

# 电冰箱修理从入门到精通

刘午平 主编.

国防工业出版社,

## 内 容 简 介

本书分为三篇,第一篇《入门篇》介绍修理电冰箱的基本知识及一般故障的处理方法;第二篇《提高篇》介绍电冰箱修理的检测、操作技能和各种常见故障的排除方法;第三篇《精通篇》介绍无氟电冰箱和电子温控器的检修、压缩机检修、开背补漏等专业修理方法。

全书精选的电冰箱典型故障检修实例,可以作为实际操作参照,所搜集的典型电路和零部件技术数据,是电冰箱修理实践中的宝贵资料。

本书可供电冰箱维修人员阅读,也可作为各类职业学校教学的辅助用书。

图书在版编目(CIP)数据

电冰箱修理从入门到精通/刘午平主编. —北京:国防工业出版社,2002 1  
(家电维修从入门到精通丛书)

ISBN 7-118-02643-3

. 电... . 刘... . 冰箱 - 检修  
. T M 925. 217

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 060083 号

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 12 283 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1 - 4000 册 定价:18.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

# 前 言

现在无论城市还是农村,电冰箱早已进入千家万户,是人们使用最多的家用电器之一。可是与电视机、视盘机相比,它的修理网点却要少得多。这可能有两个原因,一是电冰箱的结构相对简单,受经济利益驱动,大的家电维修店看不上;二是真的动手来修,对修理员的要求却不低,电冰箱里既有强电又有弱电,需要测量、焊接、抽空、充注等,远不是一把电烙铁和一块万用表所能应付的。

本书介绍了各类电冰箱的结构、工作原理,并对电冰箱常见典型故障做了详细的分析,提出具体的检查、修理方法。按照由浅入深、循序渐进的原则,本书分为三篇,第一篇《入门篇》介绍电冰箱的基本工作原理和结构,掌握电冰箱简单故障的修理方法;第二篇《提高篇》介绍电冰箱修理常用的检测、操作技能,使有初步检修技术的爱好者和修理员能迅速掌握排除电冰箱各种常见故障的能力;第三篇《精通篇》对无氟电冰箱和电子温控器的检修做了具体说明,并介绍了压缩机检修、开背补漏等比较复杂故障的修理方法。

电冰箱修理是一件操作性和技巧性比较强的工作,很多修理方法与技巧是在传统教科书中学不到的,这就要求修理人员要学好相关的理论知识,勤于实践,还应该努力吸取长期维修实践中总结出来的维修经验。因此,本书在讲解电冰箱的修理技术时,精选了一些电冰箱常见典型故障检修实例,这些实例具有代表性和启发性,不但可以按图索骥,作为实际检修的参照,而且能举一反三,给人以启迪,培养正确的检修思路。

本书在编著方式上力求文字浅显,内容简洁实用。书中每章都列出了阅读重点,并对警示性内容做出标注,书中搜集的电冰箱典型电路和零部件的技术数据,是电冰箱修理实践中的宝贵资料。

满足社会和用户的需要是每个家电维修员的努力方向,我们希望本书能有助于您成为一名技术过硬的电冰箱修理员。

参加本书写作的还有陈晓朋等同志。

编 著 者

# 目 录

入门篇

第一章 电冰箱的种类 .....	2
第一节 电冰箱的分类.....	2
一、电冰箱的分类方法 .....	2
二、电冰箱的规格、型号.....	3
三、铭牌 .....	5
第二节 家用电冰箱.....	7
一、单门电冰箱 .....	7
二、双门电冰箱 .....	7
三、多门电冰箱 .....	9
四、无氟电冰箱 .....	9
第三节 特殊用途电冰箱 .....	10
一、冰柜.....	10
二、厨房电冰箱.....	11
三、冰糕机.....	12
四、冷饮水箱.....	12
第二章 电冰箱的工作原理和结构 .....	14
第一节 基础知识 .....	15
一、温度.....	15
二、压力.....	16
三、热量、热传递 .....	17
四、物质的三种状态.....	18
第二节 制冷剂 .....	20
一、制冷剂的种类.....	20
二、制冷剂的代号.....	20
三、常用制冷剂的特性.....	21
第三节 电冰箱的基本结构 .....	23
一、电冰箱的解剖.....	23
二、电冰箱的制冷系统.....	27
三、电冰箱的电气系统.....	31
第三章 电冰箱的简单修理 .....	38

第一节 常用工具及万用表 .....	38
一、常用手工工具 .....	38
二、万用表 .....	39
第二节 电冰箱的日常维护 .....	40
一、电冰箱的检查与搬运 .....	40
二、电冰箱的使用调整 .....	41
三、一些情况的处理 .....	44
第三节 电冰箱简单修理 .....	45
一、电冰箱维修的注意事项 .....	45
二、压缩机不能启动 .....	45
三、不能制冷、制冷不良 .....	50
四、压缩机不停机 .....	52
五、漏电 .....	53
六、噪声 .....	54
七、照明灯失灵 .....	55
八、其它 .....	56

提高篇

第四章 制冷系统主要元件剖析 .....	58
第一节 压缩机的构造与检修 .....	58
一、压缩机的种类 .....	58
二、压缩机的结构 .....	59
三、压缩机的选配 .....	60
四、压缩机的检验 .....	60
第二节 制冷换热器的构造与检修 .....	64
一、冷凝器的形式 .....	64
二、制冷换热器的组合 .....	65
第三节 蒸发器 .....	66
一、蒸发器的结构 .....	66
二、储液管 .....	67
第四节 干燥器与毛细管 .....	67
一、干燥器 .....	67
二、毛细管 .....	68
第五章 电气控制系统主要元件剖析 .....	71
第一节 压缩机电机运行电路 .....	71
一、压缩机的启动形式 .....	71
二、常用压缩机启动元件 .....	73
三、压缩机的热保护器 .....	75

第二节	温度控制器 .....	77
一、	压力式温控器的工作原理.....	77
二、	温控器的分类及特点.....	78
三、	温控器的检验.....	79
四、	温控器的安装与调节.....	80
第三节	除霜控制装置 .....	83
一、	电冰箱的除霜方式.....	83
二、	常用除霜控制元件.....	84
三、	除霜系统工作过程.....	85
第四节	电冰箱中的加热器 .....	87
一、	温度补偿加热器.....	87
二、	其它加热器.....	89
第六章	修理电冰箱的基本技能 .....	91
第一节	焊接 .....	91
一、	焊接工具与材料.....	91
二、	钎焊操作要领.....	93
三、	管路焊接方法.....	95
四、	焊接工艺安全.....	97
五、	焊接后的检查.....	97
第二节	管路的加工 .....	98
一、	切断管子.....	98
二、	管口加工.....	98
三、	弯管 .....	100
四、	封口 .....	100
第三节	检漏与试压.....	101
一、	管路连接工具 .....	101
二、	管道连接方式 .....	103
三、	加压测试 .....	103
四、	常用检漏方法 .....	105
第四节	抽真空与充注制冷剂.....	106
一、	抽真空操作要领 .....	106
二、	充注制冷剂的方法 .....	108
三、	电冰箱制冷剂的充注标准 .....	109
第五节	管道的清洗与干燥.....	110
一、	管路污染的鉴别 .....	110
二、	制冷系统清洗方法 .....	111
第六节	更换冷冻油.....	112
一、	对冷冻油的要求 .....	112
二、	冷冻油的抽注 .....	113
第七章	常见故障排除方法与检修实例 .....	114

第一节 故障的初步判断..... 114

    一、电源盘的构造 ..... 114

    二、电冰箱的基本检查 ..... 115

    三、典型故障的特征 ..... 116

第二节 压缩机不启动的检修..... 119

第三节 制冷温度过低,不停机的检修 ..... 122

第四节 不制冷、制冷差的检修 ..... 125

第五节 其它故障的检修..... 132

精 通 篇

第八章 无氟电冰箱的检修 ..... 138

    第一节 无氟电冰箱结构特点..... 138

        一、无氟制冷剂的特性 ..... 138

        二、制冷系统技术特点 ..... 140

    第二节 检修无氟电冰箱的工艺要求..... 141

        一、准备必要的工具 ..... 141

        二、修理材料的选用与处理 ..... 142

        三、修理操作要点 ..... 142

    第三节 无氟电冰箱检修实例..... 143

第九章 电冰箱的专业修理 ..... 147

    第一节 压缩机的开壳检修..... 147

        一、压缩机故障的判断 ..... 148

        二、压缩机开壳修理要点 ..... 153

        三、压缩机机械故障的检修 ..... 157

        四、压缩机电机故障的检修 ..... 159

    第二节 制冷系统内漏检修..... 162

        一、蒸发器内漏的检修 ..... 162

        二、冷凝器内漏的检修 ..... 164

        三、门除露管内漏的检修 ..... 164

        四、电冰箱的开背修理 ..... 165

    第三节 电子温控器的检修..... 168

        一、认识几种电子元件 ..... 168

        二、电子温控器工作原理 ..... 174

        三、电子温控器故障检修实例 ..... 180

    第四节 电冰箱检修技巧实例..... 184

# 入门篇

入门篇的内容是为初学电冰箱修理的读者准备的。

看完入门篇,读者将对电冰箱的工作原理、整机结构、电路组成、使用要领、日常维护等各方面有所了解,还能学会排除电冰箱简单故障的方法。这里所说的“简单故障”,是指那些不用打开电冰箱的后背,不用拆换零部件就能排除的故障。这些内容,都是进一步学习电冰箱修理的基础。

**图例说明:**为了让您方便、快捷地从本书中获取您所需要的信息,书中特意安排了下面这些图标,根据这些图标的指示去阅读,可使您花费的时间减到最少,重点、难点了解的更快、更全。

**关注与重点:**此图标标示的内容是各章节中的重点。仔细阅读并充分理解这些内容,会使您提纲挈领地抓住要点,快速掌握电冰箱修理各环节中的重要理论知识以及动手操作的方法技巧。

**警示与强调:**此图标标示的内容涉及到电冰箱修理中一些关键和应该引起注意的问题,您需要认真对待,三思而后行,否则的话,可能会出现一些您不希望看到的结果和一些不该发生的事情。

**方法和技巧:**此图标标示的内容是电冰箱修理中的一些经验之谈和电冰箱维修高手的一些修理绝招。仔细阅读,灵活运用,可以帮助您快速掌握电冰箱修理中的一些技能和技巧,帮您解决电冰箱修理中的疑难杂症,快速进入电冰箱维修高手行列。

此图标标示的内容都是电冰箱维修人员多年经验的结晶,掌握这些内容,可使您快速判断电冰箱的故障类型和故障部位,使修理工作达到事半功倍的效果。



# 第一章 电冰箱的种类

电冰箱不但是化学制药、医疗卫生、食品保存、冷饮制作、餐饮服务等领域  
的必备设备,而且越来越多地进入家庭。由于人口、经济、地区环境不同,所  
适用的电冰箱型号、品牌也会不一样,所以有必要对电冰箱种类、特点有个大  
致的了解。

关注与重点： 电冰箱各种分类方法及使用特点。

电冰箱可以按用途、形体特征、制冷方式、冷却方式、制冷剂种类等分类。

电冰箱的大小按容积划分,用“升”为单位。“星标”表示电冰箱的制冷能力,家用电冰箱以“三星”或“高三星”为宜。铭牌是每台家用电器的标志,它上面标明了电器的品名、型号、规格及最重要的使用参数。

使用和修理任何电器产品,都必须首先认真阅读铭牌。电冰箱产品的铭牌一般钉粘在箱体背后的醒目处,或附在其使用说明书中。

“无氟电冰箱”,即指使用分子中不含氯原子或少含氯原子的化合物 HCFC 或 HFC,替代氟利昂制冷剂的电冰箱。一部分“无氟”产品的广告宣传上,以偏概全,给广大消费者造成了错误的认识,从而误导消费。

## 第一节 电冰箱的分类

### 一、电冰箱的分类方法

目前我国还没有关于电冰箱种类的统一标准,习惯上按电冰箱的用途、形体特征、制冷方法、冷却方式、制冷剂种类等来区分。

#### 1. 按用途分类

电冰箱是冷藏箱、冷冻箱或它们的组合的统称。冷藏箱的温度保持在 0 ~ 10 之间,低于普通房间的温度,所以能用来冷藏蔬菜、水果、奶类等,达到保鲜的目的。为了方便,在冷藏箱内单独设一个冷冻室,可以制造少量冰块或冷冻物品。

冷冻箱内温度在 - 18 以下,肉类食品放在里面会被很快冻结,能保持其营养和新鲜,较长时间地储存。新型家用电冰箱中的冷冻室常制成多格抽屉,方便物品的分类放入与取出,也能避免开门时大量热量进入箱内,降低制冷效率。

#### 2 按形体特征分类

电冰箱外型主要有立式和卧式放置两类,小型电冰箱也有悬挂放置的。但日常习惯上,更多地是按电冰箱装的“门”的数量,将它们分为单门、双门或多门几种。

单门电冰箱主要用来冷藏食品,在箱内有一个占总容积 1/5 的冷冻室,其温度能达到 -12℃,可短期储藏冷冻食品。

双门电冰箱的冷藏室与冷冻室分别设门,使用很方便。它的冷冻室容积较大,温度也较低,能较好地储存冷冻食品,很受用户欢迎。

多门电冰箱是指箱门分为上、中、下三扇门或四扇门(或更多扇门)的电冰箱。实际上,它们的基本结构与双门电冰箱相同,只是设置了不同温度的单独冷藏室,各自开门,使用更加方便。例如将双门电冰箱下部的果菜盒另辟为一室,就称为“果菜室”,安排在最下面的门内,就称为三门电冰箱。在三门电冰箱的基础上增加了一个专供储藏新鲜鱼、肉的“冰温室”,使它的室内温度保持在 -3℃~0℃,就成为四门电冰箱。

多门电冰箱下面几个室,多做成抽屉式,这便是通常所说的“豪华型”结构。当然,它们的防结露、除霜等功能更完善,有些新型电冰箱还会有一些如温度显示、开门声响、箱门锁等辅助设备。

3 按制冷方式分类

冰箱是制冷设备。按照热力学定律,无论用什么方法将物体的温度降低到环境温度以下(也就是制冷),都需要能量。目前,能付诸实用的冰箱制冷方式有蒸气压缩式、吸收式和半导体式几种。

几乎所有的家用电冰箱都采用蒸气压缩制冷方式。它利用制冷剂(例如氟利昂)在系统中蒸发时大量吸收箱内热量,达到制冷的目的。电动压缩机式冰箱的制冷效果好,制造工艺成熟,使用寿命可达 15 年以上。本书介绍的内容,就以这种冰箱为主。

吸收式冰箱采用“连续吸收—扩散式制冷系统”,不使用电力,而是用天然气、煤气甚至太阳能为热源,就能连续地制冷。这种冰箱无噪声,不用电,适合在沙漠、油气田等特殊场合使用。

半导体式冰箱是利用半导体的电温差效应制冷的。这种冰箱制造方便,工作无噪声,但需要直流电源,且制冷效率低,适合在汽车、实验室等处使用。

4 按冷却方式分类

家用电冰箱按冷却方式,可分为直接冷却(直冷式)和间接冷却(间冷式)两种。

直冷式电冰箱的冷冻室由蒸发器直接围成,食品放在里面,蒸发器直接吸取食品的热量进行冷却降温,所以叫做“直冷式”。目前,国内外生产的单门电冰箱都是直冷式。

间冷式电冰箱的蒸发器装于箱内夹层中,有在冷藏室和冷冻室之间隔层中的横卧式和在冷冻室后壁隔层中的竖立式两种安置方式。为了使蒸发器能迅速吸收热量(制冷),电冰箱里装了小风扇,把被蒸发器吸收了热量的冷风吹入冷冻室和冷藏室,形成强迫对流循环,使食品被冷却和冷冻。因食品不与蒸发器接触,是被间接冷却的,所以称为“间冷式”。

