

ICS 73.020

D10

DB12

天 津 市 地 方 标 准

DB12/T 608-2015

# 天津市浅层地热能地质环境监测技术规程

The Regulation for Shallow Geothermal Energy Geological

Environment Monitoring in Tianjin

2015-12-30 发布

2016-01-01 实施

天津市市场和质量监督管理委员会

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 基本要求 .....	2
5 地质环境监测系统设计要求 .....	2
6 地质环境监测系统施工要求 .....	8
7 监测数据采集传输及整理分析 .....	11
8 监测系统运行与维护 .....	11
附 录 A （资料性附录） 监测系统施工方案编写要求 .....	13
附 录 B （资料性附录） 监测报告编写要求 .....	14

## 前 言

本规程按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本规程由天津市国土资源和房屋管理局提出并归口。

本规程起草单位：天津地热勘查开发设计院、天津市国土资源和房屋管理局地热管理处。

本规程主要起草人：侯福志、赵苏民、刘九龙、岳丽燕、曾梅香、冯万馨、李波、王光辉、邴国林、卢宝、袁小飞、边宗斌、张子亮、陈海波、蒋学敏、姚木申、郭巨国、周洪斌、胡慧川、韩思训。

本规程于     年     月 首次发布。

## 引 言

浅层地热能是地热资源的组成部分，具有分布广泛、可循环利用、节能减排等优势。在中央节能减排方针的指引与推动下，我国利用浅层地热能的地源热泵系统工程项目数量每年以 20%~25% 的速度增加。近年来，天津市建设了大量的浅层地热能地源热泵系统，已呈现规模化建设的趋势。但是绝大多数浅层地热能地源热泵系统缺少利用过程中地下温度、水位、水量、水质等动态变化的监测，从而无法评价浅层地热能开发利用对地质环境的影响。同时，浅层地热能地质环境监测的监测方法、施工工艺等没有可参考的标准体系，浅层地热能开发利用地质环境监测不到位、不统一，导致浅层地热能无序开发，从而产生地质环境影响，危害浅层地热能的可持续开发利用。

按照《关于加快推进我市浅层地热能开发利用工作的意见》（津政办发[2012]41 号）和《市国土房管局关于进一步加强浅层地热能地质监测管理工作的通知》（津国土房热[2013]288 号）的要求，经广泛调研，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，特制定本监测技术规程，以对浅层地热能地质环境监测布设内容及要求、地质环境监测系统施工要求、监测数据采集传输及整理分析、监测系统运行与维护等内容进行标准化和规范化。

# 天津市浅层地热能地质环境监测技术规程

## 1 范围

本规程规定了浅层地热能地质环境监测的术语和定义、基本要求、地质环境监测系统设计要求、地质环境监测系统施工要求、监测数据采集传输及整理分析、监测系统运行与维护。

本规程适用于天津市行政区域内的浅层地热能项目地质环境监测工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 50194-2014 建设工程施工现场供用电安全规范

