T/CREA

**中 国 房 地 产 业 协 会 标 准**

 T/CREA ××—××××



**地源热泵系统地埋管换热器施工**

**及质量验收标准**

Specification for construction and quality acceptance of ground heat exchanger in ground-source heat pump system

（征求意见稿）

××××—××—××发布 ××××—××—××实施



中 国 房 地 产 业 协 会 发 布

中 国 房 地 产 业 协 会 发 布

**前言**

根据中国房地产业协会《关于印发<\*\*\*\*年度中国房地产业协会团体标准立项计划>的通知》（中国房协\*\*\*\*\*）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结了我国十几年来地源热泵系统地埋管换热器施工及质量验收方面的成果，结合编制单位多年来的实践经验，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准，作为地源热泵系统地埋管换热器施工及质量验收的技术支撑。

 本标准的主要内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.施工前准备；5.钻孔施工；6.地埋管换热器预制；7.下管；8.灌浆回填；9.水平管沟开挖；10.管道连接；11.管沟回填；12.水压试验；13.验收。

 本标准由中国房地产业协会住宅技术委员会负责管理，恒通建设集团有限公司与扬州大学负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，请相关单位总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中国房地产业协会住宅技术委员会，以供今后修订时参考。

本标准主编单位：恒通建设集团有限公司

扬州大学

本标准参编单位：江苏通亚住宅产业化技术有限公司

 本标准主要起草人员：陈有川 杨卫波 谈德元 李晓金 丁健生 谢义兵

 赵冬冬 经乃东 崔远礼

本标准主要审查人员：胡平放，王华军，马宏权 .....

**目 录**

[1 总则 1](#_Toc26065)

[2 术语 2](#_Toc15074)

[3 基本规定 3](#_Toc1571)

[4 施工前的准备 4](#_Toc15412)

[5 钻孔施工 5](#_Toc11508)

[6 地埋管换热器预制 6](#_Toc21127)

[7 下管 7](#_Toc10311)

[8 灌浆回填 8](#_Toc2513)

[9 水平管沟开挖 9](#_Toc23113)

[10管道连接 10](#_Toc29006)

[11管沟回填 12](#_Toc7140)

[12 水压试验 13](#_Toc29275)

[13 验收 14](#_Toc15547)

[本标准用词说明 15](#_Toc17153)

[引用标准名录 16](#_Toc21489)

[条 文 说 明 17](#_Toc31240)

**1 总则**

1.0.1 为了加强对地埋管地源热泵系统施工质量的监督与管理，规范地埋管换热器的施工、安装及验收，确保工程质量和保护环境，提高系统的节能环保效益，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于地埋管地源热泵系统竖直地埋管换热器、水平地埋管换热器及水平连接管路的施工、安装及质量验收。

