

广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水
矿山地质环境保护与土地复垦方案

恩平市锦江温泉有限公司
2022年11月

广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：恩平市锦江温泉有限公司

法人代表：梁瑞廉

编制单位：广东省地质技术工程咨询公司

法人代表：邓 高

技术负责：邱向荣

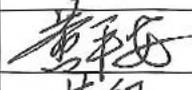
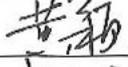
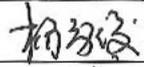
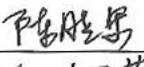
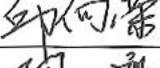
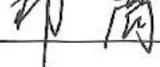
项目负责人：黄平安

审 核：邓 高

编写人员：黄 颖 杨勇俊 林法威 陈胜男

制图人员：黄 颖

广东省恩平市锦江温泉有限公司饮用天然矿泉水矿山地质环境保护
与土地复垦方案信息表

矿山企业	矿山企业名称	恩平市锦江温泉有限公司				
	法定代表人	梁瑞廉	身份证号码	440724195804204011	手机号码	13902554818
	统一社会信用代码	914407007193250927	纳税人识别号	914407007193250927	组织机构代码	914407007193250927
	单位地址	广东省恩平市大田镇朗底 S276 国道旁				
	矿山名称	恩平市锦江温泉有限公司锦江地热水				
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 变更 (<input type="checkbox"/> 扩大开采规模 <input type="checkbox"/> 扩大矿区范围 <input type="checkbox"/> 变更开采方式)				
	以上情况请选择一种并打“√”					
	开采矿种	资源储量规模	矿山生产建设规模	开采方式		
地热水	小型	88.38 万 m ³ /a	地下开采			
编制单位	单位名称	广东省地质技术工程咨询公司				
	法人代表	邓高	联系电话	020-87303506		
	主要编制	职 责	姓名	签字	联系电话	
		项目负责	黄平安		020-87303506	
		报告编写	黄 颖		13824434116	
			杨勇俊			
			林法威			
			陈胜男			
		技术负责	邱向荣			
审 核	邓 高					
审查申请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案,保证方案中所引数据的真实性,同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示,承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。					
	请予以审查 申请单位(矿山企业)  盖章 联系人: 关子钦 联系电话: 13702229880					

目 录

前 言.....	1
第一节 任务的由来.....	1
第二节 编制目的.....	1
第三节 编制依据.....	2
第四节 方案适用年限.....	7
第五节 编制工作概况.....	7
第一章 矿山基本情况.....	13
第一节 矿山简介.....	13
第二节 矿区范围及拐点坐标.....	15
第三节 矿山开发利用方案概述.....	15
第四节 矿山开采历史及现状.....	15
第二章 矿区基础信息.....	24
第一节 矿区自然地理.....	24
第二节 矿区地质环境背景.....	26
第三节 矿区社会经济概况.....	34
第四节 矿区土地利用现状.....	35
第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动.....	37
第六节 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	37
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	40
第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	40
第二节 矿山地质环境影响评估.....	40
第三节 矿山土地损毁预测与评估.....	56
第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	59
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	67
第一节 矿山地质环境治理可行性分析.....	68
第二节 矿区土地复垦可行性分析.....	69

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	72
第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防	74
第二节 矿山地质灾害治理	75
第三节 矿区土地复垦	76
第四节 含水层影响修复	78
第五节 水土环境污染修复	80
第六节 矿山地质环境监测	82
第七节 矿区土地复垦监测和管护	87
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	88
第一节 总体工作部署	88
第二节 阶段实施计划	91
第三节 近期年度工作安排	93
第七章 经费估算与进度安排	95
第一节 经费估算依据	95
第二节 矿山地质环境治理工程经费估算	97
第三节 土地复垦工程经费估算	98
第四节 总费用汇总与年度安排	99
第八章 保障措施与效益分析	103
第一节 组织保障	103
第二节 技术保障	103
第三节 资金保障	104
第四节 监管保障	105
第五节 效益分析	105
第六节 公众参与	107
第九章 结论与建议	108
第一节 结论	108
第二节 建议	108

一、附件：

附件 1、委托书

附件 2、采矿许可证

附件 3、《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源补充勘查报告》评审意见书（2007 年）

附件 4、储量核实报告评审意见及备案证明（2022 年）

附件 5、《广东省恩平市朗底镇河塘村（锦江温泉）地热田地热水矿产资源开发利用发》
评审意见及备案证明（2008 年）

附件 6、水质分析报告

附件 7、用地证明

附件 8、单位初审意见

附件 10、开采井水文地质综合成果图表

附件 11、公众参与资料

附件 12、退水水质分析报告

附件 13、报告照片

附件 14、矿山地质环境现状和损毁土地调查表

二、附图：

1、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境现状评估图（1：5000）；

2、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境预测评估图（1：5000）；

3、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境治理工程部署图（1：5000）；

4、广东省恩平市土地利用现状图（2020 年）（局部）（1：10000）；

5、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山土地损毁预测图（1：5000）；

6、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山土地复垦规划图（1：5000）；

7、广东省恩平市土地利用总体规划图(2010-2020 年)（局部）（1：10000）。

前 言

第一节 任务的由来

锦江温泉地热田矿山（以下称矿山）为设计地下开采、办理采矿许可证延续手续的矿山。矿山提供地热水给恩平市锦江温泉有限公司，开采井主要位于酒店度假村内。

锦江温泉地热田于 2015 年 8 月 27 日获得原江门市国土资源局颁发的采矿许可证，采矿权人为恩平市锦江温泉有限公司，证号 C4400002009111110041623，批准开采矿种为地热，生产规模 151.00 万 m³/a，开采方式为地下开采，矿区面积 1.7718km²，开采标高 42.77m 至 -70.3m，有效期限 2015 年 8 月 27 日至 2020 年 8 月 27 日，由于种种原因，矿权的延续工作受到影响，直至 2021 年 12 月，采矿权人方完成《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》的编制及评审工作。根据 2021 年 12 月编制并评审通过的《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，锦江温泉地热田现有开采井 7 口（编号分别为 RK1、RK2、RK3、RK4、ZK10、ZK12、ZK13 井），提交探明的+控制的+可开采量 3151m³/d 或 103.98 万 m³/a（按 330d/a 计）（相当于国标 GB/T15218 的 B+C 级可开采量），加权平均水温 54.8℃，换算热功率为 5.024MW，估算年开采可利用的热能为 238720.8MJ。根据 2012 年 11 月编制的《广东省恩平市大田镇锦江温泉地热田矿山地质环境保护与恢复治理方案》，该方案的有效期至 2032 年 12 月。由于该矿山的可开采量发生了较大变化，由原来的 6320m³/d 变成了 3151m³/d，为了完成办理采矿许可证延续手续，恩平市自然资源局要求编制新的矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2022 年 10 月 15 日，按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）（2018）》的相关要求，恩平市锦江温泉有限公司委托我单位开展了《广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）的编制工作。

矿山地质环境保护与土地复垦方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一。本方案不代替相关工程勘查、治理设计等。

第二节 编制目的

一、编制目的

1、为贯彻落实党中央、国务院关于深化行政审批制度改革的有关要求，切实减少管理环节，提高工作效率，减轻矿山企业负担。

2、尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏，保护人民生命和财产安全；促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展，为矿山地质环境实施保护、监测和恢复治理提供技术依据。

3、为保护和合理利用土地资源，改善生态环境，防治矿山开采造成的土地损毁，根据《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》等有关法律法规的要求，按照“谁损毁、谁复垦”的原则，结合土地利用总体规划及矿山开采实际情况，围绕矿山开采造成的土地损毁区域，采取相应整治措施而使其恢复并达到可供利用状态。

二、工作任务

1、编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，要坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则。

2、矿山地质环境保护与土地复垦方案应在矿山地质环境和矿区土地复垦调查和矿产资源开发利用方案或矿山开采设计等基础上编制，并符合相关规划。

3、矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的区域范围采矿活动的影响区。

4、本方案用于指导矿山在适用期内矿山地质环境治理与土地复垦工作。

第三节 编制依据

一、法律法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》，第八届全国人民代表大会常务委员会第 21 次会议于 1996 年 8 月 29 日通过，1997 年 1 月 1 日起施行。根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议第二次修正。

2、《地质灾害防治条例》，国务院令 394 号，2003 年 11 月 24 日公布，2004 年 3 月 1 日起施行。

3、《中华人民共和国土地管理法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第 12 次会议于 2019 年 8 月 26 日通过，自 2020 年 1 月 1 日起施行。

4、中华人民共和国土地管理法实施条例（2021 年修订）。

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

6、《中华人民共和国环境保护法》，第七届全国人民代表大会常务委员会第 11 次会议于 1989 年 12 月 26 日通过，公布之日起施行。

7、《中华人民共和国矿山安全法》，第七届全国人民代表大会常务委员会第 28 次会议于 1992 年 11 月 7 日通过，1993 年 5 月 1 日起施行。

8、《矿山地质环境保护规定》，国土资源部令第 44 号，2009 年 3 月 2 日。

9、《广东省矿产资源管理条例》，广东省第九届人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，1999 年 9 月 24 日。

10、《广东省地质环境管理条例》，广东省第十届人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2003 年 7 月 25 日。

11、《中华人民共和国环境影响评价法》，第九届全国人民代表大会常务委员会第 30 次会议于 2002 年 10 月 28 日通过，2003 年 9 月 1 日起施行。

12、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）。

二、规章及政策性文件

1、《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》，国发[2005]28 号文件。

2、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》，国发[2011]20 号，2011 年 6 月 13 日。

3、《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，2004 年 3 月 25 日。

4、《关于进一步规范我省地质灾害危险性评估和矿山地质环境影响评价有关事项的通知》，粤国土资地环发[2007]137 号，2007 年 6 月 26 日。

5、《土地复垦条例》，国务院第 592 号，2011 年 3 月 5 日。

6、《土地复垦条例实施办法》（2019 年修正）。

7、《自然资源部、农业部关于加强和改进基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕11 号）《关于严格耕地用途管制有关问题的通知》（自然资发〔2021〕166 号）

8、《广东省自然资源厅广东省农业农村厅广东省林业局关于严格耕地用途管制有关问题的通知》（粤自然资源函〔2022〕434 号）

9、原中华人民共和国国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》，国土资规〔2016〕21号。

10、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》；

11、《广东省国土资源厅转发国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》，广东省国土资源厅，2017年1月20日，粤国土资地环发〔2017〕4号。

12、《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》财建〔2017〕638号。

13、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》 中华人民共和国国土资源部 2016年12月。

14、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》广东省地质灾害防治协会 2018年1月。

15、《国土资源部 财政部 环境保护部 国家质量监督检验检疫总局 中国银行行业监督管理委员会 中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号和广东省六厅（委署）《实施意见》）。

16、《广东省国土资源厅、广东省财政厅、广东省环境保护厅关于加快建设绿色矿山的的通知》（粤国土资规字〔2017〕06号）。

17、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理指导意见》（国土资发〔2016〕63号）。

18、《关于印发广东省推进矿山地质环境恢复和综合治理工作方案的通知》（粤国土资地环发〔2016〕154号文）。

19、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（2020）。

20、《广东省矿产资源总体规划》（2021~2025年）。

三、现行规程、规范

GB/T 40112-2021	地质灾害危险性评估规范
GB/T 958-2015	区域地质图图例
GB/T 12328-1990	综合工程地质图图例及色标
GB 12719-1991	矿区水文地质工程地质勘探规范
GB/T 14538-1993	综合水文地质图图例及色标

GB/T 21010-2017	土地利用现状分类
GB 50021-2001	岩土工程勘察规范
GB50330-2013	建筑边坡工程技术规范
GB3100-3102-1993	量和单位
HJ/T 91-2002	地表水和污水监测技术规范
GB3838-2002	地表水环境质量标准
GB11607-1989	渔业水质标准
GB 15618-2018	土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB/T16453-2008	水土保持综合治理技术规范
GB/T18337. 2-2001	生态公益林建设技术规程
GB/T 19231-2003	土地基本术语
GB/T32864-2016	滑坡防治工程勘查规范
DZ/T 0157-1995	1:50000 地质图地理底图编绘规范
DZ/T 0179-1997	地质图用色标准及用色原则（1:50000）
DZ/T 0219-2006	滑坡防治工程设计与施工技术规范
DZ/T 0220-2006	泥石流灾害防治工程勘查规范
DZ/T 0221-2006	崩塌、滑坡、泥石流监测规范
SL/T183-2005	地下水监测规范
GBT14848-2017	地下水质量标准
TD/T 1012-2000	土地开发整理项目规划设计规范
HJ/T 192-2015	生态环境状况评价技术规范（试行）
GB/T15776-2016	造林技术规程
NY/T 1120-2006	耕地质量验收技术规范
NY/T 1634-2008	耕地地力调查与质量评价技术规程
NY/T 1342-2007	人工草地建设技术规程
TD/T1007-2003	耕地后备资源调查与评价技术规程
TD/T 1055-2019	第三次全国土地调查技术规程
TD/T1036-2013	土地复垦质量控制标准
TD/T 1044-2014	生产项目土地复垦验收规程

TD/T1031-2011	土地复垦方案编制规程
TCAGHP 011-2018	崩塌防治工程勘查规范
GB/T13727-2016	天然地热水资源地质勘查规范
GB8537-20082	地热水国家标准
GB8978-19963	污水综合排放标准
GB5749-20065	生活饮用水卫生标准
GB18599-2001	一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准
UDC-TD	土地复垦技术标准

四、资源储量核实报告资料、开发利用方案、土地复垦方案

（一）资源储量核实报告

1、《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，广东省地质技术工程咨询公司，2021年12月。

（二）开发利用方案

1、《广东省恩平市朗底镇河塘村（锦江温泉）地热田热矿水矿产资源开发利用方案》，2008年6月。

（三）其它资料

1、1975~1979年，原广东省地质局水文工程地质一大队在1959~1965年本队三次水文地质调查工作基础上，进行了开平幅1:20万区域水文地质普查，并提交开平幅1:20万区域水文地质普查报告及区域水文地质图。对朗底热矿泉有测量记载，为一上升泉，流量0.30L/s，水温42℃。

2、2012年11月，《广东省恩平市大田镇锦江温泉地热田矿山地质环境保护与恢复治理方案》，广东省地质建设工程集团公司。

3、2022年5月，《恩平市锦江温泉有限公司取水工程水资源论证报告书》，广东省地质技术工程咨询公司。

上述前人研究成果，为本次矿山地质环境保护与土地复垦方案的编制工作提供了大量区域地质、水文地质基础资料。

第四节 方案适用年限

2008年6月编制的《广东省恩平市朗底镇河塘村（锦江温泉）地热田热矿水矿产资源开发利用方案》生产建设规模是按照 $4203\text{m}^3/\text{d}$ 来设计的，经多年来开发利用统计数据，矿山实际日开采量约 3000m^3 左右，且矿山开发利用方案中所建设的如水泵、输水管道，储水池和污水处理池等生产设备，已使用二十多年，无需重复设计，可继续沿用，根据2021年12月编制并评审通过的《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，矿山生产建设规模为 $3151\text{m}^3/\text{d}$ 或 $103.98\text{万}\text{m}^3/\text{a}$ （按 $330\text{d}/\text{a}$ 计）。

根据2012年11月编制的《广东省恩平市大田镇锦江温泉地热田矿山地质环境保护与恢复治理方案》，方案的有效期至2032年12月，由于原有方案并未到期，本次方案沿用原有方案的有效期，因此确定本方案适用期为10年，基准期按方案批准之日起算起，预计适用期到2032年。

在办理采矿权变更时，设计扩大规模、扩大矿区范围、变更开采方式，应重新编制或修订《方案》。矿业权人发生变更时，地质环境保护与土地复垦责任和义务随之转移。在办理采矿权延续时，矿山地质环境保护与土地复垦方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应当重新编制或修订《方案》。

《方案》适用基准期为方案批准之日起，5年后根据矿山变化情况，对《方案》进行修编。

第五节 编制工作概况

一、工作方法

（一）现场踏勘、编制工作大纲、野外调查

2022年10月15日我公司接受委托，10月31日~11月2日抽调相关专业技术人员，收集了矿山相关的技术资料并进行了现场踏勘，在广泛收集、分析研究矿山相关资料，以及现场踏勘与调查的基础上，编制了《广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案》工作大纲，11月3日~11月5日开展了1:5000地质环境调查和地质灾害调查。按工作大纲进行了详细调查后，以地质环境综合调查成果、储量核实报告等为基础，编制此方案。

野外调查采用 1:5000 地形地质底图，调查范围为矿区范围，面积为 1.77km²。踏勘、调查方法采用地面路线地质环境调查，地面以穿越法为主，辅以追踪法。调查重点是露头、泉点、机井、民井、断层、地质灾害点、矿山排水口附近的溪沟、农田、村庄，并现场拍照。野外定点采用手持式 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法，并结合现场标志性地形地物综合确定，对重要地质现象及地质灾害进行现场鉴定、测量，结合调查访问确定其性质、规模、影响范围并进行分析。

地质环境综合调查方法有走访、现场地质测量法、工程测量法、取样测试法等。其中以现场地质测量法为主，走访和会议形式主要是对发生后被修复或隐蔽了的地质环境问题的规模、原因、时间、地点、治理或隐蔽方式等进行调查；地质测量法等主要用于对评估区现状进行实测；采用地质测量并辅以工程测量、取样测试等方法，将评估区内的各种地质现象和地质环境问题客观地进行定量的调查记录，并且对周围群众进行调查询问，公众参与资料见附件 11，采用穿越及追索法，用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，特别针对重点地质环境问题，通过点、线观察、测量（工程测量）、记录（文字、数字、素描、照片等）、取样测试等手段，将地层界线、构造线、地层产状、地质灾害、含水层影响、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等要素填绘于表、文、图中。

（二）室内资料分析整理

按《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月）以及《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行-2018）及相关法律法规，综合评估已有的地质、气象、水文、地震及工程内容，分析研究各种地质环境问题与采矿活动之间的相互关系和影响作用，预测矿山地质环境发生的诱因及程度，并结合矿山现有的技术和经济实力，制定防治计划。

（三）报告编写及图件

报告编写严格按《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》执行，并参照广东省国土资源厅《广东省地质灾害危险性评估实施细则》的要求，图件采用 MAPGIS 软件制作成图。

根据详细的地质调查结果，再进行综合分析研究，按规范要求编制“矿山地质环境保护与土地复垦方案”及相关图件。主要工作程序见图 0-1。

二、主要工作量

（一）收集资料

本次主要通过业主处收集资料 5 份，主要包括区域地质报告及区域水文地质报告共 1 份，详查报告 1 份，开发利用方案 1 份，其他资料 2 份。

（二）实物工作量

本次调查针对矿区范围及周边进行调查，工作时间约 2 天，线路长 3.6km，地面调查面积 1.77km²。

1、调查地表井口、地下水排放口、生产车间、附近居民点等地表建筑物、构筑物，包括周边岩土体、边坡情况（坡高、坡度等）、周边地形地貌、土地破坏、地下水及地表水情况（水量、水位、水流、废水排放及周边联系情况）、地质情况、构造情况。

2、对地热水的抽水开采水量、水温及动水位进行资料收集。

（三）成果资料

在收集资料、实物工作量充实的情况下，编制本报告，主要成果资料有《广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案》1 份、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境现状评估图（1：5000）1 张、2020 年变更调查同口径成果现状图（1：10000）1 张、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境预测评估图（1：5000）1 张、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿区土地损毁预测图（1：5000）1 张、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿区土地复垦规划图（1：5000）1 张、广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境治理工程部署图（1：5000）1 张、土地利用总体规划图（2010-2020 年）（局部）（1：10000）1 张（图件采用 MAPGIS 软件制作成图）。

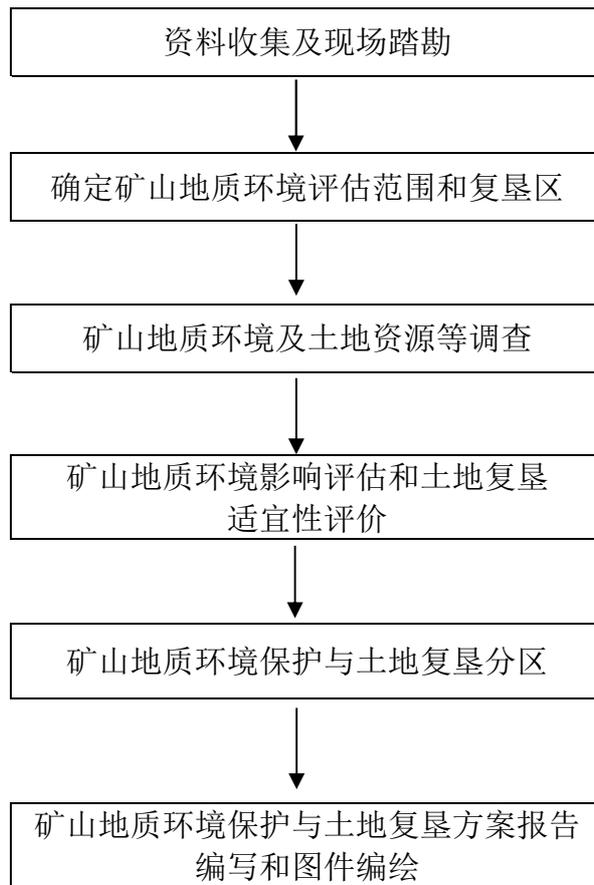


图 0-1 工作程序框图

（四）其它

对收集的原有资料进行研究、分析。

三、工作质量评述

完成的主要工作量见下表 0-1。

表 0-1 完成主要工作量统计表

项目	工作内容	单位	数量
实际工作量	地面调查面积	km ²	1.77
	踏勘、调查线路	km	3.60
	地貌景观类型调查点	个	10
	土地破坏调查点	个	6
	地质灾害调查点	个	7
	水土环境调查点	个	8
	现场拍照片/报告附照片	张	21/10
收集资料	区域地质和水文地质报告	份	1
	广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告	份	1
	广东省恩平市朗底镇河塘村（锦江温泉）地热田热矿水矿产资源开发利用方案	份	1
	广东省恩平市大田镇锦江温泉地热田矿山地质环境保护与恢复治理方案	份	1
	恩平市锦江温泉有限公司取水工程水资源论证报告书	份	1
编制成果	广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1
	广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案附图	幅	7
	广东省恩平市锦江温泉有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案电子文档	份	1

方案编制的调查范围 1.77km²，调查线路 3.6km，评估精度采用 1：5000；收集资料 5 份。该矿山地质环境影响评估级别为一级。通过对评估区区域地质、水文地质、工程地质和环境地质等资料进行分析研究，以野外综合地质调查为核心，按照相关技术要求进行。

建立健全了组织管理、资金投入、技术力量配置、技术装备、全面质量管理以及劳动保护与安全等方面的保障措施，并在工作过程中得到有效的实行。根据以往工作的目的任务和要求以及相关技术规范和标准，突出了工作部署、调查内容、工作重点、工作路线和技术方法等方面的针对性。

采用地面测绘对水源地的水文地质条件、环境条件进行了调查，设计思路正确，并完成了实物工作量。试验工作按有关规范要求进行，试验方法正确，资料可信。工作中对所有的调查资料进行了自检、互检和抽样检查，保证数据准确。对矿山的治理恢复工作的设计和部署等所得出的结论依据充分，可信度高，达到了本次工作的目的。

综上所述，本次调查工作方法正确，评价方法合理，完成的实物工作量符合规范要求，资料翔实可靠，评价论述合理有据，达到了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制要求。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿山简介

