

# 无霜冰箱能耗分析及节能设计

徐言生

(万宝集团研究所 广东省)

无霜冰箱又称风冷式冰箱,由于其箱内空气采用强制对流循环形式,因此具有冷却速度快、箱内温度均匀、冷冻室不结霜等优点。但其系统及结构设计都较复杂,耗电量大。本文就无霜冰箱的能耗情况进行分析,并谈谈无霜冰箱的节能设计。

无霜冰箱能耗由三部分构成:压缩机运行能耗、风扇电机运行能耗、化霜加热丝能耗。下面就各部分分别进行分析。

## 一、压缩机运行能耗

压缩机运行能耗是冰箱能耗的最主要部分,约占冰箱总能耗的85%,它主要受冰箱的结构设计及制冷系统匹配的影响。为了降低这部分能耗,在冰箱设计中应采取以下措施:

### 1. 适当增加冰箱发泡层厚度,减少冰箱的漏热量。

目前,国家对冰箱耗电量的要求越来越严,而我国大多数冰箱厂家的发泡水平近几年提高不快,发泡层导热系数大多在 $0.02 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$ 左右,日本一般达到 $0.013 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$ ,有些已达到 $0.01 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$ 的水平。因此在现阶段,为了减少冰箱的漏热量,除在发泡材料、配方及工艺等几方面进行研究外,在设计中主要靠适当增加发泡层的厚度来保证。一般取冷冻室厚度 $65\sim 70 \text{ mm}$ ,冷藏室厚度 $40\sim 45 \text{ mm}$ 。

### 2. 制冷系统的正确匹配。制冷系统的正确匹配主要包括:

#### a. 选择合适的压缩机

在设计中,压缩机主要通过电冰箱的热力计算来确定。在实际经验中,选择比理论计算所需排气量大20%的压缩机效果会更好。此外,有条件的情况下尽可能采用高效率的旋转式压缩机。经实测比较,在冰箱工况下,旋转式压缩机较往复式能效比高10%。

#### b. 合理设计蒸发器结构

无霜冰箱都采用翅片管式蒸发器,由于其表面要结霜,结构不同于普通空调器用翅片管式蒸发器。目前,冰箱中比较先进的是采用不等距翅片管式蒸发器,其结构如图1。在蒸发器底部入风口处结霜较多,片距较大,蒸发器上部结霜较少,则片距较小。翅片通过涨管而固定。采用这种结构,使得蒸发器肋片效率高,传热系数高,结构紧凑,风压损失较小。如万宝BCD—202W蒸发器底部片距为 $20 \text{ mm}$ ,到顶部则渐变为 $5 \text{ mm}$ 。其传热系数如图2,风压损失如图3。

### 3. 正确选择温控点及温度参数

冰箱是通过温控器直接控制压缩机的开停, 压缩机在起动过程中, 起动电流为运行电流的 4~5 倍, 此时压缩机的输入功率也相应增大。如万宝 BCD—202W 冰箱采用 FN66Q 压缩机做耗电量测试, 起动时最大输入功率为 200W, 而运行时的输入功率为 140W, 从 200W 降到 140W 用了将近 2 分钟, 在一个开停周期中, 开机时间仅为 15 分钟。显然, 如果开停机过于频繁, 不仅影响压缩机寿命, 而且大大增加了冰箱的耗电量。因此在设计中考虑到无霜冰箱冷冻室出风口处在开停机时温差大, 大多数无霜冰箱温控器感温点都布置在出风口处, 开停机温度差取 4℃左右, 这样既可以避免箱内食物温度波动过大, 又可避免压缩机开停过频。