1.0.3 地埋管地源热泵系统地埋管换热器的施工及质量验收除了应符合本标准外，尚应符合国家、行业及地方现行相关标准的规定。

**2 术语**

2.0.1 地埋管地源热泵系统 ground-source heat pump system

 以地下浅层岩土体作为热泵冷热源，通过热泵机组、地埋管换热器及介质实现与岩土进行热交换，从而达到为建筑物供热空调的热泵系统。

2.0.2 地埋管换热器 ground heat exchanger

 埋设于岩土体中，通过内部循环的传热介质与岩土体进行热交换的地热能交换系统，又称为土壤热交换器。

2.0.3 竖直地埋管换热器 vertical ground heat exchanger

 埋设在竖直钻孔中的地埋管换热器，又称为竖直土壤换热器。

2.0.4 水平地埋管换热器 horizontal ground heat exchanger

埋设于水平管沟中的地埋管换热器，又称为水平土壤换热器。

2.0.5 回填材料 backfill material

 地埋管换热器安装就位后用于填充管沟或垂直钻孔的土壤或专用回填料。

2.0.6 环路 circuit

 与同一组供回水环路集管并联连接的多个地热换热器之一。

2.0.7 环路集管 circuit header

 将多个并联环路连接到供回水主管的管道，环路集管是用来给并联环路提供相等的流量的。

2.0.8 沉淀池 sedimentation tank

用来储存钻孔过程产生的泥浆的水池，一般在钻孔现场挖掘。

2.0.9 地温监测孔 monitoring hole

 用来长期监测地下岩土温度，便于观察地源热泵系统长期运行对岩土温度影响的监测孔。

**3 基本规定**

3.0.1 在进行地埋管换热器施工前，应对地埋管换热器施工现场进行详细勘察,并做好相关记录。

3.0.2 地埋管换热器施工应由具有相应资质的机构完成，并由具有相应资质的监理单位进行全程现场监理。

3.0.3 施工设备进场前，应按照设计与施工要求确定合理的施工组织方案。

3.0.4 应通过有关部门，准确确定工程所有埋地管线的详细位置。

3.0.5 钻机进现场前，应根据地质勘探报告确认现场地质情况，选择合适的钻孔设备。

3.0.6 为准确确定岩土热物性，施工前应按规范要求进行岩土热响应测试。

3.0.7 钻孔深度的确定，应根据现场水纹地质情况、岩土热响应测试报告、建筑冷热负荷及可用埋管面积，并考虑系统经济性，经综合分析与优化来确定。

3.0.8 竖直地埋管换热器形式（单U或双U），应综合考虑钻孔难易程度、可用埋管面积及U形管材的价格等来确定。

**4 施工前的准备**

4.0.1 应认真熟悉施工图纸和设计说明，与监理、总包单位协调，确认钻孔定位基准点，并经监理复核签字。

4.0.2 按照施工图进行现场测量布点，确定钻孔位置，并及时用木桩或有一定强度的短管打入各钻孔位置，做到牢固、 醒目、易于确认。

4.0.3 根据施工图地埋管材料质量要求，组织地埋管材料进场，所有进场材料应符合《地源热泵系统用聚乙烯管材及管件》（CJ/T317-2009）以及《给水用聚乙烯(PE)管道系统》（GB/T 13663.1-2017、GB/T 13663.2-2018、GB/T 13663.3-2018）等相关标准，同时应有产品合格证及质量检验报告。

4.0.4 材料进场应及时向甲方、监理报验，并由监理现场取样送检，送检合格后方能使用。

4.0.5 应根据施工图要求的有效深度，确认竖直地埋管换热器的长度及钻孔深度，确保地埋管换热器埋设深度符合设计要求，满足工程需要。

4.0.6 应根据设计要求，确定地温监测孔的位置及数量，并进行标注，准备相应的材料进现场。

**5 钻孔施工**

5.0.1 钻孔位置地面应平整，钻机就位后及钻孔过程中应确保钻机钻杆的垂直度。钻孔孔径选择：单U管钻头直径宜为110～135 mm，双U管钻头直径宜为150～180mm。管孔孔径宜大于地埋管与灌浆管组件20 mm以上。

