

DB21

辽宁省地方标准

DBXX/TXX-XXXX

辽宁省地热井监测技术规程

Technical Specifications for Geothermal Well Monitoring, Liaoning  
(征求意见稿)

2024-XX-XX发布 2025-XX-01实施

辽宁省市场监督管理局 发布

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 前言 .....          | I  |
| 引言 .....          | II |
| 1 范围 .....        | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....   | 1  |
| 3 术语和定义 .....     | 1  |
| 4 总则 .....        | 3  |
| 5 地热井监测布设 .....   | 3  |
| 6 监测项目与要求 .....   | 4  |
| 7 监测设备及相关要求 ..... | 4  |
| 8 信息化平台 .....     | 5  |
| 9 资料整编与分析 .....   | 6  |
| 附录A .....         | 8  |
| 附录B .....         | 9  |
| 附录C .....         | 10 |
| 附录D .....         | 11 |
| 附录E .....         | 12 |
| 附录F .....         | 13 |
| 附录G .....         | 14 |
| 附录H .....         | 17 |
| 附录I .....         | 18 |

# 前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由辽宁省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省第七地质大队有限责任公司。

本文件主要起草人：张健、张祺、王君、张立、刘月吉、张鹏、丛宏宇。

本文件为首次发布。

归口管理部门通讯地址：辽宁省自然资源厅（沈阳市皇姑区北陵大街29号）。

联系电话：024-62789175。

文件起草单位通讯地址：辽宁省第七地质大队有限责任公司（丹东市元宝区文化路866号）。

联系电话：0415-4151381。

# 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，对地热井进行长期观测，能够直接表观地热流体的水温、水量的动态变化情况，是地热资源动态监测体系的重要环节，为此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，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。

为进一步规范辽宁地区地热资源动态监测工作，支持地方高标准建设地热资源开发利用动态监测系统，经广泛调研，认真总结北京、天津、河北等国内相关地区实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，特制定《辽宁省地热井监测技术规程》。本文件共分11章和7个附录，对地热专用监测井布设、监测项目与要求、监测设备、信息化平台、维护与管理、资料整编与分析等做出了规定。

# 辽宁省地热井监测技术规程

## 1 范围

本文件规定了地热井监测的术语和定义、总则、监测项目与要求、监测设施、监测技术要求、信息化平台、维护与管理、资料整编与分析等。

本文件适用于辽宁地区地热井监测工作，尚不包括干热岩井。

## 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/T11615 地热资源地质勘查规范  
SL651-2014 水文监测数据通信规约  
GB/T11615-2010 地热资源地质勘查规范  
DA/T41-2009 原始地质资料立卷归档规则  
DZ/T0133-1994 地下水动态监测规程  
HJ/T164-2004 地下水环境监测技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **地热资源 geothermal resources**

能够经济地被人类所利用的地球内部的地热能、地热流体及其有用组分。目前可利用的地热资源主要包括：天然出露的温泉、通过热泵技术开采利用的浅层地热能、通过人工钻井直接开采利用的地热流体以及干热岩体中的地热资源。

### 3.2

#### **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。

### 3.3

#### **开采井 production well**

用于将地下热水或地热蒸汽开采出地面的地热井。

### 3.4

#### **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。

### 3.5

#### **生产监测井 production monitoring well**

利用开采井或回灌井进行监测的井（孔）。

### 3.6

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

指不参与开采、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，按照监测方式可分为自动化监测井和人工监测井两种类型。

### 3.7

#### **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。

### 3.8

#### **带状热储 zoned reservoir**

以对流传热为主平面上呈条带状延伸、具有有效空隙和渗透性的断裂带构成的热储。

### 3.9

#### **层状热储 stratified reservoir**

以传导热为性，分布面积大并具有有效空隙和渗透性的轴层构成的热储。泛指沉积盆地型热储。

### 3.10

#### **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。

### 3.11

#### **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。

### 3.12

#### **井口稳定流温 well head 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。

### 3.13

#### **地热动态监测系统 geothermal dynamic monitoring system**

为实现地热动态监测，由信息化平台、监测设备、监测井和保护设施等构成的整体系统。

### 3.14

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

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地热监测设备，一般包括传感器（探头）、远程测控终端和保护设施等。

