

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—20XX

水热型地热资源开发与保护监测规范

Specification for development and protection monitoring of hydrothermal resources

（报批稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布



目 次

前 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

    4.1 目的 ..... 2

    4.2 基本原则 ..... 2

    4.3 总体要求 ..... 2

5 地热监测点分类及数据采集方式 ..... 2

    5.1 地热监测点分类及监测内容 ..... 2

    5.2 数据采集方式及精度要求 ..... 2

6 地热监测点（网）布设及建设技术要求 ..... 3

    6.1 地热监测点（网）布设要求 ..... 3

    6.2 地热监测点（网）建设 ..... 3

7 地热开发利用监测技术要求 ..... 3

    7.1 监测范围 ..... 3

    7.2 监测要求 ..... 4

8 地热资源评价要素监测技术要求 ..... 4

    8.1 监测范围 ..... 4

    8.2 专门地热监测点监测要求 ..... 4

    8.3 辅助地热监测点监测要求 ..... 4

9 地质环境监测要求 ..... 4

    9.1 监测范围 ..... 4

    9.2 监测要求 ..... 4

10 地热监测信息管理平台 ..... 5

    10.1 平台建设要求 ..... 5

    10.2 平台功能 ..... 5

    10.3 平台运行维护 ..... 5

11 监测数据处理及成果编制 ..... 5

    11.1 监测数据处理 ..... 5

    11.2 监测数据分析及报告编制 ..... 5

附 录 A （资料性） 地热开发利用监测点监测记录表..... 7

附 录 B （资料性） 地热资源开发利用监测汇总表..... 8

附 录 C （资料性） 地热流体化学组分监测检验项目表..... 9

附 录 D （资料性） 地热监测点监测记录表..... 10

附 录 E （资料性） 年度地热资源开发与保护监测报告提纲 ..... 11

## 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。

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）归口。

本文件起草单位：北京市地质工程勘察院、自然资源部矿产资源储量评审中心、天津地热勘查开发设计院、北京理工大学、西安科技大学、中国矿业权评估师协会。

本文件主要起草人：杨亚军、鞠建华、卫万顺、李海京、徐巍、张明燕、赵苏民、丁桂伶、刘清晓、王雨石、冯丹、毕银丽、王成、高一鸣、康博文、王立志、乔春磊、董大啸、杨雪松、赵少杰。



# 水热型地热资源开发与保护监测规范

## 1 范围

本文件规定了水热型地热资源开发与保护监测的原则、地热监测点分类和数据采集方式、地热监测点（网）布设、监测技术要求、地热监测信息管理平台、监测数据处理及成果编制等内容。

本文件适用于水热型地热资源开发与保护监测工作的设计、建设、运行和管理等。

## 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 地热资源地质勘查规范

DZ/T 0133 地下水动态监测规程

DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范

HJ 164 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

**地热资源评价要素** assessment factors of geothermal resources

评价地热资源状况的参数。

注：包括地热流体资源储量、压力（水位）、温度和化学组分。

### 3.2

**水热型地热资源开发与保护监测** development and protection monitoring of hydrothermal resources

对水热型地热资源开发地区的地热资源开发利用情况、**地热资源评价要素**（3.1）及可能与地热开发有关的地质环境变化进行长期连续监测。

### 3.3

**热储温度** geothermal reservoir temperature

热储层的实际温度。

注：热储层厚度较大时各点的温度并不相同，应进行不同深度的储层温度测量以掌握储层温度实际情况。实际监测时，为了便于对比，可以选定热储顶板温度或以进入热储顶板相同深度的温度代表热储温度进行区域上的监测。

### 3.4

**地热监测点** geothermal monitoring point

对区域地热资源开发利用情况、地热资源评价要素及地热开发可能引起的环境地质变化进行监测的点。

注：包括开发利用监测点、资源要素监测点和地质环境监测点。

### 3.5

**地热监测网** geothermal monitoring net

由覆盖整个行政区或相对独立地热地质单元的多个监测点构成的网。

### 3.6

**基岩热储** bedrock geothermal reservoir

具有有效空隙和渗透性的基岩构成的热储。

### 3.7

#### 岩溶热储 karst geothermal reservoir

岩性以碳酸盐岩为主、具有岩溶裂隙和较强渗透性的基岩热储。

## 4 总则

### 4.1 目的

掌握地热资源开发利用情况,分析引起的地热资源评价要素及地质环境变化关系,为地热资源评价、开发和保护提供依据。

### 4.2 基本原则

- 4.2.1 开发与监测同步进行,协同发展。
- 4.2.2 全面控制与重点掌握相结合。
- 4.2.3 监测的有效性与经济性相协调。
- 4.2.4 兼顾各种监测数据的协调一致。

