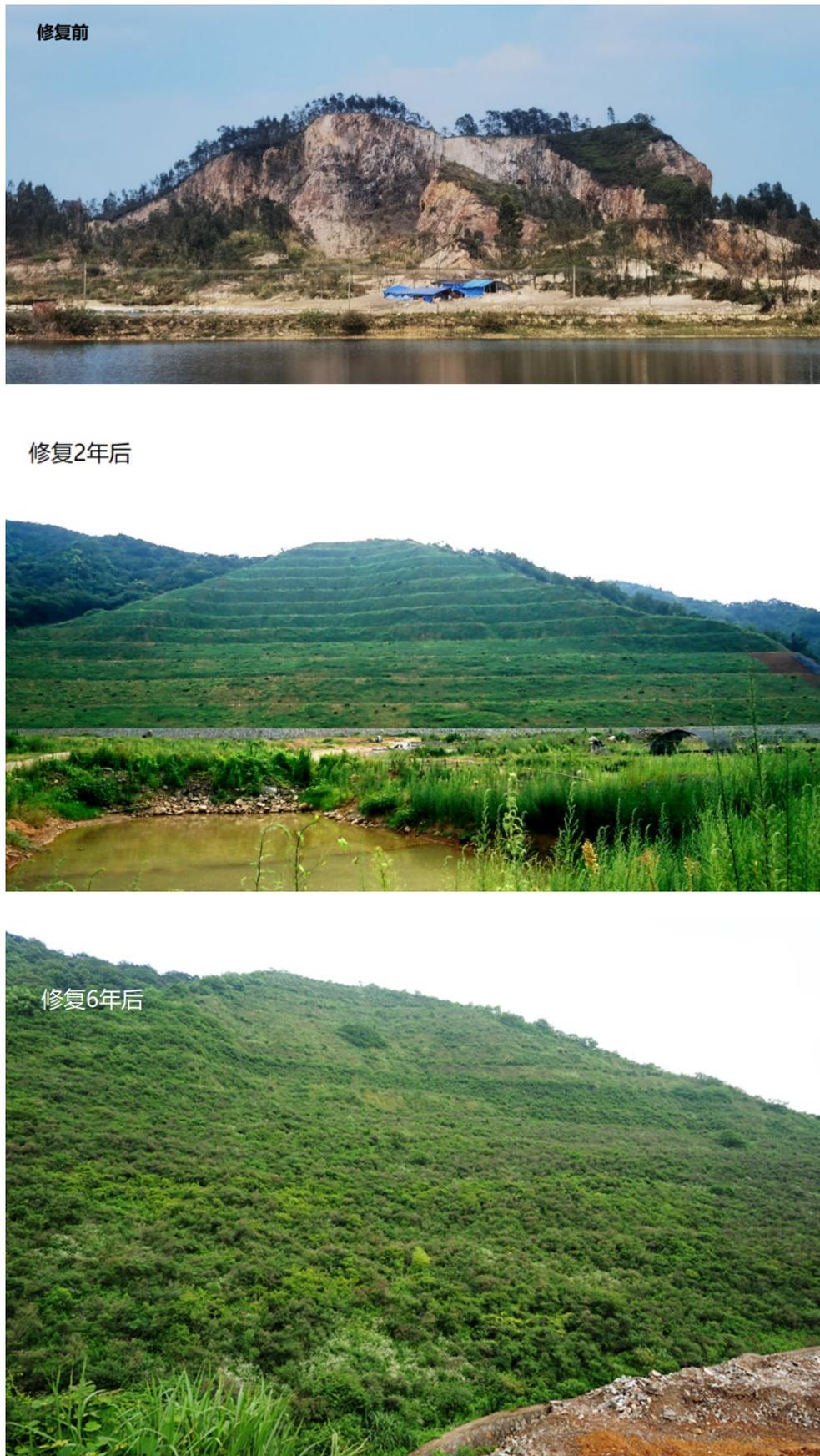
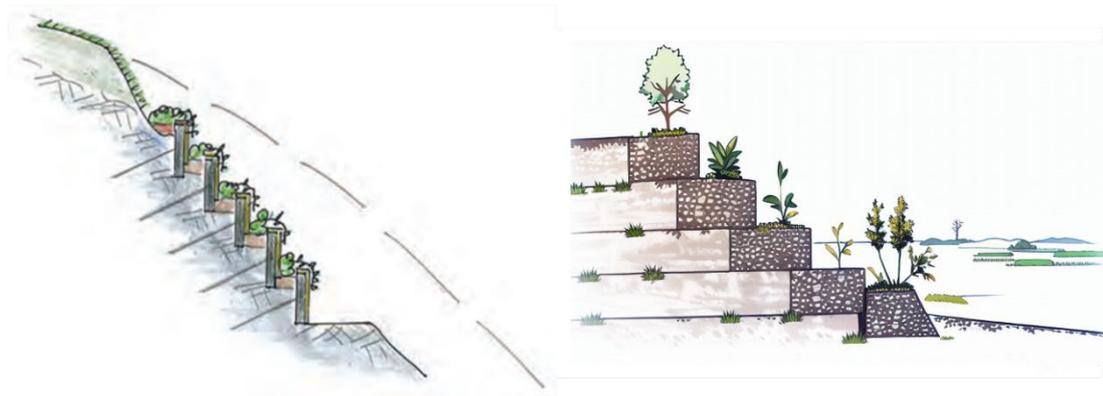


图 2.5 - 6 危岩体治理前后对比

## (二) 滨湖岸线地形重塑(修复单元 I)

滨湖岸线地形重塑工程分布在修复单元 I——小东江中游生态修复单元。该处矿山原为油页岩矿坑，1992 年底油页岩停采后，露天采矿场留下的巨大矿坑，后续沿环矿坑周边修建了环湖公路。由于规划设计初期，对矿坑地质状况并未进行深入研究。导致矿坑岸坡基本无防护措施，岸坡岩土体裸露。22km 环矿坑道路已经建设完成，但由于严重的水土流失，部分路段距离崩塌岸线仅有数米。

2014 年建设完成，岸坡在雨水冲刷和湖浪掏蚀作用下持续退后，多处岸线距离环湖公路距离已不足 5m，局部甚至仅 1~2m。特别是矿坑西侧边坡高度大，局部坡顶已发生较大裂缝，西侧边坡顶部发现裂缝宽达 8cm，长达 30m，深度达 60cm 极为可能在未来数年间发生崩塌。露天矿周边游客与居民达 80 万人次以上，如果边坡发生大规模崩滑，裂缝将沿环湖公路延伸，直接威胁公路及行人安全。且北岸地势高，视野开阔，人为活动较为密集。而这段岸坡下呈掏空状，若游客不注意，很可能发生踩空、塌落，后果不堪设想。



a. 滨湖岸线地形重塑（低于8m）

b. 滨湖岸线地形重塑（高于8m）

图 2.5 - 7 滨湖岸线地形重塑工法

现有湖滨岸线实际为原本露天矿的矿坑边坡，露天矿注水后，在库区水体与陆岸之间形成一个巨大的环状生态隔离带，形成特殊的水陆交错生态系统。蓄水前，矿坑部分裸露岸线的落差高达 60m。由于

岸坡受到近岸径流和湖浪冲击侵蚀，更易形成水土流失、岸体崩塌，不仅不能起到对水体的隔离保护功能，反而会更容易造成崩塌。且水土流失后，地表呈裸露状态干旱瘦瘠，一般植物难以适应，产生的类似“荒漠化”景观。本次实施方案，采用岸坡防护松木桩—石笼网组合植生挡土墙的技术方法，通过石笼网、松木桩、碎石层、反滤土工布和土工格栅配合，形成结构整体稳定性好，能够抵抗岸坡所受的水力冲刷，对岸坡能起到较好的防护作用的基础结构。

在此基础上，岸上种植植被，多样的植物不单起到绿化环境、固土保湿的作用，植物还能拦截地表径流面源污染。植物浮床的鱼巢孔隙还可为鱼类等水生动物提供栖息地。该种复合型生态岸线，结构整体稳定性好，能够抵抗岸坡所受的水力冲刷；石笼网和植物浮床表面植被完全覆盖，层次清晰、错落有致。既有利于坡体的整体稳定和局部稳定，又有利于恢复生态系统生物多样性。

在施工条件上，本次废弃矿山治理工程，在露天矿采矿面裸露部分坑壁、旅游公路外侧靠湖段按地形设置一段格宾石笼挡土墙，同时在台阶面上设置加筋网以增加挡墙的抗倾性能，墙后弃渣分层、压实形成加筋体最后在挡土墙顶面再设置一道被动防护网，以防治坡体上的汇水对已经有裂缝的矿坑边坡产生进一步危害，从格宾石笼挡土墙顶面开始进行堆土梯级台修整，同时还在挡土墙顶面及台阶面后缘适当位置设置混凝土截排水沟。对平整后的堆体、平台覆土 0.2m 后撒播草籽。石笼防护工程是一种将蜂巢形网片组装成箱笼，并装入块石等填充料后，用作护岸的新技术。按结构形式可分为挡墙、护坡、护底、护脚、水下抛石等。习惯上又将护坡护底工程上较厚的一种箱笼称为石笼防护。

由于露天矿滨湖边坡，要在较短的滨水距离中完成高度达 20-40m 的坡度整理。为规范防护工程的施工程序和施工技术，确保工程

施工质量，不留隐患，达到设计规定的标准，收到预期的工程与生态环境有机结合的效果，特将施工具体工法描述如下：



图 2.5 - 8 宾格网石笼挡墙工艺流程图

石笼网箱的材料为异形截面的热镀锌低碳钢丝，外涂树脂保护膜。钢丝材质必须符合 GB/T700-1988 标准规定。热镀锌必须符合 GB/T15393-1994 中的 3.2 条和 3.3 条规定。石笼网必须为由专用机械编织成的热镀锌低碳钢丝格宾（六边）形格网片组装而成。双股钢丝必须三绞达到 1080 度的旋转，确保稳固性和抗拉性。外涂树脂膜热镀锌低碳钢丝的网片，涂膜质量、厚度必须符合设计规定。涂膜材料抗拉强度应不小于 25MPa，断裂伸长率不低于 18%。

填充料必须是坚固密实、耐风化好的材料。填充料规格和质量应符合《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SDJ17-78）的规定。严禁使用风化石。非裸露部分可以适当用废砣碎块或营建废料作为填充料。填充料（碎石、卵石或砣碎块）的粒径，护垫必须在 5cm 以上，网箱必须有 80% 以上大于网孔孔径，并必须满足设计规定的粒径要求。填充料应采取粒径级配好的碎石或卵石、以及砣碎块。裸露部位的填充料必须采用碎石。

石笼护垫一般护坡或护底，首先按设计要求削坡并平整铺设面，

坡面或基地面应平整、密实、无杂质。现场如遇较差的地基土质时（如遇流、沙淤泥等），应另作地基处理后再铺设护垫。

间隔网与网身应成  $90^\circ$  相交后，才可绑扎成护垫状。绑扎线必须是与网线同材质的钢丝。每道绑扎必须是双股线并绞紧。间隔网与网身的四处交角各绑扎一道。间隔网与网身交接处，每间隔 25cm 绑扎一道。同时均匀的向一组石笼的各网格内填料，严禁往单个网格内填料。填充料可一次填满高度，填充石料顶面宜适当高出护垫，但必须密实，空隙可用小碎石填塞。填充料的容重应达到  $1.70 \text{ 吨}/\text{m}^3$ 。裸露的填充石料，表面应以人工或机械砌垒整平，石料间相互搭接。

网箱层与层间砌体应纵横交错，上下联结，严禁出现“通缝”；每层网箱组均应适当放置“丁”字箱体；墙后填料应符合承重要求，墙后还土宜分层夯实，每层还土厚度宜控制在 20cm 左右。在一层网箱施工完成后，宜将墙后填料及时填至与网箱相平，再砌上一层网箱。

箱体植被施工，根据景观要求及当地土壤、气候条件，选择植被草种或灌木品种。网箱封盖后，空隙处宜填满土壤，顶部宜填约 5cm 高的土壤。建设完成后，按需根据草种或灌木的特性，加强植被和灌木的后期养护措施。



图 2.5 - 9 滨湖岸坡治理前后对比

### 三、地形重塑工程(修复单元 I~II)

地形重塑工程主要针对露天采场挖损及排土场堆压占造成地形地貌破坏,其中小东江中游矿山生态修复子项目为大型露天矿开采矿坑,斜坡主要为油页岩开挖后造成的不稳定斜坡;小东江上游矿山生态修复子项目为油页岩排土场,主要是人为堆土形成的稳定斜坡。本方案对存在不稳定斜坡的矿山/坑进行边坡形态重塑和地表平整,通过分级整坡,使矿山区域与周边自然地形平缓过渡。建设截排水系统,降低雨水冲刷,在保证地形稳定的同时,避免水土流失的发生。

## （一）不稳定斜坡地形重塑

不稳定斜坡分为有滑坡风险和无滑坡风险两种。有滑坡风险的不稳定斜坡主要由填挖方和采矿产生，形成的斜坡面未经处理，地表裸露，结构松散，在雨水冲刷和浸泡下，会形成滑坡体，引发滑坡等水土流失情况的发生。这些具有滑坡风险的不稳定斜坡主要分布在修复单元 I 和 II。

另外，修复单元 II 北排土场区域的部分坡面虽然经过夯实，但表面裸露，在雨水的冲刷下易发生水土流失，日久危及路基稳固，属于无滑坡风险的不稳定斜坡，也需尽快加以治理。

### 1. 不稳定斜坡地形（有滑坡风险）重塑(修复单元 I 和 II)

本次治理范围内还有部分高岭土矿坑，茂名高岭土主要为两种类型，即沉积风化型高岭土矿床和花岗岩风化残积型高岭土矿床。高岭土矿山废弃后，由于坡面滑塌，造成地面塌陷、地面沉陷、崩塌、滑坡等地质灾害。不稳定斜坡对土地资源、水资源的破坏较严重，自然恢复需要在一定坡面条件下才可能发生。

因此本次治理应对不稳定斜坡进行整形，对采矿遗留的残山进行表面整形或将其整体清除，为后续植被重建创造条件。不稳定斜坡治理应符合 GB50330 和 GB/T38509-2020 的相关规定。

本次不稳定斜坡治理措施采用减荷、压脚阻滑、锚固支挡、注浆加固、护坡等，具体措施如下：**减荷措施**：主滑地段可采取挖方卸荷、拆除已有建筑物等措施；**压脚阻滑措施**：在边坡前缘抗滑地段采用堆方加重压坡角辅助措施，提高边坡的稳定性；**锚固支挡措施**：根据不稳定斜坡的稳定性、剩余下滑力和岩土力学性状等因素，采取抗滑桩、抗滑锚杆、预应力锚索(桩)、锚杆挡墙或重力式挡墙等抗滑措施。

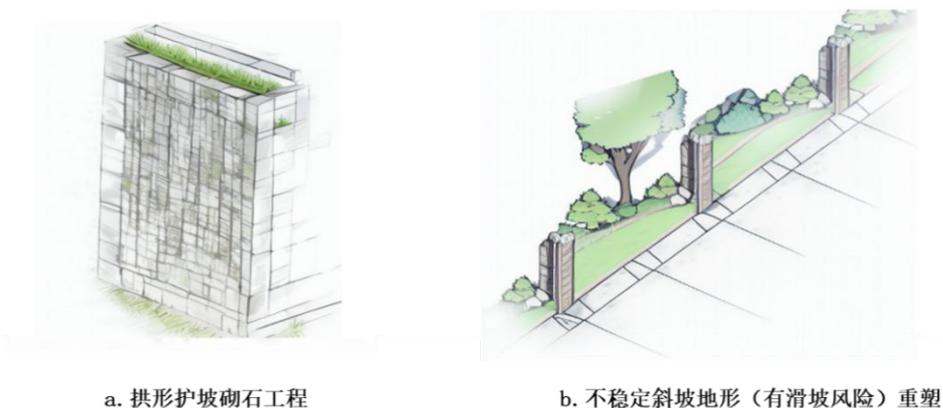


图 2.5 - 10 不稳定斜坡重塑工法（有滑坡风险）



图 2.5 - 11 施工工艺流程图

①坡面修整按照南北排土场边坡坡度、基础高程等数据设固定的样板挂线，清刷表面松散土层及浮土，填补坑凹并拍实使坡面平整，土基的压实度应与同层路基土压实度相同，以免下沉而使砌体产生裂缝影响砌体的整体稳定性。利用挖掘机对排土场边坡进行整形，整形时要将粒径大的废石放到下面，粒径小的废石土放到表面。整形参数按边 $\nabla 70$  坡垂直高度 20m，边坡坡度  $25^\circ$ ，边坡台阶平台宽 10m。边坡整形厚度按 0.5m 计算，坡面整修经验收合格后，方可进行下道工序施工。

②测量放线按设计图纸对拱型骨架轮廓进行放样，并用钢尺对基槽开挖位置准确定位。对于弧形部分应定出圆心位置，然后按照半径 1.5m 撒线画出弧线。

③挡土墙挖槽砌体砌筑根据测量班复核后的控制点用全站仪测设出每条骨架的轴线，并用钢尺丈量等方法进行复核，无误后挂线开挖基槽。砌体采用挤浆法分层分段进行砌筑。分段位置设在沉降缝处，

分层水平砌缝大致水平。各砌块的砌缝应互相错开最少 8 cm，不能产生通缝，砌缝应饱满，完全充满砂浆，不能有空洞存在。各砌层先砌外圈定位砌块，并与里层砌块交错连成一体。定位砌块用表面较平整尺寸较大的石料，定位砌缝满铺砂浆，不得镶嵌小石块。定位砌块砌完后，先在圈内底部铺一层砂浆，其厚度应使石料在挤压安砌时能紧密连接，且砌缝砂浆密实饱满。砌筑腹石时，石料间的砌缝要互相交错、咬搭，砂浆密实。石料不得无砂浆直接接触，也不得干填石料后铺灌砂浆；石料要大小搭配，较大的石料以大面为底，较宽的砌缝可用小石块挤塞。挤浆时可用小锤敲打石料，将砌缝挤紧，不得留有孔隙。靠土石实体的浆砌片石嵌入边坡内 0.25m，以防地表水灌入。护坡沿线路方向每隔 10~15m 设伸缩缝一道，缝宽 0.02m，缝内堵塞沥青麻筋，深度不小于 0.2m。

④浆砌石镶边拱形护坡，在不稳定边坡坡脚采用 M7.5 浆砌石进行封边，浆砌石镶边尺寸为 50cm×119.28cm×40cm。首采用挖掘机开挖基础，宽 1.0m，深 1.0m；其次人工砌筑浆砌石护坡基础，地下基础部分宽度 1.0m，高度 1.0m，地表以上高度 0.5m，宽 0.5m。浆砌石护坡厚度为 30cm，坡面采用 M10 水泥砂浆勾缝。浆砌石压顶工程 1703684543 在一级边坡浆砌石护坡顶部进行浆砌石压顶，压顶总长度 10860m，压顶宽度 0.3m，压顶厚度 0.15m。

## 2. 不稳定斜坡地形（无滑坡风险）重塑(修复单元 II)

本次实施方案中，北部排土场弃置多年。当地居民在荒废的排土场上种植大量速生桉，使得原本干燥的地表更加缺水。为了加快速生桉的生长速度，当地老百姓还会将树底的其他灌木和杂草全部清除，在本就缺水的桉树林里，使得整个地表覆盖的都是极为易燃的桉树幼苗。为了避免火灾，当地政府在北排土场上，后续继续堆土修建了数

条防火道。防火道边坡虽然没有滑塌风险，但数米高的路基毫无防护，排土场后续改造和安全存在严重的安全隐患。本次实施方案拟对北排土场的裸露边坡进行整治。

将坡面对施工有碍的一切障碍物清理干净。包括：清除植被结合部。清理坡面开口线以上原始边坡的接触面，清理宽度 1.0-1.5m，以铲除原始边坡上植物枝干为准，对地下根茎无必要进行挖除，此部分作为工程与原坡面的过渡即植被结合部；清除坡表面的杂草、落叶枯枝、浮土浮石等；坡面修整处理。对于明显存在危岩的凸出易脱落部位，进行击落。完成坡面整治后，在坡面敷设抗侵蚀生态复合网，该复合网由以植物纤维+RX-100 型固定网为原材料制成的，是一种用于侵蚀防护和复绿的生态环保新产品。抗侵蚀生态复合网敷设完成后，即可进行植被基材喷植施工。喷植所用设备为一般喷射机，分基层和表层分别进行。从坡面由上之下进行喷护，先基层后表层，每次喷护单宽 4~6m，高度 3~5m。喷播由大于 12 立方的空压机送风，采用干式喷浆法施工。基层喷植方法：在喷浆之前再次检查坡面上的浮土、草皮、树根及其它杂物是否清理干净，确认后用水进行喷淋，以促使喷射植被基材与抗侵蚀生态复合网连接紧密，再进行喷浆施工；基层的喷护厚度为 8~9cm；喷射作业开始时，应先送风、后开机、再给料，喷射结束时应待喷射料喷完后，再关风。基层喷射可一次喷至设计厚度，不需分层喷植；喷射过程中，喷嘴距坡面的距离控制在 0.6m~1.0m 之间，一般应垂直于坡面，最大倾斜角度不能超过 10°；喷浆中，喷射头输出压力不能小于 0.1MPa；喷射采用自上而下的方法进行，先喷凹陷部分，再喷凸出部分；喷射移动可采用“S”形或螺旋形移动前进。表层喷植：基层施工结束 8h 以内进行表层喷护，一般控制在 3~4h；表层的喷护厚度为 1~2cm；表层喷护之前在坡面上喷一次透水，近距离实施喷播，以保证草籽播撒的均匀性；喷播采用自上而下的方式进

行，单块宽度按 4~6m 进行控制。

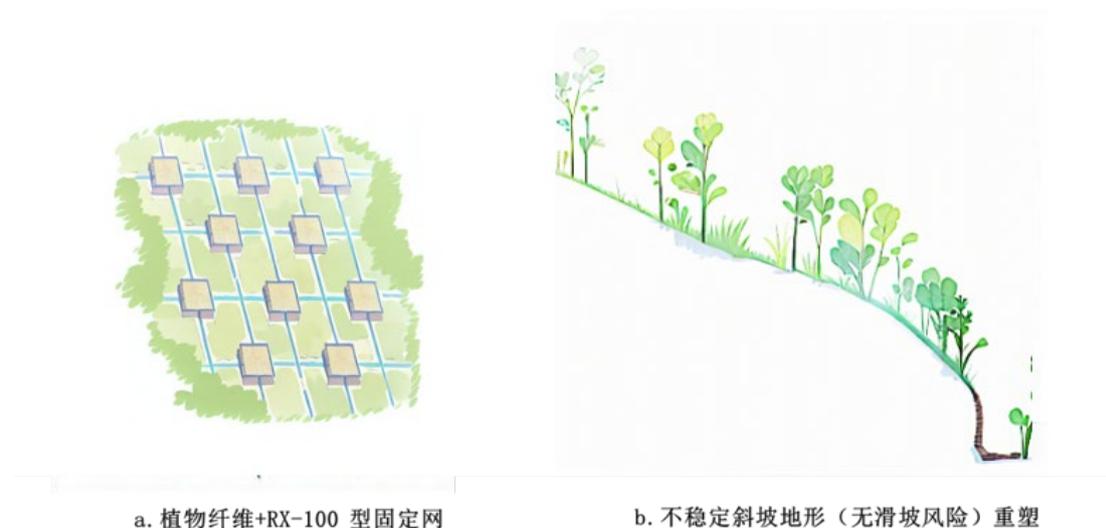


图 2.5 - 12 不稳定斜坡重塑工法（无滑坡风险）

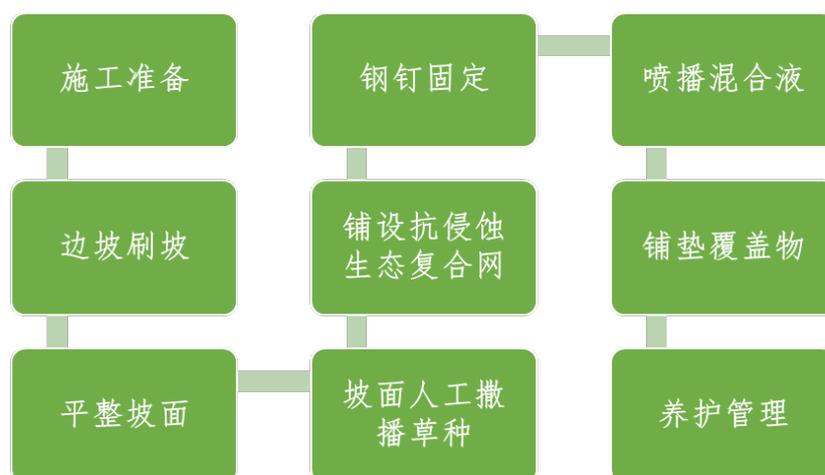


图 2.5 - 13 施工工艺流程图

抗侵蚀生态复合网具有良好的力学性能。防护毯是植物纤维+RX-100 型固定网原料拉伸而成，具有较强的防侵蚀性，保护和种植草为设计边坡，为保护和种植草坪斜坡主体表面侵蚀。

植物纤维+RX-100 型固定网强度高，结构规整，因而具有优良的力学性能，并且植物纤维+RX-100 型固定网化学性能好，几乎不吸水，与绝大多数化学药品不反应。

防护毯在生产过程中经过拉伸工艺，从而大大提高植物纤维+RX-100型固定网基体的力学性能，使其获得最小为9KN/m的拉伸强度值。经过用1.7m长Φ8mm的U型钉，在普通腐植土和粘土的固定，可垂直经受最少为4KN/m的向上提升的强度。

表 2.5 - 1 抗侵蚀生态复合网技术参数表

原材料类型	植物纤维+RX-100型固定网		复合材料	
	炭黑含量		1.0%	
力学强度指标	抗拉强度（横向）	KN/m	13	
	抗拉强度（纵向）	KN/m	9.0	
物理特性	单位面积的质量	g/m <sup>2</sup>	280	
	名义厚度	mm	17	
	颜色		黑色	
	长度/卷	m	30	
	宽度/卷	m	2.20	
	面积/卷	mm <sup>2</sup>	66	
	孔径尺寸（纵向）	mm	12.0	
	孔径尺寸（横向）	mm	16.0	
耐久性测试	试验方法	单位	抗侵蚀生态复合网	
			MD	TD
抗拉强度检测报告		%	>95	>95
高紫外线照射测试		%	>94.1	>95.9
500小时残余强度				



图 2.5 - 14 不稳定斜坡地形重塑前后对比

## (二) 坡面雨水表土冲刷防治(修复单元 I)

受矿产开采的影响,矿坑周边地面植被基本消失,大片土地裸露,造成矿坑周边水土流失严重。酸性矿坑积水及排土场的废渣对土壤产生的溶蚀作用,加剧了水土流失,矿坑周围的油甘窝辖区内土地有缓慢塌陷的现象。油页岩矿的开采已导致当地生态格局发生改变,降低了矿区原有自然生态价值,而矿区没有采取相应复垦、水土保持措施,新的生态系统难以形成,景象荒凉,生态效果较差。

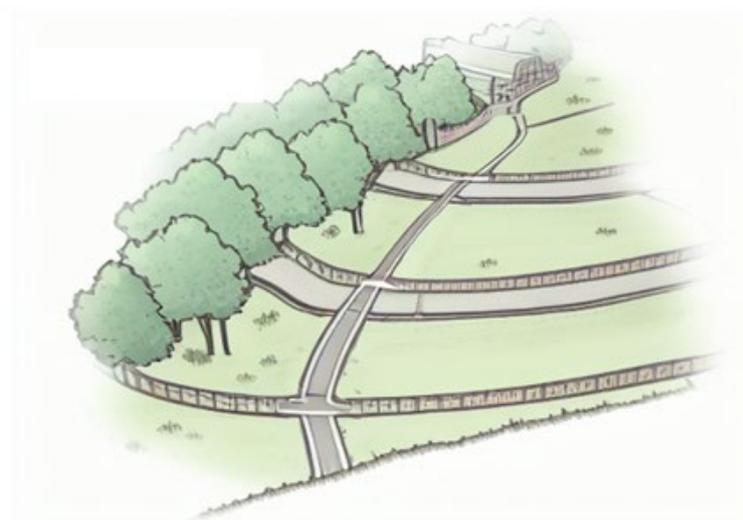
在不设排水装置的压实填土斜坡中,压实填土的透水性较差,同时缺乏适当排水装置。在华南短时降水较大的区域,降水将浸透表层

土，汇聚在坡脚成为承压水。茂名大部分降雨集中在 5~9 月的雨季，占全年雨量的 80%以上。在雨季期间发生的暴雨，24h 和 1h 的降雨量可以高达 500mm 和 100mm 以上。若 24h 的降雨量超过 100mm，而 15d 内的总降雨量又超过 350mm 的话，将在在斜坡顶部形成负孔隙水压力（吸力）区。积水上升和在土中渗流引起土体应力状态的变化是导致斜坡在降雨过程中或降雨后变形与破坏的关键因素。本次设计中，不单考虑填土斜坡的稳定性，还为了增加填土坡面的强度，单独设计坡面雨水管理系统，加强坡面的排水管理。适当的排水条件不仅可以限制斜坡中积水水位上升的高度，而且可以及时消散因材料剪切收缩而生成的超孔隙水压力，防止土体液化，避免斜坡整体流动破坏。

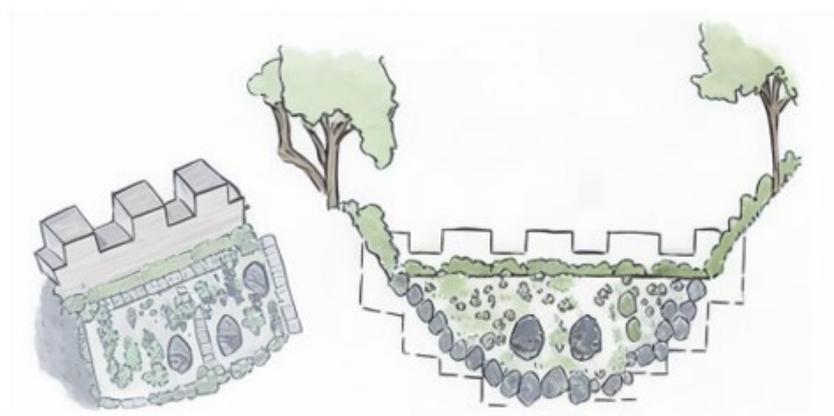
在本次实施方案中，针对不稳定边坡设计截排水工程拦截地表水、疏排地下水。排水措施：包括在坡体内设支撑盲沟、排水隧洞等措施，并采用在边坡后缘外设置环形截水沟、坡体上设分级排水沟等措施。

## 1. 竖向排水

设置垂直地面的急流槽，在暴雨来临时快速排除地表水，减少雨水对软弱或易受侵蚀的岩土体的浸润。对本次治理方案中的危岩体和不稳定边坡工程皆为适用。快速地表排水设施，能够改善因地表水作用导致的边坡稳定性降低。竖向排水沟渠的设计要考虑防冲和防淤的要求，可以通过改变排水沟设置的方向调整水流速度。排水沟的形状设计为梯形，为防止水流进入水渠等自然河沟中冲刷排水沟端部，排水沟端部往往加设一道隔水墙。



a. 坡面竖向排水沟



b. 透水挡墙

图 2.5 - 15 雨水冲刷治理工法——竖向排水

## 2. 横向排水

当边坡上方地表径流量较大时，坡面较长时，设置横向拦截地表径流的截水沟。截水沟结合地形和地质条件沿等高线布置，将拦截的水顺畅地排向急流槽。对本次治理方案中的危岩体和不稳定边坡界线基本明确，且地质条件较差，横向排水的截水沟用混凝土铺设，疏干滑坡体内裂隙水的同时可以有效支撑边坡，阻止坡面径流和减轻坡面冲刷。

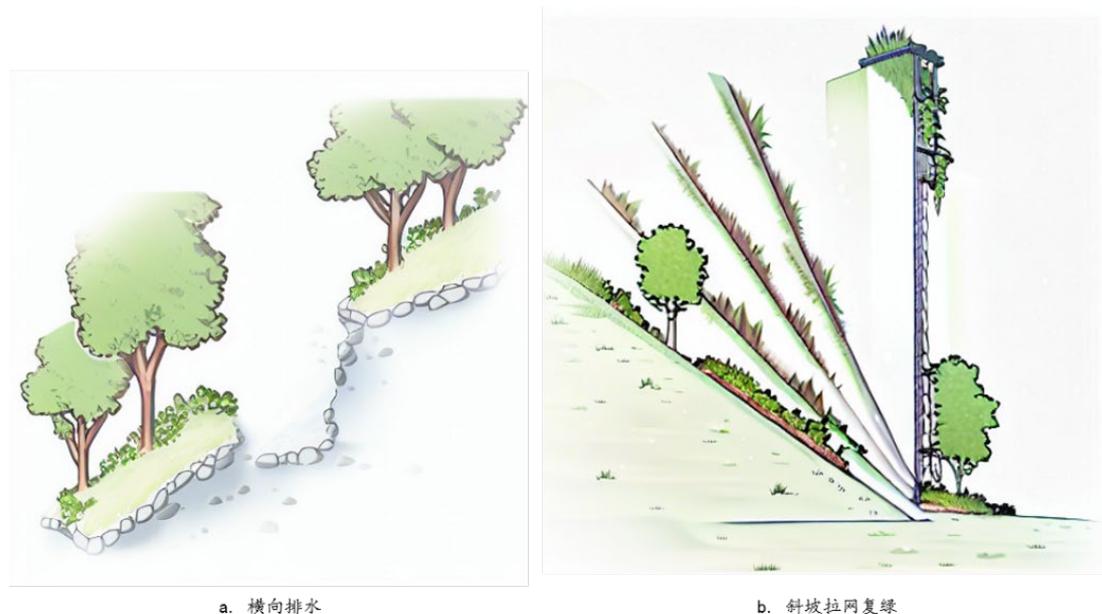


图 2.5 - 16 雨水冲刷治理工法——横向排水

本次治理范围内有横向排水与纵向排水两种排水方式，当开挖深度不大，挖方段落不长，属于半挖半填路基时，采用横挖法，反之，则采用纵挖法，按设计分台阶开挖，靠近基床底层表面及边坡辅于人工开挖。开挖前根据标高和设计坡度定出开挖轮廓线，然后用挖掘机自上而下分层开挖，配合自卸汽车和拖拉机运输。



图 2.5 - 17 排水沟施工工艺图

岩边坡坡顶外缘根据山体地势实际情况(距坡顶边缘 5m 以外)，修建横向或纵向延伸的截水沟，用以拦截坡地表水。截水沟采用浆砌块石与碎石结合的结构，厚度 250mm，断面形状为梯形，底宽 0.5m，深度 0.7m，沟壁坡率 1: 0.75；坡度较大的地段设置跌水台阶。坡顶截洪沟当坡度大于 20%时，设置阶梯消能。阶梯消能采用梯形断面。底宽 0.5m、净高为 0.7m。坡率为 1.: 075。采用 M10 砂浆砌筑 MU30

块石。阶梯采用 C20 素砼。在坡脚设置沉砂池，起消能和沉砂作用。沉砂池尺寸为 2.15m×2.5m×1.7m(h)。采用 M10 砂浆砌筑 MU30 块石，水泥砂浆勾缝，表面水泥砂浆抹面不少于 30mm。池壁厚度为 350mm，底板厚度为 400mm。排水系统块石强度不低于 Mu30，砂浆强度不低于 M10，水泥砂浆勾缝，表面水泥砂浆抹面不少于 20mm，底部设置 C15 混凝土垫层，厚度 100mm。每隔 15m 布置一道伸缩缝，宽度 2cm，从顶到底贯通，缝内填塞麻绳或沥青木板。增设排水系统应与已有排水系统合理衔接。





图 2.5 - 18 冲沟治理前后对比

### (三) 地质灾害消除工程后期养护(修复单元 I 和 II)

为保证复绿效果，复绿施工养护期为 2 年。“边坡复绿”无论是施工还是养护与平面上的园林绿化以及土山上的林木种植存有很大不同，因此养护管理工作至关重要。养护包括灌溉、施肥、病虫害防治、基质修补、补喷、间苗等工作。

#### 1. 在喷播完草种后应立即用遮阳网覆盖坡面

无纺布搭接长度不小于 10cm，坡顶和坡底预留长度不少于 30cm，并用 8cm 长的“T”型竹钉钉入坡面固定牢实，坡顶和搭接处竹钉间距 50cm，坡面其余部分竹钉间距 100cm，呈品字型分布。坡顶和坡脚用细土将无纺布压实，防止无纺布被风刮走，确保草种发芽前不被雨水冲刷，并有利于种子发芽期间土壤湿度的保持。在养护管理上，前期（即发芽率为 30% 以前）养护重在浇水，一般晴天每 1~2 大喷一次。

## 2. 安装喷滴灌系统

本项目边坡高陡，为了使坡面的绿化能更好地成长，需在边坡上安装喷滴灌系统，水源就近从水塘中用水泵抽水。岩面喷水设备采用自动喷灌系统喷洒，杜绝高压水头直接喷灌。喷灌系统由喷头、管网、首部和水源等组成。同时，应做好喷灌系统电源的保护工作，以防人员触电。

