

### 地热资源动态监测规程

The regulation for geothermal resources dynamic monitoring

2021 - 04 - 30 发布

2021 - 06 - 01 实施

---

## 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。

本文件由天津市规划和自然资源局提出并归口。

本文件起草单位：天津地热勘查开发设计院。

本文件主要起草人：赵苏民、田光辉、闫佳贤、宗振海、阮传侠、张森、殷肖肖、李虎、赵娜、曾梅香、岳丽燕、董路飞。

# 地热资源动态监测规程

## 1 范围

本文件规定了天津市水热型地热资源（以下简称地热资源）动态监测的总则、开发利用现状调查、监测网点布设、监测设施及相关要求、监测技术要求、动态监测资料的整编和分析、水位动态预报、报告编写及资料汇交要求。

本文件适用于天津地区地热资源动态监测工作。

## 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 11615-2010 地热资源地质勘查规范
- DA/T 41-2008 原始地质资料立卷归档规则
- DZ/T 0133-1994 地下水动态监测规程
- HJ/T 164-2004 地下水环境监测技术规范
- DB12/T 664 地热单（对）井资源评价技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**地热储** geothermal reservoir

简称热储，埋藏于地下，具有有效空隙和渗透性的地层、岩体或构造带，其中储存的地热流体可供开发利用。

### 3.2

**静水位埋深** static water level

在非开采（或回灌）条件下，某一时刻井筒内具备某一液面温度的静止液面到自然地面的垂直距离。

### 3.3

**动水位埋深** dynamic water level

在开采（或回灌）条件下，某一时刻井筒内对应某一液面温度和流量的筒内液面到自然地面的垂直距离。

### 3.4

**井口稳定流温** wellhead steady flow temperature

地热井以某一稳定流量抽水时井口流体所能达到的稳定温度。

### 3.5

**地热资源动态** dynamic of geothermal resources

热储中地热流体的压力、水质、流量、水温等要素在自然因素和人为因素影响下随时间的变化规律。按时间尺度的不同，可分为多年动态、年动态、月动态和日动态（微动态）等。

### 3.6

#### 压力降落漏斗 *press depression cone*

地热井抽水时，在井底附近不同的地点，压力下降（降深）不同，总体上形成以抽水井为中心的漏斗状压力下降区，称为压力降落漏斗。在集中开采区域，多个地热井的压力降落漏斗相互叠加，通常形成区域压力降落漏斗。

### 3.7

#### 井筒效应 *wellbore effect*

由于地热流体的密度与温度的变化成反比，会出现抽水初期地热井内水位上升或保持不变但热储压力却持续下降的现象，或者在同一储层中压力相同的观测孔中水位不一致的现象。

### 3.8

#### 地热尾水 *geothermal tail water*

经利用后的地热水。

### 3.9

#### 地热回灌 *geothermal reinjection*

为保持热储压力、充分利用能源和减少地热流体直接排放对环境的污染，将符合相关回灌水质标准的水源通过回灌井注回热储。

### 3.10

#### 压力场 *pressure field*

热储内部地热流体空间各点在某一时刻的压力分布状态。

### 3.11

#### 温度场 *temperature field*

热储内部空间各点在某一时刻的温度分布状态。

### 3.12

#### 化学场 *chemical field*

地热流体的水化学特征在空间上的分布状态。

### 3.13

#### 动态监测 *dynamic monitoring*

地热资源在勘探、开采及停采阶段，连续记录水位、井口温度、井口压力、开采量、回灌量和蒸汽比例等，并定时分析地热流体化学组分和同位素值的过程。

### 3.14

#### 统测 *unified measurement*

为了解冬季集中开采期前后地热资源动态情况，开展所有地热井的统一测量工作。

### 3.15

#### 采灌系统 *production and reinjection system*

由地热开采井、取水设备、相应的回灌井、回灌设备以及连接采灌井的管路等一系列地热开发利用装置组成的采灌式地热利用系统。包括对井系统和多井系统，对井系统指一采一灌，多井系统有一采两灌、两采一灌、三采一灌等组合模式。

## 4 总则

4.1 地热动态监测应贯穿地热资源勘查、开发和管理的全过程。

- 4.2 地热动态监测的目的是研究并掌握地热开发利用动态变化规律，预测资源的动态变化趋势，为资源评价和规划管理提供科学依据。
- 4.3 地热资源动态监测工作应坚持政府主导、分级负责、科学规划、群专结合的原则。
- 4.4 动态监测工作包括项目设计-数据调查和监测-监测系统安装、运行维护-监测数据整理分析-成果报告编制-资料汇交等内容。项目设计书编制内容详见附录 A。
- 4.5 动态监测工作应按年度开展，工作周期应与天津市地热供暖周期相吻合，即一个周期起始时间为上一年度的 11 月份，结束时间为本年度 10 月份。
- 4.6 所有地热井均应纳入动态监测范围，根据监测需要布设各类监测网点。监测项目包括地热井的水位、水质、流量和温度。保障地热动态监测工作的连续性，固定监测点非特殊情况不得随意变更。
- 4.7 专业机构承担全市动态监测的主体工作，负责大部分地热井的全面监测，建立地热动态监测年报制度；采矿权人承担开采量、回灌量及温度、水位等数据监测、录入和即时上传义务。

