

备案号：JXXXXXX-2020

DB

浙江省工程建设标准

DBXX/XXXX-2020

地源热泵系统工程技术规程
(报批稿)

Technical code for ground-source heat pump system

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈二〇〇九年度浙江省地方标准编制计划〉的通知》（建设发〔2009〕306号）的要求，本规程由浙江省建筑科学设计研究院有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规程是在认真总结浙江省地源热泵系统的工程实践经验及研究成果、浙江省的气候地域等地方特色的基础上，开展广泛和深入的调查研究，吸收了国内相关标准规程的先进技术经验，在广泛征求意见的基础上通过反复讨论、修改与完善，经有关部门审定后完成。

本规程共分12章。主要技术内容是：总则，术语，基本规定，地源热泵系统设计，地埋管换热系统，地下水换热系统，地表淡水换热系统，海水换热系统，污水换热系统，系统整体运转和调试，工程验收，运行管理。本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江省建筑科学设计研究院有限公司负责对具体技术内容的解释。

本规程在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给浙江省建筑科学设计研究院有限公司（地址：浙江省杭州市文二路28号，邮编：310012），以供今后修订时参考。

主编单位：浙江省建筑科学设计研究院有限公司

浙江大学建筑设计研究院有限公司

浙江地源能源环境有限公司

参编单位：中国建筑第八工程局有限公司

台州市城市建设投资发展有限公司

台州市建设通信管道开发有限公司

华汇工程设计集团股份有限公司台州分公司

玉环市建筑设计院有限公司

湖南凌天科技有限公司

台州市致庭景观设计咨询有限公司

杭州源牌科技股份有限公司

杭州龙华环境集成系统有限公司

浙江万合能源环境科技有限公司

杭州市滨江区建筑工程质量安全监督站

中节能实业发展有限公司

浙江建科节能环保科技有限公司

国网浙江综合能源服务有限公司

主要起草人： 林奕 王建奎 王建民 杨毅 薛建华 王其坤 陆麟 顾
勇军 姚欧强 李蓉樱 林宣军 方道青 郑能 陈波 冯
芳 李崑清 冯华 陆正刚 叶水泉 焦金龙 周家志 闫
成文 陆锦法 刘月琴 余俊祥 金剑波 邵颂 杨敏 李
井会 梁利霞 邢艳艳 苏翠霞 宋静 胡前亮 茅建华
陈永攀 马雳 朱善文 蒋临涌 郑孝舟 吴珍珍 邱建华
姚滨锋 刘峰

主要审查人： 姚国梁 蒋波 李光华 胡亚才 王志毅 黄奕沅 吴丽胜

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	4
4 地源热泵系统设计	6
4.1 系统类型适宜性	6
4.2 热泵机房和末端系统设计	6
5 地埋管换热系统	8
5.1 一般规定	8
5.2 地埋管换热系统勘察	8
5.3 地埋管换热系统设计	8
5.4 地埋管换热系统施工	10
5.5 地埋管换热系统检验	11
6 地下水换热系统	13
6.1 一般规定	13
6.2 地下水换热系统勘察	13
6.3 地下水换热系统设计	13
6.4 地下水换热系统施工	14
6.5 地下水换热系统检验	14
7 地表淡水换热系统	16
7.1 一般规定	16
7.2 地表淡水换热系统勘察	16
7.3 地表淡水换热系统设计	16
7.4 地表淡水换热系统施工	17
7.5 地表淡水换热系统检验	18
8 海水换热系统	20
8.1 一般规定	20
8.2 海水换热系统勘察	20

8.3 海水换热系统设计·····	20
8.4 海水换热系统施工·····	21
8.5 海水换热系统检验·····	21
9 污水换热系统·····	22
9.1 一般规定·····	22
9.2 污水换热系统设计·····	22
9.3 污水换热系统施工·····	23
9.4 污水换热系统检验·····	23
10 系统整体运转和调试·····	24
10.1 一般规定·····	24
10.2 系统整体运转调试·····	24
11 工程验收·····	25
11.1 一般规定·····	25
11.2 地埋管换热系统安装·····	27
11.3 地下水换热系统安装·····	29
11.4 地表淡水换热系统安装·····	30
11.5 海水换热系统安装·····	31
11.6 污水换热系统安装·····	33
12 运行管理·····	35
12.1 一般规定·····	35
12.2 管理要求·····	35
12.3 技术要求·····	35
12.4 运行监测系统·····	36
12.5 系统性能测试与评价·····	37
本规程用词说明·····	40
标准规范引用目录·····	41
附：条文说明·····	42

1 总 则

1.0.1 为规范浙江省地源热泵系统的工程应用，保证工程质量，符合技术先进、资源节约和保护环境的要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建工程的地源热泵系统的勘察、设计、施工、验收和运行管理。

1.0.3 地源热泵系统工程的勘察、设计、施工、验收和运行管理除应符合本规程外，尚应符合国家、行业和地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 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、空调和供生活热水系统。根据地热能交换系统形式不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水源热泵系统和地表水源热泵系统。地表水源热泵系统包括地表淡水源热泵系统和海水源热泵系统。

2.0.2 污水源热泵系统 sewage heat pump system

以城镇综合生活污水为低温热源，由水源热泵机组、换热系统、建筑物内系统组成的供热、空调和供生活热水系统。

2.0.3 浅层地热能资源 shallow geothermal resources

蕴藏在浅层岩土体、地下水、地表淡水、海水中的热能资源。

2.0.4 桩埋管换热器 Pipe-pile heat exchanger

供传热介质与桩基础和岩土体换热用的，由预埋于地下桩基础内的密闭循环管组构成的换热器，又称能量桩。

2.0.5 单井循环换热系统 single well circulation heat exchanger system

由热源井取出的地下水经热交换后再通过该井回灌至地下同一含水层的换热系统。

2.0.6 海水换热系统 sea water heat exchanger system

与海水（含感潮河段江水）进行热交换的地热能交换系统。

2.0.7 污水换热系统 sewage heat exchanger system

与城镇综合生活污水进行热交换的换热系统，分为开式换热系统和闭式换热系统。

2.0.8 直接换热系统 direct closed-loop system

水源水经处理后直接流经水源热泵机组进行热交换的换热系统。

2.0.9 间接换热系统 indirect closed-loop system

水源水经中间换热器后间接与水源热泵机组进行热交换的换热系统。

2.0.10 开式换热系统 open-loop water system

水源水在循环泵的驱动下，经处理直接流经水源热泵机组或通过中间换热器进行热交换的系统；

2.0.11 闭式换热系统 closed-loop water system

将封闭的换热盘管按照特定的排列方法放入具有一定深度的水源水体中，传热介质通过换热管壁与水源水进行热交换的系统。

2.0.12 测试孔 vertical testing exchanger

按照测试要求和拟采用的埋管方案，将用于岩土热响应试验的竖直地埋管换热器称为测试孔。

2.0.13 测试槽 horizontal testing exchanger

按照测试要求和拟采用的埋管方案，将用于岩土热响应试验的水平地埋管换热器称为测试槽。

2.0.14 地源热泵系统制冷能效比/制热性能系数 energy efficiency ratio/coefficiency of performance of system of ground-source heat pump

地源热泵系统总制冷量（制热量）与热泵系统总耗电量的比值，热泵系统总耗电量包括热泵机组、各级循环水泵的耗电量。

3 基本规定

3.0.1 地源热泵系统方案设计前，应对工程场地状况进行调查，并对浅层地热能资源进行勘察。

3.0.2 工程场地状况调查应全面、详实，调查应包括以下内容。

- 1 场地规划面积、形状及坡度；
- 2 场地内已有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布；
- 3 场地内树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、电信电缆的分布；
- 4 场地内已有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的分布及其埋深；
- 5 场地内已有水井的位置；
- 6 场地内或附近水源的水温、水质、水量；
- 7 水源地与建筑物之间的距离、高差；
- 8 场地内的地质勘察报告及水文地质资料。

3.0.3 工程勘察应由具有勘察资质的专业队伍完成。工程勘察完成后，应编制相关工程勘察报告，并对浅层地热能资源可利用情况提出建议。

3.0.4 地源热泵系统设计前应结合工程场地状况调查和工程勘察结果，综合考虑工程场地状况、浅层地热能资源条件、建筑用能特性和系统经济性等因素，对工程应用进行可行性评估，评估应包括以下内容：

- 1 工程概况；
- 2 项目所在地浅层地热能资源条件分析；
- 3 项目地源热泵系统建设初步方案；
- 4 技术经济性分析；
- 5 环境影响分析；
- 6 项目风险分析；
- 7 结论与建议。

3.0.5 地源热泵系统方案设计时，应对项目全年冷、热负荷特性进行分析，对地源热泵系统全年总释热量、总吸热量、最大释热量和最大吸热量进行计算。地源热泵系统宜与其它冷热源组成复合冷热源。

3.0.6 地热能交换系统施工前应具备工程勘察资料、设计文件和施工图纸，并完成施工组织设计。

3.0.7 地源热泵系统应与建设工程项目同步设计、同步建设、同步验收。

4 地源热泵系统设计

4.1 系统类型适宜性

4.1.1 在供热、空调系统设计时，宜将地源热泵系统作为冷热源比选方案之一。

4.1.2 地源热泵系统方案应根据调查及勘察结果，合理选择地源热泵换热系统形式。

4.1.3 当工程项目符合以下条件之一，且经济技术合理时，宜采用土壤源热泵：

- 1 场地内有适宜的埋管区域的；
- 2 项目有季节性供冷和供热需求，有利于岩土体温度恢复的；
- 3 系统间歇性使用，有利于岩土体温度恢复的；
- 4 项目规模较小，地埋管受热堆积影响较小的；
- 5 项目供热需求较大，综合节能效益较好的。

4.1.4 当工程项目符合以下条件之一，且地下水资源的开采和使用通过当地水资源管理部门的批准后，可考虑采用地下水源热泵：

- 1 地下水补给充沛的；
- 2 地质条件适宜采用单井循环换热系统的。

4.1.5 当工程项目符合以下条件，且经济技术合理时，宜采用地表淡水源热泵：

- 1 场地附近地表淡水资源丰富的；
- 2 地表淡水水温、水质满足水源热泵系统要求的；
- 3 地表淡水输送系统能耗合理的。

4.1.6 当工程项目符合以下条件，且经济技术合理时，宜采用海水源热泵：

- 1 允许建设取水构筑物的；
- 2 海水输送系统能耗合理的。

4.1.7 当工程项目符合以下条件，且经济技术合理时，宜采用污水源热泵：

- 1 场地附近污水资源丰富的；
- 2 污水水温、水质、水量满足污水源热泵系统要求的；
- 3 污水输送系统能耗合理的。

4.2 热泵机房和末端系统设计

4.2.1 地源热泵机房和末端系统的设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。其中，涉及生活热水或其他热水供应部分，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规程》GB 50015 的规定。

4.2.2 水源热泵机组性能应符合现行国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409、《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB30721 等的相关规定，且应满足地源热泵系统运行参数的要求。

4.2.3 水源热泵机组应具备能量调节功能，且其蒸发器出口应设防冻保护装置。

4.2.4 水源热泵机组及末端设备应按实际运行参数选型。

4.2.5 应根据建筑的特点及使用功能确定水源热泵机组的设置方式及末端空调系统形式。

4.2.6 当建筑物内部有稳定余热可以回收时，宜采用水环热泵系统。水环热泵系统宜与地源换热系统相结合，形成地源水环热泵系统。

4.2.7 在水源热泵机组外进行冷、热转换的地源热泵系统应在水系统上设冬、夏季节的功能转换阀门，并在转换阀门上作出明显标识。水源水直接流经水源热泵机组的系统应在水系统上预留机组清洗用旁通管。

4.2.8 地源热泵系统在具备供热、供冷功能的同时，宜优先采用地源热泵系统提供（或预热）生活热水，不足部分由其他方式解决。水源热泵系统提供生活热水时，应采用换热设备间接供给。

4.2.9 建筑物内系统设计时，应通过技术经济比较后，增设辅助冷（热）源、蓄冷（热）装置或其他节能设施。对以冷负荷为主的大型公共建筑宜采用冷却塔辅助散热。

5 地埋管换热系统

5.1 一般规定

5.1.1 地埋管换热系统施工时，严禁损坏既有地下管线及构筑物。

5.1.2 地埋管换热器安装完成后，应在埋管区域做出标志或标明管线的定位带，并应采用 2 个现场的永久目标进行定位；地埋管范围内场地不应堆放重物。

5.2 地埋管换热系统勘察

5.2.1 地埋管换热系统勘察应包括下列内容：

- 1 岩土层的结构；
- 2 岩土体热物性参数；
- 3 岩土体温度分布及岩土初始平均温度；
- 4 地下水静水位、水温、水质及分布；
- 5 地下水径流方向、速度。

5.2.2 当岩土体热物性参数由热响应试验确定时，测试孔数量应符合以下规定：

- 1 应用建筑面积小于 5000m² 时，测试孔数量不应少于 1 个；
- 2 应用建筑面积大于等于 5000m²，小于 20000m² 时，岩土热响应测试孔数目不应少于 2 个；
- 3 应用建筑面积大于等于 20000m² 时，岩土热响应测试孔数目不应少于 3 个；每增加 20000m²，岩土热响应测试孔数目应增加 1 个。

5.2.3 岩土热响应测试孔数为 1 个时，宜布置在埋管区的中部或代表主要换热地层的点位上；大于等于 2 个时，应根据埋管区域平面形状和场地状况合理布置。

5.2.4 岩土热响应试验应符合《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定。

5.3 地埋管换热系统设计

5.3.1 地埋管换热系统设计前应明确待埋管区域内各种地下管线的种类、位置及深度，预留未来地下管线所需的埋管空间及埋管区域进出重型设备的车道位

置。

5.3.2 地埋管换热系统设计应进行全年动态负荷计算，最小计算周期宜为 1 年。计算周期内，地埋管换热系统总释热量宜与其总吸热量相平衡。

5.3.3 地埋管换热系统的容量应考虑系统冷、热负荷与地埋管有效埋设空间的合理匹配。地埋管换热器换热量应满足地源热泵系统最大吸热量或释热量的要求。

5.3.4 地埋管换热器应根据可使用地面面积、工程勘察结果及挖掘成本等因素确定埋管方式。

5.3.5 地埋管换热器设计计算宜采用专用软件进行。竖直地埋管换热器的设计也可按《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 提供的方法进行计算。

