

# 雄安新区地热开采井和回灌井监测技术规程 (试行)

Technical Code of Practice for Geothermal Production and Reinjection  
Wells Monitoring in Xiong'an New Area

2021-03-22 发布

2021-04-01 实施

---

河北雄安新区管理委员会 发布



# 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	2
5 监测项目与要求.....	2
6 监测方法与监测设备.....	3
7 维护与运行 .....	5
8 数据管理 .....	5
附 录 A （资料性附录） 雄安新区开采、回灌井主要监测设备安装示意图.....	6
附 录 B （资料性附录） 雄安新区人工监测记录表.....	8
附 录 C （资料性附录） 雄安新区地热开采井和回灌井月/季/年监测成果情况报告提纲.....	9



# 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。

本文件由河北雄安新区管理委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、天津地热勘查开发设计院、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中石化绿源地热能开发有限公司、天津星通九恒科技有限公司等。

本文件主要起草人：李胜涛、郝文杰、马峰、宗振海、刘东林、孙彩霞、贾小丰、孟宪玮、岳冬冬、冯昭龙、姚亚辉、蔡子昭、阴建新、张建伟、蒿书利、杨涛等。

# 引 言

地热资源动态监测是地热资源勘查开发不可或缺的重要工作内容。通过长期开发利用过程动态监测数据的采集、分析、模拟和解译,有利于获取地热系统的真实性质和参数。通过地热资源动态监测,可以为地热地质勘查、评价、管理、研究、开发和有关的地质环境保护提供基础资料,有助于掌握热储及其周边地质环境的动态变化,更好地了解地热系统动态,从而制定科学的开发利用方案,避免对地热资源的过度开发。目前,雄安新区尚无专门的地热监测技术规程,地热监测工作主要参考国家标准《地热资源地质勘查规范》。

为进一步规范雄安新区地热动态监测工作,科学指导地热开采井和回灌井动态监测标准化建设,服务雄安新区高标准建设地热资源开发利用动态监测网,按照《雄安新区地热资源保护与开发利用规划(2019-2025年)》等文件要求,经广泛调研,认真总结北京、天津、河北等相关地区实践经验,参考国内外有关标准,并在广泛征求意见的基础上,制定《雄安新区地热开采井和回灌井监测技术规程(试行)》。本文件共分8章和3个附录,对地热开采井和回灌井监测项目与要求、监测方法与监测设备、维护与运行、数据管理等做出了规定。

# 雄安新区地热开采井和回灌井监测技术规程（试行）

## 1 范围

本文件规定了地热开采井和回灌井监测技术的术语和定义、总则、监测项目与要求、监测方法与监测设备、维护与运行、数据管理等。

本文件涉及地热开采井和回灌井为水热型地热井，尚不包括干热岩井、浅层地热能井和专用监测井。

本文件适用于河北雄安新区行政区范围内开展地热开采井和回灌井动态监测工作，使用对象包括地热管理部门、专业监测机构和有关开发利用单位。

## 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 9119-2000 平面、突面板式平焊钢制管法兰

GB/T 11615-2010 地热资源地质勘查规范

GB/T 11828.2-2005 水位测量仪器 第2部分：压力式水位计

GB/T 11828.4-2011 水位测量仪器 第4部分：超声波水位计

CJJ/T 138-2010 城镇地热供热工程技术规程

NB/T 10097-2018 地热能术语

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **地热动态监测 geothermal dynamic monitoring**

地热资源在勘探、开采及停采阶段，连续记录水位埋深、井口温度、井口压力、开采量、回灌量等，并定时检测分析地热流体化学组分和同位素值的过程。基于此判断热储温度、压力、流体化学组分含量及资源量的动态变化，为地热资源的可持续利用与管理提供依据。

### 3.2

#### **开采井 production well**

用于将地下水或地热蒸气开采出地面的地热井。

### 3.3

#### **回灌井 reinjection well**

用于将利用后的地热尾水和符合回灌标准的其它水体回注至热储层的地热井。

### 3.4

#### **专用监测井 specialized monitoring well**

不参与开采、回灌，仅用于监测水位、水温、流体化学组分和全井稳态温度与压力的地热井。

### 3.5

#### **重点监测点 key monitoring point**

对区域上,各构造单元的热储动态具有控制意义,且基础资料完整翔实、观测条件和监测设施完好、具备连续监测数据的代表性监测点(井)。

### 3.6

#### 动态监测系统 **dynamic monitoring system**

雄安新区地热动态监测系统包括信息化平台和监测设备。监测设备根据监测井种类不同、监测方法不同可分为开采/回灌井监测设备和专用监测井监测设备、自动化监测设备和人工监测设备。自动化监测设备和人工监测设备应在保证出厂合格的前提下针对本文件完成质量认证后进行现场监测工作。

