

# 基于 Fluent 的风冷冰箱结霜化霜控制系统设计

韩士萍, 马 辉

(六安职业技术学院, 安徽 六安 237158)

**摘 要:** 该设计方案提出运用风冷无霜技术, 分析冰箱在不同因素影响下的温湿度、气流场和耗电量变化, 在此基础上利用 Fluent 中一些成熟的模块对冰箱整个系统进行建模仿真, 由此设计硬件电路来完成风冷冰箱控制器的研究。基于理论与实践分析相结合的风冷无霜冰箱控制策略方案是可行的。

**关键词:** 结霜; 化霜; 风冷冰箱

**中图分类号:** N945.23

**文献标识码:** A

doi: 10.3969/j.issn.1672-7304.2016.06.037

**文章编号:** 1672 - 7304(2016)06 - 0085 - 02

由于风冷无霜冰箱在冰箱行业中研发、制造、生产和销售的比例越来越大, 但风冷无霜冰箱在制冷结霜保湿除霜过程中会产生冷热交替, 消耗较多的能量, 制冷设备的高效节能降耗是缓解能源紧张、可持续发展的途径之一和研究热点, 因此开发出一套比较实用的风冷冰箱结霜化霜加热保湿控制模型, 优化风道设计, 提高制冷系统的效率具有重要的现实意义。

目前, 国内外对冰箱温度均匀性进行了大量研究, 采用 DPIV 粒子成像技术对冰箱内部流场进行实验研究, 展示了箱体内结构布局和出风口布局对各间隔室内流速和流量的影响, 但 PIV 技术成本太高, 试验周期和检测过程也很长<sup>[1-4]</sup>; 上海交通大学丁国良等通过 CFD 分析冰箱存在的温度不均匀性, 提出增添轴流式风扇并优化出风口截面形状等<sup>[5]</sup>; 台湾明道大学杨恺祥等采用 EFD.Lab 研究重力作用和风口布局对箱内流场和温度场的影响<sup>[6]</sup>。风冷热泵室外侧蒸发器极易结霜, 霜在换热器表面的沉积增加了冷壁面与空气间的导热热阻, 恶化了传热效果; 同时, 霜层的生长产生的阻塞作用大大增加了空气流过换热器的阻力, 在以风机驱动的换热器中造成气流流量下降, 使蒸发器的换热量大大的减少<sup>[7]</sup>。各国学者对简单的几何形面物体, 如平板、圆柱、同心圆等结霜的研究已经进行的比较深入<sup>[8]</sup>, 但对于翅片管蒸发器结霜的研究相对较少, 部分学者进行了翅片管式蒸发器结霜的研究, 但仅限于研究空气参数对换热器结霜的影响, 而很少研究片管式蒸发器结构参数对结霜的影响, 因此目前十分缺乏蒸发器优化设计的依据。基于 Fluent 的风冷冰箱结霜化霜控制系统研制方案设计解决风冷冰

箱的结霜化霜控制技术和制冷间室气流场仿真模型, 达到翅片式蒸发器的合理设计、风道口的最优结构和一整套的风冷冰箱结霜化霜控制系统。

## 1 设计思路

主要是在分析国内外研究基础上, 针对风冷冰箱样机进行大量的实验测试, 包括不同工况下的耗电量、出风特性、翅片式蒸发器化霜结霜特性和制冷间室温湿度监测实验; 针对冰箱整个系统的工作进行理论研究, 并有针对性地完成了对翅片式蒸发器和风道结构的数学模拟计算, 分析蒸发器结霜化霜周期和风门风道送风之间的变化关系, 进而提出合适的控制系统和风道结构的设计方法, 并通过建立数学模型, 对风道和冷藏室进行三维内流场数值计算, 通过最终实验结果对风冷无霜效果进行分析对比。

## 2 设计目标

本设计方案的研究对象是风冷无霜冰箱, 采用智能化霜除霜控制系统, 运用 Fluent 软件建模分析风道结构和内部流场, 实现对冰箱冷藏室和冷冻室的精确温度控制, 达到无霜和节能的目标。

## 3 设计方案

(1) 冰箱制冷系统中的各个部件都会对冰箱的性能产生影响, 在不同的工况下变化也有很大不同, 因此选择最佳的测试参数进行研究对实验效果会产生很大的影响。如图 1 所示为环境温度与冰箱性能关系图。



