

家电节能技术专题



节能冰箱的设计应用

河南新飞电器有限公司 任兆麟 翟洪轩 张向明

图1



图2

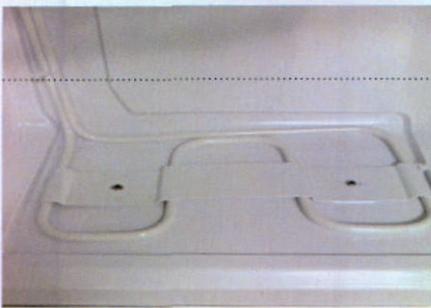
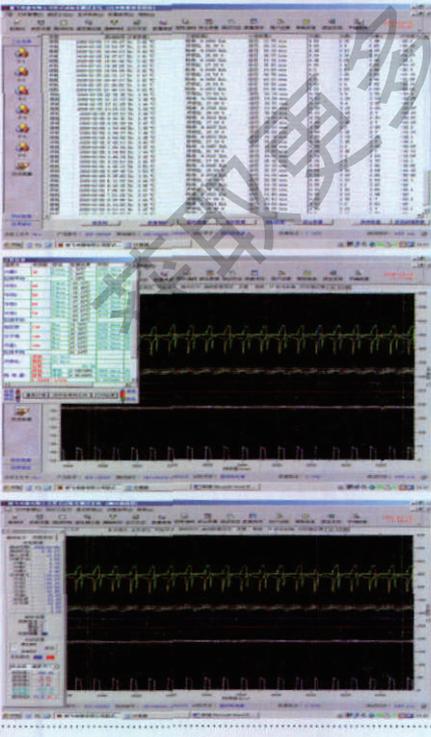


图3



1 前言

目前,就家用冰箱而言,普通节能冰箱的节电率为30%,超级节能冰箱的节电率为50%,而我公司最新研制的第四代超级节能冰箱的节能率可高达85%以上,日耗电量仅0.26度(如新飞BCD-186[®]),超过欧洲能效标准A+级,领先欧盟节能极限A++级,达到国际领先水平。当今消费者普遍认为,节能冰箱不仅能够省电,而且应该具备延长食品保鲜、降低噪音等优点,从而有利于消费者的健康及生活的舒适性。因此开发吻合市场潮流、弥补消费者心理需求的冰箱产品,是冰箱生产企业和技术人员必须完成的任务。

2 试验过程

本文以新飞BCD-186[®]为例,重点阐述家用冰箱的节能设计理念和技术应用。

此款冰箱采用国内著名的Embraco公司生产的超高效压缩机。这种压缩机以R600a做制冷剂,其流动性好,并充分降低了冰箱能耗,容易实现宽气候带、大冷冻能力、噪声小、以及节省制冷剂等优点。另外该压缩机的COP值(制冷系数)高达2.0左右,技术远远领先于国内外同行业其它制冷压缩机,极大地提高了冰箱制冷系统的工作效能。

在新飞BCD-186GSVI选用高效制冷压缩机的基础上,经过坚持不懈的试验、分析与研究,对其性能做出了重大改进,制冷管路系统也给予了最理想的优化设计。其冷冻室同样设计了三个抽屉,充分保证了冷冻室的大容量,以满足消费者的需求,顺应市场的发展趋势。在设计蒸发器的结构时,打破了常规上下共三层制冷管路的设计模式,此蒸发器上下共五层回路,为BCD-186GSVI冰箱专用。其冷冻室第一蒸发器采用翅片式结构,有效地加大了冷冻室的蒸发面积,起到了良好的制冷效果。第三蒸发器运用“合二

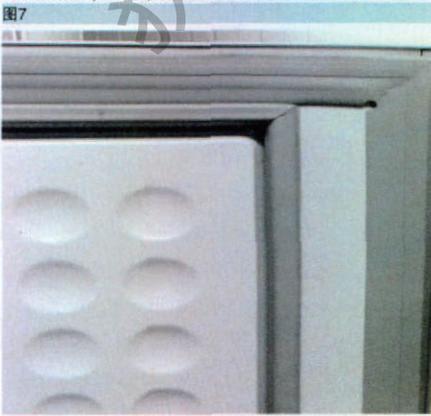
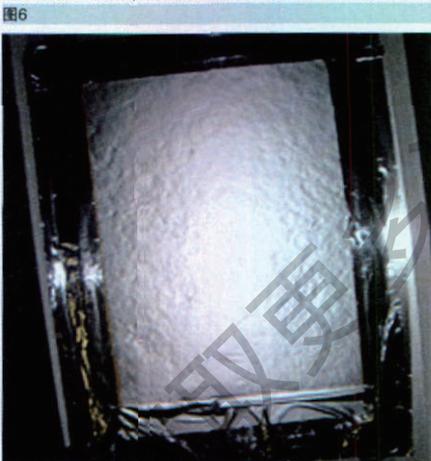
为一”的思维,将两层蒸发器管路紧密、巧妙地连接,并牢牢将它们合理、错综地焊接起来。

同时,为了减少冷冻室第三抽屉不受来自压机室辐射热的影响,特在冷冻胆底部又加一层蒸发器管路(如图2示),这样既保证了冷冻室要求的温度,又减少了能量的损失。这样设计,不但外形美观,而且具有超大冷冻能力和速冻功能,充分保证了冷冻室的冷量,使食物快速降温,保护细胞形态,保全营养成分。