## 5 开发利用现状调查

### 5.1 地热利用情况调查

- 5.1.1 调查地热井的编号、位置、热储层类别、基点高度、井权单位等基本信息。
- 5.1.2 调查在用地热井的开采用途及开采方式，查清利用规模。
- 5.1.3 调查井口测管、温度计、流量计等监测设施安装及运行情况、有无保护装置及保护措施。无测管或测管堵的地热井，应调查并记录其提泵检修维护时间和周期。
- 5.1.4 调查地热尾水处理和排放情况。
- 5.1.5 对于新建地热井和地热系统，除了调查 5.1.1~5.1.4 条要求的各项内容外，还应收集井的完井资料、各类试验数据资料并测量和记录井坐标。
- 5.1.6 地热利用情况调查在统测期间开展，与统测工作和日常监测工作同步进行，调查信息记入相应表格。

### 5.2 开采量和回灌量调查

- 5.2.1 调查在用地热井累计开采量、回灌量，读取井口流量计的累计读数，调查频率宜每月 1 次，单位精确到  $1\text{m}^3$ 。累计采灌量调查表见附录 B。
- 5.2.2 采灌量计量设施损坏应及时更换，应详细记录损坏或更换日期，并记录下最后水表读数。

### 5.3 采灌系统调查

- 5.3.1 采灌系统在供暖运行期间应重点调查，调查频次每个供暖季应不少于 2 次，调查记录表见附录 C。
- 5.3.2 调查内容包括设备运行情况、瞬时灌量衰减情况、回灌尾水温度、回灌井水位埋深、管道腐蚀结垢现象等。

## 6 监测网点布设

### 6.1 一般要求

- 6.1.1 地热动态监测网分为控制性监测网和专门性监测网，控制性监测网分为区域网和局部网，区域网控制整个监测区范围，局部网控制局部重点地区；控制性监测网内设重点监测点（构成重点监测网）、一般监测点（构成一般监测网）和统测点。专门性监测网点主要为专门研究而设，由稳态测温测压点、

地震监测井点构成。

6.1.2 监测网点布置的总体原则是点线结合、分层布置、区域控制、局部加密，力求全面控制热储动态，重点反应地热流体的补径排规律。此外还应考虑井的实际监测条件。

6.1.3 监测点布置前应收集监测区基础地热地质资料，了解监测区热储类型、热储分布范围及发育状况、地质构造单元分区及边界条件、控热导热构造、地热井分布情况等。

6.1.4 调查监测区监测现状，现有监测网的设置情况，全面分析并掌握地热动态规律。

6.1.5 做好监测设施的维护工作。

## 6.2 监测点分类

6.2.1 根据监测点控制作用的不同，可分为3类。

- a) 重点监测点：对区域上各构造单元的热储动态具有控制意义的代表性地热井点，具备完整翔实的成井资料，观测条件和监测设施完好，具备连续监测数据。
- b) 一般监测点：在重点监测点的基础上进行布置，对热储动态具有进一步控制作用。具备基本的成井资料，监测条件基本良好，监测数据基本连续。
- c) 统测点：重点和一般监测点以外的所有井点，监测数据不连续，监测条件随机变动，为掌握特定时资源动态设置，可作为一般和重点监测点数据的参考和补充，便于绘制大比例尺图件。

6.2.2 根据监测内容不同，可将监测点分为水位监测点、水质监测点、稳态测温测压监测点。监测点可多项内容同时监测。

6.2.3 根据监测方式不同，可分为自动化监测点和人工监测点。

6.2.4 根据监测主体不同，可分为专业机构自测点和委托监测点。

## 6.3 各类监测点布置

### 6.3.1 重点监测点布置

6.3.1.1 重点监测点布置首先应突出井位控制作用，以覆盖全部监测范围；其次应监测重要水文地质单元、集中开采区、重要经济开发区、规划区等重点地区；再次应以目前开发利用主要热储层为监测重点。

6.3.1.2 以现有热储动态规律为基础，布置与流体径流方向垂直相交的监测线，水位降落漏斗区宜布置相交于漏斗中心的垂直十字交叉线。

6.3.1.3 区域网重点监测点的布置应主要考虑地热流体的总体径流方向、孔隙型热储以平行和垂直北东-南西走向为主线布置，裂隙型热储以垂直和平行于主要断裂走向为主线布置。

