

# 孝感市双峰山温泉酒店地热资源 可行性勘查设计

湖北省水文地质工程地质勘察院有限公司

二〇二三年十一月



# 孝感市双峰山温泉酒店地热资源

## 可行性勘查设计

编制单位：湖北省水文地质工程地质勘察院有限公司  
项目负责人：何世伟 朱文彩 陈松  
编写人：何世伟 朱文彩 杨伟 陈松 马青青  
审查人：李智民 牛俊强 陆天平 宁国民 刘波  
技术负责人：王戈  
单位负责人：蔡足根  
提交单位：湖北省水文地质工程地质勘察院有限公司  
提交时间：2023年11月





# 《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查设计》 评审意见书

胡发 方安伦  
陈伟

2023年10月16日，湖北省水文地质工程地质勘察院有限公司（以下简称“省水勘院”）通过招投标方式获得“孝感市双峰山温泉酒店地热采矿权办理采购项目”，项目经费来源为孝感市双峰山旅游度假区管理委员会。2023年11月，“省水勘院”提交了《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查设计》（下称《设计》），湖北省矿业联合会邀请有关专家对《设计》进行了函审，在编制单位对主要问题进行了修改和复核后，形成审查意见如下：

## 一、目的任务

本次勘查工作的主要目的为：通过开展地质测量、地球物理勘探、地热地质钻探、多井抽水试验、取样测试、动态观测等工作，查明地热田基础地质、水文地质、地热地质条件，查明孝感市双峰山温泉酒店地热田地层结构与主要导水和控热构造，详细计算探明的地热储量及地热流体可开采量，完成孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查，为采矿权新立提供的相关地质依据。

本次勘查工作的主要任务有：

- 1、充分收集工作区内资料并开展现场踏勘工作，编写经济合理、地质依据充分的勘查设计方案。

胡发 李树伟  
陈伟

2、根据勘查设计方案，针对地热田区系统开展地热地质测量，详细进行地温调查，开展地球物理勘探，查明地热田地层结构和导水控热构造，查明热储的岩性、厚度、分布、埋藏条件及其相互关系；

3、基于地热地质测量及物探工作，圈定地热资源有利开发范围，论证钻孔布置位置及钻探深度，为钻探工作提供地质依据。

4、根据钻孔布置位置论证结果，为业主另行委托的钻探实施单位拟定合理的钻孔布置位置及钻孔深度，指导其完成钻探工作；查明地热田地层结构、热储及其盖层的地热增温率；查明主要热储特征、地热流体温度、产量等；

5、对地热井进行多井抽水试验，了解井间干扰及流体动力场变化特征，为确定合理的开采生产井群布局提供可靠依据；

6、对钻孔的水样、岩样进行检测分析，开展地热流体水质评价；

7、对勘查钻孔进行动态监测，掌握地热流体的动态特征。

8、对勘查工作获取的信息及数据进行综合分析研究，进行地热资源评价，详细计算勘查区的地热储量、地热流体可开采量，编制并提交地热资源可行性勘查报告。

## 二、矿权设置

勘查区内目前未设置任何矿业权，且勘查区不在生态保护红线之内。待项目完成可行性勘查工作后，申报设置采矿权。本次勘查工作区范围面积为 8.0km<sup>2</sup>，由 4 个拐点坐标圈定，拐点坐标（2000 大地坐标系）为：



- 1, 114.0907,31.1032,
- 2, 114.1048,31.1032,
- 3, 114.1048,31.0854,
- 4, 114.0907,31.0854。

### 三、以往地质工作

水文地质工作：湖北省水文地质工程地质大队多年来在工作区开展了大量的水工环地质工作，先后提交了《黄陂幅 H-50-VII 1/20 万江汉平原水文-工程地质综合普查报告》、

《黄陂幅 H-50-VII 1/20 万水文地质图说明书》、《湖北省 1/50 万区域环境地质调查报告》、《湖北省地下水资源调查评价报告》、《湖北省地质灾害风险调查与评价报告》等，中国地质调查局武汉地质调查中心 2018 年完成的《大别山连片贫困区 1:5 万水文地质调查（孝昌县优质水源地调查）》，为本次勘查工作奠定了坚实的基础。

地热地质工作：区内地热地质工作以区域向研究为主。1972-1975 年，湖北省水文地质大队进行了 1:50 万全省地热普查，实测全省 51 处热水泉，提交成果有 1: 50 万《湖北省地热普查报告》、《湖北省地下热水分布规律图》，并编制

胡斌 方珂志 陈伟

了《湖北省温泉集》；1983年，湖北省水文地质大队在进行水文地质远景区划的同时，进行了湖北地热专题区划工作，编制了1:50万《湖北省地下热水分布规律图》和《湖北省地下热水分布及地热区划报告》；2014年，湖北省地质环境总站编制了《湖北省地热资源现状调查评价与区划》、《湖北地热》及《湖北省地热志》；2018年，大庆市红岗区金泰钻井有限公司编制提交了《湖北省孝感市双峰山地区地热资源勘查物探工作报告》，完成地热钻井1口，井深1916m，单井涌水量500t/d，出口水温34℃。以往地热地质资料对本次勘查工作具有重要参考价值，为本次地热勘查提供了线索，基本指明了方向。

#### 四、地热地质工作依据

##### （一）地热地质条件

##### 1、地层

工作区及周边主要出露地层由太古界、元古界、中生界和新生界组成。太古界和元古界为古老变质岩系，缺古生界。

太古界（Ar）：集中分布于工作区北部一带。由一套中～深区域变质作用所形成的花岗质片麻状混合岩、条带状混合岩，总厚度大于946m。

元古界（Pt）：分布于低山丘陵区及岗地区的残丘部位。主要由红安群的七角山组、过路湾组及武当群组成，其岩性主要为片岩、片麻岩，局部夹大理岩等组成。为一套中～高

陈发 陈东

压区域变质岩系,不整合于大别群之上,区域总厚度约 3862m。

震旦~寒武系( $\epsilon-Z$ ):呈北西向条带状分布于低山区及丘陵区。主要由震旦系陡山沱组( $Z_1d$ )、灯影组( $Z_2dn$ )和寒武系覃家庙群( $\epsilon_2d$ )组成。岩性主要由白云质及硅质大理岩、各类变质岩及白云岩,总厚度大于 1292m。

白垩~第三系( $K_2E_1g$ ):分布较广,主要分布于丘陵及岗地区坡顶处,出露高程在 100~200m 不等。岩性主要由紫红色、砖红色砂砾岩以及粘土岩、砂质页岩及页岩组成,夹石膏、岩盐、芒硝,总厚度大于 3500m。

第四系(Q):区内第四系地层主要由全新统冲积层、更统冲积层及第四系残坡积层组成。

## 2、岩浆岩

工作区及周边出露的岩浆岩主要为侵入岩,以古元代花岗质片麻岩为主,次为燕山期花岗岩,另外,零星出露有加里东期侵入岩。

## 3、构造

工作区内规模较大的基底性断裂主要为工作区西南侧的青山口断裂 F1,工作区处于双峰山倒转背斜西南翼。区内还发育有 F2、F3、F4 断裂以及物探推断的断裂 F5、F6。其中 F2 为充水、导水构造, F5、F6 断层为平移导水断裂。

地热田控热导热构造:物探工作成果验证了北东向断层 F2 从工作区经过,且为平滑断层,导水断裂。工作区经过的

张发 陈伟

北东向断裂（F2、F3）为沟通深部水源的良好通道，区内北西向断层 F5 与 F2 近似平行，深部延伸较好，推测为平滑断层，导水充水，推测为区内导水控热构造。

地热田热源：主要为大地热流与断裂沟通的深部热对流。地热田以晚近期活动性断裂或其次级构造断裂为背景产出。活动型断裂带往往具有规模大，基底切割深，导水性强，有利于地下水深部循环，为水热交换产生了良好条件。

热储盖层：区域地质资料和物探成果综合分析认为，七角山组片岩总厚度大于 500m，透水和储水性能差，在局部地段发育的断裂和裂隙均被泥质充填后热传递性能较差，形成较好的热储盖层。

热储层：根据前期物探显示及地质资料，工作区热储层主要为燕山期花岗岩、古元古代花岗片麻岩，地热流体主要赋存在断层破碎带和裂隙带的空隙中，裂隙集中带和构造破碎带呈带状分布，受导热、导水构造的控制，使得地热流体具有典型的脉状裂隙承压水特征。

## （二）地热田地温场特征

大庆市红岗区金泰钻井有限公司于 2019 年 11 月完成地热钻井 1 口，井深 1916m，水泵下深 440m 进行抽水试验，单井涌水量 500t/d，出口水温 34℃；2019 年 10 月 31 日至 11 月 3 日，水泵下深 439m 进行保温套管抽水试验，最大涌水量 500t/d 以上，最高水温 42℃。恒温带按 15℃来估算，

胡发 陈伟

地温梯度约为  $1.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，主要出水段在 1400m 以上。

### (三) 地热流体化学组分

水质检测结果显示该地热流体水化学类型为  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$  型，pH 为 7.92，溶解性总固体为  $308.63\text{ mg/L}$ ，总硬度为  $154.32\text{ mg/L}$ ；可溶性二氧化硅含量为  $24.6\text{mg/L}$ ，偏硅酸含量为  $31.98\text{mg/L}$ 。

## 五、工作部署与工作手段

(一) 本次采用地热地质调查、物探（广域电磁法）、地热钻探、抽水试验、动态监测、样品采集及分析测试等工作方法和手段开展地质勘查工作。工作方法和技术手段的选择符合工作区实际，具可操作性；总体工作部署和工作安排基本合理。

(二) 本次采用广域电磁法布置四条测线，与区域地质构造垂直，共布设 210 点，设计点距 50m，要求发射频率  $0.125\text{Hz}\sim 8192\text{Hz}$ ，查明 F2、F5、F6 断层延展走向、产状等结构，论证其导水控热性能。设计施工一个钻孔 ZK1 进行验证，具体孔位根据阶段性物探成果进行调整，并开展多孔和群孔抽水试验。

## 六、设计工作量及勘查周期

主要实物工作量：综合水文地质测量(1：2.5 万)  $8\text{km}^2$ ，综合水文地质测量(1：1 万)  $2\text{km}^2$ ，广域电磁法测量 210 点；地热钻探 2000m/1 孔；综合测井 2000m；多井抽水试验 2 孔，

群井生产性抽水试验 2 孔/1 次，共 48 个台班；岩（水）测试 29 组，动态监测 144 点次。工作量投入基本得当。

张发 孙志宏  
陈伟

勘查周期：项目工作周期：2023 年 11 月-2024 年 12 月，共 14 个月，项目工作时间安排将根据成果进展情况适时调整。

### 七、工作方法及技术要求

《设计》各项工作方法和技术要求，均有详细说明，各项技术指标符合相关规范或规定的要求。

八、绿色勘查方案比较具体，具可操作性。

### 九、经费预算

《设计》预算主要以自然资源部中国地质调查局《地质调查项目预算标准》(2021)为依据，项目预算总经费为 529.89 万元。经费预算较合理。

### 十、组织管理及保障措施

项目承担单位组织管理体系健全，项目质量保障措施具体，项目组人员组成、专业结构合理；项目负责人承担过同类型矿产勘查项目，具备实施本项目的能力。

### 十一、预期成果

1. 提交可供开发利用的地热田 1 处；
2. 提交《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查》及相关的平面图、剖面图和柱状图，抽水试验综合成果图，动态观测曲线图和附表（并附物探勘查报告，各类分析、测

试成果)。

3.为拟设采矿权价款评估与有偿化处置、编制地热资源开采设计提供必需的地质资料。

## 十二、存在主要问题与建议

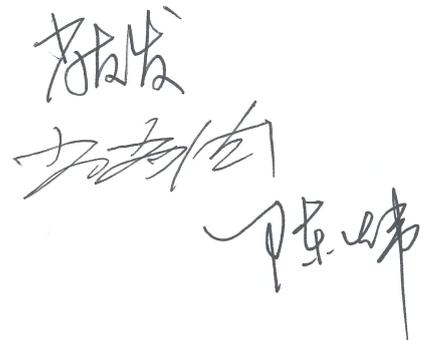
1、进一步优化地热模型。

2、后期需根据物探测量解译成果，优化钻孔位置，以查明地热田的边界、导水控热构造及热储分布。

## 十二、评审结论

《设计》目的任务明确，依据充分，工作方法、工作部署合理，工作手段及工作量使用得当，经费预算合理，组织保障措施得力，预期成果较明确可靠，设计内容基本完整，附图、附件基本齐全。经各专家评议，通过评审。

专家组成员：

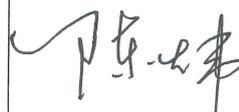


2024年01月08日

附件：

1. 《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查》评审专家名单

附件 1 《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查》评审专家名单

姓 名	工作单位	审查内容	技术职称	签 名
肖友发	湖北省地质局 第四地质大队	水工环	正高级工 程师	
肖尚德	湖北省地质环 境总站	水工环	正高级工 程师	
陈 炜	湖北省海外地质 事业中心	地 质	正高级工 程师	

# 目 录

第一章 前言.....	1
第一节 目的任务 .....	1
第二节 工作区范围及自然条件 .....	2
第三节 以往地质工作程度 .....	5
第二章 前期工作情况 .....	8
第一节 地热资源前期勘查情况 .....	8
第二节 前期勘查存在的主要问题 .....	15
第三章 区域及工作区地质特征 .....	16
第一节 区域地热地质条件 .....	16
第二节 工作区地热地质特征 .....	22
第三节 成矿条件分析 .....	27
第四章 工作部署、技术路线及工作安排 .....	29
第一节 总体工作部署 .....	29
第二节 具体工作部署 .....	30
第三节 实物工作量 .....	38
第四节 工作进度安排 .....	39
第五节 主要技术人员安排 .....	43
第五章 工作内容、方法及技术要求 .....	44
第一节 工作内容 .....	44
第二节 参考标准 .....	44
第三节 工作方法和技术要求 .....	45
第六章 绿色勘查方案 .....	58
第一节 目的任务 .....	58
第二节 基本原则 .....	58
第三节 工作内容 .....	58
第七章 质量管理与监控 .....	62
第一节 质量控制目标 .....	62
第二节 质量控制体系 .....	62

第八章 组织管理及保障措施 .....	64
第一节 施工管理的组织 .....	64
第二节 施工保障、应急措施 .....	65
第三节 施工安全生产管理 .....	66
第四节 职业健康安全保障措施 .....	67
第五节 环境保护措施 .....	67
第九章 预期成果 .....	69
第十章 经费预算 .....	71
第一节 项目概况 .....	71
第二节 项目预算编制依据 .....	71
第三节 采用费用标准及计算方法 .....	72
第四节 预算合理性及可靠性分析 .....	72
第五节 预算结果 .....	73

### 附图目录

图号	图名	比例尺
1	孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查区工作部署图	1 : 10000
2	孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查区地质剖面图	见图
3	孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查钻孔设计图	见图

# 第一章 前言

## 第一节 目的任务

### （一）项目来源

2023年9月18日，湖北天喜工程咨询有限公司受孝感市双峰山旅游度假区管理委员会委托，就“孝感市双峰山温泉酒店地热采矿权办理采购项目”进行公开招标；2023年10月16日，湖北省水文地质工程地质勘察院有限公司（以下简称“我公司”）通过招投标方式获得“孝感市双峰山温泉酒店地热采矿权办理采购项目”。

项目名称：孝感市双峰山温泉酒店地热采矿权办理采购项目；

项目编号：HBTX-202309-DR001；

委托方：孝感市双峰山旅游度假区管理委员会；

依据项目合同书和招标文件要求，“孝感市双峰山地热资源可行性勘查项目”为“孝感市双峰山温泉酒店地热采矿权办理采购项目”的其中一部分工作内容。本设计是地热资源可行性勘查工作的勘查设计，可行性勘查设计工作周期为14个月。项目经费来源为孝感市双峰山旅游度假区管理委员会。

### （二）目的

本次勘查工作的主要目的为：通过开展地质测量、地球物理勘探、地热地质钻探、多井抽水试验、取样测试、动态观测等工作，查明地热田基础地质、水文地质、地热地质条件，查明孝感市双峰山温泉酒店地热田地层结构与主要导水和控热构造，详细计算探明的地热储量及地热流体可开采量，完成孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查，为采矿权新立提供的相关地质依据。

### （三）任务

本可行性勘查项目的工作周期为14个月，工作时间为2023年11月至2024年12月，跨2个年度。

**2023年度工作任务为：**充分收集工作区内资料并开展现场踏勘工作，编写经济合理、地质依据充分的勘查设计方案。

**2024 年度工作任务为：**通过开展地质测量、地球物理勘探等工作，查明该地热田地层结构与主要导水和控热构造，各热储的岩性、厚度、分布、埋藏条件及其相互关系。通过开展钻探、多井抽水试验、取样检测、动态监测等工作，查明其地层结构、热储及其盖层的地热增温率；查明主要热储特征、地热流体温度、产量及化学组分；计算探明的地热储量及地热流体可开采量，编制地热资源勘查报告。2024 年度具体工作任务为：

（1）根据勘查设计方案，针对地热田区系统开展地热地质测量，详细进行地温调查，开展地球物理勘探，查明地热田地层结构和导水控热构造，查明热储的岩性、厚度、分布、埋藏条件及其相互关系；

（2）基于地热地质测量及物探工作，圈定地热资源有利开发范围，论证钻孔布设位置及钻探深度，为钻探工作提供地质依据。

（3）根据钻孔布设位置论证结果，为业主另行委托的钻探实施单位拟定合理的钻孔布设位置及钻孔深度，指导其完成钻探工作；查明地热田地层结构、热储及其盖层的地热增温率；查明主要热储特征、地热流体温度、产量等；

（4）对地热井进行多井抽水试验，了解井间干扰及流体动力场变化特征，为确定合理的开采生产井群布局提供可靠依据；

（5）对钻孔的水样、岩样进行检测分析，开展地热流体水质评价；

（6）对勘查钻孔进行动态监测，掌握地热流体的动态特征。

（7）对 2023-2024 年度勘查工作获取的信息及数据进行综合分析研究，进行地热资源评价，详细计算勘查区的地热储量、地热流体可开采量，编制并提交地热资源可行性勘查报告。

## **第二节 工作区范围及自然条件**

### **（一）地理位置与交通**

双峰山旅游度假区位于孝感市孝昌县，全区土地面积 62.5 公里，周边与武汉市黄陂区和孝感市孝昌县周巷镇、丰山镇两镇接壤，系国家级森林公园、4A 级风景区。107 国道、京广铁路和在建的汉十高速公路擦境而过。

双峰山旅游度假区距孝感市区 29 公里、武汉市区 70 公里、天河国际机场

50 公里、京珠高速公路孝昌县互通 9 公里。工作区处在武汉都市旅游第一辐射圈，武汉至双峰山的通行时间在 1 个半小时的黄金时段内，交通便利，可进入性强。

工作区地理位置如图 1-1 所示。



图1-1 工作区地理位置图

## (二) 坐标范围

工作区面积 8 km<sup>2</sup>，工作区拐点坐标（2000 大地坐标系）为：

- 1, 114.0907,31.1032,
- 2, 114.1048,31.1032,
- 3, 114.1048,31.0854,
- 4, 114.0907,31.0854,

## (三) 气象水文

工作区地处中纬度地区，属亚热带季风气候区，气候温和湿润，雨量充沛，四季分明，多年平均气温 15.4-16.1℃左右，多年平均降水量 1157.30mm；年降水天数 85—137 天，平均 122 天。每年的 5、6、7、8 月为雨季，梅雨或暴雨较多见，降雨量占全年总量的 50%以上，11、12 月至次年的 1、2 月为旱季，降水量较少，占全年降水量的 10%左右。本区多年平均蒸发度为

1484.70mm，湿润系数为 0.44—1.24，多年平均值 0.77，湿度适中。据收集的 1986 年~2000 年降雨量资料，其多年月均降雨量直方图如图 2-2。

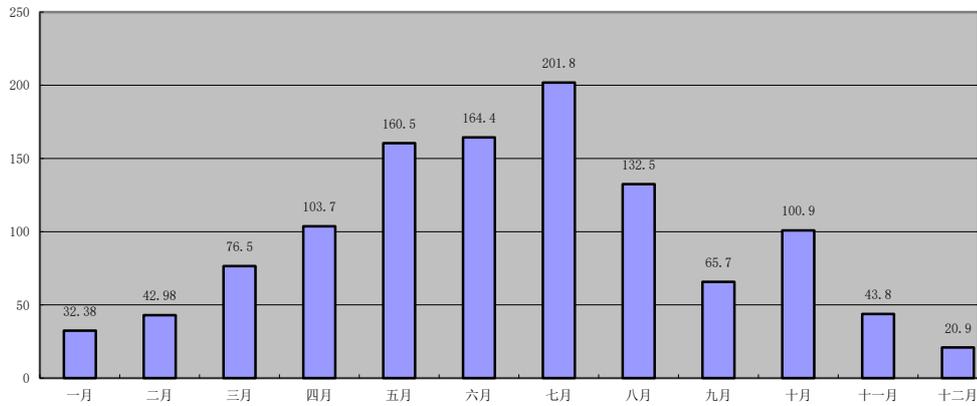


图1-2 多年日均降雨量直方图

区内地表水系发育，塘堰密布，地表水资源十分丰富。区内主要河流属山区性河流，具有水位陡涨陡落、洪水来势猛、洪峰高、历时短、流速快的特点。区内主要水库包括：滑石冲水库、双塘水库。

