

## 地热地面人工源电磁法勘查技术规范

Technical specification for ground-based artificial source  
electromagnetic exploration in geothermal energy

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 地热资源分类 ..... 3

6 技术方法应用范围和条件 ..... 3

    6.1 应用范围 ..... 3

    6.2 应用条件 ..... 3

7 工作准备 ..... 3

    7.1 资料收集 ..... 3

    7.2 方法准备 ..... 3

8 工作内容与要求 ..... 4

    8.1 技术设计 ..... 4

    8.2 野外工作 ..... 5

    8.3 野外资料验收 ..... 6

    8.4 数据处理 ..... 7

    8.5 资料解释 ..... 7

    8.6 成果报告编写及要求 ..... 8

9 报告评审与资料汇交 ..... 9

    9.1 报告评审 ..... 9

    9.2 资料汇交 ..... 9

附录 A(资料性) 江苏省地热资源分区及特征 .....10

附录 B(资料性) 江苏省主要地层岩石电阻率参数综合统计表 .....11

附录 C(资料性) 项目设计书编写提纲 .....12

附录 D(资料性) 地热地面人工源电磁法勘查可控源音频大地电磁法班报表 .....14

附录 E(资料性) 地热地面人工源电磁法勘查广域电磁法班报表 .....15

附录 F(资料性) 地热地面人工源电磁法勘查时频电磁法班报表 .....17

附录 G(资料性) 地热地面人工源电磁法勘查电性源短偏移距瞬变电磁法班报表 .....19

参考文献 .....21

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省自然资源厅提出并组织实施。

本文件由江苏省自然资源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省地质局、江苏华东地质建设集团有限公司、江苏省地质勘查技术院、江苏华东八一四地球物理勘查有限公司、江苏煤炭地质物测队、中国矿业大学。

本文件主要起草人：王军成、车平、何委徽、付国强、李孟琳、孙瑛、孙平、关俊朋、李晓昭、赵晓豹、胡光云、俞建宝、平立华、刘光虎、刘海飞、周磊、丁移山、郑晓军、魏娜、赵跃、师森、黄鹤鹏、管箫、吴利、徐斌。

# 地热地面人工源电磁法勘查技术规范

## 1 范围

本文件规定了地热地面人工源电磁法勘查的资料收集、方法准备、技术设计、野外工作、野外资料验收、数据处理、资料解释、成果报告编写及要求、报告评审、资料汇交等技术要求。

本文件适用于陆域水热型地热资源和干热岩型地热资源地面人工源电磁法地球物理勘查,涉及的地面人工源电磁法包括可控源音频大地电磁法、广域电磁法、时频电磁法、电性源短偏移距瞬变电磁法。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7713.3 科技报告编写规则  
GB/T 18314 全球导航卫星系统(GNSS)测量规范  
DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例及色标  
DZ/T 0153 物化探工程测量规范  
DZ/T 0280 可控源音频大地电磁技术规程  
DZ/T 0298 页岩气地面时频电磁法规程  
DZ/T 0368 岩矿石标本物性测量技术规程  
DZ/T 0407 广域电磁法技术规程  
NB/T 10702 地热勘查重磁电资料解释技术规范  
SY/T 6276 石油天然气工业健康、安全与环境管理体系  
DB32/T 4826 电性源短偏移距瞬变电磁法勘查技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**地热资源** geothermal resources

地热能、地热流体及其有用组分。

[来源: NB/T 10097-2018, 2.1.2]

### 3.2

**地热资源勘查** geothermal resources exploration

为查明某一地区的地热资源而进行的地质、地球物理、地球化学综合调查以及钻探与试验、取样测试、动态监测等地质工作。根据勘查工作程度,可分为调查、预可行性勘查、可行性勘查和开采等阶段。

[来源: GB/T 11615-2010, 3.3]

### 3.3

**地热系统** geothermal system

在热量和流体循环上相对独立的地质构造单元，其中的地热能聚集到可以利用的程度。它是开展地热资源成因研究的基本单元。

[来源：GB/T 11615-2010，3.7]

### 3.4

#### 水热型地热资源 hydrothermal resources

赋存于天然地下水及其蒸汽中的地热资源。

[来源：NB/T 10097-2018，2.1.3]