## 3. 保护原有植物

对坡面上或边界上已保留生长着的零星原有植物，因其历经多年在没有人工养护的条件下存活下来，极为珍贵，施工过程中应严加保护，尽量不要损坏，还要设法促进其生长。对坡面这些遗存植物应加土、施肥、浇水，促进其长高长大。

### (四) 地质灾害消除工程后期养护工程质量保证措施(修复单元 I 和 II)

复绿工程质量控制为本工程最主要且严格控制项目。坡面综合复绿(坡面基材喷播绿化、栽植绿化)工程施工质量验收要求重点如下：

基材

坡面喷播好的基质要求：

- ①坡面喷播基质层平均厚度平均为 12cm 或以上。
- ②坡面基质层平均硬度为 12~22mm (日本山中式硬度计)；
- ③基质层没有板结现象；
- ④基质层具有良好的团粒和多孔结构；
- ⑤基质层肥力良好,从其上生长着的植物来看，不存在明显的养分缺乏或不平衡现象，基质理化指标须满足要求；
- ⑥基质层具有较好的渗透性、吸水性、保水性和保肥性；

⑦基质层紧贴下覆岩面,无分离和脱开现象;

⑧基质层有较强的附着力和粘结力,未见因自然降雨和人工喷灌的液力冲刷而产生的明显的侵蚀、剥离和流失现象;

⑨基质层裂缝可有,但缝隙较小。

注意:基材中的关键指标如基材平均厚度、平均硬度、容重、有机质、全氮、全磷、全钾、速氮、速磷、速钾、pH、电导率、阳离子交换量这 13 项指标须保证每一项都合格。

植株成活及生长要求

要求植物能萌发成苗的物种数大于等于 70%即 12 种以上。若小于 70%即 12 种,则判定为萌发成苗不合格。须对未萌发成苗的物种重新机械喷播、人工点播或苗木移植。但人工点播或苗木移植操作要小心,不要破坏和损伤边坡高陡面的基质层完整性。故进场前的植物种子必须是经检验能萌发的种子,不能萌发或萌发率低的还要事先采取提高萌发率的有效预处理措施。栽植(非喷播)的所有苗木不仅要成活率高(大于 90%),而且要长势良好。死亡的要找出原因,及时补换。

注意:养护二年后进行竣工验收时坡面植被指标如出现以下 6 种状况中的 1 项则判定绿化植被不合格。

①坡面植物(栽植成活的树木除外)全为草类,没有树木(乔木或灌木);或单位面积树木(乔木或灌木)株数(以株高大于 40cm 的才可计)小于 1 株/m<sup>2</sup>。

②坡面木本植物出现单一化,缺乏物种多样性,如差不多全是马棘、全是紫穗槐、全是刺槐、全是胡枝子等。

③坡面木本植物中差不多全是灌木,几乎没有乔木。

④“方木条+单层包塑镀锌铁丝网挂网+管状植生袋+厚层基材喷播”绿化坡面总植被覆盖率不小于 90%。

⑤坡面植被景观在冬季时展现出全为落叶、枯黄而几乎没有绿色

景观。

⑥长期浇水养护过度，导致植物地上部分徒长，根系浅弱，植物抗旱力弱。经专家组评审，认为放弃或停止养护后今后遇夏季高温干旱时现有植被死亡，复绿工程要失败的。

坡面植被景观要求

①短期目标：3个月后，坡面基本见绿，绿化效果初现；5~7个月后，营造能在坡面存活并有一定护坡复绿效果的草灌结合且物种搭配合理的先锋植物群落。坡面复绿5~7个月后要达到全面效果。

②近期目标(2年后)。营造能在坡面生长并有较强固土护坡效果的草、灌、乔结合且物种丰富度较高、与周边环境开始相融的过渡性植物群落。边坡坡面复绿2年后要分别达到示意图的效果。

③中期目标(3~5年后)。营造有较强固土护坡效果和较好景观效果的以乔灌木为主体、草和地被植物林下覆盖、且能在无需人工养护下就可自然协调生长和演替的植物群落。边坡坡面复绿3~5年后要达到植被景观效果。

治理区裸露岩面严重污染了视觉环境。通过该治理工程的实施，将有效的消除地质灾害隐患，同时通过景观设计和山体修复，达到生态环境治理、复绿及景观优化、美化、彩化的效果，与治理区的独特自然生态资源和生态环境相融合，促进社会和谐，提高居民幸福指数。

#### 四、土壤重构工程(修复单元 I~V)

小东江中游矿山生态修复子工程，小东江上游矿山生态修复子项目，白沙河下游矿山生态修复子项目，白沙河中游矿山生态修复子项目和鸡公河下游矿山生态修复子项目完成地质危害排除，地形重塑，加强地表排水的基础上，都需要开展土壤重构。目前矿区基本已经不具备原始的表层土壤，为了使得后续的生态重建过程中，植物能有基

本的存活条件。需要采取适当的采矿和重构技术工艺，重新构造一个适宜的土壤剖面与土壤肥力条件以及稳定的地貌景观，在较短的时间内恢复和提高重构土壤的生产力，并改善重构土壤的环境质量。

土壤重构的实质是人为构造和培育土壤，其理论基础主要来源于土壤学科。土壤重构所用的物料既包括土壤和土壤母质，也包括各类岩石、矸石、粉煤灰、矿渣、低品位矿石等矿山废弃物，或者是其中两项或多项的混合物。因此，本次实施方案初期的“土壤”并不是严格意义上的土壤，而是利用矸石风化物 and 少量的客土进行植被恢复。对土壤紧实度不利于生物生存的地方，采用深耕等措施进行土壤环境条件改善。剥土回覆与客土覆土，主要采取以下措施：**a)**充分利用采矿过程中留存的剥土、岩缝土，就近覆盖于各修复场地，为后续植被重建创造条件。**b)**选用矿山周边富含腐殖质、理化性能良好的客土，覆盖于各修复场地。土壤质量符合 CJ/T340 的要求。对于边坡台阶再造台面，覆盖种植土厚度宜不低于 1.0m，高度低于挡土构件 0.10~0.20m。覆土后台面起伏高差宜不超过 0.50m。坡脚蓄坡体坡面、填筑台阶台面，覆盖种植土厚度宜不低于 1.0m。油页岩矿区覆盖种植土有效土层厚度宜不低于 0.80m。高岭土矿区覆盖种植土有效土层厚度宜不低于 0.50m；也可采取松土措施且深度不低于 0.50m，砾石含量不高于 TD/T1036 的要求。

为满足各修复场地植被重建需要，可采用壤土、砂、腐殖质、保水剂、黏合剂，以及土壤调节剂、施肥、改土等措施改良土壤。重构土壤由生植土、有机质、植被绿化添加剂混合组成，各组分材料的选择要求如下：生植土：经风干粉碎过筛而成，最大粒径应小于 8mm，含水量不超过 20%。腐殖质：有机质一般采用酒糟、醋渣或新鲜有机质（稻壳、秸秆、树枝）的粉碎物，其中新鲜有机质的粉碎物在基材配置前应进行自然发酵处理。绿化添加剂：添加剂能中和严重碱性，

调节基材 PH 值，降低水化热；增加基材空隙率，提高透气性；改变基材变形特性，使其不产生龟裂；提供土壤微生物和有机菌，有利于加速基材的活化；含有缓释肥和保水剂。具体措施见下表：

表 2.5 - 2 土壤重构措施

土壤重构	清理工程	场地清理	渣（石）土清理，废弃设施拆除与清运
	平整工程	场地平整	削高填低、挖低垫高、物料回填、推平
	覆土工程	剥土回覆	剥土回用
		客土覆土	客土覆盖
	土壤改良	结构改良	壤土、砂、腐殖质、保水剂、黏合剂
		肥力改良	农家肥、复合肥
		活力改良	酵母、微生物肥料、生物有机肥、土壤调节剂
		土壤培肥	施肥、种植绿肥、改土

## 五、植被重建工程(修复单元 I~V)

茂名油页岩开采是一项庞大的系统工程，需要剥离大量土石方建立采矿作业面，才能露出原矿，从矿床上运出矿石。无法综合利用的固体废弃物，在矿区周边形成了南北排土场。由于停采时间短，未及采取合理的工程措施构建有效土层。因此在排土场表层上主要是石块、矸石、碎石、含有较多砾石和料姜石的土石材料等覆盖在表层。这样的表层土壤不利于地带性本土植被存活。因此，排土场目前仅仅生长植物为速生桉，即便是有“抽水机”的称号的速生桉，在表层土壤缺失，土质疏松的排土场上，依然生长受限，完全不具备碳汇或生态价值。且由于场上种植速生桉，对生态环境的破坏就会更加明显——致使原本脆弱的表土水土流失更加严重；桉树林下寸草不生，完全没有生物多样性；表土板结开裂，土壤更加退化，边坡崩塌时有发生。

本次实施方案以习近平生态文明思想为指导，牢固树立“山水林田湖草是生命共同体”理念。在地貌重塑、土壤重构基础上，依据参照生态系统，考虑植被适宜性，开展植被重建。贯彻落实党的二十大关于碳达峰、碳中和的决策部署，以提高生态系统质量和碳汇为目标。着力打造树种丰富、结构优化、品质优良、林相美丽、质效显著的多

功能森林，实现“碳汇四个多样性”（树种多样性、林分多样性、林相多样性、生物多样性）。修复后有效土层厚度大于 20cm，3~5 年后，有林地、灌木林地和其他林地郁闭度应分别高于 0.3、0.3 和 0.2，不同区域林地复垦质量控制标准应符合《土地复垦质量控制标准》TD/T1036 附录 D.1~D.10 的相关规定。

### （一）裸地近自然森林营造

小东江中游矿山生态修复子项目，小东江上游矿山生态修复子项目，白沙河下游矿山生态修复子项目，白沙河中游矿山生态修复子项目和鸡公河下游矿山生态修复子项目中，由于本次治理范围内的裸露地面为高岭土和油页岩砾石。地表不具备有效土层，主要为石块、碎石、含有较多砾石土石材料等覆盖在表层。因此本次实施方案采用横滨国立大学教授宫胁昭提出的宫胁造林法进行裸露地面生态修复。该方法上世纪 70 年代就在日本的一些城市中进行环境保护林重建中应用，后来又在马来西亚的沙捞越、泰国的曼谷等地的热带林恢复中应用。我国在北京、辽宁马鞍山、上海及山东等地也在试用这种方法进行地带性的植被恢复。该方案应用容器苗+植生袋的方法，克服当地土壤不易种植的优点，有效改造土壤等环境条件。并通过选择当地乡土树种，直接种植顶极群落乔木层的优势种幼苗及灌木层的优势种幼苗的“模拟自然”的技术和手法，超常速建造高碳汇地带性森林。建成后的近自然林群落结构完整、物种多样性丰富、生物量高，演替时间缩短至原来的十分之一。

宫胁法以生态学的“潜在自然植被”和“群落演替”的基本理论为依据，采用改造土壤、控制水分条件、收集当地的乡土树种种子进行营养钵育苗，在较短时间内建立适应当地气候的顶级群落类型，使其在种类组成、结构、抗干扰能力、功能等方面和天然森林基本类似，

后期形成完全遵循自然循环规律、最低限度人工管理的近自然森林。

利用官胁法进行废弃矿山的植被恢复大致可以分为三个阶段：基本调查阶段、规划和重建阶段、养护阶段。通过前期的基本调查，结合地形、土壤和气候等条件，确定潜在植被类型。而后，通过土壤重构营造适合植物生长发育的土壤条件和立地条件。同时，对重建群落的乔木层和灌木层的优势种进行选择，开展多种群落类型的重建工作，主要包括培育优势种的苗木、移植栽种等。后期，对移栽的苗木进行养护，直到林冠基本郁闭，林下光照减弱，杂草生长受到抑制，森林群落达到自我维持的阶段。

官胁造林法营造的近自然林物种多样、多层次、乔灌草层次结构完整，森林生态质量和景观效果明显提升。林地的地上生物量高，利于土壤有机质的积累，植物碳汇和土壤碳汇均较高。



图 2.5 - 19 近自然林营造

## (二) 现有低效林提质改造

2022 年 6 月 8 日召开的《绿建未来·2022 科学绿化看广东暨广东“双碳”达标先锋战略研讨会》上，中国工程院院士陈克复先生提出要遵循“适地种树”的原则，同时不要大面积、单品种的种植桉树，

而要实现树种轮作或块状混交，块状混合种植。在此原则的指导下，对生长不良的低效林进行改造。

小东江中游矿山生态修复子项目，小东江上游矿山生态修复子项目，白沙河下游矿山生态修复子项目中均有大量面积的低效林，本次对针对低效林提出提质改造。首先是不良树木清理。对整片以速生桉为主的林分根据植株生长情况进行清理，去除生长不良的树木。桉树可在周边 6m 范围内，释放化感物质，如香桉烯、 $\alpha$ -水芹烯、1, 8-桉叶素、蓝桉醇等。这些物质可通过凋落物分解进入土壤，并在土壤中不断积累，影响土壤微生物的活性。因此清除区域必须大于  $10\text{m} \times 10\text{m}$ ，以杜绝桉树影响。清除完成后，对林下进行全面的人工清理，清除剩余物、杂灌等，为整地、造林创造有利的条件。最后采用官胁造林法造林，选育乡土建群种和优势种，并且强调多种类、多层次、密植与混合。该方法恢复速度快，林地的乔、灌、草层次结构完整，碳汇量高。

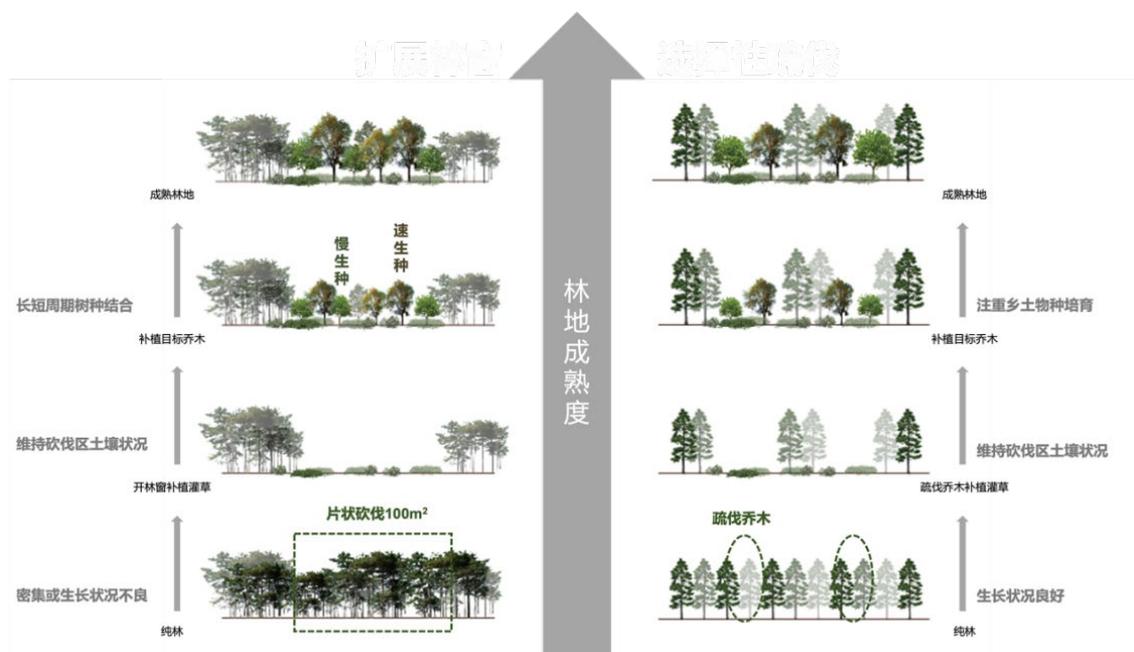


图 2.5 - 20 速生桉纯林改造



图 2.5 - 21 林地改造前后对比

### (三) 近自然造林树种的选择和幼苗的培育

首先，按当地潜在自然植被类型确定拟建目标林型，选择各群落

的建群种和灌木层优势种，作为“近自然森林”建设的种源。就茂名地区而言，木荷(*Schima superba*)、马尾松(*Pinus massoniana*)、红锥(*Castanopsis hystrix*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、黧蒴(*Castanopsis fissa*)、米楮、华润楠(*Machilus chinensis*)及鹅掌柴(*Schefflera heptaphylla*)；灌木层优势种有九节(*Psychotria asiatica*)、白楸(*Mallotus paniculatus*)、秤星树(*Ilex asprella*)、变叶榕(*Ficus variolosa*)、白花灯笼(*Clerodendrum fortunatum*)、山乌桕(*Triadica cochinchinensis*)、白果香楠(*Alleizettella leucocarpa*)、粗叶榕(*Ficus hirta*)、山鸡椒(*Litsea cubeba*)、毛果算盘子(*Glochidion eriocarpum*)；等树种。根据种源分布地点，在果实成熟时期组织采集种子，通过苗床育种和容器育苗等的技术进行苗木培育。在大棚及光量控制的条件下，利用 2~3 年时间，培育根系发育良好、高度达 50~80cm 的幼苗。一部分的落叶先锋树种培育到 2~3m 的高度。

栽种模式和种植后的管理在适当改造地形和改良土壤的情况下，采用建“复层林”、短期与长期效果结合互补的模式。在下层对高度 50~80cm 的红楠、青冈等多种类的目标树种进行混合密植，苗木密度一般定为 2~3 株/m<sup>2</sup>，因为高密度种植既有利于环境对苗木的自然选择，同时也可作为“苗木银行”，以备今后绿化之用。在其上层配置高度为 2~3m 的速生先锋树种，在茂名可选用乡土树种的杜鹃花科(*Ericaceae*)和山茶科(*Theaceae*)柃木属(*Eurya*)植物为主，还有疏齿木荷(*Schima remoteserrata*)、罗浮柿、矮冬青(*Ilex lohfauiensis*)、云南桫欏叶树(*Clethra delavayi*)等，株行距在 3m 左右，起到“遮荫木”和“肥料木”的作用，为下层目标树种的生长提供一定的遮荫环境，其落叶又可以增加土壤的养分，待目标树种形成一定的规模后，进行适度的疏减，以减轻竞争的压力，并为其他地区的绿化建设提供优质的种苗。“复层林”建设是近期与远期景观效果融合的最佳模式，也是实现生

态与经济效益并重的有效途径。栽植后，用秸秆覆盖，并用草绳将覆盖物压住，防止风吹、干燥以及杂草滋生，同时，腐烂的秸秆分解后可以增加土壤的营养。种植后 2~3 年内，需要进行除草等一般的养护，其后群落便进入自然生长过程，不需任何的养护和管理。5 年左右可初具规模并达到相适的景观效果，10~20 年即可形成“近自然”森林。



图 2.5 - 22 近自然林营造

#### （四）湿地重建

因地制宜，根据矿区实际情况开展工艺设计。利用现有坑塘、洼地等便于利用的土地开展人工湿地建设。通过实施小微湿地建设，实现生境恢复和生态景观功能提质，重点强化湿地水源涵养和净化能力，可以从源头削减农业面源污染，净化水质，提升湿地与水生态环境的景观及生物多样性，持续改善人居环境。在植物选择上，坚持生态优先，坚持选择本土物种，通过自然或近自然的植物提升水的生态品质。

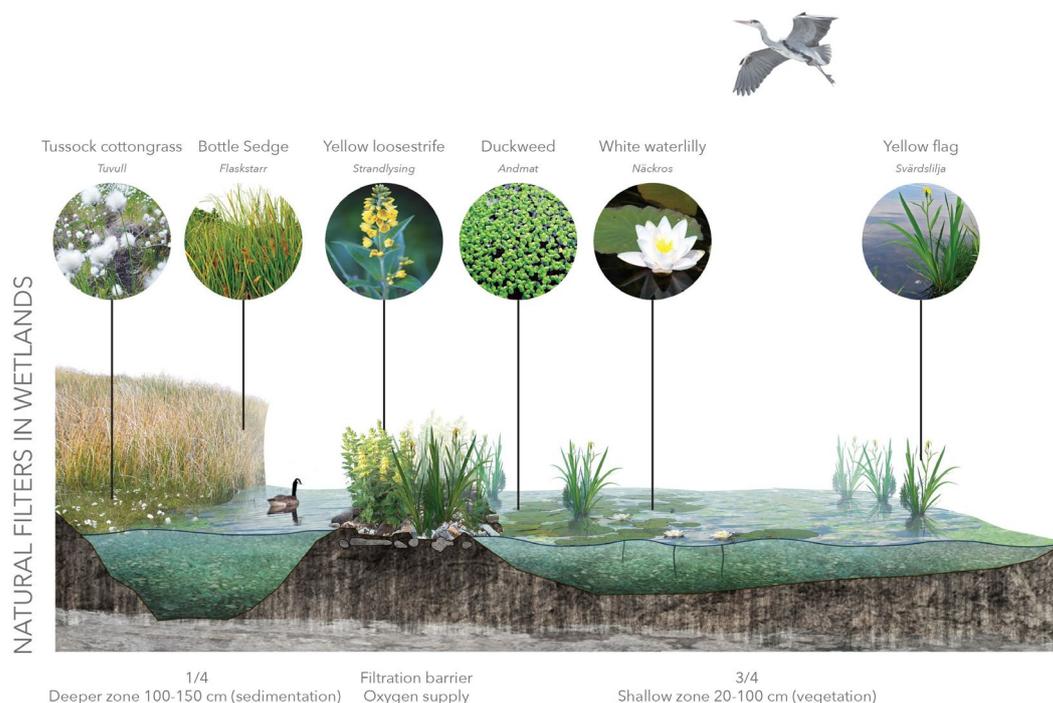


图 2.5 - 23 湿地重建

小微湿地地形处理总体地形以近自然的不规则形状为宜，岸线具有一定的蜿蜒和曲折。因地制宜营造生境岛、规整小型水面的形状，改善和营造湿地植被和水鸟的生存环境，增加湿地生境的异质性和稳定性。小微湿地的水量与来水方式应能维持其湿地生态特性，并满足不同湿地的功能需求。湿地水域建设可通过补水、满水、适当增加水城面积等措施来实现。湿地基质可以通过人工措施对土壤贫瘠区域回填种植土，增强湿地基质储存水分和营养物质的能力，为植被提供良好的营养条件，为鸟类等动物提供栖息地。小微湿地岸线建设湿地岸坡护坡可采用木桩护坡、块石护坡、生态砖、生态混凝土护坡、生态袋护坡、植物护坡、生物工程护坡等方法。小微湿地植被建设根据湿地植物的干、枝、叶、花、果等观赏要素与季相特征、塑造不同季节的湿地植被景观：根据湿地植物自然形态、采用孤植、丛植、群植等配置方法，塑造各种形态的植物生境，湿地植物选择睡莲，水金莲花，小荇菜，水皮莲，荇菜，菱等地带性浮叶植物为主。小微湿地动

物恢复以自然恢复为主。根据鱼类、两栖类、昆虫类、鸟类等不同目标对象的生境特点,种植食源植物、营造目标物种的觅食地、陷蔽地、夜栖地、巢址地等栖息场所。建设完成后的小微湿地在对生态系统有效保护的基础上,起到调节小气候及美化净化环境的作用。



图 2.5 - 24 湿地改造前后对比

## 六、废弃土地复垦利用(修复单元 II 和 V)

废弃土地复垦主要针对修复单元 II 小东江上游矿山生态修复子项目和修复单元 V 鸡公河下游矿山生态修复子项目中紧邻城市开发区域的矿山废弃地,根据场地现状条件及规划发展需求,优先复垦为

水田、草地和建设用地，并修建灌溉工程等。重新盘活的土地资源，在修复后可进行转型利用。对现状矿坑、堆土、以及被垃圾、私搭乱建仓房占用的矿山进行棕地健康风险评估后，根据评估方案，对矿山进行除险、清理、平整和潜在危废污染物治理。而后，根据修复地块的基底情况，结合城市规划，开展后续的基础建设、垦造水田建设等工程。

### （一）健康风险评估

由于过去的生产工艺比较落后、设备老化、“三废”处理系统不完善等原因，其废弃矿山可能存在不同程度的重金属污染。在对土地进行再利用之前，如未经严格处理，有可能导致再利用土地的土壤仍然存在一定污染，危害居民的健康。因此，在土地整治之初，首先对废弃矿山区域开展健康风险评估。采集检测矿区土壤和水中含有的重金属指标，评估直接的土地开发是否会对民众健康带来风险。如无潜在风险，则可直接进行土地的整理。如存在潜在风险，需清除被污染的土壤，治理污染水体，而后进行整地利用。

### （二）土地清理

主要为地表植被的清理，包括地上青苗、灌木草丛、树木的清理。地表植被清理后，将清理的植被运出项目区。按照土地平整的相关要求，结合骨干沟渠、道路的走势和高程，分坡度选择不同地块实施平整工程，同时对项目区内现有的土坎进行归并。规划建设区域，根据规划项目的工程要求和标高，进行地形的整理，而后开展后续的工程建设。

规划还田或适宜垦造水田区域，采用平面法对土地进行平整——将设计地段平整成近似水平面。本项目在清理表层植被、对耕作层土壤进行剥离之后，对地块进行推土平整压实，并按格田修筑田埂。土

地平整的主要目的是为了便于耕作、播种、灌溉、排水、施肥、打药及收获等作业。按照规划设计要求，削高填洼，平整土地。低洼处填方时考虑填土的沉陷问题。细土的沉降系数约为 15%。填方时采取振压措施，防止填土超出设计高度。

### （三）土壤改良

在还田区域，根据各地块采样土壤检测所得的有机质含量，计算各地块需施加的石灰和有机肥的数量。本次规划改造后土壤有机质含量达到 $\geq 1.5\%$ 。土壤改良培肥采用增加有机肥和施加石灰调整土壤结构，协调土壤养分。有机肥含丰富的有机质和植物生长所必需的大量元素 N、P、K，可增加粮食作物产量，改善土壤团粒结构，疏松土壤，促进土壤团粒结构形成，提高土壤保水、保肥能力，改善土壤物理特性，提高土壤肥力，激活土壤，提高肥料利用率，满足作物生长需要。

### （四）灌溉与排水工程

修复区属平原地带，部分地块现有灌溉、排水设施基本没有明确区分，且多为土质沟渠。为保证水源灌溉各田块，结合灌排要求，采用斗、农级渠道进行灌溉与排水。

沟渠土方开挖施工程序为：准备工作→测量放样→场地清理→土方分层开挖→边坡防护。

## 七、跟踪监测(修复单元 I~V)

### (一) 监测目的

对修复工程实施后的项目区域地形地貌、不稳定边坡、土壤环境、生态环境、水土流失和工程措施等进行系统监测，开展生态监管数据收集、分析和处理，掌握矿山生态修复前中后期的变化情况及项目实施效果，为后期管护和成效评估提供直接数据。

根据监测资料及时反馈治理效果，以便采取必要的补救措施，同时为今后类似项目提供重要的参考和借鉴。

### (二) 监测范围

监测范围包括露天矿好心湖、露天矿北排土场、茂南区金山工业园西侧矿区、茂南区金山工业园西侧矿区、茂南区羊角镇矿区、茂南区山阁镇矿区和茂南区难排大道北侧矿区和茂南区新塘矿区，以及周边影响区域。监测范围分布情况见图。

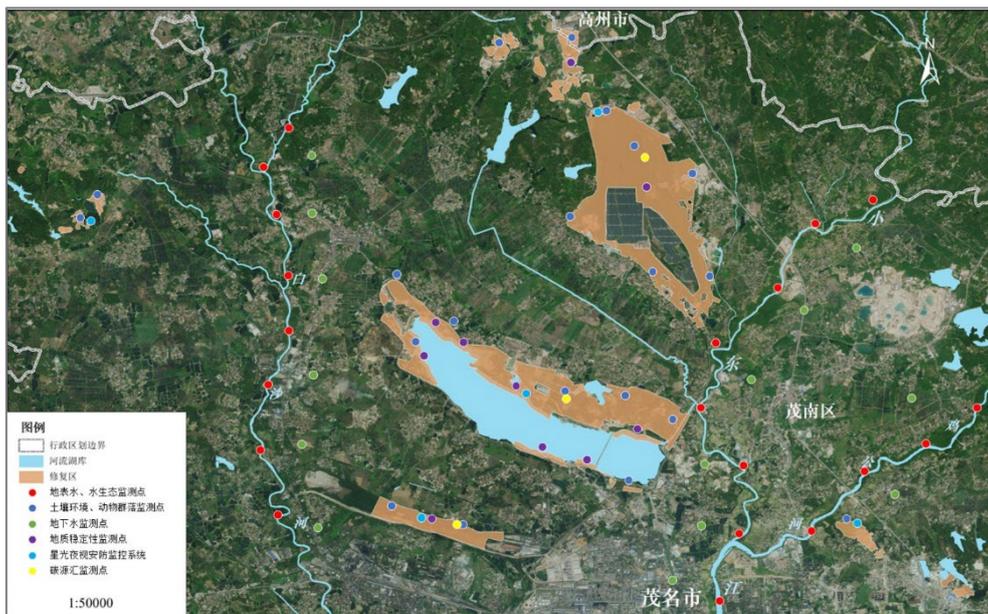


图 2.5 - 25 矿山修复成效监测范围

在小东江中上游、白沙河中上游、鸡公河下游等五处生态修复区

域开展生态监测，建立地质稳定性实时监测站 6 处、固定式测斜仪 10 套、拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计 10 套、雨量实时监测站 1 处、实时视频监控系統 5 套、地表水监测点 20 处、地下水监测点 15 处、土壤环境监测点 30 处、碳源汇监测点 5 处、动物群落监测点 20 处。

### 1.高岭土矿区监测重点

针对茂名高岭土矿山的生态修复特点，突出和加强以下生态修复功能区及其重点内容的跟踪监测：

(1) 地质安全隐患消除后的危岩体加固、边坡护坡、填筑台阶稳定情况等监测；

(2) 修复后消除视觉污染、美化环境等地形地貌的变化情况进行监测；

(3) 对修复后的土壤质量改善情况进行监测；

(4) 对修复后的植被类型、分布、成活率、覆盖度等变化情况进行分析；

(5) 对修复后的动物类型、数量等变化情况进行监测。

### 2.油页岩矿区监测重点

针对茂名油页岩矿山的生态修复特点，突出和加强以下生态修复功能区及其重点内容的跟踪监测：

(1) 油页岩矿山干旱半干旱区林草生态修复区域，突出植被群落的种类、分布、面积、植被成活率、覆盖度、碳源汇情况等监测；

(2) 废弃地下管线、井（站）场生态修复区域，突出土壤性状、分布、面积、土壤肥力、理化性质及等监测；

(3) 宜采用遥感监测、无人机航测技术，对生态修复后区域植被覆盖度、生物多样性、生态系统协调性等进行定时/持续监测。

### （三）监测内容和方法

通过地面生态修复监测网络、卫星遥感和无人机航空遥感，连续获取生态修复区域相关数据，成为监测矿山生态修复成效的数据抓手，主要监测要素包括矿山的地质稳定性、水环境、土壤环境、碳源汇监测、动物群落、地形地貌景观数据、生态修复成效和自然资源状况等。

#### 1. 地质稳定性监测

采用一体化 GNSS 表面形变位移智能监测站、固定式测斜仪、裂缝计进行地表形变、深层位移、地表裂缝、降雨量等地质稳定性实时监测，同时采用星光夜视安防监控摄像机+XR 智能监测系统+广播喇叭+远程无线数传电台在矿场建设视频监测网，实时监测现场环境及工程措施。

#### 2. 地下水监测

##### （1）地下水的采样深度

地下水的采样深度根据监测井的水位埋深来确定，采样深度应在地下水水位线 0.5m 以下。

##### （2）测试指标

地下水监测指标参考《地下水质量标准》、《地下水环境状况调查评估工作指南》、《地下水环境监测技术规范》相关指标要求，综合以上筛选并确定初步调查地下水监测指标，详细指标如下表所示。

表 2.5 - 3 地下水监测指标

指标类型	指标名称
地下水	pH、氨氮、生化需氧量、化学需氧量、氟化物、氯化物、氰化物、硝酸盐、硫酸盐、硫化物、挥发酚、石油类、铜、

指标类型	指标名称
	锌、钼、镉、六价铬、砷、铅、汞

### 3.地表水监测

#### (1) 采样位置

根据矿区附近区域河流，点位设置主要布设在常规监测断面、河道交界处、河道上游、河道重要企业附近、地下水补给点及排泄点、园区边界处等。

#### (2) 采样指标

地表水监测指标选择《地表水环境质量标准》，并参考地下水检测指标的常规指标、特征污染物，具体监测如下表所示：

表 2.5 - 4 地表水监测指标

指标类型	指标名称
地表水	pH、生化需氧量、化学需氧量、氨氮、总磷、氟化物、氰化物、挥发酚、硫化物、石油类、砷、六价铬、硒、铜、锌、镉、铅、汞

### 4.土壤环境监测

土壤环境监测主要依靠现场调查的方式进行监测。

#### (1) 采样位置要求

依据 HJ25.2-2019《建设用地上污染风险管控和修复监测技术导则》的要求确定采样位置，采样位置确定为表层、深层、饱和带三类位置。

#### (2) 监测指标

根据 GB36600-2018《土壤环境质量建设用地上污染风险管控标准

（试行）》中确定的土壤监测基本项目，土壤监测指标如下表所示：

表 2.5 - 5 土壤调查监测指标

指标类型	指标名称
土壤	pH、镉、汞、砷、锰、铅、铬、锌、镍、阳离子交换量、氨氮、硫酸盐、全钾、全磷、全氮、速效钾、速效氮、有效磷

### (3) 土壤污染评价指标

评价土壤中重金属的污染程度需选用一种或几种正确的评价方式，主要有内梅罗指数法、富集因子法、地累积指数法、潜在生态危害指数法等。

## 5.碳源汇监测

通过“遥感数据+AI 算法模型”，计算森林蓄积量、生物量估算，以及碳储量、碳汇计量。植被状况采用卫星遥感、无人机遥感和现场调查相结合，碳储量监测采用实测法和模型拟合相结合的方式，每处监测点位布设 5 条固定样线，每条样线不少于 3 个点位。

## 6.动物群落监测

### (1) 水生生物

基于对叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等水生生物现场调查数据的录入，支持在 GIS 地图页面中，对自然资源物种的分布进行渲染展示，利用不同的图色或图标，直观的呈现各水生生物分布情况。

### (2) 兽类与鸟类

采用现场调查方式对兽类和鸟类进行统计，采用样线法、样点法、

统计方法对种类以及分布进行调查。

## 7.地形地貌景观监测

### (1) 地表水分布和面积监测

采用基于自适应水体指数阈值提取地表水的粗略分布，再基于土地覆盖类型对地表水数据进行掩膜分析，将被误判成水体的冰、雪、云阴影、湿润土壤等地物进行剔除；最终得到地表水分布数据，并统计其面积等信息。

### (2) 植被群落监测

输入经过遥感提取、地面观测、模型模拟等手段进行提取得到的植被覆盖度影像，格式为栅格或者矢量。

### (3) 水土流失情况监测

监测矿山区域内水土流失面积、程度和总量的变化及其对周边地区可能造成的危害和趋势。通过监测土壤侵蚀强度、土地沙化程度、沙漠化程度、盐碱化程度及变化，并与设定的阈值比较，确定水土流失风险。

## 8.生态修复恢复情况监测

### (1) 监测内容

以国家生态保护政策与法规、矿山生态修复政策、矿山地质环境保护与土地复垦方案、土壤环境质量标准、水环境质量标准等为参考，在征集自然资源保护、生态修复相关主管部门、行业专家意见的基础上，确定矿山生态修复监测的基本内容为水环境、土壤环境、地表环境、地质环境、生态修复综合效益 5 个方面，如下表所示：

表 2.5 - 6 矿山生态修复监测基本内容

基本内容	分类	详细内容
水环境	地表水、地下水	水质
土壤环境	理化性质	土层厚度、有机质含量、酸碱度、重金属含量等
地表环境	种植土地、林草地	水田、旱地、果园
	采矿用地等	林地、草地
		建筑工地、裸露地表、堆弃物、尾矿库
地质环境	地面沉降	沉降范围、速率
	地下水水位	地下水水位年变化量
生态修复综合效益	/	农作物产能、路网密度、土地复垦

## (2) 监测指标体系

根据矿山生态修复监测的内容设计指标，结合《土壤环境质量标准》《地表水环境质量标准》《地下水质量标准》，参考生态修复区的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，从水环境、土环境、地表环境、地质环境、生态修复综合效益共 5 个方面确定 23 个指标（见下表）构建矿山生态修复监测指标体系。

表 2.5 - 7 矿山生态修复监测指标体系

目标层	准则层	指标层
矿山生态修复监测	水环境	浑浊度、pH 值、化学需氧量、菌落总数
	土壤环境	土层厚度、pH 值、有机质含量、全氮含量、有效磷、有效钾、汞、镉、铬、砷含量
	地表环境	植被覆盖度、生境质量指数、尾矿库面积
	地质环境	沉降面积比例、年最大沉降速率、地下水水位年变化量