一、项目简介

采矿权人：恩平市锦江温泉有限公司（下称矿业权人）

矿山名称：恩平市锦江温泉有限公司锦江地热水（下称锦江温泉地热田）

地 址：广东省恩平市大田镇朗底 S276 国道旁

开采矿种：地热

开采方式：地下开采

备案资源量：3151m³/d 或 103.98 万 m³/a（按 330d/a 计）

设计生产建设规模：3151m³/d 或 103.98 万 m³/a（按 330d/a 计）

矿区面积：1.7718km²

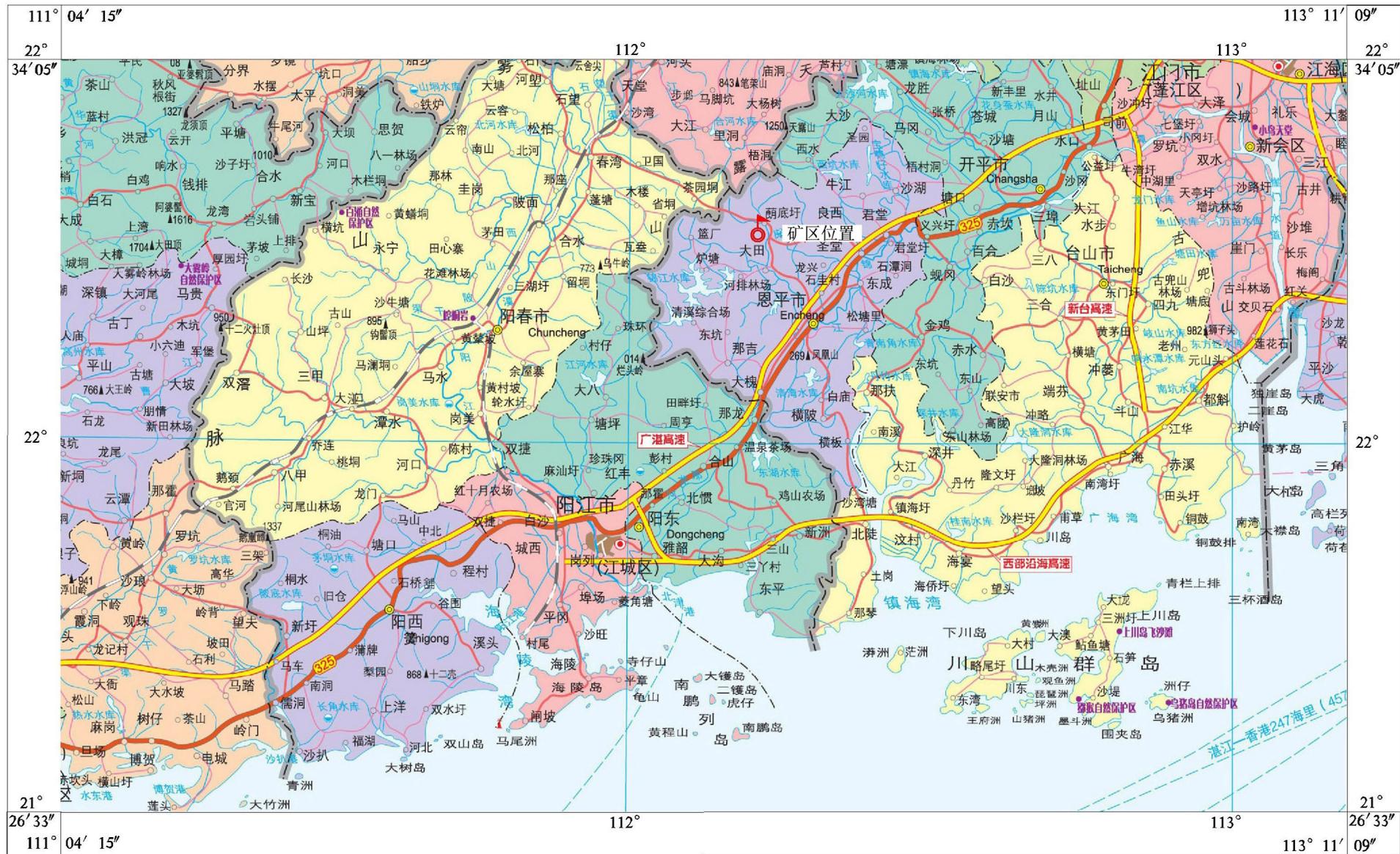
方案适用年限：10a

开采深度：42.77m 至-70.3m

办矿性质：采矿权延续

二、地理位置

锦江温泉地热田位于恩平市北西（330°）方向，直距约 20km，行政隶属恩平市大田镇河塘村，中心点坐标为东经 112° 13' 29"，北纬 22° 19' 39"。矿区北距大田镇朗底圩约 2km，南东距恩平市约 20km，矿区有水泥公路与 325 国道相连接，东距开（平）阳（江）高速公路圣堂出入口约 18km，距 S369 出口约 2km，距广州市约 200km，交通较便利（图 1-1）。



比例尺 1:900000



图 1-1 交通位置图

第二节 矿区范围及拐点坐标

锦江温泉地热田于 2015 年 8 月 27 日获得原江门市国土资源局颁发的采矿许可证，采矿权人为恩平市锦江温泉有限公司，证号 C4400002009111110041623，批准开采矿种为地热，生产规模 151.00 万 m³/a，开采方式为地下开采，矿区面积 1.7718km²，开采标高 42.77m 至-70.3m。矿区范围由 4 个拐点圈定有关矿区拐点坐标见表 1-1，矿区内 7 口开采井的坐标见表 1-2。

表 1-1 矿区范围拐点坐标

拐点号	1980 西安坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X	Y	X	Y
1	2471210.10	37625135.50	2471209.898	37625252.377
2	2471210.10	37626535.50	2471209.900	37626652.380
3	2469940.00	37627025.60	2469939.798	37627142.483
4	2469940.10	37625635.50	2469939.896	37625752.380

表 1-2 锦江温泉地热田各开采井拐点坐标

钻孔编号	2000 国家大地坐标系		孔口标高 (m)	钻孔编号	2000 国家大地坐标系		孔口标高 (m)
	X	Y			X	Y	
RK1	2470724.586	37626220.703	45.18	ZK10	2470613.202	37626299.352	42.58
RK2	2470562.505	37626334.733	41.77	ZK12	2470563.926	37626221.377	41.29
RK3	2470336.074	37626227.752	42.57	ZK13	2470613.624	37626262.297	42.73
RK4	2470485.408	37626331.899	44.50				

第三节 矿山开发利用方案概述

一、设计利用资源量、生产建设规模

2008 年 6 月编制的《广东省恩平市朗底镇河塘村（锦江温泉）地热田热矿水矿产资源开发利用方案》生产建设规模是按照 4203m³/d 来设计的，经多年来开发利用统计数据，矿山实际日开采量约 3000m³，且矿山开发利用方案中所建设的如水泵、输水管道，储水池和污水处理池等生产设备，已使用二十多年，无需重复设计，可继续沿用，其开采规模、开采方式、开采工艺、输送方案等变化不大，根据 2021 年 12 月编制并评审通过的《广东省恩平市锦江温泉地

热田地热资源储量核实报告》，矿山生产建设规模为 3151m³/d 或 103.98 万 m³/a（按 330d/a 计），加权平均水温 54.8℃。

二、产品方案

项目产品方案为生产用于保健、疗养、沐浴等为主的地热水，加权平均水温为 54.8℃。

三、度假区与开采输送方案

（一）开采方式

根据锦江温泉地热田地热水资源埋藏条件，采用地下开采方式，未来继续采用地下开采方式。

（二）输送方案

温泉服务区主要服务设施建于生产取水井南面的山间盆地，生产取水井包含在服务区内，占地面积约 13822m²。抽取 ZK10、ZK12、ZK13、RK1、RK2、RK3 和 RK4 井的热矿水，通过 DN100 保温水管分别输送至 DN200 总管，进入变频水泵房，安装于变频水泵房的变频水泵根据宾馆区、别墅区、浸浴池等用水点的需水量输送热矿水（图 1-2），未来可以采用相同的输送方式进行开采。

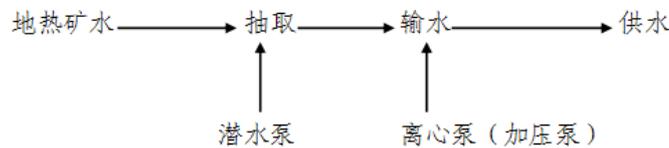


图 1-2 锦江温泉地热田地热水工艺流程图

四、开采方式及开采工艺

（一）度假村选择与平面布局

根据矿区的地形地貌，温泉服务区设于生产取水井南面的山间盆地，生产取水井包含在服务区内，海拔标高在 40~43m 之间，酒店建筑占地面积约 13822m²，温泉服务区主要设温泉浸浴区、宾馆区、度假别墅区等三大功能区（图 1-3）。

（二）地热水开采工艺

利用 ZK10、ZK12、ZK13、RK1、RK2、RK3 和 RK4 井井内安装井用热水潜水电泵抽水，通过 DN100 保温管输送至保温水池，利用压力泵向各用水点输送地热水。供水管输送管道采用符合

卫生标准的纤维玻璃钢保温管，各用水点直接输送地热水。为了提高地热水的利用效率，输送管道采取有效的保温措施，将温度损失减到最低，未来开采工艺也无变化。

（三）地热水供、排水设施

1、供水

根据开采井井径、水温、产量及扬程选用天津泰宏凯泵业制造有限公司生产的热热水潜水泵。为保证正常供水，开采井配备两台规格型号相同的潜水泵，一台生产一台备用。

开采井经井内热水潜水泵抽水后，通过 DN100 纤维玻璃钢保温管输送到高位保温水池，高位蓄水池位于开采井的北面，为一长 20m、宽 5m、高 1.75m 钢筋混凝土结构长方形水池，池底标高 27.00m，而各用水点最高标高 23.0~26.0m，确保自流（加压泵）供水压力 $\geq 314\text{kPa}$ ，保温蓄水池容量 175m^3 ，基本可满足一个高峰期的用水。供水管输送管道采用符合卫生标准的纤维玻璃钢保温管，通过高位水池落差向各用水点直接输送地热水，采用循环管道供水。为了提高地热水的利用效率，输送管道采取有效的保温措施，将温度损失减到最低（图 1-4）。

2、排水

本建设项目对温泉废水进行独立分流排放，首先排入降温沉淀池，利用水中的余氯消解微量污染有机物质，再使水通过过滤池，滤去少量皮屑头发及其它悬浮物，同时将少量浮油带出，将经过二级降温与沉淀后的出水达到广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB 44 / 26—2001) 第二时段一级标准后用作项目的绿化、景观用水，剩余的排入热水河，其中现状排污总出口位于温泉度假村主入口下方，规划退水口位于温泉度假村南侧规划入口停车场旁。避免直接排放造成锦江温泉地热田区域水土及下游水源的环境污染，地热水尾水排放温度需 $\leq 35^\circ\text{C}$ 。

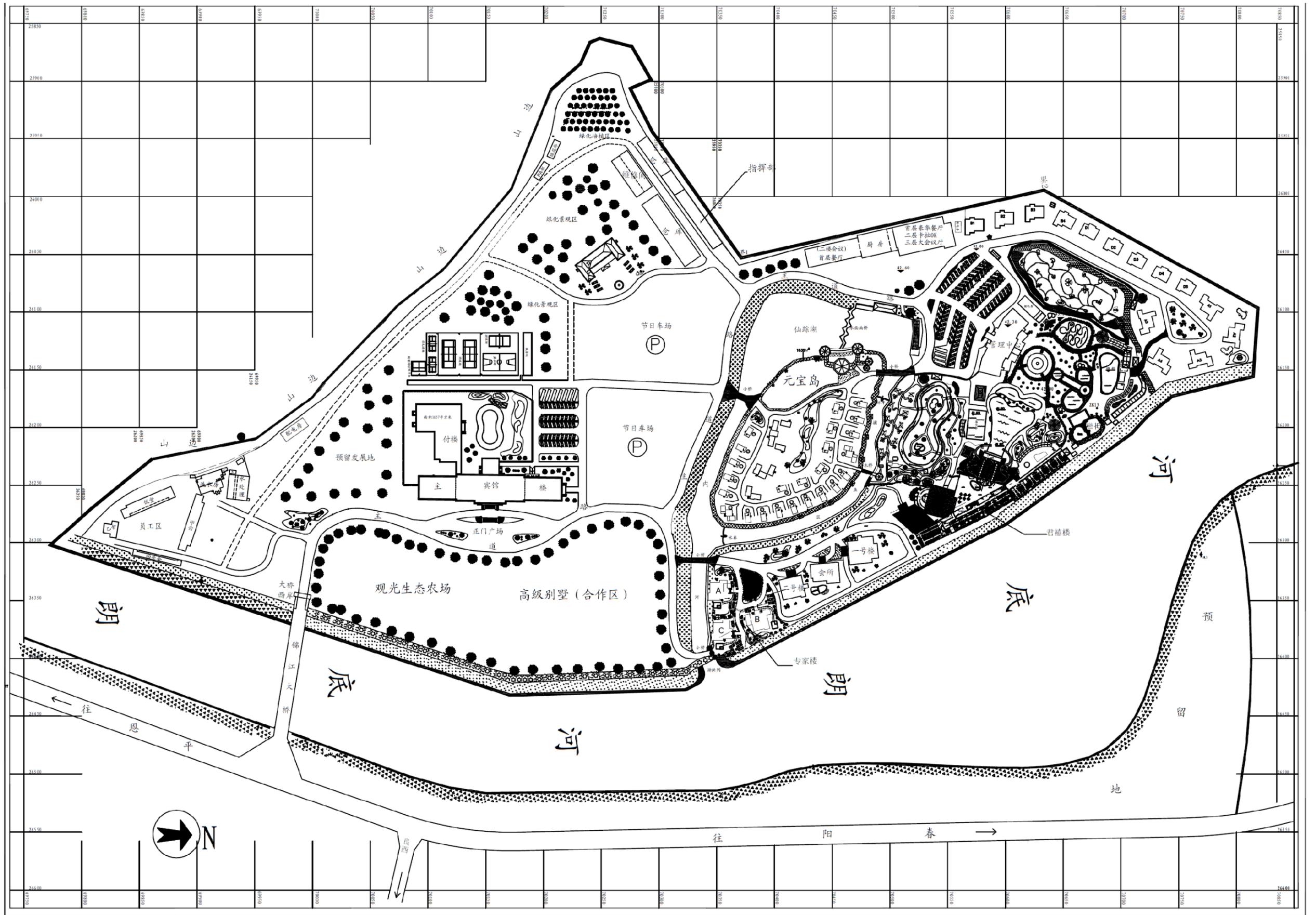


图 1-3 锦江温泉酒店平面布置图

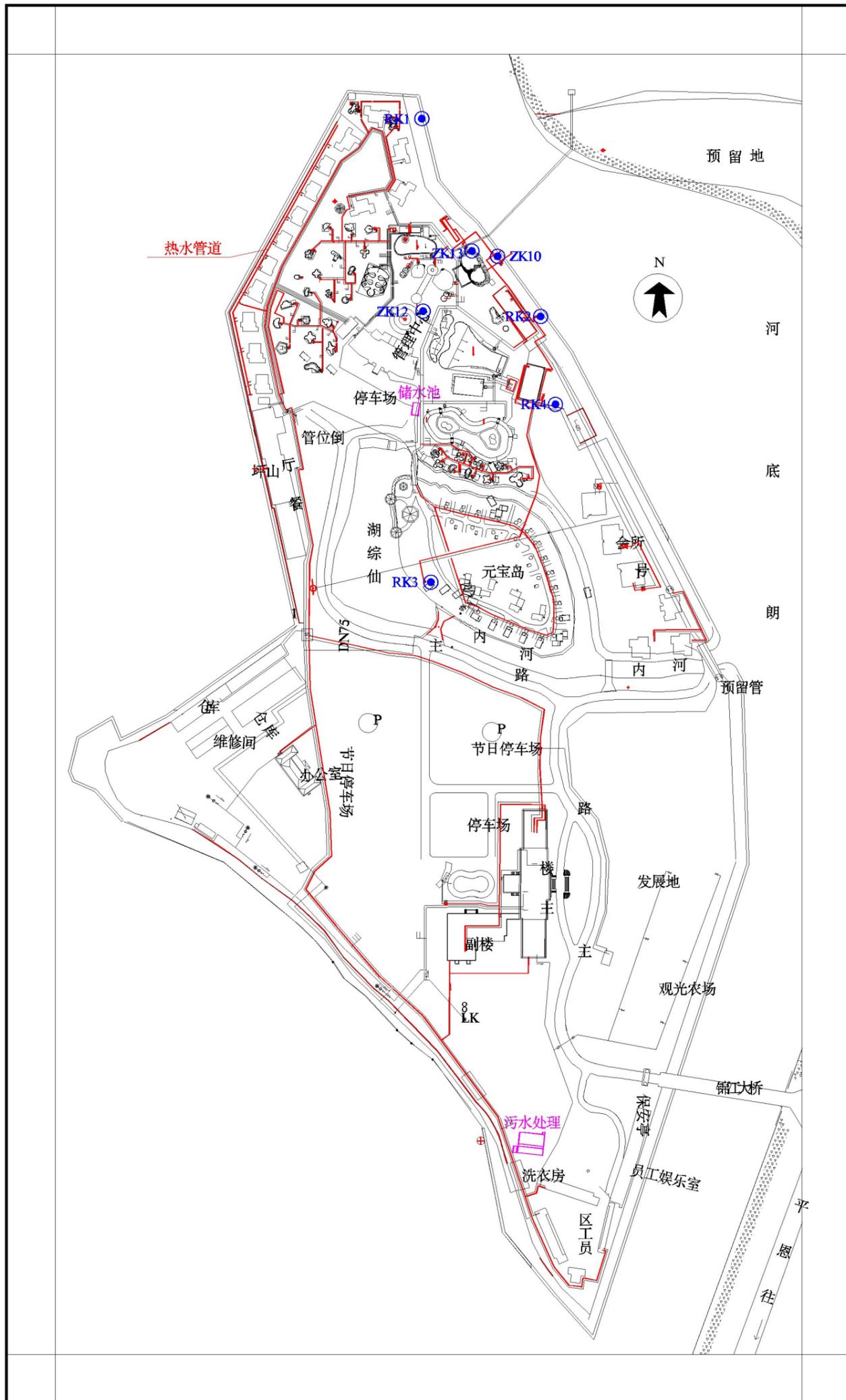


图 1-4 锦江温泉酒店热水管道、储水池和污水处理布置图

第四节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

1、1975~1979年，原广东省地质局水文工程地质一大队在1959~1965年本队三次水文地质调查工作基础上，进行了开平幅1:20万区域水文地质普查，并提交开平幅1:20万区域水文地质普查报告及区域水文地质图。对朗底热矿泉有测量记载，为一上升泉，流量0.30L/s，水温42℃。

2、1998年12月~1999年2月，原广东省地质矿产局七五七地质大队下属的原粤新公司及原江门市矿产资源开发部对该温泉进行过水文地质普查，施工热矿水勘探孔4个（ZK1、ZK2、ZK3、ZK5），建成3个开采井（ZK2、ZK3、ZK5），并有热矿水自流，孔口水温54℃~59℃，自流量8~526m³/d（当时自流量）。由于ZK3和ZK5的水量小，已封填；ZK2因井径太小无法利用。

3、1999年12月~2000年5月，原广东省地质矿产局七五七地质大队和原江门市矿产资源开发部施工了一批测温浅孔和验证孔，建成保留开采井3个（即ZK10、ZK12、ZK13）。2000年6月提交了广东省恩平市朗底镇天湖温泉地热资源勘查报告，提交C+D级可开采量3794m³/d，其中C级可开采量3122m³/d，D级可开采量672m³/d；并通过广东省储量评审中心的评审，取得储量备案证明。

4、2002年6月广东省地质技术工程咨询公司提交了《广东省恩平市锦江温泉地下热矿水勘查报告》（RK1）。

5、2002年11月~2006年5月，广东省地质技术工程咨询公司在原开采中心外围新建了三个开采井（RK2、RK3、RK4），最大井深350.20m（RK4），合计井产量为3216m³/d。

6、广东省地质技术工程咨询公司于2007年9月提交《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源补充勘查报告》，该报告于2007年12月16日获得广东省矿产资源储量评审中心评审意见书，2008年2月3日经原广东省国土资源厅矿产资源储量备案证明，批准B级可开采量3122m³/d，C级可开采量3198m³/d，B+C级可开采量6320m³/d（B级、C级资源储量分别对应于探明的、控制的资源储量）。

7、为了办理采矿许可证延续的手续，广东省地质技术工程咨询公司于 2021 年 12 月提交《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，该报告于 2022 年 1 月 21 日获得广东省矿产资源储量评审中心评审意见书，2022 年 1 月 21 日获得广东省自然资源厅备案证明，提交探明的+控制的+控制的可开采量 $3151\text{m}^3/\text{d}$ （相当于国标 GB/T15218 的 B+C 级可开采量）（附件 4）。

二、矿山开采现状

锦江温泉地热田位于广东省恩平市大田镇，恩平市锦江温泉有限公司于 1999 年 11 月 29 日成立，锦江温泉自开业以来，一直在开采地下热水，主要利用现有 7 口开采井（ZK10、ZK12、ZK13、RK1、RK2、RK3 和 RK4 井）作为洗浴用水，但各井井产量持续下降，水温基本不变。锦江温泉水质清澈，晶莹爽滑，富含几十种对人体健康有益的微量元素，硅酸、氟、氡均达到国家命名标准，全国罕有，被专家誉为“三料”温泉，她极高的医疗保健价值而深受游客欢迎。锦江温泉是集住宿、饮食、娱乐、保健、商务、会务、休闲和大型露天温泉融为一体的中国温泉文化经典之度假胜地。锦江温泉建有 50 多种各具特色的温泉池，以全新的温泉理疗、健身、娱乐为一体的经营理念：“在运动中感受理疗，在激情中享受快感，在休闲中感悟人生”。锦江温泉就像一位懂得生活，酷爱运动的时尚青年一样，总是引领前卫又充满活力。锦江温泉以动感温泉为主题，有全国首创的大型温泉冲浪、温泉漂流、冷热温泉瀑布、超声波按摩喷泉、梦幻跳舞泉、大型温泉泳池，奇妙独特的冰泉、温泉特色养生园及温泉香薰 SPA 等。

锦江温泉地热田可开采热水量为 $6320\text{m}^3/\text{d}$ ，根据开发利用方案其设计利用矿产资源储量 $4203\text{m}^3/\text{d}$ 或 $151\text{万 m}^3/\text{a}$ （按 $360\text{d}/\text{a}$ 计）；经多年来开发利用统计数据，其日开采量约 3000m^3 。显然，实际开采量远远小于 7 眼开采井的批准可开采量（表 1-4）。

表 1-3 锦江温泉地热田各开采井动态变化统计表（补充勘查报告）

井号	水位降深 (m)	井产量 (m ³ /d)	水 温 (°C)
RK1	23.35~23.87	216~218	42.2~43.0
RK2	28.35~28.61	840~864	58.3~59.1
RK3	32.75~33.21	360~371	53.0~53.1
RK4	9.66~11.31	1772~1992	61.0~61.0
ZK10	27.57~28.77	864~941	59.1~59.3
ZK12	7.32~7.46	1272~1303	58.1~58.5
ZK13	7.58~7.64	924~936	58.5~58.6

根据锦江温泉提供的近五年各开采井的动态观测资料进行了统计（表 1-4），统计结果分析，锦江温泉地热田各开采井动水位埋深、井产量（3104~3138m³/d）和水温均处于正常波动范围之内，属基本动态稳定型。

表 1-4 近五年各开采井数据一览表

井 号	井产量 (m ³ /d)	动水位埋深 (m)	水温 (°C)
RK1	112~116	37.63~39.94	38.6~39.3
RK2	68~71	21.96~24.10	45.4~50.8
RK3	258~264	64.75~66.83	50.2~51.9
RK4	1046~1052	44.58~46.45	57.5~60.4
ZK10	535~540	31.30~32.16	57.0~57.9
ZK12	622~627	17.34~18.00	54.9~55.9
ZK13	463~468	17.82~18.87	50.8~51.8

根据 2021 年 12 月提交的《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，本地热田以动态观测、多井降压试验和群井降压试验资料作为评价依据，综合考虑 7 口开采井的历年来实际开采情况，以各开采井枯水期（2021 年 3 月）群井降压试验的总井产量 3151m³/d 作为锦江温泉地热田地热流体探明的（3014m³/d，近年来开采量最小值）+控制的（47m³/d）可开采量，加权平均水温 54.8°C（RK1 井产量 118m³/d，水位降深 30.38m；RK2 井产量 72m³/d，水位降深 16.86m；RK3 井产量 266m³/d，水位降深 56.56m；RK4 井产量 1054m³/d，水位降深 31.03m；ZK10 井产量 542m³/d，水位降深 28.04m；ZK12 井产量 629m³/d，水位降深 14.16m；ZK13 井产量 470m³/d，水位降深 14.62m，见表 1-5），其可开采量确定基准日为 2021 年 11 月 30 日。

表 1-5 地热田 B+C 级允许开采量一览表

井号	井产量 (m ³ /d)	静止水位 (m)	水位降深 (m)	动水位埋深 (m)	水温 (°C)
RK1	118	9.56	30.38	39.94	39.1
RK2	72	7.24	16.86	24.10	50.7
RK3	266	10.27	56.56	66.83	50.6
RK4	1054	15.42	31.03	46.45	57.8
ZK10	542	4.12	28.04	32.16	57.1
ZK12	629	3.84	14.16	18.00	55.6
ZK13	470	4.25	14.62	18.87	51.1

矿山经过 20 多年的开采，地热流体开采量发生了较大的变化，由原来的 6320m³/d 变至 3151m³/d，原因是多方面的：①根据恩平市气象部门有关资料统计，近三年来降雨量逐年减少，特别是 2021 年仅是正常年份的 30%，降雨量的减少，补给来源也就随之减少。②锦江温泉周边近几年工矿企业特别是上游的企业增多，地下水（地热水）开采量增加。③地热田周边大量种植桉树，水文地质条件局部改变，朗底河上游相邻地区采石取土，水土流失，朗底河河底淤积，也改变导致地热田周边的补给发生变化。④本次核实期间的水质报告中氦元素比补充勘查期间明显增加，氦元素的增加说明来源自深部热水，从而说明地热田周边水文地质条件发生改变，地热水补给量减少。⑤锦江温泉地热田西侧为吴川-四会深断裂带的南西段，东侧为恩平-新丰深断裂带的南西段，根据近期调查，黑坭地热田（恒大泉都）的资源量明显减少，说明地热田及附近区域地热地质条件发生了改变。

矿山开采以来，采矿权人、土地利用现状、土地权属及征地未变更，矿山恢复治理基金或保证金一直接时缴存。

三、矿山周边开采现状

锦江温泉周边近几年工矿企业特别是上游的企业增多，地下水（地热水）开采量增加。

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然地理

一、气象与水文

本区属亚热带海洋性季风气候,温湿多雨,年平均气温 21.9℃,极端最高气温 38℃(1975年 8 月 12 日),极端最低气温-0.5℃(1978 年 1 月 12 日)。年平均相对湿度为 81%,11 月份的相对湿度最小,平均为 71%;6 月份的相对湿度最小,平均为 88%。雨量充沛,多年平均降雨量为 2548.2mm,雨量多集中于 5~9 月,占总降雨量的 86%,为一年中的丰水期(表 2-1);12 月至次年 3 月为枯水期,其余月份为平水期(恩平市气象局)。

