

地热地面人工源电磁法勘查技术规范

编制说明

《地热地面人工源电磁法勘查技术规范》编制组

2025 年 10 月

目录

一、目的意义	1
二、任务来源	3
三、编制过程	4
四、主要内容	6
五、技术指标确定的依据	8
六、重大分歧意见的处理过程和依据	9
七、与相关法律法规和标准的关系	9
八、推广实施建议	10
九、起草单位和起草人员信息及分工	11

地热地面人工源电磁法勘查技术规范

编制说明

一、目的意义

1. 发展现状

江苏省地热勘查开发工作正如火如荼地展开，预期未来将进入一个更加快速的发展阶段。亟需涵盖多种电磁方法的地热勘查综合性指导文件，用于指导和规范省内地热勘查项目的实施。

(1) 江苏省地热资源分布范围广，地热类型多样，控热构造复杂。江苏省地质构造演化历史复杂，地热类型多样、热储模式丰富，为地面人工源电磁法的应用提供了新的场景。

(2) 江苏省经济发达、人文干扰强烈；地理条件多样，背景噪音复杂。给人工源电磁法的野外施工、数据采集、资料处理与解释等工作都带了极大挑战。

(3) 人工源电磁法的方法种类、观测装置以及发射和接收的参数均具有多样性。在地热勘查的方案制定与野外实施阶段，选择和规范使用不同的方法是比较困难的。

(4) 江苏省地表水、浅层水发育，沿海三市海水侵入，均会导致一定厚度低阻层存在，增加了电磁法方法选择、参数选择的难度，亦给现场实施带来较大难度。

为克服上述困难，规范电磁法地热勘查，迫切需要制定地热勘查中针对多种电磁法的技术规范，更好地服务于江苏省中深层地热资源的勘查及开发。

2. 必要性

大功率人工源方法经过多年的发展，已基本趋于成熟，已成为中深层地热勘查的主要勘探方法。从目前对现有规范的调研结果来看，现行地热地球物理勘查规范（如《NB/T 10264-2019 地热地球物理勘查技术规范》）未全面列举大功率人工源电磁法方法，现行的大功率人工源电磁法相关规范均为单方法的通用技术规程，缺乏地热勘查中针对多种电磁方法的综合性指导文件，为了规范电磁法在地热勘查中的应用，促进地热勘查技术的进步，特制定本规范。

标准制定后，可为业主方和施工方提供相关技术指导依据，规范江苏地热人工源电磁法勘查项目实施行为，提高勘查成果质量、降低实施成本，有效保护环境，助力江苏能源结构优化及能源的可持续发展，还可以在国内起到引领示范作用，推动全国电磁法地热勘查的规范化进程，促进行业的可持续发展。

3. 可行性

以往工作表明，江苏省地热系统的热储体与围岩存在较为明显的电性差异，不同类型的地热类型均具备电磁法勘查的基础条件。

本标准所涉及的人工源电磁法，已被证明是适合江苏地热地质条件、地理条件，能够取得高成效、高经济性的地球物理方法。包括可控源音频大地电磁法（CSAMT）、时频电磁法（TFEM）、广域电磁法（WFEM）、短偏移距瞬变电磁法（SOTEM）等大功率人工源方法在内的大深度勘探技术已经成熟，能够有效提高地热勘查的准确率、大大降低地热开发的风险和成本。例如青海省共和盆地干热岩示范区、河北省的马头营干热岩示范区、海南省海口福深热1井国家重点计划干热岩示范区、云南腾

冲热海地热田等，大功率人工源电磁法手段均发挥了重要的作用，越来越多的单位开始在地热资源勘查中投入大功率人工源电磁法。特别是江苏近年来取得了包含干热岩验证孔“苏热1井”在内的大量成功案例，具备工作基础。因此，本次起草的规范具有良好的实践基础。

大功率人工源电磁法发射功率可以达到20kw至180kw，勘探深度可以达到5km以上，能够解决以往地热勘查电法勘探深度不足的问题。大功率人工源方法具有较好抗干扰性能，能够解决传统天然源电磁法如大地电磁（MT）法无法采集到高质量数据的问题。

4. 预期经济社会效益

1) 完成本标准制定后，可以规范地热资源人工源电磁法勘查工作，提高中深层水热型和干热岩型地热资源勘查的有效性、经济性和成功率，推动和加快促进我省乃至全国地热资源的开发利用。产生良好的经济效益，可以有效提升勘查成功率。

