

浅谈电冰箱的绿色设计与制造

蓝文凯（广州中国雪柜实业有限公司，广州 510515）

1、前言

工业文明既创造了空前的物质财富，也给人类带来巨大的灾难，片面追求经济的高增长而忽视对生态环境的保护，致使人类与生态环境的关系失衡，出现了土地沙漠化、温室效应、臭氧层空洞、生物多样性减少等系列严重的环境问题，而这些生态环境威胁到人类的生存安全和生活质量；另一方面，公众的环境意识日益增强，人们普遍关心生活质量，关注生态环境，环保消费心理逐步增强，也越来越认可绿色保护措施，“绿色消费”浪潮在全球兴起。在这种时代背景下，国际社会纷纷立法，采取对应措施。这些措施基本分为两条主线：一条是禁止或限量使用有害物质，使处理对环境的破坏最小；一条是产品的回收与再利用，使资源利用最大化；这样废弃物的管理基本立足于减量化、资源化和无害化三个方向。“绿色设计”、“绿色制造”、“清洁化生产”等新概念、新理论、新方法不断涌现。有关提示表明，以环保为内容的“绿色壁垒”将替代传统的“关税壁垒”，重新开展国与国之间的贸易竞争。一场“绿色革命”已经来到，特别是与老百姓生活密切相关的家电产品，正以前所未有的力度向环保方向发展。绿色设计与制造是每一个家电制造企业唯一选择。

2、绿色产品与绿色环保冰箱

我国于1989年9月11日正式提出加入《保护臭氧层的维也纳公约》，上世纪90年代在国家环保总局的指导下，中国家电协会制订了《中国家用制冷逐步淘汰消耗臭氧物质的行业战略》；我国从上世纪80年代中期开始进行能效标准的研究和制订，于上世纪90年代颁布实施了第一批能效标准，并在2003年11月1日正式实施了《家用电冰箱耗电量限定值及能源效率等级》，第一次将冰箱的能效分为5个等级；并于2005年3月1日起施行电冰箱《能源效率标识管理办法》。于1994年5月成立了中国环境标志产品认证委员会，1997年4月1日起实施等同于ISO14000系列国际标准的国家标准GB/T24000环境管理体系及环境审核系列标准，中国环境标志产品认证委员会颁发的《环境标志产品技术要求》对各类环保家电的认证条件有详细的标准要求。绿色产品是绿色制造技术的应用结果。一般来说，绿色工厂主要指在工厂实施并通过了ISO14001环保体系认证，对产品设计和制造过程中的环境要素进行识别、评估和有效控制，工厂的各项环境指标满足了法规和顾客的要求，对绿色技术的应用持积极态度并有相当投入；而绿色产品主要是针对产品的绿色属性，如节能、可拆卸和可维修性、产品报废后的可回收和再利用率（废弃物最少化）、不含有害物质、废弃物的处理过程经济或不会对环境、安全和身体健康造成危害等。

简单地说，绿色环保冰箱是指无CFC、无有害物质、节能和低噪声达标、可回收系统完善的电冰箱。绿色环保冰箱是通过电冰箱绿色设计与制造来达到的。

3、电冰箱绿色设计

绿色设计是一种综合考虑了产品设计、制造、使用和回收等整个生命周期的环境特性和资源效率的先进设计理论和方法。它在不牺牲产品功能、质量和成

本的前提下，系统考虑产品开发、制造及其活动对环境的影响，从而使得产品在整个生命周期中对环境的负面影响最小，资源利用率最高。在整个冰箱生命周期中，冰箱绿色设计是关键，它决定了冰箱产品生命周期的 80 % ~ 90 % 的消耗。电冰箱绿色设计方面的主要内容包括：