AQ 2004-2005 地质勘探安全规程

DZ/T 0227-2010 水文水井钻探技术规程

DZ/T 0154-1995 地面沉降水准测量规范

DZ/T 0133-1994 地下水动态监测规程

DB29-178-2010 天津市地埋管地源热泵系统应用技术规程

## 3 术语和定义

### 3.1

**参与换热地温监测孔** soil temperature monitoring hole of heat exchange participation

是指在地埋管换热器施工的同时安装温度监测装置，既参与换热又能实现该孔壁土壤温度变化动态监测的换热孔。

### 3.2

**热影响半径** influence radius of thermal

以地埋管换热孔为中心，到距离土壤温度受影响的最远距离。

### 3.3

**热影响半径地温监测孔** soil temperature monitoring hole of thermal influence radius

是指为取得地埋管换热器对周围土壤温度的动态变化而专门用来安装温度监测装置的钻孔。

### 3.4

**地温背景值** soil temperature background value

是指距离地埋管换热孔群一定距离、未受到地埋管和地下水换热系统影响而变化的地层土壤温度值。

### 3.5

**地温背景值监测孔** monitoring hole of soil temperature background value

是指为取得未受地埋管和地下水换热器影响而变化的地层土壤温度值而专门用来安装温度监测装置的钻孔。

### 3.6

**动态自动监测系统** regime monitoring system

通过安装数据计量和采集装置，采用远程数据传输手段，实现数据在线、实时监测和动态分析功能的硬件和软件系统的统称。

## 4 基本要求

### 4.1

地质环境监测系统的设计、施工、监理应由具有相关资质的单位完成。

### 4.2

地质环境监测系统施工现场作业应符合GB 50194-2014和AQ 2004-2005的要求。

### 4.3

地质环境监测系统工程竣工后，由建设单位组织验收，并向主管部门提交验收报告。

### 4.4

地质环境监测系统应能实现自动采集监测数据和远程传输功能，监测数据应能够分析浅层地热能开发利用对周围地质环境的影响。

### 4.5

地质环境监测系统应纳入天津市浅层地热能动态监测网，由建设单位负责监测数据分析工作，实行年报制，每年将监测报告报主管部门。

## 5 地质环境监测系统设计要求

### 5.1 地埋管换热系统地质环境监测系统设计要求

#### 5.1.1 地温监测系统设计要求

5.1.1.1 地温监测孔应设计三种：参与换热地温监测孔、热影响半径地温监测孔和地温背景值监测孔。实际工程项目中，换热孔群区域不是规整的矩形或正方形的，可把复杂形状的区域化分为几个矩形或正方形区域，选择地埋管最多的区块进行监测孔布设。

5.1.1.2 当换热孔群区域水平方向地层岩性有显著变化时,应根据地层岩性划分不同区块,每区块应分别布置地温监测孔。

5.1.1.3 地温背景值监测孔的深度与换热孔相同,直径不小于 100mm,布置在换热孔群外围,距离孔群最外围不小于一倍孔距。

5.1.1.4 热影响半径地温监测孔布置在参与换热地温监测孔与其相邻的换热孔之间,距参与换热地温监测孔 0.2X、0.3X、0.4X 和 0.5X 处(X 为实际换热孔间距)各布置一个监测孔,直径要求不小于 100mm,0.2X、0.3X 处深度应大于恒温层深,0.4X 处的深度是换热孔深度的 1/2 到 3/4 之间,0.5X 处的深度与换热孔相同,见图 1 所示。

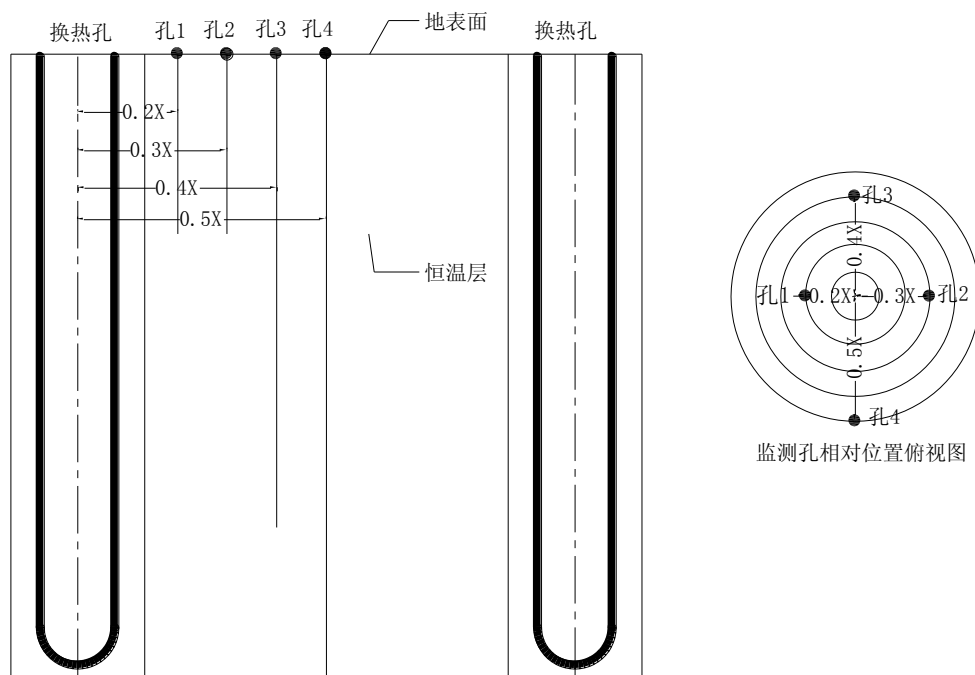


图1 热影响半径地温监测孔布置相对位置示意图

5.1.1.5 监测孔垂向上每间隔 10m 应至少设计一个测温点,冻土层、恒温层和地层岩性变化处应加密测温点设计。

5.1.1.6 地温监测仪器测量精度应达到  $0.1^{\circ}\text{C}$ , 误差不大于  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$