5.3.6 当地埋管地源热泵系统的应用建筑面积在 5000m² 以上，或实施了岩土热响应试验的项目，应利用岩土热响应试验结果进行地埋管换热器的设计，且应符合下列要求：

- 1 夏季运行期间，地埋管换热器出口最高温度宜低于 33℃；
- 2 冬季运行期间，不添加防冻剂的地埋管换热器进口最低温度宜高于 4℃。

5.3.7 地埋管换热器设计计算时，环路集管不应包括在地埋管换热器长度内。

5.3.8 水平地埋管换热器可不设坡度。最上层埋管顶部距地面不宜小于 0.8m；基坑埋管时，距底板下表面不宜小于 0.5m。

5.3.9 竖直地埋管换热器埋管深度宜大于 35m，钻孔间距应满足换热需要，宜为 3~6m。水平连接管的深度距地面不宜小于 1.5m。

5.3.10 地埋管换热器管内流体应保持紊流流态，水平环路集管坡度宜为 0.002。

5.3.11 地埋管环路两端应分别与供、回水环路集管相连接。供、回水环路宜采用同程布置。每对供、回水环路连接的地埋管环路数宜相等。供、回水环路中集管的间距不应小于 0.6m。

5.3.12 地埋管换热器安装位置应远离水井及室外排水设施，并宜靠近机房或以机房为中心设置。

5.3.13 地埋管换热系统应具备定压、自动补液、泄漏报警功能。高出地面部分管路应设防冻保护措施。

5.3.14 地埋管换热系统应根据地质特征确定回填料配方，回填料的导热系数不

宜低于钻孔外或沟槽外岩土体的导热系数。

5.3.15 地埋管换热系统宜采用变流量设计。

5.3.16 地埋管换热系统的管网设计应符合以下规定：

- 1 应根据实际选用的传热介质的水力特性进行水力计算；
- 2 宜采用同程设计；
- 3 采用异程设计时各支路之间压力损失的相对差额应不大于 15%；
- 4 同一管群不宜采用两种井深或换热管长度设计。

5.3.17 系统规模较大时应有多个供、回水集管环路，各供、回水集管环路应集中设置集分水器及阀门，并宜设置在检查井内。

5.3.18 规模较大的系统，竖直地埋换热器宜采用分换热区域设计，各换热区域间距不小于 8m。

5.3.19 地埋管换热系统设计时应考虑地埋管换热器的承压能力，若建筑物内系统水压力超过地埋管换热器的承压能力时，应设中间换热器将地埋管换热器与建筑物内系统分开。

5.3.20 地埋管换热系统宜设置反冲洗系统，冲洗流量宜为工作流量的 2 倍。

5.3.21 地埋管换热器水平管在穿外墙接入室内机房处，应采取沉降补偿措施，并宜设置检修井。

5.3.22 地埋管换热器水平管在穿越消防通道和消防登高面时应设置套管，并应在道路两侧设置检修井。

5.3.23 当采用在建筑筏板基础下埋管时，不应引起地基承载力的变化，地埋管换热器管路穿越筏板时应采取严格的防水措施。

5.4 地埋管换热系统施工

5.4.1 换热管及管件应符合设计要求，且应具有出厂质量检验报告及合格证。

5.4.2 换热管管材及管件应符合下列规定：

1 换热管应采用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的塑料管材及管件，宜采用聚乙烯管（PE80 或 PE100）或聚丁烯管（PB）。管件与管材应为相同材料。

2 换热管质量应符合现行国家标准的有关规定。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。

5.4.3 地埋管换热系统施工过程中，应严格检查并做好管材保护工作。

5.4.4 管道连接应符合下列规定：

1 除 U 形弯管接头外，换热管应为整根管材，中间不得拼接。

2 埋地管道应采用热熔或电熔连接，并不应造成管径缩小。聚乙烯管道连接应符合现行国家标准《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ101 的有关规定；

3 竖直地埋管换热器的 U 形弯管接头，应选用定型的 U 形弯头成品件电熔连接。

4 竖直地埋管换热器 U 形管的组对长度应能满足插入钻孔后与环路集管连接的要求，组对好的 U 形管的两开口端部，应及时密封。

5.4.5 水平地埋管换热器铺设前，沟槽底部应先铺设相当于管径厚度的细砂。水平地埋管换热器安装时，应防止石块等重物撞击管身。管道不应有折断、扭结等问题，转弯处应光滑，且应采取固定措施。

5.4.6 水平地埋管换热器回填料应细小、松散、均匀，且不应含石块及土块。回填压实过程应均匀，回填料应与管道接触紧密，且不得损伤管道。

5.4.7 竖直地埋管换热器 U 形管安装应在钻孔钻好且孔壁固化后立即进行。当钻孔孔壁不牢固或者存在孔洞、洞穴等导致成孔困难时，应设护壁套管。下管过程中，U 形管应处于满水状态，并应采取措施使 U 形管两支管处于分开状态。

5.4.8 竖直地埋管换热器 U 形管安装完毕后，应立即灌浆回填封孔。当埋管深度超过 40m 时，灌浆回填应在周围临近钻孔均钻凿完毕后进行。竖直地埋管换热器管井宜采用机械回填，不宜采用人工回填方式。

5.4.9 竖直地埋管换热器灌浆回填料宜采用膨润土和细砂（或水泥）的混合浆或专用灌浆材料。当地埋管换热器设在密实或坚硬的岩土体中时，宜采用水泥基料灌浆回填。

5.4.10 地埋管换热器安装前后均应对管道进行冲洗。

5.4.11 当室外环境温度低于 0℃或有雨雪时，不宜进行地埋管换热器的施工。

5.4.12 钻孔施工时应设排水沟和泥浆池等设施。

5.5 地埋管换热系统检验

5.5.1 地埋管换热系统安装过程中，应进行现场检验，并提供检验报告。检

验内容应符合下列规定：

- 1 管材、管件等材料应符合现行国家标准的规定；
- 2 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；
- 3 回填料及其配比应符合设计要求；
- 4 水压试验应合格；
- 5 各环路流量应平衡，且应满足设计要求；
- 6 防冻剂和防腐剂的特性及浓度应符合设计要求；
- 7 循环水流量及进出水温差均应符合设计要求。

5.5.2 地埋管换热系统的水压试验应符合下列规定：

- 1 试验压力：当工作压力小于等于 1.0MPa 时，应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa；当工作压力大于 1.0MPa 时，应为工作压力加 0.5MPa。
- 2 水压试验步骤：
 - 1) 竖直地埋管换热器插入钻孔前，应做第一次水压试验。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；将其密封后，在有压状态下插入钻孔，完成灌浆回填之后保压 1h。水平地埋管换热器放入沟槽前，应做第一次水压试验。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。
 - 2) 竖直或水平地埋管换热器与环路集管装配完成后，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。
 - 3) 环路集管与机房分集水器连接完成后，回填前应进行第三次水压试验。在试验压力下，稳压至少 2h，且无泄漏现象。
 - 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 12h，稳压后压力降不应大于 3%。
- 3 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，不得有渗漏；不得以气压试验代替水压试验。

5.5.3 回填过程的检验应与安装地埋管换热器同步进行。

6 地下水换热系统

6.1 一般规定

6.1.1 地下水换热系统应根据水文地质勘察资料进行设计。必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，并不得对地下水资源造成浪费及污染。系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水质进行定期监测。

6.1.2 地下水的持续出水量应满足地源热泵系统最大吸热量或释热量的要求。

6.1.3 地下水供水管、回灌管不得与市政管道连接。

6.2 地下水换热系统勘察

6.2.1 地下水换热系统勘察应包括下列内容：

- 1 地下水类型；
- 2 含水层岩性、分布、埋深及厚度；
- 3 含水层的富水性和渗透性；
- 4 地下水径流方向、速度和水力坡度；
- 5 地下水水温及其分布；
- 6 地下水水质；
- 7 地下水水位动态变化；

6.2.2 地下水换热系统勘察应进行水文地质试验。试验应包括下列内容：

- 1 抽水试验；
- 2 回灌试验；
- 3 测量出水水温；
- 4 取分层水样并化验分析分层水质；
- 5 水流方向试验；
- 6 渗透系数计算。

6.2.3 当地下水换热系统的勘察结果符合地源热泵系统要求时，宜采用成井技术将水文地质勘探孔完善成热源井。成井过程应由水文地质专业人员进行监理。

6.3 地下水换热系统设计

6.3.1 热源井设计应符合现行国家标准《供水管井技术规范》GB 50296 的相关规定，并应包括下列内容：

- 1 热源井抽水量和回灌量、水温和水质；
- 2 热源井数量、井位分布及取水层位；
- 3 井管配置及管材选用，抽灌设备选择；
- 4 井身结构、填砾位置、滤料规格及止水材料；
- 5 抽水试验和回灌试验要求及措施；
- 6 井口装置及附属设施；
- 7 减少空气侵入的措施。

6.3.2 热源井的设置应符合下列要求。

- 1 在保证建筑物的安全和热源井正常工作的条件下靠近机房；
- 2 热源井之间应保持一定的间距，避免热源井之间的相互干扰；
- 3 对于热源井群，应最大限度地保持热源井中心连线的方向与当地地下水流方向垂直；
- 4 热源井位应避开有污染的地面或地层。

6.3.3 抽水井与回灌井宜能相互转换，其间应设排气装置。抽水管和回灌管上均应设置水样采集口及监测口。地质条件适宜地区宜采用单井循环换热系统。

6.3.4 热源井数目应满足持续出水量和完全回灌的需求。

6.3.5 地下水换热系统应根据水源水质条件采用直接或间接系统；水系统宜采用变流量设计；地下水供水管道宜采取保温措施。

6.4 地下水换热系统施工

6.4.1 热源井施工过程中应同时绘制岩土柱状剖面图。

6.4.2 热源井施工应符合现行国家标准《供水管井技术规范》GB 50296 的规定。

6.4.3 热源井在成井后应及时洗井，洗井结束后应进行抽水试验和回灌试验。

6.4.4 抽水试验应稳定延续 12h，出水量不应小于设计出水量，降深不应大于 5m；回灌试验应稳定延续 36h 以上，回灌量应大于设计回灌量。

6.5 地下水换热系统检验

6.5.1 热源井持续出水量和回灌量应稳定，并应满足设计要求。持续出水量和

回灌量应符合本规程第 6.4.4 条的规定。

6.5.2 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。

7 地表淡水换热系统

7.1 一般规定

7.1.1 地表淡水换热系统设计前，应对地表淡水地源热泵系统运行对水环境的影响进行评估。

7.1.2 地表淡水换热系统设计方案应根据水面用途，地表水深度、面积、水质、水位、水温等地表水文地质情况综合确定。

7.1.3 地表淡水换热系统的换热量应满足地源热泵系统最大吸热量或释热量的需要。

7.1.4 当冬季地表淡水温度较低，不能满足水源热泵机组运行要求时，应设置相应的补热措施。

7.1.5 地表淡水的开发和利用必须符合当地环保、水务、航道等管理部门的规定。

7.2 地表淡水换热系统勘察

7.2.1 地表淡水换热系统勘察应包括下列内容：

- 1 水源性质、水面用途、深度、面积及其分布；
- 2 冬、夏两季不同深度的水温、水位动态变化；
- 3 流速和流量动态变化；
- 4 水质及其动态变化；
- 5 地表淡水利用现状；
- 6 取水和排水的适宜地点及路线；
- 7 河床或湖底的岩性和淤积情况，岸带稳定性；
- 8 航运情况；
- 9 附近取水排水构筑物情况。

7.3 地表淡水换热系统设计

7.3.1 地表淡水换热系统可采用开式或闭式两种形式，水系统宜采用变流量设计。

7.3.2 开式地表淡水换热系统取、排水口的设置应符合下列要求：

- 1 邻近项目现场，取水口靠近机房；
- 2 取水口设置在水质较好、水位较深处；
- 3 取水口位于排水口上游，且避开水系中的其它集中排热点；
- 4 取、排水口之间保持一定的间距；
- 5 取水量变化较大或需要连续运行时，应设置多根取水管。

7.3.3 开式地表淡水系统取水泵的扬程应通过水力计算确定，必要时经技术经济比较分析确定。

7.3.4 开式地表淡水系统的取水系统应根据水质情况确定水处理方案，水处理应采用物理处理方式，不得采用加药等化学处理方式，以免对水体造成污染。换热设备应具有可清洗功能。

7.3.5 闭式地表淡水换热系统宜为同程系统。每个环路集管内的换热环路数宜相同，且宜并联连接；环路集管布置应与水体形状相适应，供、回水管应分开布置。

7.3.6 闭式地表淡水换热盘管应牢固安装在水体底部，水体的最低水位与换热盘管顶端距离不应小于 1.5m。换热盘管设置处水体的静压应在换热盘管的承压范围内。

7.3.7 闭式地表淡水换热盘管的型式，应由水体的面积、深度、水质等因素确定。

7.3.8 闭式地表淡水换热盘管的换热性能和换热面积应通过计算或试验确定；换热管内的流体应保持紊流状态。

7.4 地表淡水换热系统施工

7.4.1 地表淡水换热盘管管材及管件应符合设计要求，且具有质量检验报告和生产厂的合格证。换热盘管宜按照标准长度由厂家做成所需的预制件，且不应有扭曲。

7.4.2 闭式地表淡水换热盘管固定在水体底部时，换热盘管下应安装衬垫物。衬垫物应平整、坚固，选择耐腐蚀材料。衬垫物型式和尺寸应根据换热盘管型式和水文地质条件确定。