目标层	准则层	指标层
	综合效益	农作物产能比、路网密度、土地复垦面积

矿山生态修复成效评估的内容主要包括生态效益、社会效益和经济效益三个方面。

### ① 生态效益评估

生态效益评估主要考虑矿山地质稳定性、水体、土壤、植被群落和动物种群五个方面。

➤ 矿山地质稳定性评估重点针对地质安全隐患消除后的边坡、地面塌陷区、地裂缝等区域的地质稳定情况进行分析评估。

➤ 矿山水体评估重点针对修复后的地表水水质、地下水水质改善情况和地下水水位变化情况进行分析评估。

➤ 土壤评估重点针对修复后土壤质量改善情况进行分析评估。

➤ 植物群落评估重点针对修复后的植被类型、分布、成活率、覆盖度的变化情况进行分析评估。

➤ 动物种群评估重点针对修复后的动物类型、数量的变化情况进行分析评估。

### ② 社会效益评估

社会效益评估主要考虑矿山生态修复工程涉及到的人居环境改善、防灾减灾能力提升、群众满意度上升，以及依托矿山生态修复工程实施带来的就业渠道拓宽、环保意识提高等方面。

### ③ 经济效益评估

经济效益评估主要考虑工程投入产出比、以及由矿山生态修复带来的其他方面的潜在效益，如居民收入增长、旅游收入增长等。

## （四）数字化管理系统

### 1. 数字孪生应用平台

数字孪生智慧矿山，以数字孪生技术为核心、数据整合为基础，从传统多系统烟囱式架构到可视化应用一体化数字化转型，形成“流程贯通、业务融合、场景监控”的智慧矿山系统。

### 2. 业务应用模块

#### (1)生态监测与评估

数字孪生技术可以结合遥感技术和传感器网络实现对矿山生态系统的全面监测与评估，包括大气、水质、植被等方面的指标，为生态修复提供科学依据。

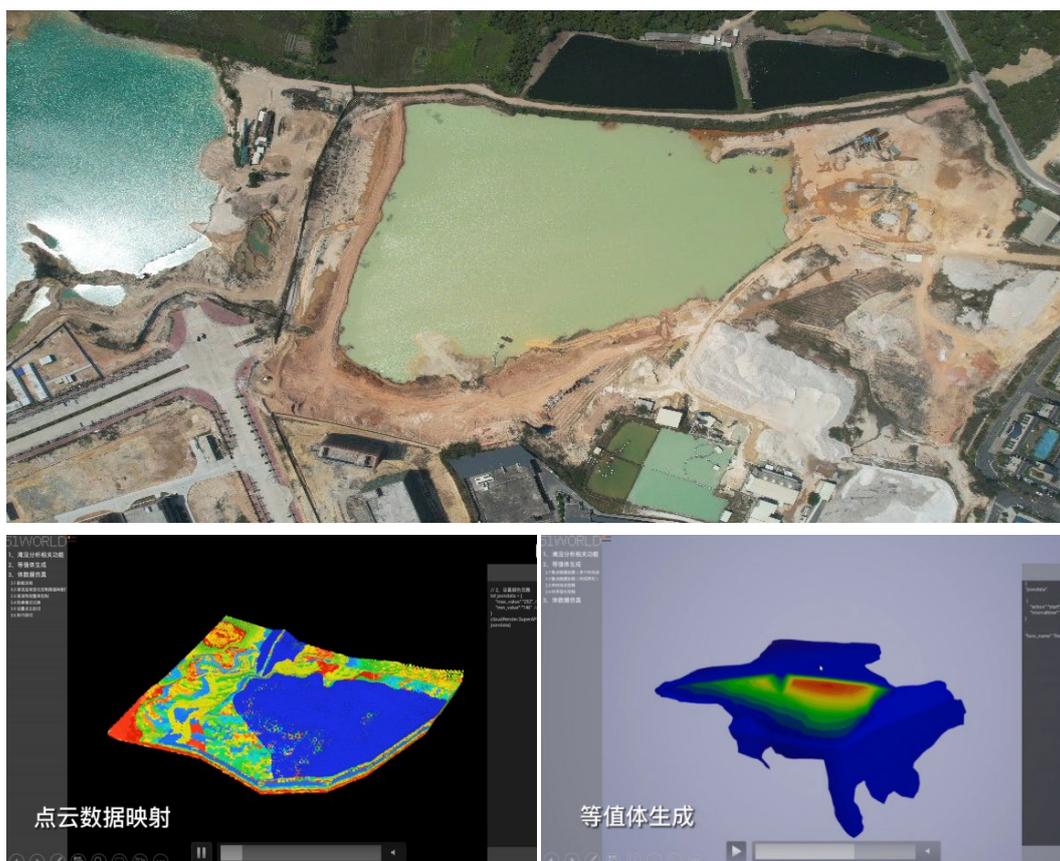


图 2.5 - 26 生态监测与评估

#### (2)修复效果评估

通过数字孪生技术对矿山生态系统的修复情况进行再现和模拟，实现对生态修复效果的科学评估，为后续工作提供参考。

### (3)修复效果分析

运用数字孪生模型提供的仿真结果，对矿山生态系统的各项指标进行可视化分析，评估修复措施对于生态环境的影响，从而确定修复效果。包括地形变化分析、植被覆盖度分析、水文特征分析、生态多样性分析、空气质量评估等。

### (4)结果可视化

将数字孪生模型的分析结果以可视化的方式呈现，利用图形界面等工具，直观地展示修复前后生态环境的变化情况，为后续管理和决策提供科学依据。



图 2.5 - 27 修复效果可视化仿真

### (5) 环境风险预警

数字孪生技术可以结合 AI 等技术，及时识别矿山环境中存在的隐患和风险，并进行预警，提高生态修复效率和质量。主要包括环境数据采集、预警模型分析与结果呈现及反馈调度三个流程。



图 2.5 - 28 环境风险预警



图 2.5 - 29 绿化修复工程模拟仿真

## 3. 系统集成管理

### (1) 基础数据处理

项目收集的历史观测数据、观测站点基础信息、社会经济信息、基础地理空间数据等数据资源基础上，通过人工进行基础资料的筛选和整合，并建立对照表，形成能够批量入库的数据格式，为数据集成和展示准备。

## (2) 数据集成和展示

通过物联网 IOT 将数据接入到基础数据库，基础数据库对集成数据的存储与分析，与生态修复监测系统业务应用交互，支撑系统业务工作及可视化大屏 2D 驾驶舱的数据展示，展示效果见图。



图 2.5 - 30 可视化数据总览大屏

## 4. 技术先进性

### (1) 二维向三维的转化

数字孪生应用平台是实现数字化转型和数字经济发展的关键技术手段，模拟仿真引擎作为其模型平台的主要构成部分，已经在交通、

电力、智慧城市等诸多行业领域中都得到了广泛应用和高速发展。利用模拟仿真引擎以及三维可视化技术将以往二维的自然资源数据展示转换为三维的展示，更具可视性、直观性与理解性，对自然资源和生态修复中各类生态修复和自然资源要素进行虚拟仿真模拟，从而为自然资源调度、生态修复工程监测、生态修复区保护等提供高效且准确的分析和决策支持。

### (2) 国产化二三维 GIS 引擎支撑数字化仿真模拟

采用的国产化二三维引擎在传统三维引擎基础上，采用“模型-实例”思想，提出了基于角色、组件、消息(ACM)的可视化管理模型、角色模型(模型-算法-属性-消息)和运行管理模型(3D 应用运行服务、3D 应用配置管理、3D 应用可视化操作)，能够有效管理角色、组件等资源及通信控制，能够动态绑定角色算法和数据属性，形成一种可配置的管理机制，满足数字化仿真模拟的需求。

### (3) 多种 AI 模型提供智能分析

模型平台具有模型算法可拓展业务流程可编排、资源弹性可调度、流程任务可监控四大优势，其支持 python、C++、IDL、MATLAB 等语言的集成，方便接入各种 AI 模型，并且可以通过可视化拼搭的方式将不同模型算法进行自由组合，根据业务需求进行业务生产模板的构建，基于容器的编码引擎可以实现业务流程的灵活编排、自动化部署、大规模可伸缩、应用容器化管理，实时反馈具体任务的执行情况，为具体业务需求提供智能分析。

### (4) 凝练知识图谱服务多种业务场景

基于知识平台对生态修复业务进行总结、归纳，形成知识图谱，甄选业务关键步骤、节点，不同业务之间的共性知识。知识图谱是一种基于图的数据结构，由节点和边组成，每个节点表示一个实体，每

条边为实体与实体之间的关系。知识图谱是结构化的语义知识库，用于迅速描述物理世界中的概念及其相互关系。通过将数据粒度从文件级别降至数据级别，聚合大量的知识，从而实现知识的快速响应和推理。基于业务向知识图谱的建立，为多种业务场景的构建、执行提供具体执行方式、业务规划、资源需求、时间周期等方面的参考与支持。

## 第六节 工程布局和进度安排

### 一、工程子项目布局

本项目根据自然地理流域单元划分为 5 个生态修复子项目，分别为①小东江中游生态修复子项目、②小东江上游矿山生态修复子项目、③白沙河上游矿山生态修复子项目、④白沙河中游矿山生态修复子项目、⑤鸡公河下游矿山生态修复子项目。

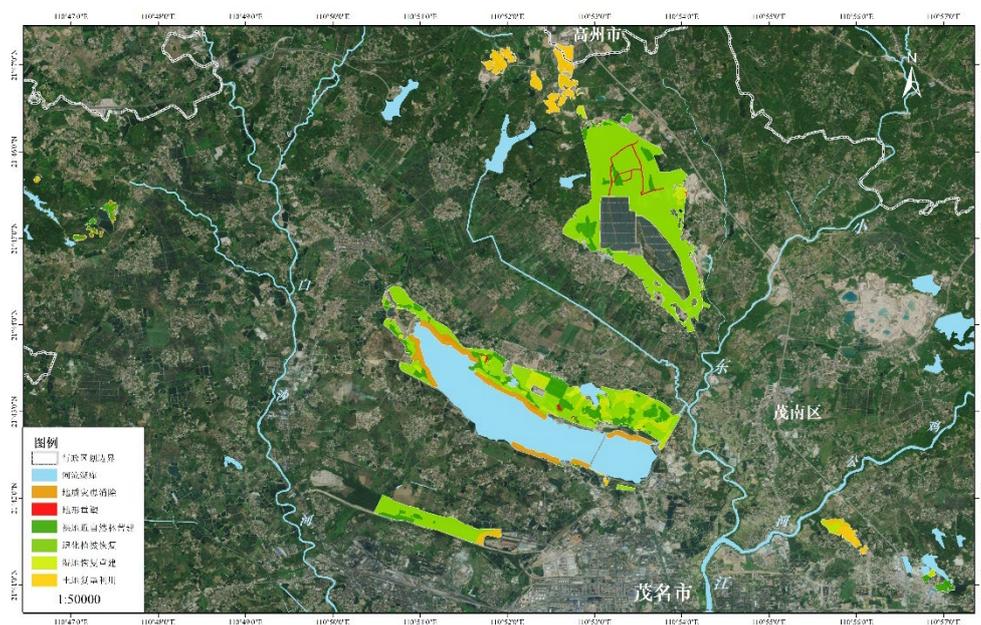


图 2.6-1 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范实施内容布置图

#### (一) 小东江中游矿山生态修复子项目

##### 1. 治理目标

小东江中游矿山生态修复子项目邻近茂名市中心城区，修复图斑分布环绕露天矿坑湖，提升小流域水土保持功能是该子项目的核心治理目标。

通过对 7.7 km 滨湖边坡的地质灾害隐患治理，避免环湖区域边坡侵蚀，稳固岸线，保障滨湖区域的地质安全；对 900 m 具有滑坡风

险的不稳定斜坡区域进行地形重塑，清除或稳固滑坡体。

在清除安全隐患后，开展生态系统重建，对不利于植物成活的土壤进行重构，为植物群落的恢复重建打下基础。在此基础上，开展裸地造林工程，营建近自然林 62 hm<sup>2</sup>，对不具备水土保持功能的退化速生桉纯林进行改造，完成退化植被恢复重建 190 hm<sup>2</sup>。对采矿形成的大量积水坑塘进行湿地恢复，恢复面积 11 hm<sup>2</sup>。通过陆域植物群落和滨水湿地群落的恢复重建，可有效提升修复区所在小流域的水土保持功能，减少水土流失风险，提升生态系统的多样性、稳定性和持续性，增强碳汇功能。

## 2. 工程布局及工作量

地质灾害消除工程：削顶清理危岩土体 7648m<sup>3</sup>；平整坡面 61185m<sup>2</sup>；建设护坡石笼 62369m<sup>3</sup>。

植被重建工程：土方分层填筑，每层 30-50cm，共 186684m<sup>3</sup>，换填客土 23725m<sup>3</sup>，地表重塑并栽植容器苗 62hm<sup>2</sup>；对 190hm<sup>2</sup>的退化林地进行不良植株清除，而后挖穴整地，换填种植土并栽植容器苗；营建挺水植物湿地 80470m<sup>2</sup>，湿地浮床 30592m<sup>2</sup>。

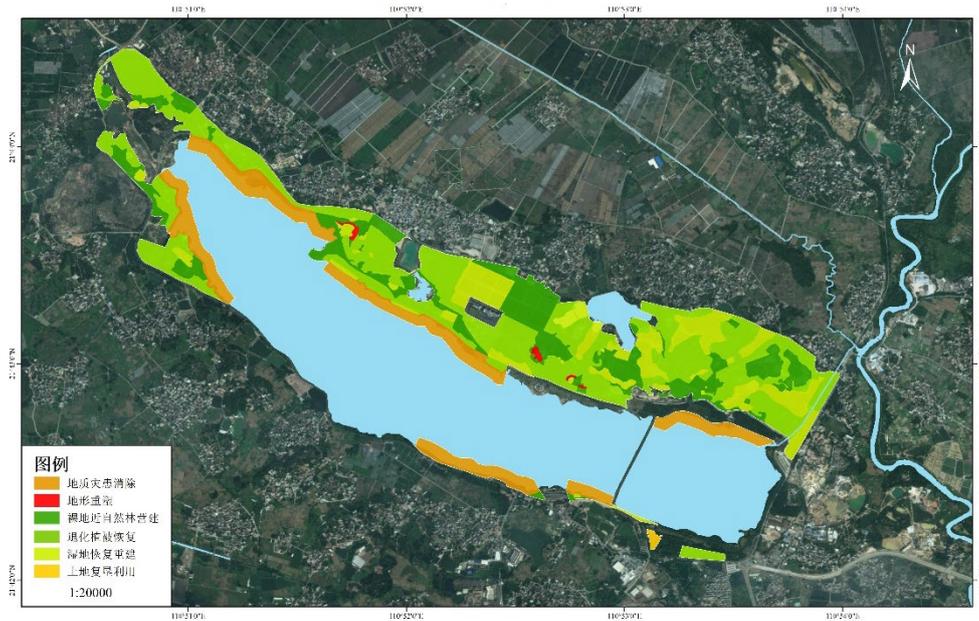


图 2.6- 2 小东江中游矿山生态修复子项目工程布局图

## (二) 小东江上游矿山生态修复子项目

### 1. 治理目标

小东江上游矿山生态修复子项目处于小东江上游水源涵养区，本次修复的治理目标为提升小流域水源涵养功能。通过对 410hm<sup>2</sup> 退化林地进行林分林相改造，增加林地结构的层次性和丰富度，提升森林生态系统质量，增强水源涵养和碳汇功能。通过实施土壤重构 77 万 m<sup>3</sup>，地形重塑 12585m<sup>2</sup>，强化林地的自我维持能力，使林地持续性得到提升。对与城镇开发建设的废弃矿山进行土地复垦利用，恢复损毁土地资源 66hm<sup>2</sup>。

### 2. 工程布局及工作量

退化林地恢复工程：土方分层填筑，每层 3~50cm，共计填筑 109190m<sup>3</sup>；对 410hm<sup>2</sup> 的低效林进行不良植株的清除后，在清理出的空间进行林地的恢复营建，栽植容器苗 41hm<sup>2</sup>。土壤重构工程：土壤结构、肥力、活力改良和微生物抑酸 774071m<sup>3</sup>。

地形重塑工程：坡面整理 12585m<sup>2</sup>，坡脚护坡砌石 382m<sup>3</sup>，铺设植物纤维固定网 10885m<sup>2</sup>，喷薄植草 12585m<sup>2</sup>。

废弃土地复垦利用工程：土地平整 663216m<sup>2</sup>，客土回填 116 万 m<sup>3</sup>。

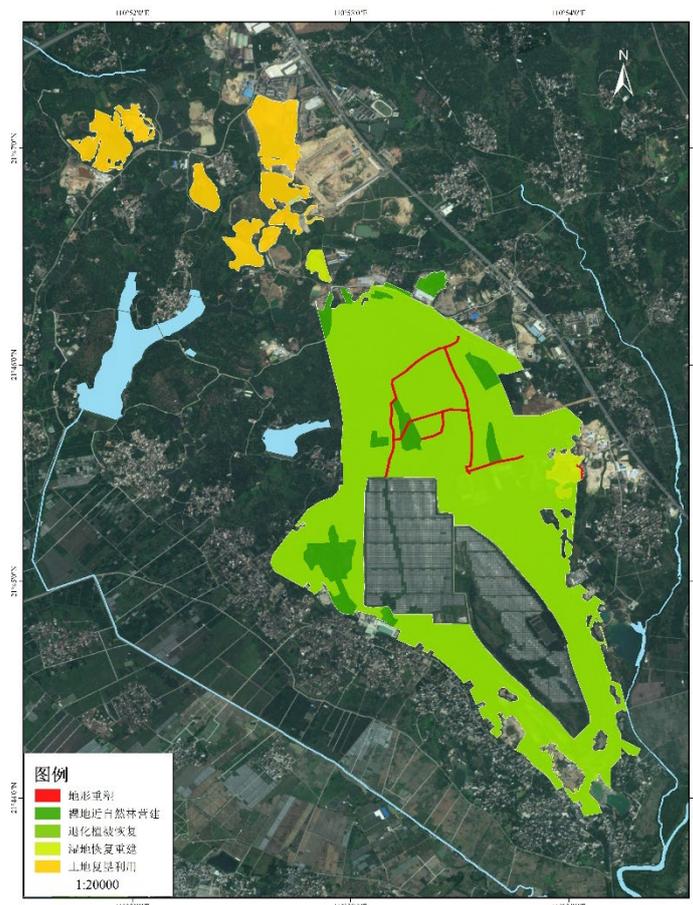


图 2.6- 3 小东江上游矿山生态修复子项目工程布局图

### (三) 白沙河下游矿山生态修复子项目

#### 1. 治理目标

白沙河下游矿山生态修复子项目是流域重要的水土保持区，通过对 8.8 hm<sup>2</sup> 的裸露地表进行植被重建，对 64hm<sup>2</sup> 的低效速生桉纯林进行退化恢复，营建近自然林，以维护和提高周边的农田防护、保持土壤、防治水土流失、保护水资源。同时，近自然林可有效增强碳汇功能，提供良好的生态系统服务功能。

## 2. 工程布局及工作量

植被重建工程：换填种植土 1947m<sup>3</sup>，造林地清理及挖穴整地 6.4hm<sup>2</sup>，回填客土 13397m<sup>3</sup>，栽植容器苗 152412m<sup>2</sup>。

土地复垦工程：7.8 hm<sup>2</sup>。



图 2.6- 4 白沙河下游矿山生态修复子项目工程布局图

### （四）白沙河中游矿山生态修复子项目

#### 1. 治理目标

白沙河中游矿山生态修复子项目位于白沙河支流的源头丘陵区，通过消除地质灾害、重建植被，提升治理区域的水源涵养和水土保持功能。

#### 2. 工程布局及工作量

地质灾害消除工程：治理危岩体边坡 3000m，清理危岩 1000m<sup>3</sup>，平整坡面 18000m<sup>2</sup>，边坡格构梁浇筑 2600m<sup>3</sup>，拱形护坡砌石 3272m<sup>3</sup>，开挖土方 3600m<sup>3</sup>，喷播绿化 12000m<sup>2</sup>。

植被重建工程：裸地近自然林营建  $9.5\text{hm}^2$ ，土方分层填筑，每层  $30\sim 50\text{cm}$ ，共填筑  $27558\text{m}^3$ ，换填种植土  $45930\text{m}^3$ ，栽植容器苗  $91860\text{m}^2$ ，种植挺水植物  $3934\text{m}^2$ 。



图 2.6- 5 白沙河中游矿山生态修复子项目工程布局图

## （五）鸡公河下游矿山生态修复子项目

### 1. 治理目标

鸡公河下游矿山生态修复子项目位于茂名市中心城区东北角，土地资源修复、水土流失治理和生态环境改善是本次治理的主要目标。通过

植被重建工程营建近自然林  $8\text{hm}^2$ ，恢复湿地  $2021\text{m}^2$ ；废弃土地复垦利用  $11.8\text{hm}^2$ 。

### 2. 工程布局及工作量

土壤重构工程：土壤结构、肥力、活力改良和微生物抑酸  $8\text{hm}^2$ 。

植被重建工程：营建近自然林  $8\text{hm}^2$ ，土方分层填筑  $26062\text{m}^3$ ，换填种植土  $32500\text{m}^3$ ，栽种容器苗  $80135\text{m}^2$ ；种植湿地植物 200 株，

恢复湿地 2021 m<sup>2</sup>。

废弃土地复垦利用工程：废弃土地复垦利用 11.8 hm<sup>2</sup>，客土回填 21 万 m<sup>3</sup>。

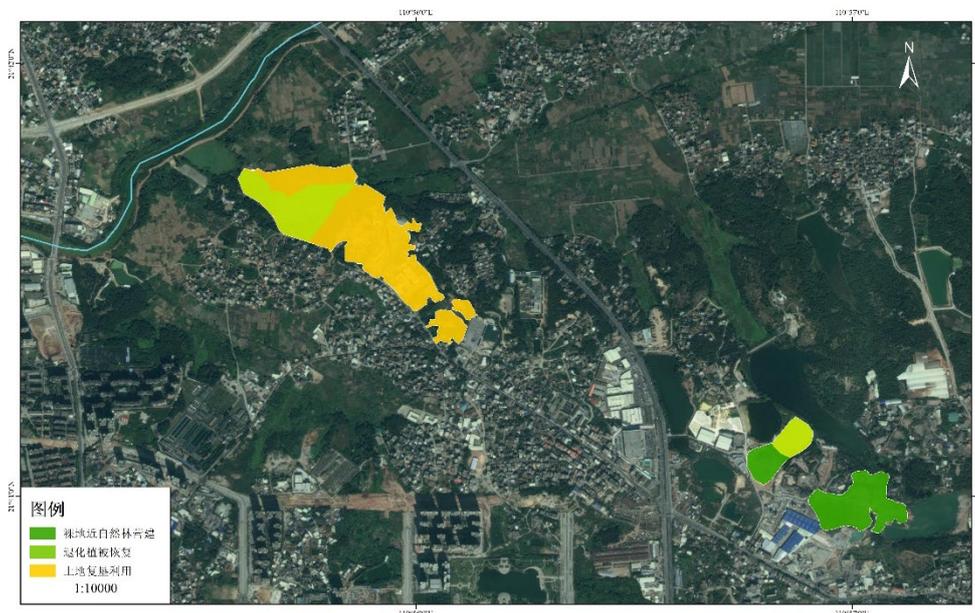


图 2.6- 6 小东江中游矿山生态修复子项目工程布局图

## （六）生态修复跟踪监测子项目

### 1. 小东江中游生态修复单元

重点开展地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观、生物群落、卫星和航空遥感监测。

其中建立地质稳定性实时监测站 4 处、固定式测斜仪 6 套、拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计 6 套、实时视频监控系统 1 套、实时雨量计 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。

### 2. 小东江上游生态修复单元

重点开展水环境、土壤环境、地形地貌景观、生物群落、卫星和航空遥感监测。

其中建立实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。

### 3. 白沙河下游生态修复单元

重点开展水环境、土壤环境、地形地貌景观、生物群落、卫星和航空遥感监测。

其中建立实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。

### 4. 白沙河中游生态修复单元

重点开展地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观、生物群落、卫星和航空遥感监测。

其中建立地质稳定性实时监测站 2 处、固定式测斜仪 4 套、拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计 4 套、实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。

### 5. 鸡公河下游生态修复单元

重点开展水环境、土壤环境、地形地貌景观、生物群落、卫星和航空遥感监测。

其中建立实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。

## 二、总体进度安排

为保证 2023 年 9 月项目可如期实施，在项目进度安排上将按照自上而下、统一领导、统一部署、统一实施的思路进行。项目的实施分为工作准备、调查、项目设计、项目实施、竣工验收、后期管护等六个阶段。具体工作进度如下：

### （一）工作准备阶段

成立项目实施机构，完成项目的总体实施方案。  
召开前期调查评审会。

### （二）项目调查

完成项目各工程所需前期调查。  
进行项目调查资料分析及总结。

### （三）项目设计与论证

编制各工程项目设计书。  
编制整治修复具体实施方案，召开方案评审论证会。

### （四）项目实施阶段

启动项目招投标，及施工进场。

### （五）竣工验收

完成全部项目的建设  
项目完成及验收。

## （六）后期管护

对整治修复效果进行完整监测和评估，形成监测调研报告。

## 三、年度工作安排

### （一）第一年工作计划（2023年9月-2023年12月）

1. 复兴大道延长线项目启动，并进入建设期，工程实施计划于2024年完成，2025年进入运营期；

2. 滨湖岸线整治项目刻不容缓，将于2023年9月开展前期勘察调研工作，后续工程将贯穿整个项目实施周期；

3. 组织危岩体滑塌地质环境治理项目、不稳定斜坡地形重塑项目、防治雨水表土冲刷（冲沟整治）以及土壤重构的前期勘察调研工作；

4. 完成危岩体滑塌地质环境治理项目、不稳定斜坡地形重塑项目、防治雨水表土冲刷（冲沟整治）以及土壤重构的经费预算审核工作；

5. 完成危岩体滑塌地质环境治理项目、不稳定斜坡地形重塑项目、防治雨水表土冲刷（冲沟整治）以及土壤重构的工程初步设计，施工图设计等招投标等前期工作，确保2024年具备开工条件。

6. 开展矿山生态修复跟踪监测所需设备部件采购、安装调试等工作，并对修复区域水环境、土壤环境、地形地貌景观、动物种群等监测、首次项目全域卫星遥感测量和无人机航测，启动生态监管数据分析和处理工作。

### （二）第二年工作计划（2024年1月-2024年12月）

1. 完成危岩体滑塌地质环境治理项目、不稳定斜坡地形重塑项目、防治雨水表土冲刷（冲沟整治）以及土壤重构的工程招投标工作，开工实施，并于当年验收工程施工工作；

2. 组织生态系统受损及退化植被重建、生态监管综合服务平台项目以及雄鹰矿坑生态修复项目的前期勘察调研工作；

3. 完成生态系统受损及退化植被重建、生态监管综合服务平台项目以及雄鹰矿坑生态修复项目项目的经费预算审核工作；

4. 完成生态系统受损及退化植被重建、生态监管综合服务平台项目以及雄鹰矿坑生态修复项目的工程初步设计，施工图设计等招投标等前期工作。

5. 开展地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观、动物种群等监测、第二次项目全域遥感测量和无人机航测，继续进行生态监管数据收集、分析和处理工作。

### （三）第三年工作计划（2025年1月-2025年12月）

1. 完成滨湖岸线整治项目的施工工作，并完成工程验收；

2. 修复单元 II 内的废弃高岭土矿山，开展土地征收、土地平整和基础建设，为后续纳入城市规划建设做好准备。前期的土地整治将利用地方财政资金在 2025 年启动并完成工程验收；

3. 完成生态系统受损及退化植被重建、生态监管综合服务平台项目以及雄鹰矿坑生态修复项目的工程招投标工作，开工实施，并于当年验收工程施工工作；

4. 开展地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观动物种群监测、卫星遥感监测和无人机遥测，收集、分析和处理生态监管数据并进行系统集成管理，持续对修复区域进行跟踪监测，为未来矿山修复工作提供数据支持；

5. 形成监测报告和项目竣工报告，项目整体验收。

表 2.6-1 实施时间表

	2023年				2024年												2025年												
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
小东江中游生态修复子工程前期调研																													
鸡公河下游生态修复子工程前期勘察调研																													
小东江上游生态修复子工程前期勘察调研																													
白沙河下游生态修复子工程前期勘察调研																													
白沙河中游生态修复子工程前期勘察调研																													
复兴大道延长线建设																													
鸡公河下游生态修复子工程经费预算审核																													
小东江上游生态修复子工程经费预算审核																													
白沙河下游生态修复子工程预算审核																													
白沙河中游生态修复子工程预算审核																													
鸡公河下游生态修复子工程初步设计, 施工图设计																													
小东江上游生态修复子工程初步设计, 施工图设计																													
白沙河下游生态修复子工程初步设计, 施工图设计																													
白沙河中游生态修复子工程初步设计, 施工图设计																													
鸡公河下游生态修复子工程施工招标																													
小东江上游生态修复子工程施工招标																													
白沙河下游生态修复子工程施工招标																													
白沙河中游生态修复子工程施工招标																													
小东江中游生态修复子工程																													
茂名市茂南区南方国际汽车产业园项目施工招标																													
生态系统受损及退化植被重建前期勘察调研																													
生态监管综合服务平台前期勘察调研																													
雄鹰矿坑生态修复项目前期勘察调研																													
生态监管综合服务平台经费预算审核																													
生态系统受损及退化植被重建经费预算审核																													
雄鹰矿坑生态修复项目经费预算审核																													
生态监管综合服务平台初步设计, 施工图设计																													
雄鹰矿坑生态修复项目初步设计, 施工图设计																													
生态系统受损及退化植被重建施工招标																													
生态监管综合服务平台施工招标																													
雄鹰矿坑生态修复项目施工招标																													
项目竣工验收																													

## 第三章 工程概算与资金来源

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程总资金 59347.81 万元，其中申请中央资金 30000.00 万元，地方安排资金 29347.81 万元，主要包括危岩体滑塌地质环境治理、不稳定斜坡地形重塑、土壤重构、生态系统受损及退化植被重建、滨湖岸线地形重塑和防治雨水表土冲刷（冲沟整治）等。

项目总体经费需求见下表。其中中央资金工程治理内容主要包括地质环境安全隐患消除、地形重塑、植被恢复。地方财政资金主要用于废弃土地复垦，土地整治，相关基础建设。

### 第一节 编制依据

#### 一、编制标准

- (1) 《财政部办公厅 自然资源部办公厅关于组织申报2023年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》财办资环〔2023〕1号；
- (2) 《财政投资评审管理规定》(财建〔2009〕648号)；
- (3) 财政部《重点生态保护修复治理资金管理暂行办法》(财资环〔2021〕100号)；
- (4) 《林业工程概算编制方法》(2002)；
- (5) 《自然保护区工程项目建设标准》(林计发(2002)242号)；
- (6) 《国家湿地公园建设规范》(LYT1755-2008)；
- (7) 《土地复垦方案编制规程第四部分金属矿》(TD1031.4-2011)；
- (8) 《土地复垦方案编制规程通则》(TD1031.1-2011)；
- (9) 《土地开发整理项目预算定额标准》(2012年)(财政部经济建设司、国土资源部财务司编)；
- (10) 《水土保持生态建设工程概(估)算编制规定》(水总(2003)67号)；

- (11) 《水土保持工程概算定额》(水总(2003)67号);
- (12) 《全国统一建筑工程基础定额应用手册》(2002);
- (13) 《实用建筑工程预算手册》(1999);
- (14) 《市政工程投资估算编制办法》(建标〔2007〕164号);
- (15) 《基本建设财务管理规定》(财建〔2002〕394号);
- (16) 《建设工程监理与相关服务收费标准》(发改价格〔2007〕670号);
- (17) 《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》(计价格〔1999〕1283号);
- (18) 《工程勘察设计收费管理规定》(计价格〔2002〕10号);
- (19) 《建设项目环境影响咨询收费标准》(计价格〔2002〕125);
- (20) 《招标代理服务收费标准》(计价格〔2002〕1980号);
- (21) 《中国建设工程造价管理协会关于规范工程造价213咨询服务收费的通知》  
(中价协〔2013〕35号);
- (22) 《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》(发改  
价格〔2011〕534号);
- (23) 《财政部、计委关于发布全国性及中央部门和单位行政性收费项目目录的  
通知》(财政部、国家计划委财综〔2002〕25号文);
- (24) 《水污染防治专项资金管理办法》(财建〔2016〕864号);
- (25) 广东省政府《关于调整我省企业职工最低工资标准的通知》(2015年5月1日  
起执行);
- (26) 《茂名市本级财政性资金投资项目管理暂行办法》(茂府〔2004〕54号);
- (27) 《茂名市政府投资项目管理办法(试行)》。

## 二、基础单价

### (一) 人工单价

本项目区地处广东省茂名市,根据《广东省建设工程勘察设计管理条例》预算单价标准二类工资区类别进入估算的单价为普工 76.7 元

/工日、技工 107.1 元/工日。

## (二) 材料价格

本工程所需材料主要为苗木、水、汽油、柴油等，汽油、柴油等材料原价采用《广东工程造价信息》(2023 年 2 月)上茂名市的材料价格计算，乡土植物及种植土等造价信息上未列出的材料根据调查市场价进行计算。

材料估算价格计算方法：

材料预算价=材料信息价+调整的运杂费

### 1. 材料信息价

一般按照《广东工程造价信息》上公布的当地不含增值税进项税额的信息价计算，如果工程所在地政府造价信息部门有颁布的不含税材料信息价，则按工程所在地政府造价信息部门颁布的不含税价格计算。在特别偏远地区，如当地无材料信息价或无法购买工程所需材料时，可参考相邻地区的不含税材料价格信息，或按购买地市场价加实际运输费用计算(需扣减增值税)。

### 2. 调整的运杂费

在计算矿山生态修复工程调整运杂费时应扣除信息价中所包含运输距离的费用。结合该工程的分布特点，综合各类材料的来源、运输距离、运输效率较低等因素，钢材、水泥、商品混凝土材料信息价中包含运杂费运距 20km，砂石等材料信息价中包含运杂费运距为 10km，信息价以内包含距离的运输不再考虑运输效率较低因素。但材料信息价中明确了包含的运输距离及超过包含运输距离时运杂费的计算方法时，则按照材料信息价规定进行计算超远运距运杂费(不包含转运的运杂费)。

其他材料预算价格参考工程所在地区的政府造价信息部门颁布的不含税材料信息价计算。主要材料限价(不含税),作为取费基础的材料预算价格。超过限部分的单独计算材料价差(不含税,只计取材料费和增值税销项税额),不参与取费。计算施工电、风、水价格时,按不含税预算价参与计算。

### (三) 风、水、电价格

#### 1. 施工用电价格

由基本电价、电能损耗摊销费和供电设施维修摊销费组成,根据施工组织设计确定的供电方式以及不同电源的电量所占比例,按工程所在地的国家或地方规定的电网电价进行计算。本项目电价采用茂名电网电价 0.6 元/kw.h。

#### 2. 施工用水价格

如果施工用水直接接入市政或农村用水,则施工用水价格按照当地工程用水不含税信息价格计算。如采用现场抽水设备抽水,则根据施工组织设计所配置的供水系统设备组(台)时总费用和组(台)时总有效供水量计算。

计算公式为:

施工用水价格=〔水泵组(台)时总费用÷(水泵额定容量之和 K)〕  
÷(1-供水损耗率)+供水设施维修摊销费

式中:K--时间利用系数,一般取 0.75~0.85;

供水损耗率取 6%~10%;

供水设施维修摊销费取 0.04 元/m<sup>3</sup>~0.05 元/m<sup>3</sup>。本项目水价按市场价取费为 1 元/m<sup>3</sup>。

#### 3. 施工用风价格

施工用风价格由基本风价、供风损耗和供风设施维修摊销费组成，根据施工组织设计所配置的空气压缩机系统设备组(台)班总费用和组(台)班总有效供风量计算。

风价计算公式为：

施工用风价格=〔(空气压缩机组(台)时总费用)/(空气压缩机额定容量之和×60分钟×K)〕÷(1-供风损耗率)+单位循环冷却水费+供风设施维修摊销费

式中：K--能量利用系数，一般取0.70~0.85；供风损耗率取6%~10%；单位循环冷却水费取0.007元/m<sup>3</sup>；供风设施维修摊销费取0.004元/m<sup>3</sup>~0.005元/m<sup>3</sup>。本项目风价取费为0.15元/m<sup>3</sup>。

#### （四）施工机械使用费

施工机械使用费应根据《2001年全国统一施工机械台班费用编制规则》编制时费定额。

#### 混凝土材料单价

根据设计确定的不同工程部位的混凝土标号、级配和龄期，分别计算出每立方米混凝土材料单价，计入相应的混凝土工程单价内。其混凝土配合比的各项材料用量，应根据工程试验提供的资料计算，混凝土材料单价应按混凝土配合比中各项材料的数量和不含增值税进项税额的价格(不超过限价，超过限价的部分在价差中计算)进行计算。

## 第二节 工程及费用计算

该项目工程施工费包括主体工程费和临时施工费。主体工程费由直接费、间接费、利润和税金组成。而临时工程费未包含在主体工程的措施费，进行了单独设计的大型临时工程(工程投资超过10万元)按实计算，其他一律工程建筑工程费×0.5%计算。

## 一、建筑工程及临时工程

建筑工程按设计提供的各项工程量乘以相应的工程单价计列；临时工程施工仓库单位造价指标按 230 元/m<sup>2</sup>、生活用房按 250 元/m<sup>2</sup> 计算，安全生产措施费按建安工程费的 1.85% 计算；其他施工临时工程建安工程费的 1.05% 计算。