5.0.2 机械钻孔施工初钻时应先启动泥浆泵和转盘，使之空转一段时间，待泥浆输送畅通后，方可开始钻孔。

5.0.3 钻孔施工时接、卸钻杆动作要迅速、安全，应在最短时间内完成，以免停转时间过长，增加孔底沉淀。

5.0.4 当钻孔孔壁不牢固或者存有孔洞、洞穴等导致成孔困难时，应设护壁套管。

5.0.5 实际钻孔深度应超出设计深度0.3 m以上，作为卸钻杆及下竖直地埋管换热器时钻杆内的泥砂沉淀，以确保换热器埋设深度达到设计要求。

5.0.6 钻孔施工时应遵循以下操作要点：

1 开始初钻时，孔尺应适当控制，在护筒刃脚处，应低档慢速钻孔，使刃脚处有坚固的泥皮护壁；

2 钻至刃脚下1m后，可按土质以正常速度钻孔；

3 如护筒土质松软发现漏浆时，可提起钻头，向孔中倒入粘土，再放下钻头反复填钻，使胶泥挤入孔壁堵住漏浆孔隙，不让泥浆流失才能继续钻进；

5.0.7 钻孔施工时，根据不同土质情况应采用相适应的钻孔施工工艺：

1 粘土中钻孔施工，可选用尖底钻头、中等转速、大泵量、加入大量清水中和稀释稀泥浆钻孔；

2 砂土或软土层中钻孔施工，宜选用平底钻头，控制孔尺、轻压、低档、慢速、大泵量、稠泥浆护壁钻孔；

3 轻亚粘士或亚粘士夹卵、砾石层中钻孔施工，宜采用低档、慢速、优持泥浆、大泵量、两级钻孔的方法钻孔；

4 岩石层中钻孔施工，宜采用复合片钻头，并采用低档、慢速、优持泥浆、大泵量、两级钻孔的方法钻孔。

5.0.8 沉淀池开挖位置应考虑到该处将来能够开挖、清除，并能保证原状土的安全为准。如场地限制或泥浆较多宜采用活动钢板泥浆水箱为二级泥浆池，随着钻孔位置移动。

5.0.9 沉淀池多余泥浆应及时组织泥浆运输车定时清理、外运，严防多余泥浆在施工基坑内到处流淌，确保施工场地清洁有序。

**6 地埋管换热器预制**

6.0.1 地埋管换热器预制，应采用热熔承插连接，管材与管配件必须为同种牌号同级别。

6.0.2 管材的热熔连接应由有经验的熟练工操作，热熔前应将管材热熔部位及U型头用干净无油的干布清洁干净。

6.0.3 管材的热熔连接应按以下要求进行：

1 热熔加热器热熔温度应达到260℃±10 ℃，将管端与管件分别插入加热套和加热头，并用手握住缓慢移动至标准深度。

2 插入移动时不得旋转，达到加热时间要求后应缓慢将管子和管件从加热器上拔出，拔出时不得旋转，并保持自然冷却。

3 De25管材插入U型接头的深度为16 mm,加热时间为7 s，冷却时间为3 min；De32管材插入U型接头的深度为20 mm,加热时间为8 s，冷却时间为4 min。

6.0.4 管材连接环境温度宜为5℃～40 ℃，施工人员应根据环境温度变化，对热熔的加热与冷却时间进行适当调整。

6.0.5 管道热熔连接，不得在5℃下或大风（风力大于5级）等环境操作，操作时应采取保温、防风措施（防护棚、操作箱加热等），并相应调整热熔连接工艺。炎热的夏季室外太阳辐射下热熔，应采取遮阳措施。

