

文章编号: 1005-2895(2005)02-0030-04

基于绿色设计思想之冰箱 制冷系统研发的探讨

童 蕾

(广东机电职业技术学院, 广东 广州 510515)

摘 要: 在环境问题日益受到关注,中央强调牢固树立全面、协调、可持续发展观的今天,绿色设计思想越来越受到重视。本文根据冰箱冷柜产品制冷系统的工程特点,在绿色设计概念、准则的基础上,从工质选择、结构、材料和总体能耗等方面,探讨分析了制冷系统的研发问题,有一定的参考借鉴价值。

关 键 词: 绿色设计;制冷系统;分析

中图分类号: TM925.2 文献标识码: A

1 引 言

绿色制造思想是上世纪 90 年代初发达国家开始盛行的一种新思想,它是一种综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式。其绿色制造中的“制造”涉及到产品整个生命周期,是一个“大制造”概念,体现了现代制造科学的“大制造、大过程、学科交叉”的特点。绿色制造内涵非常广,包括绿色设计、绿色工艺规划、清洁生产、绿色包装、运输、使用到报废处理等组成部分。目标是使产品在整个生命周期中,对环境的影响(负作用)最小,资源综合利用率达到最高,并使企业经济效益和社会效益协调优化。

统计资料表明:尽管设计费用仅占总成本的 30% 左右,但设计阶段却决定了产品生命周期中全部消耗的 80%~90%。因此,如何在设计阶段有效地考虑产

品的环境性能是日前人们所探讨的热点问题之一。

2 绿色设计的分析

2.1 绿色设计准则

绿色设计 (Green Design) 是这样一种设计,即在产品整个生命周期内,着重考虑产品的环境属性(自然资源的利用、环境影响及可拆卸性、可回收性、可重复利用性等),并将其作为设计目标,在满足环境目标要求的同时,并行地考虑并保证产品应有的基本功能、使用寿命、经济性和质量等。

绿色设计准则就是在传统产品设计中通常所主要依据的技术准则、成本准则和人机工程学准则基础上纳入环境准则,并将环境准则置于优先考虑的地位,具体内容见表 1。

收稿日期: 2004-05-10

作者简介:童 蕾 (1966-),女,江西人,华中科技大学工程热物理硕士,制冷机械高工,在广州市华凌集团从事冰箱技术开发和试验研究工作,2003 年底调入广东机电职业技术学院从事教学科研工作,参加主持过多次省市级科技项目,并获奖,是最新版冰箱能耗国家标准的主要起草人之一,已在公开刊物、国内国际学术交流会议上发表论文 10 篇。

Study on Transmitting Energy Model of Food Material in the Twin-screw Extruder

LIU Wen-sheng, ZOU Yong-kang, HU Zhi-zong, ZHANG Wen-ming

(Department of Mechanical Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract The models of transmitting energy of the machine are established. The energy, temperature and time of food materials in every part of machine are analyzed and compared by combining the data of experiment and theory.

Key words twin-screw extruder; transmitting energy; model

表 1 绿色设计准则

绿色设计准则	环境准则	降低物料消耗
		降低能耗
		利于职业健康与生产安全
	技术准则	环境污染最小
		具有规定的功能
		保证产品质量
	经济性准则	具有预期使用寿命
		费用最低
	人机工程原则	利润最大
		良好的使用性能
满足消费个性		

2.2 绿色冰箱的概念

依照国际上通行的绿色产品概念,一般具有如下几方面的特点:首先是良好的环保性能;其次是先进的功能、高效率、优质;再次对产品的创新性也有要求,如多品种、个性化,但是创新活动及其成果应用必须以不损害人类和自然的可持续发展为原则;最后提倡低廉的价格、产品体积小、生命周期短。

所谓绿色冰箱,简单地讲就是耗电量少,结构简单,且无氟里昂造成的大气环境污染的冰箱冷柜产品。

3 冰箱制冷系统绿色设计的探讨

3.1 制冷系统概述

冰箱的 3 大系统是制冷、箱体和控制。普遍采用的是蒸汽压缩式制冷循环。制冷工质在通过管道连接的压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器等主要部件组成的密闭系统中作往复循环,发生相态变化,实现热量的转移。