朗底河由北往南从地热田东侧流过,旱季流量约 $39.8 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$,雨季流量 $>80 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。在温泉度假村建设的同时对河道进行了改直,同时扩宽河道,有效地防止了洪涝灾害的发生。

表 2-1 恩平市各月气象数据表

月份	高温	低温	风速	总降雨
2023 年 02 月	22℃	14℃	6.4km/h	6.5mm
2023 年 01 月	19℃	10℃	9.4km/h	29.5 mm
2022 年 12 月	18℃	9℃	10.7km/h	8.0 mm
2022 年 11 月	26℃	19℃	7.9km/h	13.2 mm
2022 年 10 月	30℃	19℃	10km/h	3.0 mm
2022 年 09 月	33℃	23℃	6.5km/h	99.2 mm
2022 年 08 月	33℃	24℃	7.5km/h	267.3 mm
2022 年 07 月	34℃	25℃	8.5km/h	110.1 mm
2022 年 06 月	32℃	25℃	7.4km/h	57.0 mm
2022 年 05 月	28℃	21℃	5.9km/h	147.8 mm
2022 年 04 月	27℃	17℃	7.2km/h	24.3 mm
2022 年 03 月	26℃	16℃	6.4km/h	108.7 mm

二、地形地貌

锦江温泉地热田位于朗底河冲积平原的南端,地势平坦,标高 40~52m。朗底盆地外围地貌为小起伏丘陵,总体地势北高南低,一般标高 60~120m,最高点镬盖顶标高 240.5m(图 3-1)。总体而言,矿山地貌条件简单。

第二节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

锦江温泉地热田区内地表出露地层岩石较简单，主要有第四系坡残积土（ Q^{del} ）、冲洪积层（ Q_4^{apl} ）和燕山早期第三阶段（ $\gamma_5^{2(3)}$ ）。第四系坡残积层覆盖于基岩之上，岩性为一般为土黄、黄白、土红色粉质粘土或砂质粘性土；冲洪积层分布于中西部、南部，沿朗底河及其支流两侧呈条带状展布，黄白色中粗砂、粉细砂、含粘土砾石及粉质粘土，局部夹少量灰黑色淤泥。燕山早期第三阶段花岗岩以中粗粒花岗结构为主，局部细粒结构，属新兴岩体，呈岩基产出，在区域上呈北北东向带状分布，岩性为中粗粒黑云母花岗岩；燕山晚期第一阶段黑云母花岗岩侵入于新兴岩体（ $\gamma_5^{2(3)}$ ），呈岩基产出，岩性为中细粒黑云母花岗岩。

评估区地层岩性较单一，主要出露岩石为花岗岩，总体来说地层岩石复杂程度简单。

二、断裂构造

矿山内断裂构造叙述如下：

（一）北北东向断裂

朗底河口-牛山角断裂（F3）：位于地热田东侧，切割燕山早期和晚期花岗岩，区内推测全长约 6km，整体走向 16° ，倾向南东东，倾角 $70\sim 87^\circ$ ，断裂带宽度不详，该断裂为本地热田的控热构造（附图 1）。

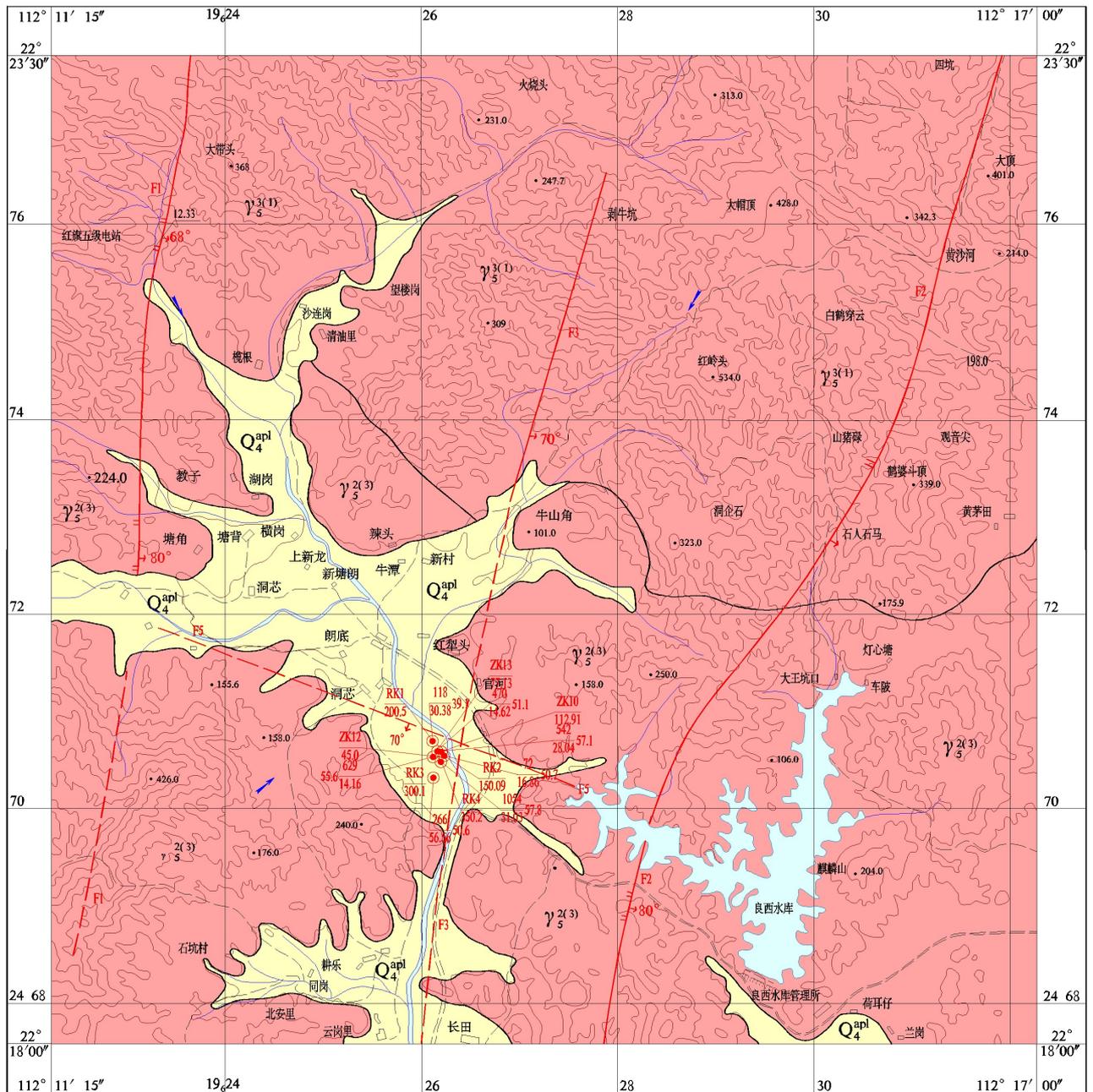
（二）北西西向断裂

1、F4 断裂：位于地热田北侧，推测为隐伏断裂破碎带，其规模较小，长度不明，宽约 20m，走向 310° ，倾向北东，陡倾角。

2、F5 断裂：位于地热田北侧，走向 $290\sim 300^\circ$ ，倾向南西，倾角 $65\sim 70^\circ$ ，宽约 40m，该断裂导水性较好，该断裂为本地热田的控水构造。

3、F6 断裂：位于地热田中部，走向 $290\sim 305^\circ$ ，倾向南西，陡倾角 $75\sim 83^\circ$ ，宽 $20\sim 30m$ 。断裂为本地热田的控水构造之一。

评估区内断裂发育，地质构造条件复杂程度中等。



- 比例尺 1: 50000
- | | | |
|----|--|---|
| 图例 | 一、地层和岩浆岩 | 三、其他 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Q₄^{apl} 第四系全新统冲洪积中粗砂粉细砂，含粘土质砾砂及亚粘土。 γ₅³⁽¹⁾ 燕山晚期第一阶段细粒花岗岩 γ₅²⁽³⁾ 燕山早期第三阶段黑云母花岗岩 | <ul style="list-style-type: none"> 实测断裂及编号、产状 推测隐伏断裂及其编号 地下水流向 地层界线 |
| | 二、控制性水点 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ZK12 $\begin{matrix} 629 \\ 45.0 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 55.6 \\ 14.16 \end{matrix}$ 开采井：左上为井号，下为井深(m)；右上为涌水量(m³/d)，下为水位降深(m)，后为水温(°C) RK1 $\begin{matrix} 118 \\ 30.38 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 39 \\ 19.62 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 51.1 \\ 28.04 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 57.1 \\ 28.04 \end{matrix}$ RK2 $\begin{matrix} 72 \\ 10.2 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 16.36 \\ 7.8 \end{matrix}$ RK4 $\begin{matrix} 150.09 \\ 30.2 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 10.2 \\ 31.5 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 31.5 \\ 37.8 \end{matrix}$ 官涌 $\begin{matrix} 470 \\ 19.62 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 54.2 \\ 28.04 \end{matrix}$ ZK13 $\begin{matrix} 112.91 \\ 54.2 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 57.1 \\ 28.04 \end{matrix}$ ZK10 $\begin{matrix} 112.91 \\ 54.2 \end{matrix}$ $\begin{matrix} 57.1 \\ 28.04 \end{matrix}$ | |

图 2-2 区域水文地质图

(资料来源：1: 20 万开平幅区域水文地质图)

(三) 区域地壳稳定性

本区属华南华夏系构造带与南岭东西向构造带交接地区，经历了加里东、印支、燕山、喜马拉雅四个构造发展阶段，发育有北东向及北西向构造形迹，它们纵横交错，互相迭织，加之频繁和大规模的岩浆活动，使区内构造面貌变得支离破碎和更趋复杂（图 2-3）。

本区域内新构造运动主要表现在恩平-新丰深断裂带南西端的阳江地震带的小地震活动频繁，例如：1961 年至 1987 年期间，阳江县城西南发生 $M_s \geq 3.0$ 的地震 35 次，其中 1976 年 7 月 26 日发生的 $M_s 6.4$ 级地震对评估区有影响，但未造成房屋倒塌及人员伤亡的严重地震灾害；其它小震对评估区没有明显影响，区域新构造活动频繁，但强度小。

核实区的断裂构造主要为华夏系构造，新近纪以来，总体上断裂差异活动不太明显，远场地震（半径 25km 以内）活动以中小地震为主，近场地震（半径 5km 以内）活动不强烈（图 3-4）。

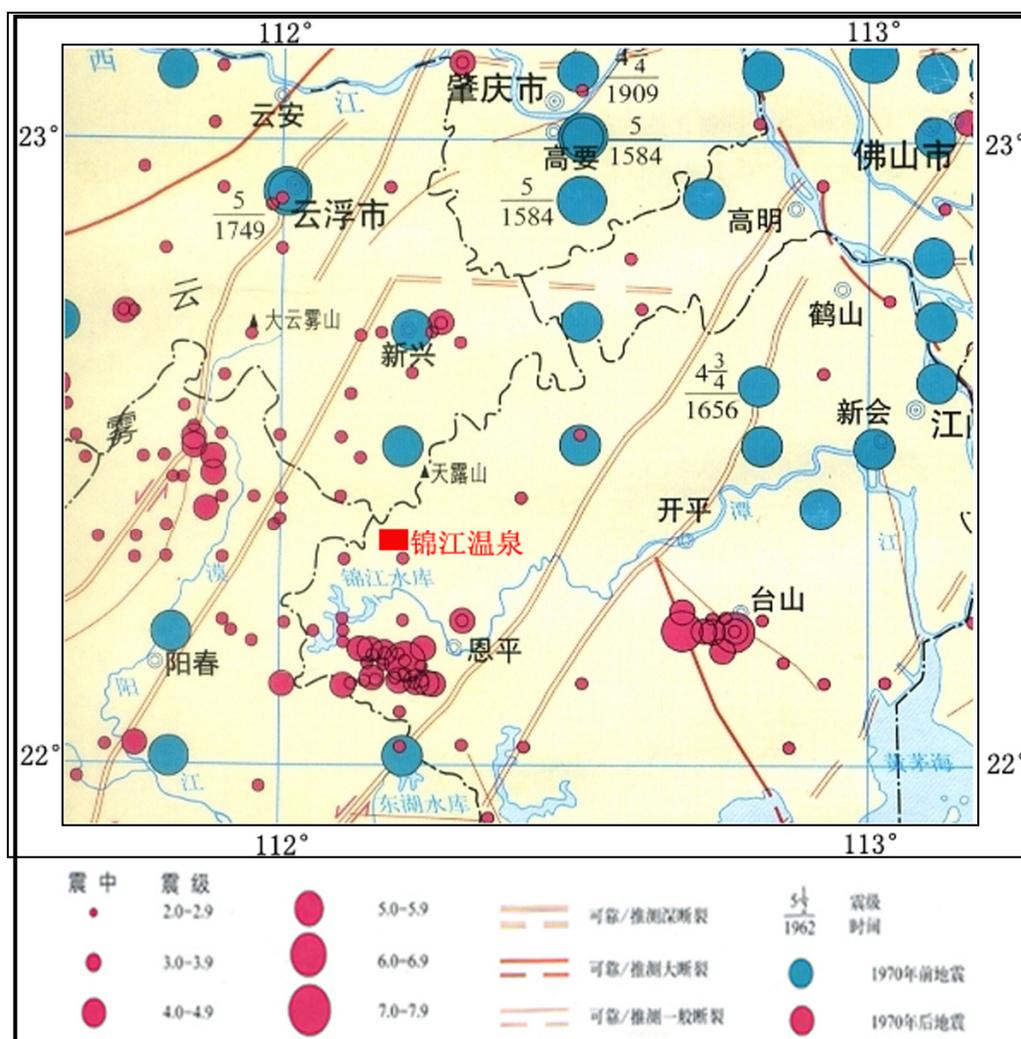


图 2-3 区域地震烈度图（比例尺 1: 120 万）

三、水文地质

本区地下水类型主要有松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，现分述如下：

1、松散岩类孔隙水：主要分布于区内中西部和南部朗底河及其支流两侧，赋存于第四系全新统冲洪积中粗砂、粉细砂及粘土质砾石层中，含水层厚度一般 2~6m。由于含水层的厚度不稳定，组成物质分选性差异较大，故富水性不均一，水量中等-贫乏，单井涌水量多为 80~200m³/d，水位埋深 1~3.5m，为潜水，水化学类型一般为 HCO₃-Na·Ca 或 HCO₃·Cl-Na 型，可溶性总固体质量浓度 60~120mg/L。

2、块状岩类裂隙水：本区主要的一种地下水类型，分布于全区，赋存于燕山期花岗岩的风化裂隙和构造裂隙中，富水性不均一，水量一般为中等~贫乏，常见泉流量 0.01~0.30L/s，地下迳流模数 8~20L/(s·km²)。在构造裂隙发育带中，富水性相对较强，泉流量>0.50L/s，旱季地下迳流模数>20L/(s·km²)，单井涌水量>100m³/d，局部>1000m³/d。水化学类型为 HCO₃-Na 或 HCO₃-Na·Ca 型；可溶性总固体质量浓度一般为 60~200mg/L，pH 值 5.8~7.6，一般深循环构造裂隙热水的 pH 值较高。

3、地热水：主要赋存于区域构造与区内次一级构造破碎带的交汇地段的黑云母花岗岩中，锦江温泉地热田原有天然泉点，水温为 42℃、自流量为 0.3L/s。钻孔（ZK10、ZK12、ZK13）揭露的总自流量为 1938m³/d，最高水温为 57.8℃。热矿水的水质：pH 值为 8.09~8.39，可溶性总固体质量浓度为 210~220mg/L，水化学类型属 HCO₃-Na 型。

4、锦江温泉地热田可开采热水量为 6320m³/d，根据开发利用方案其设计利用矿产资源储量 4203m³/d 或 151 万 m³/a(按 360d/a 计)；经多年来开发利用统计数据，其日开采量约 3000m³。显然，实际开采量远远小于 7 眼开采井的批准可开采量。根据 2021 年 12 月提交的《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，本地热田以动态观测、多井降压试验和群井降压试验资料作为评价依据，综合考虑 7 口开采井的历年来实际开采情况，以各开采井枯水期（2021 年 3 月）群井降压试验的总井产量 3151m³/d 作为锦江温泉地热田地热流体探明的（3014m³/d，近年来开采量最小值）+控制的（47m³/d）可开采量，加权平均水温 54.8℃。矿山经过 20 多年的开采，地热流体开采量发生了较大的变化，由原来的 6320m³/d 变至 3151m³/d，原因是多方面的：①根据恩平市气象部门有关资料统计，近三年来降雨量逐年减少，特别是 2021 年仅是正常年份的 30%，降雨量的减少，补给来源也就随之减少。②锦江温泉周边近几年工矿企业特别是上游的企业增多，地下水（地热水）开采量增加。③地热田周边大量种植

桉树，水文地质条件局部改变，朗底河上游相邻地区采石取土，水土流失，朗底河河底淤积，也改变导致地热田周边的补给发生变化。④本次核实期间的水质报告中氡元素比补充勘查期间明显增加，氡元素的增加说明来源自深部热水，从而说明地热田周边水文地质条件发生改变，地热水补给量减少。⑤锦江温泉地热田西侧为吴川-四会深断裂带的南西段，东侧为恩平-新丰深断裂带的南西段，根据近期调查，黑坭地热田（恒大泉都）的资源量明显减少，说明地热田及附近区域地热地质条件发生了改变。

5、根据 2007 年补充勘查报告中水质测试结果，地热流体的主要特征性组分为偏硅酸、氟和氡，其浓度如下：①偏硅酸质量浓度 51.4~85.59mg/L，达到命名矿水浓度，为硅水。②氟质量浓度 3.57~8.83mg/L，达到命名矿水浓度，为氟水。③氡质量浓度 185.4~2160Bq/L，达到命名矿水浓度，为氡水。结合地热流体水化学类型和水温，可综合命名 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型弱碱性硅氟氡淡温热水。根据 2021 年储量核实报告中水质测试结果，RK1、RK2、RK3、RK4、ZK10、ZK12、ZK13 井的水质分析测试结果，地热流体的主要特征性组分为偏硅酸、氟和氡，其浓度如下：①偏硅酸质量浓度 62.3~87.7mg/L，达到命名矿水浓度，为硅水。②氟质量浓度 2.17~6.89mg/L，达到命名矿水浓度，为氟水。③氡质量浓度 222~2570Bq/L，达到命名矿水浓度，为氡水。结合地热流体的水化学类型和水温，可综合命名为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型弱碱性硅氟氡淡温（热）水。和 2007 年补充勘查报告中水质测试结果相比，各个开采井的水化学类型变化不大。

区内地下水类型较简单，以基岩裂隙含水层为主，除局部断裂破碎带地段富水性中等外，其它地段富水性较弱，以贫乏为主。另据地形地貌特征，矿区属地下水补给—径流区。矿区水文地质条件属中等类型。

四、工程地质

（一）矿区岩土体特征

根据 2001 年 2 月和 2007 年 4 月，广东省开平市腾达建筑设计院所提交的工程地质勘察报告，在评价区内主要的岩土层有人工素填土 (Q^{ml})、第四系全新统冲洪积层 (Q_4^{apl})、第四系残积层 (Q^{el}) 和燕山早期第三阶段 ($\gamma_5^{2(3)}$) 中粗粒黑云母花岗岩。

在上述岩土层中，除有人工素填土 (Q^{ml}) 未完全沉实之外，其它岩土层的强度均较高。人工素填土 (Q^{ml})：在基建前为将地面提高至洪水位以上，利用河沙对全场进行回填，形成人工素填土层，厚度 2.00~4.00m，平均 2.9m。

其它岩土层作天然地基时的设计参数建议值见表 2-2。

表 2-2 岩土层天然地基设计参数建议值

岩 土 层				承载力特征值 f_{ak} (kPa)
成因	层序	岩土层名称	状态	
Q_4^{apl}	1-1	中细砂	中密	160
	1-2	砾砂	中密	280
$\gamma_5^{2(3)}$	2	强风化花岗岩	碎块状	800

(二) 矿山工程地质条件

矿山工程主要包括热矿水开采管井（地下工程）、井口沉箱（地面建筑）和抽水设备，属于相对简单的矿山工程。热矿水赋存于花岗岩类构造裂隙带中，并有温泉出露，含水层埋深 0~350m，一般管井深度 < 500m，成井口径 $\phi 110 \sim \phi 325$ ，根据 7 个开采井的钻探成井资料，第四系以残坡积层为主，层底埋深 3.30~13.10m，下覆基岩为花岗岩类。

热矿水开采管井成井时，第四系已下入钢管护孔，且口径较小，对地层稳定性影响甚微，地面建筑的井口沉箱占地面积约 1.4m²、埋深 < 1.2m 的简易构筑物，对地基承载力要求低，对地质环境影响轻微。

(三) 人为工程活动影响程度

评价区内没有村庄，人为工程活动主要是农作物种植，其次是位于评价区东边的连接恩平县城、圣塘镇、阳春县春湾、新兴县城等地的省级公路，公路边坡以土质边坡为主，少数为强~中风化花岗岩边坡，边坡未见支护工程护坡，长期裸露未发现有崩塌、滑坡等不良地质现象；因此，人为工程活动对地质环境的影响程度轻微。

(四) 不良工程地质问题

评估区内主要的不良工程地质问题有：全风化岩及其残积土遇水软化崩解问题。全风化层及残积土在区内广泛分布且近 2.11~8.03m，这些土层具高强度、低压缩性等特性，作为地基其工程性质较好，是多层、高层建筑比较理想的基础持力层。但是，这些岩土层含较多粗颗粒，粘土矿物则以高岭石为主，伊利石次之，因此也具有孔隙比较大、粘性较差的特点，受水影响容易软化、崩解，水理性能较差，因此在洪暴期间，矿区的边坡岩土层的不良水理性质将成为影响边坡稳定性的主要因素之一。

(五) 工程建设情况

矿山工程主要分布于温泉度假村范围，地下工程为 7 个热矿水开采井，地面工程有：温泉宾馆、会议中心、温泉接待中心、别墅区和木屋区等一至四层的建筑物，总建筑面积 0.2km²。在建设初期，对场地进行抽砂回填，并将河道改直，沿河边修建浆砌石护坡，旧河床改为人

工湖。矿山设计生产建设规模为 3151m³/d，加权平均水温 54.8℃（RK1 井产量 118m³/d，水位降深 30.38m；RK2 井产量 72m³/d，水位降深 16.86m；RK3 井产量 266m³/d，水位降深 56.56m；RK4 井产量 1054m³/d，水位降深 31.03m；ZK10 井产量 542m³/d，水位降深 28.04m；ZK12 井产量 629m³/d，水位降深 14.16m；ZK13 井产量 470m³/d，水位降深 14.62m），温泉废水经温泉水处理设备处理，排入内湖继续降温、沉淀、净化，达标后排入朗底水，退水满足广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二类污染物第二时段一级标准。排污口出水水质接受江门市生态环境局恩平分局的监督。

评估区岩土层简单，地基本身承载力较高，附加荷载不大，力学性质较好，矿山工程地质条件为简单。

五、矿体（层）地质特征

一、热储特征

根据补充勘查报告锦江温泉地热田热矿水主要赋存于燕山早期第三阶段黑云母花岗岩构造裂隙中，位于北北东构造（F3）与北西西构造（F4、F5、F6）交汇部位（附图 1），岩石受到强烈构造应力作用，并产生热蚀变，原岩已改变成构造角砾岩、碎裂花岗岩，不同程度产生硅化、绿泥石化及热水蚀变，其中热岩溶蚀及石英重结晶形成蜂窝状晶洞、溶蚀孔穴，扩大了地热水的储水空间并构成了本地热田的热储，本地热田热储层定底板埋深为 22.03（ZK12）~232.05m（RK3）。该热储主要受断裂构造控制，平面上呈多条平行带状分布，主要走向 295~305°。本地热田热储属基岩构造裂隙热储，呈多条平行分布，单一热储厚度较小，储水空间呈带状展布。根据开采井的降压试验成果，同一热储带的水力联系较强，不同热储带之间的水力联系较弱；地热田热储的富水性以中等为主。

围岩主要为燕山早期第三阶段黑云母花岗岩，以中粗粒花岗结构为主，局部为中细粒花岗结构；主要矿物成份：钾长石 35%~45%，斜长石 25%~35%，石英 20%~30%，黑云母 3%~5%。岩石致密坚硬，裂隙不发育，岩层透水性及含水性弱。围岩致密、张性裂隙不发育，透水性弱，具有较好的隔水性及保温性。

二、盖层特征

根据地质与水文地质调查及钻孔揭露的情况，本地热田热储盖层总体较好。原天然泉点区域盖层较差，岩性主要为中粗砂，孔隙发育，透水性强，盖层厚度只有 2.11~8.03m；其它地段热储盖层多为黑云母花岗岩层，岩石致密坚硬，裂隙不发育，岩层透水性弱，具有较好的隔水性及保温性能。

三、埋藏条件

锦江温泉地热田地热流体埋藏条件受断裂构造控制，总体上该地热田热储分布于北北东向构造（F3）和北西西向构造（F4、F5、F6）交汇部位，埋藏深度主要集中在断裂带交汇处的集中破碎区，埋藏深度不一，地热田上覆边界为土层，厚度 2.11~8.03m。