5 其它分类方法

冰箱还有其它一些分类方法,例如按制冷系统结构分为单回路和双回路;按冷凝器安装方式分为外挂式和内藏式;按除霜方式分为自动除霜和手动除霜;按温度控制方法分为机械温控和电脑温控;按结构装潢分为普通型和豪华型;按使用的制冷剂种类分为“普通”和“无氟”型等,我们将在后面再做介绍。

二、电冰箱的规格、型号

1. 电冰箱的大小规格

日常生活中,说到电冰箱的规格首先注意的是它的大小。电冰箱的大小是按它的容积划分的,以“升”为单位(文字参数上用“L”表示,注意不应该说成“立升”)。我国以前生产的电冰箱规格表示比较混乱,有的厂家采用有效容积表示,有的厂家则采用标称容积表示。现在国家标准规定,电冰箱的规格应采用有效容积表示,所以国产电冰箱的大小能从它的型号标志中准确看出。某些进口电冰箱的大小规格则是用标称容积来表示的,例如俄国生产的一种电冰箱标称容积为140L,而实际有效容积为126L。标称容积要大于有效容积,因为它包括了一些不能储藏物品的容积,如电冰箱门内的突出部分,蒸发器及小门所占的容积等。

国产电冰箱的最小规格为50L,是微型台式电冰箱。目前,家庭电冰箱的规格趋向大型化,有效容积超过200L的电冰箱已经普及。

2 电冰箱的温度等级

电冰箱的温度等级在一定程度上表示了它的制冷性能,通常以其冷冻室能达到的最低温度来区分。在电冰箱商品中,常形象化地用“星标”来表示它的制冷能力,所以习惯上有一星、二星、三星等说法。在电冰箱标准中,通常一个星标级别,代表-6 的温度差别。不同星级电冰箱的冷冻室温度级别见表1-1。

表 1-1 星级符号与冷冻温度的对应

星 级	星 标	冷 冻 温 度/	食 品 存 储 期/ d
一 星		- 6	7
二 星		- 12	30
高二星		- 15	50
三 星		- 18	90
高三星(四星)		- 18(可速冻)	90

其中的高二星为日本标准,未纳入国际标准,温度为-15 ,以多加一条星标边框线与二星级相区别。高三星与三星级温度相同,均为-18 以下,不同点是高三星冷冻能力较强,有一定的速冻功能。根据国际标准规定,高三星电冰箱冷冻室加满负载并稳定在-18 以后,放入相当于冷冻室容积的25%的鲜负载(如鲜牛肉),能够在24h内冻结,温度达到-18 。一般三星级电冰箱只要求能使-18 的冷冻负载,长期保持温度不高于-18 即可。高三星的标志是在三星标的左侧附加一个不同色调的星标,有的商家把高三星称为四星级。

3 电冰箱的气候类型

我国地域辽阔,各地的气候和环境差异较大,要设计出一种在各种气候和温度环境下都能经济、合理使用的电冰箱是有困难的。因此,国家制定标准有针对性按环境温度将地域分为几种类型,设计制造出最适合于在该环境温度下使用的电冰箱,以得到良好的制冷性能、较低的电耗及较好的性能价格比。

根据国家现行标准规定,按使用的气候环境,家用电冰箱分为四种类型,即亚温带型、温带型、亚热带型及热带型,并要求将气候类型的代号标注在电冰箱的铭牌上。所以,在选购或检修、测定时,应注意电冰箱铭牌上的气候类型代号含义。

按国际标准规定,不同气候类型的电冰箱(柜)代号与适用环境温度范围如下:

SN 代表亚温带型,适用温度为10 ~ 32

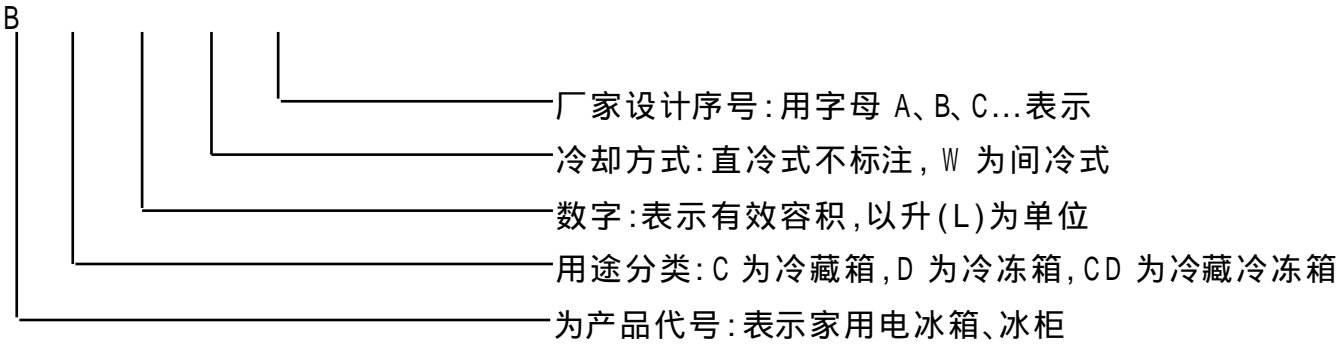
- N 代表温带型,适用温度为 16 ~ 32 (适应我国大多数地区使用)
- ST 代表亚热带型,适用温度为 18 ~ 38
- T 代表热带型,适用温度为 18 ~ 43

判别电冰箱的适用地域,也可观察电冰箱(柜)壁厚来区分,温带型电冰箱箱壁厚度一般为 60mm 左右,而热带型冰箱箱壁厚度在 60mm 以上,以更好地隔热保冷。

当环境温度超出规定范围时,电冰箱不能达到规定的冷却性能指标。例如,一台亚温带型(SN)的家用电冰箱,只有在 10 ~ 32 的环境温度范围内性能指标才符合要求。它在低于 10 的环境温度中,会出现停机时间过长、冷冻能力下降的现象,而在高于 32 时会出现开机时间过长甚至不停机的现象。这时不能说电冰箱的性能不合格或该电冰箱有问题。

4 电冰箱的型号

无论是国内还是国外,在电冰箱上都标有产品型号,而且每一型号都有特定的含义。根据我国国家标准 GB 8059—87 规定国产电冰箱的型号用一组字母和数字表示,家用电冰箱都以字母 B 开头,表示方法及含义如下:



例如:某电冰箱的型号为 BCD-185A,即表明它是有效容积为 185L 的家用冷藏冷冻箱,是原型设计的改进型号。型号 BCD-158W 是指有效容积为 158L 的家用间冷式冷藏冷冻箱。

国外电冰箱型号中标注的字母与数字,其含义与国产电冰箱不同。日本电冰箱的型号含义一般包括制造厂商、生产年度、有效容积、结构特点以及外壳颜色等内容。型号的前两个或一个英文字母表示产品的制造厂商,例如 MR 表示三菱电机, NR 表示松下电器, GR 表示东芝, R 表示日立, SJ 表示夏普, ER 表示富士通、将军等。型号后边的数字表示电冰箱的有效容积和生产年度,有效容积有的用升数直接表示,或用规定的容积系列来表示,而生产年度用公元年份的最后一位数表示,如“5”表示 1985 年生产。在这些数字后用英文字母表示结构特点和外壳颜色,如用 W、G、C、S 分别表示白色、绿色、紫色和乳黄色等。用 E 表示出口产品或采用电子温度控制。例如,日本东芝牌 GR-205E(G)型电冰箱,其型号中的“20”表示容积系列,真正有效容积为 165L,“5”表示 1985 年度的产品,“E”表示采用的是电子温度控制,压缩机采用电阻分相启动方式,括号里的字母“G”表示电冰箱外壳为绿色。

三、铭牌

铭牌是每一台家用电器的标志,它上面标明了电器的品名、型号、规格及最重要的使用参数。使用和修理任何电器产品,都必须首先认真阅读铭牌。电冰箱产品的铭牌一般置于箱体背后的醒目处,或附在其使用说明书中。海尔电冰箱的铭牌见表 1-2。

表 1-2 海尔电冰箱铭牌

型号	BCD-181C	额定电压	220V
气候类型	ST 型(10 ~ 38 )	额定频率	50Hz
防触电保护类别	I 类	输入功率	120 W
星级标志		耗电量	1. 2k W ·h/ 24h
总有效容积	181 L	制冷剂	h 130g
冷冻室有效容积	72 L	冷冻能力	3. 5kg/ 24h
冷藏室有效容积	109 L	外形尺寸	560 m m × 500 m m × 1627 m m
注：“ ST 型(10 ~ 38 )”是海尔企业内部标准。			

海尔电冰箱铭牌的各项含义如下。

(1)型号:BCD-181C

表示这是有冷藏、冷冻功能的家用电冰箱,有效容积为 181L,此型号为原设计改进后的 C 型产品。注意,产品的设计改进序号,一般按顺序排列用 A、B、C...标注,但也可能有跳过某个字母序列的情况。

(2)气候类型:ST 型(10 ~ 38 )

表示此电冰箱适合在亚热带地域使用,允许的气候环境是 10 ~ 38 。这个标准比上面介绍的国家标准要宽松得多,包括了我国的绝大多数地区。

(3)防触电保护类别

标注“ I ”类,说明该电冰箱带电体与人体可能接触的金属外壳间有较高的耐电压水平及较高的绝缘电阻,但这并不表明此电冰箱使用时可以免去接地。

(4)星级标志

高三星级的标志是在三星标的左侧附加一个不同色调的星标。

(5)有效容积

分别标注了总有效容积(181L)和冷冻室容积(72L)、冷藏室容积(109L)。这种电冰箱冷冻室相对较大,很受用户欢迎。

(6)额定电压、额定频率

国家标准规定,居民生活供电网单相交流电源(市电)额定电压 220V,使用电源电压值允差为 ±10 %,额定频率为 50Hz。由于世界各地的电源各不相同,所以国外市场的电器产品要注意此项参数。

(7)输入功率

输入功率 120 W,主要是指压缩机电机的消耗功率。

(8)耗电量

耗电量 1. 2 k W ·h/ 24h,是在规定试验条件下的指标。单位“ k W ·h/ 24h ”的含义是每天耗电的度数,所以这台电冰箱每天耗电量是 1. 2 度。

通常耗电量计算方法是:

耗电量 = 压缩机功率 × 工作系数 × 24(k W ·h/ h)

其中,工作系数 = 开机时间 ÷ ( 开机时间 + 停机时间)

例如:一台电冰箱的压缩机功率 120 W (0. 12kW ), 24h 中累计开机时间 10h, 累计停机 14h,如果要计算它的耗电量,应先算出它的工作系数:

工作系数 = 10 ÷ (10 + 14) = 0.42

再算出每天的耗电量：

耗电量 = 0.12 × 0.42 × 24 = 1.21(kW)

即它的耗电量是 1.21kW·h/24h。由于环境温度、湿度等测试条件不同，电冰箱内其它控制、电热元件也要耗电，所以实际测量得到的耗电量数值，与铭牌标的标称耗电量会有差值。

(9) 制冷剂

标注字母“h”，表明这台电冰箱使用的是“无氟”制冷剂。后面标注的数量是制冷剂注入量(130g)。目前家用电冰箱常用的制冷剂有普通“氟利昂”类 R12 与新型制冷剂 HFC134a(也称 R134a)，不同的制冷剂不允许互相代换。

(10) 冷冻能力

电冰箱的冷冻能力与耗电量有关，标注的冷冻能力是冷冻室在星级规定试验条件下 24h 能冻结的水重量，当然这个指标数值越大，表示电冰箱的冷冻能力越强。由于受环境条件的影响，这一指标并非使用中实际指标。

(11) 外形尺寸

标注数字分别表示电冰箱箱体的宽(正面)、深(侧面)、高尺寸，单位是毫米。可以看出，这台电冰箱形体修长，造型很美观。

第二节 家用电冰箱

一、单门电冰箱

单门直冷式电冰箱流行时间较早，可以说是改革开放后的第一代家用电冰箱，这种电冰箱只有一个门，容积为 180L 左右，内部空间主要用来冷藏食品。单门电冰箱上部 1/4 的空间有个悬挂式的蒸发器，装上一扇小门挡封作为冷冻室。蒸发器所围成的简易冷冻室只占总容积的 20%，冷冻温度控制在 -12℃ ~ -3℃ 之间，能用来制作少量冰块和短期储存冷冻食品。电冰箱下部 3/4 的空间作为冷藏室。冷藏室靠空气围绕蒸发器自然对流吸取箱内热量冷却，温度可控制在 0℃ ~ 10℃ 之间。

目前单门电冰箱向超小型箱体发展。小型单门电冰箱的容积在 70L 左右，外型美观、壳体工艺考究，采用金属喷漆或 PCM 喷涂工艺。内胆通常用工程塑料制成，如 ABS 板，或高强度的聚苯乙烯 (PS) 板及搪瓷或喷涂环氧树酯涂料等。夹层灌注聚胺酯或采用新型 HCFC141b 发泡技术保温成型。箱体中的制冷部件全部明装，以方便检修。这种电冰箱适合人口较少的家庭和饭店、宾馆的客房使用。

二、双门电冰箱

双门直冷式电冰箱，是在单门直冷式单回路的基础上发展起来的一种箱型，也是目前社会拥有量最多，使用最广泛的一种箱型。这种电冰箱冷冻、冷藏室和冷冻室有各自独立的门，通常上面是较小的冷冻室，而下面是较大的冷藏室。在冷藏室的下部有一个供储藏蔬菜和水果的果菜盒，并装有玻璃盖板。按电冰箱内部冷气传播方式的不同，双门电冰箱又分直冷式和间冷式两种，图 1-1 是它们的构造示意图。双门电冰箱的冷冻室容积较大，一般都占总容积的

30 % 以上。双门电冰箱冷冻室的温度较低,一般在 - 18 ℃ 以下,冷冻食品的储存期可以增长到三个月。近年为满足家庭批量购物的需要,双门电冰箱向“豪华型”发展,增大了冷冻室的容量,并将冷冻室从上面移到下部,使冷冻食品的储存期更长。

图 1-1 双门电冰箱的基本结构

### 1. 双门直冷式电冰箱

双门直冷式电冰箱除在冷冻室有一个蒸发器外,在冷藏室内也设有一个蒸发器。蒸发器的安装有外露式与内藏式两种形式,外露式蒸发器的金属面暴露在冷冻室或冷藏室内,直接与物品或空气相接触,直冷效率很高,但蒸发器表面容易结霜。内藏式蒸发器用不易结霜的 ABS 塑料与冷冻室或冷藏室相隔,能充分利用室内容积,工作时只会有少量结霜,但制冷效率要稍差一些。

双门直冷式电冰箱冷藏室和冷冻室内的食品都是靠箱内冷空气自然对流冷却,因箱内空气流速较低,故食品干缩较慢。冷冻室内的食品与蒸发器直接接触,故冻结速度较快。由于箱内部分的水分会在蒸发器周围冻结成霜,故直冷式电冰箱又称为有霜电冰箱。

