科技前沿

用太阳来降温
新空调技术借助光能冷却室温

唐一尘

在缅甸土瓦的蓝宝石酒店里，客人们在酷热潮湿的夜晚，喝着凉爽的椰汁，享受着空调的舒适。而向西距其7000公里的苏丹首府喀土穆，则被炎热沙漠散发出的高温包围着，在这座干燥的城市里，患者在联邦医院内舒适地休息。

无论是这些酒店或者联邦医院，为人们提供舒适环境的空调机组，其工作原理都在一定程度上依靠着能将太阳光转化为制冷能力的深色玻璃管。这些玻璃管并不是人们熟悉的那种集光发电的太阳能电池板。相反，它们通过一个灵巧的热力学原理，可以达到利用太阳光的热量给建筑物降温的效果。

用太阳能降温

研究人员与一些能源专家表示，这种被称作太阳热能的制冷模式，能有效缓解全球日益增长的空调运行能源需求：联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）预测，到2100年全球制冷的电力需求将会暴增至2000年的30倍。

研究人员表示，太阳热能技术有望成为一个转折点，目前这套系统在世界各地的酒店、购物中心以及其他建筑物中的使用率在逐渐提升。目前，差不多有1200套设备已经安装使用，这个数据比过去十年的总和还要多10倍，这也让该研

究团队十分骄傲。

生产太阳热能冷却器的公司表示，该机组相比那些在多数建筑物中运转的传统空调，根据设备不同的类型和尺寸，减少了 30%~90% 的电力用量，并且研究人员目前正在想方设法让这套系统更高效、成本更低。

但是，此项技术也面临着巨大障碍，并且一些专家猜测，这项技术的全球市场需求永远不会超过每年高达 1 亿新增量的传统空调，这些空调主要依靠使用电能的压缩机制冷。法国佩皮尼昂市 Tecsol 太阳热能公司工程师 Daniel Mugnier 表示，太阳热能冷却器的价格通常是传统空调的 5 倍，尽管价格已经在下降，但技术研发缺乏使其更具竞争力的补贴和投资。

Mugnier 补充说，这很遗憾，因为热能系统有很多优点。它对输电网络的峰值需求更低，可以减少停电次数，而且运行还很安静，并且使用环保制冷剂——这是一个关键点，因为去年 10 月份超过 170 个国家已经同意逐步取消大多数空调、冰箱所使用的氢氟烃化学制品。此外，太阳能热适用于那些拥有巨大制冷需求量的地方。英国伦敦帝国学院太阳能研究人员 Christos Markides 说：“这就像是在天堂举行婚礼。”

作用机理

空调的关键在于蒸发：当液体从周围的环境中吸收热量并蒸发成气体后，冷却发生了。

在现代用电空调中，液体制冷剂被迫通过一个小喷嘴进入一个较大的机箱内，在这一过程中，压力出现巨大变化，因此制冷剂迅速蒸发，并带走室内热量。然后，气态制冷剂到了另一个机箱，在这里，电力驱动的机械压缩机会挤压气体进一步提高其温度。之后，气态制冷剂再经过一个冷凝器变成液态，并将热量散发到室外。液体制冷剂再次从喷嘴喷出，继续循环。

而气体压缩阶段是必须的，因为这能将热量有效地散发到室外，新加坡 Ecoline 公司联合创始人 Colin Chia 表示，在进入冷凝器前，制冷剂必须十分热。该公司研发了蓝宝石酒店使用的太阳能空调。在电气装置中，这一过程是机械完成的，但还有一个方法——使用太阳能。

1878 年，巴黎世界博览会展出的最古老空调，曾使用木材燃烧增加制冷剂热度。奥地利大型太阳能制冷系统专业公司 SOLID 执行总裁 Christian Holter 提到，它是一台“不可思议的老式机器”。而被称为吸收式制冷机的新设备使用来自太阳的热量，加热制冷剂，然后气态制冷剂经过压缩机，其气化过程也与传统空调类似。