### 3.15

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

利用井下测量设备对稳态条件下的地热井从井口液面至井底进行的温度、压力连续测量。

### 3.16

#### **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。

### 3.16

#### **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。

### 3.17

#### **化学场 chemical field**

地热流体的水化学特征在空间上的分布状态。

### 3.18

#### **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。

### 3.19

#### 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)。

### 4 总则

- 4.1 本文件涉及的开采井和回灌井包含辽宁省行政区范围内全部水热型地热开采井和回灌井。
- 4.2 地热井监测建设应贯穿地热资源勘查、开发和管理的全过程。拟投入或已投入开采的地热田，宜建立地热动态监测系统和监测井，掌握地热资源的天然动态与开采动态，并随着地热田开发利用程度的加深，不断地优化和完善。
- 4.3 地热井监测建设应在基本查明地热系统条件，特别是地热地质和储层、流体天然状态的前提下开展。
- 4.4 地热井监测建设宜采用自动化监测、远程传输方式。
- 4.5 地热井监测项目应包括水位、水温、水质、开采量、回灌量等，监测井非特殊情况不得随意变更。
- 4.6 地热井监测建设应纳入地热资源动态监测整体工作统筹开展，应与开采井、回灌井监测统筹考虑和部署，并与人工监测相结合。
- 4.7 应做好地热动态监测系统和监测井维护，确保监测系统和监测井各项设备运行稳定。
- 4.8 应及时做好监测数据整编和阶段性成果总结，按年度对监测成果进行系统分析，编制年度监测报告，及时汇交地热管理部门。

### 5 地热井监测布设

#### 5.1 基本原则

- 5.1.1 地热井监测的选取应充分利用已有关停和未利用的地热井。
- 5.1.2 地热井监测宜充分考虑地热系统的边界条件，控制不同地热地质单元。
- 5.1.3 地热井监测应有效控制已探明的不同地热储层，重点控制开采的主要储层，兼顾其它储层。
- 5.1.4 地热井监测作为区域动态监测网的重要组成部分，不宜限于布设在地热采矿权区块内部。

#### 5.2 一般要求

- 5.2.1 地热井监测宜选取钻孔资料详细、准确，成井工艺合理，井孔与热储层之间具有良好沟通条件的地热井，能灵敏反映热储层的动态变化。
- 5.2.2 专用监测井应宜选取在生产监测井的基础上，充分分析区域流场、温度场、化学场变化规律，筛选能够有效反映区域动态变化规律的地热井。
- 5.2.3 地热井监测宜采用自动化监测设备，并依靠科技进步持续优化改进监测方法和仪器设备，提高监测工作质量和效率。
- 5.2.4 自动化监测应与人工监测相结合，依托人工监测进行数据校准和设备核查。
- 5.2.5 应做好监测设备管理和维护，数据间断时间在供暖前和停暖后一个月内不超过7天，其它时段不超过30天。
- 5.2.6 地热井监测宜覆盖地热全部开采区块。
- 5.2.9 地热井监测部署密度宜考虑监测需求、热储类型、地热地质条件的复杂程度、开发利用强度和地热井分布现状。原则上带状热储不宜少于3眼/100km<sup>2</sup>，层状热储不宜少于5眼/100km<sup>2</sup>，重点监测点宜适当加密监测。

5.2.8 解决特定问题的专用监测井应布设在有代表性的地段，应依据任务设计监测方案。

## 6 监测项目与要求

### 6.1 流量监测

- 6.1.1 流量监测应覆盖全部地热开采井和回灌井，监测内容应包含瞬时流量和累计流量。
- 6.1.3 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。
- 6.1.4 流量监测的误差不应大于千分之五。
- 6.1.5 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。
- 6.1.6 开采量、回灌量监测应记录每个监测年度的累计量。

### 6.2 水位监测

- 6.2.1 水位监测应覆盖全部地热开采井和回灌井。
- 6.2.2 监测井宜安装水位自动化监测装置，以自动采集、自动存储、远程传输方式为主，人工监测为辅。
- 6.2.3 水位监测的误差不应大于千分之一。
- 6.2.4 自动化监测频率应不少于1次/小时，远程传输频率应不少于1次/天。
- 6.2.5 人工监测频率不应少于3次/月。

