

制冷空调

风冷热电空调器变工况实验研究^{*}

西安交通大学 张华俊 陶文铨 冯倩莹 陈浩
深圳大冷王运输制冷有限公司 翟晓俊 邹 捷

摘 要 介绍了小型风冷热电空调器的变工况实验,研究了风冷热电空调器室内、室外侧空气状态变化对其性能的影响,找出其变化规律,为风冷热电空调的产品化奠定了基础。

关键词 热电制冷 空调系统 性能系数

1 前言

传统的制冷技术由于大量使用对大气臭氧层有一定破坏作用的制冷剂而面临新的抉择。在寻找替代工质的同时,人们也把目光投向了新的制冷方法的研究。

半导体制冷独特的优点——无噪声、寿命长、可靠性高、结构简单、体积小、小功耗冷却、可反向加热、效率不随体积变化、无污染等,这些都是机械压缩式制冷所不能比拟的,在这一领域进行广泛深入的研究无疑具有深远的意义。

半导体制冷应用的一个重要方面就是空气调节,热电空调器具有抗振、耐压、无制冷剂泄漏和使用直流电等一系列优点。因此在核潜艇、水面舰艇、深潜加压舱、潜水器、军用通讯车、铁路客车及地下工程等特殊场合得到采用。热电空调器的研究与实践,首先是从核潜艇需要开始的,这种热电空调器热端均采用水冷却的方式,典型产品如美国 RCA 公司生产的 AFTAC20 型热电空调器^[1]。除在军事上的特殊场合使用之外,热电空调器在工业或民用上也得到了一些应用。工业空调器多用来为电子仪器提供一种稳定的工作条件,或者为某些车辆的驾驶提供一个舒适的工作环境,例如前苏联 K P—5 型半导体空调

器即用于此种目的。在冷风机或局部空调器等制作中,也用到半导体制冷技术。这种设备可以用在如调度室、手术室等工作人员为数不多的场所,亦可直接用在手术台上。利用半导体制冷器件亦可制成家用空调器,前苏联制造的一种半导体家用空调器,应用于较小的住房中,昼夜进行空气调节^[2]。

热电空调器在国内也有一定程度的发展,现已研制了多种型号的热电空调器,如上海交通大学研制的热端采用水冷应用于潜水器上的热电空调器。这些空调器多用于军事等比较特殊的场合,而开发应用于民用设备上,热端采用风冷的热电空调器在国内还未曾见公开报道。本文将在这方面进行一些探索研究。

2 实验结果

作者在实验室自行设计研制了一台风冷热电空调器样机,结构简图如图 1 所示。其中 A、B、C、D、A、B、C、D 分别表示单个半导体制冷器。此 8 块单个制冷器组成了一台风冷热电空调器。热电空调器在实际运行过程中,如果室内、室外侧的环境温度发生变化,那么空调器制冷量就会改变。为了使空调器适应环境条件的变化,在

* 收稿日期: 1998- 12- 08

产品设计中应使空调器能在较宽的温度范围内保证达到使用性能要求。

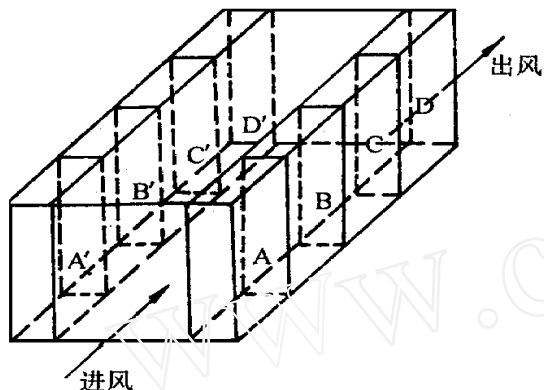


图 1 热电空调器结构简图

实验是在西安交通大学制冷实验室的空调器焓差法性能测试台上进行的。首先使室内侧空气状态维持在干球温度 27、湿球温度 12.4 不变, 改变室外侧空气状态分别为干球温度 40、湿球温度 17.3, 干球温度 35、湿球温度 15.5 和干球温度 33、湿球温度 14.7, 测定不同室外工况对空调器性能的影响; 然后, 再维持室外侧空气状态为干球温度 35、湿球温度 15.5 不变, 改变室内侧空气状态分别为

