

ICS 73.020

D 10

**NB**

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10277—2019

---

# 浅层地热能钻探工程技术规范

Technical specification for shallow geothermal drilling

2019-11-04 发布

2020-05-01 实施

---

国家能源局 发布

中华人民共和国能源  
行业标准  
浅层地热能钻探工程技术规范  
NB/T 10277—2019

\*

中国石化出版社出版发行  
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号  
邮编：100011 电话：(010) 57512500  
石化标准编辑部电话：(010) 57512453  
发行部电话：(010) 57512575  
<http://www.sinopec-press.com>  
E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)  
北京艾普海德印刷有限公司印刷  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字  
2020 年 1 月第 1 版 2020 年 1 月第 1 次印刷

\*

书号：155114·1528 定价：25.00 元  
(购买时请认准封面防伪标识)

## 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 竖直埋管地源热泵系统的钻探工程	2
5 地下水地源热泵系统的钻探工程	4
附录 A（资料性附录） 常用埋管换热器管材规格	9
附录 B（资料性附录） 常见埋管回填材料热导率	11
参考文献	12

## 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。

本标准由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、河南工程学院资源与环境学院、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、中石化新星（北京）新能源研究院有限公司、河南省煤炭地质勘察研究总院。

本标准主要起草人：卢予北、陈莹、吴焯、卢玮、申云飞、赵丰年、王攀科、张晗、张建良、景兆凯、杨卫、刘国谋、张秋冬、黄烜、朱玉娟。

本标准于2019年首次发布。

# 浅层地热能钻探工程技术规范

## 1 范围

本标准规定了竖直埋管地源热泵系统和地下水地源热泵系统的钻探工作技术要求,可作为浅层地热能钻探设计、施工、管理等各项工作的依据。

本标准适用于竖直埋管地源热泵系统和地下水地源热泵系统的钻探工作。

## 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

**浅层地热能 shallow geothermal energy**

从地表至地下200m深度范围内,储存于水体、土体、岩石中的温度低于25℃,采用热泵技术可提取用于建筑物供热或制冷等的地热能。

[NB/T 10097—2018, 定义2.1.6]

### 3.2

**地源热泵系统 ground-source heat pump system**

以岩土体、地下水或地表水为低温热源,由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同,地源热泵系统分为埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

[GB 50366—2005, 定义2.0.1]

### 3.3

**埋管换热器 ground heat exchanger**

供传热介质与岩土体换热用的,由埋于地下的密闭循环管组构成的换热器,又称土壤热交换器。根据管路埋置方式不同,分为水平埋管换热器和竖直埋管换热器。

[GB 50366—2005, 定义2.0.7]

### 3.4

**竖直埋管换热器 vertical ground heat exchanger**

换热管路埋置在竖直钻孔内的埋管换热器,又称竖直土壤热交换器。

[GB 50366—2005, 定义2.0.9]

### 3.5

#### 回填材料 **backfill material**

在埋管换热器下入钻孔后，回填的起固定、换热作用的物料。

### 3.6

#### 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 50366—2005，定义2.0.21]

### 3.7

#### 沉淀管 **sediment tube**

井管底部用以沉积井内砂粒和沉淀物的无孔管。

[GB 50296—2014，定义2.1.18]

## 4 竖直埋管地源热泵系统的钻探工程

### 4.1 设计

#### 4.1.1 现场踏勘

竖直埋管钻孔施工前，应对施工现场和环境进行实地踏勘，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) 对钻孔场地的位置、大小、障碍物等进行核实；
- c) 勘测施工中的噪声、污水、废浆、废土对周围环境的影响，并编写安全环保、职业健康措施。

#### 4.1.2 基础资料准备

竖直埋管钻孔设计前，宜结合前期收集的资料、现场踏勘和系统设计的要求完成以下工作：

- a) 收集施工地区以往钻孔地层岩性资料；
- b) 根据系统设计的要求确定钻孔的数量、深度和平面位置图；
- c) 根据系统设计的要求确定竖直埋管换热器的规格和技术要求；
- d) 收集系统设计中回填材料的要求；
- e) 根据现场踏勘、基础资料、系统设计和进度要求，编写钻探工程的施工组织设计。

#### 4.1.3 钻孔结构

竖直埋管钻孔的孔身结构设计要求如下：

- a) 垂直埋管钻孔结构应满足顺利下入埋管换热器及充分换热的要求；
- b) 孔径应大于U形管与灌浆管的组件尺寸，不宜小于110mm；
- c) 孔身结构宜为一径到底。

#### 4.1.4 竖直埋管换热器

竖直埋管换热器应以系统设计为准，并满足以下条件：

- a) U形管材质要求应满足GB 50366和设计的规定，常用地埋管换热器管材规格参见附录A；
- b) 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，管径的计算可参照GB 50366执行。

