

湖北省嘉鱼县石泉地热资源 可行性勘查设计

湖北省地质局第四地质大队

二〇二三年十一月



湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性 勘查设计

编写单位：湖北省地质局第四地质大队

项目负责：肖友发 洪 标

编写人：洪 标 李 强 范海彬 钟 温

占 佳 汪 玮 龙少秋 冯浩然

审 核：赵子良

技术负责：张文胜

法人代表：石德强

提交单位：湖北省地质局第四地质大队

提交时间：2023 年 11 月



目 录

1 前言	1
1.1 目的任务	1
1.2 勘查区范围及自然条件	2
2 前期地热地质工作情况	7
2.1 前期工作、踏勘情况	7
2.2 以往地质工作	7
3 生态红线查重及规避情况	17
4 区域地热地质特征	18
4.1 区域地层岩性	18
4.2 区域构造	20
4.3 水文地质特征	24
4.4 工程地质特征	26
5 勘查区地热地质特征	29
5.1 地层	29
5.2 构造	32
5.3 地温场特征	36
5.4 地球物理特征	44
5.5 地球化学特征	53
5.6 工作区已有地热田地热地质特征	57
5.7 勘查区地热地质特征	58
6 工作部署	68
6.1 工作部署原则	68
6.2 技术路线	68
6.3 总体工作部署	69
6.4 主要实物工作量	78
6.5 工作计划	79
7 工作方法和技术要求	83

7.1 技术标准	83
7.2 工作内容	83
7.3 技术要求	85
8 绿色勘查技术要求	100
8.1 矿区环境属性定位及环境影响分析	100
8.2 钻探施工保障措施	101
8.3 其他工作保障措施	103
9 质量控制措施	105
9.1 质量管理	105
9.2 质量监控	111
10 组织管理及保障措施	112
10.1 项目组织管理	112
10.2 人员配备	112
10.3 设备配备	116
10.4 安全管理与保障措施	120
10.5 环保管理与保障措施	133
11 预期成果提交	137
12 经费预算	139
12.1 项目概况	139
12.2 预算编制依据及技术条件	139
12.3 费用标准及计算方法	140
12.4 预算结果	142

附图目录

1. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查地形地质图 1:10000
2. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查地形地质图 1:25000
3. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查重点区氦气测量成果图
4. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查工作部署图 1:25000
5. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查地热钻孔 DRJ01 设计图 1: 5000
6. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查地热钻孔 DRJ02 设计图 1: 5000
7. 湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查地热钻孔 DRJ03 设计图 1: 5000

附件目录

1. 附件 1-湖北省嘉鱼县石泉地热勘查项目中标通知书
2. 附件 2-湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查物探成果资料及图件
3. 附件 3-湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查（地面调查）设计及相关附件

湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查项目

中标通知书

湖北省地质局第四地质大队：

湖北建哲工程项目管理有限公司受嘉鱼县城镇建设投资有限公司的委托，就其“湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查项目”进行了公开招标，现评审工作已经结束，经评审小组评审推荐、招标人确认，贵公司为中标人。

中标内容：全面收集前人资料综合研究分析，结合嘉鱼县发展需求，进行详细勘探，通过钻探及抽水试验等技术手段，对嘉鱼县石泉村一带地热地质条件做出评价，提交可供生产地热井 3 口，水温 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ，单井可采水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ ，日开采总量不低于 $1500\text{m}^3/\text{d}$ 。

中标价：15885800 元

请贵公司接此通知书后在 30 日内与招标人签订合同，并按招标文件要求和投标文件的承诺履行完合同。

特此通知。

湖北建哲工程项目管理有限公司
2023 年 11 月 29 日



《湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查（地面调查）
预可行性论证报告》

评审意见书

∴

二〇二二年五月二十日

评审意见

2022年5月20日，嘉鱼县自然资源和规划局组织评审专家（名单附后），对湖北省地质局第四地质大队（以下简称“地质四队”）编制的《湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查（地面调查）预可行性论证报告》（以下简称“论证报告”）进行了审查，经审阅报告，听取汇报，质询和充分研讨，形成评审意见如下：

一、主要成果

1、在充分收集资料的基础上，开展了地质测量、水工环地质测量，大致查明了地质构造特征、水工环地质特征。

2、通过氦气测量，推测了9条隐伏断裂。

3、通过广域电磁测深测量，大致查明了区内热储层、热储盖层、断裂构造的空间分布特征。

4、通过综合分析，初步优选了地热孔位。

二、存在的主要问题及建议

1、补充收集物探、钻探等相关资料，结合区域构造样式进一步优化区域地热模型。

2、结合实际情况进一步优化孔位布设。

三、评审结论

经评审，《论证报告》章节齐全、内容丰富、附图清晰规范，满足相关规范要求，专家组建议通过报告评审，建议按专家提出的问题进行修改完善，提交项目主管单位。

报告评分91分，优秀级。

主审专家：



专家组成员：



2022年5月20日

1 前言

1.1 目的任务

1.1.1 项目来源

嘉鱼县政府已将嘉鱼县石泉地热纳入《嘉鱼县国土空间总体规划(2021-2035年)》、《嘉鱼县矿产资源总体规划(2021-2025年)》。

围绕咸宁市发展的总要求,对接湖北“六大定位”,以推动高质量发展为主题,聚力生产、生活、生态“三大领域”全面建设“五高新嘉鱼”。嘉鱼县先后引进了诗经文旅小镇、蜜月湾及阿洛亚康养度假产业综合体等大型康养文旅项目。为确保康养项目的顺利推进,解决企业对地热温泉的需求,合法合规对资源进行勘探,2022年1月24日,县政府特将嘉鱼县石泉地热勘查(地面调查)项目纳入县财政预算,并委托嘉鱼县城镇建设投资有限公司开展招投标工作,2022年5月由中标单位完成并提交了嘉鱼县石泉地热勘查(地面调查)项目成果报告。

为进一步加强地热资源的保护与合理利用,促进嘉鱼县温泉地热产业发展,完善矿产资源储量的动态监督管理制度,维护国家和投资者的合法权益,湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查项目于2023年10月31日在咸宁市电子招标投标交易平台发布招标公告,2023年11月23日在土地和产权交易厅509开标,经评标委员会评标,由湖北省地质局第四地质大队中标,项目编号JYZX-202310QT-010001001,中标金额1588.58万元。

1.1.2 目的

全面收集前人资料综合研究分析,结合嘉鱼县发展需求,进行详细勘探,通过钻探及抽水试验等技术手段,查明地热田地层结构、主要导水与控热构造,热储的岩性、厚度、分布、埋藏条件,采用热储法、比拟法等方法详细计算地热储量、地热流体可开采量,对嘉鱼县石泉村一带地热地质条件做出评价,提交可供生产地热井3口(单井水温 $\geq 40^{\circ}\text{C}$,单井可采水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$,日开采总量不低于 $1500\text{m}^3/\text{d}$)。

1.1.3 任务

1. 充分收集勘查区内地质、物探、化探、遥感、重砂和科研资料并开展现场踏勘工作,按照任务书要求编写经济合理、地质依据充分的可行性勘查设计方案;

2. 根据前期地面调查工作成果,对选定的3口地热钻孔孔位进行钻探成井(提交可供生产地热井3口,水温 $\geq 40^{\circ}\text{C}$,单井可采水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$,日开采总量不低于 $1500\text{m}^3/\text{d}$),查明勘查区地层结构、热储及其盖层的地热增温率等,以满足目的任务要求。

3. 对地热钻井进行产能试验,查明热储的渗透性、地热流体温度、压力、产量及化学组分等,了解井间干扰情况及流体动力场特征,确定地热资源评价参数;

4. 对地热钻井进行动态监测,掌握地热流体的水文动态变化情况;

5. 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,计算控制的地热储量、地热流体可开采量,编制可行性勘查成果报告,为开采设计提供依据。

1.1.4 工作周期

根据设计工作量,及目的任务要求,本着科学、合理、节约的方针,结合实际工作效率,本项目预计工作时间为240日历天内完成野外验收及成果报告编写。

1.2 勘查区范围及自然条件

1.2.1 地理位置及行政区划

勘查区位于嘉鱼县的南端高铁岭镇石泉村,北距县城18公里,南距赤壁市21公里,距京珠高速、107国道18公里,距长江深水码头6公里,距湖北省会武汉100公里,以勘查区北部长河为界,以北为陆溪镇管辖,以南为高铁岭镇管辖。勘查区内多为乡村水泥公路,交通较方便。(见图1-1)。

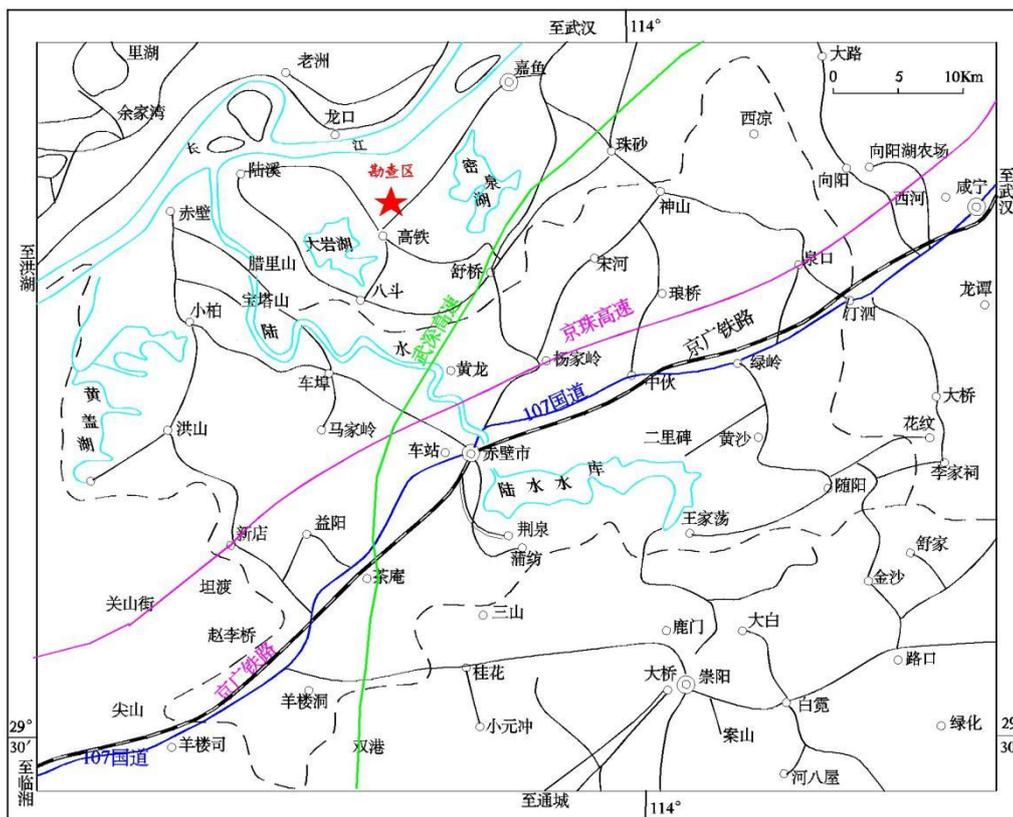


图 1-1 勘查区交通位置图

根据我单位前期地面调查工作及现场实地踏勘圈定了本次工作区范围及重点勘查区范围，工作区范围由 6 个拐点圈闭，面积 14.2km²，重点勘查区范围由 10 个拐点圈闭，面积 0.71km²。工作区范围见下表 1-1，勘查区范围各拐点 2000 坐标系见下表 1-2：

表 1-1 工作区各拐点坐标

拐点号	CGCS2000 坐标系		面积 (Km ²)
	X	Y	
1	3307346.697	38478598.491	14.2
2	3308069.747	38480124.384	
3	3310131.151	38481980.209	
4	3308608.442	38483853.619	
5	3304677.363	38480051.328	
6	3305876.622	38477926.552	

表 1-2 勘查区各拐点坐标

拐点号	CGCS2000 坐标系		面积 (Km ²)
	X	Y	
1	3306982.996	38480193.002	0.71
2	3306710.001	38480223.992	
3	3306702.017	38480420.003	
4	3306180.006	38480243.014	
5	3306123.997	38480104.012	
6	3306158.004	38479823.989	
7	3306475.005	38479422.013	
8	3306825.977	38479254.010	
9	3307005.990	38479467.996	
10	3307018.014	38479744.996	

1.2.2 气象

勘查区系亚热带湿润气候，四季分明，雨量充沛，受季风影响，冬冷夏热，冰冻期短。七月份气温最高，极端最高气温 39.7℃，元月份气温最低，极端最低气温负 12℃。最大蒸发热量 1895.0 毫米，最小蒸发量 1125.5 毫米，常年平均蒸发量 1414.9 毫米。降水多集中在 4—9 月份，占全年降水总量的 60%，3 月和 9—10 月为平水期，11 月至次年 2 月为枯水期。多年最大年降水量为 2092.6 毫米，最小降水量为 1098.0 毫米，10 年平均降水量 1574.0 毫米，雨季平均日降水量 11.6 毫米，日最大降水量 146.0 毫米，多年平均降水日数 111 天，最长无降水日数 44 天。年平均霜期由当年 11 月至翌年 3 月上旬，年平均霜期 89 天。潮湿系数 0.87 属湿度适中带。风向和风速随季节不同而变化，区内以北、东北风为主，最大风速 21.3 米 / 秒(九级风力)，静风平均频率 16%。



图 1-2 嘉鱼县多年平均降雨量柱状图

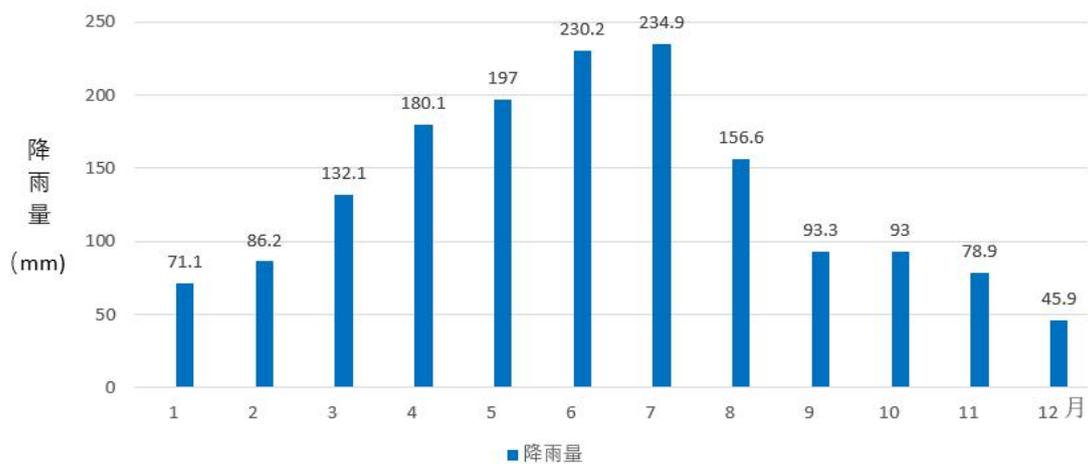


图 1-3 多年月平均降水量

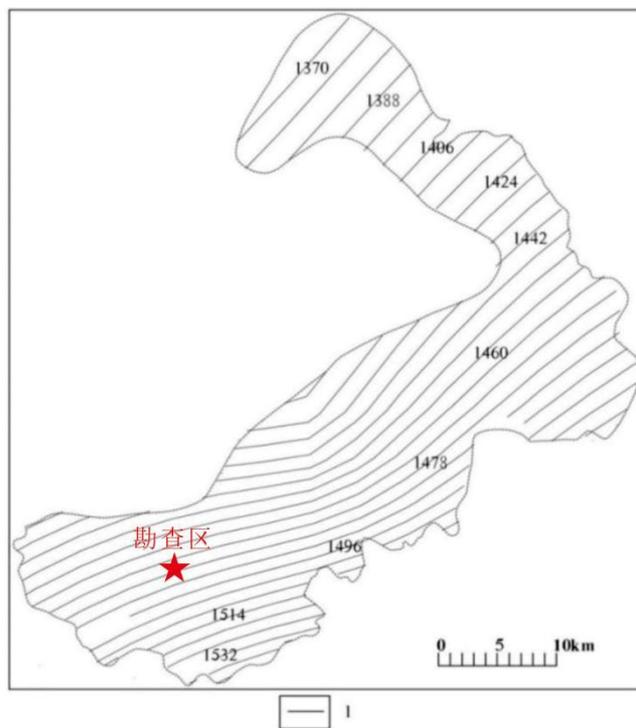


图 1-4 嘉鱼县降雨量等值线图

1. 降雨量等值线

1.2.3 水文

水系较发育，水库、湖泊较多，长江横贯工区北部，长河港呈南西～北东向汇入长江。区内的主要地表水体为大河口湖，水面积约 88 万平方米，水深 1～2m，再往北去约 4km 即为长江。北部 1km 则为一南西-北东人工河渠—长河港，河道宽 35～50m 不等，水深 3～6m，沟通长江和勘查区西部的大岩湖，长年流（积）

水，流域面积 114 平方公里，全长 24.1 公里，是一条集水运、灌溉、排涝于一体的重要水道。南部有人工修建石泉水库、谭家山水库。

1.2.4 地形地貌

嘉鱼县地处幕阜山脉与江汉平原结合部，可划分为长江冲积平原、西南丘陵垅岗和丘陵三种地貌，大体形成“一山三水四分田，两分道路和庄园”的地貌格局。地势从东南向西北倾斜，呈北东—南西向展布，海拔高程最低 18m，最高 243m，其中大部分高程在 19~50m 之间。区域内有众多湖泊，平原上有地表排水河港，长江河道中分布众多沙洲。

根据地貌成因和形态特征，勘查区划分为丘陵垄岗地貌单元，属鄂南丘陵山地与江汉平原的过渡地带，地势总体南东高北西低，为垄岗湖盆~冲积平原地貌，地形总体起伏不大，一般相对高差<30 米，最低侵蚀基准面为 23 米。其北西为蛇屋山（高程 80.5m，距勘查区约 2km），南为高铁镇处的狮子山（高程 182m，距勘查区约 2.5km）。

1.2.5 社会经济状况

嘉鱼县隶属于湖北省咸宁市管辖，国土面积 1019.53km²，其中耕地面积 46.09 万亩，水域面积 47.24 万亩，林地面积 41 万亩，森林覆盖率 28%。总人口数 37.2 万人，总户数 115766 户，辖 8 个乡镇，共 82 个行政村，20 个社区（居委会）。勘查区位于高铁岭镇，面积 122.09km²，共 8 个村、1 个居委会，人口数 3.33 万人。

勘查区隶属嘉鱼县高铁岭镇，粮食作物以水稻、玉米为主，要经济作物有蔬菜、油料、苧麻等；渔业以淡水养殖为主，水产养殖面积超过一万亩。工业以水泥、采矿、化工、石材为主，工区附近有葛洲坝嘉鱼水泥有限公司和湖北金盛兰冶金科技有限公司及嘉鱼县蛇屋山金矿，其中湖北金盛兰冶金科技有限公司先后荣获“十星级文明企业”“十佳（强）纳税大户”“中国民营企业制造业 500 强”“全国节能减排先锋企业”“环境社会责任企业”等一系列荣誉称号；该镇以金盛兰冶金和葛洲坝水泥为龙头，坚持优化企业营商环境，招引了一大批中下游关联企业，吸纳一批重大项目落户高铁岭，全镇经济实力较强。

2 前期地热地质工作情况

2.1 前期工作、踏勘情况

本勘查项目位于湖北省嘉鱼县石泉村一带，本次针对勘查区我单位进行如下前期地质工作：

1. 2023年11月，我单位在获取招标文件后组织人员对勘查区进行了野外踏勘，熟悉了勘查区地形地貌及勘查区的基础地质背景和周边地热勘查成果。

2. 踏勘路线以北西-南东穿越为主，了解了勘查区地层岩性，地表出露基岩地层主要有志留系下统坟头组 (S_1f)、石炭系上统大埔组 (C_2d)、黄龙组 (C_2h)、二叠系下统船山组 (P_1c)—中统茅口组 (P_2m)、第四系更新统残积层 ($Qpe1$)、第四系全新统冲积层 ($Qha1$)。

3. 根据收集前人资料，我单位对勘查区拟布孔位进行现场测量，对勘查场地“三通一平”工作进行调查，对前期准备工作进行了部署，确保项目后期能顺利开展。



图 2-1 施工场地调查、范围测量野外照片

2.2 以往地质工作

2.2.1 区域基础地质

1. 解放以前，1928年，李捷等人在区内作过地质调查，著有《蒲圻、嘉鱼地质书》，编制了1:20万地质图，并首创“蒲圻紫色砂岩层”一名。1948年，高振西、楚旭春等在蒲圻麻土坡作过地质调查，创立“麻土坡煤组”一名。

2. 1959—1980年，长春地质学院、湖北石油队、湖南煤炭物测队、湖北物探队、湖北区测队先后在测区不同地段开展了1:20万石油地质普查、煤矿综合普查、航空磁法测量、1:20万区域地质调查等工作。

3. 1976年湖北省区测队开展1:20万蒲圻幅区域地质矿产调查，建立了区域地层层序和构造格架。

4. 1993—1995年湖北省第四地质大队先后开展了1:5万蒲圻幅、黄盖湖幅、陆溪口幅及嘉鱼县幅区域地质调查，提交了各图幅地质图说明书，为区内勘查工作提供了较全面的基础地质资料。

表 2-1 勘查区区域地质工作程度一览表

序号	资料名称	资料形成时间	承担单位
1	蒲圻东半幅、通山西半幅地质报告	1960	湖北石油队
2	湖北咸宁地区矿产图说明书	1975	湖北省第四地质大队
3	1:20万蒲圻幅区域地质调查报告 (地质、矿产部分)	1976	湖北省地质局区域地质测量队二分队
4	1:50万湖北省环境地质调查	1993	湖北省水文地质大队、湖北省地质环境总站
5	1:5万嘉鱼县幅区域地质调查	1996	湖北省第四地质大队

区域地质调查成果资料在基础地质资料中可利用程度最高，包括1:20万的蒲圻幅，初步划分区内构造空间分布特征，奠定了多期次构造的格局，确立了区内地层单元、岩性组合及标志层，阐明了不同时期构造发育特征；1:5万的嘉鱼县幅的区域地质调查工作，重新归并划分了区内地层单元与岩性组合，阐明了多期次构造分布特征，调查工作基本覆盖勘查区，可利用程度较高。

2.2.2 区域物探、化探地质工作

1. 物探工作

(1) 1974年，湖北省物探队在测区开展了鄂南地区1:5万航磁测量工作；1982—1983年湖北省物探队在测区开展了1:20万区域重力、区域物性测量工作。为区内开展物探工作提供了有利的地球物理前提。

(2) 1977年湖北省航测队在嘉鱼地区开展1:5万航磁测量，测区北部圈定了嘉鱼航磁异常，推断异常为隐伏中酸性岩体引起；中部圈定了宝塔山—何家冲航磁异常带，推测异常为沿断裂构造侵入或喷发的次火山岩或火山岩引起。黄龙街—宋河航磁异常带，推测异常为沿断裂构造侵入次火山岩或中酸性岩脉引起；南部圈定了堤塘魏家—桐梓岭磁异常带，异常沿堤塘魏家—凤凰山—桐梓岭一线分布，推断异常由隐伏一半隐伏的同类小岩体引起。

(3) 1989年原地矿部物化探所与我队合作，在嘉鱼—蒲圻地区开展新一轮1/5万航磁航电测量，进一步圈定了嘉鱼航磁异常的形态和范围，推断隐伏岩体埋深1.5~2.0公里，倾向北东，延深大于10公里。并在南缘梯度带上圈定了呈弧形展布的赤壁—蛇屋山—嘉鱼航电异常带和石码头、宝塔山、何家村等数个由火山岩、次火山岩引起的局部航磁异常。

(4) 1990~1991年省物探队开展嘉鱼—蒲圻地区1/5万重力测量及土壤地球测量，圈定布格重力异常31处、化探异常58处，为蛇屋山矿区周边发现虎山、八字门、尹家畈、楠竹林等金矿床（点）提供了异常信息。

2. 化探工作

(1) 1983-1985年，湖北省物探队在测区开展了1:20万水系沉积物测量工作，为蛇屋山金矿提供了异常信息；据1:20万区域化探成果，本区属小柏—神山中稳背景地球化学区，异常元素组合以Au、Hg、As、Sb、Cu为主，为中低温热液元素组合。

(2) 2019年5月，湖北省地质局第四地质大队对小蛇屋山—上桃红一带进行化探氦气测量扫面工作，共布设南北向30条剖面线，测量密度为250×50m，解译高铁隐伏断裂及次级断裂分布特征，圈定2处异常区。同时，积累了该区土壤氦背景值，为下一步物化探工作提供参考依据。

(3) 2022年2月，湖北省地质局第四地质大队对高铁岭石泉村一带进行1:5000化探氦气测量工作，推断9条隐伏断裂，通过氦异常边界进一步分析了区内断裂组合格局。

表 2-2 勘查区区域物探、化探地质工作成果一览表

序号	资料名称	资料形成时间	承担单位
1	1/20 万蒲圻等幅地球化学图及说明书	1985	湖北省物探队
2	蛇屋山金矿区及外围土壤地球化学测量总结	1991	湖北省第四地质大队
3	1/5 万湖北省嘉鱼地区航空物探（电/磁）综合测量成果报告	1991	地矿部物化探研究所
4	1/5 万蒲圻—嘉鱼勘查区物化探工作报告	1992	湖北省物探队

2.2.3 固体矿产资源勘查

1. 1988 年，湖北省地质局第四地质大队通过化探异常查证发现了蛇屋山金矿，经 1989—1991 年钻探验证及矿区普查，初步查明该矿床为大型规模，矿石具易采、易选特点，适于露天开采、氰化堆浸。

2. 1991—1994 年，湖北省地质局第四地质大队对蛇屋山矿区 4—13 线开展详查—勘探工作，提交了《湖北省嘉鱼县蛇屋山矿区 4—13 线矿段金矿勘探报告》。

3. 1994—1997 年，湖北省地质局第四地质大队对 13—71 线开展详查，提交了《湖北省嘉鱼县蛇屋山矿区 13—71 线金矿详查地质报告》。

4. 1997—1999 年湖北省地质局第四地质大队开展嘉鱼县蛇屋山地区金矿普查，采用 1:2.5 万高精度重力测量及电测深扫面结合蛇屋山、铜山、八字门等金矿床（点）普查和尹家畈、楠竹林、石壁山等成矿有利地段异常查证，对本区域红土型金矿的找矿前景进行了全面评价，提交了《湖北省嘉鱼县蛇屋山地区金矿普查报告》。

5. 2002—2003 年，湖北省地质局第四地质大队开展蛇屋山矿区藕塘湾矿段金矿普查，估算 333+2S22 矿石量 813 千吨、金金属量 1008 千克，于 2005 年 6 月提交《湖北省嘉鱼县蛇屋山矿区藕塘湾矿段金矿地质普查报告》，同年 9 月通过湖北省国土资源厅矿产资源储量评审中心评审，审批文号为鄂土资储备字[2005]28 号，备案的资源储量：333 矿石量 741 千吨、金金属量 951 千克；2S22 矿石量 72 千吨、金金属量 57 千克。

6. 2010 年 7 月-2012 年 4 月湖北省地质局第四地质大队开展了蛇屋山矿区藕

塘湾矿段金矿详查，于 2012 年 4 月提交《湖北省嘉鱼县蛇屋山矿区藕塘湾矿段金矿地质详查报告》，2012 年 8 月 14 日通过湖北省国土资源厅矿产资源储量评审中心评审，审批文号为鄂土资储备字[2012] 57 号。评审备案的资源储量：332 金金属量 1231 千克、333 金金属量 1103 千克。其中详查探矿权内 332 金金属量 1102 千克、333 金金属量 430 千克；地热探矿权内 332 金金属量 15 千克、333 金金属量 36 千克；空白区内 332 金金属量 114 千克、333 金金属量 637 千克。

2.2.4 地热勘查

1. 2003 年，湖北省嘉鱼县藕塘村出于养殖的需要，委托湖北省地质局第四地质大队对地下热水的分布及资源量进行勘查评价，施工了三个勘查钻孔，进行了抽水试验，在小孔径条件下主观测孔流量 628.82 吨/日，满足了鱼塘养殖需求。由于投入的工作量有限，工作程度偏低。

2. 1994 年 9 月，在进行蛇屋山矿区东段金矿勘查施工的 ZK8804 号钻孔中有热水涌出，从而发现该地存在地热资源。2009 年~2011 年湖北省地质局第四地质大队对小蛇屋山地热田进行了普查和详查工作，并提交了报告。《湖北省嘉鱼县小蛇屋山地热田资源勘查报告》。抽水试验情况见表 2-3，该地热田内地下热水的井口温度一般为 40~59℃，属低温地热田资源中的温热水，允许开采量为 2000m³/d，其热能为 0.221MW/h，规模为小型。地热田的热水化学类型为硫酸钙型水。目前，嘉鱼县山湖温泉旅游有限公司正在对其开采利用，据收集资料显示从 2009 年 9 月至 2022 年 12 月，嘉鱼县山湖温泉旅游有限公司总用水量为 2872847m³，年均开采量为 220988m³。

3. 2019 年湖北省地质局与咸宁市人民政府共同签订《咸宁市人民政府 湖北省地质局共同推进咸宁市地热资源合作勘查开发（第一阶段调查评价）合作协议书》，根据协议内容，湖北省地质局第四地质大队对咸宁市全域进行地热资源调查评价，并提交了阶段性报告，为区内提供了基础地热地质资料。

表 2-3 含水层渗透系数计算一览表

抽水孔编号	观测孔编号	试验层位	主孔静水位埋深	地下水类型	边界条件	主孔到隔水边界的距离 d (米)	含水层厚度 m (米)	影响半径 R (米)	抽水孔半径 rw (米)	主孔水位降深 sw (米)	观测孔水位降深 (米)	涌水量 (升/秒)	单位涌水量 (升/秒·米)		渗透系数 (米/日)		计算公式
													单程	平均	单程	平均	
SHK01	无	ε-0 灰岩	2.50	承压水	无界	南界 148	204.10	65.96	0.084	9.40	-	12.199	1.298	1.304	0.5900	0.5665	$K = \frac{0.366Q}{ms} \lg \frac{R}{rw}$ $R = 10S\sqrt{K}$
	无							51.58		7.48	-	9.745	1.301		0.5700		
	无					北界 292		34.73		5.18	-	6.794	1.312		0.5396		
SHK02	SHK01	ε-0 灰岩	2.25	承压水	无界	南界 94	94.52	171.67	0.084	8.53	0.10	9.55	1.120	1.343	1.216	1.455	$k = \frac{0.366Q}{M(2S_w - S_1)} \lg \frac{r_1 * r_2}{rw^2}$ $\lg R = \frac{S_1 l g r_2 - S_2 l g r_1}{S_1 - S_2}$
										4.95	0.05	6.98	1.411		1.53		
										2.90	0	4.35	1.499		1.618		
	LJ1					北界 247		152.65		8.53	0.22	9.55	1.120	1.343	1.225		
								128.00		4.95	0.15	6.98	1.411		1.547		
										2.90	0.08	4.35	1.499		1.665		
SHK03	SHK01	ε-0 灰岩	11.56	承压水	无界	北界 212	57.35	133.51	0.055	6.60	3.10	8.206	1.2434	1.3102	4.006	4.390	$K = \frac{0.366Q}{m(S_w - s_1)} \lg \frac{r_1}{rw}$ $R = 10S\sqrt{K}$
						南界 272		101.16		4.56	2.37	6.279	1.3769		4.774		
SHK01	SHK03	ε-0 灰岩	5.45	承压水	无界	北界 292	204.10	87.59	0.084	16.40	2.81	8.531	0.5202	0.5399	0.2853	0.2986	$K = \frac{0.366Q}{m(S_w - s_1)} \lg \frac{r_1}{rw}$ $R = 10S\sqrt{K}$
								62.59		11.50	2.28	6.009	0.5225		0.2962		
						南界 148		37.90		6.75	1.13	3.894	0.5769		0.3143		
SHK05	无	ε-0 灰岩	4.32	承压水	有界	南界 45.375	63.39	87.93	0.084	8.58	-	6.008	0.7001	0.7001	1.0502	1.0502	$k = \frac{0.366Q}{ms} \lg \frac{R^2}{2rd}$ $R = 10S\sqrt{K}$

4. 2022年1月，湖北省地质局第四地质大队通过招投标方式获得“湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查（地面调查）”项目，本次项目完成了地面调查及氡气测量、物探测量等工作，取得的成果如下：

1、大致查明了调查区地下水的补给、径流、排泄条件，以及调查区的地形地貌、井泉点及地表水体，划分了勘查区的含（隔）水层，大致查明地下水循环交替条件及水文地质边界。推测了断裂构造的情况，圈出了各地质界线。

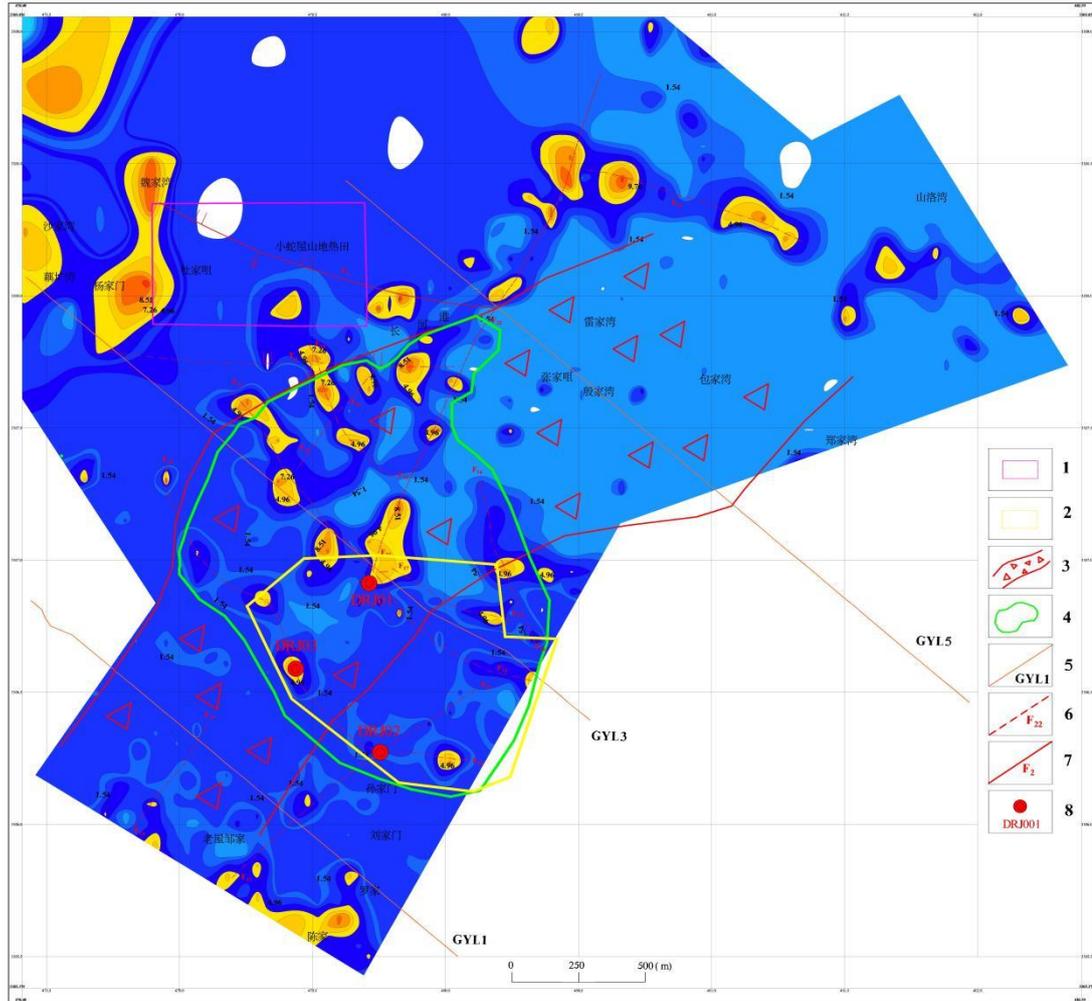
2、调查区在近南北向挤压应力作用下，形成了区内倒转和直立褶皱样式，同时伴随着多层次的滑脱变形，形成不同规模的北东东向、北东向、北西向断裂，构成区内主体构造格局。

3、广域电磁法 GYL3 线测穿了蛇屋山倒转背斜。核部为中深部高阻层，推断为寒武-奥陶系地层。且背斜构造形态清晰，并推测其北翼倾角较缓，南翼倾角陡。且南翼地层不连续，被断层切断，形成 F22 断裂破碎带。

4、通过物探测量，GYL1、GYL3、GYL5，3 条物探剖面图中均能推断存在断裂破碎带。结合前人的地质资料，与区域性隐伏断裂 F22 相对应。破碎带总体走向北东向，倾向南东，倾角 60-80°左右，宽在 700-1080 米之间。为后期钻孔布设打下坚实基础。

5、通过氡气测量，异常结果总体与前人推断的隐伏断裂相吻合。孙家门以北的高铁岭隐伏断裂（F22）被 F12 断裂切断，总体往北西方向位移 200-300 米。同时本次新增 9 条推断隐伏断裂，编号分别为 F10、F11、F12、F13、F14、F15、F16、F17、F18。

6、通过总结前期物探、化探成果，结合地质理论，初步圈定优选钻孔布设范围一处，主要分布在 F18 以北，F16 以南，F11 以东断裂破碎带内，面积 1.63km²。预布钻孔 3 个，钻孔编号为 DRJ01、DRJ02、DRJ03(图 2-2)。达到了本次工作的预期目的。



1、小蛇屋山地热田 2、石泉地热勘查区规划区块 3、物探推测破碎带 4、优选钻孔布设范围
5、广域电磁法剖面 6、氦气解译断层 7、实测断层 8、预布钻孔位置及编号

图 2-2 论证井位位置图

根据本次工作成果编写了《湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查（地面调查）预可行性论证报告》，通过了专家评审，且为本次工作的依据。

2.2.5 专题研究及科研成果

勘查区一带专题研究多围绕蛇屋山金矿成因开展工作较多，针对地热资源专题研究较缺乏。

1. 1990—1991 年，湖北省地质局第四地质大队与省地科所合作开展蛇屋山金矿地质特征及找矿远景研究，提交了《湖北省嘉鱼县蛇屋山金矿地质特征及找矿远景研究》报告，提出蛇屋山金矿成因类型为卡林型，论述了矿区地质、构造及成矿作用、控矿因素等，圈定了区域成矿远景地段和找矿靶区，指导了蛇屋山

矿区及周边区域的找矿工作。

2. 1992—1993 年，湖北省地质局第四地质大队与省地科所开展了湖北省嘉鱼～蒲圻微细粒金矿富集规律及找矿远景研究，总结了本区域金矿富集规律及综合成矿模式，提交了《湖北省嘉鱼～蒲圻微细粒金矿富集规律及找矿远景研究》报告。

3. 1998—1999 年，湖北省地质局第四地质大队开展鄂南红土型金矿成矿机理、找矿方法及靶区优选专题，建立了本区域红土型金矿的成矿模式，提交了《鄂南红土型金矿成矿机理、找矿方法及靶区优选》报告。

4. 1999—2000 年，湖北省地质局第四地质大队、省物探队协作开展鄂南地区蛇屋山红土型金矿成矿条件、成矿机制及找矿靶区优选专题，总结了蛇屋山式红土型金矿的成矿规律，提交了《鄂南地区“蛇屋山红土型”金矿成矿条件、成矿机制及找矿靶区优选》报告。

5. 2022 年 4 月湖北省第四地质大队开展了《咸宁六县市区各乡镇地热模型建立及靶区圈定》科研专题，提交了《咸宁六县市区各乡镇地热模型建立及靶区圈定成果报告》。大致摸清咸宁市地热发育规律，总结了咸宁地区地热资源现状、赋存条件、成因，将咸宁地区地热资源分为隆起断裂型、沉降盆地型两类成因类型，总结了咸宁热储主要有碳酸盐岩岩溶裂隙型热储、碎屑岩裂隙型热储、火成岩型热储三类，对典型地热田进行剖析，分析了地热形成补径排条件。

根据地热地质条件的有利程度、浅层地温异常信息的强弱、已知温水点出露情况、遥感解译、地热地质测量、地球化学勘查及地球物理勘查成果，采用“由已知到未知”优先，“类比法”其次的原则，结合咸宁市地质构造、地热水资源形成模式和类型、热储的概念模型等圈定地热靶区的分布范围。将研究区地热资源找矿靶区划分为三级：勘查区位于 I 级靶区内，地热地质条件优越，找热潜力大。