6.3.1.4 局部网重点监测点的布置应综合考虑漏斗区形状、断裂发育特征、热储动态特征的突变性。

6.3.1.5 重点监测点要求监测井成井工艺合理，热储段厚度较大，井孔与热储层之间具有良好沟通条件，能灵敏反应热储层动态变化情况。

6.3.1.6 监测网点的布置密度考虑热储类型、地热地质条件的复杂程度以及开发利用程度，以满足对监测数据的需求。布置密度详见表1。

表1 监测点布置密度表

监测网点类别 热储类型	重点监测点		一般监测点	
	孔隙型	裂隙型	孔隙型	裂隙型
区域网	1~2 (点/100 km <sup>2</sup> )	2~4 (点/100 km <sup>2</sup> )	2~3 (点/100 km <sup>2</sup> )	4~6 (点/100 km <sup>2</sup> )
局部网	1~2 (点/50 km <sup>2</sup> )	2~4 (点/50 km <sup>2</sup> )	2~3 (点/50 km <sup>2</sup> )	4~6 (点/50 km <sup>2</sup> )

### 6.3.2 一般监测点布设

- 6.3.2.1 一般监测点在重点监测点的基础上进行布设，进一步掌握和补充监测范围热储动态特征。
- 6.3.2.2 一般监测点的布设原则可适当参考重点监测点的布设原则，在重点监测网的基础上加密监测线，以弥补重点监测点之间的监测空白区。
- 6.3.2.3 断裂两侧可分层加密布置水位监测点，以分析热储之间的水力联系。
- 6.3.2.4 一般监测网点的布设密度可在重点监测点布设密度的基础上适当加密，详见表 1。重点监测点和一般监测点的数量比例宜控制在 1:2。
- 6.3.2.5 重点开采层位、集中开采区、压力降落漏斗区、年降幅高值区、重要构造部位监测点的布设取表 1 的上限值，一般监测区域取下限值。
- 6.3.2.6 针对目前数量相对较少的东营组和寒武系地热井，达不到表 1 中布设密度要求，按照实际监测需求布设。奥陶系地热井按照表 1 仅布设区域网即可。

### 6.3.3 水质监测点布设

- 6.3.3.1 水质监测点在控制性监测网点内选取监测条件良好的井点进行布设，综合考虑区域水文地质单元特征、地热流体补径排条件、热储类型及开发利用强度等分区分层布设，以能全面监测区域地热流体化学特征动态变化为宜。
- 6.3.3.2 水质监测点布设数量宜控制在重点和一般监测点总数的 1/2 左右。
- 6.3.3.3 地热地质条件复杂、水质变化幅度大、水位差异大、水温变化明显、具有严重结垢腐蚀性的区域可适当加密布设、集中回灌区域、地表水回灌区重点监测。

### 6.3.4 稳态测温测压点布设

- 6.3.4.1 为专门研究热储温压状态布设的监测井点，应布设在主要开采层位的集中采灌区，布设时以回灌井为主、开采井为辅，且在区域上具有代表性，确保监测的连续性。
- 6.3.4.2 布设井点在非供暖期应停止采(灌)，不应在非供暖期进行抽水试井、回灌试验等干扰井动态的行为，确保地热井供暖期结束后在自然条件稳态恢复，直至下一个供暖期开始前。

## 7 监测设施及相关要求

### 7.1 监测设施及安装

- 7.1.1 监测设备主要有水位观测管、电磁流量计、温度传感器、压力传感器、下位机、自动化水位监测仪等。
- 7.1.2 监测工具包括测线、卷尺、留点温度计、测温枪、电流表、钢尺水位计、定位器等。
- 7.1.3 应保障各项监测设备的正常使用，测量工具的准确性和灵敏度。
- 7.1.4 井管内水位观测管为镀锌钢管，直径不小于 25mm，与泵管分段焊接并对齐后下入地热井内；井管外水位观测管选择直径 42mm 无缝钢管，长度不小于 300m，通过接口与表层套管连接。测管安装设计图见附录 D。
- 7.1.5 投入生产的井应按照国家标准井口装置进行各类监测设备的安装，包括在井管内安装水位测管、在井口主管道上安装电磁流量计及温度传感器、并连接到下位机实现采灌量及出水温度的实时传输和远程监控。仪表安装应参照安装说明书，并符合相关规范要求，保障测量准确度。

### 7.2 运行维护与管理

- 7.2.1 井权单位负责相关监测点的日常管理和维护，安装各监测设备相应的防护装置，并协助监测部

门的日常监测工作。

7.2.2 井口流量计、下位机等监测设备，由专人定期检修维护，避免人为破坏和恶劣环境条件的影响，发现问题或故障，应及时反馈，查找故障原因并进行处理，无法修复的设备应及时更换。

