

陕西省地方标准
《中深层井下换热开发储能监测技术导则》
(征求意见稿) 编制说明

中煤科工西安研究院(集团)有限公司

2024年5月8日

《中深层井下换热开发储能监测技术导则》（征求意见稿）

编制说明

地热能作为一种清洁可再生能源，在能源结构调整、碳达峰和碳中和战略中具有重要作用。陕西省在地热能开发利用方面探索创新，尤其在中深层地热能开发领域取得了显著进展。通过引入中深层同轴套管井换热、U型对接井换热等井下换热技术，陕西省走在了全国的前列。这些技术的成功应用和推广，不仅取得了良好的经济效益和社会效益，还为地热能产业的发展奠定了坚实基础。

为了规范地热能开发利用行为，陕西省成立了地热能标准化技术委员会，并制定了《陕西省地热能标准体系建设规划（2021-2025）》，为地热产业的健康发展提供了标准支撑。同时，2022年中煤科工西安研究院（集团）有限公司联合省内多家地热能科研设计生产单位提出《中深层井下换热开发储能监测技术导则》陕西省地方标准立项申请，结合地方特色技术和国家标准，推动地热市场的开拓，促进地热能产业规模化发展，提高产业效益，为陕西建设贡献力量。

一、工作概况

2022年5月17日，陕西省市场监督管理局《关于下达2022年地方标准计划的通知》（陕市监函〔2022〕380号），《中深层井下换热开发储能监测技术导则》（项目编号：

SDBXM005-2022) 正式列入制定计划。

本项目编制任务下达后，中煤科工西安研究院（集团）有限公司积极落实文件精神，成立了标准编写组，编写组由西安煤科地热能开发有限公司、陕西省煤田地质集团有限公司、陕西燃气集团新能源发展股份有限公司、陕西煤田地质勘查研究院有限公司、陕西中煤新能源有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、西安交通大学等单位相关技术人员组成。2022年7月29日参编人员参加了标委会组织了标准化知识培训学习，项目组召开了标准编写启动会，明确了各编写成员单位的职责分工、阶段工作、进度安排，划分了具体编写任务。

标准编写组以立项申请标准草案材料为基础，充分调研了全省地热能开发利用技术类型、部分地热能开发企业和地热能相关科研院所的基础上开始标准起草。编写小组人员就标准内容进行了认真讨论，在听取相关部门和知名专家意见和建议的基础上起草的。

项目负责人为中煤科工西安研究院（集团）有限公司地热能开发与工程研究所丁栋，负责资料收集、技术分析和意见汇总。标准编写组成员有胡振阳、孙玉亮、赵永哲、王凯鹏、雷燕子、韩永亮、张强、张卫东、杨延斌、黄晓琳、张廷会等，胡振阳负责规正文起草、孙玉亮负责编写“编制说明”、王凯鹏负责规范起草过程中与其他现行标准规范衔接

的技术工作，雷燕子负责规范格式校核。其他同志参与标准研讨分析、修改完善等。

本规范制订是参考《地热能术语》《地源热泵系统工程技术规范》《浅层地热能监测系统技术规范》《地热资源动态监测规程》《地热资源评价方法及估算规程》等相关标准规范，结合陕西省地热能供暖制冷工程现状、经验及开发利用中存在的问题，充分调研、征询意见、综合分析研究，通过咨询研讨等形式，经多次修改完善后编制而成的。

编制工作始于2022年7月，在中煤科工西安研究院（集团）有限公司的牵头组织下，十余家单位在充分调研、集中讨论、独立审阅、广泛征求意见、专家咨询的基础上，于2024年5月完成标准征求意见稿。工作简要过程如下：

（一）调研相关标准和相关国家、行业标准的应用、发展情况

2022年7月~2022年12月，编制组结合单位以往完成的中深层地热能项目勘查、可研论证、设计、施工、开发、技术报告等工作经验，经过充分调研、分析，认为目前我省缺乏统一的中深层地热能井下换热开发利用术语规范。为全面推广井下换热型地热能开发利用技术市场应用，急需制定我省《中深层井下换热开发储能监测技术导则》。

（二）编写标准工作组讨论稿

2023年1月~2023年12月，根据调研情况制订工作路

线，完成标准工作讨论稿的编写。标准起草组经过多次讨论，根据相关资料、工程实践经验和各方意见和建议，共同拟定了规范提纲，分工协作，于 2023 年 12 月完成了标准草案。

随后按照《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T1.1-2020) 要求，对标准草案格式和书写进行了规范，最终形成工作组讨论稿。

(三) 编写标准征求意见稿初稿

2024 年 4 月 23 日，标准主导单位中煤科工西安研究院(集团)有限公司组织省内资源勘查、地热开发、水文地质、科研院所等方面的 5 位专家，召开了本标准工作组讨论稿审查会议，听取了编制组汇报后，各位专家发表了意见和修改建议。随后，起草组按照专家组意见进一步修改完善标准文本和编制说明，形成了标准征求意见稿初稿。