#### 4.1.5 回填材料

回填材料应以设计为准，其他情况下可根据以下内容进行选择：

- a) 回填材料的热导率不应低于钻孔周围土壤的热导率；
- b) 回填材料宜采用膨润土和细砂（或水泥）的混合浆或专业灌浆材料；
- c) 密实或坚硬岩土体中，宜选用水泥基料回填材料；
- d) 常用地埋管回填材料热导率参见附录 B。

### 4.2 施工

#### 4.2.1 设备选择与安装

钻机及配套设备的选择与安装应满足以下条件：

- a) 钻机和配套设备应根据竖直地埋管钻孔深度、孔径，结合实际设备状况进行选择 and 配套使用；
- b) 钻机的类型应满足方便移动或快速拆卸组装的要求；
- c) 应根据钻机和主要设备的用电量来确定供电方式；
- d) 钻机的安装应以确定的孔位中心为基准，开钻前需确认钻机安装水平、周正、稳固。

#### 4.2.2 材料运输与存放

现场使用的管材、管件运输和储存应符合以下规定：

- a) 在运输时应避免尖硬物件划伤刻痕，沾染污物，不应用钢丝绳成捆吊装，不应重压；
- b) 在运输过程中不应剧烈撞击、滚、拖、抛、摔；
- c) 运输、存放中不应损坏外包装；
- d) 存放时不应暴晒，不应与油、酸、碱及易燃等危险品存放在一个库房内，且远离火源；
- e) 存放在通风良好、温度不超过 40℃ 的库房内，工地临时堆放时应有防晒遮盖措施。

#### 4.2.3 钻进工艺选择

钻进工艺应根据场区的地质条件等因素选择，宜参照以下进行选择：

- a) 以黏土、砂土为主的松散覆盖地层，宜采用正循环回转钻进工艺或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。

#### 4.2.4 冲洗介质

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、设备条件合理选择冲洗介质类型。不同地区钻井液选择宜参考以下规定：

- a) 在缺水地区宜采用节水冲洗介质（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、无固相或气-液混合冲洗介质。

#### 4.2.5 钻进

钻进过程中应满足以下要求：

- a) 钻进过程中，时刻注意地质条件和地层变化，应做好记录；
- b) 钻孔孔壁不稳定时，应设护壁套管或者调整冲洗介质性能指标；
- c) 钻进至设计孔深后，应对钻孔进行换浆、通孔。

#### 4.2.6 地埋管换热器下入

地埋管换热器的下入应符合以下规定：

- a) 地埋管换热器下入前应进行检查，外观质量应完整无变形、无缺陷、合模缝交口平整、无开裂；
- b) 下入前应对地埋管换热器进行试压，确认不渗、不漏、无破裂；
- c) 地埋管换热器端部设防护装置，以防止在下入过程中受损伤；
- d) 钻孔完钻后应及时下入地埋管换热器，且地埋管换热器内应充满水，带压下入；
- e) 下入速度应均匀，防止下入过程中损坏地埋管换热器，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入；
- f) 地埋管换热器应均匀平稳下入，下入过程中与地面垂直的地上管段不宜小于 1 m；
- g) 管件的连接按 GB 50366 执行。

#### 4.2.7 回填

竖直地埋管钻孔的回填应满足以下要求：

- a) 垂直地埋管换热器安装完毕后，应立即向孔内进行回填；
- b) 回填方法包括人工回填、机械灌浆回填等；
- c) 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；
- d) 采用机械灌浆回填方法时，应确保灌浆的连续性；
- e) 应对钻孔回填情况进行检查，对未回填密实的钻孔应进行二次回填，确保回填质量。

#### 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、能够保证地埋管换热器顺利下入；
- 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、管件等材料应符合设计要求；
- 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结构示意图、钻孔位置平面图、地埋管换热器下入情况、回填材料、水压试验等资料。

### 5 地下水地源热泵系统的钻探工程

#### 5.1 设计

##### 5.1.1 现场踏勘

热源井设计前，应对施工现场和环境进行实地踏勘，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) 应对钻井场地的位置、大小、障碍物等进行核实；
- c) 勘测施工中的噪声、污水、废浆、废土对周围环境的影响，并编写安全环保、职业健康措施；
- d) 根据热源井数量和进度要求，配备合理的施工设备和人员；
- e) 根据现场踏勘、基础资料、设计和进度要求，编写钻井工程的施工组织设计。

##### 5.1.2 基础资料准备

热源井设计时，宜结合前期收集的资料、现场踏勘和系统设计要求收集以下资料：

- a) 施工地区地质、气候、水文地质参数、地下水开采情况等；
- b) 施工区域类似抽水井或回灌井的地层、水量资料；
- c) 设计中给定的抽水井和回灌井的数量、深度和平面位置图；
- d) 成井管材要求。

### 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) 按技术要求合理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、水温、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量或回灌量、允许井壁进水流速、过滤器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热源井开采段井径，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。

### 5.1.4 井管选择

#### 5.1.4.1 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
铸铁管	抗压强度较高、抗拉强度较低，与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
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

表1 (续)

