



一种新的节能环保技术—— 太阳能制冷

杨 先

随着社会的不断进步和发展,人们的生活水平在日益提高。空调、冰箱等电气产品已越来越多地进入普通家庭。夏天,在享受空调带来的冰凉清爽的同时,电费开支也是惊人的。是否可以制造一种不消耗电能、又能够达到制冷目的的装置呢?答案是肯定的,目前科研工作者正在研制一种利用太阳能来制冷的装置,即将投放市场,该装置不仅不消耗电能而且具有环保功能。

对于太阳能的利用,目前大众接触最多的当属太阳能热水器和太阳能电池。这也是太阳能利用领域最为成功的两类商业化产品。但太阳能制冷的想法似乎是不可思议的,因为太阳能只能使被照射的物体发热,却从来没有观察到能使物体变凉。那么太阳能制冷的原理是什么呢?

一、太阳能制冷技术的分类

太阳光能通过太阳能电池板转换成电能(即光-电转换),利用此电能可以驱动制冷机制冷;还可以将太阳能先转化成机械能,带动发电机发电(即光-热-电转换),然后再对压缩式制冷机做功制冷。这种制冷原理与普通的电力制冷无明显差异,只不过所要消耗的电能来自太阳能。由于太阳能电池转化效率较低(我国目前商业化成品在13%左右),且制作成本较高(销售价约每瓦40元),目前在经济上还不具有可行性,难以大面积推广使用。

现在介绍的是通过太阳能光-热转换实现制冷的技术。太阳能光-热转换制冷就是利用相应的设备首先将太阳光转换成热能,再利用热能作为外界的补偿,使系统能够达到制冷的目的,即以热能来制冷。太阳能光-热转换制冷系统主要分为以下几种类型:太阳能吸收式制冷系统、太阳能吸附式制冷系统、太阳能除湿式制冷系统。与太阳能光-电转换技术相比,在相同制冷功率情况下,光-热转换的成本约为光-电转换的1/5。目前国内外的研究,以太阳能吸附式制冷和吸收式制冷为主。

二、太阳能制冷技术的工作原理

首先我们来看一下普通的制冷原理。简单地

说,常见的普通制冷设备(如冰箱)采用的是单一成分的工质(制冷剂),压缩机在外部电能的驱动下首先把气态的制冷剂压缩成液体,液体流到蒸发器内蒸发又变成了气体。我们知道,液体变成气体必定吸收热量,使周围的环境温度降低,从而达到制冷的目的。变成高温气体的制冷剂经过散热装置降温后,又回到压缩机内进入下一次制冷循环。而太阳能制冷与之有较大的差别:整个制冷循环并不采用需要消耗电能的压缩机。

自20世纪初瑞典人法拉第(Faraday)发现氯化银吸附氨能够制冷的现象后,太阳能吸附式制冷的研究就开始了。1923年,法国工程师霍瑟(Husle)用二氧化硅吸附二氧化硫制成了第一台吸附式制冷设备,但是由于其制冷效果无法与常规的压缩机制冷相比而没有受到重视。20世纪70年代后在能源和环境双重压力下这一技术才得到迅速的发展。

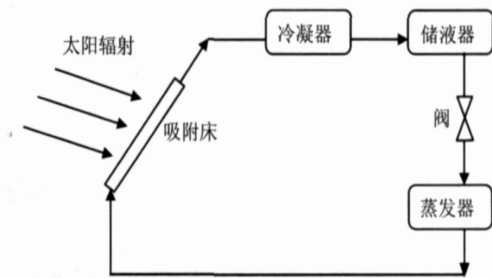


图1 太阳能吸附式制冷系统工作原理示意图

吸附式制冷的原理如图1所示:白天,吸附床接受太阳辐射后温度和压力升高,制冷剂就会从吸附剂中解吸出来变成高温、高压蒸气;蒸气经过冷凝器散发热量后凝结成低温、高压液体;凝结液在自身重力作用下流入储液器。夜间或太阳辐射不足时,吸附床通过自然冷却后温度下降,其内部压力也随之降低;打开节流阀,制冷剂流过节流阀后压力降低进入蒸发器,由于蒸发器中压力很低(接近真空),制冷剂会吸收热量迅速蒸发,达到制冷的目的;变成气体的制冷剂经管道进入吸附床被吸附剂吸附,从而完成一个制冷循环。显然,这种制冷循环不是连续的而是间歇性的。整个过程除吸收太阳辐射外,没有消耗其他能量,节能效果非常明显。

适用于吸附式制冷的吸附剂 - 制冷剂组合有：硅胶(主要成分 SiO_2) - 水,沸石(主要成分 SiO_2) - 水,活性炭(C) - 甲醇(CH_3OH)等。目前国外已有少量太阳能吸附式制冷产品投放市场,主要用于制冰和冷藏(图 3A 为国外太阳能吸附式制冷冰箱),在国内还没有商业化的产品出现。