四、热源

本地热田处于北东向吴川-四会、恩平-新丰两条深断裂带之间。据区域水文地质调查成果，两条深断裂带均有众多温泉出露，吴川-四会深断裂带有温泉 20 多处，每年释放热能不小于 162TJ（太焦尔）；恩平-新丰深断裂带有温泉 17 处，每年释放热能大于 300TJ。说明断裂带地热资源丰富。根据现有的地质资料及目前对地热的认识水平，推断本地热田的热源可能来源于：①断裂构造活动产生的摩擦热，②放射性物质蜕变产生的热能，③燕山早期第三阶段侵入岩的岩浆余热。

五、地热流体通道

锦江温泉地热田热矿水赋存于燕山早期第三阶段花岗岩构造裂隙带中，热储主要受断裂构造控制。花岗岩在多次构造运动作用下，岩石具硅化，局部为构造角砾岩，岩石张裂隙发育，尤其是北西西断裂带张裂隙较发育，当钻孔揭露到断层带时，井内即出现漏水或涌水现象。依此判断，断裂构造裂隙带既是地热流体的赋存空间，也是热流体上涌的通道。

六、地热流体的补给、径流、排泄

地热流体的补给：锦江温泉地热田处于北北东向与北西西向断裂交汇部位，热矿水主要赋存于燕山早期第三阶段黑云母花岗岩的构造裂隙中，属于构造控制的带状裂隙型热储。地热流体的补给来源较为复杂，但主要是大气降水转化为围岩基岩裂隙水再补给热矿水。地热田位于朗底山间盆地的南边，自然汇水单元出口处，地形地貌对地下热矿水的补给有利。

地热流体的径流：根据北东向恩平-新丰深断裂的走向和地形地貌条件分析，大气降水和基岩裂隙水不断地补给构造裂隙带，尔后再通过断裂带往深部运移、循环，吸收地热能；同时，通过沿途溶解岩石中多种矿物质，形成地热流体。在水动力和热动力的共同作用下，热流体沿断裂带往浅部径流，其径流路径较为复杂，从温泉所出露的地形地貌特征及主要断裂产状分析，在温泉出露点附近，地热流体以近似垂直径流为主，其次为从北西沿北西西断裂组往南东径流。

地热流体的排泄：锦江温泉地热田的热储盖层不连续，在盖层较薄地段，地热流体以上升泉自流的形式排泄；在盖层较厚地段，在施工开采井之后形成人工排泄点。

七、水质特征

（一）补充勘查期间的水质概况

根据 2007 年补充勘查报告中水质测试结果，地热流体的主要特征性组分为偏硅酸、氟和氡（表 5-1），其浓度如下：

①偏硅酸质量浓度 51.4~85.59mg/L，达到命名矿水浓度，为硅水。

②氟质量浓度 3.57~8.83mg/L，达到命名矿水浓度，为氟水。

③氡质量浓度 185.4~2160Bq/L，达到命名矿水浓度，为氡水。

结合地热流体水化学类型和水温，可综合命名 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型弱碱性硅氟氡淡温热水。

（二）本次资源储量核实期间的水质动态概况

根据 RK1、RK2、RK3、RK4、ZK10、ZK12、ZK13 井的水质分析测试结果，地热流体的主要特征性组分为偏硅酸、氟和氡（表 5-2），其浓度如下：

①偏硅酸质量浓度 62.3~87.7mg/L，达到命名矿水浓度，为硅水。

②氟质量浓度 2.17~6.89mg/L，达到命名矿水浓度，为氟水。

③氡质量浓度 222~2570Bq/L，达到命名矿水浓度，为氡水。

结合地热流体的水化学类型和水温，可综合命名为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型弱碱性硅氟氡淡温（热）水。和 2007 年补充勘查报告中水质测试结果相比，各个开采井的水化学类型变化不大。

第三节 矿区社会经济概况

中国温泉之乡恩平市位于广东省西南部，属珠江三角洲区域，是粤中粤西交汇地，是一个自然资源丰富，区域优势突出，发展潜力巨大的农业市（县）之一。

大槐镇属南亚热带气候，全年阳光充足，雨水充沛，自然气候、环境适宜茶叶生长，种茶制茶的历史已 100 多年，现有茶园 2000 多亩。尤以恩平市金山温泉茶厂为最，产品有：锦云牌单枞茶、锦云牌铁观音茶等，产品价格便宜，质量优，其所产的锦云牌单枞茶以其上乘的品质享誉四方，冲泡后茶的汤色黄中透红。

恩平市特色工业发展迅速，形成了以电声器材、纺织服装、建材化工为支柱、配套完善的产业体系。新型光能、新型建材等新兴产业正在生根发芽。有佛山陶瓷产业转移、沙湖新型建材产业基地、横陂临港新型建材产业园、牛江精细化工产业园和圣堂工业园等。恩平市电子电声器材行业生产企业 500 多家，麦克风年产量超过 9000 万支，占全国总产量 70%以上，市场占有率达 75%，年产值达 32 亿多元；出口量占全国 80%，被国家命名为“中国麦克风行业产业基地”和“中国麦克风出口基地”。纺织服装行业企业 150 多家，形成纺纱、织布、

染整、成衣“一条龙”发展，年产服装 3000 多万件、棉纱 16000 多吨、布匹 1800 多万米。建材化工行业基础扎实，年产水泥 500 万吨；陶瓷企业 24 家，年产瓷砖 5900 万平方米，纳米碳酸钙生产企业 4 家，年产量 19 万吨，被国家命名为“中国纳米碳酸钙产业基地”。2009 年底，沙湖新型建材基地和恩平纺织基地已被列入广东省十二大产业调整和振兴规划，成为推进恩平市经济发展的强大引擎。2011 年，恩平市积极落实上级扶持外贸政策，鼓励电声器材、服装等企业利用广交会、粤港经济技术贸易交流会等经贸合作平台，不断开拓新兴出口市场。

2020 年，面对严峻复杂的国内外环境特别是新冠肺炎疫情的严重冲击，恩平市在市委、市政府的坚强领导下，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，牢牢把握稳中求进工作总基调，紧紧围绕落实省委“1+1+9”工作部署、江门市委和恩平市委“1+1+5”工作举措，科学应对挑战、携手共克时艰、同心砥砺奋进，统筹推进疫情防控和经济社会发展工作，扎实做好“六稳”工作，全面落实“六保”任务，在乘势而上中加快推动高质量转型发展。“十三五”规划主要目标任务顺利完成，经济社会发展迈上新台阶，为开启全面建设社会主义现代化新征程奠定坚实基础。

2020 年恩平市实现地区生产总值 191.73 亿元，按可比价格计算，比上年增长 1.0%。其中，第一产业增加值 31.03 亿元，同比增长 5.4%，对 GDP 增长的贡献率为 63.5%，拉动 GDP 增长 0.6 个百分点；第二产业增加值 49.31 亿元，增长 0.3%，对 GDP 增长的贡献率为 7.7%，拉动 GDP 增长 0.1 个百分点；第三产业增加值 111.38 亿元，增长 0.5%，对 GDP 增长的贡献率为 28.8%，拉动 GDP 增长 0.3 个百分点。三次产业结构比例调整为 16.2：25.7：58.1。

第四节 矿区土地利用现状

一、矿区土地利用现状

根据自然资源局提供的最新的土地利用现状图（2020 年）的资料和《土地利用现状分类》GB/T 21010-2017 标准，确定矿山的土地利用现状见表 2-3。

表 2-3 矿山土地利用现状表

地类编码	地类名称	面积(亩)	面积(公顷)
0101	水田	670.5017	44.70
0102	水浇地	54.4791	3.63
0103	旱地	80.9696	5.40
0201	果园	144.0868	9.61
0204	其他园地	39.6902	2.65
0301	乔木林地	234.5535	15.64
0302	竹林地	193.6584	12.91
0307	其他林地	11.6617	0.78
0404	其他草地	5.6783	0.38
1003	公路用地	60.9050	4.06
1006	农村道路	31.3132	2.09
1101	河流水面	153.8382	10.26
1104	坑塘水面	28.9531	1.93
1106	内陆滩涂	38.3861	2.56
1107	沟渠	40.9216	2.73
1109	水工建筑用地	1.8311	0.12
1202	设施农用地	1.8638	0.12
202	建制镇	213.9802	14.27
203	村庄	643.7781	42.92
205	风景名胜及特殊用地	6.5984	0.44
合计		2657.6480	177.18

二、矿区土地总体规划

矿区各类土地利用总体规划的面积及其所占比例见表 2-4。

表 2-4 矿区土地利用总体规划表

一级地类	二级地类	三级地类	面积(公顷)	备注
农用地	耕地	1110(水田)	40.90	基本农田面积: 23.5511 公顷
		1130(旱地)	6.88	
	园地	1201	0.75	
	林地	1310(有林地)	14.85	
		1330(其他林地)	7.05	
	其他农用地	1530(坑塘水面)	0.90	
建设用地	城乡建设用地	2110(城镇用地)	0.27	
		2120(农村居民点用地)厂	25.18	
	交通水利用地	2220(公路用地)	5.45	
		2310(风景名胜设施用地)	34.13	
其他建设用地	2320(特殊用地)	24.99		
	其他土地	水域	3110(河流水面)	15.59
自然保留地		3200	0.23	
总计			177.18	

第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动

矿山处于朗底盆地下游，朗底河岸边，自然生态环境保持良好。温泉度假村范围内没有村庄，往北离旧朗底镇区约 3km，人为工程活动主要是农作物种植，其次是位于矿区东边的连接恩平县城、圣塘镇、阳春县春湾、新兴县城等地的省级公路，因此，人为工程活动以农田耕种为主，其次是公路建设。锦江温泉经过近十年的建设和治理，已建成一处环境优美的温泉旅游景区。矿山地质环境条件复杂程度中等。

第六节 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

一、矿区矿山地质环境治理与土地复垦

2012 年 11 月矿山完成了《广东省恩平市大田镇锦江温泉地热田矿山地质环境保护与恢复治理方案》：

（一）水源保护方案：为确保地热田在扩大开采量之后不诱发水位、水量、水温和水质的突变，应继续做好水源（地热田）的保护工作（表 2-5）：A、继续加强热矿水的动态监测，对地热田的所有开采井的水位、涌水量和水温进行每月观测一次。B、继续每年一次的热矿水全分析水样采集与送检，及时掌握地热田热矿水的水质变化规律。通过地热资源的动态监测，详细掌握各开采井的水位、水温、水量和水质等参数，并通过相关参数的对比、分析，以指导地热资源的合理开发和热矿水资源的保护。

表 2-5 2017 年-2022 年各开采井监测数据一览表

井号	井产量 (m ³ /d)	动水位埋深 (m)	水温 (°C)
RK1	112~116	37.63~39.94	38.6~39.3
RK2	68~71	21.96~24.10	45.4~50.8
RK3	258~264	64.75~66.83	50.2~51.9
RK4	1046~1052	44.58~46.45	57.5~60.4
ZK10	535~540	31.30~32.16	57.0~57.9
ZK12	622~627	17.34~18.00	54.9~55.9
ZK13	463~468	17.82~18.87	50.8~51.8

(二) 水土保持方案：锦江温泉度假村位于河边滩涂地带，建设过程经抽砂堆填，沿河已施工浆砌石护堤，空地已植树绿化，目前，出现水土流失的可能性小，只需要继续做好度假范围绿化植物的养护，防止人为破坏，可有效预防水土流失的发生。

(三) 土地复垦方案：度假村内除建（构）筑物与道路占地外，其余土地均进行植树种草复绿工作。

(四) 温泉度假村主要利用热矿水进行浸浴，将产生大量低温废弃热矿水，应按环评要求实行无害排放。固体废弃物以度假村经营的生活垃圾为主，应纳入当地市政垃圾处理，预防对环境造成污染。

(五) 巡视监测三级保护区内的环境保护情况，三级保护区范围内主要为酒店设施用地，未建设和温泉设施无关的建筑，也未建设会对地热资源造成污染的设施。

(六) 对地质灾害隐患点进行巡视监测，未发现地裂缝、地面沉降等地质灾害。

二、矿区周边矿山地质环境治理与土地复垦

由于矿山周边没有较好的已完成《矿山地质环境治理与土地复垦》方案，所以本文选取其他地区的《广东省茂名市电白区御水温泉旅游发展有限公司地热水矿山地质环境保护与土地复垦方案》作为案例进行分析，为本文的编写提供参考。

1、广东省茂名市电白区麻岗御水地热田矿区（以下称矿区）为设计地下开采、办理采矿许可证延续和变更生产规模手续的矿山。矿山提供地热水给茂名市电白区御水温泉旅游发展有限公司，开采井主要位于酒店度假村内，该情况和本矿山相似。

2、御水地热田矿山生产建设规模为大型，评估区重要程度分级为较重要区，矿山地质环境条件复杂程度分级为中等，该情况和本矿山相似。

3、御水地热田矿山地貌条件简单；地层岩性简单，岩石为花岗岩和第四系土层，和本矿山相似；地质构造条件复杂程度中等；矿区水文地质条件中等；矿山工程场地地基稳定性简单；矿区周边主要为村庄，经济主要以农业为主。矿区内有水田，但是矿区设施并未压占水田，该情况和本矿山相似。

4、御水地热田矿山设施和本地热田相似，土地复垦的工程措施为拆除砌体、泥浆回填和上覆土层，监测措施为土地损毁及土地复垦效果监测，可做参考。

5、御水地热田矿山为扩大生产规模的矿山，由于该矿山新增开采井还未投入使用，因此关于水资源和水环境预测部分，和本矿山情况不同。

该方案内容详实，措施完善，经济可行，且与本次编写的方案情况接近，具有较好的参考价值。

三、矿山地质环境治理与土地复垦分析

本矿山的矿山地质环境保护与土地复垦工作应该坚持“预防为主，防治结合”“在保护中开发，在开发中保护”“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”、“因地制宜，边开采边治理”，严格按照以下原则。

- 1、“因地制宜，实事求是，宜农则农，宜林则林，宜渔则渔，宜它则它”的科学原则。
- 2、统筹规划、合理布局、突出重点、分步实施的原则。
- 3、立足矿山实际，实事求是，可操作性强的原则。
- 4、先设计，后施工的原则。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述

一、矿山地质环境调查概述

2022年11月3~5日，专业技术人员进行矿山地质环境调查，以1:5000地形地质图（成图时间为2021年）作为此次工作用手图。

根据现场踏勘成果及开发利用设计，确定调查区范围：野外调查采用1:5000地形地质底图，调查范围为以水文地质单元为单位，面积为1.7718km²。

定点采用GPS卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定；用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，通过点、线观察、工程测量、记录、取样测试等手段，将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

二、土地资源调查概述

2022年11月，收集了标准分幅的土地利用现状图、土地利用总体规划图，专业技术人员进行土地资源等调查，以1:5000地形地质图（成图时间为2020年）作为此次工作用手图，对现场损毁土地范围进行核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定，并进行了公众意见调查。

第二节 矿山地质环境影响评估

一、评估范围和评估级别

（一）评估范围

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》规定：“矿山地质环境保护与恢复治理方案编制的区域范围包括开采区及其采矿活动的影响区”，评估范围的确定原则为：开采设计方案规划的开采区及开采活动的影响区域。

根据开采设计，结合矿山地质环境综合调查成果分析研究，评估范围确定的主要考虑因素：①开采范围和开采方式；②矿山附属设施（酒店区、开采区及其他辅助建筑）影响范围；③矿山开采引起的地质环境问题（地下水、地形地貌景观改变、地质灾害的影响范围）。

开采井就在酒店区内，由于矿区范围面积较大，能够涵盖第一分水岭和矿区的水文地质单元，因此评估区为矿区范围，面积为 1.7718km²。

（二）评估级别

1、评估区重要程度分级

评估区重要程度应根据区内居民集中居住情况、重要工程设施和自然保护区分布情况、重要水源地情况、土地类型等确定，划分为重要区、较重要区和一般区等三个分级（表 3-1）。

表 3-1 评估区重要程度分级表

（《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 J

重要区	较重要区	一般区
1. 分布有 500 人以上的居民集中居住区	1. 分布有 200~500 人的居民集中居住区	1. 居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
2. 分布有高速公路，一级公路，铁路，重要湖泊，中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	2. 分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	2. 无重要交通要道或建筑设施
3. 矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）	3. 紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	3. 远离各级自然保护区及旅游景区（点）
4. 有重要水源地或大型水源地	4. 有较重要水源地或中型水源地	4. 无较重要以上水源地或有小型水源地
5. 破坏耕地、园地	5. 破坏林地、草地	5. 破坏其它类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

（1）评估区范围内人口分散，主要为游客，人口数量不稳定，朗底河两侧有四个村落，评估区总人数大约在 200~500 人之间，属较重要区。

（2）矿区范围内虽然有耕地、园地、林地和草地，但是并未对其破坏。

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 J 评估区重要程度分级表（表 3-1），本矿山评估重要程度分级为**较重要区**。

2、矿山生产建设规模分类

矿山为地下开采，开采矿种为地热水，生产建设规模为 3151m³/d 或 103.98 万 m³/a，根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 L 矿山生产建设规模分类，矿山生产建设规模属于**大型**。

3、矿山地质环境条件复杂程度分级

矿山地质环境条件复杂程度根据区内水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌确定，划分为复杂、中等、简单等三个分级（表 3-2）。

表 3-2 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

（《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 K.1）

复 杂	中 等	简 单
1. 主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1. 主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000 m ³ /d~10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	1. 主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
2. 矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，采空区距地表残坡积层、基岩风化破碎带大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2. 矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，采空区距地表残坡积层、基岩风化破碎带 5 m~10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	2. 矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，采空区距地表残坡积层、基岩风化破碎带小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
3. 地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	3. 地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	3. 地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。
4. 现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	4. 现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	4. 现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。
5. 采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	5. 采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	5. 采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。
6. 地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	6. 地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层多为倾向斜交。	6. 地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向于岩层倾向多为反交。

注：采取就高原则。6 条中只要有一条满足某一高级别时，就定为该级别。

矿山现持采矿许可证为地下开采地热水，根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 K.2 相关要求（表 3-2），矿山地质环境条件复杂程度的分级由水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、地质灾害、地形地貌等六个方面进行综合评定，所评价的六大因素为简单~中等（表 3-3），故综合评价矿山地质环境条件复杂程度为**中等级别**。

表 3-3 矿山地质环境条件复杂程度综合评价表

分级因素	主要特征	综合评价
水文地质	开采井位于地下水位以下，充水含水层和构造破碎带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	中等
工程地质	评估区岩土层简单，地基本身承载力较高，附加荷载不大，力学性质较好。评估区边坡岩石较完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定。	简单
地质构造	评估区地层岩性简单，矿区主要岩石为花岗岩，断裂构造较发育，并切割开采井围岩、覆岩和主要含水层（带），矿区地质构造中等，区域地壳基本稳定。	中等
地质环境问题	现状矿山存在的地质环境问题小，含水层影响与破坏小，地形地貌景观的影响与破坏小。预测采矿易引起诱发地面沉降、崩塌滑坡等地质灾害，危害危险性小，影响较轻。	简单
矿山开采	开采矿种为地热水，为断裂带控制的基岩裂隙水。	简单
地形地貌	评估区内主要为平地，低矮山坡坡度均 $<15^{\circ}$ 。植被较发育，地表自然排水条件良好，地形地貌条件复杂程度级别为简单。	简单

4、矿山地质环境影响评估级别

矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，评估级别分为一级、二级、三级等三个分级（表 3-4）。

综上所述，矿山生产建设规模为**大型**，评估区重要程度分级为**较重要区**，矿山地质环境条件复杂程度分级为**中等**。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 I（即表 3-1）的矿山地质环境影响评估精度分级标准，确定该矿山地质环境影响评估级别为**一级**。

表 3-4 矿山地质环境影响评估精度分级表

(《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 I)

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

二、矿山地质灾害现状分析与预测

通过收集的资料及矿山地质调查发现，由于度假村已平整场地，因此不存在斜坡类地质灾害的问题，对矿山地质灾害现状分析与预测如下：

(一) 矿山地质灾害现状分析

评估区位于丘陵区，地质环境条件复杂程度分级属中等；人类工程活动仅局限于地表农作物种植及简易道路的修筑，温泉度假村以外地带仍以天然地形地貌为主，未见大型人类工程活动。矿山工程主要分布于温泉度假村范围，地下工程为 7 个热矿水开采井，地面工程有：温泉宾馆、会议中心、温泉接待中心、别墅区和木屋区等一至四层的建筑物，总建筑面积 0.2km²。在建设初期，对场地进行抽砂回填，并将河道改直，沿河边修建浆砌石护坡，旧河床改为人工湖。

1、河堤护坡：在度假村建设中，于 2001 年在朗底河西边修筑一条新河堤，同时施工浆砌石护坡，预防洪水对度假村的影响，护坡总长约 700m，高 1~3m，常年水位以下的护坡近直立，上部以 1：0.5 放坡，坡面再施工浆砌石，该河堤护坡经过多年洪水冲刷，尤其是经过 2006 年 6 月特大洪水考验，未发现崩塌、滑坡等不良地质现象，护坡结构稳定可靠。

2、热矿水抽水活动对地面沉降、地表建（构）筑物、农田的影响现状

3、锦江温泉的热矿水赋存于燕山早期第三阶段（ $\gamma_5^{2(3)}$ ）中粗粒黑云母花岗岩风化和构造裂隙中，属于裂隙承压水。从热矿水动态观测资料可见，热矿水的水温变幅仅有 0.6℃，说明没有浅部常温水的就近补给，因此判断，热矿水开采性抽水活动未见有直接影响浅部第

四系坡残积孔隙含水层，其中，7口开采井经过多年生产性抽水开采，其周边未发现有地面沉降、未发现对地表建（构）筑物及农田有明显的影响。因此，热矿水的抽水活动对地面沉降、地表建（构）筑物、农田的影响轻微。锦江温泉度假村内的绿化面积占用地面积的40%，目前，温泉度假村内绿树成荫，未发现温泉度假村的建设所引发和加剧的地质灾害。

矿山地质灾害现状分析小结：矿山现状地质灾害不发育，未发现崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害，对矿山开发建设的影响程度较轻。

（二）矿山地质灾害预测分析

在现状分析评估的基础上，根据开采设计和采矿地质环境条件特征，分析预测采矿活动可能引发的地质环境问题及其危害，评估矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响。

预测分析选取的评价要素主要有工程地质条件、水文地质条件、构造地质条件、地形地貌条件、气候条件及采矿生产建设条件等。

矿山地质环境影响评估方法主要采用工程类比法、层次分析法、相关分法及模糊综合评判法等。

地质灾害预测评估：在现状评估的基础上，根据评估区地质环境条件，结合矿山“开采设计”的工程布局、开采方式等，预测可能引发和遭受的地质灾害有：地面沉降。

据调查，矿山是在原有酒店建筑的基础上继续生产，不建设新的其他基础构建筑物。综合地热水生产规模的总可采储量、开采方式，对地质环境影响的预测评估如下：

1、采矿活动可能引发的地质灾害

（1）地面沉降预测评估

本矿山是利用管井开采地下水，井径最大为380mm，不需要大面积剥离表土，不需要开挖形成大面积采坑，没有开采边坡，没有尾矿，现状未见因矿山建设而引发的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。但地热水开采可能引发的地质灾害类型为地面沉降，现评述如下：

地热水在开采过程中需抽地下水，若过量开采地下水可能诱发降落漏斗范围内的地面出现沉降现象。其主要诱发因素是长时间抽取地下水，而产生地面沉降的地层主要是土层。为评估地面沉降的危害性，下面以钻井揭露的RK1井为例，对降水引起覆盖土层出现附加沉降量进行估算。有关抽水引起地面沉降的公式如下：

$$s_w = M_s \sum_{i=1}^n \Delta\sigma_i \frac{\Delta h_i}{E_{si}} \dots\dots\dots \text{（式 3-1）}$$

式中：

- S_w —— 由于抽水引发的地面沉降值 (mm) ;
- M_s —— 沉降计算经验修正系数, 一般取 0.2~0.7;
- $\Delta\sigma_i$ —— 水位下降引发的各地层有效应力增量 (kPa) ;
- Δh_i —— 受降水影响各地层厚度 (m) ;
- E_{si} —— 各地层的压缩模量 (MPa) ;
- n —— 计算的地层层数;

以 RK1 井为例, 取中粗砂的压缩模量分别为 4.4MPa, 水位埋深取 RK1 井静止水为 9.56m (静水位在土层以下), 抽水的最大动水位埋深 39.94m, RK1 井坡残积层粘性土层厚 8.30m, 水位下降引发的各地层有效应力增量为 0kPa, 沉降计算经验修正系数 M_s 取最大值 0.7。通过计算, RK1 井 8.30m 厚范围土层因抽水引发的地面沉降量为 0mm, 同理可求得 ZK10、ZK12、ZK13、RK2、RK3 和 RK4 井地面沉降量分别为 10.62mm、0mm、22.27mm、0mm、0mm、和 0mm, 对照表 3-5, 评估区地面沉降危害程度小, 危险性小。抽取地下水引发的地面沉降对矿山地质环境影响较轻。

表 3-5 地面沉降发育程度评估表

沉降量 (mm)	$s \leq 300$	$300 < s < 800$	$s \geq 800$
危害程度	危害小	危害中等	危害大
危险性等级	危险性小	危险性中等	危险性大

表 3-6 地面沉降危险性评估表

开采井编号	沉降量 (mm)	危害程度	危险性等级	危害对象
ZK10	10.62	危害小	危险性小	道路及建筑
ZK12	0			
ZK13	22.27			
RK1	0			
RK2	0			
RK3	0			
RK4	0			