7.4.3 取、排水口及换热盘管均应设明显标志。

7.4.4 开式地表淡水换热系统施工应符合以下规定：

- 1 取水构筑物的施工工艺应根据取水水体类型和取水构筑物形式及设计要求确定；
- 2 管道的敷设、安装、固定和管道支墩施工，应符合现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规程》GB50268 的有关规定；
- 3 宜在取水构筑物和排水口外侧设置固定保护设施。

7.4.5 闭式地表淡水换热盘管的制作和安装尚应符合以下规定：

- 1 制作前、后均应对换热盘管进行水压试验；
- 2 绑扎材料应选用有足够强度的耐腐蚀材料，各绑扎点必须牢固，且不得对盘管造成损伤；
- 3 夏季盘管制作完成后应及时安装，不得长时间曝晒。

7.5 地表淡水换热系统检验

7.5.1 地表淡水换热系统安装过程中，应进行现场检验，并提供检验报告，检验内容应符合下列规定：

- 1 管材、管件等材料应具有产品合格证和性能检验报告；
- 2 换热盘管的长度、布置方式及管沟设置应符合设计要求；
- 3 水压试验应合格；
- 4 各环路流量应平衡，且应满足设计要求；
- 5 防冻剂和防腐剂的特性及浓度应符合设计要求；
- 6 循环水流量及进出水温差应符合设计要求。

7.5.2 闭式地表淡水换热系统水压试验应符合以下规定：

- 1 试验压力：当工作压力小于等于 1.0MPa 时，应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa；当工作压力大于 1.0 MPa 时，应为工作压力加 0.5MPa。
- 2 水压试验步骤：换热盘管组装完成后，应做第一次水压试验，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；换热盘管与环路集管装配完成后，应进行第二次水压试验，在试验压力下，稳压至少 30 min，稳压后压力降不应大于 3%，且无泄漏现象；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 12h，稳压后压力降不应大于 3%。

7.5.3 开式地表淡水换热系统水压试验应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

8 海水换热系统

8.1 一般规定

8.1.1 海水换热系统设计方案应根据海水水文地质条件、取水方式等综合确定。

8.1.2 海水换热系统应采取防腐、防生物附着措施。

8.1.3 海水的开发和利用必须符合当地环保、水务、航道等管理部门的规定。

8.2 海水换热系统勘察

8.2.1 海水换热系统勘察应包括以下内容：

- 1 冬、夏两季水温的水平分布、垂直分布和水温、水深动态变化情况；
- 2 海水水质情况及其动态变化；
- 3 海底、沿岸的地质状况；
- 4 已有的海工设施及规划情况；
- 5 取水和排水的适宜地点；
- 6 附近取水排水构筑物情况；
- 6 近海风力情况、海浪情况、潮汐情况；
- 7 航运情况。

8.3 海水换热系统设计

8.3.1 海水换热系统可采用开式或闭式两种形式，水系统宜采用变流量设计。

8.3.2 开式海水换热系统取水口的设置应符合下列要求：

- 1 邻近项目现场，取水口靠近换热站或热泵机房；
- 2 取水口不应低于最低潮位水面以下2m，且距海底的高度不宜小于2.5m；
- 3 取水口应能抵抗大风和海水的潮汐引起的水流应力；
- 4 取水口的位置应考虑潮汐、航运、渔业等影响因素。

8.3.3 取水格栅设计流速宜小于0.2m/s。

8.3.4 取水构筑物形式应根据海岸地质条件合理确定。

8.3.5 与海水直接和间接接触的设备、设施应满足以下要求：

- 1 与海水连通的设备、部件及管道应具有过滤、清理的功能；

2 热泵站房内的外表面接触大气的设备、管道及金属结构应采取防腐措施；

3 与海水接触的设备、部件及管道应具有防腐、防生物附着的能力；

4 中间换热器应具备可拆卸功能。

8.3.6 海水管道的管径不大于 600mm 时，宜采用高密度聚乙烯塑料管；管径大于 600mm 时，可采用混凝土管道或钢管，并应考虑防腐措施。

8.4 海水换热系统施工

8.4.1 取水、排水位置及换热盘管位置均应设置明显标志。

8.4.2 开式海水换热系统施工应符合以下规定：

1 取水构筑物的施工工艺应在保证安全的前提下，根据取水水体实际特征和取水构筑物形式及设计要求确定；

2 管道的敷设、安装、固定和管道支墩施工，应符合现行国家标准《给排水管道工程施工及验收规程》GB50268 的有关规定；

3 宜在取水构筑物和排水口外侧设置固定保护设施。

8.4.3 闭式海水换热盘管的制作应符合本规程 7.4.5 条的规定要求：

8.5 海水换热系统检验

8.5.1 海水换热系统安装过程中，应进行现场检验，并应提供检验报告，检验内容应符合本规程 7.5.1 条的规定要求：

8.5.2 闭式海水换热系统水压试验应符合本规程 7.4.2 条的规定要求。

8.5.3 开式海水换热系统水压试验应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

9 污水换热系统

9.1 一般规定

9.1.1 污水换热系统应根据城市生活污水调查资料进行设计，并对环境、卫生等的影响进行评估。

9.1.2 污水换热系统的调查包括以下内容：

- 1 污水性质与具体水质条件，包括污染物成份与含量等；
- 2 污水冬夏季流量及其分布，瞬时最小流量，污水处理厂维修规律与影响；
- 3 污水冬夏季温度分布；
- 4 污水处理厂或利用污水源位置与建筑物的距离、取水与回水点标高、污水取水与回水的适宜路线与方式等；
- 5 污水资源现状及中长期规划。

9.1.3 直接利用原生污水时，应考虑热能利用对后续污水处理工艺的影响。

9.1.4 污水换热系统设计换热量应满足污水源热泵系统最大吸热量或释热量的要求。

9.2 污水换热系统设计

9.2.1 系统设计时应考虑污水水温、水质及流量的变化规律。

9.2.2 污水源热泵系统换热形式选择应符合以下要求：

- 1 经处理后水质满足污水源热泵机组产品技术要求的污水，宜采用直接式污水换热系统；
- 2 原生污水和经处理后水质不满足污水源热泵机组产品技术要求的污水，应采用间接式污水换热系统。

- 3 对于水质较差或系统规模相对较小的场合，宜采用闭式污水换热系统。

9.2.3 原生污水取水口应采取粗效过滤与防淤、清淤措施。污水换热系统宜采取过渡季清水保护措施。

9.2.4 开式换热系统应在循环泵与换热器前设置连续反冲洗防堵装置，连续反冲洗防堵装置的污水进水流速宜小于 0.5m/s，排水流速宜大于 2.0m/s。

9.2.5 污水过滤器、热交换器污水侧进水管应设置压力表，宜设置压差远传

与报警装置。

9.2.6 间接式污水换热系统宜根据污水水质选用壳管式换热器与套管式换热器等。壳管式换热器污水应走管程、中间换热介质或制冷剂应走壳程。

9.2.7 中间换热器或热泵机组污水侧换热器的材料应根据污水水质确定。

9.3 污水换热系统施工

9.3.1 闭式污水换热盘管的施工应符合下列要求：

- 1 取、排水管进入污水源处应设明显标志；
- 2 换热盘管管材及管件应符合设计要求，且具有质量检验报告和生产厂的合格证。换热盘管宜按照标准长度由厂家做成所需的预制件，且不应有扭曲；
- 3 制作前、后均应对换热盘管进行水压试验；
- 4 塑料材质污水换热器管道应采用热熔或电熔连接，并不应造成管径缩小；聚乙烯管道连接应符合国家现行标准《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ101 的有关规定。

9.3.2 开式系统中间换热器和热泵机组污水侧换热器的结构应尽可能简单，并应留有清洗开口或拆卸端头，便于清洗、更换管件等日常维护。

9.4 污水换热系统检验

9.4.1 污水换热系统安装过程中，应进行现场检验，并提供检验报告，检验内容应符合以下规定：

- 1 管材、管件等材料应具有产品合格证和性能检验报告；
- 2 换热盘管的长度、布置方式及管沟设置应符合设计要求；
- 3 水压试验应合格；
- 4 各环路流量应平衡、且应满足设计要求；
- 5 循环水流量及进出水温差应符合设计要求；
- 6 与污水直接接触的设备和管道应符合易于维护、清理的设计要求。

9.4.2 闭式污水换热系统水压试验应符合本规程 7.4.2 的相关规定。

9.4.3 开式污水换热系统水压试验水压试验应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

10 系统整体运转和调试

10.1 一般规定

10.1.1 地源热泵系统安装完成后，应进行整体运转、调试。

10.1.2 地源热泵系统工程/system调试，应在建设和监理单位的共同参与下进行。

10.1.3 地源热泵系统整体运转、调试除应符合本规程规定外，还应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规程》GB 50274、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 等的有关规定。

10.2 系统整体运转调试

10.2.1 地源热泵系统整体运转与调试应符合下列规定：

- 1 整体运转与调试前应制定整体运转与调试方案；
- 2 水源热泵机组试运转前应进行水系统及风系统平衡调试，系统循环总流量、各分支流量及各末端设备流量均应符合设计要求；
- 3 水系统及风系统平衡调试完成后，应进行水源热泵机组的试运转，运行参数应符合设备技术要求；
- 4 水源热泵机组试运转正常后，应进行 24h 的系统连续运转，并填写运转记录；
- 5 地源热泵系统运转和调试应分冬、夏两种工况进行，调试结果应达到设计要求。调试完成后应编写调试报告及运行操作规程。

10.2.2 地源热泵系统整体验收前，应进行冬、夏两季运行测试，并对地源热泵系统的实测性能做出评价。

11 工程验收

11.1 一般规定

11.1.1 地源热泵系统工程质量验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 等国家、行业和地方现行标准及本规程的规定。

11.1.2 地源热泵系统工程施工质量验收应包括施工过程的质量检查、隐蔽工程验收和检验批验收，施工完成后应按水源热泵机组、地热能交换系统和建筑物内供热空调系统子分部工程分别进行验收，并统一纳入通风与空调分部工程。

11.1.3 水源热泵机组及建筑物内供热空调系统子分部工程施工质量验收应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 等现行国家标准的规定。

11.1.4 地热能交换系统中的地埋管换热系统、地下水换热系统、地表淡水换热系统、海水换热系统和污水换热系统，施工质量验收应符合本规程相关规定。

11.1.5 地热能交换系统的分项工程可按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 进行划分；该分项工程可根据工程量大小划分为一个或若干个检验批进行验收。检验批的划分可根据施工段的划分，与施工流程相一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同协商。

11.1.6 地源热泵系统工程应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

- 1 成孔或沟槽；
- 2 竖直或水平地埋管换热器敷设；
- 3 环路集管敷设；
- 4 土方（灌浆料）回填；
- 5 成井及沟槽；
- 6 管网敷设；
- 7 潜水泵安装；
- 8 开式地表水换热系统取水泵安装；
- 9 闭式地表水换热系统环路集管和换热盘管安装；
- 10 开式海水换热系统取水泵安装；

- 11 闭式海水换热系统环路集管和换热盘管安装;
- 12 开式污水换热系统取水泵及过滤器安装;
- 13 闭式污水换热系统环路集管和换热盘管安装。

11.1.7 检验批质量验收合格应符合下列规定:

- 1 当受检方通过自检, 检验批的质量已达到合同和本规程的要求, 并具有相应的质量合格的施工验收记录时, 可进行工程施工质量检验批质量的验收。
- 2 采用全数检验方案检验时, 主控项目的质量检验结果应全数合格; 一般项目的质量检验结果, 计数合格率不应小于 85%, 且不得有严重缺陷。
- 3 采用抽样方案, 且检验批检验结果合格时, 检验批质量验收应予以通过。
- 4 质量验收中被检出的不合格品, 均应进行修复或更换为合格品。

11.1.8 分项工程质量验收合格应符合下列规定:

- 1 所含检验批的质量均应验收合格;
- 2 所含检验批的质量验收记录应完整。

11.1.9 分部(子分部)工程质量验收合格应符合下列规定:

- 1 所含分项工程质量均应验收合格;
- 2 质量控制资料应完整;
- 3 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相关规定;
- 4 观感质量应符合要求。

11.1.10 地源热泵系统工程验收的资料应包括下列文件及记录:

- 1 图纸会审记录、设计变更文件和竣工图;
- 2 主要材料、设备的出厂合格证及进场检验报告;
- 3 隐蔽工程检查验收记录;
- 4 岩土热响应实验报告;
- 5 地埋管换热系统工程成孔(开槽)施工记录, 成孔检测报告, 回填施工记录, 压力试验报告;
- 6 地下水换热系统工程的成井施工记录, 管井综合柱状图, 洗井抽水和回灌试验记录, 水质检验资料;

- 7 地表水换热系统工程和污水换热系统工程的取水口位置记录，压力试验报告；
- 8 海水换热系统工程的取水口位置记录，取水构筑物施工记录，压力试验报告；
- 9 工程设备、风管系统、管道系统安装及检验记录；
- 10 管道清洗及压力试验记录；
- 11 设备单机试运转记录；
- 12 系统无生产负荷联合试运转与调试记录；
- 13 系统节能性能检验报告；
- 14 系统性能测试与评价报告；
- 15 换热系统工程勘察报告；
- 16 分部、子分部工程质量验收记录；
- 17 观感质量综合检查记录；
- 18 安全和功能检验资料的核查记录；
- 19 电气系统安装质量验收资料；
- 20 系统使用维护说明书等其他必要的文件和记录。

11.2 地埋管换热系统安装

主控项目

11.2.1 地埋管换热系统用防冻剂和防腐剂的特性及浓度应符合设计要求。

检验方法：观察、核查质量证明文件。

检查数量：按 I 方案。

11.2.2 用于地埋管换热系统工程的换热管道、管件、环路集管及阀门等材料，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、尺寸检查、核查质量证明文件。