### 4.3 总体要求

- 4.3.1 监测范围应覆盖地热田(或开采区),监测内容应反映地热资源开发与地热资源评价要素变化、相关地质环境变化的关系。
- 4.3.2 统筹设置各类监测点的监测时间,研究不同监测数据之间的相关性和地热资源评价要素随开采时间和开发规模变化的趋势。
- 4.3.3 监测应充分利用远程传输及控制测量新技术,提高监测效率及精度,推进地热资源动态的信息化、数字化管理。
- 4.3.4 监测设备应适用于地热资源特殊的环境条件(如高温、腐蚀性、矿物成分含量高等),并按照要求安装和维护。
- 4.3.5 监测工作应遵守有限空间作业、用电安全等相关规范要求。

## 5 地热监测点分类及数据采集方式

### 5.1 地热监测点分类及监测内容

- 5.1.1 地热开发利用监测点:监测地热流体开采量和回灌量、开采和回灌温度、以及地热流体用途及用量。
- 5.1.2 地热资源评价要素监测点:监测地热流体压力(水位)、温度及化学组分,包括:
  - a) 地热专门监测点:位置基本固定的长期进行监测地热资源评价要素变化情况的监测点;
  - b) 地热辅助监测点:为提高地热田(或开采区)的监测精度,在地热资源评价要素变化情况较大时进行补充监测的监测点。
- 5.1.3 地质环境监测点:监测地热资源开发可能引起的热储温度变化、地面沉降、海水入侵及地下水污染等地质环境变化。

### 5.2 数据采集方式及精度要求

- 5.2.1 数据采集分为以下几种方式:
  - a) 人工采集:监测数据采用人工现场采集并将数据人工录入监测信息管理平台;
  - b) 自动采集人工取数:利用自动采集、记录设备采集的一定时间内的监测数据,由人工取回并录入到监测信息管理平台;
  - c) 自动采集远程传输:将自动采集、记录设备采集的监测数据利用网络自动传输至监测信息管理平台。
- 5.2.2 数据精度有以下要求:
  - a) 流量计量设备读数精确到  $0.1\text{m}^3$ ;
  - b) 地热流体压力(水位)测量精确到  $0.01\text{m}$ ;



c) 温度测量精确到  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

## 6 地热监测点（网）布设及建设技术要求

### 6.1 地热监测点（网）布设要求

#### 6.1.1 地热监测点（网）布设总体要求

6.1.1.1 综合考虑行政区域、资源管理、地热资源赋存条件以及开发利用方式，合理设置各类地热监测点。

6.1.1.2 监测内容应满足资源管理、评价及地质环境影响分析的需要。

6.1.1.3 有天然温泉出露的地区宜对温泉的流量、温度及化学组分进行监测，随着开采规模的扩大、开采井数的增多，应及时布设、完善地热监测点（网）。

6.1.1.4 地热监测点以利用现有地热井、天然温泉为主，宜一点多用；若现有井不符合监测条件，应专项投资建设。

6.1.1.5 在保证监测数据连续性和稳定性的条件下，地热监测点（网）可随实际情况进行调整。

#### 6.1.2 地热开发利用监测点布设要求

6.1.2.1 应以地热开发利用用户为单位设置监测点开展监测工作。

6.1.2.2 应覆盖开采区所有天然温泉和地热井。

#### 6.1.3 地热资源评价要素监测点布设要求

6.1.3.1 应覆盖全部地热田（或开采区），控制开发利用的主要热储层；监测点宜按不少于地热开采井及温泉开发用户总数的 10% 布设。

6.1.3.2 在重要构造部位或对热储有重要控制作用的位置、重点开采层位应设置专门监测点，数量宜按 3-5 点/ $\text{km}^2$  布设（不足  $1\text{km}^2$  应至少设置 1 个监测点）。