双门直冷式电冰箱虽然在冷冻室和冷藏室内各有一个蒸发器,但箱内温度一般由冷藏室内的一只温度控制器进行调节,除霜方式一般采用人工除霜或半自动电加热除霜。

双门直冷式电冰箱的优点是:(1)结构简单,制造方便,它比双门间冷式电冰箱少几个部件,因此,价格一般比同规格的双门间冷式电冰箱便宜 10 % ~ 15 %。(2)冷冻室和冷藏室的蒸发器直接吸收物品中的热量,冷冻室内有相当一部分物品是直接与蒸发器表面相接触,加速了热量的传递,故冷却速度较快。(3)与同规格的间冷式电冰箱相比较耗电略省,在 32 ℃ 室温条件下,每天大约可省电 0.1 度左右。

双门直冷式电冰箱的缺点是:(1)由于箱内是靠空气自然对流来冷却物品的,因此,箱内的温度均匀性不好,靠近蒸发器部位温度低,而远离蒸发器的部位和门框附近温度较高。(2)冷冻室内会结霜,当霜层超过 1mm 以上时必须进行除霜。而每次除霜时都要将物品从冷冻室中搬出,致使物品温度的变化幅度较大,对食品的储存不利。同时,使用时也略感不便。(3)双门直冷式电冰箱只设置一个温度控制器,通过对冷藏室温度的检测,来控制压缩机的开停,因此不能对冷冻室温度和冷藏室温度分别进行调节控制。所以冷冻室和冷藏室的温度要高一起

高,要低一起低。

另外,在冬季室温较低的环境中,如果冷藏室温度与环境温度相接近,压缩机的工作时间缩短,会使冷冻室温度出现偏高的现象。环境温度过低时,压缩机甚至会无法启动。为避免这种现象的发生,必须在冷藏室蒸发器板上增设电加热器,以改善电冰箱在低温时的工作状况,但这样会使耗电量增加。

2 双门间冷式电冰箱

双门间冷式电冰箱中,冷冻室内食品蒸发出的水分随时被冷风吹走,在通过蒸发器时冻结在蒸发器表面,并由自动除霜装置自动清除,所以食品表面不会结霜,冷冻室内也不会结霜。因此双门间冷式电冰箱又称为“无霜”(NO FROST)型电冰箱。

双门间冷式电冰箱的优点是: 由于有风扇强制循环箱内冷空气,因而箱内温度的均匀性较好,冷冻室温度的变化也较小,不超过  $\pm 5$  ,对储存的食品十分有利。 冷冻室的温度靠温度控制器调节和控制,而冷藏室的温度高低靠风门开启的大小来调节,冷冻室和冷藏室的温度可分别进行控制,使用十分方便。 电冰箱里的水分在蒸发器表面结霜过多,会阻碍冷空气的对流循环,使箱内温度偏高,甚至不能降温。因此,间冷式电冰箱配备了全自动除霜装置。一般是每昼夜除霜一次,不需人去管理,最适合高湿度地区使用。

双门间冷式电冰箱的主要缺点是结构复杂,由于增加了一套完整的全自动除霜系统,一个循环风扇和一个冷藏室风门调节器,故价格要比同规格直冷式电冰箱高 10% ~ 15%。风扇、除霜电热器的耗电量也比较可观,整机耗电要比直冷式电冰箱高 15% 左右。另外,由于箱内强制对流循环冷空气的风速较高,会将箱内食品吹干,因此存放的食品应装入食品袋内,以防止干缩。

三、多门电冰箱

多门电冰箱是指箱门分为上、中、下三扇门或四扇门(或更多扇门)的电冰箱。三门电冰箱比双门电冰箱多一个果菜室,也就是将双门电冰箱下部的果菜盒单独做成一室。果菜室往往被安排在最下面的门内,大多数果菜室被设计为抽屉式。

四门电冰箱是在三门电冰箱的基础上增加一个 0 ~ 3 的冰温室,专供储存新鲜鱼、肉。在冰温室内,新鲜鱼肉形成“微冻结”状态,能最大限度保持肉类食品营养价值和新鲜程度。同时,微冻的鱼肉不会冻结成硬块,容易加工,很受家庭主妇的欢迎。也有的四门电冰箱是在三门电冰箱的基础上增加一个功能转换室。它可以根据用户不同的需要,调节室内温度,进行冷冻、冷藏或冰温保鲜的功能转换,使用更加方便。

多门电冰箱也分直冷式和间冷式两类,它们制冷系统的基本结构与双门电冰箱相似,不再重复介绍。

四、无氟电冰箱

无氟电冰箱的出现还是近些年的事。我们知道,现在生产使用的普通家用电冰箱是以“氟利昂”(简称 R12)为制冷剂的,它和电冰箱中作为绝热材料的发泡剂在化学上都属于氯氟化碳化合物(简称 CFC)。实际运用证明,CFC 本身性能稳定,无毒、无腐蚀、不燃烧,迄今为止,目前世界上还没有发现哪一种物质作为制冷剂 and 发泡剂能有更好的性能。但是,近年来科学家研究发现,CFC 物质泄漏散发到大气平流层中后,在日光紫外线的照射下,分子中的氯原子会和臭氧发生化学反应,会破坏臭氧层,导致人类皮肤癌发病率上升,对人类健康造成危害。为



了保护环境,许多发达国家签订了“关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书”,提倡世界各国电冰箱生产企业,在电冰箱生产中使用其它化学物质替代 CFC 作为制冷剂和发泡剂。这样,使用新型制冷剂和发泡剂的“无氟电冰箱”就出现了。

我们通常所说的“无氟电冰箱”,是指使用分子中不含氯原子或少含氯原子的化合物 HCFC 或 HFC,替代氟利昂制冷剂的电冰箱。严格地说,两类制冷剂化学成分的主要区别在于含氯的多少,所以通常所说的“无氟电冰箱”应称为无氯或低氯电冰箱。但本书中,仍然从众将这类电冰箱称为“无氟电冰箱”。

我国在无氟电冰箱生产中,不论是国产,还是引进国外技术,制冷剂和发泡剂的使用多种多样,尚未采用一种共同认可的制冷剂。目前,有的电冰箱采用 HFC-134a、HFC-152a 和 HCFC-22,也有的采用异丁烷作制冷剂,而作为发泡剂有的采用 141b、环戊烷,有的在氟利昂 CFC-11 中加入一定的水,以减少其实际用量。

我国也于 1991 年 8 月成为蒙特利尔议定书的签署国,根据蒙特利尔议定书,发达国家在 1996 年 1 月 1 日前停止使用 CFC,发展中国家可以有一定的延缓期。中国作为发展中国家,科研力量和工业基础尚不能和发达国家相比,因此承诺在 2005 年停止使用 CFC,2030 年停止 HCFC 化合物在电冰箱生产上的应用。随着我国“无氟”技术的发展,在电冰箱生产中有可能提前淘汰 CFC 的使用。

但是,一部分“无氟”产品的广告宣传上,以偏概全,给广大消费者造成了错误的认识,从而误导了消费。比如有的产品广告说自己的无氟电冰箱“无毒无害”,暗指使用 CFC 的其它品牌电冰箱“有毒有害”;有的广告宣传说我国将很快禁止使用普通电冰箱,只有买“无氟电冰箱”才能一步到位等等。这些说法都是不符合实际的。

无氟电冰箱的生产虽然日渐成熟,但仍然有一些难题没有完全解决,它的维修保养也比普通电冰箱要复杂。目前无氟电冰箱采用的制冷剂尚无统一标准,性能各不相同。比如 HFC-134a 制冷剂对管路中油、水、杂质等含量要求特别苛刻。碳氢材料制冷剂化学性质近似汽油,易燃易爆,要求电冰箱的生产维修有先进的专用充注系统、检漏仪器和焊接设备。也正因为如此,市场上无氟电冰箱的价格比相同规格的普通电冰箱要高一些。

### 第三节 特殊用途电冰箱

#### 一、冰柜

冰柜是一种卧式冷冻箱,是近年发展起来的一种冷冻箱型。冰柜的制冷部件、电气元件都与普通电冰箱基本相同,它与普通家用电冰箱的区别是没有冷藏室,而只有单一的大容积冷冻室。卧式冰柜外形如图 1-2 所示。这种箱体上开门结构,既方便存取食品,减少热空气侵入柜内,又利于节能。冰柜冷冻温度较低,能满足肉类、冷饮、乳制品的储存,已被饭店、食堂及冷饮摊点广泛使用。

冰柜外壳多采用金属喷涂工艺,内壳胆用铝、不

图 1-2 卧式冰柜的外形

锈钢板或压花板灌注发泡剂成型。柜门分上开、折叠和推拉玻璃门多种形式。冰柜有效容积在 100L ~ 500L 之间,内部多数只有单一的冷冻室或兼冷藏室,室温最低可达 - 18℃ 左右。

二、厨房电冰箱

厨房电冰箱是大型电冰箱的商品名称。厨房电冰箱的容积为 1L ~ 3000L,适合宾馆、饭店、机关餐厅、企业食堂使用,也常为经营肉类、冰制品的商家用作冷藏、制冷设备。

图 1-3 是几种厨房电冰箱的外形。厨房电冰箱用 1mm ~ 1.5mm 厚的钢板或不锈钢板制成箱体,内、外壳都冲压焊接成型,再用聚苯乙烯(PS)等保温材料填充在夹层间。箱内壁用 20mm 紫铜管弯成盘管式蒸发器,通过固定支架敷设在箱内板两侧和顶部明装,箱内空间设活动搁架储存食品,其机组部件均固定在箱底盘一侧托架中。

近年来,随着生产工艺和设计水平的提高,市场上还出现了卧式厨房电冰箱。新型厨房电冰箱采用全封闭压缩机组,并用毛细管代替膨胀阀。

图 1-3 厨房电冰箱外形

厨房电冰箱的制冷系统多采用单回路循环方式,而冷凝器采用“风冷”和“水冷”两种冷却形式。所谓风冷,就是利用冷却风扇向冷凝器吹风,使之强制冷却。所谓水冷,是将冷凝器密封在水套内,通过水的循环热交换作用,将冷凝器内的冰箱制冷剂冷却。水冷方式的冷却效率较高,多用于大型厨房电冰箱中。

厨房电冰箱中的全封闭压缩机,大多采用 380V 三相交流供电,只有个别功率较小的使用 220V 单相交流供电。图 1-4 是一种典型的冷藏设备控制电路,也被用在厨房电冰箱中。电路接通后,由电源 三相刀闸 熔断丝 F 热保护器 FT 电机 M 接触器 K 温度调节器 W 压力控制器 KP 熔断丝 F 经刀闸回到电源另一相,形成一条控制回路。

图 1-4 典型的冷藏设备控制电路

三、冰糕机

冰糕机是制造冰食品专用的制冷设备,又称冰棍机、冰棒机、雪糕机,根据生产量的大小,冰糕机型号较多,但其结构大同小异。

冰糕机的制冷方式,不同于普通家用电冰箱或冰柜。其制冷系统中的蒸发器不是暴露在空气中,而是以盐水作为载冷剂(冷媒),通过盐水使冰糕模具温度迅速降低,使冰糕原液冻结。通常可在 45 min 内将 30 左右的冰糕原液冻结,制成冰糕、冰棍出模。有些冰糕机增设膨化机构,可以制造更多的冰制食品,还有的冰糕机增设了小冷藏室。

冰糕机箱体多为卧式钢质整体结构,箱体外板与内板之间采用发泡聚苯乙烯板或超细玻璃棉作为绝热材料。冰糕机盐水池内敷设盘管式蒸发器和卧式搅拌组合。冰糕机的压缩机组装在框架底盘内,电气控制装置和上盖组合为整体可移动结构。

冰糕机使用 380 V 三相交流电源,多以 3k W 交流电动机作动力。电动机运转时,通过传动皮带,既驱动压缩机制冷,又驱动卧式搅拌器拨动盐水循环。

冰糕机的检修方法与普通电冰箱大致相同。如果需要充灌制冷剂,最好将作为冷媒的盐水全部放出,这样有利于缩短观察判断时间。

常用的 B-2 型小型冰糕机,采用 2F48 压缩机组、风冷凝器。这种冰糕机每 24h 能生产冰糕 2000 支,很受小冷饮厂的欢迎。较大型的冰糕机每 24h 能生产冰糕 6000 支~10000 支,有采用 2F66 压缩机组的 S-1、FS-1、XX-1、FXX-1 型和采用 2F63 压缩机组的 LBC-3、N-4F 和 B-4、B-5 型。

表 1-3 是有代表性的 B-8 型冰糕机技术数据,其电气控制系统与厨房电冰箱相同,可参照图 1-4。

表 1-3 B-8 型冰糕机技术规格

项目	规格	项目	规格
冰糕产量	8000 支/ 24h	冷凝器进水温度	< 30
标准制冷量	4650 W/ h	冷却水耗量	< 1 m <sup>3</sup> / h
R12 制冷剂注入量	6 kg	进出水管管径	3/ 4 英寸
18 号冷冻油注入量	2 kg	外形尺寸	2400 mm × 980 mm × 950 mm
压缩机型号	2F65	盐水重量	800kg
电动机功率	3k W	总重	800kg
冷凝器型式	卧式壳管式	工作电源	380 V

四、冷饮水箱

冷饮水箱是团体,中、小型饮料厂或专业户制取饮水、冰水的专用制冷设备。不同的冷饮水箱,从箱体结构形式分为两类,一类为立式钢质整体结构,水箱在上,机组在下组成的方形整体。另一种为钢质分体结构,圆形水箱独立,机组与水箱两体。

前一种制取冷饮,是将冷饮原料直接放入水箱与冷水混合,经蒸发器盘管吸热降温后,再通过控制水嘴将低温清凉饮料放出直接供应,或通过冷水直接冰冻瓶装啤酒等。要求水温在 10 ~ 15 之间,配套机组多采用 2F48 压缩机风冷凝器机组,电机 1. 1k W,适应水箱容积 0. 5 m<sup>3</sup> 左右。这类制冷装置最盛行于 20 世纪 80 年代前期。

后一种制取冷饮,是将已过滤消毒杀菌后的饮水,通过浮球阀放入水箱,经蒸发器盘管吸热降温后,再通过控制阀门放出,直接与二氧化碳混合装瓶,制取美味可口的瓶装汽水、可口可乐等供应市场。要求水温在  $3 \sim 10$  之间有利于二氧化碳混合。这类制冷装置目前广泛应用在中、小型饮料厂。配套机型多为 2F63、65、66(水冷凝器机组),适应于水箱容积  $1\text{ m}^3 \sim 2\text{ m}^3$  之间。

以上两类冷饮水箱,其箱体材料均经防锈处理喷漆,内胆多采用不锈钢材料,夹层用泡沫板或超细玻璃棉绝热材料填充。圆形水箱结构,并敷设螺旋式紫铜管蒸发器,经搪锡处理后紧贴于箱内板壁面与箱盖立式搅拌器配套,拨动饮水强制循环降温。当进水温度在  $25$  以下,出水温度在  $3$  时,每小时可产饮水  $200\text{ kg} \sim 400\text{ kg}$ 。

冷饮水箱制冷循环系统和电器控制系统,与冷藏箱的特点和电路相同。对冷饮水箱充灌制冷剂的检修,最好将箱内饮水全部放出,这有利加快观察判断时间。与厨房电冰箱的观察判断方法相同,如果不将饮水取出,虽蒸发温度在零度以下,但水温却在零度以上,观察回气管是否很快结霜是困难的。

## 第二章 电冰箱的工作原理和结构

物质的三种状态及物态变化是电冰箱制冷的物理基础。  
制冷剂是电冰箱的工作物质。虽然在电冰箱使用中不直接接触它,但  
维修时必须掌握对制冷剂的选择、鉴别、使用方法。  
任何电冰箱都是由三部分组成的,即箱体、制冷系统和电气控制系统。  
掌握它们的基本结构特点,是学习电冰箱修理的开始。