图 1 环境温度与冰箱性能关系图

作者简介: 韩士萍 (1974-), 女, 安徽寿县人, 副教授, 方向: 机电一体化。

(2) 在各测试参数中, 制冷间室温湿度, 环境温度湿度、风道结构和翅片式蒸发器的结霜化霜特性对风冷冰箱间室温度差和耗电量起到关键影响, 具有比较高的研究价值, 因此选择这三个参数作为实验测量数据。采用 Fluent 软件对冰箱制冷间室气流场进行建模。整个测试系统原理如图 2 所示:

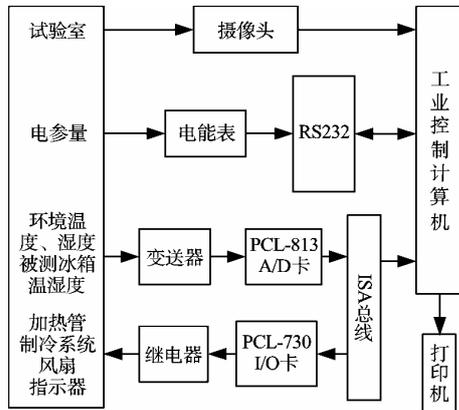


图 2 测试系统原理示意图

(3) 采用冰箱性能测试实验室、冷藏、冷冻间室布置温度传感器, 实验室间室布置温湿度传感器, 翅片蒸发器附近布置摄像头, 通过工业计算机实施查看各参数的变化。

(4) 设计一种结霜化霜加热保湿控制器, 通过软件建模过后的参数计算优化, 设计控制器的硬件电路和程序编写, 通过实际实验进行验证, 验证过程中同样不断调整参数, 完善建立的模型。

(5) 控制器安装的位置和外部塑壳的保护性, 风道风门的设计充分考虑气流场的数学模型, 完成样机的制作。

#### 4 结束语

该设计方案运用风冷无霜技术, 提出一种有

效的化霜加热控制方法是有效的分析冰箱在不同因素影响下的温湿度、气流场和耗电量变化, 在此基础上利用 Fluent 中一些成熟的模块对冰箱整个系统进行建模仿真, 由此设计硬件电路来完成风冷冰箱控制器的研究。综上所述, 基于理论与实践分析相结合的风冷无霜冰箱控制策略方案是可行的。

#### 参考文献:

- [1]孟祥兆, 俞炳丰, 间歇式冰箱冷藏室内流场的粒子图像速度场实验研究[J]. 西安交通大学学报 2007.9(41): 1075—1079.
- [2]Lee IS, Baik SJ, Chung MK, Rhee D. A study of air flow characteristics in the refrigerator using PIV and computational simulation[J]. Flow Visual Image Process 1999(6): 333—42.
- [3]Ben Amara, S.; Laguerre, O.; Charrier-Mojtabi, M.-C.; Lartigue, B.; Flick, D. PIV measurement of the flow field in a domestic refrigerator model Comparison with 3D simulations [J]. International Journal of Refrigeration, 2008.31(8):1328—1340.
- [4]Lacerda, V.T. Melo, C.; Barbosa Jr., J.R.; Duarte, P.O.O. Measurements of the air flow field in the freezer compartment of a top-mount no-frost refrigerator: The effect of temperature[J]. International Journal of Refrigeration, 2005.28(5):774—783.
- [5]Guo-Liang Ding, Hong-Tao Qiao et. Ways to improve thermal uniformity inside a refrigerator [J]. Applied Thermal Engineering 2004(24): 1827—1840.
- [6]Kai-Shing Yang, Wen-Ruey Chang et. An investigation of a top-mounted domestic refrigerator [J]. Energy Conversion and Management. 2010(51):1422—1427.
- [7]O Neal D L, Tree D R. A review of frost formation in simple geometries. ASHRAE Transactions, 1985;91(2A):267-281.
- [8]Tao Y X, Besant R W, Reikallah K S. A mathematical model for predicting the densification and growth of frost on a flat plate. Int. J. Heat mass transfer, 1933;36(2):353-363.

\*项目基金: 安徽省 2016 年度省级高校自然科学研究项目(项目编号: KJ2016A686)。

## The design of control system of air-cooled refrigerator frosting defrosting based on Fluent

HAN Shi-ping, MA Hui

(Luan Vocation Technology College, Lu'an Anhui 237158)

**Abstract:** The design scheme proposed cream technology by air cooling, the analysis of the refrigerator under the effects of different factors on the temperature and humidity, airflow field and power consumption change. On the basis of using fluent in some mature module is used for modeling and Simulation of the entire refrigerator system, thus the design of hardware circuit to complete the study of air-cooled refrigerator controller. Based on the analysis of theory and practice combination of air-cooled frost free refrigerator control strategy is feasible.

**Key words:** Frost; Defrost; Air-cooled refrigerator

(责任编辑: 张时玮)