### 3.5

#### 干热岩型地热资源 hot dry rocks resources

不含或仅含少量液体，温度高于180℃，其热能在当前技术经济条件下可以利用的岩体。

[来源：NB/T 10097-2018，2.1.4，有修改]

### 3.6

#### 热储 geothermal reservoir

埋藏于地下、具有有效孔隙和渗透性的地层、岩体，其中储存的地热流体可供开发利用。

[来源：NB/T 10097-2018，2.3.10，有修改]

### 3.7

#### 层状热储 layered reservoir

有效孔隙、裂隙和渗透性呈层状分布的热储。大型沉积盆地中的热水含水层属于此类热储。

[来源：NB/T 10097-2018，2.3.11，有修改]

### 3.8

#### 带状热储 belted reservoir

有效孔隙、裂隙和渗透性呈条带状分布的热储。导水断裂带控制的热水富水带属于此类热储。

[来源：NB/T 10097-2018，2.3.12，有修改]

### 3.9

#### 盖层 cap rock

覆盖在热储之上的弱透水和低热导率的岩层。盖层是相对于热储而言的。对于大型沉积盆地，通常将覆盖在结晶基底热储上的沉积地层统称为盖层，这个盖层中也可以有热储。

[来源：NB/T 10097-2018，2.3.14]

### 3.10

#### 绿色勘查 green geological survey and mineral exploration

在地质勘查全过程中，落实绿色发展理念，通过运用高效、环保的方法、技术、工艺和设备等，减少或避免对生态环境造成的不利影响，并对受扰动的环境进行修复，实现地质勘查、生态环保、社区和谐的多赢效果。

[来源：DZ/T 0374-2021，3.2]

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CSAMT：可控源音频大地电磁法（Controlled source audio-frequency magnetotelluric method）

QHSE：质量（Quality）、健康（Health）、安全（Safety）、环境（Environment）

SOTEM：电性源短偏移距瞬变电磁法（Grounded wire source short offset transient electromagnetic method）

TFEM：时频电磁法（Time-frequency electromagnetic method）

WFEM: 广域电磁法 (Wide field electromagnetic method)

## 5 地热资源分类

地热资源根据埋藏深度的不同可分为地表出露的温泉、深度小于200m的浅层地热资源、深度200m~3000m的中深层地热资源和深度大于3000m的深层地热资源四大类。

## 6 应用范围和条件

### 6.1 应用范围

6.1.1 探测工区地质结构, 包括地层、构造、岩浆岩的分布特征等。

6.1.2 研究地热储层(体)、控热构造及地热流体的储集特征。

6.1.3 圈定地热目标体的有利赋存位置, 确定地热勘查靶区及靶位。

### 6.2 应用条件

6.2.1 目标体(层状热储层(体)、带状热储层(体)或干热岩)与围岩存在电性差异。

6.2.2 目标体有足够大的规模, 观测的电磁场异常信号可以从干扰场或背景场中分辨出来。

6.2.3 电磁噪声和人文干扰因素不影响各方法曲线形态刻画。

6.2.4 工区地形、地貌条件满足勘查方法技术作业条件。

## 7 工作准备

### 7.1 资料收集

勘查工作正式开展前, 应先收集工区及其周边区域相关资料:

a) 地形、河流、湖泊等自然地理资料;

b) 居民点、道路、高压输电线、变电站、地下管线、各类保护区等人文地理资料;

c) 气温、雨季、冰冻期等气象资料;

d) 历史地震活动资料;

e) 地层、岩性、构造、岩浆岩、矿产等区域地质资料;

f) 地下水类型、补、径、排特征等水文地质资料;

g) 钻井、测井、录井等资料;

h) 岩石物性、大地热流、地温梯度, 以往电法勘探、重力勘探、磁法勘探、地震勘探等地球物理资料。

### 7.2 方法准备

#### 7.2.1 适用性分析

结合工区地热地质条件和电性参数特征, 分析热储层(体)与围岩之间的电性差异, 推断是否符合6.2的要求。

#### 7.2.2 有效性分析

根据收集到工区及其周边的地热地质、钻探、物探、岩石物性等资料, 结合江苏省地热资源分区

及特征（见附录 A），建立初始的地热地质-电阻率模型，并充分了解勘探目标的赋存形态及异常特征；开展正演模拟，分析拟采用方法的有效性，结合工区内地形地貌、人文环境、经济性，综合评价方法方案的可行性。正演模拟结果也可为优化工作参数和开展野外试验提供依据。