11.2.3 检查数量：按 I 方案。换热管埋管位置、间距及长度应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：尺量、观察。

11.2.4 管道连接质量应符合 5.4.4 条规定。

检查数量：按 I 方案。

检查该法：尺量、观察。

11.2.5 换热管敷设前，管道系统安装完毕后应进行系统冲洗。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.2.6 管道系统安装完毕后，应按设计要求进行水压试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.2.7 阀门补偿器的安装应符合设计及产品技术文件要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

11.2.8 出地面部分管道保温应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

一般项目

11.2.9 水平环路集管安装位置及坡度应符合设计要求。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察。

11.2.10 换热管安装允许偏差应符合表 11.2.10 的规定。

表 11.2.10 换热管安装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
长度	± 200
间距	± 100

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察。

11.2.11 换热器回填料应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、核对配合比。

11.2.12 地埋管换热区域设置的标识应符合设计要求。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：观察。

11.3 地下水换热系统安装

主控项目

11.3.1 热源井持续出水量和回灌量应稳定并符合设计要求。

检验方法：观察、核查质量证明文件。

检查数量：按Ⅰ方案

11.3.2 热源井的水质应满足系统设备的使用要求。

检验方法：观察、核查质量证明文件。

检查数量：按Ⅰ方案

11.3.3 地下水换热系统工程的中换热器、管道、阀门及潜水泵等材料和设备，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、尺寸检查、核查质量证明文件。

检查数量：按Ⅰ方案

11.3.4 中间换热器及潜水泵的安装应符合设计要求。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查方法：尺量、观察。

11.3.5 中间换热器、潜水泵与管道及管道间的连接应符合设计要求。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查方法：观察。

11.3.6 抽水井与回灌井之间的排气装置安装应符合设计要求。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查方法：观察检查。

11.3.7 管道系统安装完毕后，应按设计要求进行系统冲洗和水压试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.3.8 出地面部分管道保温应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察、检查。

一般项目

11.3.9 热源井位置符合设计要求。

检查数量：全数抽查。

检查方法：尺量、观察。

11.3.10 热源井井口应严格封闭，井口应设检查井，并符合设计及相关标准规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.3.11 热源井区域设置的标识应符合设计要求。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察。

11.4 地表淡水换热系统安装

主控项目

11.4.1 取水泵取到的水质应符合系统设备使用的要求。

检验方法：观察、核查质量证明文件。

检查数量：按 I 方案。

11.4.2 地表水换热系统工程的换热盘管、管道、阀门、衬垫物、取水泵及换热盘管等材料和设备，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、尺寸检查、核查质量证明文件。

检查数量：按 I 方案。

11.4.3 闭式地表水换热系统环路集管安装应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察。

11.4.4 换热盘管的安装应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

11.4.5 管道的敷设、安装、固定和管道支墩施工应符合设计及相关标准规定。

检查数量：按 I 方案。

检查该法：尺量、观察。

11.4.6 取水泵安装及取水泵与管道的连接应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察。

11.4.7 管道系统安装前后，应按设计要求进行系统冲洗；

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.4.8 地表水换热系统应按 7.4.1 要求进行水压试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.4.9 出地面部分管道保温应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察、检查。

一般项目

11.4.10 换热管长度允许偏差为 200mm

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察。

11.4.11 取水口、排水口及取水泵位置应符合设计要求。

检查数量：全数抽查。

检查方法：尺量、观察。

11.4.12 取水口、排水口及换热盘管区域设置的标识应符合设计要求。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察。

11.5 海水换热系统安装

主控项目

11.5.1 与海水直接和间接接触的设备、设施应符合本规程 8.3.5 条的规定。

检验方法：观察、核查质量证明文件。

检查数量：按 I 方案

11.5.2 海水换热系统工程的换热盘管、管道、阀门、衬垫物、取水泵及换热盘管等材料和设备，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、尺寸检查、核查质量证明文件。

检查数量：按 I 方案

11.5.3 闭式海水换热系统环路集管安装符合设计规定。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察。

11.5.4 换热盘管安装应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

11.5.5 管道的连接应符合 5.4.4 条规定。

检查数量：按 I 方案。

检查该法：尺量、观察。

11.5.6 取水泵安装及取水泵与管道的连接应符合设计及相关规范要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察。

11.5.7 管道系统安装前后，应按设计要求进行系统冲洗；

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.5.8 海水换热系统应按 8.4.2 要求进行水压试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.5.9 出地面部分管道保温应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察、检查。

一般项目

11.5.10 换热管长度允许偏差为 200mm

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：尺量、观察。

11.5.11 取水口、排水口及取水泵位置应符合设计要求。

检查数量：全数抽查。

检查方法：尺量、观察。

11.5.12 管道支架的型式、位置、间距应符合设计或有关技术标准的要求。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：尺量、观察。

11.5.13 取水口、排水口及换热盘管区域设置的标识应符合设计要求。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：观察。

11.6 污水换热系统安装

主控项目

11.6.1 闭式污水换热系统传热介质符合本规程 5.2 节的规定。

检验方法：观察、核查质量证明文件。

检查数量：按Ⅰ方案。

11.6.2 污水换热系统工程的管道、阀门、衬垫物、取水泵及换热盘管等材料和设备，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、尺寸检查、核查质量证明文件。

检查数量：按Ⅰ方案。

11.6.3 闭式污水换热系统环路集管安装应符合设计规定。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查方法：观察。

11.6.4 管道的连接应符合 5.4.4 条规定。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查该法：尺量、观察。

11.6.5 取水泵安装及取水泵与管道的连接应符合设计及相关规范要求。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查方法：观察。

11.6.6 换热盘管、换热器、过滤器及防堵装置的安装应符合设计及相关规范要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

11.6.7 管道系统安装前后，应按设计要求进行系统冲洗；

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.6.8 污水换热系统应按 9.4.2 要求进行水压试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

11.6.9 出地面部分管道保温应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察、检查。

一般项目

11.6.10 换热管长度允许偏差为 200mm

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察。

11.6.11 取水口、排水口及取水泵位置应符合设计要求。

检查数量：全数抽查。

检查方法：尺量、观察。

11.6.12 管道支架的型式、位置、间距应符合设计或有关技术标准的要求。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察。

11.6.13 取水口、排水口及换热盘管区域设置的标识应符合设计要求。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察。

12 运行管理

12.1 一般规定

12.1.1 地源热泵系统交付使用后，应委托专业机构对其实施运行管理。

12.1.2 地源热泵系统的运行管理应贯彻节能、环保、卫生、安全和经济实用的原则，保证系统达到合理的使用功能。

12.1.3 地源热泵系统工程需进行节能效益、环境效益、经济效益评估时，应进行系统性能测试与评价。

12.1.4 地源热泵系统的运行管理尚应符合《空调通风系统运行管理规范》GB50365 的相关规定。

12.2 管理要求

12.2.1 管理机构应保存完整的地源热泵系统勘察、设计、施工、调试、验收和评价等技术资料；应记录完整的系统的运行、维修情况信息；应制定有针对性的不同工况运行、维护策略。

12.2.2 运行管理人员宜为专职人员，应经过专业培训，并应具备相应的专业技能。

12.2.3 管理机构应制订合理的运行管理制度，定期对运行管理水平进行评价。

12.3 技术要求

12.3.1 宜根据地源热泵系统运行监测数据和累计制冷（热）量、设备累计耗电量和地源侧累计换热量等基础数据，结合数据分析，制订运行策略，提高系统运行效率。

12.3.2 地埋管换热系统应定期检查堵塞和泄漏等情况，对出现的问题及时处理。

12.3.3 闭式地表水换热系统的水下换热管道应定期检查表面污垢情况，及时清洗。

12.3.4 开式地表淡水换热系统的取水口周围、拦污格栅、过滤器等应定期检查淤积及腐蚀情况，及时清淤。

12.3.5 开式地表淡水热泵系统应定期进行相关管路与换热器的检查和清洗，宜

采用自动清洗装置。

12.4 运行监测系统

12.4.1 集中式或应用建筑面积大于 5000m² 的地源热泵系统宜设置运行监测系统，应用建筑面积大于 20000m² 的地源热泵系统应设置运行监测系统。

12.4.2 运行监测系统应具备参数监测、状态显示、能量计量、数据查询、分析、报表、报警、能耗数据上传等功能，并应开放通讯协议，宜与楼宇自动化管理系统、建筑能耗监测系统等融合。

12.4.3 运行监测系统应具有实时性、开放性、可靠性、完整性，操作简单、维护工作量小等特点，监测数据应适时备份。

12.4.4 运行监测系统应监测以下参数：

- 1 热泵机组、水泵、水阀等设备的工作状态；
- 2 热泵机组、水泵等设备的耗功率及累计用电量；
- 3 热泵机组和系统水源侧供、回水管道上的压力、流量及温度；
- 4 热泵机组和系统用户侧供、回水管道上的压力、流量及温度；
- 5 室内、室外空气的温、湿度；
- 6 热泵机组累计制热（冷）量；
- 7 地埋管换热系统换热区岩土体温度；
- 8 地表水换热系统换热区水温；
- 9 地下水换热系统水位、水温、抽水量、回灌量；
- 10 地表水换热系统、污水换热系统各类水过滤器前后压差。

12.4.5 地埋管地源热泵系统岩土体温度监测孔（点）的设置宜符合以下要求：

- 1 埋管区内部及外部分别布设地温监测孔（点），其中埋管区内部监测孔（点）宜布置在所埋管区域中间位置；
- 2 应用建筑面积大于 5000m² 时，监测孔（点）数目不少于 2 个；应用建筑面积大于 20000m² 时，监测孔（点）数目不少于 3 个，且每增加 20000m²，监测孔（点）数目应增加 1 个。
- 3 监测孔（点）位置和数量宜包含代表性地质结构；
- 4 监测孔（点）布置的传感器应能满足长期监测需要，布置深度宜为换热器深度中间位置。

12.4.6 运行监测系统尚应包括对环境影响的监测。环境影响监测点的布置应符合当地环保部门的要求。

12.5 系统性能测试与评价

12.5.1 系统性能测试与评价应包括系统形式检查、系统性能测试、系统性能评价等工作内容。

12.5.2 地源热泵系统工程形式检查的资料应包括但不限于以下内容：

- 1** 工程立项、审批文件；
- 2** 工程施工图设计文件及其审查报告；
- 3** 主要材料、设备的质量证明文件、进场检验记录、进场核查记录、进场复验报告和见证试验报告；
- 4** 隐蔽工程验收记录和资料；
- 5** 各分项工程质量验收记录；
- 6** 对水文、地质、生态和相关物理化学指标的影响分析，地下水地源热泵系统回灌试验记录。

12.5.3 地源热泵系统工程的外观应干净整洁，标志标识完整清晰。

12.5.4 地源热泵系统工程的系统类型、规模大小、技术参数等应符合设计文件的规定。

12.5.5 地源热泵系统性能测试应包括以下内容：

- 1** 室内温湿度；
- 2** 热泵机组制冷能效比（EER），热泵机组制热性能系数（COP）；
- 3** 热泵系统制冷能效比（EER_{sys}），热泵系统制热性能系数（COP_{sys}）。

12.5.6 同一类型地源热泵系统性能测试数量应为该类型系统总数量的 5%，且不得少于 1 套。

12.5.7 对于已安装运行监测系统的地源热泵系统，其系统性能测试宜采用长期测试，长期测试应符合下列规定：

- 1** 对于采暖和空调工况，应分别进行测试，其测试周期应与采暖季或空调季同步；
- 2** 长期测试前应对测试系统主要传感器的不确定度进行校核和确认。

12.5.8 对于未安装运行监测系统的地源热泵系统，其系统性能宜采用短期测试，

短期测试应符合下列规定：

- 1 短期测试应在系统开始供冷（供热）15d 以后进行测试，测试时间不应小于 4d。
- 2 系统性能测试宜在系统负荷率达到 60%以上时进行；
- 3 热泵机组的性能测试宜在机组的负荷达到机组额定值的 80%以上时进行；
- 4 短期测试应以 24h 为周期，每个测试周期具体测试时间应根据热泵系统运行时间确定，但每个测试周期测试时间不宜低于 8h。

12.5.9 地源热泵系统性能测试所使用的设备仪器应在标定有效期内使用，设备仪器准确度和精度应满足测试要求。

12.5.10 地源热泵系统性能测试完成后，应编制性能测试报告，性能测试报告应包括以下主要内容：

- 1 工程概况；
- 2 测试依据；
- 3 测试仪器和设备；
- 4 测试方法和数据处理；
- 5 测试评价结果。

12.5.11 地源热泵系统性能评价指标宜包括以下内容：

- 1 地源热泵系统制冷能效比、制热性能系数；
- 2 常规能源替代量；
- 3 环境效益：二氧化碳减排量、二氧化硫减排量、粉尘减排量；
- 4 经济效益：年节约费用，增量成本，静态投资回收期。

12.5.12 地源热泵系统性能分级应按表 7 进行划分。

表 7 地源热泵系统性能级别划分

工况	1 级	2 级	3 级
制热性能系数	$COP_{sys} \geq 3.5$	$3.5 > COP_{sys} \geq 3.0$	$3.0 > COP_{sys} \geq 2.6$
制冷能效比	$EER_{sys} \geq 3.9$	$3.9 > EER_{sys} \geq 3.4$	$3.4 > EER_{sys} \geq 3.0$

12.5.13 地源热泵系统的测试与评价完成后，应由测试评价机构出具评价报告，评价报告应包括但不限于下列内容：

- 1 形式检查结果；
- 2 系统性能指标的测试报告；
- 3 性能合格判定结果；
- 4 性能分级评价结果；
- 5 采用的仪器设备清单；
- 6 测试与评价方案。

本规程用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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，在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) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