根据《储量核实报告》, 锦江温泉地热田热储为受构造控制的带状构造裂隙热储, 热储热流体具承压、多层分布的特征, 可近似视作承压完整井。含水层 (带) 的空间分布较复杂, 在平面上没有特别明显的方向性, 垂直方向亦非常不均匀, 当开采井进行降压试验时, 其所造成的真正降落漏斗比较复杂。按现行通用的理论, 尚没有一个较合适的计算影响半径的理论公式。在假设地下水含水系统为等效均质、各向同性的承压含水层, 含水层的侧向边界无

限远的情况下，可通过承压水完整井（单井）的经验公式计算其渗透系数和影响半径，有关计算结果见表 3-7，计算公式如下：

$$K = \frac{0.366Q}{m \cdot S} \lg \frac{R}{r} \dots\dots\dots (3-1)$$

$$R = 10S\sqrt{K} \dots\dots\dots (3-2)$$

其中：Q—主井井产量 (m³/d)；M—含水层厚度 (m)；

S—主井水位降深 (m)；r—主井半径 (m)；R—影响半径 (m)。

把枯水期群井降压试验 RK1、RK2、RK3、RK4、ZK10、ZK12、ZK13 井看作一个大井（大井法）来计算降压影响外延半径，采用以下公式进行计算：

$$R' = P/2\pi \dots\dots\dots (3-3)$$

式中：P—多边形周长 (m)。

将参数代入上式计算即是 RK1、RK2、RK3、RK4、ZK10、ZK12、ZK13 井枯水期群井降压试验的影响半径作为虚拟大井引用半径外延 133.76m。由于含水层（带）呈脉状分布，在不同方向间的透水性及含水性差异较大，水文地质条件与计算公式的假设条件也有的差异，因此，上述渗透系数与影响半径的计算结果是一个参考值。

表 3-7 开采井渗透系数和影响半径计算结果表

井号	井产量 (m ³ /d)	水位降深 (m)	主井半径 (m)	含水层厚度 (m)	影响半径 (m)	渗透系数 (m/d)
RK1	118	30.38	0.084	11.84	193.00	0.40
RK2	72	16.86	0.11	5.27	163.53	0.94
RK3	266	56.56	0.065	13.31	395.68	0.49
RK4	1054	31.03	0.11	36.50	338.20	1.19
ZK10	542	28.04	0.065	32.85	246.15	0.77
ZK12	629	14.16	0.11	22.97	216.20	2.33
ZK13	470	14.62	0.065	9.10	319.41	4.77

采矿活动可能引发的地质灾害-地面沉降预测评估小结：预测矿山长时间抽取地下水可能引发降落漏斗范围内的地面出现沉降现象，通过枯水期群井抽水试验得知：RK1、RK2、RK3、RK4、ZK10、ZK12、ZK13 井井降落漏斗影响半径分别为 193.00m、163.53m、395.68m、338.20m、246.15m、216.20m 和 319.41m，根据表 3-6，三口井的沉降量分别为 0mm、0mm、0mm、0mm、10.62mm、0mm 和 22.27mm，受地面沉降影响的建（构）筑物主要为周边酒店设施、朗底河、村庄和道路等，由于评估区土层沉降量小，因此预测地面工程引发地面沉降潜在危险性小，危害性较轻。

2、采矿活动可能遭受的地质灾害

根据矿山地质环境条件和工程特征，预测矿山建设可能遭受地面沉降等地质灾害。

根据前节分析评估，预测矿山可能遭受抽水降落漏斗范围内的地面出现沉降现象，主要影响危害对象包括开采井结构以及周边的地形地貌景观，由于矿山开采多年，并未出现地面沉降现象，因此预测地面工程遭受地面沉降潜在危险性小等，危害性小等。

矿山地质灾害预测分析小结：评估区范围内矿山相关建设项目引发和遭受地质灾害的影响与破坏程度为较轻级别。

三、矿区含水层影响现状分析与预测评估

含水层影响与破坏主要体现在由采矿活动导致含水层结构破坏、含水层疏干范围、地下水水位下降速率、泉水流量减少情况、地下水位降落漏斗的分布范围、地下水水质变化、对生产生活用水水源的影响、可能引起的环境水文地质问题等。现在根据水资源和水环境两个方面进行现状和预测分析。

（一）对矿区含水层影响现状分析

1、对水资源影响的现状评估

锦江温泉地热田可开采热水量为 6320m³/d，根据开发利用方案其设计利用矿产资源储量 4203m³/d 或 151 万 m³/a（按 360d/a 计）；经多年来开发利用统计数据，其日开采量约 3000m³。显然，实际开采量远远小于 7 眼开采井的批准可开采量（表 3-8）。

表 3-8 锦江温泉地热田各开采井动态变化统计表（补充勘查报告）

井号	水位降深 (m)	井产量 (m ³ /d)	水温 (°C)
RK1	23.35~23.87	216~218	42.2~43.0
RK2	28.35~28.61	840~864	58.3~59.1
RK3	32.75~33.21	360~371	53.0~53.1
RK4	9.66~11.31	1772~1992	61.0~61.0
ZK10	27.57~28.77	864~941	59.1~59.3
ZK12	7.32~7.46	1272~1303	58.1~58.5
ZK13	7.58~7.64	924~936	58.5~58.6

根据锦江温泉提供的近五年各开采井的动态观测资料进行了统计（表 3-9），根据统计结果分析，锦江温泉地热田各开采井动水位埋深、井产量（3104~3138m³/d）和水温均处于正常波动范围之内，属基本动态稳定型。

表 3-9 近五年各开采井数据一览表

井号	井产量 (m ³ /d)	动水位埋深 (m)	水温 (°C)
RK1	112~116	37.63~39.94	38.6~39.3
RK2	68~71	21.96~24.10	45.4~50.8
RK3	258~264	64.75~66.83	50.2~51.9
RK4	1046~1052	44.58~46.45	57.5~60.4
ZK10	535~540	31.30~32.16	57.0~57.9
ZK12	622~627	17.34~18.00	54.9~55.9
ZK13	463~468	17.82~18.87	50.8~51.8

根据 2021 年 12 月提交的《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，本地热田以动态观测、多井降压试验和群井降压试验资料作为评价依据，综合考虑 7 口开采井的历年来实际开采情况，以各开采井枯水期（2021 年 3 月）群井降压试验的总井产量 3151m³/d 作为锦江温泉地热田地热流体探明的（3014m³/d，近年来开采量最小值）+控制的（47m³/d）可开采量，加权平均水温 54.8℃。

矿山经过 20 多年的开采，地热流体开采量发生了较大的变化，由原来的 6320m³/d 变至 3151m³/d，原因是多方面的：①根据恩平市气象部门有关资料统计，近三年来降雨量逐年减少，特别是 2021 年仅是正常年份的 30%，降雨量的减少，补给来源也就随之减少。②锦江温泉周边近几年工矿企业特别是上游的企业增多，地下水（地热水）开采量增加。③地热田周边大量种植桉树，水文地质条件局部改变，朗底河上游相邻地区采石取土，水土流失，朗底河河底淤积，也改变导致地热田周边的补给发生变化。④本次核实期间的水质报告中氡元素比补充勘查期间明显增加，氡元素的增加说明来源自深部热水，从而说明地热田周边水文地质条件发生改变，地热水补给量减少。⑤锦江温泉地热田西侧为吴川-四会深断裂带的南西段，东侧为恩平-新丰深断裂带的南西段，根据近期调查，黑坭地热田（恒大泉都）的资源量明显减少，说明地热田及附近区域地热地质条件发生了改变。

由于矿山的资源量发生了较大变化，由原来的 6320m³/d 下降至 3151m³/d，因此矿山开采对水资源的影响较严重。

2、对水环境影响的现状评估

矿山退水主要为温泉浴池排放的温泉废水，除新增污染物（悬浮物等）外，温泉废水水质与原水水质基本一致。温泉水在利用过程中，温度会大幅下降，放射性氡因挥发也会大幅

下降,其余矿物质指标与原水基本一致。本酒店温泉废水排入内湖经自然降温温度可降至 35° 以下,根据 2022 年广东省地质实验测试中心出具的监测报告(附件 12)显示,锦江温泉退水中主要污染物及其排放浓度为:五日生化需氧量(1.5)、悬浮物(6)、高锰酸盐指数(1.7)、阴离子表面活性剂(0.01)、氨氮(0.081)、氟化物(0.24)、pH 值(6.18)。废水受各温泉酒店经营的直接影响,废水排放不稳定,因此,本项目废水为不稳定连续排放(表 3-10)。

表 3-10 温泉退水水质情况表

采样点位	检测项目	单位	检测结果
温泉水退水口	五日生化需氧量	mg/L	1.5
	悬浮物	mg/L	6
	高锰酸盐指数	mg/L	1.7
	阴离子表面活性剂	mg/L	0.01
	氨氮	mg/L	0.081
	氟化物	mg/L	0.24
	pH 值	/	6.18
注明:数据来自广东省地质实验测试中心出具的温泉废水监测报告			

温泉废水经温泉水处理设备处理,排入内湖继续降温、沉淀、净化,达标后排入朗底水,退水满足广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二类污染物第二时段一级标准。排污口出水水质接受江门市生态环境局恩平分局的监督。

地热水经泡浴使用后形成的温泉废水中,除新增污染物(悬浮物等)和放射性元素(总 α 放射性和总 β 放射性)降低外,其他矿物质含量基本不发生改变。地热水原水中已测项目一类污染物均未超标,而经过污水处理站处理后已测项目一类污染物均未超标(表 3-11、表 3-12)。因此,本项目退水方案可行。

表 3-11 第一类污染物最高允许排放浓度对照表
(单位:mg/L;总 α 放射性、总 β 放射性除外)

序号	污染物	适用范围	最高允许排放浓度	地热水原水中含量	评价
1	总汞	其它排污单位	0.05	<0.0002	未超标
2	烷基汞	一切排污单位	不得检出		
3	总镉		0.1	<0.001	未超标
4	总铬		1.5	<0.001	未超标
5	六价铬		0.5		
6	总砷		0.5	0.003	未超标
7	总铅		1.0	<0.001	未超标
8	总镍		1.0	<0.005	未超标
9	苯并(a)芘		0.00003		
10	总铍		0.005		
11	总银		0.5	<0.001	未超标

12	总 α 放射性		1.0Bq/L	0.021~0.043	未超标
13	总 β 放射性		10Bq/L	0.06~0.08	未超标

表 3-12 第二类污染物最高允许排放浓度对照表(单位: mg/L)

序号	污染物	适用范围	最高允许排放浓度(标准)			地热水原水中含量	温泉退水中含量(2022年)	备注
			一级	二级	三级			
1	pH 值	一切排污单位	6-9	6-9	6-9	6.54~6.97	7.12	未超标
2	色度		40	60	-	<5		未超标
3	悬浮物	其它排污单位	60	100	400	无	12	未超标
4	五日生化需氧量		20	30	300		2.6	未超标
5	化学需氧量		90	110	500	≤0.80	14	未超标
6	石油类		5.0	8.0	20			
7	动植物类	一切	10	15	100			未超标
8	挥发酚	其它排污单位	0.3	0.5	2.0	<0.002		未超标
9	总氰化物		0.3	0.4	1.0	<0.002		未超标
10	硫化物	一切	0.58	1.0	2.0			未超标
11	氨氮	其它排污单位	10	15	-		0.025	未超标
12	氟化物		10	10	20	3~8		未超标
13	磷酸盐(以 P 计)		0.5	1.0	-			未超标
14	甲醛	一切排污单位	1.0	1.5	5.0			
15	苯胺类		1.0	1.5	5.0			
16	硝基苯类		2.0	2.5	5.0			
17	阴离子表面活性剂		5.0	10	20	<0.05		未超标
18	总铜		0.5	1.0	2.0	≤0.005		未超标
19	总锌		2.0	3.0	5.0	≤0.005		未超标
20	总锰		2.0	2.0	5.0	<0.1		未超标
23	元素磷		0.1	0.1	0.3			
24	有机磷农药(以 P 计)		不得检出	0.5	0.5			

项目退水水域水功能区为朗底大田工业农业用水区，水质保护目标为Ⅱ水质。江门市生态环境局公布的江门市水功能区水质监测监测项目基本指标为：水温、pH 值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮（湖库增测叶绿素 a、透明度等指标）。其中基本指标参与考核的项目有 5 项，分别为：pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷。

本项目产生的废污水经处理后，pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷 5 项基本指标均能满足水功能区-朗底水大田工业农业用水区Ⅱ类水质的保护目标（表 3-11），因此退水对地表水功能区影响较小，基本不改变水功能区水质。

另外根据调查分析收集到的资料，项目区不存在生态脆弱区，没有生态湿地保护区、珍稀水生动植物和保护性鱼类，且本项目退水为达标排放，退水对生态影响很小。矿山开采对水环境的影响较轻。

对矿区含水层影响现状分析小结：矿山现状对含水层的影响与破坏较严重。

（二）对矿区含水层影响预测分析

1、对水资源影响的预测评估

根据近五年各开采井的动态观测资料的统计结果（表 3-9），锦江温泉地热田各开采井动水位埋深（17.34~66.83m）、井产量（3104~3138m³/d）和水温（38.6~60.4℃）均处于正常波动范围之内，属基本动态稳定型，根据 2021 年 12 月提交的《广东省恩平市锦江温泉地热田地热资源储量核实报告》，矿山总产量为产量 3151m³/d，动水位为 18.00~66.83m，水温为 39.1~57.8℃，总体呈现动态稳定。设计生产建设规模 3151m³/d 小于矿山原生产建设规模 4203m³/d，且经多年来开发利用统计数据，其日开采量约 3000m³，实际开采量远远小于 7 眼开采井的批准可开采量（表 3-8）。矿山开采控制在 3151m³/d 以内，执行地下水监测工作，预测扩大热矿水开采量引发含水层（带）水位持续下降的可能性小。

因此，预测采矿活动对水资源影响较轻。

2、对水环境影响的预测评估

矿山开采后，酒店使用地热水后会产生污水，污水经过污水处理池处理达标后排放。

矿区的地下水赋存于燕山早期第三阶段（ $\gamma_5^{2(3)}$ ）中粗粒黑云母花岗岩的构造裂隙中，主要受断裂控制。开采井其上部残坡积土层厚度为 2.11~8.03m，井内土层段下入套管，且井管外注入水泥浆进行封闭止水，以防常温水入渗，而且矿山已开采多年，并未对水环境造成影响，预测采矿活动对水环境的影响较轻。

对矿区含水层影响预测分析小结：预测采矿活动对含水层的影响较轻。

四、矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

地形地貌景观影响与破坏主要体现在区内采矿活动对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏情况，主要从以下几个方面进行评估：

（一）矿区地形地貌景观破坏现状分析

1、对自然景观的影响

评估区内未见有地质遗址及独特地貌景观，不存在对地质遗迹及独特地貌景观的破坏。温泉度假村的建（构）筑物位于河流一级阶地上，只是河流人工改道改变原有河流形态，但河道人工改直之后，有利于泄洪，并解除朗底盆地历年水浸的灾患。建成后的锦江温泉度假村，绿树成阴，馆宾别墅相互辉映，成为新的风景线，对原有地形地貌景观改造得更好。扩

大热矿水开采量所施工的开采井位于现有温泉度假村用地范围内，不用新增用地，并且井口不需建设泵房，占地很小，不构成对地质地貌景观的破坏。

主要建筑物：建筑基底占地面积 13822m，设置综合楼及会议中心、接待中心、温泉宾馆、别墅区、员工宿舍、餐饮中心，均为一至四层框架结构的建筑。

2、对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响

评估区不属于自然保护区，矿区有水泥公路与 325 国道相连接，矿山现状对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

3、对人居环境的影响

矿山工程相对简单，开采井抽水的降落漏斗范围有限，采矿活动未对附近居民用水、农业用水造成明显影响。因此对人居环境的影响较轻。

矿区地形地貌景观影响现状分析小结：现状采矿活动对地形地貌景观与破坏程度较轻。

（二）矿区地形地貌景观破坏预测分析

地形地貌景观影响与破坏主要体现在区内采矿活动对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏。矿山为地下开采，矿山配套设施已经建设完成，不会增加新的建设。现从以下几个方面进行预测评估：

1、对自然景观的影响预测评估

矿山生产主要是采用水泵抽取地下基岩裂隙水，会造成水位降低，由于本区基岩为花岗岩不会因为水位降低引发地面塌陷等，因此预测将来采矿活动对自然景观的影响较轻。

2、对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响

本矿区无其它重要交通设施，未见有珍稀的生物物种。采矿活动主要是泵抽地下水，由于该区基岩以花岗岩为主，不会出现地面塌陷等现象，由于矿山配套设施已经建设完成，不会增加新的建设，不存在新建地面构建筑物对地形地貌景观的破坏及对土地资源的压占。因此预测矿山建设和采矿活动对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响较轻。

3、对人居环境的影响

矿山工程相对简单，对人居环境影响较轻，采矿活动主要抽取地热水，对地表水和潜水的的影响小，预测对附近居民用水、农业用水的影响小，因此对人居环境的影响较轻。

矿区地形地貌景观影响预测分析小结：预测采矿活动对地形地貌景观与破坏程度较轻。

五、矿区水土环境污染现状分析与预测

（一）矿区水土环境污染现状分析

1、矿区水污染现状分析

矿区地表水污染主要体现在矿山生产抽水、生活污水排放后对地表水的污染。

矿山主要是开采井抽取基岩裂隙水，开采过程中不会影响潜水和地表水的水质，地热水使用后，污水主要接入政府的污水处理管道。根据调查，多年开采以来并未发生过地表水污染的问题，**矿区水污染现状影响较小。**

2、矿区水土环境污染现状分析

储水池占地面积 60 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占；污水处理池占地面积 100 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占；输水管道占地面积 120 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占。并未破坏草地、林地、荒山或未开发利用的土地。

温泉废水经温泉水处理设备处理，排入内湖继续降温、沉淀、净化，达标后排入朗底水，退水满足广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二类污染物第二时段一级标准，排污口出水水质接受江门市生态环境局恩平分局的监督，不会对水土环境造成污染。

矿区水土环境污染现状分析小结：现状评估采矿活动对水土环境污染较轻。

（二）矿区水土环境污染预测分析

1、矿区水污染预测分析

采矿活动主要是从地下抽取地下水，属低矿化度热矿水，通过水质分析报告与《国家饮用水卫生标准》（GB5749-2006）对比发现，本矿山排放的氟含量也未超标（0.67）。废弃热矿水采用管道集中排放，排放水温 < 30℃，不直接流经农田。

开采时应避免过量开采，过量开采会导致地下水迳流循环加大，如果地下水位持续下降，改变地下水原有的补给条件，形成补给天窗，导致地表水污染水源，地表水可能缓慢渗入补给地下水，造成地下水污染。同时过量开采可能导致水源枯竭、加速含水层的有毒、有害元素的淋滤浸出，加快水质恶化、污染。地热水开采影响范围主要沿着降落漏斗分布，且以降落漏斗中心为主。水源地应做好一级保护区的防渗工作，二级保护区保护措施，并设置三级保护区，在这些保护措施的基础上预测含水层污染可能性较小，应加强监测工作。在这些保护措施的基础上预测含水层污染可能性较小，但是含水层一旦污染，不可逆转，因此应加强监测工作。

同时据《农业灌溉用水标准》（GB5084-2005）的规定，农业灌溉用水水温 ≤ 25℃（矿山热矿水水温 39.1~57.8℃），故应对其废热水进行处理达标后进行排放，避免直接排放造成

矿区范围及周边环境、地下水、地表水及土地资源的污染。预测矿山建设及采矿活动对环境水污染造成的影响较轻。

2、矿区土环境污染预测分析

锦江温泉度假村建设占地面积为 13822m，其主体建筑群分布见图。占用土地主要为河流一级阶地及流滩地，其次为农田。建（构）筑物的布置盆地边缘，并对河道改直，对河滩回填中粗砂 2~4m，新河道常年洪水位以下采用浆砌石护堤，对原有地形地貌破坏小，除建（构）筑物占地外，均已种植各种树木及花草，其植被覆盖率已高于矿山建设前。扩大热矿水开采量是在现有温泉度假村的建设规模上进行，不增加温泉度假村的占地面积，因此预测矿山建设和采矿活动对土地资源污染较轻。

矿区水土环境污染预测分析小结：预测评估采矿活动对水土环境污染较轻。

综合评估：

表 3-13 评估区矿山地质环境影响现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响等级程度
地质灾害	地面沉降	CJ1	评估区	建筑及人群	长期抽取地下水,造成周边水头降低	小	小	较轻
含水层影响与破坏	水资源	ZS1	评估区	含水层	矿山水资源储量下降较多,因此影响较严重	中等	中等	较严重
	水环境	HS1	评估区	含水层	地热资源经过了十多年的开采,并未造成水环境的破坏,影响较小。	小	小	较轻
地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	酒店区	植被景观	酒店后期无大规模的建设	小	小	较轻
	对建筑及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	评估区	建筑及人群	地热资源经过了十多年的开采,并未造成工程的破坏,影响较小。	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1	评估区	评估区内人居环境	矿山开采活动主要为潜水泵抽取地热水,地热水开采对当地居民生活用水影响小	小	小	较轻
水土环境污染影响与破坏	地表水污染	KD1	评估区	土地、土壤	地热水开采对周边水体产生污染小	小	小	较轻
	土壤污染	WD1			矿山并未破坏草地、林地、荒山或未开发利用的土地	小	小	较轻

矿山地质环境影响现状评估小结：本次现场调查矿山现状地质灾害不发育，对地质环境影响程度较轻；矿山开采对含水层影响与破坏的影响程度较严重，现状对地形地貌景观影响程度较轻，现状对矿区水土环境污染影响与破坏程度较轻。总体而言现状对矿山地质环境影响较严重（表 3-13）。

3-14 评估区矿山地质环境影响预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响等级程度
地质灾害	地面沉降	CJ1	评估区内	建筑及人群	长期抽取地下水,造成周边水头降低	小	小	较轻
含水层影响与破坏	水资源	ZS1	评估区	含水层	严格按照储量资源进行开采,预测对水资源的影响较轻	小	小	较轻
	水环境	HS1	评估区内	含水层	地热资源经过了十多年的开采,并未造成含水层的破坏,预测未来也不会破坏含水层,影响较小。	小	小	较轻
地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	酒店区	植被景观	酒店后期无大规模的建设	小	小	较轻
	对建筑及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	评估区内	建筑及人群	地热资源经过了十多年的开采,并未造成工程的破坏,预测未来也不会破坏工程及建筑,影响较小。	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1	评估区内	评估区内人居环境	矿山开采活动主要为潜水泵抽取地热水,地热水开采对当地居民生活用水影响小	小	小	较轻
水土环境污染影响与破坏	地表水污染	KD1	评估区内	土地、土壤	地热水开采对周边水体产生污染小	小	小	较轻
	土壤污染	WD1			矿山并未破坏草地、林地、荒山或未开发利用的土地	小	小	较轻

矿山地质环境影响预测评估小结：预测矿山开采活动可能引发地质灾害有地面沉降，其危害性为小，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻；预测开采井影响半径内含水层影响与破坏程度分级为较轻；预测地形地貌景观影响程度为较轻；预测矿山开采对矿区水土环境污染影响与破坏程度较轻。总体而言预测对矿山地质环境影响较轻（表 3-14）。

第三节 矿山土地损毁预测与评估

一、已损毁各类土地现状

锦江温泉度假村第一期工程位于朗底盆地的下游、总占地面积约 13822m²；占地范围拐点坐标如下：

a: X=2506650.95、Y=38581925.71； b: X=2506668.56、Y=38582047.80；

c: X=2506670.11、Y=38583311.62； d: X=2506528.37、Y=38582477.81；

e: X=2506310.59、Y=38582476.76； f: X=2506246.62、Y=38582386.71；

g: X=2506171.18、Y=38582055.55； h: X=2506260.29、Y=38581770.61；

i: X=2506397.72、Y=38581893.82。

主要建筑物：建筑基底占地面积 13822m²，设置综合楼及会议中心、接待中心、温泉宾馆、别墅区、员工宿舍、餐饮中心，均为一至四层框架结构的建筑。占用土地主要为河流一级阶地及河滩地，属村庄（203）用地。

矿区面积 1.7718km²。矿山的供水酒店为恩平市锦江温泉有限公司，恩平市锦江温泉有限公司于 1999 年 11 月 29 日成立，矿业权建立时间为 2000 年 12 月，建矿时间在酒店建设之后，因此酒店建设的相关设施不纳入矿山工程设施以内，酒店占地面积 13822 m²，1999 年 12 月，恩平市锦江温泉有限公司和朗底镇人民政府签订了国有土地使用权出让合同，合同有效期为 50 年，有效期到 2049 年（附件 7），该年限已经超过了本方案的适用年限，且在温泉停止开采后，酒店设施和污水处理设施还可以继续使用。酒店成立多年，地热水开发利用主要沿用酒店内的原有设备。根据现场实际调查、简易测量结果分析，可知矿山已压占或损毁土地主要有以下几个单元：

储水池占地面积 60 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占/损毁；污水处理池占地面积 100 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占/损毁；输水管道占地面积 120 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占；并未破坏草地、林地、荒山或未开发利用的土地。根据《土地利用现状分类》标准，确定项目责任区内破坏的土地类型见表 3-15。

表 3-15 矿山工程设施占地表

范围	土地利用现状	土地利用总体规划	占地方式	主要建筑及设备	面积 (m ²)	损毁体积 (m ³)	面积百分比 (%)	
矿山设施	证内	村庄(203)	风景名胜设施用地	压占/损毁	储水池	60	180	21.43
		村庄(203)	风景名胜设施用地	压占/损毁	污水处理池	100	300	35.71
		村庄(203)	风景名胜设施用地	压占	输水管道	120	0	42.86
合计	/	/	/	/	280	480	100	