7.2.3 方法选择

根据各人工源电磁法观测域、反演参数、发射功率，对各方法适用的技术参数提出建议，见表1。

表 1 地面人工源电磁法适用参数建议

工作方法	观测域	反演参数	推荐发射功率	推荐探测深度
CSAMT	频率域	电阻率	$\geq 20\text{kw}$	$\leq 2\text{km}$
WFEM	频率域	电阻率	$\geq 180\text{kw}$	2km~8km
TFEM	频率域	电阻率	$\geq 150\text{kw}$	2km~8km
	时间域	极化率		
SOTEM	时间域	电阻率	$\geq 20\text{kw}$	$\leq 2\text{km}$

8 工作内容与要求

8.1 技术设计

8.1.1 目的任务

根据地热资源勘查项目的目的任务，以及工区地质特点、地球物理资料情况，确定项目实施的具体技术路线及选用的勘查方法技术，明确工作内容、工作量、预期的工作成果及经费预算等。

根据项目任务书或合同编写项目设计书，设计书编写提纲参考附录B。

8.1.2 设计准备

8.1.2.1 资料分析

对收集到的工区以及周边地区已有的地质调查、地球物理勘查等资料进行综合分析，了解并掌握已有地质、地球物理工作程度、存在问题。

8.1.2.2 现场踏勘与方法试验

现场踏勘，了解地形地貌、交通、电网、居民点、地表水系分布、植被覆盖等情况。掌握工区电磁干扰类型及特征，评估其影响；编制踏勘报告或小结。

对于深部热储层（体）、人文电磁噪声干扰严重，地质构造复杂等特殊情况，必要时开展方法有效性试验，研究方法实施的可行性，确定观测的最佳技术参数、测网/测线布设、工期、人员、设备和车辆配置等。

8.1.3 设计内容

设计主要包括：

- a) 勘查工作的目标任务；
- b) 工区位置、范围、交通及人文地理；
- c) 以往地质、物探工作评述；
- d) 区域地质概况、工区地质特征；

- e) 勘查工作方法、工作内容、工作量、试验方案，测网、测线，初步技术参数，数据采集精度指标，施工期限与进度安排等工作部署；
- f) 数据处理采用的方法、成果资料解释；
- g) 预期成果；
- h) 经费预算；
- i) 设备、组织保障措施、QHSE 管理、绿色勘查、安全生产措施等。

8.1.4 技术要求

技术设计要求如下：

- a) 测点设计：应尽量避免在电磁干扰、人文干扰严重的地段设计布设测点；
- b) 精度设计：根据探测目标的埋深以及可能的规模大小，设计勘查方法应达到的测量数据精度，并根据相应勘查方法标准，确定精度指标及质量检查方法；
- c) 测网、测线设计：设计的勘查工作范围应大于地热开发利用建设的范围，并尽量规整、连片；测网密度应与工作比例尺相对应（参见表2）；测线应尽量垂直主要构造走向；

表 2 常用比例尺和测网密度

勘查阶段	比例尺	测线间距（m）	沿测线点距（m）
调查、预可行性勘查	1:50000	500~1000	100~200
调查、预可行性勘查	1:25000	250~500	50~100
可行性勘查	1:10000	100~250	20~50
可行性勘查	1:5000	50~100	10~20

- d) 技术参数设计：根据资料分析和现场踏勘结果设计模型，通过对模型的理论计算以及现场试验结果确定相关技术参数；根据地热目标体埋深制定差异化发射参数；
- e) 物性工作设计：岩样的采集与物性参数测试应覆盖工区所有岩性；无法开展岩石物性参数测试的地区可参考江苏省主要地层岩石电阻率参数综合统计表（见附录C）；
- f) 测地工作设计：应符合相应勘查方法标准的要求；
- g) 所采用勘查方法的勘查深度应大于拟钻地热井深度或预估勘查目标的深度，多种地球物理方法尽可能形成综合剖面，拟钻地热井的设计应依据不少于两种地球物理方法综合解释的地质成果。拟钻地热井井位适当加密勘探线；
- h) 勘查实物工作量应满足相应比例尺及探测深度要求；后续涉及钻探工作的应有异常验证和再解释的设计内容；