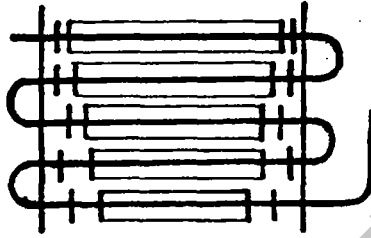


图 1

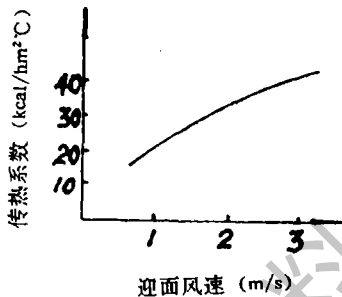


图 2

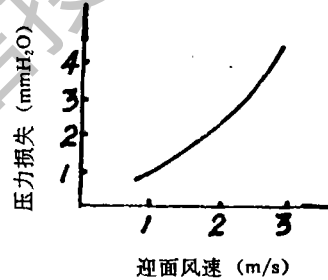


图 3

## 二、风扇电机运行能耗

风扇电机运行能耗是无霜冰箱能耗的主要组成部分之一, 约占总能耗 5~8%。不仅如此, 由于其电机的输入功率最终全部转换成热能, 因而也是冰箱箱内热负荷的来源之一。压缩机在冰箱工况下, 其能效比约为 1, 即箱内热负荷每增加 1W, 所需压缩机输入功率也增加 1W, 由于无霜冰箱中, 风扇电机与压缩机同时开停, 因而风扇电机输入功率每增加 1W, 冰箱总输入功率将增加 2W, 这样使得冰箱总能耗增加 10~15%。因而必须正确选择风扇规格及选配合适的电机。

在设计中, 根据计算所需风量来选风扇, 然后根据风量、风压来选择电机。但由于无霜冰箱风道结构复杂, 风压损失很难计算, 大都根据经验来确定。一般情况下, 150L~180L 双门冰箱选用直径 80 mm 的四叶片轴流风扇、配 8W 电机; 180L~200L 双门冰箱选用直径 90 mm 的四叶片轴流风扇、配 8W 电机。

### 三、化霜加热丝功耗

化霜加热丝功耗占冰箱总能耗的5%~8%。由于无霜冰箱箱内空气采用强制对流循环,蒸发器表面温度低于箱内空气温度,在蒸发器表面必然结霜。随着霜层的加厚,使得蒸发器的传热热阻增大、风压损失加大、传热系数降低,冰箱能耗增加,因此必须对蒸发器定期除霜,以保证较高的传热系数。但化霜过频,化霜加热丝功耗增加,同样导致冰箱能耗增加。这就要求在化霜周期、化霜加热丝功率及化霜时间等几方面进行合理的控制。

化霜周期一般采用积算式化霜定时器控制,化霜定时器与压缩机并联,它积累压缩机的运行时间,因而比较准确地反映了蒸发器的结霜情况,是一种简单可行的方法。化霜周期一般为8小时。

化霜加热丝功率与化霜时间是相互关联的,加热丝功率大,所需化霜时间则短,但化霜加热丝功率既受到发热丝容量的限制,也受到蒸发器室内材料耐温限制。化霜加热丝功率过小,化霜时间长,则会使得箱内温升大。根据经验,150L~180L双门冰箱化霜加热丝功率取130W左右,180L~200L双门冰箱取150W左右。化霜时间则由与加热丝串联的化霜温控器来控制,化霜温控器断开温度在10~15℃,整个化霜时间约20~30分钟。

从以上的分析可知,无霜冰箱能耗的三个组成部分是相互影响的,而在设计中,各部分大都靠经验来确定,这就要求在新产品的开发过程中综合考虑,通过对样机的实验、测试来调整,以期达到较理想的结果。

(参考文献 略)

#### 〔简讯〕

### 九三年日立牌空调设备技术研讨会

由香港立德工程有限公司与广州科立制冷设备实业公司联合举办的“九三年日立牌空调设备技术研讨会”日前在广州花园酒店举行,科立公司总经理高新建主持了会议。会上有关专家介绍了日立空调的最新技术及产品:

(1)日立系列变频控制多体式冷暖空调机:该机可在同一系统内安装8台不同容量的室内机,由于解决了回油问题,冷媒配管可长达100米,各室内机之间能有15米高差。制冷时,室内温度由33℃降至24℃的时间比率,可比传统空调机缩

小了30%;采暖时,室内温度由-10℃升至43℃的时间比率可缩小55%。该系列空调机在室外温度为-10℃~43℃的范围内都能正常运行。

(2)新型乌托邦小型分体空调机系列:采用全密闭型涡旋式压缩机,配备先进液晶电脑控制器,具有自我诊断故障功能,冷媒连接铜管可长达50米,提升高度可达30米。有多种款式及容量供选择,如藏天花式、吊天花式、座地式、挂墙式、藏天花接管式等。

会议还进行了技术研讨。(徐泽智)