5.1.1.7 热泵运行期间,监测周期为 1 h,制热、制冷期后,监测周期为 (2~6) d; 停泵初期应加密监测; 背景值监测周期为 (7~10) d。

5.1.1.8 当实际供热(冷)面积小于  $3000\text{m}^2$  时,应设计 1 个地温背景值监测孔(A)、1 个参与换热地温监测孔(B)和 4 个热影响半径地温监测孔(C1、C2、C3、C4),具体布设见图 2 所示。

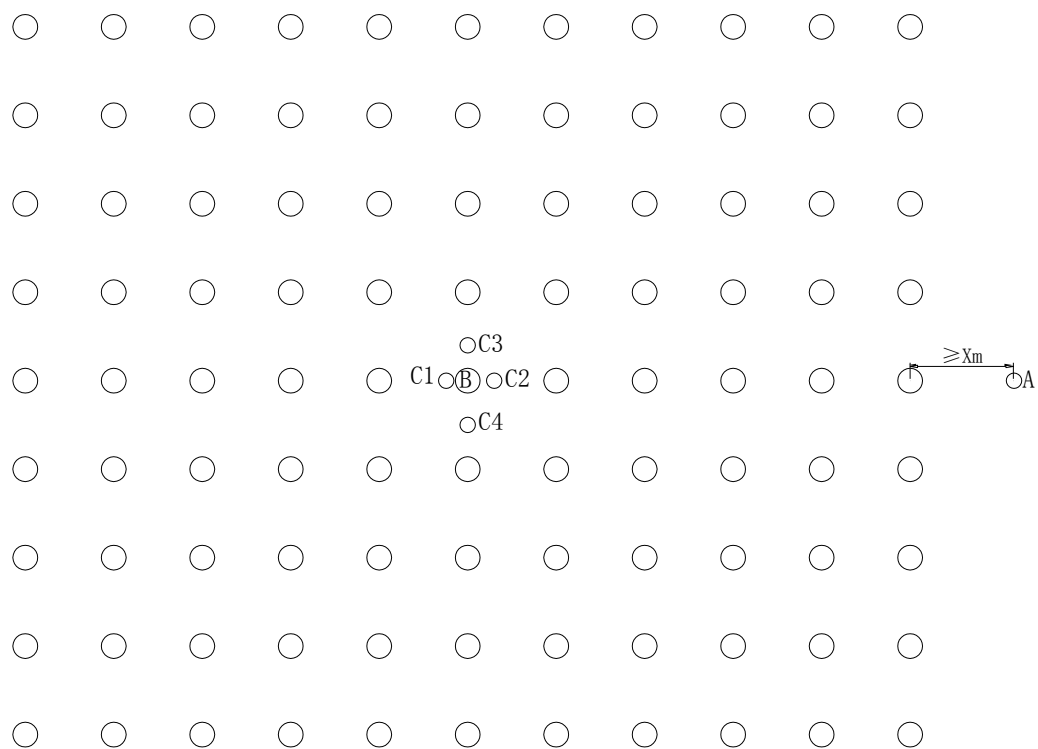


图2 监测孔布置示意图



5.1.1.9 当实际供热（冷）面积大于  $3000\text{m}^2$ ，小于  $10000\text{m}^2$  时，应布置 1 个地温背景值监测孔（A）、1 个参与换热地温监测孔（B1）和 4 个热影响半径地温监测孔（C1、C2、C3、C4），宜增加 2 个参与换热地温监测孔（B2、B3）及 4 个热影响半径地温监测孔（C5、C6、C7、C8），具体布设见图 3 所示。