标准规范引用目录

- 1、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50376
- 2、《建筑给水排水设计规程》GB50015
- 3、《水源热泵机组》GB/T19409
- 4、《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB30721
- 5、《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规程》GB50247
- 6、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243
- 7、《风机、压缩机泵安装工程施工及验收规程》GB50275
- 8、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411
- 9、《地源热泵系统工程技术规范》GB50366
- 10、《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ101
- 11、《给水排水管道工程施工及验收规程》GB50268
- 12、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
- 13、《通风空调系统运行管理规范》GB50365
- 14、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177
- 15、《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801

浙江省工程建设标准

地源热泵系统工程技术规程

Technical code for ground-source heat pump
system

DBXX/XXXX-2020

条文说明

目 次

1 总 则.....	45
2 术 语.....	46
3 基本规定.....	47
4 地源热泵系统设计.....	48
4.1 系统类型适宜性.....	48
4.2 热泵机房和末端系统设计.....	49
5 地埋管换热系统.....	52
5.1 一般规定.....	52
5.2 地埋管换热系统勘察.....	52
5.3 地埋管换热系统设计.....	53
5.4 地埋管换热系统施工.....	56
5.5 地埋管换热系统检验.....	57
6 地下水换热系统.....	59
6.1 一般规定.....	59
6.2 地下水换热系统勘察.....	59
6.3 地下水换热系统设计.....	59
6.4 地下水换热系统施工.....	60
6.5 地下水换热系统检验.....	60
7 地表淡水换热系统.....	61
7.1 一般规定.....	61
7.2 地表淡水换热系统勘察.....	61
7.3 地表淡水换热系统设计.....	61
7.4 地表淡水换热系统施工.....	64
7.5 地表淡水换热系统检验.....	64
8 海水换热系统.....	65

8.1 一般规定.....	65
8.2 海水换热系统勘察.....	65
8.3 海水换热系统设计.....	65
8.4 海水换热系统施工.....	66
9 污水换热系统.....	68
9.1 一般规定.....	68
9.2 污水换热系统设计.....	68
9.3 污水换热系统施工.....	69
10 系统整体运转和调试.....	70
10.1 一般规定.....	70
10.2 系统整体运转调试.....	70
11 工程验收.....	71
11.1 一般规定.....	71
11.2 地埋管换热系统安装.....	71
11.3 地下水换热系统安装.....	71
11.4 地表淡水换热系统安装.....	71
12 运行管理.....	72
12.1 一般规定.....	72
12.2 管理要求.....	72
12.3 技术要求.....	72
12.4 运行监测系统.....	73
12.5 系统性能测试与评价.....	74

1 总 则

1.0.1 地源热泵系统可利用浅层地热能资源进行供热、空调和供生活热水，属于可再生能源建筑应用形式的一种，具有良好的节能和环境效益，工程应优先采用。近年来地源热泵系统在浙江省内得到了日益广泛的应用，积累了丰富的实践经验。但部分工程项目仍然存在对当地资源状况评估不充分，设计不细致，施工不规范，运维不科学等问题，造成地源热泵系统的节能环保特点不能充分显现，影响了地源热泵的进一步推广与应用。为进一步规范和指导浙江省浅层地热能科学有序、合理高效、可持续地开发利用，对地源热泵系统的工程可行性评估、勘察、设计、施工、调试验收、监测、运行与管理各环节进行规范，做到安全适用、经济合理、技术先进可靠、节能环保，保证工程质量，特制定本规程。

1.0.2 规定了本规程的适用范围。

1.0.3 为精简本规程内容，凡其他全国和地方性标准、规范已有明确规定的内容，除确有必要外，本规程不再另设条文。

2 术 语

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

地源热泵系统（ground-source heat pump system）是由 ASHRAE 统一的标准术语。其中地埋管地源热泵系统，也称地耦合系统（closed-loop ground coupled heat pump system）或土壤源热泵系统，考虑实际应用中人们的称呼习惯，同时便于理解，本规程定义为地埋管地源热泵系统。考虑到污水的综合利用符合我省“五水共治”的行动要求，污水源热泵系统也具有较大的节能环保潜力，其应用形式和技术特点与地源热泵系统类似、因此本规程将污水源热泵系统纳入适用范围。

2.0.2 污水源热泵系统 sewage heat pump system

《室外排水设计规范》GB50014 将城镇污水按来源分为综合生活污水、工业废水和入渗地下水。其中综合生活污水是居民生活和公共服务产生的污水。

相较于工业废水和入渗地下水，综合生活污水的水量、水温、水质情况较为稳定，适宜于热泵系统应用，故本规程所指污水源热泵系统仅适用于以城镇综合生活污水为低温热源。对于条件符合的工业污水源热泵系统，可参照执行。

2.0.3 浅层地热能资源 shallow geothermal resources

也称浅层地能资源、浅层地温能资源，本规程定义为浅层地热能资源。

2.0.4 桩埋管换热器 Pipe-pile heat exchanger

目前应用较多的有两种形式，一种是在灌注桩中应用，在制作桩基钢筋网架的同时，将换热管捆扎在桩基钢筋网架上，再一同下到桩孔内浇注混凝土；另一种是在钻孔预制桩中应用，预先将换热管绑在预制桩的内部或外部，再一同下到桩孔中。

2.0.5 单井循环换热系统 single well circulation heat exchanger system

热源井是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。单井循环换热系统属地下水换热系统的一种，地下水的抽取和回灌使用同一口热源井完成，具有效率高、占地面积小的优点。

2.0.6 海水换热系统 sea water heat exchanger system

海水包括感潮河段江水。

3 基本规定

3.0.1 工程场地状况调查及浅层地热能资源勘查是确定能否应用地源热泵系统的基础。

3.0.2 工程场地可利用面积应满足修建地表水抽水构筑物（地表水换热系统）或修建地下水抽水井和回灌井（地下水换热系统）或埋设水平或竖直地埋管换热器（地埋管换热系统）或修建污水换热站（污水换热系统）的需求。同时应满足置放和操作施工机具及埋设室外管网的需要。

3.0.3 工程勘察应由具有勘察资质的专业队伍完成。地埋管地源热泵系统的勘察报告还应对换热系统形式、埋管深度、埋管间距、埋管区域、设计和施工应注意的问题等提出建议。

地表水地源热泵系统的勘察报告还应对换热系统形式、取排水口位置及路线、用水量、设计和施工应注意的问题等提出建议。

3.0.4 浙江省多山地和丘陵、河网湖泊纵横、海岸线绵长，具有较复杂的地源热泵应用条件，不同功能的建筑物其负荷特性差异也较大，地源热泵系统的设计和施工只有在综合考虑气候特点、地质条件和建筑用能特点的前提下才能取得良好的技术和经济效果。

3.0.5 地源热泵系统的全年冷、热负荷特性是系统设计的重要依据，在方案设计阶段，一般可依据经验或有关资料进行估算。浙江省民用建筑的全年空调冷、热负荷变化较大，冷热需求不平衡问题较为突出，因此，本规程推荐根据项目所在地浅层地热能资源条件确定合理的地源热泵容量，并推荐地源热泵与常规空调冷热源组成复合冷热源（浙江省一般只需采用辅助冷却装置）系统，以节省工程造价，充分发挥地源热泵节能优势。对复合冷热源系统宜采用自动控制技术，以确保系统可靠运行。

总释热量是指地源热泵系统全年向低温热源释放的热量总和，总吸热量是指地源热泵系统全年从低温热源中吸收的热量总和。

最大释热量是指地源热泵系统在设计冷负荷状态下释放到地源侧的热量，最大吸热量是指地源热泵系统在设计热负荷状态下从地源侧吸收的热量。

4 地源热泵系统设计

4.1 系统类型适宜性

4.1.1 地源热泵是浙江省确定的可再生能源应用形式之一，具有节能环保的独特优势，是建筑节能的重要环节。故在建筑节能设计和建筑节能评估时，宜将地源热泵系统列为重要的比选方案。

4.1.2 地源热泵系统利用蕴含在岩土体、地下水、地表水中的浅层地热能资源作为低温热源。其中地表水包括地表淡水（江、河、湖水等）和海水。由于海水存在腐蚀等特性，系统应用形式与地表淡水有较大不同，因此地表水换热系统划分为地表淡水换热系统和海水换热系统。

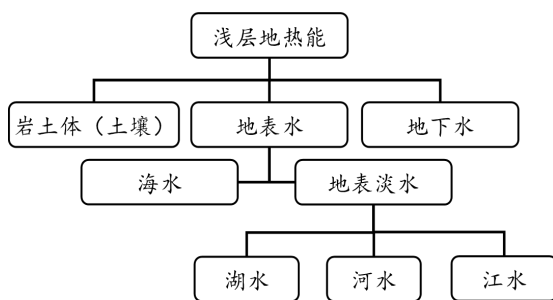


图 1 浅层地热能的分类

按换热系统形式不同，地源热泵系统分为土壤源热泵系统、地下水源热泵系统、地表淡水源热泵系统、海水源热泵系统和污水源热泵系统等形式。

4.1.3 土壤源热泵不需要直接采集地下水，是地源热泵系统中适用范围最广的一类。办公、医院、商场等每日定时开启的大型公共建筑，有利于岩土体温度恢复，适宜采用土壤源热泵。排屋、别墅等居住建筑系统规模较小，适宜采用土壤源热泵。当工程项目不符合以上条件，但有可靠的技术措施时，也可考虑采用土壤源热泵。

4.1.4 为保护浙江省地下水资源，一般不推荐使用抽、灌分离的地下水源热泵形式。当取水井设置在江边、湖边，主要补水来源于江湖的渗滤水补给，且有可靠的回灌措施时，可考虑采用地下水源热泵。单井循环换热系统由于较少消耗地下水资源，且有较可靠的回灌保证措施，地质条件适宜时也可考虑采用。

4.1.5 当项目距离地表水源距离较远、高差较大时，地表水输送能耗较大，影

响地源热泵的经济性。对地表淡水输送系统可参考《公共建筑节能设计标准》GB50189 的耗电输冷（热）比指标进行适宜性判断。

4.1.6 当项目距离海边距离较远、高差较大时，海水水输送能耗较大，影响海水源热泵的经济性。对海水输送系统可参考《公共建筑节能设计标准》GB50189 的耗电输冷（热）比指标进行适宜性判断。

4.1.7 污水源热泵的应用具有较大的局限性，水处理工艺相对复杂多样，采用时必须经过可靠的技术经济分析。

4.2 热泵机房和末端系统设计

4.2.2 水源热泵机组能效限定值及能效等级（引自现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB30721）：

类型		名义制冷量 (CC) kW	全年综合性能系数 (ACOP) W/W		
			1 级	2 级	3 级
冷热风型	水环式	—	4.20	3.90	3.50
	地下水式	—	4.50	4.20	3.80
	地埋管式	—	4.20	3.90	3.50
	地表水式	—	4.20	3.90	3.50
冷热水型	水环式	$CC \leq 150$	5.00	4.60	3.80
		$CC > 150$	5.40	5.00	4.00
	地下水式	$CC \leq 150$	5.30	4.90	3.90
		$CC > 150$	5.90	5.50	4.40
	地埋管式	$CC \leq 150$	5.00	4.60	3.80
		$CC > 150$	5.40	5.00	4.00
	地表水式	$CC \leq 150$	5.00	4.60	3.80
		$CC > 150$	5.40	5.00	4.00

注：水（地）源热泵机组的能效限定值为表中 3 级能效，水（地）源热泵机组的节能评价值为表中 2 级能效。

海水源热泵机组、污水源热泵机组能效限定值及能效等级参照地表水式

4.2.3 当水温达到设定温度时，水源热泵机组应能减载或停机。用于供热时，水源热泵机组应保证足够的流量并设置防冻保护装置，以防止机组地源侧出口端结冰。

4.2.4 不同地区岩土体、地下水、地表淡水、污水、海水水温差别较大，设计时应按实际水温参数修正制冷量、制热量、输入功率等参数，并按实际需要进行设备选型。末端设备选择时应适合水源热泵机组供、回水温度的特点，保证地源热泵系统的应用效果，提高系统运行效率。

水源热泵机组正常工作的冷（热）源温度范围（引自现行国家标准《水源热泵机组》GB/T 19409）：

水环热泵系统	20～40℃ （制冷）	15～30℃ （制热）
地下水热泵系统	10～25℃ （制冷）	10～25℃ （制热）
地埋管热泵系统	10～40℃ （制冷）	-5～25℃ （制热）

4.2.5 水源热泵机组的设置方式分为集中式、水环式和分体式。末端空调系统形式有风机盘管系统、冷暖顶/地板辐射系统、全空气系统等。地源热泵系统宜与冷暖顶/地板辐射系统、干式风机盘管、除湿新风机组等组合成温湿度独立控制系统使用，进一步提高系统能效。

4.2.6 水环热泵是小型水/空气热泵的一种应用方式，即用水环路将水环热泵机组并联在一起，构成以回收建筑物内部余热为主要特征的热泵供热、供冷的系统。

水环热泵系统与地源换热系统相结合，用以向地源侧吸热和放热的系统，即为地源水环热泵系统。地源水环热泵空调系统具有使用灵活、计费方便、环保节能的特点，适合办公、宾馆等建筑使用。水环热泵空调系统设计时，循环水温宜控制在 15℃～35℃；循环水宜采用闭式系统，采用开式冷却塔时，宜设置中间换热器；应对建筑物划分内区和外区，根据各区冷热负荷的平衡计算，确定地源热泵换热系统、辅助加热系统和辅助散热系统的容量大小。

4.2.7 夏季运行时，空调水进入机组蒸发器，冷源水进入机组冷凝器。冬季运行时，空调水进入机组冷凝器，热源水进入机组蒸发器。冬、夏季节的功能转换阀门应性能可靠，严密不漏。

4.2.8 当采用地源热泵系统提供（或预热）生活热水较其他方式提供生活热水经济性更好时，宜优先采用地源热泵提供生活热水，不足部分由辅助热源解决。生活热水的制备可以采用水路加热的方式或制冷剂环路加热两种方式。

