

文章编号: 1671-6612 (2020) 04-504-03

一种高能效比窗式空调器的设计

刘蕴青 崔勇 王燕

(江苏农牧科技职业学院 泰州 225300)

【摘要】 随着空调器的普及, 空调器成为用电大户, 为缓解空调器用电紧张的矛盾, 很多国家对空调器的节能指标有着很高的要求。提出了一种高能效比窗式空调器设计的基本思路, 并在此思路的指导下, 开发出满足美国能源标准的 5200BTU/h 窗式空调器。

【关键词】 能效比; 压缩机; 空调器

中图分类号 TB657.2 文献标识码 A

Design of a Window Air Conditioner with High Energy Efficiency Ratio

Liu Yunqing Cui Yong Wang Yan

(Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou, 225300)

【Abstract】 With the popularity of air conditioners, air conditioners have become major users of electricity. In order to alleviate the contradiction between the shortage of electricity for air conditioners, many countries have high requirements for energy-saving indicators of air conditioners. This paper puts forward a basic idea for the design of window air conditioner with high energy efficiency ratio, and under the guidance of this idea, develops 5200BTU/h window air conditioner which meets the American energy standard.

【Keywords】 Energy efficiency ratio; Compressor; Air conditioner

作者(通讯作者)简介: 刘蕴青(1969-), 男, 副教授, 高级工程师, E-mail: lyqlzy1969@sina.com
收稿日期: 2019-09-02

0 前言

节能、环保是当今空调发展的主题。随着人们生活水平的不断提高, 房间空调器越来越得到普及, 加之全球气候变暖, 空调器的使用时间较过去有明显增加, 空调器已成为能源消耗大户。因此一些国家政府, 如美国、欧盟、日本等国, 对空调产品制定了较高的节能指标来缓解夏季电力高峰与电源容量不足的问题, 提高整个社会节能效果, 同时, 也引导各空调生产厂家研制节能型环保产品来满足市场需求。

为使空调器达到节能要求, 日本人在 90 年代中期发明了变频空调, 并提出了用季节能效比作为考核指标。其设计思想是: 通过改变空调器的频率

来调整空调器的制冷能力, 而不是象一般空调那样, 采用压缩机开停来调节冷量, 因为压缩机频繁开停消耗的能量要大于空调器在低频运转时所消耗的能量, 实际上, 这一比较跟压缩开停频次有关, 也就是说, 与房间内的热负荷有关。在房间热负荷变化很大时, 变频空调器的优势才较为明显。

为了说明问题, 日本人对日本不同地区, 一年四季空调使用的频次、气候变化情况进行了统计分析, 并在此基础上提出了季节能效比的概念。他们认为: 衡量一台空调器是否节能应看其在一年时间中平均消耗的能量, 而不是其在某一标准工况下消耗的电力。

这一说法得到部分专家的肯定。但同样存在的

问题是: 不同的国家、不同的地区甚至不同的人使用空调的频次是不一样的。因此, 用户在实际使用中的能效比仍无法确定, 这一指标并没有绝对意义, 与标准工况条件下的能效比一样, 也仅仅是具有相对意义。除此以外, 变频空调还有一个弱点, 就是其较高的成本抵消了其节能带来的电费支出。

因此, 到目前为止, 大部分国家仍采用标准工况下的能效比作为考核指标, 包括中国、美国、欧盟等空调消费大国。

本文所提到的能效比测试仍采用了传统意义上的能效比测试方法。由于该空调器是针对美国市场设计的, 其测试方法与美国标准测试方法一致, 故我们设计的高能效比概念与美国市场上的高能效比是一致的。

1 高能效比窗式空调器设计的基本思路

能效比 (EER) = 制冷量 (Q) / 制冷功率消耗 (P)

因此, 要提高能效比, 就必须提高空调的制冷量、降低空调器的消耗功率。

空调器在工作时, 有两个重要参数会影响空调的制冷量和消耗功率: 蒸发温度、冷凝温度。图 1 是压缩机工作时, 蒸发温度和冷凝温度对制冷量和消耗功率的影响曲线。

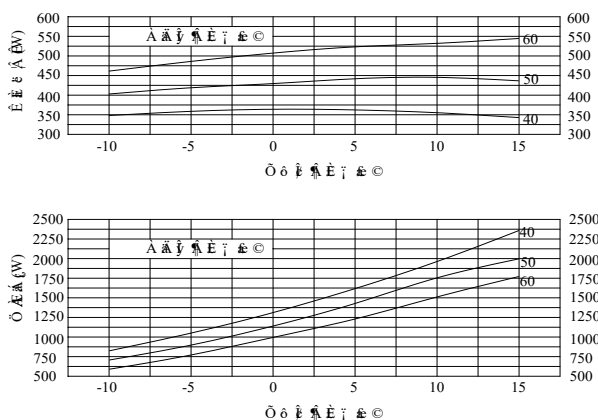


图 1 压缩机性能曲线图

Fig.1 Performance curve of compressor

从压缩机性能曲线图可以看出, 蒸发温度增大、冷凝温度降低会使压缩机制冷量增加, 消耗功率减少, 也就是说会导致压缩机的能效比增大。

而对于换热器来说, 正好出现相反的结果, 即换热器蒸发温度增大、冷凝温度降低会使换热能力

下降, 制冷量减少。

空调器整机的制冷量, 就是压缩机和换热器相互作用的结果, 其工作时的蒸发温度和冷凝温度就在压缩机制冷曲线和和换热器制冷曲线的交点处, 如图 2。

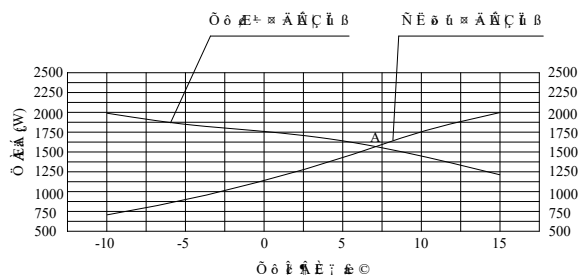


图 2 空调器制冷量 (冷凝温度 50°C)