8.1.5 设计审查

组织地质勘查行业内的专家对技术设计进行审查。

8.2 野外工作

8.2.1 工作内容

仪器设备准备（仪器性能试验）、测网、测线布置、数据采集、数据整理、质量检查与评价、施工总结报告编写、野外验收等。

8.2.2 技术要求

勘查数据采集野外施工，符合下列技术要求：



- a) 测地工作符合GB/T 18314和DZ/T 0153 的要求；
- b) 可控源音频大地电磁法勘查符合DZ/T 0280的要求；
- c) 广域电磁法勘查符合DZ/T 0407的要求；
- d) 时频电磁法勘查符合DZ/T 0298的要求；
- e) 电性源短偏移距瞬变电磁法勘查符合DB32/T 4826的要求；
- f) 岩矿石标本采集、物性测量符合DZ/T 0368的要求；
- g) 野外记录应清晰、完整；电磁法应详细记录测点周边干扰信息；
- h) 现场应及时进行数据整理，包括剔除错误数据、计算各项改正值、误差计算与统计、数据网格化等，数据整理应对照查看原始记录；开展数据预处理工作，研判是否能达到设计的目的任务。

### 8.2.3 QHSE 管理体系与绿色勘查要求

勘查工作应严格执行QHSE管理体系与绿色勘查要求：

- a) 野外作业车辆应配备灭火器、急救箱等，野外人员应配齐可靠的通讯工具，供电系统人员必须使用绝缘胶鞋、绝缘手套等防护用品；
  - b) 出工前应对供电导线进行漏电检查，任何损坏和开裂都应进行及时修复或替换，接头处应使用高压绝缘胶布包裹；
  - c) 供电站应选在空间开阔、地面干燥处，尽量远离交通繁忙路段、居民区，降低交通安全风险和噪声干扰；
  - d) 当供电电缆经过村庄、路口等障碍物时，应设有明显、清晰的高压警示标识。在供电接地电极周围10m范围内拉警戒线，并派专人看守和巡查；
  - e) 布线经过水域时，应保证过水安全，不可徒手触摸拖拉导线涉水（或泅渡）；水上或冰上作业应制定相应的安全制度和应急措施；
  - f) 发射机应由持证人员操作，操作人员应配备有高压防护措施的装备；供电前应仔细检查发射回路，确认接线正确、供电导线连通、接地情况良好后，并确认所有工作人员已远离发射电极，方可试发射供电；
  - g) 发射供电期间，操作员应看护好发射机及配套设备，保证其处于正常工作状态并随时处置出现的故障；在改变发射机输出电压挡位、变换基频前，应退出发射状态；需手动调节发射机输出电流时，应平稳缓慢调节；退出发射状态前，应将输出电流调节钮旋至最小；
  - h) 发电机组运行期间，不可添加燃油；
  - i) 连接或断开供电导线、发射控制器电缆、发射机电源输入电缆时，应确认发射机处于停机状态；
  - j) 移动测站前或全天工作结束后，在未收到发射机操作员明确断电的指令前，不允许任何人接触供电导线和电极；
  - k) 雷雨天气，应停止野外作业；突遇雷电，应迅速关机、断开连接仪器设备的所有电缆；
  - l) 项目组外业施工前应开展安全生产教育活动，并制定应急处置方案；施工中应注意高温中暑、低温伤冻，防范毒蛇、蜱虫、马蜂等叮咬；
  - m) 勘查工作应注意环境保护工作，妥善处理产生的垃圾，工作完毕后现场恢复原样。
- QHSE相关要求中未列明的事项应符合SY/T 6276要求。

## 8.3 野外资料验收

### 8.3.1 资料

野外工作结束后，应提交以下原始资料：

- a) 测地工作小结；

- b) 测点坐标成果表；
- c) 仪器性能试验小结；
- d) 仪器性能试验记录本；
- e) 野外施工班报记录表；
- f) 原始曲线图册（含检查点）；
- g) 质量检查统计表；
- h) 工作实际材料图；
- i) 仪器导出的原始数据；
- j) 工作总结报告。