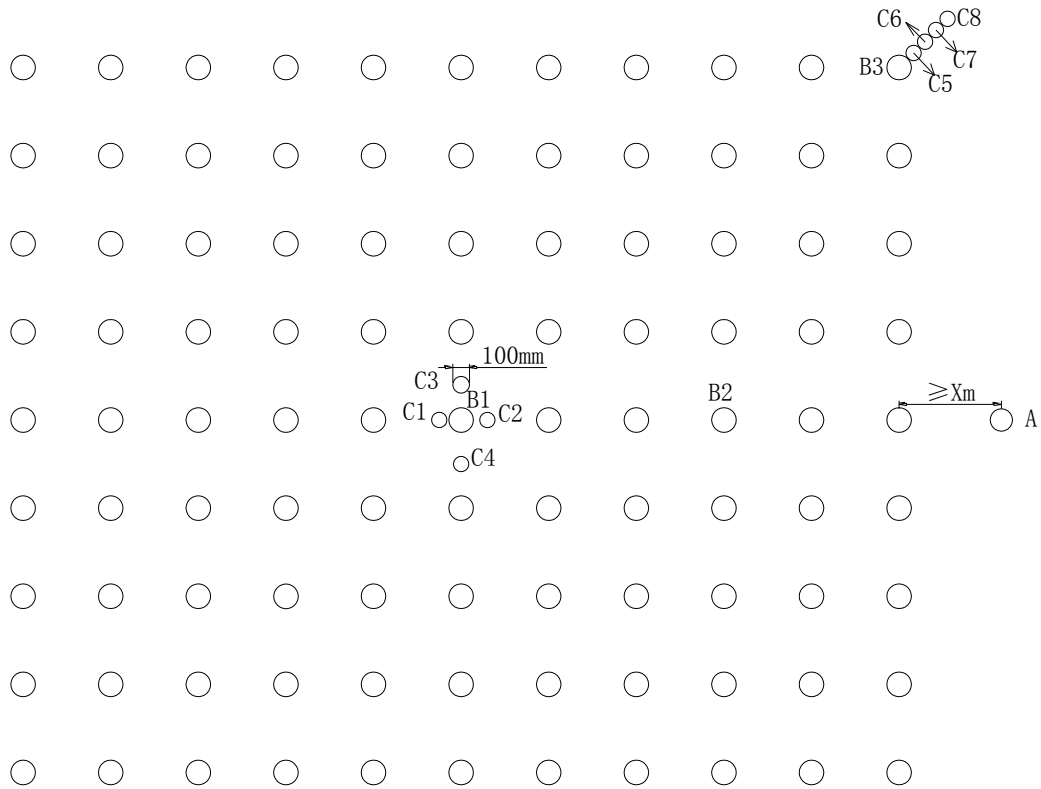


图3 监测孔布置示意图

5.1.1.10 当实际供热（冷）面积大于  $10000\text{m}^2$  时，应布置 1 个地温背景值监测孔（A）、1 个参与换热地温监测孔（B1）和 4 个热影响半径地温监测孔（C1、C2、C3、C4），宜增加 4 个参与换热地温监测孔（B2、B3、B4、B5）及 8 个热影响半径地温监测孔（C5、C6、…、C12），具体布设见图 4 所示。