#### (四) 地形地貌

工作区地貌单元为低山丘陵地貌，地形东北高西南低，溶蚀低山与切割丘陵互为穿插。位于湖北省东北部，地处大别山南麓、江汉平原北部，是平原湖区向山区的过渡地带。地形东北高西南低，溶蚀低山与切割丘陵穿插，东北部为低山区，海拔 500~1000 米，相对高度在 100~300 米。区内山脊走向多为北西向延伸。

#### (五) 地质灾害概况

根据《湖北省孝昌县地质灾害调查与区划报告》，双峰山旅游度假区有地质灾害点 14 处，均为岩质灾害点。按灾害类型划分，2 个为滑坡，12 个为崩塌。滑坡分别位于双峰山林场和滑石村，总体积为  $0.671 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属小型滑坡，威胁公路 120m。崩塌分布于上湾村、洪益村、大砦村、滑石村、肖李村、碌岸村及双峰林场。均为岩质崩塌，8 处为采石引起，2 处为建房切坡，2 处为修路切坡。按规模划分，1 处为中型，其它 11 处均为小型。总体积为  $6.304 \times 10^4 \text{m}^3$ ，受灾害威胁人数为 12 人，威胁资产约 38 万元。

## （六）区位优势发展现状

孝感市孝昌县下辖 8 个镇、4 个乡：花园镇、丰山镇、周巷镇、小河镇、王店镇、卫店镇、白沙镇、邹岗镇、小悟乡、季店乡、花西乡、陡山乡，此外还有 1 个省管经济开发区及两个旅游度假区：观音湖生态文化旅游度假区、双峰山旅游度假区。

孝感市双峰山旅游度假区，现辖 9 个行政村，一个国有林场，国土面积 62.5 平方公里，其中山场面积 75000 亩，耕地面积 6300 亩，总人口 12000 余人，其中农业人口 11600 余人；有 3 所小学，1 所中学，在校学生约 500 人。

双峰山旅游度假区以旅游产业为主导，发展休闲、度假、康养类产品。双峰山旅游资源富集，文化底蕴丰厚。双峰山系大别山余脉，森林覆盖率达 89%。主峰双乳峰由两座对峙的山峰组成，海拔 873.7 米，为孝感市第一峰，也是武汉周边第一高峰，相传由七仙女“仙化”而成，双峰山由此得名。

近年来，双峰山累计投资近 5 亿元，实施基础设施升级工程。完成核心景区提升改造，建成游客中心、生态停车场、孝文化长廊等项目。投资 1 亿元建成盆景植物园，投资 500 万元实施洋泗峡谷综合改造，景区面貌焕然一新，今年一季度接待游客 28 万人次，同比增长 23%。

## 第三节 以往地质工作程度

### （一）以往地质工作程度

孝昌县地质工作历史悠久，以往曾开展过不同目的、不同精度的区域地质、矿产地质、水工环地质、地热地质及一些专项地质勘探和调查。其开展的主要地质工作有（表 1-1）：

表1-1 工作区资料收集情况

序号	工作性质	资料名称	工作单位	时间
1	基础地质	黄陂幅 H-50-VII 1/20 万区域地质调查	湖北省地质局区测队	1975 年
2		黄陂幅 H-50-VII 1/20 万水文地质普查	湖北水文地质工程大队	1979 年
3	矿产地质	湖北省矿产资源一览表	中南地质局地质资料处	1956 年
4		湖北省芳畈-青山口多金属成矿条件及成矿规律研究	中国冶金地质勘查工程总局、中南地质勘查院	2007 年
5		湖北省矿产资源储量表	湖北省国土资源厅	2009 年
6		湖北省矿产资源潜力评价成果报告	湖北省地质调查院	2013 年

序号	工作性质	资料名称	工作单位	时间
7		孝昌县矿产资源总体规划(2021-2025年)	孝昌县人民政府	2023年
8	水工环地质	湖北省孝感市孝南区及孝昌县地下水资源开发利用区划图	湖北省鄂东北地质大队	1997年
9		湖北省地下水资源调查评价报告	湖北省水文地质工程地质大队	2006年
10		湖北省孝昌县地质灾害调查与区划报告	湖北省地质环境总站	2007年
11		湖北省孝昌县地质灾害详细调查报告	湖北省地质环境总站	2017年
12		大别山连片贫困区 1:5 万水文地质调查(孝昌县优质水源地调查)	武汉地质调查中心	2018年
13		孝昌县第一次全国自然灾害(地质灾害)风险普查	湖北省地质局第六地质大队	2022年
15		地热地质	湖北省地热普查报告、湖北省温泉集	湖北省水文地质大队
16	湖北省地下热水分布及地热区划报告		湖北省水文地质大队	1983年
17	1:50万湖北省地下热水分布图(含地热区划)		湖北省水文地质大队	1983年
18	湖北东部地下热水形成条件及分布规律研究报告		湖北省水文地质工程地质大队	1988年
19	湖北省地热资源现状调查评价与区划		湖北省地质环境总站	2014年
20	湖北地热、湖北省地热志		湖北省地质环境总站	2014年
21	湖北省孝感市双峰山地区地热资源勘查物探工作报告		大庆市红岗区金泰钻井有限公司	2018年

基础地质：全县境内已完成了 1:100 万航空磁力测量、1:50 万区域重力测量、1:50 万区域环境与地质灾害调查、1:20 万区域地质调查、1:20 万区域矿产调查、1:20 万区域水文地质调查工程地质调查，部分地区完成了 1:5 万区域地质调查和区域矿产调查。这些基础资料为本次勘查提供了必要的基础资料。

矿产地质勘查：全县境内开展了锰、铜、磷、重晶石、饰面用花岗岩、建筑用石料等矿产的勘查工作。其中 2015 年以来，先后开展了孝昌县小河镇花山冲矿区建筑用大理岩矿勘查、孝昌县雨山矿区建筑用大理岩矿普查工作、孝昌县四方山 - 黄陂区团山沟矿区锰矿普查工作。全县矿产地质勘查基本查明了县内地质构造特征、成矿地质背景及成矿规律，为全县矿产资源调查评价和勘查提供了依据。

水工环地质：区内水工环地质工作程度较高。湖北省水文地质工程地质大队多年来在工作区开展了大量的水工环地质工作，先后提交了《黄陂幅 H-50-VII 1/20 万江汉平原水文-工程地质综合普查报告》、《黄陂幅 H-50-VII 1/20 万

水文地质图说明书》、《湖北省 1/50 万区域环境地质调查报告》、《湖北省地下水资源调查评价报告》、《湖北省地质灾害风险调查与评价报告》等，中国地质调查局武汉地质调查中心 2018 年完成的《大别山连片贫困区 1:5 万水文地质调查（孝昌县优质水源地调查）》，为本次勘查工作奠定了坚实的基础。

地热地质：区内地热地质工作以区域向研究为主。1972-1975 年，湖北省水文地质大队进行了 1:50 万全省地热普查，实测全省 51 处热水泉，提交成果有 1:50 万《湖北省地热普查报告》、《湖北省地下热水分布规律图》，并编制了《湖北省温泉集》；1983 年，湖北省水文地质大队在进行水文地质远景区划的同时，进行了湖北地热专题区划工作，编制了 1:50 万《湖北省地下热水分布规律图》和《湖北省地下热水分布及地热区划报告》；2014 年，湖北省地质环境总站编制了《湖北省地热资源现状调查评价与区划》、《湖北地热》及《湖北省地热志》；2018 年，大庆市红岗区金泰钻井有限公司编制提交了《湖北省孝感市双峰山地区地热资源勘查物探工作报告》，完成地热钻井 1 口，井深 1916m，水泵下深 440m 进行抽水试验，单井涌水量 500t/d，出口水温 34℃。以往地热地质资料对本次勘查工作具有重要参考价值，为本次地热勘查提供了线索，基本指明了方向。

## （二）本次工作需要解决的主要问题

总体来看，工作区及周边的基础地质、矿产地质、水工环地质、地热地质方面的科研工作和专题研究和积累了大量的地质资料，取得了丰硕的成果，为本次工作奠定了坚实的基础。

工作区已有 1 口地热井 J1，但由于没有获取该地热井的地质资料，无法查明双峰山地热资源的地热储量及可开采量，无法达到新立采矿权的地质资料要求，需进一步开展地热资源可行性勘查工作。

本次地热资源可行性勘查工作需要解决的关键问题是：在查明地热田导水控热构造的分布及其规律、圈定地热异常区的基础上，确定地热钻孔孔位及钻孔深度，通过钻探工作，查清主要热储特征，详细计算可开采量及其地热储量，开展地热资源评价，编制可行性勘查报告。

## 第二章 前期工作情况

### 第一节 地热资源前期勘查情况

#### (一) 地热资源前期勘查情况

湖北融昊置业有限公司双峰山旅游温泉综合开发（江南里）项目位于孝感市双峰山旅游度假区大砦村旁。项目的主要建设内容为双峰山温泉酒店、李时珍针灸养生馆、颐养公寓、颐养合院及配套公建设施等。

2018-2019 年，建设单位委托大庆市红岗区金泰钻井有限公司进行了地热勘查的前期工作。根据委托任务：

(1) 大庆市红岗区金泰钻井有限公司于 2018 年 11 月 4 日至 2018 年 11 月 12 日在双峰山计划开发地热区域进行了地热勘查的物探工作，物探的主要完成工作量为：可控源音频大地电磁测深（CSAMT）剖面 6 条，总长 4.5km，实测物理点 143 个。物探工作初步查明了工作区的断裂及其产状，划分了热储、盖层、导水与控热构造，于 2018 年 11 月编制提交《湖北省孝感市双峰山地区地热资源勘查物探工作报告》，并在此基础上布置 1 口地热钻井 J1（物探布置见图 2.1-1，解译结果见图 2.1-2、2.1-3、2.1-4）。



比例尺 1 : 100



图 2.1-1 物探工作布置图

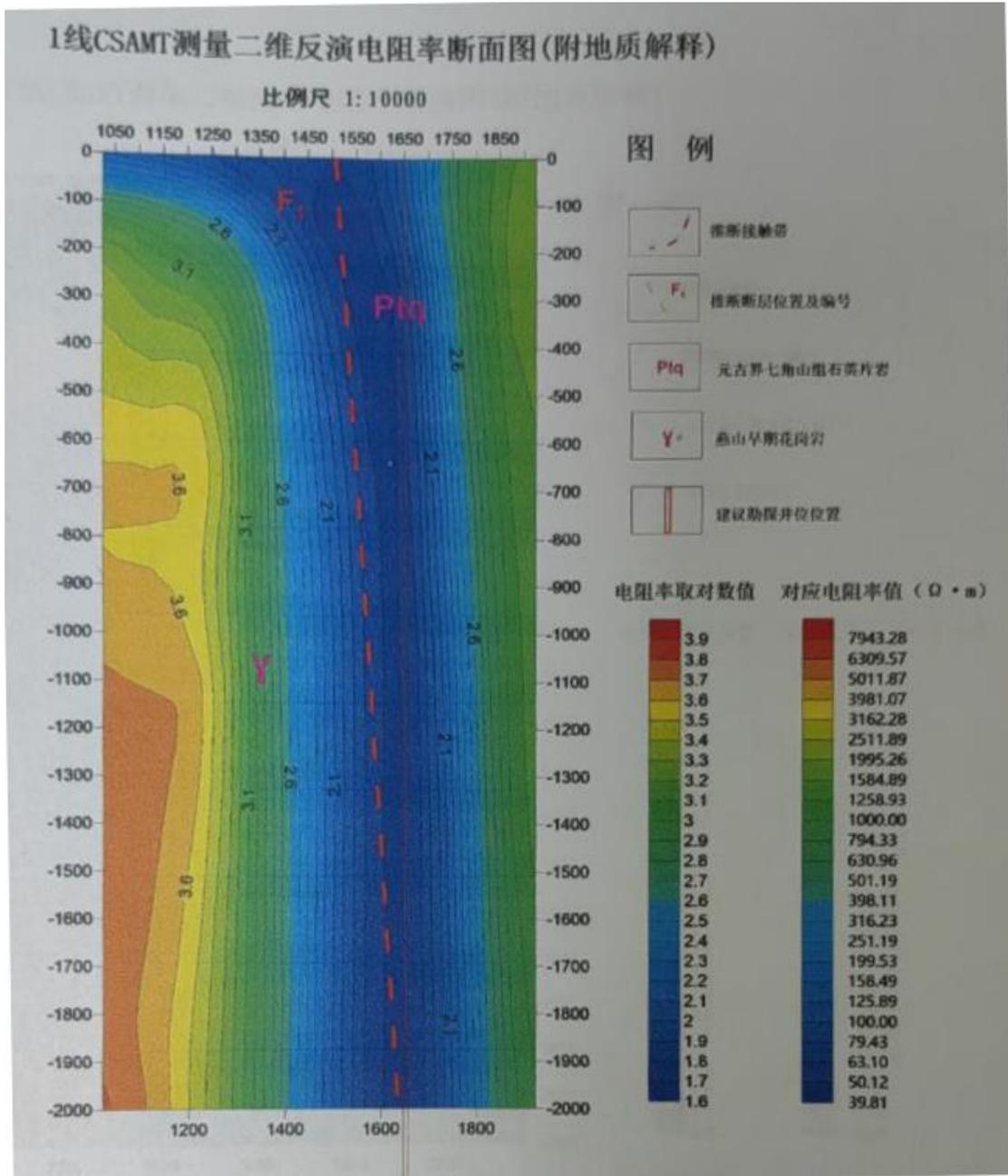


图 2.1-2 1线 CSAMT 地面物探解译结果

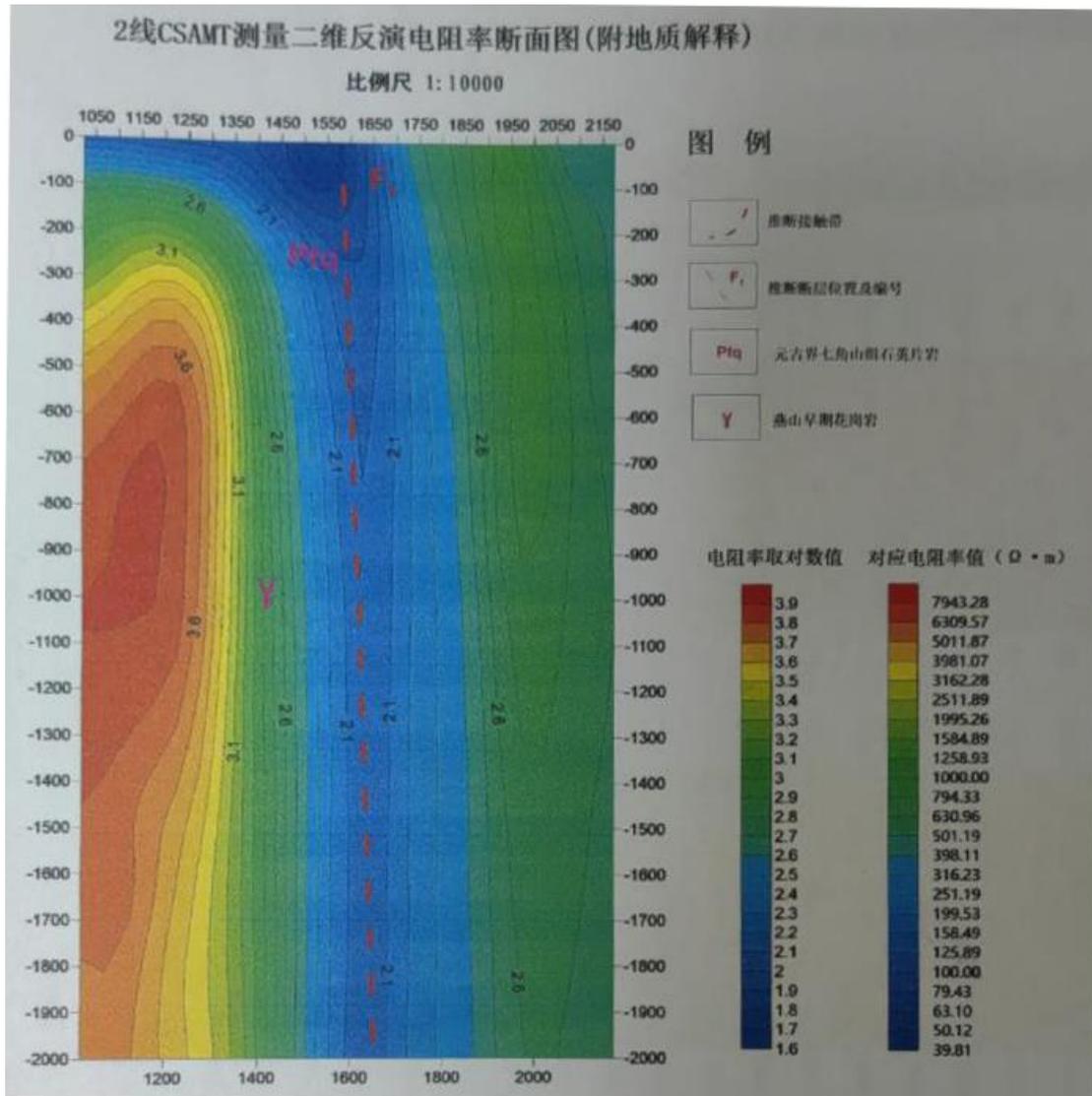


图 2.1-3 2 线 CSAMT 地面物探解译结果

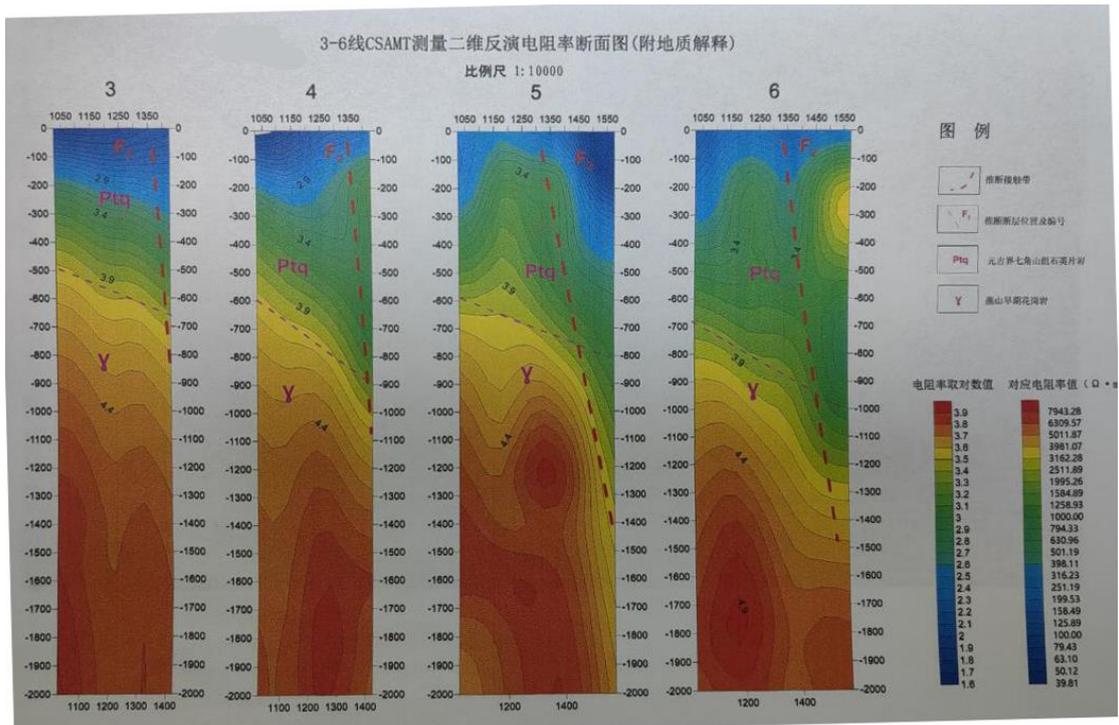


图 2.1-4 3-6 线 CSAMT 地面物探解译结果

(2) 大庆市红岗区金泰钻井有限公司于 2019 年 11 月完成地热钻井 1 口，井深 1916m (J1 成井结构如图 2.1-5)。钻井过程中进行了 2 次抽水实验：① 2019 年 9 月 28 日至 10 月 1 日，水泵下深 440m 进行抽水试验，单井涌水量 500t/d，出口水温 34℃；② 2019 年 10 月 31 日至 11 月 3 日，水泵下深 439m 进行保温套管抽水试验，最大涌水量 500t/d 以上，最高水温 42℃，并于 2019 年 11 月编制提交了《双峰山旅游温泉综合开发（江南里）项目地热井钻探工程完井总结》。