干球温度 30、湿球温度 13.8, 干球温度 27、湿球温度 12.4 和干球温度 24、湿球温度 11.2, 测定不同室内工况对空调器性能的影响。

2.1 室内侧空气状态变化, 室外侧空气状态不变

图 2 给出了室内侧空气状态变化时, 空调器冷端温度、热端温度、制冷量、功耗和制冷系数随电流强度变化的曲线。由图 2 可看出:

(1) 在相同的室内工况, 冷端温度随电流强度的增大先减小后增大; 在同一电流强度下, 其随着室内温度的降低而降低。这是因为在相同的室内工况下, 制冷器随着电流强度的增大, 其制冷量增大, 由于制冷器的外界换热条件没有改变, 因此其冷端温度随着制冷量的增加而降低; 当制冷量增大到最大值时, 冷端温度也降到最低值; 当制冷量逐渐减小时, 冷端温度呈上升趋势。在相同的电流强度下, 室内侧的工况不同, 冷端的进风温度也不同, 由于冷端的传热系数没有改变, 当冷端空气温度降低时, 其与制冷器的冷端传热温差减小, 换热量减小, 这时冷端温度就上升得较小, 冷端温度就低, 相反, 冷端温度就高。

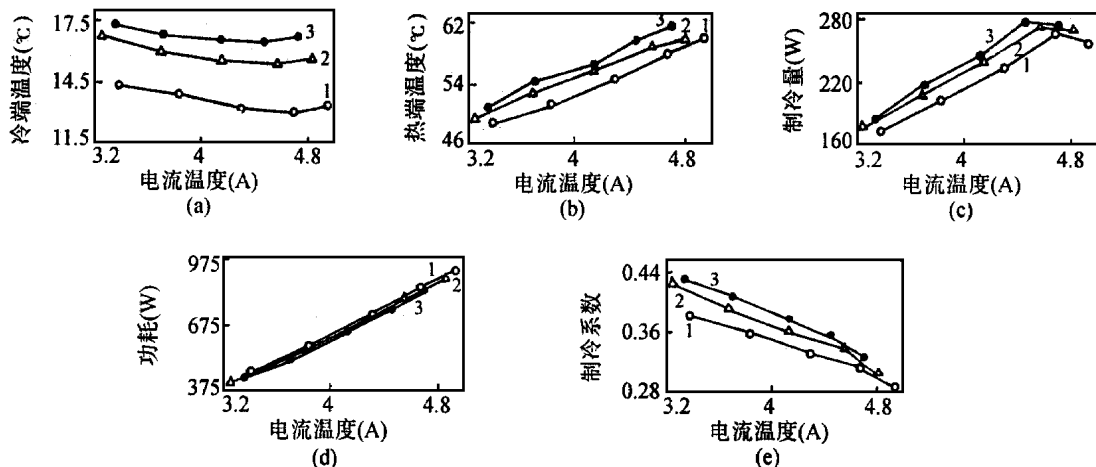


图 2 室内侧空气状态变化时, 空调器冷端温度、热端温度、制冷量、功耗和制冷系数的变化曲线

1. 空间; 干球 24.0; 湿球 11.2, 2. 空内; 干球 27.0, 湿球 12.4; 3. 空内; 干球 30.0, 湿球 13.8

(2) 在相同的室内工况下, 制冷器的热端温度随着电流强度的增大而增大; 在相同的电流强度下, 其随着室内温度的降低而降低。这是因为在相同的室内条件下, 随着电流强度的增加, 电