湖北省咸宁市嘉鱼县地热资源潜力区划图
比例尺 1: 200 000

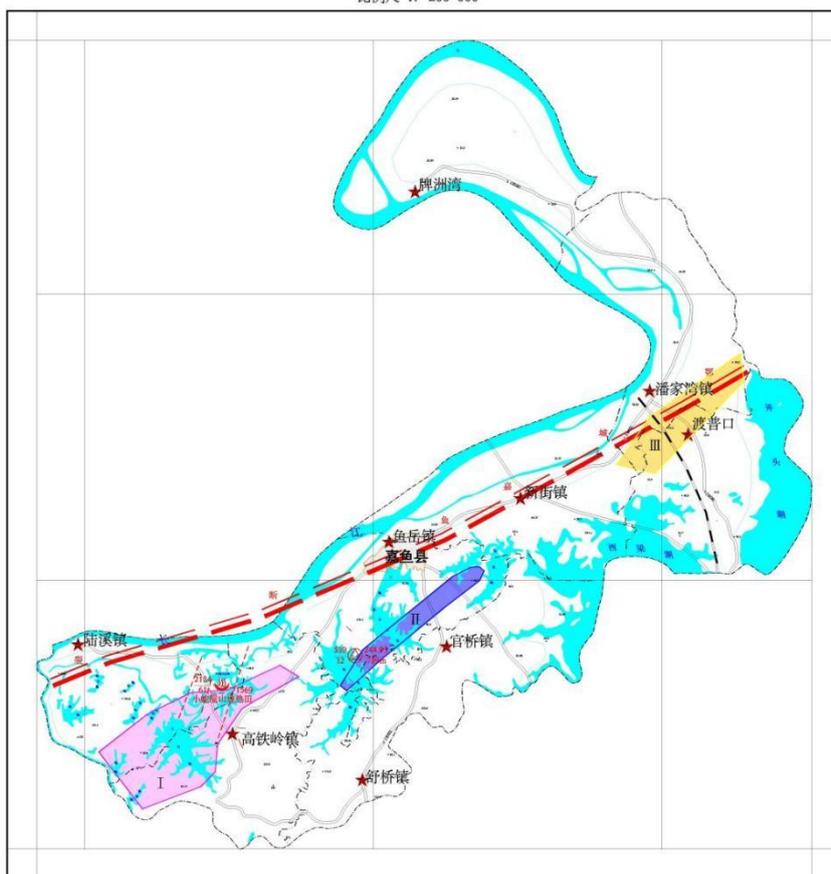


图 2-3 嘉鱼县地热资源潜力区划图

6. 2022 年 8 月湖北省第四地质大队开展了《咸宁市地下水资源分布及预测初步研究》科研专题，提交了《咸宁市地下水资源分布及预测初步研究成果报告》。摸清了咸宁地区地下水开发现状，总结了地下水的赋存条件、分布规律，含水岩组分布位置及其富水性，初步建立了地下水找水模型，为寻找地下水提供一定的指导。

3 生态红线查重及规避情况

本项目实施坚持保护生态环境，绿色勘查、文明施工的理念，经自然资源局查询，本次勘查工作所布设勘查区范围不涉及生态红线保护区，部分与永久基本农田重叠，根据《关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》(自然资规(2019)1号)文件，地热勘查开采，不造成永久基本农田损坏的，可以申请新设矿业权。因此，本次划定勘查区范围不受其影响。本项目所设计施工探矿工程均不在生态保护红线及永久基本农田内。

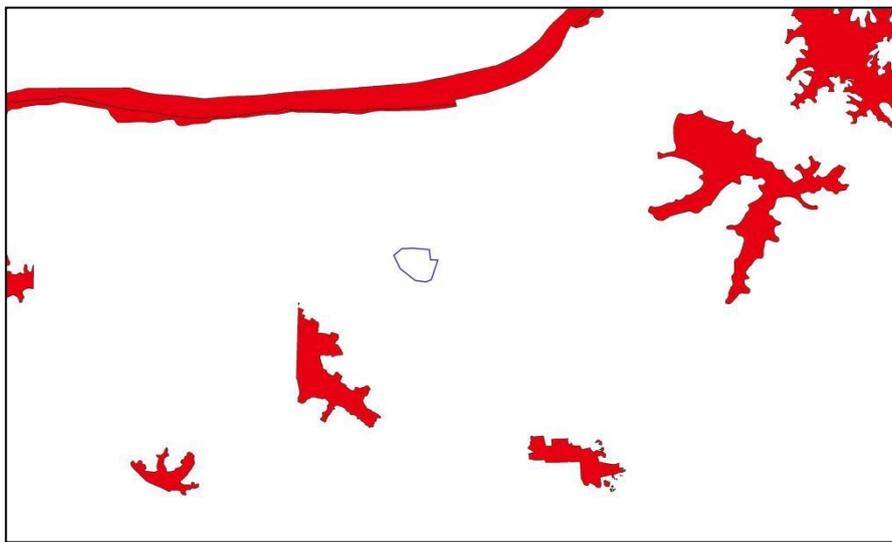


图 3-1 生态红线范围图

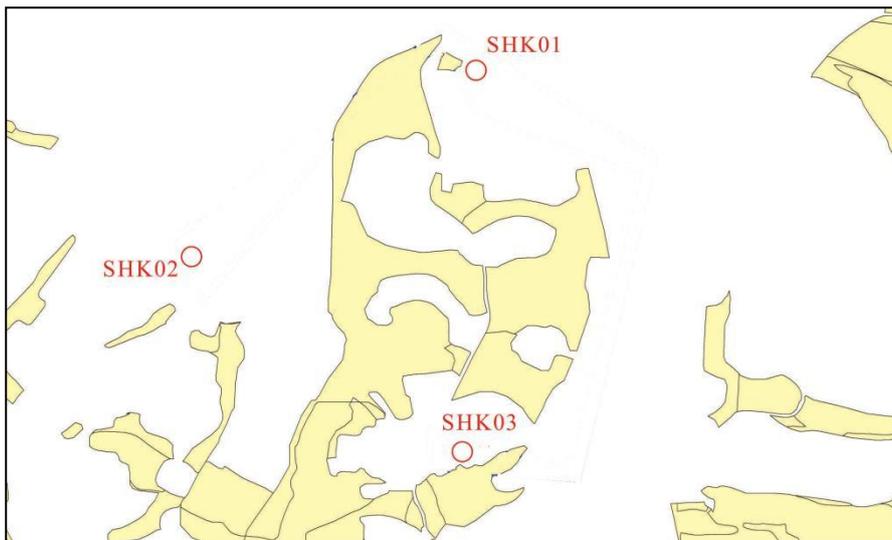


图 3-2 永久基本农田范围图

4 区域地热地质特征

4.1 区域地层岩性

本区属于扬子地层区下扬子分区，地表大部分被第四系覆盖，工作区及周边出露基岩地层主要有志留系、石炭系上统、二叠系、三叠系及侏罗系下统~中统，缺失泥盆系及石炭系下统、侏罗系上统，被第四系覆盖的层位有寒武~奥陶系；岩性由碎屑岩—粘土岩—碳酸盐岩，地层发育较为完整；第四系分布于垄丘、河谷等地。（图 4-1）

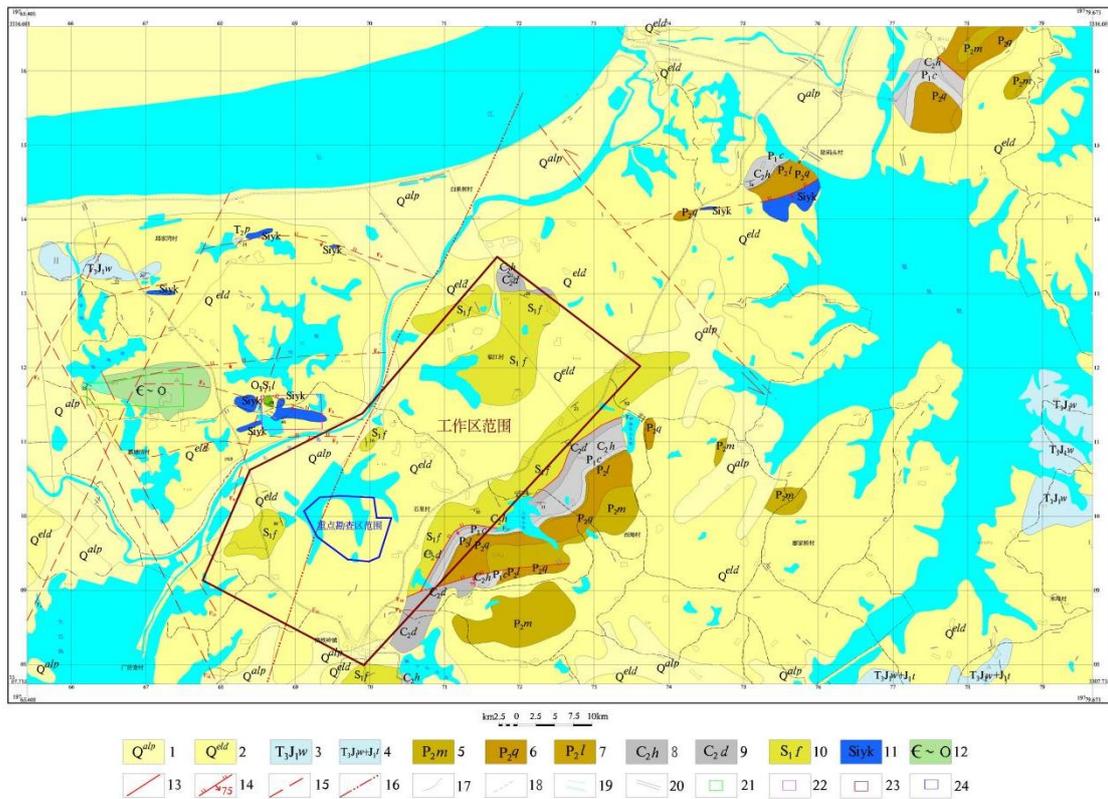


图 4-1 湖北省嘉鱼县石泉区域地质略图

1、冲洪积层 2、残坡积层 3、三叠系上统-侏罗系下统王龙滩组 4、三叠系上统-侏罗系下统王龙滩组与侏罗系下统桐竹园组并层 5、二叠系中统茅口组 6、二叠系中统栖霞组 7、二叠系中统梁山组 8、石炭系上统黄龙组 9、石炭系上统大埔组 10、志留系下统坟头组 11、硅帽 12、寒武-奥陶系 13、断裂 14、实测逆断层 15、推测断层 16、物探解译隐伏断裂 17、地层界线 18、小路 19、水系 20、公路 21、蛇屋山金矿范围 22、小蛇屋山地热田范围 23、工作区 24、重点勘查区

表 4-1 工作区岩石地层划分层序表

年代地层单位			岩石地层单位			厚度 (m)	岩性	备注
界	系	统	组	段	代号			
新生界	第四系	全新统	冲积层		Qh ^{al}	0-60	含淤泥质亚粘土、粘土、淤泥质粘土	
		更新统	残积层		Qp ^{el}	<20	网纹状亚粘土、含砾亚粘土、砾质亚粘土	
中生界	侏罗系	下统	桐竹园组		J _{1t}	80-130	泥质粉砂岩、细砂岩	
			王龙滩组		T _{3J1w}	119	石英粗砂岩、中细粒砂岩	
	上统							
	三叠系	中统	蒲圻组		T _{2p}	369	泥质粉砂岩、中—细粒石英杂砂岩	
古生界	二叠系	中统	茅口组		P _{2m}	64.32-196	含硅质团块(或条带)生物屑微晶灰岩、泥晶灰岩	
			栖霞组		P _{2q}	197-249	含硅质团块(条带)、硅质结核生物屑炭质微晶灰岩、硅质岩	
			梁山组		P _{2l}	2-11	炭质页岩、粉砂岩	
		下统	船山组		P _{1c}	12-20	微晶灰岩、微晶核形石豆粒灰岩	
	石炭系	上统	黄龙组		C _{2h}	42-128	生物屑灰岩	
			大埔组		C _{2d}	0-80	灰质白云岩	
	志留系	下统	坟头组		S _{1f}	123-425	粉砂岩、泥质粉砂岩	
			新滩组		S _{1x}	420-755	粉砂质泥岩、页岩	
	龙马溪组			O _{3S1l}	<21	含粉砂质粘土岩、页岩、硅质岩		
	奥陶系	上统	宝塔组		O _{2-3b}	14	网纹状含灰泥质生物屑灰岩	地表未出露,见于工作区周边出露、勘查钻孔中及矿山露天采-坑内。
		下统	牯牛潭组		O _{1g}	49	生物屑灰岩	
			大湾组		O _{1d}	47	瘤状灰泥岩	
			红花园组		O _{1h}	201	生物屑灰岩	
			南津关组		O _{1n}	229	砾屑砂屑灰岩、细晶白云岩	
娄山关组				Є _{3O1l}	>100	白云岩、细晶白云岩		

4.2 区域构造

4.2.1 构造特征

本区大地构造位置处于扬子准地台下扬子台坪大冶台褶带嘉鱼台褶带东西端的嘉鱼—赤壁弧形构造带中段。

区域构造隶属鄂东南滑脱折离构造体系（与前人专题及区调认识一致）。该构造系南起幕阜山-大幕山隆起带（构造系根部），北止于嘉鱼-赤壁弧形构造带（构造系前锋），总体表现为盖层发生系列南倾倒转褶皱和逆冲推覆构造。该构造系主体构造格架定型于印支-燕山早期，燕山晚期持续伸展体制下表现为北东向及北西向断裂叠加改造，切割早期构造形成构造断块格局。该构造系在嘉蒲一带总体表现为向南突出的弧形构造带（嘉鱼-赤壁弧形构造带），以早期规模较大的近东西向系列倒转褶皱、逆冲推覆断层为主，后期表现为北东向、北西向断层对早期构造的叠加改造。

勘查区位处该嘉鱼-赤壁弧形构造带的中段，该构造带长 30 公里，宽 16 公里，由一系列轴面南倾的紧密倒转褶皱组成。区域褶皱轴迹总体呈北东～近东西向，褶皱轴面普遍南倾，倾角 20-40°，自北而南依次发育官洲倒转向斜、蛇屋山倒转背斜、密泉湖-松柏湖倒转向斜、米埠-宝塔山倒转背斜，沿褶皱两翼近核部发育同期系列逆冲推覆构造。

逆冲推覆构造发育部位主要对应 C-P/J、S/C-P、O/S 地层的硅钙界面（碎屑岩与碳酸岩结合面），这是由于地层能干性差异引起的。随着南北挤压应力的逐次影响，其表现的特征为后期形成的逆冲推覆构造依次叠加在北部早期的推覆体之上，构成了本区叠瓦式的逆冲推覆构造系。

据区域物探推断，本区北部存在隐伏中酸性岩体，岩体埋深 1.5—2.0 公里，倾向北东，延深大于 10 公里；南部存在沿断裂侵入、喷发的次火山岩—火山岩带，在本工作区南西 7.5 公里外的二屋程家地表及宝塔山钻孔中见有玄武岩。

本区发现地热温泉一处，产于小蛇屋山地热田奥陶系灰岩层间破碎带中，为小型规模。

4.2.2 构造发展史

工作区及附近大体以长江为界，其北为两湖断坳的沔阳凹陷，以南为下扬子台坪大冶褶皱带跨咸宁台褶皱束和梁子湖坳陷两个四级构造单位。区域构造演化分为三个阶段，即基底形成阶段（前震旦纪）、板块迁移及盖层发育阶段（震旦纪—古生代末）、板块内变形阶段（三叠纪—第三纪）。晋宁运动形成了工作区褶皱基底并伴随基底断裂的形成，加里东—印支运动、喜马拉雅运动均表现为升降运动，前者形成地层间的平行不整合接触关系，后者形成现代地貌，即长江以南相对抬升形成残丘岗地，长江以北相对下降形成湖冲积平原。燕山运动是区内主要构造运动，形成的构造形迹构成了本区主体构造格局。（图 4-2）

时代	序列	地壳发展阶段	变形特征	地壳运动
新生代	Q	D ₅	夷平面、水平溶洞及河流阶地等层状地貌发育	
中生代	K	D ₄	伸展作用	喜马拉雅运动
	J	D ₃	盖层褶皱、断裂	燕山运动 II
		D ₂		燕山运动 I
	T	D ₁	地壳隆坳	印支运动 II
		D ₄		印支运动 I
	晚古生代	P		盖层形成
D ₃				
C		淮南运动		
早古生代	S	D ₂		
	O		宜昌运动	
	Є			
晚元古代	Z	D ₁	褶皱基底并伴随基底断裂的形成	晋宁运动

图 4-2 构造发展演化

本区主体构造格局形成于燕山期，且经历了多期次活动。燕山早期，在南北向挤压应力作用下，盖层形成强烈褶皱。可能由于基底次级隆起的阻挡作用，造成区内挤压应力的相对集中和分散的差异，形成了本区西部构造样式呈紧密线状倒转褶皱，东部及南部为较宽缓褶皱，同时伴生多层次的滑脱变形，形成顺层或近顺层的纵断裂。燕山中期，南北向挤压应力的持续作用，前期断裂的延续活动而成为深断裂导致隐伏岩体侵位。区内北部岩体侵位规模大，所产生的侧压应力

形成局部应力场，将褶皱形迹改造成向南弯凸的弧形，形成嘉鱼—赤壁弧形构造带，同时伴生一组规模较大的北东向和北西向斜断裂。燕山晚期，在伸展机制下形成北北东向断裂及箕状断陷盆地，并伴有次火山岩的侵入和火山喷发。（图 3-3）

工作区内地热资源受构造控制，因此，了解区内构造运动对研究地热资源分布特征尤为重要，工作区及周边主体构造形成于燕山运动。

燕山运动早期：由于幕阜山基底隆起，鄂东南滑脱折离体系形成。工作区在南北向挤压应力作用下，盖层发生强烈褶皱。由于易家堤、高铁岭一带基底次级隆起的阻挡作用，造成区域东西构造样式的差异。高铁岭以西因隆起阻挡作用形成应力集中区，构造样式为紧密线状倒转褶皱。以东为应力分散区，构造样式为较宽缓倒转褶皱。同时产生多层次的滑动变形，形成顺层或近顺层断裂。

燕山运动中期：南北向挤压继续，基底断裂复活，早期断裂进一步活动切割基底成为深断裂，隐伏岩体侵位。嘉鱼隐伏岩体侵位时，产生侧向挤压应力，形成局部应力场，使褶皱轴向南弯曲，形成赤壁—嘉鱼弧形构造带。往南应力减弱，构造线方向恢复正常。

燕山运动晚期：南北挤压应力消失，本区处于伸展体制下，形成箕状断陷盆地。至此本区构造基本定型。

4.2.3 区域新构造运动及地震

本区位于江汉断裂凹陷带的南部边缘，区域上新构造活动表现为升降运动方式，长江以南相对抬升，形成现代剥蚀残丘地貌，以北相对下降，形成现代湖冲积平原地貌。具由强变弱特点，反映区内地壳活动自晚第三纪以来向着趋于稳定的阶段发展。区内虽然断裂构造发育，但未发现有活动性断裂通过，岩浆活动和新构造运动不强烈，地壳长期处于稳定剥蚀堆积阶段，表现为第四系残坡积层厚度大，水域大而浅，山势呈浑圆状。

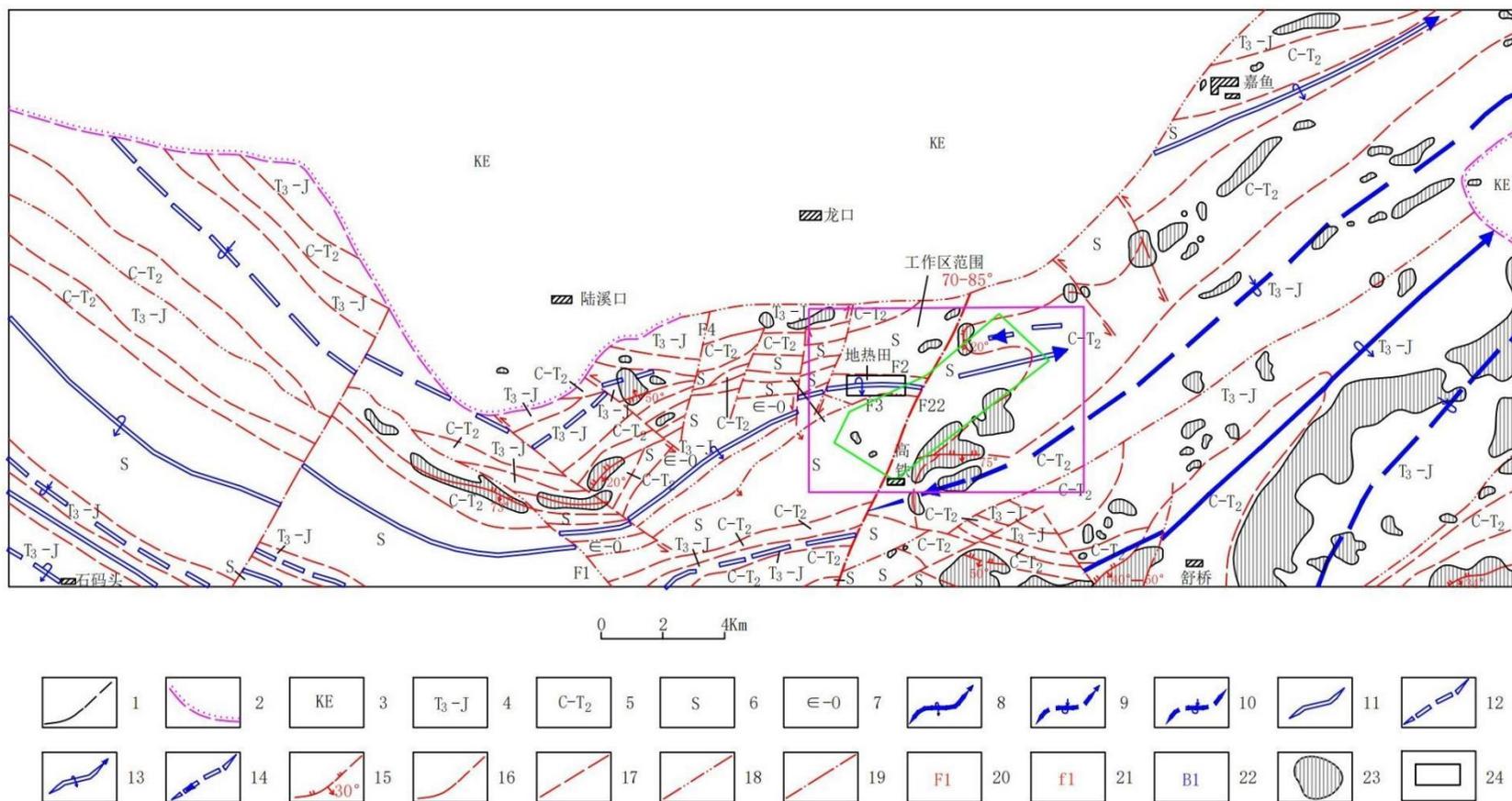


图 4-3 区域构造纲要图

1.实测及推测地质界线；2.推测角度不整合界线；3.白垩-第三系；4.三叠系上统-侏罗系；5.石炭系-三叠系中统；6.志留系；7.寒武-奥陶系；8.倾伏倒转背斜；9.扬起倒转向斜；10.倒转向斜；11.隐伏背斜；12.隐伏向斜；13.隐伏倾伏倒转背斜；14.隐伏扬起向斜；15.实测或推测逆断层；16.实测或推测性质不明断层；17.地质推测断层；18.物探解译断层；19.航卫片解译断层；20.地表断裂编号；21.隐伏断裂编号；22.褶皱编号；23.基岩出露范围；24.地热田

历史上本区周边发生过多次地震，地震活动较频繁，但震级小，烈度偏低。1993年7月25日至8月15日在太和—温泉发生过200多次弱震或有感地震，最大震级4.2级，一般—3级，本区没有震感；2005年11月26日在九江—瑞昌之间发生5.7地震，本区有震感。

根据国家地震局2001年编制的《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震烈度区划图》，本区地震动峰值加速度为0.05g，动反应谱特征周期值0.35S，嘉鱼县属地震烈度低于VI度的非地震危害区。嘉鱼县志记载1973年4月发生过3.7级地震。

4.3 水文地质特征

区域地表出露的地层主要为第四系冲积层（ Qh^{al} ）和残积层（ QP^{el} ）、二叠系茅口组（ P_2m ）、栖霞组（ P_2q ）、梁山组（ P_2l ）、船山组（ P_1c ），石炭系上统黄龙组（ C_2h ）和大埔组（ C_2d ），志留系下统坟头组（ S_1f ）。

地下水类型主要为碳酸盐岩溶洞溶蚀裂隙水，含水介质为二叠系、寒武～奥陶系白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩等碳酸盐岩类。其水力性质：在工作区的西北部一带（如虎山金矿一带）、南部的高铁一带，大面积出碳酸盐岩，直接接受大气降水的补给，水温一般小于18度，富水性中等。天然状态下主要部分向下垂直迳流渗透参加深部循环，通过构造带与蛇屋山岩溶地层相贯通。

通过收集小蛇屋山地热田勘探成果了解到，该地热田大部份勘探孔均遇到了规模、程度、形式不等的岩溶发育现象，从地表以下18.8m至最大勘探深度内（250m）均有岩溶发育现象，溶蚀发育高程为0.22～-210.20米，其岩溶发育具有规律性，在孔深100m以上，特别是在30～100m的孔段内，岩溶极为发育，形式多表现为大的半充填溶洞密集发育，在孔深100m以下，形式则多表现为岩溶裂隙和岩溶溶蚀现象。

根据区域水文地质资料及地层岩性，按岩石富水性可划分为含（隔）水岩组。

1、含水岩组

（1）碳酸盐岩溶洞裂隙含水岩组

该岩组包括二叠系中统茅口组（ P_2m ）、栖霞组（ P_2q ）、下统船山组（ P_1c ），

石炭系上统黄龙组（ C_2h ）、大埔组（ C_2d ）的厚层状灰岩、白云岩、生物碎屑灰岩及寒武—奥陶系碳酸盐岩，上述地层岩溶较发育，形态以溶沟、溶槽、溶孔为主，溶洞次之，地下水露头较少，地表迳流不发育。通过收集小蛇屋山 ^{18}O 与 D 的同位素数据，二者关系值近似呈线型关系且极为靠近大陆雨水线，这就说明地热田及外围的地下热水、地下冷水及地表塘水主要来源于当地大气降水，在岩溶裂隙和溶洞中赋存和运移。

含水岩组的富水性严格受地质构造、岩溶发育程度和补给条件所控制，有以下三种分布状况。

①主要分布于高铁岭北东嘉鱼—陆溪公路的两侧，由二叠系中统茅口组（ P_2m ）、栖霞组（ P_2q ）、梁山组（ P_2l ）、下统船山组（ P_1c ），石炭系上统黄龙组（ C_2h ）和大埔组（ C_2d ）的厚层状灰岩、白云岩、生物碎屑灰岩等碳酸盐岩组成，其灰岩质地较纯，受区域构造的影响，纵张裂隙和横张裂隙发育，极利大气降水的渗入和地下水的溶蚀，线岩溶率大于 5%，地表形成溶蚀凹槽地貌景观，由于岩溶发育，地下水补给和赋存条件较好，泉流量一般为 0.8~5.6L/s，地下水化学类型为 HCO_3 —Ca 型，矿化度 0.2—0.3 克 / 升，PH 值 7.7—8.0。其下伏志留系地层因其厚度大，隔水性好，不仅成为稳定的区域隔水底板，隔离了上覆地层与奥陶系水力联系，同时也是构成各小向斜的周边的隔水边界，使各向斜自成独立的岩溶水系统在志留系之上。

②工作区北部藕塘村一带，隐伏于第四系之下奥陶系—寒武系灰岩、白云岩等碳酸盐岩，其构成小蛇屋山地热田热储层。地热田的分布范围明显受区域上近东西向的尹家畈隐伏断裂（F3）、高铁隐伏断裂（F22）的控制，地热田的分布范围平面形态呈带状，温热水面积为 67500 m^2 ，温水平面分布约 96034 m^2 。地热田热流体的温度在 25~61 度之间，水化学类型为硫酸钙型水，地热流体可开采量为 2000 m^3/d 。

隐伏于工作区志留系下伏地层奥陶-寒武系地层，受断层影响，溶蚀现象及背斜核部张裂隙较发育，是本区深部的含水层，形成了本次嘉鱼县石泉地热资源勘查的热储层。

2、隔水岩组

区内起隔水作用的岩层为第四系冲积层（ Qh^{al} ）和残积层（ QP^{el} ）岩性以粘土、残坡积粘土、亚粘土、网纹状粘土、含砾粘土等。主要分布于湖盆地区和垅岗残丘部位，厚 8.28—101.45 米。地下水化学类型 $HCO_3—Ca(Mg)$ 和 $HCO_3—Cl—Ca$ 型，矿化度 0.067—1.006 克 / 升。志留系下统坟头组—新滩组泥质粉砂岩、页岩为区域隔水层，由于岩石水理性质的特殊性，其透水储水性极差，而成为相对隔水层，阻隔了其上下部岩溶含水层之间的水力联系。这些隔水层作为热储盖层，对深部热储层起到隔水保温作用。

3、地下水的补、迳、排条件

碳酸盐岩溶洞裂隙水补、迳、排条件：大气降水入渗补给为地下水的主要补给源，区内南北两侧大面积的碳酸盐岩裸露，溶隙、溶沟、溶斗和溶蚀洼地等垂向岩溶形态均较发育，有利于大气降水入渗补给地下水，地下水在裂隙和岩溶管道中运移，主要受构造和岩溶管道的控制，其排泄一般取决于岩性、构造，同时还取决于地貌因素，尤其是在断裂附近及河流的侵蚀切割作用下更有利于地下水以泉的形式排泄于地表。区内地下水动态季节变化受大气降水控制，尤其是在七斗山、九岭山一带断层崖较发育地形陡的变化带，其动态随季节的变化而变化，时间快，变幅大，与大气降水密切相关，其水量、水位在枯、丰水期差值可达几倍。另一部分地下水以侧流的形式向背斜东部倾伏端即小蛇屋山地热田处汇集，更主要是部分是顺断层下渗，参与深部循环，在向下渗的过程中，受该区地温梯度异常的影响而逐步加温，在径流过程中，受志留系泥岩隔阻及断裂的控制作用下，热水大致沿着 F3 与 F2 的相交部位上涌，于小蛇屋山地热田内积蓄贮存。

4.4 工程地质特征

4.4.1 工程地质岩组划分

根据岩石成因类型、物质构成、岩性岩相变化，岩石成层条件及厚度变化，岩体结构类型、节理裂隙发育情况，物理力学性质及风化、岩溶程度等，将区内岩体工程地质岩组划分为三类。

(1) 松散岩类工程地质岩组（V）

第四系（Q）冲洪积物、残坡积物，由河道及两侧砂砾层、沟谷坡地残破积砂土、亚砂土、

及大小不等的基岩碎块混杂组成，分布于区内的洼地部位及长河、湖泊一带，属松散岩类。

(2) 半坚硬—坚硬碳酸盐岩工程地质岩组 (II)

本岩组由寒武—奥陶系各类碳酸盐岩（灰岩、白云质灰岩、白云岩）组成，以厚层状为主，结构面主要为层理，层间结合力强，不易开裂。岩石风化程度微弱，抗压强度 38.4—64.1MPa，属半坚硬—坚硬岩类，RQD 值 56—82%，岩石质量属中等的一好的。

(3) 软弱的碎屑岩工程地质岩组 (IV)

本岩组为志留系下统新滩组、坟头组泥岩、页岩和粉砂岩，二叠系中统梁山组黏土岩、页岩粉砂岩及其组合，以薄层状为主，岩石风化较强烈，岩心多呈碎片状，遇水易泥化及可能产生塑性变形。

4.4.2 岩石的风化及岩溶特征

岩石风化作用即岩石受太阳辐射、大气、水以及生物的作用，在原地经过崩解、破碎等一系列物理和化学过程，形成大小不等的岩屑和土层。本区岩石的风化作用以物理风化为主。

由于本区岩组以碳酸盐岩和碳酸盐岩夹碎屑岩为主，地表岩石节理裂隙发育，风化作用使岩石裂隙加深加宽，最后导致岩石崩解成碎块或表层岩石成层剥落。强风化带基本上分布于地表，风化深度 < 5m。

风化程度随构造破碎带、节理裂隙发育带而相对提高。全区风化程度较高的地层有志留系下统坟头组 (S_{1f})、三叠系上统-侏罗系下统王龙滩组 (T_3J_{1w})，地表浅部风化较强烈，节理裂隙较发育，相互切割，致使岩石多呈泥块状、碎片状，风化厚度约 5-20m；风化程度与埋藏深度呈负相关关系，随着深度的增加，节理裂隙及风化程度逐渐降低，岩石逐渐完整。

碳酸盐岩由不同比例的方解石和白云石组成，并含有泥质、硅质等杂质。本区岩溶较发育，主要分布于工作区南部的二叠系下统茅口组 (P_{1m})、栖霞组 (P_{1q})、石炭系上统黄龙组 (C_2h)、大埔组 (C_2d) 地层；此外，根据收集蛇屋山金矿及小蛇屋山地热田钻孔资料显示，寒武—奥陶系碳酸盐岩岩溶较发育。其中蛇屋山

金矿区矿段根据钻孔揭露灰岩的96个钻孔中,遇溶洞钻孔62个,溶洞能见率64.6%。共见大小溶洞130个,总高度344.15米,一般溶洞高1~2.5米,最高32.29米,岩溶发育下限标高为-249.72米。小蛇屋山地热田区,根据钻孔揭露,岩溶形态以溶洞和溶蚀裂隙为主,其次为溶孔、溶蚀粗糙面等。据83个钻孔统计(包括小蛇屋山地热田SHK01、SHK02孔),见溶洞的钻孔有13个,因大部分钻孔为浅孔,揭露岩溶不充分,溶洞能见率可能偏低。13个见溶洞的钻孔共揭露大小溶洞33个,钻孔遇溶洞能见率为15.62%。一般溶洞高1.0—6.8米,最高32.29米,最小溶洞为0.30米,全部33个溶洞中有21个为无充填、7个为半充填、4个全充填,充填物与上覆第四系松散层岩性较接近,成分略杂,以含砂砾粘土为主,局部为中粗砂和砂砾。

5 勘查区地热地质特征

5.1 地层

本区属于扬子地层区下扬子分区，地表大部分被第四系覆盖，勘查区及周边出露基岩地层主要有志留系、石炭系上统、二叠系、三叠系及侏罗系下统~中统，缺失泥盆系及石炭系下统、侏罗系上统，被第四系覆盖的层位有寒武~奥陶系；岩性由碎屑岩—粘土岩—碳酸盐岩，地层发育较为完整；第四系分布于垄丘、河谷等地。（图 5-1）

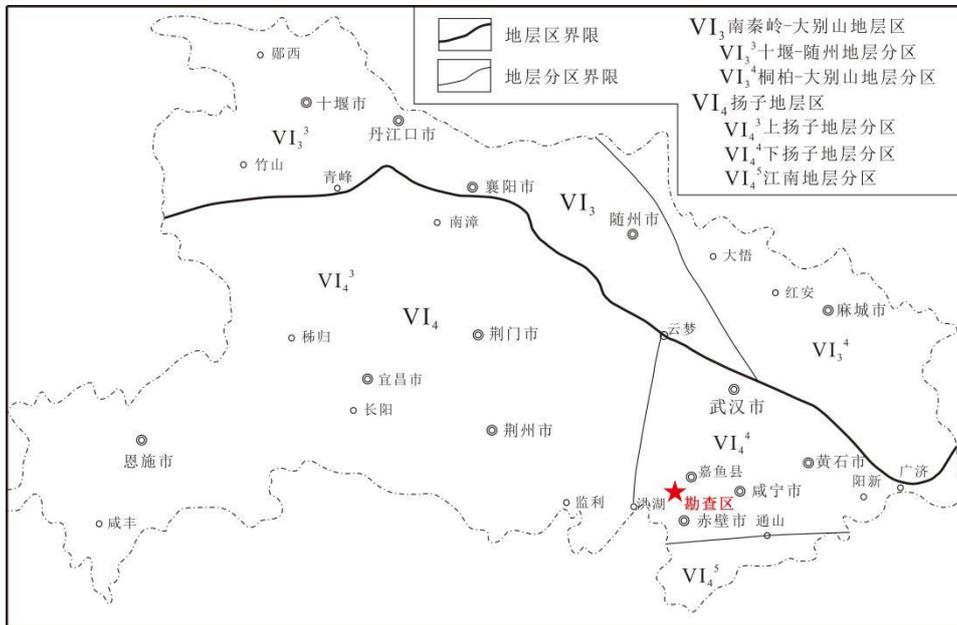


图 5-1 调查区地层分区图

勘查区地层由老到新岩性特征如下：

1.寒武~奥陶系（ $\epsilon \sim O$ ）：该套地层分布于勘查区北部蛇屋山矿区及外围，为蛇屋山倒转背斜核部地层。地表仅见奥陶系下统南津关组（ O_{1n} ），岩性总体为一套不纯碳酸盐岩；灰色、灰白色的白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩等（图 5-2A）。收集资料显示小蛇屋山地热田中埋深 30--100 米溶洞、溶蚀现象发育，溶蚀下限为 223 米。渗透系数 0.475--4.285 米/天，单位涌水量为 0.7001--1.499 升/秒.米，富水性较强。水化学类型以 $CaSO_4$ 为主，属区内含水主体岩系，本地层构成了小蛇屋山地热田的储热层。

2.奥陶系上统-志留系下统龙马溪组（ O_3S_1l ）：勘查区未见基岩出露，隐伏于

区内志留系地层之下，勘查区北部藕塘村魏家湾一带见基岩出露，岩性为灰黑色、黑色薄层状含粉砂质粘土岩、页岩、硅质页岩、硅质岩，具毫米级水平纹层，含有丰富的笔石化石（图 5-2B）。透水性差，隔水性较好。



图 5-2 勘查区及周边野外基岩露头

A.蛇屋山金矿采坑出露 $\epsilon \sim O$ 白云质灰岩；B.龙马溪组 (O_3S_{1l}) 中笔石化石；C.栖霞组 (P_{2q}) 中单体珊瑚化石；D.蒲圻组 (T_{2p}) 紫红色泥质粉砂岩

3.志留系下统新滩组 (S_{1x})—坟头组 (S_{1f})：大面积隐伏于勘查区第四系之下，为一套碎屑沉积。勘查区中部因第四系掩盖，地层出露不全，仅局部断续出露志留系下统坟头组地层，岩性以灰绿色薄层粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩为主（图 5-2D），自然露头岩层面、裂隙面多被黑褐色铁锰质薄膜覆盖，属区域性的隔水岩系。

4.石炭系上统大埔 (C_{2d})—黄龙组 (C_{2h})：分布于勘查区狮子山、九岭山顶等处，为一套浅海碳酸盐沉积。岩性为灰色、深灰色、灰白色，白云质灰岩、含生物屑灰岩岩性组合，微晶结构，薄层状-中厚层状构造，自下至上分为大埔组 (C_{2d})、黄龙组 (C_{2h})。岩溶现象较发育，透水性较好。

5.二叠系下统船山组 (P_{1c})—中统茅口组 (P_{2m})：勘查区二叠系地层发育较齐全，主要分布于区内高铁岭一带。自下至上分为船山组 (P_{1c})、梁山组 (P_{2l})、

栖霞组 (P_{2q})、茅口组 (P_{2m})。船山组 (P_{1c}) 零星分布于勘查区狮子山。岩性为灰白色中厚层状微晶灰岩、微晶核形石豆粒灰岩，颗粒以核形石为主，透水性较好；梁山组 (P_{2l}) 未见基岩出露，通过收集资料显示，岩性为含砂砾屑变粘土岩、炭质页岩、粉砂岩夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层，隔水性较好。栖霞组 (P_{2q}) 分布于勘查区七斗山、谭家山水库东侧等处，人工露天开采最为明显。岩性为灰色—深灰色中层—厚层含硅质团块（条带）、硅质结核生物屑炭质微晶灰岩，底部多夹灰黑色中薄层状硅质岩。勘查区含硅质团块生物屑灰岩中硅质结核多脱落，岩石层面溶孔极为发育。富含腕足类、海百合茎、珊瑚（图 5-2C）、苔藓虫等生物化石。横向上该组岩性、厚度较稳定，透水性较好。茅口组 (P_{2m}) 分布于勘查区狮子山、西海村等处，人工开采边坡处最为明显。岩性为含硅质团块（或条带）生物屑微晶灰岩、白云质团块生物屑微晶灰岩、泥晶灰岩、瘤状生物屑灰岩。灰白色，微晶结构，薄层状-中厚层状构造，局部为块状构造，岩石坚硬，自然露头处多风化较强烈，敲击易碎。岩溶现象发育，透水性较好。