### 8.3.2 验收

应对野外数据采集施工总结报告及提交的原始资料文件进行验收。

## 8.4 数据处理

### 8.4.1 任务及内容

根据项目任务和工区地质特征、地球物理资料情况以及解释需求，应使用相应的处理方法及软件，具备条件时，宜使用人工智能等新技术。对勘查采集的数据进行处理，突出和提取出有用信息，形成易于识别和解译的反映地热要素的电性信息。

### 8.4.2 技术要求

数据处理符合下列技术要求：

- a) 可控源音频大地电磁法数据处理符合DZ/T 0280的要求；
  - b) 广域电磁法数据处理符合DZ/T 0407的要求；
  - c) 时频电磁法数据处理符合DZ/T 0298的要求；
  - d) 电性源短偏移距瞬变电磁法勘查符合DB32/T 4826的要求；
  - e) 测地工作数据处理符合GB/T 18314和DZ/T 0153 的要求；
  - f) 岩矿石标本物性测量数据处理符合DZ/T 0368的要求；
- 对于测网布设密度较大的工区，宜开展三维数据反演，提高反演精度。

## 8.5 资料解释

### 8.5.1 任务

资料解释的任务如下：

- a) 常规地质解释；
- b) 与热源、热通道、热储层（体）、热盖层有关的地质构造、地层岩性及含水性解释推断；
- c) 目标勘查地区的断裂解释；
- d) 地热系统分析及地热要素描述；
- e) 地热异常特征识别与提取；
- f) 地热异常划分与评价，提出勘探开发建议。

### 8.5.2 内容

资料解释的具体内容如下：

a) 单一勘查方法数据：定性分析、定量反演及解释，形成剖面、平面图及地热异常划分与评价平面图；

b) 多种勘查方法数据：综合反演解释，形成综合解释剖面图、多信息叠合解释平面图、地热异常划分与评价平面图。

### 8.5.3 技术要求

遵循“点一线一面相结合，从已知推断未知”的原则，对重点异常进行现场查证。资料解释符合下列技术规范要求：

a) NB/T 10702的要求；

b) 可控源音频大地电磁法资料解释符合DZ/T 0280的要求；

c) 广域电磁法资料解释符合DZ/T 0407的要求；

d) 时频电磁法资料解释符合DZ/T 0298的要求；

e) 电性源短偏移距瞬变电磁法勘查符合DB32/T 4826的要求；

f) 岩矿石标本物性资料解释符合DZ/T 0368的要求；

g) 根据定性、定量和综合解释推断结果编制地质—地球物理综合解释成果剖面、平面图。同时，对解释成果的可靠性进行分析，说明可能存在的问题与不足。

## 8.6 成果报告编写及要求

### 8.6.1 基本要求

8.6.1.1 成果报告格式要求执行 GB/T 7713.3 的规定，图件编制应符合 DZ/T 0069 的要求；

8.6.1.2 根据任务书或设计书、野外工作验收意见书及有关要求编制；

8.6.1.3 成果报告应内容全面、重点突出、立论有据，所附图件符合相关要求。

### 8.6.2 报告主要内容

报告包括以下内容：

a) 前言；

b) 目的任务及完成情况；

c) 工区概况、以往工作程度；

d) 工区地质、地热地质及与地球物理场特征；

e) 野外工作方法技术及质量评述；

f) 资料处理及解释；

g) 地热地质—地球物理综合解释；

h) 地热地质解释精度与可靠性分析；

i) 地热钻井地质条件推测、可行性评价、风险评估；

j) 结论与建议。

### 8.6.3 附图

成果报告附图主要包括：

a) 勘查工作实际材料图；

b) 勘查工作剖面、平面图；

c) 地质—地球物理综合推断成果图；

d) 推断热储层（体）顶面埋深等值线图；

- e) 地热地质调查评价图;
- f) 拟钻地热井位置图、地热井钻遇地层推断图。

## 9 报告评审与资料汇交

### 9.1 报告评审

报告内审通过后,由任务来源单位组织项目成果报告评审,依据评审专家意见进行修改完善,通过复核后提交。

### 9.2 资料汇交

所有工作任务完成后,应及时汇交相关资料。汇交资料通常包括以下内容,具体按照相关资料管理办法的要求汇交。

#### 9.2.1 设计资料

设计资料包括以下内容:

- a) 项目任务书或合同;
- b) 项目设计书;
- c) 项目设计书评审意见书。

#### 9.2.2 原始资料

原始资料包括以下内容:

- a) 原始记录数据资料;
- b) 质检统计表;
- c) 测地资料;
- d) 处理资料;
- e) 处理成果;
- f) 野外工作总结;
- g) 野外工作验收意见书;
- h) 过程控制文件。
- i) 班报(不同工作方法见附录D~附录G);

#### 9.2.3 成果资料

成果资料包括以下内容:

- a) 项目成果报告(含附图、附表);
- b) 项目成果报告评审意见书;
- c) 其他需要提交的材料。

附录 A  
(资料性)

江苏省地热资源分区及特征

江苏省位于我国东部沿海高温地热异常带上，地热资源丰富，尤其是中深层地热资源潜力巨大，开发利用前景广阔。同时，江苏省中深层地热勘查及靶区优选面临地热地质条件复杂，地热成因类型、热储岩性及模式多样等难题。

根据地质构造演化特征、地热地质条件及地热资源类型，全省可划分为四个地热资源分区：丰沛-徐州地热资源分区、宿迁-连云港地热资源分区、苏中地热资源分区及苏南地热资源分区，详见表A.1。

表 A.1 江苏省水热型地热资源分区及特征

名称	区位	控热控水构造	热储层（体）	地热系统类型
丰沛-徐州地热资源分区	江苏省西北部，郯庐断裂带西界断裂以西的徐州构造区	主要为中新生代盆地及隆起区的有利褶皱、断裂构造	主要为早古生代、新元古代碳酸盐岩（岩溶裂隙含水层）；古近纪砂岩（裂隙含水层）	传导型为主，少量对流型
宿迁-连云港地热资源分区	江苏北部，郯庐断裂带西界断裂以东、嘉山—响水断裂以北的郯庐断裂带和苏鲁造山带构造区	主要为郯庐断裂带、中新生代盆地及隆起区深断裂构造	主要为新太古代-元古代变质岩、中生代-新生代碎屑岩（裂隙含水层）；中生代侵入岩（裂隙含水层）	对流型、传导型
苏中地热资源分区	江苏省中部，嘉山—响水断裂以南的苏北盆地构造区	主要为盆地内的隆起褶皱带、拗陷边缘断裂—断阶带及拗陷内一系列凸起构造	主要为新近纪砂砾层（孔隙含水层）；古近纪砂岩（孔隙-裂隙含水层）；中生代-古生代碳酸盐岩（岩溶-裂隙含水层）	传导型为主，少量隐伏对流型或两者的复合型
苏南地热资源分区	江苏省南部，苏北盆地以南的苏南构造区	主要为中生代盆地边缘断裂、隆起区褶皱及断裂构造等	主要为中生代、古生代碳酸盐岩（岩溶-裂隙含水层）；岩浆岩（裂隙含水层）；中生代、古生代碎屑岩（裂隙含水层）	对流型、传导型

注：据《江苏省地热资源调查与开发应用研究项目可行性研究报告》等资料整理。

## 附录 B

### (资料性)

### 项目设计书提纲

项目设计书提纲见图B. 1。

- 第一章 项目概况
  - 第一节 项目基本情况
  - 第二节 工作目的任务
  - 第三节 工区位置及自然地理
- 第二章 方法可行性分析
  - 第一节 项目背景
  - 第二节 立项依据
  - 第三节 方法实施的可行性
- 第三章 以往工作程度及存在问题
  - 第一节 区域地质工作
  - 第二节 地球物理勘查工作
  - 第三节 地热地质工作
  - 第四节 水文地质工作
  - 第五节 存在问题及不足
- 第四章 技术路线与工作方法
  - 第一节 项目实施的技术路线
  - 第二节 投入的主要仪器设备
  - 第三节 工作方法与工作内容
- 第五章 项目组织管理
  - 第一节 项目组织机构
  - 第二节 项目组成员、项目负责人简介
  - 第三节 组织实施单位资质等情况
- 第六章 工作部署
  - 第一节 具体的工作布置情况
  - 第二节 进度安排
  - 第三节 实物工作量
- 第七章 预期成果
- 第八章 项目风险与不确定性
  - 第一节 项目管理、质量监督措施
  - 第二节 项目安全、环保风险及预防措施
  - 第三节 项目保密措施
- 第九章 经费预算
  - 第一节 预算编制依据
  - 第二节 分项编制明细及总预算
- 设计书附图
  - 1. 工区地质图
  - 2. 勘查工作布置图