6.0.6 地埋管换热器预制好后，应及时按照以下要求进行水压试验：

1 第一次水压试验压力应以设计压力加上竖直地埋管换热器深度最低点承受压力综合考虑，但不得超过管材自身所承受压力；

2 水压试验应用洁净水进行，升压应缓慢，达到试验压力后，稳压至少15 min；

3 稳压后压力降不应大于3%，且无泄漏现象为合格；

4 检查合格后，压力表暂不拆卸，便于随时监控、观察；

6.0.7 预制好的地埋管换热器应做好标记，盘成卷堆放整齐，并做好防护。

**7 下管**

7.0.1 当钻孔钻好且孔壁固化后，应及时下管。

1 在黄泥地层较多的钻孔中下管，下管前必须进行孔内泥浆稀释，降低泥浆比重，防止地埋管换热器下管困难、不受控制，造成上浮现象。

2 在岩基的钻孔中下管，为防止地埋管在下管中快速溜放、摩擦，损坏U头部位，造成坏孔的隐患，应对U头部位安装镀锌铁皮防护罩，保证成孔质量。

7.0.2 宜采用人工配合机械下管，利用回转钻机钻杆顶进方式。

7.0.3 下管前应将水压试验合格并经检查且管内保有设计要求预定压力的成品地埋管换热器放置在专用转盘上。

7.0.4 竖直地埋管换热器下管应尽量一步下到位，下管速度要慢速、均匀，防止快速溜放下管过程中与孔壁摩擦损坏PE管。

7.0.5 下管后的竖直地埋管换热器应能够露出地面约500 mm左右；

7.0.6 竖直地埋管换热器下管到位后，应停留约保持5分钟后再提起下管钻杆。

7.0.7 下管结束提杆过程中，应设置预防地埋管换热器上浮的措施。

7.0.8 地埋管换热器安装完毕后，应及时进行看压验收，宜按以下方法进行：

1 压力在下管后达不到设计压力时，应对地埋管换热器进行补压试验；

2 补压至设计压力后，应稳压15 min后的压降不大于3%，且无泄漏现象；3 补压过程中发现有泄漏时，必须及时更换水压试验合格的地埋管换热

器，按照上述要求重新下管安装，并确保无渗漏；

7.0.9 稳压合格后，应立即进行灌浆回填及封孔工作。

**8 灌浆回填**

8.0.1 竖直地埋管换热器安装完毕并试压合格后，应立即灌浆回填封孔。

8.0.2 竖直地埋管换热器灌浆回填料宜采用导热性能不低于钻孔周围岩土导热性能的材料，回填料及其配比应符合设计要求，并根据现场钻孔情况进行调整。

8.0.3 当埋管深度小于40 m时，可采用人工重力自然回填；当埋管深度超过40 m时，宜采用机械回灌，灌浆回填应在周围临近钻孔施工完毕后进行。

8.0.4 钻孔采用人工重力自然回填方式时，应按以下步骤进行：

1 由人工小推车将中粗砂运至回填钻孔附近；

2 自上而下回填并用水源配合向钻孔内冲砂；

3 当泥浆上返，回填料不下沉时，首次回填结束；

4 首次回填结束24 h，回填材料沉降后进行二次回填；

5 48 h后再次检查，继续进行回填，直至回填材料不沉降为合格；

8.0.5 回填检查合格后，应及时查看地埋管换热器压力表，观察钻孔内U型管压力是否保持完好。

8.0.6 竖直地埋管换热器检查合格后，应拆除顶部压力表装置，并及时用管帽封堵管口。

**9 水平管沟开挖**

9.0.1 水平管沟开挖前，应明确待开挖区域内各种地下管线的种类、具体位置及埋设深度，应按施工图标注各区域水平管沟位置及走向，并进行放线。

9.0.2 水平连接管沟的深度应在冻土层以下不宜小于0.6 m,且距地面不宜小于1.5 m，且应在所有其他管线下部。

9.0.3 水平管沟埋设在建筑物内时，其深度应在建筑物底板或最大大梁、承台下部0.4 m以下。

9.0.4 管沟底部应采用人工修补平整，其坡度宜为0.002，同一管沟内供、回水环路集管坡度坡向应与管道走向相同。

9.0.5 在含水层或软土等不稳定地层内开挖管沟时，应进行施工排水、设置管沟支撑或采取地基处理等措施。

9.0.6 在地下室基坑内管沟开挖需待孔点降水到管沟底-0.5m后，方能开挖。

9.0.7 管沟开挖应由有丰富施工经验的挖掘机操作员来施工，并严格控制沟底标高。挖掘机械挖到一定深度时，必须由施工技术人员以该区域建筑基准点为水准点，用水平仪随机跟踪多点测量，防止挖土超深扰动沟底原状土。

9.0.8 水平管沟沟底宽度应根据该管沟实际连接的地埋管换热器数量确定。

9.0.9 管沟开挖的土方可存放在管沟上方，但堆土高度不得超过1.5 m，距离沟边不得小于0.8 m的安全距离。

**10管道连接**

10.0.1 当室外环境温度低于0 ℃时，应尽量避免地埋管换热器的施工。

10.0.2 水平环路集管敷设前应先检查、核实沟底标高、水平度以及管沟宽度是否符合设计要求和环路集管敷设要求。

10.0.3 水平环路集管与竖直地埋管换热器连接前应对每组竖直地埋管换热器用吹气或通水等方法检查垂直地埋管是否通畅，如有堵塞应处理通畅后连接。

10.0.4 水平环路下管时应将卷管放在专用转盘上，采用人工缓慢、平直的沿沟铺设，应做到水平管长度一次性到位，中途无热熔接头。

10.0.5 地埋管垂直换热器与水平环路集管应采用直接连接，自然弯曲，严禁使用90°直角弯头，直接热熔焊连接部位宜设在水平管上。

10.0.6 地埋管换热器与水平环路集管连接处，在垂直地埋管弯曲部位必须先用人工挖出操作坑，操作坑大小应能保证管道连接后能够自然顺操作坑的坡度弯曲。

10.0.7 环路集管转弯处应光滑、自然，使管内水流能够尽量减少阻力，正常运行。

10.0.8 管沟内管道热熔前应先将连接点前、后200 mm以内管道内外用清洁的干布清理干净，不得在管沟内积水未排尽前带水操作。

10.0.9 同一管沟内所有环路集管与地埋管换热器连接后，应将其所有管路有序、整齐摆放。

10.0.10 供回水环路集管同管沟敷设时相互间距不应小于0.6 m,各路环管之间间距不小于30 mm。

10.0.11 环路集管摆放整齐后，可利用垂直地埋管裁剪下的多余短管，将环路集管成排绑扎固定。

10.0.12 环路集管走向敷设原则上按设计图纸要求执行，亦可根据施工现场实际情况按以下原则优化排列：

 1 所有地埋管换热器供、回水管路宜为同程排列，如采用异程管线，则需做好水力平衡调节；

 2 同一环路内分、集水器检查井同侧设置时，可考虑分为左、右两个环路敷设，但必须确保分集水器接管按各环路分开连接；

 3 严禁多组分、集水器上环管互相串联，同组分集水器供回水管道接管宜按钻孔序号排列；

10.0.13 水平环路集管敷设至地源检查井（室）内的分、集水器上，其位置、排列应经土建、监理验收。水平环路集管在穿越地源检查井（室）的防水套管时应遵循先里口后外口的方式，按设计图编号排列，严禁编号混乱。