6.第四系更新统残积层 (Qp^{el})：广泛分布于区内残丘岗地，褐红色网纹状亚粘土、含砾亚粘土、砾质亚粘土、亚砂，呈浅黄、褐黄色等以浅色、含杂色高岭土为特征，高岭土呈团块、斑状出棕褐色、棕红色含砾亚粘土，灰绿色、灰色含砾粘土。厚一般 9—80 米，厚度主要受基岩侵蚀面所控制，低凹处厚度明显增大，局部呈囊状。

7.第四系全新统冲积层 (Qh^{al})：分布于区内的洼地部位长河一带，表层 0.5m 为耕植土，上种水稻。上部为灰色~浅灰色含淤泥质亚粘土，夹粉砂质团块，厚 4m 左右。下部为褐灰、灰黑色粘土、淤泥质粘土，含腐植物及螺壳类生物残骸，底部 0.5m 则夹较多的碎石、角砾、中粗砂粒。该层总厚一般 9.0~17.1m 不等，在靠近小蛇屋山丘坡处则为 4.26m。

区内第四纪地层覆盖面积大，基岩出露极为有限，因而给地层研究造成了不少困难，特别是由于无法测制剖面而难于进行地层对比分析。本次勘查仅根据区内实际情况结合相邻测区成果，对各时代地层格架做一简要描述。

区内志留纪为一个不完整的层序。龙马溪组下部灰黑色薄层状硅质岩、硅质页岩，具毫米级水平纹层，属海侵体系域。上部一套含丰富的笔石化石的硅质页

岩、粉砂质粘土岩，亦具毫米级水平纹层为饥饿段。新滩组至坟头组，由下而上，粒度变粗，层厚渐大，由一系列向上变粗的层序叠复而成，总体上显示为一向上变粗的海退进积序列，属高水位体系域。顶界为一明显的区域性平行不整合，有明显的剥蚀古风化壳。

区内石炭纪底界位于石炭纪大埔组与志留纪坟头组间，由于海平面上升速度较快，沉积物供应不足，因而海侵体系域不明显，总体上表现为饥饿段，即位于大埔组下部的层纹状白云岩，其上为高水位体系域，主要为一套碳酸盐台地相的碎屑碳酸盐，由一系列向上变粗的层序叠复而成，至船山组的核形石亮晶灰岩，表明区内处于滨浅海粒屑浅滩环境。其顶界位于船山组与梁山组间，其明显的风化剥蚀，发育铁质风化壳。

区内二叠纪可划分成一个完整层序，底界在船山组与梁山组间。梁山组下部炭质页岩夹粉砂岩或生物微晶灰岩，栖霞组下部中厚层状炭质生物屑微晶灰岩夹炭质页岩，属海侵体系域。中部一套薄层状硅质岩，含丰富的腕足、海百合茎、等化石，为饥饿段。上部中厚—厚层状硅质团块生物屑微晶灰岩，其沉积厚度大，为开阔海碳酸盐台地相沉积组合，属海侵体系域。

5.2 构造

工作区及外围大部分都被第四系覆盖，给地层及构造的研究带来一定的难度。据收集资料显示，工作区内及外围隐伏构造极为发育（图 4-3），但图面上所反映的构造多据物化探、遥感、地质分析等推测或解释而来的，各构造形迹的详细特征具很大的不确定性。

5.2.1 褶皱构造

（1）蛇屋山倒转背斜（①）

该背斜西起蛇屋山，东到嘉鱼县城，多被北东向断裂错断。轴迹走向近东西向，长约 18km。蛇屋山—藕塘村一带经钻探揭露，核部地层为寒武纪娄山关组，南翼依次为奥陶纪南津关组至志留纪新滩组，北翼受断裂切割破碎，仅出露侏罗纪地层。轴面南倾，倾角 20~30°，表现为一近平卧倒转褶皱。东段被高铁岭隐伏断裂（F₂₂）左行错断后，轴迹走向北东东—南西西，核部地层为志留系新滩组，

南东翼出露志留系坟头组—二叠系茅口组，北西翼仅出露二叠系茅口组。据收集资料，该背斜在工作区北部小蛇屋山地热田体现为一双重逆冲构造。主要由底板逆冲断层、顶板逆冲断层及次级断层组成，在底板逆冲断层与顶板逆冲断层之间的下推覆体中，即为蛇屋山倒转背斜的核部。

(2) 蜜泉湖倒转向斜 (②)

位于咆哮岭—高铁岭—细屋孙，受后期斜向断裂切割分为东段、西段，其中西段为第四系掩盖，据钻孔揭露核部为王龙滩组砂页岩，两翼为茅口组灰岩，推断与核部王龙滩组呈断层接触，地层产状不清。东段位于高铁岭—蜜泉湖，向斜行迹较清晰，核部地层为茅口组，两翼分别为栖霞组、梁山组、船山组、黄龙组，北翼地层产状正常，倾向南，倾角 40—50°，南翼地层倒转，倾向南—南西，倾角 30—40°，分布有鸡金山、左金山锰矿点。

5.2.2 断裂构造

蛇屋山隐伏断裂 (F2)：收集钻孔资料显示，断裂总体呈北西西向不规则的锯齿状，据物探推测断裂南倾，倾角约为 60-80 度，钻孔揭露断层厚度 5-10 米，断层具逆掩性，其上盘岩性为寒武-奥陶系碳酸盐岩，下盘主要为志留系坟头组碎屑岩，局部为寒武-奥陶系碳酸盐岩。构造带内岩性主要为角砾岩及碎裂岩，胶结物为方解石、粘土矿物等。本断裂为隔水层，为小蛇屋山地热田隔水边界。

尹家畷隐伏断裂 (F3)：收集钻孔资料显示，断裂总体呈近东西向不规则的弧形，其构造形迹隐伏于长河一带，据物探推测断裂南倾，倾角约 80 度，钻孔揭露断层厚度一般在 5 米左右，断裂具逆掩性，上盘岩性主要为志留系坟头组碎屑岩，下盘寒武-奥陶系碳酸盐岩。本断裂导水导热，其上盘志留系坟头组碎屑岩构成小蛇屋山地热田的南部隔水边界。

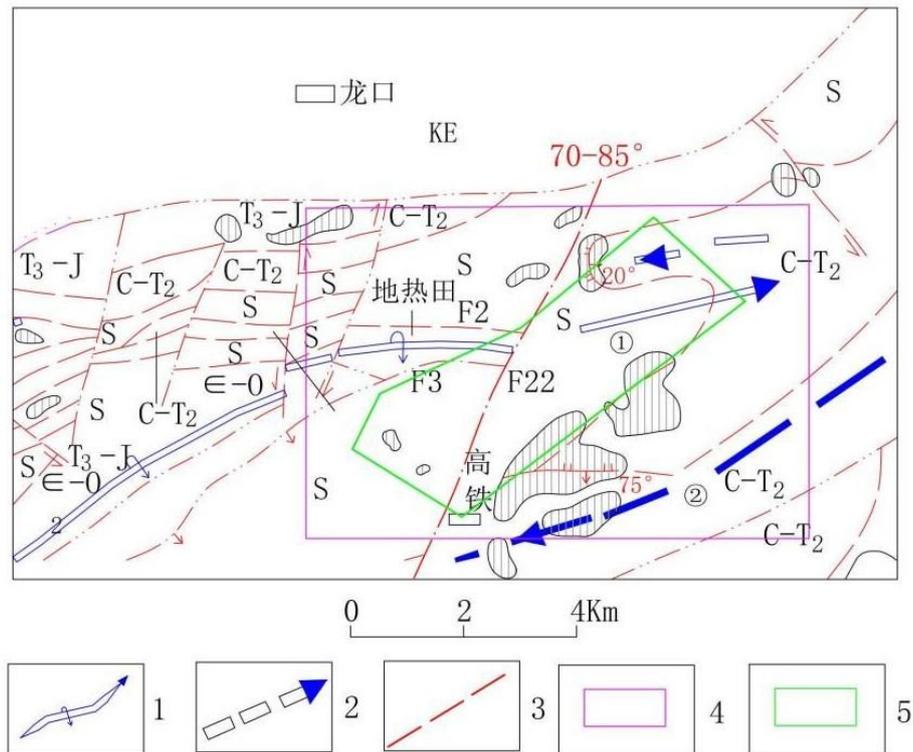


图 5-3 石泉构造纲要图

1. 隐伏倾伏倒转背斜；2. 隐伏倾伏向斜；3. 隐伏断裂、氦气测量推测断裂；4. 工作区；5. 重点
勘查区

高铁隐伏断裂（F22）：在 1: 5 万嘉鱼幅地质图中的测区长度为 10Km，断裂产状不详，两侧地貌差异较大，航卫片线型构造影像清晰。断层造成地层缺失， S_{1f} 顶部及 C_{2d} 底部地层出露不全。北西盘砂页岩中间挤压小褶皱。岩石破碎强烈，形成碎裂岩及构造角砾岩，见挤压透镜体及次级断裂，具压性。断层性质为逆掩断层。根据氦射气测量显示，该断裂北西侧异常明显，南东侧无异常，推测该断裂控制了小蛇屋山地热田的东边界。根据三条物探解译成果图，均有反应，且推断 F22 与 F22' 之间的岩体破碎带宽度在 800-930m 之间（详见 5.4.2）；氦气测量成果从土壤氦异常图上可以看出高铁岭断裂（F22）北西侧高异常区居多，多分布在小蛇屋山地热田、长港河附近，且发育多条近东西向断裂，在两组断裂交汇处，岩石破碎程度加重，造成孔隙度增加，氦高异常值数量因此增多，通过氦异常边界可以确定氦气异常形态明显受控于断裂 F22（详见 5.5.1）。

氦气测量推测断裂（F10、F11、F12、F13、F14、F15、F16、F17、F18）：
具体位置见图 5-17，大多分布于 F22 北西侧，其中 F10、F12、F15、F17、F18 为

近东西向，F11、F13、F14 为北东向，F16 为北西向，其它性质不明。

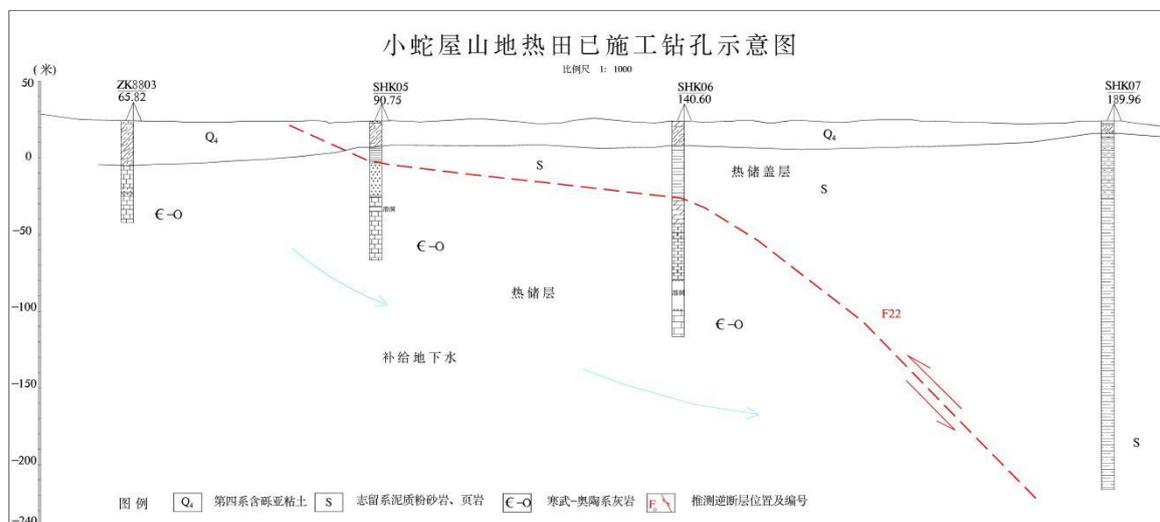


图 5-4 小蛇屋山地热田已施工钻孔示意图

5.2.3 岩浆活动、变质作用

(1) 岩浆活动

区内隐伏岩体发育，为嘉鱼中酸性隐伏岩体，高精度磁测推断该岩体为规模较大的岩基，埋深约 2.8 公里，倾向北东，倾角及延深均较大。南部距工作区约 17km 处，分布有桐梓岭、凤凰山、堤塘魏家三处隐伏—半隐伏岩体，受堤塘魏家—桐梓岭隐伏断裂控制，高精度磁测推断均为规模较小的岩株，埋藏较浅。

(2) 变质作用

区内变质作用主要表现为动力变质和蚀变，蚀变常与动力变质相伴生，两者密切相关。动力变质为断裂构造产物，受断裂控制明显，形成的动力变质岩沿断裂呈线状或带状分布。

(3) 热液蚀变

工作区周边小蛇屋山地热田地表见强烈热液蚀变现象，主要表现为硅化。硅化程度能有效反映构造活动的强烈程度，特进行论述。

工作区周边硅化主要有两种岩石表现：

其一为地表风化残留的硅化构造岩，该类岩石原处于构造破碎带内，由于受长期的表生风化作用，构造破碎带泥化形成残积红土层，硅化构造岩抗风化能力强而呈碎块状残留其中。原构造岩所受硅化作用方式表现为面状交代兼脉状充填，

图 5-5 湖北省莫霍面等深与地热分布图

居里面是温度界面也是磁性界面，可以大致反映出地壳深部温度场的分布特征。从居里面等深图中可以看出（图 5-6），深度在 24.5—25km 范围内变化，通城一带，埋深约 24.5km，从南向北逐渐变深，嘉鱼石泉一带，埋深在 25.0-25.5km 之间。

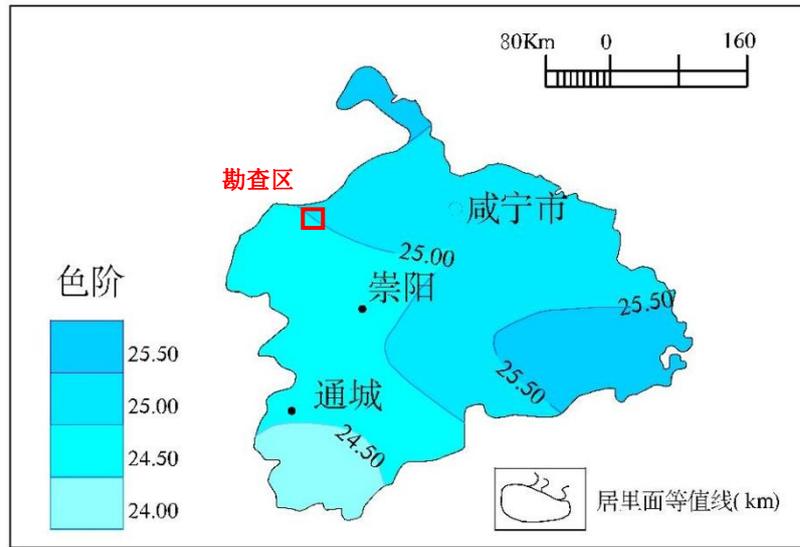


图 5-6 咸宁市居里面等深图

咸宁市在深部构造上可划分咸宁-阳新幔坡和幕阜幔陷带。由莫霍面等深线图可以看出（图 5-7），咸宁市莫霍面最大深度为南部幕阜山，埋深 39km，向北逐渐变浅，在嘉鱼石泉一带，埋深深度为 33-34km。

这种壳幔结构对于中生代以来的沉积建造、岩浆活动、构造形变和成矿作用具有重要的控制作用和影响。

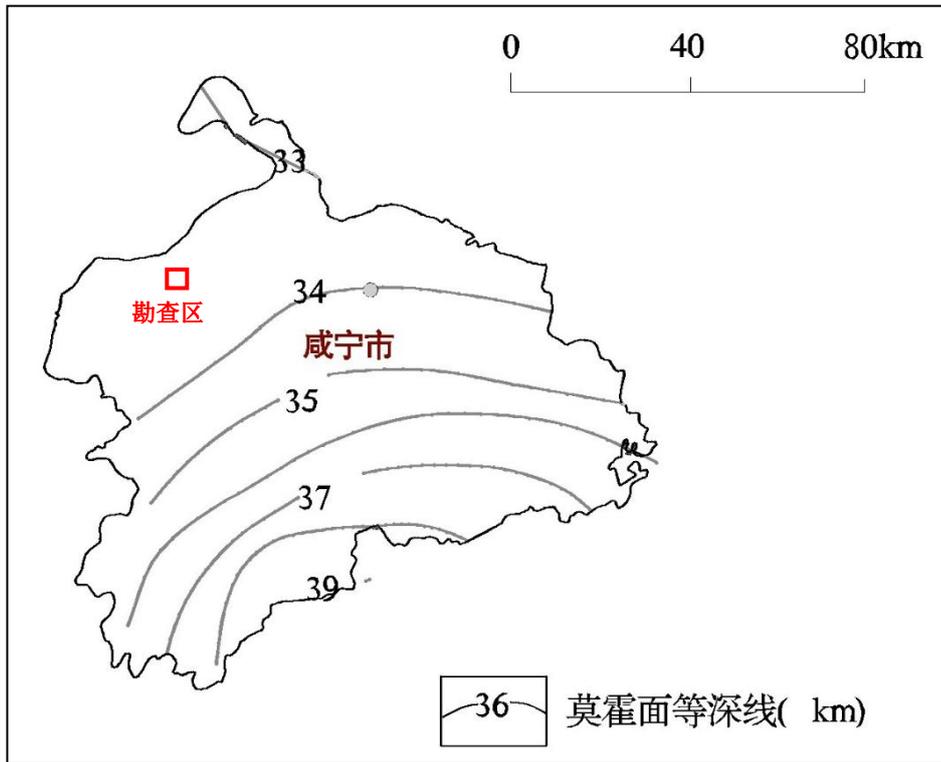


图 5-7 咸宁市莫霍面等深图

5.3.2 大地热流值特征

根据中国大陆地区大地热流数据汇编（第一版和第三版）和部分公开发表文献中的统计数值。此次共收集湖北大地热流数据 29 个，为分析湖北省大地热流特征提供依据。

图 5-8 为湖北省大地热流图，从图中可以看出，大地热流最小值为 41.9mW/m^2 ，最大值为 69mW/m^2 ，平均值 53.7mW/m^2 ，远低于中国大陆地热大地热流平均值（ 61mW/m^2 ）和全球大陆地区大地热流平均值（ 65mW/m^2 ）。其中热流值小于 50mW/m^2 的有 9 个，占总数的 31%； $50\text{-}60\text{mW/m}^2$ 有 12 个，占总数的 41%；大于 60mW/m^2 的有 8 个，占总数的 28%。

省内大地热流分布不均，基本呈现“南高北低，东高西低”特征，其中异常高值点主要在深大断裂带分布。江汉盆地热流值 $41.9\text{-}69\text{mW/m}^2$ ，平均值为 53.2mW/m^2 ，南襄盆地平均值为 45mW/m^2 ，鄂东南地区热流值 $42\text{-}69\text{mW/m}^2$ ，平均值为 54mW/m^2 ，鄂西地区热流平均值根据前人分析为 49mW/m^2 。

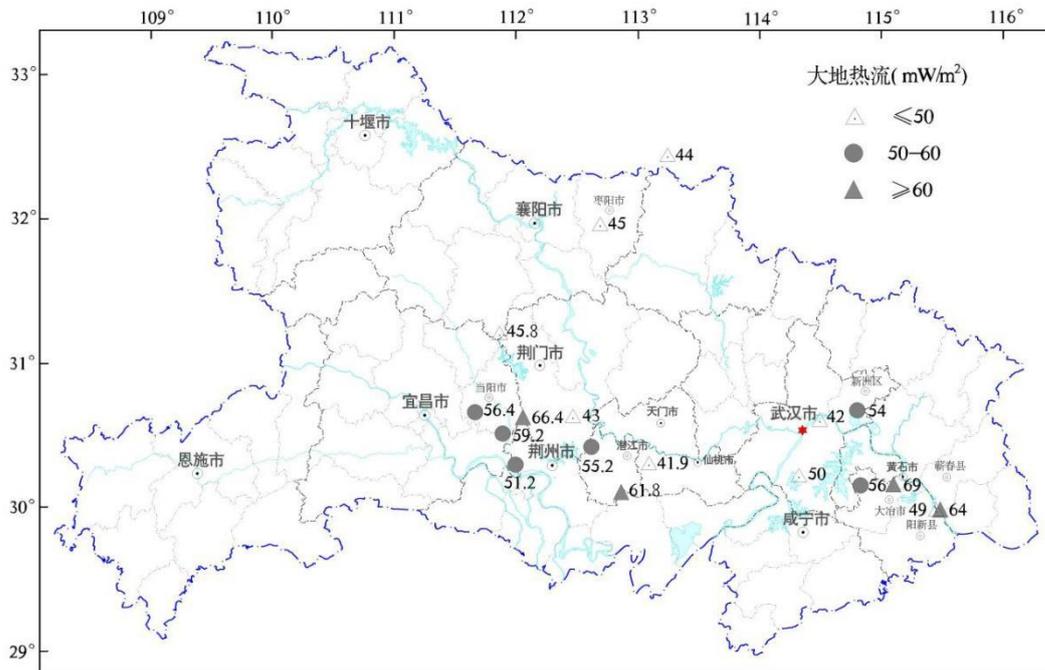


图 5-8 湖北省大地热流图

本次收集咸宁市 4 处温泉 $3\text{He}/4\text{He}$ 值，Polyak 等于 1985 年建立了地质体 $3\text{He}/4\text{He}$ 值与大地热流值的成因关系式，其计算公式为： $Q=6.993\ln(3\text{He}/4\text{He})+165.16$ 。经过计算，咸宁市大地热流最高值为 58.91 mW/m^2 ，最低为 49.95 mW/m^2 ，平均值 53.89 mW/m^2 （表 5-1）。从大地热流值的分布来看，咸宁市大地热流分布规律与居里面一致，由北向南随着居里面埋深变浅大地热流值增加，嘉鱼石泉位于咸宁市北部，在地温场有着先天优势条件。

表 5-1 咸宁市大地热流值

温泉	$3\text{He}/4\text{He}$	大地热流 (mW/m^2)
WQ01	$7.0\text{E}-08$	49.95
WQ02	$8.4\text{E}-08$	51.23
WQ03	$1.5\text{E}-07$	55.47
WQ04	$2.5\text{E}-07$	58.91

同时，将湖北境内的莫霍面的埋藏深度与大地热流分布对照，发现两者有很好的对应关系。根据湖北省莫霍面等深线图可以看出，省内地壳厚度总的变化趋势是东部薄，西部厚，在莫霍面深度较浅的地方，壳内存在着高热熔融的物质的构造背景，大地热流值较高。而莫霍面较深的地方，大地热流值较小。说明了湖

北热流的分布与莫霍面的相对埋深存在负相关关系。

5.3.3 地温梯度特征

(1) 地表浅层热显示特征

目前，勘查区及周边共 1 处地热点，为嘉鱼小蛇屋山地热田，由钻孔揭露，位于长港河以北，距离勘查区 1.1km。地热田的分布范围平面形态呈带状，沿东西向展布，形成一个半封闭的椭圆区。在浅孔 3 米左右时，异常中心的温度为 18.4—23.6 度，往北和东部则慢慢降低。

根据勘探资料，小蛇屋山地热田为一浅埋型地热田，分布范围明显受区域上近东西向的尹家畈隐伏断裂（F3）的控制，地热田的分布范围平面形态呈带状，地热田的水温在 25~61 度之间，属小型低温地热田。受冷水的混合作用及远离热源影响，水温由热源中心向外围扩散并逐渐降低。依据 GB11615-89 表 1 的划分标准，地热流体的温度分级可分为 >60 度的热水、40~60 度的温热水、25~40 度的温水三级，与此对应，小蛇屋山地热田热水平面分布约为 260m²，温热水平面分布约 45024m²，由于热水面积太小，可合并到温热水之中，即温热水面积为 45284m²，温水平面分布约 29428m²。

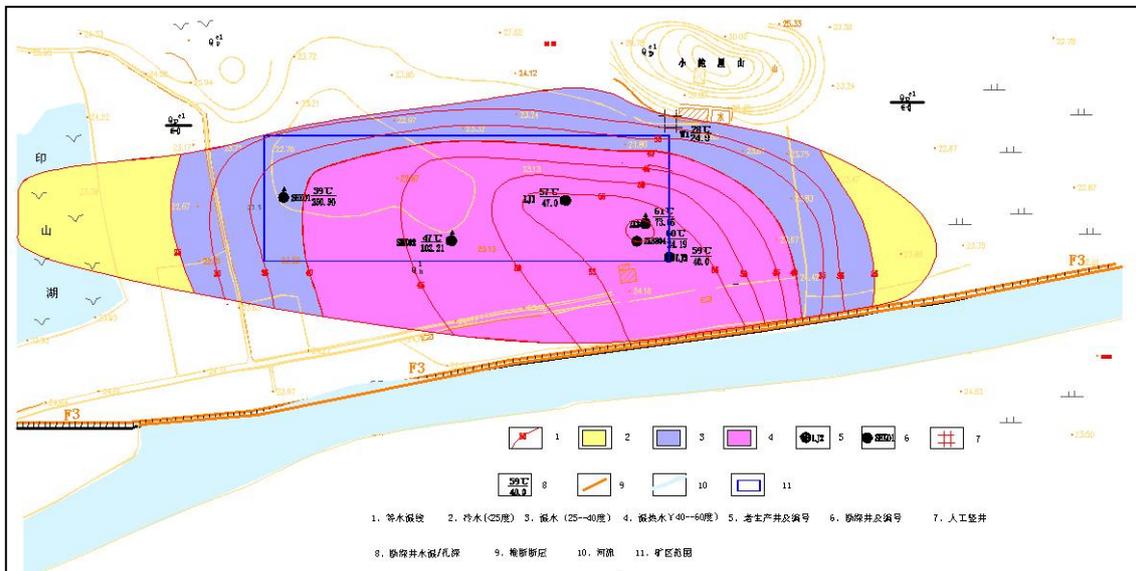


图 5-9 小蛇屋山地热田等水温线图

① 钻孔测温特征

根据前人资料综合分析表明：嘉鱼小蛇屋山地热田钻孔温度多呈平缓增温趋

势，即随着孔深的增加，温度随之有所增高。根据孔内温度变化特征分析，在地热田区内 40~70m 的孔段，受岩溶相对强发育的影响，曲线略呈平行 Y 轴（孔深轴）一恒温热，而表现出对流传热型的特点。在孔深 100m 以上，均表现为抽水后测温温度高于施工时跟钻测温温度，表明热流的主要热源来源可能来自于孔深 100m 以下。在 SHK01 号孔 130~220m 段，抽水后测温略小于跟钻测温，表明在该孔段内可能有冷水来源，但来水量较小，SHK01 抽水后测温曲线在孔深 120 以下，表现为较为理想的直线关系。

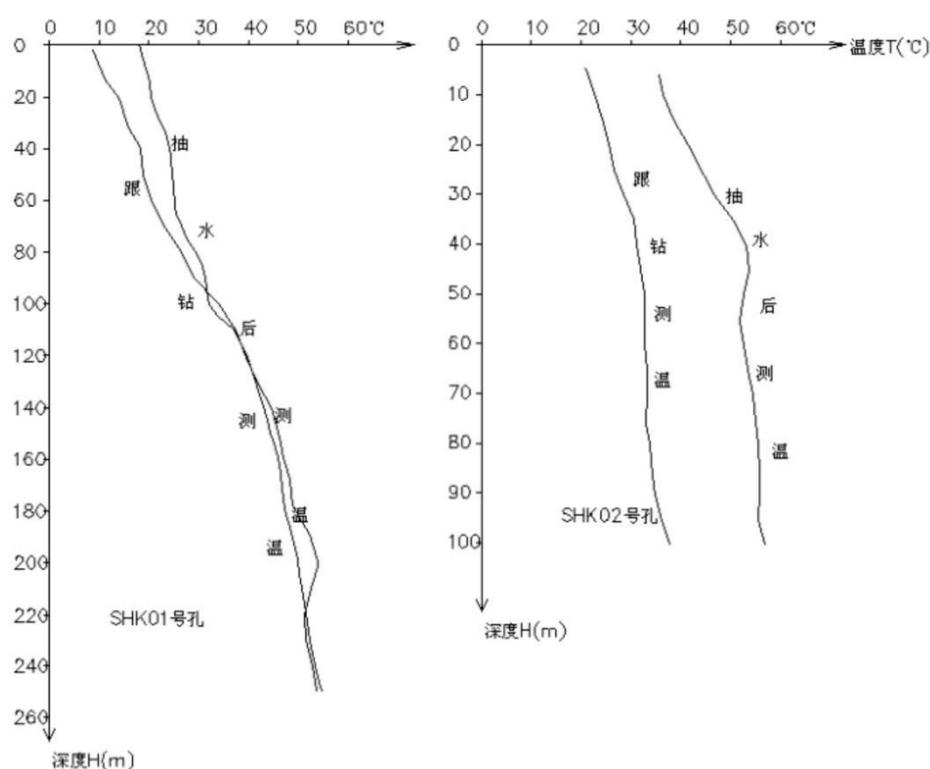


图 5-10 小蛇屋山地热田钻孔测温曲线图

②中深层地热梯度特征

地热梯度值的大小与地热田的地质环境条件（位置、岩性、地质构造、地下水等）有直接的关系，各地热区的岩石的地热梯度值具有一定的差异，在地热异常区，以小蛇屋山地热田为例，钻孔地温梯度普遍较高为 $11.4^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，其热源除接受区域大地热流增温外，断裂对流传导地球深部的热源增温也是重要因素。中深层隐伏型地热资源地温梯度较低，其值在 $1.76\sim 2.45^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。通过本次共收集的咸宁市境内五处地热深井的资料可知（表 5-2），咸宁市的恒温带温度为

15.6-18.30℃，恒温带深度在 35-137m 之间，咸宁市平均地热梯度为 2.16℃/100m。其中，嘉鱼县金色年华地热深井地温梯度较高，这与上文分析的大地热流及莫霍面特征具有较好对应。

表 5-2 钻孔测温统计表

名称	嘉鱼金色年华 SHK01	通山县中联教育水井	崇阳县华美达酒店水井	梓山湖 SHK01	通山县厦铺-杨芳林地热井 SHK01	九宫山地热井 SHK01
孔深(m)	759.00	1009.00	500.55	3609.94	2204.8	2407.43
孔底温度(℃)	32.00	34.23	26.58	106.2	63	65.1
恒温带(m)	50-90	40-100	35-85	126-137	100	105
恒温带温度(℃)	15.60	18.20	18.30	16.20	14.3	14.8
地温梯度(℃/100m)	2.45	1.76	2.00	2.26	2.31	2.17
平均(℃/100m)	2.16					

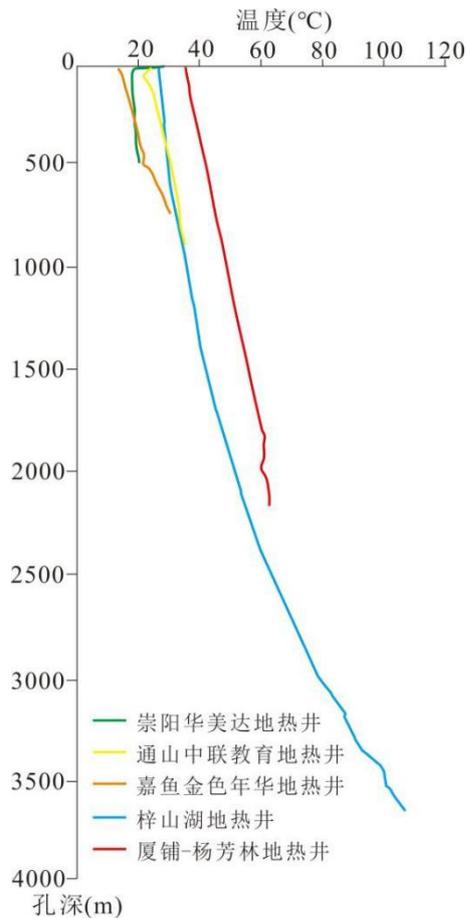


图 5-11 咸宁市中深层地热井钻孔测温曲线图

综上所述，隆起断裂型地热资源地温梯度变化规律与断裂关系密切，在断裂破碎带上下盘以传导传热为主，随孔深增加温度曲线增高，在断裂破碎带内部，以对流传热为主，其内部温度随孔深增加温度基本保持不变，而在中深部无导热断裂构造时，地温梯度变化规律则与基地起伏、岩性特征关系密切。勘查区地表无热泉点及热异常显示，其地热资源类型属中深层隐伏型，结合上述资料显示，该区位于隆起区，地表发育一背斜，核部出露地层为志留系页岩，是良好的保温盖层。本次勘查在志留系地层开孔，将志留系作为盖层，根据地温梯度推测预计在钻孔钻入至 1700-2400m 时孔底井温可达 55-64℃，取水过程中考虑上部冷水混合，在保温措施做到位的情况下，每 1000m 降低 4℃，井口温度可以达到 40℃以上，此外，不排除该处存在导热断裂提供额外热源。因此，在本区进行地热资源勘查其温度是有所保障的。

5.4 地球物理特征

5.4.1 区域重力场特征

工作区及外围大部分都被第四系覆盖，给地层及构造的研究带来一定的难度。据收集资料显示，区内布格重力异常等值线基本呈向南凸出的弧形展布，由北向南可大致分为三个异常区（带）。

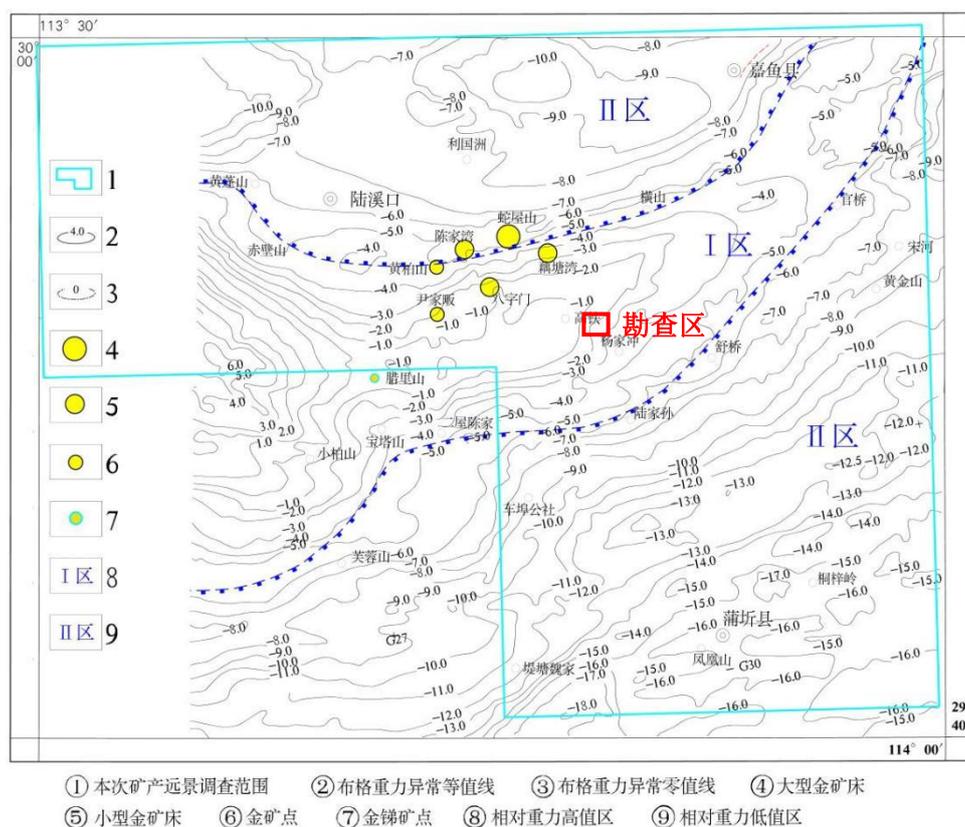


图 5-12 勘查区布格重力异常平面图

1. 北部相对重力低值区：以嘉鱼—蛇屋山—赤壁镇一线的密集梯度带为其南界，推断异常为厚度数百米—一千余米的新生界低密度层及隐伏的嘉鱼岩体所引起，勘查区内蛇屋山金矿、八字门、铜山等金矿（化）点位于该重力梯度带中段。

2. 中部相对重力高值区：勘查区位于该区，以高铁—嘉鱼一线为中心呈弧形展布。该重力高值区地表对应于以蛇屋山背斜（高铁背斜）为主体的一系列褶皱构造，西部褶皱紧密，往东变成规模宏大的倾伏背斜为主，推断该区为下古生界高密度地层（ $\epsilon-O$ ）隆起，西部隆起幅度较大，往东逐渐倾伏，由于受断裂构造的影响，致使异常轴向发生变化，所以呈现自西向东逐渐递减的区域弧形重力高值

区。

3.南部重力低值区：以工农大队一石壁山一线为其北界。该区梯度变化平缓，表现为明显的重力低异常，推断该重力低主要为密度较低的冷家溪群基底地层隆起所致。

5.4.2 广域电磁测深特征

(1) 物性参数

本次工作主要涉及地层为寒武~奥陶系灰岩、白云岩以及志留系砂岩、页岩。其实测电阻率分别为 5382-5874 $\Omega \cdot m$ 和 488 $\Omega \cdot m$ ，存在一个数量级的差异，并且综合以上地层岩性物性参数统计结果来看，地层岩性之间，皆存在有较大的电性物性差异，这为在本区开展地球物理勘探工作提供了良好的地球物理前提。

表 5-3 工作区岩层电阻率参数统计表

地层及代号	岩(矿)石名称	电性参数		备注
		电阻率 ρ_s ($\Omega \cdot m$)	极化率 η (%)	
第四系 Q	粘土	20	0.8	
白垩-第三系 K-R	砂岩、砾岩	157	1.3	
侏罗系 J	粉砂岩	347	1.5	
上三叠 T3	石英砂岩	1769	1.8	
中下三叠统 T1-2	灰岩	3976	1.5	
二叠系 P	灰岩	4253	2.2	
石炭系 C	灰岩	4885	1.7	实测 14 块
志留系 S	粉砂岩	488	1.3	实测 32 块
	页岩			实测 41 块
奥陶系 O	灰岩、白云岩	5382	1.5	实测 16 块
寒武系 ϵ	灰岩、白云岩	5874	1.7	蛇屋山
	硅化构造岩	4287	1.5	蛇屋山
	土化构造岩	115	1.1	蛇屋山
	黄铁矿化构造岩	362	6.5	蛇屋山

(2) 广域电磁法测量成果

搜集区内广域电磁法测量成果，为本次勘查提供了地质依据，解译成果如下：

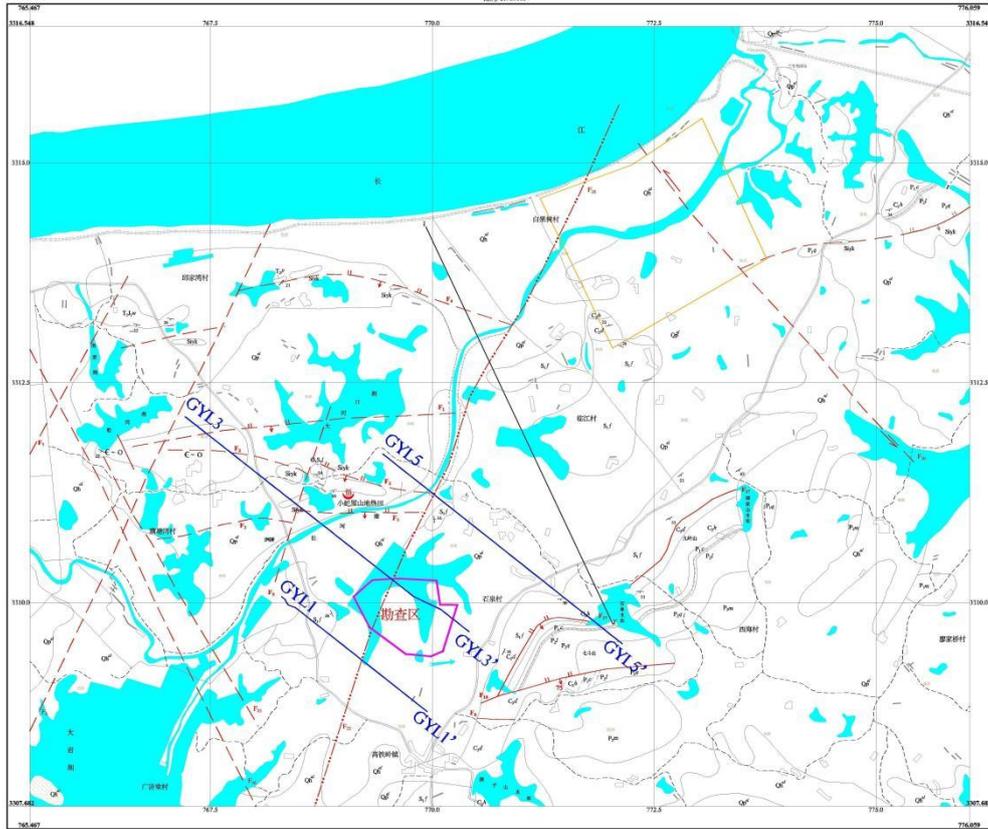


图 5-13 勘查区广域电磁法测线平面图

GYL1 线

GYL1 测线布置在孙家门南侧，测线方位角 130° 左右，目的是查明志留系地层（盖层）的厚度以及工作区内是否存在北东向隐伏断裂构造及其产状情况。剖面情况详见 GYL1 线剖面图（图 5-14）。