### 3.7

#### 地热自动化监测设备 **geothermal automatic monitoring equipment**

地热自动化监测设备是指安装在自动化监测井中,通过预先配置测量参数,依据本文件的通信协议,能独立完成数据采集和远程无线传输的监测设备,一般包括传感器(探头)、远程测控终端和保护设施等。

### 3.8

#### 稳态测温测压 **static temperature and pressure measurement**

在稳态条件下,对地热井的温度和压力从井口液面至井底的连续测量。

### 3.9

#### 地热尾水 **geothermal return water**

地热流体经过换热利用后,温度降低但水质未受污染的地热原水。

## 4 总则

- 4.1 本文件涉及的开采井和回灌井包括雄安新区行政区范围内全部水热型地热开采井和回灌井。
- 4.2 地热开采井和回灌井监测作为地热勘查开发的重要组成部分,贯穿设计、施工、开发和管理全过程,并覆盖全部开采井和回灌井。
- 4.3 地热开采井和回灌井监测宜采用自动化监测、远程传输方式,人工监测应作为必要的补充手段。
- 4.4 地热开采井和回灌井监测项目应包括水位、温度、水质、开采量和回灌量等,且保障各监测项目数据的连续性。
- 4.5 应做好地热开采井和回灌井监测设施的维护,确保监测设施完好,监测设备运行稳定。
- 4.6 应做好监测数据管理,监测数据应及时归档、整编并按要求提交地热管理部门,自动化监测数据真实、及时传输到信息化平台。

## 5 监测项目与要求

### 5.1 流量监测

- 5.1.1 流量监测应包括开采井的开采量和回灌井的回灌量,监测内容应包含瞬时流量和累计流量。
- 5.1.2 流量监测应覆盖全部地热开采井和回灌井。
- 5.1.3 流量监测应采用自动化方式监测,实现流量数据的自动采集、自动存储和远程传输。
- 5.1.4 流量监测的误差不应大于千分之五。
- 5.1.5 采用自动化方式监测,瞬时流量监测频率不应低于1次/时,日累计流量监测频率不应低于1次/天,月累计流量监测频率不应低于1次/月。
- 5.1.6 开采量、回灌量监测应记录每个监测年度的累计量。

### 5.2 水位监测

- 5.2.1 水位监测应包括开采井和回灌井的水位(液面)监测。



- 5.2.2 水位（液面）监测应覆盖全部地热开采井和回灌井。
- 5.2.3 水位（液面）监测应采用自动化方式监测，实现数据的自动采集、自动存储和远程传输。
- 5.2.4 水位监测误差不应大于千分之一。
- 5.2.5 采用自动化方式监测时，监测频率不应低于1次/6小时。
- 5.2.6 采用人工方式监测时，监测频率不应低于4次/年，监测时间安排在每年1月份、4月份、7月份、10月份；重点监测点的地热井监测频率不应低于1次/月。

### 5.3 温度监测

- 5.3.1 温度监测应包括地热井水位（液面）温度、开采井出水温度和回灌井尾水温度。
- 5.3.2 水位（液面）温度监测应覆盖全部地热开采井和回灌井，开采井出水温度应覆盖全部地热开采井，回灌井尾水温度应覆盖全部地热回灌井。
- 5.3.3 温度监测应采用自动化方式监测，实现数据的自动采集、自动存储和远程传输。
- 5.3.4 温度监测误差不应大于 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.3.5 采用自动化方式监测时，监测频率不应低于1次/6小时。
- 5.3.6 采用人工方式监测时，液面温度、开采井出水温度、回灌井尾水温度监测频率不应低于4次/年，监测时间安排在每年1月份、4月份、7月份、10月份，重点监测点地热井监测频率不应低于1次/月，开发储层温度监测频率不应低于2次/年，监测时间安排在每年4月份和10月份。
- 5.3.7 水位（液面）温度监测应与水位监测同步部署，监测位置、频率、时间相同。