7.2.3 重点监测点每月进行一次监测设备检查。

7.2.4 地热井测管连同泵管宜定期进行防腐处理。进行提下泵作业时，应注意测管、密封垫对齐，防止错位而遮挡测管接口；锈蚀严重的测管段应及时更换，发生堵塞的管段应疏通后再下入。

7.2.5 地面高程、井口变动等情况，会导致基点高度产生变化，在监测过程中应重新测量并更新。所有井每年进行一次基点统一校准。

7.2.6 人工测线每三个月进行一次校准，标签松动、字迹模糊的应校准后重新标记。钢尺水位计每三个月进行一次校准，避免测线弯折、测头避免长期浸水。

7.2.7 自动化水位监测点应安装专门的井口防护装置，保障仪器设备正常运行。

## 8 监测技术要求

### 8.1 水位监测

#### 8.1.1 监测方法

8.1.1.1 包括人工监测和自动水位仪监测。

8.1.1.2 水位测量时应同时测量基点高度，即起测点与自然地面的垂直距离，起测点高于自然地面记为正值，低于自然地面记为负值，精确到 0.01m。

8.1.1.3 监测动水位数据还应同时测量对应的稳定流量，精确到  $1\text{m}^3$ 。

#### 8.1.2 监测频率及监测时间

8.1.2.1 重点监测点水位每月测量 1 次；一般监测点水位每两个月测量 1 次~2 次；统测监测点每年测量 2 次。

8.1.2.2 重点监测点和一般监测点水位应于每月月底前完成测量；统测监测点于供暖前（9 月~10 月）和供暖后（4 月~5 月）各进行一次测量。

8.1.2.3 同一水文地质单元的井监测日期应尽量一致，同一眼井的测量日期应相对固定。

#### 8.1.3 监测精度及数据记录

8.1.3.1 水位测量精确到 0.01m，温度测量精确到 0.1℃。

8.1.3.2 水位监测数据进行现场记录，重点和一般监测点水位记入水位月报表，统测点水位数据记入统测表，见附录 E、附录 F。

#### 8.1.4 其它要求

8.1.4.1 对间歇开采（回灌）的监测井进行静水位观测，应记录好测量时间距离最近一次停泵时间的时长，精确到 0.5h。

8.1.4.2 通过测管进行水位人工测量时，应匀速提下放测线，遇到卡顿及时调整，避免卡线和管内堆线。如遇卡线情况，应与井权单位协商，采取合理处置措施，严禁将测线扯断掉入井中。

8.1.4.3 无测管或测管堵导致水位无法测量时，应调查井权单位提泵时水位测量和记录数据；未测量的，应调查下泵深度、泵管浸润线位置，作为水位估值的参考依据。

8.1.4.4 利用留点温度计监测液面温度时应注意环境温度对读数的影响，下放测线前温度计读数要确保不高于外界温度，测量完毕应及时读取。

8.1.4.5 对自动化监测水位数据定期分析，发现数据异常应及时查找原因，必要时到现场人工测量并校准。

## 8.2 水质监测

8.2.1 采用地热水质全分析的分析方法，全分析项目见附录 G 中表 G.5 所列数据项。

8.2.2 地热回灌用尾水样可增加硫、铁等专项分析。

8.2.3 取样应符合以下要求：

- a) 水质监测井每年取样 1 次，取样时间为上一年的 11 月至当年 3 月份（供暖期内）；
- b) 开采井取地热水原样流体样，取样时流体出水温度不低于井口稳定流温  $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，取样点应尽可能靠近井口。回灌井取回灌前尾水样，取样点应靠近回灌井口；
- c) 全分析检测项目取样量为 2.5 升，取样方法遵照 GB/T 11615-2010 附录 B.2 执行。专项分析 S、Fe 时应分开取样，并现场固定流体样，取样量及现场固定方法遵照 GB/T 11615-2010 附录 B.2.6 执行；
- d) 取样完毕应在样瓶（桶）体上贴上标签，标签内容包括取样点编号、取样位置、取样温度及取样时间。

8.2.4 水样应及时送往检测单位，水样分析时限，存放和运送等相关操作应遵照 HJ/T 164-2004 第 4 章执行。

8.2.5 水质监测取重点监测点和一般监测点中的地热井水样，遇特殊情况无法在既定周期内取样，可取相同储层且相距最近的统测监测井点的流体样代替。

## 8.3 稳态测温测压

8.3.1 稳态测温测压在非供暖期进行，地热井达到稳态，温度和压力同步测量；测量现场绘制草图，发现异常情况应当场检验设备、操作程序等，排查问题后立即复测。

8.3.2 测井方应提供原始测井数据、测井曲线图和解释成果报告。

8.3.3 监测精度：温度精确到  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，压力精确到  $0.01\text{MP}$ ；监测频率：开采井宜 1 次/年，回灌井 2 次/年~3 次/年；监测时间：开采井宜选择 6~8 月份，回灌井在非供暖期内监测，可按照监测频率等时间间隔设置时间节点。