## 二、独立费用

- (1) 建设单位管理费执行建财〔2016〕504 号文；
- (2) 工程前期勘察费参发改价格〔2006〕1352 号；
- (3) 建设项目前期咨询费参计价格〔1999〕1283 号文；
- (4) 环评影响咨询服务费参计价格〔2002〕125 号文；
- (5) 全过程工程项目管理费参广东建设项目全过程程咨询服
- (6) 务指引(咨询企业版)(征求意见稿)；
- (7) 工程监理费参发改价格〔2007〕670 号文；
- (8) 工程勘察设计费参见国家计委、建设部计价格〔2002〕10 号文；
- (9) 招标代理费参计价格〔2002〕1980 号文；
- (10) 工程造价咨询费执行粤价函〔2011〕742 号文；
- (11) 工程保险费按第一部分工程费用的《水利工程概(估)算编
- (12) 制规定》中费率计检验试验费按第一部分工程费用的 4% 计；
- (13) 地质灾害评估费按发改办价格〔2006〕745 号文；
- (14) 水土保持费执行水保监〔2005〕22 号文；
- (15) 工程质量监督检验费(粤价费(1)函〔1994〕70 号)计列。

## 三、预备费及其他

基本预备费按建安工程费的 5% 计。

### 第三节 项目总投资

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程总投资为59347.81万元，共涉及6个子项目。具体投资估算如下所示：

表 3.3-1 工程总投资表

单位：万元

序号	项目名称	合计	中央资金	地方资金	社会资金
1	小东江中游矿山生态修复子项目	12345.02	12345.02		
2	小东江上游矿山生态修复子项目	30845.34	9985.34	20860.00	
3	白沙河下游矿山生态修复子项目	4998.73	2020.92	2977.81	
4	白沙河中游矿山生态修复子项目	1957.87	1957.87		
5	鸡公河下游矿山生态修复子项目	6626.98	1116.98		5510.00
6	生态修复跟踪监测子项目	2573.87	2573.87		
	<b>总投资</b>	<b>59347.81</b>	<b>30000.00</b>	<b>23837.81</b>	<b>5510.00</b>

## 第四节 项目分项投资估算

### 一、小东江中游矿山生态修复子项目

本子项目经估算生态修复总投资 12345 万元，其中直接工程费用 10284 万元；临时工程 312 万元；独立费用 1229 万元，基本预备费 520 万元。

表 3.4-1 小东江中游矿山生态修复子项目投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方 资金
一	生态系统受损重建				<b>2874.12</b>	<b>2874.12</b>	
1	微地形塑造				<b>599.50</b>	<b>599.50</b>	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sup>3</sup>	141164	12.00	169.40	169.40	
1.2	原土转运，2km	m <sup>3</sup>	141164	8.00	112.93	112.93	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	17940	34.45	61.80	61.80	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	464297	5.50	255.36	255.36	
2	近自然容器苗种植				<b>2274.63</b>	<b>2274.63</b>	
2.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	470547	30.00	1411.64	1411.64	
2.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	470547	18.34	862.98	862.98	
二	退化植被恢复				<b>1610.78</b>	<b>1610.78</b>	
1	微地形塑造				<b>242.42</b>	<b>242.42</b>	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sup>3</sup>	57130	12.00	68.56	68.56	
1.2	原土转运，2km	m <sup>3</sup>	57130	8.00	45.70	45.70	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	6800	34.45	23.43	23.43	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	190433	5.50	104.74	104.74	
2	林相改造				<b>447.80</b>	<b>447.80</b>	
2.1	原有林木处理	株	2620	70.20	18.39	18.39	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方 资金
2.2	造林地清理及挖穴整地	m <sup>2</sup>	190433	20.00	380.87	380.87	
2.3	回填客土	m <sup>3</sup>	13397	35.40	47.42	47.42	
2.4	施基肥及回穴	t	4	2800.00	1.12	1.12	
3	近自然容器苗种植				<b>920.55</b>	<b>920.55</b>	
3.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	190433	30.00	571.30	571.30	
3.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	190433	18.34	349.25	349.25	
三	土壤重构				<b>2214.28</b>	<b>2214.28</b>	
1.1	结构改良	m <sup>3</sup>	660981	12.00	793.18	793.18	
1.2	肥力改良	m <sup>3</sup>	660981	8.00	528.78	528.78	
1.3	活力改良	m <sup>3</sup>	660981	8.00	528.78	528.78	
1.4	微生物抑酸	m <sup>2</sup>	660981	5.50	363.54	363.54	
四	不稳定斜坡地形重塑				<b>3585.00</b>	<b>3585.00</b>	
1	削顶清理危岩				<b>130.00</b>	<b>130.00</b>	
1.1	人工清理危岩	m <sup>3</sup>	2294	70.00	16.06	16.06	
1.2	爆破危岩	m <sup>3</sup>	5354	55.00	29.45	29.45	
1.3	石方装车外运(10km)	m <sup>3</sup>	7648	110.00	84.13	84.13	
2	清理坡面				<b>92.00</b>	<b>92.00</b>	
2.1	土地平整	m <sup>2</sup>	61185	8.00	48.95	48.95	
2.2	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	12237	35.00	42.83	42.83	
3	土方工程				<b>288.00</b>	<b>288.00</b>	
3.1	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	82369	35.00	288.29	288.29	
4	阶梯护坡石笼工程				<b>1247.00</b>	<b>1247.00</b>	
4.1	铁丝石笼	m <sup>3</sup>	62369	180.00	1122.64	1122.64	
4.2	装石笼	m <sup>3</sup>	62369	20.00	124.74	124.74	
5	边坡固化工程				<b>82.00</b>	<b>82.00</b>	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方 资金
5.1	松木桩	m	6798	100.00	67.98	67.98	
5.2	注浆(水泥砂浆)	m <sup>3</sup>	281	500.00	14.03	14.03	
6	植生袋绿化工程				<b>1231.00</b>	<b>1231.00</b>	
6.1	湿地挺水植物	m <sup>2</sup>	80470	150.00	1207.05	1207.05	
6.2	苗木(大)	株	1270	180.00	22.86	22.86	
6.3	苗木养护	株	1200	8.00	0.96	0.96	
7	阶梯底部抛石固坡工程				<b>153.00</b>	<b>153.00</b>	
7.1	抛石换填	m <sup>2</sup>	15296	93.00	142.25	142.25	
7.2	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	3059	35.00	10.71	10.71	
8	浮床湿地工程				<b>362.00</b>	<b>362.00</b>	
8.1	钢管桩	m	21000	60.00	126.00	126.00	
8.2	重物抛锚	套	3000	55.00	16.50	16.50	
8.3	浮床安装	m <sup>2</sup>	30592	71.70	219.34	219.34	
一	<b>直接工程费合计</b>				<b>10284.19</b>	<b>10284.19</b>	
二	<b>临时工程</b>				<b>311.65</b>	<b>311.65</b>	
1	临时供水供电工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
2	施工房屋建筑工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
3	安全生产措施费	项	1	192.43	192.43	192.43	
4	其他施工临时工程	项	1	109.22	109.22	109.22	
三	<b>独立费用</b>	项			<b>1229.11</b>	<b>1229.11</b>	
1	建设单位管理费		1	208.03	208.03	208.03	
2	建设工程监理费	项	1	313.15	313.15	313.15	
3	建设前期工作咨询 费	项	1	8.22	8.22	8.22	
4	工程勘察费	项	1	114.42	114.42	114.42	
5	工程设计费	项	1	326.22	326.22	326.22	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方 资金
6	工程造价咨询服务费	项	1	95.21	95.21	95.21	
7	施工图技术审查费	项	1	28.64	28.64	28.64	
8	检验监测费	项	1	104.02	104.02	104.02	
9	工程保险费	项	1	31.20	31.20	31.20	
四	基本预备费	项	<b>1</b>	<b>520.08</b>	<b>520.08</b>	<b>520.08</b>	
小东江中游矿山生态修复子项目总投资					<b>12345.02</b>	<b>12345.02</b>	

## 二、小东江上游矿山生态修复子项目

本子项目经估算生态修复总投资 30845 万元，其中中央资金直接工程费用 8817 万元；临时工程 267 万元；独立费用 459 万元，基本预备费 442 万元。地方财政资金 20860 万元，用于废弃土地复垦。

表 3.4-2 小东江上游矿山生态修复子项目投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央 资金	地方 资金
一	生态系统受损重建				<b>2205.56</b>	<b>2205.56</b>	
1	微地形塑造				<b>446.15</b>	<b>446.15</b>	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sup>3</sup>	109190	12.00	131.03	131.03	
1.2	原土转运，2km	m <sup>3</sup>	109190	8.00	87.35	87.35	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	8009	34.45	27.59	27.59	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	363965	5.50	200.18	200.18	
2	近自然容器苗种植				<b>1759.41</b>	<b>1759.41</b>	
2.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	363965	30.00	1091.90	1091.90	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央 资金	地方资金
2.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	363965	18.34	667.51	667.51	
<b>二</b>	<b>退化植被恢复</b>				<b>3364.64</b>	<b>3364.64</b>	
1	微地形塑造				<b>495.05</b>	<b>495.05</b>	
1.1	土方分层填筑, 每层30-50cm	m <sup>3</sup>	123032	12.00	147.64	147.64	
1.2	原土转运, 2km	m <sup>3</sup>	123032	8.00	98.43	98.43	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	6800	34.45	23.43	23.43	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	410106	5.50	225.56	225.56	
2	林相改造				<b>887.15</b>	<b>887.15</b>	
2.1	原有林木处理	株	2620	70.20	18.39	18.39	
2.2	造林地清理及挖穴整地	m <sup>2</sup>	410106	20.00	820.21	820.21	
2.3	回填客土	m <sup>3</sup>	13397	35.40	47.42	47.42	
2.4	施基肥及回穴	t	4	2800.00	1.12	1.12	
3	近自然容器苗种植				<b>1982.45</b>	<b>1982.45</b>	
3.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	410106	30.00	1230.32	1230.32	
3.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	410106	18.34	752.13	752.13	
<b>三</b>	<b>土壤重构</b>				<b>2593.14</b>	<b>2593.14</b>	
1.1	结构改良	m <sup>3</sup>	774071	12.00	928.88	928.88	
1.2	肥力改良	m <sup>3</sup>	774071	8.00	619.26	619.26	
1.3	活力改良	m <sup>3</sup>	774071	8.00	619.26	619.26	
1.4	微生物抑酸	m <sup>2</sup>	774071	5.50	425.74	425.74	
<b>四</b>	<b>不稳定斜坡地形重塑</b>				<b>654.00</b>	<b>654.00</b>	
1	坡面整理				<b>19.00</b>	<b>19.00</b>	
1.1	土地平整	m <sup>2</sup>	12585	8.00	10.07	10.07	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央 资金	地方资金
1.2	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	2517	35.00	8.81	8.81	
2	土方工程				<b>13.00</b>	<b>13.00</b>	
2.1	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	3776	35.00	13.22	13.22	
3	坡脚护坡砌石工程				<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	
3.1	M7.5浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	382	550.20	21.00	21.00	
4	坡脚导流渠基础开挖				<b>63.00</b>	<b>63.00</b>	
4.1	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	18039	35.00	63.13	63.13	
5	坡脚导流渠防冲刷垫层				<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	
5.1	垫层	m <sup>3</sup>	2098	50.00	10.49	10.49	
6	植物纤维+RX-100型固定网				<b>490.00</b>	<b>490.00</b>	
6.1	植物纤维+RX-100型固定网制安	m <sup>2</sup>	10885	450.00	489.83	489.83	
7	喷播绿化工程				<b>38.00</b>	<b>38.00</b>	
7.1	喷播植草	m <sup>2</sup>	12585	30.00	37.76	37.76	
一	<b>直接工程费合计</b>				<b>8817.34</b>	<b>8817.34</b>	
二	<b>临时工程</b>				<b>266.57</b>	<b>266.57</b>	
1	临时供水供电工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
2	施工房屋建筑工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
3	安全生产措施费	项	1	163.67	163.67	163.67	
4	其他施工临时工程	项	1	92.90	92.90	92.90	
三	<b>独立费用</b>				<b>459.07</b>	<b>459.07</b>	
1	建设单位管理费	项	1	176.94	176.94	176.94	
2	建设工程监理费	项	1	21.50	21.50	21.50	
3	建设项目前期工作咨询费	项	1	8.00	8.00	8.00	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央 资金	地方资金
4	工程勘察费	项	1	97.32	97.32	97.32	
5	工程设计费	项	1	27.48	27.48	27.48	
6	工程造价咨询服务费	项	1	4.70	4.70	4.70	
7	施工图技术审查费	项	1	8.11	8.11	8.11	
8	检验监测费	项	1	88.47	88.47	88.47	
9	工程保险费	项	1	26.54	26.54	26.54	
四	基本预备费	项	1	442.36	442.36	442.36	
废弃土地复垦地方资金项目					20860.00		20860.00
小东江上游矿山生态修复子项目总投资					30845.34	9985.34	20860.00

### 三、白沙河下游矿山生态修复子项目

本子项目经估算生态修复总投资 4999 万元，其中中央资金 2021 万元，直接工程费用 1648 万元；临时工程 59 万元；独立费用 229 万元，基本预备费 85 万元。另有地方资金 2978 万元，用于基础建设。

表 3.4-3 白沙河下游矿山生态修复子项目投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央 资金	地方资 金
一	生态系统受损重建				536.29	536.29	
1	微地形塑造				108.48	108.48	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sub>3</sub>	26550	12.00	31.86	31.86	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价(元)	总价	中央资金	地方资金
1.2	原土转运, 2km	m <sub>3</sub>	26550	8.00	21.24	21.24	
1.3	换填种植土	m <sub>3</sub>	1947	34.45	6.71	6.71	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	88499	5.50	48.67	48.67	
2	近自然容器苗种植				<b>427.81</b>	<b>427.81</b>	
2.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	88499	30.00	265.50	265.50	
2.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	88499	18.34	162.31	162.31	
二	退化植被恢复				<b>600.64</b>	<b>600.64</b>	
1	微地形塑造				<b>96.93</b>	<b>96.93</b>	
1.1	土方分层填筑, 每层30-50cm	m <sub>3</sub>	19174	12.00	23.01	23.01	
1.2	原土转运, 2km	m <sub>3</sub>	19174	8.00	15.34	15.34	
1.3	换填种植土	m <sub>3</sub>	6800	34.45	23.43	23.43	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	63913	5.50	35.15	35.15	
2	林相改造				<b>194.76</b>	<b>194.76</b>	
2.1	原有林木处理	株	2620	70.20	18.39	18.39	
2.2	造林地清理及挖穴整地	m <sup>2</sup>	63913	20.00	127.83	127.83	
2.3	回填客土	m <sub>3</sub>	13397	35.40	47.42	47.42	
2.4	施基肥及回穴	t	4	2800.00	1.12	1.12	
3	近自然容器苗种植				<b>308.95</b>	<b>308.95</b>	
3.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	63913	30.00	191.74	191.74	
3.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	63913	18.34	117.22	117.22	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价(元)	总价	中央资金	地方资金
三	土壤重构				<b>510.58</b>	<b>510.58</b>	
1.1	结构改良	m <sub>3</sub>	152412	12.00	182.89	182.89	
1.2	肥力改良	m <sub>3</sub>	152412	8.00	121.93	121.93	
1.3	活力改良	m <sub>3</sub>	152412	8.00	121.93	121.93	
1.4	微生物抑酸	m <sup>2</sup>	152412	5.50	83.83	83.83	
一	直接工程费合计				<b>1647.51</b>	<b>1647.51</b>	
二	临时工程				<b>59.28</b>	<b>59.28</b>	
1	临时供水供电工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
2	施工房屋建筑工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
3	安全生产措施费	项	1	31.44	31.44	31.44	
4	其他施工临时工程	项	1	17.84	17.84	17.84	
三	独立费用				<b>229.16</b>	<b>229.16</b>	
1	建设单位管理费	项	1	30.49	30.49	30.49	
2	建设工程监理费	项	1	63.84	63.84	63.84	
3	建设前期工作咨询费	项	1	7.02	7.02	7.02	
4	工程勘察费	项	1	18.69	18.69	18.69	
5	工程设计费	项	1	64.71	64.71	64.71	
6	工程造价咨询服务费	项	1	16.89	16.89	16.89	
7	施工图技术审查费	项	1	5.42	5.42	5.42	
8	检验监测费	项	1	16.99	16.99	16.99	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央 资金	地方资 金
9	工程保险费	项	1	5.10	5.10	5.10	
四	基本预备费	项	1	84.97	84.97	84.97	
废弃土地复垦地方资金项目					2977.81		2977.81
白沙河下游矿山生态修复子项目总投资					4998.73	2020.92	2977.81

#### 四、白沙河中游矿山生态修复子项目

本子项目经估算生态修复总投资 1958 万元，其中直接工程费用 1656 万元；临时工程 60 万元；独立费用 158 万元，基本预备费 85 万元。

表 3.4-4 白沙河中游矿山生态修复子项目投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资 金	地方资 金
一	生态系统受损重建				682.66	682.66	
1	微地形塑造				238.61	238.61	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sup>3</sup>	27558	12.00	33.07	33.07	
1.2	原土转运，2km	m <sup>3</sup>	27558	8.00	22.05	22.05	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	45930	34.45	158.23	158.23	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	45930	5.50	25.26	25.26	
2	近自然容器苗种植				444.05	444.05	
2.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	91860	30.00	275.58	275.58	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方资金
2.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	91860	18.34	168.47	168.47	
二	不稳定斜坡地形重塑				<b>973.02</b>	<b>973.02</b>	
1	削顶清理危岩				<b>51.00</b>	<b>51.00</b>	
1.1	人工清理危岩	m <sup>3</sup>	1000	70.00	7.00	7.00	
1.2	爆破危岩	m <sup>3</sup>	2000	55.00	11.00	11.00	
1.3	石方装车外运(10km)	m <sup>3</sup>	3000	110.00	33.00	33.00	
2	清理坡面				<b>27.00</b>	<b>27.00</b>	
2.1	土地平整	m <sup>2</sup>	18000	8.00	14.40	14.40	
2.2	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	3600	35.00	12.60	12.60	
3	土方工程				<b>13.00</b>	<b>13.00</b>	
3.1	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	3600	35.00	12.60	12.60	
4	边坡格构工程				<b>364.00</b>	<b>364.00</b>	
4.1	C30格构梁浇筑	m <sup>3</sup>	2600	530.00	137.80	137.80	
4.2	钢筋钢筋制作安装	t	338	5780.00	195.36	195.36	
4.3	模板安拆	m <sup>2</sup>	3120	75.00	23.40	23.40	
4.4	脚手架搭拆	m <sup>2</sup>	2860	26.00	7.44	7.44	
5	拱形护坡砌石工程				<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	
5.1	M7.5浆砌石护坡	m <sup>3</sup>	3271.54	550.20	180.00	180.00	
6	锚杆(锚索)工程				<b>24.02</b>	<b>24.02</b>	
6.1	锚杆(锚索)	m	2075	100.00	20.75	20.75	
6.1	注浆(水泥砂浆)	m <sup>3</sup>	65.4	500.00	3.27	3.27	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方资金
7	台阶平台种植土改良				<b>25.00</b>	<b>25.00</b>	
7.1	土方开挖外运(20km)	m <sup>3</sup>	3600	35.00	12.60	12.60	
7.2	回填种植土	m <sup>3</sup>	3600	34.45	12.40	12.40	
8	喷播绿化工程				<b>36.00</b>	<b>36.00</b>	
8.1	喷播植草	m <sup>2</sup>	12000	30.00	36.00	36.00	
9	滨水湿地工程				<b>253.00</b>	<b>253.00</b>	
9.1	土地平整	m <sup>2</sup>	20000	8.00	16.00	16.00	
9.2	苗木(小)	株	5100	55.00	28.05	28.05	
9.3	苗木(大)	株	2000	180.00	36.00	36.00	
9.4	苗木养护	株	5100	8.00	4.08	4.08	
9.5	苗木支撑	根	3200	2.50	0.80	0.80	
9.6	围网	m <sup>2</sup>	6600	55.00	36.30	36.30	
9.7	木桩	根	3200	40.00	12.80	12.80	
9.8	微生物菌中培植投放	L	400	80.00	3.20	3.20	
9.9	湿地C25混凝土硬化路面	m <sup>2</sup>	2000	130.00	26.00	26.00	
9.10	湿地挺水植物	m <sup>2</sup>	3934	150.00	59.01	59.01	
9.11	看护费用	m <sup>2</sup>	30000	10.30	30.90	30.90	
一	<b>直接工程费合计</b>				<b>1655.68</b>	<b>1655.68</b>	
二	<b>临时工程</b>				<b>59.67</b>	<b>59.67</b>	
1	临时供水供电工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
2	施工房屋建筑工程	项	1	5.50	5.50	5.50	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价 (元)	总价	中央资金	地方资金
3	安全生产措施费	项	1	31.37	31.37	31.37	
4	其他施工临时工程	项	1	17.80	17.80	17.80	
三	<b>独立费用</b>				<b>157.74</b>	<b>157.74</b>	
1	建设单位管理费	项	1	30.43	30.43	30.43	
2	建设工程监理费	项	1	30.41	30.41	30.41	
3	建设项目前期工作咨询费	项	1	7.02	7.02	7.02	
4	工程勘察费	项	1	18.65	18.65	18.65	
5	工程设计费	项	1	39.22	39.22	39.22	
6	工程造价咨询服务费	项	1	6.60	6.60	6.60	
7	施工图技术审查费	项	1	3.76	3.76	3.76	
8	检验监测费	项	1	16.56	16.56	16.56	
9	工程保险费	项	1	5.09	5.09	5.09	
四	<b>基本预备费</b>	项	<b>1</b>	<b>84.78</b>	<b>84.78</b>	<b>84.78</b>	
<b>白沙河中游矿山生态修复子项目总投资</b>					<b>1957.87</b>	<b>1957.87</b>	

## 五、鸡公河下游矿山生态修复子项目

本子项目经估算生态修复总投资 6627 万元，其中中央资金直接工程费用 887 万元；临时工程 37 万元；独立费用 146 万元，基本预备费 47 万元。地方财政资金 5510 万元，为社会资金投入雄鹰矿坑生态修复项目资金。

表 3.4-5 鸡公河下游矿山生态修复子项目

单位：万元

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价(元)	总价	中央资金	地方资金
一	生态系统受损重建				<b>591.49</b>	<b>591.49</b>	
1	微地形塑造				<b>204.12</b>	<b>204.12</b>	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sup>3</sup>	24041	12.00	28.85	28.85	
1.2	原土转运，2km	m <sup>3</sup>	24041	8.00	19.23	19.23	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	32500	34.45	111.96	111.96	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	80135	5.50	44.07	44.07	
2	近自然容器苗种植				<b>387.37</b>	<b>387.37</b>	
2.1	容器苗栽植	m <sup>2</sup>	80135	30.00	240.41	240.41	
2.2	容器苗养护	m <sup>2</sup>	80135	18.34	146.97	146.97	
二	湿地恢复重建				<b>27.00</b>	<b>27.00</b>	
1	微地形塑造				<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	
1.1	土方分层填筑，每层30-50cm	m <sup>3</sup>	2021	12.00	2.43	2.43	
1.2	原土转运，2km	m <sup>3</sup>	2021	8.00	1.62	1.62	
1.3	换填种植土	m <sup>3</sup>	190	34.45	0.65	0.65	
1.4	造型机塑造	m <sup>2</sup>	2021	5.50	1.11	1.11	

序号	工程或费用名称	单位	工程 量	单价 (元)	总价	中央资金	地方资金
2	湿地建设				<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	
2.1	机械开挖土方, 弃运5km	m <sup>3</sup>	395	13.00	0.51	0.51	
2.2	混凝土透水砖	m <sup>2</sup>	181	86.92	1.58	1.58	
2.3	块石垫层	m <sup>3</sup>	60	269.89	1.62	1.62	
2.4	碎石垫层	m <sup>3</sup>	68	289.37	1.96	1.96	
2.5	种植湿地植物	株	200	70.20	1.40	1.40	
2.6	管道给排水施工	项	1	140000.00	14.00	14.00	
三	土壤重构				<b>268.45</b>	<b>268.45</b>	
1	结构改良	m <sup>3</sup>	80135	12.00	96.16	96.16	
2	肥力改良	m <sup>3</sup>	80135	8.00	64.11	64.11	
3	活力改良	m <sup>3</sup>	80135	8.00	64.11	64.11	
4	微生物抑酸	m <sup>2</sup>	80135	5.50	44.07	44.07	
一	直接工程费合计				<b>886.94</b>	<b>886.94</b>	
二	临时工程				<b>37.22</b>	<b>37.22</b>	
1	临时供水供电工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
2	施工房屋建筑工程	项	1	5.00	5.00	5.00	
3	安全生产措施费	项	1	17.37	17.37	17.37	
4	其他施工临时工程	项	1	9.86	9.86	9.86	
三	独立费用				<b>145.87</b>	<b>145.87</b>	
1	建设单位管理费	项	1	19.08	19.08	19.08	
2	建设工程监理费	项	1	42.05	42.05	42.05	

序号	工程或费用名称	单位	工程 量	单价 (元)	总价	中央资金	地方资金
3	建设项目前期工作咨询费	项	1	6.92	6.92	6.92	
4	工程勘察费	项	1	10.33	10.33	10.33	
5	工程设计费	项	1	41.86	41.86	41.86	
6	工程造价咨询服务费	项	1	10.05	10.05	10.05	
7	施工图技术审查费	项	1	3.39	3.39	3.39	
8	检验监测费	项	1	9.39	9.39	9.39	
9	工程保险费	项	1	2.82	2.82	2.82	
四	基本预备费	项	1	46.94	46.94	46.94	
雄鹰矿坑生态修复工程地方资金项目					5510.00		5510.00
鸡公河下游矿山生态修复子项目总投资					6626.98	1116.98	5510.00

## 六、生态修复跟踪监测子项目

生态修复跟踪监测子项目共计分为小东江中游、上游、白沙河下游、中游、鸡公河下游矿山地质环境监测、卫星遥感与无人机航测、数字化综合管理等 7 个子任务，项目计划完成时间为 2023 年~2025 年，资金为中央资金 2573.87 万元，预算详见下表：

本项目计划完成时间为 2023 年~2025 年，资金为中央资金 2573.87 万元，预算详见下表：

表 3.4-6 生态修复跟踪监测子项目投资估算表

序号	费用名称	数量	单价(万元)	总价(万元)
一	生态修复监测网络	1	871.18	871.18
1	地面生态修复监测网	1	399.91	399.91
2	卫星遥感环境动态监测	1	152.07	152.07
3	航空遥感环境动态监测	1	319.20	319.20
二	生态修复跟踪监测	1	1702.69	1702.69
1	生态修复跟踪监测	1	767.69	767.69
1.1	地质稳定性、地形地貌、生态修复恢复情况监测	1	304.82	304.82
1.2	地表水环境监测	1	37.80	37.80
1.3	地下水环境监测		29.25	29.25
1.4	土壤环境监测	1	54.72	54.72
1.5	碳源汇监测	1	106.50	106.50
1.6	动物群落监测	1	234.60	234.60

序号	费用名称	数量	单价(万元)	总价(万元)
2	数字孪生应用平台	1	525.00	525.00
2.1	模型平台	1	120.00	120.00
2.2	知识平台	1	130.00	130.00
2.3	二三维 GIS 引擎	1	110.00	110.00
2.4	基础支撑组件库	1	100.00	100.00
2.5	部署运维管理	1	65.00	65.00
3	信息系统集成管理系统	1	410.00	410.00
3.1	数据处理分系统	1	200.00	200.00
3.2	数据集成展示系统	1	210.00	210.00
	<b>总投资</b>		<b>2573.87</b>	<b>2573.87</b>

### (一) 小东江中游矿山生态修复子项目成效监测任务

小东江中游矿山生态修复子项目重点开展地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观监测。其中建立地质稳定性实时监测站 4 处、固定式测斜仪 6 套、拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计 6 套、实时视频监控系统 1 套、实时雨量计 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。预算投资 3,616,740.00 元。

表 3.4-7 小东江中游矿山生态修复子项目成效监测任务投资估算表

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
<b>1</b>	<b>设备购置费用</b>				
1.1	GNSS 位移监测站	套	4	35,000	140,000
1.2	固定式测斜仪	套	6	4,500	27,000
1.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂 缝计	套	6	3,200	19,200
1.4	雨量计	套	1	14,325	14,325
1.5	星光夜视安防监控系统	套	1	344,415	344,415
<b>2</b>	<b>设备安装费用</b>				
2.1	结构表面设备安装	项	12	12,949	155,382
2.2	结构内部设备埋设	项	6	1,575	9,450
2.3	监测土建				
2.4	基座开挖	处	6	2,000	12,000
2.5	基础土建	处	4	20,000	80,000
<b>3</b>	<b>辅助设备</b>				
3.1	无线数传电台	套	18	5,200	93,600
3.2	4G-DTU 数传终端	套	18	3,000	54,000
3.3	智能控制系统	套	18	30,000	540,000
<b>4</b>	<b>通信费用</b>				
4.1	GNSS 位移监测站	套	4	10,800	43,200
4.2	固定式测斜仪	套	6	10,800	64,800
4.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂 缝计	套	6	10,800	64,800

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
4.4	雨量计	套	1	10,800	10,800
4.5	星光夜视安防监控系统	套	1	32,000	32,000
<b>5</b>	<b>运行服务费</b>				
5.1	监测设备观测及维护	年	3	205,423	616,270
5.2	监测资料整编及分析	年	3	61,627	184,881
5.3	专项工程巡视检查	年	3	61,627	184,881
<b>6</b>	<b>水环境-地表水</b>				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
6.1	pH	4	6	280	6720
6.2	生化需氧量	4	6	200	4800
6.3	化学需氧量	4	6	220	5280
6.4	氨氮	4	6	220	5280
6.5	总磷	4	6	250	6000
6.6	氟化物	4	6	150	3600
6.7	氰化物	4	6	150	3600
6.8	挥发酚	4	6	150	3600
6.9	硫化物	4	6	150	3600
6.10	石油类	4	6	300	7200
6.11	砷	4	6	180	4320
6.12	六价铬	4	6	120	2880

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
6.13	硒	4	6	120	2880
6.14	铜	4	6	120	2880
6.15	锌	4	6	120	2880
6.16	镉	4	6	120	2880
6.17	铅	4	6	120	2880
6.18	汞	4	6	180	4320
7	水环境-地下水				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
7.1	pH	3	6	280	5040
7.2	氨氮	3	6	200	3600
7.3	生化需氧量	3	6	220	3960
7.4	化学需氧量	3	6	220	3960
7.5	氟化物	3	6	150	2700
7.6	氯化物	3	6	150	2700
7.7	氰化物	3	6	150	2700
7.8	硝酸盐	3	6	150	2700
7.9	硫酸盐	3	6	150	2700
7.10	硫化物	3	6	150	2700
7.11	挥发酚	3	6	150	2700
7.12	石油类	3	6	200	3600

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
7.13	铜	3	6	120	2160
7.14	锌	3	6	120	2160
7.15	钼	3	6	120	2160
7.16	镉	3	6	120	2160
7.17	六价铬	3	6	120	2160
7.18	砷	3	6	180	3240
7.19	铅	3	6	120	2160
7.20	汞	3	6	180	3240
<b>8</b>	<b>土壤环境</b>				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
8.1	pH	6	6	280	10080
8.2	镉	6	6	120	4320
8.3	汞	6	6	180	6480
8.4	砷	6	6	180	6480
8.5	锰	6	6	120	4320
8.6	铅	6	6	120	4320
8.7	铬	6	6	120	4320
8.8	锌	6	6	120	4320
8.9	镍	6	6	120	4320
8.10	阳离子交换量	6	6	250	9000

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
8.11	氨氮	6	6	180	6480
8.12	硫酸盐	6	6	200	7200
8.13	全钾	6	6	200	7200
8.14	全磷	6	6	200	7200
8.15	全氮	6	6	200	7200
8.16	速效钾	6	6	150	5400
8.17	速效氮	6	6	150	5400
8.18	有效磷	6	6	150	5400
<b>9</b>	<b>碳源汇监测</b>		<b>监测 次数</b>	<b>单价 (元)</b>	<b>总价(元)</b>
9.1	碳储量：植物各部分含 碳率、土壤有机碳含 量、土壤容重及厚度等		3	71000	213,000
9.2	植被状况：种类、范 围、面积、地上生物 量、地下生物量、凋落 物生物量、附生生物 量、密度、覆盖度、高 度、胸径等。				
<b>10</b>	<b>动物群落</b>				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
10.1	叶绿素 a	4	6	200	4800
10.2	浮游植物	4	6	1000	24000
10.3	浮游动物	4	6	1000	24000
10.4	底栖动物	4	6	1000	24000

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
10.5	鱼类	4	6	1500	36000
10.6	兽类及鸟类		3	118800	356400
	<b>总投资</b>				<b>3,616,740</b>

## (二) 小东江上游矿山生态修复子项目成效监测任务

小东江中游矿山生态修复子项目重点开展水环境、土壤环境、地形地貌景观监测。其中建立实时视频监控系统1套、地表水监测点4处、地下水监测点3处、土壤环境监测点6处、碳源汇监测点1处、动物种群监测点4处。预算投资1,751,770.00元。

表 3.4-8 小东江上游矿山生态修复子项目成效监测任务投资估算表

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
<b>1</b>	<b>设备购置费用</b>				
1.1	GNSS 位移监测站	套	0	35,000	0
1.2	固定式测斜仪	套	0	4,500	0
1.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	0	3,200	0
1.4	雨量计	套	0	14,325	0
1.5	星光夜视安防监控系统	套	1	342,415	344,415
<b>2</b>	<b>设备安装费用</b>				
2.1	结构表面设备安装	项	1	103,324	103,324
2.2	结构内部设备埋设	项	0	1,575	0.00

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
2.3	监测土建				
2.4	基座开挖	处	1	2,000	2,000
2.5	基础土建	处	0	20,000	0
<b>3</b>	<b>辅助设备</b>				
3.1	无线数传电台	套	1	5,200	5,200
3.2	4G-DTU 数传终端	套	1	3,000	3,000
3.3	智能控制系统	套	1	30,000	30,000
<b>4</b>	<b>通信费用</b>				
4.1	GNSS 位移监测站	套	0	10,800	0
4.2	固定式测斜仪	套	0	10,800	0
4.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	0	10,800	0
4.4	雨量计	套	0	10,800	0
4.5	星光夜视安防监控系统	套	1	32,000	32,000
<b>5</b>	<b>运行服务费</b>				
5.1	监测设备观测及维护	年	3	63,769	191,307
5.2	监测资料整编及分析	年	3	19,131	57,392
5.3	专项工程巡视检查	年	3	19,131	57,392
<b>6</b>	<b>水环境-地表水</b>				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
6.1	pH	4	6	280	6720

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
6.2	生化需氧量	4	6	200	4800
6.3	化学需氧量	4	6	220	5280
6.4	氨氮	4	6	220	5280
6.5	总磷	4	6	250	6000
6.6	氟化物	4	6	150	3600
6.7	氰化物	4	6	150	3600
6.8	挥发酚	4	6	150	3600
6.9	硫化物	4	6	150	3600
6.10	石油类	4	6	300	7200
6.11	砷	4	6	180	4320
6.12	六价铬	4	6	120	2880
6.13	硒	4	6	120	2880
6.14	铜	4	6	120	2880
6.15	锌	4	6	120	2880
6.16	镉	4	6	120	2880
6.17	铅	4	6	120	2880
6.18	汞	4	6	180	4320
7	水环境-地下水				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
7.1	pH	3	6	280	5040

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
7.2	氨氮	3	6	200	3600
7.3	生化需氧量	3	6	220	3960
7.4	化学需氧量	3	6	220	3960
7.5	氟化物	3	6	150	2700
7.6	氯化物	3	6	150	2700
7.7	氰化物	3	6	150	2700
7.8	硝酸盐	3	6	150	2700
7.9	硫酸盐	3	6	150	2700
7.10	硫化物	3	6	150	2700
7.11	挥发酚	3	6	150	2700
7.12	石油类	3	6	200	3600
7.13	铜	3	6	120	2160
7.14	锌	3	6	120	2160
7.15	钼	3	6	120	2160
7.16	镉	3	6	120	2160
7.17	六价铬	3	6	120	2160
7.18	砷	3	6	180	3240
7.19	铅	3	6	120	2160
7.20	汞	3	6	180	3240
<b>8</b>	<b>土壤环境</b>				

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
8.1	pH	6	6	280	10080
8.2	镉	6	6	120	4320
8.3	汞	6	6	180	6480
8.4	砷	6	6	180	6480
8.5	锰	6	6	120	4320
8.6	铅	6	6	120	4320
8.7	铬	6	6	120	4320
8.8	锌	6	6	120	4320
8.9	镍	6	6	120	4320
8.10	阳离子交换量	6	6	250	9000
8.11	氨氮	6	6	180	6480
8.12	硫酸盐	6	6	200	7200
8.13	全钾	6	6	200	7200
8.14	全磷	6	6	200	7200
8.15	全氮	6	6	200	7200
8.16	速效钾	6	6	150	5400
8.17	速效氮	6	6	150	5400
8.18	有效磷	6	6	150	5400
9	碳源汇监测		监测 次数	单价	合计