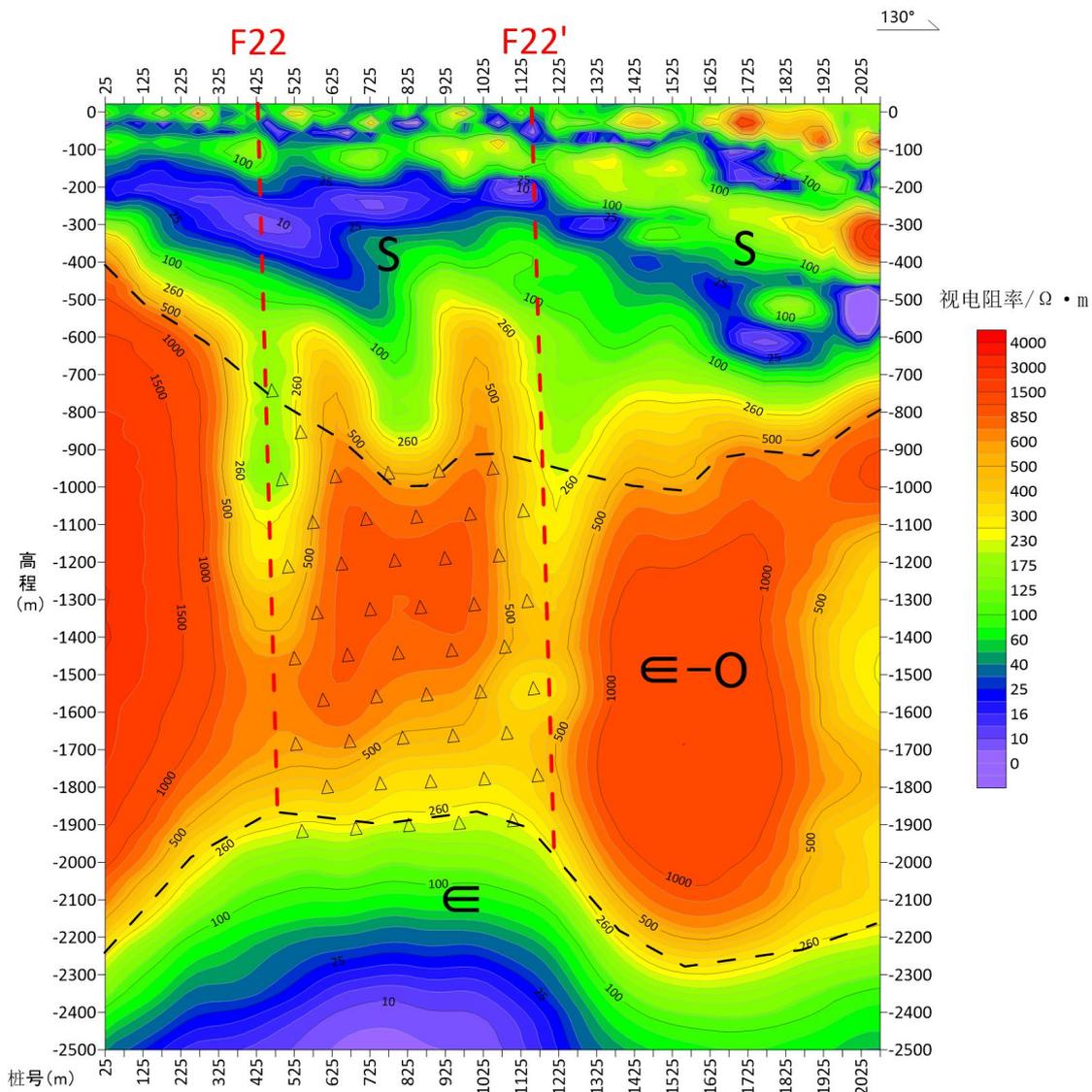


图 5-14 GYL1 线 (25-2075) 广域电磁二维反演成果图

地层分析解释:

剖面自上 (浅部) 往下 (深部) 可分为高-低-高-低四个电性层, 电性层局部出现变形、断开不连续。分述如下。

第一电性层 (东南侧浅部高阻层): 主要出现于剖面点 775-2075 段, 整体视电阻率 $100-500 \Omega \cdot m$, 由西北向东南逐渐变厚, 于 2075 号点处埋深达到 400m。结合地质资料, 推测为志留系石英砂岩地层, 为本区的热储盖层。

第二电性层 (浅、中部低阻层): 整条剖面均有反映, 视电阻率小于 $100 \Omega \cdot m$ 。厚度 400-1000m, 其中两侧较薄, 中间较厚; 由西北向东南, 厚度逐渐由 400m 增加至剖面点 825 处 1000m 达到最大, 之后厚度变化较平缓, 剖面点 1525-2075

段略有抬升，厚度减小至 800m。结合地质资料，推测为志留系下统坟头组（S1f）粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩，为本区的热储盖层。

第三电性层（中深部高阻层）：整条剖面均有反映，整体视电阻率 500-1500 $\Omega \cdot m$ 。西北部层顶埋深约 400m，向东南埋深逐渐加大至 1000m，厚度 900-1800m，其中中部较薄，两侧较厚。结合地质资料，推测为奥陶系（O）-寒武系（ ϵ ）白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩等，为本区的热储层。

第四电性层（深部低阻层）：整条剖面均有反映，整体视电阻率小于 260 $\Omega \cdot m$ ，层顶埋深 1900-2250m，剖面点 425-1125 段较为隆起，层顶埋深约 1900m。结合地质资料，推测为寒武系下部炭质页岩、泥岩地层、粉砂岩地层。

构造分析解释：

断裂构造 F22：剖面点 425-475 段，第三电性层视电阻率等值线间断，存在明显低阻条带深入高阻区，出现高阻夹低阻现象，低阻条带视电阻率 200-500 $\Omega \cdot m$ ，推测存在断裂构造 F22，测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 88° ，延伸深度约 1900m。

断裂构造 F22'：剖面点 1150-1225 段，第三电性层视电阻率等值线间断，存在明显低阻条带深入高阻区，出现高阻夹低阻现象，低阻条带视电阻率 200-400 $\Omega \cdot m$ ，推测存在断裂构造 F22'，在测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 88° ，延伸深度约 2000m。

岩体破碎带：剖面点 425-1225 段，断层 F22 与 F22' 所夹区域，由于两侧断裂影响，该段奥陶系（O）-寒武系（ ϵ ）白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩视电阻率约为 500-1000 $\Omega \cdot m$ ，岩体完整性较差，较为破碎。该条带宽度约 800m。

GYL3 线

GYL3 测线布置在蛇屋山金矿-孙家门以北，测线方位角 130° 左右，目的是①查明志留系地层（盖层）的厚度；②了解蛇屋山倒转背斜核部的形态及其产状；③了解工作区内是否存在北东向隐伏断裂构造及其产状。剖面情况详见 GYL3 线剖面图（图 5-15）。

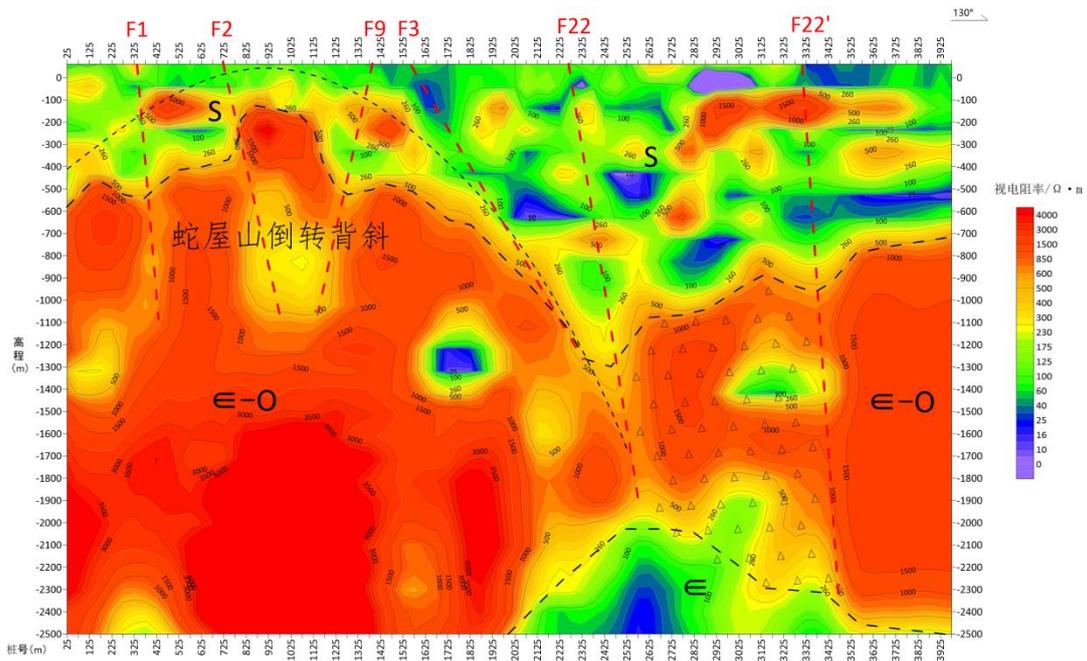


图 5-15 GYL3 线 (25-3925) 广域电磁二维反演成果图

地层分析解释:

剖面自上 (浅部) 往下 (深部) 可分为低-高-低三个电性层, 各电性层在不同位置形态变化较大。分述如下。

第一电性层 (浅部低阻层): 整条剖面均有反映, 整体视电阻率小于 $200 \Omega \cdot \text{m}$, 部分区域存在高阻团块。剖面点 25-1525 段, 厚度较薄, 约为 500m。剖面点 1525-2425 段, 由西北向东南逐渐变厚, 于 2325 号点处埋深达到最大 1300m, 之后缓慢抬升, 于 3975 号点处埋深减小至约 700m。结合地质资料, 推测为志留系下统坟头组 (S_1f) 粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩。该低阻层内存在部分视电阻率大于 $200 \Omega \cdot \text{m}$ 的高阻条带, 推测为部分岩体石英含量较高导致, 为本区的热储盖层。

第二电性层 (中深部高阻层): 整条剖面均有反映, 整体视电阻率 $500-4000 \Omega \cdot \text{m}$ 。其中剖面点 25-2025 段厚度较大, 浅部出露于地表, 深部超出探测范围, 整体厚度大于 2500m。之后整体呈下探趋势, 上部地层厚度逐渐增大, 该段厚度逐渐减小, 于剖面点 2425 处厚度变为最小, 约 950m。之后地层厚度逐渐增加至 1800m。该段浅部呈现中间隆起, 两侧下沉的背斜形态, 结合地质资料, 推测该处为蛇屋山倒转背斜, 剖面点 500-1225 段下伏基岩部分出露于地面。该层 1500m 埋深以上岩体完整性较差, 1500m 埋深以下岩体相对较完整。

剖面点 2025-3525 段厚度相对较小，层顶埋深约 600m，厚度约 1300m。该段岩体完整性较差，推测发育有两条深大断裂。

剖面点 3525-3975 段，整体呈水平状，层顶埋深约 650m，厚度约 1800m。该段岩体完整性好。结合地质资料，推测该电性层整体，为奥陶系（O）-寒武系（Є）白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩等，为本区的热储层。

第三电性层（深部低阻层）：出现于剖点的 2000-3975 段，整体视电阻率小于 $260 \Omega \cdot m$ ，剖面点 2525-2825 段较为隆起，该处层顶埋深约 2000m。结合地质资料，推测为寒武系下部炭质页岩、泥岩地层、粉砂岩地层。

构造分析解释：

断裂构造 F1：剖面点 330-340 段，第二电性层视电阻率等值线间断，存在一相对低阻条带深入高阻区，出现高阻夹低阻现象，低阻条带视电阻率 $500-1000 \Omega \cdot m$ ，推测存在断裂构造 F1，在测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 85° ，延伸深度约 1100m。

断裂构造 F2：剖面点 725-975 段，第二电性层视 $500-1000m$ 深处出现一低阻团块，视电阻率小于 $500 \Omega \cdot m$ ，该处根据电性层形态推测为蛇屋山倒转背斜，推测此处存在断裂构造 F5，在测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 77° ，延伸深度约 1050m。

断裂构造 F3：剖面点 1575-2325 段，此处电性层电性横向突变，西北侧为高阻，视电阻率约 $500-4000 \Omega \cdot m$ ；东南侧为低阻，视电阻率约 $100-200 \Omega \cdot m$ 。该处根据电性层形态推测为蛇屋山倒转背斜一翼，并且是志留系地层与奥陶-寒武系地层界限，推测此处存在断裂构造 F3，在测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 60° ，延伸深度约 1250m。

断裂构造 F9：剖面点 1150-1375 段，第二电性层视 $500-1000m$ 深处出现一低阻团块，视电阻率小于 $500 \Omega \cdot m$ ，该处根据电性层形态推测为蛇屋山倒转背斜，推测此处存在断裂构造 F9，在测线上该断裂构造向西北倾斜，倾角约 78° ，延伸深度约 1050m。

断裂构造 F22：剖面点 2275-2600 段，第二电性层视电阻率等值线 $900m$ 深处出现低阻团块，视电阻率小于 $100 \Omega \cdot m$ ；下部是电阻率曲线间断，存在明显低阻

条带深入高阻区，出现高阻夹低阻现象，低阻条带视电阻率 $200-500 \Omega \cdot m$ ，结合 GYL1 测线相对位置，推测存在断裂构造 F22，测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 81° ，延伸深度约 1950m。

断裂构造 F22'：剖面点 3300-3475 段，第三电性层浅部存在视电阻率等值线下凹现象，1400 深处出现低阻团块，并且横向电阻率出现突变，结合 GYL1 测线相对位置，推测存在断裂构造 F22'，在测线上该断裂构造向东南倾斜，倾角约 86° ，延伸深度约 2300m。

蛇屋山倒转背斜：剖面点 25-2525 段，第二电性层呈现一明显隆起形态，结合相关地质资料，推测为蛇屋山倒转背斜，其核部位置约在剖面点 925 处，主要地层为奥陶系 (O)-寒武系 (Є) 一套不纯碳酸盐岩；灰色、灰白色的白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩等地层，并在附近于地表出露。

岩体破碎带：剖面点 2325-3475 段，断层 F22 与 F22' 所夹区域，由于两侧断裂影响，该段奥陶系 (O)-寒武系 (Є) 白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩视电阻率约为 $500-1000 \Omega \cdot m$ ，岩体完整性较差，较为破碎。该条带宽度约 930m。

GYL5 线

GYL5 测线布置在陈家湾-殷家湾北侧，测线方位角 130° 左右，目的是查明志留系地层（盖层）的厚度以及工作区内是否存在北东向隐伏断裂构造及其产状情况。剖面情况详见 GYL5 线剖面图（图 5-16）。

地层分析解释：

剖面自上（浅部）往下（深部）可分为高-低-高-低四个电性层，各电性层在不同位置形态变化较大。分述如下。

第一电性层（东南侧浅部高阻层）：出现于剖面点 2675-3425 段，整体视电阻率大于 $500 \Omega \cdot m$ 。由西北向东南逐渐变厚，于 3425 号点处埋深达到 100m。结合地质资料，推测为二叠系下统船山组 (P_{1c})—中统茅口组 (P_2m) 灰岩。

第二电性层（中部低阻层）：整条剖面均有反映，整体视电阻率小于 $200 \Omega \cdot m$ ，部分区域存在高阻团块。由西北向东南逐渐变厚，剖面点 275-1025 段最薄，厚度约 500m，剖面点 2875 处最厚，厚度约 800m，之后略有抬升。结合地质资料，推测为志留系下统坟头组 (S_{1f}) 粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩。该低阻层内存

在部分视电阻率大于 $200 \Omega \cdot m$ 的高阻条带，推测为部分岩体石英含量较高导致，为本区的热储盖层。

第三电性层（中深部高层）：整条剖面均有反映，整体视电阻率 $500-4000 \Omega \cdot m$ 。西北部层顶埋深约 $500m$ ，向东南埋深逐渐加大至 $1000m$ 。剖面点 $25-2125$ 段，厚度大于 $2000m$ ；剖面点 $2125-3425$ 段，厚度约 $1800m$ 。结合地质资料，推测为奥陶系（O）-寒武系（ ϵ ）白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩等，为本区的热储层。。

第四电性层（深部低阻层）：出现于剖点的 $2125-3075$ 段，整体视电阻率小于 $260 \Omega \cdot m$ ，该处层顶埋深约 $2400m$ 。结合地质资料，推测为寒武系下部炭质页岩、泥岩地层、粉砂岩地层。

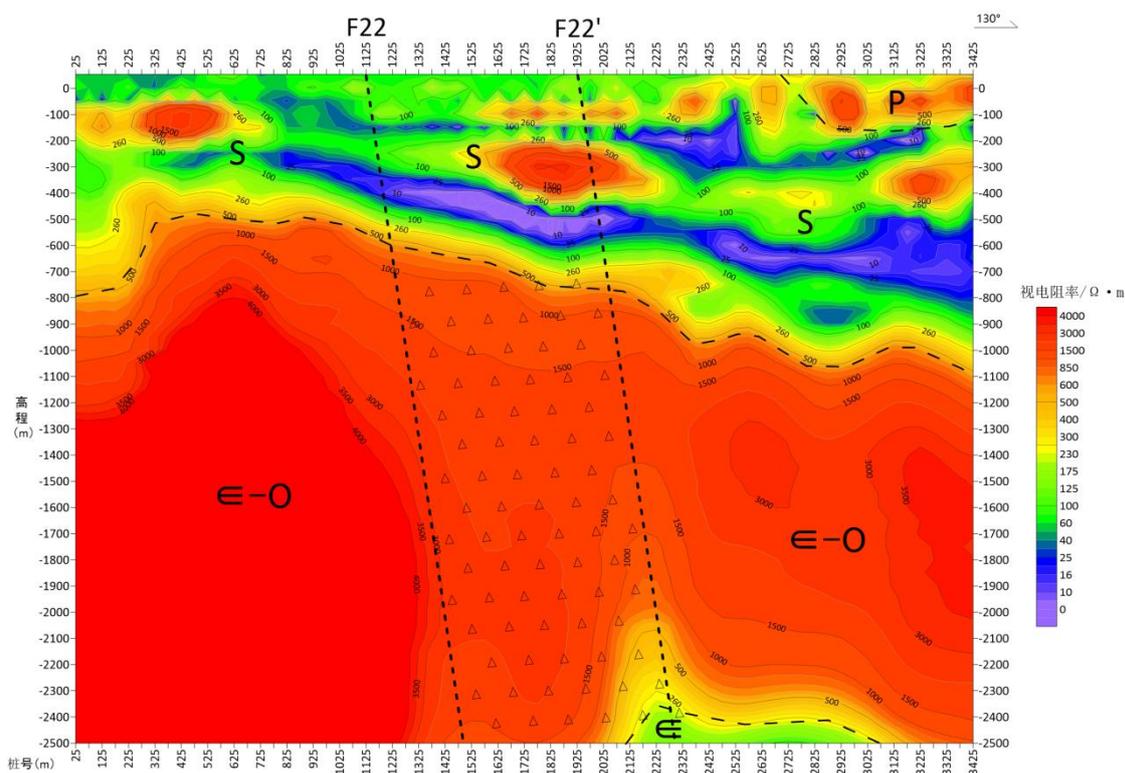


图 5-16 GYL5 线（25-3425）广域电磁二维反演成果图

构造分析解释：

该剖面显示整体地层基本为水平层状分布，岩石完整性较好，未见明显断裂构造。但结合 GYL1、GYL3 所推测断裂，断裂 F22 与 F22' 应延伸至此处。可以看出剖面点 $1125-2300$ 段，埋深 $600m$ 以下奥陶系（O）-寒武系（ ϵ ）白云岩、灰

质白云岩、白云质灰岩、灰岩视电阻率为 1000-1500 $\Omega \cdot m$ ，与两侧 3000-4000 $\Omega \cdot m$ 基岩差异较明显，视电阻率等值线垂向分布，横向上视电阻率存在明显梯度变化，推测此段岩石完整性较差，较为破碎。该条带宽度约 800m。

综合分析：从断面图上可以看出，测区勘探深度内电性层主要分为 3 层，主要为浅中部志留系下统坟头组（S_{1f}）粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩地层。该地层主要分布于长河港与高铁岭镇之间区域。西北部厚度较小，埋深较浅；向东南部埋深，厚度逐渐增大，整体平均厚度约 1000m，是该区的主要隔水盖层。

中深部为奥陶系（O）-寒武系（ ϵ ）白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、灰岩高阻地层。该层在整个测区均有分布，西北部埋深浅，厚度大于 2000m；东南部埋深深，厚度较小，约 1800m。整体溶蚀现象发育，并且存在多条断裂，是该区的主要富水地层。

深部为寒武系下部炭质页岩、泥岩地层、粉砂岩等低阻地层，由于探测深度限制，并未完全反应，但总体呈现由西南向东北逐渐抬升的趋势。

测区内主要发现两条深大断裂，为 F22 与 F22'。其中 F22 向东南倾斜，倾角由西南向东北逐渐由 88° 变为 81°，推测为北东走向。F22' 向东南倾向，倾角由西南向东北逐渐由 88° 变为 86°，推测为北东走向。两者向下沿伸深度均大于 2000m，贯穿了整个奥陶-寒武系灰岩地层。受此两条深大断裂影响，断裂之间岩体整体较破碎，平面上形成一北东向，宽度约 800m 的岩体破碎带。是该区的主要导水构造。

蛇屋山倒转背斜位于测区西北部蛇屋山金矿处，F1、F2、F3、F9 断裂主要分布于背斜附近，为挤压隆起所形成一系列沿伸约 1000m 的断裂。其中 F3 沿伸深度较大，约 1250m。

5.5 地球化学特征

5.5.1 土壤氡气特征

氡是一种放射性气体，是由镭蜕变而产生的惰性放射气体，其半衰期为 3.825 天。放射性气体自由氡，受扩散和对流等作用的影响而发生运移。介质的孔隙度、粒径大小、孔隙的结构等介质结构条件对氡迁移的速度有较大的影响。在基岩的

破裂构造等岩石疏松或孔隙相对较多的地段，氦气能更迅速的地下深处运移到地表，所以在断裂破碎带的上方常常存在着氦（RaA）的异常。有些氦气保留在岩石中，不能参与扩散和对流等迁移作用，但在活动断裂带等岩石疏松或孔隙相对较多的地段，由于其有效孔隙度和渗透率高，并且破碎带胶结程度较差，能够成为氦气聚集和对流的良好通道；再而，由于断层带的新活动，比如地震、滑坡等地质灾害，使束缚在断裂带两盘岩石裂隙中的氦气释放出来成为自由氦，通过相应的仪器可以收集自由氦。由于上述两方面原因，在断裂带上部的土壤中能够形成氦气的富集区，土壤中氦气浓度也相应会高于当地地区的氦气浓度背景值。因此可以利用断裂带氦气释放强度、范围来判断覆盖区断裂带的空间分布的具体位置。

通过收集该区氦气测量数据，对所有数据计算平均值（ X_0 ）=1.934KBq/m³及标准离差（ σ_0 ）=3.732KBq/m³，舍弃（ $X_0-3\sigma$ ， $X_0+3\sigma$ ）范围以外的测量数据，认定剩余测量数据在合理变化范围并再次计算平均值（ X_1 ）=1.542KBq/m³及标准离差（ σ_1 ）=2.276KBq/m³，定义 X_1 为背景值 RnB ，阈值 $RnF(4.957KBq/m^3)=X_1+1.5\sigma_1$ 在上述工作基础上绘制氦气测量异常区，超出异常阈值部分定义为高异常区。

本次通过 2178 个实测数据编制土壤氦气等值线图（图 5-17），整体而言地表氦气测量值离散系数较小，从图中上可以看出高异常靶区多呈点状分布，测区北部多于南部，主要集中在张家咀、新屋邹家湾一带，异常点较多，但连续性较差，主要是由于第四系及志留系覆盖较厚，志留系岩性多为粉砂岩、页岩，后期充填于断层之中，孔隙率及孔隙度降低，对氦气产生了一定的屏蔽作用。但从图面来看，异常结果总体与前人推断的隐伏断裂相吻合，并新推断 9 条隐伏断裂，其编号分别为 F10、F11、F12、F13、F14、F15、F16、F17、F18，工作区构造较发育。

从土壤氦异常图上可以看出高铁岭断裂（F22）北西侧高异常区居多，多分布在小蛇屋山地热田、长港河附近，且发育多条近东西向断裂，在两组断裂交汇处，岩石破碎程度加重，造成孔隙度增加，氦高异常值数量因此增多。南东侧未受断层影响，裂隙不发育，氦异常区明显减少。通过氦异常边界可以确定氦气异常形态明显受控于断裂 F22，北西侧异常区陡然增多，推断断面倾向北西，使氦气向北西侧扩散运移。在南倾逆冲推覆断裂 F2 与北东走向平移断裂 F22 交汇处及南倾逆冲推覆断裂 F3 与北东走向断裂 F11 交汇处及北西走向断裂 F12 与北西倾向平移断

裂 F22 交汇处成为地下深部氦气上升的重要通道，这种断裂组合格局控制地表氦气异常形态。

湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查重点区氦气测量综合图

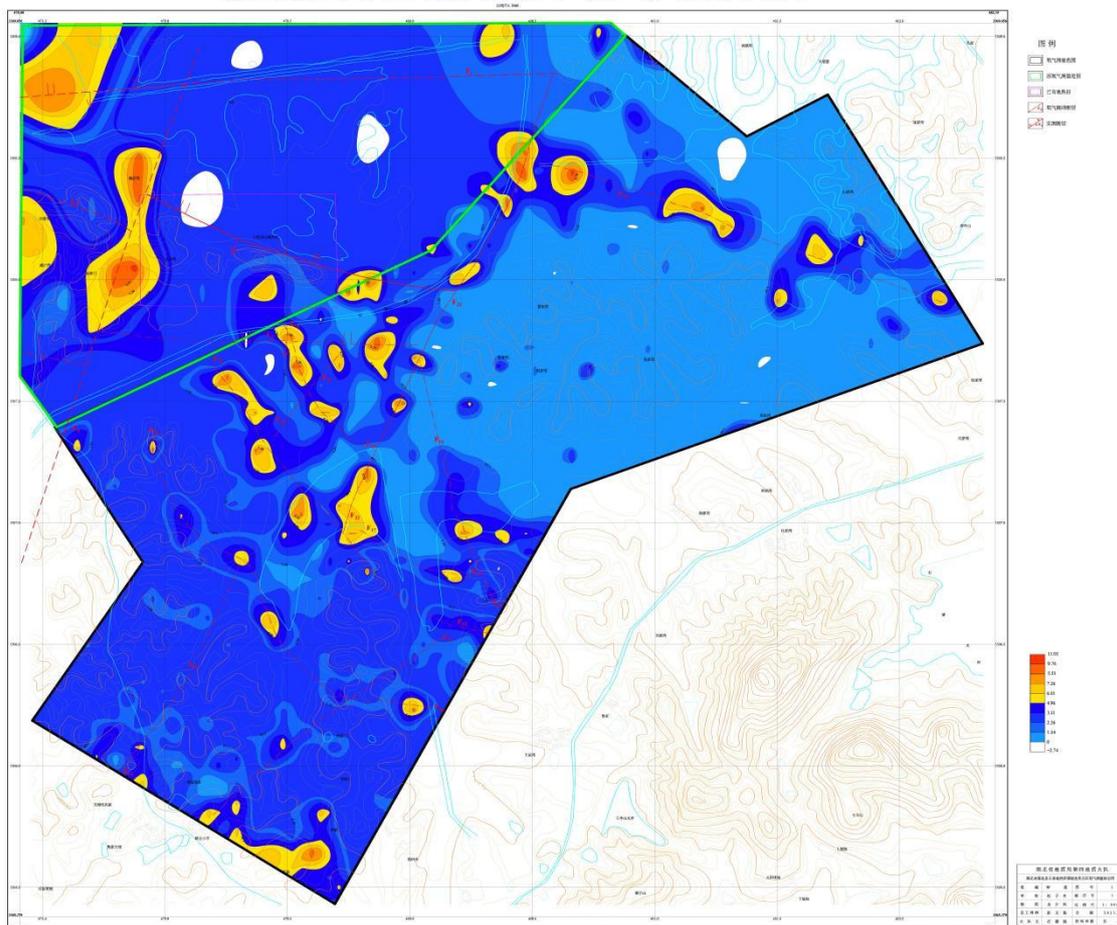


图 5-17 勘查区土壤氦等值线图

1、小蛇屋山地热田 2、勘查区范围 3、断裂带 4、氦等值线 5、物探测线 6、推测断层 7、实测断层

5.5.2 地热流体水化学特征

地热是一个高温条件下的水文地球化学系统，构成该系统基本物质成分是地热流体和围岩。地下热水的水化学特征的形成取决于储水岩石的化学组分和水与岩石相互作用的时间长短。本次收集勘查区周边小蛇屋山地热田水质检测结果（表 5-4），进行如下综述：

表 5-4 水质分析结果一览表

检测项目	孔（井编号）	
	SHK01（水温 39℃）	SHK02（水温 47℃）
K ⁺	16.91	16.55
Na ⁺	47.9	47.9
Ca ²⁺	349.21	349.21
Mg ²⁺	46.34	49.27
NH ₄ ⁺	0.10	0.08
Fe ²⁺	0.24	1.26
Fe ³⁺	0.02	0.07
HCO ₃ ⁻	217.79	233.34
CO ₃ ⁻	0.00	0.00
Cl ⁻	48.11	48.83
SO ₄ ²⁻	896.07	934.05
NO ₃ ⁻	0.00	1.23
NO ₂ ⁻	0.0038	0.0242
OH ⁻	0.00	0.00
F ⁻	4.1	4.0
固形物	1577.58	1625.41
偏硅酸	77.59	73.14
游离 CO ₂	9.83	31.05
耗氧量	1.89	1.89
侵蚀性 CO ₂	0.00	0.00
总硬度	1062.86	1074.94
总碱度	178.65	191.41
永久硬度	884.21	883.53
暂时硬度	178.65	191.41
负硬度	0.00	0.00
pH	7.53	7.32
色度	<5	<5
浑浊度	<4	<4
溴和味	无	无
肉眼可见物	无	无

注：单位水温为℃，pH 无量纲，其他为 mg/l。

从表 4-4 可以看出，地热田的热水化学类型为硫酸钙型水，硫酸根离子含量高达 890.67~934.05mg/L，矿化度为 1577.58~1625.41mg/L，钠离子为 47.9mg/L，钙离子为 349.21mg/L。在微量元素方面，较突出的有氟离子，4.0~4.1mg/L；锶，10.21~10.54mg/L；锂，0.320mg/L；偏硼酸，1.0~1.1mg/L；偏硅酸 73.14~77.59mg/L。在放射性方面，氡含量较高，为 30.3~34.1Bq/L。上述组分的增高，是地热田处地下热水特有的性质，是地下热水明显异于区域地下冷水水质的特征组份。

一般认为，热水中特征组份的含量较高是地下水参与深部循环溶滤的结果，而锶、锂、氦及氟的含量增高，一般认为可能与酸性侵入体有关。地热田偏硅酸、锶、氦及氟的含量从东向西略呈由高到低的态势，从而反映出在地热田内，热及热水来源可能是位于地热田东部，这也从侧方面佐证了前述地下热水的形成机制与物探成果。

地下热水中硫酸根离子含量大于氯根离子含量约 16 倍，故热水应属于中等深度循环水。另外，虽然热水的矿化度较高，但仍属于低矿化水，未超过 2 g/L，说明热水的循环条件是较好的。

5.6 工作区已有地热田地热地质特征

小蛇屋山地热田的形成是地形地貌、地质构造、地层岩性和水文地质条件等共同作用的结果。

在地貌上，陆溪镇小蛇屋山地处垄岗环抱向北东开口的一个小型洼地中，其北西、南、东均为山体，山（岗）坡将地热田环绕，地热田处于最低处。从而为陆溪镇小蛇屋山地下热水的迳流、汇集创造了有利条件。

在地质构造方面，陆溪镇小蛇屋山地热田位于蛇屋山隐伏背斜的核部，该背斜为一双重逆冲构造。平面上在背斜的东部发育有高铁隐伏断裂（F22）、西部发育有陆水湖隐伏断裂（F1），南部发育有顶板逆冲断层（F3）。在此构造格局下，一方面 F1、F22 沟通岩浆活动，加上受正向构造（背斜）应力集中的影响，从而在地热田处造成地温梯度异常；另一方面断层、背斜的发育，造成岩体（特别是核部）较为破碎，经过后期溶蚀作用后，为地下热水的运移和贮存提供了通道和空间。

在地层岩性方面，陆溪镇小蛇屋山一带上部为第四系粘性土，透水透热性能差，组成了相对隔水隔热层，即盖层，对下部热水起到了保护作用。下部基岩中，其北、东、西和地热田底部均为志留系的泥岩、泥质砂岩，对地下热水向地热田的外部 and 底部的渗透起到了阻隔作用，从而限制了地下热水只能在地热田一带淤积存贮。地热田内的主要地层由寒武～奥陶的白云岩、灰质白云岩、灰岩组成，岩溶较发育，岩石破碎，为主要储热储水层。

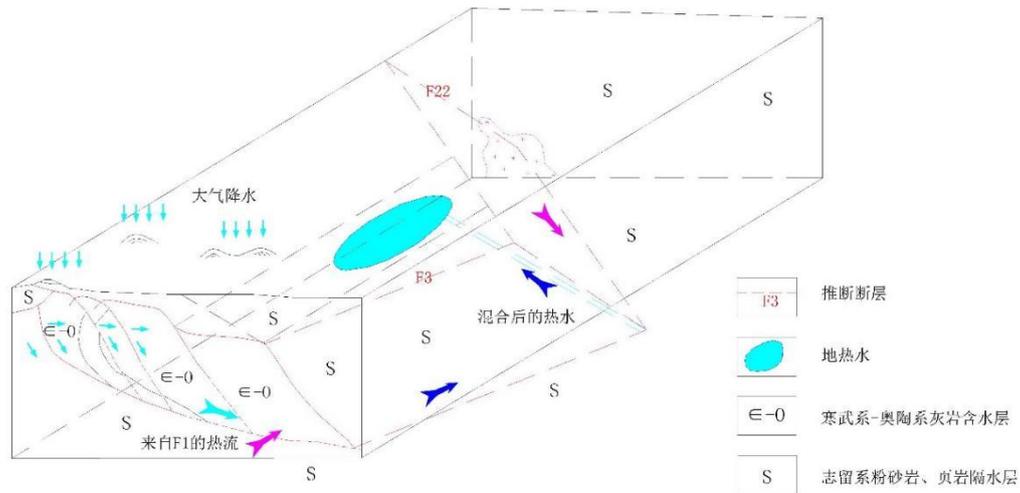


图 5-18 小蛇屋山地热水形成示意图

综上所述，小蛇屋山处的地下热水形成过程可归纳为：大气降水到达地表后，在地表基岩露头区下渗形成地下凉水；地下凉水一部分以侧流的形式向背斜东部倾伏端即地热田处汇集，更主要是部分是顺断层下渗，参与深部循环，在向下渗的过程中，受该区地温梯度异常的影响而逐步加温；下渗地下水在渗到底板逆冲断层时，受志留系泥岩隔阻不能继续下渗，而转向南部汇集渗透；当向南渗透到顶板逆冲断层 F3（尹家畎断裂）时，又受南部志留系泥岩隔阻而向东部背斜的倾伏端渗透，在此过程中，接受来自陆水湖隐伏断裂（F1）的热流；混合热水向东部渗透到高铁隐伏断裂（F22）时，一方面受东部志留系泥岩阻隔，另一方面受到来自 F22 的热流与汽流的顶托，而不能继续渗透，便大致沿着 F3 与 F22 的相交部位上涌，于地热田内积蓄贮存。

5.7 勘查区地热地质特征

5.7.1 地热田地热地质特征

根据资料收集及现场踏勘情况研究分析一致认为石泉地热属于中深层隐伏型地热，地热勘查类型为II-3型，地热田兼有层状热储和带状热储特征，彼此存在共生关系。

本区嘉鱼县石泉地热类型属于中深层隐伏型地热田，该类型的地热资源为岩

溶裂隙水深循环获得地温加热而形成，其热源属深部热源。热储层为寒武—奥陶系碳酸盐岩岩溶裂隙含水层。该类型地热田普遍发育有不同程度的岩溶、裂隙，地层透水性较强，地热蕴藏量较丰富，并常常形成大流量温泉，具有典型的源、通、储、盖地热特征，本次勘查地热田类型具有上述特征。

1.热储盖层

在高铁镇-小蛇屋山一带上部为第四系粘性土，厚度 9-80m，透水透热性能差，组成了相对隔水隔热层，即盖层，对下部热水起到了保护作用。下部基岩中，其北、东、南和地热田底部均为志留系的泥岩、泥质粉砂岩，对地热田地下热水向地热田的外部 and 底部的渗透起到了阻隔作用，透水和蓄水性能差，阻止了热量的散失，起到保温作用，是本地区的热储盖层。

2.控热导热构造

勘查区外西部发育陆水湖隐伏断裂，控制了赤壁处燕山期隐伏岩体，沟通了岩浆活动地热流体与区内碳酸盐岩中地下水，至高铁隐伏断裂时径流受阻，为区内控热断裂。区内高铁隐伏断裂控制了东部志留系与奥陶系地层的接触边界，蛇屋山隐伏断裂、尹家畷隐伏断裂近平行于蛇屋山倒转背斜为本区导热导水断裂。

蛇屋山隐伏断裂（F2）：收集钻孔资料显示，断裂总体呈北西西向不规则的锯齿状，据物探推测断裂南倾，倾角约为 60-80 度，钻孔揭露断层厚度 5-10 米，断层具逆掩性，其上盘岩性为寒武-奥陶系碳酸盐岩，下盘主要为志留系坟头组碎屑岩，局部为寒武-奥陶系碳酸盐岩。

尹家畷隐伏断裂（F3）：收集钻孔资料显示，断裂总体呈近东西向不规则的弧形，其构造形迹隐伏于长河一带，据物探推测断裂南倾，倾角约 80 度，钻孔揭露断层厚度一般在 5 米左右，断裂具逆掩性，上盘岩性主要为志留系坟头组碎屑岩，下盘寒武-奥陶系碳酸盐岩，本断裂导水导热断裂。

高铁隐伏断裂（F22）：在 1：5 万嘉鱼幅地质图中的测区长度为 10Km，断裂产状不详，两侧地貌差异较大，航卫片线型构造影像清晰。断层造成地层缺失，S_{1f}顶部及 C_{2d}底部地层出露不全。北西盘砂页岩中间挤压小褶皱。岩石破碎强烈，

形成碎裂岩及构造角砾岩，见挤压透镜体及次级断裂，具压性。断层性质为逆掩断层。

3.热储层

根据钻孔资料分析，勘查区内地热流体的补给、运移和储存都是在碳酸盐岩地层中进行，并且在裂隙岩溶较发育的碳酸盐岩中都获得了较丰富的地热流体。因此，在硅化碎裂岩和志留系地层之下寒武—奥陶系的角砾状灰岩、重结晶灰岩、白云岩等碳酸盐岩裂隙岩溶较发育地段是地热流体的热储岩层。