太阳能吸收式制冷 太阳能吸收式制冷是利用两种沸点不同物质所组成的混合溶液作为工质,其中沸点高的称为吸收剂、沸点低的称为制冷剂,常见的吸收 - 制冷剂有溴化锂(LiBr) - 水、水 - 氨(NH_3)两种。以溴化锂 - 水工质为例,其性质和食盐类似,易溶于水,无毒、无臭,沸点 1265 。

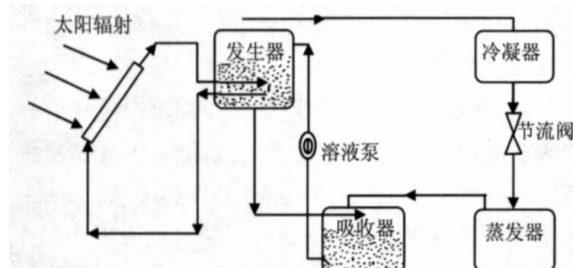


图 2 太阳能吸收式制冷系统原理示意图

太阳能吸收式制冷原理如图 2 所示：首先利用太阳能集热装置把水加热,高温热水在管道中流经发生器时把热量传递给工质。混合的液态工质在受热升温时,由于两种成分沸点不同,沸点低的水就会大量蒸发,从而与溴化锂分离;分离后的制冷剂(水)呈气态,且温度和压力都很高,经冷凝装置冷却后变成高压低温的液态水;液态水经过节流阀后进入蒸发室,因其内压力小,液态水就会急速膨胀气化,变成水蒸气,气化过程中将大量吸收蒸发室的热量而达到制冷的目的。低温水蒸气就沿管道进入吸收器。

因为水的不断蒸发,发生器内溴化锂水溶液的浓度不断升高;通过管道把高浓度的溴化锂溶液引入吸收器,在吸收器内高浓度的溴化锂溶液会大量吸收从蒸发器流过来的水蒸气而被稀释,同时可使蒸发器内压力降低;稀释后的溴化锂溶液只需用一个功率很小的泵送回发生器就可以进入下一个制冷循环。

三、太阳能制冷的优点

太阳能制冷技术在我国目前还处于试验阶段。与常规制冷技术相比,具有以下优点：采用的工质不含氟里昂,硅胶、活性炭、甲醇、溴化锂等均无毒无害,与采用含氟制冷剂的普通制冷机相比,对大气层

的保护意义明显；太阳能制冷设备几乎不消耗电能等常规能源,因此运行成本几乎可以忽略不计,非常节能；普通制冷设备由于采用压缩机,工作时会产生较大噪音,而太阳能制冷设备无运动部件,系统运行十分安静；系统在接近真空的状态下运行,无高压爆炸等危险,安全可靠。

四、应用前景

有资料表明,目前我国家用空调的年耗电量为 400 多亿千瓦时,相当于三峡电站发电量的 50%,这还不包括彩电、冰箱、电脑等其他电器的电能消耗。电力供应不足已影响到我国国民经济的发展。此外,我国绝大部分地区年均日照在 2000 小时以上,具有丰富的太阳能资源,有利于该项技术的推广使用。

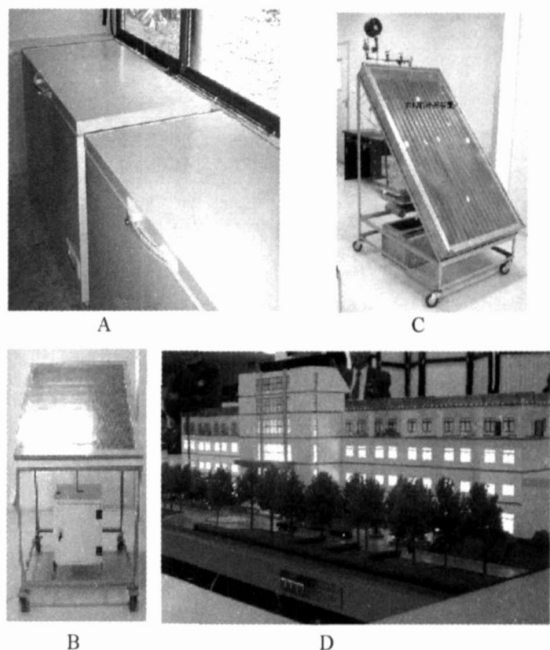


图 3

为了使这项技术早日进入市场、造福大众,目前上海交通大学、浙江大学、中国科学院广州能源所等科研单位都在致力于该领域的研究和开发,现已开发出试验样机(图 3B、C 为上海交通大学研制的太阳能制冰样机)和一些示范性工程的制冷系统(图 3D 为北京的中国太阳能第一楼,该楼共安装了 360 千瓦的太阳能空调制冷、采暖和热水综合系统,可以满足冬季室内温度高于 18℃、夏季室内温度低于 28℃ 的使用要求),初步试验都取得了较好的制冷效果。随着该项技术的不断完善,相信在不久的将来便可投放市场。

(云南省大理州下关第三中学 671000)