

高效冰箱制冷压缩机研究方法分析

方泽云 周继辉 李华军 周世武
(黄石东贝电器股份有限公司,435000)

摘要:本文主要就高端市场需求的高效压缩机的发展趋势、产品开发技术运用进行了介绍,同时对高效压缩机零件的可靠性研究,性能的提升研究进行了简要说明。

关键词:高效压缩机 模拟 有限元 模态分析

The Research & Development of High-efficiency Compressors

Fang Zeyun, Zhou Jihui, Zhou Shiwu
(Huangshi Donper Electrical Appliance Co., Ltd., 435000)

Abstract: This text mainly focuses on the development trend of the compressor for the high-end market, product development process and key techniques, at the same time introduces the dependable research of the compressor, the research of improving the function.

Keywords: High-efficiency compressors, Simulation, Finite element, Modal analysis

1 引言

压缩机是制冷系统的核心,其制冷能力和性能,决定了制冷系统的能力和特征。从某种意义上说,制冷系统的设计与匹配很大程度上就是压缩机的制冷能力的体现。因此,世界各国制冷行业无不在制冷压缩机的研究上投入大量精力,新研究技术和成果不断出现。面对高端市场的需求,压缩机性能水平日益提高,能效水平也越来越高。本文对冰箱制冷高效压缩机的研发技术运用进行介绍。

2 国内外研究现状

压缩机是制冷系统的核心耗能部件,提高制冷系统效率最直接有效的手段是提高压缩机的效率,它将显著降低系统能耗,同时还能避免仅在系统上采取措施(如加大换热器面积等),造成材料

消耗大量增加。

近年来,随着能源日益枯竭,各国越来越重视节能工作,对耗能产品的效率提出了越来越高的要求。由于各种损失,诸如摩擦、泄漏、有害传热、电机损失、流动阻力、噪声振动等,压缩机工作时实际效率远低于理论效率。因此,从理论上讲,任何能够降低任意一种损失的措施都能够提高压缩机的效率。这一客观事实导致压缩机的节能研究范围广、方向宽,研究课题与研究成果多种多样。

目前,国际上对压缩机的节能研究工作主要集中在几个方面:研究润滑特性、压缩机轴承部位的摩擦特性以降低摩擦功耗、提高压缩机效率;降低泄漏损失以提高压缩机的效率;采用变频或变频技术通过制冷系统的优化与用户负荷的最佳匹配来实现节能,此方面的研究特别是变频技术研究,关键在于变频器的匹配设计;气阀的研究是一个长久的课题,改进气阀的设计以提高压缩机效

第一作者简介:方泽云,男,高级工程师,工程硕士。湖北省突出贡献专家,全国轻工系统劳动模范,现任黄石东贝电器股份有限公司总经理。

率的研究永无止境。该方面的研究非常多,从气阀材料、运动规律、结构优化到适用理论、测试方法等包罗万象。总之,关于压缩机节能方面的研究已成为近年来制冷行业的一个焦点问题。

近年来,国内的制冷压缩机行业,对产品的节能研究也给予了极大关注,进展较大的产品主要是冰箱压缩机。在联合国 GEF 中国节能冰箱项目的推动和支持下,中国冰箱压缩机行业无论是对节能产品的认识,还是冰箱压缩机的性能都产生了质的飞跃。目前国内企业生产的冰箱压缩机,公布的最高能效比可以达到 2.1W/W。图 1 为近年来冰箱压缩机 COP 值的变化情况。为了提高功效国内冰箱压缩机企业采取了大量的技术措施,诸如低铁损高效电机、同步电机、凹形气阀、吸气阀片优化、平面止推轴承、低粘度润滑油、直接吸气技术、零件摩擦运动副结构优化等,取得了显著效果。