8.3.4 历年监测频率和时间应相对一致，时间差不宜超过 1 个月。

8.3.5 由专业机构测量，测井提升速度应小于  $800\text{m/h}$ ，测井曲线绘图比例尺可采用 1:500。

8.3.6 回灌井回灌热储段测温时应密切关注温度曲线的变化情况，测量条件具备时应提高测量频率，缩小测点间距。

## 8.4 流量及温度监测

8.4.1 监测地热井的出水量及对应的井口稳定流温，出水量监测应读取井口电磁流量计稳定后读数，同时观测对应的出水温度，可读取井口的温度计量表或采用红外测温枪观测，测量点距井口不应超过 10 米。

8.4.2 温度精确到  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，流量精确到  $0.1\text{m}^3/\text{h}$ 。

8.4.3 监测频率和时间与水位监测一致，监测信息记入水位月报表或统测表。

8.4.4 无法观测到准确流量的，应记录变频器频率、电压、电流，抽水泵功率和下泵深度，以此估算瞬时流量。

## 9 动态监测资料的整编和分析

## 9.1 一般要求

- 9.1.1 原始记录表填写格式应规范统一，字迹清楚工整、禁止涂抹。
- 9.1.2 原始数据按照监测对象、监测时间分类整理，不符合设计目的或测具校核误差大的监测数据，应予以标注，进行复核修正或作另外备份处理。
- 9.1.3 数据整编中出现的异常点数据，条件具备时及时复测，无法复测的数据应查找异常原因，成果应用时慎重考虑。
- 9.1.4 阶段性监测成果，如水位月报表、月累计采灌量等应按月编写监测月报。

## 9.2 资料整编步骤

- 9.2.1 考证基础资料：考证监测井位置（坐标）、编号、热储层、基点、井别等。
- 9.2.2 审核原始监测数据：对监测方法、观测条件引起的数据测量误差、精度进行分析。
- 9.2.3 按照统一格式和要求整理数据并录入系统数据库，数据库格式要求详见附录 F。
- 9.2.4 利用整理后数据绘制相关的图表。
- 9.2.5 原始记录表、测井图等分类编目造册后进行成果验收并归档。

## 9.3 数据处理

### 9.3.1 水位数据处理

- 9.3.1.1 重点监测点和一般监测点的水位数据，应于当月完成数据整理，填写水位月报表并进行质量审核，可采取自检、互检和抽检等形式，自检、互检率为 100%，抽检率应大于 30%。统测监测点水位数据应于统测期结束后及时整理。数据检查无误后及时录入监测系统数据库。对于偶然缺测的数据，不超过一次时，可予以插补后进行特征值统计。插补方法按照 DZ/T 0133-1994 中 8.3.2.1 执行。
- 9.3.1.2 水位校正方法，野外监测取得的水位数据，应进行统一温度校正，由于热的传导扩散特性，可近似认为地热井内地热流体温度与深度呈线性关系，校正公式采用 DB12/T 664 中 6.1.2 校正方法。

### 9.3.2 其它数据处理

- 9.3.2.1 根据采灌量调查表，按月对采灌量数据审核并录入系统，对异常值或波动较大的值应查明原因，及时更正。
- 9.3.2.2 水质检测数据和稳态测井数据在监测周期内由专业性检测机构统一提供，对检测报告的异常数据进行及时处理，条件具备时可复测。

## 9.4 水位数据分析

### 9.4.1 分析方法

- 9.4.1.1 根据开采条件下的热储水位动态变化规律，宜采用 9 月~10 月份静水位数据（统一校正到 20℃ 液面温度）绘制水位埋深等值线图。采用相邻两年内同期静水位（相同温度下）差值来确定水位年降幅，绘制年降幅等值线图。
- 9.4.1.2 水位埋深、年降幅等值线图应按热储分层绘制，图件应能直观反映水位降落漏斗区和年降幅高值区范围，分析漏斗演化趋势。
- 9.4.1.3 绘制代表性井点年内、多年水位动态曲线图，计算年降幅并综合分析水位动态影响因素。
- 9.4.1.4 回灌井水位监测数据应结合实际回灌情况（尾水温度、累计灌量等）综合分析，不可直接用来代表区域上的热储压力状态。

9.4.1.5 单个井的水位埋深与其所在区域水位埋深持续偏差较大时，应考虑单个井的取水段埋深、裂隙发育状况等方面的特殊性；年降幅与所在区域年降幅偏差较大时，应综合分析其影响因素，如开采量突变、采灌用途变更等，并结合多年水位动态数据进行分析。