3.1 冰箱绿色设计的特点

- (1) 设计目标 设计目标中除考虑功能、性能、质量、成本等方面外，还必须考虑产品在整个生命周期过程中与环境 and 人的友好性；
- (2) 设计技术 除常规设计方法外，还必须人可拆卸设计、可回收设计、模块化设计等新的设计思想和方法；
- (3) 设计评价 全面考虑从原材料提炼、材料加工、部件制造、产品装配、产品包装、产品运输、产品使用、产品废弃后的回收、重用和处理等整个生命周期中对环境造成的总负荷为最小；
- (4) 设计流程 是并行闭环设计。绿色设计中产品废弃后并不是作为垃圾排入环境，而是考虑通过重用、修理、再加工、回收等手段重新应用于新产品的制造过程，从而使理想的绿色产品可以接近实现对环境的零排放。
- (5) 设计目的 兼顾需求和环境。

3.2 冰箱绿色设计需考虑其生命周期中四个阶段的环保因素

- (1) 产品选材阶段的环保因素。
- (2) 产品制造过程的环保因素。
- (3) 产品使用过程的环保因素。
- (4) 产品废弃阶段的环保因素。

3.3 冰箱绿色设计的实施手段

冰箱绿色设计的实施手段主要有选择绿色材料、推行绿色设计、绿色工艺(清洁生产)、绿色包装、绿色能源、绿色使用、绿色回收等。

3.4 冰箱绿色设计的关键技术

- (1) 选择绿色材料进行冰箱设计。绿色材料在制造、使用以及用后处置等生命周期的各阶段，具有最大的资源利用率和最小的环境影响。绿色材料是指在满足一般功能要求的前提下，具有良好的环境兼容性的材料。设计时绿色材料选择的六个原则：
、优先选用可再生材料，所用材料易于再利用、回收、再制造或易于降解。如冰箱设计中使用可回收铝材和钢材、热塑性塑料等。
、尽量选用低能耗、少污染的材料。
、尽量选择环境兼容性好的材料及零部件。如冰箱设计中应尽量选择无卤塑料，因为在焚烧含卤塑料 (PVC、CPVC、CPE 等) 以及塑料中的含氯或含溴的染料、颜料、阻燃剂、增塑剂和各种添加剂时，不但产生大量的黑烟及氯化氢气体，而且还会产生有毒物质。
、尽量减少冰箱的材料种类，以便于冰箱废弃后的有效回收；同时考虑冰箱材料之间的相容性，材料相容性好，就可以一起回收，大大减少拆卸分类的工作量。如塑料中的 PC 和 ABS 的相容性好，在其零件部件不能重用的情况下则不必进一步分类，可一起回收处理。
、冰箱设计中考虑欧盟法令禁止使用的六种有害物质在材料中的存在形式，考虑采用替代材料。如冰箱中电镀件、电路板、丝印的印油中含铅，铜管焊接使用的焊料中含铅，阻燃塑料中含有 PDB 或 PBDE。不用镀铬的零部件。电源线中阻燃剂含溴物质用三氧化二锑代替。
、不使用破坏

