

ICS 73.020

D 10

a

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

b

## 浅层地热能钻探工程技术规范

Technical specification for shallow geothermal drilling

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

° (征求意见稿)

d

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家能源局

发布



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 垂直埋管钻孔工程.....	2
4.1 设计.....	2
4.2 施工.....	3
4.3 验收.....	5
5 热源井钻井工程.....	5
5.1 设计.....	5
5.2 施工.....	8
5.3 验收.....	9
附录 A（资料性附录） 常用埋管管材规格.....	10
附录 B（资料性附录） 常见埋管回填材料热物性指标.....	12
附录 C（资料性附录） 热源井水质检验标准.....	13

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规定起草。

本标准能源行业地热能专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：河南省地质矿产勘查开发局第二地质环境调查院、河南省深部探矿工程技术研究中心、河南省地热能开发利用有限公司、河南工程学院、河南三联科技工程有限公司。

本标准主要起草人：

本标准于2018年XX月XX日首次发布。

# 浅层地热能钻探工程技术规范

## 1 范围

本标准规定了垂直埋管钻孔工程、热源井钻井工程要求。

本标准适用于埋管换热系统和地下水换热系统的钻孔或钻井工程，其他类型的浅层地热能开发利用系统钻探工程可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅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 50296 管井技术规范

GB 50366 地源热泵系统工程技术规范

DZ/T 0225 浅层地热能勘查评价规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**抽水井** production well

用于从地下含水层中取水的井。

[GB/T 50366—2005，定义2.0.19]

### 3.2

**回灌井** reinjection well

用于向含水层灌注回水的井。

[GB/T 50366—2005，定义2.0.20]

### 3.3

**热源井** heat source well

用于从地下含水层中取水或向含水层灌注回水的井，是抽水井和回灌井的统称。

[GB/T 50366—2005，定义2.0.21]

### 3.4

**沉淀管** sedimentary tube

沉淀管是指抽水井或回灌井中过滤管最下部的井管，用于沉淀井内砂粒、沉淀物等固体。

### 3.5

**垂直埋管钻孔** borehole of vertical buried pipe

用于下入和安放地下土壤换热器的钻孔。

### 3.6

**U形管** U pipe

将两根一定长度的PE或PB管在地面平行连接下入钻孔中，形成U形回路，用于热交换。

### 3.7

#### 回填材料 backfill material

U形管下入地下钻孔后需要回填的固定物料，一般选择钻孔排出的岩屑、砂粒或热物性较好的混合材料。

## 4 垂直埋管钻孔工程

### 4.1 设计

#### 4.1.1 设计原则

垂直埋管钻孔设计应符合以下原则：

- a) 钻孔结构应以能顺利下入换热器及满足充分换热要求为准；
- b) 设计前应对换热器强度进行校核；
- c) 应尽量回避复杂地层条件下施工垂直埋管钻孔，无法回避时可通过调整单孔深度减少穿越复杂层段的工作量；
- d) 在地下水较丰富、冷热平衡能力强的区域，宜适当加密钻孔，减少占地面积；
- e) 应采取必要环保措施，不得破坏或污染地表环境、地下水等。

#### 4.1.2 设计内容

垂直埋管钻孔设计内容包括：

- a) 垂直埋管钻孔数量、结构、深度、间距及分布；
- b) 钻进工艺方法及措施；
- c) 钻孔中换热器（U形管）配置及管材选用；
- d) 回填材料、规格及其它要求。

#### 4.1.3 布置原则

埋管钻孔布置宜参照以下原则：

- a) 钻孔单排布置，地源热泵系统间歇运行，钻孔间距宜取 3.0 m；
- b) 钻孔多排布置，地源热泵系统间歇运行，钻孔间距宜取 4.5 m；
- c) 地源热泵系统连续运行或停机时间较少时，钻孔间距宜取 6.0 m 以上，采用串联连接方式时可采用三角形布置以节约占地面积。