3 数据分析

图3所示是从生产线上任意抽取的冰箱在环境温度为25℃时制冷管路系统相匹配的性能试验曲线和数据记录。由曲线和数据分析可以看出,冰箱每次稳定运行约14min,过冷温度为可达32.5℃、蒸发温度为-28℃左右,十分接近标准状况下的理想数据。在放大的局部性能曲线图上可清晰看出制冷系统匹配的效果。很显然,在冷藏室、冷冻室内温度分别同时达到国标GB/T 8059.2要求时,压缩机就停止工作一次,时长大约为39min,即冰箱正常工作时的开、停机时间比约为27%,折算日耗电量仅为0.282kW/h。其制冷系统性能匹配几乎达到了最佳。其控制技术利用机械温控,采用先进的温度自感应技术,使其在环境温度很低时能够自动开启补偿功能,省去手动开启的麻烦。

为了进一步改善性能,我们对制冷剂在管路中的流向也做了改进,BCD-186[®]的制冷剂流向一改常规冰箱制冷剂从冷藏室管路流向冷冻室管路,采用从冷冻室管路流向冷藏室管路,这样可以使冷冻室内温度迅速降低到需求的温度,以满足需要但又兼顾冷藏室,不致使冷藏室温度过高,缩短了压缩机的开机时间,从而降低了能耗,实现了能量



的最佳分配和利用。

另外，从实际应用的角度来看，箱体的厚薄程度也是制约冰箱能耗的一个关键因素，对冰箱的漏热也存在不容忽视的影响。适当增加箱体壁厚，可以减少单位面积的漏热量，起到节能效果。但由于加大箱体壁厚，可能导致冰箱体积增大，影响冰箱的美观效果，因此，确定一个最合理的箱体厚度即隔热发泡层厚度也至关重要。在综合各种制约因素的基础上，通过计算机反复模拟图形仿真，并利用相关软件进行精确计算，最终确定BCD-186“冷冻室保温层厚度为95mm、冷藏室保温层厚度为60mm的最佳尺寸。在肯定其美观的前提下又使其隔热发泡层大大优于传统冰箱的冷冻、冷藏室保温层厚度。为了保障良好的制冷效果，在箱体容易散热的部位如压机室（如图4示）、侧帮（如图5示）、及冷藏室后背（如图6示）等由于箱体结构导致发泡层无法加厚的位置合理地使用了真空绝热板，有效地阻止了冷量的散失。同时，冷冻室的门封采用里外的双层结构，起到了良好的绝密效果。另外，在箱体隔热发泡层运用了最先进的微孔发泡技术，采取新型的环戊烷发泡剂，真正体现了“新飞·倡导绿色生活”的深切内涵。

众所周知，门封对冰箱节能所起的作用也不可忽视，它的设计是否合理、与箱体接触是否严密直接关系到胆内冷量损失的多少。一般冰箱的门封要求封闭严密，有多个气囊，节能冰箱的要求更为严格。BCD-186“超级节能冰箱不但要求门封严密，有多个较大的气囊，而且在其内胆内设计了双门封，打破了传统冰箱的冷冻室只有一个门封的局限，有效地遏止了冷冻室内漏热，真正起到了双重密封的功能与效果。在门封中外层是磁条和箱体壳紧密吸合，内层是气囊与内胆相挤合，阻断箱壳向外传热，使冷量不能外溢至门封处进行热交换（如图7示）。

该款冰箱不仅是性能优良，其超低的噪声水平在业内也名列前茅。附表数据是该款冰箱测试值：

附表

冰箱型号	时间	后	左	右	前	声功率级 (dB)
BCD-186GSVI	30min	23.16	21.01	21.05	20.69	34.76
	60min	22.94	20.91	20.97	20.65	34.65

降低噪声不仅需要严把制造工艺质量关，更重要的是要具有良好的结构设计和优良的制冷系统，在保障良好性能的基础上将制冷管路合理、优化的设计并加以科学的系统匹配，才能为冰箱的静音水平设计搭建一个极好的平台。

4 结论

(1) 好“心脏”——高效节能压缩机。一台冰箱耗电的大小主要取决于压缩机效率的高低，即压缩机COP值的大小。此款冰箱所用Embraco公司生产的压缩机的COP值（制冷系数）高达2.0左右，远远超过其它普通冰箱。因此，从“心”开始是节能冰箱设计时应考虑的主题。

(2) 好“血液”——高效、环保制冷剂R600a。冰箱之所以能够制冷就是利用制冷剂在高温液化时放出热量、在低温气化时吸收热量所致。可以很形象的将制冷剂称做是冰箱的“血液”。目前，市场上绝大部分冰箱均采用了R600a制冷剂，这为实现冰箱碳氢无氟环保的最终替代迈出了重要一步。

(3) 良好的系统管路设计——高效散热的制冷系统管路。在冰箱制冷系统设计中，管路的优化设计亦至关重要。使冰箱拥有顺畅的“血管”即制冷管路，对提高制冷效率尤为关键。此款超级节能冰箱的冷冻室蒸发器特设丝管加套管式结构和内藏式冷凝器，有效增大了热交换面积，使耗电量降低了约12%。冷藏室蒸发器则采用了内藏式优质紫铜管蒸发器结构，较铝管及镀锌铁管耐腐蚀及传热效果倍增，并杜绝了冰箱内漏现象，消除了质量隐患。

(4) 采用先进的微孔发泡技术，科学加厚绝热保温层，适当使用新型保温材料即真空绝热板。有效地防止了箱内外的热量交换，起到了良好的保温效果。

(5) 特设双重多气囊结构设计的绝热门封，有效增强了门体与箱体之间吸附力，对冷量的散失几乎起到了“绝密”的效果。

【编辑：李鹏】