

文章编号: ISSN1005-9180 (2002) 04-0060-04*

太阳能空调系统综述

周建戎¹, 潘毅群²

(1. 深圳市建筑设计研究总院第二设计院, 广东 518031; 2. 美国卡内基梅隆大学建筑能效与诊断中心)

[摘要] 太阳能空调系统是新型的空调系统, 本文对其组成、效率、种类和设计模拟工具进行了综述。

[关键词] 太阳能空调系统; 太阳能集热器; 热驱动制冷装置

[中图分类号] TK51; TK511+3

[文献标识码] C

Summary of Solar Air Conditioning System

ZHOU Jian - rong¹, PAN Yi - qun²

(1. Second Institute, ShenZhen General Institute of Architectural Design & Research, Guangzhou 518031

2. Center for Building Performance & Diagnostics, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA)

Abstract: The paper introduces the composition, efficiency, category and design tools of solar air conditioning system.**Keywords:** Solar air conditioning system; Solar collector; Thermal driven chiller

1 引言

太阳能是一种辐射能, 不带任何化学物质, 是最洁净, 最可靠的巨大能源宝库。经测算表明, 太阳能释放出相当于 10 亿千瓦的能量, 而辐射到地球表面的能量, 虽然只有它 22 亿分之一, 但也相当于全世界目前发电总量的八万倍。人类利用太阳能有三个途径: 光热转换、光电转换和光化转换。光热转换即用各种集热器把太阳能收集起来, 然后用收集到的热能来制热水、供热或供冷; 光电转换即将太阳能转换成电能; 光化转换即先将太阳能转换成化学能, 再转换为电能等其他能量。太阳能空调系统是一种光热转换系统。这种系统直接利用集热器收集到的热能, 因此效率较高。如果将太阳能供冷系统与常规的电制冷系统相比较, 就可以发现前者节省了将热能转换为电能时所浪费的能量, 如图 1 所示。实际上太阳能空调系统包括太阳能供热系统和太阳能供冷系统, 其中太阳能供热系统相对来说比较简单, 只需将热能储存并分配到建筑内部即可, 而太阳能供冷系统就比较复杂, 本文的重点

是介绍太阳能供冷系统, 文中提到的太阳能空调系统即指太阳能供冷系统。

2 太阳能空调系统的组成

太阳能空调系统主要由太阳能集热装置、热驱动制冷装置和辅助热源组成。太阳能集热装置的主要构件就是太阳能集热器, 还包括储热罐和调节装置。太阳能集热器是用特殊的吸收装置将太阳的辐射能转换为热能。太阳能集热器主要有三种: 平板式、真空管式、空气式。平板式和真空管式都是采用水和防冻液作为介质, 空气式是采用空气作为介质。其中真空管式集热器的吸热管是放在抽真空的玻璃管内, 热损耗相对来说最小, 效率相对较高, 介质温度可以达到 150℃; 而空气式集热器相对来说热损失最大, 效率最低, 可以获得的介质温度也最低; 平板式集热器的吸热管被放在平的保温材料中, 它的效率和介质温度介于真空管式和空气式之间。

热驱动制冷装置主要有三种: 吸收式制冷机、吸附式制冷机和除湿冷却装置。吸收式制冷机采用

* 收稿日期: 2002-4-26

溴化锂溶液为制冷介质，制冷量从 20 kW 到 5 MW。其中单效吸收式制冷机的热力系数为 0.6 到 0.75，驱动温度为 85 以上；双效吸收式制冷机的热力系数为 1.1 到 1.3，驱动温度为 150 以上。吸附式制冷机以硅胶等固体吸附剂作为制冷介质，制冷量从 50 kW 到 430 kW，热力系数为 0.3 到 0.7，驱动温度为 60 到 90。除湿冷却装置采用硅胶等物质为除湿剂，制冷量从 20 kW 到 350 kW，热力系数为 0.5 到 1，驱动温度为 45 到 95。在除湿冷却装

置中，热能是用来使除湿剂再生。

辅助热源是在太阳能不足时为热驱动制冷装置提供热能的常规供热装置。图 2 所示为太阳能供冷系统示意图。图 2 中，太阳能集热器吸收太阳能，并转换成热能，由储热罐将热能储存，这部份热能同辅助热源提供的热能一起被用来驱动制冷机，为建筑提供冷量。另一方面，还可以除湿转轮对空气进行除湿和冷却，经过热回收转轮加热的回风可以对除湿转轮进行再生。