臭氧物质，如冰箱制冷剂用 R600a 代替 R12，发泡剂用环戊烷代替 R11 等。

- (2) 冰箱可拆卸性设计。就是在产品设计的初级阶段就将可拆卸性作为结构设计的一个评价准则，使所设计的结构易于拆卸，因而维护方便。并可在产品报废后可重用部分，充分有效地回收和重用，以达到节约资源和能源、保护环境的目的。冰箱可拆卸性设计的主要策略有：
 - 、在满足功能要求和使用要求的前提下，尽可能采用最简单的结构和外形，尽可能组成产品的零部件材料种类最少、零件数量最少。
 - 、采用易于拆卸或破坏的连接方法。如设计中优先选择易于分离的搭扣式连接。如冰箱箱体采用多件拼装式，避免焊接整体形式。
 - 、尽量避免零件表面的二次加工，如油漆、电镀、涂覆等，尽量避免在注塑零件中嵌入金属件。
 - 、使用相同规格的固定部件及固定零件（如螺钉等）标准化。
- (3) 冰箱可回收性设计。冰箱可回收性设计可从几方面着手：
 - 冰箱设计的结构应易于拆卸。
 - 使用易于回收的材料：如铁、铜铝、热塑性塑料，少用不可回收材料，如热固性塑料、合金等。
 - 用同一材质部件，少用多种材质的部件，如冰箱拉手不要采用塑料加嵌金属件形式。
 - 把部件材料的成分进行标识，如增加可回收材料标志等。
- (4) 冰箱节能设计。节能设计就是设计合理的产品结构、功能、工艺或利用新技术、新理论使产品在使用工程中消耗能量最少、能量损失最少。如冰箱门双门封结构设计、多气囊结构门封设计可减少冰箱热量传递 3%，从而达到冰箱节能目的。如冰箱设计时优化制冷系统、采用高效压缩机和改进发泡层的导热系数就可使冰箱耗电量降低 10%。
- (5) 冰箱模块化设计。模块化设计就是在一定范围内，在对不同功能或相同功能下的不同性能、不同规格的产品进行功能分析的基础上，划分并设计出一系列功能模块，通过模块的选择和组合可以构成不同的产品，以满足市场的不同需求。如在冰箱设计通常将冰箱分为门体、箱体、制冷系统和电气系统四大模块。这种绿色设计思想可以同时满足产品功能属性和环境属性，一方面可以缩短研发与制造周期，增加产品系列，提高产品质量，快速应对市场的变化；另一方面可以减少或消除对环境的不利影响，方便重用、升级、维修和产品废弃后的拆卸、回收处理。
- (6) 冰箱绿色包装设计。绿色包装技术就是从环境保护的角度，优化产品包装方案，使得资源消耗和废弃物产生最少。冰箱绿色包装设计应做到“4R1D”（Reduce 减量化、Reuse 回收重用、Recycle 循环再生、Recover 能量再生和 Degradable 可降解）原则。冰箱绿色包装设计可以从包装材料、包装结构和包装废弃物回收处理 3 个方面着手。如减量化原则考虑，冰箱包装箱纸层数，在满足保护功能前提下，可由五层改为三层。从回收重用原则考虑，冰箱包装的 EPS 泡沫可由蜂窝纸板代替，因为 EPS 回收比例低，在大自然中难降解，焚烧时又会放出破坏臭氧层的化学物质，污染严重；而纸易于回收利用，在大自然中易分解，不会污染环境。又如包装箱印刷的油墨不要含有有害物质使用环保水墨等。

5. 电冰箱的绿色制造

绿色制造是一个综合考虑环境影响和资源消耗的现代制造模式，通过绿色生产过程生产出绿色产品。电冰箱的绿色制造技术主要有以下方面：

- (1) 节约资源的工艺技术。节约资源的工艺技术是指在生产过程中简化工艺系统组成，节省原材料消耗的工艺技术。这可从设计和工艺两方面实现。在设计方面，可通过减少零件数量、减轻零件重量、采用新技术使原材料利用率最高。在工艺方面，可通过优化毛坯制造技术、优化下料技术、少无切屑加工技术、干式加工技术、新型特种加工技术等减少材料消耗。如冰箱侧板的开料，通过设计调整侧板宽度尺寸使开料尺寸适合购买回来的卷钢宽度，这样卷钢的利用率就大大提高，减少边角料废弃。
- (2) 节约能源的工艺技术。如冰箱箱体运输由链条皮带式改为滚珠板式等。
- (3) 环保型工艺技术。如冰箱环戊烷发泡设备投入，实现全无 CFC 发泡工艺。冰箱防泄露技术、防爆技术的设计，使 R600a 冰箱工艺得到实现等。

5、结束语

今后绿色产品必将取代有污染的产品，非绿色产品的竞争力越来越小，绿色家电将成为 21 世纪世界市场的主导产品。我们必需及时调整家电产品的设计方法与思路，大力推进家电产品的绿色设计及制造来迎接绿色时代的挑战。

参考文献：

- [1]刘光复、刘志峰、李钢编著. 绿色设计与绿色制造. 机械工业出版社. 2000
- [2]别正业. 绿色制造技术在家电产品中的应用. 家电科技, 2003 (12)
- [3]洪志祥、寇龙艳. 家电产品的绿色设计与制造. 家电科技, 2003 (12)