4.热源

地壳岩石圈均存在地温梯度，勘查区采用咸宁市平均地温梯度，每增加 100 米，地温梯度增加 2.16°C，咸宁市恒温带地下水温度为 18°C，恒温带深度为 100m，预计在钻孔钻入至 1700m 时孔底井温可达 55°C，在不考虑热损失的情况下，均能满足生活生产用水温。水源和矿物质来源为远处的蛇屋山寒武-奥陶系地层的碳酸盐岩接受大气降水远程补给，经径流排泄至此。

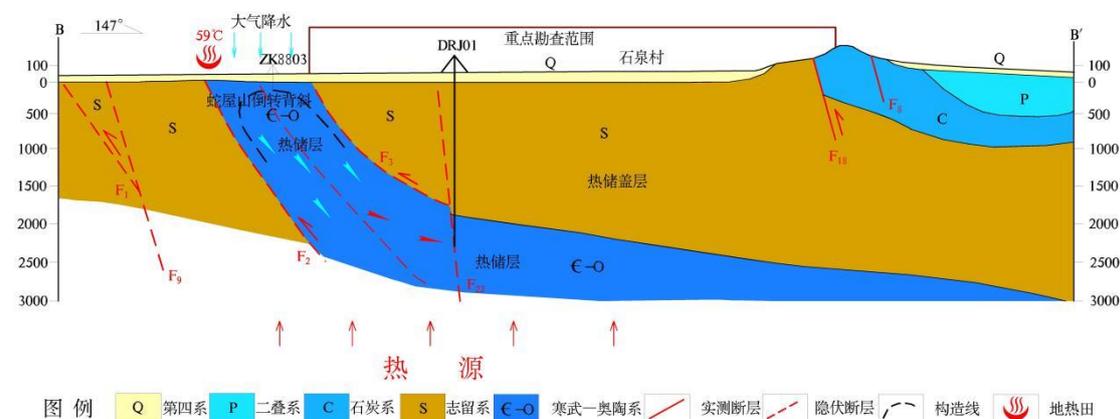


图 5-19 石泉地热田地热成矿模式图

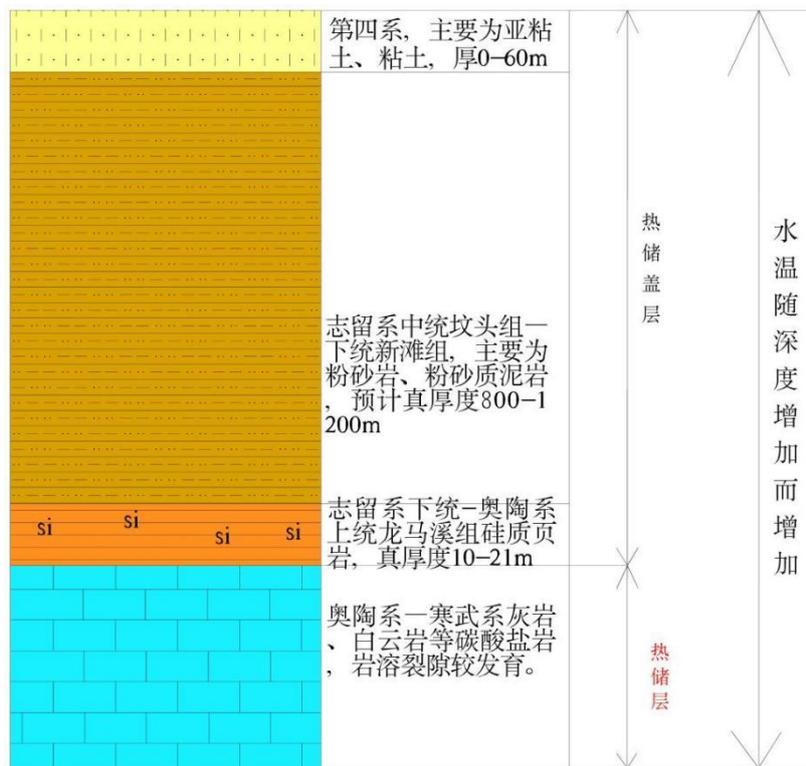


图 5-20 勘查区隐伏型地热地层层序模型图

通过收集国内大量隐伏型地热田资料分析，在盖层厚度相近时，这时基底起伏就是地热场决定性因素，在寻找隐伏型地热时其隆起幅度越大越好。重力资料表明，高铁—嘉鱼存在一明显的重力高带。高铁处异常值 $6 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ ，往东异常值变小。异常由寒武—志留系地层隆起所致，同时亦反映为一基底构造隆起。结合咸宁地区沉积岩中找矿前人与专家的经验：一是工作区的储热层是寒武-奥陶系碳酸盐岩地层，地热田盖层为志留系粉砂岩、页岩；二是地热田发育在背斜倾伏端。工作区位于高铁岭一带，构造上位于蛇屋山倒转背斜核部，区域内发育有一系列更低序次的褶皱和断裂，因此初步判定其成因类型为隆起断裂型，受地温梯度和深大断裂共同作用。以层状热储为主，带状热储为辅。

根据收集资料及地面调查工作成果，高铁岭镇石泉村一带符合这些要求，具有寻找隐伏型地热的先决条件。

5.7.2 井位选址

综合上述资料可知，勘查区区内隐伏构造较发育，由蛇屋山倒转背斜组成区内的基本构造骨架，并发育有一系列隐伏断裂，岩石破碎。并就地热田的四个必

要条件（源、通、盖、储）进行了论述，推断认定该区域具备良好的成热地质条件。

根据前期地面调查结果共推荐了 3 个井位,分别为 DRJ01,DRJ02,DRJ03,DRJ01 与 DRJ02 距离为 660 米, DRJ01 与 DRJ03 的距离为 538 米, DRJ02 与 DRJ03 的距离为 540 米。经调查, 拟设矿权范围内未设置任何探矿权、采矿权及非法矿山开采活动。项目认真落实《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）文件精神, 经查询, 本次探矿工程不涉及生态保护红线区及永久基本农田保护区。（详见下表 5-5）

表 5-5 设计钻孔孔位一览表

井号	坐标（2000 坐标系）		孔深
	X	Y	
DRJ01	3306890	38479836	2000
DRJ02	3306243	38479807	2200
DRJ03	3306585	38479383	2400

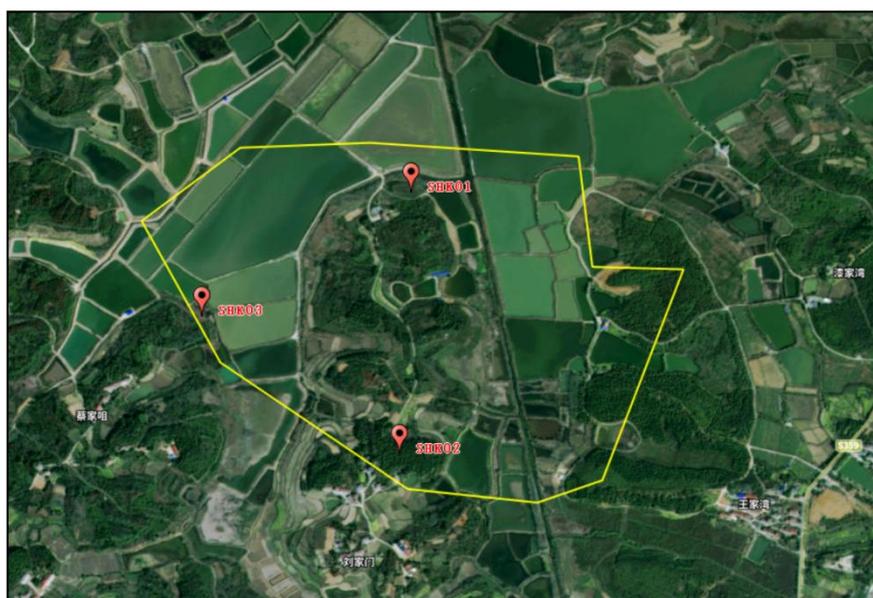


图 5-21 钻孔孔位图

5.7.3 井位分析

DRJ01:

通过物探解译, 该地热井在 1000m 后, 电阻率偏高, 意味着揭穿志留系热储盖层, 达到奥陶系上统的热储层, 且位于 F22、F22' 区域断裂之间, 岩石破碎。

通过化探成果，该孔位于北东向与南东向隐伏断裂交汇部位。结合物化探成果，地热流体有保障。

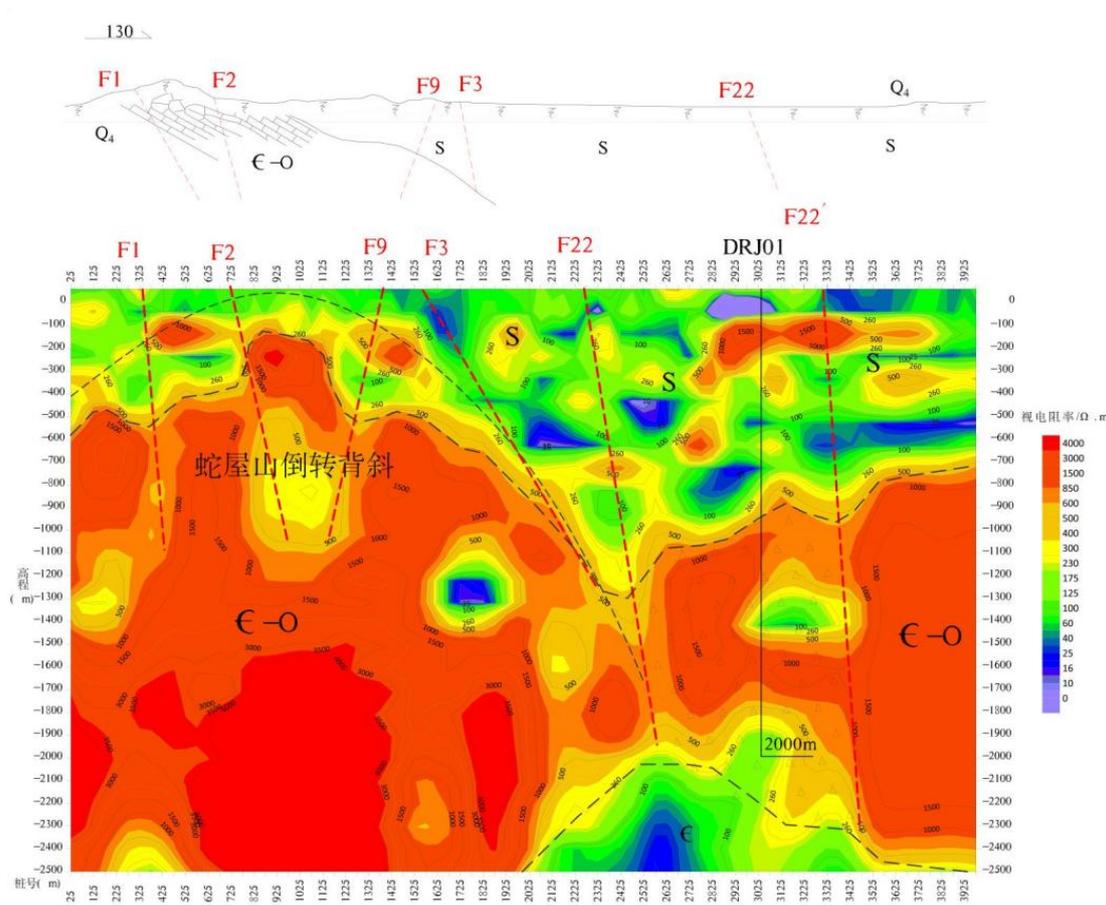


图 5-22 石泉地热矿区预布钻孔 DRJ01 综合剖面图

DRJ02:

通过物探解译，该地热井在 1100m 后，电阻率偏高，意味着揭穿志留系热储盖层，达到奥陶系上统的热储层，且位于 F22、F22' 区域断裂以东，岩石相对破碎。通过化探成果，该孔位于北东向与南东向隐伏断裂交汇部位。结合物化探成果，地热流体有保障。

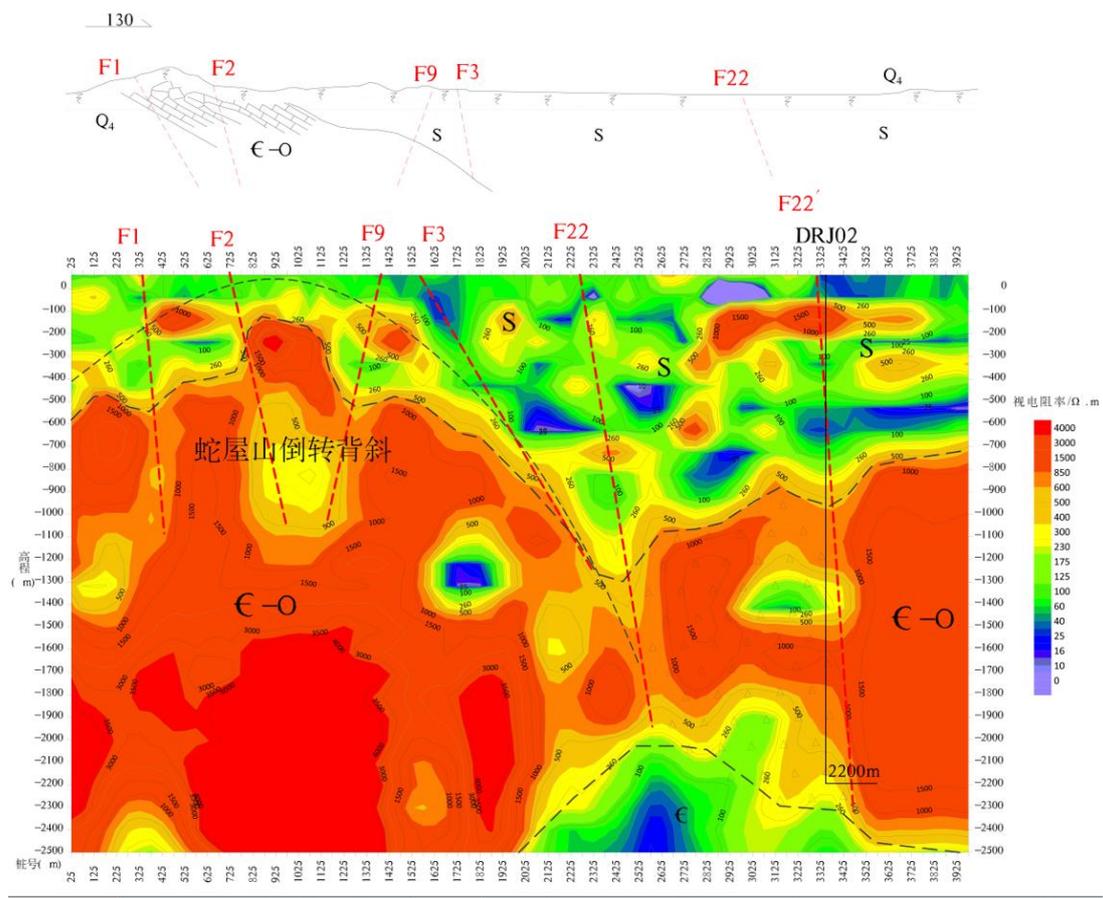


图 5-23 石泉地热矿区预布钻孔 DRJ02 综合剖面图

DRJ03:

通过物探解译，该地热井在 1050m 后，电阻率偏高，意味着揭穿志留系热储盖层，达到奥陶系上统的热储层，且位于 F22、F22' 区域断裂之间，岩石破碎。通过化探成果，该孔位于北西向隐伏断裂部位。结合物化探成果，地热流体有保障。

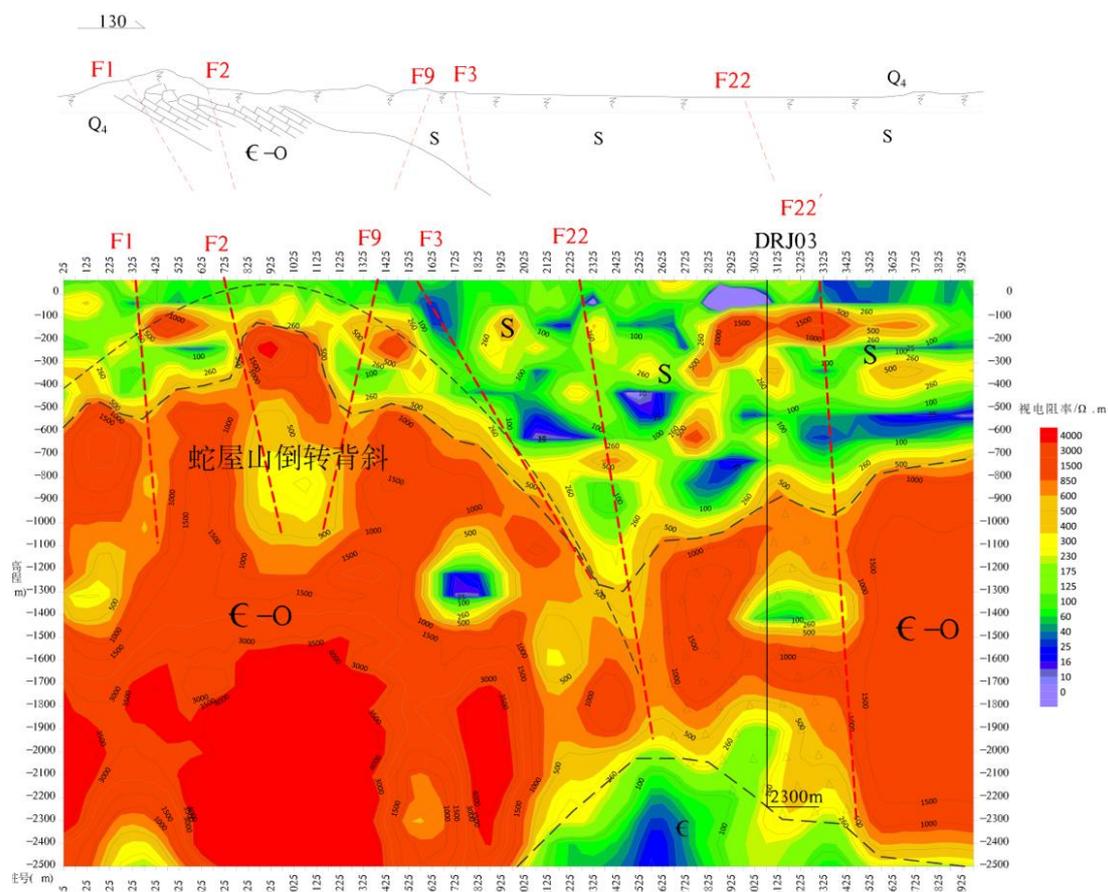


图 5-24 石泉地热矿区预布钻孔 DRJ03 综合剖面图

5.7.4 钻遇地层预测

根据地面调查成果，认为区内深部地层由新到老分别为第四系、志留系、奥陶系、寒武系。

表 5-6 DRJ01 钻遇地层

序号	地层	顶板埋深 m	岩性描述	备注
1	第四系 Q	0	含淤泥质亚粘土，夹粉砂质团块	
2	志留系 S	25	灰绿色薄层粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩	
3	奥陶系 O	1000	白云质灰岩、含生物碎屑灰岩及瘤状灰岩，夹少量页岩	约在 1400m 处岩性破碎
4	寒武系 ε	1500	厚层-块状白云岩夹数层角砾状白云岩	

表 5-7 DRJ02 钻遇地层

序号	地层	顶板埋深 m	岩性描述	备注
1	第四系 Q	0	含淤泥质亚粘土，夹粉砂质团块	
2	志留系 S	25	灰绿色薄层粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩	约在 500m 处钻遇断裂
3	奥陶系 O	1100	白云质灰岩、含生物碎屑灰岩及瘤状灰岩，夹少量页岩	约在 1400m 处岩性破碎
4	寒武系 ϵ	1600	厚层-块状白云岩夹数层角砾状白云岩	

表 5-8 DRJ03 钻遇地层

序号	地层	顶板埋深 m	岩性描述	备注
1	第四系 Q	0	含淤泥质亚粘土，夹粉砂质团块	
2	志留系 S	25	灰绿色薄层粉砂岩、泥质粉砂岩夹石英细砂岩	
3	奥陶系 O	1050	白云质灰岩、含生物碎屑灰岩及瘤状灰岩，夹少量页岩	约在 1400m 处岩性破碎
4	寒武系 ϵ	1600	厚层-块状白云岩夹数层角砾状白云岩	

5.7.5 水量水温预测

DRJ01 地热钻井，设计孔深 2000m，咸宁地区地温梯度约为 2.16°C/100m，施工至 2000m，孔底井温可达 59°C 以上，钻孔保温措施做到位的情况下，热源损失为 4°C/千米，井口温度可以达到 40°C 以上，单井水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ 。

DRJ02 地热钻井，设计孔深 2200m，咸宁地区地温梯度约为 2.16°C/100m，施工至 2200m，孔底井温可达 63°C 以上，钻孔保温措施做到位的情况下，热源损失为 4°C/千米，井口温度可以达到 44°C 以上，单井水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ 。

DRJ03 地热钻井，设计井深 2400m，咸宁地区地温梯度约为 2.16°C/100m，施工至 2400m，孔底温度可达 67°C 以上，钻孔保温措施做到位的情况下，热源损失为 4°C/千米，井口温度可以达到 48°C 以上，单井水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据以上述各项工作成果，按照隐伏型地热的四个必要条件（源、通、盖、储），工作区具备深部地热资源埋藏构造破碎带及含水层组，且具备形成地热的导热导水通道、热储层的地热地质条件。根据矿产勘查由已知到未知，由浅入深原则，综合考虑找矿风险及经济成本，建议优先开展 DRJ01 地热钻井的验证工作。

6 工作部署

6.1 工作部署原则

本次勘查工作本着科学、节俭、专业、规范、务实的宗旨，严格执行《地热资源地质勘查规范》GB/T11615-2010的相关技术要求。我单位在2022年已经完成了调查区1/2.5万专项水文地质测量面积50km²，调查卡片约168张，1/1万专项水文地质测量面积14.2km²，调查卡片约139张；剖面测量1条，长4.9km；广域电磁法电测深180点（3条剖面），完成样品分析：岩矿鉴定12组；工程控制点2个，本次工作主要工作为地热钻探及产能测试，本着以下几个基本原则开展工作：

1.加强前人资料的分析利用，在全面收集分析前人已有成果资料的基础上，类比周边地热田分析未解决的问题，围绕关键问题开展勘查工作；

2.采用由已知到未知、由稀到密、由浅入深布置的原则，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，从区域逐步搜索到地热田的工作思路；

3.经济、合理的原则：工程布置即要统筹兼顾，又要合理安排，尽可能以较小的投入取得较大的找矿效果；

4.注重新技术、新方法的应用，采取多种技术手段获取地热地质信息，注意各专项工作的相互协调和成果的相互验证。

6.2 技术路线

在对勘查区已有地质资料进行分析研究后，了解区内地表出露地层情况，分析区域构造对地热田的控制作用。开展野外踏勘及项目可行性勘查设计编制，熟悉了解施工场地现象作业情况。针对前期通过专家地热井井位论证后的孔位，组织协调开展场地“三通一平”工作。组织钻机设备进场，开展钻探深部验证工作，最终成井。地热钻孔成井后进行测井工作，测井工作完成后进行抽水试验，布设动态监测点等工作；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。详见图6-1。

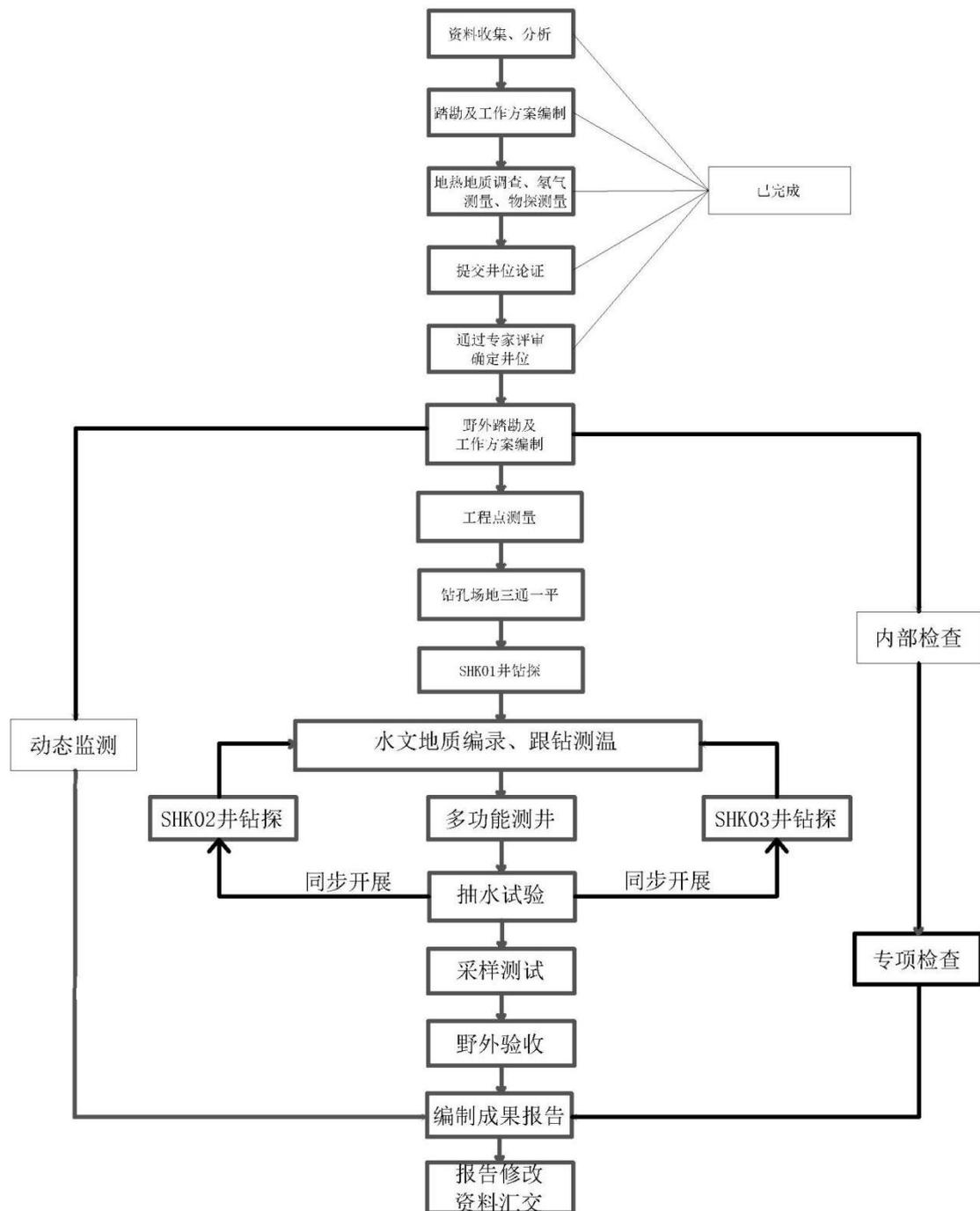


图 6-1 技术路线图

6.3 总体工作部署

本项目的工作时间自合同签订之日起 240 日历天内，基于项目总体目标，结合技术路线及工作内容，为保证本次勘查所部署的各项工 作保质保量按时完成，

依工作顺序大致可分成十八个工序和内容，部署如下：

1.资料收集与分析

系统收集勘查区内社会经济、气象水文、地质、物探、遥感、科研及区内矿产勘查开发资料，特别是地热勘查开发资料，并进行综合分析研究工作。

2.现场踏勘

对勘查区开展现场踏勘工作，主要针对勘查区及周边区域的地形地貌、地层岩性、地质构造及交通条件等。

3.设计编制及审查

根据收集资料及现场踏勘情况，结合《地热资源地质勘查规范（GBT11615-2010）》等规范标准文件、合同及业主需求，编制科学合理、可行性程度高、可操作性强、预算合理的可行性勘查工作设计 1 份，并及时提交给相关部门审查。

4.工程点测量

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 E 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，对本次施工钻孔进行定位测量，共 3 个点。

5.钻孔场地“三通一平”

确定钻孔孔位无误后，开展“三通一平”工作，即通路、通水、通电、场地平整，该项由业主部门负责施工，为本项目提供必要的场地条件。

通水，主要供施工场地人员生活生产用水，一天需要约 50 吨水量；

通电，为保证钻机设备的正常运行，需一台 800KVA 的变压器，变压器需放置在施工场地内；

通路，路宽需大于 3.5 米，保证 17 米长货车能顺利到达施工现场。

一平：为保证钻探施工的正常进行，所需场地面积为 $50\text{m} \times 80\text{m}$ ，约 6 亩地。钻塔处需要用水泥硬化，规格为 $20\text{m} \times 10\text{m} \times 0.3\text{m}$ ，现场需要两个泥浆池，泥浆池规格为 $30\text{m} \times 5\text{m} \times 3\text{m}$ 。



图 6-2 DRJ01 钻孔场地预布位置图



图 6-3 DRJ02 钻孔场地预布位置图

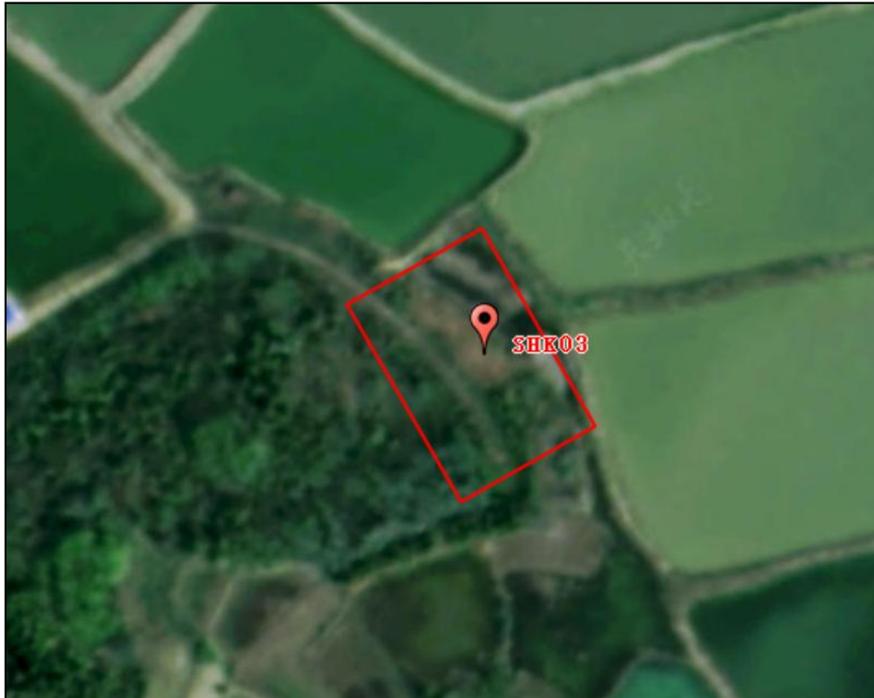


图 6-4 DRJ03 钻孔场地预布位置图

6. 地热钻探

确定地热钻孔孔位，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。

嘉鱼石泉地热田属于中深层隐伏型地热资源，地热田为层状兼带状热储，地热勘查类型属中低温地热田的II-3型地热勘查类型，地表志留系下统新滩组（S_{1x}）的泥质粉砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩等，是区内地热资源的热储盖层，奥陶-寒武系碳酸盐岩、构造破碎带为主要热储层。

本次工作拟布设 3 个钻孔，钻孔为探采结合井，根据区域地质资料及构造条件，推测在 900-1100m 揭露热储地层，因此本次钻探深度初步设计为 DRJ01：2000m、DRJ02：2200m、DRJ03：2400m（终孔深度以达到地质目的为准），3 孔总进尺 6600m。

根据本次勘查由浅入深布置的原则及前期专家论证孔位推荐孔位，优先对 DRJ01 开展地热钻探。

(1) 施工流程

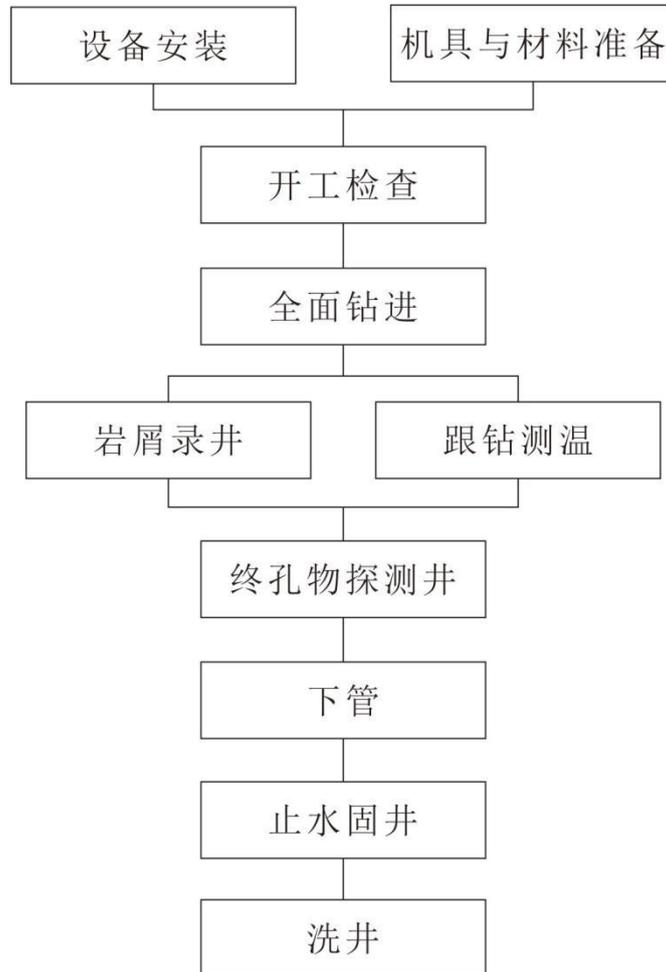


图 6-5 钻孔施工流程图

(2) 施工方法

钻机组织一台河北永铭牌 DB3500 钻机，按照钻孔设计要求进行施工。

一开孔口径 $\Phi 444.5\text{mm}$ ，入完整基岩 5m（初步估计为 40m），下 $\Phi 400\text{mm}$ 套管，套管高出地面 30cm。二开志留系地层换径 $\Phi 311.1\text{mm}$ 钻进至 1020-1120 米，下 $\Phi 244.5\text{mm}$ 套管，三开奥陶—寒武系地层换径 $\Phi 215.9\text{mm}$ 钻进至 2000 米终孔，下 $\Phi 177.8\text{mm}$ 套管。其中，0-（1020-1120）m 为实管，1020-1120m 以下根据地质情况在含水层段采用两滤管一实管交替而下，单管长度约 11m。

一开钻进主要为第四系土层和志留系粉砂岩、页岩，钻进时控制钻进速度，确保一开井眼垂直角度。

二开钻进地层主要为志留系粉砂岩、页岩，因二开井径大、井段长，为保证下套管顺利，需保证井垂直度，钻铤配重 22t。该段易造成垮孔等事故，严格控制泥浆的失水。

三开钻进地层主要为奥陶—寒武系碳酸盐岩，该段岩溶、裂隙较发育，局部岩石破碎，易出现缩径、卡钻等事故，钻井液性能以护壁和降失水为主。加接单根时泥浆泵充分循环携砂屑，同时调整钻井液性能，满足护壁、防塌及堵漏要求，保证起下钻具通畅。

在钻进过程中，使用测温仪进行跟钻测温并及时跟钻编录。其中，止水段，除导管外，其余变径处，两套管应重叠 30m，环状间隙充填 425#及以上强度标号水泥进行固井止水。成孔其余指标均应满足《地热钻探技术规程》DZ/T 0260-2014 的要求。



图 6-6 河北永铭牌 DB3500 钻机

(3) 洗井

钻孔终孔后，根据实际地层条件与所用钻井液类型，合理选用化学洗井剂、压风机或水泵洗井，达到抽水试验条件后，再进行抽水试验。

DRJ01 施工终孔达地质目的后，综合勘查成果，对 DRJ02 及 DRJ03 钻孔再分析研究，优化工作方法。同时，组织第二台相同型号钻机对 DRJ02 进行施工。待 DRJ01 抽水试验结束通过单井验收后，组织开展 DRJ03 地热钻探验证工作。

7.多功能测井

地热井完井后，进行全孔物探测井，采用方法为视电阻率测井、井径测井、放射性测井、测井斜，目的是测量井内岩层电阻率、岩性等变化特征，井径、井斜是否达到设计标准要求，并用以研究地层剖面、划分岩性界面，判断含水层，工作量为 6600m。

8.完井抽水试验

钻孔终孔洗井施工完毕后，进行单井稳定流试生产性抽水试验（抽水试验同时对地热田内的泉水同步观测水温、流量、水位等），在正式抽水试验前，必须进行洗井直至水变清，然后转入正式抽水试验。单井抽水试验落程为 3 个落程，稳定时间分别为 48、16、8 小时，最大一次降深抽水延续时间不少于 48 小时，涌水量与水位、水温同步观测。在抽水稳定延续时间内，井孔涌水量（ Q ）、水位降深（ S ）和时间（ t ）的关系曲线只在一定范围内波动，水位和流量变化幅度，当两次记录时间之间的水位波动在 2cm 以内即为抽水试验稳定。水位观测读数准确到厘米，涌水量观测采用三角堰箱计量，准确到毫米。抽水过程同步观测水温、气温的变化，每 2-4 小时观测一次，同时记录地下水的其他性质有无变化，气温、水温观测稳定到 0.5 摄氏度。抽水试验结束后开展恢复水位观测，稳定水位观测时间不少于 24 小时。三口井施工完成后，需进行群井抽水试验，最大降深的延续时间不少于 240 小时，以确定地热田的允许开采量。

9.样品采集及分析

为获得热储有关参数及地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。

水质全分析：主要采集 3 口钻孔热流体，本次设计 6 组（丰、枯水期各 1 组），分析项目包括主要阴阳离子、微量元素和氟离子（F⁻）、偏硅酸（H₂SiO₃）、颜色、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、挥发酚类、氰化物、锂(Li)、锶(Sr)、锌(Zn)、溴(Br)、碘(I)、硒(Se)、锰(Mn)、铜(Cu)、镭(Ra)、六价铬(Cr⁶⁺)、三价铬(Cr³⁺)、铅(Pb)、汞(Hg)、偏硼酸(H₂BO₃)、砷(As)、镉(Cd)、氡(Rn)、二价铁、三价铁、硫化氢（H₂S）等分析。

稳定同位素分析 3 组：主要采集钻孔热流体 3 组，分析项目包括硫、氢、氧、氘、锶、¹⁴C。

放射性分析 3 组：钻孔揭露的地热流体 3 组，分析项目包括铀、镭、氡、总 α、总 β。

卫生指标分析 3 组：主要采集钻孔热流体，分析项目包括总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌、菌落总数、氰化物、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、三氯甲烷、四氯化碳等。

薄片鉴定 15 组：主要采集热储层及代表性盖层，本次设计共 15 组，分析项目包括岩石的矿物成份及岩石定名特征等。

光谱分析 180 组：主要采集热储层岩屑，了解是否有金属元素异常。

各项采样测试、实验均按相关规定进行。

10. 水文动态监测

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。勘查阶段对地热井及周边民井地下水进行监测，以查明地下水的天然动态规律，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，监测周期为一个水文年，从勘查之初开始监测。

11. 专题研讨

对本项目确定合适的专题研讨题目，初步确定“湖北省嘉鱼石泉地热资源聚敛成藏条件研究”这一研究专题，在设计编制阶段及勘查工作过程中有的放矢的部署、

开展工作，进行技术攻关，为提升勘查工作质量、提高最终成果报告质量奠定基础。

12.月报提交

提交的月报包括月报、季报、年报和专报。其编写要求、内容、格式等参照《湖北省地质勘查基金项目暂行管理办法》（鄂土资发【2011】94号）。提交的内容要求图文并茂，实时汇报工作进度、工作完成时间节点、取得的阶段性成果、存在的问题、拟定解决方案等。月报由项目启动开始至项目报告提交为止，贯穿始终。

13.内部检查

为保证项目原始资料的真实、可靠，提高成果报告的质量，项目组在遵循质量管理体系（ISO9001）文件为主要技术标准的基础上，根据有关地质规范、规定为主要技术标准，以高度负责的态度，及时对各类原始资料进行严格的质量检查，使自检、互检率均达到100%，专（抽）检查率40%以上，并做好质量检查记录。由项目启动开始至项目资料汇交为止，全过程进行质量检查。