源供给制冷器的功率增加, 导致制冷器热端的散热量也增大, 又由于室外散热条件没有改变, 因此热端的温度随着电流强度的增大而增大。在相同的电流强度下, 室内侧的工况不同, 冷端的进

风温度也不同,从而导致冷端温度随室内进风温度的增加而增加,这样就减小了制冷器冷、热端之间的温差,使制冷器的制冷量增大,功耗略有减小,但制冷量的增加比功耗的减小要大,故制冷器的产热量随室内温度的增加而增加,又由于热端散热条件不变,所以热端温度呈上升趋势。

(3) 在相同的室内工况下,空调器的制冷量随着电流强度的增大先是增大,达到一极值后减小;在相同的电流强度下,其随着室内温度的降低而降低。因为制冷器的制冷量由珀尔帖效应、焦耳效应和富里叶效应所产生的热量组成。其中富里叶效应产生的热量和集耳效应产生的一部分热量对制冷量来说是负面效应,其余部分为正面效应。制冷量随冷端温度的增加而增加,随冷、热端温差的减小而增加。这样在相同的室内条件下随着供给的电流强度增加,在一定范围内正面效应大于负面效应而使制冷量增加,当电流强度增加到一最佳值后,负面效应占主导地位,其影响要比正面效应大,此时制冷量又呈下降趋势。所以从图中看出随电流强度的增加制冷量先增

大后减小。在相同的供给电流强度下,室内侧的工况不同,冷端的进风温度也不同,当进风温度增大,其与冷端传热温差增大,空气向冷端传热也增大,从而导致冷端温度随室内进风温度的增加而增加,同时空调器冷、热端之间的温差也减小了,这样使得空调器的制冷量随着室内温度的增加而增大。

(4) 在相同的室内工况下,空调器的功耗随着电流强度的增大而增大;在相同的电流强度下,其随着室内温度的升高而降低。这是因为在相同的室内条件下,随着电流强度的增加,电源供给空调器的电压就增加。因此,空调器功耗增加。在相同的电流强度下,室内侧的工况不同,冷端的进风温度也不同,从而导致冷端温度随室内进风温度的增加而增加,这样就减小了制冷器冷、热端之间的温差,由于电源加在制冷器两端的电压随着制冷器冷、热端的温差减小而减小,因此供给空调器的电压减小导致供给空调器的功率减小,故空调器功耗随室内温度的增加而减小。不过功耗曲线很接近,变化不大。

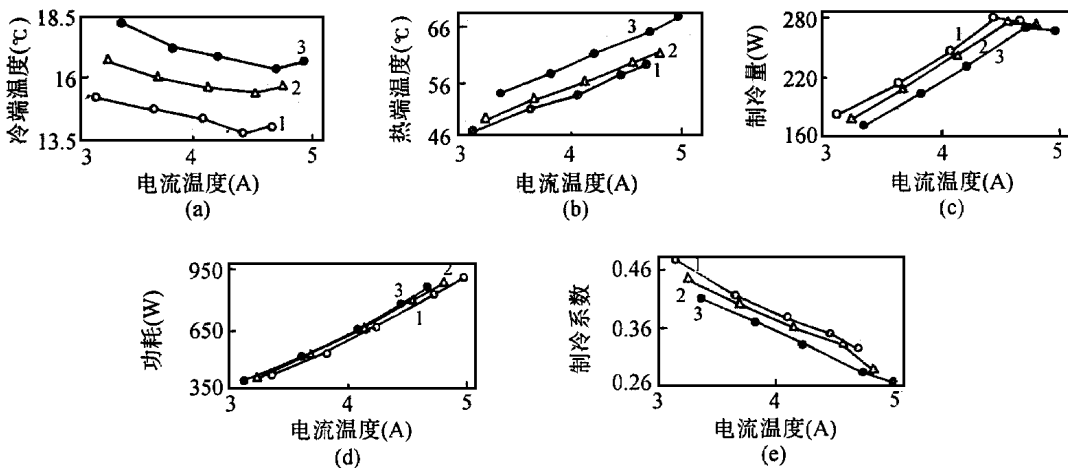


图 3 室外空气状态变化时,空调器冷端温度、热端温度、制冷量、功耗、制冷系数的变化曲线
 1. 室外:干球 33.0 ,湿球 14.7 ; 2. 室外:干球 35.0 ,湿球 15.5 ; 3. 室外:干球 40.0 ,湿球 17.3

