陕西省地方标准

《岩溶热储地热尾水回灌技术要求》

（征求意见稿）

编制说明

陕西省煤田地质集团有限公司

2024年12月

目录

[一、工作简况 2](#_Toc11192)

[二、标准编制原则 5](#_Toc32371)

[三、主要内容 6](#_Toc16371)

[四、实证研究 7](#_Toc29776)

[五、知识产权说明 8](#_Toc15055)

[六、采标情况 8](#_Toc19481)

[七、重大分歧意见的处理经过和依据 8](#_Toc24505)

[八、标准性质的建议说明 8](#_Toc7231)

[九、其他应说明的事项 9](#_Toc2280)

**《岩溶热储地热尾水回灌技术要求》地方标准编制说明**

岩溶地热作为水热型地热资源的一种重要类型在我国广泛发育，具有分布面积广、水温高、水量大等特点，充分利用岩溶地热资源对我国调整能源结构和实现双碳目标具有重要的促进意义。相较于碎屑岩热储，岩溶热储最大的特点是其非均质性很强。由于岩溶发育的复杂性，其开发存在诸多难题，最突出的就是大量开采地热水引起的热储压力下降问题，造成许多地热井出水量下降，寿命减少，不但造成经济损失，而且引发人们对地热资源是否可持续开发的质疑。

我省渭北地区赋存有丰富的岩溶地热资源，著名的合阳处女泉温泉就是岩溶地热水遇断裂后向上运移在地表出露。但是当前渭北地区的岩溶水开发利用主要集中在渭北隆起基岩山区煤矿生产区，在人们主要生产生活的沉积盆地内的开发利用不多，且多为人饮和工业用水，其次为热水养殖、洗浴和旅游开发。总之，岩溶地热资源没有完全达到充分合理开发利用的目的。

我省水热型地热资源主要集中在关中盆地内部西安、咸阳、宝鸡地区的新生界碎屑岩热储，对于渭北岩溶热储开发利用严重落后。地区渭北地区人口众多，作为重要的产煤区，无论是工业生产还是群众生活对煤炭的消耗都十分巨大，如何加快能源结构调整是该地区经济发展和生态建设中存在的主要问题。因此十分有必要加大岩溶地热资源的开发力度，利用岩溶地热进行供暖及工业生产，以达到降低化石燃料消耗的目的。为了进一步规范岩溶地热的开发，促进渭北地区生态建设，提升人民群众幸福感，急需出台岩溶地热回灌技术要求，引领岩溶地热资源开发正确科学发展，形成我省特色岩溶地热技术。

# 一、工作简况

为推动和规范我省岩溶地热资源开发利用，促进构建低碳高效的能源体系，助力国家双碳战略目标的实现，依据《陕西省地热能标准体系建设规划（2021-2025 年）》和《关于下达 2023 年陕西省地方标准制修订项目计划的通知 》（陕市监函〔2023〕410号），开展《岩溶热储地热尾水回灌技术要求》（项目编号：SDBXM267-2023）编制工作。

本规范编制任务下达后，标准牵头单位陕西省煤田地质集团有限公司积极组织成立了规范编写组，编写组由陕西省煤田地质集团有限公司、陕西省一三一煤田地质公司、中石化绿源地热能(陕西)开发有限公司、陕西省地质调查院水工环中心、陕西工程勘察研究院有限公司、陕西煤田地质勘查研究院有限公司、西安交通大学、西北大学、长安大学等九家单位相关技术人员组成，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。

规范编写小组成员主要有薛宇泽等同志负责规范的资料收集、技术分析和意见汇总。薛宇泽、张玉贵、薛超、麻银娟，崔军平负责规范起草、规范修改；薛宇泽、张廷会、程永刚、王鹏涛、张亚鸽整体框架分析及校对，薛宇泽同志负责编写“编制说明”撰写工作，许威、韩元红、刘卫岗同志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，罗娜宁、周海同志负责规范格式校核。

编制工作始于2023年6月，在陕西省煤田地质集团有限公司牵头组织下，九家联合单位在充分调研、多次讨论、征求意见的基础上，于2024年12月完成标准征求意见稿。工作简要过程如下：