4.2.9 为达到节能目的，可根据实际情况设置蓄能水箱；在水侧和风侧设置热回收装置；或根据室外气象条件及系统特点采用过渡季增大新风量等节能措施。

一般大型公共建筑受条件所限，地源换热器不能同时满足最大吸热量和最大释热量的要求，此时地埋管换热器或地表水换热器可根据供热工况设计，并增设冷却塔作为辅助散热设备，负担供冷工况下超过换热器能力的部分散热量。

5 地埋管换热系统

5.1 一般规定

5.1.1 管沟开挖施工中遇有管道、电缆、地下构筑物或文物古迹时，应予以保护，并及时与有关部门联系协同处理。

5.1.2 为了保护与维护管理换热系统，应对换热区域设置明显标识，不应以树木、灌木、花园或其它非永久固定的目标等作标识。

5.2 地埋管换热系统勘察

5.2.1 岩土体地质条件勘察可参照现行国家标准《岩土工程勘察规程》GB50021及《供水水文地质勘察规程》GB 50027 进行。

采用水平地埋管换热器时，地埋管换热系统勘察一般采用槽探进行。探槽方案应根据场地形状确定，探槽的深度一般超过设计埋管深度 1m。采用竖直地埋管换热器时，地埋管换热系统勘察采用钻探进行。钻探方案应根据场地情况确定，钻探孔深度应比设计孔深至少深 5m。对于岩溶等不良地质应作针对性勘查。

岩土体的热物性参数，包括岩土体导热系数、密度及比热等。若埋管区域已具有权威部门认可的热物性参数，可直接采用已有数据，否则应进行岩土体导热系数、密度及比热等热物性测定。测定方法一般有实验室法和现场测定法，目前较多采用现场测试法进行测试。

1 实验室法：对勘探孔不同深度的岩土体样品进行测定，并以其深度加权平均，计算该勘探孔的岩土体热物性参数；对探槽不同水平长度的岩土体样品进行测定，并以其长度加权平均，计算该探槽的岩土体热物性参数。

2 现场测试法：即岩土热响应试验，详见《地源热泵系统工程技术规范》GB50366。

5.2.2 应用建筑面积指在同一个工程中，应用地埋管地源热泵系统的各个单体应用建筑面积的总和。考虑到浙江省地层和应用特点，为保证地埋管地源热泵系统的安全运行和节能效果，作此规定。水平埋管测试槽的数量参照测试孔的数量。

5.2.3 测试孔布置应结合项目场地的工程勘察报告，并结合具体地质条件，原则上应布置在代表主要换热地层的点位上。地质条件较为复杂时，可适当增加测试孔数量。

5.2.4 岩土热响应试验应由具有相应计量认证资质的单位完成。测试仪器仪表应具有有效期内的检验合格证、校准证书或测试证书。

5.3 地埋管换热系统设计

5.3.2 地埋管换热系统全年总释热量与总吸热量平衡失调，将导致地埋管区域岩土体温度持续升高或降低，从而影响地埋管换热器的换热性能，降低地埋管换热系统的运行效率。因此，地埋管换热系统设计应考虑全年冷热负荷的影响。对于蓄热性能很好的地下岩土层，要保持全年总释热量与总吸热量平衡，两者的比值在 0.8~1.25 之间。

当总释热量与总吸热量无法平衡时，宜进行 10 年以上岩土体温度场数值模拟以及运行预期效果分析，并应对地埋管地源热泵系统采取合理的热平衡技术措施。

5.3.3 当埋管空间受限时，应根据埋管换热能力确定地源热泵承担的冷热负荷，不可采用缩小埋管间距等方式增加埋管数量来匹配冷热负荷。

地源热泵系统最大释热量与建筑设计冷负荷相对应。包括：各空调分区内水源热泵机组释放到循环水中的热量（空调负荷和机组压缩机耗功）、循环水在输送过程中得到的热量、水泵释放到循环水中的热量。将上述三项热量相加就可得到供冷工况下释放到循环水的总热量。即：

最大释热量 = $\sum [\text{空调分区冷负荷} \times (1 + 1/\text{EER})] + \sum \text{输送过程得热量} + \sum \text{水泵释放热量}$

式中 EER 为设计工况下地源热泵机组制冷能效比。

地源热泵系统最大吸热量与建筑设计热负荷相对应。包括：各空调分区内热泵机组从循环水中的吸热量（空调热负荷，并扣除机组压缩机耗功）、循环水在输送过程失去的热量并扣除水泵释放到循环水中的热量。将上述前二项热量相加并扣除第三项就可得到供热工况下循环水的总吸热量。

最大吸热量 = $\sum [\text{空调分区热负荷} \times (1 - 1/\text{COP})] + \sum \text{输送过程失热量} - \sum \text{水泵释放热量}$

式中 COP 为设计工况下地源热泵机组制热性能系数。

如无法提供以上公式中输送过程得（失）热量和水泵释放热量数值时，可采用以下简化方法。与空调系统冷热负荷相比较，循环水在输送过程中得到（失去）的热量很小，可以忽略不计，故公式可以直接省去这一项。经验证计算，水泵输送释放（吸收）热量占最大释（吸）热量比例一般不超过 1.5%，该项热量可采用 2%进行简化计算。

$$\text{最大释热量} = \Sigma [\text{空调分区冷负荷} \times (1 + 1/\text{EER} + 0.02)]$$

$$\text{最大吸热量} = \Sigma [\text{空调分区热负荷} \times (1 - 1/\text{COP} - 0.02)]$$

最大吸热量和最大释热量相差不大的工程，可以按照地埋管系统作为建筑唯一的冷、热源来考虑，应分别计算供热与供冷工况下地埋管换热器的长度，取其大者，确定地埋管换热器；当两者相差较大时，不能将地埋管系统作为建筑唯一的冷、热源，宜通过技术经济比较，采用辅助散热（增加冷却塔）或辅助供热的方式来解决，此时宜按照上述计算的地埋管长度的较小者来作为设计长度。一方面经济性较好，同时可避免因吸热与释热不平衡引起岩土体温度的降低或升高。

当可采用复合地源热泵方案时，宜通过实时监测埋管区域土壤温度，调整运行策略，保证系统全年高效率运行。地源热泵系统与其他常规能源系统联合运行，也可以减少系统造价和占地面积，其他常规能源系统主要用于调峰使用。

5.3.4 地埋管换热器有水平和竖直两种埋管方式。当可利用地表面积较大，浅层岩土体温度及热物性受气候、雨水、埋设深度影响较小时，宜采用水平地埋管换热器。否则宜采用竖直地埋管换热器。竖直地埋管换热器还可以采用桩埋管、地下室底板下方埋管等形式。

5.3.5 由于地埋管换热量的计算依据为热响应测试，存在一定的测试误差，为此地埋管换热器长度宜取 10%的冗余度。

5.3.6 岩土综合热物性参数、岩土初始平均温度、空调冷热负荷、夏季运行期间出口最高温度和冬季运行期间进口最低温度是地埋管换热器设计计算的必要参数：

条文中对冬夏运行期间地埋管换热器进出口温度限值的规定，是出于对地源热泵系统在保证节能性的同时保证安全性的考虑。在夏季，如果地埋管换热

器出口温度高于 33℃，地源热泵系统的运行工况与常规的冷却塔相当，无法充分体现地源热泵系统的节能性；在冬季，如果地埋管换热器进口温度低于 4℃，有可能造成机组结冰，系统不能安全运行。

考虑到浙江省冬、夏季负荷特点及运行实际情况，在有利于提高夏季综合运行能效和节能量的条件下，夏季运行期间地埋管换热器出口温度可做适当上调。

5.3.8 水平地埋管换热器距地面高度应从换热效果和系统安全两个方面考虑。

5.3.9 如埋管深度过浅，则埋管大部分处于变温层，设计计算中的岩土初始温度具有较大的不确定性，同时换热效果也会变差。为避免换热短路，钻孔间距应通过软件模拟计算确定，岩土体总吸热量与总释热量平衡、系统为间歇运行、建筑应用规模较小时，宜取小值；反之，宜取大值。

5.3.10 目的为确保系统及时排气和加强换热，地埋管换热器内管道推荐流速：双 U 型管内流速不宜小于 0.4m/s，单 U 型管内流速不宜小于 0.6m/s。

5.3.11 同程布置有利于水力平衡。供、回水环路集管的间距不小于 0.6m，是为了减少供回水集管间的热传递。

5.3.12 地埋管换热器远离水井及室外排水设施，是为了减少水井及室外排水设施的影响。靠近机房或以机房为中心设置是为了缩短供、回水集管的长度。

5.3.13 目的在于增加系统的安全性、可靠性。连接地埋管换热器的室内分、集水器和连接管路上要安装闭式膨胀箱、充放液设施、压力表、温度计等基本仪器与部件。

5.3.14 保证地下埋管的导热效果，但对于地质情况多为岩石的区域，回填料导热系数可略低于岩土体导热系数。

5.3.15 地埋管换热系统根据建筑负荷变化进行流量调节，可以节省运行电耗。

5.3.16 地埋管换热系统的水力平衡对换热效率影响较大，工程中需引起充分的重视。当采用异程设计且各支路之间压力损失差额大于 15%时，应采用加装平衡阀等平衡措施。

5.3.17 各水平供、回水集管环路连接的竖直地埋管环路数宜为 8~16 个。多个水平供、回水集管环路设置集中的检查井和集分水器是为了便于运行管理与水力平衡调节。当系统规模较大时，水平供、回水集管环路连接的竖直地埋管环

路数可取上限；反之，可取下限。

5.3.18 各换热区域包含的水平供、回水集管环路数宜为 8~16 个。竖直地埋换热器采用分换热区域设计是为了便于系统管理、维护，实现变流量运行，节省水泵能耗；在部分负荷时，可轮换运行各区域换热系统，利于岩土体温度恢复。各换热区域间距不小于 8m 可消除各区域间热干扰。当系统规模较大时，各换热区域包含的水平供、回水集管环路数可取上限；反之，可取下限。

5.3.20 目的在于防止地埋管换热系统堵塞。

5.3.21 水平集管与分集水器的连接也应考虑地面沉降的影响，采取沉降补偿措施。

5.4 地埋管换热系统施工

5.4.2 聚乙烯管应符合现行国家标准《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T13663 的要求。聚丁烯管应符合现行国家标准《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T 19473. 2 的要求。

5.4.3 地埋管的质量对地埋管换热系统至关重要。进入现场的地埋管及管件应逐件进行外观检查，破损和不合格产品严禁使用。

地埋管运抵工地后，应用空气试压进行检漏试验。地埋管及管件存放时，不得在阳光下曝晒。搬运和运输时，应小心轻放，采用柔韧性好的皮带、吊带或吊绳进行装卸，不应抛摔和沿地拖曳。

5.4.4 地埋换热管的承压能力薄弱点在接头处，热熔连接的承压值约为 1.0MPa，电熔连接的承压值约为 1.6MPa。U 型接头承压较大，宜采用电熔连接方式。

U 型管端部密封质量会影响试压和保压的效果，工程上常用方法为一端采用同质的管帽承插式热熔连接，另一端可热熔连接球阀，便于进行试压和保压。

5.4.6 回填料应采用网孔不大于 15mm×15mm 的筛进行过筛，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。各压实面的高差不宜超过 30cm。管腋部采用人工回填，确保塞严、捣实。分层管道回填时，应重点做好每一管道层上方 15cm 范围内的回填。管道两侧和管顶以上 50cm 范围内，应采用轻夯实，严禁压实机具直接作用在管道上，使管道受损。

5.4.7 护壁套管为下入钻孔中用以保护钻孔孔壁的套管。钻孔前，护壁套管应预先组装好，施钻完毕应尽快将套管放入钻孔中并立即将水充满套管，以防孔内积水使套管脱离孔底上浮，达不到预定埋设深度。

下管时，可采用每隔 2~4m 设一弹簧卡（或固定支卡）的方式或采用隔热材料的方式将 U 形管两支管分开，以提高换热效果。

5.4.8 U 形管安装完毕后，应立即灌浆回填封孔，隔离含水层。机械灌浆回填即使用高压注浆泵通过灌浆管将混合浆灌入钻孔中的过程。高压注浆泵的泵压足以使孔底泥浆上返至地表，当上返泥浆密度与灌注材料的密度相等时，认为灌浆过程结束。灌浆时应保证灌浆的连续性，应根据机械灌浆的速度将灌浆管逐渐抽出，使灌浆液自下而上灌注封孔，确保钻孔灌浆密实，无空腔，否则会降低传热效果，影响工程质量。

当埋管深度超过 40m 时，灌浆回填宜在周围邻近钻孔均钻凿完毕后进行，目的在于一旦孔斜会将相邻的 U 形管钻伤，便于更换。

5.4.9 灌浆回填料一般为膨润土和细砂（或水泥）的混合浆或其他专用灌浆材料。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，也可用作灌浆材料。如果地埋管换热器设在非常密实或坚硬的岩土体或岩石情况下，宜采用水泥基料灌浆，以防止孔隙水因冻结膨胀等原因损坏膨润土灌浆材料而导致管道被挤压节流。对地下水流丰富的地区，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。回填结束后，应检查回填质量，沉陷部分应及时补浆。

5.4.10 系统冲洗是保证地埋管换热系统可靠运行的必须步骤，在地埋管换热器安装前、地埋管换热器与环路集管装配完成后及地埋管换热系统全部安装完成后均应对管道系统进行冲洗。

5.4.11 室外环境温度低于 0℃ 时，地埋管物理力学性能将有所降低，容易造成地埋管的损害，应尽量避免。室外环境有雨雪时，现场一般较泥泞不利于施工作业，也应尽量避免。