关注与重点： 学习并掌握有关电冰箱使用、维护、修理的基本术语,例如压力、真空度、制冷剂、电压、电流、电功率及电冰箱中各类部件名称等。同时要学会温度计、压力表的使用。

电冰箱“制冷”的实质是“吸热”。制冷系统由压缩机、蒸发器、毛细管、冷凝器等组成,连接这几部分的管路中充有制冷剂。初学者应当熟悉典型的双门电冰箱制冷系统结构。

电路系统中的元件符号是读懂电路的“语言”。要看懂电路图,首先要记住并熟悉电路图中各种符号。初学者看到元件符号,就应该有意识地联想到它的性能、外形,把符号和实物挂钩。

电冰箱制冷的基本原理是制冷剂的物态变化,具体情况如下表 2-1。

表 2-1 电冰箱内的制冷剂状态变化

循环部位	热量制冷剂状态	热量吸收与释放	说明
压缩机 蒸发器	气态 液态		消耗电能
蒸发器 冷凝器	液态 气态	吸收热量	即制冷
冷凝器 压缩机	气态、降温	放出热量	向空气中发散
压缩机	重新由气态 液态		完成制冷循环

氟利昂制冷剂虽然安全、无毒,但操作不当也会造成事故,使用时必须遵守规章制度,切不可粗心大意。

温度控制器是电冰箱重要控制元件。它利用感温管监测箱内温度,通过对压缩机电机开停来控制箱内温度。电冰箱维修实践中,由温控器造成的故障最为常见。

# 第一节 基础知识

## 一、温度

温度表示物体冷热程度。物体的冷热,不能只靠人的主观感觉,要有检查测量的标准。表示温度高低数值的单位是“度”,常用的有摄氏温度,华氏温度和绝对温度。我国日常使用最多的是摄氏温度,华氏温度只在部分国家和地区中使用。而绝对温度只在热力学工程和有关技术领域中使用。

### 1. 摄氏温度

摄氏温度是瑞典人摄尔修斯首先提出的。摄氏温度标准规定:在一个标准大气压下(0.1MPa或760mmHg),纯净水的冰点温度(也是冰的融化温度)定为零度,水的沸点定为100度,然后把零度和100度之间分为100等分,每一等分叫做1摄氏度,国际符号用“ $^{\circ}\text{C}$ ”表示。零度以上的温度,称为正温度,零度以下的温度,称为负温度,这在制冷工程中常用到。

### 2. 华氏温度

华氏温度是一个标准大气压下,把水的冰点定为36度,而把水的沸点定为212度,在冰点与沸点之间分为180个等分,每一等分为1度。华氏温度符号用“ $^{\circ}\text{F}$ ”表示。摄氏温度与华氏温度之间的换算关系是:

$$\text{摄氏温度} = \frac{5}{9} \times (\text{华氏温度} - 32) ( \quad )$$

或者

$$\text{华氏温度} = 1.8 \times \text{摄氏温度} + 32 ( \quad )$$

例如,我们测得室温是25 $^{\circ}\text{C}$ ,如果用华氏温度表示,就是

$$\text{华氏温度} = 1.8 \times 25 + 32 = 77 ( \quad )$$

### 3. 绝对温度

绝对温度又称热力学温度、开氏温度,常在科研、工程等热力学计算中使用。绝对温度的单位是“开尔文”,称为“开氏度”,用“K”表示。它将水的沸点定为373K,每一个读数间隔和摄氏度的间隔相同。绝对温度与摄氏温度之间的换算关系近似地如下式所示:

$$\text{绝对温度} = \text{摄氏温度} + 273 ( \text{K} )$$

例如,一个低温箱内的温度是摄氏-40 $^{\circ}\text{C}$ ,那么它的绝对温度即是:

$$\text{绝对温度} = ( - 40 ) + 273 = 233 ( \text{K} )$$

### 4. 温度计

物体温度的高低,要用温度计测量。图2-1是检修电冰箱时常用的玻璃温度计的外形。这几种温度计,在厚壁细径玻璃管中注进水银或酒精等液体,管壁上刻有刻度。利用液体的热胀冷缩的特性,在环境温度不同时,管内液体的体积有所胀缩,即可从液柱端面所对的刻度上读出温度数值。由于不同液体的凝固点不同,水银温度计的适用范围是-30 $^{\circ}\text{C}$  ~ 300 $^{\circ}\text{C}$ ,而酒精温度计可在-100 $^{\circ}\text{C}$  ~ 75 $^{\circ}\text{C}$ 范围中使用。

图 2-1 常用的温度计

二、压力

1. 压力的单位

关注与重点:在制冷工程中,压力是指单位面积上所承受的垂直作用力。从物理学角度说,这个概念也称为“压强”,压力一词在制冷工程中应用较广,压力单位是帕斯卡,简称“帕”,符号为 Pa。它表示每平方米面积上承受的垂直作用力是 1 N。用公式表示即为:

$$p = F / S$$

式中 p——压力,单位是帕斯卡(Pa);  
F——作用力,在国际单位制中为牛顿(N);  
S——作用面积,单位平方米(m<sup>2</sup>)。

过去,压力的单位比较混乱,现在按照国家标准统一起来。常用的单位还有千帕(kPa)、兆帕(MPa),它们之间的换算关系是:

$$\begin{aligned} 1 \text{ 千帕(kPa)} &= 1000 \text{ 帕斯卡(Pa)} \\ 1 \text{ 兆帕(MPa)} &= 1000 \text{ 千帕(kPa)} = 1000000 \text{ 帕斯卡(Pa)} \end{aligned}$$

旧式工程仪表或书籍上,常用千克力/平方厘米(kgf/cm<sup>2</sup>)作为压力单位,它与帕斯卡(Pa)的换算关系是:

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 0.098 \text{ MPa}$$

2 大气压力

我们地球表面的空气所产生的压力称为大气压力。大气压力不是一个定值,它随着地区海拔高度不同而存在差异,同时还随着季节、天气的晴雨变化而稍有变化。标准大气压力是指地球纬度 45°处,海平面高度单位面积上所受空气压力,以符号“atm”表示。在制冷工程上,还常用工程大气压作为压力单位,以符号“at”表示。它与标准大气压的差值很小,一般工程测量

中都可以用下面的简单换算关系：

1 工程大气压 = 98.0665kPa    0.098 MPa

### 3 绝对压力、表压力、真空压力

检修电冰箱、空调器时,了解管道系统承受的压力大小是很重要的,我们要弄清绝对压力、表压力、真空压力这三个概念。

绝对压力是表示气体的实际压力大小。表压力是由管道上连接的压力表指示读出的,也就是压力表上显示的读值,又叫工作压力,即被测气体的实际压力与当时大气压力的差值。所以

绝对压力 = 大气压力 + 表压力

或者

表压力 = 绝对压力 - 大气压力

如果制冷系统管道内压力低于外界大气压力,压力表测量的表压力呈负值,所表示的即是大气压力与实际压力之差,习惯上将它称为真空压力,又称真空度。

#### 4. 压力表

电冰箱、空调等制冷系统的压力,是用压力表连接在管道上测得的,常用的压力表有真空压力表和单用真空表两种。真空压力表外形见图 2-2,图中可以看出表盘示数范围为  $-0.1 \text{ MPa} \sim 1.2 \text{ MPa}$ 。工作时,若表针由表盘读数“0”处下移,靠近“ $-0.1 \text{ MPa}$ ”一端,则表示管道内压力低于大气压力,是真空压力;表针由 0 上移靠近  $1.2 \text{ MPa}$ ,则为正值表压力。这种压力表既能测量真空度,又能测量正压力。

图 2-2 压力表

单用真空表专用于测量系统的真空度,用于真空  
图 2-2 压力表  
泵吸气端,比双用表量程大、准确性高、精度大,但不能误加正压,否则易造成表件损坏。单用  
真空表表盘多用红色标线,负压量程为  $-0.1 \text{ MPa}$ ,抽空时表针由 0 标度处下移,越靠近  
 $-0.1 \text{ MPa}$ ,真空度越高,一般极限真空度可达  $-0.097 \text{ MPa}$  左右。

### 三、热量、热传递

热量是一种能量形式。在热传递过程中,如果物体放出热量,它的温度要降低;反之温度低的物体吸收热量后,温度会升高。所以说制冷过程的本质是吸收被冷却物体的热量,使它降温变冷。

在制冷过程中,热量的传递方式有三种:传导、对流和辐射。

## 1. 热传导

热量沿物体从温度较高处传递到温度较低处的过程叫热传导。在电冰箱的蒸发器中,管子的外壁温度高于内壁温度,因此热量就会从外壁向内壁传递。与蒸发器内壁接触的物体,热量也被管子传递出去,温度就会不断降低。

不同物质的传热本领是不相同的。容易传热的物质叫热的良导体,如铜、铝等金属。不易传热的物质叫做热的不良导体。所以电冰箱中用铜、铝作冷却系统管路的材料,使冷冻室、冷藏室中的热量能迅速传出,提高制冷能力。而电冰箱外壳里的隔热材料,则用聚氨酯泡沫型材料,以及塑料、玻璃棉等热的不良导体,使电冰箱外的热量不容易传进去,有利于保持箱内的低



温。

2. 热对流

通过液体或气体的流动来传递热量的过程叫做热对流。对流现象只能在液体和气体中进行,热对流是液体和气体特有的热量传递方式。对流有自然对流和强制对流两种方式。电冰箱冷凝器的散热主要是靠空气自然流动冷却的,是自然对流的例子;而电冰箱中制冷剂在压缩机的作用下在管路内的对流就是强制对流。

3 热辐射

热辐射是指物体以辐射的形式向外发散能量的过程,热辐射不需要借助于任何媒介物,它可以在真空中进行。太阳就是通过热辐射的形式将热量送到地球上的。热辐射的强弱除与物体温度的高低有关外,还与物体表面的性质有关。物体表面越黑,越粗糙,就越容易辐射热量或吸收热量;表面白亮光滑的物体不容易吸收热量,而善于反射热量。所以,电冰箱的冷凝器均涂成黑色以增强辐射散热,而外壳则喷涂浅色而光亮,以减少吸收环境的热量。

热量的传递中,传导、对流和辐射可以是同时发生的,例如电冰箱的冷凝器,冷凝剂高温蒸气通过管壁用传导形式传出热量,再由空气以对流形式将热量传播到空间,同时部分热量也从高温管壁以辐射方式散发到周围空间。

四、物质的三种状态

关注与重点:我们知道,自然界的物质有三种状态,即固态、液态、气态,随着外界条件(压力、温度)的不同,这三种状态之间亦可相互转化。例如常温下水是一种液体,把水加热到 100 后,水就变成气态(水蒸气),水蒸气冷却后又可以变成液态的水,水温度降低到 0 后继续冷却,会凝结成固态(冰),而对冰加热,在常温下冰又变成液体(水)。结合热量的吸收和放出,来研究物质的状态变化,对制冷技术有着极其重要的意义。

1. 物态变化条件

物质由一种状态转变成另一种状态,叫做物态变化。物态变化时必然伴随着热量的吸收或放出,其过程如图 2-3 所示。

由液态变成固态过程叫做凝固,在制冷技术中又称冻结。冻结总是伴随着放热,放出的热量叫做凝固热。液态变成固态时的温度叫做凝固点。

由固态变成液态的过程叫做溶解,溶解过程伴随着吸热,所吸收的热量叫做溶解热。物质溶解时的温度称为熔点。

物质从液态变成气态的现象叫做气化,气化有两种形式,即蒸发和沸腾。蒸发是指在任何温度下,液体外露表面的气化过程。蒸发现象在日常生活中到处可见,如湿衣服在阳光下很快晒干;酒精棉球擦皮肤时有凉感等,这都说明物质的蒸发过程伴随着吸热。沸腾是指在一定温度(沸点)下,液面内部和表面同时发生剧烈气化的过程。这时液体内部形成许多小气泡上升至液面,迅速气化并吸收周围介质的热量。

物质从气态变成液态的过程称为冷凝或液化,如水蒸气遇冷就会凝结成水珠等。水蒸气液化较容易,但有些气体的液化就需要在一定的低温高压条件下才能实现,如制冷剂 R12,就需要加压力 0.6 MPa 以上才能在冷凝器中放热液化。

图 2-3 物质三态变化过程

2 物态变化与制冷

电冰箱的制冷过程,就是通过管道内制冷剂的物态变化实现的。制冷系统中,制冷剂有几个关键的处理变化过程。

压缩:压缩是使制冷剂气体的体积减少、压力升高的过程,这时制冷剂要消耗外界能量,压缩的结果,制冷剂由气态变成液态。

节流:流动着的制冷剂液体,管道直径突然缩小,称为节流。这时制冷剂需要有高压推动才能保持其流量。然后管道断面又突然增大,造成流体压力急剧下降,制冷剂会立即由液态变成气态,同时温度降低,这是制冷中的关键过程。

冷凝:制冷剂气体冷却后转化成液体的过程称为冷凝。气态制冷剂冷凝过程中,须对其加压。

蒸发:制冷剂液体表面发生的气化现象,这时制冷剂液体表面分子脱离液体,变成蒸气分子。

3. 凝露与结霜

凝露是电冰箱工作中常出现的特有现象,它可能对电冰箱的使用造成不便,但又可借助凝露现象来分析判断故障。结霜是因为电冰箱工作中常有凝露出现而造成的,也与物态的变化有关。

我们知道,地球周围的空气主要由氮( $N_2$ )、氧( $O_2$ )、氩(Ar)气体混合组成。由于地球表面大部分是海洋,还有许多湖泊和江河井泉,每时每刻有大量的水分蒸发成为水蒸气。水蒸气进入空气中,使空气变得潮湿。为了表达空气的潮湿程度,人们常引用湿度这一概念。空气湿度,有绝对湿度,含湿量和相对湿度之分。

所谓绝对湿度是指在标准状态下每立方米湿空气中所含水蒸气的重量。相对湿度是指湿空气中水蒸气压力与同温下饱和水蒸气压力之比,也就是空气中实际所包含的水分与同温下空气中所能包含的最大水分(即饱和状态)比值,一般以百分数(%)表示。相对湿度可以用干湿球温度计(见图 2-4)测量得到。

干湿球温度计是用两支完全相同的温度计组成,其中一支是包有清洁的纱布,纱布一端浸入盛水玻璃管中,纱布的毛细现象能将水吸上,使温度计下端酒精泡表面呈湿润状态。这支温度计叫做湿球温度计,它标志的温度值称为湿球温度。另一支未包纱布的是干球温度计,其读数为干球温度,实际上就是周围空气温度。由于水在蒸发时要吸收一定热量,所以湿球温度总要比干球温度低一些,周围空气越干燥,湿球上的水蒸发越快,湿球温度就越低,所以我们可以从干、湿温度计所显示的温度差值大小,来测量周围空气湿度的大小。湿度计上在两支温度计间装一个滚动式标尺,当我们读出干球温度和湿球温度的差值后,转动标尺显示差值,即可对应查出当时的相对湿度。

图 2-4 湿度计

空气中水分的多少是随当时的温度空气高低而变化的。潮湿空气在温度降低时,其中的水分就会析出,夏天早上草丛上的露珠就是这样产生的。在电冰箱上,当有保温层损伤、门缝泄漏等故障时,相应部位温度降低,周围空气中的水分也会凝集,就会凝水“出汗”,出现凝露现象。凝露现象在潮湿闷热的夏季更多见。