10.0.14 所有外露环路集管沿程布置途中，应及时将碎石、建筑垃圾等清理干净、找平、夯实，使所有外露集管延地面自然、平整铺设。

**11管沟回填**

11.0.1 水平环管集管与垂直换热器连接且水压试验合格后，应及时对施工管沟进行回填。

11.0.2 水平管沟的回填料应以设计要求为准，亦可按以下情况执行：

1 现场原土为砂土时，可采用原土回填；

2 现场原土不宜作为回填料时，回填料宜采用中细砂；

3 采用原土回填时，回填原土应细小、松散、均匀且不含石块、建筑垃圾等杂物；

4 回填时应分层回填、分层夯实，管道下垫层100～150 mm, 管道保护层350～400 mm；

5 回填后用人工轻夯实或用水浸法，除一层夯实不得使用机械外，其余分层夯实可采用人工夯夯实、电动蛤蟆夯夯实，也可采用水浸法等。

6 首层回填沟内有积水时，必须将积水全部排尽，方能回填。

11.0.3 水平管沟回填压实后，应做环刀法检验，检验管沟回填后的湿密度、含水量、干密度以及压实系数。

11.0.4 水平管沟回填料应与管道紧密接触，且回填过程中不得损伤管道。

11.0.5 水平管沟回填过程中，应随时检查压力表读数，发现失压时应及时暂停回填，查找原因并及时返修。

11.0.6 管沟回填结束，应仔细检查压力表压力，确认无渗漏等质量问题后进行场内平整，达到施工前场地原貌。

**12 水压试验**

12.0.1 竖直地埋管换热器插入钻孔前、水平地埋管换热器放入管沟前，应进行第一次水压试验。在试验压力下，稳压至少15min，稳压后压力降不应大于3%，且无泄漏现象为合格。

12.0.2 水平环路集管与垂直或水平地埋管换热器连接完成后，回填前应进行第二次水压试验。在试验压力下，稳压至少30min，稳压后压力降不应大于3%，且无泄漏现象为合格。

12.0.3 环路集管与机房分集水器连接完成后，应进行第三次水压试验。在试验压力下稳压至少2 h，且无泄漏现象为试压合格。

12.0.4 地埋管换热系统全部安装完毕，且冲洗、排气及回填完成后，应进行第四次水压试验。在试验压力下，稳压至少12 h，稳压后压力降不应大于3%。

12.0.5 水压试验宜采用手动泵缓慢升压，升压过程中应随时观察与检查，不得有泄漏，不得以气压试验代替水压试验。

12.0.6 水压试验应以相对应的分、集水器为系统组，可临时以短管将该组所属环路集管连接成组，逐组进行。

12.0.7 水压试验的压力应按以下要求确定：

 1 工作压力小于或等于1.0 MPa时，试验压力应为工作压力的1.5倍，且不应小于0.6 MPa；

 2 工作压力大于1.0 MPa时，试验压力应为工作压力加0.5 MPa；

12.0.8 水压试验合格后，应及时请监理、甲方相关人员现场验收，并做好试压记录。

12.0.9 试压合格后不得卸压，压力表应保持原状，待回填后卸压。

12.0.10 地埋管换热系统安装、水压试验完成后，应用清水对管路进行冲洗，管内水流速应大于1.5倍设计流速，系统清洁度应符合设计要求。

**13 验收**

13.0.1 施工单位必须准备好所有施工工序的自检记录，经监理单位验收合格后方可进行下道工序。

13.0.2 管材、管件等应符合国家现行标准的规定，地埋管的长度、管径、壁厚均应符合设计要求，表面应无损伤与划痕。

13.0.3 钻孔和水平地埋管换热器管沟的位置与深度应符合设计要求，钻孔垂直度偏差不宜大于1%。

13.0.4 验收宜由具有相应专业资质的独立第三方机构来施工现场进行，并按以下要求出具验收报告：

1 管材、管件等材料应符合国家现行标准的规定；

2 全部钻孔与竖直地埋管换热器的位置、深度是否符合设计要求；

3 灌浆材料及其配比应符合设计要求；

4 不同环路的水力平衡情况应符合设计要求；

5 水压试验应按要求进行；

6 循环水流量及进出口温差应符合设计要求。

13.0.5 地埋管换热系统试压试验应按国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50336-2005（2009版）执行。

13.0.6 地埋管换热器水冲洗应以相对应的分、集水器为系统组，冲洗前应将分、集水器上的排污阀用临时塑料管接入地下室排水沟或污水井内。

13.0.7 应对地埋管换热器并联环路间流量分配进行检验和调试，确保设计流量下不同并联环路间的不平衡率不应大于15 %。

13.0.8 应检查地温监测系统是否满足设计要求。

**本标准用词说明**

**1** 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

 正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”**。**

2）表示严格，正常情况下均应这样做的用词：

 正面词采用“应”；

 反面词采用“不应”或“不得”。

 3）表示允许有选择，在条件许可时应这样做的用词：

 正面词采用“宜”；

 反面词采用“不宜”。

4）表示在标准的界限内所允许的行动步骤的用词：

 正面词采用“可”；

 反面词采用“不必”。

5）表示在某种原因导致的可能和能够的用词：

 正面词采用“能”；

 反面词采用“不能”。

**2** 条文中指定应按其他有关标准或规范执行时的写法：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

《地源热泵系统工程技术规范》GB50366-2005（2009版）

《地源热泵系统地埋管换热器施工技术规程》CECS344-2013

《地源热泵系统用聚乙烯管材及管件》（CJ/T317-2009）

《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ101-2016

《给水用聚乙烯（PE）管道系统》（GB/T 13663.1-2017、GB/T 13663.2-2018、GB/T 13663.3-2018）

**中 国 房 地 产 业 协 会 标 准**

 T/CREA ××—××××



**地源热泵系统地埋管换热器施工**

**及质量验收标准**

# 条 文 说 明

**目 录**

[1 总则 20](#_Toc28799)