#### 4.1.4 钻孔数量

垂直埋管钻孔数量应根据计算出的换热器总长度确定，按GB 50366执行。

#### 4.1.5 钻孔结构设计

4.1.5.1 埋管钻孔结构并应满足顺利下管及充分换热的要求，宜一径到底。

4.1.5.2 设计埋管钻孔直径时，应满足U形管正常下入，孔径以略大于U形管与灌浆管的组件尺寸为宜，不宜小于110 mm。

4.1.5.3 垂直埋管钻孔深度设计时，应综合考虑地层、水文地质、岩土热物性参数、工程及场地面积等因素。

4.1.5.4 垂直地埋管钻孔深度应根据系统换热量、场地条件、岩土热响应试验结果确定，宜大于 20 m。

#### 4.1.6 U形管

4.1.6.1 U形管材质要求应满足 GB 50366 的规定，常用地埋管规格参见附录 A。

4.1.6.2 当地下热交换器和建筑物内管路没有热交换器隔开时，应考虑建筑高度造成的系统静压及地下水的抵消作用，并应进行相应计算以验证系统静压在管路最大额定承压范围内。

4.1.6.3 地埋管换热器内传热介质的流态应为紊流，单 U 形管流速不宜小于 0.6m/s，双 U 形管流速不宜小于 0.4m/s。可按公式（1）计算出合理的管径：

$$Re = \frac{\rho V d_j}{\mu} \geq 2300 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Re$ ——管内流体的雷诺数；

$\rho$ ——管内流体的密度，单位为千克每立方米（ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）；

$V$ ——管内流体流速，单位为米每秒（ $\text{m}/\text{s}$ ）；

$d_j$ ——管的内径，单位为米（ $\text{m}$ ）；

$\mu$ ——管内流体的动力黏度，单位为帕秒（ $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ）。

#### 4.1.7 回填材料

4.1.7.1 回填材料要能够保护换热器不受地下水及其他污染物的影响，防止地面水通过钻孔向地下渗透，以保护地下水不受地表污染物的污染，防止地下各个含水层之间水的相互流动而引起交叉污染。

4.1.7.2 在非饱和地层条件下，回填材料的热导率不应低于钻孔周围土壤的热导率。

4.1.7.3 在采用现场泥浆+钻屑混合材料作为地埋管的回填材料时，宜选择均匀的中粗砂（岩屑）和 0.8%左右的膨润土混合材料。密实或坚硬岩土体中，宜选用水泥基料回填材料。常用地埋管回填材料热物性指标参见附录 B。

#### 4.2 施工

##### 4.2.1 一般规定

4.2.1.1 在进行地埋管钻孔施工前应对施工现场和环境进行实地踏勘，合理配备施工设备和人员，具体包括：

- a) 勘测现场施工条件，地下管线及构筑物等情况，钻机、管材等设备器材的进场条件和堆放位置等；
- b) 勘测施工中的噪声、污水、废浆、废土对周围环境的影响，并制定相应的措施；
- c) 对照施工图纸对钻孔场地的位置、大小、障碍物等进行核实。

4.2.1.2 钻孔施工前应具备地埋管区域工程勘察资料、设计文件和施工图纸，并编写施工组织设计。

4.2.1.3 地埋管钻孔施工不应対周围环境及地下水、土壤等造成破坏或污染。

4.2.1.4 开钻前需确认钻机安装水平、周正、稳固，动力线、照明线和照明灯具的安装与设置应符合相关安全规定。

#### 4.2.1.5 管材、管件运输和储存应符合以下规定：

- a) 管材在运输过程中不应剧烈撞击、滚、拖、抛、摔；
- b) 管材、管件运输、储存不应损坏外包装，不宜暴晒、淋雨，远离火源，不应与油、酸、碱及易燃等危险品存放在一个库房内；
- c) 管材在运输时应避免尖硬物件划伤刻痕，沾染污物，管材不能用钢丝绳成捆吊装，不得重压；
- d) 管材、管件应存放在通风良好、温度不超过 40℃的库房内，工地临时堆放场应有防雨、防晒遮盖措施。

