

地源热泵系统及其应用注册建筑师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/607/2021_2022__E5_9C_B0_E6_BA_90_E7_83_AD_E6_c57_607957.htm 把建筑师站点加入收藏夹

引言 热泵技术是在高位能的拖动下，将热量从低位热源流向高位热源的技术。它可以把不能直接利用的低品位热能(如空气、土壤、水、太阳能、工业废热等)转化为可利用的高位能，从而达到节约部分高位能(煤、石油、天然气、电能等)的目的。利用低位能的热泵技术可以节约燃料，合理利用能源，减轻环境污染。作为一条节能与环保并重的途径，热泵技术在矿物能源日益紧张的当今世界，已引起人们的兴趣和重视。地源热泵是利用地下能源的热泵系统，这是它与水—空气源热泵以及空气热泵的最主要区别。冬季通过热泵将大地中的低品位热能提高品位对建筑供暖，同时蓄存冷量以备夏季使用；夏季通过热泵将建筑物内的热量转移到地下，对建筑物进行供冷，同时蓄存热量以备冬季使用。

1 地源热泵系统的分类及特点

典型的地源热泵系统主要由压缩机、水—制冷剂热交换器、水泵、制冷剂—水(或制冷剂—空气)热交换器、节流装置和电气控制设备等组成。传统的地源热泵系统采用较多的是U型竖埋管换热器。根据埋管深度分为浅层($>100\text{m}$)三类。地下蓄能系统的埋管较灵活，可布置在草坪、花园、农田下面或湖泊、水池内，可布置在土壤、岩石或地下水层内，也可在混凝土桩内埋管。根据利用热源的种类和方式不同，可分为以下三类：地下水热泵、地表水热泵、土壤源热泵或称土壤耦合热泵。

1.1 地下水热泵系统

目前在民用中已经很少使用，主要应用在商业建筑中。最常用

的系统形式是采用水—水式板式换热器，一侧走地下水，一侧走热泵机组冷却水。早期的地下水系统采用的是单井系统，即将地下水经过板式换热器后直接排放，这样做一则浪费地下水资源，二则容易造成地层塌陷，引起地质灾害。于是产生了双井系统，一个井抽水，一个井回灌。地下水热泵系统的优势是造价比土壤源热泵系统低。另外水井也很紧凑，不占什么场地，技术也相对比较成熟，水井承包商也容易找。其劣势在于：(1)有些地方法规禁止抽取或回灌地下水；(2)可供的地下水有限；(3)如水质不好或打井不合格要注意水处理，控制不良或水井与建筑偏远，泵耗能就会过大。

1.2 地表水热泵系统

地表水热泵系统主要有开路和闭路系统。在寒冷地区，开路系统并不适用，只能采用闭路系统。地表水热泵系统具有相对造价低，泵耗能低，维修率低以及运行费用少等优点。但是，在公共用的河中，管道或水中的其他设备容易受到损害。另外，如果湖泊过小或过浅，湖泊的温度会随着室外气候发生较大的变化，这就会产生效率降低，制冷或供热能力降低的后果。

1.3 土壤源热泵

土壤源热泵以大地作为热源，热泵的换热器埋于地下与大地进行冷热交换。系统主机通常采用水—水式或水—气式热泵机组。

1.3.1 按地下埋管形式可分为水平埋管、垂直埋管和蛇形埋管

(1)水平埋管热泵系统。现在欧洲普遍使用的此类系统多只用于采暖。水平埋管系统有单层和双层两种形式，可采用u形、蛇形、单槽单管、单槽多管等形式。

(2)垂直埋管热泵系统有浅埋和深埋两种。在垂直埋管系统中，管道深入地下，土壤热特性不会受地表温度影响，因此能确保冬季散热与夏季得热间土壤的热平衡。平衡的方法可以采用集热器，在夏季集中热量

并送入地下加热土壤，或使热泵反转在夏季为土壤加热，以备冬季之用。集热设备一般采用太阳能和风能集热，此类设备具有高蓄热能力、温升能力。垂直埋管热泵系统较水平系统有许多优点：占地面积小，土壤的温度和热特性变化小，需要的管材少，泵耗能低，能效比很高。而劣势主要在于由于相应的施工设备和施工人员的缺乏，造价偏高。(3)蛇行埋管换热器比较适用于场地有限又较经济的情况下。虽然挖掘量只有单管水平埋管换热器的20%—30%，但是用管量会明显增加。这种方式优缺点类似于水平埋管换热器，所以有的文献将其归入水平埋管换热器。

1.3.2 按有无中间流体分类 土壤源热泵分为二次流体地耦热泵，即在制冷剂和大地之间存在一种中间流体，多为水、盐水或乙二醇溶液；另一种用得较少是直接膨胀式地耦热泵系统，即利用大量制冷剂直接在地下盘管内与环境进行热交换。

1.3.3 按与土壤换热管道材料分类 现在用于土壤系统的管道材料多采用热熔性塑料，包括聚乙烯管、聚丁烯管和聚氯乙烯管(PVC)。由于高密度聚乙烯具有高强度和抗腐蚀能力，所以选用这一类柔性材料作为地下埋管换热材料的土壤源热泵系统寿命可长达50年之久。

1.3.4 土壤源热泵系统性能的影响因素 (1)土壤的温度是影响土壤源热泵系统的主要因素。热泵的效率主要取决于建筑物室内与室外温度差，该温度差减少则热泵效率就可以提高。(2)土壤特性对土壤源热泵系统的影响，土壤的类型、热特性、热传导性、密度、湿度等也是影响系统性能的主要因素。