### 5.4 水质监测

- 5.4.1 水质监测范围不宜少于开采井总数的 1/2 和回灌井总数的 1/4。
- 5.4.2 水质监测项目应为水质全分析检测，监测频率不应低于 1 次/年。
- 5.4.3 对于多年稳定的化学指标，宜降低监测频率；根据特殊需求，宜增加必要的专项分析、同位素分析和气体分析；对于回灌井尾水监测，宜增加硫、铁、悬浮物、微生物等专项分析。
- 5.4.4 水质监测的地热流体样品的采取与保存方法应遵照 GB/T 11615-2010 相关章节附录执行。

## 6 监测方法与监测设备

### 6.1 流量监测方法与设备要求

- 6.1.1 应采用电磁流量计、超声波流量计或具有传输功能的机械式流量计等流量监测设备，流量计量程选择应能够满足系统运行期间的流量变化。
- 6.1.2 流量计安装应满足以下条件：
  - a) 应安装在室内通风处并避免日晒；
  - b) 应安装在井口主管道上，位于开采井井口所有分水管及设备之前或回灌井所有分水管及设备之后，并保证流量计传感器前后的直管段内充满地热水；
  - c) 应安装在水平管道较低处和垂直向上处，避免安装在管道的最高点和垂直向下处；
  - d) 应远离大功率用电设备，并留有必要的维修空间；
  - e) 如管道振动大，在流量计传感器两边应有固定管道的支座；
  - f) 应按流量计标识的箭头方向安装；
  - g) 流量计入口直管段长度应大于 5 倍管道直径，出口直管段长度应大于 3 倍管道直径，且各直管段内不应有阀门；
  - h) 与流量计相连接的法兰应满足 GB/T 9119-2000 平面、突面板式平焊钢制管法兰的要求。
- 6.1.3 流量计数据传输设备应满足以下条件：
  - a) 应适应 $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度环境和 85%的相对湿度环境；

- b) 数据转换器应具备可充电电池，外接电源应为交流 220V 民用电；
- c) 能同时接入流量和温度数据，并预留 2~3 个数据通道备用；
- d) 应安装在通风良好、通信网络信号畅通、便于观察的墙面或专用支架上，且天线部位不应被物体尤其是金属物体遮挡。

## 6.2 水位监测方法与设备要求

6.2.1 应采用自动化监测设备和人工测线等设备监测水位，自动化监测设备宜采用温度、水位一体式设备。

6.2.2 监测设备量程不应小于预判最大水位变幅的 1.2 倍，并满足监测精度要求。

6.2.3 投入式水位计安装应满足以下条件：

- a) 下入深度应大于地热井预估的最低水位埋深，保证水位计探头始终在水面以下；
- b) 水位计探头应采用泵管捆绑固定或测管下入方式安装；
- c) 采用泵管捆绑固定安装时，应保证水位计探头及线缆的可靠固定，探头位置距离潜水泵泵体不宜小于 6m；
- d) 下入前应在地面测试，确定运行正常后再下入井内，且下入时注意检查探头及线缆有无破损；
- e) 采集设备应悬挂在井口周围或附近建筑物内，防止雨淋，同时应提供充电插座。悬挂时要求箱体保持竖直，便于观察和操作。

6.2.4 非接触式水位计在安装前应确认套管测试口螺纹无磨损、腐蚀或损坏。

6.2.5 开采井和回灌井均应安装水位测管，并采用钢尺水位计进行人工校测。水位测管安装应满足以下条件：

- a) 水位测管宜安装在泵室管外，也可安装在泵室内；
- b) 水位测管材质应为镀锌钢管；
- c) 泵室内水位测管内径宜大于 40 mm，最低不应小于 30 mm，单根测管之间对接偏差不应大于 1.5 mm，井口装置处测管弯曲半径不应大于 0.5 m，参见附录 A 中图 A.1；
- d) 泵室外水位测管应选用直径 42 mm 的无缝钢管，长度不小于 300 m，通过下端接口与表层套管连接。参见附录 A 中图 A.2。