### 6.3 水温监测

- 6.3.1 水温监测应覆盖全部地热开采井和回灌井。
- 6.3.2 监测井宜安装温度自动化监测装置，以自动采集、自动存储、远程传输方式为主，人工监测为辅。
- 6.3.3 温度监测最大误差不应大于 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.3.4 温度监测应与水位监测同步部署，监测位置、频率、时间相同。

### 6.4 水质监测

- 6.4.1 水质监测数量不宜少于开采井总数的1/2和回灌井总数的1/4。
- 6.4.2 水质监测项目宜对水质进行全分析，对于多年稳定的化学指标，可以适当减少。对于特殊地区，可适当增加必要的专项分析。
- 6.4.3 水质监测频率不应少于1次/年。
- 6.4.4 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。

## 7 监测设备及相关要求

### 7.1 监测设施及安装

#### 7.1.1 流量监测设备及要求

- a) 抽水回灌流量监测设备量程应大于单井最大可开采（回灌）量，循环流量监测设备量程应大于系统设计最大循环流量，精度等级应不低于 $\pm 0.5\%$ ；
- b) 流量监测宜采用管段式流量计，当流量计为后期安装且不能破坏原管道时，可采用外加式超声波流量计。

#### 7.1.2 水温监测设备及要求

- a) 温度监测设备量程应大于管道温度多年最大变幅，精度应不低于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；

b) 温度自动化监测宜采用投入式温度传感器，当传感器为后期安装且管道不可开孔时，可采用贴片式温度传感器；人工监测宜采用电子温度计。

#### 7.1.3 水位监测设备及要求

a) 水位监测设备量程应大于水位多年最大变幅，精度应不低于满量程的 $\pm 0.2\%$ ；

b) 水位自动监测探头宜采用投入式水位传感器，应置于多年最大动水位以下，可与温度传感器共为一体；人工监测宜采用钢尺水位计。

#### 7.1.4 水质监测设备及要求

a) 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

b) 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。

#### 7.1.5 数据采集传输设备及要求

a) 数据采集传输设备应具备现场数据存储和远程传输功能，可设置数据采集传输频率间隔应不大于1h，可存储数据时长应不少于1年；

b) 可通过多种方式作为供电电源，宜能满足野外稳定运行不少于3个月的供电需求；

c) 设备应具备防潮防尘功能，防护等级应不低于IP65。

7.1.6 所有监测设备应按设备校验周期要求定期进行校验。

7.1.7 自动化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 信息化平台

### 8.1 数据管理与服务系统

8.1.1 地热动态监测系统的信息化平台应具备用于接收、存储、处理和展示来自地热开采井、回灌井、地热专用井的监测数据，并实现对地热动态监测装备的监管。

8.1.2 地热动态监测系统的信息化平台应包括（或具备功能）以地热监测设备为管理对象的“地热监测设备远程管理系统（模块）”和以监测数据为管理对象的“地热监测数据管理（服务）系统（模块）”。

8.1.3 地热监测设备远程管理系统和地热监测数据管理（服务）系统都应对地热监测井管理人员和建设人员进行分级，分别赋予不同的权限。

8.1.4 地热监测设备远程管理系统应通过交互随时读取地热监测数据管理（服务）系统的原始数据。

8.1.5 地热监测数据管理（服务）系统应通过交互随时读取地热监测设备远程管理系统设备运行状态。

### 8.2 设备远程管理系统功能

8.2.1 应具备对监测井的地图定位、建井信息查询等功能。

8.2.2 应具备对监测井、传感器与远程测控终端等自动化监测设备和人工监测设备的管理功能。

8.2.3 应具备随时查看监测设备的数据接收、入库、解译情况。

8.2.4 应具备设定设备故障预警功能，在远程测控终端预先设定的发送周期下，3个周期未获得有效数据应启动黄色预警，4个周期未取得有效数据应启动橙色预警，5个周期未取得有效数据应启动红色预警。