J1 成井结构：首先采用  $\Phi 215.9\text{mm}$  钻头开孔，完钻井深 1916m。其次采用  $\Phi 311.15\text{mm}$  钻头一开扩孔，扩孔井深 450m。而后下  $\Phi 244.5\text{mm}$  表层套管作业，表层套管下入深度 447.25m。最后下  $\Phi 114\text{mm}$  保温套管作业，保温套管下入深度 1814.82m。井身结构数据详见表 2.1-1。

表 2.1-1 井身结构数据表

回次	钻头直径及钻进深度		表层套管直径及下入深度		保温套管直径及下入深度	
	直径 (mm)	深度 (m)	直径 (mm)	下入深度 (m)	直径 (mm)	下入深度 (m)
一开	311.15	450	244.5	447.25	114	1814.82
二开	215.9	1916	/	/		

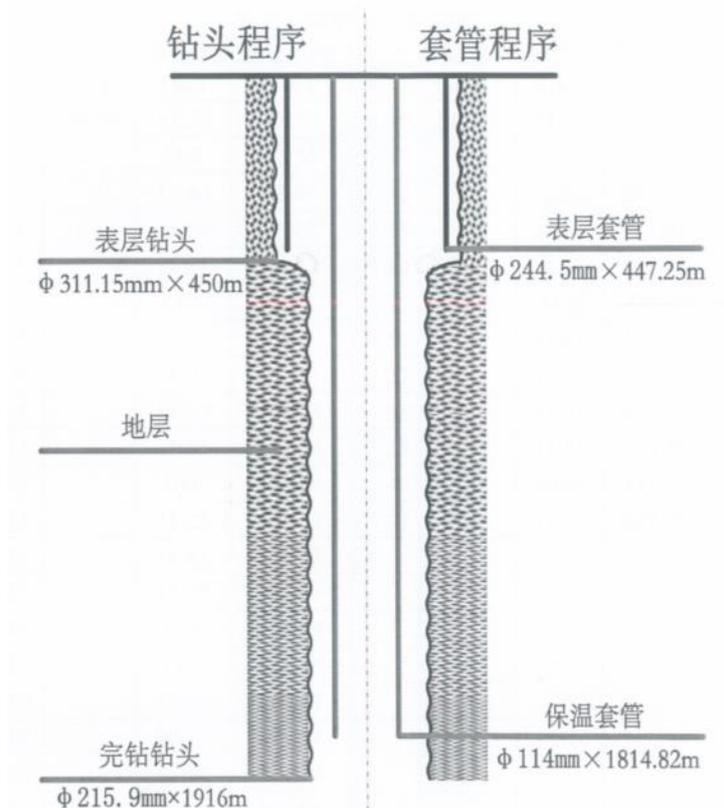


图 2.1-5 J1 井身结构图

(3) 2019 年 11 月，由江汉油田骊联石油技术潜江有限公司对温泉井全孔进行了综合物探测井，测量了井孔内的井径、井温、自然电位、孔隙度（渗透率）等参数，并编制提交了测井综合线成果图（见附图 4）。

## （二）前期资料分析

### 1、可控源音频大地电磁法CSAMT地面物探资料分析

(1) 共完成两条北西-南东测线 L01、L02 和四条南西-北东向测线 L03-L06，其中 L01-L02 线 CSAMT 反演断面电阻率与电测井资料揭示的地层电阻率变化范围基本一致；L03-L06 线反演剖面深部地层电阻率达  $5000 \Omega \cdot \text{m}$  以上。

产生这种结果的原因可能有：发射-接收距离过小，只有 6km，中频以下很快进入近区，中、低频电阻率曲线呈  $45^\circ$  上翘，反演出来的全是高阻，无法真正反映地层电性变化，据推算，本次 CSAMT 实际有效探测深度约为 1.2km。建议深 1.2km 以下的资料不作重点分析。

(2) 测线交叉处垂向上反演电阻率值不一致，产生该问题的原因除了收发距太小外，还可能与 L01-L02 和 L03-L04 所使用的场源不同有关，即存在明显

的场源效应。L03-L04 可能受场源影响，测量结果有偏差，主要体现在测线检查点纵向上有差异，同时深部受收发距太短影响，电阻率高值是虚假异常，且测线太短，对断裂反映不完整。结合已有经验来看，L01 线 L02 线成果相对可靠，1.2km 深度以内的探测结果可信度较高，对断裂反映比较准确。

(3) L03-L06 线测线偏短，对重要构造反映不明显，后期布置物探测线时需适当加长一些。

下一步工作将：1.增大收发距，确保 2 公里内数据可信；2.适当延长测线，查明断裂规模，分析与地热的关系。

## 2、测井资料分析

测试参数有自然伽马 (GR)、自然电位 (SP)、井径 (CAL)、电位 (R2.5)、梯度 (R0.4) 电阻率、井温 (TEMP)、声波时差 (AC) 共七个参数，其中对分析地层完整性和渗透性较为有参考意义的是自然伽马、电阻率、和声波时差。

从测温曲线来看，10m 深度处温度约为 30℃，孔底 1900m 处温度约为 46.2℃，温度无明显突变点。若恒温带按 15℃来估算，地温梯度约为 1.65℃/100m。

从电阻率测井来看，梯度电极系所测的值更接近于地层电阻率，普遍在 800 Ω·m 以上。

从测试曲线来看，深度 490m、530m、600m、615m、670m、825m、1120m、1162m、1200m、1210m、1250m、1382-1394m 处为测试值异常点，可能为明显的含水层位。1410m 深度以下，电阻率和声波曲线变化幅度不大，自然伽马值明显升高，推测含水条件一般。因此，认为主要出水段在 1400m 以上。

### (三) 可行性研究准备情况

温泉度假酒店的运营需要自然资源主管部门批准的采矿权，由于地热资源前期勘查资料不满足向自然资源主管部门申请探矿权、采矿权的申请资料要求。故建设单位通过招标委托我公司开展孝感市双峰山地热资源可行性勘查工作，编制可行性勘查报告，并在可行性勘查的基础上编制矿产资源开发利用及生态复绿方案及采矿权新立的其它相关地质资料，协助完成采矿权办理。

我公司接受工作任务后，收集了工作区相关的地质资料、规划资料，并对资料进行了系统的整理分析，并进行了项目的初步论证：

(1) 2023年2月至3月，对已有的地热钻井进行抽水实验及水质分析，估算抽水流量约为23.47m<sup>3</sup>/h（563.28 m<sup>3</sup>/d），测量水温为37℃，水质检测结果显示（见图2.1-6），该地热流体水化学类型为HCO<sub>3</sub>-Ca-Na型，pH为7.92，溶解性总固体为308.63 mg/L，总硬度为154.32 mg/L；

### 湖北省地质环境实验室 检测结果表

检测批号： 2023-6      委托单位： 湖北省水文地质工程地质勘察院有限公司  
 野外编号： 01      取样地点： 双峰山  
 样品编号： 230028      检测日期： 2023.3.6-2023.3.8

检测项目	$\rho$ (gz±)	$C\frac{1}{2}$ BZ±)	$X\frac{1}{2}$ BZ±)	检测项目	$\rho$ (CaCO <sub>3</sub> )
BZ±	mg·L-1	mmol·L-1	%		mg·L-1
K+	4.22	0.108	2.10	总硬度	154.32
Na+	45.01	1.958	38.02	暂时硬度	154.32
Ca <sup>2+</sup>	54.77	2.733	53.07	永久硬度	0.00
Mg <sup>2+</sup>	4.27	0.351	6.82	负硬度	79.46
				总碱度	233.78
				pH (无量纲)	7.92
<b>合计</b>	<b>108.27</b>	<b>5.150</b>	<b>100.01</b>	<b>检测项目</b>	<b>mg·L-1</b>
Cl-	6.95	0.196	3.60	可溶性SiO <sub>2</sub>	24.60
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25.60	0.533	9.80	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	31.98
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	285.00	4.671	85.91	溶解性总固体	308.63
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.00	0.000	0.00	游离CO <sub>2</sub>	7.41
OH-	0.00	0.000	0.00		
F-	0.71	0.037	0.68		
<b>合计</b>	<b>318.260</b>	<b>5.437</b>	<b>99.99</b>		

图 2.1-6 J1 水质检测结果

(2) 2023年10月10日-13日，我单位组织水工环地质、物探等相关技术人员对工作区进行了现场踏勘及初步地质调查，本次踏勘对已有地热井J1周边地层岩性及地质构造进行了初步调查，工作区周边主要出露元古界片岩及震旦系白云岩。在此基础上，编制完成《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查设计》，于2023年11月15日提交大队总工办内审。



照片 2-1 水量估算及水温测量



照片 2-2 现场踏勘

## 第二节 前期勘查存在的主要问题

前期的地热资源勘查由于工作的局限性，无法满足办理地热资源采矿权的需求，主要存在以下几个方面的问题亟需解决：

1、前期的地热资源勘查由建设单位直接委托钻井公司进行，主要包括物探及钻探工作，未进行完整的地热资源勘查工作，造成地热资源前期勘查资料严重不足，仅有“物探工作报告”、“地热井钻探工程完井总结”及“测井综合线成果图”三套资料。仅有 1 口地热井 J1（可行性勘查需 2 口井以上），且该地热井钻探施工采用不取芯钻进，无钻探编录、水质分析、水位观测等相关资料，无相应地层结构及热储资料，无法评价探明的地热储量及可开采量。

需进一步开展地面地质调查、物探、钻探、多井抽水试验、取样测试、动态监测等工作，论证区内地层结构、热储特征及主要控热构造，评价地热流体质量，计算地热成矿模式及可开采量。

2、根据已有的物探资料，部分物探结果可信度相对较差。CSAMT 实际有效探测深度约为 1.2km，深度 1.2km 以下的资料分析依据不充分。且 L01-L02 和 L03-L04 所使用的场源不同，存在明显的场源效应。L03-L04 受场源影响，测量结果有偏差，主要体现在测线检查点纵向上有差异，同时深部受收发距太短影响，电阻率高值是虚假异常，且测线太短，对断裂构造反映不完整。

需进一步开展物探工作：增大收发距，确保 2 公里深度内数据可信；适当延长测线，查明断裂规模，分析其与地热的关系。

## 第三章 区域及工作区地质特征

### 第一节 区域地热地质条件

#### (一) 地形地貌

工作区地貌单元为低山丘陵地貌，地形东北高西南低，溶蚀低山与切割丘陵互为穿插。位于湖北省东北部，地处大别山南麓、江汉平原北部，是平原湖区向山区的过渡地带。地形东北高西南低，溶蚀低山与切割丘陵穿插，东北部为低山区，海拔 500~1000 米，相对高度在 100~300 米。区内山脊走向多为北西向延伸。

#### (二) 地层岩性

工作区及周边主要出露地层由太古界、元古界、中生界和新生界组成。太古界和元古界为古老变质岩系，缺古生界。另零星出露加里东期侵入岩。地层由老至新简述如下：

##### (1) 太古界 (Ar)

集中分布于工作区北部一带。由一套中~深区域变质作用所形成的花岗质片麻状混合岩、条带状混合岩夹斜长角闪岩、变流纹岩、变安山岩、变凝灰岩组成，总厚度大于 946m。

花岗质片麻状混合岩多数岩体呈似层状、透镜状、岩墙状和脉状，并呈北西向或北东向顺层分布，有的明显受断裂或褶皱构造控制。岩体围岩均为大别山群，本身常具有与围岩一致的片麻理构造。

##### (2) 元古界 (Pt)

分布于低山丘陵区及岗地区的残丘部位。主要由红安群的七角山组、过路湾组及武当群组成，其岩性主要为绿色片岩、片岩、片麻岩、含磷岩系、白云钠长片麻岩、绿帘钠长片麻岩及白云石英片岩局部夹大理岩等组成。为一套中~高压区域变质岩系，不整合于大别群之上，区域总厚度约 3862m。

##### (3) 震旦~寒武系 (Є-Z)

呈北西向条带状分布于低山区及丘陵区。主要由震旦系陡山沱组 ( $Z_{1d}$ )、灯影组 ( $Z_{2dn}$ ) 和寒武系覃家庙群 ( $Є_{2d}$ ) 组成。震旦系岩性主要由白云质及

硅质大理岩、各类片岩、浅粒岩、千枚状板岩、变质砂岩、硅质岩组成，总厚度大于 1210m。寒武系覃家庙群主要由一套中厚层状灰黄色的微粒白云岩夹紫红色粉砂质微~细粒白云岩，总厚度大于 82m。

#### (4) 白垩~第三系 (K<sub>2</sub>E<sub>1</sub>g)

分布较广，主要分布于丘陵及岗地区坡顶处，出露高程在 100~200m 不等。白垩系主要为公安寨组，岩性主要由紫红色、砖红色中厚层不等粒砾岩、含砾砂岩、砂岩透镜体，与粉砂岩、泥岩及杂色页岩组成的韵律层，厚度大于 1808m。第三系主要为云应群组成。其岩性主要为紫红色、黄绿色和绿灰色粘土岩、砂质页岩及页岩组成，夹石膏、岩盐、芒硝，下部主要为粉砂岩、细砂岩和含砾砂岩。总厚度大于 1724m。

#### (5) 第四系 (Q)

区内第四系地层主要由全新统冲积层、更统冲积层及第四系残坡积层组成。

第四系全新统 (Q<sub>h</sub><sup>al</sup>):由灰、灰黄色粘土、亚粘土、亚砂土、砂、砂砾石组成。分布于河流两侧的一级阶地及坳沟中，地表高程 20.5~30.2m，总厚 10~23.5m。土体颗粒自上而下由细到粗。

第四系更新统 (Q<sub>p</sub><sup>al</sup>):由褐红色、砖红色粘土、亚粘土组成。分布于广大岗地区及丘陵区低洼部位，富含高岭土，具有网纹状构造特点，是制砖瓦的重要原材料，总厚度 20-30m，地表出露高程在 40-50m。

第四系残坡积 (Q<sup>edl</sup>):由褐红色粘土、亚粘土、含砾粘土组成。主要分布于残丘坡麓、垄岗平原部位，总厚度 3~8m 左右，底部为含砾粘土。出露高程不等。

表3.1-1 工作区地层表

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性特征
新生界	第四系	全新统		Q <sub>h</sub> <sup>al</sup>	10-23.5	上部耕殖土、亚粘土、粘土，下部砂及砂砾石层,分布于主要河流一级阶地两侧及坳沟中。具韵律及二元结构特征。
		更新统		Q <sub>p</sub> <sup>al</sup>	20-30	由褐红色、砖红色粘土、亚粘土、砂、砂砾石组成，分布于广大岗地区及丘陵区低洼部位，富含高岭土，具有网纹状构造特点。

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性特征
		残坡积		Q <sup>edl</sup>	3-8	由红色粘土、亚粘土、含砾粘土组成。主要分布于残丘坡麓、垄岗部位，底部为含砾粘土。
中生界	白垩系		公安寨组	K <sub>2g</sub>	>1808	分布于丘陵及岗地区坡顶处，由红色厚层状杂砾岩、含砾细砂岩夹粉砂质页岩组成。
	第三系	下统	云应群	E <sub>Y</sub>		分布于丘陵及岗地区坡顶处，由绿色和绿灰色粘土岩、砂质页岩及页岩组成。
上古生界	寒武系	中统	覃家庙群	Є <sub>2d</sub>	>82	呈条带状北西向分布于低山区及丘陵区。主要由一套中厚层状灰黄色的微粒白云岩夹紫红色粉砂质微~细粒白云岩组成。
	震旦系	上统中	灯影组	Z <sub>2dn</sub>	>1210	呈条带状北西向分布于低山区及丘陵区。主要由白云质及硅质大理岩、各类片岩、浅粒岩、千枚状板岩、变质砂岩、硅质岩组成，总厚度大于1210m。
			陡山沱组	Z <sub>1d</sub>		
元古界		红安群	七角山组	Pt <sub>q</sub>	>3862	分布于低山陵区及岗地区的残丘部位。由含磷亚段、片麻岩、片岩亚段、及绿色片麻岩亚段组成。
			过路湾组	Pt <sub>g</sub>		分布于低山陵区及岗地区的残丘部位。由花岗片麻岩局部夹大理岩组成。
		武当群	Pt <sub>w</sub>	分布于低山陵区及岗地区的残丘部位。由变质岩组及变火山岩组组成。		
太古界		大别群		Ar	>946	集中分布于工作区北部一带。由花岗质片麻状混合岩、条带状混合岩夹斜长角闪岩、变流纹岩、变安山岩、变凝灰岩组成。
加里东期			侵入岩	γβ <sub>2</sub> <sup>2</sup> 、βμ <sub>2</sub> <sup>2</sup>	厚度不详	零星分布于工作区北部山区。呈脉状或透镜状产出，岩性主要由变橄榄辉长辉绿岩及变辉绿岩组成，辉绿岩局部可见辉绿结构，弱片理构造，主要矿物为斜长石、角闪石和少量单斜辉石以及少量的云母等。厚度不详。

### (三) 加里东期侵入岩

加里东期侵入岩 (γ β<sub>2</sub><sup>2</sup>、β μ<sub>2</sub><sup>2</sup>)

零星分布于北部山区，呈脉状或透镜状产出，岩性主要由变橄榄辉长辉绿岩及变辉绿岩组成，辉绿岩局部可见辉绿结构，弱片理构造，主要矿物为斜长石、角闪石和少量单斜辉石以及少量的云母等。厚度不详。

#### （四）地质构造

工作区位于桐柏—大别隆起区，位属淮阳山字型构造前弧西翼，与新华夏构造交汇处。区内断裂构造以北西向及北西西向断裂为主，次为北东向。该组断裂具有成生时期早，规模大，切割深和多期活动等特征。其次是北东东向断裂，该组断裂成生时期相对较晚，切割了北西向及北西西向先期构造（如图3.1-1）。各构造特征如下：

①青山口断裂，走向北 $20^{\circ}$ — $35^{\circ}$ 西，倾角 $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$ ，长20km，沿断裂走向可见变质岩具不同程度的硅化，破碎，并有玄武岩、英安岩的出露。

②濠水断裂，沿濠河分布，走向北东 $25^{\circ}$ ，断面倾北，全长60km。陆家山一带可见濠河两岸变质岩具破碎、硅化等现象，次级小断裂发育。为一东盘北移之扭性断裂，断距约1.5—2.0km。

③季店断裂，断裂走向北 $30^{\circ}$ 西，该断裂二侧地层明显差异，走向夹角大于 $60^{\circ}$ ，地貌和航片信息明显，断裂长大于13km。

④大兴店—鸡公庙断裂，走向北西，倾南西，倾角 $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$ ，破碎带发育角砾岩，碎裂岩。规模长11Km，宽11—30km。

⑤七里冲断裂，走向北东 $15^{\circ}$ ，倾南东，倾角 $52^{\circ}$ — $76^{\circ}$ ，影响带宽约30m，破碎带见擦痕、构造角砾岩、糜棱岩，局部具硅化，黄铁矿化，地层明显被切割，水平错距1km，为扭性断裂。规模长13Km，宽11.5km。

⑥双峰尖复式倒转背斜，轴向北西，延长80余Km，宽10km。核部地层为桐柏群，翼部为红安群，北东翼具倒转，伴有小褶曲和层间劈理，岩层倾角 $25^{\circ}$ — $60^{\circ}$ 。

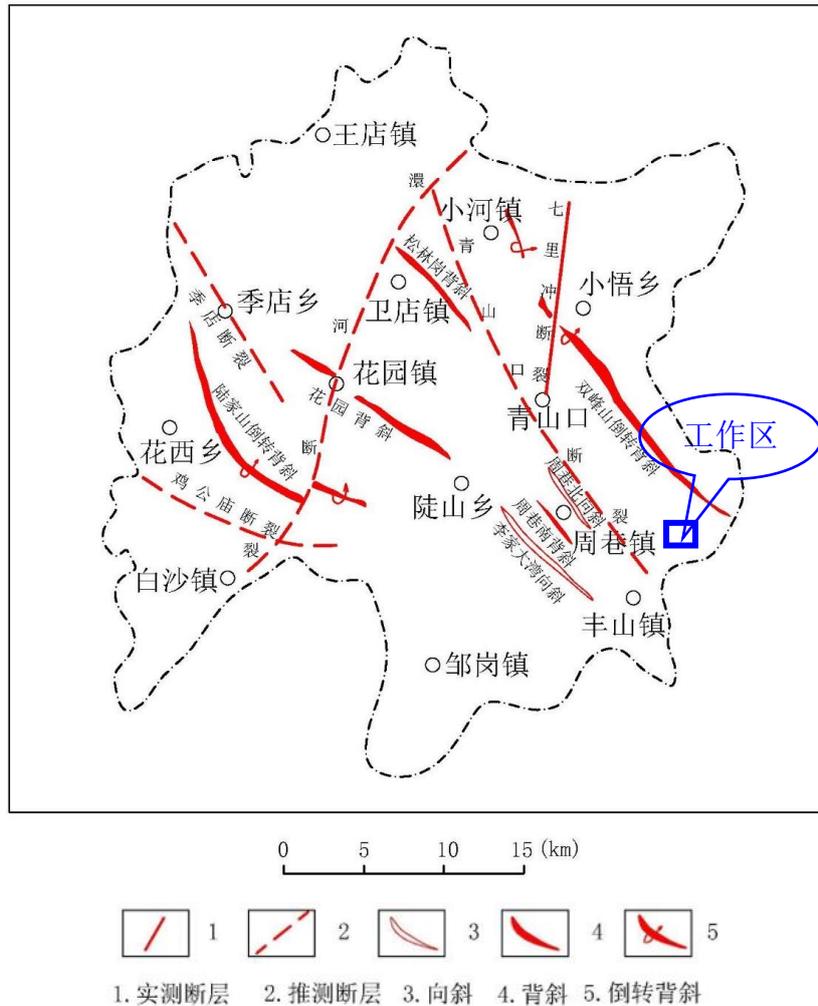


图3.1-1 工作区区域地质构造图

### (五) 新构造运动及地震

据孝感县志记载：孝感在 1487—1668 年间，先后发生过 6 次有感地震，平均每隔 31—48 年发震一次。1487 年（成化 23 年），1524 年（嘉靖 3 年），1555 年（嘉靖 34 年）自 1544 年始连年大旱。1603 年（万历 31 年）三月大雨、雹、无麦。1635 年（崇祯 8 年）。1668 年（康熙 7 年）。地震震级、烈度无记录。《湖北省地震危险区划与地震烈度区划图》，孝昌县地震基本烈度为小于 VI 度。据《建筑抗震设计规范（GB50011-2001）》，孝昌县抗震设防烈度为 6 度。