#### 4.2.2 钻进

##### 4.2.2.1 钻进工艺应根据场区的地质条件、岩层的机械物理性质等因素选择，宜参照以下建议：

- a) 以粘土、砂土为主的松散覆盖地层，宜采用普通正循环钻进工艺，孔深小于 110m 时宜采用泵吸反循环钻进工艺；
- b) 基岩地层宜采用空气潜孔锤钻进工艺。

##### 4.2.2.2 钻孔冲洗介质应使用对地下水无污染的材料，应根据地质条件、钻进方法、设备条件合理选择钻井液类型。不同地区钻井液选择宜参考以下规定：

- a) 在缺水地区宜选择节水钻井液（空气、泡沫、水雾、泡沫泥浆、雾化泥浆等）；
- b) 致密稳定地层宜选用清水、空气、无固相钻井液或气-液混合钻井液。

##### 4.2.2.3 钻进过程中，时刻注意地质条件和地层变化，应做好记录。

##### 4.2.2.4 钻孔孔壁不稳定时，应设护壁套管或者调整冲洗液性能指标。

##### 4.2.2.5 钻进至设计孔深后，应对钻孔进行换浆、通孔。

#### 4.2.3 U形管下入

##### 4.2.3.1 U形管下入前应进行检查，外观质量应完整无变形、无缺陷、合模缝交口平整、无开裂。

##### 4.2.3.2 下管前应对U形管进行试压，确认不渗、不漏、无破裂。

##### 4.2.3.3 下管前应将U形管的支管固定并分开，宜采用塑料管卡将支管撑开后绑缚在支管上，管卡沿管长方向的间距宜为 3 m。

##### 4.2.3.4 垂直地埋管的下入应符合以下规定：

- a) U形管端部设防护装置，以防止在下管过程中受损伤；
- b) 下入U形管应在钻孔完钻后及时进行，下管时U形管内应充满水，带压下管；
- c) 下管速度应均匀，防止下管过程中损坏换热管，如果遇到有障碍和不顺畅现象，应及时查明原因，待做好处理后再继续下管；
- d) U形管应均匀平稳下入，下入过程中确保与地面垂直的地上管段一般不小于 1m；
- e) 当钻孔深度及孔内地下水（或泥浆）水位较浅时，宜采用人工下管，当下管困难时，可采用机械下管。

##### 4.2.3.5 管件的连接按 GB 50366 执行。

#### 4.2.4 回填

- 4.2.4.1 垂直地埋管换热器安装完毕后，应立即向孔内进行回填。
- 4.2.4.2 回填方法包括人工回填、机械灌浆回填等，采用机械灌浆时，应确保灌浆的连续性。
- 4.2.4.3 回填方法应根据钻孔情况、回填材料确定，回填材料自下而上注入封孔，确保钻孔回灌密实，无空腔。
- 4.2.4.4 全部钻孔回填完毕后，应逐个对钻孔回填情况进行检查，检查方法宜采用浇水、棍捣等，对未回填密实的钻井应进行二次回填，确保回填质量。
- 4.2.4.5 在水平管连接前，钻孔上部 0.5m 用水泥或粘土进行加固、封井。

### 4.3 验收

垂直地埋管钻孔验收应包括以下内容：

- a) 钻孔达到设计深度、能够保证 U 形管顺利下入；
- b) 钻孔、水平埋管的位置和深度、地埋管的直径、壁厚及长度均应符合设计要求；
- c) 使用的管材、管件等材料应符合国家现行标准的规定；
- d) 水压试验应符合 GB 50366 的规定；
- e) 施工单位应提交竣工报告，报告应包括地埋管钻孔综合柱状图、钻孔位置平面图、U 形管下入情况、回填材料、水压试验等资料。

