

户式三用一体机地源热泵系统 应用技术指南

住房和城乡建设部住宅产业化促进中心 主 编

中国建筑工程工业出版社

户式三用一体机地源热泵系统 应用技术指南

住房和城乡建设部住宅产业化促进中心 主 编



中国建筑工业出版社

**户式三用一体机地源热泵系统
应用技术指南**

住房和城乡建设部住宅产业化促进中心 主 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：2¼ 字数：58 千字

2014 年 9 月第一版 2014 年 9 月第一次印刷

定价：12.00 元

统一书号：15112·23973

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

前 言

户式三用一体机地源热泵是一种利用少量的电能从岩土体、地下水、地表水中提取低品位热能的设备。为满足户式三用一体机地源热泵系统在建筑工程中应用的设计、施工和验收的需要，在广泛征求相关科研、设计、施工、生产管理等单位意见并遵循国家和地方现行相关标准的基础上，编制本指南。

本指南主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 材料与设备；4 工程勘察；5 设计；6 施工；7 系统调试；8 运行控制；9 验收及附录和条文说明等内容。

本指南可在户式三用一体机地源热泵系统应用的设计、施工和验收中使用。

主编单位：住房和城乡建设部住宅产业化促进中心（地址：北京市海淀区三里河路9号住房和城乡建设部，邮政编码：100835）

参编单位：江苏铁鑫能源科技有限公司
威海鑫华能源科技有限公司
山东名流能源科技股份有限公司
北京世国建筑工程研究中心
威海市建设工程勘察设计审查中心
安徽省地热能资源勘察院
中铁十局集团第十工程有限公司
保定市建筑设计院有限公司
河南本易信息工程有限公司

主任委员：文林峰

副主任委员：刘美霞 武 振 唐华强 胡金良 周本留

起草人：梁津民 鞠树森 刘洪娥 王广明 王洁凝

王德林	姜夕武	夏子清	周兴明	姜艳霞
崔志林	孙光波	崔兆武	杨 平	王 敬
张 正	王红卫	张礼锋	朱浩森	谷青召
周建全	杨泽民	高海宝		
审 查 人：罗运俊	王学伟	李雪佩	师前进	柴 杰
刘在辉	李先瑞			

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	材料与设备	4
4	工程勘察	6
4.1	一般规定	6
4.2	地埋管换热系统勘察	6
4.3	地下水换热系统勘察	7
4.4	地表水换热系统勘察	8
5	设计	10
5.1	一般规定	10
5.2	热泵机组的选择	12
5.3	地埋管换热系统的设计	13
5.4	地下水换热系统的设计	15
5.5	地表水换热系统的设计	17
5.6	地源热泵机组室内系统设计	18
6	施工	19
6.1	一般规定	19
6.2	地埋管换热系统的施工	19
6.3	地下水换热系统的施工	23
6.4	地表水换热系统的施工	23
6.5	地源热泵机组室内施工	24
7	系统调试	26
8	运行控制	27
9	验收	28
9.1	一般规定	28

9.2 分项（隐蔽）工程验收	29
9.3 分部工程验收	30
9.4 竣工验收	32
附录 A 分项（隐蔽）工程验收记录	34
附录 B 地埋管换热系统分部工程验收记录	35
附录 C 地下水换热系统分部工程验收记录	36
附录 D 地表水换热系统分部工程验收记录	37
附录 E 建筑物室内系统分部工程验收记录	38
附录 F 竣工验收结论汇总	39
本指南用词说明	40
引用标准名录	41
附：条文说明	43

1 总 则

1.0.1 为使户式三用一体机地源热泵系统的工程设计、施工及验收做到技术先进、经济合理、安全适用，保证质量，制定本技术指南。

1.0.2 户式三用一体机地源热泵系统是以岩土体、地下水、地表水为低温热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用蒸气压缩热泵技术进行供热、供冷及生活热水系统的工程。

1.0.3 户式三用一体机地源热泵系统的设计应纳入建筑工程设计中，统一规划、同步设计、同步施工，与建筑工程同时投入使用。

1.0.4 户式三用一体机地源热泵系统的设计、施工和验收除执行本指南外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.5 本指南适用于新建、扩建或改建的住宅、别墅、小型写字楼等民用建筑安装户式地源热泵系统工程的设计、施工和验收。

2 术 语

2.0.1 户式三用一体机地源热泵系统 The household with three integrated machine

是一种利用少量的电能从岩土体、地下水、地表水中提取低品位热能，为单个用户供暖、制冷和提供生活热水的三用一体的设备。

2.0.2 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、室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，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

