

风冷冰箱化霜系统优化设计

高义刚¹, 彭庆红²

(1. 广东奥马电器股份有限公司, 广东 中山 528427;

2. 顺德职业技术学院 机电工程学院, 广东 佛山 528333)

摘要: 风冷冰箱要定期化霜来保证制冷系统高效运行, 因此需要不断优化化霜系统来提高化霜效果, 同时又不能增加耗电量和降低产品品质。为了达到更好的化霜效果, 通过调整风冷冰箱的化霜加热器功率和化霜的退出条件, 优化了化霜系统。经实验对比优化前和优化后的化霜系统, 发现化霜效果明显改善, 达到了优化目的。

关键词: 风冷冰箱; 化霜加热器; 化霜效果

中图分类号: TM925.21 文献标志码: A 文章编号: 1672-6138(2015)02-0001-04

DOI: 10.3969/j.issn.1672-6138.2015.02.001

随着生活水平的不断提高, 风冷冰箱以其无需停机化霜、温度下降快而且均匀等优点, 越来越受到人们的青睐, 市场份额正逐年提高。越来越多的冰箱生产商也在积极向风冷方向转变, 正大力开发风冷冰箱产品。

除了制冷系统, 风冷冰箱的另外一个关键技术就是化霜系统, 主要由化霜加热器及其控制系统组成。化霜系统要确保冰箱在其规格范围内最严酷的条件下能正常工作, 因此在风冷冰箱中, 一套制冷系统必须有与之相匹配的化霜系统, 并且努力使两者的匹配最优^[1]。

目前较常见的风冷冰箱都采用电脑采集时间和温度来控制化霜加热器, 其化霜系统包括化霜加热器、化霜定时器、化霜感温头和化霜熔断器^[2], 其中化霜熔断器是在异常状态下保护冰箱, 在正常条件下不会启动, 为此本文不考虑化霜熔断器的作用。一般冰箱的电脑控制系统通过统计压缩机运行时间、冰箱运行时间或者开关门次数来启动化霜加热器, 而通过判断总化霜时间或者化霜温度来关闭化霜加热器。

1 化霜效果的评估方法

目前国内冰箱出口绝大部分都是OEM(原始设备制造商)或ODM(原始设计制造商)模式, 要满足不同客户的不同要求, 但是又不能使同一产品千变万化, 否则对生产非常不利。因此, 要使产品满足所有客户的要求, 化霜系统就必须在最严酷的条件下也能正常运行。既不能化霜不足, 因化霜不足会造成蒸发器上的霜层越积越厚, 降低换热效率, 导致冰箱温度降不下来, 加长压缩机运行, 耗能增加^[3]; 也不能化霜过剩, 因化霜过剩也会造成能耗高, 而且会影响冰箱内的食品品质^[4]。目前化霜效果的评估方法有很多种, 它们往往都是一些经验丰富的冰箱制造商经过长期的市场验证提炼出来的。在这些评估方法中, 有比较简单的方法, 如直接长期通电, 查看化霜情况; 有比较复杂的评估方法, 如加测试负载、控制测试环境、模拟用户在使用过程中的开关门时间等。评估方法也有严酷和宽松之分, 如模拟最极端的使用情况, 让压缩机长期运行, 增加湿气负载, 让蒸发器霜层尽量厚是一种严酷的评

收稿日期: 2014-12-22

基金项目: 佛山市科技专项创新基金项目(2013AG100063)。

作者简介: 高义刚(1976—), 男, 湖北仙桃人, 硕士, 研究方向: 制冷系统的控制方法。

估方法；而模拟一般正常使用状态，如关闭冰箱门正常运转，蒸发器上没有很多霜，则是一种比较宽松的评估方法。本文选择了一种相对较为严酷的评估方法，以某冰箱制造商的一款BCD230W风直冷抽屉冰箱为例，说明化霜改善方法。这款BCD230W冰箱冷藏室为直冷，而冷冻室为风冷，在空间上相互独立的冷藏室和冷冻室采用各自蒸发器实现制冷，两蒸发器先后串联在同一个制冷循环回路上。按照如下测试方法评估化霜效果：

1.1 测试环境

环境温度 25 ℃，相对湿度 80%。

1.2 测试负载

冷藏室用 15 个 1.5 L 的水瓶作为负载并将冷藏室门关闭；按照 IEC62552^[5] 标准中的耗电量测试布点方式布置冷藏室的热电偶；冷冻室为空载。

1.3 测试程序

第一步：通电运行，调节温控器使冷藏温度稳定在 5 ℃ 左右。第二步：稳定后，将冰箱断电，然后断开电加热，冷冻门开口 20 mm，然后通电连续运行 72 h。第三步：待 72 h 后，断开冰箱电源，连接电加热，保持冷冻门开口，然后通电连续运行。在接下来的 4 d 内的最后一次化霜结束后，即刻断电检查冷冻蒸发器的结霜情况。判断依据：冷冻蒸发器翅片上的霜要完全化干净。

