

# 一种小型风直冷无霜冰箱自动除霜系统

## Development of the Auto-defrost System for Small No-frost Refrigerators of Combined Direct/Indirect Cooling

童 蕾<sup>1</sup>, 陈超敏<sup>2</sup>

(1.广东机电职业技术学院 广州 510515 2.广州第一军医大学 广州 510515)

**摘 要** 文章论述了风直冷冰箱的结构、制冷系统的特点,讨论了小型风直冷冰箱全自动除霜系统的技术难点,提出了具体方案,且对该方案作了评价,认为这种自动除霜控制系统简单、可靠、成本低,适用于无霜冰箱。

**关键词** 自动除霜 风直冷 石英加热管 二极管 电容器

**Abstract** This paper discusses the characteristics about structure and refrigeration system of the Combined Direct/Indirect Cooling refrigerator, explains the methods and technical difficulties of the defrost system for small no-frost refrigerators, and brings a solution and its evaluation. The evaluation shows that the auto-defrost system is simple, reliable, low cost, and can be used in small no-frost refrigerators.

**Keywords** auto-defrost, direct/indirect cooling, glass heating tube, diode, capacitor

中图分类号: TM925.2 文献标识码: A 文章编号: 1005-8354 (2004) 05-0001-03

### 1 引言

风直冷二合一冰箱集风冷和直冷冰箱的优点于一身:冷冻室采用风冷制冷方式,食品冷冻速度快且无霜;冷藏室采用直冷制冷方式,食品保湿保鲜,不易风干,在市场上越来越受欢迎。温暖潮湿地区,如东南亚一带就比较喜欢容积在 150L 左右的小型风直冷冰箱。华凌集团是国内最早生产无霜冰箱的企业,一直持续不断地按市场需求,提升技术,推出新产品。根据需要,集团专为为东南亚地区设计生产了采用风直冷混合制冷技术的 BCD-148W、128W 系列无霜冰箱。

### 2 小型风直冷冰箱简介

该系列冰箱在结构、制冷、控制方面都有其独特之处。

冰箱采用上冷冻下冷藏的立式双门结构,冷冻室有效容积均为 43L,冰箱外形尺寸(宽×深)为 491×588(mm),高度随冷藏室容积的不同而不同。

蒸汽压缩式风直冷混合制冷系统中有两个串联

的蒸发器,冷冻室的 F 蒸发器是翅片盘管式,轴流风机强制室内空气循环经过 F 蒸发器,使室温降到要求温度。冷藏室 R 蒸发器采用内置的板管式结构。

按经济实惠的原则,采用机械式控制系统,控制内容有保护、运行、除霜三方面。保护是针对压缩机、风扇电机等设置的。运行方面,则是把温控器置于冷藏室,感应冷藏室温度来决定压缩机的开停,冷冻室的温度通过蒸发面积的合理配置得到控制。如前所述,风直冷冰箱的最大特点就是保湿免除霜,保湿是因为冷藏室直冷,可免除全风冷冰箱对新鲜蔬菜水果的风干之虞。免除霜就是冰箱控制系统有自动除霜功能,对于风直冷冰箱来说,自动除霜系统的设计是一个关键点。