2.0.3 水源热泵机组 water-source heat pump unit

以水或添加防冻剂的水溶液为低温热源的热泵。通常有水/水热泵、水/空气热泵等形式。

2.0.4 传热介质 heat-transfer fluid

地源热泵系统中，通过换热管与岩土体、地下水或地表水进行热交换的一种液体。一般为水或添加防冻剂的水溶液。

2.0.5 地热换热器 ground heat exchanger

传热介质通过垂直或水平地埋管与岩土体进行热交换的地热能交换系统，又称土壤热交换器。

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

换热管路埋置在水平管沟内的地埋管换热器，又称水平土壤热交换器。

2.0.7 垂直地埋管换热器 vertical ground heat exchanger

换热管路埋置在垂直钻孔内的地埋管换热器，又称垂直土壤热交换器。

2.0.8 地下水换热系统 groundwater system

与地下水进行热交换的地热能交换系统，分为直接地下水换热系统和间接地下水换热系统。

2.0.9 直接地下水换热系统 direct closed-loop groundwater system

由抽水井取出的地下水，经处理后直接流经水源热泵机组热交换后返回地下同一含水层的地下水换热系统。

2.0.10 间接地下水换热系统 indirect closed-loop groundwater system

由抽水井取出的地下水经中间换热器热交换后返回地下同一含水层的地下水换热系统。

2.0.11 地表水换热系统 surface water system

与地表水进行热交换的地热能交换系统，分为开式地表水换热系统和闭式地表水换热系统。

2.0.12 开式地表水换热系统 open-loop surface water system

地表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。

2.0.13 闭式地表水换热系统 closed-loop surface 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地表水体中，传热介质通过换热管管壁与地表水进行热交换的系统。

2.0.14 抽水井 production well

用于从地下含水层中取水的井。

2.0.15 回灌井 injection well

用于向含水层灌注回水的井。

2.0.16 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，是抽水井与回灌井的统称。

3 材料与设备

3.0.1 户式三用一体机地源热泵机组的性能应满足地源热泵系统相应的产品标准。

3.0.2 热泵机组必须经过有关部门的认证，并标明最低的设计温度和最高设计温度。

3.0.3 地源热泵系统所使用的设备、配件、管材及管件必须是合格产品，材料的规格型号及性能检测报告应符合国家现行相关标准。

3.0.4 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。

3.0.5 户式三用一体机地源热泵系统采用的水泵类动力设备应选择低噪声产品，并在安装时采取减振和隔声措施。

3.0.6 地源热泵系统所用的阀门规格型号应符合设计要求，阀体表面应光洁、无裂纹，开关应灵活、严密，填料密封应无渗漏。

3.0.7 地埋管管材及管件应符合以下规定：

1 地埋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 地埋管质量应符合国家现行标准中的各项规定，管材的公称压力及使用温度应满足设计要求。管材的公称承压能力不应小于 1.0MPa。

3.0.8 镀锌钢管及管件规格应符合相应的产品标准规定。

3.0.9 给水塑料管、复合管及管件应符合相应的产品标准规定。

3.0.10 热水管道应选用耐腐蚀、连接方便，且应符合饮用水卫

生要求的管材。

3.0.11 室内热泵机组、配套设备及相关材料应符合以下规定：

1 所有设备的型号、数量、性能、运行工况及主要参数应满足设计要求。

2 所有设备质量均应符合要求，并应具有产品合格证书、产品性能检验报告及产品说明书等文件，并加盖制造单位质量检验章。

4 工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 地源热泵系统方案设计前，应由具有勘察设计资质的专业队伍进行工程场地状况调查，并应对浅层地热能资源进行勘察。

4.1.2 对已具备水文地质资料或附近有水井的地区，应通过调查获取水文地质资料。

4.1.3 工程勘察应由具有勘察资质的专业队伍承担。工程勘察完成后，应编写工程勘察报告，并对资源可利用情况提出建议。

4.1.4 工程场地状况调查应包括下列内容：

- 1 场地规划面积、形状及地形。
- 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 场地内已有树木植被、池塘、排水沟及架空输电线、电信电缆的分布及规划综合管线分布。
- 4 场地内已有的、计划修建的地下管线和地下构筑物的类别及其埋深。
- 5 场地内已有水井的位置。
- 6 水源性质与条件、水源地与建筑之间的距离以及其间场地建筑分布、构筑物分布、地形状况。

4.2 地埋管换热系统勘察

4.2.1 地埋管地源热泵系统方案设计前，应对工程场区内岩土体地质条件进行勘察。

4.2.2 地埋管换热系统勘察应包括下列内容：

- 1 岩土层的构造与分布；
- 2 岩土体热物性参数（平均导热系数）；

- 3 岩土体温度分布及岩土体平均温度；
- 4 地下水静水位、水温、水质及分布；
- 5 地下水径流方向、速度；
- 6 冻土层厚度；
- 7 设计条件单位井深取热与释热量（W/m）。

4.2.3 应对影响施工的因素和施工周边的条件进行调研与勘察，主要包括：

- 1 场地面积大小和形状；
- 2 已有的和计划建设的建筑或构筑物；
- 3 是否有树木和高架设施，如高压电线等；
- 4 交通道路及其周边附属建筑及地下服务设施；
- 5 现场已敷设的地下管网布置和废弃系统状况；
- 6 钻孔挖掘所需的电源、水源情况。