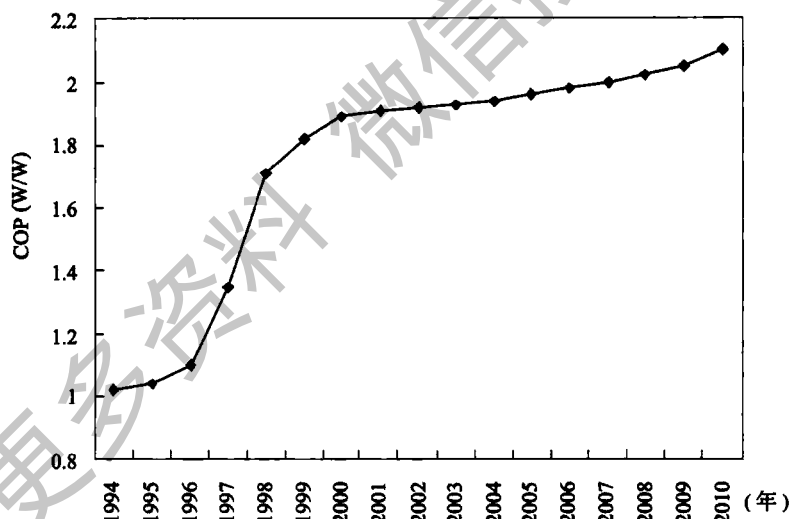


图 1 国内冰箱压缩机 COP 值演变

3 产品技术研发方向

目前节能降耗已是发展趋势,各冰箱生产厂家对压缩机的能效要求越来越高。高效压缩机批量生产所占的比例也成为衡量企业综合实力、技术水平的标志。

目前压缩机行业主要从以下方面对产品性能进行提升:机械运动副试验研究,减少运动副接触

面积,降低摩擦功耗;气阀结构分析,对气阀受力情况优化,降低吸气流阻,减少能量耗损,提高吸气效率;零件强度及受力分析,从节能节材的角度优化结构,降低成本,满足零件可靠性;供油系统试验研究,采用小直径曲轴,泵油润滑试验分析;高效电机的设计研究。

高效压缩机的关键技术研究主要有以下 5 个方面:

(1)机械运动副试验研究。采用缩小曲轴直径 2mm,可减少摩擦运动副接触面积近 30%,从而减少摩擦功耗;

(2)气阀结构分析。采用瘦孔吸气舌簧结构,减小舌簧力臂有效长度,降低阀片在吸气过程中的开启力,可以减少吸气功耗,从而提高吸气效率;

(3)零件强度及受力分析。采用模拟分析软件对小直径曲轴进行受力结构分析,优化设计,确

保设计可靠性;

(4)供油系统试验研究。对小直径曲轴的上油速度、上油量进行试验,确保机械运动得到充分润滑,减少摩擦热损耗;

(5)高效电机的设计研究。采用低铁损硅钢材料,优化电机槽型结构,同时采用同步电机技术,电机效率在正常电机的基础上提高 3%。

4 产品设计分析

目前,企业在新产品的设计分析上,通常通过绘图设计软件对产品零件进行设计,然后组装,利用三维实体分析,检查是否存在干涉情况。目前一般采用三位实体建模及造型,设计软件有UG、Pro/E、Solidworks、Autocad等。

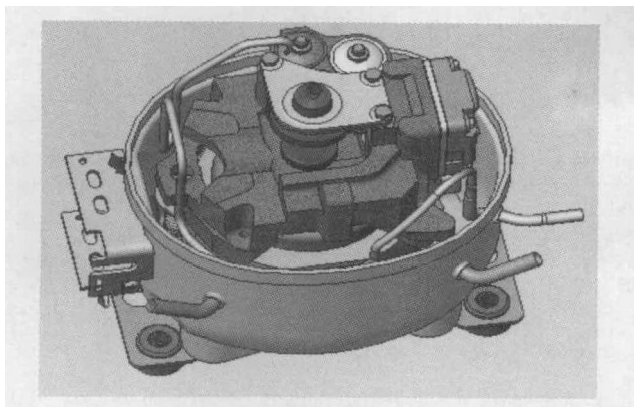


图2 实体模型

4.1 模拟分析

在产品阶段,模拟零件的受力情况,进行有限元模态分析,从分析角度对零件逐步优化设计。目前专业软件有 Analysis、LMS、Solidworks 等。

通过模拟分析其动力学特性与工作条件的适应性,可以对零件的强度等进行可靠性分析。通过分析,可以总结得出在压缩机零件设计和受力运行过程中以及分析方法方面应注意的问题。