5.4.12 用于临时储存钻孔浆液和排除钻孔时产生的水，利于文明施工。

5.5 地埋管换热系统检验

5.5.2 工作压力应为系统最低点处的压力。第一次水压试验时应将换热器置于

背阴处，避免管材温度剧烈变化。第二次、第三次水压试验测压点压力应为试验压力减去系统最低点到测压点的高差。

5.5.3 回填过程的检验内容包括回填料配比、混合程序、灌浆及封孔的检验。

6 地下水换热系统

6.1 一般规定

6.1.1 可靠回灌措施是指将地下水通过回灌井全部送回原来的取水层的措施，要求从哪层取水必须再灌回哪层，且回灌井要具有持续回灌能力。同层回灌可避免污染含水层和维持同一含水层储量，保护地热能资源。热源井只能用于置换地下冷量或热量，不得用于取水等其他用途。抽水、回灌过程中应采取密闭等措施，不得设置敞开式的水池、水箱等作为地下水的蓄存装置，不得对地下水造成污染。

6.1.2 地源热泵系统最大吸热量或释热量按本规程第 5.3.3 条条文说明的规定计算。

6.1.3 地下水供水管不得与市政管道连接是为了避免污染市政供水和使用自来水取热；地下水回灌管不得与市政管道连接，是为了避免回灌水排入下水，保护水资源不被浪费。

6.2 地下水换热系统勘察

6.2.1 使用地下水地源热泵系统时，含水层应具备较强的渗透性，较好的补给径流排泄条件，可以保障较强的出水能力及回灌能力，有益于系统的稳定运行。

6.2.2 渗透系数分水平渗透系数和垂直渗透系数，指单位时间内通过单位断面的流量（m/d），一般用来衡量地下水在含水层中径流的快慢。

6.2.3 水文地质勘探孔即为查明水文地质条件、地层结构，获取所需的水文地质资料，按水文地质钻探要求施工的钻孔。水文地质勘探孔工艺与热源井成井工艺有较大的区别，并非一定能成功地利用成热源井，本规程鼓励通过一定的技术手段实现“探采结合井”。

6.3 地下水换热系统设计

6.3.1 氧气会与水井内存在的低价铁离子反应形成铁的氧化物，也能产生气体黏合物，引起回灌井阻塞，为此，热源井设计时应采取有效措施消除空气侵入现象。

6.3.3 抽水井与回灌井相互转换有利于开采、洗井、岩土体和含水层的热平衡。抽水井应具有长时间抽水和回灌的双重功能，要求不出砂又保持通畅。抽水井与回灌井间设排气装置，可避免将空气带入含水层。单井循环换热系统利于实现完全同层回灌，地质条件适宜的工程可以考虑采用。

6.3.4 一般为了保证回灌效果，抽水井与回灌井比例不小于 1:2。地下水的过度抽取，会使孔隙水压力降低，有效压力增加，岩土压密，引起地面沉降。地面沉降除对地面的建筑、设施产生破坏作用外，还会对地下构筑物等产生重大影响。

6.3.5 直接进入水源热泵机组的水质应满足水源热泵机组产品技术要求。当水质不能满足水源热泵机组使用要求时，应进行水处理。经过水处理仍达不到规定时，可设置中间换热器进行隔离。

变流量系统设计可降低地下水换热系统的运行费用，且进入地源热泵系统的地下水水量越少，对地下水环境的影响也越小。但要注意当地下水采用直接进入机组的方式时，应满足机组对最小水量的限值要求和对水量变化速率的要求。

6.4 地下水换热系统施工

6.4.2 若热源井施工不良可能造成抽取的地下水含砂量较大，甚至出现含水层被掏空的风险，进而对环境安全造成影响；若施工采取的降低含砂量措施不科学，则可能出现单井出水量减少，回灌量更小的问题，甚至出现向地表直接排放的情况。

6.5 地下水换热系统检验

6.5.2 水质要求符合本规程第 6.2.7 条条文说明的规定。为满足水质要求可采用具有针对性的处理方法，如采用除砂器、除垢器、除铁处理等。正确的水处理手段是保证系统正常运行的前提，不容忽视。

7 地表淡水换热系统

7.1 一般规定

7.1.1 减小对地表淡水体及其水生态环境和行船等的影响。

7.1.3 地源热泵系统最大吸热量或释热量按本规程第 5.3.3 条条文说明的规定计算。

7.1.4 浙江省大部分地区地表水冬季部分时间温度较低，不能满足水源热泵机组最低出水温度要求（一般不低于 4℃），应考虑相应的补热措施。

7.1.5 参照《地表水环境质量标准》GB3838，地表水换热系统造成的地表水体温度变化应限制在以下范围：周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ，周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 。

7.2 地表淡水换热系统勘察

7.2.1 地表淡水水温、水位及流量勘察应包括近 10 年最高和最低水温、水位及最大和最小水量；地表淡水水质勘察应包括：引起腐蚀与结垢的主要化学成分，地表淡水源中含有的水生物、细菌类、固体含量及盐碱量等。

7.3 地表淡水换热系统设计

7.3.1 当地表淡水水体水质较好，系统规模较大，或水体深度、温度等条件适宜时，宜采用开式地表淡水换热系统，提高系统换热效率。

当地表淡水水体环境保护要求高，或水质较差且水体面积较大、取水困难、系统规模较小时，宜通过沉于地表水下的换热器与地表水进行换热，采用闭式地表水换热系统。

7.3.2 取、排水口之间保持一定的间距，目的是避免热交换短路。当水源为具有较好流动性的江、河水时，取水口应位于排水口的上游，取排水口的间距可较小；当水源为平时流动性较差甚至不流动的水库、湖水时，取水口与排水口的间距应较大。

7.3.3 降低水泵能耗是开式地表水系统节能的重要环节。当取、排水口位置与项目现场距离较远和高差较大时，输送能耗占比变大，此时需要通过对系统能效比、耗电输冷（热）比等参数的计算分析，确定合理的系统形式和水泵扬程。

7.3.4 从保护环境和保障水源热泵机组正常运行的角度，开式地表淡水尽可能不直接进入水源热泵机组。

直接进入水源热泵机组的水质应满足水源热泵机组产品技术要求。在没有产品标准的情况下，可参照选用以下标准之一：

检测项	单位	《采暖空调系统水质》 GB/T29044 第 4.1.1 条循环水	《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019 第 7.3.3 条条文说明
pH(25℃)		7.5~9.5	6.5~8.5
浊度	NTU	≤20	
		≤10(当换热设备为板式、翅片管式、螺旋板式)	
电导率(25℃)	μ S/cm	≤2300	
总碱度(以 CaCO ₃ 计)	mg/L	≤600	
钙硬度+总碱度(以 CaCO ₃ 计)	mg/L	≤1100	
CL ⁻	mg/L	≤500	< 100
总铁	mg/L	≤1.0	
NH ₃ -Na	mg/L	≤10	
游离氯	mg/L	0.05~1.0(循环回水总管处)	
COD _{Cr}	mg/L	≤100	
异养菌总数	个/mL	≤1×10 ⁵	
有机磷(以 P 计)	mg/L	≤0.5	
含沙量			< 1/200000
CaO	mg/L		< 200
矿化度	g/L		< 3
SO ₄ ²⁻	mg/L		< 200
Fe ²⁺	mg/L		< 1

H ₂ S	mg/L		< 0.5
------------------	------	--	-------

水质检测方法和频率应满足《采暖空调系统水质》GB/T29044 要求。

当水质不能满足水源热泵机组使用要求时，应进行水处理。经过水处理仍达不到规定时，可设置中间换热器进行隔离。

因开式系统的水还需排出到水体中，所以水处理不可采用化学方法，通常采用物理方法，如格栅过滤、精过滤、旋流除沙器、自动反冲洗过滤器等。

地表淡水微小的污垢黏附在换热管内壁上会影响机组效率，应采取自动清洗措施，清洗过程可定时、循环进行。换热管内壁污垢的清洗有人工和在线自动两种方法。前者是定期打开换热器管壳两端的端盖，用人工冲刷换热管以去除污垢，此方法需停机，且劳动强度大；后者是利用一个清洗装置，凭借机组换热管两端的水压差，迫使许多胶球或管刷自动通过众多的换热管（胶球或管刷规格应由测得的换热管内径精确确定），以洗刷其内壁上的污垢，开式地表淡水换热系统宜采用在线自动清洗装置，此类装置效果较好，目前应用较多。

7.3.5 有利于水力平衡。

7.3.6 为了防止风浪、结冰及船舶可能对其造成的损害，要求地表淡水的最低水位与换热盘管顶端距离不应小于 1.5m。最低水位指近 20 年每年最低水位的平均值。

7.3.7 常见闭式地表淡水换热盘管有三种型式：U 型抛管型、平铺螺旋抛管型和螺旋盘管抛管型。由于 U 型抛管型占用水面面积大、水下固定工作量大，一般很少采用；平铺螺旋抛管型是将螺旋换热管平铺在水体下部，适用于水体较浅的场合；为保证与水体有充分的换热面积，螺旋盘管抛管型是将每一组螺旋换热管采用间隔方式捆扎好，然后按每组一定的间距固定于水体中，因此它对水体的深度、水质等都有一定要求。此外，由于水体中的淤泥、水生物、藻类等都对换热管的投放、维护、更换有较大的影响，故设计时必须充分考虑这些因素。

7.3.8 闭式地表淡水的换热性能受诸多因素影响，通过计算或进行测试是较为可取的手段。为保证换热器的换热效果及利于系统内气体的排放，闭式换热盘管内的传热介质应保持紊流状态流动，即雷诺数 Re 不小于 2300，换热盘管内流体的推荐流速宜为 0.4~0.7m/s。

7.4 地表淡水换热系统施工

7.4.1 换热盘管任何扭曲部分均应切除，未受损部分熔接后须经压力测试合格后才可使用。换热盘管存放时，不得在阳光下曝晒。

7.4.2 换热盘管一般固定在排架上，并在下部安装衬垫物，衬垫物可采用轮胎等。

7.4.4 取水构筑物通常由进水部分、连接管渠、吸水部分及吸水泵站等组合而成。取水构筑物的组成、各组成部分的相互关系与所处位置、泵的吸水方式、外形及构造有多种多样的组合。施工过程环节复杂，所采用的工艺和材料众多，因此，施工过程应合理选取工艺。

7.4.5 换热盘管预制件宜为工厂化制作，通过现场试压，根据压力降判断管材质量是否合格和连接处是否有渗漏。

换热盘管长期浸泡在水中，易受水流冲刷、水质和水温变化的影响，绑扎材料必须具有防腐性和足够的强度。

7.5 地表淡水换热系统检验

7.5.2 工作压力应为系统最低点处的压力，试验压力不得超过管道与管件的承受压力。第一次水压试验时应将换热器置于背阴处，避免管材温度剧烈变化。第二次、第三次水压试验测压点压力应为试验压力减去系统最低点到测压点的高差。

8 海水换热系统

8.1 一般规定

8.1.1 海水源热泵工程一般规模较大，取、排水工程复杂，防腐要求高，确定合适的技术方案可以节省大量投资，保障系统的长期可靠运行。

8.1.2 与海水接触的钢结构的腐蚀比淡水环境高得多，一般在 $(0.10 \sim 0.17)$ mm/a，局部可达 $(0.4 \sim 0.5)$ mm/a。海洋大气环境、含盐量大的回填土及海滨土壤对钢材也有强烈的腐蚀作用。目前常用的防腐蚀措施有：（1）选用耐腐蚀材料：国内外普遍采用的材料有铝青铜、海军铜、铜镍、钛、玻璃钢及塑料等材料；对换热器可以采用铜合金或钛合金；对循环水泵采用耐海水腐蚀泵；对海水输送管道采用铸铁管、水泥管、或 HDPE 管。（2）管道涂层保护：在金属表面涂上一层保护膜，将金属管道与海水隔离。目前普遍采用的涂料有环氧树脂漆、环氧沥青涂料以及硅酸锌漆等。（3）阴极保护：通常的做法有牺牲阳极的阴极保护法和外加电流的阴极保护法。

8.2 海水换热系统勘察

8.2.1 海水水温、水位勘察应包括近 10 年最高和最低水温、水深变化情况。海工设施包括防波堤、码头、水产、养殖场、海洋休闲娱乐场所和设施。水质情况包括含沙量、浑浊度、盐碱度等。

8.3 海水换热系统设计

8.3.1 区域性或规模较大的海水源热泵工程，宜采用开式系统，并宜采用间接式换热。采用间接式海水换热系统可较好地保护系统的主要设备和部件，防止腐蚀和结垢，延长使用寿命和确保较好的经济性。

系统规模较小的海水源热泵工程，可采用闭式海水换热系统。

8.3.2 为了防止风浪、船舶航行可能对取水口造成的损害，要求海水最低水位与取水口位置距离不应小于 2m，同时为了防止吸入海底泥沙等杂质，其取水口距海底泥面不宜小于 2.5m。最低水位指近 20 年每年最低水位的平均值。

海水由于潮汐的影响，会对系统产生一定的水流应力。

8.3.3 为防止漂浮物及鱼类进入格栅，取水头部处流速宜接近海流流速，理论断面处(相应百年一遇低水位条件下，取水头部入口处的过水断面)平均流速不宜大于 0.2 m/s。

8.3.4 取水构筑物形式包括岸边打井取水、渗滤取水和直接取水。

1 岸边打井取水适用于沿海就地取水，在打井勘测校核条件允许的情况下，应优先采用该方法。

2 渗滤取水适用于岸边、沙滩或临海地区渗滤取水比较容易的工程。

3 直接取水包括岸边构筑物取水、浮船式取水、海底沉管式取水、虹吸取水、水上构筑物取水等。直接取水适用于距离海岸线较短的工程。

8.3.5 为了防止由于水处理造成的对海水的污染，对海水进行过滤、杀菌等水处理措施时，应采用物理方法。采用物理方法过滤和清洗，如格栅过滤、精过滤、旋流除沙器、自动反冲洗过滤器等。