制冷系统概括起来就是 4 大件加制冷剂,系统组成及循环详见图 1。

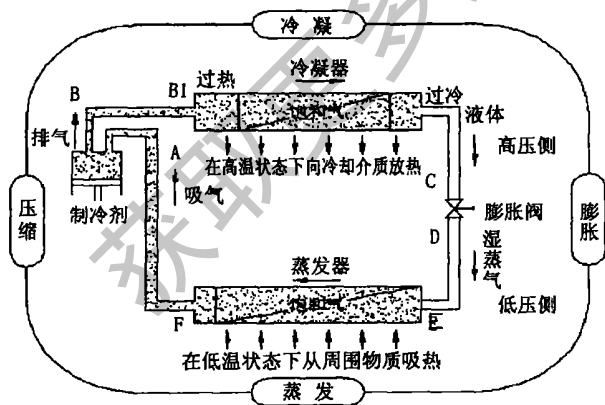


图 1 制冷循环及系统示意

3.2 制冷系统绿色设计分析

依照绿色设计准则,在对产品的结构设计和材料选择上,始终要考虑环境和资源性能。简单地讲就是使

用环保材料,产品报废后材料可回收利用,结构设计要考虑可拆卸性。现就制冷系统中的工质、两大换热器作一较详细的讨论分析。

3.2.1 制冷工质的选择

由于 CFC-12 具有优良的热物理性、稳定性、安全性等,是冰箱、冷柜和其它小型商用制冷器具中广泛使用的传统制冷工质。但 CFC-12 的使用对臭氧层有破坏作用和产生温室效应,从 1987 年以来世界各国开始积极进行 CFC-12 替代工作,基本确立 2 种物质:无氯卤代烃 HFC-134a 和碳氢化合物 HC-600a。其研究工作目前还在继续进行中。CFC-12、HFC-134a、HC-600a 热物理与环境特性见表 2。

从环保、成本与能耗等方面考虑,国内国际上越来越倾向采用 HC-600a。德国首先将 HC-600a 用于直冷冰箱上,后在其它欧盟国家推广。日美由于主要生产和使用风冷冰箱,早前都竭力提倡 HFC-134a 替代路线,但近几年日本的三菱、东芝等几大主流企业都已开始推出 HC-600a 冰箱产品,且比例日益增大。中国直冷冰箱基本上采用 HC-600a,风冷冰箱方面,科龙已完成了 HC-600a 的替代,华凌也正进行这方面的工作。

表 2 3 种制冷工质制冷与环境特性

代号	CFC-12	HFC-134a	HC-600a
名称	二氯二氟甲烷	四氟乙烷	异丁烷
化学分子式	CF ₂ Cl ₂	C ₂ H ₂ FCF ₃	CH ₃ (C ₂ H ₅) ₃
分子量	120.92	102.04	58.1
标准沸点 / °C	-29.8	-26.5	-11.7
标准气化潜热 / (kJ kg ⁻¹)	165.3	219.8	381.2
容积制冷量 / (kJ m ⁻³)	1237	1185	626
25°C 时水的溶解性 / (g (100g) ⁻¹)	0.009	0.15	微
臭氧破坏潜能 (ODP) (参照 R12)	1.0	0.0	0.0
温室效应潜能 (GWP) (参照 CO ₂)	2.8~3.4	0.24~0.29	≈0
寿命	120 年	16 年	数周
空气中燃爆极限 (体积)	无	无	1.9%~8.4%
油兼容性	好	差	好
噪声 (与 R12 对比)		≥ R-12	< R-12
对杂质的敏感性	敏感	高度敏感	敏感
真空度要求	一般	高	一般

HC-600a 的使用首先要解决燃爆性,其次是系统设计问题,包括压缩机的开发,这方面国际上有大量研究,方案基本成熟。关于电冰箱产品的国际标准 IEC60335-2-24:2000 (第五版)对电冰箱使用可燃性制冷剂规定了明确的、系统的技术要求。但目前在我国还是存在一些问题,一方面生产销售的 HC-600a 冰箱比例超过了使用其它制冷剂的冰箱;另一方面国内企业对 HC-600a 的应用性研究缺乏,工作有一定的盲目性,市场上 HC-600a 也存在一些共同问题,如冷藏室结大

冰等;还有现行的安全检验国家标准,针对可燃性制冷剂未提出明确技术要求,安全认证也未进行相关项目的实验等。

3.2.2 系统材料的选择

系统中使用最多的材料就是不同内径的导管。制冷工质(还包含少量冷冻机油和微量杂质)在系统中发生着状态、压力、温度的变化。制冷系统中所进行的过程是一个融合传热、传质的复杂过程,它是一个动态过程,又是一个具有分布参数性质的过程。对组成系统的材料在导热性能、耐腐蚀性、高、低温机械性能的稳定性等方面都有相应的要求。目前在冰箱制冷系统中使用最多的管材是 ACR铜管,另外还有铁管、铝管。