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	总价(元)
9.1	碳储量：植物各部分含碳率、土壤有机碳含量、土壤容重及厚度等				
9.2	植被状况：种类、范围、面积、地上生物量、地下生物量、凋落物生物量、附生生物量、密度、覆盖度、高度、胸径等。		3	71000	213,000
10	动物群落				
编号	指标	点位 数量	采样 次数	单价 (元)	总价(元)
10.1	叶绿素 a	4	6	200	4800
10.2	浮游植物	4	6	1000	24000
10.3	浮游动物	4	6	1000	24000
10.4	底栖动物	4	6	1000	24000
10.5	鱼类	4	6	1500	36000
10.6	兽类及鸟类		3	118800	356400
	合计				<b>1,751,770</b>

### (三) 白沙河下游矿山生态修复子项目成效监测任务

小东江中游矿山生态修复子项目重点开展水环境、土壤环境、地形地貌景观监测。其中建立实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 4 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 6 处。预算投资 1,751,770.00 元。

表 3.4-9 白沙河下游矿山生态修复子项目成效监测任务投资估算表

序号	工程项目	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
<b>1</b>	<b>设备购置费用</b>				
1.1	GNSS 位移监测站	套	0	35,000	0
1.2	固定式测斜仪	套	0	4,500	0
1.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	0	3,200	0
1.4	雨量计	套	0	14,325	0
1.5	星光夜视安防监控系统	套	1	344,415	344,415
<b>2</b>	<b>设备安装费用</b>				
2.1	结构表面设备安装	项	1	103,324	103,324
2.2	结构内部设备埋设	项	0	1,575	0.00
2.3	监测土建				
2.4	基座开挖	处	1	2,000	2,000
2.5	基础土建	处	0	20,000	0
<b>3</b>	<b>辅助设备</b>				
3.1	无线数传电台	套	1	5,200	5,200
3.2	4G-DTU 数传终端	套	1	3,000	3,000
3.3	智能控制系统	套	1	30,000	30,000
<b>4</b>	<b>通信费用</b>				
4.1	GNSS 位移监测站	套	0	10,800	0
4.2	固定式测斜仪	套	0	10,800	0
4.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	0	10,800	0

序号	工程项目	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
4.4	雨量计	套	0	10,800	0
4.5	星光夜视安防监控系统	套	1	32,000	32,000
<b>5</b>	<b>运行服务费</b>				
5.1	监测设备观测及维护	年	3	63,769	191,307
5.2	监测资料整编及分析	年	3	19,131	57,392
5.3	专项工程巡视检查	年	3	19,131	57,392
<b>6</b>	<b>水环境-地表水</b>				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价	合计
6.1	pH	4	6	280	6720
6.2	生化需氧量	4	6	200	4800
6.3	化学需氧量	4	6	220	5280
6.4	氨氮	4	6	220	5280
6.5	总磷	4	6	250	6000
6.6	氟化物	4	6	150	3600
6.7	氰化物	4	6	150	3600
6.8	挥发酚	4	6	150	3600
6.9	硫化物	4	6	150	3600
6.10	石油类	4	6	300	7200
6.11	砷	4	6	180	4320
6.12	六价铬	4	6	120	2880

序号	工程项目	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
6.13	硒	4	6	120	2880
6.14	铜	4	6	120	2880
6.15	锌	4	6	120	2880
6.16	镉	4	6	120	2880
6.17	铅	4	6	120	2880
6.18	汞	4	6	180	4320
7	水环境-地下水				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价	合计
7.1	pH	3	6	280	5040
7.2	氨氮	3	6	200	3600
7.3	生化需氧量	3	6	220	3960
7.4	化学需氧量	3	6	220	3960
7.5	氟化物	3	6	150	2700
7.6	氯化物	3	6	150	2700
7.7	氰化物	3	6	150	2700
7.8	硝酸盐	3	6	150	2700
7.9	硫酸盐	3	6	150	2700
7.10	硫化物	3	6	150	2700
7.11	挥发酚	3	6	150	2700
7.12	石油类	3	6	200	3600

序号	工程项目	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
7.13	铜	3	6	120	2160
7.14	锌	3	6	120	2160
7.15	钼	3	6	120	2160
7.16	镉	3	6	120	2160
7.17	六价铬	3	6	120	2160
7.18	砷	3	6	180	3240
7.19	铅	3	6	120	2160
7.20	汞	3	6	180	3240
<b>8</b>	<b>土壤环境</b>				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价	合计
8.1	pH	6	6	280	10080
8.2	镉	6	6	120	4320
8.3	汞	6	6	180	6480
8.4	砷	6	6	180	6480
8.5	锰	6	6	120	4320
8.6	铅	6	6	120	4320
8.7	铬	6	6	120	4320
8.8	锌	6	6	120	4320
8.9	镍	6	6	120	4320
8.10	阳离子交换量	6	6	250	9000

序号	工程项目	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
8.11	氨氮	6	6	180	6480
8.12	硫酸盐	6	6	200	7200
8.13	全钾	6	6	200	7200
8.14	全磷	6	6	200	7200
8.15	全氮	6	6	200	7200
8.16	速效钾	6	6	150	5400
8.17	速效氮	6	6	150	5400
8.18	有效磷	6	6	150	5400
<b>9</b>	<b>碳源汇监测</b>		<b>监测 次数</b>	<b>单价</b>	<b>合计</b>
9.1	碳储量：植物各部分含碳率、土壤有机碳含量、土壤容重及厚度等		3	71000.00	213,000
9.2	植被状况：种类、范围、面积、地上生物量、地下生物量、凋落物生物量、附生生物量、密度、覆盖度、高度、胸径等。				
<b>10</b>	<b>动物群落</b>				
<b>编号</b>	<b>指标</b>	<b>点位数量</b>	<b>采样次数</b>	<b>单价</b>	<b>合计</b>
10.1	叶绿素 a	4	6	200	4800
10.2	浮游植物	4	6	1000	24000
10.3	浮游动物	4	6	1000	24000
10.4	底栖动物	4	6	1000	24000
10.5	鱼类	4	6	1500	36000

序号	工程项目	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
10.6	兽类及鸟类		3	118800	356400
	<b>总投资</b>				<b>1,751,770</b>

#### (四) 白沙河中游矿山生态修复子项目成效监测任务

小东江中游矿山生态修复子项目重点开展地质稳定性、水环境、土壤环境、地形地貌景观监测。其中建立地质稳定性实时监测站 2 处、固定式测斜仪 4 套、拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计 4 套、实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。预算投资 2,803,950.00 元。

表 3.4-10 白沙河中游矿山生态修复子项目成效监测任务投资估算表

序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
<b>1</b>	<b>设备购置费用</b>				
1.1	GNSS 位移监测站	套	2	35,000	70,000
1.2	固定式测斜仪	套	4	4,500	18,000
1.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	4	3,200	12,800
1.4	雨量计	套	0	14,325	0
1.5	星光夜视安防监控系统	套	1	344,415	344,415
<b>2</b>	<b>设备安装费用</b>				
2.1	结构表面设备安装	项	7	18,309	128,164
2.2	结构内部设备埋设	项	4	1,575	6,300

2.3	监测土建				
2.4	基座开挖	处	3	2,000	6,000
2.5	基础土建	处	2	20,000	40,000
<b>3</b>	<b>辅助设备</b>				
3.1	无线数传电台	套	11	5,200	57,200
3.2	4G-DTU 数传终端	套	11	3,000	33,000
3.3	智能控制系统	套	11	30,000	330,000
<b>4</b>	<b>通信费用</b>				
4.1	GNSS 位移监测站	套	2	10,800	21,600
4.2	固定式测斜仪	套	4	10,800	43,200
4.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	4	10,800	43,200
4.4	雨量计	套	0	10,800	0
4.5	星光夜视安防监控系统	套	1	32,000	32,000
<b>5</b>	<b>运行服务费</b>				
5.1	监测设备观测及维护	年	3	144,236	432,707
5.2	监测资料整编及分析	年	3	43,271	129,812
5.3	专项工程巡视检查	年	3	43,271	129,812
<b>6</b>	<b>水环境-地表水</b>				
<b>编号</b>	<b>指标</b>	<b>点位数量</b>	<b>采样次数</b>	<b>单价(元)</b>	<b>总价(元)</b>
6.1	pH	4	6	280	6720
6.2	生化需氧量	4	6	200	4800

6.3	化学需氧量	4	6	220	5280
6.4	氨氮	4	6	220	5280
6.5	总磷	4	6	250	6000
6.6	氟化物	4	6	150	3600
6.7	氰化物	4	6	150	3600
6.8	挥发酚	4	6	150	3600
6.9	硫化物	4	6	150	3600
6.10	石油类	4	6	300	7200
6.11	砷	4	6	180	4320
6.12	六价铬	4	6	120	2880
6.13	硒	4	6	120	2880
6.14	铜	4	6	120	2880
6.15	锌	4	6	120	2880
6.16	镉	4	6	120	2880
6.17	铅	4	6	120	2880
6.18	汞	4	6	180	4320
7	水环境-地下水				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价(元)	总价(元)
7.1	pH	3	6	280	5040
7.2	氨氮	3	6	200	3600
7.3	生化需氧量	3	6	220	3960

7.4	化学需氧量	3	6	220	3960
7.5	氟化物	3	6	150	2700
7.6	氯化物	3	6	150	2700
7.7	氰化物	3	6	150	2700
7.8	硝酸盐	3	6	150	2700
7.9	硫酸盐	3	6	150	2700
7.10	硫化物	3	6	150	2700
7.11	挥发酚	3	6	150	2700
7.12	石油类	3	6	200	3600
7.13	铜	3	6	120	2160
7.14	锌	3	6	120	2160
7.15	钼	3	6	120	2160
7.16	镉	3	6	120	2160
7.17	六价铬	3	6	120	2160
7.18	砷	3	6	180	3240
7.19	铅	3	6	120	2160
7.20	汞	3	6	180	3240
<b>8</b>	<b>土壤环境</b>				
<b>编号</b>	<b>指标</b>	<b>点位数量</b>	<b>采样次数</b>	<b>单价(元)</b>	<b>总价(元)</b>
8.1	pH	6	6	280	10080
8.2	镉	6	6	120	4320

8.3	汞	6	6	180	6480
8.4	砷	6	6	180	6480
8.5	锰	6	6	120	4320
8.6	铅	6	6	120	4320
8.7	铬	6	6	120	4320
8.8	锌	6	6	120	4320
8.9	镍	6	6	120	4320
8.10	阳离子交换量	6	6	250	9000
8.11	氨氮	6	6	180	6480
8.12	硫酸盐	6	6	200	7200
8.13	全钾	6	6	200	7200
8.14	全磷	6	6	200	7200
8.15	全氮	6	6	200	7200
8.16	速效钾	6	6	150	5400
8.17	速效氮	6	6	150	5400
8.18	有效磷	6	6	150	5400
<b>9</b>	<b>碳源汇监测</b>		<b>监测 次数</b>	<b>单价 (元)</b>	<b>总价(元)</b>
9.1	碳储量：植物各部分含碳率、土壤有机碳含量、土壤容重及厚度等		3	71000.00	213,000.00
9.2	植被状况：种类、范围、面积、地上生物量、地下生物量、凋落物生物量、附生生物量、密度、覆盖度、高度、胸径等。				

10	动物群落				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价(元)	总价(元)
10.1	叶绿素 a	4	6	200	4800
10.2	浮游植物	4	6	1000	24000
10.3	浮游动物	4	6	1000	24000
10.4	底栖动物	4	6	1000	24000
10.5	鱼类	4	6	1500	36000
10.6	兽类及鸟类		3	118800	356400
	合计				<b>2,803,950.00</b>

#### (五) 鸡公河下游矿山生态修复子项目成效监测任务

小东江中游矿山生态修复子项目重点开展水环境、土壤环境、地形地貌景观监测。其中建立实时视频监控系统 1 套、地表水监测点 4 处、地下水监测点 3 处、土壤环境监测点 6 处、碳源汇监测点 1 处、动物种群监测点 4 处。预算投资 1,751,770.00 元。

表 3.4-11 鸡公河下游矿山生态修复子项目成效监测任务投资估算表

序号	工程项目	单位	数量	单价(元)	总价(元)
<b>1</b>	<b>设备购置费用</b>				
1.1	GNSS 位移监测站	套	0	35,000	0
1.2	固定式测斜仪	套	0	4,500	0
1.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	0	3,200	0
1.4	雨量计	套	0	14,325	0

1.5	星光夜视安防监控系统	套	1	344,415	344,415
<b>2</b>	<b>设备安装费用</b>				
2.1	结构表面设备安装	项	1	102,750	103,324
2.2	结构内部设备埋设	项	0	1,575	0.00
2.3	监测土建				
2.4	基座开挖	处	1	2,000	2,000
2.5	基础土建	处	0	20,000	0
<b>3</b>	<b>辅助设备</b>				
3.1	无线数传电台	套	1	5,200	5,200
3.2	4G-DTU 数传终端	套	1	3,000	3,000
3.3	智能控制系统	套	1	30,000	30,000
<b>4</b>	<b>通信费用</b>				
4.1	GNSS 位移监测站	套	0	10,800	0
4.2	固定式测斜仪	套	0	10,800	0
4.3	拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计	套	0	10,800	0
4.4	雨量计	套	0	10,800	0
4.5	星光夜视安防监控系统	套	1	32,000	32,000
<b>5</b>	<b>运行服务费</b>				
5.1	监测设备观测及维护	年	3	63,769	190,307
5.2	监测资料整编及分析	年	3	19,131	57,392
5.3	专项工程巡视检查	年	3	19,131	57,392

6	水环境-地表水				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价(元)	总价(元)
6.1	pH	4	6	280	6720
6.2	生化需氧量	4	6	200	4800
6.3	化学需氧量	4	6	220	5280
6.4	氨氮	4	6	220	5280
6.5	总磷	4	6	250	6000
6.6	氟化物	4	6	150	3600
6.7	氰化物	4	6	150	3600
6.8	挥发酚	4	6	150	3600
6.9	硫化物	4	6	150	3600
6.10	石油类	4	6	300	7200
6.11	砷	4	6	180	4320
6.12	六价铬	4	6	120	2880
6.13	硒	4	6	120	2880
6.14	铜	4	6	120	2880
6.15	锌	4	6	120	2880
6.16	镉	4	6	120	2880
6.17	铅	4	6	120	2880
6.18	汞	4	6	180	4320

7	水环境-地下水				
编号	指标	点位数量	采样次数	单价(元)	总价(元)
7.1	pH	3	6	280	5040
7.2	氨氮	3	6	200	3600
7.3	生化需氧量	3	6	220	3960
7.4	化学需氧量	3	6	220	3960
7.5	氟化物	3	6	150	2700
7.6	氯化物	3	6	150	2700
7.7	氰化物	3	6	150	2700
7.8	硝酸盐	3	6	150	2700
7.9	硫酸盐	3	6	150	2700
7.10	硫化物	3	6	150	2700
7.11	挥发酚	3	6	150	2700
7.12	石油类	3	6	200	3600
7.13	铜	3	6	120	2160
7.14	锌	3	6	120	2160
7.15	钼	3	6	120	2160
7.16	镉	3	6	120	2160
7.17	六价铬	3	6	120	2160
7.18	砷	3	6	180	3240

7.19	铅	3	6	120	2160
7.20	汞	3	6	180	3240
<b>8</b>	<b>土壤环境</b>				
<b>编号</b>	<b>指标</b>	<b>点位数量</b>	<b>采样次数</b>	<b>单价(元)</b>	<b>总价(元)</b>
8.1	pH	6	6	280	10080
8.2	镉	6	6	120	4320
8.3	汞	6	6	180	6480
8.4	砷	6	6	180	6480
8.5	锰	6	6	120	4320
8.6	铅	6	6	120	4320
8.7	铬	6	6	120	4320
8.8	锌	6	6	120	4320
8.9	镍	6	6	120	4320
8.10	阳离子交换量	6	6	250	9000
8.11	氨氮	6	6	180	6480
8.12	硫酸盐	6	6	200	7200
8.13	全钾	6	6	200	7200
8.14	全磷	6	6	200	7200
8.15	全氮	6	6	200	7200
8.16	速效钾	6	6	150	5400
8.17	速效氮	6	6	150	5400

8.18	有效磷	6	6	150	5400
<b>9</b>	<b>碳源汇监测</b>		<b>监测次数</b>	<b>单价</b>	<b>合计</b>
9.1	碳储量：植物各部分含碳率、土壤有机碳含量、土壤容重及厚度等				
9.2	植被状况：种类、范围、面积、地上生物量、地下生物量、凋落物生物量、附生生物量、密度、覆盖度、高度、胸径等。		3	71,000	213,000
<b>10</b>	<b>动物群落</b>				
<b>编号</b>	<b>指标</b>	<b>点位数量</b>	<b>采样次数</b>	<b>单价(元)</b>	<b>总价(元)</b>
10.1	叶绿素 a	4	6	200	4800
10.2	浮游植物	4	6	1000	24000
10.3	浮游动物	4	6	1000	24000
10.4	底栖动物	4	6	1000	24000
10.5	鱼类	4	6	1500	36000
10.6	兽类及鸟类		3	118800	356400
	<b>合计</b>				<b>1,751,770.00</b>

### (六) 卫星遥感监测与无人机航测成效监测任务

采用卫星遥感监测、无人机航测技术，对生态修复后区域植被覆盖度、生物多样性、生态系统协调性等进行定时/持续监测。预算投资4,712,700.00元。

表 3.4-12 卫星遥感监测与无人机航测成效监测任务投资估算表

<b>1</b>	<b>无人机航测</b>				
序号	工作内容	面积 (km <sup>2</sup> )	频次	单价 (元)	总价(元)
1.1	控制测量	20	6	5000	600000
1.2	影像飞行	20	6	9000	1080000
1.3	外业调查	20	6	12000	1320000
1.4	内业处理		6	33450	200700
	小计				<b>3200700</b>
<b>2</b>	<b>卫星遥感</b>				
序号	工作内容	面积 (km <sup>2</sup> )	频次	单价 (元)	总价(元)
2.1	遥感影像购买		6	240000	1440000
2.2	遥感产品制作(全色和多光谱数据融合)		6	12000	72000
	小计				<b>1512000</b>
	总投资				<b>4712700</b>

### (七) 成效监测数字化管理任务

在 5 个矿山生态修复子项目获取数据基础上,以数字孪生技术为核心、整合 5 个矿山生态修复子项目获取数据,从传统多系统烟囱式架构到可视化应用一体化数字化转型,形成集可视化高度融合的生产指挥调度平台、高可靠安全监测及设备保障平台、高效率信息化管理平台为一体的“流程贯通、业务融合、场景监控”的智慧矿山系统,预算投资 9,350,000.00 元,实现:

(1) 实时互联

通过数字孪生智慧矿山系统建设，能实现对重大危险源的预警，实现业务相关的海量设备的仿真互联。并能充分挖掘现场各类物联设备数据，实现矿山生态修复业务中各监测设备状态的实时互联。

(2) 全面感知

能实现对矿山生态修复的业务进程进行实时监控，对矿山生态修复的采掘通运全流程进行数据与状态感知，并可实现对矿山项目场景的全景漫游。

(3) 协同控制

实现全方位监测采、运、储、通、排等工程，并可实现修复区域的透明化管理，实时掌握运行状态。

表 3.4-13 成效监测数字化管理平台任务投资估算表

1	数字孪生应用平台	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
1.1	模型平台	套	1	1200000	1200000
1.2	知识平台	套	1	1300000	1300000
1.3	二三维 GIS 引擎	套	1	1100000	1100000
1.4	基础支撑组件库	套	1	1000000	1000000
1.5	部署运维管理	套	1	650000	650000
	小计				<b>5250000</b>
2	信息系统集成管理系统				
2.1	数据处理分系统	套	1	2000000	2000000
2.2	数据集成展示系统	套	1	2100000	2100000
	小计				<b>4100000</b>

总投资	9,350,000
-----	-----------

## 第五节 分年度投资估算

本项目计划完成时间为 2023 年~2025 年，年度资金支出计划见下表。其中，2023 年计划投入 7646.02 万元，其中露天矿工程较大，分 3 年逐步实施。其余在 2023 年实施的主要是矿山地质环境治理工程，消除地质灾害隐患。2024 年计划投入中央资金 17650.29 万元，完成地形重塑、土壤重构等主要工作；地方财政资金 5510 万元，完成雄鹰矿坑的矿山治理和土地复垦。2025 年计划投入中央资金 4703.69 万元，完成露天矿周边植被重建和生态修复监测工程，地方财政资金 23837.81 万元，完成废弃土地复垦工程，具体建设资金需求分年度预算详见下表：

表 3.5-1 分年度投资估算表

单位：万元

序号	项目名称	合计 (万元)	中央资金 (万元)	地方资金 (万元)	2023 中央	2023 地方	2024 中央	2024 地方	2025 中央	2025 地方
1	小东江中游矿山生态修复子项目	12345.02	12345.02		4115.01		4115.01		4115.01	
2	小东江上游矿山生态修复子项目	30845.34	9985.34	20860.00			9985.34			20860.00
3	白沙河下游矿山生态修复子项目	4998.73	2020.92	2977.81			2020.92			2977.81
4	白沙河中游矿山生态修复子项目	1957.87	1957.87		1957.87					
5	鸡公河下游矿山生态修复子项目	6626.98	1116.98	5510.00	1116.98			5510.00		
6	生态修复跟踪监测子项目	2573.87	2573.87		456.17		1529.02		588.68	
	<b>总投资</b>	<b>59347.81</b>	<b>30000.00</b>	<b>29347.81</b>	<b>7646.02</b>		<b>17650.29</b>	<b>5510.00</b>	<b>4703.69</b>	<b>23837.81</b>

## 第六节 资金筹措情况

### 一、资金筹措原则

#### （一）政府投入原则

通过争取中央财政补助，地方落实配套资金，协同推进并完成工作目标。

#### （二）统筹整合原则

在获得中央补助资金、省级财政配套资金的基础上，市、县政府通过统筹整合原则，解决市县级政府投入资金。

#### （三）带动投入原则

通过政府投入山水林田湖草生态保护修复工程，带动企业等筹集社会资金参与广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程建设。

#### （四）群众参与原则

通过广泛宣传发动，提高广大群众对历史遗留废弃矿山生态修复的意识，并积极参与项目的建设工

### 二、资金筹措办法

#### （一）专项资金整合使用

各级财政用于有关生态修复项目相关的专项资金，按照“职责不变、渠道不乱、资金整合、打捆使用”的原则，优先支持本修复工程。

## （二）加大地方财政投入力度

项目实施地的县(市、区)财政安排预算资金，从征收的城市维护建设税、城市基础设施配套费、国有土地出让收益、环保税中安排一定比例的资金用于广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复工程，确保项目资金得以落实。

## （三）吸引社会资金投入

支持、鼓励相关企业通过资本运作等多种渠道筹措治理资金。推动周边的大企业，尤其是矿产企业主动承担更多的环境治理与生态保护责任，投入资金用于生态环境修复和保护。

## 三、资金筹措方案

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复工程总投资为 59347.81 万元，具体资金来源为：中央财政资金支持 30000.00 万元，地方筹措资金 29347.81 万元，其中地方财政筹措 23837.81 万元用于废弃工矿用地的土地复垦和基础建设，社会资金投入 5510 万元用于雄鹰矿坑生态修复项目。

## 第七节 资金风险防范

### 一、内部控制制度框架

本项目整体资金由茂名市负责统筹安排使用，严格按照项目、资金和财务等相关管理制度和规定要求，确保资金规范运作。严格落实“三重一大”必须党委和集体会议商定的规定。执行财务管理的各项审批制度，堵塞漏洞，节约开支，确保资金的安全。由项目领导组织协调机构建立全面激励与约束机制、风险管理和预警体系、评价体系，严格划分部门职责，建立岗位责任制。同时还应建立授权体系、监控反馈制度等，形成顺畅的运行机制和分工合理、职责明确的组织结构。设立规范设立风险控制委员会、投资决策委员会和薪酬管理委员会及稽核监察查机构，做到有职、有权、有责，防止权力过于集中，体现相互制约。强化业务风险控制。体现和坚持合法合规原则、支出流程规范原则、科学评估原则、集体决策原则以及监控反馈原则等。在此基础上，加强财务会计控制，完善内部审计制度，并根据各项任务的不同具体情况，进一步建立健全其他控制制度。

### 二、外部监督与审查机制

外部监督是指项目承担单位外部有关机构和人员对项目的财务收支、资金使用情况进行监督，包括财政、审计、纪委、监察等部门对项目财务活动进行的监督，开展联审互查。有关会计师事务所等社会中介组织按照国家规定对项目资金进行审计监督等。财务监督与审查贯穿于项目财务管理的各方面、各环节，监督和审查内容包括预算管理监督、收支情况监督、资金使用情况监督、资产管理与使用监督、专用基金及周转金的监督等。

### 三、加强收支活动管理

资金支出贯彻“保障供给，厉行节约”的方针，既要保证工作正常运行的资金需要，又要精打细算，合理使用，严格监督。各工作人员不准以任何形式对外进行资金担保，任何人不得出借银行账户和支票，不准以单位名义为其他单位贷款和拆借资金；各工作人员不准自行对外签订经济合同，需以单位名义对外签订经济合同(协议)的，必须经批准；各工作人员未经批准不得以单位名义自行从局财务或其它单位借款；不得借给外单位资金；认真执行差旅费管理标准和规定；加强物品采购、领用管理，合理控制日常费用支出。

### 四、加强资产管理

所有资产全部纳入财务管理，按照政府会计制度进行核算；严格按财务制度管理现金和转账支票；建立固定资产管理责任制，明确单项资产的责任人。所有仪器设备都由专人负责维护保养，出现故障要立即报告；坚持定期盘点清查制度，每年年终设备管理人员应组织对固定资产进行一次全面清查，保证“账账、账卡、账物”相符；接受馈赠、捐赠或调拨的固定资产必须及时登记入账，列入固定资产管理；固定资产报废要按规定办理审批手续，任何个人不得私自处理固定资产。

### 五、资金风险管理措施

- (1)在收到拨付的专项资金后，及时将项目资金足额拨付到位。
- (2)按照专款专用的原则使用项目资金，不用于项目以外的开支。
- (3)加强项目结余资金的控制与管理。对已经执行但当年尚未完成的内容以及因故当年未执行所形成的专项结余资金，要按照预算管

理的要求纳入预算管理；对当年中途撤消的内容而形成的净结余资金，不得随意处置。

(4)严格执行各项财务管理制度。按照《会计法》、《现金管理暂行条例》等法律法规及各项财务管理制度的要求，建立健全内部管理制度，规范日常核算和支出管理，加强财务控制。

(5)做好专项预算执行情况的总结分析工作。定期开展专项资金使用的管理分析，对项目执行和专项资金使用情况，定期进行总结分析。

## 第四章 组织实施与监督管理

### 第一节 组织实施

#### 一、加强组织领导

##### （一）责任单位

本项目实施主体为茂名市人民政府，承担单位是茂名市高新技术产业开发区管委会和茂南区人民政府。

茂名市委市政府成立了油页岩露天矿生态修复领导小组，印发了《关于成立油页岩露天矿历史遗留废弃矿山生态修复工作领导小组的通知》，由市长任组长，副市长任副组长，茂南区、高新区、发展改革局、工业和信息化局、财政局、自然资源局、生态环境局、住房与城乡建设局、水务局、农业农村局、林业局、国资委、城管和综合执法局和文化广电旅游体育局等相关市直部门第一负责人任小组主要成员。

为强化项目协调、保障，本项目由茂名市人民政府统筹组织实施，建设资金市级统筹解决，并指定茂名市高新技术产业开发区管委会和茂南区人民政府作为项目业主，负责项目投融资、建设、运行管理和资产管理。各有关镇街政府负责用海征迁及部分代建项目，共同推进项目建设和管理落到实处。

##### （二）项目实施单位概况

本项目中的修复单元 I、III 和修复单元 II 北排土场部分隶属于高新区管辖；修复单元 II 高岭土矿山、修复单元 IV、V 隶属于茂南区

管辖。项目由茂名市人民政府组织实施，由茂名高新技术产业开发区和茂南区具体承担。

中华人民共和国成立后，茂名县先后属南路专区、高雷专区、粤西行政区、湛江专区。1958年8月26日国务院批准成立茂名工矿市区，1959年5月9日成立茂名市。1985年4月18日，茂南区（县级区）成立，属茂名市辖区，管辖原茂名市城区和郊区8个镇，原城区和郊区的两个办公室撤销。2017年9月28日，茂名市电白区羊角镇划归茂南区管辖。2003年1月，茂名高新技术产业开发区成立，2009年2月被认定为广东省产业转移示范园，2010年11月被认定为省级高新技术产业开发区，2018年2月，国务院同意茂名高新技术产业开发区升级为国家高新技术产业开发区。茂名国家高新技术产业开发区（简称茂名高新区，高新区为产业园区）主体为电白区七迳镇全境、茂南区露天矿部分区域，为茂名市委市政府的派出机构，茂名四大平台之一。

## 二、加强制度保障

为使广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程达到预期目标，保证项目实施的规范化、制度化，必须建设相应的项目管理制度，包括公告、招投标、监理、合同管理、检查验收等制度。

### （一）组织保障机制

各级党政牢固树立“绿水青山就是金山银山”的理念，落实主体责任和属地责任，实行生态环境保护党政同责。茂名市市委深入学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神和治国理政新理念新思想新战略，牢固树立新发展理念，立足茂名实际，积极构建目标明确、责任清晰、上下联动、齐抓共管、协调有序、监管严格、保护有力的矿区

生态修复机制，全面落实茂名市油页岩露天矿生态修复项目建设的各项工作，扎实推进废弃矿山生态修复。

茂名市委市政府成立了油页岩露天矿生态修复领导小组，印发了《关于成立油页岩露天矿历史遗留废弃矿山生态修复工作领导小组的通知》，由市长任组长，副市长任副组长，茂南区、高新区、发展改革局、工业和信息化局、财政局、自然资源局、生态环境局、住房与城乡建设局、水务局、农业农村局、林业局、国资委、城管和综合执法局和文化广电旅游体育局等相关市直部门第一负责人任小组主要成员。

领导小组办公室主任由茂名高新区管委会主任担任，办公室副主任由高新区管委会副主任、市自然资源局主要负责同志担任。领导小组成员单位设立联络员，由各成员单位指定一名业务科室负责同志担任。办公室成员从市财政局、市自然资源局、市生态环境局、市住建局、市农业农村局、市水务局和市林业局抽调业务骨干组成，集中办公，人员确定后，原则上不再变动，确需调整的需报办公室主任同意。

## （二）考核督察机制

建立考评奖励和容错纠错制度，坚持一线考察干部。对生态修复工作实行量化计分、分类处理，并纳入各相关单位绩效考核，年终给予专门表彰和奖励。建立项目专项责任督查组，由市纪委监委牵头，进行定期跟踪督查和随机抽查。完善责任追究制度，对未按规定时限办结、未按要求完成推进计划等且无正当理由的，以及在油页岩露天矿矿山生态修复项目协调推进过程中推诿扯皮、推进不力、造成重大经济损失或不良影响的，严肃追究相关方面的责任。

## 第二节 监督检查

项目工程质量监督内容为：

- 1) 对责任主体和有关机构履行质量责任行为的监督检查；
- 2) 对工程实体质量的监督检查；
- 3) 对施工、监理技术资料、施工图审查资料以及检测报告等有关工程质量的文件和资料的监督检查；
- 4) 对工程保修期质量的监督检查；
- 5) 其他内容：

工程质量监督以抽查和巡查的方式进行，包括开工前监督、施工过程监督、现场抽查、工程外观质量核定、质量事故处理、各阶段质量核定等。每年质监活动不少于4次，巡查次数视工程建设进度确定。凡发生质量事故，要及时报告。同时上报质量监督机构，请求和接受调查处理。任何单位和个人均不得擅自处理。

### 一、防范潜在风险

#### （一）风险分析与范围

##### 1. 分析范围确定的原则

凡项目涉及到利益相关者切身利益，容易引发社会稳定风险的因素均纳入风险分析范围。拟建项目建设和运行可能产生正面及负面影响的范围均纳入风险分析范围。

##### 2. 分析范围

本项目建设所涉及区域及可能的影响区域，凡是本项目建设涉及到的利益相关者（个人、集体）均纳入本项目的风险分析范围。

## （二）风险分析方式方法

本项目风险分析的方式采用全面调查、抽样调查、典型调查等方式的组合使用。

本项目风险调查的方法采用文献法、问卷法、访谈法、观察法等方法的组合使用。

## （三）风险分析结论

### 1. 拟建项目主要风险因素

根据本项目的特点以及风险调查和风险识别，确认本项目存在的主要风险因素有以下 8 项：

- ①受损群众对补偿标准认同度的风险；
- ②与当地基础设施建设协调性风险；
- ③利益诉求不畅的风险；
- ④工程违法转包及分包的风险；
- ⑤工程建设过程中可能造成的环境破坏风险；
- ⑥对周边交通的影响风险；
- ⑦社会治安风险；
- ⑧施工安全风险。

### 2. 拟建项目合法性、合理性、可行性、可控性分析结论

#### ①合法性

根据原国家环境保护总局、国土资源部发布的《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》，矿山开采企业应对矿山废弃地采用最合理的方式进行复垦，应采取种植植物和覆盖等复垦措施，对露天坑永久性坡面进行稳定化处理，防止水土流失和滑坡，矿井水和矿山其他排

水应统筹规划、综合利用。本项目符合该政策的要求，对露天矿区进行综合治理进行处理，达标后进行排放或综合利用。

茂名市委市政府成立了油页岩露天矿生态修复领导小组，印发了《关于成立油页岩露天矿历史遗留废弃矿山生态修复工作领导小组的通知》，建立了领导机构，明确各管理部门在生态保护修复工程实施与管理中的职责权限、加强部门联动，形成协调统一的工作机制，形成市政府总体负责协调、市财政局、市自然资源局、市生态环境局、市农业农村局、市水务局和市林业局重点支撑的部门分工模式。

该项目立项、前期工作过程合法合规。

## ②合理性

露天矿与茂名城区血脉相连，矿区环境威胁城市人居环境，限制城市发展；露天矿周边农田遍布，矿区环境影响粮食安全，制约乡村振兴；露天矿以水系为脉络，通山达海，影响区域生态安全，是粤西生态系统的短板，制约区域生态整体质量。

2012年12月，习近平总书记上任后首次离京视察选择广东，并要求广东把生态文明建设放在突出位置。2018年3月7日，习近平总书记在参加十三届全国人大一次会议广东代表团审议时强调，希望广东“在构建推动经济高质量发展体制机制、建设现代化经济体系、形成全面开放新格局、营造共建共治共享社会治理格局上走在全国前列”。茂名市地理位置优越，地跨广东省“一核一带一区”战略中的沿海经济带和北部生态发展区。2020年9月，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上强调：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”

本项目的实施对于恢复区域生态功能，保护华南地区生态安全屏

障，保障国家生态安全、实现可持续发展具有重要战略意义。项目位于鉴江干流东侧，通过水系与鉴江流域融为一体，是保障鉴江生态廊道的关键环节，是广东省构建具有全球意义的生物多样性保护网络的重要节点。同时，实现碳达峰碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策。矿山生态修复，是达成碳达峰、碳中和目标的有力支撑，也是国家可持续发展战略布局中的重要一环。

因此，废弃矿山生态修复工程是十分必要而迫切的，其项目建设是合理的。

### ③可行性

工程建设的时机和条件已经成熟。针对本项目所采取的技术标准、实施方案、经济评价、安全可靠等方面均进行了可行性分析，根据可行性分析结论，项目建设是可行的。

### ④可控性

拟建项目对当地社会经济发展的影响为正面影响，有少量负面影响在准备期均提出了相应的工程化解措施，周边无敏感目标和历史矛盾。本报告针对各种可能发生的风险因素提出了社会稳定风险防范和化解措施，并将责任单位、实施时间、具体措施等予以了明确。总的来说，项目可能发生的社会稳定风险是完全可控的。

## 3. 主要风险防范化解措施

本项目防范和化解风险的责任主体为项目具体实施单位，包括工程施工单位、项目业主等，协助单位为项目业主、移民局、环保局、当地人民政府等，风险可能出现的时间在工程实施阶段，特别是实施初期。

为便于风险的防范和化解，需要做好如下工作：

①广泛深入宣传国家有关政策、法律法规公开实物补偿标准、准确计算补偿款。地方政府应严格按照相关规划，和谐安置农户。项目建设业主要认真落实生态修复相关政策，确保资金足额到位。

②工程建设前与当地政府部门、居民积极沟通和交流，取得当地居民理解和支持。前期设计工作中充分考虑对当地水系、道路等基础设施的恢复。施工单位做好临时保通等工作。

③及时解决协调有关部门，保持利益相关方诉求渠道的畅通，并及时与当地政府部门密切配合负责相关协调工作。建立各方联席会议制度。

④政府高度重视，相关职能部门密切配合，共同整治转包和违法分包行为。

⑤按照设计的环保措施进行处理，出现的环境污染，施工单位应及时处理，出现问题及时反馈建设管理单位，通过政府协调解决。

⑥项目业主应及时与相关交通主管部门联系，协调解决项目周边的公路交通配套问题，加强施工管理，制定交通组织方案，工程车辆出行地段做好安全标志提示。

⑦与当地有关部门配合，加强居民和施工人员法制教育，加强社会治安管理工作，打击违法犯罪活动。施工期加强社会治安管理工作。

⑧施工期做好严格防护，防止职业健康疾病和其他疾病。遵守“三同时”的安全生产规定，严格贯彻执行《建设工程安全生产管理条例》。

#### 4. 拟建项目风险等级

根据国家发改委《关于印发国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法的通知》（发改投资〔2012〕2492号）；