8.2.5 应具备根据预警级别向不同层次的管理人员和建设人员发送预警功能。

8.2.6 应对不同厂商的监测设备进行监控与评价。

8.2.7 应具备对专用监测井、监测设备信息的查询统计及报表生成功能。

### 8.3 数据管理系统功能

8.3.1 应按照用户管理、角色管理、权限管理、数据管理的顺序和层级建立明确的管理体系。

8.3.2 应具备与附录A内容相对应的数据库、表和字段。

- 8.3.3 应具备对监测井和用户信息的添加、修改、删除和查看功能。
- 8.3.4 应具备对监测数据的检索查看和导出功能。
- 8.3.5 应具备对不同监测井设定监测数据的上下限功能，监测数据超限需预警提示。
- 8.3.6 应对监测数据进行简单的处理。
- 8.3.7 应可实现绘制年度、季度的单井数据曲线和多井数据等值线图。

#### 8.4 设备管理系统手机版

- 8.4.1 在条件允许的情况下，宜配备设备管理系统手机版，方便野外现场对监测设备的管理与维护。
- 8.4.2 设备管理系统手机版应通过密码登录。
- 8.4.3 设备管理系统手机版应具备实现监测井卫星定位、监测井导航功能。
- 8.4.4 设备管理系统手机版应实现对地热监测设备及数据的实时查询及状态分析。
- 8.4.5 设备管理系统手机版应实现对监测设备运行参数和监测数据的预警值进行展示和推送，监测设备的运行参数应包括对监测井的远程测控终端状态、传感器状态、电池电量、数据不连续天数。
- 8.4.6 设备管理系统手机版应实现远程故障排除、设备调试、参数设置等功能。

### 9 资料整编与分析

#### 9.1 一般规定

- 9.1.1 应充分利用信息化手段，采用无纸化方式实现监测数据采集。不能实现无纸化采集的原始记录表，填写格式应规范统一，字迹清楚工整，禁止涂抹。
- 9.1.2 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。
- 9.1.3 对于无法查找原因的异常数据，不做统计，但需保存相关记录，以备有据可查。
- 9.1.4 应按月、按季度、按年度进行阶段性成果总结，并及时汇交地热管理部门。

#### 9.2 数据处理

- 9.2.1 自动化监测方式采集的水位、水温数据应在每月5日前完成上月数据整理和质量审核。
- 9.2.2 人工监测的水位、水温、水质和稳态测温测压数据应在完成后及时整理分析，并采取自检、互检和抽检等形式做好质量控制，自检、互检率为100%，抽检率应大于30%。
- 9.2.3 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。
- 9.2.4 水位数据应进行统一温度校正，消除井筒效应的影响。可采用公式（1）进行水位的温度校正。

$$h_2 = H - \frac{\rho_1}{\rho_2} [H - (h_1 - h_0)] \quad (1)$$

式中： $h_2$ —校正后水位埋深（m）；

$H$ —取热储富集段中点埋深（m）；

$\rho_1$ —热储温度和液面温度的平均值所对应的流体密度（ $\text{kg/m}^3$ ）；

$\rho_2$ —热储温度所对应的流体密度（ $\text{kg/m}^3$ ）；

$h_1$ —观测水位埋深（m）；

$h_0$ —基点高度（m）；

- 9.2.5 水质检测数据应在一个监测周期内由专业性检测机构一次性提供，对检测报告的异常数据进行及时反馈，条件具备时可复测。

#### 9.3 数据分析

- 9.3.1 应编制单井水位、水温随时间变化曲线，并分析水位、水温动态变化规律及动态影响因素。
- 9.3.2 应采用校正后统一温度水位数据，结合区域其它地热井监测数据，编制区域水位等值线图。
- 9.3.3 应采用相邻两年内同期静水位差值来确定水位年降幅，结合区域其它地热井监测数据，绘制年降幅等值线图，应以每年10月底静水位数据差值做统一对比。
- 9.3.4 水位等值线、年降幅等值线图应按热储分层绘制，确定水位降落漏斗区和年降幅高值区范围。
- 9.3.5 水质分析应采用舒卡列夫分类法确定水质类型，结合区域其它地热井测试数据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。
- 9.3.6 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。可采用Piper三线图示法，表示主要离子组分含量及水化学特征，分析其成分演化规律。
- 9.3.7 宜对监测井主要水化学组分或某些元素含量动态曲线图、分析水化学组分的动态变化。地热流体水化学特征在短期内观察不到明显动态变化的，应在资料充分时尽量增大时间跨度；在短期内有相对较大变化时，应分析原因，必要时提高取样监测频率。
- 9.3.9 在掌握地热水成因和运移规律的基础上，宜根据动态监测数据，运用数学模型推算，预报未来某时段内监测要素的变化量，并形成报告或者图件。