1.3.5 土壤源热泵的特点 (1)大幅度节约能源，辅助动力少。评价土壤源热泵系统性能的参数之一是辅助动力的容量，它是系统经济性分析的重要因素。地下埋管系统

的热泵及室内水环路系统同水—空气、水—水等热泵系统相似，但其室外设备不再需要其它能量，诸如冷却塔，仅设置管道泵作为水在盘管中的循环动力。水流速度是决定泵容量的最主要因素。为了保证充分地热交换和地下管道的水力平衡，地下埋管系统严格控制临界速度，因为水流处于层流状态，传热会恶化，甚至由于水流速度慢会出现气塞现象，造成水力不平衡。而在紊流状态下再增加流速不会对传热带来多大改善，因为此时热阻主要是由土壤和管道热阻造成的，水的热阻相对来说很小，此时增加流速只会增加泵的容量。一般来说，一个好的水平埋管系统循环泵的输入功率只为整个系统的5%-7%。

(2)运行管理方便，运行状况好。土壤源热泵另一个优点是对设备的维护要求不高。这种系统减少了室外的许多运转设备，不需冷却塔，锅炉等要经常维护的设备。另外对热泵系统来说，为了解决结霜问题，不得不采用换向阀、电加热等方式间歇地为热泵除霜。融霜后的突然启动对热泵压缩机最危险。而土壤源热泵系统与大地进行换热，大地的温度保证了它不会结霜，也就没有融霜循环。运转部件少则系统噪音小，这很适用于对噪音有要求的住宅、医院等地区。

2 地源热泵应用过程中的不利因素

虽然地源热泵系统具有很多优点，已经成功的应用在商用建筑和公共事业中，但是在地源热泵的设计开发和安装过程中仍然存在着许多问题需要解决。

(1)冷天气问题。该类问题主要与冬季恶劣的天气有关。通常指在异常寒冷天气工况下系统中某一独立热泵单元跳闸或整个系统执行自动保护的现象。其它的故障包括由于未保护水管造成水管冻结、冻破或综合建筑物内部管路的损坏，或供暖无效引发的室内舒适性问题。

(2)舒适性

欠佳。这类问题的原因包括系统没有足够的供，冷、供热能力满足建筑物冷、热负荷的需求，这可能与地热设备容量偏小、建筑物的密封性不佳、室内空气分布系统设计不合理有关。(3)设备故障及系统频繁地执行自动保护功能。(4)泄漏。对水 水地源热泵系统，存在源侧或源侧与负荷侧的水泄漏。发生的部位可能会出现在地下的集管、回路，供回水井的配件，分布在建筑物内的管路、配件、机械装置，也有个别建筑物出现内部水渍情况，这与泄漏的位置有关。(5)噪声。如果系统设计时没有考虑系统运行的噪声水平是否符合建筑物的使用标准，那么空气噪声和水流噪声都可能会出现。 (6)运行费用。地源热泵系统的主要运行费用包括用电费用、维修费用和管理费用。通常系统运行时的主要问题是实际费用超过设计阶段时的预计费用。(7)回水井溢出或堵塞及设备运行不合理。

3 限制地源热泵广泛应用的因素

(1)用户的接受程度和满意度。空气源热泵和燃气、燃煤供热技术比较成熟，应用较为广泛，与地源热泵系统相比具有很大的竞争力。(2)地源热泵技术涉及暖通空调技术、地质技术和钻井技术等多方面的知识。这样对工程人员的知识面和施工经验有较高的要求，因此加强对技术人员的培训显得非常重要。(3)对生态环境影响的分析与监督。地下水回灌技术的不完善会造成地下水资源的浪费，某些制冷剂、冷冻液、防锈剂和填料会造成水资源或土壤资源、地表植被的污染或破坏。如何防范还有待深入研究。(4)目前国内关于地源热泵系统的性能评价标准还不是很完善，地源热泵系统的性能分析测试和比较不规范，因此需要建立有效的评价标准。(5)地源热泵系统在不同地域的适用性和性能稳定性的问题。各地的地质结构

相差很大，造成埋地盘管与土壤间的换热系数差别很大。这样造成系统的初投资成本的波动问题。

4 应用前景展望

虽然地源热泵有许多缺点，有关地源热泵的研究仍有大量工作要做，但是由于地源热泵突出的节能、环保的优点，21世纪，能源供应更加紧张，2004年北京、上海、广州等地又提高了建筑节能标准，应用前景十分广阔。特别是我国幅员辽阔，大部分地区位于温带，而长江中下游地区七月气温比同纬度其他地区一般高出2℃左右，同时这个地区水网地带多，十分潮湿，湿度常保持在80%左右；而一月的气温比同纬度其他地区一般要低8-10℃，而湿度又高达到73%~83%，阴冷寒凉。然而由于长江中下游地区是传统上的非采暖地区，居住建筑缺乏节能设计标准建筑围护结构的保温隔热性能要比采暖地区差得多，夏季通常采用风冷空调来供冷，冬天借助于高位能的电来采暖。因此，该地区的能量使用效率相当低，考虑到该地区夏季供冷天数和冬季供热天数相当，地源热泵系统可以充分发挥地下蓄能的特点，用最少的能耗获得最大的效益。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com