## 5 热源井钻井工程

### 5.1 设计

#### 5.1.1 主要依据

热源井的设计应依据以下内容确定：

- a) 水源热泵机组制冷、制热功率；
- b) 工作区水文地质勘察成果；
- c) 单井出水量、回灌量、井数要求；
- d) 可供建设水源井的场地面积；
- e) 抽水井与回灌井之间井间距；
- f) 回灌井结构可与抽水井相同，以便互换使用；
- g) 用户的其他要求。

#### 5.1.2 布置和数量

##### 5.1.2.1 设计依据

热源井的布置和数量应依据以下内容进行设计：

- a) 地下水流场；
- b) 渗透率及其他水文地质参数；
- c) 温度变化情况；
- d) 建筑物的冷热负荷量。

##### 5.1.2.2 布置方式

热源井的布置方式应根据场地条件、水文地质条件综合确定，具体要求按GB 50296和GB 50366执行。

### 5.1.2.3 数量

热源的数量设计应按下列规定执行：

- a) 抽水井数量应根据场地条件、单井出水量、地源热泵机组需要的换热量确定。
- b) 回灌井数量应根据回灌试验确定。

### 5.1.3 井身结构

#### 5.1.3.1 设计原则

井身结构应根据地层情况、地下水埋深及钻井工艺进行设计，不同地层条件下应遵循的原则如下：

- a) 松散地层井身结构设计：
  - 1) 按技术或合同要求确定开采段和安置泵室段井径；
  - 2) 按地层、钻井方法确定井段的变径和相应长度；
  - 3) 按地层复杂程度和终孔口径确定井的开孔口径。
- b) 基岩地层井身结构设计：
  - 1) 当上部有覆盖层或不稳定岩层时，应设置井壁管，下部开采段岩层破碎时，应设置过滤管；
  - 2) 当同时在覆盖层取水时，覆盖层段的管井设计应按松散层管井的要求进行；
  - 3) 泵室段部位应设置井管；
  - 4) 根据岩层情况、成井工艺和钻进方法等确定井段长度及其变径位置。

#### 5.1.3.2 井深

井深设计应综合考虑水文地质条件、水质要求、出水能力或回灌能力等因素。

#### 5.1.3.3 井径

井径的设计应遵循以下原则：

- a) 开采段或回灌段井径，应根据地下水源井设计出水或回灌量、允许井壁进水流速、过滤管类型及钻进工艺等因素综合确定；
- b) 松散地层非填砾过滤器管井的开采段井径，宜比设计过滤器外径大 50mm；
- c) 基岩地层不下过滤管的地下水源井开采段井径，应根据含水层的富水性和设计出水量确定，井径宜大于 200mm；
- d) 使用 PVC-U 井管时，井壁与井管之间环状间隙应不小于 80mm；
- e) 泵室段井管内径，应根据抽水设备型号及测量动水位仪器的需要确定，宜比选用的抽水设备标定的最小井管内径大 50mm。

#### 5.1.3.4 井管选择

##### 5.1.3.4.1 井壁管

井壁管应根据热源井建设地区地层条件、水文地质条件、用户需求综合确定，常见井管类型和特点见表1。

表 1 常见井管类型和特点

井管类型	井管特性
铸铁井管	抗压强度较高、抗拉强度较低，与普通钢管相比腐蚀结垢速度较慢，质量大，价格适中，使用寿命较长。
普通钢管	材料综合力学性能指标较好、强度高，腐蚀与结垢速度较快，管材质量较铸铁管低，价格适中。
PVC-U井管	抗腐蚀和结垢性能好，质量轻，价格适中，成井方便，使用寿命长（≥50年）。
水泥井管	耐腐蚀，管材质量大，价格低，强度低。