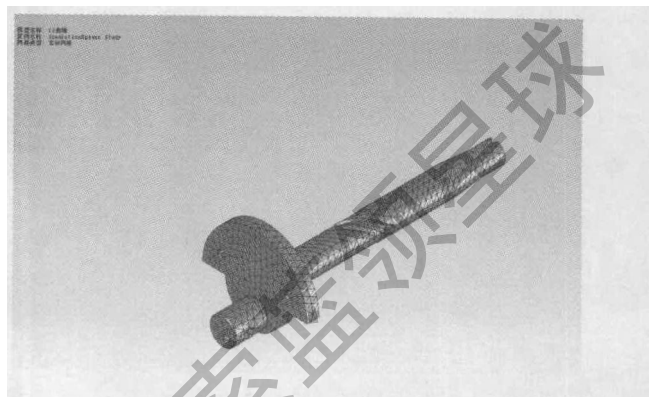


图3 曲轴有限元网格划分模型

4.2 可靠性研究试验

在产品试制过程中,对压缩机产品进行了以下的可靠性试验研究:对压缩机进行冰箱匹配试验、高温试验、寿命试验、连续开停试验等各种可靠性项目的考核,可以进一步对设计阶段可能存在的潜在失效问题进行有效验证。



图4 曲轴应力分析

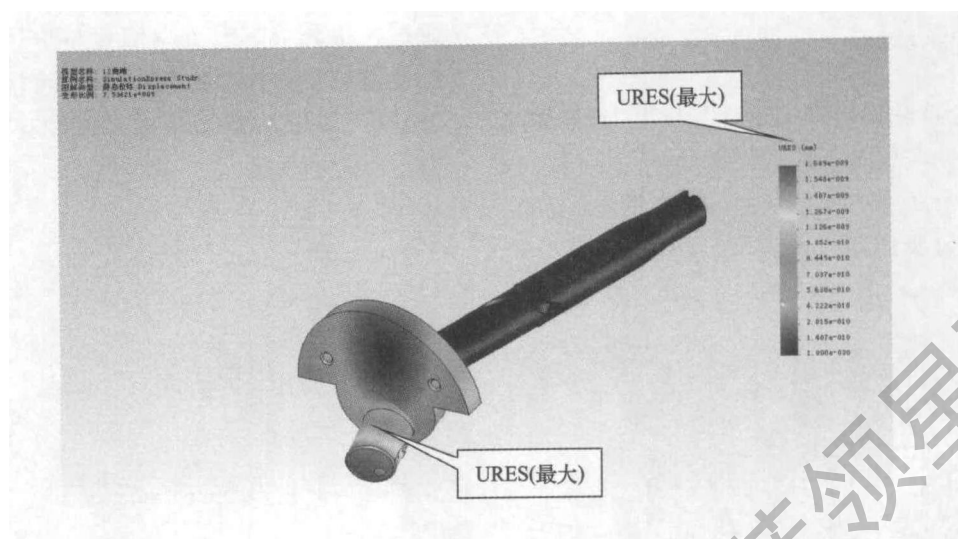


图5 曲轴形变分析

5 结语

节能节材、高效环保是压缩机发展的方向,目前各冰箱压缩机企业均在研究开发高效压缩机,研究先进技术提高企业竞争力,通过多种结构设计方案研究与模拟试验分析,对新材料、新结构进行各种试验验证,将性能优越、技术先进、质量可靠的产品推荐给用户,达到冰箱匹配要求。高效压缩机的研究与设计开发可以促进行业的技术进步,提升我国压缩机产品的在国际市场的竞争力。

参考文献:

1. 廖道平. 活塞式制冷压缩机. 北京:机械工业出版社, 2001
2. 刘东. 小型全封闭制冷压缩机. 北京:科学出版社, 1990
3. 李红旗. 近年来小型制冷压缩机研究的几个热点问题. 家电科技, 2005(12), 34~35
4. W. 索德尔(著), 王迪生(译). 压缩机气阀设计与力学原理. 西安:西安交通大学出版社, 1986