二、标准编制原则和主要内容

(一) 标准编制原则

本标准的格式、内容及描述方法参照了 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》。规定了标准适用范围、术语与定义等。本标准依据以下原则编写：

1、科学性原则

《中深层井下换热开发储能监测技术导则》的各项内容符合相关法律、法规，以及国家标准和相关行业标准；标准规范的各项内容贯彻落实了国家政策，适用于中深层井下换

热开发储能监测技术中涉及到的规范表述。

2、一致性原则

遵守国家现行行业、地方有关法律、法规和方针政策规定，做好《中深层井下换热开发储能监测技术导则》编制与现行相关标准之间的衔接和协调，充分研究和利用现有相关的规程规范、标准和技术表述，并结合国家、行业和地方已颁布实施的有关规程，处理好国家标准、行业标准与地方标准之间的关系，防止出现矛盾。

3、实践性原则

按照技术标准编制任务要求，针对我省中深层地热能开发利用技术特点，确定标准中的定义表述，以目的明确、科学合理、普遍认同为出发点，有利于促进省内地热能开发利用健康有序发展。

（二）主要内容

本导则根据陕西省中深层地热能开发利用技术特点制定，适用于中深层地热能有关标准的制定，技术文件的编制，专业手册、教材和书刊等的编写和翻译。

本导则由正文 7 个章节组成，其中第一章规定了标准的适用范围；第二章为规范性引用文件；第三章术语和定义；第四章监测系统布设原则，共 5 节；第五章监测内容及要求，共 8 节；第六章监测系统维护与管理，共 4 节；第七章监测数据整理与分析，共 2 节；以及附录 A。

三、实证研究

本标准在编写过程中，主导单位和参编单位在不同方面开展了相关实证研究工作。

（一）中深层地热井工程实践

中煤科工西安研究院（集团）有限公司在西安高新院区开展了 3 口 3500m 以深的换热地热井，并下放光纤实时监测，井深最大 3518m，井底温度最高 130℃，目前该项目已投产，供暖效果良好。陕西省煤田地质集团有限公司、陕西西咸新区沣西清洁能源开发有限公司及陕煤煤层气开发利用有限公司等单位都在中深层地热井进行工程应用，均取得较好的成果。

（二）中深层地热能开发数值计算研究

基于传热学理论和渗流理论，分析地热传递过程中地温场和渗流场的耦合关系，建立地热开采过程中多物理场耦合模型，并以 COMSOL 或 OGS 多物理场耦合软件为模拟平台，建立地热传递的非稳态数值模型，同时依托现场测试和监测资料及时校正和优化参数，结合岩土层分层热物性特征，建立准确的非稳态分层换热计算与评价模型，指导实际生产，保证中深层地热能开发方向合理正确。中煤科工西安研究院（集团）有限公司基于深层地热井热物性测试系统及光纤监测系统获得的中深层换热井岩体热物性参数，采用 COMSOL 软件建立了中深层地热非稳态分层换热模型，并通过实际运行

数据进行校正优化，模型精确度较高，误差较小，已在多在项目应用，效果较好。

（三）中深层地温场动态监测研究

地温场的监测为地热系统运行策略提供支撑，并对区域地热资源开发提供依据。因此对其进行持续性监测至关重要。中煤科工西安研究院（集团）有限公司、延长石油集团国际勘探公司等单位进行了多次尝试，成功下放光纤长度 $>3\text{kM}$ ，监测系统已运行多年，形成了中深层地热井地温场动态监测技术体系。

（四）中深层现场换热试验研究

中深层井下换热技术是我省创先并推广应用的地热能开发利用技术，由于井管沿程长，传热规律不明晰，因此现场换热试验尤为重要。中煤科工西安研究院（集团）有限公司、陕西省煤田地质集团有限公司、陕西中煤新能源公司、延长石油集团国际勘探公司等单位开发研制了换热测试系统及设备，并在生产实践中不断调试定性，现已在省内多个项目上进行换热测试应用，并形成了试验工作流程和技术体系，专项标准正在编写中。

总之，围绕中深层地热能开发利用开展的专题科学研究，推动了地热产业的规模化高质量发展，也为本标准的制定提供了理论依据。

四、知识产权说明

任何单位使用本标准所产生的知识产权归编制单位。

五、采标情况

本次制定的《中深层井下换热开发储能监测技术导则》主要针对我省中深层地热能井下换热开发储能监测，对我省地方行业标准《中深层井下换热开发储能监测技术导则》进行了有效扩充，目前国内未发现与本标准作用对象完全相同的版本，与现行相关法律、法规、规章及标准相互协调，没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

标准起草过程中，充分征求、听取了省内地热能开发利用行业科研院所、生产经营、建设运营等相关单位的意见和建议，并进行有效充分沟通，条文制定体现了协商一致的原则，没有重大分歧意见。

七、其他应予以说明的事项

无