（一）相关标准和相关国家、行业标准的应用、发展情况。

编制组调研水热型地热回灌相关的国家、行业、地方标准，结果如下：

截至2024年12月，全国范围内共发布8项水热型地热回灌的标准，具体建表1：

表1 地热能相关标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准名称 | 标准号 | 级别 | 发布日期 | 实施日期 |
| 1 | 地热回灌过滤装置技术要求 | NB/T 11148-2023 | 能源行业 | 2023-02-06 | 2023-08-06 |
| 2 | 水热型地热尾水回灌技术规程 | NB/T 11158-2023 | 能源行业 | 2023-02-06 | 2023-08-06 |
| 3 | 地热回灌技术要求 | NB/T 10099-2018 | 能源行业 | 2018-10-29 | 2019-03-01 |
| 4 | 水热型地热资源回灌技术要求 | DZ/T 0481-2024 | 地质行业 | 2024-08-01 | 2024-10-01 |
| 5 | 砂岩热储地热尾水回灌技术规程 | DZ/T 0330-2019 | 地质行业 | 2019-12-20 | 2020-02-01 |
| 6 | 地热尾水回灌技术规程 | DB37/T 4310-2021 | 山东地方标准 | 2021-02-02 | 2021-03-02 |
| 7 | 地热回灌运行操作规程 | DB13/T 2553-2017 | 河北地方标准 | 2017-09-06 | 2017-10-06 |
| 8 | 地热尾水回灌技术规程 | DB12/T 1361-2024 | 天津地方标准 | 2024-11-27 | 2025-03-01 |

这八项标准中包括能源行业标准三项，地质行业标准两项，河北省地方标准一项，山东省地方标准一项，天津地方标准一项。在这其中无针对岩溶地热资源回灌的相关标准与规程，制定岩溶地热资源回灌的相关标准规范可以完善我省地热资源回灌相关的标准空白。编制组结合我省地热资源的赋存与分类特征，调研渭北地区岩溶地热资源的开发利用情况，参考现有地热回灌相关标准的基础上起草了本标准草案。

（二）编写标准工作组讨论稿

2023年6月～2024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。规范起草小组经过多次讨论，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2024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/T 1.1-2020）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

2024年11月5日，项目组组织召开了《岩溶热储地热尾水回灌技术要求》（工作组讨论稿）初稿研讨会，编制组人员全部到会对草案进行充分讨论；2024年11月18日，编制组召开行业专家咨询研讨会，重点对工作组讨论稿的回灌系统设计、回灌系统运行、回灌井增灌措施、回灌示踪试验等问题进行了讨论，提出修改完善意见。随后，起草组按照专家组提出的意见和建议，再次进行了调研、讨论，进一步修改完善标准文本和编制说明，于2024年12月20日形成了标准征求意见稿。

# **二、标准编制原则**

本标准的格式、内容及描述方法参照了GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》。标准内容参考了GB/T 11615-2010 地热资源地质勘查规范、NB/T 10703-2021热储示踪试验技术规程、NB/T 11158-2023 水热型地热尾水回灌技术规程、DZ/T 0260-2024地热钻探技术规程，本标准规定了标准适用范围、术语和定义、回灌系统设计、回灌系统运行、回灌井增灌措施、回灌试验与示踪试验、回灌监测等要求。本文件的编制原则包括以下几点：

1. 科学性原则

《本标准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体现了贯彻落实国家政策；标准规范的各项内容适用于岩溶地热尾水回灌中所涉及到的技术要求。

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，做好本标准与现行相关标准之间的衔接和协调，充分研究和利用现有地热资源回灌的相关规范、标准和技术指标，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、自然资源行业标准与地方标准之间的关系，未出现矛盾，在某些内容进行了适当的扩充和延伸 。

3. 实践性原则

按照技术规范编制任务要求，针对岩溶地热资源地热利用工程的技术特点，确定规范中的不同阶段的工作技术要求，以目的明确、科学合理、操作性强为出发点，有利于促进我省岩溶地热资源地热利用。