[2 术语 21](#_Toc14483)

[3 基本规定 22](#_Toc27872)

[4 施工前的准备 23](#_Toc2388)

[5 钻孔施工 24](#_Toc6486)

[6 地埋管换热器预制 25](#_Toc18702)

[7 下管 26](#_Toc11483)

[8 灌浆回填 27](#_Toc12809)

[9 水平管沟开挖 28](#_Toc13422)

[10 管道连接 29](#_Toc19549)

[11 管沟回填 30](#_Toc26725)

[12 水压试验 31](#_Toc25920)

[13 验收 32](#_Toc18054)

**1 总则**

1.0.1 地埋管换热器的施工质量对于地埋管地源热泵系统的能效、经济性及可靠性至关重要，但由于其施工过程及工序相对较复杂，导致其施工质量控制具有较大的不确定性，从而影响到整个系统的节能环保效益，本标准明确了地埋管换热器施工质量控制的必要性。

1.0.3 目前，地埋管地源热泵系统地埋管换热器施工质量控制规范，既有国家标准，也有行业和地方标准。具体应以国家标准为基础，并结合行业及当地规范来执行。

**2 术语**

2.0.1 地埋管地源热泵系统是以地下岩土作为热泵的吸热与排热场所，采用地埋管换热器与地下岩土进行热交换，通过热泵机组为建筑物供冷供热的热泵系统。地埋管地源热泵系统的构成主要包括地埋管换热器、热泵机组及室内末端三部分。

2.0.3 竖直地埋管换热器是插入竖直钻孔中用于与周围土壤进行冷热交换的HDPE换热器，通常为单U型、并联双U型、W型等，其规格通常有De32或De25。

2.0.6 回填材料一般为膨润土和细砂（或水泥）的混合浆或其他专用回填材料。膨润土的比例宜占4%~6%。钻孔时取出的泥砂浆凝固后如收缩很小时，亦可作为回填材料。

**3 基本规定**

3.0.1 由于埋管施工场地一般比较复杂，为了顺利完成施工，施工前应对场地特征、周围可能存在的构筑物及其他影响施工的因素进行详细勘察，并做好记录，为后续不同工序施工提供保障。

3.0.3 由于地埋管换热器施工工序较多，每道工序所采用的设备及材料不尽相同，且不同工序间还存在相互交叉，为了使施工过程顺利进行，必须进行详细的施工组织安排。

3.0.4 地埋管换热器安装现场地下会埋设市政管线，为了降低地埋管换热器施工对埋地管线的影响，同时提高施工效率，施工前必须通过相关部门详细确认所有相关地下管线的位置，以便于钻孔定位及水平管沟开挖时避让。

3.0.6 岩土热响应测试是地埋管地源热泵系统地埋管换热器设计的前提与依据，通常采用国际现行的基于恒热流法的现场热响应测试方法，测试参数包括土壤初始温度、岩土导热系数、岩土比热及钻孔热阻等。

3.0.7 在可用埋管面积一定时，钻孔深度决定了总换热规模，但同时也会影响系统投资。此外，钻孔深度还要考虑现场地质情况。当钻孔遇到难以钻进的岩石等地质情况会显著增加钻孔费用。

**4 施工前的准备**

4.0.1 钻孔布置位置应根据施工图纸及设计说明来确定，但必须注意避让土建承台、支护以及电梯井坑等易于损坏地埋管的土建构筑物。一旦遇到影响布孔的障碍物需要调整时，应与监理、总包单位协商后确认。钻孔间距应以施工图设计要求为准，但遇特殊情况也可调整，调整间距必须控制在3～6m范围以内。

4.0.3 目前地埋管换热器一般采用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的HDPE-SDR11系列优质高密度聚乙烯管(PE)。管材的公称压力及使用温度应满足设计要求，且管材的公称压力不应小于1.0MPa。管材壁厚应根据管材压力来确认，一般正常使用承压1.6MPa的SDRII材料，其De25管材壁厚为2.3mm, De32管材壁厚为3.0mm。

4.0.4 检查项目一般为断裂伸长率、静液压强度试验、纵向回缩率、导热系数。所有进场材料的外包装应完好，如有破损必须仔细检查管材外观是否有严重的划伤或破损，凡有上述缺陷的管材严禁使用，另行堆放待处理。