4.2.4 当应用建筑面积在 3000~5000m² 范围时，宜进行岩土热物性参数测试；当应用建筑面积大于等于 5000m² 时，应进行热响应试验；当应用建筑面积大于 10000m² 时，至少应进行两个测试孔的热响应实验。

4.2.5 应用条件评估

根据可用的场地面积，按照 4~6m 的间距布置换热井，结合岩土层的结构确定换热井井深，初步确定地埋管换热管的布置。再根据单位延米的换热量，评估地埋管换热系统具有的最大瞬时换热能力。计算方法如下：

$$Q = aql$$

式中 Q ——地埋管换热器最大瞬时换热量（kW）；
 q ——测试工况下单位延米换热量（W/m）；
 a ——单位延米换热量修正系数，可取 0.8；
 l ——地埋管系统总延米数（km）。

4.3 地下水换热系统勘察

4.3.1 地下水换热系统方案设计前，应根据地源热泵系统对水

量、水温和水质的要求，对工程场区的水文地质条件进行勘察。

4.3.2 地下水换热系统勘察应包括以下内容：

- 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。

4.3.3 地下水换热系统勘察应进行水文地质试验。试验应包括以下内容：

- 1 抽水试验；
- 2 回灌试验；
- 3 抽水和回灌试验时，测定动水位和静水位；
- 4 取分层水样并化验分析分层水质；
- 5 水流方向试验；
- 6 渗透率计算。

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

4.3.5 应用条件评估：根据水文地质勘察报告，采用水文地质学的方法，计算工程场区可持续的最大允许涌水量，从而得出厂区内能满足的最大供热、空调负荷。

4.4 地表水换热系统勘察

4.4.1 地表水换热系统方案设计前，应对工程场区地表水源的水文状况进行勘察。

4.4.2 地表水换热系统勘察应包括以下内容：

- 1 地表水水源性质、水面用途、面积、深度分布、水体体积；
- 2 不同深度的地表水水温、水位动态变化；

- 3 地表水水质及其动态变化；
- 4 地表水流速和流量动态变化；
- 5 地表水利用现状与规划，特别是上游热利用现状、规划与影响；
- 6 水体与建筑物的距离；
- 7 地表水取水和回水的适宜地点及路线。

4.4.3 根据冬季水体温度和热泵机组的最低进水保护温度，计算冬季热泵机组工作的保证时间与供热量。

1 对闭式地表水换热系统，最低进水保护温度与水体温度差宜设定为 2.5°C 。

2 对采用中间换热器的开式系统，最低进水保护温度与水体温度差宜设定为 1.5°C 。

3 对直接取水进热泵机组的开式系统，最低进水保护温度与水体温度差宜设定为 0.5°C 。

4.4.4 应用条件评估：根据《地表水质量标准》GB 3838 允许的水体温升标准和冬夏季水体总量，分别评估冬夏季水体最大换热能力。

1 对流动水体

最大瞬时换热能力估算如下：

$$Q = \rho V C_p \Delta T$$

式中 ρ ——水体密度 (kg/m^3)；

V ——水体流量 (m^3/s)；

C_p ——水的定压比热， $4.18 (\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ；

ΔT ——区域水体总体允许温升（降）($^{\circ}\text{C}$)。

2 对静止水体

最大瞬时换热能力估算如下：

$$Q = \rho V C_p \Delta T / T$$

式中 V ——水体总体积 (m^3)；

T ——每周运行时间 (s)；

ΔT ——区域水体总体允许温升（降）（取 1°C ）。

5 设 计

5.1 一 般 规 定

5.1.1 户式三用一体机地源热泵系统的设计应符合《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的相关规定。

5.1.2 户式三用一体机地源热泵系统的设计应遵循节水、节能、经济实用、运行安全、易于计量的原则。同时应满足用户使用，易于施工、安装和维护等要求。

5.1.3 地源热泵系统的建筑设计应确定各组成部分在建筑物上的合理位置，并在相应位置设置预埋件，热泵机组在建筑中的布置应符合下列要求：

1 热泵机组安装位置应有足够的强度，应满足能承担机组重量及运行时的振动要求。

2 安装在室内的热泵机组应考虑设备的安装位置和运输通道及预留安装孔洞。

3 热泵机组的布置和管道连接，应符合便于安装操作与日后维修的需要。

4 热泵机组与其上方管道、烟道或电缆桥架的净距不应小于 1.0m。

5 机组和水泵安装时应做好基础的减震措施，热泵机组基础高度宜为 100~150mm，水泵高度宜为 100~150mm。

6 热泵机组的进水口应安装进水过滤器，出水口应安装止回阀。

7 地埋管换热系统应采用相应的定压补水设备，并应防止由于停泵后管道收缩所带来的压力增大问题。

5.1.4 板式换热器的冷凝器和蒸发器宜选用高效交叉钎焊，传热系数高、换热效果好的产品。