### 3 自动除霜系统的研制

#### 3.1 除霜方案

风冷冰箱之无霜,一是因为风冷冰箱的蒸发器隐藏在冰箱内部,人们看不到它的霜;二是霜可自动除去,且化霜水可自动排除。一般采取定时器+

突起式温控器控制的电加热化霜。双门直冷冰箱冷冻室的霜层一般采取强制停机的人工除霜方法，冷藏室则采用定温复位型温控器自动化霜。

综合上述两种方案，我们设计了风直冷冰箱全自动除霜初步方案，参见图 1。

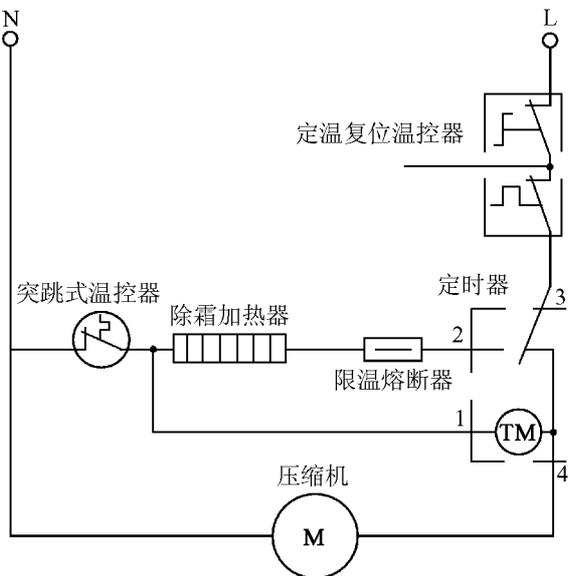


图 1 全自动除霜初步方案

通过多次调整实验，确定了各元器件的特性参数。冷藏室 R 蒸发器在发泡层内紧贴冷藏室内胆后壁，冰箱压缩机运行时，冰箱内胆后壁部分区域温度在 -20 左右，有霜形成。停机后，内胆后壁温度慢慢回升，通过安装在冷藏室内的 WDF 型温控器，控制后壁温度回升到 +5 左右，压缩机才开机进入下一运行周期。此时前一运行周期形成的霜已融化，沿后壁流入接水槽，再从排水管自动排出。WDF 温控器的工作过程及特性参数详见图 2 和表 1。

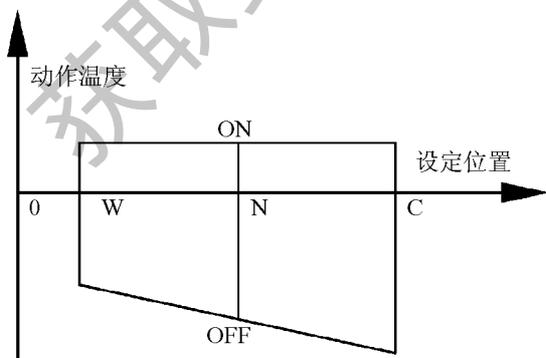


图 2 WDF 温控器动作特性

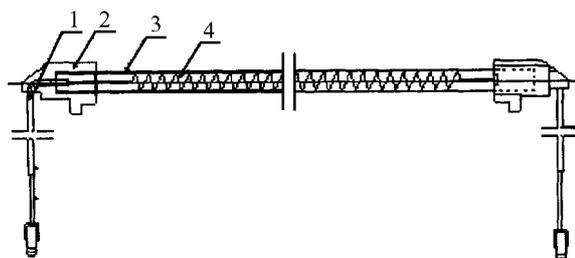
表 1 WDF 温控器特性

型号	强制 OFF	动作温度 ( )						强制 ON
		W		N		C		
		ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	
WDF	有	3.5	-8.5	—	—	3.5	-21	无
21		±1	±2			±1	±2	

冷冻室 F 蒸发器安排在冷冻室内，由起排风回风作用的冷冻室内板隔开，其上霜层也能自动清除。通过化霜定时器，在压缩机累计工作达 8 小时 46 分钟时，定时器接通除霜加热器回路，加热器通电发热，待固定于 F 蒸发器出口上的突跳式温控器温度达到  $(8 \pm 3)$  时，自动断开，除霜加热器断电，完成一次自动除霜。除霜结束，化霜定时器计时 2.4 分钟后，压缩机又启动开始工作，定时器又重新开始计时。性能匹配实验结果表明，除霜加热器功率定为 130W 为佳。限温熔断器是除霜电路的温度保护器，当温度达到  $(70 \pm 2)$  时便自动熔断。

### 3.2 存在的问题

选择石英加热管作为除霜加热器，此类加热器是冰箱化霜用小功率加热器，一般功率为  $(100 \sim 400)$  W。石英管中内绕镍铬合金电阻丝，两端用硅橡胶帽封装，详见图 3。



- 1、线束 2、硅橡胶帽 3、石英玻璃管
- 4、镍铬合金丝

图 3 冰箱用石英加热管结构示意图

石英管具有选择性远红外辐射的功能，电热转换效率高。若在石英管加热器的表面喷涂一层具有强烈吸附性能和催化活性触媒涂层，这样的加热器就同时兼具除霜和除臭两种功能。其设计参数见表 2。产品经长期浸水通电工作试验，绝缘性能及漏电