结霜现象通常在电冰箱的蒸发器上发生。空气和电冰箱内保存物品散发的水分,在温度

很低的蒸发器表面,不仅凝结成露,而且冷冻成霜。白色的霜层覆盖在蒸发器上,由于霜是热的不良导体,会严重降低制冷效果。所以电冰箱内的结霜现象,是我们不希望出现的。电冰箱设计时,必须要考虑防止结霜,对已经积结在冰箱内的霜层,还要及时化除。除霜是电冰箱设计要解决的重要问题。

## 第二节 制 冷 剂

制冷剂又称制冷工质(简称工质),是电冰箱制冷中不可缺少的。电冰箱制冷剂类型的确定,质量好坏,会直接影响制冷效果。从制冷循环原理可知,制冷剂在压缩、冷凝、节流、蒸发过程中呈周期性循环,并在冷凝和蒸发过程中进行状态改变。电冰箱制冷时,箱内物体的热量要传递出去,传递热量的任务要由制冷剂来承担。除此之外,电冰箱检修时,还能利用制冷剂检漏试压。

### 一、制冷剂的种类

关注与重点:根据冷凝压力及其标准大气压(0.1MPa)下的蒸发温度不同,常见制冷剂分为三类,即高温、中温、低温制冷剂。

高温制冷剂:环境温度30℃时冷凝压力小于0.2MPa~0.3MPa,蒸发温度大于0℃的制冷剂,又称低压制冷剂。代号R11、R21、R113、R114等的制冷剂是高温制冷剂,它主要应用于离心式制冷机和在高温车间的制冷系统。

中温制冷剂:环境温度在30℃时冷凝压力约1.5MPa~2.5MPa,蒸发温度在-60℃~0℃之间的制冷剂,又称中压制冷剂,如R12、R22、R134a和R717、R142、R502等。这类制冷剂温度使用范围较广,普遍应用于单级或双级压缩式的制冷压缩机,尤其是R12和R134a制冷剂,多用于蒸发温度小于-40℃的电冰箱制冷系统,是家用电冰箱制冷的首选制冷剂。R22制冷剂多用于单级活塞式及旋转式压缩机的空调器制冷系统。

低温制冷剂:环境温度30℃时冷凝压力大于2.0MPa,蒸发温度小于-60℃的制冷剂,又称为高压制冷剂,如R13、R14、R503、烷、烯等。这种制冷剂主要用于覆叠式制冷装置的低温部分。

### 二、制冷剂的代号

目前制冷剂的品种繁多,如无机化合物、饱和碳氢化合物、环状化合物、非饱和碳氢化合物和它们的卤族元素衍生物和共沸制冷剂、非共沸制冷剂等。为了统一称谓和书写,国家采用规定编号方法,只要知道了制冷剂的化学结构,就能写出它的代号。制冷剂代号用字母“R”和它后面的数字及符号组成。例如常用制冷剂“氟利昂”(Freon),是饱和碳氢化合物(烷族)的卤族元素衍生物的总称,各种类别氟利昂制冷剂的书写代号如表2-2。

表 2-2 常用氟利昂制冷剂代号

制冷剂代号	化学名称	制冷剂代号	化学名称
R11	一氟三氯甲烷	R22	二氟一氯甲烷
R12	二氟二氯甲烷	R113	三氟三氯乙烷
R13	三氟一氯甲烷	R114	四氟二氯乙烷
R13B1	三氟一溴甲烷	R115	五氟一氯乙烷

### 三、常用制冷剂的特性

家用电冰箱和空调器常用 R12、R134a 和 R22 等制冷剂,下面介绍一下这几种制冷剂的特性。

#### 1. 制冷剂 R12

R12 的化学名称为二氟二氯甲烷,是目前在电冰箱制冷系统中应用最广泛的一种制冷剂。R12 属中温制冷剂,其工作压力适中。它的正常蒸发温度为  $-29.8^{\circ}\text{C}$ ,使用范围是  $-40^{\circ}\text{C} \sim +10^{\circ}\text{C}$ 。当冷凝温度为  $55^{\circ}\text{C}$  时,冷凝器中的工作压力也不会超过  $1.4\text{ MPa}$ 。R12 的临界温度为  $111.5^{\circ}\text{C}$ ,在环境温度范围内皆能液化。绝热指数较低,因此,排气温度也较低。

R12 在常温下是一种无色透明的液体,燃烧、不爆炸,是一种很安全的制冷剂。R12 稍有芳香味,当它在空气中的含量达 20% 时人才会感觉到。空气中 R12 的浓度超过 80% 时,会引起人的窒息。R12 在温度高达  $535^{\circ}\text{C}$  时尚不分解,但与明火接触时,会分解出有毒的光气。因此,在检修制冷系统故障时(此时,必然有部分氟利昂气体溢出),应避免在有明火情况下排放制冷剂。

警示与强调:水在 R12 中的溶解度很小,而且随着温度的降低,水的溶解度也越小。当 R12 中含有水分时,制冷系统管道(尤其是在毛细管或膨胀阀中)会产生冰堵现象。当 R12 中含水分过多时,还会产生卤氢酸而腐蚀金属,所以在 R12 系统里应该严格限制含水量,一般规定 R12 中的含水量不得超过  $25 \times 10^{-6}$ 。制冷系统、设备和管道在充注 R12 之前必须经过严格的干燥处理,且须在充液管路中或系统中装置干燥器,并在操作运行时严防空气进入系统。在常用温度范围内, R12 能与矿物性润滑油以任意比例相互溶解,因此,润滑油在 R12 制冷系统各部分产生不同的影响。在冷凝器中,润滑油将溶解于 R12 液体中,不会在传热表面形成油膜而影响传热。在储液器中, R12 液体与油形成均匀的溶液而不会出现分层现象,因而不可能从储液器中将油分离出来。润滑油与 R12 一同进入到蒸发器后会使蒸发温度提高,传热系数降低。因此,在氟利昂制冷机中,一般采用蛇管形蒸发器,而且液体从上面供入,蒸气从下面引出,使润滑油与 R12 蒸气一同返回压缩机。至于在压缩机中,润滑油中也会溶解有 R12。当机器停用时,压缩机内压力升高,油的 R12 溶解量增多。当压缩机启动时,压缩机内的压力降低到蒸发压力,油中的 R12 会大量蒸发出来,使油起泡,这将引起压缩机中油位的变化,影响油泵正常工作,所以较大容量的 R12 制冷机在启动前需先对压缩机内的油加热,让 R12 先蒸发出来。

R12 对一般金属不起腐蚀作用,但能腐蚀镁及含镁量超过 2% 的铝镁合金。R12 对天然橡胶和塑料有膨润作用。R12 制冷机中使用的密封材料应该用耐腐蚀的丁脂橡胶或氯醇橡胶。R12 全封闭压缩机中的绕组导线要用耐氟漆包线,电机采用 B 级或 E 级绝缘。

R12 的渗透能力很强,最易通过螺纹结合处、机器的接合缝隙、管道接头、焊缝的极细缝隙等处泄漏,且不易发现,所以要求 R12 的制冷系统的密封性能必须良好。

由于 R12 是含氯而无氢的氟利昂制冷剂,全球性的大量使用已造成大气臭氧层的破坏,我国政府规定最迟将于 2010 年停止使用。故目前的环保型电冰箱已逐渐用 R134a 等新型制冷剂来取代 R12。

#### 2 制冷剂 R22

R22 也是应用较广泛的一种制冷剂,多应用于用单级压缩的活塞式和旋转式全封闭压缩机装配的冷冻箱、空调器中。R22 的化学名称为二氟一氯甲烷,也是一种中温制冷剂。R22 的

使用温度是  $-50 \sim +10$  。当冷凝温度为  $35$  时,冷凝器中的工作压力不超过  $1.4\text{ MPa}$ , 压力比较适中。

R22 无色、无味,不燃烧、不爆炸,毒性比 R12 略大,但仍然是安全的制冷剂。它的传热性能与 R12 差不多,流动性比 R12 好,溶水性比 R12 稍大,但含水量仍然限制在  $0.0025\%$  以内,使用时制冷系统内应装设干燥器。R22 能部分地与润滑油互相溶解。而且溶解度随润滑油的种类和温度而改变。在温度较高时(如压缩机和冷凝器中)与油充分溶解,而在温度较低的蒸发器中,两者则要出现分层现象,一层为润滑油层,一层为制冷剂层,故系统回油困难。为此,制冷系统中蒸发器应采用上供液、下回气的流动方式,以便润滑油尽可能全部返回压缩机中去。

R22 的化学性质不如 R12 稳定,它对有机物(例如橡胶)的膨润作用更强。制冷系统使用 R22 时,可采用氯乙醇橡胶作密封材料,压缩机密封电机线圈应采用 E 级或 F 级绝缘漆包线,其绝缘材料容易被 R22 和冷冻油溶解,出现气泡、剥落变质产生不良后果。R22 对金属的腐蚀作用以及渗透特性与 R12 相同。

### 3 新型制冷剂 R134a

氟利昂制冷剂使用至今已有 60 多年的历史。当前电冰箱中用的 R12、空调器用的 R22、发泡剂用的 R11,都是氟利昂族中的一大类,称为氯氟烃类化合物,它由氯(Cl)、氟(F)、碳(C)三种元素组成,故简称为 CFC。迄今为止,世界上还没有一种替代物质能在经济性和能效上超过 CFC。

但近年来,科学研究发现氟利昂类制冷剂的大量使用与排放,造成了对地球大气臭氧层的破坏,局部形成了臭氧“空洞”,导致地球表面受到太阳紫外线透射的明显增加。臭氧层破坏造成的温室效应,会产生以下结果:

- (1)全球性温度上升。由于温室效应的影响,导致很多城市面临酷热的气候。
- (2)全球性海平面上升。据监测,从 1990 年到目前为止,海平面已经上升了近  $1\text{ m}$ ,酷热气候将导致冰雪融化,使海平面继续上升,这将对多数生物的生存造成不利影响。
- (3)皮肤癌患者增加。由于臭氧层被破坏,使紫外线辐射大量增加,而紫外线是导致皮肤癌的主要因素。

研究表明,造成大气臭氧层破坏的罪魁祸首是氟利昂中的氯原子。因此,国际签署的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》规定,发达国家于 2000 年前应完全停止使用含氯而无氢的氟利昂制冷剂(即 R11、R12、R113、R114 及 R115),发展中国家停止使用的时间可推迟到 2010 年。对含氯、含氢的氟利昂制冷剂,在 2020 年以后也要控制使用。

由于即将停用的 R11、R12 是最常用的制冷剂,因此寻找它们的替代物质是制冷工程界头等重要的事。经过几年的实验,目前各国的制冷设备制造商已逐步明确,新型制冷剂 R123(三氟二氯乙烷)和 R134a(异四氟乙烷)分别是 R11 和 R12 的替代物质。由于制冷剂 R22 是含氢、含氯氟利昂,因此 2020 年前还 unlimited 使用。

关注与重点: R134a 是一种新型制冷剂,它的臭氧破坏潜能(ODP)等于零,所以被广泛应用于绿色环保电冰箱中。R134a 与 R12 相比较有着较相似的热物理性质,但适合 R134a 使用的冷冻油、干燥过滤器、压缩机与 R12 不同。应采用水解性较强的 RL329 酯类油或合成油多元酯(PAG),与矿物油不互溶,并采用 XH-7 型干燥过滤器,压缩机的结构材料需要部分改动。R134a 的分子比 R12 小,更容易泄漏,又由于水解去卤化反应,要求系统保持绝对干燥,所以使用 R134a 制冷剂电冰箱的维修工艺及维修方法也有其独特的地方。

应该注意的是,R134a 仍属一种低氟物质,并非无氟,由于 R134a 的“温室效应潜能”还高,

负面影响也大,到 2030 年还要被替代,所以用它代替 R12 并非“一步到位”。市场上一些使用 R134a(即 HFC-134a)制冷剂、R141b(即 HFC-141b)发泡剂等生产的电冰箱,在箱体上标注“无氟”或“全无氟”字样,同时在相当一部分“无氟”产品的广告宣传中,以偏概全,误导了消费者。

据有关资料介绍,德国、比利时、丹麦及瑞典等国家越来越多的电冰箱厂,采用 R600a 作为电冰箱制冷剂 R12 的替代方案。对发泡剂 R141b 的替代,最被人看好的是 HFC-245fa,目前正处于应用及毒性试验之中,而美国、日本也看准这一技术。美国电冰箱厂家的制冷剂 R12 替代品,却仍以 R134a 为优选。也有的电冰箱厂家以 MP39 混合工质替代 R12,MP39 是美国杜邦公司开发的三元混合工质,已通过认证,被命名为 R401。MP39(R401)替代 R12 非常安全,简便易行,而且性能可达到与 R12 相当的水平,因可以使用 R12 压缩机,成本低于 R134a。MP39 也是 R12 相当理想的过渡性替代物质。

4 制冷剂使用注意事项

警示与强调:(1)盛放制冷剂的钢瓶必须经过检验,以确保能承受规定的压力。

(2)储存不同制冷剂的钢瓶不能互相调换使用。存放制冷剂的钢瓶切勿在太阳下曝晒,或放在靠近火焰及高温的地方。制冷剂运输过程中要防止钢瓶相互碰撞,以免造成爆炸的危险。

(3)钢瓶上的控制阀常用帽盖或铁罩加以保护,使用后须注意把卸下的帽盖或铁罩重新装上,以防在搬动中碰坏控制阀。

(4)遇到钢瓶的控制阀冻结,难以打开时,严禁用火烘烤,而应该将钢瓶移到较暖的地方或用温水解冻。

(5)当钢瓶中制冷剂用完后,应立即关闭控制阀,装上帽盖,以免空气或水汽渗入钢瓶。

(6)应避免皮肤直接接触及制冷剂,更不能让制冷剂进入眼睛。

(7)发现有制冷剂大量渗漏时,必须把门窗打开,否则会引起人的窒息。

(8)在氟利昂蒸气中使用明火,会有毒性光气产生。对制冷系统检漏时,如果使用卤素探漏灯,就更应该注意安全。在经过其它检漏方法不能奏效时,最终使用卤素探漏灯,这样比较安全。

第三节 电冰箱的基本结构

一、电冰箱的解剖

1. 电冰箱的基本组成

家用电冰箱应具备制冷、保温、控温三项基本功能。制冷是使箱内得到冷藏或冷冻需要的低温环境,这是电冰箱的主要功能。保温则是尽可能地减少箱外热量的传入,维持箱内的低温环境。控温就是将箱内温度控制在需要的范围内,既不能太高,也不能太低,以保证食品冷冻或冷藏的不同需要。为了实现上述三项基本功能,不论哪种电冰箱在整体结构上都应具有与之相应的三个组成部分,即制冷系统、电气控制系统、箱体及隔热保温系统。

制冷系统是电冰箱的主要组成部分。它通过制冷剂在系统中的循环变化,使箱内的热量转移到箱外的空气中,达到箱内降温制冷的目的。目前的家用电冰箱绝大多数都采用的是压缩式制冷系统,主要由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器等部件组成。

电气控制系统也是家用电冰箱不可缺少的部分。它的主要任务是控制压缩机的工作,使

其自动启动与停止、安全运转、控制箱内温度。电气系统还要完成化霜、除露,保证电冰箱在各种使用条件下都能安全、可靠地正常工作。

每个电冰箱都有漂亮的箱体,在外壳与内胆之间还有完善的隔热保温层。电冰箱的箱体、隔热保温层和内胆可以看作是电冰箱的躯体部分,它们的作用不仅是为了美观,更重要的是使箱内空气与外界良好隔绝,以保持箱内的低温环境,便于存放食品。