#### 9.4 成果资料编制

- 9.4.1 成果报告的编制形式包括月（季）报、年报以及研究报告。
- 9.4.2 月（季）报编制以对应月份的水位、水温等数据为依据，对数据采集情况、水位及水温环比、同比变化情况进行简要分析和总结。
- 9.4.3 年报编写主要内容应与区域其它地热井监测密切结合，总结年度地热监测系统和专用监测井运行情况，分析水位、水温等动态要素变化特征及影响因素，分析存在问题，并提出下一步工作建议。
- 9.4.4 研究报告应对近几年地热动态监测系统和专用监测井运行情况、动态要素年度变化情况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，也可根据资源动态及规划需要灵活调整。
- 9.4.5 年报和研究报告编写提纲应参见附录H的有关要求。
- 9.4.6 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；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一底图。
- 9.4.7 地热监测系统和专用监测井运行情况、维护情况、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。
- 9.4.9 应将动态监测原始记录、过程文件、成果资料等按原始地质资料立卷归档规则进行分类、编号、立卷归档。依据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

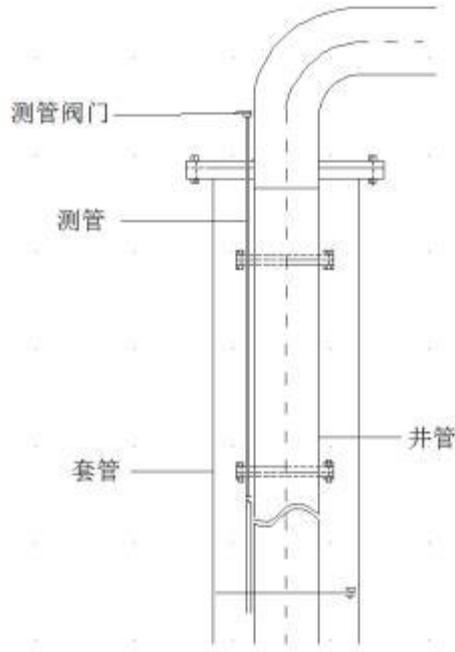
采灌系统调查记录见表C.1。

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  | $m^3/h$  | 瞬时回灌量       | $m^3/h$  |
| 累计开采量  | $m^3$  | 累计回灌量       | $m^3$  |
| 开采温度   | $^{\circ}C$  | 回灌温度        | $^{\circ}C$  |
| 水位   | m  | 水位          | m  |
| 使用类型   | 间供 <input type="checkbox"/><br>直供 <input type="checkbox"/> | 回灌方式        | 自然回灌 <input type="checkbox"/><br>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<br>(m)  |  |
| 井权单位                        |   |              | 井址             |  |  |
| 静水位埋深<br>(m)                |   | 液面温度<br>(°C) |                | 尾水温度<br>(°C)   |  |
| 动水位埋深<br>(m)                |   | 出水温度<br>(°C) |                | 瞬时流量<br>(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<br>(万 m <sup>2</sup> ) |   |              | 其它利<br>用方<br>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