14.专项检查

为进一步提高项目质量和加快工作进度，保证项目资金安全规范使用，由业主组织专家对项目进行专项检查，采用室内资料查阅和野外实地核查相结合的方式，对项目设计执行情况，各项工作方法质量、原始资料收集整理和经费管理使用等方面进行检查。

15.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。

16.竣工结算

勘查工作全面结束后，全面核实实物工作量及完成情况进行竣工结算1次。

17.成果报告编制

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

勘查区的区域地质图、地热地质图、剖面图、钻孔抽水试验综合图表等，进行地热资源评价、论证可开采量、编制成果报告，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。

18.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，项目成果资料汇交格式严格按照相关单位有关规定执行。

6.4 主要实物工作量

本次拟对嘉鱼石泉地热资源勘查开展：工程点测量 3 点，地热钻探 3 口，DRJ01：2000m、DRJ02：2200m、DRJ03：2400m，3 孔总进尺 6600m，抽水试验 270 台班，水文地质编录 6600m，跟钻测温 6600m，各种样品分析 225 件等工作手段。主要工作内容和工作量具体见表 6-1：

表 6-1 主要实物工作量一览表

工作手段	单位	设计总工作量	备注
一、地热钻探			
地热钻井 DRJ01	m	2000	
地热钻井 DRJ02	m	2200	
地热钻井 DRJ03	m	2400	
抽水试验	台班	270	
水文地质编录	m	6600	
跟钻测温	m	6600	
二、测试分析			
水质全分析	组	6	
卫生指标	组	3	
薄片制片	片	15	
薄片鉴定	片	15	
光谱分析	样	180	
同位素分析	组	3	
放射性分析	组	3	

工作手段	单位	设计总工作量	备注
三、其它地质工作			
工程点测量	点	3	
多功能测井	m	6600	
套管 $\varnothing 400 \times 9.53$	m	120	
套管 $\varnothing 244.5 \times 8.94$	m	2100	
套管 $\varnothing 177.8 \times 8.05$	m	3293	
套管 $\varnothing 114 \times 8.05$	m	67	
滤管 $\varnothing 177.8 \times 8.05$	m	887	
滤管 $\varnothing 114 \times 8.05$	m	133	
四、成果编制及印刷			
设计论证编写	份	1	
综合研究及编写报告	份	1	
报告印刷	份	1	

6.5 工作计划

项目工作周期以合同签订之日起计为 240 日历天。整个地质勘查工作大致分为勘查设计编写、野外地质工作实施、野外验收、室内资料综合整理、成果提交、成果评审、资料归档等过程。根据本项目投入的主要技术方法和工作手段，按照工作的主、次，有序开展各项工作，总体分四个阶段完成，具体安排如下：

（一）工作准备阶段（10 日历天）

合同签订之日起 10 日历天内成立项目部，与地方政府及业主对接了解需求，为嘉鱼石泉地热资源勘查工作能更好得服务于地方经济建设、生态文明建设、自然生态公园城市建设的发展。全面系统收集勘查区内以往地物化遥勘查成果及地质科研成果资料，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，编制项目设计书，提交主管部门审查，并根据专家审查意见进行修改，筹备野外工作，计划工期为 10 日历天。

（二）野外工作阶段（200 日历天）

1. 工程点测量

计划工期为 5 日历天

测量施工地热井口的高程与坐标测量，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，确保钻探工程孔位于设计孔位误差±10m 之内。

2. 钻孔场地“三通一平”

计划工期为 15 日历天

确定钻孔孔位无误后，开展“三通一平”工作，即通路、通水、通电、场地平整，为地热钻探施工提供必要的场地条件。此项需与甲方沟通协调，由甲方开展。

3. 地热钻探及完井抽水试验

计划工期为 180 日历天

地热钻探目的任务：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，验证前期地面调查成果，揭露地热流体。

完井抽水试验目的任务：对地热钻孔进行完井抽水试验，基本查明热储的渗透性、钻孔的地热流体产率、温度，含水层的水文地质参数，如渗透系数（K）、影响半径（R）等，为确定合理的开采生产井群布局提供可靠依据。

工作内容及部署：对经过钻孔论证后的地热井位开展地热钻探工作，设计地热钻孔 3 口，总进尺 6600 米。优先对 DRJ01 孔深 2000m 进行地热钻探，钻探钻进过程中同步开展跟钻测温及水文地质编录工作。钻井完钻后下管前必须进行物探测井，不得漏测井段。

地热钻孔成井后，对单孔进行抽水试验，同时开展下一口地热钻孔施工工作，单井抽水试验工作量为 90 台班，3 口井工作量共计 270 台班。抽水试验前根据测井结果对井内常温冷水段进行止水，正式抽水前必须进行洗井、试抽，直至水变清后转入正式抽水试验。抽水试验结束前两小时采集地热流体样品进行各类检测分析。同时组织专家完成野外验收工作，并根据验收意见对工作进行补充和修改。后期针对 3 口地热井持续开展动态监测工作。

（三）成果报告编写（30 日历天）

综合各种地质、化探、物探、地热钻探、抽水试验、水质分析等取得的资料，

进行全面、系统的综合整理和分析研究，充分总结嘉鱼石泉地热勘查区的地热地质特征、成因条件、补径排特征等，进一步开展综合分析研究，编制勘查区的区域地质图、地热地质图、钻孔抽水试验综合图表等，进行地热资源评价、论证可开采量，编制成果报告，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。本阶段计划工期为 30 日历天。

项目工作时间安排将根据项目进展情况适时调整，项目工作的具体时间安排详见工作进度安排横道图 6-7。

图 6-7 施工进度横道图

进度计划 工作项目	日历天							
	30	30	30	30	30	30	30	30
资料收集	■							
设计编写及 审查	■							
钻孔场地 “三通一平”		■						
地热钻探及 抽水试验		■	■	■	■	■	■	
样品采集与 分析								■
动态监测	■	■	■	■	■	■	■	■
综合研究	■	■	■	■	■	■	■	■
报告编写								■

7 工作方法及技术要求

7.1 技术标准

项目执行统一的技术标准，专业技术方法及质量要求严格执行国家标准、行业标准及中国地质调查局的有关规定，主要有：

- (1)《地热资源地质勘查规范》（GB/T11615-2010）；
- (2)《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719 -2021）；
- (3)《区域地质图图例(1:50000)》(GB-T 958-2015)；
- (4)《工程测量标准》（GB50026-2020）；
- (5)《饮用天然矿泉水》（GB8537-2018）；
- (6)《地热钻探技术规程》（DZ/T 0260-2014）；
- (7)《地热资源评价方法及估算规程》（DZ/T 0331-2020）；
- (8)《环境影响评价技术导则》（HJ 2.1-2016）
- (9)《水文地质手册》（第一版）；
- (10)其它国家、行业有关规范规程；
- (11)中国地质调查局项目实施有关规定与办法。

7.2 工作内容

1.野外踏勘

在设计编制之前，系统收集区内的基础地质、水文地质、地热地质、物化探等资料并进行综合研究，与地方政府及业主对接了解需求，对拟施工钻孔孔位及周边进行野外踏勘，了解地形地貌、地层岩性、地质构造及交通条件等。

2.设计编制及审查

项目设计书必须做到针对性强、任务明确、工作部署合理、技术方法运用得当、措施有力、简明扼要。项目设计书编写完成后，经专家组织初审，编写书面初审意见，返回项目承担单位修改、补充，复核无误后，按规定上报。在设计书通过项目主管单位组织的专家审查之后，按照专家要求认真修改设计并提交上报

至主管单位。

3.野外实施

项目野外实施包含野外准备、野外工作实施、样品测试、月季年报（专报）、质量检查等工作。

（1）项目野外工作准备

项目野外工作准备包含两个方面。一是对项目组进行技术交底，由项目负责人确定项目人员主要工作方向；二是由项目负责人组织项目组学习设计及工作手册，认真学习新理论、新技术、新方法和相关规程规范，认真开展业务学习和技能培训，提高业务技能。

（2）野外工作实施

必须严格按照项目设计执行。项目出队前，编制工作计划报队总工办审批后方可执行。

实施过程中若有变更，必须编制变更申请，在报队总工办及项目主管单位批准的基础上才能执行。野外工作必须按照设计中的技术要求及有关规范执行，不得弄虚作假，保证各类原始资料的真实性、准确性。

钻探施工必须项目组现场确认后方可施工，施工过程中要及时和施工方联系，加强施工管理。施工过程中施工人员、地质人员、水文人员必须现场跟班实时跟踪钻孔施工进度。施工完成后，必须项目组现场确认达到地质目的后，方可结束。

野外收队要求项目完成野外工作并完成原始资料整理后报队总工办认定后方可收队。

（3）样品测试

样品测试选择有资质的单位进行，根据样品测试元素选择正确的测试方法，并按照有关要求开展内检、外检，对样品测试质量进行监控。

（4）月季年报（专报）

项目组必须按项目要求按时提交月季年报。项目组取得的重要工作成果，认真核实后提交专报，总工办至现场检查验收确认方可上报。

（5）质量检查

项目组必须按项目要求对各类原始资料的日常性“三检”工作，必须做到自检率 100%，互检率 100%，专检率 40%以上，并保留质量活动记录。

（6）综合研究

在项目实施过程中，项目组应结合项目地质技术问题，开展综合研究。具体研究内容包括区内地热地质背景、地热田的热源、热储、盖层、导水构造等问题开展专题研究，解决地热勘查过程中找矿技术方法问题。以科学研究提升地热勘查工作的水平，提高对地热形成规律的认识，提高地热资源评价的科学性和可靠性。

4.野外验收

项目完成全部野外工作后，组织项目人员全面系统整理野外验收有关原始资料，开展综合研究，认真总结工作成果，编写野外验收小结，小结编制完成后，先报队总工办审查，返回修改通过后向项目管理单位提交野外验收申请，按照主管单位安排时间开展野外验收工作，并根据专家组意见进行修改。

5.成果报告编制

（1）成果报告编审

在通过野外验收 1 个月之内，由项目负责人组织项目人员完成成果报告编制。地质项目成果报告编写应以完善的原始资料整理和充分的综合研究为基础。在成果报告编写前，项目负责人应对参加成果编制人员进行明确分工，拟定报告提纲，经项目办审查并确定报告提纲后组织编写。报告编制完成后，报队总工办内审，返回修改通过后向业主单位提交报告评审申请，按照业主单位安排时间开展报告评审工作，根据专家评审意见修改报告提交资料归档，并向业主单位汇交。

（2）竣工结算报告编审

项目工作结束后，及时编写项目竣工结算报告，经队财务科及项目办审查后，提交业主单位评审验收，并根据专家意见进行修改后提交，进行项目竣工结算。

7.3 技术要求

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、设计编制及审查、野外实施（主要包括地热钻探、多功能测井、完井抽水试验、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，各项工作手段具体技术要求如下：

1.资料收集

根据工作需要，全面收集与本次勘查相关的区域地质、水文地质调查、遥感影像、嘉鱼县地热勘查资料、地热监测资料、相关科研论文、地震以及水文气象、经济地理、地方志等资料，以及 1:1 万地形地质图，为野外工作提供较为精确的底图，为后续成果报告编制及图件编制提供服务，要求图面清晰，地图要素完整。

气象水文资料包括区内气象站的多年及月降水量、蒸发度、相对湿度及气温资料，年无霜期及冻结深度资料。系统收集区内气象站的逐日降水量、蒸发度、相对湿度及气温资料；区内的水系分布、流域面积，各水文站年及月平均径流量、总流量、水位、水质资料；尽可能搜集各水文站逐日径流量、水位资料以及嘉鱼县石泉的位置、面积、容积、水质资料。

水文地质资料包括区域水文地质调查成果、地下水水源地勘查成果及有关水文地质研究成果、水文地质钻孔、供水井、泉水资料及其它集水构筑物资料、地下水水质分析成果、水同位素测试成果、抽水试验、物探测井、地下水动态监测、地下水均衡试验资料、水文质参数、地下水资源评价等成果。

环境水文地质资料包括开发地下水引起的地下水位下降、水资源衰竭、地下水水质恶化等方面的现状及其发展趋势；地表水污染引起的地下水水质恶化及其发展趋势。

地质灾害资料包括地质灾害形成条件与诱发因素资料（气象、水文、地形地貌、地质构造、地震、水文地质、工程地质和人类工程经济活动等），地质灾害现状与防治资料（历史上所发生的各类地质灾害的时间、类型、规模、灾情和其调查、勘查、监测、治理及抢险、救灾等工作的资料），有关社会、经济资料（人口与经济现状、发展等基本数据，城镇、水利水电、交通、矿山、耕地等工农业建设工程分布状况和国民经济建设规划、生态环境建设规划，各类自然、人文资

源及其开发状况与规划等)，各级政府和有关部门制定的地质灾害防治法规规划和群测群防体系等减灾防灾资料。

钻孔资料的收集时，以往地质调查工作中形成的钻探资料全面引用，但需准确落实钻孔位置；工程勘察的钻孔资料选取时，必须对所属勘察项目所有钻孔进行预览分析，选取能反映场地及周边地层划分的钻孔和有特殊控制的钻孔。钻孔筛选关注以下方面：钻孔平面分布图或坐标位置齐全，有钻孔柱状图；出现断裂或断层（特别结构面）的钻孔；特殊基岩层位如灰岩或溶洞、膨胀土、膏盐层的钻孔；能表明基岩地质体特定地质时代的钻孔；第四系层序比较完整的钻孔；有相应的岩土分析测试结果或地下水稳定水位和水质分析报告的钻孔。

2.地热钻探

（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）地热井施工

①地热井设备

由于钻孔较深，物化探资料解译有一定的误差，且为了避免暂定深度抽水效果较差时钻孔不能继续加深，设备能力应选用施工能力超 3000 米型的钻探设备。本次施工选用河北永铭牌 DB3500 型钻机，施工能力达到 3500m，要求设备工况良好，设备防护与安全设施齐全，动力与传动系统效率高，循环与钻井液净化、维护处理系统能够满足不同井段对排量、钻井液性能维护与钻井液储备的要求。

本钻机主要配置见下表。

表 7-1 钻机及钻井主要设备仪器

序号	名称	规格型号	主要技术参数
1	钻机	DB3500	含主绞车, 副绞车, 转盘, 电控系统等, $\Phi 89$ 钻杆钻进能力 3500m
2	钻塔	JJ-135/31-K	额定承载力 1350kN
3	底座	DZ-135/4.5	额定承载力 1350kN
4	泥浆泵	F-500	400kW

表 7-2 固控主要设备表

序号	设备名称	型号	数量	技术参数
1	除砂器	CSQ—150	1 台套	150m ³ /h
2	振动筛	ZDS—150*2	2 台套	150m ³ /h
3	离心机	LW450-1000-N1	1 台套	2200r/min

表 7-3 主要井下工具配置表

序号	名称	规格	数量	备注
1	钻铤	203.2mm	6 根	
2	钻铤	177.8mm	8 根	
3	钻铤	158.8mm	8 根	
4	钻杆	89mm	3000m	
5	方钻杆	133mm	1 根	
6	螺杆	7LZ216x7.0L-5	3 根	配 311 钻头
7	螺杆	7LZ172x7.0L-5	3 根	配 215.9 钻头
8	公锥母锥	$\Phi 127$	2 根	
9	遥控数字罗盘测斜仪	KXP-3D	1 套	

②井身结构

地热井单井钻孔初步设计深度 DRJ01: 2000m、DRJ02: 2200m、DRJ03: 2400m (终孔深度以达到地质目的为准), 三口合计 6600m。DRJ01 及 DRJ02 单孔采用三开, DRJ03 单孔采用四开。其中, 止水段, 变径处, 两套管应重叠 30m, 环状间隙充填 425#及以上强度标号水泥进行固井止水。成孔其余指标均应满足《地热钻探技术规程》DZ/T 0260-2014 的要求。具体变化根据钻孔实际情况进行调整。

一开井段: 0—40m (根据实际钻探地层情况适当调整), 采用 $\Phi 444.5\text{mm}$

牙轮钻头钻进，钻穿粘土及地表松散冲积层，钻进至 40m 完钻。下入规格 $\Phi 400\text{mm} \times 9.53\text{mm}$ 石油套管，使用水泥浆固井，水泥浆返至地面，安装井口钻井液导流装置。

二开井段：40-（1020-1120）m，采用 $\Phi 311.1\text{mm}$ 牙轮钻头或 $\Phi 311.1\text{mm}$ PDC 钻头钻进至井深 740m 完钻，下入规格 $\Phi 244.5\text{mm} \times 8.94\text{mm}$ 石油套管，该段作为抽水的泵室，抽水泵放入本层套管内进行抽水试验。二开使用穿鞋带帽法固井穿鞋 500m，带帽 40m。

三开井段：（1020-1120）-2200m，采用 $\Phi 215.9\text{mm}$ 牙轮钻头或 $\Phi 215.9\text{mm}$ PDC 钻头钻进，钻进至井深 2200m，下入规格 $\Phi 177.8\text{mm} \times 8.05\text{mm}$ 石油套管，二开与三开重合段不少于 30m，并固井。该段为热储层段，根据编录及物探测井资料，适当下花管，采用两花一实方法，花管与实管单根长 1m，花管开孔率 12%，花管段不固井。

四开井段：2200-2400m，采用 $\Phi 152.0\text{mm}$ 牙轮钻头或 $\Phi 152.0\text{mm}$ PDC 钻头钻进，钻进至井深 2400m，下入规格 $\Phi 114.0\text{mm} \times 8.05\text{mm}$ 石油套管，三开与四开重合段不少于 30m。

DRJ01 和 DRJ02 用以上一至三开井段，DRJ03 用以上一至四开井段，具体情况见下表 7-（4-6）。

表 7-4 DRJ01 井身结构设计数据表

开钻次序	钻头尺寸 mm×井深尺寸 m	套管尺寸 mm×井深尺寸 m	止水方法	备注
一开	$\Phi 444.5 \times 40$	$\Phi 400 * 9.53 \times 40$	水泥固井	管材采用标准石油管，1020m 以上采用无缝钢管，1020m 以下含水层采用花管，花管孔隙率不低于 12%
二开	$\Phi 311.1 \times 1020$	$\Phi 244.5 * 8.94 \times 1020$	水泥固井	
三开	$\Phi 215.9 \times 2000$	$\Phi 177.8 * 8.05 \times 2000$	水泥固井	

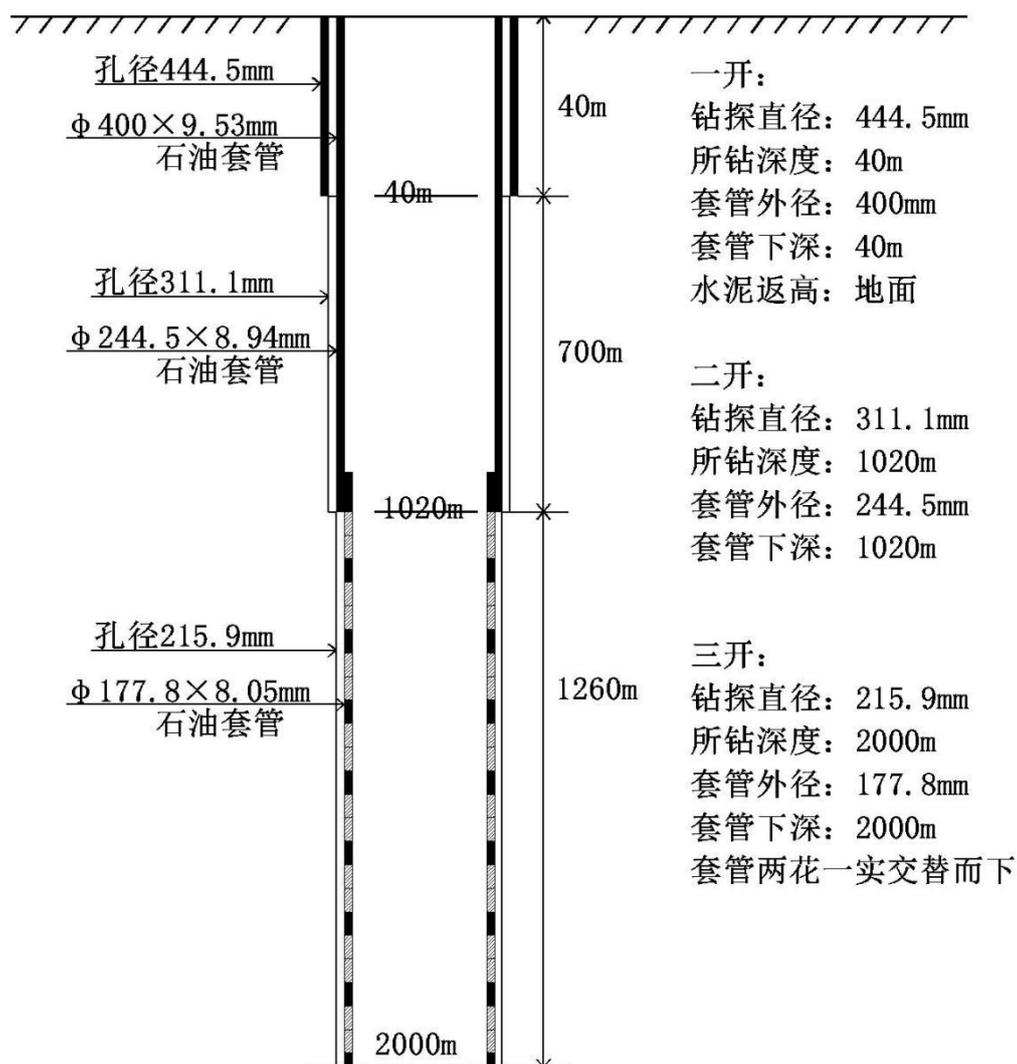


图 7-1 DRJ01 钻井结构示意图

表 7-5 DRJ02 井身结构设计数据表

开钻次序	钻头尺寸 mm×井深尺寸 m	套管尺寸 mm×井深尺寸 m	止水方法	备注
一开	Φ444.5×40	Φ400*9.53×40	水泥固井	管材采用标准石油管，1120m 以上采用无缝钢管，1120m 以下含水层采用花管，花管孔隙率不低于 12%
二开	Φ311.1×1120	Φ244.5*8.94×1120	水泥固井	
三开	Φ215.9×2200	Φ177.8*8.05×2200	水泥固井	

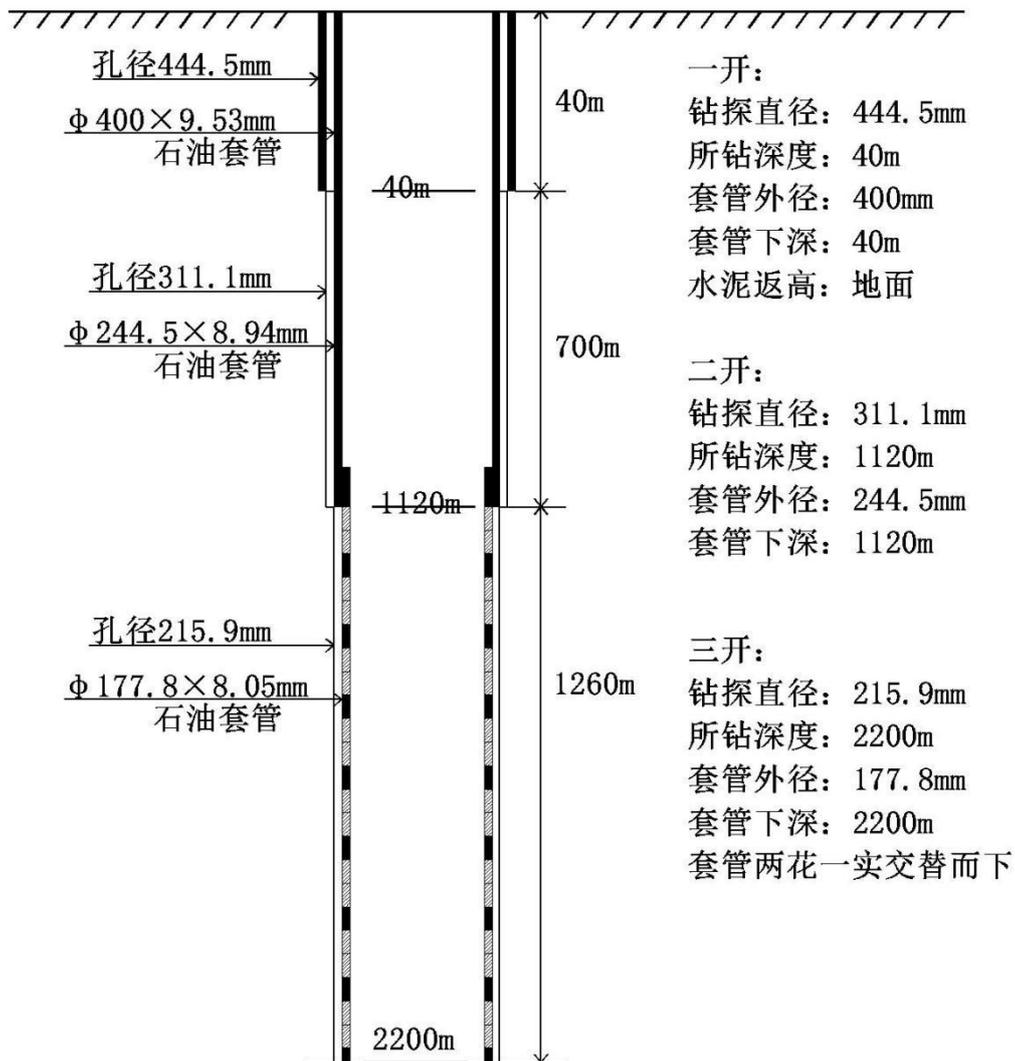


图 7-2 DRJ02 钻井结构示意图

表 7-6 DRJ03 井身结构设计数据表

开钻次序	钻头尺寸 mm×井深尺寸 m	套管尺寸 mm×井深尺寸 m	止水方法	备注
一开	Φ444.5×40	Φ400*9.53×40	水泥固井	管材采用标准石油管，1070m 以上采用无缝钢管，1070m 以下含水层采用花管，花管孔隙率不低于 12%
二开	Φ311.1×1070	Φ244.5*8.94×1070	水泥固井	
三开	Φ215.9×2200	Φ177.8*8.05×2200	水泥固井	
四开	Φ152×2400	Φ114*8.05×2400	水泥固井	

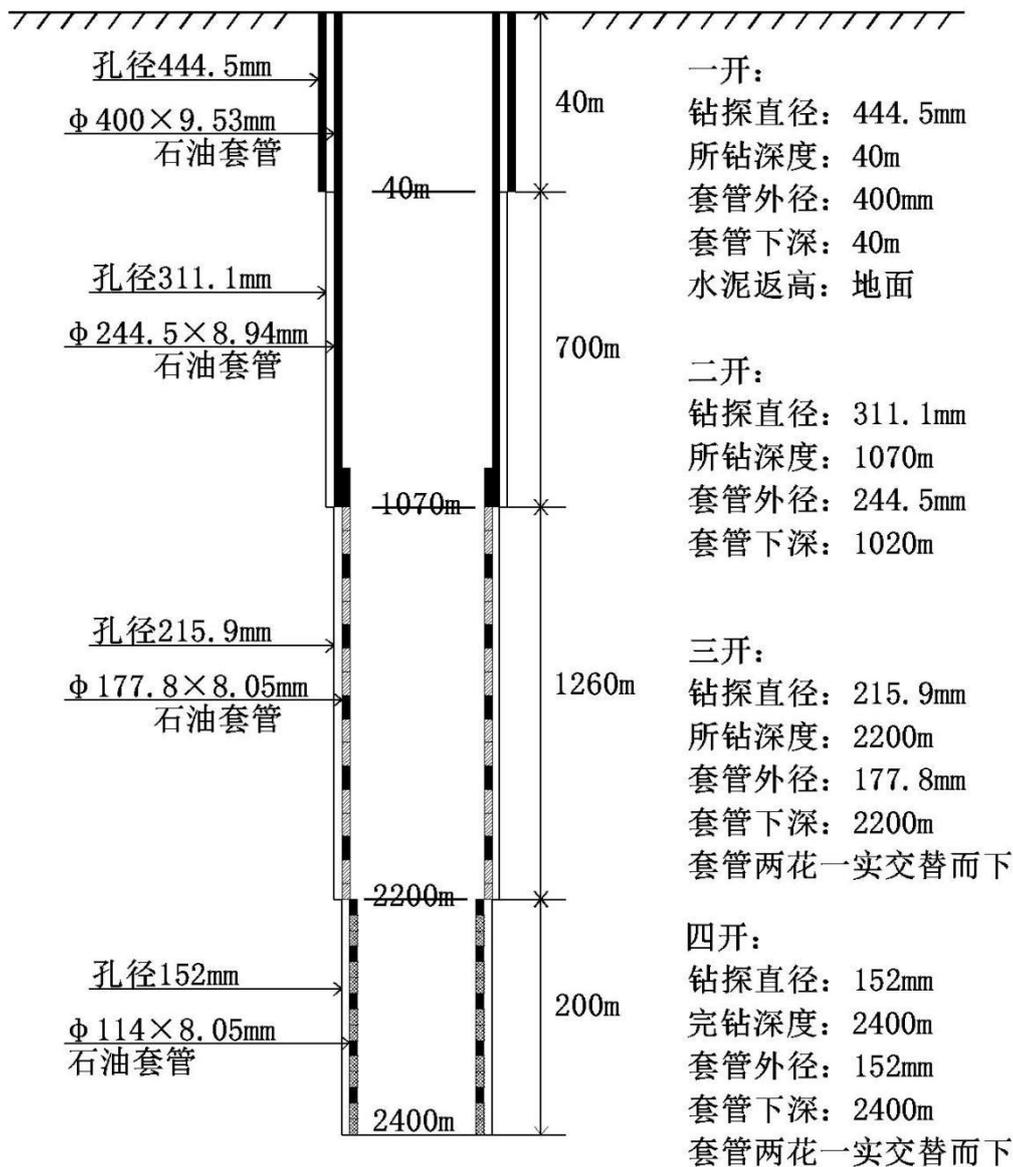


图 7-3 DRJ03 钻井结构示意图

(3) 井场布设

放线前，根据施工图设计标高、坐标及已交桩位、水准点，对现场实际情况进行勘察；根据现场交底的标高、坐标及控制桩的有关数据，放设定位桩。控制桩一经确立，必须确保其准确性。其延长桩要固定牢靠并有很好的保护措施；定出桩位后，做好保护；采用 80m×50m 矩形井场，井场面积约 4000 m²，以井口为中心，根据成井工艺确定所需设备材料及循环系统，满足施工及后续施工要求；井场承重、排水、基础、清水池、污水池应满足生产要求，污水池开挖完后池内

铺设防渗膜，满足环保要求；井场平整压实，多余土堆砌在堆土区。施工过程中的放线工作要依据控制桩及图纸严格准确进行，并做好技术复核。井场路面适当硬化，确保雨天能让车辆正常通行，工人能正常施工。底座和池坑基础地基承载力能够满足钻机设备要求，如达不到应对地基进行加固处理，同一基础面水平高差小于 10mm，基础高出地面依据实际情况而定，不少于 200mm；底座和池坑开挖用自卸式汽车将余土拉至弃土场，并留够回填及场地平整所需土方。基槽底部尺寸、标高符合设计。不得超挖，不得有扰动及水泡现象。

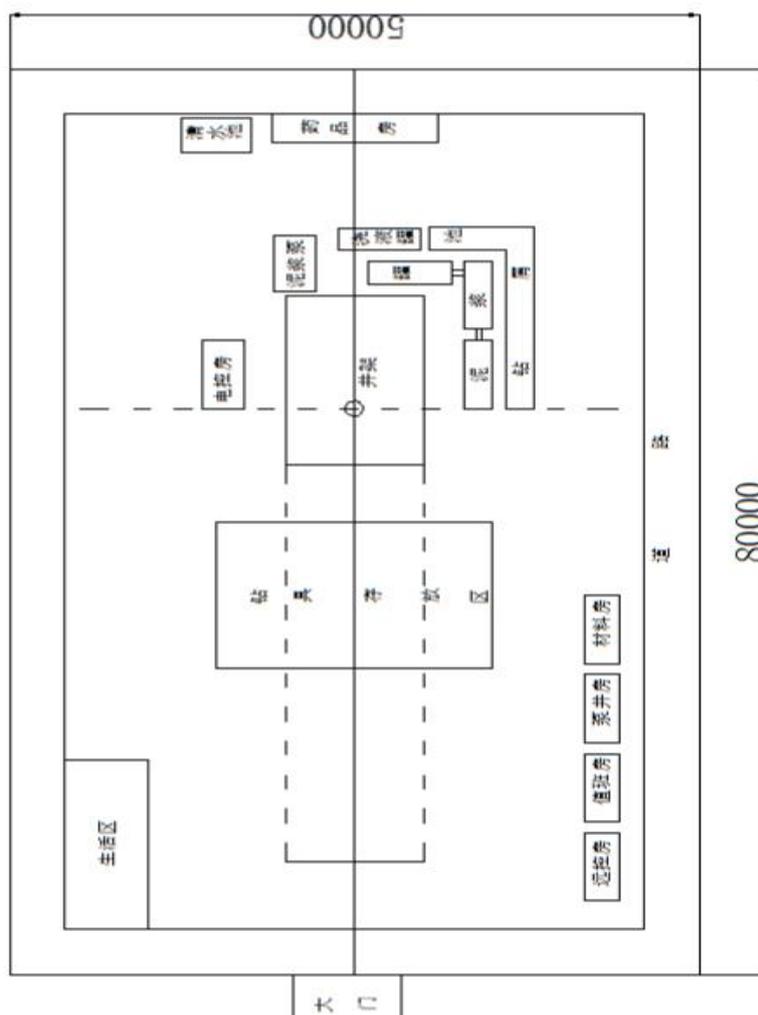


图 7-4 井场施工布置图



图 7-5 基础地基施工图

(4) 地热钻探钻进过程中仅循环钻进，岩粉取样不超过 5m，钻进至热储层后对热储层进行抽水试验。

(5) 钻井偏斜与测量

开工前安装钻机并进行钻孔定位，校正垂直度，并进行固定，不许偏斜，经常对钻机进行垂直度检查，检查基座偏移情况，及时发现偏斜及时调整，每钻进 100m 及终孔进行钻孔弯曲度、钻孔方位测定，弯曲度测量采用 CX-5C 型测斜仪，测定天顶角和方位角，深度 300m 以内不大于 1° ，深度 1000m 以内不大于 3° ，深度 2000m 以内不大于 7° 。

孔深校正：孔深校正与钻孔弯曲度测量同时进行，校正使用 50m 钢卷尺，对钻杆单根、立根逐一丈量，核对丈量孔深与记录孔深之误差，孔深误差不超过 1‰的允许误差。

(6) 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。

(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：视电阻率、井温、裂隙率、自然电位、自然伽马及波速等项。

(8) 地热钻井的地质观测与编录:

每 5m 取一次岩粉样品并保留。取样宜在振动筛下固定位置捞取, 取样重量不少于 500g。捞取后立即清洗干净, 去掉杂物和掉块, 及时进行深度标识、干燥后装袋。岩屑袋按井深自上而下顺序排列、装箱。地质构造复杂处及地层变化处应加密取样, 注意观测记录岩粉的矿物成份, 判定地层的岩石名称及变层的深度, 并形成纸质原始资料。

每 100m 测量一次岩屑迟到时间, 确保岩屑的真实性和代表性。岩屑取样时间等于钻达时间加迟到时间。

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。每 8h 测定一次钻井液性能, 必要时加密测定; 每 50m 测量一次钻井液入井、出口温度, 必要时加密测量, 并做好记录。

(9) 测温及终孔全孔测温:

测量井口冲洗液入口和出口的温度变化并做好记录, 每个班组一次, 对热储层及盖层界面进行判断。遇特殊情况停钻超过 24 小时, 应进行系统测温, 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, 终孔后, 对地热井进行全孔的系统测温。

(10) 扫孔

为保证井眼的圆整, 采用与原来井径相同的钻探进行扫孔, 扫孔时, 通过钻机提升和回转系统在井内由浅而深上下及旋转运动。

(11) 止水

根据钻孔施工情况, 在志留系与奥陶系含隔水层分界处进行止水, 止水方法采用水泥固井。采用油井专用水泥, 水泥浆密度控制在 $1.60\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.85\text{g}/\text{cm}^3$, 井管内水泥高度 10m~30m。

(12) 洗井

首先替浆洗井, 用清水冲洗井壁, 将井内泥浆替出。根据观测情况, 如有必

要，进一步选用空压机洗井。

（13）封孔

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，以确保地热流体产量、温度、压力、水位监测的需要。

（14）地热钻探成井质量要求

①井身结构满足设计要求；

②在固井井段平均井径扩大率应不大于 15%；

③每钻进 100m、换径和下管前，钻进至主要热储层井段和终孔后应校正井深，校正井深误差不大于千分之一；

④地热钻井直井段井斜，300m 内不大于 1 度，2000m 以内不大于 7 度，2000 以深不大于 10 度。

成井应符合《地热钻探技术规程》（DZ/T0260-2014）的规定。

7.完井抽水试验

参照《水文地质手册》（第一版）、《地热钻探技术规程 DZ/T0260-2014》及《地热资源地质勘查规范 GB/T11615-2010》的要求，拟定该项目抽水试验类型为单孔稳定流抽水试验，抽水试验为三个落程，三个落程的水位降深依次为 S1、S2、S3， $S_2 \approx 2/3S_1$ ， $S_3 \approx 1/3S_1$ ，水位降深应尽可能降至含水顶板，如不能，则应尽水泵最大能力抽。

抽水试验前测量静水位，抽水试验过程中监测动水位，抽水结束后观测水位恢复情况。当两次记录水位波动在 5cm 以内（空压机抽水时，水位波动不超过 10-15cm）时，可以认为抽水试验达到稳定。

抽水试验时，动水位和出水量观测时间，宜在抽水开始后的第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120 分钟各观测一次，以后每隔 30 分钟观测一次。当水位稳定后，应保持稳定流抽水不小于 48 小时，并进行水位恢复观测。抽水试验水位记录建议采用自动化记录仪，确保高密度数据采集。抽水试验流量记录宜精确测定，可采用流量堰、超声波流量计、水表等形

式。

抽水试验结束后，应编制抽水试验综合成果图表，包括：流量、水位（包括恢复水位）历时曲线、稳定水位和流量关系曲线、水文地质参数计算成果。

最大落程抽水试验，单井稳定抽水时间不小于 48 小时。

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。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，评价单井合理产量的要求。

8.群井抽水试验

在三口地热井施工完成后，应进行群井抽水试验，试验流量应尽量接近井的拟开采量，且最大降深的延续时间不少于 240 小时，以确定地热田的允许开采量。其它技术要求同完井抽水试验要求。

9.采样化验

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、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钻孔采集的每个样品，均应在现场对瓶口进行密封。

（2）分析指标要求：

①水质特全分析 4 组：主要采集钻孔热流体 3 组、地下水 1 组，分析项目包括阴阳离子、微量元素和氟离子（F⁻）、偏硅酸（H₂SiO₃）、色、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、挥发酚类、氰化物、²²⁶Ra 放射性、细菌总数、大肠菌群、锂(Li)、锶(Sr)、锌(Zn)、溴(Br)、碘(I)、硒(Se)、锰(Mn)、铜(Cu)、镭(Ra)、六价

铬(Cr⁶⁺)、三价铬(Cr³⁺)、铅(Pb)、汞(Hg)、偏硼酸(H₂BO₃)、砷(As)、镉(Cd)、氡(Rn)、二价铁、三价铁、硫化氢(H₂S)分析。

②稳定同位素分析 4 组：主要采集钻孔热流体 3 组、地下水 1 组，分析项目包括 2H、3H、18O、86Sr/87Sr 等。

③放射性分析 4 组：本次在水文地质填图及抽水试验结束前采取水样，对地下水和钻孔揭露的地热流体进行放射性分析，其中地下水 1 组、钻孔揭露的地热流体 3 组，本次放射性样品的采取方法为采用 10L 塑料壶装盛加硝酸固定，取满流体样品，不留空隙，密封。

塑料壶外用白胶布标记采样日期时间、采样地点、样品编号和采样人。检测项目共 5 项，分别是：铀、镭、氡、总 α 、总 β 。

④卫生指标分析 3 组：主要采集钻孔热流体 3 组，分析项目包括总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌、菌落总数、氰化物、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、三氯甲烷、四氯化碳等。

