

生态建筑太阳能除湿热泵系统（一）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__E7_94_9F_E6_80_81_E5_BB_BA_E7_c57_616600.htm 把建筑师站点加入收藏夹

摘要：生态建筑追求节能、清洁、健康和可持续发展。针对生态建筑的这些要求，本文提出一种将太阳能热泵系统、水蓄能、液体除湿系统进行集成的方案，可以合理地利用并节约能源进行冬季采暖、夏季空调以及全年供应热水。关键词：生态建筑，太阳能，热泵，液体除湿，节能

0 引言 长期以来，人类使用的能源一直是以石油、天然气和煤等化石燃料为主，这些能源是地球经过千百万年储存在地层中的，属于不可再生能源。自上个世纪70年代出现能源危机以来，人们越来越重视可持续性的发展，开始了对可再生能源的开发和利用。太阳能是一种丰富的可再生清洁能源，近年来越来越受重视。我国幅员辽阔，有着十分丰富的太阳能资源。据估算，我国陆地表面每年接受的太阳辐射能约为 $50 \times 10^{18} \text{kJ}$ （相当于24000亿吨标准煤），全国各地太阳年辐射总量达 $335 \sim 837 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，中值为 $586 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。因此，我国具有良好的利用太阳能的条件，应大力开发太阳能资源。建筑能耗在人类总能耗中占有很大比重，达到30~50% [2]。所以，建筑节能对于可持续发展意义重大。近年来出现的“生态建筑”，给拯救、保护人类自身健康和周围环境带来了厚望。生态建筑追求节能、清洁、健康和可持续发展，在建筑中大力推广应用太阳能与生态建筑自身所追求的理念是一致的。太阳能在建筑中的应用包含两大方面。其一是太阳能热应用：用太阳辐射加热水，以供给建筑生活热水、取暖

或制冷；另一方面太阳能光伏发电（PV）系统：将太阳辐射直接转化为电能，为建筑提供环保的能源。由于目前太阳能电池价格较高，光伏发电技术在建筑物中还难以普遍推广。根据中国的实际情况，在国内建筑物中推广太阳能热利用技术，是能够大力促进建筑节能的。我国太阳能热利用近年来发展迅速，太阳热水器已经走向千家万户，全国已经形成了近100亿元左右的年销售额。然而目前在热利用方面尚有不少局限，体现在[3]：1) 尚无真正的太阳能采暖空调和热水供应集成系统；2) 太阳能空调制冷尚未在产业化突破；3) 太阳能热水及水源热泵综合集成系统尚未发展。本文在介绍现有太阳能热泵空调及热水系统的基础上，提出了进一步集成液体除湿系统的构想，构成适于在气候湿热地区的生态建筑使用的太阳能除湿热泵系统，为生态建筑节能提供一种新的思路。

2 太阳能热泵空调及热水系统

上海交通大学太阳能发电及制冷教育部工程研究中心设计和建造了一套直膨式太阳能热泵空调及热水系统（所谓“直膨式”，是指制冷剂的蒸发过程与太阳能的集热过程在同一系统内太阳能集热器进行）。该系统基于蒸汽压缩式制冷/热泵循环原理，直接利用周围环境中的冷/热源（太阳辐射能为主，空气源为辅），通过制冷/热泵循环保证建筑物的冬季采暖、夏季空调和全年生活热水供应。在阴雨天或太阳辐射相对不足的情况下，可通过与太阳能集热器并联的室外风机盘管换热器与室外空气换热、利用空气作为热泵热源，保证了冬季采暖的连续性和稳定性；在夏季蓄冷工况下，太阳能集热/蒸发器又作为夜间辐射散热/冷凝器使用，热泵系统利用深夜“谷电”制取冷水并进行蓄冷运行，以满足次日空调负荷的需要，不仅提高了设备利