#### 9.4.2 水位预报

9.4.2.1 地热水位动态预报，是在掌握地热水成因和运移规律的基础上，根据动态监测数据，运用数学模型推算，预报未来某时段内水位的变化量，并以报告或者图件的形式予以展示。

9.4.2.2 应对各个热储层进行地热水位动态预报，地热集中开采区、地热规划区重点关注。

9.4.2.3 水位预报以每年10月份（供暖前年内恢复的最高水位）静水位为指标，绘制各热储层未来1~2年同期的水位埋深等值线分布图，进行水位动态预报。预报方法也可按照DZ/T 0133-1994地下水动态监测规程附录D1。

#### 9.5 采灌量数据分析

9.5.1 按行政区或地质构造单元分区、按热储分类统计年度地热流体累计采灌量，计算年度消耗量，分析不同地区地热开发利用情况、开采强度及同比变化情况。

9.5.2 初步分析采灌量与水位埋深（热储压力）、年降幅变化的相关性，见GB/T 11615-2010附录B.2.4的内容。

#### 9.6 水质检测结果分析

9.6.1 采用舒卡列夫分类法确定不同地区的水质类型，绘制水化学类型及矿化度平面分布图。根据同一地区不同深度热储水质检测结果，绘制水化学组分及矿化度垂向变化分布图。

9.6.2 不同构造单元、热储层地热流体水化学特征有较大差别，对特征组分应进行重点分析。

9.6.3 绘制重点监测点的主要水化学组分或某些元素含量动态曲线图、分析开采条件下的动态变化特征。

9.6.4 地热流体化学特征波动明显时，应分析原因，必要时提高取样频率。

#### 9.7 稳态测温测压数据分析

9.7.1 绘制井温曲线与地层剖面（取水段）对应关系图，分析垂向上地温、地温梯度的变化特征。

9.7.2 绘制监测井点某一深度处温度、压力历时曲线图、分析采灌条件下井筒内的温、压动态变化。

9.7.3 应重点关注并分析回灌井温度场动态变化，对回灌引起的热储低温段的温度变化范围、周期内波动幅度、最低值下降速率等进行分析研究。

### 10 报告编写

#### 10.1 报告编写

10.1.1 成果报告的编制形式包括月报、年报以及研究报告。

10.1.2 成果报告的编制依据为动态监测资料，同时应广泛收集和利用各部门调查资料，如地震观测井监测资料。

10.1.3 月报编写以对应月份的水位、采灌量等数据为依据，对数据采集情况、水位及采灌量环比、同比变化情况进行简要分析和总结。

10.1.4 年报编写主要内容应包括地热开发利用现状、动态要素（压力、温度、水质等）变化特征及影响因素分析、资源合理开发利用措施等，见附录H。根据项目需求年报中可适当增加相关内容的介绍，如地热地质条件、项目完成及经费使用情况等，报告应突出科学性、针对性和适用性。年度动态数据统

计周期为上一年度 11 月至当年 10 月（与年度工作周期相对应），年度动态监测报告形成周期为上一年度 11 月至当年 12 月。

10.1.5 研究报告应对近几年地热动态进行综合分析和深入研究，并查找监测工作的不足之处。编写周期以 3-5 年为宜，根据资源动态及规划需要灵活调整。

10.1.6 图件绘制要求如下：

- a) 图件绘制要素应能直观反映地热资源动态、开发利用现状、开发利用潜力等信息；
- b) 报告中水位埋深、温度、水化学及开采强度等平面分布图的插图应尽量采用统一比例尺；并采用统一的脱密全市交通—底图。