2 现有化霜方案及效果分析

2.1 现有化霜方案

BCD230W 的现有化霜系统控制流程如图 1 所示：

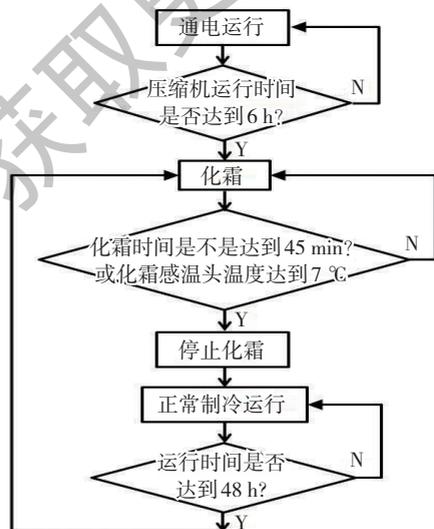


图1 现有化霜系统控制流程图

其中化霜加热器采用钢管，功率为 130 W；化霜最长时间限制在 45 min 内；化霜感温头固定在蒸发器顶部右侧，控制温度为 7 ℃。

2.2 效果分析

根据化霜控制流程和化霜效果的评估方案，在接通化霜加热器后的第二次化霜时拆开风道盖板检查化霜效果。

按照上述评估方案，选择一台 BCD230W 产品进行化霜效果测试。先断开化霜加热器，冷冻门按照要求打开 20 mm，通电运行 3 d；然后接上化霜加热器后继续运行，到第二个化霜结束时，停机检查。

测试过程中，化霜效果如图 2 和图 3 所示。图 2 为接通加热器前蒸发器上的结霜情况，从图中可以看出，蒸发器表面、两侧及其连接管上都结满了大量的霜，这对化霜系统来说是个沉重任务。图 3 为接通加热器后第二次化霜结束的情况，从图中可以看出，在第二次化霜后，蒸发器两侧仍残留了大量的霜，蒸发器表面也有部分霜没化干净。



图2 接通加热器前蒸发器上结霜情况



图3 接通加热器后第二次化霜效果

从化霜的效果测试可知：

- 1) 蒸发器上还有大量的霜没有化干净，特别是两侧和顶部，说明产品的化霜不合格。
- 2) 化霜加热器是在化霜时间达到 45 min 后停止

的, 说明化霜感温头温度还比较低, 没有达到 7 ℃。这表明 45 min 的化霜时间是不够的。

3) 化霜结束后, 蒸发器进出口管位置的霜比化霜感温头位置的霜更多, 说明进出口位置的低温会持续的更久。即使化霜感温头位置温度达到设计的 7 ℃, 化霜加热器停止工作, 进出口管位置的霜也不一定能化干净。

表 1 改进前后化霜系统对照表

	改进前的化霜方案	改进后的化霜方案
化霜加热器功率/W	130	150
化霜限制时间/min	45	90
化霜退出温度/℃	7	7
化霜感温头位置	蒸发器顶部右侧	蒸发器顶部左侧的进口管和出口管中间

由表 1 可知, 经过改善的化霜方案有以下特点:

1) 化霜加热器功率提高 20 W。由于蒸发器上剩余的霜较多, 仅仅靠延长化霜时间是不够的, 化霜时间太长, 也会造成放置的食物温度升高, 不利于食品储藏, 因此有必要提高化霜加热器功率。

2) 化霜限制时间由现有的 45 min 延长到 90 min。通过化霜感温头去判断结霜是否化干净, 将化霜限制时间延长可以保证化霜的结束与否完全由感温头来控制, 而不是用时间来规定化霜的中断。

3) 化霜感温头移到霜层更厚的左边, 即蒸发器进出口管位置。考虑到金属蒸发器的热传导比空气快得多, 如果感温头直接固定在蒸发器管路上, 可能会误导化霜加热器的工作, 因此可采用适当的夹具将感温头固定在蒸发器进出口管路之间。

3.2 效果分析

按照上述改进方案进行化霜效果的重新测试。在接通化霜加热器之前, 结霜情况与图 2 一样; 新方案在接通化霜加热器之后, 第二次化霜结束时的蒸发器表面结霜情况如图 4 所示。对比图 3 和图 4 可知, 化霜有了非常明显的改善, 新方案下蒸发器上的霜基本上都化干净了。

改进后的化霜方案化霜效果显著提高, 而且没有明显增加冰箱的耗电量。虽然化霜加热器功率增加了 20 W, 但对冰箱的耗电量测试基本没有影响。因为测试耗电量时, 为关门测试, 蒸发器上基本上没有结霜, 化霜加热器功率增加后, 化霜更快, 化霜感温头更早地停止化霜, 总的耗电量不会有较大

3 改进的化霜方案及效果分析

3.1 改善的化霜方案

改善化霜的方案常见有两种: 一是提高化霜加热器的功率, 二是延长化霜时间, 必要时可同时实施两种方案。针对以上实验结论, 将化霜方案进行改进, 改进前后化霜系统方案的区别如表 1 所示:

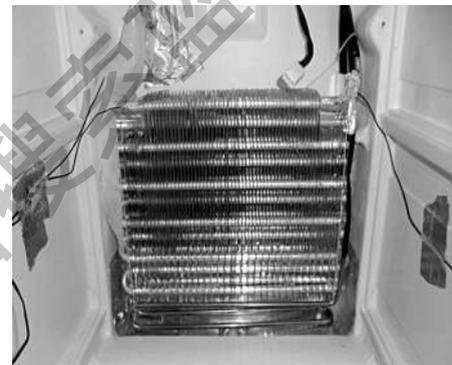


图 4 改进后的第二次化霜效果

增长。根据实验对比结果, 化霜加热器增加的 20 W 对耗电量的影响也非常小。改善前, 实测日耗电量为 0.652 kWh; 改善后, 实测日耗电量为 0.658 kWh, 非常接近。

在实施新的化霜方案时要注意: 第一, 设计上要确保化霜评估时化霜退出条件是化霜感温头温度达到, 不是化霜时间达到, 如果是化霜时间达到, 说明化霜不够。第二, 如果化霜感温头紧贴在蒸发器管路, 设定化霜退出温度时要考虑金属传热更快这个特点。通过适当的夹具将化霜感温头避开蒸发器, 会使冰箱的电脑系统更准确地判断化霜状态。

4 结论

一套与制冷系统匹配的化霜系统, 需要有合适的化霜加热器和合适的控制逻辑。在只增加了微小成本、结构和制冷系统都不需要做大调整的情况下, 通过以上改善, 化霜效果明显提升。化霜系统对冰箱的经济性、可靠性和安全性以及产品质量都

有非常重要的影响，本文介绍的只是改善的某一个方法，实际设计时需要通过多种测试不断分析优化，最终实现产品最优。

参考文献：

[1] 常见虎,周小天,胡哲. 基于结霜试验的冷藏室回风口优化分析[J]. 顺德职业技术学院学报, 2011,9(3): 10-12.
 [2] 韦刚,刘志成,赵渝生,等. 风冷冰箱化霜加热控制方式

的优化设计[J]. 家电科技, 2014(2): 60-63.
 [3] 李成武,隆莹,杨敏. 无霜冰箱风扇电机性能及对节能的影响[J]. 制冷,2014,33(2): 1-6.
 [4] 吴治将,彭莺,龙建佑. R290家用空调器系统性能优化实验研究[J]. 顺德职业技术学院学报, 2013,11(1): 12-14.
 [5] 国际电工委员会. IEC62552—2007家用制冷设备、特性和试验方法[S]. 瑞士:IHS(Information Handling Services)公司.

Experimental Research on the Optimization of the Defrost System of Frost-free Refrigerator

GAO Yigang¹, PENG Qinghong²

(1. Guangdong Homa Appliances Co.,Ltd, Zhongshan Guangdong 528427, China;

2. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Shunde Polytechnic, Foshan Guangdong 528333, China)

Abstract: It is essential to defrost a frost-free refrigerator regularly in order to ensure a sound performance of its cooling system. Thus, the effectiveness of the defrost system is of great importance, which needs to be raised on the condition that it does not increase energy consumption and lower product quality. In view of this, the author carried out an experiment which indicates that the defrost system could be greatly optimized by adjusting the power of defrost heater as well as improving its withdrawal mechanism.

Key words: frost-free refrigerator; defrost heater; defrost effectiveness

[责任编辑：吴卓]

函数图的基本组成

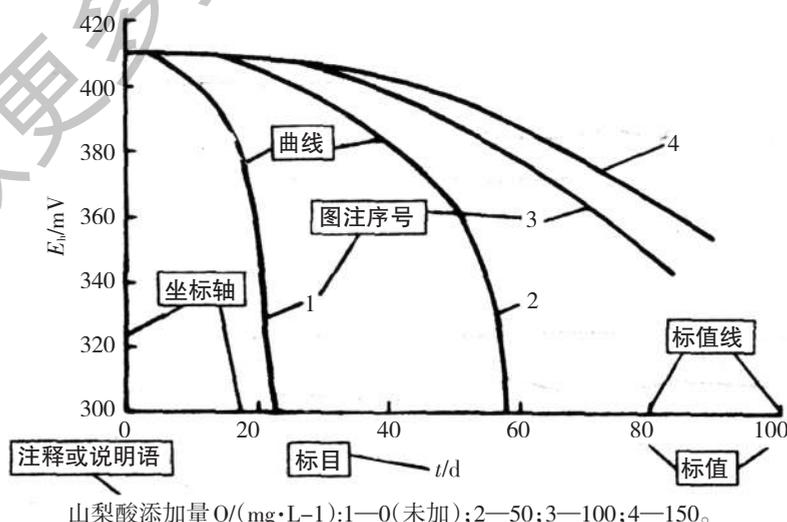


图1 山梨酸添加量对葡萄酒稳定性的影响

图序

图题

摘自《科技书刊标准化18讲》