第四条规定重大项目社会稳定风险等级分为三级：

高风险：大部分群众对项目有意见、反应特别强烈，可能引发大规模群体性事件。

中风险：部分群众对项目有意见、反应强烈，可能引发矛盾冲突。

低风险：多数群众理解支持但少部分人对项目有意见，通过有效工作可防范和化解矛盾。

根据风险调查、风险识别、风险估计、风险防范和化解措施情况，本项目的反对意见低于 10%，少数群众有意见，多数群众理解支持。通过有效工作可防范和化解矛盾。结合综合风险指数法确定的本项目风险防范和化解措施后综合风险指数为 0.176，位于低风险标准范围内（0~0.36）。本项目各风险防范和化解措施是可行的和有效的，各措施利于落实，便于实施。综合判定本项目风险等级为低风险。

## 5.落实风险防范、化解措施的有关建议

### ①畅通群众利益诉求渠道

在项目建设过程中，在减少风险因素的同时，应当保证畅通群众利益诉求渠道。沟通协调、社会调解、行政复议、仲裁和诉讼均是群众利益诉求的正常渠道，要引导群众在处理与工程建设相关的事件时，使用上述正确的渠道。项目建设单位和地方政府，尽量利用这些渠道合理解决群众的利益诉求，避免风险因素的激化和扩大化，防范社会稳定风险事件的发生。

### ②构建社会稳定风险防控的社会联动机制

社会稳定风险具有分散性和不确定性，同时也因为项目建设涉及到地方政府、项目建设单位、地方群众等多方面的利益，防控社会稳定风险，必须动员全社会的力量，构建社会稳定风险防控的社会联动

机制。主要包括地方政府、治安管理部门、综合治理部门、项目建设单位和基层社会组织等，上述各单位应建立起联动机制，项目建设单位、管理单位在处理可能发生风险事件的事项时，可邀请其他部门共同参与，项目建设单位和基层社会组织在发现可能引发社会稳定风险事件时，应及时通报其他部门。

### ③构建社会稳定风险防控的应急响应机制

在项目建设过程中，对建设项目进行社会稳定风险评估仅仅是社会稳定风险防范工作的第一步，在处理生态补偿等重大事件时，应提前制定切实可行的工作方案，协调利益相关群体的利益，同时建立社会稳定风险防控的应急响应机制。社会稳定风险的应急响应机制主要包括制定应急预案和应急处理。在编制应急预案时，应提前预测可能发生的风险事件，针对不同的风险事件确定处理主体、处理方式；应急处理需要在风险事件发生的第一时间，事件处理主体及时控制事态的发展并及时通知相关部门，避免风险事件的进一步扩大，在风险事件得到初步控制后按正常程序处理。

### ④构建社会稳定风险防控的长效机制

项目建成后部门影响社会稳定的风险因素长期持续存在，因此必须构建社会稳定风险防控的长效机制。社会稳定风险防控的长效机制要求项目建设单位在建设过程中，必须督促施工企业建立安全施工制度，文明施工，尽量减少对周围居民生活的影响，同时建立与施工单位、基层组织和地方政府的沟通机制；项目运营期间，保持安全运营，贯彻各种安全生产制度，同时积极协调处理与地方群众、企业和政府的关系，当发现风险因素时，及时妥善处理并获得地方相关部门的配合。

## 二、创新管理机制

### （一）项目管理制度建设

为了提高项目实施的透明度，实现公众参与，加强民主监督和社会监督，扩大项目的社会效应，促进项目的顺利实施，广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程采取项目公告制度，具体内容如下：

项目对工程招投标内容进行公告，公告内容包括招标人的名称和地址、招标项目的性质，数量，实施地点和时间、获取招标文件的办法、招投标方式及招投标结果等；

工程实施过程中对项目实施单位、项目监理单位、项目施工单位进行公告；

公告其他需要进行公告的内容。

### （二）项目招投标制度建设

为保证广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的顺利实施，节约项目经费，提高财政效益和工程质量，广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的工程实行招投标制度。由项目承担单位按照相关规定，对工程及其他符合招投标条件的项目委托相应代理机构进行招投标，并对招投标结果进行公告，保证招投标的公正与公平。

### （三）项目管理制度建设

实行项目监理制度，是现行项目实施规范化管理的一项重要制度，海岛开发利用项目的建安施工工程实行监理制度，具体规定如下：

1. 工程监理选择具有相应资质的工程监理单位；
2. 工程监理单位资质要求：根据各项工程性质及规模确定监理资

质等级要求；

3. 监理工程师资质要求具有国家规定的资质；
4. 明确监理单位的责、权、利，强调监理工程师的权利和义务，任何人无权干涉监理工程师职权范围内的工作；
5. 明确对监理单位和监理工程师的奖惩规定；
6. 中标单位不得转包工程。

#### **（四）项目合同管理制度**

为确保广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的顺利实施，规范项目实施过程中发包方与承包方双方的权利和义务，项目在实施过程中必须制定并严格执行项目合同管理制度，具体规定如下：

##### **1. 合同管理机构设置**

合同由项目业主单位设置合同管理小组进行管理，依据各个项目的需要由项目业主单位设置兼职人员组成，并指定专人负责。合同管理小组的职责为草拟并完善合同管理制度，审查合同的合法性、完整性、明确性和规范性，督促并检查合同的履行情况，办理合同的签订、纠纷、协商、调解、诉讼等相关事宜。

##### **2. 合同审查制度**

所有合同需经过合同管理小组的审查方可进入会签程序，合同审查内容包括签约对方的主体资格、资信情况和履行能力以及合同内容的合法性、明确性、完整性及规范性。

##### **3. 合同会签和审批制度**

通过合同管理小组审查后的合同由项目业主单位组织相关管理

人员进行会审，会审通过后报至项目建设指挥部进行审批，由项目业主单位法人代表进行签订。

#### 4. 合同归档管理制度

合同签订后由合同管理小组分类设立台帐，以反映各合同的签订、履行、变更、解除以及结算等情况，每年度进行一次整理并将已执行完毕的合同移交档案室进行管理。

### （五）资金使用管理

1. 专项资金管理和使用坚持科学安排、合理配置、专款专用、专账核算、严格监管原则。

2. 专项负责组织完成专项资金项目的备案、申报及审批落实工作，负责对项目实施单位专项资金的使用范围进行指导，负责组织完成专项资金项目的检查、验收和评价工作。

3. 项目实施主体负责专项资金项目的组织实施，负责按照项目专项资金预算范围按计划合理使用专项资金，负责提请有关部门组织对项目进行验收和评价，负责配合接受上级有关部门的检查、验收和评价工作。

4. 财务部门负责专项资金指定收款账户的提供，负责根据专项资金拨付文件跟踪落实专项资金到位，负责审查项目实施单位按照专项资金预算范围申报的专项资金使用计划，负责按照有关规定报批后支付专项资金，负责设立专项资金的专用科目进行专账单独核算，负责编制专项资金项目的资金预算、财务决算，负责配合审计机构对专项资金项目的竣工决算审计工作，负责配合有关单位接受主管部门的检查、验收和评价工作。

5. 项目资金来源包括专项资金和实施主体自有资金。实施主体收

到的项目专项资金要纳入本单位资金预算统一管控，以提高专项资金使用的整体效益。项目实施过程中，应合理安排资金支付进度，根据项目建设计划和推进情况进行资金拨付，避免人为加快和厌恶资金使用，保证项目的顺利开展。

6. 根据本项目的特点，实施主体可不为专项资金单独开立存款账户，实施主体基本存款账户可作为专项资金的指定收款账户。

7. 实施主体收到专项资金拨付文件及后期收到拨付的专项资金时通过“其他应收款—22 专项资金”科目单独核算。

8. 专项资金项目实施过程中，纪检监察部门等单位或个人发现有未按规定管理和使用专项资金，存在弄虚作假、截留、挪用、挤占专项资金等违反财经纪律行为的，一经查实，按有关规定对涉嫌人员进行处理，情节严重构成犯罪的移交司法机关处理。

### 三、落实后期管护

#### （一）落实管护责任主体

工程项目实施竣工验收后，要移交给茂名市高新技术产业开发区管委会和茂南区人民政府，落实管护责任主体，建立一整套的管理制度，确保项目按设计正常运营，发挥应有的效益。按责任部门展示任务完成情况：按责任部门对各项目任务的启动率和完成率进行统计，并进行可视化展现。通过信息平台报送情况汇总统计：对各单位的信息报送情况进行汇总统计，计算报送完成率、筛选未按时报送的单位，形成直观的图表，以了解各个单位是否按时填报，方便进行提醒和督办。

## （二）落实管护费用

为保证本项目的正常运行，应落实相应的日常运行管护经费，以保障项目正常运行。各实施单位将各自责任范围内的项目任务完成进展情况，根据规定的时间节点进行经费填报。实施单位登录系统后可查看历史经费项目信息，包括项目名称、协调单位、实施单位、节点要求、本年计划、项目当前状态、办理节点、办理流程，审核过程中被修改过的痕迹、是否超时等。进展经费，工程类项目可每月填报一次、管理类项目可按季度填报即 3、6、9、12 月。用户可进行暂存、提交、批量提交等操作。填报单位在填报时，可以查看管理部门对项目填报的建议。

## （三）管护措施

对项目工程进行定期管护，管护措施包括生态管护、工程设施维管理和人为活动管理。生态管护主要针对新营林、改造林和湿地等生态系统恢复区域进行定期监测，补植受损植被、控制和清除外来物种、防治病虫害、定期清理垃圾和腐败水生植物等，确保后续生态恢复效果。管理部门开展定期巡查，防止发生采收项目区植被、破坏工程设施等人为损坏活动，禁止在项目区内开展放牧活动。

## （四）监管机制

组长单位可对实施单位填报的项目进展情况进行查阅和逐级审核，上级相关领导部门可对各责任单位的项目完成进展情况进行审核。广东省矿山生态修复管理部门对下级提交过来的信息进行审核，不符合的可打回，上级相关领导部门对所有项目信息都具有审核与打回到指定环节的权限，打回后可启动直接接收再提交报表的功能。在审核

修改过程中，保留历史记录和修改痕迹，上级部门修改后通知下级部门，通过公告形式。上级修改审批内容，目前不限定可以修改的范围，填报的内容都可作修改。修改后需要通知被修改的人和责任部门。

### **（五）报警督办机制**

在线监管系统对未按节点要求完成的项目进行报警提醒，并根据不同滞后程度设定不同报警级别。报警信息可通过网页、邮件或短信等多种方式发送给责任单位或相关管理协调部门。上级部门可对预警、报警的项目进行总览，查看详情，并进行督办，管理员可进行报警配置。对滞后项目或重大项目进行特殊标记管理，并根据设定时间节点和设定责任单位、协调部门进行督办提醒。任务提醒督办支持系统登录后的网页消息提醒和手机短信提醒，即提醒或督办信息可通过短信发送到相关人员的手机上。

## 第五章 项目效益分析

### 第一节 生态效益

通过广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的实施，统筹解决矿城关系，综合考虑流域上中下游、地上与地下、城市与农村、陆地与海洋，全面系统地解决区域山水林田湖海生态保护与修复问题，确保小东江、鉴江流域生态安全，筑牢区域生态屏障，保护重要生态廊道、修复脆弱生态区域，保障国家生态安全。

#### 一、显著提升区域和国家生态安全保障功能

##### （一）改善流域生态环境，保障区域生态安全

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的实施，可以有效改善区域的生态环境，筑牢粤港澳大湾区和环北部湾经济圈生态屏障，保障国家生态安全。

##### （二）构筑生物多样性保护网络，保护珍稀和濒危物种

项目实施区域位于小东江流域，废弃矿山的治理是流域治理的重要一环，是保障小东江生态廊道和区域生态系统健康的关键环节，也是我国构建具有全球意义的生物多样性保护网络的重要节点。本项目的实施，可以有效保护动物迁徙地和迁徙路线，改善陆海之间、山水之间、流域水系之间、重要生态生态系统之间的连通性，构建并打通生物多样性保护网络，使珍稀和濒危物种得到有效保护。

## 二、提升区域生态系统质量

通过本项目的实施，将极大改善区域生态质量，大大增加森林和湿地面积，生态系统稳定性得到显著提高，生态系统碳汇效益大幅增加，生物多样性得到有效保护，城市生态质量得到明显提升。

### （一）修复土地资源，恢复生态功能

本项目将对总面积为 10.83 km<sup>2</sup>的历史遗留废弃矿山进行系统性生态修复，复垦废弃工矿土地 87 hm<sup>2</sup>。修复区土地资源损毁严重，通过生态系统重建、土地复垦，修复损毁的土地资源，使支离破碎的土地得到恢复，生态功能整体向好，促进生态环境持续改善。

### （二）植被恢复，隐患消除，遏制水土流失

通过裸地近自然林重建、低效林改造提升，增加水源涵养林面积。消除地质灾害隐患，通过滨湖岸坡治理、冲沟治理、雨水径流管理，降低冲蚀风险，修复水土流失面积 87.6 hm<sup>2</sup>，恢复植被 891 hm<sup>2</sup>。消除地灾隐患、减少水土流失、改善治理区植被退化状况，提升对崩塌、滑坡等地质灾害防御能力，有效改善小东江流域生态环境质量，减少水土流失对流域水环境的影响，强化生态系统的水土保持和水源涵养功能，提高生态系统质量。

### （三）重建稳定的生态系统，保护生物多样性

通过对茂名历史遗留废弃矿山进行生态修复，在被破坏的矿业废弃地上重建健康的生态系统，可以显著提高治理区植物多样性，并逐步增加治理区内鸟类和陆生动物的种类和种群数量，保护区域生物多样性。

### 三、提高碳汇储备能力

本项目因地制宜的开展生态修复工作，采用低碳环保的修复手段，减少治理过程中的碳排放。生态修复实施后，治理区的植被覆盖情况得到改善，营建和改造的近自然生态林在纵向和横向结构上优于单一林种的人工林，有助于提高森林的碳储存，对低效桉树纯林的改造也将带来有效的碳汇增量。

近自然生态林成林后，通过森林蓄积量增长，带来植被碳汇增量达每年 78647 吨。近自然林还可以通过土壤有机质的增加，实现土壤碳汇增长。据多项研究表明，热带常绿阔叶林的土壤有机碳占其生态系统碳的 55%~70%，植被碳占其生态系统碳的 28%~43%。本次营建和改造的近自然林土壤碳汇增量每年可达 10.1~19.7 万吨，全口径森林碳汇每年可达 17.9~27.5 万吨，生态系统碳汇能力得到有效提升。项目的实施完成后，将在城市周边建立一个巨大的绿肺，助力“碳达峰、碳中和”目标的实现，并带来显著的生态环境和经济社会效益。

### 四、探索绿色生态发展新路径

项目实施区域由于常年累月的矿山开采，导致区域内生态环境恶化，各种基础设施、居民区和耕地不同程度的遭到破坏，尾矿等废弃物经过雨水淋滤产生有毒的渗出液，使土地酸化，破坏土壤的生产能力，造成农田减产，严重威胁整个区域生态环境的可持续发展，并阻碍着区域产业的发展与转型。

未来的区域发展需要及时偿还历史上的生态欠债，改善区域景观形象，为当地居民提供稳定的工作保障和优美的生活环境，也为未来产业转型招商引资提供良好的形象展示，探索出一条生态治理、环境改善、设施完善、经济发展良性循环的发展新路子。

## 第二节 社会效益

治理废弃矿山，恢复绿水青山，打造金山银山。良好生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉，废弃矿山场地治理和生态修复工程的实施，将有效消除地质灾害隐患，增强区域生态系统水土保持能力，实现区域人居环境大大改善，人居安全得到有力保障，同时也推动当地的新农村建设等，保护与修复生态环境，持之以恒，实现“天更蓝、山更绿、水更清”。油页岩历史遗留废弃矿山生态修复区在完成治理以后，预计可新增土地 1305 亩，能够较大程度的缓解当地用地紧张的局面，同时能够进一步促进当地的经济发展。

### 一、提高茂名市人居环境

习总书记强调，“良好生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉”。通过广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的实施，确保居民的出行安全，提高茂名市的人居环境。矿区生态修复可以有效改善矿区及周边生态环境，修复“城市伤疤”，解决因矿业开采带来的生命安全、饮水安全、食品安全和空气污染问题。同时，该项目还可以为茂名市增加一个占地 13.59km<sup>2</sup> 的集森林、草地和湿地于一体的生态空间，带动城市生态环境改善，显著提高茂名市人居环境，满足人民对美好生活的向往。

### 二、助力南方油城生态文明建设

茂名因矿而设，因油而兴。油页岩露天矿的开采为我国的工业化发展作出了不可磨灭的贡献，也带动了茂名城的早期发展。然而，多年的矿业开采为这座城市留下了一道难以愈合的“城市伤疤”，城市发展也因此受到了限制。本项目的实施，是践行“绿水青山就是金山

银山”新发展理念的重要实践，也是助力茂名这座南方油城由工业文明迈向生态文明的重要举措。

通过本项目的实施，政府和群众对环境保护的重要性的价值有了更充分的认识，并逐步树立并深化生态价值意识、生态责任和生态道德意识、学习生态知识的教育意识、绿色消费等意识，推动形成绿色生产和生活方式，形成全民参与生态文明建设的良好社会氛围。通过切实改善矿山周边及区域生态环境质量，提升人民群众参与生态文明建设的获得感，满足人民群众对美好生活的向往。

在本项目实施后，可以切实改善矿区及茂名城区的整体环境，通过引入社会资金，带动文化产业、新型农业、新能源、服务业等行业的快速发展，推动茂名这一能源型城市实现发展模式转型，助力生态文明建设，实现人与自然和谐发展的新景象。

### **三、矿城协调发展，传承油城精神**

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的实施，统筹矿城关系，为茂名市城区发展提供更多的绿色空间，打破地理利用瓶颈，真正做到变废为宝，实现土地价值再利用。

茂名市是一座资源化城市，本项目可以助力茂名这一“南方油城”实现经济发展转型，这是对茂名市发展方向和理念的空间拓展。本项目的顺利实施，可以协助茂名市发展构建生态文明产业，油城历史遗迹文化产业和新能源产业，带动茂名市产业调整与优化，为茂名市未来发展提供新思路，拓宽新领域，注入新力量。

### **四、带动周边乡村发展，助推乡村振兴**

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的实施，统筹矿农关系，大幅提升受污染耕地安全利用率，水质达标后可灌溉 8800

亩农田，建设高标准农田 150 hm<sup>2</sup>，有效提升区域耕地质量，确保农田安全，保证农产品的产量与质量，保障粤港澳大湾区谷物、蔬菜和水果的供给安全，为我国粮食安全提供有力保障。

茂名市露天矿周围建设了三万亩“田成方、路相通、渠相连”的多功能复合型田园综合体，作为全省首个国家农业综合开发田园综合体。它被定位为广东省乃至全国唯一集中贯彻落实中央关于乡村振兴、污染整治、精准脱贫、农业供给侧结构性改革、社会主义新农村建设五大战略部署于一体的综合示范区。本项目的实施支持田园综合体项目的顺利开展，与农田部署形成合力，打造出属于茂名的特色名片。本项目按照产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕的总要求，推进茂名市乡村的产业振兴、生态振兴、文化振兴、组织振兴、人才振兴等“五个振兴”，帮助乡村高质量稳定脱贫，助力乡村振兴战略落实落地。

## 五、修复模式示范引领

通过广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程积极探索中国矿山生态修复的新模式和新路径。项目完成后，将打造流域海域一体化治理的示范、石化能源矿山山水林田湖草沙一体化治理的标杆、城市周边工矿废弃地综合利用的样板。创新矿山生态修复的理念、方法、技术与模式，拓宽投融资渠道，探索多元化、市场化投入和建管模式，积极推进矿山生态修复、资源开发利用深度融合，以“生态+治理”和“利用型修复”方式带动矿山企业转型，探索废弃矿山的改造升级和再利用途径，寻求适应新时代要求的矿山生态修复的新动力、新模式，推进形成政府主导、多元主体参与的矿山生态修复长效机制，掀开中国矿山生态修复与转型发展的新篇章。

综上所述,通过实施广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程,能够为粤西地区在生态修复模式、修复方式、管理模式、综合利用模式、政企联合多元主体参与模式等方面形成可复制、可推广、可借鉴的经验。

### 第三节 经济效益

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的经济效益体现在两个方面：一是直接经济效益；二是间接经济效益。直接经济效益是指通过工程项目的实施直接推动经济发展。通过对历史遗留废弃矿山进行生态修复，区域生态环境质量明显改善，碳汇能力增加，能直接拉动GDP增长，推动当地经济发展。间接经济效益是通过工程实施而减少的对土地等需要的生态补偿费、推动产业结构优化调整、产业生态化和生态产业化等。

#### 一、盘活废弃土地资源，实现废弃工矿用地再利用

本项目总治理费用 59347.81 万元。改造低效林地 1 万余亩；新建湿地 1186 亩；新建近自然生态林 1900 余亩。营林成年后每年可增加碳汇 78647 吨，根据 2022 年 12 月全国碳市场碳排放配额（CEA）挂牌协议交易价格计算，预计碳汇经济价值 272.9 万元/年。盘活土地利用面积 1305 亩，根据 2022 年茂名市国有用地出让价格计算，产生直接土地经济价值 11.1 亿元。

#### 二、改善人居环境，带动周边土地价值提升

通过矿区生态修复，可以有效改善矿区及周边生态环境质量，盘活矿区周边建设用地 1.5 km<sup>2</sup>，推动文化、旅游、健康等新型产业在矿区周边落地，带动矿区周边土地价值提升。

#### 三、撬动社会资本对生态环境产业的持续投入

发挥财政资金引领作用，引入社会资金参与矿山生态修复和后续产业发展，预计可撬动社会资金超过 20 亿元，每年可以带动 2000 万

元的综合税收。

#### **四、助力茂名转型发展，增加居民收入水平**

通过对矿区进行生态修复，助力茂名市由资源型城市向服务型城市转型发展。带动旅游、文化、体育健康等新型产业在治理区周边落地。预计每年可吸引 120 万人次到矿区进行休闲娱乐、体育运动及文化科普等，可以提高区域居民就业率，增加就业岗位 3000 个，大幅度提高当地居民收入。

#### **五、发展特色农业，提高农民收入**

通过对矿区进行生态修复，可有效控制矿区周边农田和地表水污染状况，提高农田质量，增加农作物产量和品质，形成产值约 2000 万元的特色农业，增加农民收入。

## 第六章 其他事项

2011年，国务院发布《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》中提到生态红线，这是在国家规范性文件中第一次出现生态红线；2011年6月原国土资源部制定《基本农田划定技术规程》，明确了基本农田划定原则、任务、技术方法、流程及成果规范等内容。2019年11月，为统筹划定落实三条基本控制线，解决以往的“三线”管理不统一、重叠交叉及冲突等问题，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》。本次《财政部办公厅自然资源部办公厅关于组织申报2023年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》中明确指出，本次实施生态保护修复的中央财政资金不得安排用于以下方面支出：不符合自然保护区、生态保护红线、耕地保护红线等国家管控要求的项目。基于此要求，本次实施方案中对拟修复图斑选择遵循以下原则：“内部调整、集中连片、优进劣出、划优划足”。坚持生态优先，优先保证小东江流域内集中连片，对环境影响较大的废弃矿山得到优先治理。在此基础上，考虑社会经济发展、土地利用现状、城市未来发展需求等多种因素，对与永久农田矛盾图斑先行合理扣除，再按照国家要求对城市开发边界内的图斑进行资金分配调整，保证中央资金使用符合国家管控要求，下面针对各类红线进行分项描述。

### 一、拟修复图斑与生态保护红线

本次拟修复图斑与生态保护红线存在一定重叠，重叠区域有2处。根据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，对生态保护红线内允许进行的活动进行了详细研究。意见明确指出：

生态红线范围内“允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；重要生态修复工程”。依据此项指示，本次实施方案申请中央资金，对露天矿内不稳定斜坡地形进行重塑、受矿渣酸化的表层土壤进行重构、和对因矿山开发受损的生态系统进行植被重建，均属于生态修复工程，符合生态红线管控规定。并将在施工过程中应妥善处理弃土、弃渣，不在环境敏感区堆放和丢弃，土石方开挖注意防范水土流失，施工结束后及时进行生态恢复工作。

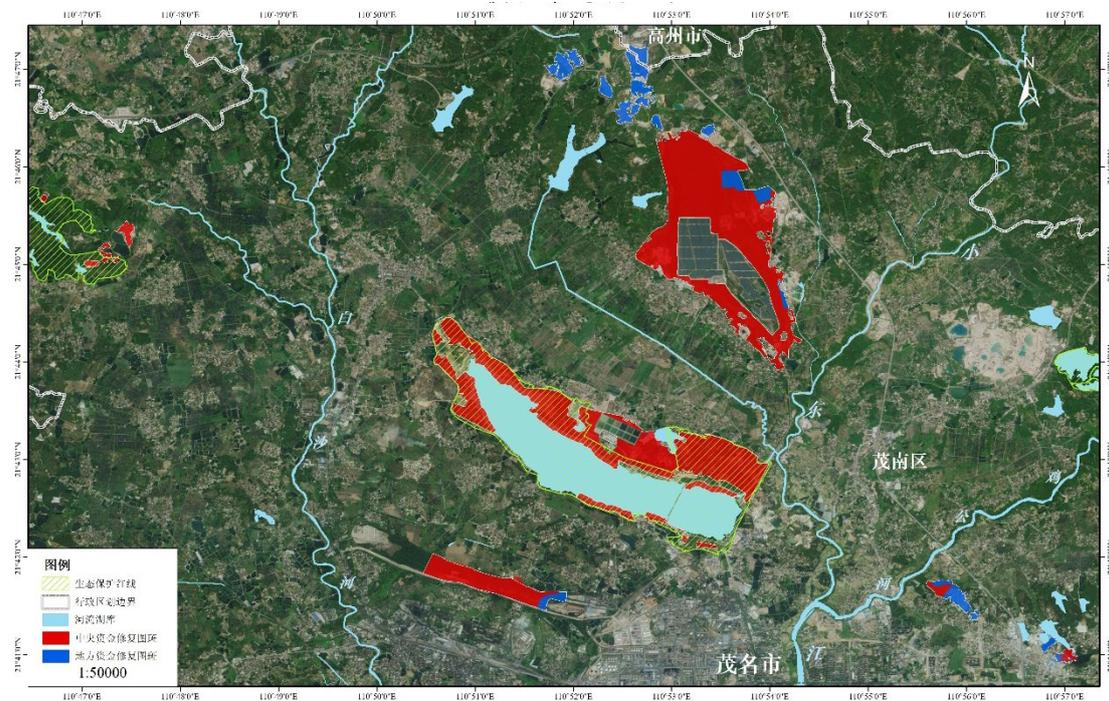


图 6-1 拟修复图斑与生态保护红线的关系

下面对 2 处斑块进行详细描述。

修复单元 I（露天矿）和修复单元 IV（茂南区金塘矿区）中的 3 处图斑同时属于粤西沿海丘陵台地水土保持类型生态红线。矿坑地表占用茂名市生态保护红线总面积 333.62 hm<sup>2</sup>，红线类型为水土保持。根据国家规定，水土保持类型生态红线严禁不符合主体功能定位

的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。在粤西沿海丘陵台地水土保持类型生态红线范围内，可开展坡园地治理、坡耕地治理、重点区域自然水土流失治理、废弃矿山治理、崩岗整治、水土保持型生态农业建设、美丽乡村建设、清洁小流域治理建设。本项目中与生态红线重叠区域开展废弃矿山治理，与红线要求相符。

## 二、拟修复图斑与永久基本农田

本次实施方案拟修复图斑范围与永久基本农田不存在重叠。

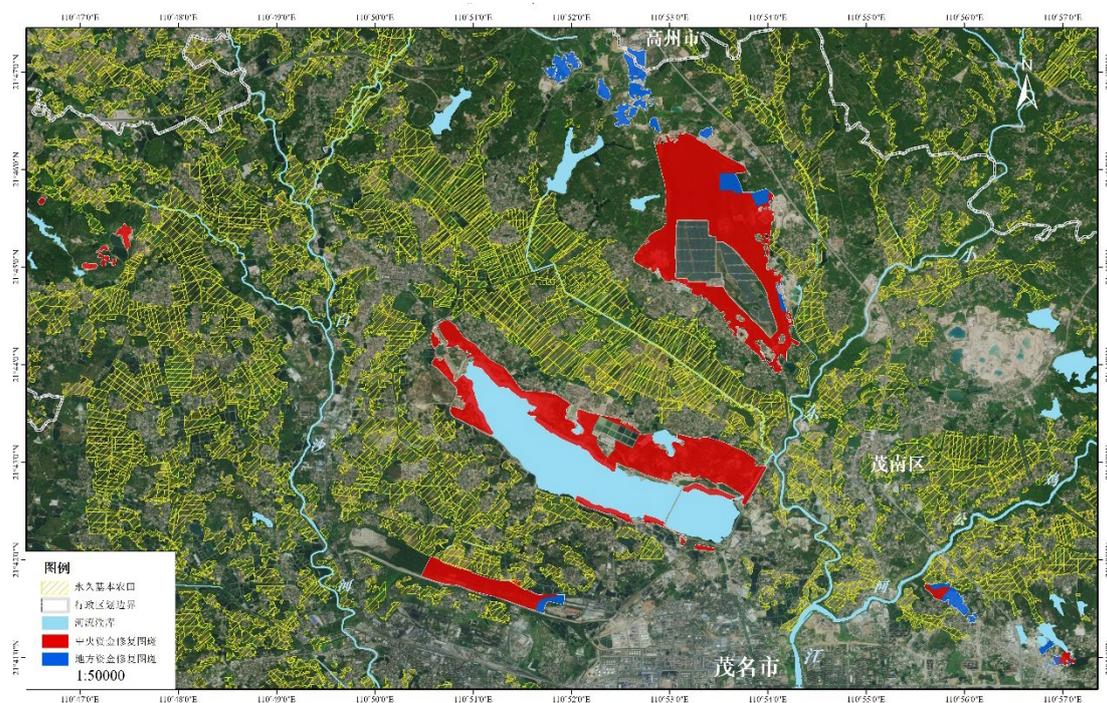


图 6-2 拟修复图斑与永久基本农田的关系

## 三、拟修复图斑与城镇开发边界

依据《自然资源领域中央与地方财政事权和支出责任划分改革方案》、《重点生态保护修复治理资金管理办法》等有关规定。资金管理办法中明确指出，“实施区域性土地整治示范，盘活存量建设用地，

提升土地节约集约利用水平，修复人居环境”。在此精神指导下，本次实施方案选取国家认定历史遗留废弃矿山图斑，尊重自然生态格局和矿业特色文化，整合碎片化、分散化的废弃矿山空间，织补城市受损肌理，疏通“矿—农—城”点线面网结构，形成完整连贯的山水骨架和空间形态。在此完整的生态框架中，国家认定历史遗留废弃矿山图斑，充分考虑生态功能重要性、生态环境敏感性、潜在地质灾害风险隐患、综合利用价值、规划用地类型以及生态、农业、城镇三大空间和三条控制线的管控差异等，按照实事求是、因地制宜的原则，确定中央资金修复斑块和地方资金修复斑块两种资金利用修复类别，分别约占废弃矿山总面积的 96%和 4%。

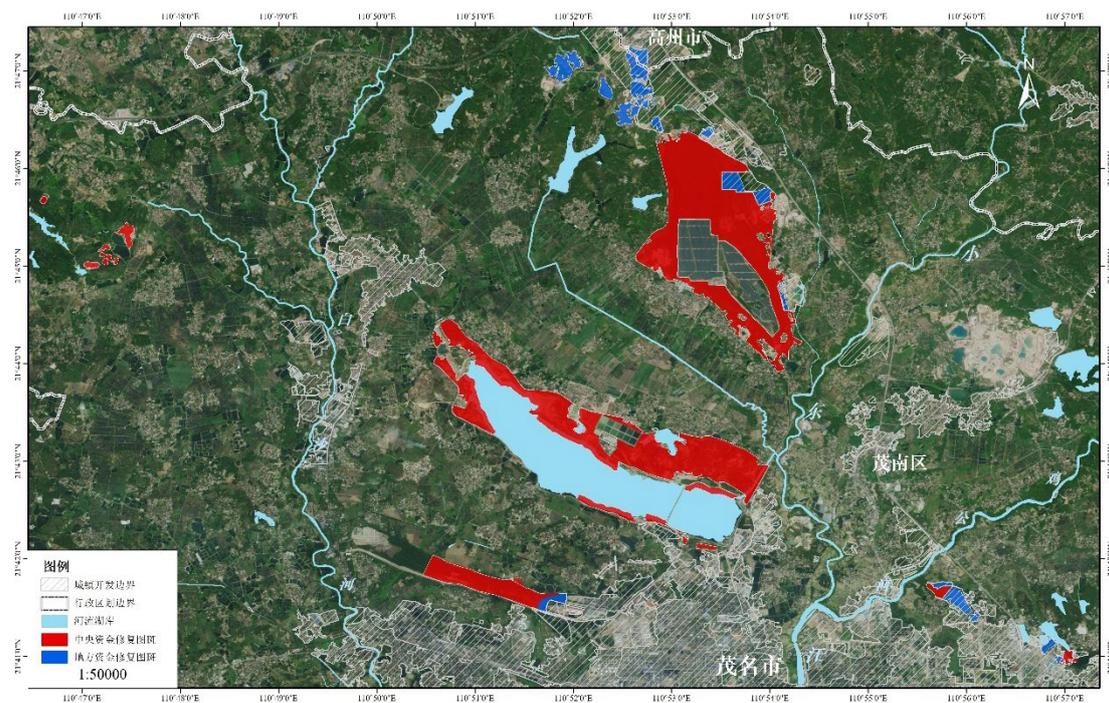


图 6-3 拟修复图斑与城镇开发边界的关系

其中，中央资金修复的图斑范围与城市开发边界不存在重叠。使用中央资金的斑块，主要包括自然恢复能力差，需采取必要的人工辅助措施以实现修复目标的，以及现状为采矿用地等建设用地但规划为

非建设用地的废弃矿山和裸露岩壁，重要交通干线、景区视域范围内可见的裸露岩壁等，采取人工干预手段及工程措施进行修复。通过地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观再现、生物多样性重组与保护等生态系统修复工程，重塑与废弃矿山与周边景观相协调的地貌，培育矿区破坏地表土壤肥力与结构。

地方修复资金主要用于与城市开发边界存在重叠的国家认定历史遗留废弃矿山图斑修范围。综合治理小东江流域范围内废弃矿山，消灾除隐、平整土地。拟修复图斑与城镇开发边界重叠区域有 2 处。结合茂名城市区域发展定位，对这 2 处城镇开发边界内的废弃矿山，推进工矿用地腾退改造，盘活存量土地资源，探索矿山转型利用的新模式。地方修复资金与中央资金做整体考虑，地方资金修复的这部分图斑在整治后转型利用，重新成为可建设用地和高效农田。

本次实施方案中规划实施的矿山生态修复工程，将再保证中央资金使用符合国家管控要求的基础上，推动修复模式从分散无序向规划引领转变，修复方法从消灾复绿向综合利用转变，修复效果从形态恢复向功能完善转变，保障茂名生态安全、提高城市韧性，实现生态效益、经济效益和社会效益的有机统一。

附件 1：广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程子项目清单

序号	项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积 (hm <sup>2</sup> )	项目估(概)算(万元)				建设内容	费用构成
					合计(万元)	中央资金(万元)	地方资金(万元)	社会资金(万元)		
1	小东江中游矿山生态修复子项目	高新技术开发区	2024-2025	423	12345.02	12345.02			1. 治理目标：提升水土保持能力、提高生态系统质量和碳汇能力，消除地质安全隐患。通过实施消除地质灾害隐患工程，治理滨湖边坡 7.7km；对 900m 的不稳定斜坡区域进行地形重塑；土壤重构 81 万 m <sup>3</sup> ；营建林地 62 hm <sup>2</sup> ；退化植被恢复 190 hm <sup>2</sup> ，恢复重建湿地 11 hm <sup>2</sup> 。 2. 工程布局及工作量 地质灾害消除工程：削顶清理危岩土体 7648m <sup>3</sup> ；平整坡面 61185m <sup>2</sup> ；建设护坡石笼 62369m <sup>3</sup> 。 植被重建工程：土方分层填筑，每层 30-50cm，共 186684m <sup>3</sup> ，换填客土 23725m <sup>3</sup> ，地表重塑并栽植容器苗 62 hm <sup>2</sup> ；对 190 hm <sup>2</sup> 的退化林地进行不良树木清理，而后挖穴整地，换填种植土并栽植容器	1. 生态系统受损重建：2874.12 万元； 2. 退化植被恢复：1610.78 万元； 3. 土壤重构：2214.28 万元； 4. 不稳定斜坡地形重塑：3585.00 万元； 5. 临时工程：311.65 万元； 6. 独立费用：1229.11 万元； 7. 基本预备费：520.0 万元。