⑤岩矿鉴定样：采取水文地质填图的标准岩石、热储层、盖层等岩石，共 10 组，样品大小不得小于 3*6*9cm，进行岩矿鉴定与测试，取样后，应用白色油漆打底，黑色记号笔记录野外定名。并在野外记录簿上标记采样日期时间、采样地点、样品编号和采样人，在采样后 7 个工作日内送达实验室并完成分析。

10.工程点测量

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。测量主要包括施工地热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 E 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。

11.动态监测

监测点的布设应能控制勘查区各热储层的自然动态规律及开采引起的动态变化，了解区域地下水与地表水动态差异及其变化规律，各动态监测点应准确测

定标高及坐标，各项动态监测资料应及时进行分析，编制年鉴或存入数据库。

2023年8月至2024年7月，进行水文动态监测，拟选取勘查区内的民井、地表河流共计4处点位对其开展一个水文年的完整动态监测，监测内容包括水位、水温及水量，监测频率为4次/月，雨季加密测量。另外，3口地热井成井后，也应纳入水文动态监测，监测频率为4次/月，监测一个水文年，包括水位、水温、涌水量及水质的监测，共计监测360点次。

12.综合研究

综合研究工作必须贯穿整项勘查工作全过程，是勘查工作实施过程中一个重要环节。无论在编写设计阶段部署各项勘查工作，还是在勘查过程中（完成地面地质—水文地质调查、物化探后），或是在全部外业工作结束—编写报告前，及时汇集各分项工作成果、进行资料整理和及时对所取得的调查资料分析研究均是一项不可或缺的工作。

8 绿色勘查技术要求

习近平总书记提出的“绿水青山就是金山银山”这一科学论断，引领中国迈进了绿色发展的新时代。地质勘查是整个矿业的基础和上游产业，能否实现绿色勘查将直接影响着整个行业的绿色发展，乃至生态文明建设的整体大局。坚持推行绿色勘查，把绿色发展理念和生态环境保护的要求贯穿和体现于地质勘查项目立项、设计、实施和验收全过程、各环节，同部署、同检查、同考核。在场地选址、勘查手段选择、道路选线、物料堆存、废弃物处置、土地复垦等方面，最大限度减少对生态环境的扰动，最大限度减轻给生态环境带来的负担，最大限度恢复和改善生态环境。项目施工时，制定探矿工程、车辆机械设备通行、生活驻地、河流水系、森林防火、油污染等相关方面的环保措施，严格执行勘查工作环境保护细则，使相关政策措施切实促进绿色勘查、环境保护。

自国家提倡绿色地质勘查以来，我单位一直秉承绿色勘查的理念，在完成项目工作任务的同时，做到不随意破坏、伤害工区野生动植物，保护生态环境，做到人与自然和谐相处，项目施工涉及保护措施见表 8-1。

表 8-1 绿色地质勘查措施一览表

主要涉及项目	保护措施	备注
野生动植物	项目在到达工区前先了解工区野生动植物情况，教育项目人员做到不伤害、不抓捕野生动物，不挖掘采摘工区具药用价值和稀缺植物。	
道路施工	钻探施工时修理的便道尽可能利用村道、公路等，尽可能减少占用土地，植被以及对水环境的影响。	
钻探施工	项目工作完成经单位验收后，尽快的恢复生态环境	
野外、驻地	项目工作、生活产生垃圾，随身携带统一规范处理	

8.1 矿区环境属性定位及环境影响分析

本次勘查设计有钻探（工作量 6600m）工程施工，会破坏地表植被、部分表土结构等情况，破坏水源涵养系统的稳定性等。所以在区内开展矿产勘查，有必要采用绿色勘查手段，降低勘查工作对环境承载力的影响和扰动，促进生态保护。

1. 内生需求决定了绿色勘查必要

(1) 工区属于生态功能区，有水土保持等生态环境保护需求。

(2) 发展地热温泉旅游业，可以增加旅游人口、塑造品牌多样化，是嘉鱼县发展工作的需要，也是当地民生的需求。

2.矿体特征决定了绿色勘查可行

区内地热勘查类型属隐伏型地热，热储及盖层形态较规则；产状、厚度总体较稳定。

3.技术基础和手段决定了绿色勘查可行

项目承担单位应在区内及周边开展过前期地质勘查工作，对区内地质特征、矿体特征、自然资源及生态环境较为了解，也具有相应的勘查、调查技术和装备，能够满足区内多矿种综合勘查、生态系统多要素综合调查的工作要求。

8.2 钻探施工保障措施

1.钻前工程环保要求

井位确定后，应对井场周围的自然环境（地质、地貌、水环境、植被、生物、大气、土壤和人文环境等）进行调查或评价，依据有关法律、法规，提出达到环境保护标准和要求的必要措施。

钻探场地按照现场施工设备、附属设施、施工操作、钻进液循环系统、材料堆放、临时房屋、岩矿芯堆场等的需要合理安排平整使用土地，以安全文明施工为原则。

井场应设有污水处理系统，包括污水沟、污水池和污水处理设备。污水沟和污水池进行防渗漏垮塌处理：

(1) 废液处理池要求

废液处理池容积不小于 50m³。采用防渗漏的材料给污水池底部加衬，池体做防渗处理，防止污水渗漏、池体垮塌。污水池上方根据井场具体条件安装防雨棚或将废液处理池以一定长度分隔，上方加盖预制板。

(2) 污水处理设备

开钻前安装好钻井泵冷却水循环装置，以及清洗钻台、设备的污水循环系统。

(3) 钻井材料和油料的管理

a. 钻井材料和油料应集中管理，减少散失或漏失，对被污染的土壤应及时妥善处理；

b. 钻井液药品按标准化管理规定妥善存放，不得将钻井液药品失散在井场，如在装卸中发生失散现象应及时清理，钻井液药品的废装袋应加以回收，不得随意乱丢、乱放；

c. 废机油、洗件油全部回收，杜绝倾倒废油品；

d. 强化井场油料管理，井场内无油污，油罐区及管汇系统应无滴、漏油现象。

e. 水泥等有粉尘的材料，尽量采取室内（或封闭）存放或覆盖，卸运时采取有效措施，减少粉尘对周围的污染。

2. 钻井施工环保要求

（1）配制钻井液应优先选择无毒或低毒化学处理剂。位于农田、湖泊或居民区附近的钻井，不得使用铁铬木质磺酸盐、亚硝酸盐、红矾等污染环境和地下水的化学处理剂。

（2）钻探施工生产的废水要注意控制流向，在合理的位置修建沉淀池，经沉淀后方可排入污水管线。施工污水严禁流入水系、道路、村庄污染环境。

（3）采取有效措施降低噪音，如噪音可能超过限值，应通报有关方，协调好各方关系。有噪音的施工作业，应尽量不在居民休息时间进行。在强噪声区域（噪声等效声级超过 70dBA）工作时，现场人员应佩戴耳塞，并避免长时间连续工作。

（4）废水、废泥浆的处理要求

a. 做到减少或避免钻井液对地下水的污染；

b. 钻井液泵、水刹车的冷却水会循环使用，冲洗钻台等污水，经污水池沉淀后也会循环使用；

c. 钻井施工过程中产生的污水会进行处理和利用，需要外排的污水达到国家、当地政府污水排放标准才会排放；

d. 井队严格控制清水用量，加强废水利用。

（5）钻屑的处理

- a. 钻屑、废弃钻井液分开处理，在处理过程中产生的污水排入污水处理系统；
- b. 钻井岩屑不得出井场，也不得铺垫在场地上，要放入规定的岩屑池掩埋。

(6) 保护水资源的技术措施

a. 下水源的技术措施：

- ① 表层套管封隔淡水层，确保地下水源不受钻井液的污染；
- ② 井场的污水沟和污水池及其它可能产生污水的地方进行防渗漏处理，避免污水渗入地下污染地下水源；

b. 地表淡水的保护：

陆上钻井作业场周围地表淡水的保护除应符合国家和当地政府环境保护法规、标准外，还应符合下列环境保护规定：

- ① 筑堤和开沟以防止场地周围表层淡水源被污染；
- ② 在钻井作业中使用淡水塘或江河、湖泊中的水，会把泵和发动机置于合适的位置上并安装好，以防止油污污染水源；
- ③ 禁止钻井液、废油、废水流到临近的农田、溪流或渗入浅层淡水沙层。

3. 竣工搬迁环保要求

(1) 钻井工程竣工后，废弃钻井液、污水、淤泥、岩屑和油料污染的土壤等应进行固化或无害化处理，处理后运到允许倾倒的地方。

(2) 井场内的包装物、塑料、废料以及生活垃圾等，应统一回收利用，无法利用的可焚烧或掩埋。

(3) 竣工撤离后，施工场地应恢复原来的自然地貌和景观。

8.3 其他工作保障措施

1. 对施工场地附近的树木及植被尽量做到少破坏，避免不必要的损失，防止水土流失。

2. 遵守国家和地方有关环境保护的法令，施工场地以外的植物、树木尽力维持原状，严防有害物质污染工地。

3. 及时清理施工现场垃圾，不得在场内焚烧垃圾，保持施工区周围的环境卫生。

4.搞好与当地居民的关系，树立良好形象，不打架斗殴、不聚众赌博，遵章守纪，尊重当地乡风民俗。

（四）绿色勘查环境恢复措施

1.勘查施工区（点）工作结束后，应及时拆除现场施工设备、物资和临时设施，清除现场各类杂物、垃圾及污染物。

2.对于现场不能处置的污染物，应外运到专业处理场处理。

3.在钻探修路破坏林地的地方，在施工前应将占地范围内的表层土壤铲起堆放在指定位置进行养护，作业结束后平整场地，恢复表层土壤的植被。科学部署探矿工程，优化工程布置方案，钻探工程需设泥浆沉淀池，钻探完工后，除孔口留标记外，道路和施工场地尽量恢复原状，并彻底清除场地上的污染物。浆、液固定化处理，埋于地下开挖的坑池中，上部回填无污染物。

9 质量控制措施

9.1 质量管理

9.1.1 质量保障措施

项目组始终把质量管理作为工作重点。所有野外工作的实施、质量管理严格执行《中国地质调查局地质调查项目管理办法（试行）》（中地调发[2011]18号）的有关规定及质量管理体系（ISO9001）相应的技术规范等，按照地热地质钻探要求进行钻探、抽水试验及资料整理工作，保证全过程满足设计和规范要求，项目内部实行项目负责→组长→组员的分层管理与岗位负责制，确保项目工作质量与成果质量。

1.落实项目质量管理责任，实行全员质量管理

本次工作严格执行落实 GB/T19001-2016/ISO9001: 2015 质量标准，建立“领导小组—项目部—专业小组”三级技术管理和质量保证体系，层层落实质量责任制，签订《技术质量责任状》。

项目实行全员与全过程质量管理，建立“嘉鱼县石泉地热资源勘查”质量目标分解表，责任层层落实，严格执行以岗位责任制为中心的质量责任制，坐到职责明确、措施有力，项目质量与经济责任制挂钩。

2.严格三检制度，规范调查记录

野外调查按要求统一填写野外调查表和野外记录表，及时实施“自检、互检、专检”，对发现的问题及时进行整改，项目部对原始资料进行 100%自检、互检，专（抽）检率 40%以上。

3.成立 QC 小组，提高资料质量水平

项目启动之后，为了保证项目质量，项目部立即成立 QC 小组，开展 QC 课题的研究，QC 小组重点从技术能力、人员调配、调查工作安排等方面确定 QC 小组活动课题，通过组织多次活动，以达到了预期目标。

4.加强质量检查制度，提高调查质量

项目实施期间本单位将聘请多位省部级专家亲临野外一线，现场教学，并对

项目中的难点、重点进行了悉心指导，培训次数不少于3次。

5.利用项目管理平台，实施动态监控

项目部充分利用项目管理平台的时效性和严格的工序质量管理程序，对项目质量进行全过程的动态监控，严格按照大队管理平台的要求上传月报、季报、半年报及项目管理、质量管理、安全管理等方面的资料。

9.1.2 质量保证体系

为加强项目质量管理，项目部建立质量管理部，对施工中的每道工序进行验收，确保施工质量。质量保证体系框图见图8-1。

1.质量管理岗位职责

(1) 项目经理质量管理职责

建立项目技术质量保证体系，建立质量落实技术质量责任制；安排施工前的质监申报，施工中的质量控制，竣工质量验收。

(2) 项目总技术负责质量管理职责

协助项目经理建立项目质量保证体系，落实质量责任制；制定各项工程质量保证措施；参与质量事故的处理，提出修改处理意见，落实补救工作。

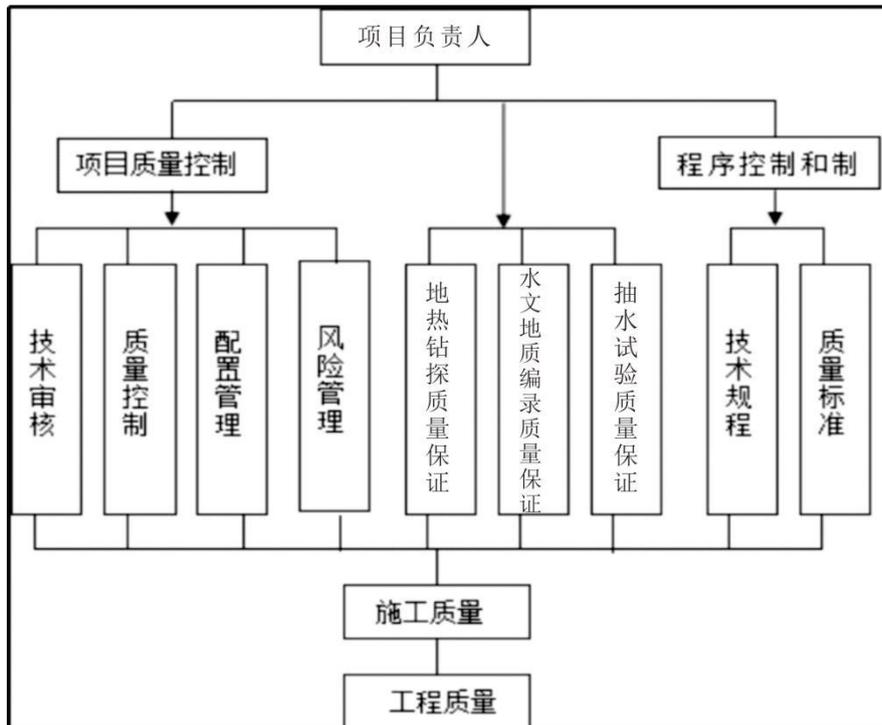


图 9-1 质量保证体系图

(3) 质检员职责

认真做好质量评定工作，深入现场，对项目质量进行跟踪管理，提出质量标准，督促施工人员执行标准和规范，做好质量管理工作；督促实施质量技术措施参加技术交底，对违反规范、规程、严重危害工程质量的行为发出整改单，限期整改。重大的质量缺陷，向技术负责人反映；做好质量检查工作，掌握质量信息，做好检查评定结果的信息反馈，组织施工人员进行质量监测评定，并进行跟踪管理；做好施工前的质量交底工作，根据不同施工部分排出质量管理重点，并落实实施。

9.1.3 质量管理执行标准

执行统一的技术标准，专业技术方法及质量要求严格执行有关的国家标准（GB/T 系列）、行业标准（DB/T 系列）及中国地质调查局的有关规定，除了中华人民共和国国土资源部发布的《地热资源地质勘查规范》外，主要有如表 9-1 所示：

表 9-1 本项目执行的勘查技术规范、规程、标准及有关文件一览表

类别	名称	编号
国家标准	《矿区水文地质工程地质勘查规范》	（GB12719-2021）
	《地热资源地质勘查规范》	（GB/T11615-2010）
	《饮用天然矿泉水》	（GB8537-2018）
	《水文地质手册》	第一版
	《区域地质图图例（1:50000）》	（GB/T958-2015）
行业标准	《工程测量标准》	（GB50026-2020）
	《环境影响评价技术导则》	（HJ2.1-2021）
	《地热钻探技术规程》	（DZ/T 0260-2014）
	《地热资源评价方法及估算规程》	（DZ/T0331-2020）
中国地质调查局	《地质调查项目预算标准》	2010 试用
国家计委、建设部	《工程勘察设计收费标准》	（2002 修订本）

9.1.4 质量管理措施

项目工作运行中严格遵照我单位制定的相关管理制度执行。为确保地质矿产勘查项目成果质量，保证找矿方面有重大突破，采取以下质量措施：

1.严格执行湖北省地质勘查项目管理办法、工作汇报等系列管理制度。

2.严格按经招标人审查通过后的设计开展工作。组织项目组人员认真学习有关规范规程及技术要求，熟悉设计精神，明确目标任务，统一工作方法，取全取准第一手地质资料，防止不必要的返工及补做工作。

3.严格执行相关国家、行业规范规程要求的工作程序，测量、钻探等各项工作均以国家及行业规程、规范为标准而进行操作、施工和管理，各工作手段工作质量均达合格以上。

4.对当天所搜集的地质、矿产等各种原始资料进行认真检查、整理，做到资料扎实可靠、图文并茂，发现问题及时解决。

5.阶段工作结束后，在质量检查小组领导下对每个技术人员的数据记录、水文地质编录等资料进行自检、互检及抽检，并提出修改建议，填写自检互检卡片，作者修改完后，检查者再进行一次检查填写修改情况，并签字。自检、互检为100%、专检率不低于40%。各级检查均有原始纪录，认真填写质量检查卡。阶段整理时再对质检卡片进行复查。

6.每个月召开一次技术研讨会，总结该阶段工作成果及存在问题，并对存在问题提出处理办法，及时对问题进行补课，研究下阶段的工作任务和工作安排，报请大队总工办批示执行。

7.在施工前应将钻探委托书及其技术要求和质量要求发至各钻机台，并由工程技术人员向全体野外作业人员作全面、详细的技术交底，并保存记录。野外工作必须保证每一环节严格按照规范标准编写的钻探委托书及其技术要求进行。现场技术负责人、审核人行使质量一票否决权。

8.施工过程中要求钻杆、钻具、套管等定位堆放整齐，现场实行挂牌制度，注明管理者、操作者、施工日期，并做出相应的图文记录。因现场不按规范、规程施工而造成质量事故的要追究有关人员的责任。

9.钻探机台严格按照钻探操作规程执行，抓好钻探设备安装、定位、下套管等各环节工作；在复杂条件下需采取相应的技术措施，确保优质、高效、低耗完成作业施工任务。

10.钻机班报表原始记录要认真、详细、完整、真实，所有报表均应有钻机班长、记录员签字，现场经理负责审核验收。

11.大队总工办对项目实施全过程实行全面监控。野外工作结束后，由项目负责组织成员对设计执行情况进行检查，确定设计是否满足任务书的要求，发现问题及时进行相应调整，最终对整个项目进行监理验收，写出验收报告。检查验收合格后，野外工作才能结束。

12.对于各类样品的采集、编录与交送实行专人专职，并留有专门登记卡片和清单予以检查，每次整理样品清单必需有质量管理小组的人员参加，项目负责和质检组长每月抽查一次。

13.工程项目所有管理人员及操作人员应经过业务知识技能培训，并持证上岗。因无证指挥、无证操作造成工程质量不合格或出现质量事故的，除要追究直接责任者外，还要追究主要领导的责任。

14.大队总工办对项目野外工作中途和结束后分别进行一次工作检查，对野外原始资料进行随机抽查、检查后填写检查表，并形成验收报告。

15.对各项检查出的问题及时修改、补作、返工。

16.发生质量事故，马上向当地质量监督机构和建设行政主管部门报告，并做好事故现场检验及保护工作，同时按照“三不放过”的原则，负责事故的调查及处理工作。对事故上报不及时或隐瞒不报的要追究有关人员责任。

9.1.5 质量风险管控

1.质量风险点

(1) 岩屑样不满足设计要求，未测量岩屑迟到时间，岩屑不具有真实性和代表性；岩屑随意捞取放置在室外；

(2) 水文地质编录中地质现象描述针对性不强、特征不明显，测温是否规范；钻井液消耗量观测记录次数、观测间隔是否满足设计要求；

(3) 钻孔孔深与孔斜不满足要求。终孔孔深校正误差不大于 1%，2000m 以深不大于 10°；

(4) 裂隙岩溶型地热井是否采用水泥封固方法止水；表层套管、技术套管固井时不满足规范要求；

(5) 套管型号，固井水泥不满足设计规范要求；

(6) 多功能测井操作流程不符合规范要求；

(7) 抽水试验水位观测及稳定水位时间不满足规范要求。

2. 防范措施

(1) 岩屑样一般每 5m 取一个，每个岩屑样应不少于 500g；每 100m 测量一次岩屑迟到时间，岩屑取样时间等于钻达时间加迟到时间，确保岩屑的真实性和代表性；

(2) 所取岩屑样要从钻井液净化装置排出的岩屑样留取，不得随意从钻井液沉淀池中捞取。取得的岩屑样要及时用清水冲洗干净，自然风干，在室内保存；

(3) 编录人员应熟悉矿区的基本地质特征，包括地层及分布状况、岩性组合特征；了解和熟练掌握原始编录的有关规定、程序、要求、方法等；了解钻孔施工设计。测温包括跟钻测温和终孔系统测温，跟钻测温每 5m 测一次，终孔系统测温在抽水试验完结后进行；每班至少测量一次钻井液消耗量，有突然变化时增加测量次数，注明进尺消耗量和单位时间消耗量及对应深度，记录明显消耗量变化和全耗时的具体对应的时间与深度。

(4) 钻塔、钻机安装，要求调正、水平、稳固，保证天车、转盘中心、井孔中心三点成一线；针对不同岩层条件确定合理的钻进技术参数；牙轮钻进宜采用钻铤加压，并在钻铤的适当位置加扶正器；钻进软硬互层及破碎带地层，要轻压慢转，送钻均匀，同时要适当控制泵量。

(5) 裂隙岩溶型地热井采用水泥封固方法止水，应控制水泥浆的密度，保证灌入量。表层套管固井时，水泥浆应返至地表，技术套管采用“穿鞋戴帽”两次固井，尾管采用一次固井或跟踪固井。

(6) 套管采用高碳加肽石油套管，水泥标号采用油井专用水泥，水泥浆密

度控制在 $1.60\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.85\text{g}/\text{cm}^3$ ，固井采用专用水泥固井车和水泥浆储罐车，保证固井时的连续性。

(7) 测井前应进行通孔，通孔至井底后开泵循环，使井内钻井液性能指标上下保持一致。测井探头和电缆在起下过程中要缓慢匀速，防止产生抽吸作用。

(8) 抽水试验时，对动水位和出水量的观测，应同时进行；按稳定流抽水试验进行，抽水试验水位记录建议采用自动化记录仪，确保高密度数据采集。抽水试验为三个落程，三个落程的水位降深依次为 S_1 、 S_2 、 S_3 ， $S_2 \approx 2/3S_1$ ， $S_3 \approx 1/3S_1$ ，水位降深应尽可能降至含水顶板，如不能，则应尽水泵最大能力抽。动水位和出水量观测的时间，宜在抽水开始后的第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120 分钟各观测一次，以后每隔 30 分钟观测一次。当水位稳定后，应保持稳定流抽水不小于 240 小时，并进行水位恢复观测。

9.2 质量监控

1. 成立项目技术指导小组，由我单位地质、矿产专业主管人员组成，负责实施项目综合研究与质量、进度监督管理。编制统一的技术工作要求或工作细则，其内容应详尽明确，可操作性强。

2. 我单位分管队长、总工办、质量管理人员要深入野外第一线，具体进行生产技术方面的检查和指导，并从人、财、物、劳动保护、安全等方面提供有力保证，解决存在的关键问题。

3. 严格按照项目设计书要求开展工作，合理安排和部署野外施工，协调各工种的配合，保证各项工作有序进行。坚持按期向总工办请示汇报。

4. 加强新理论、新知识的学习，并聘请省内知名地质、水工环、钻探等方面的专家，对投标区地质工作进行指导，对初步取得的资料进行跟踪分析，提高工作水平。

5. 定期、如实报送工作进度及成果月报、季报、年报等相应材料。

10 组织管理及保障措施

10.1 项目组织管理

为了保质保量完成设计地质勘查工作量，使工作有条不紊地进行，我单位将组织项目经理部，按要求组织施工，并实行项目经理负责制。项目经理经法人授权，全面履行本项目合同义务、责任、权利。保质量、保工期完成施工任务。项目经理统一协调管理，项目副经理对勘查工作进行人员组织、项目实施，技术负责人对质量进行监督管理。

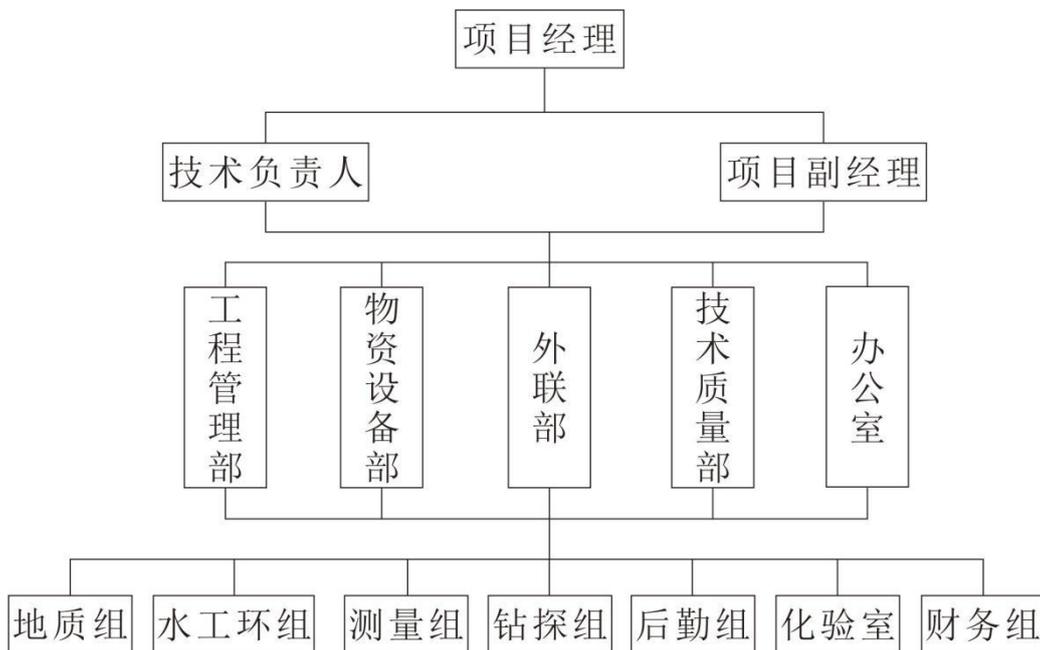


图 10-1 组织管理示意图

10.2 人员配备

签订具体项目合同后，本单位将第一时间组建相关项目组，由我单位总工办进行全面督导，并充分发挥其决策协调作用，实行统一领导、统一规划、统一实施、统一标准、统一管理，确保项目的顺利进行。

为确保如期、优质、安全、高效的完成该项目，本项目设项目部 1 个，下设地质组、水工环组、测量组、钻探组、后勤组和财务组，配备各类技术人员 18 名，其中正高职高级工程师 4 人，高级工程师 9 人，工程师 5 人。配备各类技术工人 15 名，共计 33 人。项目部组织、主要技术人员及分工见表 9-1。项目组人

员分工如下：

项目经理和项目副经理各 1 名，负责项目的管理及组织协调工作，均由正高职高级工程师担任，现为省级资源储量评估专家库成员。

技术负责人 4 名，负责对项目的技术方法、手段及有关工作进行指导、监督和把关。

项目组技术员 14 名（高级工程师或中级工程师），负责资料收集整理、综合分析研究、地热钻探、水文地质编录等工作的实施，并协助项目负责人完成其它相关工作，项目组主要成员均参与成果报告编写、附图编制工作。其中配备安全员、质量员各一名，负责项目安全台账、质量台账的建立。

表 10-1 项目主要工作人员

工作类别	工作内容	人员配备(人)		人员职称配备	备注
		技术人员	技术工人		
项目部	项目统筹安排	1		正高职高级工程师 1 人	项目经理
地质组	钻探编录、综合研究	5		正高职高级工程师 1 人、高级工程师 3 人、工程师 1 人	含小组长 1 人
水工环组	钻探编录、综合研究	5		正高职高级工程师 2 人、高级工程师 3 人、	含小组长 1 人
测量组	工程点测量	1	2	高级工程师 1 人	含小组长 1 人
钻探组	地热地质钻探	4	12	高级工程师 2 人、工程师 2 人	含小组长 1 人
图文室	数字库建设、绘图	1		工程师 1 人	
后勤组	物资设备采购保管	1	1	工程师 1 人	
合计	小计	18	15		
	总计	33			

1.项目经理岗位职责

(1) 认真执行国家的各项方针、政策、法规，全面负责本项目的管理工作。

- (2) 贯彻落实各级责任制，明确各级人员组织和职责分工。
- (3) 组织编制、部署、审批本项目的工作进度计划及具体实施情况。
- (4) 做好项目组人、财、物的调度工作，召开项目工作会议，下达各项任务。
- (5) 认真贯彻执行国家及上级颁布的各项有关劳动保护和安全生产方针、政策、法规、法令和规章制度，对本评估工作的安全生产负全面责任。
- (6) 定期不定期地对调查工作进行安全质量大检查，防止质量、安全事故的发生。

(7) 搞好对外协调工作，积极处理各方面的关系，履约服务。

(8) 对小组提交的各类原始资料、成果报告进行审查及审定。

2.技术负责岗位职责

(1) 对工作中的安全、质量、进度等一切技术问题负全面责任，并协助项目负责人加强本项目的全面管理。

(2) 负责本组人员的管理工作，认真执行单位及项目组的各项管理制度。

(3) 负责在总工办和技术负责人指导和审查下进行责任范围内的调查评价工作。

(4) 带头完成野外工作，监督和检查本小组其他成员原始资料收集和整理的及时性、真实性、准确性；

(5) 负责对技术人员进行业务培训和指导工作。

3.技术质量部

(1) 按合同要求，负责工程质量管理、质量控制、监督工作；

(2) 负责分项、分部、单位工程的中间交接和隐蔽工程的检验签证和评定核定工作；

(3) 负责对施工全过程的质量控制，对不合格产品行使质量否决权，不受任何干扰；

(4) 对施工质量进行监督检查，确保整个工程的施工质量。

4.工程部

- (1) 编制施工规划，做好准备工作；
- (2) 对现场施工活动实施全方位、全过程动态管理；
- (3) 组织好各道工序衔接、交接工作；
- (4) 实施作业过程中的施工指导，确保工序管理的顺利实施；
- (5) 协调各分包商的劳动力使用，合理调配劳动力资源，使工程建设有组织按计划进行；
- (6) 有序地组织平面、立体的各种材料和设备的运输、堆放等工作；
- (7) 按合同进度编制进度计划，对工程进度实施控制，随工程实际情况不断调整计划安排；
- (8) 具体负责工程项目的技术管理工作，完成现场的验收、检查工作；
- (9) 在项目工程师的领导下，负责编制施工大纲，并确定施工大纲是否符合工程实际需要；
- (10) 协调各专业施工队之间施工工序上的矛盾；
- (11) 对各专业的设计图进行协调，避免发生设计与施工的矛盾而造成不必要的返工；
- (12) 完成与项目有关的计量、试验工作；
- (13) 负责解决施工现场出现的技术问题，与设计、监理协作解决有关技术问题；
- (14) 协助项目工程师对关键技术难题进行科研攻关，进行新工艺、新技术的开发研究；
- (15) 按标准管理文件资料，对项目技术资料进行系统化管理；
- (16) 负责工程的各项安全技术措施落实，负责现场安全管理工作的组织与协调；
- (17) 抓好各项安全交底工作，确保安全施工；
- (18) 管好安全隐患的整改，落实对安全隐患整改通知书实行“三定”（定人、定期、定措施）。

5.物资设备部

- (1) 按质量要求和施工方案，提供合格的设备与材料；
- (2) 强化原材料、半成品的质量管理，提高设备的完好率及使用率，杜绝设备带病运行；
- (3) 严格控制无质保文件和不符合技术规范指标的材料投入施工，对不合格材料一一律拒之门外；
- (4) 实施工程现场管理标准化，对材料设备的堆放安置做出科学合理的安排，使操作现场的工作环境不影响工程施工质量。

6.外联部

- (1) 编制项目经营计划、成本计划；
- (2) 对项目各项计划执行情况进行检查统计；
- (3) 负责工程合同执行过程的动态管理；
- (4) 负责工程预、结算管理和工程款的收拨管理；
- (5) 负责工程项目成本核算管理及工程最终成本的决算；
- (6) 负责与业主的各项工程报表管理及经营计划业务联系；
- (7) 负责工程资金计划编制、实施及管理，并及时收结工程款。

7.组员岗位职责

- (1) 在组长的管理和指导下，协助组长完成本小组责任范围内的各项工作。
- (2) 负责野外地质填图、物探、钻探编录等工作，收集地质环境相关资料；
- (3) 野外资料的整理、解译、综合。
- (4) 协助组长编制成果报告。

10.3 设备配备

根据工作量表中的钻孔深度和施工中可能遇到各种不同的问题，为顺利完成此次施工任务并提高施工效率，我们拟选用如下主要勘查设备和办公设备，设备选型见表 9-2。

表 10-2 主要仪器设备配置一览表

序号	仪器设备名称	单位	用途	数量
1	越野车	辆	值班	1
2	电脑	台	人员办公、资料综合整理	10
3	数码相机	部	收集影像资料	2
4	打印机	部	资料整理	1
5	GPS	台	物化探点定位	7
6	RTK	台	地热井位置测量	2
7	全站仪	台	地热井位置测量	5
8	HS01B 测氦仪	台	化探测量	6
9	HS04 测氦仪	台	化探测量	2
10	电感耦合等离子体发射光谱仪	台	水质检测	2
11	电感耦合等离子体发射质谱仪	台	水质检测	2
12	紫外可见分光光度计	台	水质检测	2
13	离子色谱仪	台	水质检测	2
14	河北永铭牌 DB3500 钻机	套	钻探施工	2
15	深井潜水泵	套	抽水试验	1
16	TYSC—3Q 型数字测井仪	台	物探测井	1

10.3.1 施工物资组织计划

1.材料物资采购计划

选择供货及时、材质好、信誉好的供货单位，其供应的各种工程用材和各种实验样品按要求及时送检，鉴定后定点购买，并按工程师确认后方可使用的原则，把好材料质量关，杜绝伪劣材料进场。此外，在学习、熟悉设计文件的基础上，还要根据设计图纸核定材料用量，编制用料计划，为订购材料做好准备。

(1) 一次性材料备料计划：一次性材料备料计划由项目经理部组织预算、技术、生产、材料部门编制。经项目经理部审核确认后，由项目经理部材料采购

部门组织实施。其中规定实施集中采购的材料，其采购计划应上报单位物资部。

(2) 月度计划：项目经理部预算、技术、生产部门负责根据施工进度计划，编制主要材料月度采购计划，经项目经理部经理审批后，由项目经理部材料采购部门组织材料采购的招投标工作，依据采购程序要求签订采购合同，具体组织材料进场。

(3) 追加与削减计划：项目经理部生产部门负责依据施工项目设计变更或进度安排的变化，编制月度材料追加与削减采购计划，经项目经理部审批后，由项目部材料采购部门实施材料供应的增减调整。

(4) 材料供应单位选定之后，项目经理部负责与供应单位协商、草拟材料采购合同。

(5) 项目经理部材料采购部门应建立采购台帐，按采购时间顺序填写，其内容包括：采购时间、品名、型号、规格、单位、数量、供货单位、生产厂家、质量标准。

2.材料物资进场检验验收计划

验收内容包括：品种、规格、型号、质量、数量、证件等；验收要做好记录、办理验收手续，对不符合计划要求或质量不合格的材料拒绝验收。项目经理部材料采购部门负责产品合格证、材质证明、复试报告等材质证明材料的收集，及时交付技术部门存档保管。

3.材料物资的储存和保管计划

(1) 进库的材料应验收入库，建立台帐；现场做到防火、防盗、防雨、防变质、防损坏；施工现场材料的放置要按平面布置图实施，做到位置正确、保管处置得当、合乎堆放保管制度；要日清、月结、定期盘点、帐实相符。

(2) 施工现场的材料存放要严格按照施工组织设计执行，进行分类码放和储存保管。材料的存放一定要整齐有序，高度合理。特别是易燃易爆的物品一定要分开存放，避免爆炸事故的发生。对于易潮、易冻的材料要存放在不受雨淋和水浇的地方，更不能露天存放。对松散材料要进行严密的遮盖。

(3) 材料的使用和管理进行专人监督管理，做到不浪费。对现场材料的使

用有相关专业工长进行监督,发现有破坏和浪费现象立即制止并给予教育或罚款处理。

(4) 材料保管人员职责: 收集所有材料的合格证、产品检测报告等材料、设备资料和原始记录资料, 并按规定要求整理移交资料; 保管按规定由采购员, 库管员保管的文件资料。

4.材料物资的领发、使用计划

施工设施用料实行定额发料制度, 以设施用料计划进行工程总控制。施工材料的使用是否合理用料, 是否严格执行配合比, 是否认真执行领发料手续, 是否做到谁用谁清、随清随用、工完料尽, 是否做到按照平面布置图堆料, 是否按要求保护材料等。

5.材料物资的回收计划

施工余料必须回收, 及时办理退料手续, 并在限额领料单中登记扣除。设施用料、包装物及容器, 在使用周期结束后组织回收, 建立回收台帐并做好记录。

6.材料物资的供应保证措施

(1) 材料供应多渠道: 本单位经过多年的发展, 建立了广泛的物资供应网络, 与许多有实力的供应商结为了长期合作伙伴。

(2) 材料供应合理计划: 定期安排召开材料进度协调会, 按周进度制定材料供应计划, 及材料市场信息计划。

(3) 材料储备充裕: 根据工程进度, 按照月度计划, 提前采购所需材料, 保证现场材料储备能满足工程未来七天需用量。

10.3.2 施工投入机械设备计划

1.根据施工进度计划及施工机具、设备的要求, 编制施工机械设备需用量计划。

2.根据施工进度计划及机械进场计划, 提前进行检测调试。

3.根据施工机械设备需用量计划, 组织施工机具按计划、按期进场, 确保工程施工顺利进行。

4.结合本工程特点和工期要求, 按施工组织设计中确定的施工方法, 使用先

进的机具，同时加强施工机具的管理，保证机具的运转良好，充分发挥其效能，确保施工正常进行。

5.投入先进的检测设备，确保试验检测工作顺利进行。

6.机械设备进场后，拟提前做好机械维修工作需定期检修和保养，保持较高的完好率，以便顺利开展工作。

7.各种施工用仪器和机具要功能齐备，新旧程度必须满足施工的需求；在数量上要充足，不同种类的仪器和机具要配置合理；在施工高峰期，一方面要考虑满足数量的因素，另一方面要考虑有效的周转使用；配置必要的维修工具，在施工期间对各种仪器和设备进行合理的保养和维修。

8.配备机械设备适应考虑以下因素：技术先进性：机具设备技术性能优越，生产率高；使用可靠性：机械设备在使用过程中能稳定地保持其应有的技术性能可以安全可靠的运行；便于维修性：机械设备要便于检查、维修和修理；运行安全性：机械设备在使用过程中有对施工安全的保障性能；经济实惠性：机具设备在满足技术要求和生产要求的基础上应达到最低费用，可进一步降低工程成本；适应性：一种机械设备可适应不同工作条件及内容；所用机具设备还应满足节能环保、成套灵活等要求。

9.资金保障措施：根据单位现有机械设备状况和机械设备用量计划，预留足够的资金，在单位财务成立专门的资金账户。如果因某种意外不能及时到位的机械设备，利用我单位专门机械设备购置预留金在工程需要前及时购买到位。

10.4 安全管理与保障措施

10.4.1 职业健康安全体系

职业健康安全目标：无死亡事故；减少一般事故；负伤率小于1‰。开工前，由项目负责人组织各部门负责人员，对本工程危险源进行识别，主要考虑施工过程中可能产生的危险因素，确定项目的《现场危险源辨识与风险评价记录表》。