#### 5.1.3.4.2 过滤管

过滤管长度设计应根据GB 50296中有关规定确定。过滤管应与井壁管同种材质，常用过滤管类型和适用条件见表2。

表 2 常用过滤管类型及适用条件

过滤管类型	材料	过滤管特性	适用条件
缠丝过滤管 (圆形或梯形丝)	钢制	适用较大孔深，可根据水质选择缠丝的材料和断面形状，具有较好的挡砂透水性能；加工成本较高，孔隙率低。	与管外填砾配合，适用于第四系和基岩含水层，若按水质选择骨架管和缠丝材料。
	铸铁		
	PVC-U		
桥式过滤管	钢制	适用于中深孔或浅孔，滤缝为桥式结构，不易堵塞，透水性好，加工方便，孔隙率较高。	与管外填砾配合，适用于第四系和基岩含水层。
	不锈钢		
条缝过滤管	钢制	孔隙率大、透水性能好，加工方便。	只适用于粗颗粒含水层和基岩裂隙含水层。
	PVC-U	直接在管体垂向或横向铣缝（0.7mm~5mm），有良好的防腐蚀性能，成本较低。	与管外填砾配合，适用于第四系地层，尤其适用于水质腐蚀性较大的热源井。
包网过滤管	混凝土	用竹帘、棕皮或尼龙网包裹在带孔的混凝土管外，起到挡砂作用，有良好的防腐蚀性能。	
贴砾过滤器	钢衬	滤料和过滤管粘为一体，具有良好的挡砂、透水性能，应根据含水层颗粒大小，选择相应的滤料规格的过滤管。	根据水质选择骨架管可适用于各种水质的水井，尤其适用于填砾困难的粉细砂含水层水井。
	塑衬		

#### 5.1.3.4.3 沉淀管

沉淀管宜与井壁管同种材质。沉淀管长度应根据含水层岩性和井深确定，宜大于5m。

#### 5.1.3.5 砾料

砾料的规格按照GB 50296执行，砾料的数量按公式（2）计算。

$$V = 0.785(D_k^2 - D_g^2)L \cdot \alpha \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$V$ ——滤料数量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

- $D_k$ ——填砾段井径，单位为米（m）；
- $D_g$ ——过滤器外径，单位为米（m）；
- $L$ ——填砾段长度，单位为米（m）；
- $\alpha$ ——超径系数，一般为1.2~1.5。

### 5.1.3.6 封闭

5.1.3.6.1 松散地层地下水源井封闭位置的设计，应符合下列规定：

- a) 井口外围应封闭；
- b) 水质不良含水层或非开采含水层井管外围，应封闭。

5.1.3.6.2 基岩地层地下水源井封闭位置的设计，应符合下列规定：

- a) 覆盖层不取水时，井管外围应封闭；
- b) 覆盖层取水时，根据地层情况对接近地面位置进行封闭；
- c) 覆盖层井管底部与稳定岩层间应封闭；
- d) 非开采含水层井管变径间的重叠部位，应封闭；
- e) 水质不良含水层（或上部已污染含水层）与开采含水层间，应封闭。

## 5.2 施工

### 5.2.1 一般规定

5.2.1.1 施工前应进行现场踏勘，了解施工条件、地下水开采情况等。

5.2.1.2 施工前应按地下水源井工程设计组织实施。

### 5.2.2 钻探技术方法

应根据地层岩性、水文地质条件和设计要求等选择合理的钻探设备和工艺，参见表3。

表3 常见地层钻探技术方法

钻探方法	适宜地层	特点	深度
正循环泥浆钻进	松散地层、卵砾石地层、基岩地层	效率较低、污染和堵塞地层	不限
空气潜孔锤钻进	稳定土层、基岩地层	效率高、不污染地层	<300m
泵吸反循环钻进	松散地层、卵砾石地层	效率高、不污染地层	0~110m
气举反循环钻进	松散地层、卵砾石地层、易漏失地层	效率较高	>30m
冲击钻进	卵石、漂石等地层	成本低、不污染地层	≤100m