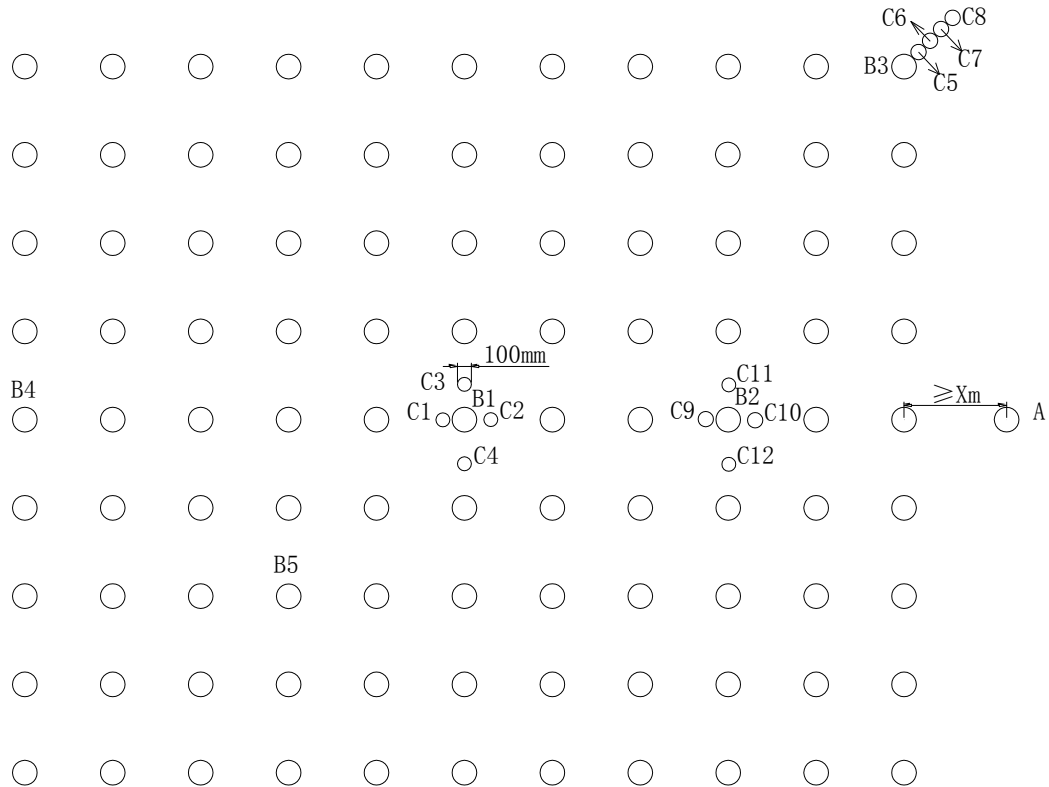


图4 监测孔布置示意图

5.1.1.11 浅层地下水径流丰富地区，应根据径流方向调整监测孔设计，地温背景值监测孔应设计在埋管区地下水径流上游部位，参与换热监测孔应位于地下水径流下游埋管区边缘，其热影响半径地温监测孔应沿地下水径流方向设计。

#### 5.1.2 地源侧循环流量监测设计要求

5.1.2.1 地源侧设计流量监测仪器，测量精度应达到  $0.1\text{m}^3$ ，测量误差不大于  $\pm 1\%$ 。

5.1.2.2 热泵运行期间监测周期为 1 h。

#### 5.1.3 地源侧供、回水温度监测设计要求

5.1.3.1 地源侧进、出口设计温度监测仪器，监测地源侧供、回水的温度。

5.1.3.2 监测仪器测量精度达到  $0.1^\circ\text{C}$ ，误差不超过  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

5.1.3.3 与地源侧循环流量监测同步。

#### 5.1.4 咸、淡水分层监测设计要求

5.1.4.1 换热孔深度贯穿咸水底界的浅层地热能项目，应监测埋管区咸水层底界的变化。

5.1.4.2 在埋管区应设计咸水界面下移的专门监测孔进行水质测定，检测氯离子、电导率专项指标。

5.1.4.3 监测周期为 1 个月。

## 5.2 地下水换热系统地质环境监测系统设计要求

### 5.2.1 地下水位监测设计要求

5.2.1.1 换热井周围有同层水井或其他换热井的，应设计同层水井或其他换热井为监测井。

5.2.1.2 在开采井、回灌井和各监测井的动水位以下设计安装水位传感器。

5.2.1.3 水位传感器测量精度应达到 0.01m，测量误差不大于±30mm。

5.2.1.4 在开始抽水、回灌时加密监测频率（以分钟计或每隔 30min 监测一次），热泵运行期间，监测周期为 1 h，制热、制冷期后，监测周期为（2~6）d。