6.1.3.3 地热辅助监测点的位置、数量应控制流体动力场、温度场变化，每年的地热辅助监测点宜保持固定。

6.1.3.4 宜在垂直和平行地热流体主要补给径流方向，以集中开采区、回灌区为中心，呈“十”字型布设监测网。

6.1.3.5 监测流体压力（水位）变化的地热监测点，宜利用未使用的地热井。

#### 6.1.4 地质环境监测点布设要求

6.1.4.1 在地热开发可能引发地质环境变化的高风险地区进行针对性布设。

6.1.4.2 热储温度变化监测点宜涵盖整个地热回灌区，在集中回灌地区应加密布设。

6.1.4.3 除本标准的要求之外，地质环境监测点的布设还应执行地质环境监测相关规范。

### 6.2 地热监测点（网）建设

6.2.1 建立地热监测点信息数据库。对每个地热监测点信息进行建档，内容应包括：统一编号（代码）、地理位置与坐标、高程、地热监测点类型（地热开发利用监测点、地热资源评价要素监测点、地质环境监测点）、井位示意图、钻井结构柱状图、抽水试验成果与水质分析成果、监测目的层的起止深度、监测项目与监测设施、成井日期、监测起始日期等，按 DZ/T 0133 执行。

6.2.2 纳入监测的地热井应按照监测设备安装要求进行井室、井口装置、管线、供电等的安装和改造，保证监测设备正常运行。

6.2.3 适时检查和校核。监测设备、仪表应能够适应地热流体的高温、潮湿、腐蚀等环境条件，安装之前应进行检查、校核，确保设备、仪表为合格产品且完好无损并由专业人员进行安装，安装完成后应调试合格，保证正常监测。

## 7 地热开发利用监测技术要求

### 7.1 监测范围

开采区所有用户的地热开发利用情况，包括天然温泉流量、地热井的地热流体开采量、开采温度、回灌量、回灌温度以及地热流体用途和用量。

## 7.2 监测要求

7.2.1 所有地热井应在主管线安装温度计和流量总表计量，按用途在分支管线安装分表计量，宜采用自动采集远程传输方式。

7.2.2 应定时观测、记录、统计每日各项监测数据，按月、年进行汇总，记录、汇总格式见附录 A、B。

7.2.3 天然温泉应监测温泉流量及温度，每月监测不少于三次，时间间隔基本相同且每月监测时间相对固定。

7.2.4 计量设备宜定期标定，出现故障应及时维修或更换。

## 8 地热资源评价要素监测技术要求

### 8.1 监测范围

每个地热资源评价要素监测点都应监测流体压力（水位）、温度和化学组分；回灌项目还应监测回灌流体压力（水位）、温度和化学组分。化学组分检测项目可参考附录C。

### 8.2 专门地热监测点监测要求

8.2.1 专门地热监测点应按照设备、监测技术要求由专业监测单位安装水位仪、压力计和温度计，条件具备的宜采用自动采集远程传输方式。

8.2.2 地热流体压力（水位）、温度每月监测不少于三次，时间间隔基本相同且每月监测时间相对固定，监测点监测记录见附录 D。

8.2.3 地热流体压力（水位）应测量静态压力（静水位）。

8.2.4 流体温度应监测稳定开采温度、稳定回灌温度，同时记录气温；长时间未使用的井，应开泵后每小时一次连续测量、待前后两次没有变化时确定为稳定温度。

8.2.5 化学组分应每年主要开采期和停采期至少各取样监测一次，必要时开展连续监测。开采井应取地热流体原样，取样点应靠近井口；回灌取回灌前的尾水样，取样点应靠近回灌井口，按 GB/T 11615 执行。

### 8.3 辅助地热监测点监测要求

8.3.1 每年在流体压力（水位）稳定、下降和回升期各普测一次流体压力（水位）和温度。

8.3.2 辅助地热监测点宜在 1 周内完成全域测量。

8.3.3 辅助地热监测点测量完成后应结合专门监测点数据，编制相应的区域地热流体压力（水位）等值线图。

## 9 地质环境监测要求

### 9.1 监测范围

地质环境监测主要对地热资源开发利用可能引起的地质环境问题（热储温度变化、地面沉降、地面塌陷、海水入侵及地下水污染等）进行针对性监测。

### 9.2 监测要求

#### 9.2.1 热储温度变化监测要求

9.2.1.1 地热集中采灌区应设置至少 1 个监测点开展热储温度变化监测。

9.2.1.2 监测方式有两种：

- a) 自动监测：井内放入自动井温监测仪进行监测，条件具备的宜采用自动采集远程传输的方式，进行在线监测和统计；
- b) 人工监测：每年回灌结束后应测量井温，之后宜每月测量 1 次，在回灌开始前应再测量 1 次。