(5) 在相同的室内工况下,空调器的制冷系数随着电流强度的增大而减小;在相同的电流强度下,其随着室内温度的升高而增大。这是因为在相同的室内条件下,随着电流强度的增加,空调器制冷量的增加比其功耗的增加小,所以制冷系数随电流强度的增加而减小;在相同的电流强

度下,由上述分析可知,随着室内温度的升高,空调器制冷量增大,功耗略有减小,故制冷系数随室内温度的升高而增大。

2.2 室外侧空气状态变化,室内侧空气状态不变

图 3 给出了室外侧空气状态变化时,空调器

冷端温度、热端温度、制冷量、功耗和制冷系数随电流强度变化的曲线。由图 3 可看出:

在同一电流强度下,随着室外温度的降低,冷、热端温度都降低,空调器的制冷量增加,功耗减少,制热量增大,制冷系数增大,供给空调器的电压也减小。这是因为当室外温度下降时,制冷器热端温度与环境之间传热温差增大,热端散热效果增强,使得热端温度随室外温度下降而下降。这样就减少了空调器冷、热端的温差,使得空调器的制冷量增加。由于冷端外界条件不变,制冷量增加导致冷端温度有所下降,但冷端温度下降对制冷量的不利影响小于冷、热端温差减小对制冷量的影响。所以,总体说制冷量是增加的。冷、热端温度的减小导致供给空调器的电压略有下降,功耗也略有下降,制冷系数就增大了。空调器的制冷量的增大比其功耗的减小要大,故两者之和仍增大,所以制热量就增大。

3 结论

(1) 开发民用的风冷热电空调器是完全可行的。它可以在较广阔的工况范围内正常运行。

(2) 风冷热电空调器随室内空气温度的上升(此时室外空气状态不变),空调器冷热端温度、制冷量和制冷系数均上升,空调器功耗下降;

(3) 风冷热电空调器随室外室气温度的上升(此时室内空气状态保持不变),空调器冷热端温度和功耗均上升,制冷量和制冷系数均下降;

(4) 实验表明:风冷热电空调器制冷效率较低,成本较高,有待进一步深入研究,以降低成本,提高效率。

参 考 文 献

- 1 徐德胜编著. 半导体制冷与应用技术. 上海交通大学出版社, 1992
- 2 钟广学等编著. 半导体致冷器及其应用. 科学出版社, 1989

张华俊 710049 陕西西安交通大学能源与动力学院

强制对流开槽翅片的传热性能研究*

华南理工大学 沈文生 陈烈强 马晓茜 汤 勇
香港理工大学 梁振华

摘 要 实验研究了强制对流条件下光滑翅片、水平槽翅片、竖直槽翅片及交叉槽翅片的传热性能。结果表明,四种翅片中,交叉槽翅片的平均对流传热系数最高,比光滑翅片高出 15%~25%。分别得出了四种翅片的努塞尔特数、雷诺数、翅片高度与间距之比以及翅片长度与间距之比表示的无量纲传热准数关系式。

关键词 开槽翅片 强化传热 强制对流

符 号

A_{insal} ——绝热箱的传热面积, m^2

A_T ——散热片组总的传热面积, m^2

C ——翅片顶部与风洞上壁的距离, m^2

D_h ——当量直径, m

F ——灰体的形状因子

H ——翅片高度, m

h_{av} ——散热片的平均对流传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$

* 收稿日期: 1998—12—08