除了上述三个主要组成部分之外,为使用方便,各种品牌的电冰箱还精心设计了必要的附加部件,如制冷盒、搁架、果菜盒、蛋架等。

2 单门电冰箱的基本结构

单门直冷式电冰箱是呈垂直方向的长方体,普通型箱体容积多在 180L 左右,超小型箱体容积多在 70L 左右,除箱体高度有明显区别外,其它均有着大致相同的结构形式。外壳采用金属喷漆或 PCM 喷涂工艺。内胆通常用工程塑料制成,如 ABS 板,或高强度的聚苯乙烯 (PS) 板及搪瓷或喷涂环氧树脂涂料等。夹层灌注聚胺酯或采用新型 HCFC141b 发泡技术保温成型。箱体除整体发泡与箱板固定外,其制冷部件全部明装有利检修。上室 1/4 的空间置入悬挂式蒸发器设小扇门挡封作为冷冻室,室温可控制在 - 12 ~ - 3 之间,下室 3/4 的空间作为冷藏室。箱内空气围绕单一的蒸发器,通过接水盘边缝自然对流吸取箱内热量冷却,冷藏室温度可控制在 0 ~ 10 之间。早期有的厂家生产一种电冰箱,具有单门电冰箱结构,却将冷冻室和冷藏室分别开门,又称假双开门冰箱。图 2-5 是一种典型单门电冰箱的结构解剖图,可供使用维修时参考。

图 2-5 单门电冰箱的主要结构

3 双门直冷式电冰箱的基本结构

双门直冷式单回路电冰箱,是在单门直冷式单回路的基础上发展起来的一种箱型,也是目前社会拥有量最多,使用最广泛的一种箱型。图 2-6 是一种典型的双门直冷式电冰箱的剖面图,从图中看到这种电冰箱箱体构造,在制造材料及保温层发泡技术上基本相同,只是它的冷冻室和冷藏室各自独立,分别开门。电冰箱的冷冻室内主蒸发器与冷藏室的副蒸发器串联,制

冷过程中各自的蒸发器靠空气自然对流,吸取各自箱室内热量冷却。电冰箱冷藏室内装有温控器,用来设定冷冻室温度,并控制压缩机的开、停。通过温控器的设定,可以将冷冻室温度控制在 - 18 ~ - 12 左右,冷藏室温度控制在 0 ~ 10 之间。

这种电冰箱多采用平背式箱体,电冰箱的门框除露管、冷凝器、毛细管、回气管等均隐藏设置,外形整洁美观。但在内置部件出现堵塞或泄漏,造成电冰箱严重故障时,修理困难,费用也较高。

图 2-6 双门直冷式电冰箱结构

4 双门间冷式电冰箱的基本结构

双门间冷式电冰箱又称无霜电冰箱,也是目前广泛流行的一种箱型,其外形结构如图 2-7 所示。双门间冷式电冰箱与直冷式电冰箱的最大不同,在于箱内热量的传递散发方式。直冷式电冰箱靠箱内空气自然对流冷却,冷冻室与冷藏室基本隔绝,装有各自的蒸发器制冷,而无霜电冰箱的冷冻室与冷藏室是相通的,两者之间设风道隔板间隔。箱内唯一的翅片式蒸发器被装在冷冻室后部,或装在冷冻室与冷藏室之间的隔层内,依靠蒸发器里侧安装的由微型电机带动的小风扇,使箱内空气通过蒸发器形成强制对流。冷气经风道循环于冷冻和冷藏室之间。这种强制对流冷却效果比直冷式自然对流冷却降温快、箱内温度均匀,从而提高了冷冻速度,更重要的是冷风能随时吹走冷冻室内蒸发器翅片上冻结的霜层,所以冷冻室和食品只冻结,表面没有霜。这也是无霜电冰箱得名的来由。

为了将个别部位可能出现的霜层完全除掉,箱内还设有全自动化霜装置,定时融化霜层,将霜水排入接水盘内蒸发。双门间冷式冰箱由于增设了定时器电机、风扇电机、化霜加热器,耗电量比直冷式冰箱约高 10 % 以上。

双门间冷式电冰箱的箱体构造、隔热材料发泡技术与直冷式双门电冰箱相同。冷冻室的正立面由活动隔板密封,有利随时拆下观察检修。

随着间冷式无霜电冰箱不断改进,市场上还有一种采用双回路制冷系统的间、直冷混合型



图 2-7 双门间冷式电冰箱结构

电冰箱,它除具有独立的全自动化霜装置和风冷蒸发器外,其它结构与直冷式双回路电冰箱相同。

5 卧式冰柜的基本结构

冰柜是近年发展起来的一种冷冻型电冰箱,柜内温度最低可达 - 18 左右。它多为卧式放置,有单一的大容积冷冻室,此外诸如制冷部件、电气系统都与电冰箱基本相同。冰柜通常采用上开门式箱体,既方便存取食品,又能减少开柜门时热空气侵入柜内,提高了保温(保冷)性能。冰柜满足肉类、冷饮、乳制品等的较长时间储存,不但被饭店、食堂、冷饮摊点广泛使用,也迅速进入普通家庭。

冰柜造型多为长方形卧式箱体,外形结构见图 2-8。它的外壳采用金属喷涂工艺,内胆用铝、不锈钢板或压花板灌注发泡隔热材料。冰柜的开门方式有上开、折叠和推拉多种,常见的卧式冰柜有的直冷系统采用单一冷冻室(或兼冷藏室),总容积在 100L ~ 500L 之间,蒸发器用直径 8mm × 0.7mm (直径 × 壁厚)铝、铜管盘成,水平贴压在柜内壁发泡保温层内。

图 2-8 卧式冰柜的结构

目前不同牌号的卧式冰柜,其冷凝器的敷设方式有三种:一种是悬挂明装冷凝器,设在柜底或背箱板,靠空气自然对流散热;另一种采用内置式冷凝器,紧贴压在柜外板内壁,靠空气围绕柜外板自然对流散热;再一种是外置式风冷凝器,它与风扇电机组合在一起固定在柜底一侧,依靠风扇强制循环吹风散热。冰柜的电气控制系统包括温控器、开关、指示灯等,都集中装设在控制面板上。

二、电冰箱的制冷系统

1. 制冷循环原理

关注与重点:电冰箱制冷系统是个密闭的管路系统,其中充注制冷剂作为工质。制冷剂经蒸发、压缩、节流、冷凝四个过程,从周围物体中吸热,将热量转移放出,完成制冷的全过程,同时制冷剂的状态也发生变化,这一过程又称为制冷循环。电冰箱、冰柜和空调器等,采用机械压缩式制冷循环系统,图 2-9 是这种制冷系统的结构示意图。当然,制冷系统装在电冰箱中时,各个零件的形状和安装方式会有些变化,图 2-10 画出了一台单门直冷式电冰箱的冷冻系统,将它与图 2-9 对照来看,不难了解各零部件的名称和部位。

图 2-9 制冷系统基本结构

图 2-10 制冷系统的安装

整个制冷系统由压缩机、蒸发器、毛细管、冷凝器等组成,连接这几部分的管路中充有制冷剂。制冷系统的基本工作原理和制冷剂的循环过程如下所述。

压缩机吸入蒸发器中气化的制冷剂,将它由低温低压状态压缩成高温高压状态,送入冷凝器。高温制冷剂通过冷凝器将热量散发给周围的空气。在冷凝器里,高温高压的制冷剂蒸气由气态冷凝成液态,但它的温度和压力仍很高。在压缩机的推动下,液态制冷剂经过毛细管进入蒸发器。液态制冷剂进入蒸发器后,由于体积突然加大,不仅降低了压力,而且温度也急剧降低。进入蒸发器后的制冷剂已处于低温低压液体状态,极易吸收存放在蒸发器周边电冰箱内的物品的热量,而制冷剂本身在吸热过程中便由液态变为气态。

电冰箱中,制冷剂进入毛细管前,还要通过起吸湿与过滤作用的干燥过滤器。此时,制冷剂中若有杂质将被过滤,若有水分亦将被吸收。在蒸发器蒸发后的低温低压气态制冷剂再被压缩机吸入压缩,然后又经过冷凝器、干燥过滤器、毛细管而进入蒸发器,开始新的循环。制冷剂在密闭的制冷系统中如此循环流动,不断吸走电冰箱内的热量,直到达到箱内温度降低到预定值。

制冷系统的各个部分各有其功用:压缩机是整个循环运动的动力,其作用是提高制冷剂气态压力和温度,促使它在系统中流动、循环;冷凝器则使气态制冷剂放热而凝结成液态;干燥过滤器去除制冷剂中的水分和杂质;毛细管用来限制制冷剂的流量,并使其压力得到降低,同时配合压缩机将制冷系统分成了高压区和低压区两个部分;蒸发器则是使液态制冷剂吸热气化,降低冰箱内温度,使存放在箱内的物品得以冷藏或冷冻。

尽管不同类型的电冰箱,有不同形式的制冷系统,但上述几个基本部分缺一不可,否则达不到制冷的目的。

2 双门直冷式电冰箱的制冷系统

双门直冷式电冰箱的制冷系统中有两个蒸发器,其中一个较大的是冷冻室蒸发器(也叫主蒸发器),另一个较小的是冷藏室蒸发器(也叫副蒸发器)。制冷系统整体结构如图 2-11 所示。

图 2-11 双门电冰箱制冷系统结构

制冷系统工作时,制冷剂的循环路径是这样的:

当压缩机运转时,制冷剂经下冷凝器 左冷凝器 门除露管 右冷凝器 毛细管 副

(下)蒸发器 主(上)蒸发器 被压缩机吸回,完成一个单回路循环。

由图可知,这类制冷系统的唯一毛细管与副蒸发器、主蒸发器为串联结构。所以,系统工作时,制冷剂可以由毛细管先进入副蒸发器,后由主蒸发器送出;也可以先进入主蒸发器而由副蒸发器送出。因为没有统一的国家或行业规定,制冷剂的这两种流程都被采用。

第一种流程中,制冷剂经毛细管节流后先进入副蒸发器,再进入主蒸发器。由于主蒸发器容积大靠近压缩机,管道流阻对它的影响小,对冷冻室降温有利。由于温控器感温毛细管贴压在副蒸发器壁面,一旦制冷剂充注量不足,造成主蒸发器结霜不满,制冷量下降时,副蒸发器照样正常结霜制冷,温控器将正常控制压缩机开停,所以制冷系统采用这种流程,对制冷剂充注量偏差适应性强。但另一方面,当制冷剂充注不足,或制冷系统出现泄漏时,冷冻室制冷能力降低,副蒸发器却仍使冷藏室保持低温,甚至能保持其停机温度,使压缩机正常开停。

第二种流程中,制冷剂经毛细管节流后先进入主蒸发器再进入副蒸发器,制冷剂蒸气要通过副蒸发器后才能被压缩机吸回,由于管道流阻大,会有一定的压力损失,这对冷冻室的温度不利。另外,由于副蒸发器的容积较小,对制冷剂充注量偏差很敏感。采用这种方式的制冷系统,制冷剂稍有过量,就会造成吸气管在箱外部分结霜,造成冷量损失,增加耗电量。而制冷剂充注量不足,又会使副蒸发器过热,使冷藏室温度过高。这时贴压在副蒸发器中的感温毛细管因结霜不足或不结霜的影响,会使压缩机开停失常,甚至不能停机。因此,采用这种流程的制冷系统,制冷剂的充注量、毛细管流量和蒸发器容量必须严格控制。在系统发生泄漏时,冷藏室温度升高,电冰箱并能自动停机,若不及时检修,容易造成压缩机过热损坏。

综上所述,电冰箱制冷系统以采用第一种流程比较有利。

3 双温、双控电冰箱制冷系统

一般的双门直冷式电冰箱多为双温单控制电冰箱,即通过对冷藏室温度的控制,使冷冻室也达到其应该达到的温度要求。显然,冷冻室的温度会随冷藏室温度的升降而有所变化,而且为了便于冷冻室温度达到相应的星级要求达到的温度,冷冻室蒸发器与冷藏室蒸发器(亦称主蒸发器、副蒸发器)的匹配要求比较严格。

双门双温、双控制电冰箱是在常规的双门直冷式电冰箱的制冷系统中增加一组毛细管和一个换向电磁阀,并在冷冻室和冷藏室内各装一只温度控制器,以实现两室温度的分别控制。冷藏室温度控制器与冷冻室温度控制器相并联,同时控制电磁阀的工作状态。这种制冷系统的管路结构如图 2-12 所示。

图 2-12 双温双控电冰箱制冷系统

双温双控制冷系统工作过程是这样的:接通电源后,因冷藏室温度高于其设定温度,冷藏室温度控制器处于闭合状态,电磁阀断电,压缩机工作。制冷剂经由下毛细管进入蒸发器,冷藏室、冷冻室同时制冷。当冷藏室温度达到设定要求时,若冷冻室仍未达到设定温度,则冷藏室温度控制器断开,同时接通电磁阀,电磁阀换向,关闭下毛细管通道,接通上毛细管通道。因冷冻室温度控制器仍处于闭合状态,压缩机继续运转,制冷剂由上毛细管进入冷冻室蒸发器,冷冻室继续进行制冷。直到冷冻室也达到设定温度后,冷冻室温度控制器也断开,压缩机才停止工作。以后,不管哪个室的温度回升到启动温度,均能让压缩机启动,从而达到双温双控的目的。需要速冻时,可利用手动开关换向,使制冷剂只通过冷冻室蒸发器作单回路循环,冷冻室的温度能迅速降至  $-30\sim -25$ 。

双温双控制冷系统的优点是冷冻速度快,并能节约能量。

4 豪华型电冰箱的制冷系统

较新型的“豪华型”电冰箱有大容量的立式冷冻箱,采用搁架或抽屉式结构存放食品,食品分层置于搁架上或抽屉中,可以减少食品互相窜味,而且温度比较均匀,同时冷冻速度也较快。这种电冰箱的冷冻室可以开一个门,也可以开几个门,但都采用搁架式蒸发器的制冷系统,其结构示意图如图 2-13 所示。

图 2-13 搁架式蒸发器制冷系统

5 制冷系统的附属系统

(1)箱体除凝露系统

由于电冰箱箱体内外的温度有很大差别,在箱体内、外壳的结合部形成“冷桥”,再加上电冰箱门封的隔热性能较差,使电冰箱门周边的温度降低。当其温度降低到露点温度时,在箱门四周就会出现凝露现象。这不但会给用户造成麻烦,还容易锈蚀箱体外壳。为了防止箱体凝露,以往多采用在电冰箱门口周边的外壳内侧敷设电热丝,使箱门周边的表面温度接近或高于环境温度,从而消除了凝露现象。用电加热方法消除凝露与制冷系统无关,电冰箱的装配工艺比较简单,但电热丝要增加 10 W 左右的耗电量。

近年来,为了降低能耗,新型电冰箱多采用热管除露系统。它将压缩机排出的高压过热蒸气引入绕电冰箱门口周边设置的除露管,热蒸气通过除露管后再进入冷凝器,就可以利用部分冷凝热量使电冰箱门口温度接近或稍高于环境温度,从而起到除凝露的目的。这种结构不但可以防止箱门四周凝露,而且还起一定的冷凝散热作用。除露管的散热量约为电冰箱冷凝负荷的 30 % ~ 40 % ,因此冷凝器可以适当地缩小,所以这是一种非常经济实用的除露方法。