9.2.1.3 根据监测情况，适时调整热储温度变化监测点的设置。

## 9.2.2 地面沉降监测要求

9.2.2.1 新生界松散沉积层及半成岩热储层，宜监测开采地热流体产生地面沉降的可能性。

9.2.2.2 上覆松散层厚度小的岩溶热储或基岩热储层，宜监测开采地热流体引发地面沉降的可能性。

9.2.2.3 上覆松散层厚度大的岩溶热储或基岩热储层，宜监测开采地热流体对上覆松散含水层的影响、进而分析其间接引发地面沉降的可能性。

9.2.2.4 地面沉降监测点应针对热储层埋入基岩标和分层标，按 DZ/T 0283 执行。

## 9.2.3 地面塌陷监测要求

9.2.3.1 上覆松散层厚度小的岩溶热储或基岩热储层，宜监测开发地热流体引发地面塌陷的可能性。

9.2.3.2 在易发生地面塌陷地区进行地热钻井施工时，应观测突发性钻井液大量漏失或稀释、掉块卡钻、塌孔现象，并迅速采取相应措施。

9.2.3.3 在易发生地面塌陷地区开采地热流体过程中，应观测突发性明显的出水量增大或减小、温度变高或变低、水体浑浊或大量出砂等现象，并迅速查找原因采取针对性措施。

## 9.2.4 其他地质环境影响监测要求

9.2.4.1 在沿海地区，宜监测开采地热流体引起海水入侵的可能性。

9.2.4.2 与其它含水层有较密切水力联系时，应监测开采或回灌地热流体引起其它含水层水质变化的可能性。

9.2.4.3 在发生海水入侵或其它含水层污染的高风险地区，应设置专门水质监测点，按 HJ 164 执行。

# 10 地热监测信息管理平台

## 10.1 平台建设要求

10.1.1 平台应按行政区为单位进行建设。

10.1.2 平台应包括地热开发利用监测点、地热资源评价要素监测点和地质环境监测点内容。

## 10.2 平台功能

10.2.1 平台应包含各地热监测点的基本信息，并及时采集监测数据。

10.2.2 平台应具有数据存储、统计等功能。

10.2.3 平台应具有超限预警、故障报警等功能。

## 10.3 平台运行维护

10.3.1 制定地热监测信息管理平台使用和维护制度。

10.3.2 定期对平台接收和人工采集的数据进行存储、整理和汇总。

10.3.3 及时处置平台预警、报警信息。

# 11 监测数据处理及成果编制

## 11.1 监测数据处理

11.1.1 及时对数据采集、核查、整理、统计分析、归档，建立地热开发与保护监测档案。

11.1.2 按照要求及时汇总、处理监测数据。

11.1.3 标注异常数据并及时进行复核，查明异常原因；对于无法确定原因的异常数据应留存备查。

## 11.2 监测数据分析及报告编制

11.2.1 监测数据分析要求如下：

a) 按照要求进行开发利用监测点监测数据统计、汇总，并与上年度进行对比。

b) 分析总结各开发利用监测点、资源要素监测点的地热资源评价要素年度变化情况，并与上年度进行对比。

c) 分析总结地质环境监测情况，并与上年度进行对比。

11.2.2 监测成果报告编制要求如下：

- a) 综合分析研究地热资源开采、回灌以及地热资源评价要素、地质环境变化之间的关系，研究变化规律及其影响因素，提出地热资源储量变化、开发利用与资源保护等建议。
- b) 编制年度监测成果报告，报告提纲参见附录 E。
- c) 根据监测成果适时开展地热资源深入评价，提高地热资源评价精度。



附 录 B

(资料性)

地热资源开发利用监测汇总表

地热资源开发利用监测汇总表见表B.1:

表B.1 地热资源开发利用监测汇总表

一、基本情况							
单位名称							
生产规模 (万 m <sup>3</sup> )				开采方式			
二、储量相关情况							
热储类型		<input type="checkbox"/> 层状热储 (孔隙型热储、岩溶热储) <input type="checkbox"/> 带状热储					
开采井热储层名称				开采井热储层岩性			
回灌井热储层名称				回灌井热储层岩性			
开采井垂深 (m)				热储层揭露厚度 (m)			
成井工艺		<input type="checkbox"/> 裸眼成井 裸眼直径_____ (mm), 裸眼段长度_____ (m)					
		<input type="checkbox"/> 滤水管成井 滤水管直径_____ (mm), 滤水管长度_____ (m)					
		<input type="checkbox"/> 射孔成井 射孔段长度_____ (m)					
三、地热资源开发利用监测汇总情况 测点标高 (m):							
月份	开采量 (m <sup>3</sup> )	用途 1 (m <sup>3</sup> )	用途 2 (m <sup>3</sup> )	回灌量 (m <sup>3</sup> )	开采温度 (°C)	回灌温度 (°C)	备注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
年度总计					平均温度:	平均温度:	

记录:

校核:

附 录 C  
(资料性)

地热流体化学组分监测检验项目表

地热流体化学组分监测检验项目表见表C.1：

表C.1 地热流体化学组分监测检验项目表

主要阴离子	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	微量元素和特殊组分	F
	Cl <sup>-</sup>		Br
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		I
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		偏硅酸
主要阳离子	K <sup>+</sup>		偏硼酸
	Na <sup>+</sup>		H <sub>2</sub> S
	Ca <sup>2+</sup>		Al
	Mg <sup>2+</sup>		Pb
放射性	U		Cs
	Ra		Fe
	Rn		Mn
	总 α		Li
	总 β		Sr
其他	pH 值		Cu
	溶解性总固体		Zn
	总硬度		
	耗氧量		
注：高温热田应增加Hg、As、Sb、Bi的测试，对天然温泉和浅埋热储应视情况增加污染指标如酚、氰等的分析,并根据不同用途增加相关分析项目。			

附 录 D  
(资料性)  
地热监测点监测记录表

地热监测点监测记录表见表D. 1:

表D. 1 地热监测点 (        年度) 监测记录表

单      位:

井      号:

位      置:

测点标高:

月 日	内 容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	水 位 埋 深 (m) 或 压 力 (MPa)												
	温 度 (℃)												
	水 位 埋 深 (m) 或 压 力 (MPa)												
	温 度 (℃)												
	水 位 埋 深 (m) 或 压 力 (MPa)												
	温 度 (℃)												
平均	水 位 埋 深 (m) 或 压 力 (MPa)												
	温 度 (℃)												
年统计	年最高水位埋深 (m) 或压力 (MPa)				年最低水位埋深 (m) 或压力 (MPa)						年平均水位埋深 (m) 或压力 (MPa)		
	年最高温度 (℃)				年最低温度 (℃)						年平均温度 (℃)		

记录:

校核:



附 录 E  
(资料性)  
年度地热资源开发与保护监测报告提纲

E.1 监测报告编写提纲

1. 前言
  - 1.1 项目来源、项目任务
  - 1.2 项目完成情况
2. 地质背景
  - 2.1 构造
  - 2.2 地层(储层)
  - 2.3 开采区(地热田)地热资源背景
3. 地热监测点(网)
  - 3.1 地热开发利用监测点(网)及分布情况
  - 3.2 地热资源评价要素监测点(网)及分布情况
  - 3.3 地质环境监测点及分布情况
4. 地热资源开发利用监测
  - 4.1 地热资源开采量、用途及用量
  - 4.2 地热流体回灌量
  - 4.3 天然温泉监测
5. 地热资源评价要素监测
  - 5.1 流体温度
  - 5.2 流体压力(水位)
  - 5.3 流体化学组分
6. 地质环境监测
  - 6.1 热储温度变化监测
  - 6.2 (与地热开发有关的)地面沉降监测
  - 6.3 (与地热开发有关的)地面塌陷监测
  - 6.4 (与地热开发有关的)其他地质环境监测
7. 年度监测成果综合研究
  - 7.1 地热开发与地热资源评价要素变化的关系
  - 7.2 地热开发与地质环境变化的关系
  - 7.3 地热资源储量变化及趋势预测
8. 结论及建议
  - 8.1 结论
  - 8.2 建议