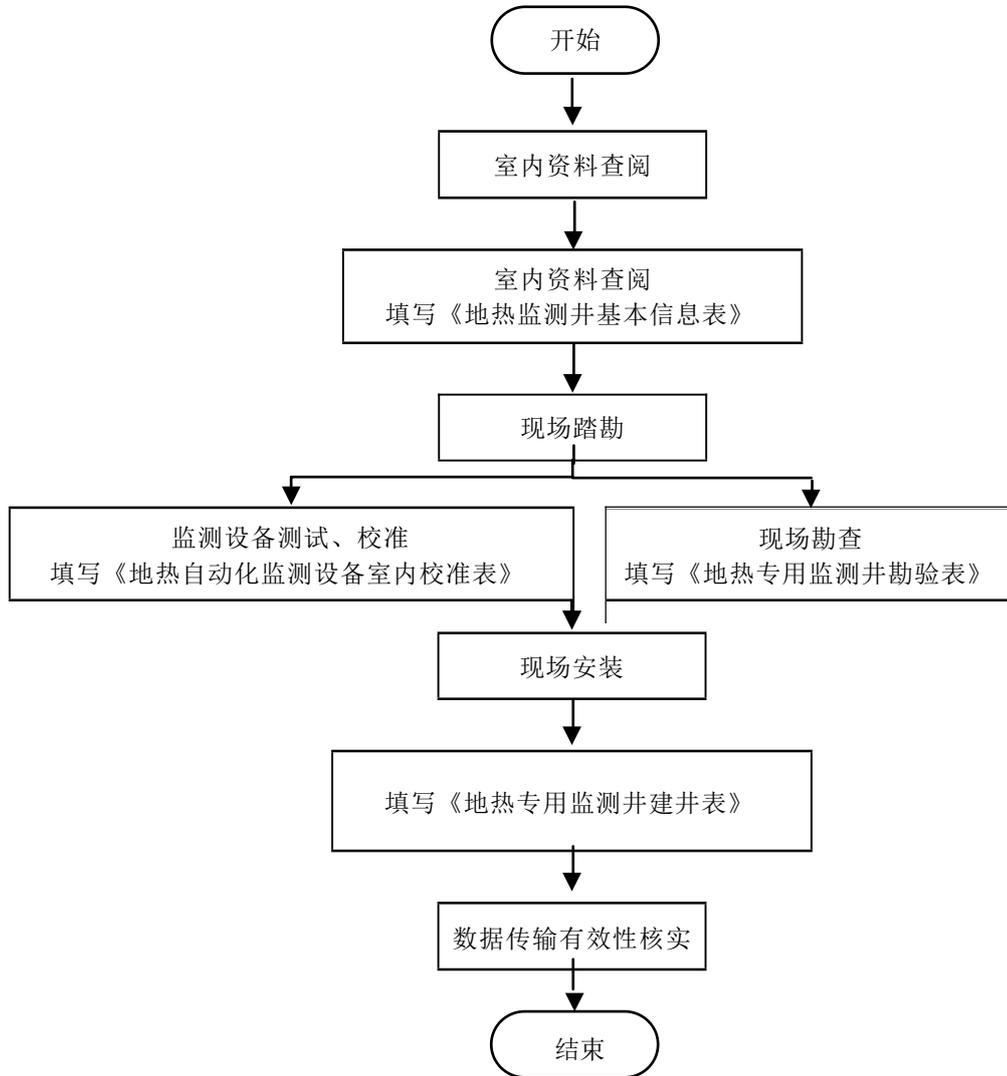
| 序号 | 数据项名称  | 数值单位              |
|----|--------|-------------------|
| 1  | 钻孔编号   | /                 |
| 2  | 统计时间   | 年.月.日             |
| 3  | 开采/回灌量 | m <sup>3</sup> /a |
| 4  | 供热面积   | m <sup>2</sup>    |
| 5  | 其它用途   | m <sup>3</sup> /a |