## 6.3 温度监测方法与设备要求

6.3.1 温度监测应采用以下方法与设备：

- a) 开采井出水温度、回灌井尾水温度监测宜采用铂电阻温度传感器或光纤光栅技术；
- b) 地热井水位（液面）温度监测宜采用半导体温度、水位一体化传感器，也可采用铂电阻传感器，留点温度计或光纤光栅技术；
- c) 开发储层温度监测宜采用半导体、铂电阻温度传感器或光纤光栅技术。

6.3.2 温度传感器量程应大于拟监测温度的最大值。

6.3.3 开采井出水温度和回灌井尾水温度监测设备安装应满足以下条件：

- a) 应安装在温度变化灵敏和具有代表性的位置，避开阀门等阻力部件附近及水流流束呈死角或震动较大的位置；
- b) 温度传感器的安装位置应远离强磁场；
- c) 与地热管道垂直安装时，传感器中心线应与工艺管道中心线垂直相交；
- d) 与地热管道成 45°斜安装时，应逆着地热水流向，传感器中心线应与管道中心线相交；
- e) 在地热管道的拐弯处安装时，应逆着地热水流向，传感器中心线应与管道中心线重合。

## 6.4 水质监测方法与设备要求

6.4.1 开采井和回灌井井口均应设置专用水样取样口，开采井井口应安装气体取样口，并配备控制阀

门，附近应有排水设施；参见附录 A 中图 A.3。

6.4.2 地热流体分析样品的采集与保存方法应遵照 GB/T 11615-2010 相关章节附录执行。

## 7 维护与运行

### 7.1 设备维护

7.1.1 应定期检查流量计、水位仪等自动化监测设备的电池电量是否充足、测量是否灵敏、数据传输是否通畅，出现异常及时检修。

7.1.2 季节性开采或回灌的地热井，应在停产期间将泵管从井内提出，检查水位测管腐蚀和破损情况，必要时进行修复或更换。

7.1.3 水位测管管内、外壁均应做防腐、防锈处理，管内不得有异物堵塞。

7.1.4 现场供电和信号传输应采用穿线管，不可走明线、飞线。

### 7.2 设备校验

7.2.1 流量计、管道温度传感器应每 2~3 年进行一次校验。

7.2.2 水位计应每季度进行一次人工校测，钢尺水位计安装的电子温度计宜每年校验一次。

7.2.3 水位自动化监测设备与人工钢尺水位计读数偏差超过 10 cm 时，应及时查找原因并进行处理，保障自动化监测设备准确采集数据。

## 8 数据管理

### 8.1 自动化监测数据的传输

8.1.1 监测点直接入光纤专线，保证数据流稳定，也可使用 4G、5G 或物联网将数据信号回传至控制中心。

8.1.2 应按照各监测参数有关监测频次相关要求，进行数据采集与传输。数据传输过程中确保数据传输的快速、完整和准确，避免数据的泄露。

8.1.3 如因传输网络故障等原因未能将数据定时远传，待传输网络恢复正常后，应及时将储存的数据进行断点续传。

### 8.2 数据存储

8.2.1 数据存储可采用本地服务器存储、云存储等方式。

8.2.2 本地服务器部署应配置安全等级足够的防火墙设备，并及时进行设备软硬件维护，保证设备可靠运行。

8.2.3 云存储数据有专人进行数据维护，确保数据稳定传输，接收正常。

8.2.4 本地服务器数据应及时进行数据备份，备份周期不宜超过 30 天。

### 8.3 人工监测数据的整编与归档

8.3.1 应按照各监测参数有关监测频次相关要求进行数据采集，数据采集应充分利用信息化手段，采用无纸化方式。不能实现无纸化采集的，应按照附录中人工监测表格要求进行填写。参见附录 B。

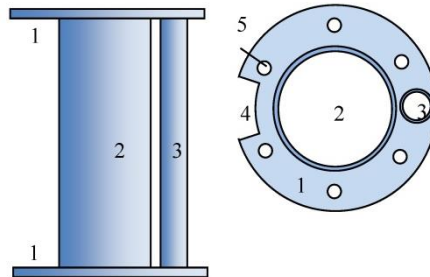
8.3.2 应及时做好资料整编与分析，原始数据按照监测项目、监测时间分类整理，校核不合格的监测数据，应予以标注，进行复核或作另外备份处理。

8.3.3 人工监测数据和自动化监测数据均应录入数据库归档。

8.3.4 应按月、季度、年度进行阶段性成果总结，并及时汇交地热管理部门。参见附录 C。

附录 A  
(资料性附录)