### (六) 区域地球物理特征

从湖北省莫霍面等深图（图 3.1-2）看出，湖北省的莫霍面总体向东翘起。西部幔陷巨厚的地壳负重，可能会压迫下地壳的热流向东移动，也许扬子区下

部低速层高热物质向东移动。省内地壳厚度总的变化趋势是东部薄西部厚，这一规律恰恰与地热分布状态相吻合。地热点在数量上东部多于西部。在水温变化上，东部高西部低。对这种吻合关系解释是：地壳较薄的部位，利于深部热流向地表传递，一般情况下，同一传热介质情况下热流值较大，且有利于水热活动的形成。双峰山地热田位于湖北省的中东部，水温属于中低温地热资源。

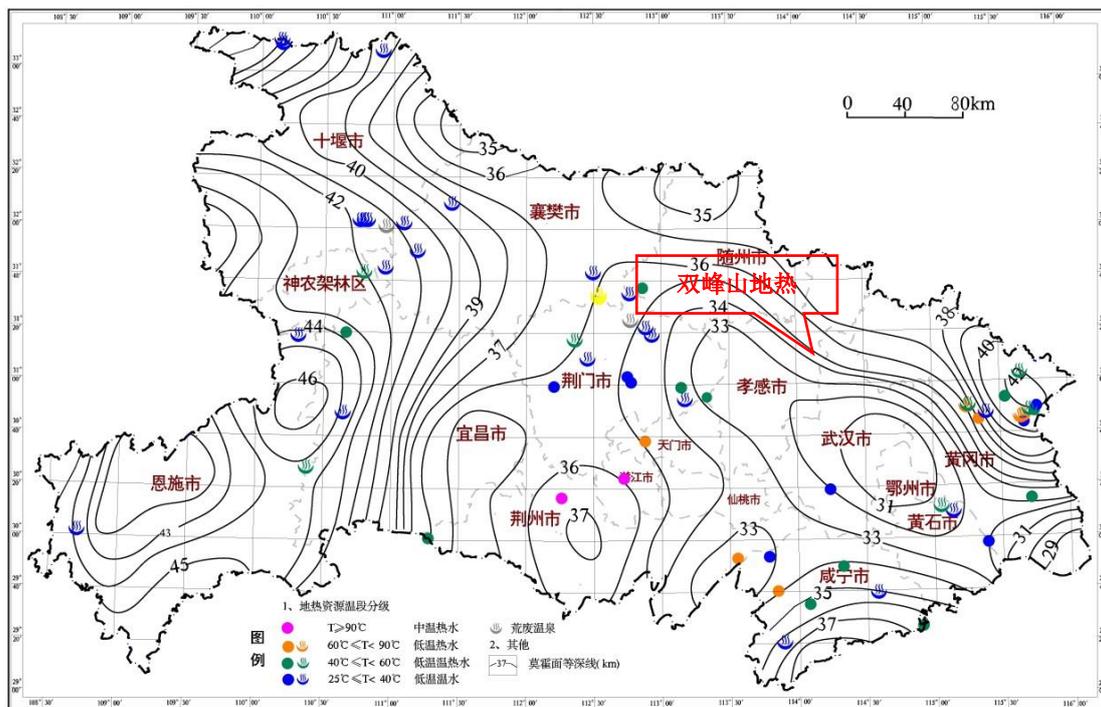


图3.1-2 湖北省莫霍面等深图

### (七) 区域水文地质特征

区内地下水类型，按含水层介质特征、空隙性质可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、碳酸盐岩裂隙岩溶水。

#### (1) 松散岩类孔隙水

主要分布于区内的山间河谷地带花园盆地，埋藏于河流一、二级阶地及山间沟谷阶地中，呈带状分布于河谷两侧。含水层组主要由第四系全新统和上更新统的冲积、冲洪积砂、砂砾、卵石等组成。含水层厚度4.99~21.58m，地下水位埋深2~8m，富水性较好，单井涌水量多小于200m<sup>3</sup>/d。地下水主要接受大气降水补给，地下水径流方向多垂直或斜交河流流向，以散状或泉水形式向河中排泄和蒸发排泄为主。因区内河流多为切蚀型河流，其漫滩及一级阶地分布面积窄，堆积层厚度薄，故无明显的集中供水意义。

## （2）基岩裂隙水

主要分布于孝昌县东北部的山区与丘陵地区，含水地层岩性为太古界与元古界的变质岩系（包括各类片岩、片麻岩、千枚岩及混合岩、硅质岩等）、中生界白垩系碎屑岩类（由泥岩、泥页岩、粉砂岩、砂岩、砂砾岩等组成）、侵入岩（由花岗岩、细斑状花岗岩、各类辉绿岩组成）。其风化裂隙、构造裂隙一般，地下水资源总的来说较贫乏，泉点较少，泉流量较小，一般在5-30 m<sup>3</sup>/d。仅沿断裂带及侵入岩与围岩的接触带部位，有少量泉水出露，水量多小于250m<sup>3</sup>/d。

## （3）碳酸盐岩类裂隙岩溶水

区内碳酸盐岩主要分布于双峰尖复式倒转背斜的两翼。其地层岩性为元古界红安群的大理岩，震旦系的白云质及硅质大理岩，其厚度一般10m至数10m米，青山口一带厚度达350m呈条带状产出。大理岩岩溶较发育，溶沟、溶孔顺层发育，为地下水的储藏地段，泉水流量一般128~559m<sup>3</sup>/d，单孔涌水量一般1050~1080m<sup>3</sup>/d。水量中等。

# 第二节 工作区地热地质特征

## （一）工作区地质构造

工作区内规模较大的基底性断裂主要为工作区西南侧的青山口断裂断裂，工作区处于双峰山倒转背斜西南翼（见图 3-1）。

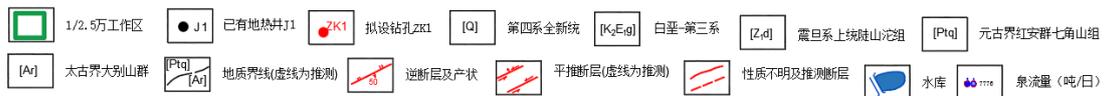
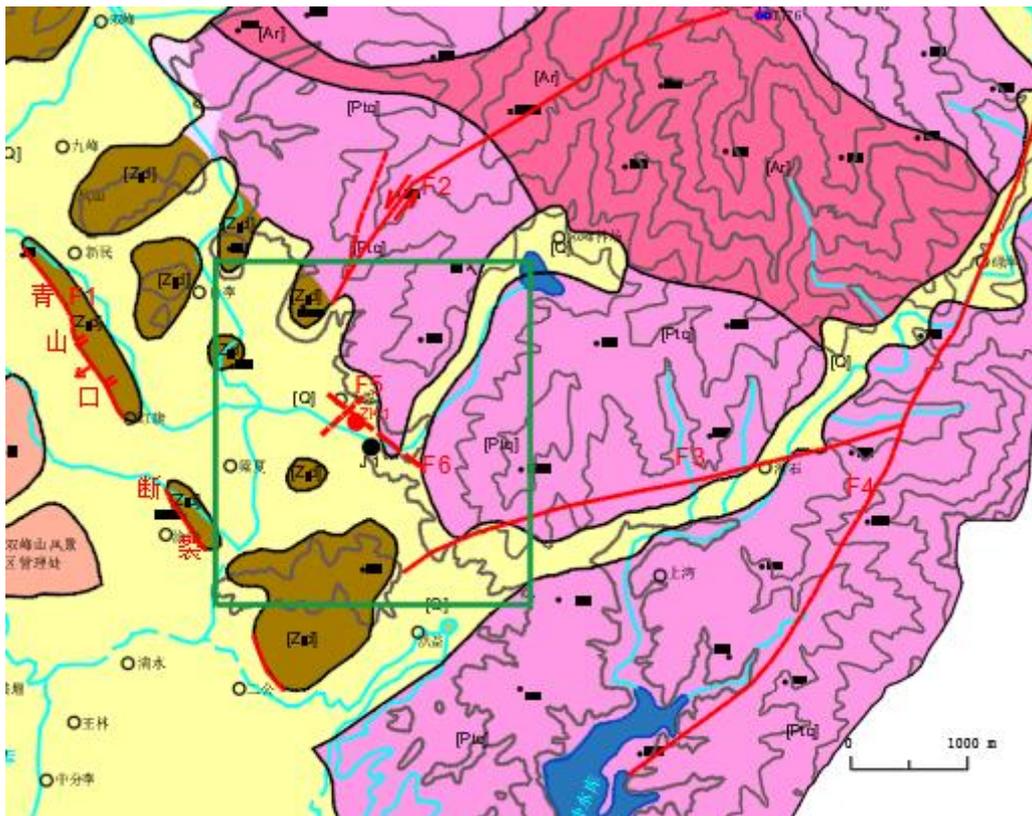


图3.2-1 工作区1:5万地质图

### 1、青山口断裂 F1

区内走向北西向  $325^{\circ}-340^{\circ}$ ，倾角  $60^{\circ}-80^{\circ}$ ，倾向西南，为区内逆冲断层，断层下盘为东北侧震旦系白云岩及元古界片岩，上盘为西南侧第四系冲洪积。

青山口断裂由桐柏山南麓经随州殷店、高城，广水郝店、蔡河，孝感小河、青山口、黄陂泡桐、罗汉寺，立里岗，过长江后，被麻城一团凤断裂所截，大体走向北西  $310^{\circ}-340^{\circ}$ ，长 20km，在工作区内沿凤山、新民、红旗、涂巷一带展布。该断裂是由数条平行断裂组成的断裂带，总体倾向西南，由于倾角较陡，所以倾向很不稳定。断裂在元古界七角山组变质岩和白垩系红层间穿过，走向北西，倾向南西，倾角较陡，两侧岩层极其破碎。受断裂活动的影响，断裂上盘红层发生拖拉褶曲，显示红层向上逆冲的压扭性特征。为早、中更新世断裂。

### 2、F2 断裂

F2 断层区内走向北东向  $37^{\circ}$ — $57^{\circ}$ ，倾角约  $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$ ，倾向南东向，为走滑断层，充水，为区内导水构造，工作区内沿樊家湾-双峰尖方向展布，长约 10km。根据区域地质资料，沿 F2 断层方向有温泉出露，泉流量约 7776 吨/日。

### 3、F3、F4 断裂

F3 断裂走向近北东向，向南倾，区内基本沿沟谷发育，被 F4 切割，长约 5km。F4 走向总体近北东向，倾向东南，断层北部沿沟谷发育，向南贯穿滑石冲水库，长约 16km。

### 4、F5、F6 断层

F5、F6 断层均为前期物探工作推测断层。其中，F5 断层走向为近北东向  $40^{\circ}$ ，与 F2 断层近似平行，物探测得该断层倾角约  $80^{\circ}$ ，略向南东倾。深部延伸较好，推测为平滑断层，充水。根据物探资料，F5 断层破碎带宽约 100-150m。F6 断层走向南东  $150^{\circ}$ ，倾向西南，倾角  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$ ，与 F1 断裂近似平行。断层规模未知，需进一步调勘查确定。

### 5、双峰尖复式倒转背斜

轴向北西，延长 80 余 Km，宽 10Km。核部地层为桐柏群，翼部为红安群，北东翼具倒转，伴有小褶曲和层间劈理，岩层倾角  $25^{\circ}$ — $60^{\circ}$ 。

由于变质岩地层相对隔水，深部地下水的活动局限于断裂带，上述构造对区内地下热水水的运移有明显的控制作用，初步确定本地热田为构造裂隙控制的带状热储型。

## （二）工作区水文地质条件

工作区内地下水类型，按含水层介质特征、空隙性质可分为松散岩类孔隙水、变质岩风化裂隙水、火成岩风化带裂隙水、碳酸盐岩岩溶裂隙水。

### 1、松散岩类孔隙水

主要分布于工作区内西南 I、II 级阶地发育区。由下上更新统、全新统、砂砾石组成，上复粘土、亚粘土层。含水层组主要由第四系全新统和上更新统的冲积、冲洪积砂、砂砾、卵石等组成。含水层厚度 4.99~21.58m，地下水位埋深 2~8m，富水性较好，单井涌水量多小于  $200\text{m}^3/\text{d}$ 。

地下水主要受大气降水补给和河水的侧向补给，与河水呈互补关系。水化学类型主要为重碳酸钙镁，重碳酸钙钠型，PH 值 6.4-7.8，矿化度 0.12-0.62 克/

升，总硬度 4.2-8.4 德国度。

## 2、变质岩风化裂隙水

主要分布于北部山区。含水岩组由太古界、元古界片岩、片麻岩、混合岩等组成。由于各类破裂构造常为泥质风化物充填，地下水主要赋存于风化裂隙中，富水性贫乏，一般泉流量小于 10 吨/日，局部泉流量 10-100 吨/日。张性、张扭性断裂带地下水相对富集。

地下水主要受大气降水补给，多以分散状排泄，其动态受控制于季节。水化学类型以重碳酸钙钠、重碳酸镁钙钠、重碳酸氯化物钙镁型为主。pH 值 5.9-6.8，矿化度 0.30-0.65 克/升，总硬度 0.58-8.4 德国度。

## 3、火成岩风化带裂隙水

分布于图区的北东部，主要由大别山群花岗岩、玄武岩等组成。岩石结构致密，裂隙不发育，地下水主要赋存于厚 20-30m 的风化带内，富水性十分贫乏，泉流量小于 10 吨/日。

地下水主要受大气降水补给，多以分散状排泄，动态受控于季节。水化学类型主要为重碳酸钙钠和重碳酸氯化物钙钠型。pH 值 6.6-6.74，矿化度 0.14—0.33 克/升，总硬度 1.96-10.61 德国度。

## 4、碳酸盐岩岩溶裂隙水

分布于中部青山口、双峰尖一带，双峰尖复式倒转背斜的两翼。含水岩组由震旦系白云岩及大理岩组成，厚度一般 10m 至数 10m 米，。地下水主要赋存于岩石裂隙中，其次富集于岩溶中。富水性中等，泉流量 100-500 吨/日。因动力地质作用和岩浆的侵入作用，局部形成断裂带，有利于地下水运移和岩溶发育，构成地下水富集带。

大气降水为主要补给源。地下水径流条件较好，以集中排泄为主。水化学类型为重碳酸钙镁型。pH 值 7-8，矿化度 0.21-0.32 克/升，总硬度 9.46-18.57 德国度。

### （三）地热资源类型

据湖北省地质局水文地质工程地质大队 1983 年编制的《湖北省地下热水分布及地热区划报告》和 1988 年编制的《湖北东部地下热水形成条件及分布规律研究报告》，按照地下热水出露的地质构造条件及其有关特征，将湖北东部地

下热水划分为五种不同成因类型：

(1) 岩浆岩断裂带脉状裂隙地下热水：系指出露于中酸性侵入岩体分布区的断裂带中或中酸性侵入体与围岩的断裂接触带中的热水；

(2) 变质岩断裂带脉状裂隙地下热水：由于变质岩地层相对隔水，深部地下水的活动局限于断裂带，热水田的形成和分布取决于各类断裂的有机组合；

(3) 上震旦统一奥陶系碳酸盐岩断裂带岩溶裂隙地下热水：据其所处断裂带的活动性、规模和褶皱构造部位的不同，热水水温、水质呈现不同特征；

(4) 上古生界—中生界碳酸盐岩断裂带岩溶裂隙地下热水：系指分布于上古生界—中生界碳酸盐岩区，出露于晚近期活动性断裂带和区域性走向断裂带中的热水；

(5) 埋藏型碳酸盐岩岩溶裂隙、碎屑岩孔隙裂隙地下热水：系指白垩—第三系红层之中或由下古生界所构成的深埋藏古潜山中的地下热水。

根据调查资料分析，孝感市双峰山地热资源为隆起带以变质岩为主的断裂深循环裂隙型热水，其成矿条件应属变质岩断裂带脉状裂隙中低温地热资源。

地热田处于淮阳山字型构造与新华夏构造交汇地带，受晚近期活动性青山口断裂及双峰山倒转背斜影响较大，该地热田属于变质岩断裂带脉状裂隙中低温地热田。

#### (四) 地热资源特征及埋藏条件

孝感市双峰山地热田位于淮阳山字型前弧西翼与新华夏构造体系第二沉降带交接复合部位，在构造体系的复合和联合部位，地壳形变比较强烈，各种破裂结构面比较发育，有利于深部热流向地面扩散，亦有利于地下水深循环，促使水热活动生成，其热源属深部热源，来自地壳深部。

地热田位于北西向深大断裂青山口断裂 F1 与北东向走滑断层 F2 的交互作用区，热水通过深大断裂由深部向上运移，在工作区汇集于一系列次级断裂破碎带中。地下水在断裂带内进行深循环，区内地层为元古界红安群的七角山组片岩及大别山群花岗岩，热水赋存于断裂带中，钻孔揭穿断层，热水溢出。

地热田以晚近期活动性断裂或其次级构造断裂为背景产出。活动型断裂带往往具有规模大，基底切割深，愈合条件差，导水性强，有利于地下水深部循环，为水热交换产生了良好条件。

### 第三节 成矿条件分析

地热资源的形成与区域地质构造条件、地层岩性、岩浆岩的侵入、地球化学及地下水动力等条件密切相关，受控于上述因素和条件的特殊组合。基于我队编制的《湖北东部地下热水形成条件及分布规律研究报告》，按照地下热水出露的地质构造条件及其有关特征，将湖北东部地下热水划分为五种不同成因类型，孝感市双峰山地热资源为隆起带以变质岩为主的断裂深循环裂隙型热水，为变质岩断裂带脉状裂隙中低温地热资源。

该地下热水系以元古界变质岩为主的断裂带的中低温地下热水。为交替相当缓慢的深循环水。收集的区域地质资料显示有区域断裂经过工作区，深度较大。物探工作成果再一次验证了这条北东向断层 F2 从工作区经过，且为平滑断层，充水。多次工作验证的从工作区经过的北东向断裂（F2、F3）为沟通深部水源的良好通道，区内北西向断层 F5 与 F2 近似平行，深部延伸较好，推测为平滑断层，充水，推测为区内导水控热构造，这样的构造条件对于地热开发十分有利。区内地层中的元古界七角山组地层岩性为石英片岩，区域地质资料和物探成果综合分析认为总厚度大于 500m，透水和储水性能差，在局部地段发育的断裂和裂隙均被泥质充填。因此七角山组片岩的热传递性能较差，形成天然的热储盖层，阻止了地下热量的散失，对下伏热流场的热源起到了保温隔热作用，为工作区热储盖层。

根据前期物探显示及地质资料，推测工作区热储层主要为燕山期花岗岩、花岗片麻岩，受构造影响，岩体发育断层破碎带及裂隙带。地热流体主要赋存在断层破碎带和裂隙带的空隙中，裂隙集中带和构造破碎带呈带状分布，受导热、导水构造的控制，使得地热流体具有典型的脉状裂隙承压水特征。断层破碎带和裂隙带厚度大时，地热流体丰富，温度较高，远离断层或裂隙的地段则地热流体量逐渐减少，温度降低。