10.4.2 危险源辨识及相应对策

根据项目特点，本次从三个方面对危险源辨识进行风险评价，并提出相应对策，分别为管理缺陷造成伤害、物的不安全状况造成伤害、环境因素伤害，具体详见下表 10-3。

表 10-3 危险源辨识及相应对策表

事故类型	危险源/危险因素	风险类型	风险及后果描述	风险等级	管理对象	作业/管理标准	管理措施	责任人
一、管理缺陷造成伤害	作业前未进行安全教育	人	不确定	中等	作业人员	遵循项目开工前安全培训及技术交底遵循中心安全生产管理规定及制度	落实岗前安全教育培训，提升从业人员安全技能。	项目负责人
	不按规定正确穿戴劳动保护用品和使用安全保障装备	人	易导致事故发生	中等	作业人员	执行中心安全防护制度规定执行野外作业安全管理规定	严格执行野外作业安全操作规程	项目负责人
	炊事员未办理健康证采购不卫生食材	人	传染性疾病食物中毒	中等	项目成员	办理健康证. 采购新鲜食材，不购买腐败变质或未加工熟透食物	注意饮食、饮水卫生	炊事员
	在河流、水库、湖泊中洗澡	人	淹溺事故	中等	作业人员	执行中心《风险管理制度》规定	严禁私自外出游泳	项目负责人
	酒后作业	人	易导致事故发生	中等	项目成员	严禁工作期间饮酒、酗酒遵守中心制度规定。	从严教育项目组成员遵守，劳动纪律，禁止酗酒行为。	项目负责人
	攀、坐不安全位置	人	高处坠落伤害	中等	作业人员	观察作业环境，规避意外风险。	严格执行野外作业安全操作规程	项目负责人

事故类型	危险源/危险因素	风险类型	风险及后果描述	风险等级	管理对象	作业/管理标准	管理措施	责任人
	疫源地从事野外地质调查工作，未接种疫苗，未采取必要的防范措施。	人	疾病	中等	作业人员	疫区作业应注射疫苗	疫区作业应注射疫苗，制订预防措施。	项目负责人
	未为项目配备必要的防疫物资	人	疾病	中等	作业人员	遵循当地防疫规定，做好个人防护。	项目配备口罩、酒精、消毒液等防疫物资	项目负责人
	项目租赁车辆未经审批，未与租车公司签订运输服务协议	人	车辆伤害	中等	项目成员	租赁车辆前应查验车况及证照，确保车况良好	按规定办理审批手续，与租赁公司签订运输服务协议。	炊事员
	租用工程机械设备未进行验收，未签订安全协议。特种机械作业未查验操作证	人	机械伤害	中等	作业人员	租赁工程机械应确保机械设备状况良好，落实持证上岗规定。	与租赁方签订安全协议明确安全责任及义务。	项目负责人
	未为聘请民工购买意外伤害保险	人	不确定	重大	民工	为聘请民工购买意外伤害保险	保额不低于20万元	项目负责人
二、物的不安全状况造成伤害	勘查区域工作路途	机	车辆伤害	重大	作业人员	落实互保协议，遵守交通规则	精力集中，注意避让	项目组长
	钻探编录钻塔下面	机	物体打击	重大	作业人员	戴好安全帽，尽量避免穿越钻塔	注意有关警示牌	项目组长
	项目驻地未配灭火器或灭火器失效	物	火灾事故	重大	项目成员	按要求配备消防器材	按要求配备2具灭火器且保证灭火器有效	项目负责

事故类型	危险源/危险因素	风险类型	风险及后果描述	风险等级	管理对象	作业/管理标准	管理措施	责任人
	应急药品过期或未不能满足应急需要	物	不确定	中等	项目成员	按规定配备应急药品	定期检查,及时更换,配足配齐	项目负责人
	安全绳、安全带等安全装置损坏	物	高处坠落	中等	作业人员	按规定按标准配备安全装置	作业前仔细检查,确保安全装置能有效保障	项目负责人
三、环境因素	洪水地质灾害	环	洪水	重大	作业人员	生产、生活区域保持安全距离	及时了解勘查区域地质环境状况	项目组长
	动物、毒蛇、昆虫叮咬	环	传染病	中等	作业人员	防动物、毒蛇、昆虫叮咬,带齐应急药品	配齐应急药品	项目组长
	高温	环	中暑	中等	作业人员	带齐应急药品	防暑措施到位	项目组长
	疫源地、血吸虫疫区	环	易造成职业病	中等	作业人员	做好防护,定期体检;应当接种疫苗	及时了解勘查区域环境状况	项目负责人
	雷电	环	雷击伤害	重大	作业人员	避开山脊或者开阔地、峭壁和高树	及时了解勘查区域气象预警情况	项目负责人
	猎户野外私设电网、兽夹	环	意外伤害	重大	作业人员	了解勘查区域猎户守猎通电时间和分布情况	及时了解勘查区域环境状况	项目组长
	陡坡、悬崖	环	高处坠落伤害	重大	作业人员	注意观察作业环境,高处作业佩戴安全带	注意观察作业环境	项目组长

10.4.3 安全保障措施

为顺利安全完成该项目预定目标任务，针对投标区自然地理、气候、地形、地质等因素，特制定如下安全措施。

1.安全生产科是队安全生产的职能管理机构，研究解决安全生产的重大问题，制定安全生产管理制度、措施，监督检查、指导协调队属各单位的安全生产工作，组织全队职工的安全教育培训、全队安全生产大检查、专项检查和隐患整改等。在队长的领导下，对全队的生产安全负责，队所属各部门领导所属职责范围是第一责任人。

2.项目野外工作实施之前，建立完善项目组安全生产管理制度，做好安全生产应急预案，经审核后报大队安全科备案并进行应急演练。在当地安全生产管理部门等相关部门备案，以接受其管理和监督。

3.认真执行安全管理三原则：即预防为主，防患于未然的原则；安全生产贯穿施工全过程的原则；安全管理，安全第一的原则。对重大危险源应由本工程承包单位制定相应的应急方案，以确保安全和及时救护。

4.项目负责人为项目第一安全责任人，对该项目的安全生产负责，各专业组长为该专业的安全生产责任人，对该组的安全生产负责。及时成立安全生产小组，设置兼职安全员，在大队安全生产科统一指挥下按规定开展工作，大队安全生产科安全生产领导小组定期或者不定期对项目组进行安全生产检查。

5.设专职安全员 1 名，安全生产责任制落实到人，在思想上重视安全生产，技术上懂得安全生产，操作上掌握安全生产要领，严格遵守各种工作安全操作规程。全体员工均进行安全培训和定期安全教育。

6.各施工人员必须穿好工作服、劳保鞋，戴好安全帽。对没有做好“两穿一戴”的人员，安全员有权对其进行批评教育、罚款或勒令退场。对于存在安全隐患的施工工序，安全员有权勒令停工。打雷或暴雨时，宜暂停施工，以防不测。

7.遵循和执行国家规定和标准。认真贯彻执行“安全第一，预防为主”的方针。经常不间断地加强职工、民工的安全教育。根据《安全生产法》和国家有关安全生产的方针、政策、法律、法规和各专业组的实际情况，建立安全生产各项规章制度

制度、岗位安全职责和岗位操作规程，确保安全生产。

8.坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，实行“全面、全员、全过程”的安全生产监督管理原则，制定并与各项目组签订年度安全生产目标管理责任书，安全生产责任制严格做全覆盖，层层落实。

9.坚持新员工安全知识培训制度，考试合格方可上岗；坚持特殊工种要执行岗前安全教育、执证上岗制度。杜绝“三违”现象发生，以确保各项工作的顺利开展。

10.对空中线路及地下管网进行定位并确定其对外业钻探无影响的情况下方可进行钻探。

11.我单位在人、财、物等方面提供全面保障，确保野外安全生产。加强突发事件抢险工作，选择经验丰富的人员负责管理后勤及运输工作。

12.挑选身体健康、业务能力强的中青年人员组成项目组，并购买人身意外伤害保险，建立健康档案。出队前进行3-5天的安全、卫生、健康和自救互救知识等内容培训。积极做好项目人员劳动保护工作，按规定及时足额发放各种劳保用品，配备医疗急救保险箱，夏天及时发放防暑、防蛇、防蚊虫等药品。

13.野外作业和营地选择要高度注意滑坡、泥石流、崩（滚）石、洪水、雷击等自然灾害袭击，防止野兽伤人。

14.野外作业做好安全涉水防护，防止溺水事故发生。每个野外营地配备灭火器，高度重视营地和野外作业用电、用水、取火安全。

15.项目组安全保障工作实行项目组-作业组-个人分级负责，层层把关。野外作业二人以上同行，严禁单人野外作业；工作完毕按规定的地点集中，避免意外事故的发生。

16.加强车辆的安全管理，严格交通安全制度。严禁无照、酒后和疲劳驾驶。控制非生产生活用车。严禁车辆带“病”工作，野外作业原则上不放单车。

17.每个野外作业小组配备一台通讯电话，方便通讯，保证野外安全。

18.实施四级安全检查，即班组机台自检、项目部自检、项目主管单位巡查、公司抽检。

19.主动到相关主管部门办理有关手续，经批准同意后，方可钻探施工。

20.地质资料由专人管理，防止资料丢失、损坏和泄密。

21.加强法制教育、增强法制观念，搞好与当地政府、居民的关系，项目人员要遵纪守法，维护民族团结。

22.定期开展安全生产检查工作，查改事故隐患，防止事故发生。及时做好安全生产和安全检查整改记录。

10.4.4 施工现场应急预案

根据湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查项目特点，针对不同野外工作手段可能遇到的危险源，本次编制施工现场应急处置方案，确保项目达到安全目标，无死亡事故；减少一般事故；负伤率小于 1‰。

第一条 坍塌应急处理措施

1、遇坍塌、崩塌事故，首先应由尽快撤离危险区，了解事发前该区域作业人员情况，作业人数，如有作业人员失踪或被埋，立即组织有效的挖掘工作。挖掘应采用人工挖掘，禁止采用机械挖掘，防止机械对被埋人员造成伤害。

2、如有人员失踪、受伤应立即报警。并有车辆引导员做好救助车辆引导。

3、划定危险区域，安排测量人员进行坡面位移变形观测，并安排有经验的技术人员做好监控工作，如坡面不能稳定，及时采取措施处理。

4、在专业医疗人员到达前由救助组对受伤人员进行简单救助。

(1) 争分夺秒抢救压埋者，使头部先露出，保证呼吸畅通；

(2) 出来之后，呼吸停止者立即做人工呼吸，然后进行正规心肺复苏；

(3) 伤口止血且使用止血带；

(4) 切忌对压伤进行热敷或按摩。

第二条 机械伤害事故现场急救措施

1、发生机械伤害事故后，现场人员不要害怕和慌乱，要保持冷静，迅速对受伤人员进行检查。急救检查应先看神志、呼吸，接着摸脉搏、听心跳，再查瞳孔，有条件者测血压。检查局部有无创伤、出血、骨折、畸形等变化，根据伤者的情况，有针对性地采取人工呼吸、心脏挤压、止血、包扎、固定等临时应急措

施。

2、让人迅速拨打急救电话，向医疗救护单位求援。

3、拨打急救电话注意事项：

(1) 在电话中应讲清伤员的确切地点，如联系方法、行驶路线等；

(2) 简要说明伤员的受伤情况、症状等，并询问清楚在救护车到来之前，应该做些什么；派人到路口准备迎候救护人员。

第三条 溺水事故发生现场急救措施

溺水事故发生后，现场抢救人员要迅速将溺水者打捞出水：

(1) 溺水者救捞上水后，应立即对落水者进行详细的观察，将其口、鼻里的泥沙异物清理干净，并检查其是否曾受过物体打击、硬物碰撞，根据症状采取相应的救护措施。

(2) 发现溺水者有创伤性出血，应在迅速包扎止血后，再进行其他方面的救治。

(3) 当溺水者只是简单的呛水时，应将落水者置于头低脚高位俯卧位，垫顶着溺水者的腹部进行控水。在控水过程中，应注意观察伤员的呼吸及脉搏情况。

(4) 发现溺水者呼吸、心跳停止时，应立即清理干净其口、鼻里的泥沙异物后，再进行人工呼吸和胸外心脏挤压。处于休克状态的伤员要让其保持头低脚高的卧位，并注意保暖、安静、将下肢抬高 20 度左右，并尽快送往邻近医院进行抢救治疗。

第四条 触电事故现场急救措施

1、首先要迅速切断电源，不要让电流再在伤员身上通过，如果电源开关离触电人较远，来不及去断开电源时，要先用干木棍或其它绝缘物把电源从触电人的身上挑开，使他脱离电源。因为电源通过人体的时间越长，人的生命就越危险，但千万不能用斧子或利器砍断电源。

2、触电人脱离电源后，如果触电人神志清醒，但有些心慌、四肢麻木、全身无力；或者触电人在触电过程中曾一度昏迷，但已清醒过来，应使触电人安静休息，不要走动，严密观察，必要时送医院诊治。

3、触电人已失去知觉，但心脏还在跳动，还有呼吸，应使触电人在空气清新的地方舒适、安静地平躺，解开妨碍呼吸的衣扣、腰带，若天气寒冷要注意保持体温，并迅速请医生（或打 120）到现场诊治。

4、如果触电人呼吸和心脏跳动完全停止，应立即进行人工呼吸和心肺复苏急救，并迅速请医生（或打 120）到现场诊治。

5、抢救触电人时，一定要注意防止自己触电，因此，救护者必须沉着，有条件时，首先戴上绝缘手套，穿上绝缘鞋，在触电人没有脱离危险电源之前，不要直接接触触电者。

第五条 物体打击事故现场急救措施

发生人员受物体打击事故伤害时，现场抢救人员要根据受伤人员的伤势情况、受伤部位、性质，采取相应的急救措施：

（1）伤口不深的外出血症状，先用双氧水将创口的污物进行清洗，再用酒精消毒（无双氧水、酒精等消毒液时可用瓶装水冲洗伤口污物），伤口清洗干净后用敷料包扎止血。出血较严重者用多层敷料加压包扎止血。

（2）一般的小动脉出血，用多层敷料加压包扎即可止血。较大的动脉创伤出血，还应在出血位置的上方动脉搏动处用手指压迫或用止血胶管在伤口近心端进行绑扎，加强止血效果。（上肢：肱动脉，腋下动脉；下肢：足背动脉，股动脉；颌面部：颌下动脉，耳前动脉，头颈部：锁骨下动脉，颈动脉。

（3）大的动脉及深创伤大出血，在现场做好应急止血加压包扎后，立即送医院处理，以免贻误救治时机。

（4）对出血较严重的伤员，在止血的同时，还应密切注视伤员的神志、皮肤温度、脉搏、呼吸等体征情况，以判断伤员是否进入休克状态。

第六条 车辆事故伤害现场急救措施

发生车辆伤害事故，容易造成颅脑创伤、胸腹创伤、全身性骨折以及外伤，要按下面的程序进行抢救：

（1）设置醒目事故障碍标志，迅速报警，防止事故扩大。

（2）关闭事故车辆发动机，尽快离开事故车辆。

(3) 如果救出的人身上有外伤，把他抬到安全地点后，尽快地脱掉（或剪开）他的衣服，先止住伤口出血，缠上绷带。包扎后，如果伤口上有杂物，不要用水清洗，避免手触及伤口，更不可用脏布包扎。

(4) 如果救出的人有骨折现象，应先对骨折做临时固定，条件允许时可给他吃点止痛和消炎药，但头部和腹部受伤时不可给他服药和喝开水。

(5) 如果救出的人有颅脑创伤而昏迷，常因舌后坠、呕吐物的误吸或口鼻出血等堵塞在喉部而有呼吸道梗阻现象。容易加重脑组织的出血和水肿或使伤员窒息。注意观察并及时保持气道通畅。

(6) 如果受害者被困在车内或被车辆部件卡住，千万不可鲁莽，仔细观察后再进行救出。刺入身体的异物，不要随意拔出而应使之尽量固定，防止引起反复出血。

(7) 进行上述急救后，尽快转送医院治疗。

第七条 火灾事故伤害现场急救措施

1、一旦发现初起火灾或重大火灾苗头，首先发现的人员必须迅速采取灭火措施进行灭火，同时将情况迅速报告安全应急救援小组并视火灾情况报警。

2、相关人员火灾警报后，立即携带灭火器材，或就近取灭火工具赶赴现场，按分工扑灭火灾，抢救伤员，转移和保护资料、仪器、现金等贵重物品。

3、安全员，接到报警或发现火情后，尽快切断电源，迅速控制可能加剧火灾蔓延的部位，以减少火灾蔓延的因素，为迅速扑灭火灾创造条件。

4、项目负责人根据着火地点的燃烧物品、着火空间、范围，判断火灾类别等，将现场救援情况随时报告院领导。

第八条 生物伤害现场急救措施

1、毒蛇咬伤急救措施

(1) 若被蛇咬伤后，一时识别不出是否为毒蛇咬伤，先按毒蛇咬伤急救；

(2) 首先要镇定，不要用力奔跑，应立即进行自救或互救，尽快排出毒液，阻止毒液扩散。

(3) 绑扎伤肢：在咬伤肢体近侧约 5~10 cm 处用鞋带等绑扎，以阻止静

脉血和淋巴液回流，然后用手挤压伤口周围或口吸(口腔粘膜破溃者忌吸)，将毒液排除体外；

(4) 冲洗伤口：冷开水或盐水、山泉水、肥皂水、双氧水、千分之一的过锰酸钾溶液对伤口进行反复冲洗；

(5) 排毒：咬伤在 24 小时以内者，以牙痕为中心切开伤口成“十”或“卅”形，使毒液流出，亦可用吸奶器或拔火罐吸吮毒液。

(6) 可以用拔火罐、吸奶器把毒水吸出；

(7) 可以用八根火柴围住伤口，另以一火柴引爆，以破坏毒素。

(8) 局部降温：将伤肢浸于 4~7℃冷水中 3~4 小时，然后改用冰袋，可减少毒素吸收速度，降低毒素中酶的活力；

(9) 应用蛇药解毒，口服蛇药片和用蛇药外敷伤口；

(10) 迅速将伤员送往医院进一步治疗。

2、蜈蚣咬伤、马蜂蜇伤急救措施

(1) 蜈蚣咬伤有局部红肿、热痛，严重时有全身症状如恶心、呕吐、头昏等。受伤后，立即用肥皂水、氨水或碳酸氢钠、小苏打等碱性药物擦洗伤处冷敷。严重者找医生治疗。

(2) 夏天、秋天是马蜂叮咬的多发季节。马蜂将毒刺刺入人的皮肤后，受损部位会肿得很厉害，有些人对蜂毒敏感，还会出现发烧、呼吸困难等过敏反应，严重者甚至有生命危险，急救办法如下：

如遭马蜂袭击，应尽快就医。如距医院较远，可采取急救措施，用针或镊子挑出蜂刺，但不要挤压伤口，以免剩余的毒素进入体内。然后用氨水或苏打、食用碱水甚至尿液涂抹伤口中和毒性。疼痛厉害者可服用百服宁等镇痛药，并用冷水浸透毛巾或者用毛巾包冰块敷在伤处以减轻肿痛。

第九条 食物中毒伤害急救措施

夏季时因天气炎热，肉类及海产品等易发生腐败变质，故食物中毒现象经常发生，在发生食物中毒时可采取以下急救措施：

(1) 催吐：病人神志清楚且能合作时，催吐法简便易行。可让病人饮温开

水 300-500 毫升，然后自己用手指或压舌板、筷子刺激咽后壁或舌根诱发呕吐。如此反复进行，直到胃内容物完全呕出为止。

(2) 导泻：服用泻药可清除进入肠道内的有毒食物。一般取蕃泻叶 15 克，用开水冲服。若病人的年龄较大且体质较弱，则选用缓泻剂元明粉用开水冲服。

(3) 利尿：服用利尿剂可促进已吸收的毒素从尿液中尽快排出。一般选双氢克尿塞 25mg 加安体舒通 40mg 用开水送服。

(4) 解毒：如果是吃了变质的鱼、虾、蟹等海产品引起的食物中毒，则可取食醋约 100 毫升，加水 200 毫升，稀释后一次服下。若误食了变质的饮料或防腐剂，为了保护胃肠粘膜，可服用鲜牛奶或蛋清、米汤等。

(5) 补液：催吐、导泻及利尿后，机体丧失了较多的水分，应饮用 0.9% 的盐开水补充（其配法为每 100 毫升的温开水中加入食盐 0.9 克）。

(6) 如果经上述急救，症状未见好转，或中毒较重时，应尽快送往附近医院或呼叫 120 急救中心。

第十条 其它事故伤害急救措施

1、中暑应急救援措施

当人们在夏季长时间受到强烈阳光的照射或停留在闷热潮湿的环境中，易导致中暑的发生。其症状为大量出汗、口渴、头晕、恶心、胸闷、全身无力、注意力不集中等。急救办法为：

(1) 轻者。要尽快离开高温潮湿环境，到阴凉通风处坐下来休息，喝些糖盐水或饮料，在两侧太阳穴擦些清凉油，经过一段时间休息后多可恢复；

(2) 重者。中暑倒下，应迅速将病人抬到阴凉通风处躺下，头稍垫高、脱去病人的衣裤，用纸扇或电风扇扇风。同时用冷水擦身或喷淋。有条件的可用酒精擦身散热。也可将病人直接浸泡在河水或泉水之中降温，救助者始终保持病人头部露出水面，以防病人溺水。上述降温处理时间不宜过长，只要病人体温下降并清醒过来为止。神志清醒后，可以饮用清凉饮料、糖水及人丹、十滴水、藿香正气水等清热解暑药。若病人昏迷不醒，则可针刺或用手指甲掐病人的人中穴（位于鼻唇中上三分之一交界处）、内关穴（位于手腕内侧上方约 5 厘米处以及合

谷穴即虎口)等,促使病人苏醒。出现呕吐的应将其头部偏向一侧,以免呕吐物呛入气管引起窒息。对于高烧不退或出现痉挛等表现的病人,在积极进行上述处理的同时,应将其尽快送往医院抢救;

(3)如果在潮湿闷热的环境中大量活动过度疲劳,表现为面色苍白,皮肤湿冷、心慌、呼吸困难的病人,应尽快将病人抬到凉爽通风的地方躺下,松解解衣领、腰带,保持呼吸畅通。用冷毛巾湿敷前额及颈部即可,不要给其任何降温处理以免使症状恶化。对于昏迷不醒的病人,则可针刺或用手指甲掐病人的中穴,内关穴及合谷穴等,促使病人苏醒。然后给予足量的清凉饮料、糖盐水,以补充出汗造成的体液损失;

2、“传染病”的应急救援措施

有时生产作业场所存在各种病毒和细菌的传染源和传播途径,可使作业人员患传染病,如布氏杆菌病、炭疽、森林脑炎病、非典型肺炎、禽流感等,一经发现立即采取以下措施:

(1)立即向卫生部门和有关行政管理部门汇报,请求援助;

(2)及时地将传染病病患者,送往当地有医疗保证、设施齐全的医院救治,同时采取相应的隔离保护措施,避免交叉感染和少数人重复感染,造成严重的后果。尽快用水清洗或用消毒水擦洗接触部位,脱掉任何可能接触的衣物或首饰;脱掉的废弃物按废弃物处理程序处理;并在废弃物的容器或包装袋上贴上“生物废弃物”标签;并同时向院领导报告,由院领导决定启动相应应急救援预案;

(3)在有关部门指导下,对现场进行彻底消毒,并协助开展流行职业性传染病学调查,追访传染源。

第十一条 信息报告及伤员处置

1、项目部建立领导安全值班制度,每天由项目部领导轮流值班,设值班电话,并保证24小时电话畅通。遇到险情或有人员伤亡时,应立即组织抢救并上报。

2、如发生生产安全事故上报程序如下:现场第一发现人→现场值班人员(现场负责人)→项目部值班领导→向上级报告。

3、及时将伤员送往医院。

第十二条 应急结束

事故应急救援行动结束后应尽快处理善后赔偿，整理、恢复、补充应急物资设备，恢复生产秩序，开展各类针对性的安全培训，及时对本次应急救援进行总结，进一步完善应急救援体系和救援程序。

10.5 环保管理与保障措施

10.5.1 环保管理

1.在切实执行《中华人民共和国环境保护法》和《湖北省环境保护条例》的基础上，制定《项目环保管理及措施》。该措施包括项目人员的环保教育、环保例会、营地垃圾管理、营地复垦、钻机平台复垦以及复垦方法与技术等。

2.强化环保宣传和思想工作，使环保意识深入人心，真正认识到环保的重要意义。

3.钻探工程开工前组织全体项目组员工进行生态环境保护知识的学习，增强环保意识，采取有效措施降低钻探施工过程对生态环境的损害。

4.项目负责的职责之一就是执行垃圾管理计划：列出可降解和不可降解的垃圾；将可降解的垃圾埋在至少 1.5m 深的坑里制成堆肥；不可降解的垃圾要装到袋子里运到固定的垃圾投放场所；所有空瓶或者垃圾袋不允许留在营地，必须运回固定的垃圾投放场所。做好生活及生产区的卫生工作，保持工地整洁，防止蚊虫滋生传染疾病。

5.钻探施工后，经地质检查、验收后做好施工场地松土工作，并对施工场地进行复垦，移植或者种植树苗或者草籽，恢复植被防止水土流失。

6.燃料和油的管理：由于野外工作需要，特别是钻探工程燃料消耗量较大，需建立储油区。为防止储油桶的泄露和加油过程中对土壤的污染，为油罐设置专门的存油托盘，并且购置油毡和海绵层，分别放在托盘和油罐上吸油，防止漏油污染。

7.钻探工程施工的岩矿芯及顶底板妥善保管，放到临时岩芯库，最后统一存

放便于后来查看。其余孔段岩芯按规定安排保管或就地掩埋，不能随处乱堆放。

10.5.2 保障措施

1.水土及环境的保护措施

根据招标文件提供的和项目部在料（渣）复查中获得的料（渣）场地形、地质、水文气象、交通条件、开采条件和料（渣）场地理环境等各项条件，对本工程需要的料（渣）进行统一堆放。

做好渣料处理措施，防止料场、建筑物基础和施工场地的开挖弃渣冲蚀河床。

有序堆放弃渣，注意料渣周边边坡的稳定性，并做好堆渣体的边坡保护和排水工作。

对于废弃泥浆，严禁直接排放，应开挖泥浆池，统一沉淀处理。

对需要开挖边坡地段，应避免陡坡，合理放坡，避免崩滑流，施工完毕后，进行现场绿化植被恢复。

2.大气环境的保护措施

施工粉尘防治措施

钻孔尽量采用湿式作业法，降低粉尘。

对易引起扬尘的细料、散料，在储存和运送过程时，用纤维布、雨布进行遮盖，防止扬尘飞扬。

废气排放控制措施

使用清洁的生产生活清洁燃料，减少有害气体的排放。

对于生产生活使用的有害气体（乙炔气、液化气）安排专人使用和保管，定期检查，防止泄露。

3.噪声环境的保护措施

施工现场将遵照《中华人民共和国建筑施工场界噪声限值》（GB12523-80）制定降噪的相应制度和措施。

健全管理制度，严格控制强噪声作业的时间，提前计划施工工期，避免昼夜连续作业，若必须昼夜连续作业时，应采取降噪措施，做好周围群众的工作。

严禁在施工区内高声喧叫，猛烈敲击铁器，增强全体施工人员防噪扰民的自

觉意识。

对噪声超标造成环境污染的机械施工，其作业时间限制在 7:00 至 12:00 和 14:00-22:00 之内。

钻机塔架拆卸时，严禁扔抛造成巨大声响。

积极配合环境监测部门或环境监理做好声环境治理工作。

4.固体废弃物的控制措施

(1) 建筑垃圾如包装袋、盒、油漆、桶等应随拆随收集随清理，防止大风时，垃圾乱飞。

(2) 作业的材料和料头，要尽可能的综合利用，能回收的废弃物尽量回收。

(3) 对最终产生的废弃物，要按规定封存，堆放或封闭运出场外。

(4) 对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用。

5.文物保护措施

(1) 做好文物保护工作十分重要，在施工过程中要本着严肃、严格、认真、负责的态度坚决执行国家和当地政府发布的有关文物保护的法律、法规和制度。

(2) 在施工进点前，要提前积极主动地与当地文物部门取得联系，了解施工范围内已探明和推测可能出现的文物分布情况，及时对可能存在文物的施工地点施工方法提出具体的保护文物方案，制定出一套详细完整的文物保护措施，并在施工过程中要坚决贯彻执行。

(3) 组织全体施工人员认真学习有关文物保护的法律、法规和制度，增强全体施工人员的文物保护意识，加强落实文物保护法的宣传和教育，积极主动地配合当地文物保护部门工作，接受当地文物保护部门的监督和管理。

(4) 把文物保护工作作为对施工负责人考核的一项重要内容，对于在施工中发生的文物保护工作不力或发生不按文物保护制度执行引起的文物破坏、毁损、哄抢等情况，区分情况对施工负责人给以相应处理，情节严重的按国家有关规定交由公安机关或文物保护部门处理。

6.文明施工措施

(1) 建立以项目经理为首的文明施工管理保证体系，采用现代化的施工手段和强有力的技术措施，使施工的全过程真正做到现场整洁、道路畅通、降低环境污染、大大减少噪音扰民，创自治区文明施工样板工地。

(2) 施工现场应设置“七牌二图”(即工程概况牌、管理人员名单及电话牌、安全生产牌、文明施工牌、消防保卫牌、三清六好牌、警钟长鸣牌、施工现场平面布置图、安全标志平面布置图)，要求字迹端正，位置明显，张挂牢固。

(3) 施工现场用电及配电线路必须符合建设部颁发《施工现场临时用电安全技术规范》的要求。

(4) 施工现场要保持场容场貌整洁，物料堆放整齐，建筑垃圾集中堆放外运。按施工组织设计的内容和位置设置生活、办公设施，各种料具要按施工总平面图位置放置。施工区域与生活区域严格分开，危险区域要有醒目的安全警示标志。

(5) 施工现场在醒目位置应设置固定宣传牌匾，树立企业良好形象，书写宣传质量安全和文明施工的口号。

11 预期成果提交

通过本次湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查工作，基本查明嘉鱼县石泉地热田地层结构、主要导水与控热构造，热储的岩性、厚度、分布、埋藏条件等，采用热储法、比拟法等方法详细计算地热储量、地热流体可开采量，进一步摸清嘉鱼县地热资源家底，为地热资源开采及进一步勘查与开发规划的制定提供依据。同时，紧密结合《咸宁市国民经济和社会发展第十四个五年规划以及二〇三五年远景目标》、《咸宁市国土空间规划（2020—2035年）》、《嘉鱼县国土空间总体规划（2021-2035年）》、《嘉鱼县矿产资源总体规划（2021-2025年）》及业主需求，整合文旅资源，集中力量发展大健康产业，建设中国中部康养城，为咸宁市擦亮“泉都”名片，推进地热产业特色增长提供重要支撑。具体成果包括以下几个方面：

（一）地热资源成果

全面收集前人资料综合研究分析，结合嘉鱼县发展需求，进行详细踏勘，通过钻探及抽水试验等技术手段，对嘉鱼县石泉村一带地热地质条件做出评价，提交可供生产地热井3口，水温 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ，单井可采水量 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ ，日开采总量不低于 $1500\text{m}^3/\text{d}$ 。

（二）设计报告成果

- 1.提交《湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查设计》；
- 2.提交《湖北省嘉鱼县石泉地热资源可行性勘查报告》；

（三）图件

- 1.湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查区域地质图（1:25000）；
- 2.湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查水文地质图（1:10000）；
- 3.湖北省嘉鱼县石泉地热资源地热地质图（1:10000）；
- 4.湖北省嘉鱼县石泉地热资源保护利用规划图（1:10000）；
- 5.湖北省嘉鱼县石泉地热勘查矿区物探测井综合成果图；
- 6.湖北省嘉鱼县石泉地热井抽水试验综合成果图；

（四）附表

- 1.岩矿鉴定成果表；
- 2.湖北省嘉鱼县石泉地热井抽水试验综合成果表；
- 3.水文动态监测信息一览表；
- 4.地热井测温资料汇总表；
- 5.野外原始记录表；

12 经费预算

12.1 项目概况

基本情况：

1. 项目名称

湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查项目。

2. 工作周期：240 日历天。

3. 工作经费

总勘查费用应为 1588.58 万元。

12.2 预算编制依据及技术条件

12.2.1 本项目预算编制依据

1. 本项目的招标文件；

2. 预算标准按照中国地质调查局 2009 年 10 月印发《地调查项目预算标准（2010 年试用）》；

3. 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. 国家、国土资源部、财政部以及中国地质调查局、湖北省人民政府、湖北省财政厅等其他有关规定。

6. 其他有关规范和规定。

12.2.2 编制技术条件

1. 地区调整系数：根据中国地质调查局《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》地区调整系数方案，本次调查勘查区范围调整系数为 1.0。

2. 地热钻探

勘查区 0-1071m 代表性岩石主要为泥岩、粉砂岩，岩石类别为 I 类；

1071-2400m 代表性岩石主要为灰岩、白云岩，岩石分类级别为II类级。

12.3 费用标准及计算方法

12.3.1 采用的费用标准

1.各工作手段预算标准

采用中国地质调查局 2009 年 10 月印发《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》（以下简称《预算标准》。在《预算标准》中没有标准的工作项目，根据工作项目的工作手段和技术方法进行类比，采用类似的费用标准；如抽水试验预算标准中无此项，本次参考相关行业《工程勘察设计收费标准（2002）》费用预算标准为 1680.00 元/台班。

2.项目设计、成果报告编写预算标准

项目设计报告编写预算标准采用《预算标准》中矿产评价项目设计论证编写（总经费>1000 万元）预算标准，为 6.00 万元/份；项目成果报告编写预算标准采用《预算标准》中矿产评价项目综合研究及编写报告（总经费>1000 万元）预算标准，为 18.00 万元/份。

3.工地建筑费

工地建筑费主要包括在勘查区修建钻机机场、场地平整等费用，不大于野外工作费用的 8%，计算基数为钻探、测试分析等野外工作手段预算费用之和。

4.税费税费计算公式为：

$$\text{总税金} = \text{总预算} \times \text{税率} = 1495.39 \times 6\% = 89.72 \text{ 万元}$$

12.3.2 计算方法

根据项目各勘查区内实际情况和自然地理条件，按投入的各工作手段逐项编制预算。认真确定各工作手段的数量及其技术条件，如：岩石等级、钻孔深度等，在此基础上正确选择所对应的预算标准，并根据项目所在地区选择所对应的地区调整系数对预算标准进行调整，据此测算各工作手段费用（钻探、测试分析、其他地质工作、工地建筑、设计报告编制打印）。

经费主要工作手段费用=实物工作量×相应技术标准的基准标价×地区调整系数。

12.3.3 预算表编制

本预算编制了《湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查经费预算表》（表 11-2）相关明细表。

本项目预算总经费 1588.58 万元。具体编制方法如下：

1. 地热钻探

勘查区岩性复杂，勘查区初步推测 0-1071m 岩性以泥岩、粉砂岩等为主，岩石类别为 I 类的地热钻探，单孔孔深 0-1500m，地热钻探预算标准为 1274 元/m；1071-2400m 岩性以灰岩、白云岩为主，岩石类别为 II 的地热钻探，单孔孔深 0-2000m，地热钻探预算标准为 1518 元/m，单孔孔深 0-2500m，地热钻探预算标准为 1604 元/m。

总工作量为 6600m，总费用为 $(3213\text{m} \times 1274) + (929 \times 1518) + (2458\text{m} \times 1604)$ 元/m=944.62 万元。

《预算标准》中无完井抽水试验，完井抽水试验依据《工程勘察设计收费标准》（2002 版）规定的相关标准预算为 1680 元/台班，工作量为 270 个台班，费用为 270 台班×1680 元/台班=45.36 万元。

水文地质钻探编录预算标准为 20 元/m；费用为 $6600\text{m} \times 20 \text{元/m} = 13.20$ 万元
跟钻测温预算标准为 11 元/m；费用为 $6600\text{m} \times 11 \text{元/m} = 7.26$ 万元

总费用为： $944.62 + 45.36 + 13.20 + 7.26 = 1010.44$ 万元

2. 测试分析

水质全分析试验项目费用预算标准为 500.00 元/组；薄片制片预算标准为 40.00 元/片；薄片鉴定预算标准为 120.00 元/片；光谱分析预算标准为 12.00 元/样；同位素分析预算标准中稳定同位素试验项目氢（²H）费用预算标准为 229 元/件，氧（¹⁸O）费用预算标准为 344 元/件，氦（³H）费用预算标准为 350 元/件，硫费用预算标准为 96 元/件，年龄同位素试验项目中 ¹⁴C 同位素费用预算标准为 859 元/件，锶同位素比值（⁸⁶Sr/⁸⁷Sr）费用预算标准为 287 元/组，合计 2165

元/组；放射性分析《预算标准》中无此项，采用湖北省地质局实验室指导价，2000元/组；卫生指标分析《预算标准》中无此项，参考市场价为2400元/组。

总费用为： $6 \times 500 + 15 \times 40 + 15 \times 120 + 180 \times 12 + 3 \times 2165 + 3 \times 2200 + 3 \times 2400 = 2.73$ 万元。

3.其他地质工作

包含工程测量点、多功能测井、套管等，依据《预算标准》工程测量点为1600元/点；《预算标准》中无成井辅材，本次参考市场价采用石油管材，采用询价方式进行计算，共征询3家企业报价，含加工及运费，采用高碳加肽石油套管，套管 $\varnothing 400$ ，壁厚9.53mm，费用为663元/m，套管 $\varnothing 244.5$ ，壁厚8.94mm，费用为580元/m，套管 $\varnothing 177.8$ ，壁厚8.05mm，费用为426元/m，套管 $\varnothing 114$ ，壁厚8.05mm，费用为300元/m，滤管在实管基础上单价增加20元/m加工费。

多功能测井包含视电阻率测井11.00元/米、井径测井11.00元/米、放射性测井12.00元/米、测井斜12.00元/米，共计测井费用预算标准为46.00元/米。费用为 $6600\text{m} \times 46\text{元/m} = 30.36$ 万元。

12.4 预算结果

本项目工作总费用1588.58万元，详细预算结果见下表12-1、12-2。

表 12-1 各工作手段占项目年度预算费百分比

技术手段	预算金额(万元)	比例(%)
一、钻探工程	1010.44	63.61
二、测试分析	2.73	0.17
三、其它地质工作	343.68	21.82
四、工地建筑	108.55	6.85
五、设计编制打印	30.00	1.89
六、税金	89.72	5.66
合计	1588.58	100.00

本项目严格按照中国地质调查局组织制定的《地质调查项目预算标准（2010年试用）》，预算按照各单项工作工作量与其所采用预算费用标准逐项计算预算费用，预算依据充分，编制合理。

表 12-2 湖北省嘉鱼县石泉地热资源勘查项目预算表

工作手段	工作量			单位预算标准(元)	总预算(万元)	备注
	技术条件	计量单位	总工作量			
甲	乙	丙	1	2	3	4
一、钻探工程					1010.44	
地热钻探 DRJ01	I类	m	1071	1274	136.45	DRJ01:0-1071m
地热钻探 DRJ02	I类	m	1071	1274	136.45	DRJ02:0-1071m
地热钻探 DRJ03	I类	m	1071	1274	136.45	DRJ03:0-1071m
地热钻探 DRJ01	II类	m	929	1518	141.02	DRJ01:1071-2000m
地热钻探 DRJ02	II类	m	1129	1604	181.09	DRJ02:1071-2200m
地热钻探 DRJ03	II类	m	1329	1604	213.17	DRJ03:1071-2400m
抽水试验		台班	270	1680	45.36	
水文地质编录		m	6600	20	13.20	
跟钻测温		m	6600	11	7.26	
二、测试分析					2.73	
水质全分析		组	6	500	0.30	
卫生指标		组	3	2400	0.72	
薄片制片		片	15	40	0.06	
薄片鉴定		片	15	120	0.18	
光谱分析		样	180	12	0.22	
同位素分析		组	3	2165	0.65	
放射性分析		组	3	2000	0.60	
三、其它地质工作					343.68	
工程点测量		点	3	1600	0.48	
多功能测井		m	6600	46	30.36	
套管Ø400*9.53		m	120	663	7.96	石油管套
套管Ø244.5*8.94		m	2100	580	121.80	石油管套
套管Ø177.8*8.05		m	3293	426	140.28	石油管套
套管Ø114*8.05		m	67	300	2.01	石油管套
滤管Ø177.8*8.05		m	887	446	39.56	石油管套
滤管Ø114*8.05		m	133	320	4.26	石油管套
四、工地建筑					108.55	<野外费用的8%

工作手段	工作量			单位预算 标准(元)	总预算(万 元)	备注
	技术 条件	计量 单位	总工 作量			
甲	乙	丙	1	2	3	4
五、设计报告编制 打印					30.00	
设计方案编写		份	1	60000	6.00	
成果报告		份	1	180000	18.00	
印刷		份	1	60000	6.00	
六、税金					89.72	
合计					1588.58	