2) 全国示范引领作用，本标准是国内首个对地面人工源电磁法地热勘查进行规范的标准，既能够推动地热行业发展，又能够促进进一步的技术发展与创新。针对特殊地质背景下的地热或资源勘查优选了有效的勘查方法，为其他地区和其他矿产资源勘查提供了借鉴。完成本标准制定后，不但能够大大提升我省地热电法勘查技术应用水平和应用效果，还将引领国内该领域的应用风向，产生显著的社会效益。

二、任务来源

2024年7月18日，江苏省市场监督管理局下达了《2024年度江苏省地方标准立项计划》，计划项目序号为77，名称为《地热地面人工源电磁法勘查技术规范》由江苏省地质局、江苏华东地质建设集团有限公司

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、中国矿业大学为文件起草承担单位，对口行政主管部门为江苏省自然资源厅。

三、编制过程

为保证本标准的科学性、有效性、实用性，项目组广泛收集了相关文献资料，包括相关论文与研究报告、国家标准、行业标准、地方标准等，认真总结了江苏省地热资源的地质特点以及勘查评价的技术要点，深入分析了地热大功率人工源电磁法勘探过程中需重视的问题，为标准的研究、起草奠定了基础。

此外，项目组还进行了广泛的调查研究和专题论证，多次征求勘查单位、高校、省标准化院等多方意见，不断总结完善标准草案的主要技术内容，以保证标准的科学性和可操作性。编制过程主要如下：

1. 成立编制组

2024 年 2 月，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作为牵头方，完成了标准的申请立项前期工作。

2024 年 6 月，标准牵头单位收集了有关国家及省市法律法规、政策文件、国家标准、地方标准、行业标准，查阅了大量相关的文献资料和经过市场调研，结合实际工作经验，确定了标准的基本框架。

2024 年 7 月 18 日，江苏省市场监督管理局下达了《2024 年度江苏省地方标准立项计划》，计划项目名称为《地热地面人工源电磁法勘查技术规范》，计划项目序号为 77，标准立项工作完成。

同月标准牵头单位，根据标准编制内容及需求，与多家业内相关单位协作，成立标准编制小组。编制小组成员单位有：由江苏省地质局、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。由

江苏华东地质建设集团有限公司牵头召开了第一次编制小组会议。会议确定了标准的主要制定原则、制定大纲、主要内容、人员分工和进度计划等。同时，标准编制组认真学习了 GB/T1.1—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》，结合标准制定工作流程，对各个环节的工作内容进行了探讨和研究。

2. 草案阶段

2024年7月-12月，标准编制小组初步确立了标准框架后，编制小组内部多次召开研讨会，讨论完善框架内容。通过多次线上、线下会议，初步确立了标准内容包括前言、范围、规范性引用文件、术语和缩略语、总则、工作准备、工作内容与要求、报告评审与资料汇交，并据此完成了标准草案的编写。

2025年1月-2月，标准编制组组织内部专家进行评审，针对标准草案提出意见，标准编制组汇总意见，逐条落实，修改完善，完成了标准草案（征求意见稿）的编写。

3. 征求意见阶段

2025年3月-5月为标准的征求意见阶段。

2025年3月底，标准起草组通过会议和函件两种方式向20家单位征求了意见。共收到15家单位的87条反馈意见，其中59条完全采纳，13条部分采纳，15条未采纳。

2025年4月2日于江苏省市场监督管理局网站进行公开征求意见，公示截止日期为2025年5月1日，期间未收到相关意见。

2025年5月7日，在江苏华东地质建设集团有限公司召开了征求意见修改专家研讨会，对征求意见稿进行修改和梳理。

2025年7月3日，标准起草组收到江苏省自然资源厅地质勘查管理处《关于反馈《地热地面人工源电磁法勘查技术规范（征求意见稿）》修改意见的函》，反馈意见为：

(1) 该技术规范符合省委、省政府和自然资源部对地热资源勘查工作的总体要求。

(2) 建议按照省、部最新出台的相关技术要求，对该技术规范进行修改完善。

标准起草组仔细核对相关文件，对征求意见稿再次进行修改和梳理。

4. 审查阶段

2025年9月，在江苏省自然资源标准化技术委员会的指导下最终形成了送审稿。综合专家意见和前期反馈，经起草单位修订后，于2025年10月正式向江苏省自然资源标准化技术委员会和江苏省市场监管局提交了标准审查材料，进行标准的终审，并根据终审提出的主要修改意见，进行再次修订后形成报批稿。