二、拟损毁土地预测与评估

锦江温泉酒店已完成修建，并经营多年，未来不会新增破坏的土地。

第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

一、矿山地质环境影响分区与防治分区

(一) 分区原则及方法

1、分区原则

(1) 分区依据

根据《开发利用方案》及矿山地质环境综合调查成果，按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性，对矿山地质环境现状评估、预测评估进行影响分区，分区界线重点考虑以下要素：a 地貌单元界线；b 矿山规划功能界线；c 地质、地类界线；d 地质环境、水土环境问题类型、分布及影响范围。

(2) 分区原则

A、主导因素原则

在综合分析评估区内不同时期、不同部位评估单元的主导影响因素的基础上，对主导因素采用半定量~定量指标进行判断与评估，但要注意不同主导因素的转换。

B、群众参与原则

复垦单元的划分要充分征询土地所有权人、土地使用权人、土地承包经营权人、土地复垦义务人、周边地区受影响社会公众的意见，尽可能不涉及权属调整。

C、因地制宜的原则

根据当地的自然条件、区位特点和地质环境破坏影响程度等，因地制宜确定分类前提，不能强求一致。

2、分区方法

评估区内已发及预测地质灾害的类型、规模，危害性、危险性；居民的分散程度，建筑的规模，造成经济损失的大小，受威胁的人数等；含水层涌水量，含水层水位下降程度，地下水污染程度，影响矿区及周围生产、生活供水程度；评估区原始的地形地貌景观影响和破坏程度，特别各类村庄或居民点、规划的建（构）筑物、主要交通干线两侧可视范围内，地形地貌景观影响程度；占用或破坏工矿仓储用地的范围大小等；矿山建设及开采活动的功能性规划区域界线等。

（二）矿山地质环境现状分区

1、矿山地质环境现状评估结果

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 C（即表 3-16）中矿山地质环境影响程度分级表，评估区现状评估结果如下：

表 3-16 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	<p>1、地质灾害规模大，发生的可能性大；</p> <p>2、影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全；</p> <p>3、造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元；</p> <p>4、受威胁人数大于 100 人。</p>	<p>1、矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；</p> <p>2、矿井正常涌水量大于 10000m³/d；</p> <p>3、区域地下水位下降；</p> <p>4、矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重；</p> <p>5、不同含水层（组）串通，水质恶化；</p> <p>6、影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。</p>	<p>1、对原生的地形地貌影响影响和破坏程度大；</p> <p>2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。</p>	<p>1、占用破坏基本农田；</p> <p>2、占用破坏耕地大于 2 hm²；</p> <p>3、占用破坏林地或草地大于 4 hm²；</p> <p>4、占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm²。</p>
较严重	<p>1、地质灾害规模中等，发生的可能性较大；</p> <p>2、影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；</p> <p>3、造成或可能造成直接经济损失大于 100~500 万元；</p> <p>4、受威胁人数大于 10~100 人。</p>	<p>1、矿井正常涌水量 3000~10000m³/d；</p> <p>2、矿区及周围主要含水层（带）水位下降较大，地下水呈半疏干状态；</p> <p>3、矿区周围地表水体漏失较严重；</p> <p>4、影响矿区及周围部分生产生活供水。</p>	<p>1、对原生的地形地貌影响影响和破坏程度较大；</p> <p>2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。</p>	<p>1、占用破坏耕地小于 2 hm²；</p> <p>2、占用破坏林地或草地 2~4 hm²；</p> <p>3、占用破坏荒地或未开发利用土地 10~20 hm²。</p>
较轻	<p>1、地质灾害规模小，发生的可能性小；</p> <p>2、影响到分散性居民、一般性小规模建筑和设施；</p> <p>3、造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元；</p> <p>4、受威胁人数小于 10 人。</p>	<p>1、矿井正常涌水量小于 3000m³/d；</p> <p>2、矿区及周围主要含水层水位下降幅度小；</p> <p>3、矿区周围地表水体未漏失；</p> <p>4、未影响到矿区及周围生产生活供水。</p>	<p>1、对原生的地形地貌影响影响和破坏程度小；</p> <p>2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。</p>	<p>1、占用破坏林地或草地小于 2 hm²；</p> <p>2、占用破坏荒地或未开发利用土地小于 10 hm²。</p>
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别				

现场调查时地质灾害现状不发育，对地质环境影响较轻。矿山开采对含水层影响与破坏的影响程度较轻，现状对地形地貌景观影响程度较轻，现状对矿区水土环境污染影响与破坏程度较轻。

2、矿山地质环境影响现状分区

(1) 分区结果

依据矿山地质环境现状评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录C（即表3-14）之要求，基本评价要素包括：地质灾害危害大小、含水层、地形地貌景观和土地资源受到破坏的程度等。

根据矿山地质环境影响分级表（表3-16），现状矿山地质环境影响划分为一个区：矿山地质环境影响较严重（II）区。面积为1.7718km²，占评估区面积的100%，分布范围为评估区范围。详见表3-17及现状评估图（附图1）。

表3-17 矿山地质环境影响现状评估分区表

区域范围	矿山地质环境现状评估				影响程度分级	分区级别	分区面积(km ²)	占评估区的百分率(%)
	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响与破坏	水土环境污染影响与破坏程度				
评估区范围	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重	较严重(II)	1.7718	100

（2）分区描述

现状矿山地质环境影响划分为一个区：矿山地质环境影响较严重区（II）。描述如下：

现状地质环境影响较严重区（II）为整个评估区范围，面积1.7718km²，占评估区面积的100%，现场调查时地质灾害现状不发育，对地质环境影响较轻。矿山现状开采对含水层影响与破坏的影响程度较严重，现状对地形地貌景观影响程度较轻，现状对矿区水土环境污染影响与破坏程度较轻。综合分析，矿山地质环境影响程度分级为较严重。

（三）矿山地质环境预测分区

1、矿山地质环境影响程度预测评估结果

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录C（即表3-14）中矿山地质环境影响程度分级表，预测评估结果如下：

预测矿山开采活动可能引发和遭受的地质灾害有地面沉降，其危害性小，危险性小，预测地质灾害影响较轻，预测含水层影响与破坏程度分级为较轻；预测地形地貌景观影响程度为较轻；预测矿山开采对水土环境污染影响与破坏程度较轻。

2、矿山地质环境影响预测分区

(1) 分区结果

依据矿山地质环境预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 C（即表 3-14）矿山地质环境影响程度分级表之要求，基本评价要素包括：地质灾害危害大小、含水层、地形地貌景观和土地资源受到破坏的程度等。

根据表 3-16，矿山地质环境影响预测评估分为一个区：矿山地质环境影响较轻区（III）。详见表 3-18 及预测评估图（附图 2）。

表 3-18 矿山地质环境保护影响预测评估分区表

区域范围	矿山地质环境预测评估				影响程度分级	分区级别	分区面积 (km ²)	占评估区的百分率 (%)
	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响与破坏	水土环境污染影响与破坏程度				
评估区范围	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻 (III)	1.7718	100

(2) 分区描述

预测矿山地质环境影响划分为一个区：矿山地质环境影响较轻区（III）。描述如下：

预测地质环境影响较轻区（III）为整个评估区范围，面积 1.7718km²，占评估区面积的 100%，预测地质灾害对地质环境影响较轻。矿山预测开采对含水层影响与破坏的影响程度较轻，预测对地形地貌景观影响程度较轻，预测对矿区水土环境污染影响与破坏程度较轻。综合分析，矿山地质环境影响程度预测分级为较轻。

(四) 矿山地质防治分区

1、分区方法及结果

(1) 分区方法

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果（即影响程度），可以将矿山地质环境治理区域划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，分区参见《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 D（即表 3-19）。防治区可根据区内矿山地质环境问题类型的差异情况，进一步细分亚区。

表 3-19 矿山地质环境治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点防治区	重点防治区	重点防治区
较严重	重点防治区	次重点防治区	次重点防治区
较轻	重点防治区	次重点防治区	一般防治区

(2) 分区结果

根据矿山地质环境治理分区表（表 3-16），结合矿山地质环境问题现状及预测评估结果进行矿山地质环境保护与恢复治理分区，将评估区划分为次重点防治区（B）（表 3-20）。次重点防治区（B）面积 1.7718km²，占评估区面积的 100%。

表 3-20 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区名称及编号	分布位置及面积			地质环境条件	现状评估						预测评估					防治措施		
	范围	面积 (km ²)	百分比		地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	措施	手段
次重点防治区 (B)	降落漏斗影响半径内	1.7718	100	中等	较轻	较严重	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施	监测地热水开采	10年

2、分区评述

次重点防治区（B）为评估区其他区域，面积 1.7718km²，占评估区面积的 100%，现细述如下：

①地质环境现状影响程度

现状采矿活动对含水层影响与破坏较严重、地形地貌景观影响与破坏较轻、水土环境污染影响与破坏程度较轻、对矿山地质环境影响程度为较严重。

②预测地质环境影响程度

预测采矿活动对含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏、水土环境污染影响与破坏程度、对矿山地质环境影响程度均为较轻。

二、土地复垦区与复垦责任范围

复垦责任区由矿区拐点范围面积加复垦影响区面积组成，复垦责任范围为损毁土地和其他占用的需复垦（或矿区影响范围）土地之和，恩平市锦江温泉有限公司于 1999 年 11 月 29 日成立，矿业权建立时间为 2000 年 12 月，建矿时间在酒店建设之后，因此酒店建设的相关设施不纳入矿山工程设施以内，酒店占地面积 13822 m²，1999 年 12 月，恩平市锦江温泉有限公司和朗底镇人民政府签订了国有土地使用权出让合同，合同有效期为 50 年，有效期到 2049 年（附件 7），该年限已经超过了本方案的适用年限，且在温泉停止开采后，污水处理设施还可以为酒店经营的污水进行处理，因此污水处理设施进行保留处理。根据上述本评估区的实际分析，本评估区已损毁土地包括储水池、污水处理池和输水管道，由于酒店与矿山之前已经建设好，且酒店内并未新建与矿山相关的工程，因此酒店区不归属于矿山已损毁土地内，由于污水处理池未来可以处理生活污水，因此无需拆除，主要复垦对象为储水池和输水管道，矿区复垦责任区构成及占用地类结构如下表所示：

表 3-21 复垦责任范围及占用地类结构

范围	土地利用现状	土地利用总体规划	占地方式	主要建筑及设备	面积 (m ²)	面积百分比 (%)	复垦方向	
矿山设施	证内	村庄(203)	风景名胜设施用地	压占/损毁	储水池	60	21.43	村庄(203)
		村庄(203)	风景名胜设施用地	压占	输水管道	120	35.71	
		村庄(203)	风景名胜设施用地	压占/损毁	污水处理池	100	42.86	保留
合计	/	/	/	/	280	100		

三、土地类型与权属

(一) 土地利用类型

本评估区已损毁土地：储水池占地面积 60 m²，储水池占地面积 100 m²，输水管道面积共 120 m²，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占，共损毁土地面积 280 m²。

表 3-22 矿山工程设施占地表

范围	土地利用现状	土地利用总体规划	占地方式	主要建筑及设备	面积 (m ²)	损毁体积 (m ³)	面积百分比 (%)	
矿山设施	证内	村庄(203)	风景名胜设施用地	压占/损毁	储水池	60	180	21
		村庄(203)	风景名胜设施用地	压占/损毁	污水处理池	100	300	36
		村庄(203)	风景名胜设施用地	压占	输水管道	120	0	43
合计	/	/	/	/	280	480	100	

(二) 土地权属状况

根据附件 7：恩平市锦江温泉有限公司于 1998 年 8 月份，在恩平市委、市政府、大田镇委、镇政府大力支持下，在村委会辖下四条自然村征地，开发温泉旅游发展业，共征用约 653.536 亩，能使用土地约 300 亩左右，1999 年 12 月，恩平市锦江温泉有限公司和朗底镇人民政府签订了国有土地使用权出让合同，合同有效期为 50 年，有效期到 2049 年。

土地使用人为恩平市锦江温泉有限公司，权属清晰。

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

第一节 矿山地质环境治理可行性分析

矿山地质环境保护与恢复治理的基本原则是“谁破坏，谁治理”，“预防为主，防治结合，科学治理”。预防为主就是以保护为主，以不破坏、少破坏为主，最大限度降低其破坏程度。防治结合就是对不可避免的破坏，要边开发、边治理、边恢复。科学治理就是以地质环境保护与恢复治理的基本目标为依托，因地制宜的恢复或再造符合环境友好和社会和谐的地质环境。

根据上述基本原则对矿山地质环境治理进行技术、经济可行性分析和生态环境协调性分析。

一、技术可行性分析

1、地质灾害防治技术可行性分析

本项目主要地质灾害问题为地面沉降，主要采取控制开采量、监测等措施，在发生突发情况时采取削坡减载措施，所采取的工程措施均为已经成熟稳定，施工简单易行，技术上可以实现。

2、含水层防治技术可行性分析本矿含水层影响主要表现在水位下降及周边地表水环境污染方面。含水层水位下降防治主要是强调含水层的自我修复能力，地表水环境污染在发生突发情况时考虑生物修复技术、化学氧化技术等。主要采取开采水量、水质监测以及污水排放治理的措施。矿山业主方为温泉旅游度假企业，对热矿水的开发利用有着一整套完善的抽、输、排措施，因此含水层防治技术可以实现。

3、水土污染防治技术可行性分析

本矿的土地污染源主要为热矿水的外排以及生活污染外排，矿山业主方为温泉旅游度假企业，对热矿水的开发利用有着一整套完善的抽、输、排措施，防止了水环境污染也即防止了土地污染，因此水土污染防治技术可以实现。

二、经济可行性分析

锦江温泉地热田其经营收入为供水收入，其供水收入每年约 2079.6 万元 = 20 元

$/\text{m}^3 \times 103.98 \text{ 万 m}^3$ 。

矿山地质灾害治理、含水层影响治理、地形地貌景观破坏和土地资源破坏治理工程中一部分工程量，如地下水动态监测等部分工程费用已经计入矿山开采建设费用中，真正用于恢复治理的费用总体占比较小，经济上是可行的。

三、生态环境协调性分析

矿山处于朗底盆地下游，朗底河岸边，自然生态环境保持良好。温泉度假村范围内没有村庄，往北离旧朗底镇区约 3km，人为工程活动主要是农作物种植，其次是位于矿区东边的连接恩平县城、圣塘镇、阳春县春湾、新兴县城等地的省级公路，因此，人为工程活动以农田耕种为主，其次是公路建设。

锦江温泉经过近十年的建设和治理，已建成一处环境优美的温泉旅游景区温泉生态环境优美，通过地质灾害防治、含水层修复、水土污染环境修复可将地热田的矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土资源，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的。对于场地的绿化采用物种为乡土物种，通过绿化工程的实施使得植被与周边环境的一致性，使之与周边的生态环境协调程度高。

第二节 矿区土地复垦可行性分析

一、复垦区土地利用情况

根据对已损毁土地的分析及复垦区的确认，由于未来修建的排水池在温泉停采后还可用于生活用水处理，因此无需复垦。主要复垦范围区包括采矿工程中的储水池、污水处理池和输水管道的占地范围，储水池占地面积 60 m^2 ，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占；污水处理池占地面积 100 m^2 ，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占；输水管道占地面积 120 m^2 ，土地利用现状为村庄（203），占地方式为压占。土地复垦范围见表 4-1。

4-1 土地复垦范围表

序号	地块	复垦面积 (m ²)	填土体积 (m ³)	损毁类型	土地利用 现状	土地利用总 体规划
1	储水池	60	180	压占/损毁	村庄(203)	风景名胜设 施用地
2	输水管道	120	0	压占	村庄(203)	风景名胜设 施用地
3	污水处理池	100	300	压占/损毁	村庄(203)	风景名胜设 施用地
总计		180	180	/	/	/

二、土地复垦适应性评价

(一) 评价方法

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，土地复垦适宜性评价方法可以分为定性和定量法两类。定性法是对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地经济等情况进行综合定性分析，确定土地复垦方向和适宜性等级。定量分析包括极限条件法、综合指数法和多因素综合模糊法等，具体评价是可以采用其中一种方法，也可以将多种方法结合起来使用。在此我们采用定量分析中的土地综合指数法。

土地综合指数法根据土地类的各评价因子等级的高低，分别赋予相应的等级分。耕地评价因子分为4个等级，即等级为I、II、III、IV，则等级分对应为400、300、200、100；林地和草地划分为3个等级，分别为I、II、III，对应等级分为300、200、100。用等级分乘以评价因子的权重值，即为各评价因子的指数。评价单元的各评价因子指数相加指数之和，称为土地综合质量指数，其计算模型为：

$$G_i = \sum_{j=0}^n P_{ij} X_{ij} \quad (j=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (式 4-1)$$

式4-1中： G_i - i 地块综合质量指数， P_{ij} - i 块 j 评价因子的权重， X_{ij} - i 块 j 评价因子的等级分吗， i -地块的图斑号。

评价指数体系的确定考虑到矿山的实际，土地复垦适宜性评价分别针对宜耕地、宜林、宜草进行。宜耕地复垦方向选择损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土层厚度5个指标（表4-2）；宜林复垦选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度4个指标（表4-3）；宜草复垦选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度4个指标（表4-4）。

(二) 评价结果

根据本矿区各场地的功能、分布以及土地破坏类型、土地使用特征，把项目区的复垦区域划分成1个复垦单元，其中包括储水池及附属设施。对此复垦单元进行土地适宜性评价。

将表 4-4 中的各项指标分别代入到表 4-2、表 4-3 和表 4-4 中逐条比较，得出各指标的等级分，将得出的结果带入到式 4-1 中分别计算出宜耕地、宜林和宜草土地综合质量指数，得出最终的适宜性等级（表 4-6）。

表 4-2 宜耕地因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等级分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分	等级 (IV)	等级分	等级N	等级分
损毁程度	0.25	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100		
坡度 (°)	0.3	0~2	400	2~6	300	6~15	200	15~25	100	≥25	0
耕作半径	0.15	<1km	400	1-<3km	300	3-<5km	200	≥5km	100		
灌排水条件	0.1	好	400	较好	300	一般	200	差	100	内涝	0
有效土层厚度 (cm)	0.2	≥60	400	≥40	300	≥30	200	≥15	100	≤15	0

表 4-3 宜林因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等级分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.3	<10	300	10-≤25	200	>25	100
排水条件	0.15	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.25	≥40	300	20-<40	200	<20	100

表 4-4 宜草因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等级分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.25	<15	300	15-≤35	200	>35	100
排水条件	0.2	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.25	≥30	300	10-<30	200	<10	100

表 4-5 项目区土地评价单元的土地质量状况

指标体系	地形坡度(°)	地表物质组成	排水条件	灌溉水源保证	岩土污染	复垦后土壤有机质含量 (g/kg)	区位和交通条件	与周围环境的和谐性	与地方土地利用总体规划的适应性
储水池	<2	砂土	较好	有保证	无	<3年, <6; 3-6年, 6-10 >6年, >10	便利	村庄	适宜

表 4-6 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	适宜性				复垦利用方向	复垦面积 (m ²)
	宜耕地	宜林地	宜草地	建设用地		
储水池	I	I	I	I	村庄	60
输水管道	I	I	I	I	村庄	120
污水处理池	I	I	I	I	保留	100

根据表 4-6 土地适宜性评价结果，储水池、污水处理池和输水管道对耕地、林地、草地和村庄用地的适宜性等级均为 I 级，即非常适宜。储水池、污水处理池和输水管道对土地损毁形式均为压占损毁，占用土地利用现状地类分别为村庄（203），土地利用总体规划中的规划地类为风景名胜设施用地，面积较小，且建设用地适宜性等级为 I 级，经广东省恩平市锦江温泉有限公司和恩平市自然资源局协商讨论，同意将该土地复垦为村庄用地，须对开采井的套管进行切割，回填泥浆至地下水位以上，对储水池和输水管道的砌体拆除，移除建筑垃圾，可恢复为建设用地。

现场调查，拆除废渣约 180m³，工程量较小，可运移到政府指定的弃渣场即可；因表土需求量少，约 20m³，由业主购买符合质量标准的填土，项目区复垦土源有保证。

（三）复垦目标任务

经过以上适宜性评定，复垦单元 I 适应复垦为建设用地，预期复垦目标为建设用地，总面积为 280m²。

表 4-7 土地复垦适宜性评价结果表

序号	评价单元	原地类	复垦利用方向	复垦面积 m ²	复垦单元
1	储水池	村庄（203）	建设用地	60	村庄
2	输水管道	村庄（203）	建设用地	120	村庄
3	污水处理池	村庄（203）	建设用地	100	保留

（四）土地复垦质量要求

1、质量标准

- （1）复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- （2）复垦场地的稳定性和安全性应可靠保证；
- （3）复垦场地覆土厚度不低于 0.5m；土壤 pH 值范围一般为 5.5-8.5，含盐量不大于 0.3%；
- （4）不同的破坏类型标准应不一样；

- (5) 复垦场地要有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求；
- (6) 复垦场地有控制水土流失的措施；
- (7) 复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；
- (8) 复垦场地的道路、交通干线布置合理；
- (9) 用于覆盖的材料应当无毒无害。材料如含有有害成分应事先进行处理，必要时应设置隔离层后再复垦。

2、预防控制措施

在矿山终止生产后，需要对开采井的水泵进行拆除，套管切割，回填泥浆至平整，对储水池、污水处理池和输水管道的砌体拆除，移除建筑垃圾。

按照《土地管理法》和《基本农田管理条例》规定，严禁基本农田转为其他农用地或建设用地，尽量不占或少占耕地，切实做好矿区及周边耕地保护措施。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防

矿山地质环境保护与土地复垦是贯穿于矿山建设、生产全过程的综合性工程。根据现状地质资料，矿山在生产过程中需要对预测可能发生地质灾害的区域和已经破坏土地、拟破坏土地采取预防控制措施、工程措施和生物化学措施，采取有效措施防止地质灾害和土地破坏，做到矿山地质环境保护与土地复垦相结合来保持、恢复土地的原有功能。防治与复垦措施将按照系统工程原理，处理好局部与整体、单项与综合、近期、中期与远期的相互关系，做到矿山地质环境保护与土地复垦方案投资省、效益好、可操作性强。

一、前期完成的矿山地质环境保护与恢复治理工程

1、河堤护坡（防洪工程）

因温泉度假村的规划建设需要，对朗底河进行了改道，将流经度假村中间的河道改在度假村东边，旧河床留作度假村内的人工湖，沿新河道施工防洪堤，总长 1360m，高 2~3m，新河道常年洪水位以下采用浆砌石护堤，河堤经过 2006 年 6 月特大洪水的考验，安全稳定。

2、度假村的绿化工程

锦江温泉度假村的绿化面积占总用地面积的 40%，经过多年的治理建设，目前度假村已绿树成荫（照片），已建成环境优雅的现代化综合旅游景区。

3、地热田三级保护区

根据《广东省恩平市朗底镇河塘村（锦江温泉）地热田热矿水矿产资源开发利用方案》中的环境保护措施，已设置地热田三级保护区，并按要求的坐标测量埋设拐点界桩。

4、回填区的处理

锦江温泉度假村的建设场地经抽砂回填，所有建筑物的基础均放在天然砂砾层上，4 层或以上建筑物采用预制管桩基础，目前，场区内的道路、停车场等未发现不均匀沉降的不良地质现象。

5、监测网

于 2002 年开始，已对所有热矿水开采井建立长期动态观测制度，每月一次对抽水量、水位和水温进行系统观测，并记录在案，每年一次采送水质分析样，对热矿水的水质进行监测。

二、矿山地质环境保护预防

（一）目标任务

坚持“以人为本”，消除和防治危及人民生命财产安全的矿山地质灾害，恢复矿山建设及采矿活动中受到破坏的地质环境。主要保护的對象为①矿山影响范围内的水资源、地形地貌景观、地质遗迹资源以及土地资源等；②矿业活动引发的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害危害的對象。

（二）主要技术措施

根据矿山地质环境保护有关法规的规定和技术规范要求，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合项目特点、生产方式、工艺和当地的自然条件等，通过合理布局、综合规划设计矿山地质环境保护方案，认真实施环境保护措施。

（三）主要工程量

主要工程量见矿山地质灾害治理、含水层影响修复、水土环境污染修复、矿山地质环境监测章节。

三、土地复垦预防

（一）目标任务

在生产建设过程中，尽量减少由于土地破坏所造成的后果；在矿山开采过程中，尽量做到不损毁新的土地，保护开采区周边的环境。

（二）主要技术措施

在施工建设过程中，建立隔离带，将土地损毁控制在合理的范围内，尽量将土地损毁的影响做到最小；在矿山开采过程中，在建立三级保护区的基础上，将开采井周围一定范围内的土地与外界隔开，减少外界对开采区土地的影响，同时按照规范的要求，严格控制各类建筑物的建设。

（三）主要工程量

主要工程量为回填开采井和拆除砌体等设施。

第二节 矿山地质灾害治理

一、目标任务

矿区的现状调查未发现有明显的地质灾害现象。预测未来长期开采的情况下，地下水形成降落漏斗，七口开采井可能引发和遭受地面沉降。针对矿山可能引发和遭受的地质灾害，应采取预防措施以减少或避免矿山地质灾害的发生，保障区内居民的生命财产安全。

二、工程设计

矿山开采以抽取地下水为主，长时间抽水形成降落漏斗，可能会导致地面沉降的发生。主要措施是以监测为主，对地面沉降进行沉降观测，同时对开采井的开采水量进行严格控制，防止降落漏斗增大，预防灾害发生。