## 11 资料汇交

11.1 地热资源动态监测各项原始数据应及时录入系统数据库，并由检查人员将录入数据与原始数据逐一核对。

11.2 将动态监测原始记录、过程文件、成果资料等按 DA/T 41-2008 原始地质资料立卷归档规则进行分类、编号、立卷归档。

11.3 应在管理部门出具的资料汇交通知书规定时间内完成立卷工作，并向地质档案部门汇交。

附 录 A  
(规范性)  
设计书编制

A.1 地热资源动态监测设计书的编制，应以地热管理部门的目标任务、工作要求、工作现状及相关技术标准为依据。

A.2 设计书是对监测工作总体部署和安排，应在监测工作开始之前完成编制。编制之前，应充分收集已有资料，调查地热井情况，核实工作量。

A.3 设计书编制应由地热专业监测机构完成，提纲应包括以下内容：

前言

第一章：资源条件

第二章：开发利用现状

第三章：监测工作现状、存在问题及对策

第四章：动态监测网的优化与布设

第五章：工作方法和技术要求

第六章：工作部署

第一节 总体部署

第二节 进度安排

第七章：实物工作量

第八章：预期成果

第九章：经费预算

第十章：保障措施

附：①地热资源地热井监测点总表及各类相关记录表

②地热资源开发利用动态监测水位监测点和稳态测温测压井工程布置图

③地热资源开发利用动态监测水质监测点工程布置图

④地热资源开发利用动态监测回灌监测点工程布置图

附 录 B  
(规范性)  
累计采灌量调查表

累计采灌量调查记录见表B.1。

图B.1 累计采灌量调查表

开采井		回灌井	
井号		井号	
井位		井位	
热储层		热储层	
本月读数		本月读数	
上月读数		上月读数	
本月累计开采量		本月累计回灌量	
调查人		调查人	
调查日期		调查日期	
备注		备注	

附 录 C  
(规范性)  
采灌系统调查表

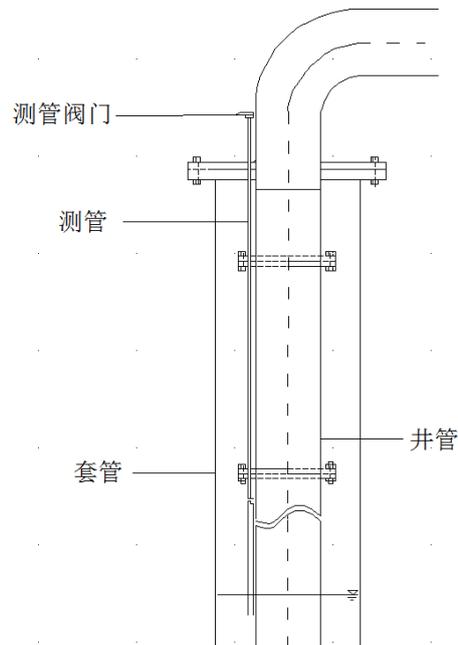
采灌系统调查记录见表C.1。

表C.1 采灌系统调查表

采灌系统调查表 (对井系统 <input type="checkbox"/> 多井系统 <input type="checkbox"/> )			
开采井		回灌井	
井号		井号	
井位		井位	
开采目的层		回灌目的层	
是否安装自动化监测仪器	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	是否安装自动化监测仪器	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
瞬时开采量	$\text{m}^3/\text{h}$	瞬时回灌量	$\text{m}^3/\text{h}$
累计开采量	$\text{m}^3$	累计回灌量	$\text{m}^3$
开采温度	$^{\circ}\text{C}$	回灌温度	$^{\circ}\text{C}$
水位	m	水位	m
使用类型	间供 <input type="checkbox"/> 直供 <input type="checkbox"/>	回灌方式	自然回灌 <input type="checkbox"/> 加压回灌 <input type="checkbox"/>
		是否有过滤装置	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
		是否有回灌管	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
		回灌率	%
存在问题:			
备注:			

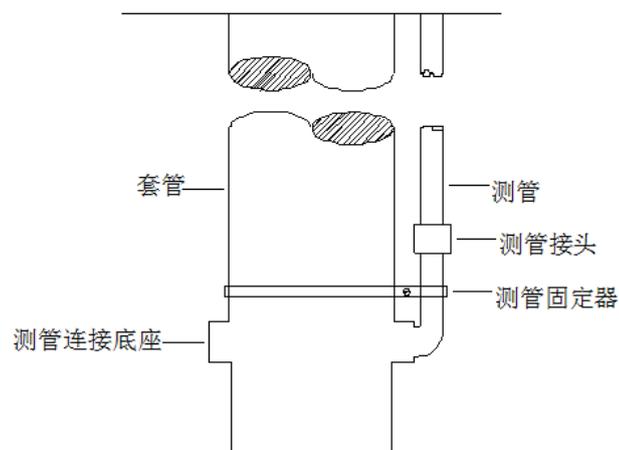
附录 D  
(规范性)  
测管设计安装示意图

D.1 井内测管见图 D.1。



图D.1 地热井传统测管设计安装示意图

D.2 管外测管见图 D.2。



图D.2 地热井管外水位测管设计安装示意图



附 录 F  
(规范性)  
地热井动态监测统测表格

地热井动态监测统测表见表F.1。

表F.1 地热井动态监测统测表

井号		热储层		基点高度 (m)	
井权单位			井址		
静水位埋深 (m)		液面温度 (°C)		尾水温度 (°C)	
动水位埋深 (m)		出水温度 (°C)		瞬时流量 (m <sup>3</sup> /h)	
测管情况	通畅 <input type="checkbox"/> 堵 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>		下位机情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
供暖面积 (万 m <sup>2</sup> )			其它利用 方式		
备注					
日期		调查人		审核人	