图 B. 1 项目设计书提纲

附录 C  
(资料性)

江苏省主要地层岩石电阻率参数综合统计表

江苏省主要地层岩石电阻率参数综合统计表见表C. 1。

表 C. 1 主要地层岩石电阻率参数综合统计表

地层	岩性	电阻率( $\Omega\cdot m$ )			综合特征
		标本	测井	MT 反演	
Q	砂质粘土、粉砂、粘土、砂砾层	16	13.2	52.1	低阻层
N	砂岩、泥岩	8.7	8.3	24.1	
E <sub>2-3s</sub>	砂岩、泥岩夹玄武岩	3.9	6.6	12.7	
E <sub>2d</sub>	砂岩、泥岩		6.1	11.6	
E <sub>1f</sub>	砂、泥岩夹玄武岩		3.9	5.8	
E <sub>1t</sub>	砂岩、泥岩		5.4	6.9	
K <sub>2p</sub>	粉砂岩	136	18.6	34	中低阻层
J <sub>1-2xn</sub>	砂岩	386	—	77	
T <sub>2-3</sub>	粉砂质泥岩	176	—	—	
T <sub>1</sub>	灰岩、泥灰岩、页岩	553	320	216	中高阻层
P <sub>2d</sub>	页岩	388	68	99.8	中低阻层
	泥灰岩				
P <sub>2l</sub>	页岩、粉砂质泥岩、煤	282	37	96	
	粉砂岩				
	岩屑砂岩、泥灰岩				
P <sub>1g</sub>	硅质岩	467	8	125	
	页岩、泥岩				
	粉砂岩				
P <sub>1q</sub>	灰岩	4059	684	226	高阻层
C <sub>2</sub>	灰岩	2538	529	153	
C <sub>1</sub>	灰岩、砂岩、泥岩	95	17	165	
D <sub>3w</sub>	石英砂岩	381	362	113	中低阻层
S <sub>2m</sub>	石英砂岩	351	404	134	
S <sub>1f</sub>	粉砂质泥岩	94	198	44	
O <sub>3</sub> S <sub>1g</sub>	泥岩、粉砂质泥岩	193	95	28	
	泥质粉砂岩				
O <sub>3w</sub>	泥岩	151	—	26	
O <sub>1-2</sub>	灰岩、白云岩、泥灰岩	1134	330	115	高阻层
Є <sub>2-3</sub>	白云岩、白云质灰岩、灰岩	1504	462	143	

表 C.1 主要地层岩石电阻率参数综合统计表（续）

地层	岩性	电阻率( $\Omega\cdot m$ )			综合特征
		标本	测井	MT 反演	
$\epsilon_{1m}$	炭质泥页岩	507	462	163	高阻层
	灰岩、白云岩、硅质岩				
$Z_2$	白云岩、灰岩、粉砂岩	1529	1429	348	
$Z_1$	砂岩	107	—	—	中低阻层
$\gamma$	花岗岩、花岗斑岩	1958	—	—	高阻体
$\eta\sigma\pi$	石英二长斑岩	4486	—	—	
$\delta\sigma\pi$	石英闪长斑岩	1169	—	—	
$\delta u$	闪长玢岩	3573	—	—	
$gn$	片麻岩	3080	—	—	中高阻体
$mb$	大理岩	1451	—	—	
$gnt$	变粒岩	1659	—	—	
$tr$	碎裂岩	1776	—	—	

注：来源于《江苏省地热资源现状调查评价与区划报告》、《江苏省东海县双湖晶质石墨矿普查工作成果报告》。



附录 D  
(资料性)