### 5.2.3 钻井液与护壁堵漏

5.2.3.1 钻井液的选择主要依据地层特征，应遵守以下原则：

- a) 满足正常的钻进和护壁；
- b) 条件允许情况下宜选择清水或空气钻进，减少钻井液对地层的污染；
- c) 钻井液材料应具有经济性和低毒、低腐蚀性，有利于储层和环境保护。

5.2.3.2 护壁堵漏方法应根据地层特征、钻进方法及施工用水情况等确定，常用的护壁堵漏方法主要包括：

- a) 钻井液护壁与堵漏；
- b) 水泥护壁与堵漏；
- c) 化学浆液护壁与堵漏；
- d) 套管护壁与堵漏；
- e) 惰性材料充填堵漏；
- f) 其它方法（如石膏护孔、沥青护孔及堵漏等）。

#### 5.2.4 成井

热源井成井施工时，应按以下要求：

- a) 井管安装前应进行井深校正、配管、通孔、冲孔换浆；
- b) 填砾应从井管四周均匀填入，滤料填至预定位置后，在进行止水或管外封闭前，应再次测定填砾面位置，若有下沉，应补填至预定位置；
- c) 止水材料宜选用粘土、水泥、橡胶等；
- d) 采用泥浆钻进时应洗井。

#### 5.2.5 抽水试验

抽水试验按GB 50366和GB 50296执行。

#### 5.2.6 回灌试验

回灌试验按GB 50366和DZ/T 0225执行。

### 5.3 验收

5.3.1 热源井应单独进行验收，应符合 GB 50296 及其他相关规定，或双方另行约定。

5.3.2 热源井持续出水量和回灌量应稳定。抽水试验应稳定延续 12h，出水量不应小于设计出水量；回灌试验应稳定持续 36h 以上，回灌量应大于等于设计回灌量。

5.3.3 抽水试验结束前应采集水样，进行水质测定和含砂量测定，经处理后的水质应满足系统设备的使用要求。

5.3.4 施工单位应提交热源井竣工报告，报告应包括管井综合柱状图，洗井、抽水和回灌试验，热源井水质及验收资料，热源井水质检验标准参见附录 C。

附 录 A  
(资料性附录)  
常用地埋管管材规格

常用地埋管管材规格见表A.1、表A.2。

表 A.1 聚乙烯 (PE) 管外径及公称壁厚

单位为毫米

公称外径 $dn$	平均外径		公称壁厚/材料等级		
	最小	最大	公称压力		
			1.0MPa	1.25MPa	1.6MPa
20	20.0	20.3	--	--	--
25	25.0	25.3	--	$2.3^{+0.5}/PE80$	--
32	32.0	32.3	--	$3.0^{+0.5}/PE80$	$3.0^{+0.5}/PE100$
40	40.0	40.4	--	$3.7^{+0.6}/PE80$	$3.7^{+0.6}/PE100$
50	50.0	50.5	--	$4.6^{+0.7}/PE80$	$4.6^{+0.7}/PE100$
63	63.0	63.6	$4.7^{+0.8}/PE80$	$4.7^{+0.8}/PE100$	$5.8^{+0.9}/PE100$
75	75.0	75.7	$4.5^{+0.7}/PE100$	$5.6^{+0.9}/PE100$	$6.8^{+1.1}/PE100$
90	90.0	90.9	$5.4^{+0.9}/PE100$	$6.7^{+1.1}/PE100$	$8.2^{+1.3}/PE100$
110	110.0	111.0	$6.6^{+1.1}/PE100$	$8.1^{+1.3}/PE100$	$10.0^{+1.5}/PE100$
125	125.0	126.2	$7.4^{+1.2}/PE100$	$9.2^{+1.4}/PE100$	$11.4^{+1.8}/PE100$
140	140.0	141.3	$8.3^{+1.3}/PE100$	$10.3^{+1.6}/PE100$	$12.7^{+2.0}/PE100$
160	160.0	161.5	$9.5^{+1.5}/PE100$	$11.8^{+1.8}/PE100$	$14.6^{+2.2}/PE100$
180	180.0	181.7	$10.7^{+1.7}/PE100$	$13.3^{+2.0}/PE100$	$16.4^{+3.2}/PE100$
200	200.0	201.8	$11.9^{+1.8}/PE100$	$14.7^{+2.3}/PE100$	$18.2^{+3.6}/PE100$
225	225.0	227.1	$13.4^{+2.1}/PE100$	$16.6^{+3.3}/PE100$	$20.5^{+4.0}/PE100$
250	250.0	252.3	$14.8^{+2.3}/PE100$	$18.4^{+3.6}/PE100$	$22.7^{+4.5}/PE100$
280	280.0	282.6	$16.6^{+3.3}/PE100$	$20.6^{+4.1}/PE100$	$25.4^{+5.0}/PE100$
315	315.0	317.9	$18.7^{+3.7}/PE100$	$23.2^{+4.6}/PE100$	$28.6^{+5.7}/PE100$
355	355.0	358.2	$21.1^{+4.2}/PE100$	$26.1^{+5.2}/PE100$	$32.2^{+6.4}/PE100$
400	400.0	403.6	$23.7^{+4.7}/PE100$	$29.4^{+5.8}/PE100$	$36.3^{+7.2}/PE100$