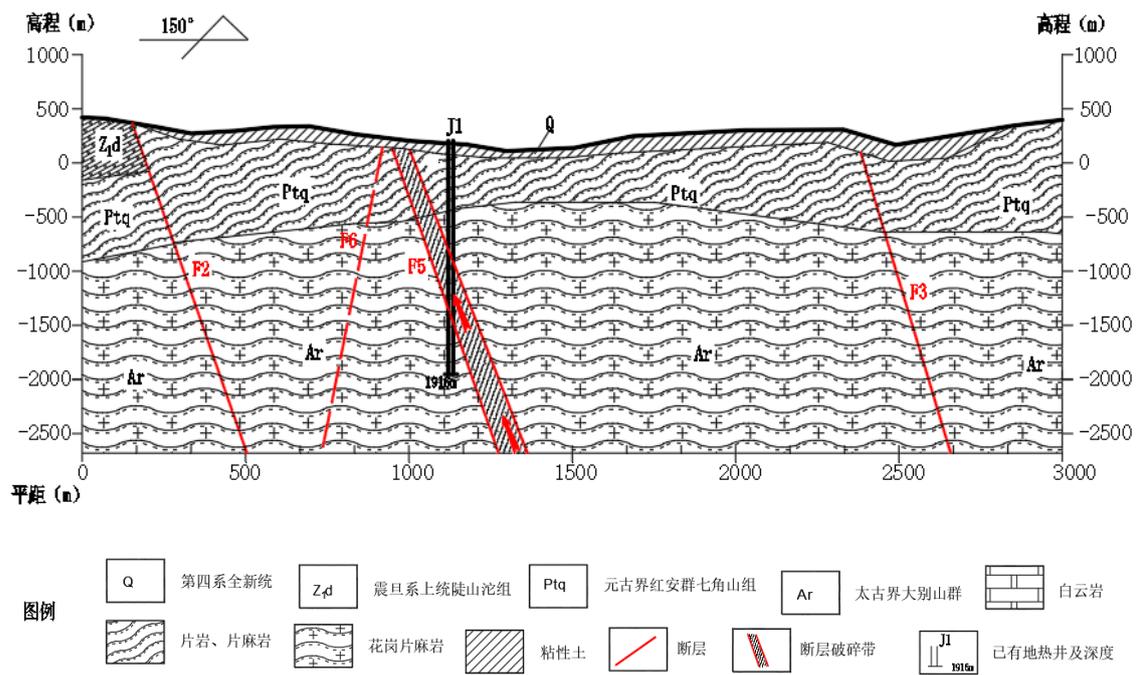


图3-2 双峰山地热形成模式推测图

## 第四章 工作部署、技术路线及工作安排

### 第一节 总体工作部署

#### （一）工作思路

孝感市双峰山地热田为断裂（裂隙）构造控制的带状热储型的地热田，地热勘查类型为II-2型。

本次工作技术思路是：在充分搜集分析工作区前人资料及现场踏勘的基础上，确定工作方向，根据工作区实际和项目预期目标，依据规范编制设计，根据设计、相关规范开展可行性勘查工作：首先开展地热地质调查、地球物理勘查，结合前人资料综合分析，确定钻探孔位及孔深，指导业主委托的三方单位实施地热钻探，同期开展完井试验、样品采集和分析、动态监测等工作；根据获取的各种地热地质信息，研究地热成因，评价地热资源量，编制成果报告。

#### （二）工作部署原则

本次勘查工作部署原则主要有以下四点：

1、全面收集前人资料，进行分类整理和综合分析，在此基础上进行地热地质测量、物探、钻探等各项工作；

2、采用由已知到未知，不均匀布置的原则，面上调查与重点区勘察相结合，突出重点，兼顾一般；本着从区域地热地质环境和已知地下热水点分析入手，从区域逐步搜索到小范围到地热田的工作思路；

3、地质与物探相结合，点面相结合的原则，根据地质调查结果及相关资料，综合分析区域地质情况，对重点区有针对性的布设物探工作，工作量以查明导水、导热构造为准；

4、充分考虑各种勘探方法的适用性及其特点，注意各项专项工作的相互协

调和成果的互相验证。根据地质“三边”工作即“边勘查施工、边整理分析研究资料，边调整修改设计”，及时编制修改各种图表，按时保质提交地质报告。

### （三）技术路线

技术路线图如图 4-1 下：

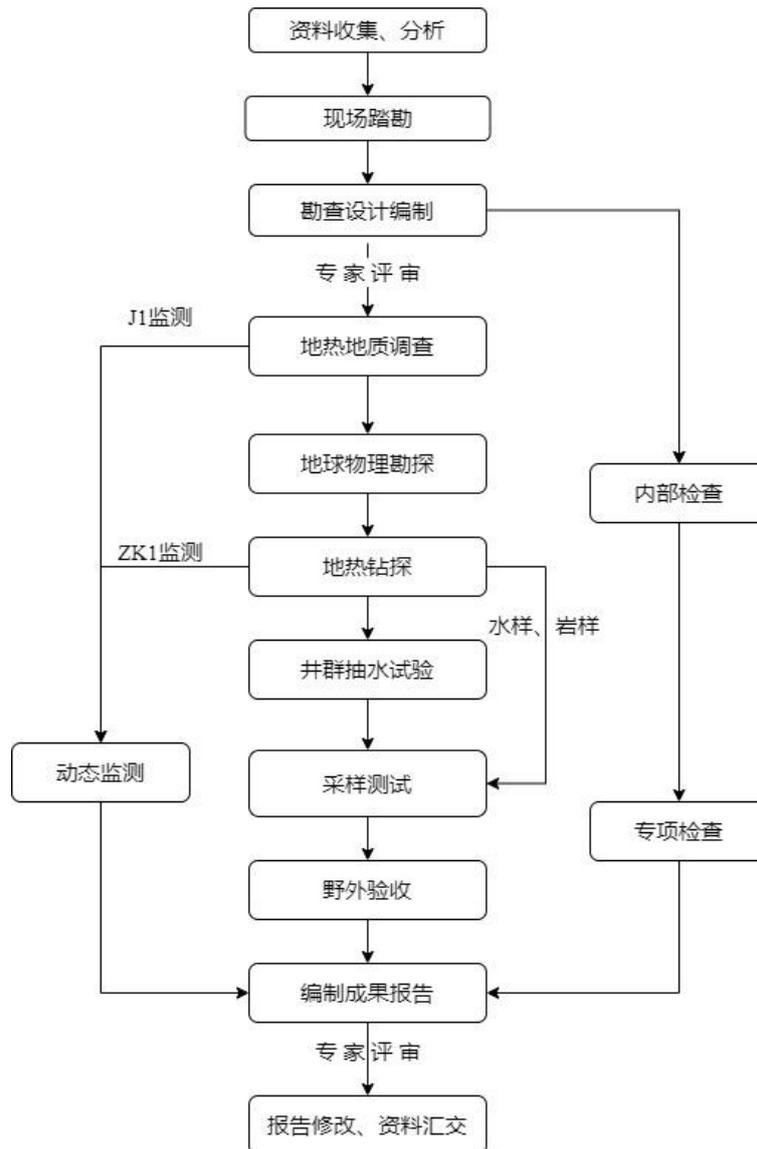


图4-1 技术路线图

## 第二节 具体工作部署

按照总体工作部署及部署原则，本次勘查的各分项工作部署如下：

## 1、地热地质调查

在充分分析前人资料的基础上，有针对性的开展工作，部署地热地质调查，具体部署范围见附图 1。本次地热地质调查先后开展文献研究、地质填图、岩石研究、构造研究等方面工作，然后综合地表显示调查、地质调查、水文地质调查和地球化学的研究结果选定有前景的地热区，并进一步确定勘查靶区。

为查明地热田区基础地质、水文地质、地热地质条件，研究控制或影响地热资源分布的主要断裂构造的形态、规模、产状及其组合关系。布置 1:2.5 万综合水文地质测量，面积 8km<sup>2</sup>，1:1 万综合水文地质测量及地热地质专项测量，面积均为 2 km<sup>2</sup>。为了解地热流体的运移方式，根据搜集资料，结合物探钻探资料，布置 1:2 千地质剖面测量 2 km。

1:1 万重点工作区范围依据业主提供的地热资源探矿权规划范围圈定，1:2.5 万工作区范围根据合同要求、重点工作区范围及勘查区地质条件适当扩大圈定。

## 2、地球物理勘探

本次地球物理勘探的目的是寻找地热田内的地球物理异常，探查构造发育特征和岩层赋水特性，为地热钻探的布设提供依据。地球物理勘探布置原则为：以地热田及地热田热储埋藏区为重点；物探工作测线垂直于主要构造方向；测线尽量通过拟定地热钻孔井位；物探探查深度大于地热钻孔的深度，物探测线覆盖整个地热田。

根据区域地质资料，勘查区附近有两条北向展布的断裂 F2、F3 和一条北北西向展布的青山口断裂 F1，二者在深部交汇的位置在一定条件下揭露出热水。根据区内前期物探资料，F5 为北东向构造，略向南东倾，与区域地质图中的北东向断裂吻合，深部延伸较好，推测为平滑断层，充水。F6 为北西向构造，倾

向北东，推测为逆断层，富水性一般。由于前期物探资料的不足，需进一步开展物探工作，查明 F2、F5、F6 断层延展走向、产状等结构，论证其导水控热性能。

根据本次物探工作的目的及合同要求，本次采用广域电磁法布置四条测线，与区域地质构造垂直，共布设 210 点，设计点距 50m，要求发射频率 0.125Hz~8192Hz。具体见表 4-1。

表4-1 广域电磁法设计工作量统计表

序号	测线编号	测线长度 (km)	点距 (m)	点数 (个)	备注
1	1-1'	2.50	50	50	查明地层及 F2、F5 断裂位置
2	2-2'	3.50	50	70	查明地层及 F3、F5 断裂位置
3	3-3'	2.50	50	50	查明地层及 F1、F6 断裂位置
4	4-4'	2.00	50	40	查明地层分布及 F6 断裂位置
合计		10.50		210	

在野外工作过程中，野外工作人员结合工作区地形、地物条件，合理布置物探测线和测点：测量剖面方向垂直勘查对象的总体走向或沿着水文地质条件变化大的方向；剖面尽可能与已有的或设计的钻探剖面线一致，在不违背原则的前提下根据实地情况进行微调，发现异常适当加密测点，以确定异常性质或异常区范围。

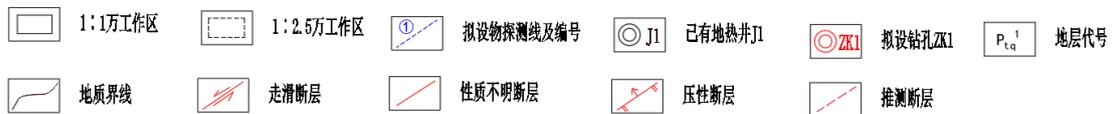
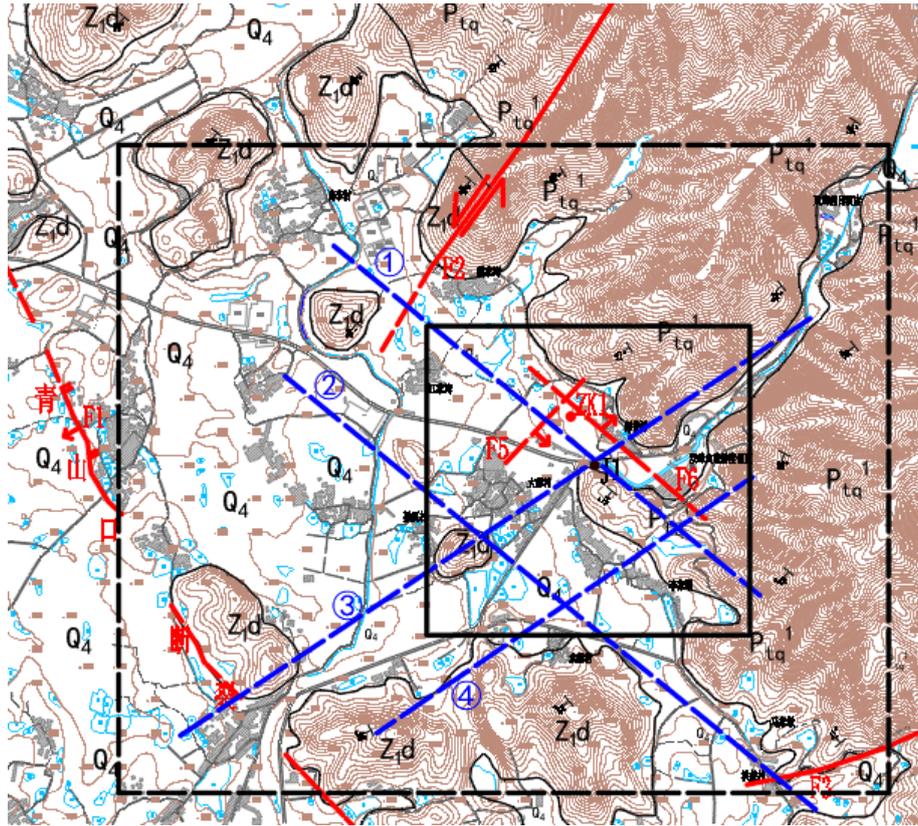


图4-2 双峰山地热物探工作布置示意图

通过物探工作，进一步探查地热控热、导热构造特征，指导地热钻孔孔位确定。根据招标合同，勘探井完井后，进行全孔物探测井，测井项目包括视电阻率测井、声波测井、自然电位测井和稳态井温测量，工作量 1980m。

### 3、地热钻探

在充分利用已有资料，进行地热地质调查、地球物理勘查等工作的基础上开展地热钻探工作。

地热钻探目的：主要为查明地热田的地层结构、地质构造、岩性、地温变化、热储的渗透性、地热流体压力及其物理性质和化学组份，取得代表性计算参数，验证物探成果，揭露地热流体，并取得地热田代表性的相关计算参数（包括岩体热物理参数、热储层水文地质参数等），获取区内的地热背景参数。

地热钻探部署原则：

①在前人资料及探勘的基础上，进行地热地质调查、地球物理勘探等工作，选择有代表性的地段部署地热钻探工程；

②以查明主要热储的类型、分布、埋藏条件、渗透性、地热流体质量、温度及压力，地热井的生产能力大小为重点；

③勘查深度一般控制在 2000m 左右，实际设计深度根据地热地质调查及物探的成果最终确定；

④实行“探采结合”的原则。

本次工作拟布设 1 个钻孔（编号为 ZK1），据初步分析，孝感市双峰山温泉酒店地热田热流体储存于下元古界变质岩系的断层破碎带中，在地面调查和地面物探工作的基础上，本次可行性勘查钻探工作布置如下：

ZK1：在物探工作的基础上，拟在区内 F5 断层处布置 ZK1 钻孔，拟设计孔深为 2000 m，以揭露整个地热田导致热控热构造为目的，进一步查明地下水导水控制性断裂及热水出露赋存特征。本次地热钻探的目标断层为区内 F5 断层，根据地质及物探资料，推测该 F5 断层为平滑断层，略向东南倾，为区内导水断层。本次仅在已有资料的基础上，拟设钻孔位置及深度，具体孔位及孔深需进一步通过地面地质调查及地球物理勘探工作后，根据实际情况综合论证新设钻孔深度。

钻探工作按探采结合井工艺施工，完成项目工作后，交与地方使用。钻孔要求全孔取芯，按顺序编号保存于岩芯箱中，及时编录，并开展跟钻测温及完井测井。

具体地热钻探孔位依据后续勘查资料确定，钻孔初步设计图见附图 3。

本次钻探工作施工由业主另行委托地三方单位实施。

#### 4、抽水试验

钻孔施工完毕进行多井抽水试验，在一个主孔内抽水，在其周围设置 1 个观测孔观测地下水位。（抽水试验同时对地热田内同步观测水温、流量、水位等），做 2 次降压的稳定流抽水试验，最大一次降压的延续时间不少于 120 h。试验资料除满足单井试验的各项要求外，还需确定降压影响半径，井间干扰系数等参数。

钻孔 ZK1 施工完毕后，按多井抽水试验要求抽水，ZK1 抽水时 J1 观测，J1 抽水时 ZK1 观测；进行群井抽水试验，即两个孔同时抽水，分别观测各孔的水位和水量。

做 2 次降压的稳定流试验，最大一次降压的延续时间不少于 120 h。钻孔涌水量应保持常量，其变化幅度不大于 3%。水位观测按第 0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4、5、6、7、8、10、12、15、20、25、30、40、50、60、75、90、105、120 min 进行观测，以后每隔 30 min 观测一次；涌水量与水位、水温同步观测；降压试验结束后开展恢复水位观测。

抽水延续时间结合最远观测孔水位下降与时间关系曲线（ $s-lgt$ ）来确定，当曲线至拐点后出现平缓段，并可以推出最大水位降深时，抽水方可结束。

## 5、勘探点测量

对本工作区内钻孔进行定位测量，共 2 个点，包括已有地热井 J1 及拟设钻孔 ZK1。

测量主要包括孔口的高程与坐标测量、水准测量，孔口的高程与坐标测量及成果均采用 2000 国家大地坐标系统，GPS 测量精度应达到《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/TT18314-2009）中 D 级上精度要求，水准测量标准应达到《国家三、四等水准测量规范》（GB12898-2009）中四等水准测量精度要求。

## 6、动态监测

地热流体动态监测主要为了解地热田地热流体的天然动态。

对区内的地热钻孔成井后进行动态监测，监测项目包括：地热流体压力、温度、化学成份。地热流体压力、温度观测频率为 5 日观，每月 5 号、10 号、15 号、20 号、25 号、30 号为观测时间，监测时间为一个水文年。地热流体化学成份监测为丰枯期各 1 次。

区内已有地热井 J1 从地面地质调查工作开始进行动态监测，持续至提交成果报告；新设钻孔 ZK1 从成井开始进行动态监测，持续至提交成果报告。两观测孔动态监测频率相同，尽可能保证有一个地热孔监测时间满足一个水文年。

## 7、样品采集及分析

为获得热储有关参数及热流体化学物理指标，采取一定的水、气、岩土样进行室内分析鉴定。

(1) 热流体全分析：主要采集钻孔热流体，分析项目包括主要阴阳离子、游离二氧化碳、总硬度、总碱度、溶解性总固体、PH、COD(以 O<sub>2</sub> 计)等组分，共 4 组；

(2) 微量元素分析：主要采集钻孔热流体，分析项目包括 F、Br、I、SiO<sub>2</sub>、B、H<sub>2</sub>S、Al、Pb、Cs、Fe、Mn、Li、Sr、Cu、Zn、Hg、As、Ba、Sb、偏硅酸等，共 4 组；

(3) 同位素分析：主要采集钻孔地热流体，分析项目包括 <sup>14</sup>C、<sup>2</sup>H、<sup>3</sup>H、<sup>18</sup>O，共 4 组；

(4) 放射性分析：主要采集钻孔热流体，分析项目为 α、β、Ra、Rn、U，共 4 组；

(5) 污染物指标分析：主要采集钻孔热流体，分析项目为挥发性酚、氰，共 4 组；

(6) 地表冷水全分析：3 组，分析项目与地热流体相同；

(7) 雨水：3 组， $^{18}\text{O}$ 、 $^2\text{H}$ ，用于克雷格曲线分析大气降雨与地热流体的关系；

(8) 薄片鉴定：3 组，岩石组分及类型鉴定。

各项采样测试、实验均按相关规定进行。

## 8、内部检查

项目实行项目负责人责任制，各分项工作严格执行自检、互检、专检制度，定期开展内部检查工作，严格把握勘查工作的质量。

各技术人员针对每天的工作进展进行自我检查，及时发现整改存在的不足，自检率需达到 100%；互检频率为 1 周/次，项目各专业组内部进行互检，互检率需达到 100%；专检频率为 1 月/次，主要是根据分项工程的进度，组织项目负责人、技术负责人、相关技术顾问对勘查工作的各分项工作定期开展检查，专检率需达到 30%。

## 9、专项检查

由单位、二级部门、项目组三级管理组织定期开展专项检查，主要包括质量检查、安全检查、环保施工检查等。检查的时间依据各分项工程的进度及特点安排，检查频率不得低于 3 月/次。

## 10、野外验收

勘查工作结束后及时准备验收材料，申请野外验收，拟进行野外工作验收 2 次，分为单位内部验收 1 次，业主单位验收 1 次，主要是核实野外工作量及质量。

## 11、勘查（储量）报告编制及评审

对前述工作过程获取的各种水文地质信息和数据进行综合分析和研究，编制调查区的水文地质图、平面图、剖面图，进行地热资源评价、论证可开采量、编制勘查报告、结合地方开发利用规划，提出合理开发利用和保护地热资

源的对策及措施。

报告编制结束后依次提交给单位内部评审、修改，以及提交业主单位评审、修改。

## 12、资料汇交

勘查工作过程中，由各专业组负责人收集并整理项目相关信息，勘查工作全面结束即成果报告评审、修改完成之后，按照地质资料汇交制度分类整理相关资料汇交至业主单位。勘查成果资料汇交格式严格按照相关单位有关规定执行。