用率、满足了建筑多种用能需求，而且有利于城市电力使用的“移峰填谷”，促进合理用电。下文将该系统分为两部分介绍：1.1 太阳能热泵 太阳能热泵将太阳能热利用技术与热泵技术有机地结合了起来，可同时提高太阳能集热器和热泵机组的热力性能，它主要由太阳能集热/蒸发器、压缩机、冷凝器、热力膨胀阀、储热水箱等部件组成，如图1“太阳能热泵部分”所示。用该系统制取热水的具体工作过程如下：晴天，经热力膨胀阀节流后的低温低压制冷剂首先流入太阳能集热/蒸发器中，通过吸收太阳能热量而蒸发，蒸发后的制冷剂被压缩机吸入并压缩成高温高压的气体，然后被排入冷凝器中，制冷剂蒸汽与通过冷凝器的冷却水进行换热而得到冷凝，同时，水得热升温，流入热水箱或蓄热水箱，冷凝后的制冷剂经热力膨胀阀又重新流入太阳能集热/蒸发器中，由此完成一次循环；阴天或夜间，太阳能集热/蒸发器也可以通过吸收大气中的显热和潜热来维持正常的热泵循环，从而可以全天候地生产热水。直膨式太阳能热泵系统，使得集热器的工作温度与制冷剂的蒸发温度始终保持一致，并接近环境温度，实验研究和理论分析均表明，太阳能热利用技术与热泵技术的结合，不仅可以提高太阳能集热器的集热效率，而且可以有效提高热泵机组的COP。例如，据文献[4]报道，在新加坡的气候条件下，一种太阳能热泵热水器的集热效率达到40%~75%，热泵COP达到4~9，热水温度从30℃升到55℃。经实验验证，本系统的集热器效率一般可达60%~80%，热泵COP一般可超过3。该系统的太阳能集热器采用易于与建筑结构实现一体化集成的、廉价的平板型太阳能集热/蒸发器。吸热体可采用铜铝复合焊接板或全铝热压吹胀板，顶部

无盖板，底部及四周加以适当保温，表面喷涂光谱吸收性材料，管路承压要求在 $15 \sim 20 \text{ kgf/cm}^2$ 以上。由于该太阳能集热/蒸发器结构简单、质轻体薄，所以易于倾斜安装在屋顶之上或垂直挂装在南向外墙壁上，特别适合于多层或高层建筑。该系统并联安装了太阳能集热/蒸发器和室外风机盘管换热器，在晴天可以利用太阳能生产热水，而在阴雨天或夜间又可利用大气中的显热和潜热作为热泵的低温热源，从而实现全天候运行。例如，澳大利亚的Morrison等人对一种太阳能热泵热水器进行了24小时运行测试，结果表明，热泵COP在 $2.4 \sim 3$ 之间变化[5]。因此，太阳能热利用技术与热泵技术有机结合的太阳能热泵系统，可以节约大量用于生产低温热水的优质能源（如电能），实现能源的合理利用和可持续发展，同时缓解由于化石燃料的消耗而造成的环境污染问题。这种系统将是为生态建筑提供冬季采暖、夏季空调和全年生活热水的有效模式。

1.2 水蓄能

该系统采用闭式承压蓄能水箱进行蓄冷/热，水箱内布置高效的铜管换热器，管内为制冷剂通路，通过自然对流和导热与水进行换热。热泵系统通过水箱的蓄能，夏季实现空调蓄冷，冬季实现采暖蓄热。夏季空调工况下，热泵机组在夜间制备冷水，并将其储存到蓄冷水箱中，白天供空调系统使用。升温后的水返回水箱，第二天晚间再被制冷而循环使用。采用这种蓄冷方式有以下特点：

- 1) 蓄冷系统简单，能直接与常规空调系统相匹配，系统设计简单；
- 2) 运行温度比冰蓄冷高，制冷机性能系数高，电耗小；
- 3) 制冷机在夜间运行时，以太阳能集热器或者室外风机盘管换热器作为冷凝器，其散热效果都好，运行效率高，节能省电；
- 4) 蓄能水箱要注意保温和合理设计，防止槽内供水和

回水短路、混合，造成能量损失。冬季采暖工况下，热泵机组利用太阳能或者空气作为热源，在较高蒸发温度下高效制取热水并将之储存在水箱中，供给地板辐射盘管或者风机盘管等室内采暖末端设备。这种水蓄能式热泵系统具有蓄冷/热、移峰填谷、比常规空调系统适应性好的特点，是一种较经济的空调方式。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