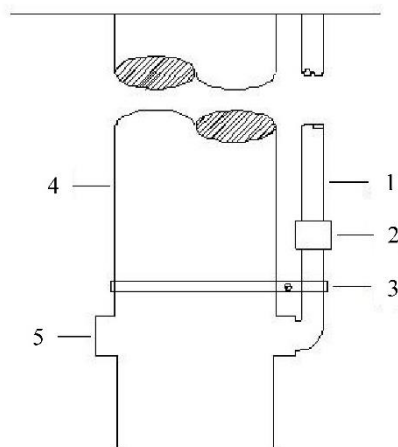
雄安新区开采、回灌井主要监测设备安装示意图



标引序号说明:

- 1—法兰盘;
- 2—泵管;
- 3—测管;
- 4—电缆槽;
- 5—螺栓孔。

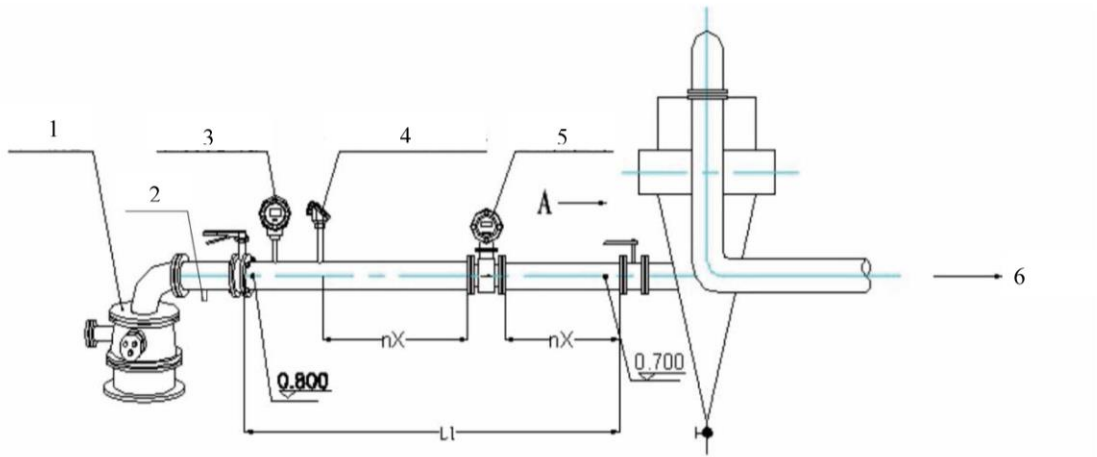
图 A.1 泵室内水位测管安装示意图 (电缆槽可能形状不同)



标引序号说明:

- 1—测管;
- 2—测管接头;
- 3—测管稳定器;
- 4—套管;
- 5—测管连接底座。

图 A.2 泵室外水位测管安装示意图



标引序号说明：

1—井口装置；

2—取样口；

3—压力变送器；

4—一体化温度变送器；

5—电磁流量计；

图 A.3 井口主要设备安装示意图

附 录 B  
(资料性附录)

表 B.1 雄安新区人工监测记录表

井号		热储层		基点标高 (m)	
井权单位			井 址		
静水位埋深 (m)		液面温度 (°C)		尾水温度 (°C)	
热储顶板埋深 (m)		储层厚度 (m)		成井方式	
动水位埋深 (m)		出水温度 (°C)		瞬时流量 (m³/h)	
水位监测设备	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>		水量计量设备	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
利用方式					
备注					
日期		调查人		审核人	

附录 C  
(资料性附录)

雄安新区地热开采井和回灌井月/季/年监测成果情况报告提纲

- 1 概述
  - 2 动态监测系统建设维护情况  
监测系统设计、建设、维护情况
  - 3 监测设备与运行情况  
含总体情况和传感器、远程测控终端、信息化平台等具体内容
  - 4 重点监测井建设情况  
含重点监测井分布图、数据采集率和信息表
  - 5 储层动态特征  
按整体情况、不同储层情况、不同专用监测井情况分别叙述
  - 6 区域动态特征  
水位、温度等区域特征及年际变化情况
  - 7 初步结论
  - 8 存在问题及下一步建议
- 附 热储水位等值线图及其它图件