性能均达国家标准要求。华凌成熟的风冷产品都是采用这种除霜加热器，比如 BCD-182W 系列，电压 220V，功率 150W，石英管长 300mm（取决于安装尺寸），管内镍铬合金丝直径 0.23mm，电阻值约 320Ω。

表 2 石英加热管设计参数

序号	参数	选择范围
1	电压	(50~380)V
2	功率	(100~250)W
3	工作温度	180
4	石英管直径	φ10.5×φ8.5
5	石英管长度	根据需求设计

小型风直冷冰箱要求除霜功率 130W，石英管长 260mm，按初步方案，加热器电压 220V，那么管内合金丝电阻值约为 370Ω。由电阻值计算公式： $R=r \cdot (L/S)$ ，合金丝长度  $L$  减短，电阻率  $r$  不变， $R$  会增大，因此只有减小合金丝截面积  $S$ ，也即减小丝径。

按要求设计石英加热管出现的问题是，丝径减小，合金丝变软，绕成螺纹状后易发生相互接触，导致产品性能不稳定。

### 3.3 解决方法

单纯依靠改变化霜加热器的设计，很难满足小型风直冷冰箱对自动除霜性能的要求，只有通过合理设计化霜加热器，并在电路上采取一定的措施，二者互为补充，才能达到要求。本着这一指导思想，我们对全自动除霜初步方案进行了改进，详见图 4。在图 1 电路的基础上增加了一只整流二极管及电容器，就比较完满地解决了存在的问题。此时当除霜加热器两端电压为 220V 时，其加热功率是 260W，接入图 4 电路中，实际除霜功率只有 130W。

图 4 电路中，选择在高温下比锗二极管具有更好稳定性的硅二极管作为整流元件，根据整流方式和负载大小确定型号为 IN5399，其额定正向工作电流为 1A，反向耐压为 1000V。

在图 1 中，加热除霜进行至突跳式温控器温度达到断开，除霜结束，此时定时器的马达通过压缩机得电，经过约 2 分 48 秒的恢复运行才接通压缩机

回路。图 3 除霜回路串入整流二极管，在除霜结束后，定时马达无法得电恢复运行，此问题通过并接 CBB61 型交流电动机用金属聚丙烯膜电容器得到了解决。该电容器塑料外壳，环氧树脂灌封，安全可靠，可用于频率为 50(60)Hz 交流电源供电的单相电机的启动和运转。

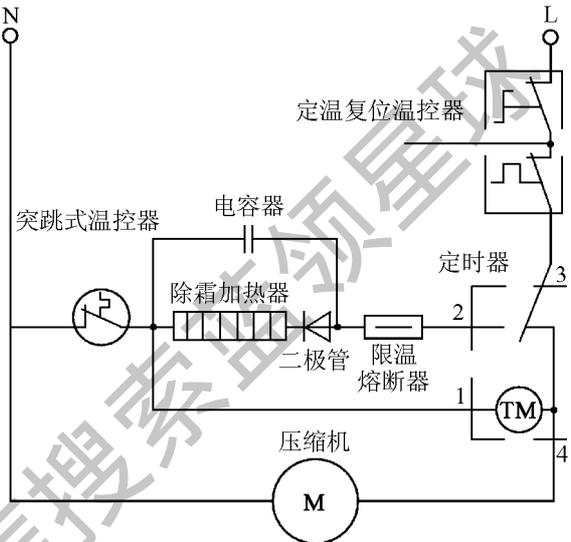


图 4 全自动除霜改进方案

## 4 结论

改进后的全自动除霜方案用整流二极管降低了化霜加热器电压，减小了化霜加热器单位长度的功率密度，提高了化霜加热器的可靠性，同时也可有效延长化霜加热器的寿命。该方法适用于小型和大型无霜冰箱的全自动除霜，理论和实验都证明其简单、成本低、可靠性好。

## 5 参考文献

- [1] GB/T 8059.4-93 家用制冷器具 无霜冷藏箱、无霜冷藏冷冻箱、无霜冷冻食品储藏箱和无霜食品冷冻箱[S]。
- [2] 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，1995.11。
- [3] 徐青平等. 新型无霜冰箱化霜电路剖析[J]. 家电维修 2002 (11)。

作者简介：童蕾（1966-）女 硕士，高级工程师，主要从事冰箱技术开发和试验研究。