### 第三节 实物工作量

综合上述工作部署及年度工作方案，本次勘查项目拟投入的总实物工作量如表 4-2 所示：

表4-2 主要实物工作量表

工作手段		计量单位	工作量	备注
一	<b>地质测量</b>			
1	综合水文地质测量(1：2.5 万)	km <sup>2</sup>	8	
2	综合水文地质测量(1：1 万)	km <sup>2</sup>	2	
3	地热地质专项测量（1：1 万）	km <sup>2</sup>	2	
4	地质剖面测量（1：2 千）	km	2	
二	<b>物探工程</b>			
1	广域电磁法	点	210	
2	视电阻测井	m	1980	
3	井温测井	m	1980	
4	声波测井	m	1980	
5	自然电位测井	m	1980	
三	<b>钻探工程</b>			钻探工程由第三
1	地热钻探	m	2000	方单位实施
四	<b>抽水试验</b>			
1	抽水试验	台班	48	

工作手段		计量单位	工作量	备注
2	动态监测	次•点	144	
<b>五</b>	<b>岩矿测试</b>			
1	地热流体全分析	组	4	
2	微量元素分析	组	4	
3	放射性测试	组	4	
4	同位素分析	组	4	
5	污染物指标分析	组	4	
6	地表水全分析	组	3	
7	雨水	组	3	
8	岩样薄片鉴定	组	3	
<b>六</b>	<b>其他地质工作</b>			
1	勘查设计编制	份	1	
2	钻探技术服务	份	1	
3	综合成果报告编制	份	1	
4	报告印刷	套	1	

#### 第四节 工作进度安排

在充分吸收已有地质、水文地质、地热地质等成果资料的基础上，本次勘查工作将根据投入的主要技术方法和工作手段，在获得中标资格后立即按照工作的主、次，有序开展各项工作。项目工作周期：2023年11月-2024年12月，项目工作时间安排将根据成果进展情况适时调整。

##### （一）2023年度工作计划

2023年度工作预期目标为：完成勘查设计工作。

2023年年度工作部署包含有：资料收集与分析、现场踏勘、数字化成图、设计编制及审查。

基于上述目标及部署，将2023年年度工作具体为：

资料收集、野外踏勘、设计书编制及评审阶段（2023年11月-12月）。

2023年11月，全面系统收集工作区内地质、物探、化探、遥感、科研及

区内矿产勘查开发资料，进行综合分析研究和资料的再开发。加强对区内地层岩性、地质构造等方面资料的研究，以及国内断裂（裂隙）构造控制的带状热储型的地热田相关信息的收集研究，作为本次地热勘查工作的参考。

同时，通过对前人资料的研究，选择具有代表性的路线进行野外踏勘，并大致了解勘查区的自然地理和经济地理情况等，为工作部署和设计编写提供直接依据。

2023 年 11-12 月，根据前人工作成果，结合本次踏勘情况进行工作部署，以此为基础编制了项目设计书，提交专家审查，并根据审查意见做相应修改。

## （二）2024 年度工作计划

2024 年度工作预期目标为：通过开展地质测量、地球物理勘探等工作，掌握地热田区基础地质、水文地质、地热地质条件，查明孝感市双峰山温泉酒店地热田地层结构与主要导水和控热构造，各热储的岩性、厚度、分布、埋藏条件及其相互关系，完成孔位论证工作。完成钻探技术指导工作，查明其地层结构、热储及其盖层的地热增温率；查明主要热储特征、地热流体温度、产量及化学组分等。计算探明的地热储量及地热流体可开采量，编制地热资源勘查报告，为地热资源开采设计和新立采矿权提供地质依据。

2024 年年度工作部署包含有：地热资源调（勘查）（主要包括地热地质调查、地球物理勘探）、孔位论证等工作、钻探技术指导、抽水试验、物探测井、岩矿测试、动态监测、综合成果报告编制、专家评审等工作。

基于上述目标及部署，将 2024 年年度工作分为三个阶段进行：

### 1、第一阶段

该阶段为野外调（勘）查工作及孔位论证阶段，时间为 2024 年 1 月，主要进行地热地质调查、地球物理勘探、孔位论证等工作，具体工作如下安排：

（1）2024 年 1 月，开展 1：2.5 万综合水文地质测量，面积 8 km<sup>2</sup>，1：1

万综合水文地质测量及地热地质专项测量，面积均为 2 km<sup>2</sup>，1：2 千地质剖面测量 2 km。

(2) 2024 年 1 月，开展地球物理勘查，采用广域电磁测深对地热田的深部进行探测，探查构造发育特征和岩层赋水特性，为地热钻探的布设提供依据。共 4 条，计 210 个点，测线总长度 10.5 km。

## 2、第二阶段

2024 年 2-8 月，主要进行钻探技术指导、物探测井、抽水试验、岩矿测试、动态监测等工作。

拟设计地热钻探工作量 2000m，钻孔数为 1 个；采取各类岩、水样，包括钻探岩芯样，钻孔地热流体样等，设计工作量为热流体全分析 4 组、微量元素分析 4 组、同位素分析 4 组、放射性分析 4 组、污染物指标分析 4 组、地表冷水全分析 3 组、雨水分析 3 组、薄片鉴定 3 组。

## 3、第三阶段

该阶段为成果报告编制与审查阶段，时间从 2024 年 9 月至 2024 年 12 月，主要进行综合成果报告编制、专家评审等工作。

内部检查、专项检查等工作贯穿于第 2023、2024 两个年度。

项目工作的具体时间安排见表 4-6 所示：

表4-6 工作进度一览表

项目		2023 年		2024 年												
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
资料收集		→														
现场踏勘		→														
设计编制及审查			→													
野外 实施	地热地质调查			→												
	地球物理勘探			→												
	钻探				→											
	勘探点测量				→									→		

项目	2023年		2024年											
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
完井试验及物 探测井												→		
动态监测	→													
样品采集及分析	→								→				→	
专题研讨	→													
内部检查		→			→			→			→			
专项检查	→			→			→			→				
野外验收		→										→		
成果（储量）报告编 制及评审												→		
资料汇交														→

## 第五节 主要技术人员安排

为了确保项目的顺利完成，我单位将抽调一批理论知识扎实、技术水平高、长期从事水工环工作的工程技术人员组成项目组。项目组研究人员均安排具备大专以上学历，中高级以上职称的技术骨干参与调查研究，由此组成老、中、青三结合研究团队，负责各项目的实施和报告的编写。

初步拟定成立孝感市双峰山温泉酒店地热可行性勘查项目部，进行专项管理，项目部实行项目负责人制。

主要技术人员安排如表 4-7 所示：

表4-7 主要技术人员一览表

序号	姓名	专业	年龄	在本项目中承担的工作	个人专业资质
1	何世伟	水工环	28岁	项目负责	工程师
2	朱文彩	水工环	41岁	技术负责人	高级工程师
3	陈松	水工环	35岁	项目副负责人	工程师
4	关义涛	水工环	47岁	地热地质调查负责人	高级工程师
5	徐瑞	水工环	30岁	地热地质地质调查技术员	工程师
6	汪江	水工环	32岁	地热地质地质调查技术员	工程师
7	赵新建	地质测绘	59岁	测绘负责人	高级工程师
8	潘安峰	工程测量	46岁	测绘技术员	工程师
9	陆柏树	地质	51岁	物探负责人	正高职高级工程师
10	杨伟	物化探	31岁	物探技术员	工程师
11	焦向阳	探矿	52岁	钻探技术服务负责人	高级工程师
12	刘俊	实验测试分析	56岁	岩矿测试负责人	高级工程师
13	伍松	水工环	42岁	科研负责人	高级工程师
14	张海军	水工环	38岁	专题研究	高级工程师
15	陆天平	水工环	54岁	项目顾问	正高职高级工程师

## 第五章 工作内容、方法及技术要求

### 第一节 工作内容

基于项目总体目标任务，结合总体工作部署，按照《地热资源地质勘查规范》（GB11615-2010）的相关技术要求，本次勘查主要工作内容包括：资料收集与分析、现场踏勘、数字化成图、设计编制及审查、野外实施（主要包括地热地质调查、地球物理勘探、地热钻探、完井试验、动态监测等工作内容）、样品采集及分析、专题研讨、月报提交、内部检查、专项检查、野外验收（含经费结算）、成果（储量）报告编制及评审、竣工结算、资料汇交等工作内容。

### 第二节 参考标准

项目执行或参照的技术规范或标准主要有：

- 1、《地热资源地质勘查规范》（GB11615-2010）；
- 2、《地热资源评价方法及估算规程》（DZ/T 0331-2020）；
- 3、《区域水文地质、工程地质、环境地质综合勘查规范》（GB/T14518-93）；
- 4、《地热钻探技术规程(DZ0260-2014)》；
- 5、《物化探工程测量规范规范》（DZ/T 0153-1995）；
- 6、《水利水电工程物探规程》（SL 326—2005）；
- 7、《电阻率测深法技术规程》（DZ/T 0072-1993）；
- 8、《电阻率剖面法技术规程》（DZ/T 0073-2016）；
- 9、《可控源音频大地电磁法勘探技术规程》（SY/T 5772-2012）；
- 10、《湖北省地质勘查项目管理暂行办法》
- 11、其他测试等行业标准；
- 12、中国地质调查局项目工作实施有关规定与办法。

### 第三节 工作方法及技术要求

为达成本次勘查工作的目的，结合本项目的工作内容，采取的工作方法主要有：资料收集与分析、现场踏勘、数字化成图、地热地质调查、地球物理勘探、地热钻探技术服务、完井试验、动态监测、样品采集及分析、专题研讨。

#### （一）资料的收集与分析

系统收集工作区范围及周边地区相关成果资料，主要包括工作区不同比例尺地理、区域地质资料、水文地质资料、遥感资料、物探、化探、科研项目资料等，并且相关资料的收集和综合分析工作应当贯穿整个地热预可行性勘查项目的过程中，在资料梳理的基础上，充分发掘可供利用的资料并学习类似项目成熟经验。

通过资料的搜集和分析，初步掌握工作区的基础地质、水文地质、地热地质条件，为有针对性的布置勘查工作打下坚实的基础。

#### （二）地热地质调查

针对工作区部署 1:2.5 万综合水文地质调查、1:1 万地热地质调查及地质剖面测量，以查明地热田区域地质背景、水文地质、地热地质条件，分析区域构造对地热田的控制作用。地热地质调查应在充分利用区域地质调查资料基础上进行，其主要目的是，查明地热田的地层及岩性特征、地质构造、岩浆活动与新构造活动情况、了解地热田形成的地质背景与构造条件；查明地热显示的类型、分布及规模，热异常带（区）与地质构造的关系。本次地热地质调查应遵循以下技术要求：

1、本次地热地质调查工作的底图应采用 1：1 万地形图。

2、正式调查前，应首先实测代表性的 1:2 千地质剖面，建立典型的地层岩性柱状剖面和标志，划分填图单元。在地质填图时，根据任务要求和比例尺大小，结合工作地区的具体情况和实际可能，按野外标志将地层、岩体等划分成详略各不相同的岩性组合或岩性段、单元等，以便作为野外地质图上反映地质特征的基本组成部分。剖面记录要完整、全面，主要包括岩性、产状、岩相、构造、古生物、蚀变、矿化，以及样品采集、素描、照片等内容。沉积岩实测剖面须编制地层柱状图。剖面测量宜客观描述岩石及岩石组合特点、产状等，

详细观察描述地质界线、重要接触带、构造带、化石层、含矿层位、标志层、蚀变带、矿化体等重要地质现象。记录应详实，测量数据准确齐全，并附素描图和照片，采集代表性样品和实物标本。地质观测点应充分利用天然露头和人工露头，必要时可安排剥土、槽探、槽型钻、浅钻等工程进行揭露。详细观测点之间可不连续观测和记录。分层距离用皮尺丈量，地质体出露宽度在 1 米以上者在图上应有表示，小于 1 米，具有特殊地质意义的地质体应放大表示。

3、在进行基础地质、水文地质和地热地质调查的同时，努力做到一点多用、一线多用、一孔多用、一样（品）多用和一法多用，减少重复的路线调查和实物工作量，提高工作效率。

4、观测路线的布置，采用穿越法和追索法相结合，一般应垂直岩层，构造线走向和沿着地貌变化显著方向，对重要的地质体、接触带、断层带、含水层、软弱夹层、岩溶发育带、主要动力地质现象、河谷、沟谷和地下水露头多的地方，应沿走向追索，其界线应有观测点控制，沿途做连续观察，详细记录，并要作路线地质剖面，采集必要的样品。

5、观测路线与观测点的密度可视地质条件的复杂程度合理布置。观测点的描述既要全面，又要突出重点，对典型或重要的地质现象，应有素描或照片。相应的观测点应分析研究各种地质、地貌现象与水文地质、工程地质、环境地质的关系。各类地质界线、地质现象均应在野外勾绘。野外观测点定点采用手持式 GPS 定位仪，测定观测点的海拔、经度、纬度等，单点定位精度 5m，SBAS：1-3 m。

6、在第四系覆盖开展调查时，应充分利用已有的工程地质钻孔或区域地质调查浅孔，在浅孔或调查点未达到规范要求的地区，需布置人工浅钻，揭露浅表地层信息，制定相应施工计划。充分结合钻探、物探、遥感等综合地质信息，注重实用性。隐伏基岩的填图单位有确切依据的划分岩石地层单位和岩石单位，依据欠充分则划分不同级的年代地层单位。

7、水文地质调查重点查明地下水资源分布特征，开发利用现状，地表水以及客水资源的分布、开发利用规划等。在水文地质测绘的过程中，对于表层土壤或残坡积层可以使用地质调查采样钻套装。对基岩覆盖区或松散地层区的表层岩土体的岩性结构、特征进行详细描述，当场观测地下水位，使用便携式水

质分析仪对地下水中的 pH 值、电导率、氧化还原电位、溶解氧等指标进行现场测试。

8、现场填图的内容包括：岩、土体工程地质分类界线，微地貌和动力地质现象，断层、层理和片理产状，节理、裂隙统计点，地表水体及地下水露头，观测点、观测路线，实测剖面、采样点、试验点及勘探工程等。其中对动力地质现象、微地貌等，视其个体现象规模大小，可按同比例尺圈定边界，或用符号表示，当其集中分布时也可用群体符号表示。

9、调查精度的要求：实测地质体的最小尺寸一般为相应图上的 2mm；对于具有重要意义、在图上不足 2mm 者，可以扩大比例尺表示。

### （三）地球物理勘探

地球物理勘探的目的是初步查明以下地热地质问题：圈定地热异常范围、热储的空间分布和地热田边界；确定隐伏断裂的空间展布；确定勘查区的地层结构、热储层的埋藏深度和地热流体的可能富集带。

地球物理勘探资料解译推断应遵循“从已知到未知、从定性到定量、综合解译与反演解译”的原则，采用计算机技术提高地质解译质量。物探解释与地质推断相结合的原则，多种物探资料综合解释的原则，通过反复对比，正确区分有用信息和干扰信息，以获得正确的结论，并必须充分利用钻探工程，开展相关的井中物探工作。

本次物探采用广域电磁法勘探，技术要求如下：

#### （1）野外数据采集观测装置

广域电磁法勘探只需要测量一个电磁场分量，观测方式方便快捷。场源方式有两种：水平电偶极子和垂直磁偶极子，每种场源方式可测量多种分量。在野外情况下，目前一般选择 E-Ex 方式进行实际数据测量。测点观测只能在场源 AB 垂直平分线两侧 30° 角扇形范围内进行。广域电磁法可采用多台接收机同时测量，在施工困难区可采用非规则测网，如不规则多边形甚至离散测点测量，但必须准确记录测点的坐标，以参与电阻率计算。

1.为保证足够信噪比，应选择较大的电极距，考虑到观测进度电极距应相对小些，综合考虑选择 50m 电极距。要求采用不极化电极，与土壤接触良好，并浇水压实。

2.接地电阻不大于  $2k\Omega$ ，在接地大的地方，应采用多电极并联，电极周围垫土，周围浇水降低电阻，广域电磁仪的虚接内阻为  $3M\Omega$ ，一般接地电阻引起的噪声不可大于有效信号的 5%，遇基岩裸露地区，可适当放宽，但不大于  $10k\Omega$ 。

3.电极应埋入土中 50-10cm，保持与土壤接触良好，两电极埋置条件基本相同，不能埋在树根处、流水旁、繁忙的公路边和村庄内，同时应避免埋设在沟、坎边。

4.电极连线及其他电缆均不能悬空，不能平行放置，应沿地压实、防止晃动干扰。

5.测点观测只能在场源 AB 垂直平分线两侧  $30^\circ$  角扇形范围内进行（图 4-1）。

6.收发距  $r$  的大小与目标体埋藏深度  $\delta$  有关，为了保障观测效果，一般来说，对于赤道供电装置  $r \geq 3\delta$ 。

7.广域电磁法采用多台接收机同时测量，在施工困难区可采用非规则测网，如不规则多边形甚至离散测点测量，但必须准确记录测点的坐标，以参与电阻率计算。

## （2）人工场-天然场信号强度对比

采集天然场信号，收发距越近信号越强，要保证电磁场信号都大于天然场信号（背景场），对天然场信号有效压制，广域电磁信号形态与强度要具有独立性，广域电磁信号强度要保证远大于天然场信号，能有效的压制干扰，电场连续性要较好，信噪比较高。设定选择背景干扰小的地方进行收发距试验，选择 1~2 个收发距进行。

## （3）场源布设及技术要求

1.场源位置：场源位置坐标参与广域电阻率的计算，需要准确记录；场源电极（A、B）应根据实际地形、地物情况，在一定范围内选择合适的场地进行布设，原则上远离人员聚集地区、水域、高速公路、高压线等干扰源；移动场源时，尽量在可控的范围内，在  $60^\circ$  范围内接受发射信号，AB 场源要平行于测线方向布设，方位误差小于  $3^\circ$ ，且须结合实际地形、地物情况以及人文等因素；场源 AB 长度为 1.2km。

2.供电电极布设：采用多块金属板、网、箔（约 $1\text{m}\times 2\text{m}$ ）等材料，挖数个电极坑埋设，坑深不低于 $0.2\text{m}$ ，相邻坑距不小于 $3\text{m}$ ，一般每端需要挖掘4-6个电极坑，往导电材料（如厚度为 $1\text{mm}$ 铝箔）上浇导电液（氯化钠溶液），然后压实夯土，保证接地良好；也可用多根柱电极弧形并联相接。尽量减小AB极场源的接地电阻，一般不大于 $30\Omega$ 。有些情况下，电极坑本身土质不好，需从其他地方取土填埋，以确保获得较小的接地电阻。如果接地电阻不够小，可以继续加大电极坑的间距，间距相比于供电偶极长度可以忽略即可。

3.发射系统参数控制：发射机最高供电电压和电流应不超过额定值的80%，以确保系统稳定安全，广域电磁法有效电流值不应超过 $40\text{A}$ 。

4.安全措施：广域电磁勘探属于高电压、大电流工程作业，供电处须有明显的警示标志，供电导线连接处应用绝缘胶布包裹，遇障碍物应挖沟架空埋设（保证绝缘）。供电点和导线均应挂上高压危险标志，人畜隔离距离大于 $10\text{m}$ ，沿线有专人查护，确保人畜生命安全。供电站应选在地面干燥处，并接有接地保护极，发射机操作人员应配备有高压防护服装及设备。

#### （4）测点选择及MN极布设

##### 1.测线测点位置选择：

测点应选在周围开阔、地形平坦处，两极相对高差与极距之比不应大于10%；电极位置应远离强干扰源，选点应考虑布极范围内地表土质均匀，点位不能设置在明显的局部非均匀体旁。

##### 2.测点位置调整原则：

在地形简单平缓区，电极距误差应小于 $\pm 1\%$ 。

##### 3.所选测点应远离电磁干扰源，一般要求如下：

①离开大的工厂、矿山、电气铁路、电站 $2\text{km}$ 以上。

②离开广播电台、雷达站 $1\text{km}$ 以上；

③离开高压电力线 $500\text{m}$ 以上；

④离开繁忙的公路 $200\text{m}$ 以上；

在无法满足上述要求时，根据实验结果确定测点，要保证尽量采集到有效的数据。

##### 4.MN布设技术要求：

①测点点距 50m;

②要求采用不极化电极，与土壤接触良好，并浇水压实。接地电阻不大于  $2k\Omega$ ，在高阻岩石露头区，应采用多电极并联，电极周围垫土，周围浇水降低电阻，广域电磁仪的虚接内阻为  $3M\Omega$ ，一般接地电阻引起的噪声不可大于有效信号的 5%。

③电极应埋入土中 5-10cm，保持与土壤接触良好，两电极埋置条件基本相同，不能埋在树根处、流水旁、繁忙的公路边和村庄内，同时应避免埋设在沟、坎边。

④电极连线和其他电缆均不能悬空，不能平行放置，应沿地压实、防止晃动干扰。

⑤MN 极平行测线方向，方位误差小于  $1^\circ$ ，测点观测只能在场源 AB 垂直平分线两侧  $30^\circ$  角扇形范围内进行。

⑥电极距一般为 50m 左右，地形不利和干扰较大时可以缩放。极距越大电磁场强度越强且静态影响也越弱，但采集的干扰信号也会增多，造成分辨率的降低。实际施工采用的电极距不小于试验确定的最小极距。