**附录 G**  
**(规范性)**  
**系统数据库格式要求**

**G.1 数据库结构**

数据库结构包括库结构和表结构，库结构见表G.1，由六类基本数据表构成，钻孔基本信息表为主表，其余表为辅助表，以统一编号为关键字段进行关联。

**表G.1 地热动态监测系统数据库结构表**

序号	数据表名称	数据属性
1	钻孔基本信息	主表
2	地热井开采量	辅助表
3	地热井回灌量	辅助表
4	地热井水位动态	辅助表
5	地热井水质	辅助表
6	地热井开发利用现状	辅助表

**G.2 数据表结构**

数据库中每个表结构包括相应的数据项，见表G.2~G.6。将动态监测过程中采集到的各类监测信息按对应表的格式要求进行整理后录入。

**表G.2 钻孔基本信息表**

序号	数据项名称	数值单位
1	钻孔编号	/
2	完钻孔深	m
3	地热井位置	/
4	流量	m <sup>3</sup> /h
5	出水温度	℃
6	热储层名称	/
7	热储层厚度	m
8	热水储层温度	℃
9	含水段起止深度	m
10	热流体水质类型	/
11	矿化度	mg/L
12	地热用途	/
13	基点高度	m
14	横坐标	m
15	纵坐标	m
16	完井日期	年.月.日

**表G.3 地热井开采量、回灌量表**

序号	数据项名称	数值单位
1	钻孔编号	/
2	测量时间	年.月.日
3	开采/回灌	1 或 0
4	水量	m <sup>3</sup> /月

表G.4 地热井水位动态信息表

序号	数据项名称	数值单位
1	钻孔编号	/
2	测量时间	年.月.日
3	水位埋深	m
4	静水位液面温度	℃
5	校正水位_20℃	m

表G.5 地热井水质信息表

序号	数据项名称	数值单位
1	钻孔编号	/
2	水样采取时间	年.月.日
3	水样化验时间	年.月.日
4	水质分析项目	/
5	水温	℃
6	钙离子	mg/L
7	镁离子	mg/L
8	钾离子	mg/L
9	钠离子	mg/L
10	铜离子	mg/L
11	锰离子	mg/L
12	锌离子	mg/L
13	铬离子	mg/L
14	铅离子	mg/L
15	铵	mg/L
16	全铁	mg/L
17	氯离子	mg/L
18	硫酸根	mg/L
19	重碳酸根	mg/L
20	碳酸根	mg/L
21	硝酸根	mg/L
22	亚硝酸根	mg/L
23	溴离子	mg/L
24	碘离子	mg/L
25	磷酸根	mg/L
26	氟离子	mg/L

序号	数据项名称	数值单位
27	总硬度	mg/L
28	永久硬度	mg/L
29	暂时硬度	mg/L
30	负硬度	mg/L
31	pH 值	/
32	总碱度	mg/L
33	总矿化度	mg/L
34	总固体	mg/L
35	二氧化硅	mg/L
36	游离二氧化碳	mg/L
37	水化学类型	/

表G.6 地热井利用现状表

序号	数据项名称	数值单位
1	钻孔编号	/
2	统计时间	年.月.日
3	开采/回灌量	m <sup>3</sup> /a
4	供热面积	m <sup>2</sup>
5	其它用途	m <sup>3</sup> /a

## 附录 H

(规范性)

### 地热资源动态监测年报编写及附图附表要求

#### H.1 年报主要内容

##### H.1.1 地热开采利用状况

##### H.1.2 热储层各监测项动态特征

H.1.2.1 热储层动力场动态特征。

H.1.2.2 热储层流体化学动态特征。

H.1.2.3 热储层温度场动态特征。

##### H.1.3 热储层动态变化影响因素分析

##### H.1.4 回灌对热储层的影响

H.1.4.1 回灌对动力场的影响。

H.1.4.2 回灌对水化学场的影响。

H.1.4.3 回灌对温度场的影响。

##### H.1.5 监测设施维护

##### H.1.6 水位预报

##### H.1.7 结论和建议

#### H.2 年报主要附图

H.2.1 实际材料图。

H.2.2 开发利用现状图。

H.2.3 水位埋深及降幅等值线图。

H.2.4 地热流体开采强度图。

### 参 考 文 献

- [1] 沉积盆地型地热田勘查开发与利用[M]. 赵苏民、孙宝成、林黎等. 北京: 地质出版社, 2013.
  - [2] 水文地质手册[M]. 中国地质调查局. 北京: 地质出版社, 2012.
  - [3] 中低温地热资源动态监测技术标准及标准研究[R]. 天津地热勘查开发设计院, 2005.
  - [4] 天津市2018年度地热资源开发利用动态监测项目设计[R]. 天津地热勘查开发设计院, 2018.
  - [5] 天津市2018年度地热资源开发利用动态监测年报[R]. 天津地热勘查开发设计院, 2019.
-