Fig.2 Refrigeration capacity of air conditioner (condensation temperature 50°C)

根据上述分析, 要提高空调器的能效比可通过下列途径:

- (1) 设计时, 选择较高的蒸发温度和较低的冷凝温度作为其工作点。
- (2) 选用高能效比压缩机。
- (3) 提高换热器的换热能力
增大换热器迎风面积;
提高换热器的迎面风速;
选择合理的制冷剂分路数, 使制冷剂在换热器内具有最佳流速, 提高换热效率;
选择合理的管路走向, 使制冷剂在管道内的蒸发均匀, 充分利用换热器的面积;
采用新型内肋铜管、亲水桥片铝箔; 增加流体的扰动, 提高换热系数;
- (4) 通过室外风扇甩水, 对冷凝器进行冷却, 充分利用冷凝水, 提高换热器利用率。

2 5200BTU/h 高能效比窗式空调器设计

2.1 主要设计参数

该机型主要是为满足美国市场而设计的高能效比窗机, 根据美国的能源标准, 主要设计参数如下:

- 电源: 115V/60Hz
- 制冷量: 5200BTU/h (1524W)
- 能效比: $\geq 9.8 \text{ BTU/h} \cdot \text{W}$ ($\geq 2.88 \text{ W/W}$)
- 噪声: 室内噪声 $\leq 53 \text{ dB(A)}$, 室外噪声 $\leq 58 \text{ dB(A)}$
- 电器安全: 符合美国 UL 标准

2.2 主要零部件设计

(1) 压缩机

通过对国内压缩机厂的调研,为了开发美国市场,国内主要压缩机厂家都开发了适应美国市场的115V/60Hz 高能效比压缩机,在本项目中,我们选用了上海某压缩厂生产的压缩机 SD074UW-H3BG,其主要参数,制冷量:1530W;输入功率:470W;能效比:3.25W/W。

(2) 蒸发器

根据设计计算,取蒸发温度为7.2℃,冷凝温度50℃。迎面风速设计为1.1m/s。采用两排φ7内肋铜管,t0.095亲水铝箔,片距1.5mm。所需换热器尺寸如下:308mm(长)×210mm(高)×25.4mm(厚)。

(3) 冷凝器

根据设计计算,取蒸发温度为7.2℃,冷凝温度50℃。迎面风速设计为1.5m/s。采用两排φ7内肋铜管,t0.095铝箔,片距1.5mm。所需换热器尺寸如下:400mm(长)×294mm(高)×25.4mm(厚)。

(4) 离心风扇

根据换热器迎面风速,室内风量设计为250m³/h。根据整机结构尺寸要求,离心风扇直径设计为φ180,宽度设计为70mm,叶片数60片。叶片形状按流体动力学原理设计。

(5) 轴流风扇

根据换热器迎面风速,室内风量设计为600m³/h。根据整机结构尺寸要求,离心风扇直径设计为φ270,宽度设计为70mm,叶片数6片。叶片形状按流体动力学原理设计。

(6) 风扇电机

采用单相异步电动机,转速按照风扇所需旋转转速设计,考虑到噪声要求,将该机型设计成高、中、低三速风供用户选择,速差为100转/分,即高速1050转/分,中速950转/分,低速850转/分。

(7) 室内风道

采用聚苯乙烯泡沫塑料。考虑到模具生产时脱模需要,将其分成上、中、下蜗壳,风道型线为流线型。

(8) 室外风道

采用改性PP塑料,该材料具有耐温、抗老化特点。进出风口均采用圆弧过度。

3 高能效比窗式空调器试验

根据上述设计方案,我们进行了样机试制,试制结果如表1所示。

表1 样机测试参数

制冷量	消耗功率	能效比	风扇电机功率	吸气压力	排气压力
1540W	538W	2.86	79W	0.53MPa	1.88MPa

从表1可以看出,制冷量已达到设计要求,但能效比还偏低,主要是消耗功率偏大。经分析,主要是风扇电机功率偏大,电机效率偏低,仅38%。对电机进行提高效率设计,使其效率提高到49%,重新装机测试,达到要求。数据如表2所示。

表2 电机改进后样机测试参数

制冷量	消耗功率	能效比	风扇电机功率
1569W	504W	3.11	59W

对试验机按照标准要求,对其他各种性能进行考核,均能达到标准要求。

4 总结

进行高能效比窗式空调器设计,关键是要充分利用压缩机工作特性,使其工作在较低的冷凝温度和较高的蒸发温度点上。要达到此目的,可适当加大冷凝器和蒸发器的传热面积和迎面风速,提高换热器的换热能力。同时还要注意提高风扇电机的工作效率。

将上述设计思想应用在5200BTU/h窗机的设计上,取得了成功。同样,这一指导思想也可以应用到其它高能效比窗式空调器或挂壁式空调器产品的开发设计上。

参考文献:

[1] 陈则韶,江斌等.影响热泵 COP 的因素与节能途径分析[J].流体机械,2007,35(1):64-68.
 [2] 彦启森.空气调节制冷技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1995.
 [3] 蒋能照.空调用热泵技术及应用[M].北京:机械工业出