四、主要内容

编制单位通过专家研讨和文件查阅等方式，结合对江苏省地热人工源电磁法项目的实地调研结果，确定了标准的主要内容。

本标准适用于江苏省地热地质条件、地理条件及与江苏有相似地质条件、地理条件的中深层水热型地热资源和干热岩的人工源电磁法勘查。

按照GB/T1.1—2020对标准结构和编写规则的要求，将标准共分为九个章节及七个相关附录编写，主要内容包括：前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、地热资源分类、应用范围及条件、工作准备、工作内容与要求、报告评审与资料汇交等。主要章节具体内容安排如下：

前言部分：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。

第一章“范围”：本文件规定了地热地面人工源电磁法勘查的技术要求、适用范围及涵盖的工艺类型。

第二章“规范性引用文件”：规范性引用了3个国家标准、11个行业标准、1个江苏地方标准，补充现有标准体系的空白，与现有标准协调统一。

第三章“术语和定义”：本标准对地热资源、地热资源勘查、地热系统等13个术语进行了定义。

第四章“缩略语”：给出了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等方法技术的英文对应词及英文简称。

第五章“地热资源分类”：规定了地热资源按照埋藏深度的分类。

第六章“应用范围和条件”：规定了该规范中地面人工源电磁法的应用范围和应用条件。

第七章“工作准备”：该部分包含资料收集和方法准备两部分；资料收集主要规定勘查工作开展前应搜集的资料；方法准备部分主要规定各种人工源电磁法工艺的适用性、有效性及方法选择。

第六章“工作内容与要求”：该部分包含技术设计、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六部分，从地热勘查工作开展的全过程规定了详细的工作要求，便于勘查工作的规范化管理。

第七章“报告评审与资料汇交”：规定了报告评审和资料汇交的相关要求，并明确了应整理的设计资料、原始资料及成果资料类目。

附录A给出了江苏省水热型地热资源分区及特征；附录B给出了项目设计书编写提纲；附录C给出了江苏省地层岩石电阻率参数综合统计表；附录D给出了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；附录E给出了地热地面人工源电磁法勘查广域电磁法班报表；附录F给出了地热地面人工源电磁法勘查时频电磁法班报表；附录G给出了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。以上附表作为参考格式。

五、技术指标确定的依据

本标准的编制工作遵循“科学性、先进性、通用性、开放性、协调性、规范性”的原则，按照 GB/T1.1—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》给出的规则编写。

1. 本规范编写章节架构参考《NB/T 10264-2019 地热地球物理勘查技术规范》、《GB/T 7713.3 科技报告编写规则》，经编制组讨论确定。

2. “术语和定义”中术语引用自《NB/T 10097-2018 地热能术语》、《GB/T 11615-2010 地热资源地质勘查规范》、《DZ/T 0374-2021 绿色地质勘查工作规范》。

3. “5 地热资源分类”中深度数据来源于文献《江苏地热资源类型及开发利用前景》（江苏省地质调查研究院，2012）。

4. “表1 地面人工源电磁法适用参数建议”中推荐发射功率数值来源于厂家仪器说明书，推荐探测深度由编制单位相关技术专家据以往勘查经验建议。

5. “表2 常用比例尺和测网密度”中测网密度参考《可控源音频大地电磁技术规程》（DZ/T 0280-2015）、《页岩气地面时频电磁法规程》（DZ/T 0298-2017）、《广域电磁法技术规程》（DZ/T 0407-2022）中相

关参数。

六、重大分歧意见的处理过程和依据

无

七、与相关法律法规和标准的关系

本文件的制定符合现行相关法律、法规、规章及相关强制性标准的要求，所引用的规范性文件都是现行有效的标准，技术指标与现行标准相关要求一致，补充现有标准体系的空白，与现有标准协调统一。

本标准涉及的地热地面人工源勘查技术主要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。其中可控源音频大地电磁法、广域电磁法、时频电磁法的技术指标与国家行业标准《可控源音频大地电磁技术规程》（DZ/T0280-2015）、《广域电磁法技术规程》（DZ/T0407-2022）、《页岩气地面时频电磁法规程》（DZ/T0298-2017）一致，电性源短偏移距瞬变电磁法的技术指标与江苏省地方标准《电性源短偏移距瞬变电磁法勘查技术规程》（DB32/T 4826-2024）一致。