井管类型	井管特性
PVC-U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)
水泥管	耐腐蚀, 管材质量大, 价格低, 强度低

5.1.4.2 过滤器

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

表2 常用过滤器类型及适用条件

过滤器类型	骨架材料	过滤器特性	适用条件
缠丝过滤器 (圆形或梯 形丝)	钢	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, 可按水质选择骨架管和缠丝材料
	铸铁		
	PVC-U		
桥式过滤管	钢	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	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	
包网过滤管	水泥	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	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
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		

5.1.4.3 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。

5.1.5 砾料

砾料的规格按照GB 50296执行, 砾料的数量按公式 (1) 计算。

$$V = 0.785(D_k^2 - D_g^2)L \cdot \alpha \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- V——滤料数量, 单位为立方米 (m<sup>3</sup>);
- D<sub>k</sub>——填砾段井径, 单位为米 (m);
- D<sub>g</sub>——过滤器外径, 单位为米 (m);
- L——填砾段长度, 单位为米 (m);
- α——超径系数, 一般为1.2~1.5。

5.1.6 封闭

- 5.1.6.1 松散地层地下水源井封闭位置的设计，应符合下列规定：
- 井口外围应封闭；
  - 水质不良含水层或非开采含水层井管外围应封闭。
- 5.1.6.2 基岩地层地下水源井封闭位置的设计，应符合下列规定：
- 覆盖层不取水时，井管外围应封闭；
  - 覆盖层取水时，根据地层情况对接近地面位置进行封闭；
  - 覆盖层井管底部与稳定岩层间应封闭；
  - 非开采含水层井管变径间的重叠部位应封闭；
  - 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 设备选择与安装

热源井施工的设备选择与安装应符合以下规定：

- 根据地层条件、钻进工艺方法、设计井深、井身结构等条件，结合实际设备状况进行选择 and 配套使用；
- 根据钻机的类型、钻进工艺、井身结构，选择泥浆泵，泵压、泵量应满足冲洗介质循环要求；
- 根据钻机和主要设备的用电量来确定供电方式；
- 钻机的安装应以确定的井位中心为基准，开钻前需确认钻机安装水平、周正、稳固。

### 5.2.2 材料运输与存放

现场使用的管材、冲洗介质材的运输与存放应满足以下要求：

- 现场使用的管材应摆放有序、便于成井时取用；
- 使用 PVC-U 管材时，运输过程中不能有与尖锐且坚硬物品长期接触的情况，存放时不应暴晒；
- 冲洗介质材料的存放应放置在库房或有防雨措施的临时场地内。

### 5.2.3 钻进工艺

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，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
正循环回转钻进	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	<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
钢丝绳冲击钻进	卵石、漂石等地层	成本低、不污染地层	≤100m

### 5.2.4 冲洗介质与护壁堵漏

- 5.2.4.1 冲洗介质的选择主要依据地层特征，应遵守以下原则：
- 满足正常的钻进和护壁；
  - 条件允许情况下宜选择清水或空气钻进，减少对地层的污染；

c) 冲洗介质材料应具有经济性和无毒、无腐蚀性。

5.2.4.2 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。

### 5.2.5 成井

热源井成井施工时，按以下要求进行：

- a) 井管安装前应进行井深校正、测井、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) 宜采用动水填砾；
- d) 止水材料宜选用黏土、水泥、橡胶等；
- e) 成井后应及时进行洗井至水清砂净。

### 5.2.6 抽水试验

抽水试验按GB 50296执行。

### 5.2.7 回灌试验

回灌试验按DZ/T 0225执行。

## 5.3 验收

热源井验收时，应符合以下要求：

- a) 热源井应单独进行验收，应符合 GB 50296 及设计要求；
- b) 热源井持续出水量和回灌量应稳定，抽水出水量不应小于设计出水量，回灌量应大于等于设计回灌量；
- c) 抽水试验结束前应采集水样，进行水质测定和含砂量测定，含砂量体积比宜小于 1/50000，经处理后的水质应满足系统设备的使用要求；
- d) 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。

附 录 A  
(资料性附录)  
常用地埋管换热器管材规格

常用地埋管换热器管材的外径及公称壁厚应符合表A.1、表A.2的规定。

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

注：引自《地源热泵系统工程技术规范》（GB 50366—2005）。

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	$14.6^{+1.6}$

注：引自《地源热泵系统工程技术规范》（GB 50366—2005）。

**附录 B**  
(资料性附录)  
**常见地埋管回填材料热导率**

常见地埋管回填材料热导率见表B.1。

**表 B.1 常见地埋管回填材料热导率**

类型	热导率 W/(m·℃)
回填膨润土 (含有 20%~30%的固体)	0.73~0.75
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)	1.47~1.64
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
注：引自《浅层地热能勘查评价规范》(DZ/T 0225—2009)。	

参 考 文 献

- [1] NB/T 10097—2018 地热能术语
  - [2] DB41/T 597—2018 PVC-U 供水管井技术规范
-