### (2)融霜水蒸发装置

前面说过,电冰箱都设计有除霜设施。早期生产的电冰箱使用中,蒸发器或管路上所结的霜融化成水后,一般要用接水盘或接水盒收集起来,定期人工倒掉,用起来甚感不便。

新型电冰箱则设有融霜水自行蒸发装置,它的构造是将副冷凝器平放于电冰箱的底部,上面设置一个蒸发皿,融霜水由导管从箱内引到蒸发皿里,利用副冷凝器的热量将水及时蒸发掉。由于融霜水的温度较低,还能对冷凝器产生一定的降温作用,因而对制冷循环有利。也有的融霜水蒸发装置是将蒸发皿置于压缩机顶部,借助于压缩机工作中产生的热量将融霜水陆续蒸发掉,这也能对压缩机起到一定的冷却作用,一举两得。

## 三、电冰箱的电气系统

### 1. 电路和电路图

#### (1)电路的构成

我们去商店买手电筒用的小灯泡时,为了检验它的好坏,售货员常会用一根电线,把电池和一个小灯泡连起来,灯泡要是发光,就证明电池有电,灯泡也是好的。这里,电池、灯泡、导线就构成了一个电路。这个电路虽然简单,却“麻雀虽小,五脏俱全”,具备了电路的主要组成部分:电源、用电器、导线和开关。这里电池是电源,灯泡是用电器,电线是连通电路用的导线,而售货员的手操纵线路的通断,控制灯泡亮灭,正起到开关的作用。

电冰箱的电路虽然复杂,可以看成是由多个简单电路组成的。每一部分电路,都是由电源、用电器、控制元件(开关)和导线这四部分组成。

电源的作用是为整个电路中的元器件提供能量。习惯上也常把墙上的交流电插座和电路中的供电部分叫做电源,因为它们能为需要用电的元器件提供电能。习惯上,修理员常将城市交流电网供电(家庭中的电插座)的电路称作“强电”,而将低电压、小电流的直流电路称为“弱电”。电冰箱中的压缩机电路属于强电范围,而较新型电冰箱中采用的电子控制、显示电路(例如电冰箱电子控温器)使用了大量的电子元器件,则是典型的弱电电路。

对市电电网来说,电灯、电冰箱、洗衣机等都是用电器。在每一件电器的具体电路中,为了分析电路,了解电路,也常把电路中的元件,如电阻、电热丝、晶体管、电动机等看作用电器。

凡能够按要求改变用电器工作状态的元件、系统,都可以看作是控制电路。例如电冰箱中,为了控制压缩机的转停,有的使用机械式温控器,有的使用电子式温控器。电子式温控器中,又有专门的元件控制压缩机电路的通断,起到控制器的作用。一般情况下,同类家用电器的档次高低和功能优劣,在很大程度上常常由它的控制电路决定。高档多功能电器常常配有复杂、精确、稳定的控制电路,所以我们了解电器的工作原理,常要分析它们的控制电路和控制元件。

#### (2)电路图

把电器的全部或部分元器件和它们的连接方式,用图示方法画出来,或者把整机各主要部分的作用和相互关系画出来,就是电路图。电冰箱检修中,电路图的常用画法有实体图、方框

图和原理图。

实体图形象直观,容易看懂,但对复杂的电路,不但元器件外形难画,而且连线纵横交错也难分辨,更不易进行电路分析。但在电冰箱检修中,为了将实体连线与电路资料对照检测,有一张详细的接线实体图是很可贵的。

原理图是最常见的电路表示方式,它按一定的规则,用文字、符号、数字表示元器件的种类、型号、主要参数和各元器件之间的连接方式。我们前面就是用原理图的方式介绍电冰箱的电路结构。电路原理图简单明了,规范整齐,易于进行电路分析,是最常用的、较好的电路表示方式。我们通常说的“电路图”,如果没有特别注明,就是指原理图。厂家生产的电器出售时,都附有电路原理图,它是日后使用维修的必要资料,用户应妥善保存。

方框图是把整体电路的主要部分分别用方框表示,框内注明电路功能。各方框之间的联系或信号流程,用连线或箭头表示。方框内一般不画出具体电路。尽管方框图不涉及具体电路,但它表示了电器的电路结构和工作原理,所以同类电器的电路设计可能千差万别,但其方框图却大体相似。方框图对分析具体电路起指导作用,看懂了方框图就能大致了解电路整体。方框图越细,对整体电路的表达越深刻。电器修理员不能立即断定故障所在时,常要用到方框图,以根据电路结构,确定问题在哪个“方框”内,缩小故障的查找范围。

## 2 学会看电冰箱电路图

电路图是每一种家用电器的资料,使用者和修理员只有看懂电路图,才能更好地使用和维护、修理。看懂电路图是对家电维修员的基本要求,也反映了修理员的水平。要很快看懂电路图,尤其是比较复杂的电路图(如电子温控器)不是件容易的事情,但只要学习了一定的电学知识,了解电路图的组成规律,就能很快地学会看图方法,能依据电路图分析电器的工作原理,确定每个元件的作用。初学者看电路图最好掌握下面一些诀窍。

### (1)熟悉电路图形符号

如同文字是语言的符号一样,电路图中的各种符号是电路的“语言”。就像一个不识字的人,看不懂丰富多彩的文章,如果不认识电路图中各种符号的意义,那么也不能了解图中表示的意思。要看懂电路图,首先要记住并熟悉电路图中各种符号。有些元器件符号是“象意符号”,它能形象地表示元器件的结构或电气性能,例如启动继电器的电路符号就形象地表示出它是由电磁线圈控制的触点开关,温控器在电路中就是一只(受温度控制的)开关。但是也有不少符号和元件的结构、外形并没有什么关系,这在电子电路中更多见,例如集成电路符号上看不出它的内部结构,各种集成块的外形也常常相去甚远。对初学者来说,看到元件符号,就应该有意识地联想到它的性能,并想象它的外形,把符号和实物挂钩。时间长了,看得多了,对电路符号就能逐渐熟悉起来。

图 2-14 列出了电冰箱电路中常用的一些零部件电气符号。另外还有些电子元器件的符号,将在学习相应元器件时再介绍。

### (2)弄清电路结构

复杂的电路都是由几个简单的单元电路组成的,每个单元电路又都是由为数不多的元器件组成的。我们拿到一张电路图,先根据某些有代表性的元器件,将整个电路化整为零地分成几部分,确定各单元电路的功能,再对单元电路各个击破,确定其中主要元器件的作用,了解单元电路的功能,最后找到各单元电路之间的联系。这样通过看图,我们就能了解这个电器的电路原理及工作情况,为操作使用或检修铺平了道路。

### (3)了解电路图的表达方法

图 2-14 电冰箱电路常用电气符号

电路图的作用是表达电器中各个元器件之间的连接情况,为了清晰明了,除了在电路图上用规定的符号表示各种元件外,还规定了一些连接表达方法。我们只有了解并熟悉这些方法,才能很快地看懂电路图。例如:电路图中的一条细线,表示连接导线或是线路板上的同一块铜箔。图中的导线上可能有多条支路,图上在分支(或连接)处用黑点表示。要注意的是这些支路的位置和实际线路分支或连接位置并不一定要一致。图上的各条支路,不论从干路哪儿分出来,都可以看成是连在一点上的。所以,图中的这条线不论多长,也不论有多少曲折,它的电阻都看作为零。又如:电路图上用虚折线相连的两个元件符号,表示它们是组装在一起的,例如带开关的电位器、继电器线圈和触点等。这两个图形符号在图中可能离得很远但实际上它们是一个元件。

为了简化电路图,图中的接地符号常常在多处出现,也没有再用导线将它们连通。实际在



电器中,这些接地端都是连通的,常常接在线路板的一大片铜箔上,或整机底板上。

对初学者来说,如果不能掌握看电路图的基本方法,面对纵横交错的连线,星罗棋布的符号,难以理出个头绪,会不知从哪里入手。只有遵循读图规律,学会读图的方法,才能事半功倍看懂电路图。这里我们将看电路图,分析电路的方法总结为几句话,可能对初学者有所帮助。

电路(图)方框(图)相对应,即把整体化为零;  
分析电路两头抓,输入输出要分明;  
电流方向为线索,始于电源沿线行;  
单元电路找主件,周围散件才易清。

2 典型单门直冷式电冰箱电路

图 2-15 画出了一台单门直冷式电冰箱的电气系统。由图中看到,整机电路由温度控制器、启动继电器、热保护器、压缩机组成了压缩机控制部分;门开关和照明灯组成了箱内照明电路。图 2-16 则画出了相关的元件实物连接情况。将两图对照来看,不难看懂电路的工作情况。

图 2-15 单门直冷式电冰箱电路图

图 2-16 单门直冷式电冰箱电路的实物接线

电冰箱的电源线插头插入电源插座后,压缩机电机的运行绕组(主绕组)和启动继电器线圈通过过热保护器、温度控制器构成了通路,电路中的瞬时电流值很大。以国产 93 W 压缩机电机为例,瞬间电流值可以达到 10A 左右。这个瞬间电流使启动继电器工作,继电器内衔铁被吸动(吸合电流 2.5 A),常开启动触点接通,使压缩机电机的启动绕组(副绕组)有电流通过,电机转动。电机启动后,电路中的电流减小。当通过启动继电器的电流下降到不足以吸住衔铁(释放电流为 1.9 A)时,衔铁下落,常开启动触点被断开,电机启动绕组断电,电机进入正常运转。这时电机的工作电流为额定电流,约 1.1 A。电路中压缩机启动绕组串联一个启动电容器,它的作用是增大电机的启动转矩,改进启动性能。

电冰箱正常工作时,热保护器的触点处于常闭位置。当压缩机电机发生故障时,热保护器内的电阻丝因通过大电流而发热,致使其中的双金属片受热而迅速变形,于是热保护器的触点断开,切断电源,避免故障进一步扩大。国产 93 W 压缩机电机配套的热保护器,在过载电流为 8A 时,能在 6s ~ 15s 内断开电路。

安装时,热继电器紧贴在压缩机外壳上。当压缩机电机因长时间工作有剧烈温升时,只要机壳温度超过允许温度  $90^{\circ}\text{C}$ ,热继电器内双金属片也会迅速变形,切断电路。当机壳温度下降到  $65^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$  时,热保护器会自动重新接通电路,压缩机重新工作。

箱内照明电路与压缩机控制电路并联,所以照明灯的通断不受压缩机工作的影响,不管压缩机运转还是停转,只要箱门打开,照明灯开关便接通,照明灯即点亮;关上箱门,照明灯即熄灭。

温度控制器是电冰箱重要控制元件。它利用感温管监测箱内温度,通过对压缩机电机开停来控制箱内温度。单门电冰箱只有一个温度控制器,主要用来控制冷藏室内的温度,当冷藏室内的温度高于  $8^{\circ}\text{C}$  时,温度控制器的触点接通,压缩机启动运转,制冷系统工作;待冷藏室内温度低于  $2^{\circ}\text{C}$  时,温度控制器的触点断开,压缩机停止运转,制冷系统停止工作。在夏季,当冷藏室内温度在  $2^{\circ}\text{C} \sim 8^{\circ}\text{C}$  时,冷冻室内的温度基本能达到标定星级的温度。

### 3 双门直冷式电冰箱电路

双门直冷式电冰箱的典型控制电路如图 2-17 所示。电路中采用的定温复位型温控器,它有三个接线端子,若温控器旋钮置于 OFF(断开)位置,则端子 H、C 之间断开,压缩机和加热器都无法与电源构成回路,处于不工作状态,只有箱内照明灯仍能工作。若将温控器旋钮旋离 OFF 位置,则其内部触点闭合,压缩机电机启动运转,电冰箱开始制冷。待箱内温度降到预定值时,温控器端子 L、C 间触点断开,压缩机电机停止运转,制冷系统停止工作。这时,温控器端子 H、L 间触点仍然接通,所以温控加热器和接水槽加热器与压缩机电机运转绕组仍构成一个电流回路,两个加热器工作。两个加热器和电机绕组是串联的,由于电机运转绕组阻值较小,而加热器的阻值很大(总阻值约为  $4032\ \Omega$ ),通电时绝大部分电压加在两个加热器上,电机运转绕组两端的电压很低,所以电机不工作。

温控加热器是为了防止冷藏室蒸发器自然化霜不完全,影响温控器监测而设置的,接水槽加热器是为了防止冷藏室排水管冻结用的。这两组加热器只有在压缩机电机停机时才工作。当箱内温度升高到预定值时,温控器端子 H、C 间触点闭合,将与其并联的两个加热器短路。这时电源通过温控器与压缩机电机构成回路,压缩机电机启动运转,制冷再次进行。待箱内温度降至预定值时,温控器端子 L、C 间触点再次被断开,重复上述过程。

双门直冷式电冰箱一般都设置有上述功能的电加热器,但不同牌号电冰箱的加热器数量多少和功率大小不一样。若双门直冷式电冰箱不安装上述加热器,在环境温度较低时会长时间不工作,导致箱内温度达不到标准。

电路中的运转电容器是为了改善压缩机电机功率因数和降低功率消耗所设置的。

### 4 间冷式电冰箱电路

间冷式电冰箱是靠箱内空气强迫对流来进行冷却的,所以在直冷式电冰箱的控制电路的基础上,还必须设置风扇的控制电路和除霜电热器及除霜控制电路等。图 2-18 是一种比较典型的双门间冷式电冰箱电路。

为避免打开电冰箱门时箱内“冷气”过多涌出,冷藏室采用的门开关是双向触点的,而冷冻室仍用普通门开关,只控制风扇的开停。当冷藏室开门时,风扇电机停转,同时箱内照明灯接通,关门后照明灯灭,箱内风扇又开始运转。当冷冻室门被打开时,风扇电机停止运转,关门后接通箱内风扇电机电路。风扇电动机通过门触开关与压缩机电机相并联,只要箱门关着,压缩机运转制冷时,风扇就同步转动,使箱内空气流动,而压缩机停止后,风扇也同时停转。

电冰箱的除霜控制由时间继电器、电热元件、热保护器和温度保险丝等组成。当冰箱工作

图 2-17 双门直冷式电冰箱电路

图 2-18 双门间冷式电冰箱电路

一定时间后,时间继电器将压缩机的电动机电路断开,压缩机停机,同时将除霜电热元件接通,开始加热除霜。蒸发器表面的结霜全部融化,温度回升(一般为 13℃左右)后,化霜温控器切断化霜加热电路。在蒸发器的除霜加热器停止加热约 2 min 后,时间继电器又将压缩机电路接通,恢复制冷过程。

为了防止化霜温控器万一失灵,不能及时断开除霜加热器电路,而使箱内温度持续上升,损坏塑料构件和隔热层,在除霜加热器电路中设置了温度保险丝。因温度升高而烧断保险丝后,电路不能自动恢复,必须将故障排除后,再换上新的温度保险丝,电冰箱才能重新工作。

5 冰柜电路

冰柜的电气系统与电冰箱并无大的区别,只是为了更好了解柜内工作情况,柜体面板上常装有工作指示灯,图 2-19、图 2-20 是两种常见的冰柜电路。图 2-19 电路用于外挂冷凝器冰柜,而图 2-20 用于风冷凝式冰柜,所以增加了为冷凝器散热的风扇。风扇与冰柜压缩机并联,只要压缩机运转制冷,风扇也同步运转,对冷凝器强制冷却。

冰柜电路中,通常设有 3 个指示灯,绿灯为电源接通显示,红灯为压缩机运转制冷显示,黄灯为速冻显示灯。当速冻开关按下时,温控器被短路,压缩机不再受其控制而与电源直接接通,持续运转,同时黄灯点亮,做出指示。

图 2-19 冰柜电路(1)

图 2-20 冰柜电路(2)

