

建筑空调用能中对低品位能源的综合利用注册建筑师考试

PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/616/2021_2022__E5_BB_BA_E7_AD_91_E7_A9_BA_E8_c57_616603.htm

把建筑师站点加入收藏夹

摘要：本文分析了建筑空调用能中的热泵技术对各种低品位能源的利用中存在的问题，提出了多热源耦合热泵系统，综合、互为补充地利用多种低品位的能源。减少空调用能中高品位能源的消耗，实现按质用能。

关键词：空调用能 低品位能源 热泵 综合利用

引言 在土壤、太阳能、水、空气、工业废热中蕴藏着无穷无尽的低品位热能，由于这些热能的温度与环境温度相近，因此无法直接利用。而热泵技术可以通过输入较少的高品位能源把这种低品位的热能提高到可以在建筑用能的温度，（如采暖、生活热水）。现在的热泵技术都是把某一种的低位热源与热泵技术结合，但是每一种热泵技术的应用都有一定的不利因素，像土壤源热泵需要有较大的空间，并且地下换热器比较庞大；太阳能热泵具有间歇性，在晚上和全云天无法使用；地下水源热泵会对地下水造成污染，空气源热泵在冬季要考虑除霜等等。为此考虑可以把多种的热泵技术进行综合，综合各种热泵的优点，以避免不利因素，也就是对各种低品位的能源与热泵技术结合，互为补充、互为协调的利用多种低品位能源。

1 热泵原理 最简单的蒸汽压缩式热泵的工作原理图，它由压缩机、冷凝器、蒸发器和节流膨胀阀组成。其中，压缩机起着压缩和输送制冷剂的作用，推动制冷剂循环的进行，是热泵系统的核心；冷凝器是热量输出设备，它将蒸发器吸收的热量连同压缩机所消耗的电功一起输送给供热对象；节流膨胀阀对制冷剂

起到节流降压和调节循环流量的作用；蒸发器是热量输入设备，在此设备中，制冷剂通过时吸收低温热源的热量而蒸发。根据能量守恒定律，有：(热泵)，(制冷机)根据热力学第二定律，压缩机所消耗的电功起到补偿作用，使得制冷剂能够不断地从低温热源吸热，并向高温环境放热，周而复始地进行循环。因此，压缩机的能耗是一个重要的技术经济指标，一般用性能系数(coefficient of performance, 简称COP)来衡量装置的能量利用率，定义为：(热泵)，(制冷机)，显然，由于和都大于0，因此热泵的COP值永远大于1，即输入较小的代价，就可以得到较大的收益。因此，可以说热泵是一种高效节能装置，如果把热泵机组应用于室外低品位热源和建筑环境之间，就可以实现常规空调的功能，因此，热泵技术也是空调领域内实施建筑节能的重要途径之一，对于节约常规能源、缓解大气污染和温室效应起到积极的作用。

2 各种低品位热源(汇)及相应热泵系统的分析

2.1 土壤热源(汇)系统

地球是一个庞大的蓄能体，在地球土壤中储存着取之不尽、用之不竭的地热能。地热能是一种典型的清洁能源，是可以再生的。在地表活动层的下面是一个常年温度不变的层，在这个层中，温度随着深度的增加而增加，就目前来说，通过钻深井利用地热资源供给建筑用能是不经济的。但是地表浅层中蓄存的低品位热能的利用技术是比较成熟的。这主要是由于土壤作为热源(汇)具有一些优点：热容量大，土壤的温度比较稳定，变化幅度比较小，有适宜的温度范围，地表温度曾得温度变化规律为：[1] 式中： T_h 为深h处时刻的温度； T_0 为地面的平均温度； τ 为温度变化的周期； A 为温度变化的振幅； λ 为土壤的导温系数。因此，土壤热可以作为热泵

的源或汇，另外土壤的蓄能性能好，土壤温度变化比空气温度变化相位有延迟效应。土壤越深，延迟的时间越长，其利用的方法是利用热泵技术与浅层的地热能源相结合，把浅层的地表作为庞大的热源或者热汇，成为土壤热源热泵。土壤源热泵是利用浅层的地热能源作为热源的闭路循环地源热泵系统(closedloop source heat Pump)，即通过载能循环液(水或以水为主要成分的防冻液)在封闭地下埋管中的流动，实现系统与大地之间耦合和热量的传热。冬季热泵从浅层的土壤中取热，用于建筑供暖，同时蓄存冷量以备夏用；夏季热泵逆向运行，将建筑物内的热量转移到地下对建筑进行降温，同时蓄存热量以备冬用。因此，土壤源热泵既保持了地源热泵高效、稳定运行及维护费用低等优点，又可利用岩土的天然蓄能能力，且对周围环境影响较小，是一种可持续发展的建筑节能新技术。但是，为了与大地土壤之间进行传热，需要有地下埋管换热器，并且，埋管内的载能流体与管外的土壤之间的换热系数小，能流密度很低，需要的地下换热器的表面积就很大，占据较大的地下和地上空间，初始投资也比较大。