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。

附录I  
(规范性附录)  
地热监测井建井流程及表式

1.1 地热专用监测井建井流程



I. 2地热监测井基本信息表

|       |         |  |     |         |         |     |          |          |       |    |    |      |   |   |   |
|-------|---------|--|-----|---------|---------|-----|----------|----------|-------|----|----|------|---|---|---|
| 统一编号  |         |  |     | 监测点编号   |         |     |          | 钻孔编号     |       |    |    |      |   |   |   |
| 地理位置  |         |  |     |         |         |     |          |          |       |    |    |      |   |   |   |
| 东经    |         |  |     | X-2000  |         |     |          | 地面高程(m)  |       |    |    |      |   |   |   |
| 北纬    |         |  |     | Y-2000  |         |     |          | 测量方式     |       |    |    |      |   |   |   |
| 地热井信息 | 地热井类型   |  |     | 成井深度(m) |         |     |          | 井台高度(m)  |       |    |    |      |   |   |   |
|       | 成井时间    |  |     | 出口水温(℃) |         |     |          | 井口直径(mm) |       |    |    |      |   |   |   |
|       | 目的储层    |  |     |         | 目的井段(m) |     |          |          |       |    |    |      |   |   |   |
| 井眼参数  | 井型      |  |     | 井斜(°)   |         |     | 开次       | 一开       | 二开    | 三开 | 四开 |      |   |   |   |
|       | 造斜点(m)  |  |     | 方位(°)   |         |     | 井深(m)    |          |       |    |    |      |   |   |   |
|       | 井底位移(m) |  |     | 成井方式    |         |     | 终孔井径(mm) |          |       |    |    |      |   |   |   |
| 井史资料  |         |  |     | 现场照片    |         |     |          | 外观       | 井筒    |    |    |      |   |   |   |
| 井权所属  |         |  |     |         | 备注      |     |          |          |       |    |    |      |   |   |   |
| 项目名称  |         |  |     |         | 调查单位    |     |          |          |       |    |    |      |   |   |   |
| 调查人   |         |  | 记录人 |         |         | 检查人 |          |          | 项目负责人 |    |    | 调查日期 | 年 | 月 | 日 |

I. 3地热专用监测井勘验表

|        |          |  |        |           |      |         |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
|--------|----------|--|--------|-----------|------|---------|----------|--|------|--|--|------|---|---|---|
| 统一编号   |          |  | 监测点编号  |           |      | 钻孔编号    |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 地理位置   |          |  |        |           |      |         |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 东经     |          |  | X-2000 |           |      | 地面高程(m) |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 北纬     |          |  | Y-2000 |           |      | 测量方式    |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 地热井信息  | 地热井类型    |  |        | 成井深度(m)   |      |         | 井台高度(m)  |  |      |  |  |      |   |   |   |
|        | 储层水位 (m) |  |        | 水温(℃)     |      |         | 井口直径(mm) |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 现场勘验照片 | 勘测       |  |        | 井孔外观 (方位) |      |         | 井筒 (标尺)  |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 井权所属   |          |  |        |           | 备注   |         |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 项目名称   |          |  |        |           | 调查单位 |         |          |  |      |  |  |      |   |   |   |
| 勘验人    |          |  | 记录人    |           |      | 检查人     |          |  | 项目负责 |  |  | 勘验日期 | 年 | 月 | 日 |

I.4地热专用监测井建井表

| 监测井信息               |  |                |  |            |   |   |   |      |  |
|---------------------|--|----------------|--|------------|---|---|---|------|--|
| 统一编号                |  | 监测点编号          |  |            |   | 钻孔编号  |   |      |  |
| 地理位置                |  |                |  |            |   |   |   |      |  |
| 自动化监测设备信息           |  |                |  |            |   |   |   |      |  |
| 远程测控终端编号            |  | 传感器编号          |  | 安装时间       | 年月日   | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否井中下泵 |   |      |  |
| 远程测控终端类型            |  | 传感器类型          |  | 室内校准       | <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 | 监测类型  | <input type="checkbox"/> 水位 <input type="checkbox"/> 水温 |      |  |
| 水位量程 (m)            |  | 电缆线长 (m)       |  | 监测热储层位     |   | 井口保护装置  | <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无   |      |  |
| 大气压校准设备             |  | 采集装置外观         |  | 天线外观       |   | 线缆外观  |   |      |  |
| 现场配置信息              |  |                |  |            |   |   |   |      |  |
| 传感器埋深 (m)           |  | 上一次水位 (m)      |  | 上一次水温 (°C) |   | 远程测控终端电量  |   |      |  |
| 大气压 (kPa)           |  | 当前水位 (m)       |  | 当前水温 (°C)  |   | 传感器电量   |   |      |  |
| 采集频率/发送频率<br>(小时/次) |  | 水位基准点高程<br>(m) |  | 物联网卡号      |   | 是否回执信息  | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否   |      |  |
| 项目名称                |  |                |  | 校验单位       |   |   |   |      |  |
| 操作人                 |  | 记录人            |  | 检查人        |   | 项目负责  |   | 校验日期 |  |