4.0.6 地温监测孔用于监测地源热泵系统运行期间岩土温度变化情况，宜布置于埋管区中央代表性位置，以观测土壤热平衡状况。

**5 钻孔施工**

5.0.1 钻机钻孔位置地面应平整，钻机就位后应用水平尺测量钻机机座的水平度并用线锤吊线测量钻机立轴的垂直度，以确保钻机钻杆的垂直度。垂直钻孔的不垂直度不宜小于0.001，确保成品孔的垂直度。从而有效地保证地埋管换热器与地埋管换热器之间的最佳间距，使地埋管换热器与土壤的热交换达到最佳效果。

5.0.7 根据不同土质，应分别采用以下不同的操作要点：

1 在粘土中钻孔，由于泥浆粘性大，钻头所受阻力也大、易糊钻。宜选用尖底钻头、中等转速、大泵量、加入大量清水中和稀释稀泥浆钻孔。泥浆比重过大，会造成下管困难。

2 在砂土或软土层钻孔时，易塌空孔，宜选用平底钻头，控制孔尺、轻压、低档、慢速、大泵量、稠泥浆护壁钻孔。

3 在轻亚粘士或亚粘士夹卵、砾石层中钻孔时，因土层太硬，会引起钻头跳动和钻杆摆动加大及钻头偏斜等现象，易使钻机超负荷损坏。宜采用低档、慢速、优持泥浆、大泵量、两级钻孔的方法进行钻孔。

4 在岩石层中钻孔时，因岩石太硬，会引起钻头跳动和钻杆摆动加大及钻头偏斜等现象，易使钻机超负荷损坏。宜采用复合片钻头，并采用低档、慢速、优持泥浆、大泵量、两级钻孔的方法钻孔。

5.0.8 目前钻孔施工一般采用湿式方法施工，施工时根据土质情况会产生泥浆，需开挖泥浆沉淀池，一是循环水再利用，二是泥浆沉淀。具体开挖位置应根据施工现场的实际情况，开挖前应征得总包、监理及甲方认可，方可开挖。使用后应及时平整，恢复原状。

5.0.9 泥浆通过沉淀池后，部分泥浆再通过泥浆泵作为钻孔回填物的组成部分，回灌至孔内。而部分沉淀池内泥浆经过沉淀后，将清水通过排水沟排出，多余泥浆应及时组织泥浆运输车定时清理、外运。

**6 地埋管换热器预制**

6.0.1 因各材料生产单位的管配件模具有所差别，为确保热熔连接质量及钻孔埋地后的耐用性，严格要求管材与管配件必须为同种牌号同级别，严禁混用压力等级不相同的管材、管件及管道附件。

6.0.3 热熔时，加热时间达不到标准，会产生未焊透现象，造成热熔强度达不到要求。加热时间过长，管材融化过度，会使管材热熔后强度降低且管内热熔部位会产生超大焊瘤现象，造成管内堵塞，形成水流量不畅。

6.0.4 管材连接环境温度宜为5℃～40℃。在5℃以下气温条件下热熔连接时，达到熔接温度的时间要比正常情况适当延长，连接后的冷却时间也要适当缩短；在夏季温度较高的情况下，则相反。为保证管道热熔焊接质量，施工人员应根据环境温度的变化，对热熔的加热时间、冷却时间也应适当的调整。不支持在5℃以下气温条件下热熔连接，如由于多方原因确实需要，必须采取切实可靠的保温措施，提高热熔焊接场所的环境温度来解决。

6.0.5 大风环境下进行热熔连接时，大风会影响热熔交换过程，易造成加热不足和温度不均，因此应采取切实可行的防风保护措施。夏季阳光直射时，可能使待连接管材部位的温度远远超过环境温度，使焊接工艺和焊接设备的环境温度补偿功能丧失补偿依据，并且可能因曝晒一侧温度高另一侧温度低而影响焊接质量，因此，必须有遮阳措施。

**7 下管**

7.0.1 当钻孔钻好且孔壁固化后，应及时下管，因为钻好的钻孔搁置时间不宜过长，否则有可能出现钻孔局部堵塞或孔底泥浆沉淀导致下管困难。

7.0.2 钻孔施工完毕，钻孔内会有大量积水，水的浮力将使下管有一定的困难，采用人工配合机械下管，利用回转钻机钻杆顶进方式，可以克服钻孔内水的浮力并加快下管的速度。

7.0.4 下管前应将水压试验合格并经检查且管内保有设计要求预定压力的成品地埋管换热器放置在专用转盘上，避免人工下管时由于人数偏少，造成管道沿地面拖拉，使管道与地面接触，划伤管道，使管子的耐压等性能下降，严重时造成管道损坏不能使用。