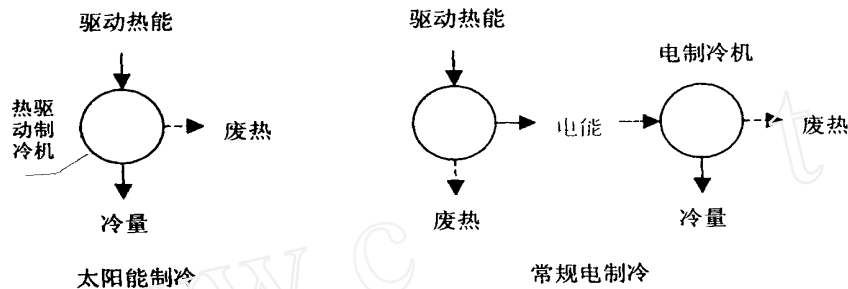


图 1 太阳能制冷系统与常规电制冷系统能量利用比较

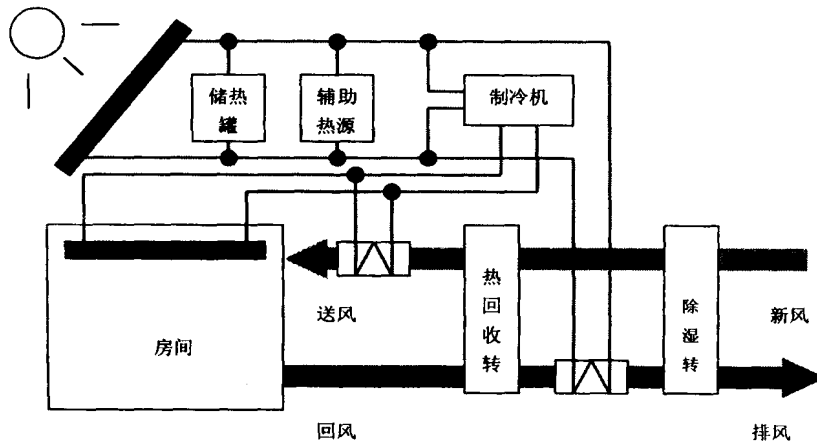


图 2 太阳能空调系统示意图

3 太阳能空调系统的效率问题

太阳能空调系统的效率主要受两方面因素的影响：一个是制冷机的效率（COP），另一个是太阳能集热器的效率。图 3 和图 4 所示即分别为制冷机的效率曲线和太阳能集热器的效率曲线。由图 3 可

知，随着驱动温度和蒸发温度的上升，制冷机的 COP 随之上升。由图 4 可知，太阳能集热器的效率随着太阳辐射强度的上升而增大；随着介质温度的上升而减小（要获取的介质温度越高，太阳能集热器的效率越低）。如果将太阳能集热器效率与制冷机的 COP 值相乘就可以得到太阳能空调系统的总效率，如图 5 所示。图 5 中的抛物线即为系统总效

率，总效率最高的一点驱动温度约为 120 左右，效率为 0.5。由此可见，为了获得最高的系统总效

率，必须合理地选择太阳能集热器和制冷机，使其两者的效率乘积为最高。

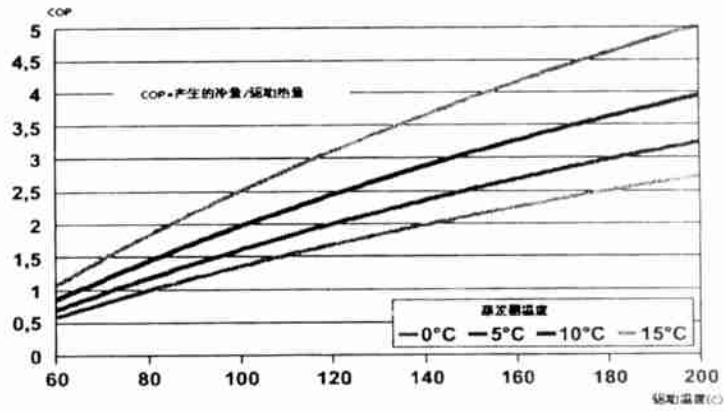


图 3 制冷机的效率曲线

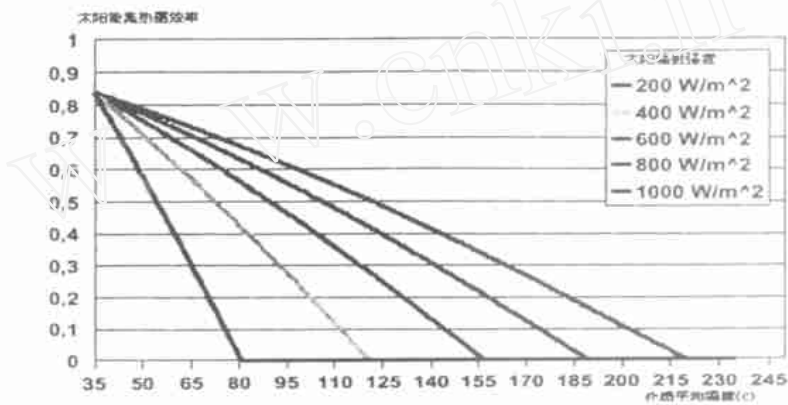


图 4 太阳能集热器的效率曲线 (collector)