Holter 表示，传统压缩机霸占着市场，是因为“十分容易购买和使用”。但早在上世纪 80 年代，人们对于制冷剂造成的臭氧层空洞问题的关注日益增加。当时，人们发现氟利昂等产品会与臭氧

美国一所高中安装了目前全世界最大规模的太阳能空调

发生反应，使臭氧分解，从而导致臭氧层的消耗。于是，《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》于1989年生效，致力于通过逐渐减少氟利昂等产品的使用保护臭氧层。

但使用太阳热量不会产生这些问题。在现代太阳能空调中，专门的管道或面板能吸收太阳能量，然后转化成吸收式制冷机所需的热量。迄今为止，SOLID公司已经在10个国家的学校、办公室和仓库等18个地点安装了大型太阳能空调系统。其中一个也是全世界目前最大的太阳能空调系统，2014年开始在美国亚利桑那州的一所高中运行，每年为该校节省了大笔电费。

另辟蹊径

此外，学术界和企业也在努力从其他方面提高制冷效率。大多数吸收式制冷机会将制冷剂加热到约80摄氏度。如果温度能提高到120~170摄氏度，那么将会蒸发更多制冷剂，并同时在系统中以气态形式循环，从而使得制冷效率更高。

这意味着，太阳能集热器必须更有效地集中太阳热量。一些专业收集器能追着太阳“走”，并且温度能高达400摄氏度，但价格也十分昂贵。为了开发出更便宜的替代品，加州大学默塞德分校工程师Roland Winston正带领团队，修改集热器管道设计。该团队研发的新管道包含一个特殊的金属片，能在一个铜管内将热量迅速转移给液态乙二醇。

Winston的团队还将弯曲的反射材料放置于管道外侧，帮助更有效地收集太阳能。该系统能将乙二醇加热到200摄氏度，现已在不同冷却装置中进行了测试。

也有团队放弃了吸收式制冷设备，转而建造全新的系统。澳大利亚英联邦科学和工业研究组织（CSIRO）Stephen White团队已经开发出一种干燥剂转轮系统，并在2016年6月用于巴拉瑞特市的一家购物中心。

首先，环境空气穿过一个缓慢运行的转轮，转轮中包含了能吸收水分的材料。之后，炙热和干燥的空气进入一个机箱，引发水分蒸发，以此降低温度。这些被冷却的湿润空气会经过不同的管道，以便降低室内温度。之后，这些气体被排到外部，而太阳能被用于干燥转轮里的吸湿材料。

堪培拉太阳能私人顾问Mike Dennis表示，相比吸收式制冷机，该新方法更便宜和简单。它能更容易地使用光伏面板将太阳能转化为电能，然后驱动空调压缩机。而太阳能面板价格的下降使得这类系统越来越具吸引力。

得益于经济规模和政府补贴及投入，太阳能光伏面板不断发展，但太阳能热技术并不具备这些优势。Mugnier表示，“我担心竞争不公平。”

另一个方法是制造一种“混合物”：让传统电气压缩机使用太阳能热帮助“狂饮”能量的压缩机。Ecoline的蓝宝石酒店空调系统就是案例。

为了制造出该系统，Chia将一个U型铜环插入每个太阳能收集管中，然后将铜管连入一个长长的带状物中。管内的乙二醇能快速将热量从管中转移到一个乙二醇池中，用于加热制冷剂。然后，制冷剂通过压缩机，因为温度已经非常高，因此它们能更容易地转化为气体。

该公司已经在6个国家安装了1000多台空调设备。Ecoline表示，在并行实验中，与普通高效空调相比，新系统能节约35%的能源，虽然安装成本高15%，但基于目前的新加坡电价，它能在2年中补回这部分损失。

支持者相信，如果太阳能热技术的市场不断扩大，成本将显著降低。Winston的博士后Lun Jiang提到，在上世纪90年代，太阳能热水器使用的真空管每米100多美元，但由于需求驱动的大量生产，现在只需要2~3美元。

无论如何，Chia表示，这些方法让太阳能热技术越来越好。“越热越好。”

（本文来源：科学网 www.sciencenet.cn 发布时间：2017年3月22日）