铜的热传导率比其它任何金属都高,具有高的耐腐蚀性能,在低温环境下铜的机械性能变化不明显。铁管用于冰箱,其优势在于价格低廉,内部清洁度高。金属铝具有良好的导热性能,很好的冷加工性能,常被用于制作换热部件中的换热板、用于增强换热能力的翅片等。连续挤压铝管,则主要替代铜管,用在冰箱蒸发器中。铁管(邦迪管、焊管)主要成分是金属 Fe,其强度和硬度较大,塑性和韧性较小,在弯曲和配接方面有一定的难度。

单纯从传热和加工等方面考虑,铜管为最佳之选,但铜属贵重金属,且铜的生产会产生有毒重金属废弃物,而铜矿的开采又会破坏大量土地,对环境造成影响。越来越多的厂家在制冷系统中使用铁管,管材制造厂也不断提高自身的制作水平。

3.2.3 换热器的结构设计

制冷系统实现逆向循环,热量从低温环境转移到高温环境,热量的传递过程在两大换热器中发生。在冷凝器内,制冷剂由高温高压的过热蒸汽向周围空气介质放热冷凝成中温高压液体。在蒸发器内,制冷剂由低温低压的液体从箱内空气介质吸热气化成低温低压蒸汽。换热器按介质的流动方式有自然对流和强制对流两种,按安装方式分为内藏式和外置式两类。

$$\text{换热器换热量计算公式为 } Q = KA\Delta t \quad (1)$$

式中: A 为传热面积 $/\text{m}^2$; Δt 为平均温差,一般采用对数平均温差 $/\text{C}$; K 为传热系数 $/\text{kCal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ 。

在 K 值计算时,考虑在冰箱制冷系统中使用的是薄壁管,管壁厚不会超过 1 mm ,导管材料本身的热阻占系统热交换热阻的比率很小,在进行传热计算时金属热阻部分可忽略。

$$K = \frac{T_a}{1 + f \frac{T_a}{T_r}} \quad (2)$$

式中: f 为肋化系数,由换热器型式决定; T_a 、 T_r 分别为空气侧和制冷剂侧的放热系数 $/\text{kCal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$,由散热方式和使用的工质决定的, $T_a = 10 \sim 50$, $T_r = 2500$ 左右。

(1)从能量利用方面考虑。受冰箱使用条件及总体积限制,无论是冷凝器还是蒸发器均以空气为热交换介质,式(1)中 K 值较小,往往以提高 Δt 来控制换热器的尺寸,即 A 的大小。这样做导致换热器不可逆损失(根本原因是传热温差和流动阻力)增大,造成能量在质上的浪费。设计者一般会采取一系列措施强化传热,尤其是在热阻大环节(空气侧),增加传热钢丝、翅片等,加大空气的扰动,以使 T_a 提高。这就要求换热器的结构采用外置式为好,在容积较大, 300 L 以上(即 Q 较大)情况下采取强制对流方式更有利。

(2)从报废后可拆卸方面考虑。可拆卸性是绿色产品设计的主要内容之一,要求产品在初期设计时通过虚拟装配和拆卸,以确定最简单的装配路线和最经济的拆卸方式,目的是提高劳动生产率,满足方便维修和以最小的成本进行再循环利用。换热器使用金属材料,方便回收再用,宜采取外置式。

(3)从综合运输使用方面考虑。国内冰箱冷凝器很少采用外置式,普遍都是采用内置式,贴于金属箱壳左右外侧板内侧,与箱体、内胆发泡成一整体,这样做一是主要考虑美观,消费者乐于接受;二是便于运输;三可利用侧板增大冷凝器换热面积。

蒸发器方面,风冷冰箱采用外置翅片盘管式;直冷冰箱一般有两个蒸发器,冷藏(R)室用内置板管式,贴于冰箱 R室内胆背面,与箱体、内胆发泡成一整体。这样主要也是美观,还有就是化霜水易处理。冷冻(F)室目前流行使用外置丝管式层架蒸发器,这既利于传冷,也方便拆卸。