### 5.2.2 地下水开采、回灌量监测设计要求

5.2.2.1 开采井、回灌井井口设计安装流量监测仪器，监测地下水开采、回灌情况。

5.2.2.2 监测仪器测量精度应达到 0.1m<sup>3</sup>，误差不大于±1%。

5.2.2.3 热泵运行期监测周期应与地下水位动态监测同步。

### 5.2.3 地下水开采、回灌水温监测设计要求

5.2.3.1 在开采井和回灌井设计安装温度监测仪器，监测其对应的水温。

5.2.3.2 监测仪器测量精度应达到 0.1℃，误差不大于±0.1℃。

5.2.3.3 监测周期应与开采量、回灌量监测同步。

### 5.2.4 地下水水质监测设计要求

5.2.4.1 应对开采水质、回灌水质及同一含水层监测井水质分别进行水质全分析采样测试。

5.2.4.2 水质全分析采样要求及水质全分析项目应符合 DZ/T 0133-1994 的要求。

5.2.4.3 制热（冷）期抽水稳定后应对开采水源井进行水质采样测试，制热（冷）期前后回灌稳定后应对回灌水源井进行水质采样测试。

### 5.2.5 地面沉降监测设计要求

5.2.5.1 应对建设场地进行地面标高和岩土体沉降的长期连续监测。

5.2.5.2 地面沉降监测技术应符合 DZ/T 0154-1995 的要求。

5.2.5.3 从项目建立开始至工程运行期内应连续监测，监测次数每年至少 1 次。

## 6 地质环境监测系统施工要求

### 6.1 施工方案编写

#### 6.1.1 资料收集

6.1.1.1 收集地埋管、地下水热泵项目的相关资料，按照待建项目、在建项目、已建项目进行分类。

6.1.1.2 收集项目所在地地下设施布局及类型，确定交通道路、周边附属建筑及已建或规划的地下服务设施和地下管线等。

#### 6.1.2 场地调查

6.1.2.1 应调查场地规划面积、形状、坡度，地埋管换热孔布置方式及数量，已有水井、开采井、回灌井的相对位置场地信息。

6.1.2.2 应了解地层岩性、咸水层底板埋深、地下水赋存状况（水温、径流方向、速度等）。

6.1.2.3 确定钻孔所需的电源、水源、排污等必备施工条件。

6.1.2.4 调查已建的动态监测设施是否满足要求。

#### 6.1.3 方案编写

6.1.3.1 应由具有相关地质勘查资质的施工单位编写地下水、地埋管地源热泵项目地质环境监测系统施工方案。

6.1.3.2 应明确监测孔（井）的数量、位置、施工工艺、测线长度及测点布置、数据采集、显示和传输方式的实施方案。

6.1.3.3 应明确人员组织和经费预算情况以及预期监测成果。

### 6.2 地埋管换热系统地质环境监测系统施工

#### 6.2.1 施工准备

6.2.1.1 参照现场建筑基准点和已有建筑物进行放线，按照施工图纸标定监测孔的位置，在每个监测孔位置钉 40\*40mm 木桩，以保证打孔位置准确。

6.2.1.2 根据施工现场所需泥浆数量，选择泥浆池大小并现场调制泥浆。泥浆一般由粘土、水及化学处理剂按比例配制而成。

6.2.1.3 钻探设备的选择应根据设计要求、地层条件、施工方法、经济合理性等因素综合选择与配套，具体应符合 DZ/T 0227-2010 的要求。

6.2.1.4 钻探设备的安装应由专业人员严格按照安全施工的要求完成。