本规范立足于江苏省地热勘查现状，结合我省地球物理工作的特点，作了充分的适应性研究。针对江苏省城镇化程度较高，城郊区人文电磁干扰比较严重的环境，列出了几种经常使用的具备抗干扰特点的人工源电磁法勘查技术，对不同深度不同地热勘查目标作了适用性推荐，从而提高勘查效率，降低勘查成本。

本标准与现行行业标准主要区别如下：

1. 与《地热地球物理勘查技术规范》（NB/T 10264-2019）标准相比，本标准同时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，精选方法技术，扩展了勘查目标范围；

2. 与《可控源音频大地电磁技术规程》(DZ/T0280-2015)、《广域电磁法技术规程》(DZ/T0407-2022)、《页岩气地面时频电磁法规程》(DZ/T0298-2017)相比,本标准“7.2.3方法选择”结合江苏省实际情况,从不同深度、不同反演参数、不同地热资源类型等不同维度进行了方法梳理分类,增强了地域适用性;

3. 附录A、C分别给出了江苏省水热型地热资源分区及特征、江苏省主要地层岩石电阻率参数综合统计表等资料,均对规范的使用对象有重要参考意义;

4. 附录D、E、F、G给出的野外班报格式均参照了江苏省地勘行业的相关要求。

八、推广实施建议

本规范的使用对象主要为地热调查单位、自然资源管理与技术支撑单位、地热开发单位及科研单位。

本文件适用于江苏省陆上水热型地热资源和干热型地热资源地面人工源电磁法地球物理勘查。

建议作为推荐性地方标准发布,作为涵盖多种电磁方法的地热勘查综合性指导文件,用于指导和规范省内地热勘查项目的实施。

编制单位加强自我学习与培训,并按标准要求执行。提请标准归口单位进行贯标指导,组织标准宣贯培训班,由标准制定人员主讲。及时在公众媒体、行业内部甚至对外的有关信息上公开宣传,使相关单位能够积极主动的购买标准、参加培训、结合本单位实际学习研究标准并准备贯彻实施。编制单位将对该标准执行情况进行跟踪调查,及时发现和收集范本执行中发现的问题,不断修改完善,提升本技术规范水平,进

一步提高标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

九、起草单位和起草人员信息及分工

江苏省地质局为该标准的牵头起草单位，组织省内外行业领先单位共同完成该标准的编制工作。江苏省地质局为江苏省自然资源厅所属的正厅级事业单位，承担国家和省下达的地质勘查任务及江苏省的基础性、公益性、战略性地质调查和矿产资源勘查工作，拥有国内知名的专业物探队伍及百余名多领域专业技术人员。完成了江苏省浅层地热资源普查，实施各类中深层地热勘查项目近 200 个，圈定了一批地热远景区和勘查靶区，钻探成功地热深井百余口，具有较好的中深层热储勘查经验及工作基础。

起草人员信息以及分工见表2：

表 2 起草人基本信息及分工

起草单位	起草人	职称/职务	分工（承担章节及具体工作）
江苏省地质局	王军成	所长/正高	主持编制工作、组织协调标准整体结构设计及内容审定
江苏华东地质建设集团有限公司	车平	副总/正高	具体负责资料和意见的收集以及协助会议和调研工作
中国矿业大学	李晓昭	主任/教授	参与标准的结构与内容审定以及标准修订
江苏省地质局	李孟琳	副主任/高工	编制组协调、讨论会主持，起草标准文案与设计
江苏华东八一四地球物理勘查有限公司	何委徽	主任/正高	起草标准文案与设计、草案审定；3“术语和定义”、4“缩略语”
南京大学	赵晓豹	所长/教授	3“术语和定义”、4“缩略语” 5“地热资源分类”

中国矿业大学	付国强	教授	1 “范围”；2 “规范性引用文件”
中石化石油物探技术研究院有限公司	俞建宝	主任/高工	起草标准文案与设计、草案审定；5 “地热资源分类”
中国煤炭地质总局 江苏煤炭地质局	平立华	主任/正高	7 “工作准备” 部分结构设计与内容审定以及标准修订
江苏煤炭地质物测队	刘光虎	主任/高工	7 “工作准备”
江苏省地质勘查技术院	孙璵	副所长/高工	8 “工作内容与要求” 部分结构设计与内容审定以及标准修订
江苏省地质勘查技术院	孙平	高工	8 “工作内容与要求”；附录 A、附录 C
中南大学	刘海飞	副教授	附录 B
长江大学	周磊	系主任/副教授	附录 D、附录 E
中国矿业大学	刘志新	教授	附录 F、附录 G

标准编写组

2025 年 10 月