三、技术措施

预测地面沉降的治理工程技术措施

1、开采区地面沉降的恢复治理措施：做好抽水井内封堵工作，避免抽水井抽取浅层松散岩类孔隙水中的潜水，同时做好监测工作，严格控制水位降深，规范地热水开采，控制开采量，严禁超量开采，避免形成大范围降落漏斗。另外建议对相关地段加强监测，发现异常，及时报告，并采取合理的措施进行应急处理。

2、一旦发生地面沉陷，应立即设置警示牌、禁止人、畜进入，并及时采用压实回填、截排引地表水、及时封堵地表裂缝等工程措施，同时，采用生物措施恢复地貌景观。然后对地面沉陷破坏的土地进行整治，根据沉降规模的大小，采取回填、压实的措施，恢复原貌。

四、主要工程量

预测地面沉降的防治主要工程量

根据前面的预测评估可知，区内发生地面沉降的潜在危险较小，危害性较轻，且发生的时间的分布的不确定性、复杂性，其主要可能发生范围在开采井附近。主要措施为监测措施，不涉及工程措施。

第三节 矿区土地复垦

一、复垦工程技术

（一）预防控制措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，按照项目特点、施工方式及工艺等，制定项目区复垦工程的预防控制措施。

项目区复垦工程预防控制措施主要包括以下几个方面：

1、项目区自然资源管理部门应把项目区工程土地复垦任务纳入本区土地复垦规划，对工程所占用的土地资源进行工程征占地合理性评价，合理控制建设单位的土地利用数量，不定期监督检查建设单位损坏、占用、占压土地情况，坚决杜绝建设单位乱占乱用土地资源的现象。

2、土地复垦方案的编制，应当根据经济合理的原则和自然条件以及土地破坏状态，因地制宜地确定复垦后的土地用途。土地复垦规划应当符合项目所在地土地利用总体规划，并与其他相关规划协调。单位和个人制定的土地复垦规划设计方案应当与本地区土地复垦规划相衔接。

3、本项目在其可行性研究报告和设计任务书上应当包括土地复垦的内容；设计文件必须有土地复垦的章节；工艺设计必须兼顾土地复垦的要求。

4、本项目土地复垦方案应当报自然资源行政主管部门审查，经审查同意后，与建设同步实施。土地复垦规划设计方案确定的任务纳入建设计划和投资概算。

5、建设单位应根据本项目编报的水土保持方案报告 and 环境影响评价报告，控制由于水土流失和其他环境问题引起的间接损毁土地资源现象发生。

（二）工程技术措施

复垦单元土壤性状满足未来复垦为建设用地的质量要求，进行拆除区内建（构）筑物，设计进行回填表土后，清理建筑垃圾和废料，再进行场地平整。

工程布置：①矿山关闭后，将储水池和输水管道等砌体拆除、清理，取出水泵，切割套管后灌入泥浆至地下水水位以上。根据工程设计，估算拆除工程量为 80m³；②回填表土，土厚 0.5m，估算工程量为 20m³，③回填后进行场地平整，场地平整工程量为 110m²。

二、目标任务

根据“科学合理、实事求是”原则，参照土地利用总体规划，征求土地所属行政村意见并结合土地损毁分析与预测结果，预测土地复垦责任范围内复垦土地面积 110m²，依据土地复垦适宜性评价结果，确定将复垦责任范围全部进行复垦：风景名胜设施用地（建设用地）110m²，土地复垦率为 100%。

$$\text{土地复垦率} = \frac{\text{复垦的土地面积}}{\text{复垦责任范围面积}} \times 100\% = 0.3/0.3 \times 100\% = 100\%。 \text{单位：} m^2$$

矿山管护期满后土地复垦率 90%以上。

复垦前后土地利用结构调整见表 5-1。

表 5-1 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积 (m ²)		增减
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
1	风景名胜设施用地	203	村庄	280	280	0

第四节 含水层影响修复

矿区含水层的破坏主要体现在地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变四个方面。

一、目标任务

通过工程应对措施、监测措施等工程，使地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变得到有效的控制和预防。为矿山的生产建设提供有效的数据，通过对数据的分析减轻、预防和控制含水层的破坏，并针对数据采取及时有效的应对措施，为矿山的安全生产提供了必要的保障。

二、工程设计

(一) 地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏方面

矿山地热水的形成、运移主要受断裂构造裂隙带控制，属埋藏型带状（脉状）构造裂隙水。由于该地热水含水层位于深部基岩裂隙中，上部有良好隔水层，有利于防止地表水的直接入渗污染和对可能入渗的污染物起一定的净化作用。地热水水质、水量来源稳定，严格按照规定的要求及核定的允许开采量开采，不会造成地热水资源枯竭、区域水均衡破坏和含水层结构改变。在地热水开采影响半径范围内，禁止超量开采地下水，保护好地质环境，提高水土涵养能力，主要措施为监测措施。

(二) 地表水漏失方面

由于长期抽取地热水，造成周边水头降低，破坏区域地下水平衡，会引起地下水补给条件改变，造成部分地表水漏失。因降落漏斗影响范围小，总体对周边水环境影响小。预测地表水漏失主要发生在漏斗范围内，且在矿山关闭开采以后一段时间将会恢复。因此，暂时不对矿界范围内的地下水资源枯竭进行治理，以监测措施为主。

（三）水源地环境保护方面

水源地自然生态环境及地质环境良好，但在开发建设过程及建成后，将产生生活垃圾和生产废水、生活污水。应对上述废弃物进行妥善处理，对建筑、生活垃圾等固体废弃物需运至远离水源地的下游填埋处理；对生产废水、生活污水等液态废弃物，应采取密封防渗处理并集中排放。以自然生态环境保护为重点，严禁毁林开荒种地种果，保持水源地自然汇水范围内植被的完整性及覆盖率，提高水土涵养能力，保障水源地天然补给区对地下水的补给能力不遭到人为破坏。主要措施以建立水源地保护区和监测措施为主。

三、技术措施

（一）工程应对措施

检查完善矿山地质环境保护区，重点对热水的一级保护区进行检查，确认是否按《天然地热水资源地质勘查规范》（GB/T13727-2016）设置一级保护区，检查各项保护措施是否有效。必要时进行工程治理或维修，包括井口及矿山范围防渗、防漏、防污染工程治理；修复、绿化治理；加强水源地自然生态环境保护。

（二）监测措施

对地下水资源枯竭、区域水均衡破坏、含水层结构改变、地表水漏失设置监测措施，布置监测点进行长期监控，根据监控结果，再行决定具体的防治措施，以保护地下水与地表水不受污染。

1、监测的内容

主要针对七口开采井影响半径内的地下水位下降情况、水量变化情况、浑浊度变化情况及对地表水水量变化进行观测。

2、监测点的布设

地下水动态监测点为七口开采井。

3、监测方法

本区枯水期和丰水期地下水水质、水温和水量均变化较小，属于动态稳定型地热水。应采用人工观测或自动监测仪观测方法对地下水水位、水温、水质进行定期监测，总结变化规律，但是当变化达到允许范围临界点时需要注意，应及时分析原因并采取相应措施。

（1）水温：根据以往资料，如地热水温出现明显异常，应结合近期开采情况进行综合分析，查明原因。

(2) 水位：随着抽水时间的延长，开采井的静止水位在某个时间可能水位略有变浅，若同比历年同期平均水位降低变化大于 10%时，需要注意水资源枯竭问题，重点查明原因，查看地表绿化情况，地形地貌的变化情况等，及时采取有效措施。

(3) 降深：根据抽水试验的动态观测资料，当七口开采井持续 7 天降深达到现有降深 200%时，需要降低开采量，或隔天抽水，以保证含水层的稳定。

(4) 水质：如出现细菌超标或者水质浑浊，需要停采，查明变化原因。处理方法主要是通过地面调查、监测井抽水试验和以往数据分析论证。

四、主要工程量

含水层影响监测具体工程量见表 5-2：

表 5-2 监测工程量计算表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	七口开采井	次/年/井	366	各井水温、水位和水量每天监测一次，水质监测每年 1 次，监测时长 10 年。

第五节 水土环境污染修复

一、目标任务

(一) 水环境污染

水环境污染主要表现为水质污染（恶化），矿山是以开采地下水为主，总体来说矿山废水（生产废水水、生活污水）对水环境的污染较小。

通过长期取水样测试，结果表明开采区地下水水质稳定，符合地热水要求，生活污水经沉淀处理后排放至山坑季节性溪流中，经废水池（沉淀池、调节池、稀释池）后对河水影响不大，说明评估区矿山建设及采矿活动对外围环境水质影响较轻，对环境水污染影响程度较轻，危害程度小，对矿山地质环境影响程度较轻。

(二) 土环境污染

土环境污染主要体现在对土地资源的变形破坏和对土地资源的污染方面，矿山酒店沿用以往的设备与土地。未来不产生新增的用地，对土环境污染影响小。

二、工程设计

（一）水环境污染工程设计

在热水上下游设定一个地表水取样点（附图 3），采用定期水质检测，对周围地表水体的污染情况进行监测。目前主要采用水质监测措施。

（二）土污染工程设计

主要采用人工监测手段的方式对土地变形、污染破坏区域进行监测。

三、技术措施

（一）水环境污染

1、周边水环境保护措施

按《天然地热水地质勘察规范》（GB/T13727-2016）要求，做好一级保护区建设工作，并补充划定一、二、三级保护区界线并设定界桩，重点加强对水源地补给区的生态环境保护，禁止采伐林木，严防发生山火，确保水源地原始生态环境不遭到破坏。

2、监测措施

1、监测的内容

主要针对矿山采矿活动引起矿区周围的地表水水质变化情况进行监测。

2、监测点的布设

在矿山河流上游设置 1 处地表水水质监测点（Js1），在矿山河流下游附近溪流设置 1 处地表水水质监测点（Js2），监测点详见附图 6。

3、监测方法

每个半年进行一次取水样分析。

（二）土环境污染

主要措施是采用每月一次的人工监测手段，对矿山责任范围内的土地变形、污染破坏区域进行监测。

本矿的土地污染源主要为热矿水的外排以及生活污染外排，矿山业主方为温泉旅游度假企业，对热矿水的开发利用有着一整套完善的抽、输、排措施，防止了水环境污染也即防止了土地污染，因此水土污染防治技术可以实现。

四、主要工程量

水污染监测具体工程量见表 5-3：

表 5-3 监测工程量计算表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	Js1	次/年	2	每年2次，时 长10年
2	Js2	次/年	2	

第六节 矿山地质环境监测

一、目标任务

矿山地质环境监测目的是对预测的地质灾害地面沉降、崩塌、滑坡、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏进行监测，发现异常，及时采取措施，避免或减轻损失。

- 1、根据矿山地质环境问题类型、特征提出矿山地质环境监测方案。
- 2、应按照具体的监测项目提出监测内容、监测方法、监测网点布设及监测频率等。
- 3、矿山地质环境监测范围应包括矿山开采区及矿山开采活动影响到的区域。

4、监测内容应包括矿山建设及采矿活动引发或可能引发的地质灾害、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与土地资源破坏等矿山地质环境问题及主要环境要素。

5、虽然 2012 年 11 月的《广东省恩平市大田镇锦江温泉地热田矿山地质环境保护与恢复治理方案》已设置监测工程，但由于现状与原方案的含水层情况发生变化，本次方案重新编制，因此监测工程的日期以本方案的实施计划为准。

二、监测设计

（一）矿山地质灾害的监测

地面沉降监测

（1）监测的内容

主要对开采井的降落漏斗影响范围内的建筑进行监测。

（2）监测点的布设

监测方法主要为设立 7 个基准点，对地热水开采区进行地面观测。

（3）监测方法

监测方法主要采用日常人工巡视巡查，如发现民房开裂，则进行贴纸条，采用贴纸条的人工观测方法进行。通过巡查、调查、资料收集，对可能发生地面沉降的重点地段，建立系统的沉降观测网点，随时掌握地下水开采量、水位降深及降落漏斗影响范围与地面沉降形成的关系，以便采取及时有效的措施，防止地面沉降的形成并减轻其危害程度。

(二) 含水层影响的监测

1、监测的内容

地下水动态监测主要内容是对开采井的抽水量、水温 and 水质进行监测，以达到防治地下水污染的目的。

2、监测点的布设

地下水动态监测点为七口开采井。河流上下游布置 2 个地表水水质监测点。

3、监测方法

详见含水层影响修复与水土污染修复章节，不再重复赘述。

(三) 地形地貌景观破坏监测

1、监测的内容

主要针对采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏进行监测。

2、监测点的布设

由于矿山地表工程已完成，对地形地貌景观的破坏基本完成，不设置监测点，可采用人工巡视手段进行监测。

3、监测方法

矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测方法进行。

(四) 土地资源破坏监测

1、监测的内容

主要针对采矿活动引起的土地资源景观破坏（包括土壤污染）进行监测。

2、监测点的布设

由于矿山地表工程已完成，后期开采对土地资源破坏较轻，不设置监测点，采用人工巡视手段进行监测。

3、监测方法

土地资源破坏主要采用简易现场量测方法进行。

(五) 监测点布设一览表

监测点监测频率和布设位置见表 5-4。

表 5-4 监测点布设一览表

监测对象	监测点布置	监测数量	监测频率	监测方法	备注
地面沉降	开采区	7 个	每月 2 次	设立基准点(必要时采用 GPS 监测法、全站仪配合监测)	
水质监测点	排水口上、下游	2 个	水质一年 2 次	水质分析法	分析主污染项目和常量组分, 同时进行水位观察 1 月 1 次
地形地貌景观破坏监测	半年观测一次			简易现场测量法	
土地资源破坏监测	半年观测一次			简易现场测量法	
总计	地灾监测点 7 个, 含水层监测点 7 个, 地形地貌破坏和土地资源监测点各 1 个。				

三、技术措施

(一) 时间安排

总体时间跨度为 2022. 11~2032. 11。

至 2022 年 11 月, 各监测网应建设完成, 2022 年 11 月后开采对各监测点进行监测, 待矿山关闭后半年即可停止相应监测措施, 监测总时长为 10 年。

(二) 监测主体

对预测地质灾害、地形地貌景观破坏、地下水位、水质的监测可由矿山企业设置专门部门安排专职人员进行监测, 或委托有资质的单位进行监测, 同时随时接受行政主管部门的检查。

四、主要工程量

矿山地质环境监测工程量见表 5-5。

表 5-5 矿山地质环境监测工程量汇总表

工程项目		项目名称	单位	估算工程量	备注
监测工程	监测设备	基准点	个	7	2022 年
		水样瓶	个	78	5L
	监测项目	开采井、水位、水温观测	次	4026	一次性工程量
		开采井地热水质全分析检测		56	1 次/年
		地表水常规指标值监测		22	2 次/年
		地质环境监测 (采用人工巡视手段包括地面沉降, 地形地貌景观和土地破坏监测, 一口开采井 2 个监测点, 共 8 个监测点)		121	地质灾害 7 次/年 地形地貌景观和土地破坏监测 4 次/年

表 5-6 矿山地质环境保护与土地复垦工程措施一览表

	地质灾害	环境地质问题							
	地面沉降治理工程	含水层影响防治工程					土地污染防治工程	地形地貌景观破坏防治(治理)工程	土地资源破坏防治(治理)工程
		地下水枯竭	区域地下水均衡	地表水漏失	含水层结构的改变	水质污染(恶化)			
处理措施	对地面沉降采用监测	本方案采用监测措施,对开采区进行长期监测。	本方案采用监测措施,对开采区进行长期监测。	本方案采用监测措施,对开采区进行长期监测。	本方案采用监测措施,对开采区进行长期监测。	本方案采用水质监测措施,对热水的水质进行长期监测,根据水质的变化情况,采取合理有效的处治措施。	采取长期监测、监控措施进行预防,监控和工程处理措施进行治理。定期采样进行化学分析,根据土地污染程度的变化情况,采取合理有效的处治措施。	监测为主	监测为主
工作量	已列入监测措施中	-	-	-	-	详见环境监测工程量汇总表	-		

第七节 矿区土地复垦监测和管护

一、目标任务

（一）矿区土地复垦监测目标任务

- 1、掌握土地损毁范围、损毁程度、损毁土地类型。
- 2、对土地复垦效果进行监测。

（二）矿区土地复垦管护目标任务

- 1、对监测井进行检测，达到土地复垦质量控制标准要求。
- 2、使矿山地质环境与周边生态环境相协调，达到与区位条件相适应的环境功能。

二、措施和内容

（一）矿区土地复垦监测

根据划分的土地复垦单元：储水池和输水管道，对储水池和输水管道进行土地损毁和复垦效果的监测。

1、土地损毁监测

采用水准测量对地表移动进行测量，利用 1985 年黄海高程系，作业前对仪器和标尺进行检查和测定。测量采用中丝法读数，直读数据，观测采用后-后-前-前顺序，精度达到三等，观测中误差 $<25\text{mm}/\text{km}$ 。

2、复垦效果监测

复垦建设用地的监测内容主要有对基准点进行监测，监测回填工作是否完善，回填位置是否存在沉降。监测方法为样方随机调查法，在治理期内每年监测 2 次。

（二）矿区土地复垦管护

由于复垦内容不涉及种植植被，因此无需管护。

三、主要工程量

土地损毁及复垦效果监测点的布置。在区内设置观测点 2 个。变形观测点与基准点构成沉降监测网，按四等水准测量的要求进行测量。委托有资质的单位专业人员及时监测。水准基准点监测频率为半年 1 次，地表变形监测频率为半年 1 次。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

依据本《方案》服务年限 10 年，具体包括了开采期（8 年）、治理期（1 年）、管护期（1 年）。

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

第一节 总体工作部署

矿山地质环境治理与土地复垦工作的各项措施贯穿于采矿活动的全过程，是工程措施、生物措施与监测措施合理结合的过程。

一、总体部署原则

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”等原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署应遵循以下原则：

- 1、先破坏先治理、工程措施、生物措施与监测措施相结合进行治理；
- 2、针对地质灾害主要采取工程措施、配合生物措施进行治理，采用监测措施进行预防；
- 3、针对矿区含水层影响情况，可视需要直接采取工程措施或长期监测进行预防，根据监测结果，再行选择合适的治理措施；
- 4、针对地形地貌景观破坏的恢复，可采取生物措施、配合工程措施进行治理；
- 5、针对土地资源的破坏主要采取土地复垦的方法进行恢复。

二、矿山地质环境治理工作部署

根据中华人民共和国国家标准《天然矿泉水资源地质勘查规范》（GB/T13727-2016），要求矿泉水水源地（含地热水水源地）应建立三级保护区，根据区内热储特征，划定本区地热资源的三级保护区。

（一）一级保护区：分别以各开采井为中心半径 15m 的范围内设立一级保护区，在该范围内应采取适当的防渗措施，禁止兴建与地热水取水无关的建构筑物，避免道路排水排入地热水开采井保护范围，消除一切可能导致地热水污染的因素。

（二）二级保护区：以各开采井为中心半径 30m 范围内设立二级保护区，在该范围内，应禁止排放工业和生活废水，禁止堆放或填埋有害废渣，不允许进行可能破坏地热田的一切活动。

（三）三级保护区：根据本区的水文地质条件，结合当地环境地质特征及地下水流向，划定三级保护区范围，其范围与矿区范围一致。

在该范围内只允许对地热田没有危害的经济工程活动。开发地热资源的单位应积极配合当地政府，在上述范围开展植树和环境绿化工作，一则可美化地热田周边环境，二则可涵养水分，增加地下水补给量。

在设立各级保护区的同时，建立健全地热水开采动态监测机制，对热水的水量、水温、水位每天观测 1 次，地热水质全分析由矿业权人每年取样分析 1 次，监测井的地热水常规指标取一次样送具有检测资质的单位测试 1 次。全面掌握地热水开采过程中地下水的动态变化规律，及时发现问题并采取有效的防护措施。对开采区等灾发隐患地进行监测，发现异常需及时上报，并采取相应补救措施。同时加强生产废水、生活污水的排放和固体废弃物的收集处理，防止对矿区地下水环境产生破坏和影响；科学合理规划生产和建设规模，防止浪费占用土地资源和破坏自然地形地貌景观；加强酒店及周边生态环境保护，植树造林，美化绿化，确保区内一切生产活动有利于矿山地质环境保护与恢复治理工作。

表 6-1 矿山地质环境治理分区工程量表

工程项目		项目名称	单位	估算工程量	备注
监测工程	监测设备	基准点	个	7	2022 年
		水样瓶	个	78	5L
	监测项目	开采井、水位、水温观测	次	4026	一次性工程量
		开采井地热水质全分析检测		56	1 次/年
		地表水常规指标值监测		22	2 次/年
		地质环境监测 (采用人工巡视手段包括地面沉降，地形地貌景观和土地破坏监测，一口开采井 2 个监测点，共 8 个监测点)		121	地质灾害 7 次/年 地形地貌景观和土地破坏监测 4 次/年

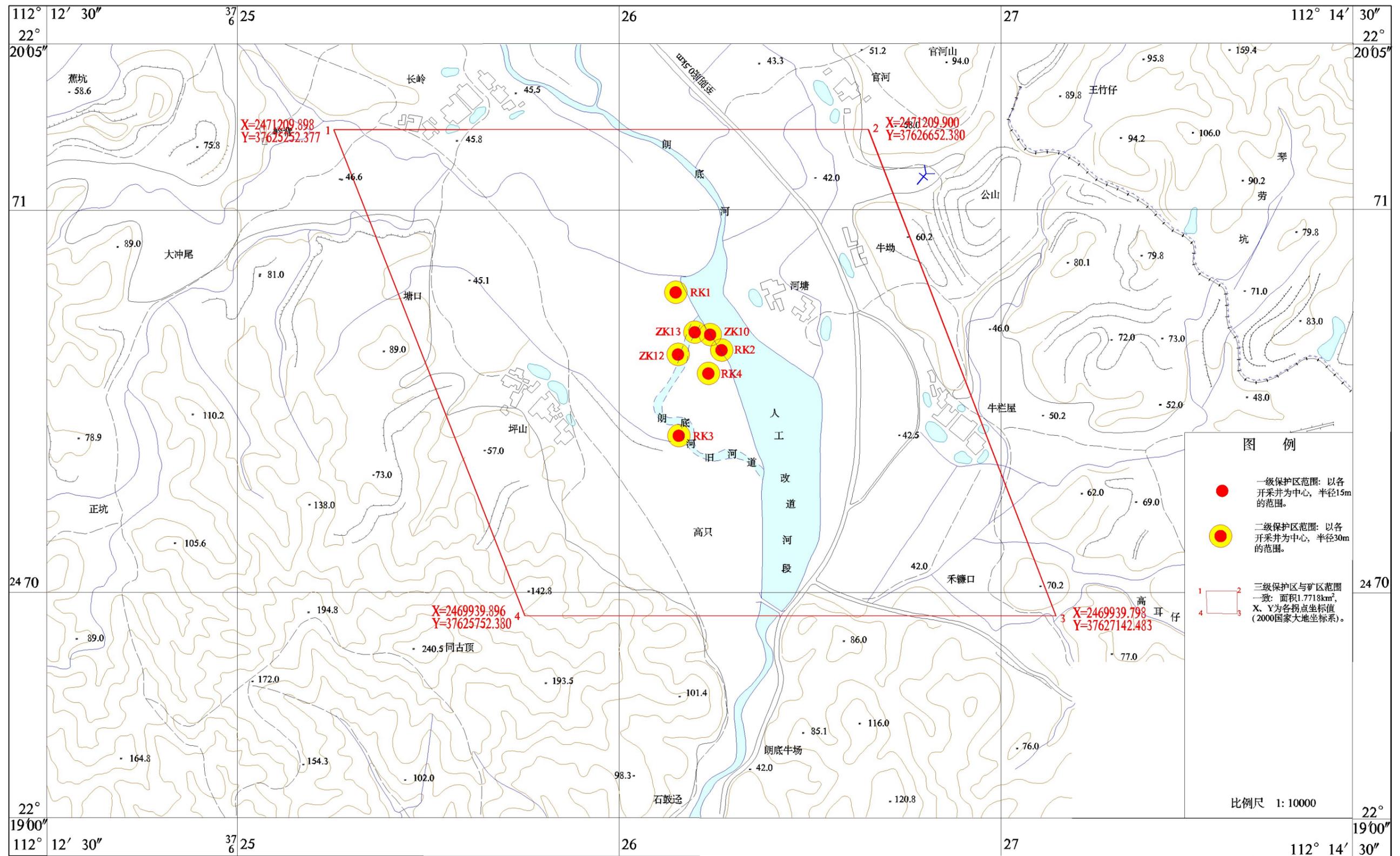


图 6-1 保护区范围图

三、土地复垦工作部署

(一) 项目区工作量

1、拆除、清运：矿山关闭后，将开采井、储水池等矿山工程建筑全部清除，并将建筑垃圾就近填埋。

2、回填

(1) 施工准备

选料：采用细砂回填。

砂浆拌制：粒径大于 0.075mm 的颗粒超过全重 85%，度模数为 2.2~1.6。

(2) 施工顺序

桩基回填前，应排净孔内泥浆，清除淤泥。

回填时要确保层层密实。防止后续挖孔时下陷造成安全事故。

桩基回填后应略高于桩基顶缘地面，防止桩基积水。

(3) 注意事项

回填时确保孔内层层密实。

泥浆需排到指定的泥浆池内，严禁乱排，造成污染。

现场作业人员应规范施工，确保在安全的前提下顺利施工。

3、平整：到开采终了期，需对复垦单元进行土地平整。按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合，分区按照设计要求和复垦利用方向进行土地平整。