2.2 太阳能

太阳能属于取之不尽用之不竭的可再生的能源，具有以下几种优点，数量巨大，每年到达地球表面的太阳能是目前全球总能耗的两万倍；太阳能清洁、安全，几乎不会对环境产生环境污染。但是太阳能的能流密度低，在地面的任意表面上的太阳总辐射强度为：
$$I = I_d \cos \theta + I_s$$
式中 I_d 为直射辐射强度； I_s 为总散射辐射强度； θ 为阳光对平面的入射角。太阳能具有昼夜周期性，产生供能的不连续性，如果直接利用，会使太阳能利用设备的转换设备和设备投资费用很高。太阳能热泵[2]一般是指利用太阳能集热器作为蒸发器热源的耦合热泵系统

，不同于以太阳能光电或热能发电驱动的热泵机组。太阳能热泵将太阳能热利用技术与热泵技术有机地结合起来，与传统的太阳能直接供热系统相比，太阳能热泵的最大优点是可以采用廉价的低温集热器，集热成本非常低。由于太阳能具有能流密度低、供能得不连续性和不稳定性等缺点，常规的太阳能供热系统往往需要采用较大的集热和蓄能装置，并且需要配备相应的辅助热源，这不仅造成系统初投资较高，而且需要较大面积的集热器，也占有较大的空间。太阳能热泵基于热泵系统的节能性和集热器的高效性，在相同热负荷条件下，太阳能热泵所需的集热器面积和蓄能装置容积等都要比常规太阳能系统小得多，使得系统结构比较紧凑，布置灵活。

2.3 水源热泵

水源热泵以低温水作为低温热源，可高效地利用量大面广的地下水、地表水、电厂冷却循环水及工业废水、污水等作为低位热源，热泵COP一般可达到4~5，节能效果十分明显。由于水体温度一年四季相对稳定，其波动范围远小于空气温度的变化，因而水源热泵不仅性能稳定、工作可靠、运行费用低，而且可以实现一机多用，满足供暖、空调及生活热水的需要。据美国环保署估计，设计安装良好的水源热泵平均可节约30~40% [2] 的供热空调运行费用。但是，水源热泵也有其致命的弱点，它要受到可利用的水源条件、水层的地质结构、水资源使用政策以及能源结构和价格等因素的限制。例如，应用地下水热泵需要有丰富和稳定的地下水资源作为先决条件，因此在应用之前必须做详细的水文地质调查和技术经济性能分析。另外，对地下水的利用会造成水资源浪费，为避免地下水的严重流失，较大的应用项目通常要求采用地下水回灌技术，这目前是一个难题。同时

保证地下水不受污染(通常采用闭式循环系统加以解决)。在靠近江、河、湖、海等大体积自然水体的地方利用地表水热泵是值得考虑的一种空调热泵型式，但受到自然条件的限制，一定的地表水体能够承担的冷、热负荷与其面积、深度和温度等多种因数有关，需要根据具体情况计算。此外，热泵的换热对水体中生态环境的影响有时也需要预先加以考虑。

2.4 空气源热泵

室外的空气也蕴藏着取之不尽、用之不竭的低位热能，并且对它的利用也不会对环境造成影响。空气源热泵以室外空气作为热源，用一个气-液换热器与热泵机组耦合。具有系统简单、年运行时间长、初始投资较低、技术比较成熟等优点，在冬季气候较温和的地区，如我国长江中下游地区，已得到相当广泛的应用。空气源热泵的主要缺点是室外空气温度受到太阳辐射的影响，经常处于变化中，这对热泵的效率的影响非常大，并且在冬季制热量的变化与建筑热负荷的需求趋势正好相反，而且在夏季高温和冬季寒冷天气时热泵效率会大大降低，甚至无法工作。由于除霜技术尚不完善，在寒冷地区和高湿度地区热泵蒸发器的结霜问题可成为较大的技术障碍。

3 多热源耦合热泵系统

综合以上分析，无论是土壤热还是太阳能作为热泵系统的低温热源，都是要通过一个换热器与热泵机组进行耦合的。进行耦合连接的载能介质主要是水或以水为主要成分的防冻液。针对于热泵系统的共性，可以把多个热源通过各自的换热器与热泵系统连接，形成一个多热源耦合的热泵系统。多种热源可以互为补充，互为协调、互为备用的利用。这样，多种低品味热能可以协调地利用，多种低品味的能源可以在空调用能中得到综合的利用。并且，这样做也有诸多有利之处，可以避

免土壤源热泵地下埋管换热器的庞大，减少施工量和造价；可以避免仅靠太阳能热泵系统的供热不连续性，以及太阳能热泵系统中的庞大的蓄能装置和辅助热源；也可以避免空气源热泵在夏季高温和冬季寒冷天气热泵效率下降的问题。4 结束语 在建筑空调用能中采用热泵技术可以有效地提高一次能源利用率，减少空调用能中高品位能源的消耗，实现按质用能的原则，减少温室效应气体CO₂和其它污染物的排放，是一种可持续发展的建筑空调节能新技术之一。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