海洋大气除了空气中的湿度比较高外，还漂浮着大量微小的海水颗粒，含有较多的氯离子，对金属材料有较强的腐蚀性。试验表明，从空气中检测出来的氯离子的含量随着离开海岸线的距离增大会很快衰减，距离 500~1000 m 以外，空气中的氯离子的含量就很少了。因此，滨海设置的热泵站房设备外表面应根据距离和风速、风向情况，采取适当的防腐措施。

接触海水的管道和设备容易附着海洋生物，对海水的输送和利用有一定影响。海洋附着生物又称污损生物，如海藻类、细菌、生物等在适宜的条件下大量繁殖，严重时堵塞管道，影响设备的正常运行，而且也会造成设备及管道的腐蚀。目前防止海洋生物附着的方法主要有：(1) 设置过滤装置；(2) 投放药物，如氧化型杀生剂（氯气、二氧化碳、臭氧等）和非氧化型杀生剂（十六烷基吡啶、异氰脲酸酯等）；(3) 电解海水法，电解产生的次氯酸钠可杀死海洋生物幼虫或虫卵；(4) 涂料防污等。

8.4 海水换热系统施工

8.4.2 目前，国内外用于海水源热泵系统的取水方式大部分是直接取海水，取水方式主要有渗滤取水、泵车（缆车）取水、浮船取水和自流管（虹吸管）取水等，应根据实际水体情况和取水构筑物形式合理确定。海水的主要特点是具有腐蚀性、海洋生物大量繁殖、潮汐河波浪的袭击及泥砂淤积，设置海水取水

构筑物时，应根据其特点采取相应的措施，保障安全。

9 污水换热系统

9.1 一般规定

9.1.1 污水水质较差，细菌微生物等危害环境成分含量高，若与环境直接接触，容易污染环境及卫生。污水取用应做环境与卫生防疫安全评估，报政府主管部门批准。

9.1.3 现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的宣贯辅导教材中将污水按水质处理的程度不同分为三种形式：污水原水（也称原生污水）、二级出水和中水。污水原水一般指未经处理的生活污水；二级出水一般指污水原水经过污水处理厂系列处理，达到排放标准的水，一般用于河水还清；中水一般指二级出水经过进一步深化处理，达到城市杂用水标准的水，一般用于市政绿化用水、居民冲厕用水等。

原生污水来源广泛，汇总面积大，以生活污水为主。原生污水流量小时变化规律明确、日流量相对稳定、流量逐年递增。水量变化与人的生活规律有很大关系，主干渠变化较小，中型干渠变化一般，小干渠变化较大。

原生污水热利用后，污水水温升高或降低，可能会影响后续污水处理工艺温度环境，应了解污水处理工艺温度环境要求，并做相关评估。

9.1.4 应根据污水可用水量及允许温升与允许温降验算污水换热系统实际最大释热量(夏季)与吸热量(冬季)。

9.2 污水换热系统设计

9.2.2 一般污水处理厂二级及以上排放水水质较好，按现行国家标准《城市污水再生利用工业用水水质》GB / T19923 或《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB / T18920 等标准处理后，如能满足污水源热泵机组产品技术要求，可直接进热泵机组。原生污水和经处理后水质不满足污水源热泵机组产品技术要求的水质较差污水，为防止堵塞或腐蚀热泵机组换热管，避免污染空调水造成卫生安全，应采用间接式污水换热系统。

9.2.3 原生污水水质成分复杂，不同粒径悬浮物含量高，宜设多级过滤，取水口应有粗效过滤，长期运行取水口会沉积污泥杂质，应有防淤、清淤措施。

污水换热系统宜设置过渡季清水保护措施，防止过渡季系统停运时期换热器内活性污泥沉积并结垢。

9.2.4 污水防堵装置一般为格栅、网状滤芯，通过截留大于滤芯孔径的颗粒实现过滤效果，应带有连续反冲洗功能，防止降低防堵装置过滤效率或堵塞水处理器。格栅、网状滤芯过滤流速宜小于 0.5m/s。

9.2.5 目的是实时监测堵塞情况，及时做清淤处理。

9.2.6 在弯曲流道和流速较低时，污水中大量活性微生物及纤维状杂质极易沉积并附着在流道壁上，降低换热效率和堵塞换热器。壳管式与套管式换热器的管程内壁光滑，对淤塞相对不敏感，且便于清洗，宜采用胶球连续自动清洗装置。

9.3 污水换热系统施工

9.3.1 闭式污水换热盘管一般沉浸或浸没于污水源中，换热盘管任何扭曲部分均应切除，未受损部位熔接后须经压力测试合格后才可使用。换热盘管存放时，不得在阳光下曝晒。

换热盘管预制件宜为工厂化制作，通过现场试压，根据压力降判断管材质量是否合格和连接处是否有渗漏。

9.3.2 开式系统中包括直接系统和间接系统。污水直接进入热泵机组时，宜选用通过制冷剂侧四通阀实现工况转换的污水源热泵机组，避免污水进入用户侧；污水通过中间换热器间接进入热泵机组时，中间换热器应考虑留有足够的清洗空间。

10 系统整体运转和调试

10.1 一般规定

10.2 系统整体运转调试

10.2.1 地源热泵系统试运转需测定与调整的主要内容包括：

- 1 系统的压力、温度、流量等各项技术数据应符合有关技术文件的规定；
- 2 系统连续运行应达到正常平稳；水泵与风机的压力和电流不应出现大幅波动；
- 3 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常，满足建筑设备自动化系统对被测定参数进行监测和控制的要求；
- 4 控制和检测设备应能与系统的检测元件和执行机构正常沟通，系统的状态参数应能正确显示，设备连锁、自动调节、自动保护应能正确动作。

调试报告应包括调试前的准备记录、水系统及风系统平衡、机组及系统试运转的全部测试数据。

10.2.2 地源热泵系统的冬、夏两季运行测试包括室内空气参数及系统运行能耗的测定。系统运行能耗包括所有水源热泵机组、水泵和末端设备的能耗。

11 工程验收

11.1 一般规定

11.1.10 热源井应单独进行验收，且应符合现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 及《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 的规定。

地表淡水换热系统、海水换热系统的取水构筑物应单独进行工程验收。

11.2 地埋管换热系统安装

主控项目

11.2.1 检验批质量验收抽样按《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 3.0.10 及附录 B 执行。

11.2.4 除 U 形弯管接头外，换热管应为整根管材，中间不得拼接；管道连接包括管道间、管道与环路集管、管道与阀门的连接。

11.3 地下水换热系统安装

主控项目

11.3.4 中间换热器及潜水泵的安装检查包括位置、标高、固定方式等。

11.4 地表淡水换热系统安装

主控项目

11.4.5 相关标准指现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规程》GB50268 的有关规定。

12 运行管理

12.1 一般规定

12.1.1 专业机构可以是内部机构，也可以是社会服务机构。专业机构必须有相应的运行管理经验，具备相应的专业人员，专业技术和专业设备，不断提高运行管理水平。

12.1.3 系统性能测试是科学评估地源热泵系统实际节能效益的重要手段，也是开展建筑能效标识工作的基础，为推动地源热泵技术健康发展，应积极鼓励工程项目通过性能测试开展节能效益评价工作。

12.2 管理要求

12.2.3 对地源热泵系统运行效果进行定期评价可有效提高运行管理水平。评价应结合运行效果、节能效果、管理水平等多方面进行综合评定，并以实际检测数据作为评价依据。评价一般由业主组织，必要时委托第三方专业机构完成。

12.3 技术要求

12.3.1 通过掌握岩土体温度、水源温度、累计制冷热量、设备累计耗电量等数据，定期分析数据变化情况，有利于掌握系统运行情况和冷热量平衡情况；同时结合计算机数值模拟计算，可有效预测出系统各参数的变化趋势，对于制定系统运行策略和提高运行效率有较大帮助。

12.3.2 地埋管换热系统随着使用时间的增加，地埋管有可能产生堵塞和泄漏等异常情况，需要定期检查并及时做修复处理。一般地埋管的修复处理较为困难，当出现异常地埋管数量较少，在设计冗余量范围之内时，可采取封闭弃用措施；当出现异常地埋管数量较多，超过设计冗余量范围时，可考虑新增设地埋管或补充其他冷热源等措施。

12.3.3 闭式地表淡水、海水换热系统的水下换热管道很容易生长水生动植物或污泥堆积，影响换热效果，需要定期检查与清洁。

12.3.4 由于地表淡水中常有泥沙等污物，为保证开式地表水系统正常取水，应定期检查取水口周围污泥等淤积情况，并及时清淤。

12.3.5 较大型水源热泵系统在供冷、供热季节转换时需在机房内对机组的蒸发器与冷凝器进行管路切换。水源水和用户侧水的水质是完全不同的，地表水源侧的水质一般较差，而用户侧的水一般经过化学水处理，且长期循环使用。在地表淡水通过中间换热器换热的间接式系统中，地表淡水中的污垢会粘附在换热器换热表面上，影响机组效率。在地表淡水直接进入热泵机组换热器的直接式系统中，在两种管路切换时应排放掉换热器及管路中的剩水，并进行有效清洗，否则会使残留在换热器或管路中的地表水进入用户侧水系统中，不利于水质控制；也会使残留在另一换热器或管路中的用户侧水进入地表水系统中，不利于水环境保护。自动清洗装置可在运行中自动清洗管壁，节省人工成本，保持机组高效运行。

12.4 运行监测系统

12.4.1 地源热泵系统较常规空调系统复杂，运行参数较多，设置运行监测系统是保证地源热泵系统安全、节能运行的必要措施。

国家机关办公建筑和大型公共建筑设置能耗监测系统是浙江省建筑节能管理要求，地源热泵系统能耗也应纳入能耗监测系统进行管理。

12.4.2 为节省投资、方便管理，地源热泵系统的能耗参数和其他运行参数的监测宜与楼宇自动化管理系统、建筑能耗监测系统等实现融合。

12.4.3 自动监测系统具有准确、高效的特点，尤其适用于多参数同时监测的情况，故本规程建议采用自动监测系统，数据采集周期不宜大于 5min。

12.4.5 通常，埋管区域内部监测孔宜布置在埋管区中心或埋管密集区。根据编制单位长期监测试验结果，单孔地下温度场以地埋管为中心，呈对数曲线分布，制冷、制热全季温度影响范围在距地埋管 1.5~2.5m 的范围内，此处规定监测孔位置距地埋管 1.5m，一般可监测到岩土体温度的较明显变化，并据此拟合出岩土体温度场分布情况。

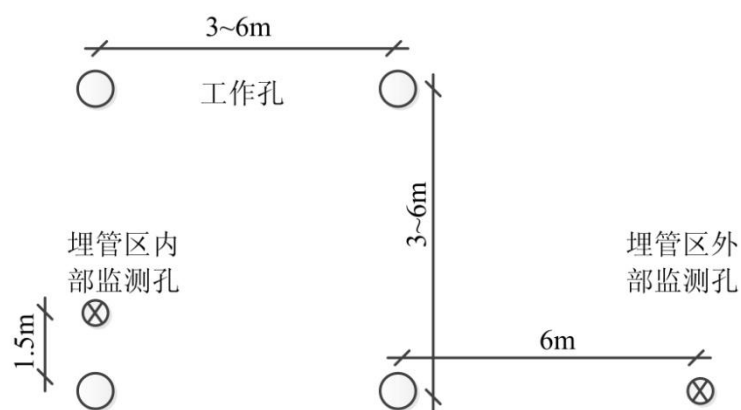


图 2 岩土体温度监测点布置示意图

另线热源的竖向温度场变化不大，传感器布置深度为换热器深度中间位置最有代表性，本规程作此统一规定可减少工程投资，方便各项目间的比较分析。

埋管区外部的地温监测主要用于环境影响的分析，如热影响范围和程度。根据模拟计算结果，在吸、释热比为 0.3 条件下，地源热泵工程运行十年的显著影响半径在 5m~10m，因而埋管区外监测孔可在 10m 范围内设置。本规程统一规定为 6m，方便各项目间的比较分析。

12.5 系统性能测试与评价

12.5.1 与常规能源应用相比，地源热泵系统的节能效果、环境效益究竟如何，是建设单位、政府及全社会最为关心的问题，也是其应用的核心问题。开展系统性能测试与评价工作有助于地源热泵系统的推广及相关产业政策的制定。系统形式检查主要是对地源热泵系统所采用的关键部件、系统外观、安全可靠、环保措施、应用量等进行检查；系统性能测试主要是对反映系统节能效果的主要性能指标包括制冷能效比、制热性能系数等进行现场测试；系统性能评价是依据性能评价指标对系统进行性能分级。

12.5.6 当地源热泵系统的冷热源形式相同且系统装机容量偏差在 10%以内时，视为同一类型地源热泵系统。

12.5.8 地源热泵系统的运行性能受环境影响较大，土壤的温度、污水的温度、地表水温度与测试时间段有较大关系，为了保证测试结果相对准确，测试应在供冷（供热）15d 之后进行。

目前大部分工程不具备长期监测条件，因此实际评价过程中主要采用短期测试，短期测试期间系统应在合理的负荷下运行。如果负荷率过低，系统运行

工况与设计工况相差较大，其系统性不具备代表性。经过对不同项目的设计资料 and 实际工程项目运行参数分析，对系统性能进行测试时系统负荷率在 60%以上运行比较合理，系统能效保持在相对较高范围，对机组性能进行测试时，机组负荷率宜在 80%以上。

12.5.9 相同的参数所采用的仪器精度不同，测试结果的绝对误差也会相差较大，所以选用仪表时，在满足被测量的数值范围的前提下，尽可能选择量程小的仪表。

12.5.12 引自《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801，当地源热泵系统仅单季使用，即只用于供热（或只用于供冷）时，其性能级别评判应依据表 7 中对应季节性能值进行分级。

当地源热泵系统双季使用时，应分别依据表 7 中对应季节性能分别进行分级，当两个季节级别相同时，性能级别应与此级别相同；当两个季节级别不同时，性能级别应与其中较低级别相同。