(二) 主要工程量

根据对矿山土地复垦工程的设计，进行主要工程量估算，详见表 6-2。

表 6-2 矿山土地复垦工程说明表

土地复垦单元	复垦工程	单位	工程量	备注
复垦 I 单元	砌体拆除	m ³	180	储水池和输水管道等
	回填表土	m ³	90	-
	切割套管	套	7	-
	场地平整	m ²	180	-

第二节 阶段实施计划

根据矿山服务年限、方案的适用年限和矿山开采进度，年度实施计划划分为三个基本阶段，即：1~5年度（2022.11~2027.11）、6~8（2027.11~2030.11）和第9~10年度（2030.11~2032.11）实施计划，其相对应的治理分期目标为近期治理区、中期治理区和远期治理区。年度实施计划的起始年以本方案编制后开始计算，由于各个监测点论证后布设、建设需要较长时间，将监测时间定于2022年11月开始。

各分期治理区年度实施计划阶段、各阶段的治理对象及对应的治理区域见表6-3、表6-4。

表6-3 各分期治理年度实施计划进度表

年度实施计划	治理对象	治理区域
1~5年 (2022.11~ 2027.11)	确立环境保护边界，设置一、二、三级保护区界桩； 开采区地面沉降的预防监测 水质污染（恶化）的预防监测； 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测。	近期 治理区
6~8年 (2027.11~ 2030.11)	开采区地面沉降的预防监测 水质污染（恶化）的预防监测； 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测。	中期 治理区
第9~10年 (2030.11~ 2032.11)	开采区地面沉降的预防监测 水质污染（恶化）的预防监测； 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测； 闭坑后进行开采区的填埋并进行土地复垦监测措施。	远期 治理区

表 6-4 各年度实施计划

对象	治理部位	治理措施	治理区											
			近期 (2022.11~2027.11)					中期 (2027.11~2029.11)			远期 (2029.11~2032.11)			
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年~第7年		第8年~第10年 (复垦期)				
监测网点建设	评估区范围	工程	■											
崩塌、滑坡预防	评估区范围	监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
地面沉降的预防	生产区、开采井及其周围影响区域	监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
含水层影响	开采井、地表水监测点	监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
地形地貌景观影响	评估区范围	监测、工程	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
土地资源破坏	评估区范围	监测、工程	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
土地复垦工程	关闭后, 开采区	监测、工程												■

第三节 近期年度工作安排

近期治理区年度实施计划时间为 2022. 11~2027. 11。具体工作安排详见表 6-5。

表 6-5 近期治理区年度实施计划进度表

年度	治 理 对 象
2022. 11~ 2022. 11	①在开采区设立共 7 个基准点，同时建立完善地质灾害监测机制。②在下游和附近溪流边各设置一个水质监测点，同时对热水的水位、水温、水质变化情况进行跟踪监测。③建立地形地貌和土地资源监测机制，积极配合地方政府相关部门，开展评估区及环境保护区生态环境保护和巡视，防止山火，毁林开荒对水源地森林植被的破坏。
2022. 11~ 2027. 11	①巩固和完善对地质灾害的监测措施②保持对地表水体的水质的监测，同时对热水、监测井的水位、水温、水质变化情况进行跟踪监测。③对评估区及环境保护区生态环境进行持续跟踪监测。

第七章 经费估算与进度安排

第一节 经费估算依据

一、估算原则

- 1、符合国家有关法律、法规规定；
- 2、土地复垦投资应进入工程估算中；
- 3、工程建设与土地复垦措施同步设计、同步建设投资；
- 4、指导价与市场价相结合的原则；
- 5、科学、合理、高效的原则。

二、估算依据

- 1、《土地复垦标准（试行）》（UDC-TD）；
- 2、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部经济建设司、国土资源部财政司，2012年）；
- 3、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》；
- 4、《土地开发整理项目预算编制暂行办法》；
- 5、部分项目参照《广东省建筑工程综合定额》；
- 6、《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》；
- 7、《工程勘察设计收费管理规定》；
- 8、《广东省建筑与装饰工程综合定额》；
- 9、工程勘察设计收费标准（2002）；
- 10、部分项目参照市场价格；
- 11、2022年第一季恩平市材料信息价及市场价；
- 12、现场调查收集的数据。

三、基础单价

本方案经费估算以市场调查的单价为基础，综合单价见计算总表。

四、费用构成

本项目概算由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工资收费、业主管管理费、监测费）以及不可预见费组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、计划利润和税金组成。

(1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工预算费单价，按当地劳动力价格计算。

材料费：材料概算价格按当地市场价。

施工机械使用费：施工机械使用费=机械使用量×施工机械台班费。

措施费：结合本项目工程特点，按直接工程费的 2.5%计。

(2) 间接费

结合本项目工程特点，按直接工程费的 2%计。

(3) 利润

项目利润率取 3%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4) 税金

根据 2016 年 5 月 1 日起，我国全面推开营改增实施细则，依据《营改增后的增值税税目税率表》，税金费率取 11%。计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2、其他独立费用

其他独立费用由前期工作费、工程监理费、竣工资收费、业主管管理费、监测费组成。

(1) 前期工作费

结合本项目工程特点，前期费按工程施工费的 3%计。

(2) 工程监理费

根据国家有关规定，按工程施工费的 1%计。

(3) 竣工资收费

结合本项目工程特点，竣工资收费包括项目竣工资收费（按工程施工费的 1.3%计）、项目决算编制与审计费（按工程施工费的 0.9%计）等，因此竣工资收费按工程施工费的 3%计。

(4) 业主管管理费

业主管管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工资收费之和作为基数，按 2%计。

3、不可预见费

按工程施工费、其他独立费用之和的 2%计。

4、监测费

监测费：为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果，本方案安排一定比例的监测费，按照人工定。

5、费用估算结果

详见各表备注栏。

第二节 矿山地质环境治理工程经费估算

一、总工程量与投资估算

(一) 矿山地质环境治理总工程量

根据前文所述，矿山地质环境治理工程经费概算主要为矿山地质环境保护及监测所需费用。具体工程量见表 7-1。

表 7-1 矿山地质环境治理工程量汇总表（2022-2032 年）

工程 项目	项目名称	单 位	估算 工程量	备 注	
监 测 工 程	监测 设备	基准点	个	7	2022 年
		水样瓶	个	78	5L
	监测 项目	开采井、水位、水温观测	次	4026	一次性工程量
		开采井地热水质全分析检测		7	1 次/年
		地表水常规指标值监测		22	2 次/年
地质环境监测 (采用人工巡视手段包括地面沉降， 地形地貌景观和土地破坏监测，一口 开采井 2 个监测点，共 8 个监测点)	121	地质灾害 7 次/年 地形地貌景观和土地破 坏监测 4 次/年			

(二) 矿山地质环境治理总投资估算

根据矿山地质环境影响评估结果，结合所采取的矿山地质环境保护与土地复垦措施的分类情况，矿山地质环境治理工程措施经费估算总经费为：328865 元，其中工程措施投资额 0 元，监测措施投资额 328865 元。详见表 7-2。

表 7-2 矿山地质环境治理总投资估算表

工程项目	项目名称	单位	估算工程量	单价 (元)	费用 (元)	
监测工程	监测设备	基准点	个	7	5000	35000
		水样瓶	个	78	5	390
	监测项目	开采井、水位、水温观测	次	4026	5	20130
		开采井地热水质全分析检测		56	5000	280000
		地表水常规指标值监测		22	1000	22000
地质环境监测 (采用人工巡视手段包括地面沉降,地形地貌景观和土地破坏监测,一口开采井 2 个监测点,共 8 个监测点)	121	45		6345		
总 计					328865	

第三节 土地复垦工程经费估算

一、总工程量与投资估算

(一) 土地复垦总工程量

根据估算土地复垦工程量汇总见表 7-3。

土地复垦主要施工措施为矿山关闭后,将开采井、储水池等矿山工程建筑全部清除,复垦为不低于原地类标准。

表 7-3 土地复垦总工程量汇总表（2050-2051 年）

工程类别	序号	单元及分项工程	单位	工程量
土壤重构工程	1	砌体拆除	m ³	180
	2	回填表土	m ³	90
	3	切割套管	套	37
	4	场地平整	m ²	180
监测工程	1	监测工程	次	8

（二）投资估算

本土地复垦工程总投资为 37380 元：其中工程施工费 36660 元；监测费 720 元。详见表 7-4。

表 7-4 土地复垦直接工程费

工程类别	序号	单元及分项工程	单位	工程量	单价	费用（元）
土壤重构工程	1	砌体拆除	m ³	180	18	3240
	2	回填表土	m ³	90	30	2700
	3	切割套管	套	37	-	30000
	4	场地平整	m ²	180	4	720
	小计					
监测工程	1	监测工程	次	8	90	720
	小计					
合计						37380

第四节 总费用汇总与年度安排

一、总费用构成与汇总

（一）总费用构成

矿山地质环境保护与土地复垦方案总费用概算由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、监测费）、不可预见费及价差预备费组成。

1、工程施工费

矿山地质环境保护与土地复垦工程直接工程费为：366245 元。详见表 7-5。工程施工费见表 7-6。

表 7-5 矿山地质环境保护与土地复垦工程直接工程费表

项目名称	代号	分项费用（元）
环境治理工程投资额（元）		328865
土地复垦投资额（元）		37380
直接工程费总投资额（元）	①	366245

表 7-6 工程施工费

项目名称	代号	计算公式	分项费用（元）
直接工程费		①	366245
间接工程费	②	①×2%	7325
计划利润	③	(①+②)×3%	11207
税金		(①+②+③)×11%	42325
合计			427102

2、其它费用

表 7-7 其它费用估算表

项目名称	代号	计算公式	分项费用（元）
前期工作费	④	①×3%	10987
工程监理费	⑤	①×1%	3662
竣工验收费	⑥	①×3%	10987
管理费	⑦	(①+④+⑤+⑥)×2%	7838
合计			33475

3、不可预见费

表 7-8 不可预见费用估算表

项目名称	代号	计算公式	分项费用（元）
不可预见费	⑧	(①+④+⑤+⑥+⑦)×2%	7994
合计			7994

(二) 总投资估算

本方案工程总投资共计 468572 元。投资估算主要由工程施工费（直接工程费、间接工程费、计划利润、税金）、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、监测费）以及不可预见费组成。其中工程施工费 427102 元，其它费用 33475 元，不可预见 7994 元，估算表见表 7-9。

表 7-9 投资估算汇总表

分项名称	分项费用（元）
工程施工费	427102
其它费用	33475
不可预见费	7994
总计	468572

总工程总投资估算未包括水土保持方案中计算的工程费用。

（三）建立矿山地质环境治理恢复基金

根据《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》财建[2017]638 号文。矿山企业要落实地质环境保护治理恢复责任，同时建立矿山地质环境治理恢复基金。

该基金就是矿山企业按照满足矿山地质环境保护与土地复垦方案资金需求的原则，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案，将矿山地质环境恢复治理费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销，并计入生产成本，在所得税前列支。同时，矿山企业需在其银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。

基金由企业自主使用，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、地形地貌景观破坏，地下含水层影响、地表植被损毁预防和修复治理等方面。

二、近期年度经费安排

根据矿山的生产和布局特点，本项目的工程分近期、中期和远期进行。中期和远期跨度较长，存在较多的不确定因素，因此只对近期年度经费进行预测安排，近期年度经费安排如下：

（一）近期治理时间安排

近期治理年度实施计划时间为 1~5 年（2022. 11-2027. 11）。

（二）主要工作内容

监测系统：设立 7 个基准点，建立水文动态监测网点（包括 7 口开采井、2 个地表水体在内共 9 个监测点）和人工简易监测网点（主要是地形地貌和土地资源监测点），计划在 2023 年 11 月前完成。

监测系统启用：监测系统建成后，全面监测矿山地质环境变化情况，计划在 2022 年 11 月后全面监测，直至 2032 年 11 月矿山闭坑验收结束。

(三) 近期年度经费安排

表 7-10 近期年度经费安排汇总表

年度	项目分区	项目名称	单位	工程量	单价	施工费(元)	合计(元)
2022. 11~ 2023. 11	监测设备	基准点	个	7	5000	35055	354125
		水样瓶	个	11	5		
	监测项目	热水井水量、水位、水温观测	次	365	6	52795	
		水质全分析检测	次	7	6600		
		地表水监测项目	次	4	1000		
地质环境监测		次	9	45			
2023. 11~ 2027. 11	监测设备	水样瓶	个	44	5	120	
	监测项目	热水水量、水位、水温观测	次	1460	6	211180	
		水质全分析检测	次	28	6600		
		地表水监测项目	次	16	1000		
		地质环境监测	次	36	45		

第八章 保障措施与效益分析

第一节 组织保障

方案重在落实，切实改善采矿活动所造成的矿山地质环境破坏，审批后的方案由矿山企业组织实施，并受当地和上级自然资源行政主管部门的监督检查。为保证全面完成各项治理措施，必须重视并完成以下工作：

1、为了矿山地质环境保护与土地复垦能够按照方案要求顺利实施，避免方案的实施流于形式，矿山企业必须健全矿山地质环境土地复垦组织领导体系，成立矿山地质环境保护与土地复垦项目领导小组，负责矿山地质环境保护与土地复垦项目的领导、管理和组织实施工作，并接受地方自然资源行政主管部门对矿山地质环境治理实施情况进行监督和管理，同时组织学习《矿山地质环境保护规定》等有关法律法规，提高矿山管理人员和采矿人员的矿山地质环境保护意识。为了保证项目的顺利实施，项目承担单位抽调相关人员组建项目组，并设立项目办公室，协调各研究专题间的交叉协作关系，并督促各合作承担单位保证项目开展所需的人力、物力、工作时间等基本条件，按计划完成任务，保证研究计划顺利实施。

2、矿山企业必须严格按照矿山地质环境保护与土地复垦方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成矿山地质环境保护与土地复垦的各项措施；当地国土部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用矿山企业定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使方案的完全落实。

3、按建设项目管理程序进行管理。在矿山地质环境与土地复垦施工中应严格按照建设项目管理程序，实行招投标制度，选择具有地质灾害治理施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位，进行矿山地质环境保护与土地复垦的施工和后期的养护工作。

第二节 技术保障

矿山技术负责人要主管矿山地质环境保护与土地复垦方面的技术工作，按计划开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

一、专业队伍的配备

应配备有矿山地质环境保护与土地复垦工作专职管理人员，并定期进行技术培训、参观学习，提高专职管理人员的技术水平。同时，有针对性地加强方案实施的施工队伍及其技术

人员的专业培训，强化施工人员的矿山环境保护意识，提高施工人员的矿山环境保护与治理技术水平，以确保矿山地质环境保护与土地复垦工程保质、保量、按期完成。

二、按照技术规范的要求开展有关矿山地质环境防治和监测工作

按照技术规范的要求及本方案提出的要求开展矿山地质环境防治和监测工作，要全面落实工程建设法人负责制、招投标制和监理制，建立工程建设期间的监督检查制度，在生产期间要加强治理措施的试验研究工作，提出完工后的验收要求。对监测工作要按方案要求进行长期、定期监测。

1、严格按照矿山资源开采设计进行矿山生产。

2、搞好测量控制工作，符合设计的安全要求。

3、按照矿山地质环境保护与土地复垦方案的要求委托有关技术单位，有序地开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

4、矿山地质环境监测应委托专业技术单位进行，矿山则应做好监测设施管理工作。

5、在本方案的实施过程中，按矿山开采对地质环境所造成的破坏类型、程度分类恢复治理，对废石堆场采取相应技术规范来恢复治理，对地质灾害隐患应根据不同灾害类型、规模、易发程度及危害程度采取合理有效的技术措施、技术要求进行治理。

6、加强相关人员的技术培训。对矿山地质环境保护与土地复垦工作专职管理人员进行技术培训、参观学习，提高专职管理人员的技术水平。同时，有针对性地开展方案实施的施工队伍及其技术人员的专业培训，强化施工人员的矿山环境保护意识，提高施工人员的矿山环境保护与治理技术水平，以确保矿山地质环境保护与土地复垦工程保质、保量、按期完成。

三、先进的施工手段和合理施工工艺，高标准的质量验收

在矿山地质环境保护与土地复垦过程中要采用先进的施工手段和合理施工工艺，高标准的质量验收。

第三节 资金保障

矿山应根据“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，缴纳矿山地质环境保护与恢复治理保证金，金额按照有关行政管理规定执行，原则上不低于矿山地质环境保护与土地复垦方案所需费用。

一、明确治理费用承担单位

矿山要确实承担矿山保护与土地复垦工程，并通过招投标等形式选好有资质有能力的施工单位进行施工。

二、认真落实建立好基金制度

矿山应做好地质环境保护与土地复垦基金的使用管理，保证资金及时足额到位、实行专户存储、专款专用、不得挪作它用，以保障矿山地质环境治理工程顺利进行。

三、确保各项资金能落实到位

矿山地质环境保护与土地复垦行政管理部门，应根据矿山企业地质环境和土地复垦工作的进度状况、治理效果状况，及时返还全部或部分不同时间段的恢复治理保证金，以保证矿山企业有足够的资金用于矿山地质环境保护与土地复垦工作。

第四节 监管保障

在本方案实施过程中，矿山企业要自觉接受地方自然资源主管部门的监督检查，对发现的问题应及时处理，要加强矿山地质环境与土地复垦的后期管护工作，确保矿山地质环境治理与土地复垦的实效。

同时，还要加强宣传，深入开展我国矿山地质环境现状和矿山地质环境治理的政策、法规教育，加强矿山地质环境法规政策的宣传，提高全社会对矿山地质环境治理在保护生态环境和经济社会可持续发展的重要作用的认知。

第五节 效益分析

方案实施后，能有效控制因采矿活动造成的土地破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏、地下含水层的破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。

方案实施后的效益包括环境效益、经济效益和社会效益三个方面。

一、环境效益

地热水生产对地质环境和水源水质非常敏感，一个地热水厂的建设与投入生产，往往会带动当地周边人民环境保护意识的提高，不同程度地改良当地的环境。矿山开发中损坏的植被实施生物措施后，大部分可得以恢复。

通过进一步落实上述矿山地质环境保护与恢复治理措施，切实加强对含水层影响的监测与地形地貌景观破坏的监测工作，保持整个生态环境的稳定，提高水土保持能力，减少自然灾害的发生。使得矿山厂周边取得山更绿、水更清、天更蓝的生态环境效应。

二、经济效益

锦江温泉设计生产规模约 3151m³/d，本地热田采用地下方式进行开采，直接在开采井内安装潜水泵进行抽采地热水。预测供水年经营收入约 4500 万元，项目在今后的服务年限内，每年上缴税费约 1200 万元，并可提供多个就业岗位，提高当地人民的生活水平，项目的经济效益、社会效益和环境效益明显，项目切实可行。

综上所述，合理开发利用锦江温泉地热田地热水资源，为投资人创造合理投资回报的同时，也为地方培植稳固的税源，扩大社会就业，锦江温泉地热田地热水开发的经济效益、社会效益和环境效益良好，项目可行好。

三、社会效益

1、改善矿区及周边环境质量

土地复垦措施特别是生物措施的有效实施，可大大改善矿区及周边地区的生态环境，减少因矿山生产、建设对矿区及周边地区的影响，提高矿山生产区的环境质量。此外，矿区绿化创造了良好的生态环境，有利于矿山职工和周边群众的身心健康、提高劳动生产率。

2、促进当地稳定和发展

矿山将为社会提供优质温泉，提高人民生活水平和生活质量。同时将有效地促进当地社会经济的发展，增加就业岗位，对构建和谐社会，发展绿色环保产业将发挥积极作用，对地方经济的发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用，取得了明显的社会效益。

综上所述，本方案实施所产生的社会效益、环境效益、经济效益较明显，达到了社会效益、环境效益与经济效益的统一，是功在当代，利在千秋的民心工程。

第六节 公众参与

通过上述可知，地热水开采是较为简单的矿山工程，仅是用井管抽取地下水，造成的土地和环境影响破坏有限。公众参与与调查涉及的主要内容有：1、地热矿山对评估区内周边居民的影响调查；2、地热水开采水土环境影响破坏等对居民生产生活的影晌。通过实地调查、咨询方式听取了解公众意见，主要结果见附件 11。

第九章 结论与建议

第一节 结论

一、矿山性质、开采方式、开采规模、重要程度、矿山地质环境条件复杂程度，方案的适用年限。

矿山是在生产矿山，矿区面积 1.7718km^2 ，开采方式为地下开采，因采矿许可证即将到期，本地热田井产量 $3151\text{m}^3/\text{d}$ 作为锦江温泉地热田可开采量，加权平均水温 54.8°C ，开采深度为 42.77m 至 -70.3m 。方案适用年限为 10 年。

如遇矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

二、《方案》编制的基础、范围、评估区面积、评估级别、评估精度，调查技术路线与方法，完成的主要实物工作量。

方案编制以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》为基础，调查范围 1.7718km^2 ，调查线路 3.60km ；收集资料 5 份，评估精度采用 1:5000；评估区面积为 1.7718km^2 。矿山地质环境条件复杂程度为中等，评估重要程度分级为重要区，该矿山地质环境影响评估级别为一级。通过对评估区区域地质、水文地质、工程地质和环境地质等资料进行分析研究，以野外综合地质调查为核心，按照相关技术要求进行。

三、现状评估和预测评估结论

1、现状评估

(1) 地质环境问题现状

评估区内矿山现状地质灾害不发育，对含水层影响与破坏程度较严重，对地形地貌景观影响与破坏程度较轻，对水土环境污染影响与破坏程度较轻，矿山地质环境影响程度为较严重。

(2) 地质环境现状分区

现状矿山地质环境影响划分为一个较严重区：矿山地质环境影响较严重（II）区。面积为 1.7718km^2 ，占评估区面积的 100%，分布范围为评估区范围。

2、预测评估

(1) 地质环境问题预测

预测地质环境问题主要有：可能发生地质灾害为地面沉降，可能性小，影响较轻，矿山开采对含水层影响与破坏程度分级为较轻，对地形地貌景观影响与破坏程度为较轻，矿山开采对水土环境污染影响与破坏程度为较轻，矿山地质环境影响程度为较轻。

（2）地质环境预测分区

预测矿山地质环境影响划分为一个较轻区：矿山地质环境影响较轻（III）区。面积为1.7718km²，占评估区面积的100%，分布范围为评估区范围。

四、矿山地质环境保护与恢复治理分区及土地复垦责任范围

1、矿山地质环境保护与恢复治理分区

结合矿山地质环境问题现状及预测评估结果进行矿山地质环境保护与恢复治理分区，将评估区划分为次重点防治区（B），面积1.7718km²，占评估区面积的100%。

2、土地复垦责任范围

矿山已损毁土地280m²；拟损毁土地面积为0m²。

根据矿山土地损毁预测与评估，确定复垦区及复垦责任范围：面积180m²，通过矿区土地复垦可行性分析，确定复垦方向为建设用地，复垦率为100%。

五、地质环境保护与土地复垦工程部署

1、矿山地质环境保护

监测措施：（1）地面沉降监测；（2）含水层变化监测；（3）土地资源破坏监测；（4）地形地貌及土地资源变化监测。

2、矿山土地复垦

工程措施：拆除砌体、泥浆回填和上覆土层。

监测措施：土地损毁及土地复垦效果监测。

六、经费估算

本方案工程总投资共计468572元，其中工程施工费427102元，其它费用33475元，不可预见7994元。

七、测预恢复治理效果

环境效益方面：水源地周边地质环境和自然生态环境。

经济效益方面：改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用。

社会效益方面：减轻自然灾害，改善矿区及周边环境质量，促进当地稳定和发展。

第二节 建议

1、坚持“动态设计、信息化施工”的原则，在进行开采时要尽可能采取有效的安全措施和安全生产管理制度，严格遵守安全生产法规，减少矿山生产对周围环境的影响和防治地质灾害。

2、加强地质环境监测，定期向行政主管部门报告矿山地质环境情况，如实提交监测资料。发现异常情况的地质灾害监测数据，应及时向当地地质主管部门、有关部门反映，并及时采取地质灾害应急治理措施，做到及时发现和及时治理，减轻矿区环境破坏程度。

3、矿山建设应严格遵守国务院《地质灾害防治条例》，认真执行矿产资源开采设计，防止工程建设引发和加剧地质灾害。在矿山开采过程中应及时向当地矿管部门汇报，及时消除安全隐患，避免地质灾害的发生。

4、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿山地质环境治理工作，随时接受自然资源部门检查。同时，以超前的眼光和意识对待矿山地质环境的保护工作。

5、本方案依据现场调查成果和已有资料进行编制，综合了已有资料成果的相关内容，但不能代替已有资料的各项专业性内容。业主进行矿山地质环境保护与恢复治理时，除满足本方案要求外，还须满足《开采设计》、《水土保持方案》等已有资料及有关法律法规、规程、规范、标准等的要求。

6、坚持长期的地下水动态监测机制，严格禁止过量开采，防止含水层遭到破坏，防治引发地面沉降，保障矿区地热水资源可持续开发利用。

7、加强对环境水污染的监测工作，并采取确实可行的措施予以防治，需对下游水源地进行保护，建立地下水水质监视带，保护下游人们的生活用水安全。企业在生产中一定要注意环境保护，采取各种环保措施，作到经济建设和环境保护建设同步。

8、周围有村民偷采地热资源，需安排人员了解跟进开采情况。

9、加强地下水水质、水量、水位和地面沉降的监测，建立监测档案。