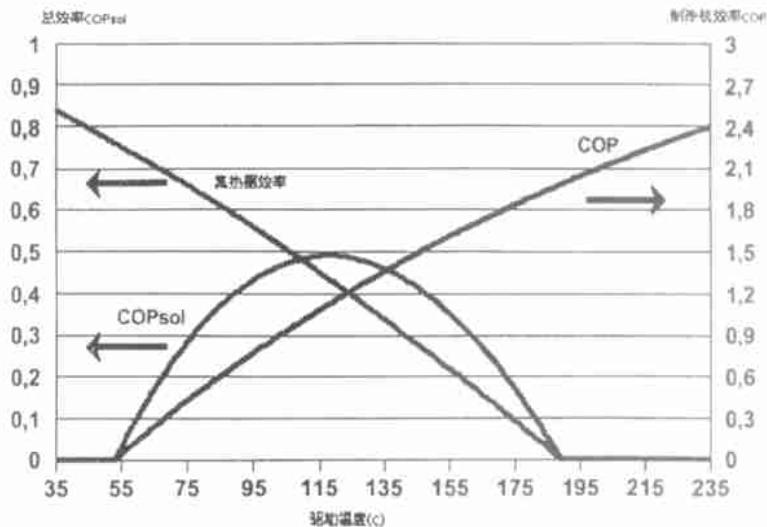


图 5 太阳能空调系统的总效率曲线 ($COP_{sol} = COP \cdot collector$)

4 太阳能空调系统的种类

如果按照太阳能负担全部热源的份额来进行分类,太阳能空调系统可以分为两大类:辅助太阳能空调系统和完全太阳能空调系统。辅助太阳能空调系统是太阳能集热装置仅提供整个系统所需要的驱动(或再生)热的一部分,余下部份由辅助热源提供,有时还需要增加辅助供冷装置;完全太阳能空调系统则是由太阳能集热装置提供整个系统所需要的全部驱动(或再生)热,没有任何辅助热源或辅助供冷装置。前者所能提供的室内温湿条件不受太阳辐射吸热的限制,可以保持稳定;而后者相反,则会因太阳辐射条件的变化而引起室内温湿度的波动。

如果考虑到系统的综合效率,不同的太阳能集

热器需要与不同类型的制冷机组进行组合,如图6所示。真空管式集热器的效率和介质温度都是最高的,它可以与吸附式制冷机、单效及双效吸收式制冷机进行组合;平板式集热器的效率和介质温度较低,可以与吸附式制冷机和除湿冷却装置组合;空气式集热器的效率和介质温度都是最低的,只适合与除湿冷却装置组合。这样,就形成了五种组合方式:(1)吸收式制冷机+真空管式集热器;(2)吸附式制冷机+真空管式集热器;(3)吸附式制冷机+平板式集热器;(4)除湿冷却装置+平板式集热器;(5)除湿冷却装置+空气式集热器。但是,因图6中的太阳能集热器的效率曲线是在大气温度为25、太阳辐射强度为800W/m²条件下所做出的,如温度与太阳幅射条件发生改变,就可能不是这样的五种组合方式了,需要重新进行分析。

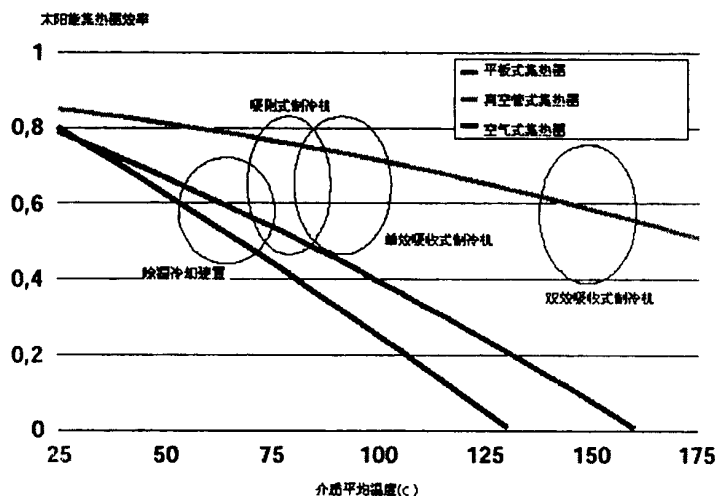


图6 太阳能空调系统的组合 (大气温度 25 , 太阳幅射强度 800W/m²)

5 太阳能空调系统的设计和模拟工具

目前,用来进行太阳能空调系统的设计的软件和模拟工具欧洲和美国开发得比较多,较典型的是美国 Wisconsin - Madison 大学太阳能实验室开发的 TRNSYS、德国 Valentin Energy Sofeware 公司开发的 T * SOL 和 PV * SOL、美国能源部 DOE 开发的 DOE2 和 Energy - plus 等。

这些软件有的可以用来进行太阳能空调系统和太阳能供电系统的设计,有的可以用来进行系统全年能耗和污染物排放量以及寿命周期费用的模拟。

6 总结

太阳能空调系统利用太阳能为建筑提供热量和冷量,是未来空调技术的发展方向。

我国大部份地区日照丰富,非常值得利用。空调设计人员进行空调系统的设计时,应将太阳能空调作为一个首要考虑的方案。

参考文献

- [1] Dr. Hans - Martin Henning ,Air conditioning with solar energy ,SERVITEC ,Bacelora ,Oct. 3 ,2000