3.3 整机能耗

冰箱是家用电器中最大的耗能装置。其在使用过程中的能量浪费主要是由于绝热不好和制冷系统低能量利用造成的。因此,一是可根据冰箱温度分布,合理分配发泡层厚度,改进门封条,增加气囊数量锁住冷气,减少冷量流失;二是选择优质制冷工质如 HC-600a,选择高效率的压缩机,提高热转换效率,如外置丝管式换热器,来提高制冷系统能源利用效率。

4 结束语

总之,我国是冰箱冷柜的生产大国和消费大国,名牌冰箱企业都建立了 ISO14001 环保体系,并且致力于和 ISO9001 一体化,在各项活动中同时评价环境影响。普遍来说,国外的电冰箱没有国内的漂亮,但是里面有很多人性化设计和环保考虑。设计师是代表了国家、社会的利益和消费者潜在利益说话的,我们要在设计中树立“小而精”的思想,提倡“简而美”的原则。地球的资源是有限的,拿技术装饰,表面是高科技,实际上是可有可无的要坚决摒弃。信息化时代,生产透明度逐渐提高,材料及工艺日趋成熟,产品设计不再局限于生产技术与成本控制,更需考虑环境因素,考虑人类的可持续发展。我国的绿色设计与绿色制造还处于起步阶段,与国际发展水平尚有一段距离,因而从业者在实际应用研究、实践、宣传等方面尚需继续努力。

参考文献:

- [1] 黄良辅. 电冰箱空调器零部件实用手册 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1995.
- [2] 童 蕾. 对冰箱制冷系统及使用材料和工艺的分析 and 研究 [A]. 中国家用电器协会. 2001 中国家用电器技术大会论文集 [C]. 杭州: 电器制造商杂志社, 2001. 232- 241.
- [3] 童 蕾. 家用电冰箱绿色化 [A]. 2000 家用电冰箱 CFC 替代技术国际研讨会论文集 [C]. 广州: 2000. 133- 137.
- [4] ANDREW D, ALTHOUSE B. 彦启森译. 现代冷冻与空调 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2001.
- [5] ANDREW GIGIEL. THE CONVERSION AND REDESIGN OF COOLING CIRCUITS IN DOMESTIC REFRIGERATORS FROM R12 TO R600a [R]. UNIDO PROJECT WORKSHOP NOTES, 2001.
- [6] ANDREW GIGIEL. The Development of Energy Efficient Refrigerators [R]. UNIDO PROJECT WORKSHOP NOTES, 2001.

Discussion of the Refrigeration System of the Refrigerator Based on Green Design

TONG Lei

(Guangdong Vocational College of Mechanical & Electrical Technology, Guangzhou 510515, China)

Abstract Based on green design concept, this paper discusses the design of refrigeration system of the refrigerator, from the choice of refrigerant, configuration, material, energy consumption etc.

Key words green design; refrigeration system

[信息·简讯]

· 产品介绍 ·

艾默生 UPS 中标辽宁联通全省信息网关系系统

日前,艾默生网络能源凭借其 UPS 超凡的过载能力和强大的后台监控能力,中标辽宁联通全省信息网关系系统。此次中标充分证明了艾默生网络能源有限公司技术能力的先进性、UPS 产品的稳定性及独创有效的实施方法论的实用性。

为了进一步提升全省信息网系统的安全性以及稳定性,辽宁联通对现有的全省信息网系统进行改造工程,艾默生网络能源有限公司在充分分析了客户需求后,为辽宁联通全省信息网系统提供了如下机型: 2 台 Hipulse 160 kV A, 2 台 iTrust 40 kV A UPS。Hipulse 系列 UPS 具有占地空间小,维护方便,运行灵活,可单机,双机,多机运行,且系统效率高,使用 ECO 省电模式,效率高达 97% 等特点。iTrust 系列 UPS 具有全面提升系统可靠性的专业设计,提供优异的输入输出性能,超强网络管理功能,人机界面友好,便于操作维护等特点。此次所提供的 2 款机型提高了全省信息网系统的稳定性、可靠性,从而在很大程度上提升了辽宁联通的核心竞争优势。这是继艾默生为辽宁网通提供 4 台 300 kV A 大容量 UPS 后再一次为辽宁通信行业服务。

作为网络能源领域的领先者,艾默生网络能源专注多年,其产品线得到了最大程度的完善与丰富,能够提供全网动力支持,已经成为全球唯一能够提供最完整网络能源“端到端一体化整体解决方案”的供应商。显而易见,此次得以中标,用户看中的不仅仅是艾默生网络能源产品本身,更是对其整体方案提供以及完善技术服务的全能支持。