#### 6.2.2 施工要求

6.2.2.1 参与换热监测孔与其他换热孔施工工艺相同。

6.2.2.2 专用监测孔的孔径一般不小于 100mm，采用正循环回转钻进，一径到底。

6.2.2.3 监测孔钻进过程中应进行岩屑录井，完钻后要对钻杆的数量和单根长度进行校对，以确定钻孔深度。

6.2.2.4 监测孔钻进应与换热孔同步进行，钻进时应保证监测孔和其四周的换热孔垂直，防止井斜导致传感器被破坏。

6.2.2.5 监测孔完钻后，首先在孔内下入底部封堵的 DN40mm 的测管，材质为 PE 管或镀锌管。

### 6.2.3 灌浆回填封孔

6.2.3.1 监测孔回填应与周边换热孔实际回填材料、工艺相同。

6.2.3.2 回填时应保证灌浆的连续性，确保回灌密实，无空腔，减少传热热阻。

6.2.3.3 具体灌浆回填材料、回填工艺应符合 DB29-178-2010 的要求。

6.2.3.4 在地下水径流丰富的地区，为保持地下水的流动性，增强对流换热效果，不宜采用水泥基料灌浆回填。

6.2.3.5 在具有地下水咸、淡水分层的地区施工时，钻孔应采取回填封闭措施，封闭带厚度宜大于 10m，以防地下淡水受到污染。

### 6.2.4 地温测线的下入

6.2.4.1 监测孔回填封孔后，将地温监测测线下入到测管内。

6.2.4.2 测线下入过程中应往测管注水，排净测管内空气，加强温度传感器与测管之间的传热。

6.2.4.3 监测测线下入测管后，应用数据采集设备对测线进行检测，保证能够连续和稳定的取得地温监测数据。

### 6.2.5 测线的水平布置

6.2.5.1 地温监测孔和垂直测线布置完成后，应进行测线的水平铺设，以保证地温测量数据能够准确的传到地源热泵系统控制室内的数据采集器上。

6.2.5.2 水平测线应穿入到 DN40mm 的 PE 管内（承受压力过大时，应使用钢管或镀锌管），做好密封，随水平集管进入地源热泵系统控制室内。

6.2.5.3 现场条件不适合测线水平布置的，应采用无线发射的方式采集数据。

6.2.5.4 应将测线放入保护井或其他安全的地方，以免测线被破坏。

### 6.2.6 测线的检修

6.2.6.1 监测孔孔口和水平布线应设置检修井室。

6.2.6.2 在水平布线长度上设置检修井以每间隔 50m 为宜。

6.2.6.3 检修井室井口宜平行或高出地面，便于检修。

6.2.6.4 检修井室尺寸以便于测线的检修和更换为准。

6.2.6.5 检修井室应做好防水处理。

### 6.2.7 咸、淡水分层监测孔施工

6.2.7.1 咸淡水分层监测采用一孔一层或一孔多层监测，根据监测手段选择钻孔孔径，采用正循环泥浆护壁回转钻进，一径到底。

6.2.7.2 钻进结束后,应及时进行探孔,检查钻孔直径是否符合设计要求,钻孔是否垂直、圆整,以保证监测井管的顺利安装和填料厚度均匀。探孔时宜采用钢制探孔器进行,探孔器长度为钻孔直径的20~30倍,直径较钻孔直径小20~30mm。

6.2.7.3 根据钻进和物探测井划分的地层剖面及其监测目的层,确定监测层位和滤料填充位置。

6.2.7.4 下管前应进行冲孔换浆。冲孔时钻杆应放到孔底,大泵量冲孔排渣,待孔内渣排净后,将泥浆粘度降低至20~22s,密度降低至 $1.1\sim 1.15\text{g}/\text{cm}^3$ ,冲孔换浆后孔内沉渣不得大于0.5m。