地热地面人工源电磁法勘查可控源音频大地电磁法班报表

地热地面人工源电磁法勘查可控源音频大地电磁法班报表见表D. 1。

表 D. 1 可控源音频大地电磁法班报表

项目名称						
日期		天气				
项目名称		工作区域				
线号		排列号				
发射源序号		发射源长度 (m)				
发射 A 点坐标	X:	发射 B 点坐标		X:		
	Y:			Y:		
磁探头编号		磁信号 (Hy) 点号				
测线方位角		磁探头方位角				
MN 长度 (m)		发射频道				
漏电检查 (MΩ)		高频电流 (A)				
发射接地电阻 (Ω)		低频电流 (A)				
接收记录						
仪器 编号	道 号	M 点位	N 点位	电 阻 (Ω)	DG (mV)	测点描述
	Ex1					
	Ex2					
	Ex3					
	Ex4					
	Ex5					
	Ex6					
	Ex7					
	Ex8					
	Ex9					
	Ex10					
	Ex11					
	Ex12					
	Ex13					
	Ex14					
	Ex15					
备注:						
操作者:                      记录者:                      校核人:                      负责人:						



表 E. 2 广域电磁法接收班报表

项目名称					
日期		天气			
测线编号		测线方位			
排列号					
场源编号			仪器编号		
电极距 MN		收发距		频率范围	
采集起始时间		采集结束时间		采集时长	
时      分		时      分		时      分	
接收记录					
道号	M 点位	N 点位	接地电阻 ( $\Omega$ )	测点描述	
1#					
2#					
3#					
4#					
5#					
6#					
7#					
8#					
备注：					
操作者：                  记录者：                  校核人：                  负责人：					

附录 F  
(资料性)

地热地面人工源电磁法勘查时频电磁法班报表

地热地面人工源电磁法勘查时频电磁法班报表见表F. 1、表F. 2。

表 F. 1 时频电磁法发射班报表

项目名称						
日期				天气		
项目名称				工作区域		
线号/发射源号				接地电阻(Ω)		
AB 距(m)		A 坐标	X:		B 坐标	X:
			Y:			Y:
发射记录						
频率表	采样率 (ms)	文件名	电流(A)	预热 开始 时间	发电 开始 时间	发电 结束 时间
备注:						
操作者:                      记录者:                      校核人:                      负责人:						

表 F.2 时频电磁法接收班报表

项目名称									
日期				天气					
线号				工作区域					
采集时间				结束时间					
发射文件号				发射源号					
接收记录									
仪器号	点号	MN 长度 (m)	分量	道号	电阻	自然 电位 (mV)	磁棒编号	磁棒前放 盒编号	备注/测 点描述
			Ex						
			Hz						
			Ex						
			Hz						
			Ex						
			Hz						
			Ex						
			Hz						
			Ex						
			Hz						
			Ex						
			Hz						
			Ex						
			Hz						
备注：									
操作者：                      记录者：                      校核人：                      负责人：									

附录 G  
(资料性)

地热地面人工源电磁法勘查电性源短偏移距瞬变电磁法班报表  
地热地面人工源电磁法勘查电性源短偏移距瞬变电磁法班报表见表G. 1、表G. 2。

表 G. 1 电性源短偏移距瞬变电磁法发射班报表

项目名称										
工区				日期			发射源编号			
发射端点坐标	A	X			Y					
	B	X			Y					
发射源方位(°)										
发射源长度(m)										
装置电阻(Ω)			接地电阻(Ω)					线路电阻(Ω)		
备注										
操作者：                      记录者：                      校核人：                      负责人：										

表 G. 2 电性源短偏移距瞬变电磁法接收班报表

项目名称				
日期		天气		
工区		场源编号		
场源长度 (m)		发射基频 (Hz)		
发射电压 (V)		发射电流 (A)		
探头 (线圈) 编号		采集站编号		
接收极距 (m)		探头面积 (m <sup>2</sup> )		
极差 (mV)		接地电阻 (Ω)		
接 收 记 录				
序号	点线号	收发距 (m)	观测时间 (s)	测点描述
备注：				
操作者：                      记录者：                      校核人：                      负责人：				

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 11615-2010 地热资源地质勘查规范
  - [2] DZ/T 0374-2021 绿色地质勘查工作规范
  - [3] NB/T 10097-2018 地热能术语
  - [4] NB/T 10264-2019 地热地球物理勘查技术规范
  - [5] 江苏省自然资源厅.江苏省地质资料管理办法[EB/OL]. 2020-04-01
-