序号	项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积 (hm <sup>2</sup> )	项目估(概)算(万元)				建设内容	费用构成
					合计(万元)	中央资金(万元)	地方资金(万元)	社会资金(万元)		
									苗; 营建挺水植物湿地 80470m <sup>2</sup> , 湿地浮窗 30592m <sup>2</sup> 。	
2	小东江上游矿山生态修复子项目	茂南区	2023-2025	531	30845.34	9985.34	20860.00		<p>1. 治理目标: 营建水源涵养林, 提高生态系统的多样性和稳定性, 增强碳汇能力, 废弃土地复垦利用。</p> <p>退化林地恢复 410 hm<sup>2</sup>, 实施土壤重构 77 万 m<sup>3</sup>, 地形重塑 12585 m<sup>2</sup>, 废弃土地复垦利用 66 hm<sup>2</sup>。</p> <p>2. 工程布局及工作量</p> <p>退化林地恢复工程: 土方分层填筑, 每层 3~50 cm, 共计填筑 109190 m<sup>3</sup>; 对 410 hm<sup>2</sup>的低效林内生长不良树木进行清理后, 改良土壤、栽植容器苗 41 hm<sup>2</sup>。</p> <p>土壤重构工程: 土壤结构、肥力、活力改良和微生物抑酸 774071 m<sup>3</sup>。</p> <p>地形重塑工程: 坡面整理 12585 m<sup>2</sup>, 坡脚护坡砌石 382 m<sup>3</sup>, 铺设植物纤维固定网 10885 m<sup>2</sup>, 喷薄植草 12585 m<sup>2</sup>。</p> <p>废弃土地复垦利用工程: 土地平</p>	<p>1. 生态系统受损重建: 2205.56 万元;</p> <p>2. 退化植被恢复: 3364.64 万元;</p> <p>3. 土壤重构: 2593.14 万元;</p> <p>4. 不稳定斜坡地形重塑: 654 万元;</p> <p>5. 临时工程: 266.67 万元;</p> <p>6. 独立费用: 459.07 万元;</p> <p>7. 基本预备费: 442.36 万元;</p> <p>8. 废弃土地复垦(含二类、三类费): 20860.00 万元。</p>

序号	项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积 (hm <sup>2</sup> )	项目估(概)算(万元)				建设内容	费用构成
					合计(万元)	中央资金(万元)	地方资金(万元)	社会资金(万元)		
									整 663216 m <sup>2</sup> , 客土回填 116 万 m <sup>3</sup> 。	
3	白沙河下游矿山生态修复子项目	高新技术开发区	2024-2025	81	4998.73	2020.92	2977.81		1. 治理目标：营建水源涵养林，提高生态系统的多样性和稳定性，增强碳汇能力。 地形重塑 15 hm <sup>2</sup> ；植被重建工程，营建近自然林 8.8 hm <sup>2</sup> ，恢复退化植被 64 hm <sup>2</sup> ；土壤重构 15 万 m <sup>3</sup> 。 2. 工程布局及工作量 地形重塑工程：土方分层填筑 45724 m <sup>3</sup> 。 植被重建工程：换填种植土 1947 m <sup>3</sup> ，造林地清理及挖穴整地 6.4 hm <sup>2</sup> ，回填客土 13397 m <sup>3</sup> ，栽植容器苗 152412 m <sup>2</sup> 。	1. 生态系统受损重建：536.29 万元； 2. 退化植被恢复：600.64 万元； 3. 土壤重构：510.58 万元； 5. 临时工程：59.28 万元； 6. 独立费用：229.16 万元； 7. 基本预备费：84.97 万元； 8. 废弃土地复垦（含二类、三类费）：2977.81 万元。
4	白沙河中游矿山生	茂南区	2024-2025	15	1957.87	1957.87			1. 治理目标：消除地质灾害隐患，重建生态系统，改善人居环境，增强碳汇能力。	1. 生态系统受损重建：682.66 万元；

序号	项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积 (hm <sup>2</sup> )	项目估(概)算(万元)				建设内容	费用构成
					合计(万元)	中央资金(万元)	地方资金(万元)	社会资金(万元)		
	态修复子项目								实施地质灾害消除工程，治理危岩体边坡 3000 m；植被重建 9.5 hm <sup>2</sup> 。 2. 工程布局及工作量 地质灾害消除工程：清理危岩 1000 m <sup>3</sup> ，平整坡面 18000 m <sup>2</sup> ，边坡格构梁浇筑 2600 m <sup>3</sup> ，拱形护坡砌石 3272 m <sup>3</sup> ，开挖土方 3600 m <sup>3</sup> ，喷播绿化 12000 m <sup>2</sup> 。 植被重建工程：土方分层填筑，每层 30~50cm，共填筑 27558 m <sup>3</sup> ，换填种植土 45930 m <sup>3</sup> ，栽植容器苗 91860 m <sup>2</sup> ，种植挺水植物 3934 m <sup>2</sup> 。	2. 不稳定斜坡地形重塑：973.02 万元； 3. 临时工程：59.67 万元； 4. 独立费用：157.74 万元； 5. 基本预备费：84.78 万元。
5	鸡公河下游矿山生态修复子项目	茂南区	2025	33	6626.98	1116.98		5510.00	1. 治理目标：废弃土地复垦利用，重建生态系统，改善人居环境，增强碳汇能力。 土壤重构 8 万 m <sup>3</sup> ；植被重建工程营建近自然林 8 hm <sup>2</sup> ，恢复湿地 2021 m <sup>2</sup> ；废弃土地复垦利用 11.8 hm <sup>2</sup> 。 2. 工程布局及工作量 土壤重构工程：土壤结构、肥	1. 生态系统受损重建：591.49 万元； 2. 湿地恢复重建：27.00 万元； 3. 土壤重构：268.45 万元； 4. 临时工程：

序号	项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积 (hm <sup>2</sup> )	项目估(概)算(万元)				建设内容	费用构成
					合计(万元)	中央资金(万元)	地方资金(万元)	社会资金(万元)		
									力、活力改良和微生物抑酸 80135 m <sup>3</sup> 。 植被重建工程：土方分层填筑 26062 m <sup>3</sup> ，换填种植土 32500 m <sup>3</sup> ，栽种容器苗 80135 m <sup>2</sup> ，种植湿地植物 200 株。 废弃土地复垦利用工程：土地平整 118296 m <sup>2</sup> ，客土回填 21 万 m <sup>3</sup> 。	37.22 万元； 5. 独立费用：145.87 万元； 6. 基本预备费：46.94 万元； 7. 废弃土地复垦（含二类、三类费）：5510.00 万元。
6	生态修复跟踪监测	高新技术开发区、茂南区	2025-2030	-	2573.87	2573.87			1.地质稳定性监测 地质稳定性实时监测站 6 处、固定式测斜仪 10 套、拉绳式裂缝计/拉杆裂缝计 10 套、雨量实时监测站 1 处，实时视频监控系统 5 套，实时监测。 2.水环境监测 地表水监测点 20 处、地下水监测点 15 处，丰水期、枯水期各 1 次，共监测 3 年。 3.土壤环境监测 土壤环境监测点 30 处，1 次/年，共监测 3 年。 4.碳源汇监测	1. 生态修复监测网络：871.18 万元； 2. 生态修复跟踪监测：1702.69 万元。

序号	项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积 (hm <sup>2</sup> )	项目估(概)算(万元)				建设内容	费用构成
					合计 (万元)	中央资金 (万元)	地方资金 (万元)	社会资金 (万元)		
									碳源汇监测布设 5 条固定样线，每条样线不少于 3 处，选择生物量最大季节（7~10 月）开展监测，1 次/年，共监测 3 年。 5.生物群落监测 动物群落监测点 20 处，共监测 3 年，水生生物 2 次/年，丰水期、枯水期各 1 次；兽类与鸟类，1 次/年。 6.卫星和航空遥感监测 卫星遥感环境动态监测和航空遥感环境动态监测，2 次/年，监测 3 年。	
	总计				<b>59347.81</b>	<b>30000.00</b>	<b>23837.81</b>	<b>5510.00</b>		

附件 2：广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程绩效目标表（2023-2025 年）

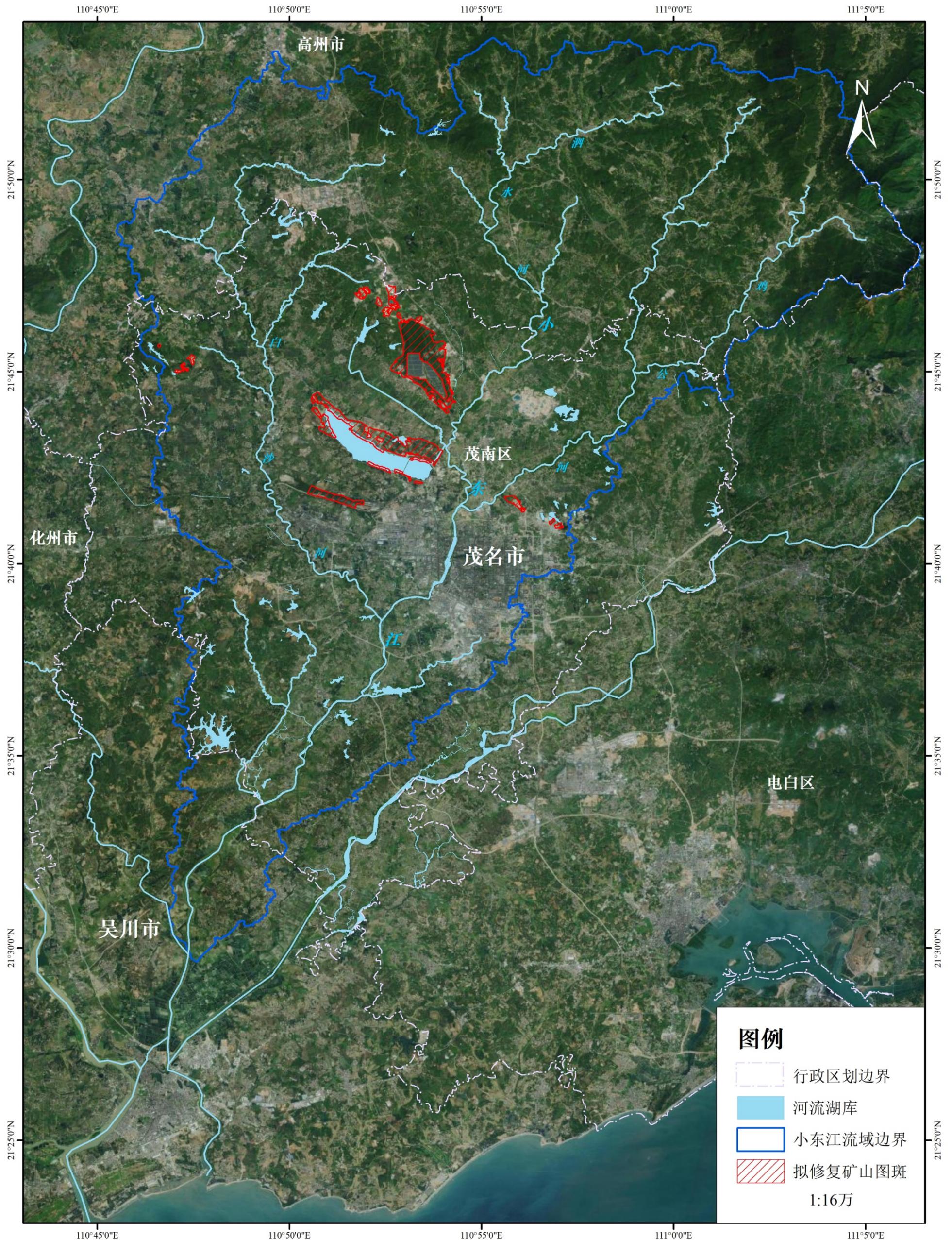
项目名称	广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程				
所属专项	历史遗留废弃矿山生态修复专项资金				
中央主管部门	自然资源部	省级财政部门	广东省财政厅		
省级主管部门	广东省自然资源厅	具体实施单位	茂名市人民政府		
资金情况（万元）	总投资	59347.81			
	中央资金	30000.00			
	地方配套	23837.81			
	社会资本	5510.00			
总体目标	广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程位于茂名市茂南区和高新技术产业开发区，通过项目实施主要解决实施区域内存在的土地资源损毁、地质安全隐患、植被丧失和退化、生物多样性低、水土流失等主要生态问题，完成生态修复总面积 1083 ha，工程内容包括消除地质环境隐患点 15 处，修复废弃矿山（矿点）数量 57 个，林地提质改造 664 ha；新建湿地 91 ha；新增林地 148 ha，盘活土地利用面积 87 ha；工程实施后产生的效益包括，有效改善区域人居环境，惠及超过 81.76 万人，土地复垦利用率超过 50%，水源涵养功能修复面积超过 812 ha。				
绩效指标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值	
	产出指标	数量指标	矿山生态修复面积	1083 ha	
			修复废弃矿山（矿点）数量	57 个	
			地质环境隐患点消除数量	15 处	
			边坡治理面积	≥13.8 ha	
			林地提质改造面积	≥664 ha	
			新增湿地面积	≥91 ha	
			新增林地面积	≥148 ha	
			土地复垦面积	≥324 ha	
			质量指标	工程质量合格率	100%
				植被成活率	≥70%
	时效指标	项目按时开工率	100%		
	成本指标	单位成本控制数	≤55 万元/ha		
	效益指标	社会效益	人居环境改善	≥81.76 万人	
		生态效益	增加的植被覆盖率	≥12.8%	
			水土流失面积减少率	≥70%	
		经济效益	土地复垦利用率	≥30%	
可持续影响指标		后期管护持续时间	≥3 年		
	区域生态功能稳定可持续时间	≥30 年			
满意度	服务对象满意度指标	项目实施区域群众满意度	≥90%		

附件 3：广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程绩效目标表（2023 年）

项目名称	广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程			
所属专项	历史遗留废弃矿山生态修复专项资金			
中央主管部门	自然资源部	省级财政部门	广东省财政厅	
省级主管部门	广东省自然资源厅	具体实施单位	茂名市人民政府	
资金情况（万元）	总投资	13341.85		
	中央资金	10000		
	地方配套	3341.85		
	社会资本	0		
总体目标	广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程位于茂名市茂南区和高新技术产业开发区，通过项目实施主要解决实施区域内存在的土地资源损毁、地质安全隐患、植被丧失和退化、生物多样性低、水土流失等主要生态问题，2023 年完成生态修复总面积超过 165 ha，工程内容包括消除地质环境隐患点 5 处，修复废弃矿山（矿点）数量 15 个，新增林地 57 ha，盘活土地利用面积 10 ha；工程实施后产生的效益包括，有效改善区域人居环境，惠及超过 31 万人，土地复垦利用率超过 40%，水源涵养功能修复面积超过 165 ha。			
绩效指标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值
	产出指标	数量指标	矿山生态修复面积	≥165 ha
			修复废弃矿山（矿点）数量	≥15 个
			地质环境隐患点消除数量	≥5 处
			边坡治理面积	≥7 ha
			新增林地面积	≥57 ha
			土地复垦面积	≥67 ha
		质量指标	工程质量合格率	100%
			植被成活率	≥70%
			时效指标	项目按时开工率
	成本指标	单位成本控制数	≤55 万元/ha	
	效益指标	社会效益	人居环境改善	≥31 万人
		生态效益	增加的植被覆盖率	≥5%
			水土流失面积减少率	≥40%
		经济效益	土地复垦利用率	≥40%
	可持续影响指标	后期管护持续时间	≥3 年	
满意度	服务对象满意度指标	项目实施区域群众满意度	≥90%	

# 附图1 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

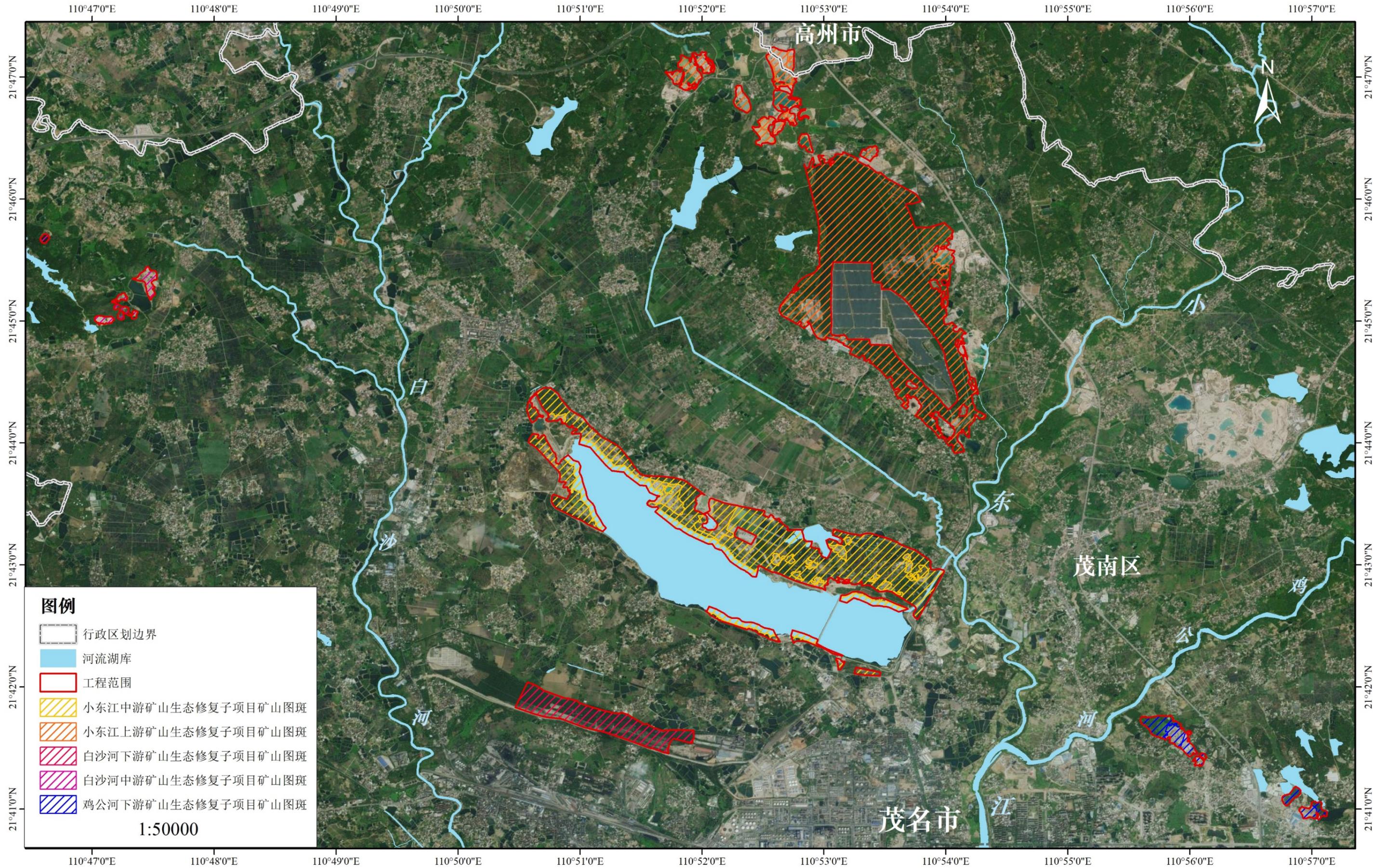
拟修复图斑在流域中的位置



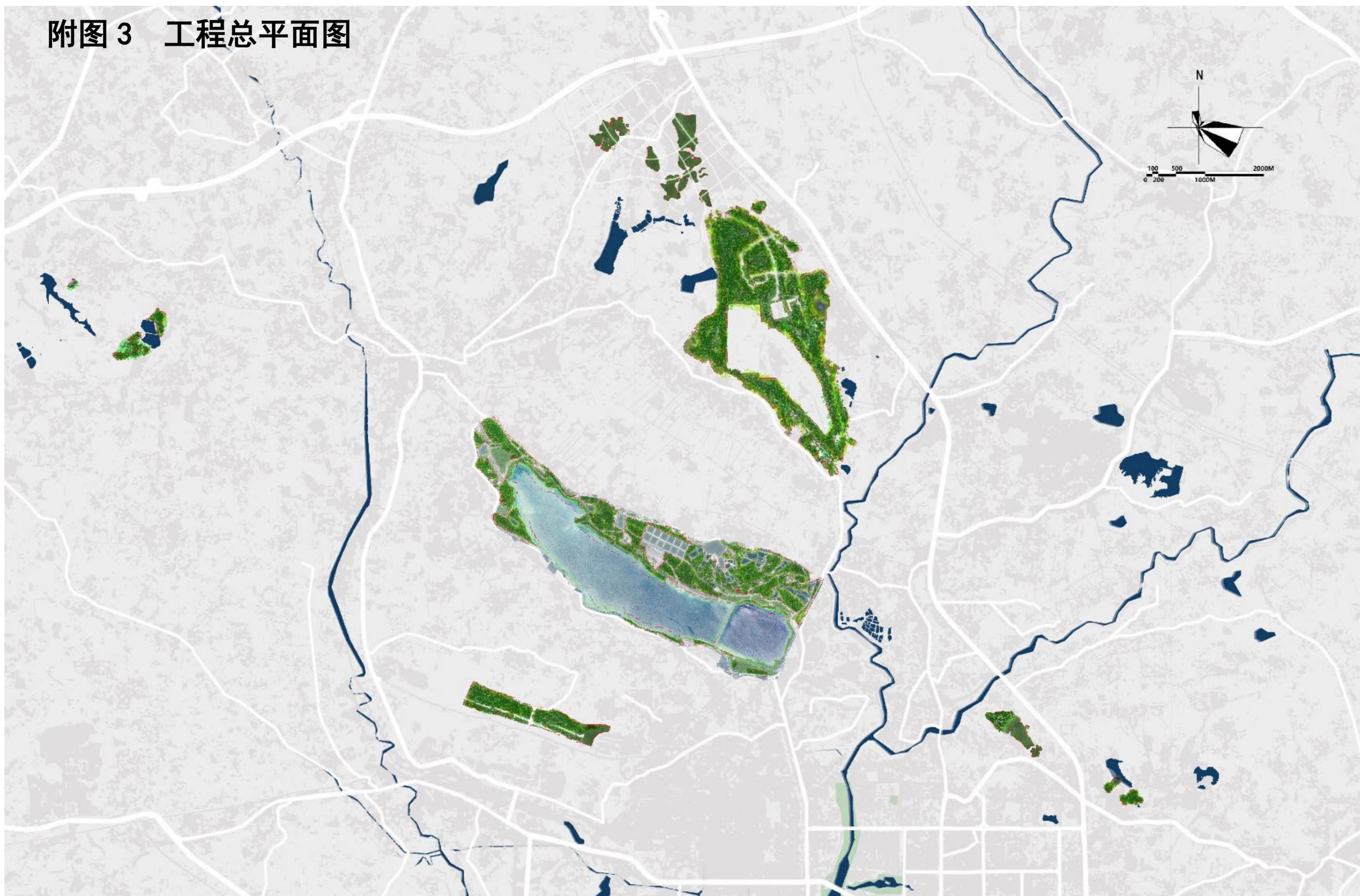
附图 2

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

## 工程布局图

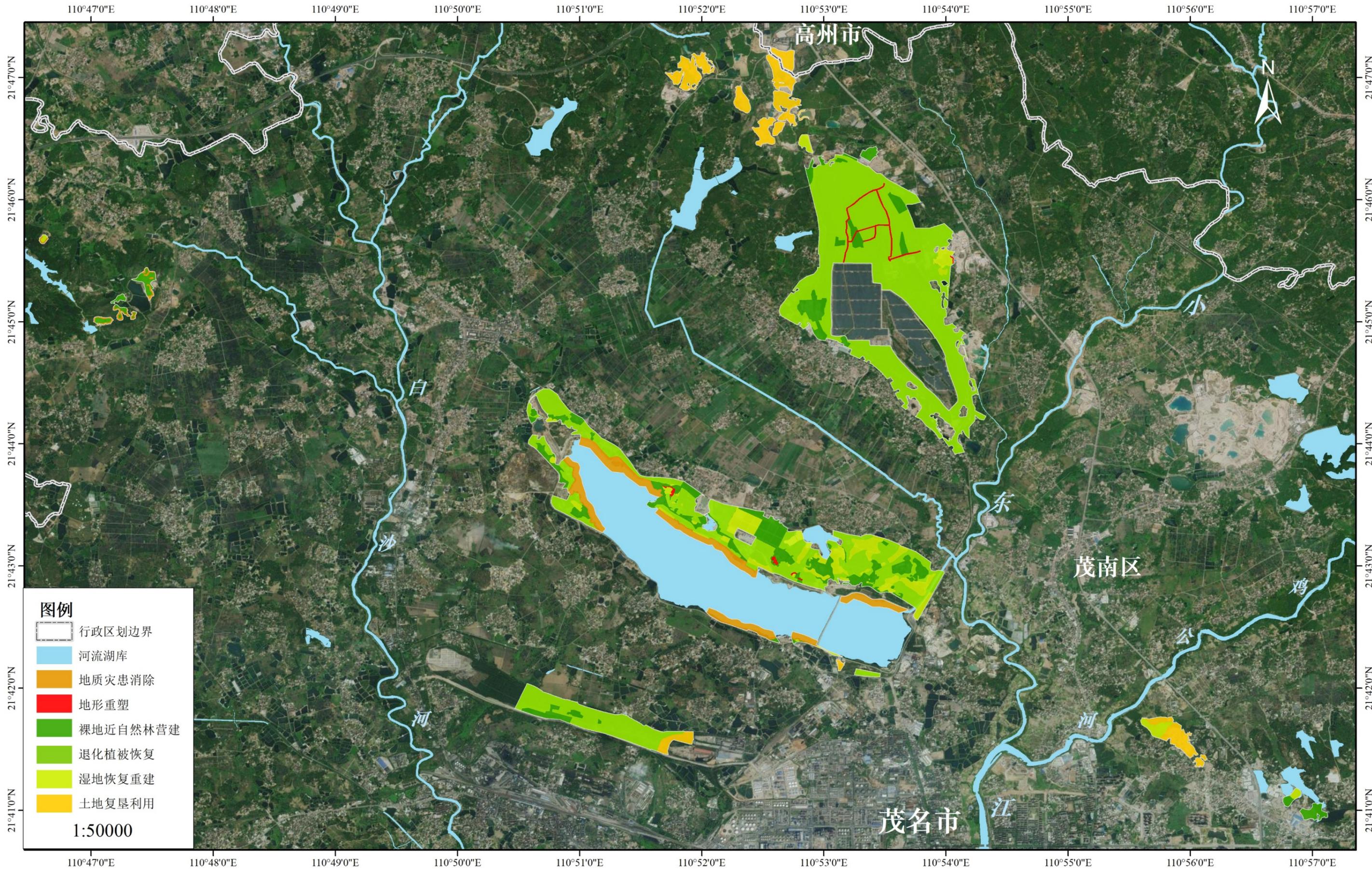


附图 3 工程总平面图



附图 4

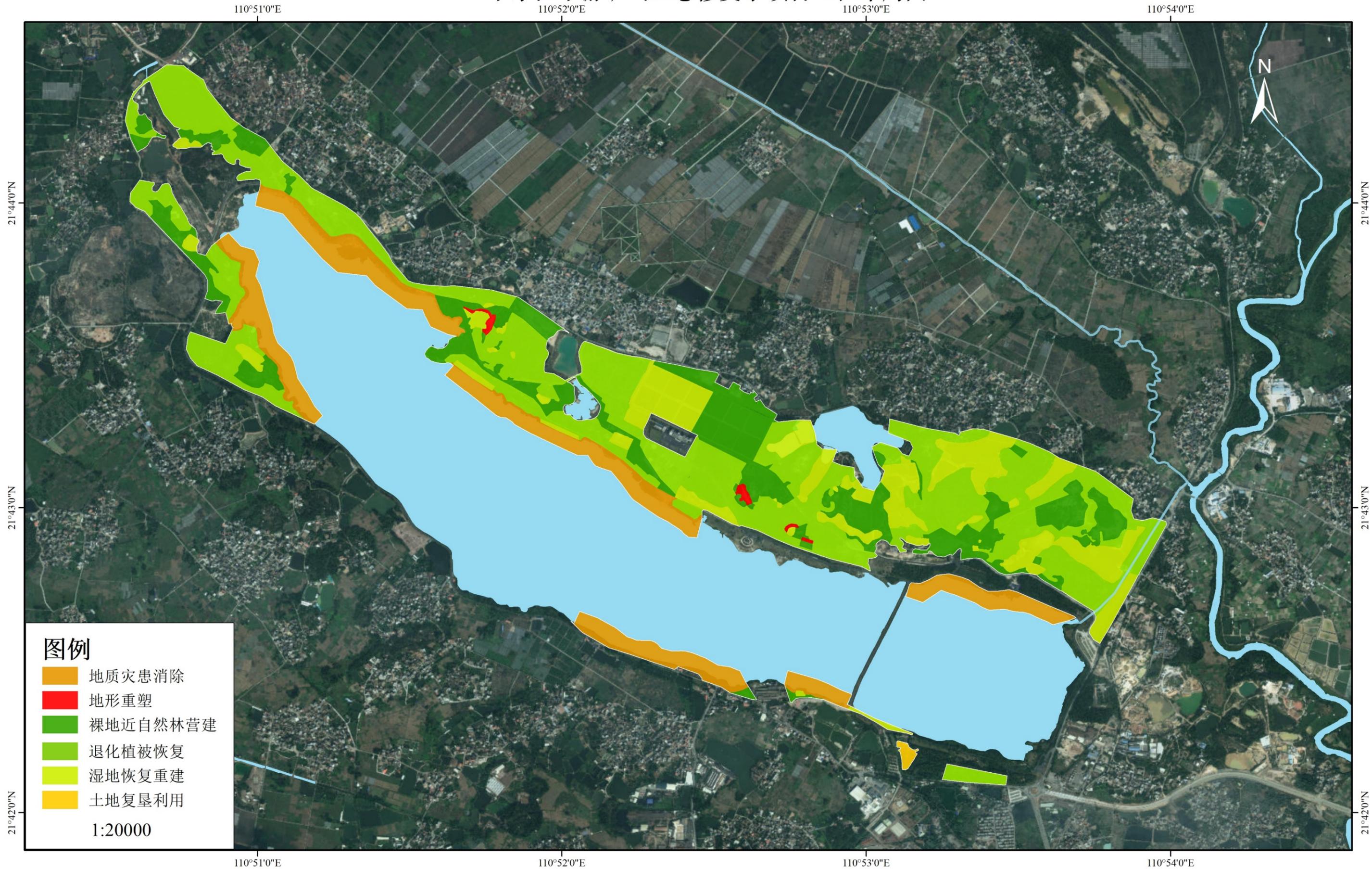
# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程 实施内容布置图



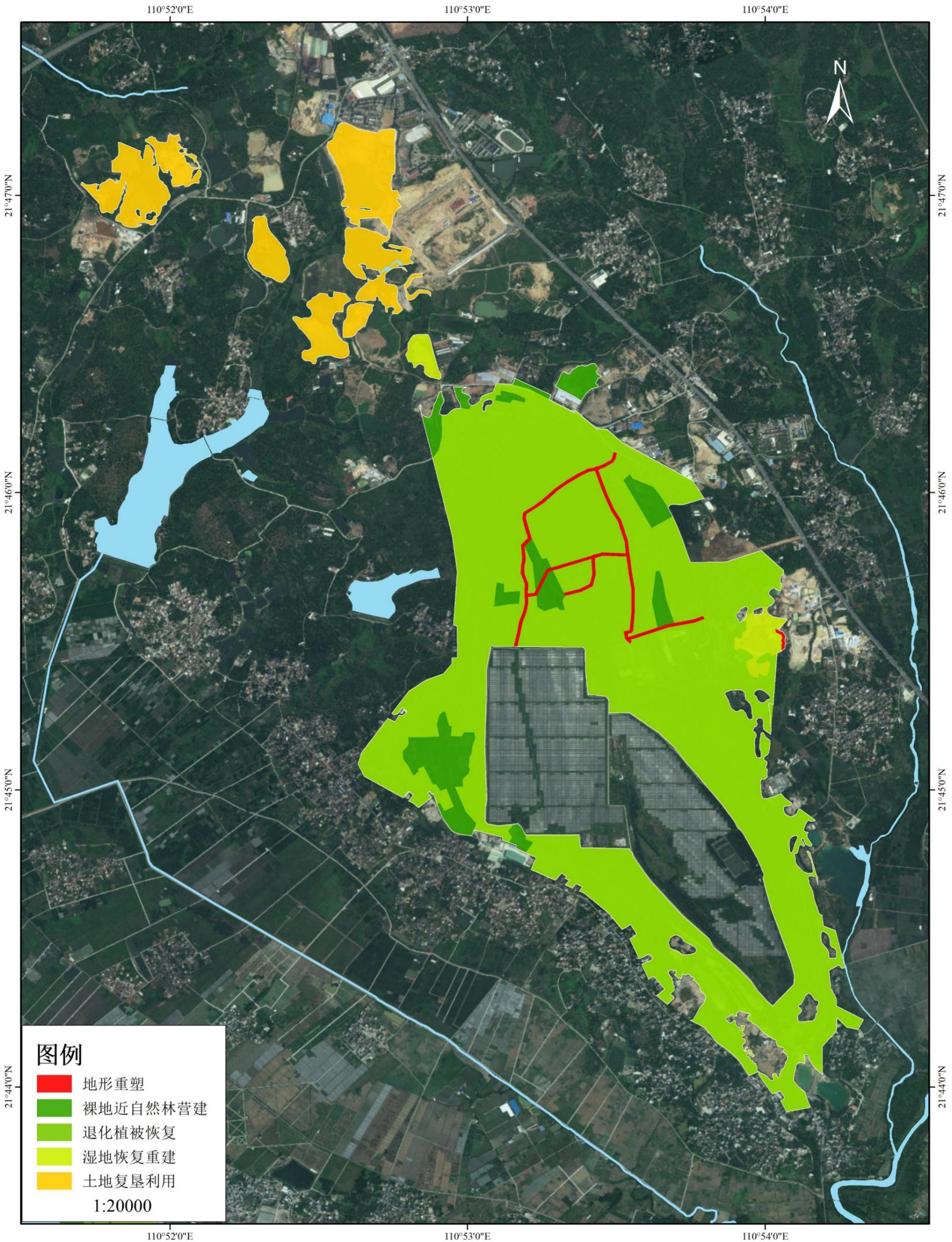
附图 5

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

## 小东江中游矿山生态修复子项目工程布局图



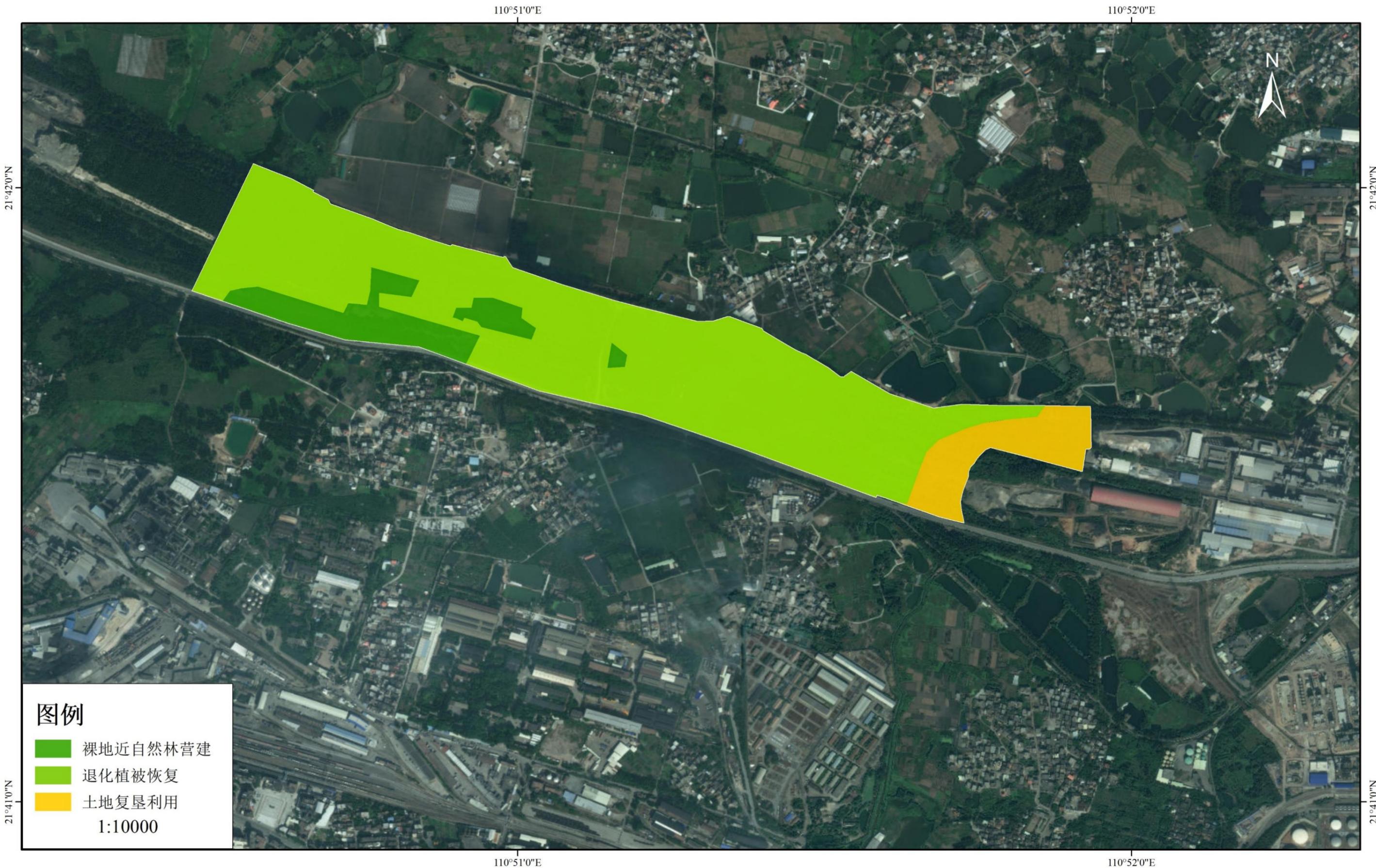
# 附图 6 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程 小东江上游矿山生态修复子项目工程布局图