⑦根据地表电阻率和目的勘探深度判断收发距的大小，一般收发距  $r$  必须至少大于 3 倍的目的勘探深度，同时保证广域电磁信号足够强满足勘探要求，即需进行收发距试验。

#### (5) 仪器检查

##### ①导线、电极检查工作

广域电磁勘探系统的接收机还不能够智能检测测线导通及接地电阻情况，所以在仪器排放完毕，信息采集之前，需要人工检查检测仪器。

a.导线检测时，一般情况下电阻很小，用万用表检测即可。

b.对于测量接地电阻时，需要使用专用的接地电阻检测仪器，如果用万用表检测会因为电极及大地极化现象出现错误数值影响判断，接地电阻一般不超过  $2k\Omega$ ；

c.电道与屏蔽层的绝缘度应大于  $1M\Omega$ ；

d.各信号线与地的电阻应大于  $1M\Omega$ ；

##### ②仪器采集系统的确认

确认仪器各项参数正常后，通知发射系统发射广域电磁法频率，数据接收完毕后，信号曲线正常的情况下，则可以正式采集数据。

#### （6）数据记录要求

数据采集前，操作员应确保接收机与发射机的时钟处于同步状态；操作员应检测 MN 连线与电极的连通情况，确保电极接地良好。

在供电之前，应观测噪声水平，根据噪声情况，设定叠加次数和重复观测次数。供电观测时，应停止无线电通信。当工频干扰较严重时，可选取陷波滤波器抑制噪声。强干扰条件下应选择避开干扰严重的时间段采集数据。当干扰较小时，单个频点一般至少取两次读数；在干扰较强时，应增加观测次数。

观测时要做野外观测现场工作记录。除按规定记录点、线号等信息外，还应记录观测点附近影响观测结果的地质现象、地形地貌、可能引起噪声的干扰源等，要求字迹清晰。

在野外生产期间，室内专职质检人员每天对所取得的野外观测资料进行 100% 的检查验收，并记录验收意见，对不符合质量要求的原始资料不予验收；资料经验收无误后方可进行各项计算工作，计算成果须由两人做 100% 校对，绘制当天草图，以及时发现数据异常，对所出现的异常点应认真分析找出原因，并及时安排消除异常点工作。

野外工作期间，如遇仪器发生故障无法排除时，应立即送回基地（或返厂）维修，不得自行拆卸，并做好记录。严禁仪器带故障工作。野外必须建立仪器检测、维护记录，详细记述仪器使用中出现的故障和排除故障的措施，野外施工过程需要有严谨全面的备忘录。

收工后应及时将当天采集的数据传入计算机，经检查确认无丢失遗漏数据后，另存盘备份并设定为唯一标识，直至确认所有数据无遗漏并备份成功后方可清除仪器内存储的数据。

#### （7）数据采集质量要求

据《广域电磁法技术规程》（DZ/T 0407-2022）和《可控源音频大地电磁法勘探技术规程》（DZ/T 0280-2015）要求，检查点总数不小于全区总测点数的 3%；检查点在空间上均匀分布；检查点为同一测点，不同时间的重复观测点。视电阻率曲线的误差计算公式采用下列式，在计算中可删除一些畸变点和

一些干扰较大的频点，但删除的频点数控制在总频点数的 20% 以内。质量检查要求：检查点前后两次观测结果中的视电阻率形态一致，且均方相对误差不大于 5%。

广域电磁法野外施工中，对部分测点进行了重复观测，对重合部分的数据计算了均方误差计算。广域电磁法工作通过视电阻率的均方相对误差来进行质量评价，视电阻率均方相对误差 $\leq 5\%$ 。

视电阻率的均方相对误差计算公式为：

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i - A'_i}{A_i/2 + A'_i/2} \right)^2}$$

式中：i---数据点编号（i=1, 2, 3, ···, n）；

A<sub>i</sub>---第 i 个频点的视电阻率或相位；

A' <sub>i</sub>---第 i 个频点的检查观测的视电阻率或相位。

测量成果合格品率为 100%。

单测点全频段视电阻率质量评价标准分为：

一级：曲线圆滑连续，无畸变频点，平均均方误差小于 5%，关键频点作过检查观测。

二级：曲线形态清楚，无连续三个以上的畸变频点，平均均方误差大于 5%，小于 10%。曲线高频或低频段个别频点存在畸变，但不超过总频点个数的 20%。

三级：曲线形态不清、连续的畸变频点超过总频点的 20%，均方误差大于 10%，作为不合格点。

每个测点的视电阻率应分别评定，按级登记，对三级曲线还应注明原因，一级品率应超过 80%。

本项目拟定野外采集资料质量评价指标：合格品 100%，I 级品率 $\geq 85\%$ 。

#### （四）地热钻探

地热钻探工作主要是为了查明地热田的地层结构、地质构造、岩性、地温变化、热储的渗透性、地热流体压力及其物理性质和化学组份，取得代表性计算参数。在地热地质调查、物探及综合分析的基础上进行，钻孔布置必须目的

明确、做到有的放矢，具体位置在充分利用已有资料，进行地热地质调查、地球物理勘查等工作的基础上最终确定。拟布置钻孔 1 个，拟设计总工作量不超过 2000m，根据实际情况判定具体深度。

工作过程中必须符合相关规程规范要求：

1、地热钻探孔设计、施工、钻进中的地质编录与完井的各种测试应满足查明地热田的地层结构、地质构造、岩性、地温变化、热储的渗透性、地热流体压力及其物理性质和化学组份，取得代表性计算参数的需要。

2、地热田内存在多层热储时，应分别查明各热储层的温度、地热流体压力、产能及其物理化学性质。勘探井穿透不同热储时应做好下套管固井或止水工作，防止破坏热储的自然特征。

3、钻孔孔位一经确定不得随意挪动，地热钻井应保持垂直，相应深度的井斜控制为：1000 m深度内（开采井泵室段）不大于3度，2000米以内，不超过7度，2000米以上不超过10度。井深误差不得超过1/1000。

4、钻机采用XY-4型钻机，泥浆泵类型为Brr250/50。地热钻探应满足取样、测井、完井试验和安装相应开采设备的要求，开孔口径为215.9mm，至500m处扩孔至400mm，下330mm套管；500m-1400m采用215.9mm钻头钻进，1400m处变径为110mm至终孔。钻孔施工结束后，根据钻探情况需要下入止水套管（隔离上部冷水）。

5、地热钻井应合理使用冲洗液，盖层可根据地层情况采用不同比重、粘度、失水率的泥浆作为冲洗液，钻遇热储层后宜采用清水或无固相稀泥浆作为冲洗液。考虑热储层的压力条件，尽量采用近平衡钻进，以防堵塞和污染热储层。穿层钻孔采用注水泥砂浆法或其他有效材料封孔。采用水泥砂浆法封孔时，水泥:水不超过1: 3，水泥浆中应按水泥用量的10%添加膨胀剂或速凝剂。

6、钻孔要求全孔取芯，按顺序编号保存于岩芯箱中，并及时编录。岩心采取率：粘性土、胶结较好的砂岩、完整基岩平均不低于70%；风化或破碎基岩平均不低于40%；

7、地热钻井过程中在下管前和完钻后，必须进行地球物理测井，不得漏测井段。测井项目应包括: 电阻率、井温等项。

8、地热钻井的地质观测与编录：

(1) 采集岩芯样品，应注意观测记录其岩石成份，判定地层的岩石名称及变层的深度并保留代表性岩芯样品；

(2) 目的层段应注意观测冲洗液性能及漏失量变化、详细记录钻进过程中的涌水、井喷、漏水、涌砂、逸气、掉块、塌孔、放空、缩径等现象及出现时的井深和层位，测定涌水、井喷的高度、涌水量、温度及冲洗液的漏失量等，对井段的热储特性、地热流体赋存部位进行预估；

(3) 系统测定井口冲洗液出口和入口的温度变化并做好记录，对储、盖层界面进行判断。

#### 9、测井：

(1) 钻进每个回次必须进行跟钻测温，采用数字测温仪，准确至 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；

(2) 钻进过程中每100m进行一次系统测温，终孔后、降压试验后应进行系统测温，遇特殊情况停钻超过24小时，应进行系统测温，系统测温间距为5m；

(3) 钻遇热储层顶、底板，应进行测温，测温前停钻时间不少于24h，严重漏失井段测温的停钻时间应适当延长。

(4) 勘探井完井后，除测温外进行全孔物探测井，测井项目包括自然电位测井、声波测井、视电阻率测井和稳态井温测量。

10、对用于开采的地热井，完井后，应做好井口保护，完善井口装置，包括：安装控制阀门、流量计、温度计、压力计等，以确保流体产量、温度、压力、水位监测的需要。

### (五) 抽水试验

1、地热钻孔成井后应进行多井抽水试验，测定地热资源评价需要的参数，多井抽水试验宜做1~2次降压的稳定流或非稳定流试验，用以确定流量与水位降低的关系，概略的取得含水层渗透系数、给水度或弹性释水系数、压力传导系数。最大一次降压的延续时间不少于120 h。试验资料除满足单井试验的各项要求外，还需确定降压影响半径，井间干扰系数等参数。按多井抽水试验要求抽水，ZK1抽水时J1观测，J1抽水时ZK1观测；进行群井抽水试验，即两个孔同时抽水，分别观测各孔的水位和水量。

2、多井抽水试验及群井抽水试验水位观测宜按第 1、2、3、4、5、6、7、

8、10、12、15、20、25、30、40、50、60、75、90、105、120 min 进行观测，以后每隔 30 min 观测一次，其余观测项目及精度要求可参照稳定流抽水试验要求进行；恢复水位的观测一般可按 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30 分钟的时间间隔进行观测，其后都每隔 30 分钟观测一次。一级观测孔观测频率与主抽水孔同步进行。

3、钻孔涌水量应保持常量，其变化幅度不大于 3%。抽水延续时间结合最远观测孔水位下降与时间关系曲线 ( $s-lgt$ ) 来确定，当曲线至拐点后出现平缓段，并可以推出最大水位降深时，抽水方可结束。

4、试验期间宜采用井下压力计测量压力变化，条件不具备只能从孔口测量水位（压）时，应同时测得孔内地热流体温度，换算准确反映压力的水头。

5、水温、气温的观测：在一般情况下，水温变化甚小，可以抽水开始及结束时各观测一次，并在抽水过程中每隔2~4小时观测一次。气温与水温必须同时观测，要注意温度计浸入水中的时间，不得少于10~15分钟。注意观测，及时发现、分析和处理在稳定延续时间内涌水量可能出现的不稳定情况。

6、测试资料应满足确定流体运动方程，计算储层渗透系数、有效空隙度或弹性释水系数、压力传导系数，评价井合理产量的要求。

7、多孔抽水试验还需提交抽水试验地下水水位下降漏斗平面图、剖面图，编写试验小结，其内容包括：试验目的、要求、方法、获得的主要成果及其质量评述和结论。

8、群井抽水试验还应：①为了提高水量计算的保证程度，抽水试验一般在枯水期进行。如还需通过抽水试验求得水源地在丰水期所获得的补给量，则抽水试验应延续至丰水期。该类型抽水试验，其抽水和稳定时间不应少于一个月。②一般应模拟未来的开采方案进行抽水，通常抽水量应接近设计开采量，或至少达到设计开采量的 1/3 以上。③为便于计算，各干扰井孔的井深、井径和过滤器安装深度应尽量相同，各抽水孔抽水起止时间应该相同，一般应尽抽水设备能力进行一次最大降深抽水。开采性抽水试验的水位降深应尽可能接近水源地（或地下水疏干工程）设计的水位降深，至少应使下降漏斗中心达到设计水位降深的 1/3，特别是当需要通过抽水时地下水流场分析或查明某些水文地质条件时，更须有较大的水位降深。

## （六）勘探点测量

钻孔孔位测量采用仪器测量，详细记录，施工前钻孔定位测量一次，施工终孔后测量一次。测量主要包括井口的高程与坐标测量、水准测量，井口的高程与坐标测量及成果均采用2000国家大地坐标系统，GPS测量精度应达到《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2009）中D级以上精度要求，水准测量标准应达到《国家三、四等水准测量规范》（GB12898-2009）中四等水准测量精度要求。

## （七）动态监测

监测点的布设应能控制地热田各热储层的自然动态规律及开采引起的动态变化。查明地热流体的天然动态规律，得出地下水动态要素随时间和空间变化的资料，为地热资源评价和资源管理提供依据。

本次勘查拟利用工作区内的钻孔进行地热流体动态监测。监测周期为一个水文年，从成井之后开始监测。

监测频率：地热流体压力、温度观测频率为5日观，每月5号、10号、15号、20号、25号、30号为观测时间；地热流体化学成份监测。

工作区地表水位的动态变化，项目野外调查阶段，拟向水利部门收集地表水文资料。

## （八）样品采集及分析

主要是水质分析及岩矿测试分析，为获得热储有关参数及热流体化学物理指标，采取一定的水、气、岩土样进行室内分析鉴定。

水质分析可以为查明地下热水水化学特征、成因及补给来源等；岩矿测试工作可以为查明目标地层的矿物成分及含量特征，确定其地层时代和岩性，鉴定水热蚀变矿物，并研究其演化过程，研究形成区域性热异常的产热率背景。

### 1、样品采集要求：

- （1）钻孔水样的采样应在抽水试验临近结束时方可采集；
- （2）采集的水样应均匀，具有代表性；
- （3）采集的每个样品，均应在现场对瓶口进行密封。

### 2、室内试验技术要求：

(1) 室内试验方法、具体操作和试验仪器应符合现行国家标准的规定，也可参照其它行业有关标准执行；

(2) 试验人员的资质、设备的计量、试验记录的精度等，均必须符合《产品质量检验机构计量认证评审内容及考核办法（修订本）》（1989年3月）的要求。

### 3、分析指标要求：

(1) 热流体全分析：主要采集钻孔热流体，分析项目包括主要阴阳离子、游离二氧化碳、总硬度、总碱度、溶解性总固体、pH、COD(以 O<sub>2</sub> 计)等组分，共 4 组；

(2) 微量元素分析：主要采集钻孔热流体，分析项目包括 F、Br、I、SiO<sub>2</sub>、B、H<sub>2</sub>S、Al、Pb、Cs、Fe、Mn、Li、Sr、Cu、Zn、Hg、As、Ba、Sb、偏硅酸等，共 4 组；

(3) 同位素分析：主要采集钻孔地热流体，分析项目包括 <sup>14</sup>C、<sup>2</sup>H、<sup>3</sup>H、<sup>18</sup>O，共 4 组

(4) 放射性分析：主要采集钻孔热流体，分析项目为 α、β、Ra、Rn、U，共 4 组；

(5) 污染物指标分析：主要采集钻孔热流体，分析项目为挥发性酚、氰，共 4 组；

(6) 地表冷水全分析：3 组，分析项目与地热流体相同；

(7) 雨水：3 组，<sup>18</sup>O、<sup>2</sup>H，用于克雷格曲线分析大气降雨与地热流体的关系；

(8) 薄片鉴定：3 组，岩石组分及类型鉴定。

## 第六章 绿色勘查方案

### 第一节 目的任务

在完成项目既定成果目标过程中，针对勘查区生态环境敏感脆弱区环境属性定位，开展绿色钻探和生态修复等绿色勘查手段，着重解决经济林地中的污染和施工后的生态修复、复垦。在此基础上，对方法进行总结，形成可实行、可复制，可推广的绿色勘查、生态修复技术规程和相关措施。

### 第二节 基本原则

1、绿色发展，牢固树立绿色发展理念，将绿色发展理念贯穿于勘查活动的全过程，将保护生态环境作为勘查活动中应尽的义务和责任。

2、创新驱动，依靠科技和管理创新，采用新手段、新方法、新工艺、新设备，最大限度地避免或减轻勘查活动对生态环境的扰动、污染和破坏。

3、和谐共赢，尊重自然，因地制宜开展工作；尊重勘查活动所在地民俗，构建和谐勘查氛围；统筹兼顾勘查效益、生态环境效益和勘查活动所在地社会效益。

4、管理规范，制定有关勘查生态环境保护、土地复绿等规章制度和保障措施，将绿色勘查管理内容融入日常工作，责任明确、管理措施和投入到位。

### 第三节 工作内容

绿色勘查的实施应包括以下内容：

1、采取有效的技术及管理措施，做好安全文明施工、生态环境保护等各项管理工作。

2、采用先进的技术、方法、工艺、设备和新材料，积极开展勘查科技与管理创新。

3、勘查工作中，定期或不定期地对绿色勘查工作进行检查评价以及生产安全事故隐患的排查治理工作，对出现的动态问题及安全隐患，及时采取有效的技术措施及管理方法预防、控制及处理，消除安全隐患，预防事故发生。

4、项目勘查工作结束或阶段工作结束，应针对勘查活动造成的环境影响，

根据国家法律法规、强制性标准和恢复治理设计要求，结合地方社会经济发展需求，及时开展环境恢复治理，恢复或消除勘查活动对生态环境造成的负面影响。

5、勘查工作中，保持与当地政府及社区居民的联系沟通，力争当地政府及社区居民的理解、支持和帮助，处理好当地关系和各方利益，避免产生矛盾，及时化解纠纷。

本次勘查对工作区破坏、污染较大的工作为钻探工程，在钻探工作中宜做到以下几点：

### 1、钻探场地布置

钻探场地，应依据现场地形条件和工作需要，对钻探设备、附属设施、材料物资、临建设施等进行合理布置，优化功能分区。其中，附属设施中的钻井液循环系统（清水池或泥浆池、废浆池等）可不与钻进施工布置在同一场地。当多个钻孔在同一区域同时施工时，符合条件的可布置一套共用的钻井液循环系统。

### 2、驻地建设

项目驻地宜优先就近租用当地民居或公共建筑物。新建项目驻地，应综合考虑安全、卫生、生态环境保护等因素，避开水源保护区、水库泄洪区、病险水库下游、强风口、高压走廊影响区域，选择在基础稳定，周边截、排水良好，无地质灾害及山洪灾害隐患，对环境影响较小的区域进行建设，尽量采用对环境破坏较小的设施。

### 3、驻地管理

项目驻地应明确绿色勘查岗位职责，建立配套管理制度，规范设置项目概况、环境保护措施等标示牌，驻地管理应符合DZ/T0351-2020要求。

优先采用公用电网，如自行发电，应采用低噪声和低污染物排放的发电设备。

工作区产生的废弃物应按照GB50869要求处置，确保驻地人身、环境安全。

生活区的生活垃圾应分类收集，定期送往就近垃圾处理地，按规定进行公共垃圾处理。远离公共垃圾处理地的餐厨垃圾和无毒无害可降解的垃圾就地掩

埋;对有毒有害的垃圾应回收处置;自建厕所应远离水源或采取防渗措施隔离水源,防止水环境污染。

#### 4、钻探施工

施工操作场地、材料物资存放场地等地面应铺设防渗材料,如厚度大于或等于3mm的土工布等。油料存放地、循环沟、浆液池、垃圾池等易发生渗漏污染的表面,应采用防渗土工布(一膜一布或两膜夹一布的土工布,厚度大于或等于5mm)或高密度聚乙烯(HDPE)土工膜作防渗铺垫进行防渗处理,预防渗漏污染。在机台下方和设备检修区域,须铺设吸油毡。

钻井液循环系统宜采用移动式泥浆箱及管道,尽量避免现场开挖;确需开挖的,其容积应按钻孔设计深度进行计算,底部应铺设防渗材料进行防渗处理。

钻探施工冲洗液使用泥浆时,应采用优质环保浆液。钻井液材料及处理剂应符合GB/T5005的规定。

施工过程中发现孔内严重漏失和施工现场周边泉点的水质、水量、颜色有变化时,应分析原因,确认漏失层(段),并采用环保材料堵漏或下人套管等方法进行封堵;当发现孔内涌水时,应对钻孔中接触的承压水进行控制,防止浪费和不同含水层间的交叉污染。

钻孔终孔后应按照相关设计做好封孔工作,实行全孔封闭,并设置永久性标志,确保封孔质量,以恢复地下水环境或减轻钻探施工对地下水环境造成的扰动影响。

#### 5、场地恢复

损毁土地复原后,应将开挖前的表土均匀覆盖在底土之上,草地、林地有效覆土厚度大于20cm;耕地、园地有效覆土厚度大于40cm,确保覆土厚度及土质能满足植被正常生长需要。

仅压占但未受到挖损、污染的场地,可采取深翻、松土、培土等方式使表土达到复垦要求。

耕地复垦。采用深翻、松土及覆土换填等方法对耕地进行复垦,复垦后耕地坡度和有效土层厚度及土壤质量应满足当地农作物耕种条件,并移交土地使用者自行耕作及管理。复垦耕地质量应符合TD/T1036等相关要求。

林地复绿。移植的林木应全部回植,未成活的应进行补植,无法移植的应

种植，新种植的林木应结合当地气候环境条件，选择适宜的品种，种植的坑穴规格及其施工等应符合林木种植相关标准要求。复垦林地质量应符合TD/T1036等相关标准要求。

草地复绿。依靠自然能力无法自我恢复的地区，剥离的草皮应全部复植、将原剥离的根系腐殖土铺垫在覆盖的表土上，再将剥离养护的植被依次紧凑铺平复植。植被复植后应适当浇水养护，确保与开挖前状态基本一致。复绿草地质量应符合TD/T1036等相关标准要求。