表 A.2 聚丁烯（PB）管外径及公称壁厚

单位为毫米

公称外径 $dn$	平均外径		公称壁厚
	最小	最大	
20	20.0	20.3	$1.9^{+0.3}$
25	25.0	25.3	$2.3^{+0.4}$
32	32.0	32.3	$2.9^{+0.4}$
40	40.0	40.4	$3.7^{+0.5}$
50	49.9	50.5	$4.6^{+0.6}$
63	63.0	63.6	$5.8^{+0.7}$
75	75.0	75.7	$6.8^{+0.8}$
90	90.0	90.9	$8.2^{+1.0}$
110	110.0	111.0	$10.0^{+1.1}$
125	125.0	126.2	$11.4^{+1.3}$
140	140.0	141.3	$12.7^{+1.4}$
160	160.0	161.5	$14.6^{+1.6}$

附 录 B  
(资料性附录)  
常见地理管回填材料热物性指标

常见地理管回填材料热物性指标见表B.1。

表 B.1 常见地理管回填材料热物性指标

类型	导热系数 $K$ W/m·°C	密度 $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	比热容 $c$ kJ/kg·°C
花岗岩	2.721	2700	0.794
石灰岩	2.010	2700	0.920
砂岩	2.596	2600	0.878
干石英砂(中-细粒)	0.264	1650	0.794
砂质粘土(含水率 15%)	0.921	1780	1.379
回填混合物(含有 30%膨润土、70%石英砂)	2.08~2.42	—	—
回填混合物(含有 20%膨润土、80%石英砂)	1.40~1.64	—	—
回填混合物(含有 15%膨润土、85%石英砂)	1.00~1.10	—	—
回填混合物(含有 10%膨润土、90%石英砂)	2.08~2.42	—	—

附 录 C  
(资料性附录)  
热源井水质检验标准

水源热泵水质检验标准见表C.1。

表 C.1 热源井水质检验标准

序号	项目名称	允许值	序号	项目名称	允许值
1	含砂量	<1/200000	9	CaO	<200mg/L
2	浊度	≤20NTU	10	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<200mg/L
3	pH值	6.5~8.5	11	SiO <sub>2</sub>	≤50mg/L
4	硬度	≤200mg/L	12	Cu <sup>2+</sup>	≤0.2mg/L
5	总碱度	≤500mg/L	13	矿化度	<3g/L
6	Fe <sup>2+</sup>	<1mg/L	14	油污	<5mg/L
7	Cl <sup>-</sup>	<100mg/L	15	游离CO <sub>2</sub>	<10mg/L
8	游离氯	0.5mg/L~1.0mg/L	16	H <sub>2</sub> S	<0.5mg/L