6.2.7.5 冲孔换浆结束,应立即下入监测井管。安装井管时每间隔20m设置一道扶正器。

6.2.7.6 应选择磨圆度好、坚硬、密度大、冲洗干净的滤料,从孔口四周应缓慢均匀填充滤料。

6.2.7.7 分层止水材料应采用粒径为15mm的黏土球,单层厚度一般不小于3m。

6.2.7.8 待止水材料充分水化后,应对监测井管进行洗井和清淤,直至水清砂净。

6.2.7.9 洗井过程中,观测并记录出水的浑浊度、含沙量、出水量、水温等情况。

### 6.3 地下水换热系统地质环境监测系统施工

#### 6.3.1 地下水位测线测管安装

6.3.1.1 地下水位监测应与现有换热水源井、水井设施相结合。

6.3.1.2 在水源井潜水泵上焊接专用的测管或者采用其它方法设置专用的测管。

6.3.1.3 测管应为直径DN25mm镀锌管(或者有防腐防锈处理的其它材质圆管),地下水位测线下入测管内。

6.3.1.4 地下水位监测测线下入测管内以后,应用数据采集设备对测线进行检测,保证能够连续和稳定的取得测量数据。

#### 6.3.2 测线的水平布置

6.3.2.1 地下水位监测测线布置完成后,应进行测线的水平铺设,以保证测量数据能够准确的传到地源热泵系统控制室内的数据采集器上。

6.3.2.2 水平测线应穿入到DN40mmPE管内(承受压力过大时,应使用钢管或镀锌管),做好密封,随水平集管进入地源热泵系统控制室内。

6.3.2.3 如现场条件不适合测线的水平布置,宜采用无线发射的方式采集数据。

6.3.2.4 如果地源热泵系统控制室未建好,应将测线放入保护井或其他安全的地方,以免测线被破坏。

#### 6.3.3 测线检修

6.3.3.1 利用水源井井室进行测管内地下水位监测测线的检修和更换。

6.3.3.2 在水平布线长度上应设置检修井室,以每间隔50m为宜。

6.3.3.3 检修井室井口宜平行或高出地面,便于检修。

6.3.3.4 检修井室尺寸以便于测线的检修和更换为准。

6.3.3.5 检修井室应做好防水处理。

#### 6.4 施工安全的基本要求

6.4.1 从事监测孔钻探操作人员，必须接受安全技术教育。

6.4.2 从事监测孔钻探作业时，操作人员严格执行钻探施工安全要求。

6.4.3 所有机械传动部分，应有安全防护装置。

6.4.4 在进行有危及人身安全的作业时，必须采取有效安全措施。

### 7 监测数据采集传输及整理分析

#### 7.1 采集传输

7.1.1 应设立专门的监测数据采集装置，包括专用仪表柜、操作柜和数据存储器等。

7.1.2 数据采集装置应能采集到温度、流量、地下水位动态变化数据。

7.1.3 数据采集装置通道数应根据项目具体监测要求确定，应至少预留 2 个数据采集通道。

7.1.4 采集装置应放置在地源热泵系统控制室内。

7.1.5 应建立数据传输系统，监测数据通过 GPRS 网络或其它通讯方式传输到天津市浅层地热能动态监测中心站。

#### 7.2 整理分析

7.2.1 原始监测数据应按科技档案管理的要求分类整理成资料系列。

7.2.2 应定期对监测数据进行整理，剔除异常数据，绘制相关参数随时间的变化曲线图。

7.2.3 分析地下水开采井、回灌井和监测井的监测数据，掌握井群区域的水位、水温及水量、水质的动态变化特征。

7.2.4 分析地埋管换热孔群区域地温监测数据，掌握区域地层温度动态变化特征。

7.2.5 分析换热井群的换热效果并进行冷、热均衡评价。

7.2.6 评价地下水开采井、回灌井和地埋管换热井群设计的合理性。

7.2.7 预测分析地源热泵系统长期运行后水位、水温和地温的变化趋势。

### 8 监测系统运行与维护

#### 8.1 系统运行

8.1.1 应设专人从事监测系统的日常监测。

8.1.2 运行前应进行现场调试，消除现场测试误差。

8.1.3 每月应检查一次监测数据采集情况。

## 8.2 系统维护

- 8.2.1 应由专人负责监测系统日常维修，确保其正常运行。
- 8.2.2 定期检查监测系统运行情况，故障设备应及时更换。
- 8.2.3 定期对监测仪器进行稳定性校验和精度检定。



附 录 A  
(资料性附录)  
监测系统施工方案编写要求

A.1 方案提纲

第一章 前言

第二章 工程场地条件

第三章 施工方案及技术要求

第四章 人员编制和管理

第五章 实物工作量

第六章 经费预算

主要附件

(1) 工程平面布置图

(2) 监测系统平面布置图

A.2 方案编写要求

第一章 简述工程概况、项目来源、任务、工作起止时间及有关要求；场地及周边浅层地热能开发利用及监测现状。

第二章，简述工程地理位置、自然地理、气候、交通等；场地地质—水文地质条件，以及浅层地热能资源赋存条件；阐述浅层地热能换热系统工程平面布置情况。

第三章，确定监测系统布设内容及要求，选用的施工技术方法及质量安全要求。

第四章 实物工作量，部署施工工作内容及进度安排。

第五章 预期成果。

第六章 人员编制和管理。

第七章 经费预算，按照有关要求编制

附 录 B  
(资料性附录)  
监测报告编写要求

## B.1 报告提纲

第一章 序言

第二章 系统运行情况

第三章 监测数据整理分析

第四章 地质环境影响评价

第五章 结论和建议

主要附件：

- (1) 监测系统平面布置图；
- (2) 工程运行资料；
- (3) 监测原始数据。

## B.2 报告编写要求

第一章 说明任务的来源及要求；简述建设项目的规模、功能及冷热需求；概述场地自然地理条件；概述场地浅层地热能资源赋存条件；简述监测工作的进程以及完成的工作量

第二章 论述地源热泵系统运行情况；监测系统运行情况；末端空调使用情况；以及存在的问题。

第三章 监测数据的内容及采集情况；地下水位、水量、水质、水温变化；地下土壤温度变化；根据建筑物用途功能，预测分析地源热泵系统长期运行后水位、水温和地温的变化趋势。

第四章 地质环境影响评价；提出地质环境影响预防措施。

第五章 地质环境监测成果；地质环境影响结果；监测工作改进的建议。

注：编写报告时，应根据工程的不同要求、换热量的大小、场地地质—水文地质条件的复杂程度，对本提纲的内容进行合理的增删。论述应突出监测数据动态变化、地质环境影响分析，言简意赅。文字与图表相互呼应。