附图 7

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

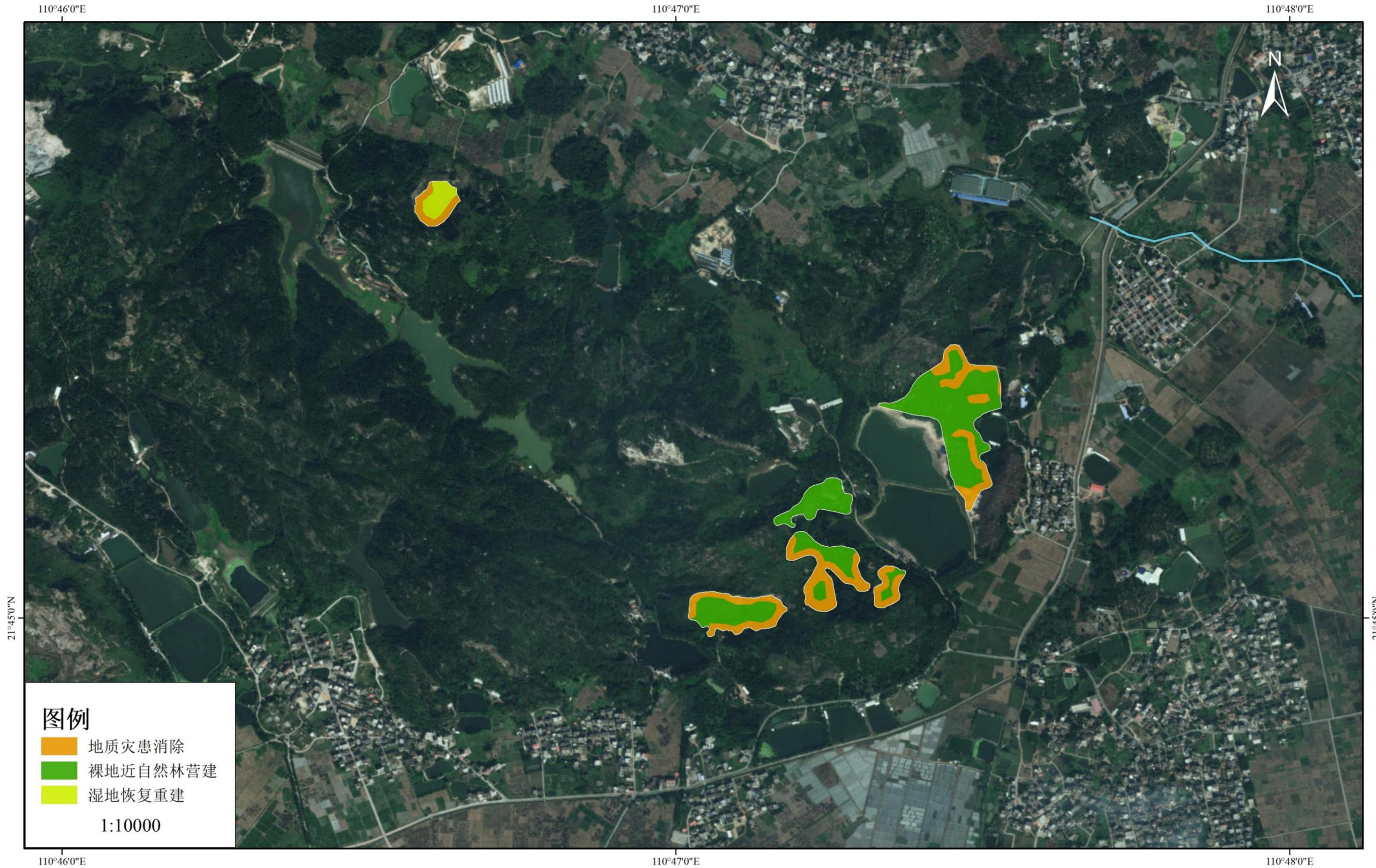
## 白沙河下游矿山生态修复子项目工程布局图



附图 8

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

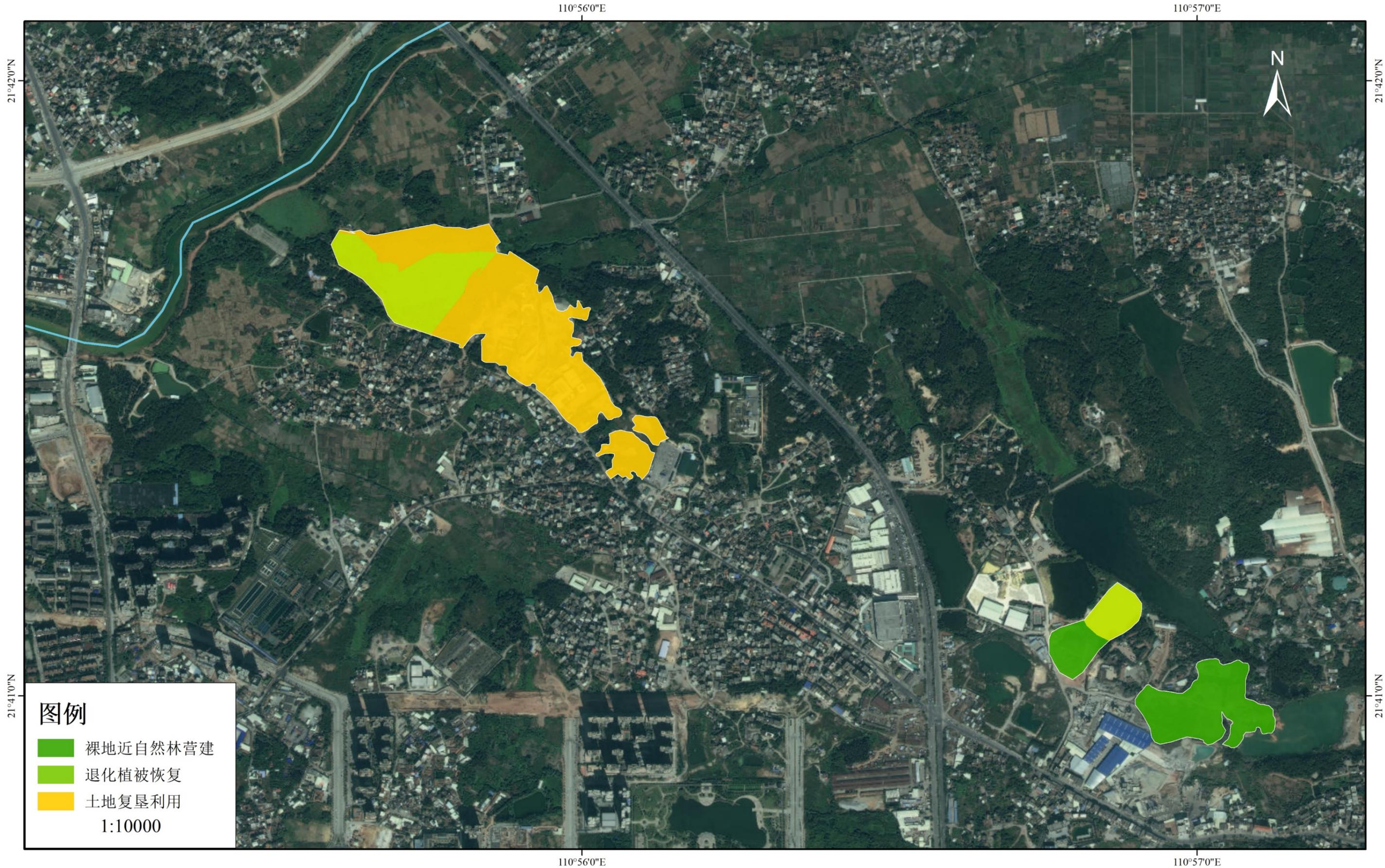
## 白沙河中游矿山生态修复子项目工程布局图



附图 9

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

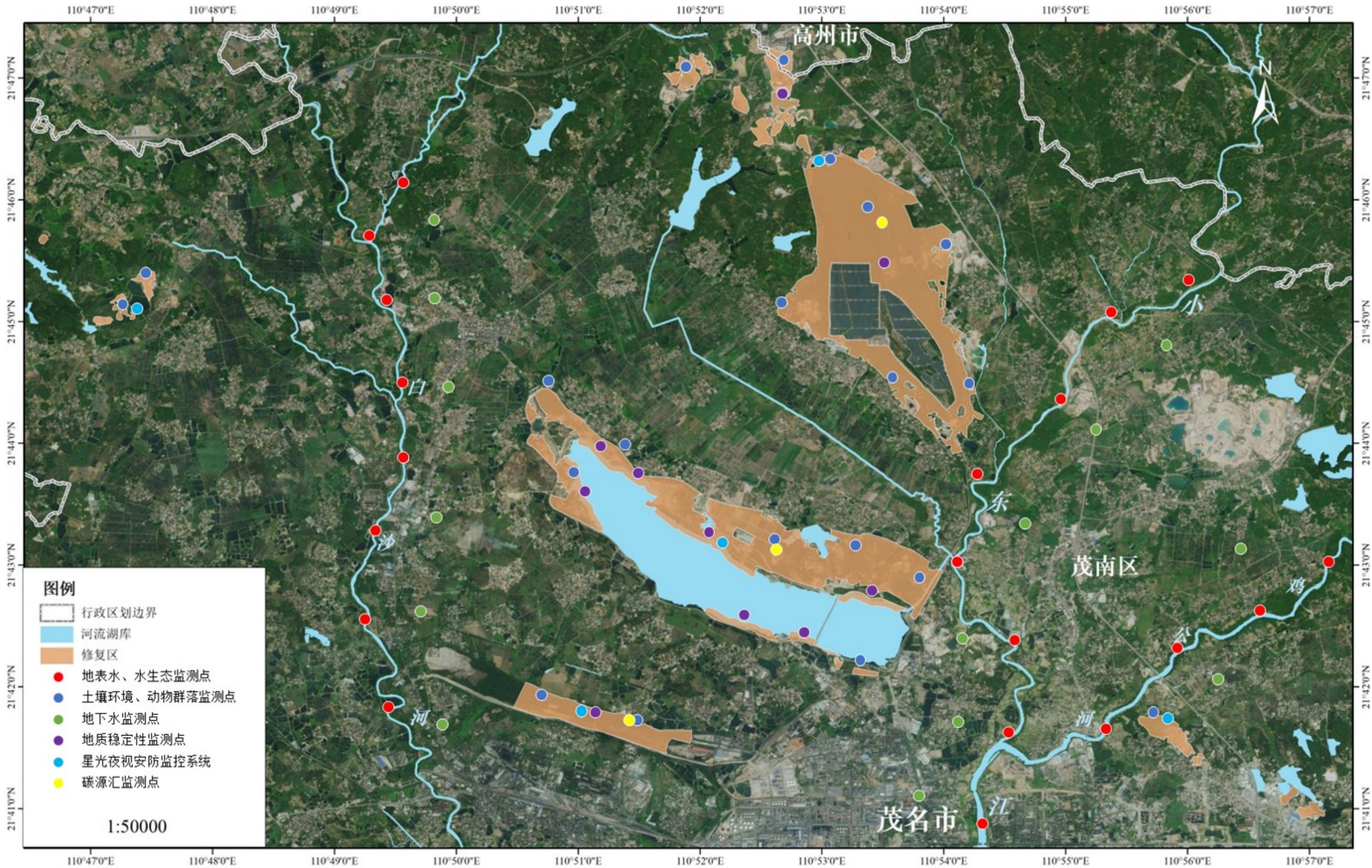
## 鸡公河下游矿山生态修复子项目工程布局图



附图 10

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

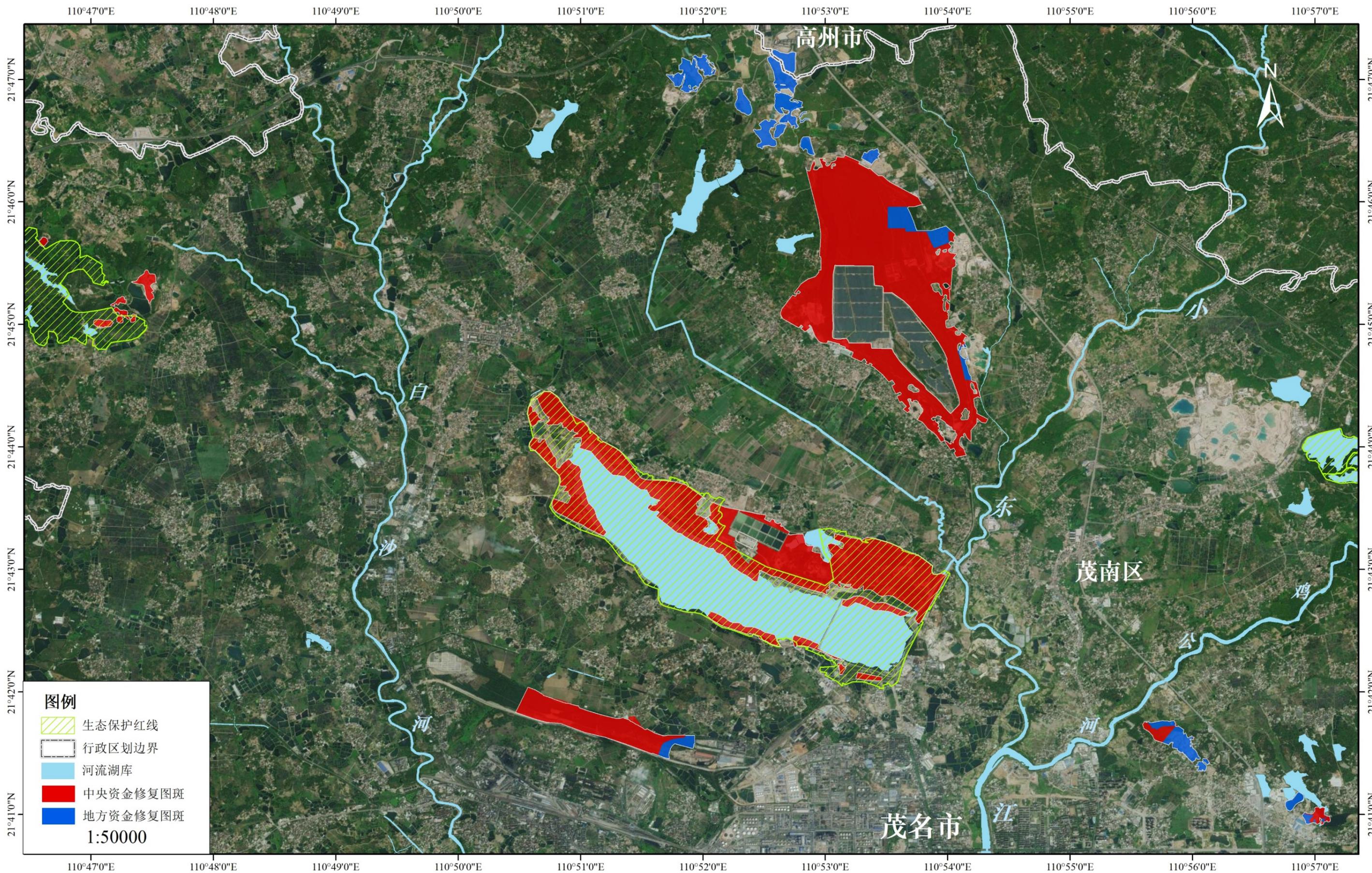
## 生态修复跟踪监测子项目工程布局图



附图 11

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

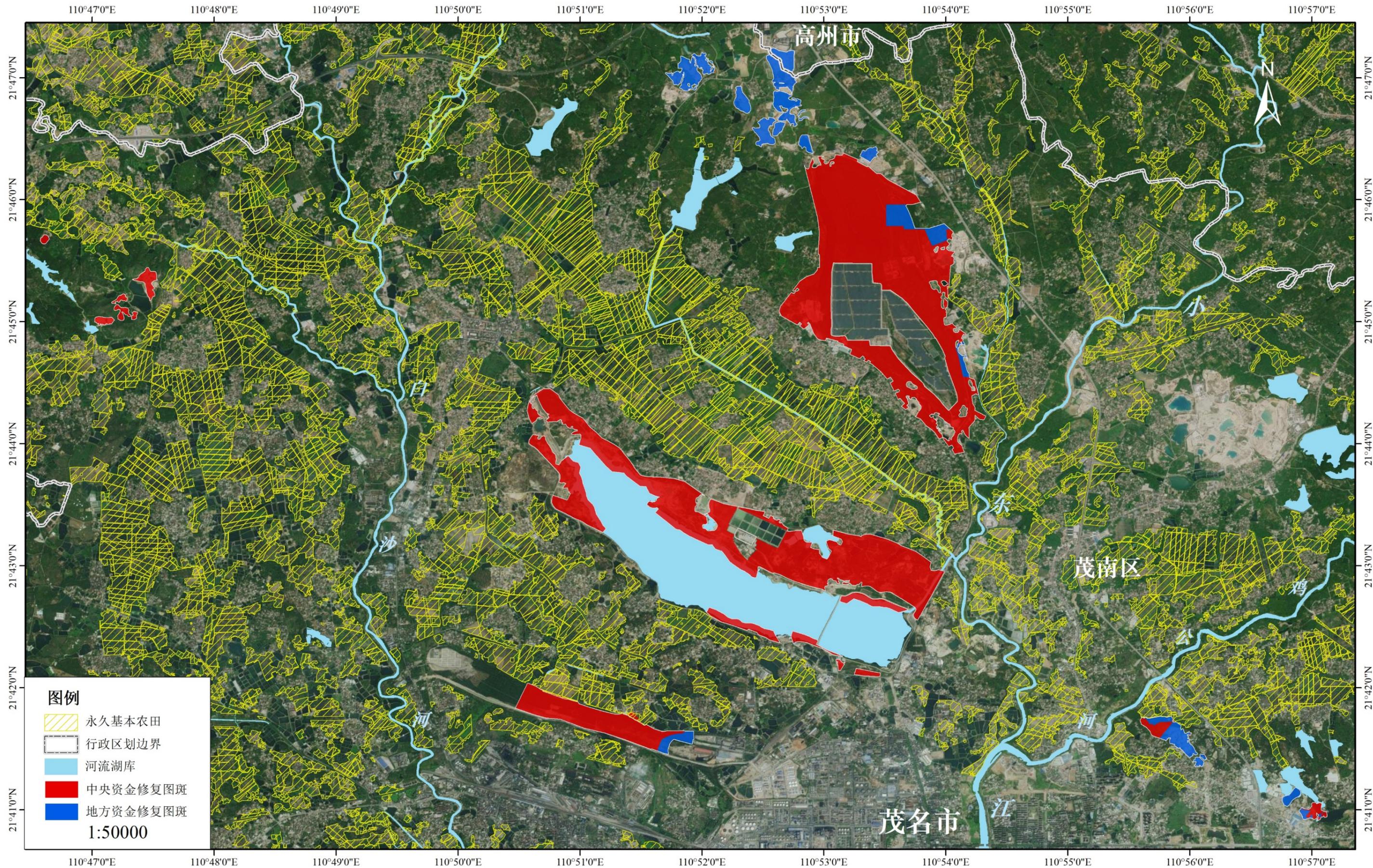
## 修复区与生态保护红线



附图 12

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

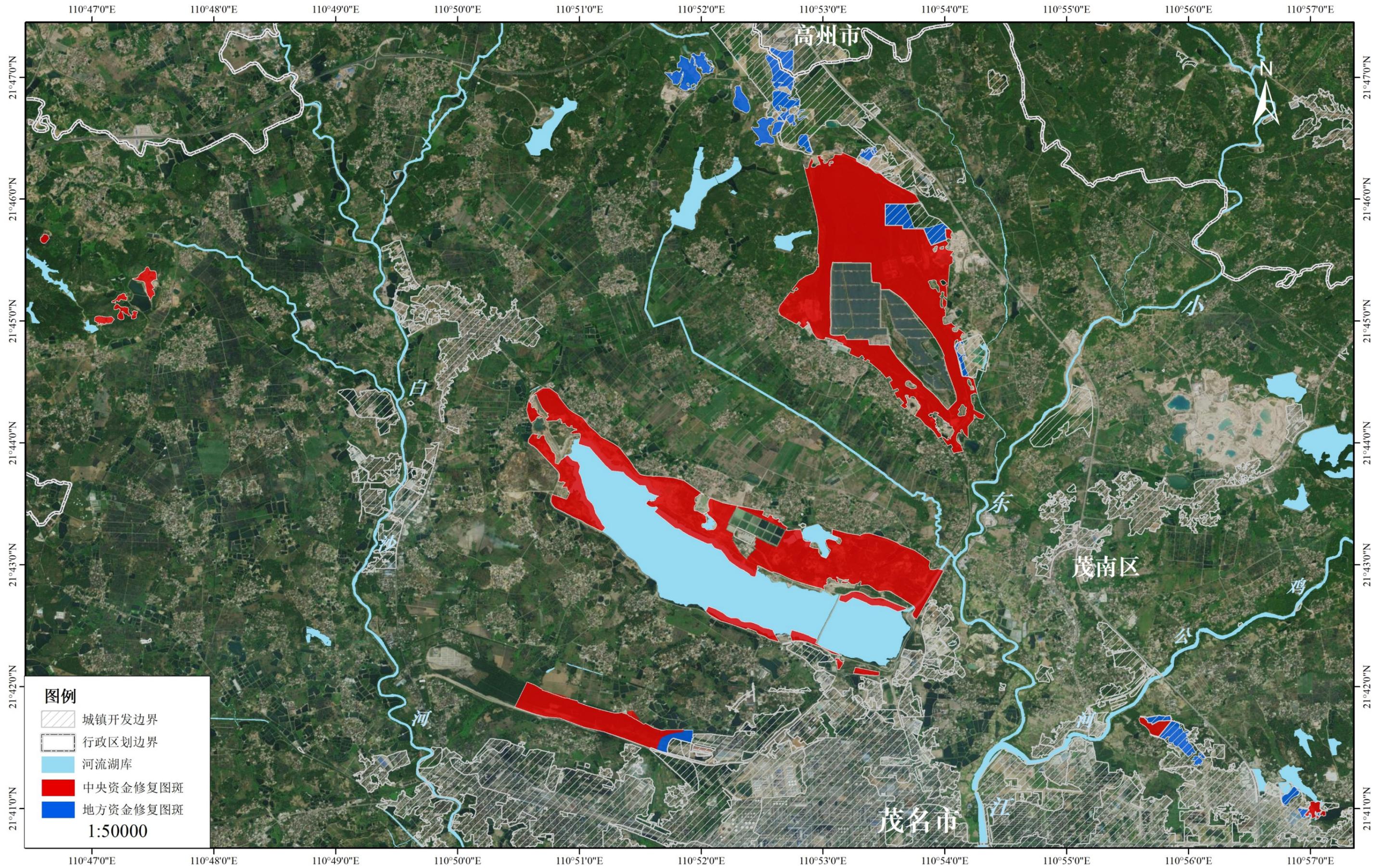
## 修复区与永久基本农田



附图 13

# 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程

## 修复区与城镇开发边界



# 茂名市财政局

文件

# 茂名市自然资源局

茂财资环〔2023〕13号

签发人：黎凯晟  
梁世廉

## 关于申报 2023 年中央财政支持开展历史遗留 废弃矿山生态修复示范工程项目的请示

广东省财政厅、广东省自然资源厅：

根据《广东省财政厅 广东省自然资源厅转发财政部办公厅自然资源部办公厅关于组织申报 2023 年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》（粤财资环函〔2023〕3号）要求，我市决定将“广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目”作为 2023 年中央财政支持开展历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的申报项目。

现将《广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目实施方案》及相关资料上报，恳请省财政厅、省自然资源厅审核相关材料，并大力支持我市项目申报工作。

专此请示。

附件：

1. 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目实施方案
2. 关于申请广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的承诺函
3. 关于广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目配套资金证明



(茂名市财政局联系人：车东兴，电话 13809762067)

(茂名市自然资源局联系人：陈纪丰，电话 13376686930)

# 茂名市财政局

## 关于广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目资金筹措证明

根据《广东省财政厅 广东省自然资源厅转发财政部办公厅自然资源部办公厅关于组织申报2023年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》（粤财资环函〔2023〕3号）的部署和要求，我市积极申报历史遗留废弃矿山生态修复示范工程，拟将“广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目作为申报项目”。该项目总投资59347.81万元（人民币），其中申请中央财政资金30000万元（人民币），地方财政资金23837.81万元（人民币），社会资金5510万元（人民币）。我市郑重承诺足额落实地方资金，并由地方财政部门监管资金使用，确保中央资金到位后形成实物工作量和实际支出。

特此证明。



附表

项目实施方案资金筹措方案

单位：万元

城市	项目总投资	申请中央资金 额度	地方政府投入 资金额度	社会资本投入 资金额度
茂名	59347.81	30000	23837.81	5510

茂名市财政局

文件

茂名市自然资源局

茂财资环〔2023〕14号

---

## 关于申请广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的承诺函

广东省财政厅、广东省自然资源厅：

根据《广东省财政厅 广东省自然资源厅转发财政部办公厅 自然资源部办公厅关于组织申报2023年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》（粤财资环函〔2023〕3号）的部署和要求，我市高度重视项目的申报工作，积极组织编制了《广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目实施方案》，申报项目总投资59347.81万元（人民币），其中申请中央财政资金30000万元（人民币），地方财政资金和社会资金29347.81万元（人民币），分3年安排落实。为确保项目申报成功，我市作如下承诺：

1. 项目实施区域历史遗留废弃矿山图斑涉及生态保护红线，我市承诺工程措施符合相关管控要求，并已提供承诺函，后续项目实施将依法依规履行相关报批手续。

2. 项目实施区域历史遗留废弃矿山图斑不涉及永久基本农田保护红线，涉及耕地 45630 平方米，我市承诺将根据有关法规政策要求，严格耕地用途管制，落实耕地保护制度，确保数量不减少、质量有提高。

3. 项目实施区域涉及权属和利益调整的，项目组织实施单位已与利益相关方协商并达成一致意见。涉及相关行政许可事项的，项目组织实施单位已分析评估项目获得行政许可的可行性。

4. 项目实施区域矿山均属于经全国历史遗留矿山核查确认的历史遗留未治理矿山图班，不涉及有明确修复责任主体的情形，并已剔除 2021、2022 年度已治理及不需要实施工程治理等不符合规定的图斑。

5. 项目实施区域治理工程不涉及已有中央财政资金支持的情形。

6. 项目实施区域治理工程中，中央财政资金不得安排用于公园、广场、雕塑等旅游设施，以及“盆景”工程等景观工程建设。

7. 项目实施区域不涉及审计、督察发现问题未有效整改的情形。

8. 项目实施方案与项目基本信息表数据一致且真实准确。项目实施区域治理工程不涉及已有中央财政资金支持的情形。



# 茂名市人民政府

## 关于广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目涉及生态保护红线的承诺函

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目主要内容为地质环境安全隐患消除、矿坑地形重塑、植被恢复、废弃土地复垦等工程。项目将修复废弃矿山图斑 57 个，实现小东江流域内生态系统质量提升和矿山地质环境系统性治理的目标。

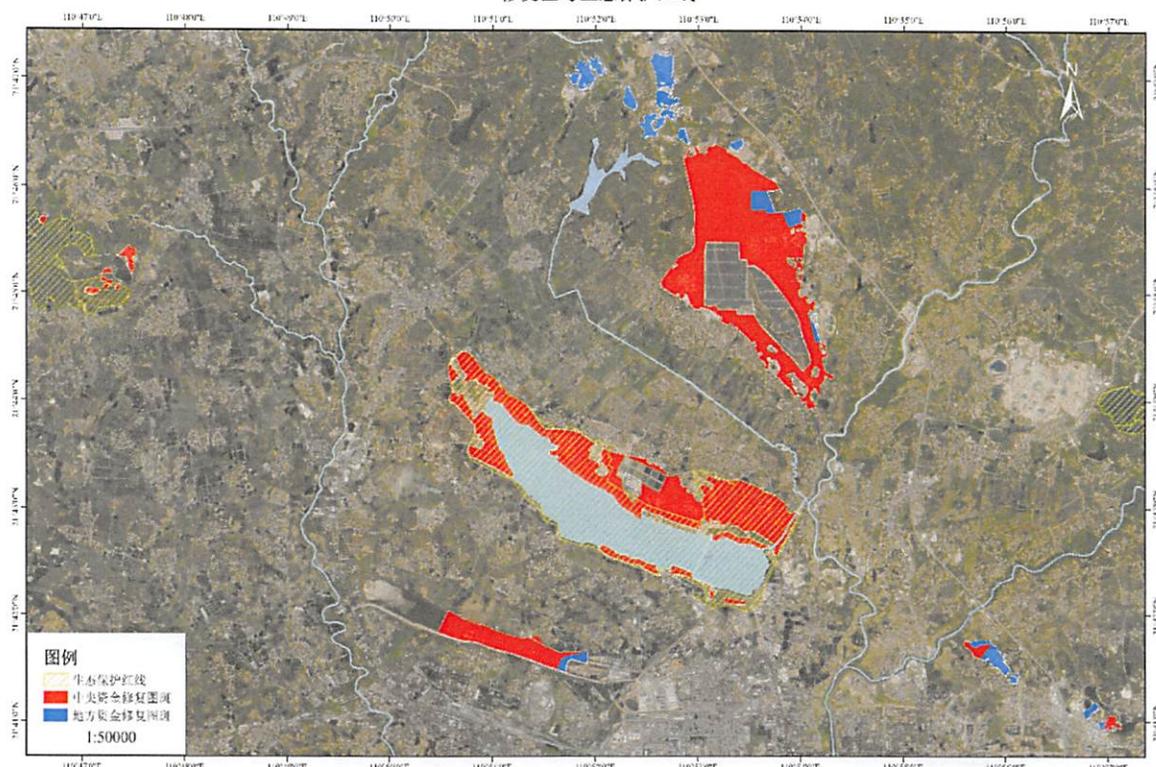
经核查，该项目涉及占用生态保护红线 333.6216 公顷，红线类型为粤西沿海丘陵台地水土保持类型。在粤西沿海丘陵台地水土保持类型生态红线范围内，我市将开展坡园地治理、坡耕地治理、重点区域自然水土流失治理、废弃矿山治理、崩岗整治、水土保持型生态农业建设、美丽乡村建设、清洁小流域治理等治理工程。本项目中与生态红线重叠区域开展的治理内容属于废弃矿山治理，符合粤西沿海丘陵台地水土保持类型生态红线区的管控要求，后续项目实施将依法依规履行相关报批手续。项目实施后可大幅度提升生物多样性，增强区域生态功能，项目的建设不会对生态红线区造成不利影响。



# 附图

## 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目

### 修复区与生态保护红线



# 茂名市人民政府

## 关于广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目涉及城镇开发边界的承诺函

广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目主要内容为地质环境安全隐患消除、矿坑地形重塑、植被恢复、废弃土地复垦等工程。项目将修复废弃矿山图斑 57 个，实现小东江流域内生态系统质量提升和矿山地质环境系统性治理。

经核查，本次矿山修复共有 2 个子项目涉及城镇开发边界，为小东江上游生态修复子项目、鸡公河下游生态修复子项目，重叠面积 81.1337 公顷。我市在城镇开发边界内的矿山图斑修复工程使用地方财政资金，治理内容为废弃土地复垦，以推进工矿用地腾退改造来盘活存量土地资源，探索矿山转型利用的新模式。地方财政资金修复的废弃矿山图斑在整治后转型利用，重新成为可建设用地，符合城镇开发边界管控要求。



# 附图

## 广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目

### 修复区与城镇开发边界



# 茂名市人民政府办公室

[2022]-132

## 关于成立油页岩露天矿历史遗留废弃矿山生态修复工作领导小组的通知

茂南区政府，茂名高新区管委会，市各有关单位：

为贯彻落实习近平生态文明思想，切实做好油页岩露天矿历史遗留废弃矿山生态修复工作，市政府决定成立油页岩露天矿历史遗留废弃矿山生态修复工作领导小组。人员情况如下：

### 一、人员名单

组 长：	庄悦群	市委副书记、市长
执行组长：	梁荣杰	副市长、滨海新区党工委书记
副组长：	吴再铭	市政府副秘书长
	王伯昌	市财政局一级调研员
组 员：	吕国记	茂南区区长
	李 确	高新区管委会主任
	朱春保	市发展改革局局长
	李庆川	市工业和信息化局局长

黎凯晟 市财政局局长  
李 康 市生态环境局局长  
肖 远 市住房和城乡建设局局长  
吕卫华 市水务局局长  
车东耀 市农业农村局局长  
何 江 市国资委主任  
李 发 市城管和综合执法局局长  
柯 碧 市文化广电旅游体育局局长  
曾 春 市林业局局长  
李志辉 市自然资源局副局长

领导小组办公室设在茂名高新区管委会，由李确同志兼任办公室主任，高新区管委会副主任李超、市自然资源局副局长李志辉（兼）任办公室副主任，领导小组办公室日常工作由市露天矿生态公园管理处承担，各成员单位明确一名联络人员联系办公室工作。

## 二、工作机制

领导小组办公室负责督办各项工作落实情况，起草文件，承办会议；定期提请组长或执行组长召开工作推进会议，听取各成员单位工作情况汇报，及时研究解决项目推进中各项问题，明确下一步工作重点。

领导小组不纳入市级议事协调机构管理，任务完成后自行撤销。

### 三、工作要求

(一) 统筹全局，推进项目建设。根据《财政部办公厅 自然资源部办公厅关于支持开展历史遗留废弃矿山生态修复示范工程的通知》(财办资环〔2021〕65号)，领导小组统筹工作力量，积极争取中央财政资金支持，推进各项项目建设。

(二) 明确职责，抓项目落实。各成员单位对照任务分工明细，采取有力措施，定期向领导小组办公室报送各承办事项的进展情况、存在问题、下一步工作计划。

  
茂名市人民政府办公室  
2022年3月23日

# 关于广东茂名市历史遗留废弃矿山生态 修复示范工程项目社会资金的证明

根据《广东省财政厅 广东省自然资源厅转发财政部办公厅自然资源部办公厅关于组织申报 2023 年历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目的通知》（粤财资环函〔2023〕3 号）的部署和要求，我市积极申报历史遗留废弃矿山生态修复示范工程，拟将《广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目》作为申报项目。该项目总投资 59347.81 万元（人民币），其中申请中央财政资金 30000 万元（人民币），地方财政资金 23837.81 万元（人民币），引入社会资金 5510.00 万元（人民币）。

本项目中的社会资金为《荔枝产业园茂南园区配套设施建设（一期）项目》中雄鹰矿坑生态修复项目投资。《荔枝产业园茂南园区配套设施建设（一期）项目》总投资 27.8 亿元，其中雄鹰矿坑生态修复项目投资 5510 万元。雄鹰矿坑生态修复项目的工程内容包括土地清理、土壤改良、灌溉排水工程、田间道路工程等，修复后土地将规划建设专业市场、建筑垃圾消纳场和垦造水田。

本项目属于有一定收益的公益性项目，有利于完善茂南区功能结构，改善投资环境，促进当地经济发展，促进当地居民的就业，项目有着良好的社会效益。未来项目收入主要包括建设道路设置广告牌收入、交易垦造水田指标收入、冷链物流中心经营收入。本项目建设期总投资 278451.1 万元，运营阶段计算期内（30 年）总成本费用合计 19728.95 万元，实现收入合计 506560.67 万元，可实现收支平衡，并有一定盈利。

特此证明。



# 茂名高新技术产业开发区管理委员会

## 关于再次征求《广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目实施方案》意见的复函

茂名市自然资源局：

贵局发来的《关于再次征求〈广东茂名市历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目实施方案〉意见的函》（茂自然资函〔2023〕352号）已收悉。经研究，我区认为在区内实施历史遗留废弃矿山生态修复势在必行，对保障区内人民生命财产安全，改善人居环境，积极稳妥推进碳达峰、碳中和，提高区域生态系统质量和碳汇能力，推动茂名市绿色转型发展和生态文明建设至关重要。目前我区积极开展该项工作的前期准备工作，项目实施区域涉及权属和利益调整的，已与利益相关方协商并达成一致意见。涉及相关行政许可事项的，已分析评估项目获得行政许可的可行性。今后开展该项工作时我区将全力推进，保证高质量按时完成项目建设。

专此函复。



# 茂名市茂南区人民政府

## 关于《广东茂名市历史遗留矿山生态修复示范 工程项目实施方案》的意见

茂名市自然资源局：

发来《广东茂名市历史遗留矿山生态修复示范工程项目实施方案》收悉。经研究，我区无意见。

茂名市茂南区人民政府

2023年4月7日

# 茂名市茂南区人民政府

## 茂名市茂南区人民政府关于茂名市茂南区 羊角镇行政区域的情况说明

根据《广东省民政厅关于同意茂名市将电白区羊角镇划归茂南区管辖批复的函》（粤民函[2017]2115号），现在羊角镇是归属于茂南区管辖。

特此说明。