4.促进行业发展的原则

本标准的制定，不是为了限制行业内各单位的发展和业务范围，而是将行业引领到一个正确、健康的方向上，然后不断的探索和发展，进一步提高质量和业务水平，少走弯路。

# **三、主要内容**

本标准是在广泛收集区内水热型地热回灌资料的基础上，结合岩溶地热资源回灌工作的需求和现状，及我们大量的实践经验编制而成，内容力求做到规程的系统性、完整性、实用性。

前言部分明确了制定本标准的依据、制定规则、提出单位、 归口管理单位、起草单位、起草人和解释部门。本标准按回灌工作的先后顺序及工作重点进行编写。主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、回灌系统设计、回灌系统运行、回灌井增灌措施、回灌试验与示踪试验、回灌监测、附录A（资料性附录）常用数值模拟软件及功能、附录B（资料性附录）回灌监测数据记录表、附录C（资料性附录）酸化施工工艺示意、附录D（资料性附录）不同浓度盐酸与石灰岩反应速度、附录E（资料性附录）示踪剂浓度曲线形态及解释。

# **四、实证研究**

陕西省煤田地质集团有限公司建设的地热韩城1号能源站项目是我省首个岩溶地热开发供暖工程项目，开发热储层为奥陶系马家沟组碳酸盐岩，该项目出水温度82℃，供暖面积可达13-15万m2。该项目用直井+定向井的丛式井方式开发岩溶地热资源，直井为开采井，定向井为回灌井，该项目在回灌作业实施过程中采用了本标准所涉及的相关内容，实现100%完全回灌，已稳定运行3个供暖季。依托该工程，陕西省煤田地质集团有限公司开展了相关科研项目，取得了一系列科技成果：项目构建对井采灌均衡系统，首次建成了渭北地区岩溶型地热开发利用工程；2023年9月，陕西省煤炭学会组织专家对该项目进行成果鉴定，项目成果达到项目研究成果总体达到国际先进水平。围绕岩溶地热资源开发利用开展的科学研究与工程项目，也为本标准的制定提供了理论依据，推动了地热产业的规模化高质量发展。

在征求意见稿第5.2.1条回灌井位置，参考了“西安三桥地区孔隙型地热尾水回灌模拟及前景展望”、“碳酸盐岩热储热水力多场耦合过程与数值模拟”“FEFLOW在地下水数值模拟中的应用”“地热采灌对井回灌温度场的模拟研究”等论文，采用数值模拟的方法可确定开采井与回灌井的位置，数值模拟软件包括COMSOL、FEFLOW、FLUENT、OpenGeoSys、TOUGH-FLAG、Visual-MODFLOW等；在7章回灌井增灌措施结合“地热韩城1号能源站”工程的成功实践经验提出增灌措施具体要求；在8.2条示踪试验中根据依托工程示踪试验监测结果，描述了岩溶地热采灌井之间的水力联系，取得了良好的实验效果，对本征求意见稿作为良好佐证。

# **五、知识产权说明**

无。

# **六、采标情况**

本次制定的《岩溶热储地热尾水回灌技术要求》主要针对我省水热型岩溶地热资源开发利用技术，填补了岩溶地热尾水回灌方面的标准空白，提高了我省岩溶热储地热尾水回灌工艺水平和技术服务质量。标准程在编制中注意了与有关国家、部门和地方制定的“地热资源地质勘查规范、地热回灌技术要求、水热型地热尾水回灌技术规程、热储示踪试验技术规程、砂岩热储地热尾水回灌技术规程、地热回灌运行操作规程的协调，不存在冲突和矛盾。

# **七、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

# **八、标准性质的建议说明**

建议该项目批准为推荐性陕西省地方标准。

# **九、其他应说明的事项**

本标准在2023年3月提交立项申请书，于2023年5月由陕西省市场监督管理局批准立项，申请书上牵头单位是陕西省煤田地质集团有限公司，合作单位是陕西省一三一煤田地质有限公司与西安交通大学。

在征求意见稿起草调研过程中，本标准受到了中石化绿源地热能(陕西)开发有限公司、陕西省地质调查院水工环中心、西北大学、长安大学、陕西工程勘察研究院有限公司，陕西煤田地质勘查研究院有限公司等单位的强烈关注与积极反馈。中石化绿源地热能(陕西)开发有限公司与陕西煤田地质勘查研究院有限公司在我省建设有多项中深层水热型地热供暖工程，具有丰富的生产回灌经验；陕西工程勘察研究院有限公司具有丰富地热钻井实践经验；西北大学与长安大学在开展多个水热型地热资源回灌相关研究，对本标准的科学性起到积极的促进作用，为了本标准更具有实用性科学性与可操作性，在原基础上增加了参编单位及编制人员。