7.0.7 地埋管换热器下管到位后，稍候5分钟左右，让孔内沉淀的泥浆岩土“咬住”U型头使其不上浮，然后依次提起下管钻杆。

**8 灌浆回填**

8.0.1 为了强化竖直地埋管换热器与钻孔壁之间传热，减少传热热阻，同时实现密封作用，避免地表污染物渗漏到钻孔中，防止不同含水层水质混合窜通以及自流井水由钻孔向上喷漏等，保压合格后必须进行回填封孔。

8.0.2 回填材料及其配比应符合设计要求，并根据现场钻孔情况进行调整。灌浆回填材料一般为膨润土和水泥砂浆组成的混合浆或其他灌浆材料，且具有较好的保水性、流动性。

8.0.3 在没有条件且埋管深度小于40 m时，可采用人工重力自然回填方式，但要预留回填材料自然下沉时间，并多次回填。对于钻孔深度较深，应尽量采用自下而上的机械回填方式。

**9 水平管沟开挖**

9.0.1 水平管沟开挖如果是在室外自然地坪上直接开挖，事前应了解待开挖区域内地下各种管线的种类、位置及深度，以防水平管沟开挖时损坏其它地下管线，造成事故和损失。同时应与业主方沟通，考虑预留未来各种地下管线所需埋管空间。

9.0.4 水平环路集管需要满足排气与强化换热要求，为此需要设置一定的坡度，同一管沟内供、回水环路集管坡度应分别坡向分水器与集水器，不得倒坡。

9.0.7 施工时应严格控制沟底标高，挖掘机械挖到一定深度时，必须由施工技术人员以该区域建筑基准点为水准点。用水平仪随机跟踪多点测量，防止挖土超深扰动沟底原状土。如遇沟底深度超挖一定要用细沙回填密实；遇沟底有废旧构筑物、硬石等杂物时，必须清除干净后夯实，其密实度不低于原状土的密实度，同时应铺设一层厚度不小于100mm的细沙垫底。

**10 管道连接**

10.0.3 水平环路集管与竖直地埋管换热器连接前应对每组竖直地埋管换热器用吹气或通水等方法进行通畅性检查，防止竖直管内有泥土堵塞现象。如有问题应及时采取方法，对堵塞管道进行疏通。疏通方法可采取高压水冲或小口径塑料管伸入竖直地埋管换热器内进行疏通，待问题处理后方能进行下步施工。

10.0.5 直接热熔焊接部位不得设在竖直埋管或弯曲部位，而应设在水平管上。这样做可防止因竖直埋管回填不紧密而在今后运行中逐渐下沉或因地层下沉造成接头部位拉力损坏的现象，可以较好地保护地埋管换热器的完好率。

10.0.9 环路集管水平摆放后不得有高低不平现象，杜绝产生集水点。

10.0.10 供回水环路集管同管沟敷设时相互间距不应小于0.6 m,以利于减少供回水管道之间的热传递。各路环管之间间距不应小于30 mm,以利于各环管之间回填密实。

**11 管沟回填**

11.0.4 水平管沟回填时，回填料应采用网孔不大于15mm×15mm的筛进行过滤，保证回填料不含有尖利的岩石块和其他碎石。为保证回填均匀且回填料与管道紧密接触，回填应在管道两侧同步进行，同一沟槽中有双排或多排管道时，管道之间的回填压实应与管道和槽壁之间的回填压实对称进行。

11.0.5 水平管沟回填过程中，如发现失压时，应及时检查分析失压情况、查明原因，待问题解决且管内压力正常后方可继续回填。

**12 水压试验**

12.0.1 第一次水压试验宜以对应的竖直地埋管换热器或水平地埋管换热器为检验对象逐个进行，且应在管道连接前完成第一次水压试验。

12.0.2 第二次水压试验宜以相对应的分、集水器为系统组，临时以短管将该组所属环路集管连接成组，逐组进行。为提高工作效率，不建议以单孔地埋管换热器为单位，逐口孔进行水压试验。

**13 验收**

13.0.1 由于地埋管地源热泵系统地埋管换热器的施工工序相对传统空调系统更为复杂，且各道工序都属于地下隐蔽工程。为了确保系统的施工质量，每道工序均应进行严格的签字验收。

13.0.3 由于钻孔施工完毕后钻孔内泥浆中的砂土、碎石通常会在钻孔底沉积，导致地埋管换热器不能安装至设计深度，故应适当增加钻孔施工深度。此外，若钻孔垂直度偏差过大，则钻孔可能会相交，导致已埋设的地埋管换热器损坏或影响换热效率。

13.0.7 对于竖直地埋管换热器，一般采用并联环路布置，为了确保每个地埋管换热器的换热量均匀一致，需要确保其流量均匀分配。

13.0.8 地温监测系统的设置对于地源热泵系统可持续高效运行至关重要，为此，需要在地埋管换热关键区域预埋地温传感器，以监测地源热泵系统运行过程中土壤温度恢复情况。