## 第七章 质量管理与监控

### 第一节 质量控制目标

本次项目工作的预期目标为编制项目成果报告。为使得勘查工作能达到该项预期目标，本次工作制定的质量控制目标为：勘查工作设计与勘查成果报告达到良好级或以上。

### 第二节 质量控制体系

为了保质保量如期完成本次勘查工作，我公司将根据GB/T19001-2008（ISO9001:2008）标准建立质量管理体系，并遵循我单位制定的各类项目管理办法开展勘查工作。

项目负责人是本项目质量的第一责任人，项目技术责任人具体负责技术管理及质量管理，按项目技术责任制承担分项勘查工作的审查核定工作。

质量控制程序如图7-1所示：

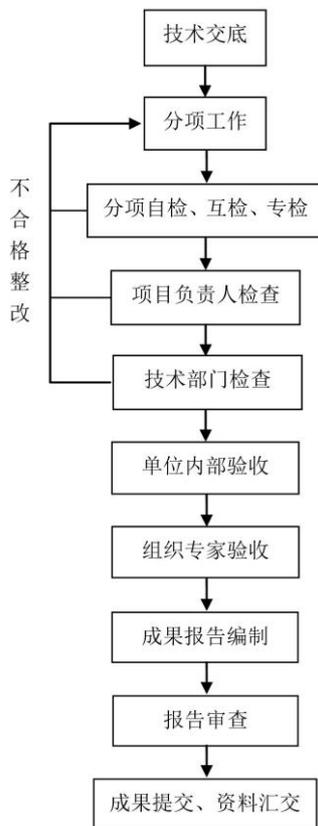


图7-1 质量程序控制框图

主要措施如下：

1、建立公司、二级部门和项目组三级质量管理及保证体系。落实项目负责人责任制，项目负责人同时是质量第一负责人，项目组成员各自承担相应的责任，相互监督检查，严格按照有关规范、标准、规程和细则开展工作；

2、为保证本项目产品质量，需提前做好项目质量策划。质量策划由项目负责人直接负责编制工作大纲，包括项目质量目标及特殊质量要求、为达到质量目标及特殊质量要求所需的资源配置等；对特定的产品，如采用新工艺、新方法和有特殊要求的产品应编写质量计划；

3、提前组织本项目全体工作人员进行质量管理培训，严格按照勘查设计和有关操作规程开展现场工作并作好记录；

4、在项目实施过程中，严格执行单位制定的项目管理办法的规定和其他相关质量管理标准、规范；各专业负责人在作业现场进行指导、督促检查原始资料取得的方法、手段及使用仪器的合理正确，对分项工作资料检查验收签字，项目负责人及技术负责人负责检查其正确性和完整性；

5、落实“三检”制度，自觉接受本单位及上级有关部门对项目的抽查或检查，技术负责部门定期或不定期检查；项目组内实行经常性检查与定期检查相结合，成果资料与实地检查相结合，对依据不足或争议较大的关键地质问题，应实地解决；做到自检、互检100%，专检抽查30%以上，对各类图件100%的进行审查，并按规定填写相应的质量检查卡片；

6、地面调查与物探工作做完以后，开展孔位论证会。为确保成功率，布孔时，要考虑J1与ZK1之间的距离，如果太近，则干扰太大，实际上达不到两井的作用。基于地热地质测量及物探工作，圈定地热资源有利开发范围，论证钻孔布设位置及深度，为钻探工作提供地质依据。

7、采取走出去、请进来的方式，有计划选派技术骨干接受业务培训或参加学术交流，聘请在本地区长期工作、作出过较大贡献、有重要影响的知名专家进行现场指导，不断提高项目成员的理论水平和实际工作能力，达到提高项目成果质量的目的；

8、密切关注国内外科研生产动态，引进新理论新方法，拓宽思维，增强创新能力；加强项目成员之间的业务交流，开展多学科多专业联合攻关；加强与

其它工作项目间的信息交流与合作。

## 第八章 组织管理及保障措施

### 第一节 施工管理的组织

为确保本次勘查工作按计划顺利完成，我单位将成立勘查项目组，负责勘查项目全过程的施工质量、施工进度、施工安全、文明施工及各方联络、协调等事项。项目组下设测绘组、地热地质调查组、物探组、地热钻探组及科研组，实行项目负责人制。各工作组职责分配如下：

测绘组负责勘探点测量工作、地形图修测与数字化成图；

地热地质调查组主要负责地热地质调查工作的实施，包括现场踏勘、前期资料的收集与分析、样品采集、后期负责长观点的建设及动态监测工作；

物探组负责物探工作及物探专项报告的编写；

地热钻探组负责地热钻探工作及钻孔资料的整理；

科研组负责针对项目工作中的重点和难点问题进行专题研究及报告的编写。

施工管理组织机构如图8-1所示：

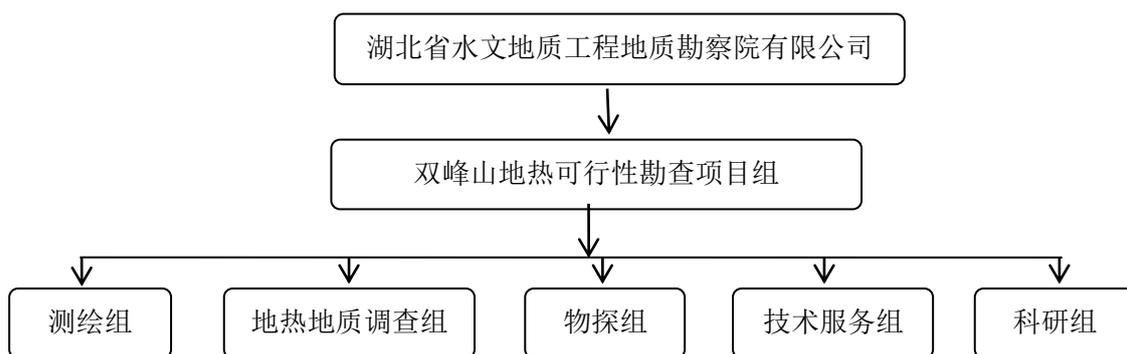


图8-1 施工管理组织机构图

绿色勘查组织管理：

1、绿色勘查管理工作实行分级负责管理。公司、项目组都要按照绿色勘查的要求明确管理机构和人员，建立以绿色勘查责任制为核心的各项管理制度和

操作规程。地勘院、项目组要根据工作性质组建绿色勘查管理小组，统一负责其自身及外来施工队伍的现场绿色勘查管理工作。

2、按照国家和地方相关法律法规的规定，结合本单位生产经营实际，建立健全内部绿色勘查管理制度及操作规程，主要的绿色勘查管理制度包括：主要负责人、分管负责人、绿色勘查管理人员和职能部门、项目各班组、各岗位的绿色勘查责任制度、绿色勘查教育培训制度、现场绿色勘查检查制度、部门级兼职绿色勘查员制度，外包工程绿色勘查监管制度、绿色勘查投入保障制度，环境恢复治理及评价制度，绿色勘查检查验收制度，绿色勘查考核和奖惩制度等。做到用制度约束全体员工的行为，用制度管人、管物、管事，提升绿色勘查水平，逐步建立起绿色勘查的长效机制。

3、绿色勘查监督管理工作要建立健全协调配合、责权明确、行为规范、奖惩严明的责任制度，通过教育培训等方式提高全员的绿色勘查意识，规范从业人员的环保行为，建立绿色勘查检查验收工作制度，实行谁检查谁验收，谁签字谁负责，做到不打折扣、不留死角、不走过场，务必见到成效。

4、野外作业项目在院绿色勘查职能部门指导下，认真开展野外绿色勘查工作，强化职工绿色勘查培训，增强职工绿色勘查意识。

5、队绿色勘查主管部门依据生产季节及上级要求，对野外生产单位进行绿色勘查专项检查或不定期的抽查。

## **第二节 施工保障、应急措施**

勘查工作过程中施工保障及应急措施主要包括以下五点：

1、开工前进行安全生产教育，强调按程序施工，按规范操作，严格执行国家、部门生产条例，进行文明施工。

2、施工中加强安全生产检查，设立安全生产巡检员，对事故隐患立即整改，对相关责任人进行离岗培训。

3、做好安全生产防护，配齐安全生产设施及防护装备，不配戴安全防护装备者，严禁进入施工现场。

4、做好安全生产警戒，根据实际工况，设置警戒线，确定警戒联络方式，派专人进行警戒值班。

5、根据实际工况，制定安全生产措施，并根据勘查工作中可能出现的突发状况提前制定现场应急处理方案。

### 第三节 施工安全生产管理

勘查工作中安全生产工作至关重要，须从安全生产管理、安全生产措施等方面着手，确保本次勘查工作的顺利进行。

#### 1、落实安全生产责任制度

根据本项目的特点及条件制定《安全生产责任制》，明确项目负责人、专职安全员、技术负责人、兼职安全员等各级人员的安全生产职责，做到纵向到底，横向到边，做好本岗位的安全工作。

#### 2、建立健全安全生产管理体系

建立健全安全生产管理体系主要包括：

（1）建立健全安全生产管理组织机构，由项目经理担任安全生产第一责任人，配备专职安全员，负责开展各项安全生产工作；

（2）建立健全安全生产管理体系，坚持全员、全过程、全方位、全天候的动态管理。由专职安全员制定各项安全生产管理办法，并督促检查各单位严格执行。

#### 3、落实安全生产教育、培训制度

（1）针对项目特点，对所有从事管理和野外作业的人员施工前进行全面的安全生产教育，重点对专职安全员、作业组长、从事特殊作业的机械工、车辆驾驶员等进行培训教育；

（2）通过安全教育，增强项目组成员安全意识，树立“安全第一，预防为主”的思想，并提高项目成员遵守工作安全纪律的自觉性，提高项目整体安全防护的意识和自我防护能力。

#### 4、严格执行安全生产检查制度

安全生产检查制度由专职安全员负责执行，并保证《安全检查制度》的落实，明确检查日期、检查人员，作定期和不定期检查。对检查中发现的安全问题，及时制定整改措施，下发隐患整改通知，定人限期整改。

安全检查的主要内容包括：

(1) 查思想，主要检查项目负责人、组员和各相关辅助机构对安全生产工作的认识；

(2) 查管理，主要检查项目的安全生产管理是否有效，安全生产责任制、安全技术措施计划、安全组织机构、安全保证措施、安全技术交底、安全教育与培训、持证上岗、安全设施、安全标识、操作规程、违规行为和安全记录等；

(3) 查隐患，主要检查作业现场是否符合安全生产的具体要求；

(4) 查整改，检查前期安全检查过程中提出的问题的整改情况。

#### 5、逐级安全技术交底制度

地面调查、物探、钻探等分项工程在制定施工实施方案时，所有的施工组织设计和技术措施文件，必须有明确的安全防范措施，在每个项目、工序施工前需报项目负责人审核。在每个项目开工前，根据施工技术措施，组织有关人员进行详细的安全技术交底。

#### 6、安全生产动态管理制度

安全生产实行动态管理，在项目进行过程中，结合工作条件、工作方式的变化，及时对安全管理制度、措施、操作规程等按照相关程序进行补充、修改、完善，以满足新的安全生产管理工作的需要。

### 第四节 职业健康安全保障措施

勘查作业现场职业健康与安全，应严格依照国家相应的法律法规和GB14161、GB15848、GB16423、GB/T28001等国家标准要求，严格执行AQ2004、EJ275、SY6349、SY/T6276等行业标准。

员工进入作业现场，应经过相应的职业健康与安全培训、作业技术培训。制定作业行为培训制度，对新员工进行规定的培训，对出现不规范行为的人员进行再培训。

### 第五节 环境保护措施

按照施工现场环境保护管理的要求，应做到以下几点：

1、施工组织设计中包含防治扬尘、噪声、固体废弃物和废水等污染环境的

有效技术措施，特别是钻探施工过程中要严格组织实施，例如妥善处理钻探施工过程中的泥浆水，未经处理不得随意在泉水出露点附近排放；采取有效措施控制施工过程中的扬尘；对产生噪声、振动的施工机械，采取有效控制措施，减轻噪声扰民；

2、地热流体矿化度高，抽水试验过程中抽取的地下热水需经过有效处理，以免造成环境污染。目前国内主要采用石灰沉淀预处理—水生植物塘系统处理地热废水，且已获得良好效果。本次初步设定利用钻孔ZK1北部的塘，养殖芦苇、凤眼莲等几种常见的水生植物，地热废水经过石灰沉淀池进行预处理，再经过植物塘的进一步净化，出水完全可达到国家农田灌溉水质标准。

3、施工现场应建立环境保护管理体系，落实项目经理责任制，责任到人，层层落实，确保环保管理体系有效运行；

4、项目承担单位、二级单位、项目组定期开展检查监督工作，特别是加强钻探施工过程中针对施工现场的检查；

5、提前针对相关技术人员进行环保法规知识的培训考核，并做好思想工作，加强相关技术人员的自觉环境保护意识。

## 第九章 预期成果

本次勘查工作将严格遵循地热资源地质勘查规范（GB/T 11615-2010）等相关规范、规程的技术要求，在分析资料和取得成果基础上编制《孝感市双峰山温泉酒店地热资源可行性勘查报告》及附图、附表和附件，进行资源储量估算。

### （一）报告提纲（参考）

- 1、前言
- 2、地热地质研究程度及勘查工作质量评述
- 3、区域地质条件
- 4、地热地质条件
  - 4.1 地热边界条件
  - 4.2 热储特征及其埋藏条件
  - 4.3 地热流体流场特征及动态
  - 4.4 地温场特征
- 5、地热流体化学特征
  - 5.1 地热流体化学组分特征
  - 5.2 地热流体化学组分动态变化
  - 5.3 同位素化学与地热田成因分析
- 6、地热资源计算与评价
  - 6.1 热储模型
  - 6.2 主要计算参数
  - 6.3 地热储量计算
  - 6.4 地热流体可开采量计算与评价
- 7、地热流体质量评价
- 8、地热资源开发利用与保护
- 9、结论

### （二）附图

- 1、孝感市双峰山温泉酒店地热田可行性勘查实际材料图；

- 2、孝感市双峰山温泉酒店地热田地质图（1：1万）；
- 3、孝感市双峰山温泉酒店地热田地质剖面图（1：2千）；
- 4、孝感市双峰山温泉酒店地热田水文地质图（1：1万）；
- 5、孝感市双峰山温泉酒店地热田钻孔抽水试验综合成果图。

### （三）附表

- 1、钻孔抽水试验成果表
- 2、钻孔地下水动态观测记录表

### （四）附件

- 1、水质检测报告
- 2、岩矿检测报告
- 3、物探报告

### （五）资源储量估算

该地热田没有进行专门性地热勘查，资料较为缺乏，仅省水文队1988年编制的《湖北东部地下热水形成条件及分布规律研究报告》有关章节对地下热水单井涌水量有简单记载，由于资料精度有限，无法获知地热田范围，故无法对整个地热田可开采资源储量进行估算。预计随着本次勘查工作精度提高，双峰山温泉酒店地热田资源储量将必然增大。

## 第十章 经费预算

### 第一节 项目概况

项目名称：孝感市双峰山地热资源可行性勘查项目；

委托方：孝感市双峰山旅游度假区管理委员会；

工作周期：14个月；

工作经费及来源：529.89 万元，全部由孝感市双峰山旅游度假区管理委员会投入。

### 第二节 项目预算编制依据

编制方法按有关规程、规范、规定和预算定额进行编制。编制依据如下：

- 1、本项目的设计方案；
- 2、财政部、国土资源部印发的《地质矿产调查评价专项资金管理办法》（财建〔2010〕174号）；
- 3、中国地质调查局下达的《中国地质调查局关于地质矿产调查评价项目预算编制和审查要求（试行）的通知》（中地调函〔2010〕88号）；
- 4、中国地质调查局下达的《地调局关于地质矿产调查评价项目预算编制与审查补充要求的通知》（中地调函〔2010〕255号）；
- 5、中国地质调查局制定的《地质调查项目预算标准（2021年）》；
- 6、国土资源部下发的《国土资源部项目支出预算管理办法》（国土资发〔2013〕80号）；
- 7、国土资源部下发的《地质矿产调查评价专项项目管理办法》（国土资发〔2014〕153号）；

8、项目所在地的交通位置、地理条件、社会经济情况，以及当地人工、材料市场价格。

### 第三节 采用费用标准及计算方法

依据项目工作性质、工作目标、工作任务和工作安排，本项目属于野外工作量实施为主体的调查评价项目，根据中国地质调查局下达的中地调函〔2010〕88号《中国地质调查局关于地质矿产调查评价项目预算编制和审查要求（试行）的通知》，应按甲类项目编制项目预算。

项目按地形测绘、地质测量、物探、岩矿测试、其他地质工作、工地建筑等投入的工作手段逐项计算。

根据前期调研确定的技术条件(主要是地质复杂程度等)和本次工作部署的实物工作量，选择《地质调查项目预算标准》（2021年）中适用的预算标准，按项目投入手段逐项进行计算。计算公式为：预算费用=单位预算标准×工作量。

### 第四节 预算合理性及可靠性分析

本项目采用了地形测绘、地质测量、物探、岩矿测试、其他地质工作等工作手段。工作选择的技术方法和手段符合有关规范要求，投入的实物工作量合理。确定的工作项目技术条件准确，所采用的费用标准符合《地质调查项目预算标准（2021年）》及工作区的实际，预算经费计算方法和总预算结果合理可靠（见下表10-1 工作手段费用结构表）。

表10-1 工作手段费用结构表

工作手段序号	工作手段名称	预算(元)	预算结构百分比
一	地质测量	40708	0.77%
二	物探	465360	8.78%
三	钻探	4100000	77.37%
四	抽水试验及监测	47808	0.90%
五	岩矿测试	36295	0.68%
六	其他地质工作	215000	4.06%
八	工地建筑	93803.42	1.77%
九	税金	299938.47	5.66%
合 计		5298912.89	100.00%

## 第五节 预算结果

孝感市双峰山温泉酒店地热可行性勘查项目总预算经费 5298912.89 元，其中，钻探工程费用为 410 万元，该部分工程由业主另行委托第三方单位实施。总预算结果详见表 10-2：

表10-2 项目总预算表

序号	费用名称	单位	工程 量	收费基价 (元)	附加调 整系数	总价 (元)	备注
一	地质测量					40708	
1	综合水文地质测量 (1:2.5 万)	Km <sup>2</sup>	8	1253	系数 1.0	10024	地质复杂程度：II
2	综合水文地质测量 (1:1 万)	Km <sup>2</sup>	2	3109	系数 1.0	6218	地质复杂程度：II
3	地热地质专项测量 (1:1 万)	Km <sup>2</sup>	2	3445	系数 1.0	6890	地质复杂程度：II
4	地质剖面测量 (1:2 千)	Km	2	8788	系数 1.0	17576	地质复杂程度：II
二	物探工程					465360	

序号	费用名称	单位	工程 量	收费基价 (元)	附加调 整系数	总价 (元)	备注
1	可控源音频大地电磁 测深	点	210	1820	系数 1.0	382200	地形等级: III
2	视电阻测井	m	1980	10	系数 1.0	19800	
3	井温测井	m	1980	10	系数 1.0	19800	
4	声波测井	m	1980	12	系数 1.1	23760	
5	自然电位测井	m	1980	10	系数 1.0	19800	
<b>三</b>	<b>钻探工程</b>					<b>4100000</b>	钻探工程由第三方单 位实施
1	地热地质钻探	m	2000	1770		3540000	孔深: 0-2000m 岩石分类: II
2	成井材料	m	1400	400		560000	
<b>四</b>	<b>抽水试验及监测</b>					<b>47808</b>	
1	抽水试验	台班	48	840		40320	
2	动态监测	次·点	144	52		7488	
<b>五</b>	<b>岩矿测试</b>					<b>36295</b>	
1	地热流体全分析	组	4	725		2900	
2	微量元素分析	组	4	950		3800	
3	放射性测试	组	4	2000		8000	市场价
4	同位素分析	组	4	4300		17200	市场价
5	污染物指标分析	组	4	240		960	市场价
6	地表水全分析	组	3	725		2175	
7	雨水	组	3	300		900	市场价
8	岩样薄片鉴定	组	3	120		360	
<b>六</b>	<b>其他地质工作</b>					<b>215000</b>	
1	勘查设计费	份	1	40000		40000	
2	钻探技术服务费	份	1	70000		70000	钻探技术指导及提交 材料规范化
<b>3</b>	<b>综合成果报告编制费</b>	份	1	75000		75000	

序号	费用名称	单位	工程 量	收费基价 (元)	附加调 整系数	总价 (元)	备注
4	印刷费	套	1	30000		30000	
七	工地建筑					<b>93803.42</b>	工地建筑预算标准为 2%
八	税金	项	1			<b>299938.47</b>	税率 6.0%
合计						<b>5298912.89</b>	