图 2-21 是双温双控冰柜的电路,电路中增加一个电磁阀和冷藏室 R 温控器,它的工作原理与双温双控电冰箱相同。

冰柜电路并不复杂,但由于电气控制板背面接线端子上,多种控制导线穿叉在一起,布线

图 2-21 双温双控冰柜电路

紊乱,电线连接又多采用插片形式,搬运震动时插片容易松脱。检修冰柜时应严格按照电路图准确连接。

# 第三章 电冰箱的简单修理

工欲善其事,必先利其器。学习电冰箱修理必须首先掌握各种工具、仪表的正确使用方法。

电冰箱的正确搬运、调整、使用是保证其正常工作的前提。

本章列举了电冰箱使用中一些情况的处理,这些情况大多数是使用不当造成的,而不是零部件损坏造成的。这点应在阅读时细心体会。

通过二十多个实例,介绍了电冰箱各类简单故障的修理方法。排除这些简单故障,基本上不需要更换零部件,这正是初学者入门的必由途径。

关注与重点: 万用表是最常用的电子、电工仪表,修理员必须熟练掌握它的使用方法。电冰箱维修中,宜选用有大量程交流电流挡的指针式万用表。

电冰箱的供电、除霜与温控器的调整是正常工作的保证。掌握正确的电冰箱调整方法,是学习检修的前提。

温控器是电冰箱中故障率最高的零件,本章对其作了初步介绍。

一定要从开始就养成正确使用工具、仪表的良好习惯。这是提高技术水平的必要条件,也是成为高品位修理员的必由之路。

电冰箱使用中出现的许多不正常情况,其实不能称为故障,因为那不是由于机件的损坏造成的。好的修理员要有认真观察和冷静思考的能力,不要盲目拆修,造成人为故障,或使简单故障扩大。

## 第一节 常用工具及万用表

### 一、常用手工工具

对电冰箱的简单维修和修理,并不需要很高深的专业技术和复杂的专用工具。但为了保证对故障现象有准确的判断,以及有良好的维修质量,无论是专业修理员还是业余爱好者,都应该准备一些常用的手工工具,并能正确地使用。

电冰箱的简单修理,需要下面一些常用工具:

各类扳手,包括活络扳手(活扳子)、管子扳手、梅花扳手、套筒扳手、六角扳手、开口扳手等。为了保护被拆卸的螺母,修理员应尽量使用梅花扳手和套筒扳手,养成不是迫不得已不用活络扳手的习惯。

螺丝刀(改锥),应准备不同大小若干规格的一字端口和十字端口螺丝刀。使用时切忌用小螺丝刀拧大螺丝,或用大螺丝刀拧小螺丝,否则很容易损坏工具或螺钉口,甚至对维修造成很大的麻烦。

各类锉刀,包括圆锉、扁锉、方键锉及什锦锉。

各类钳子,常用的是电工钳(克丝钳)、尖嘴钳。专业修理时还要用到夹扁钳、封口钳。

此外,最好再准备钢锯、榔头、剪刀、凿子、尖冲、钻头、油壶等工具,以备需要时使用。简单的电冰箱维修,用不到很多电工工具、仪表,但一支试电笔是必备的。

准备一支大一点的手电筒,会给维修工作带来很大方便。

二、万用表

万用表是一种多用途、多量程的电工测量仪表,是检修电冰箱电路必不可少的工具。市场上常见的万用表有指针式和数字显示式两种,由于电冰箱检修中较多地涉及“强电”的电工测量,从经济耐用角度考虑,指针式万用表更适合些。图 3-1 是一种万用表的外形。

一般万用表都能测量交流电压、直流电压、直流电流和电阻,较高档的还可以测量交流电流、电感、电容和电平等。检修电冰箱电路,对所用万用表的精度高低、挡位多少并无过高要求,几乎任何型号万用表都可以胜任。如果是专业电冰箱修理员,那么选用有大量程交流电流挡的万用表,使用更方便一些。

万用表使用前,要首先检查表针是否指在零位(表盘标度线最左端)。若指针未指零位,可以稍微旋动表盖上的校正钮,使表针指零,以保证读数准确。红色和黑色的两支表笔分别插入万用表“+”和“-”两个插孔内。

图 3-1 指针式万用表外形

1. 测量交流、直流电压

先将万用表的挡位转换开关拨到 ~ V (交流电压)或 - V (直流电压)挡适当量程上。例如要测量市电插座的交流供电电压,就要把挡位开关拨到交流电压挡的量程 250V 位置,将两支表笔的测量端插入被测插座孔内。如果表针指到万用表表盘上电压标度线 210V 刻度处,说明此时的供电电压是 210V,比 220V 标准值要低一些。

用万用表测量交流电压时,可以不理睬两支表笔的极性。而在测量直流电压时,则必须先弄清测量点的电压极性,将红表笔接在正极端,黑表笔接在负极端。如果极性接错,表针会反向偏转,甚至打弯、脱落。

2 测量直流电流

万用表挡位开关拨到  $\text{mA}$  (直流电流) 挡。事先估计被测电流大小, 选择适当的量程。测量时万用表要按电流从正到负的方向, 串联在被测电路中, 也就是将红表笔接电流流入端(正端), 黑表笔接电流流出端(负端), 即可从表针所指的标度上读出电路中的直流电流值。注意红、黑表笔极性不能接错, 否则会使表针急剧反偏而损坏。另外, 千万注意不要用置于直流电流挡的万用表去测量电压, 那样做极易将万用表烧坏。

### 3 测量直流电阻

万用表挡位转换开关拨到 (电阻) 挡范围内的适当量程上。先将两支表笔短路, 旋动“调零电位器”, 使表针指在电阻挡标度线最右侧 0 位置上。测量时, 把被测电阻接在两表笔之间, 此时指针指出的标度读数 值乘上挡位倍率数, 即为被测电阻的阻值。

电冰箱检修中, 常常用万用表来判断导线的通断, 或者检查继电器触点的开闭等。这时应将挡位设在“ $R \times 1$ ”位置, 两只表笔接在导线或触点两端, 如果万用表表针向右最大偏转, 指示阻值读数为 0, 证明导线或触点连通良好; 如果表针一点都不动, 阻值读数为 (无穷大), 表明导线是断的或触点分离; 如果有一定电阻值, 则是导线似断非断或触点接触不良。

## 第二节 电冰箱的日常维护

### 一、电冰箱的检查与搬运

电冰箱出厂前, 厂方对它的各项技术指标参数, 都做了认真的检测调校。但在购买新电冰箱时, 或是对电冰箱进行修理后, 虽然在业余条件下没有专用检测工具仪表, 也要掌握确定电冰箱功能是否良好的方法。

判断电冰箱好坏, 一般应从外形、制冷、噪声等几方面进行。

#### 1. 箱体外形的检查

购买新电冰箱时, 打开外包装箱, 箱体表面应平整无碰撞划痕、色彩光鲜不褪色。要注意检查电冰箱门开关是否灵活, 尤其要注意箱门能不能关闭密合, 这对电冰箱的隔热“保冷”是非常重要的。检查时可以用一张薄纸夹入门封, 向外拉纸应感觉有一定阻力。对修复的电冰箱, 修理员也应将箱体外表擦拭干净, 实践中这一点却常被忽略。

新购电冰箱还要检查说明书、保修单及附件是否齐全。

#### 2 通电试机, 检查制冷功能

在市电电压正常( $200\text{V} \sim 240\text{V}$ )时, 将电冰箱通电试机。温控旋钮调置“普冷”或居中位置, 关上箱门, 电冰箱接通电源 10 min 后, 用手摸冷凝器应全热。试机 40 min 左右, 开门观察蒸发器表面应有薄薄的结霜, 霜层应均匀布满整个表面。还可以用手轻轻地摸一摸蒸发器表面, 制冷正常时会觉得“粘手”, 在无霜电冰箱出风口处手感极冷。如有充分的时间, 最好继续试机, 一般在通电制冷 1h 后压缩机能自动停止, 这时打开箱门, 使箱内温度快速回升, 则压缩机又能自动启动, 这样就能证明制冷和温控器都正常。

有条件时还可以在  $180\text{V}$  交流电压下试验电冰箱的超低电压启动性能, 或用电流表检测运行电流是否符合额定值。

#### 3 噪声与振动的检测

电冰箱的运行噪声当然是越小越好, 按技术指标规定应不大于  $45\text{dB}$ (分贝)。但“分贝”这

个单位过于专业化,在业余条件下难以检测,所以只有凭经验判断。具体方法是在安静环境中,距箱体 2 m 远处若几乎听不到压缩机运转声,则认为合适。应说明的是,在压缩机启动瞬间,常能听到较响的声音,而在压缩机停转后半分钟内,又能听到冷凝器管道中有“沙沙的流水声”,这都是正常的。

电冰箱压缩机运转时,引起的振动是很小的,用手摸箱体几乎感觉不到,只有摸到压缩机本体或冷凝散热片时,才会有较明显感觉。

#### 4 电冰箱的搬运放置

新购一台电冰箱,或是将电冰箱修复后交用户取回,都应注意按要求搬运放置。

正确搬运电冰箱应由箱底抬起,箱体尽量与地面垂直,移动时与水平面夹角应不小于 45°,严禁横抬平放。平地短距离移位时,应将箱体向后倾斜,前脚离地推移,亦可以其一脚为轴,左右扭转步进移位。图 3-2 所示的不正确搬运方法,会使压缩机内悬簧脱落损坏,或机内冷冻油进入系统造成堵塞。

图 3-2 不正确的电冰箱搬动法

电冰箱的摆放位置是否合适,对其使用效果有很大影响。一般来说,电冰箱应摆放在通风、干燥、无阳光直晒、远离热源、水源和各种挥发性,腐蚀性及易燃性的场所。房间中摆放的电冰箱,箱背应与墙壁保持 10cm 以上的间距。电冰箱周围要有一定空间,以利空气流通,确保冷凝器能充分的散热。若电冰箱放在地毯上面,可先垫一块塑料布等物,以免霜水流下或箱底发热使地毯褪色。电冰箱摆放处的环境温度越高,冷凝器散热的效果越差,电冰箱耗电越多。据测定,当环境温度在 15 ~ 32 时,环境温度每上升 2 ,电冰箱的日耗量就要增加 0.05 度。有的家庭中,将电冰箱放在油烟气重的厨房里是不合适的。

## 二、电冰箱的使用调整

### 1. 电冰箱的供电

与任何家用电器一样,电冰箱正常运行需要稳定、可靠的供电。电冰箱的电源应有固定的专用插座,同一线路中不要接入微波炉、热水器等大功率电器,以避免电冰箱压缩机工作时电源电压有大的波动。

在供电紧张地区,或高峰用电期间,市电电压会频繁出现忽高忽低的波动,某些边远地区供电电压甚至降到 160 V 以下。这不仅影响电冰箱、冰柜等制冷设备压缩机的正常运转,长时间的超低电压还会导致压缩机绕组烧毁。在同一个电源供电系统中,若发现灯光发红,或忽暗、忽明,应及时关注电冰箱压缩机是否启动困难。此时要注意仔细倾听,如果电冰箱里的保护器间断发出响声(俗称跳机),应果断拔掉电源插头停止使用,待电压恢复后再开机,以避免



烧毁压缩机。

警示与强调:有的用户听信商家片面宣传,使用一个小容量 300 V A 左右的所谓“多功能全自动稳压器”为电冰箱供电,结果造成了更大损失。因为当供电电压低于额定值 75 % ,即为 166 V 时,压缩机启动的瞬间需要 4 A 左右的电流,单凭一个小容量稳压器中的小变压器,远不能承受这一瞬间大电流产生电压降的冲击,那时输出电压与电源电压同样低,不仅压缩机不能启动,而且二次保护的可靠性反而降低二分之一。维修实践中验证,用这类稳压器的电冰箱,烧毁压缩机的情况要比不用的更多。目前市场有一种供空调器使用的“多功能全自动稳压电源”,其容量多在 1000 V A ~ 4000 V A 之间,虽然价格较高,但使用效果要好得多。

有条件的用户,如果在压缩机启动绕组中串联一个容量 70 μF ~ 100 μF、耐压 300 V ~ 400 V 的电容器,以增大启动转矩,将有助于电冰箱在低电压下使用。但在电压低于 160 V 以下时,这样做并不能彻底解决问题。

2 温控器的使用

由于存放食品的不同,使用季节的不同,电冰箱内的温度必须能够控制和调节,这是由温控器来完成的。不同牌号电冰箱使用的温控器也是不同的,它们的安装位置、盘面旋钮及调节杆设计形式,调节方法各不相同。

图 3-3 所示的是旋钮调节式温控器的面板。顺时针方向转动旋钮,旋钮指向“强”“最大”和盘面标注的数字大的位置时,制冷能力变大,箱内温度变低。若再移至“强冷”或“MAX”挡,则压缩机持续运转,不再停机。反之,将温控器可旋钮指向“弱”“最小”或“MIN”方向时,箱内温度变高。

图 3-3 旋钮式温控器面板

图 3-4 所示是采用调节杆的温控器面板。温控器的调节杆向右往盘面“强”方向移动,电冰箱制冷能力加强,箱内温度低(或不停机)。反之,将调节杆向左拨至“弱”挡方向,箱内温度高。

上面两种温控器都是装在电冰箱内部的,而显示板型温度控制调节装置,设计在箱顶边沿,无需开箱门即可操作,并有电冰箱工作状态显示功能。这种温控器形式虽然比较复杂,但冷藏室与冷冻室温度可以用左右两个旋钮分别调节,使用更加方便。这种旋钮为扁平内嵌式,可用一枚 5 分硬币插进槽内转动它。

有的新型电冰箱面板上还设有一只“冬用开关”,它的作用是避免环境温度过低时,电冰箱启动困难。当冬季室温低于 15 ℃ 时,可将冬用开关按下,或拨至“冬用”接通位置,以促进温控器开关提前闭合开机。当环境温度高于 15 ℃ 以上时,应将冬用开关拨至“平常”切断位置,以

图 3-4 调节杆式温控器面板

利节电。

### 3 电冰箱的除霜管理

电冰箱、冰柜使用中,蒸发器表面结霜是一种正常现象,除无霜电冰箱具有全自动化霜功能外,一般直冷式电冰箱、冰柜凝结的霜层厚度超过 5 mm 时,均需要人工帮助除霜。除霜不及时,会降低电冰箱制冷效率,甚至使压缩机长时间运转而损坏。

一些直冷式电冰箱采用半自动除霜装置。它在温控器上装有除霜按钮,需要除霜的时候,按下温控器旋钮中间的除霜按钮,温控器即不再对电冰箱温度起监控作用。随着箱内温度的逐渐升高,蒸发器上的霜层渐渐化解,到化霜终了时,除霜按钮会自动弹起,压缩机随之开机开始重新制冷。

没有半自动除霜设置的电冰箱,需要除霜时,可以拔掉电源插头,停止制冷,让其霜层自然融化,或打开箱门加速融化。抽屉式冷冻室除霜可将抽屉抽出,在每个隔层上放一盘热水加快化霜。电冰箱除霜后应使软布擦干霜水,全面清理污物,再开机制冷运转。

### 4 电冰箱的除臭

电冰箱使用日久,箱内会出现一种特殊的臭味,这是由于食品放在通风不良的箱室内,表面滋生一些霉菌产生的。这些霉菌和气味虽然对人无害,但很让人讨厌,所以使用电冰箱一定要注意除臭。常用的除臭方法有物理除臭和化学除臭两种。

常用的物理除臭剂是活性炭。它用椰壳、木屑、焦油等制成,通过多孔的表面能吸附大量臭气成分,效果很好。但它对一些低分子量的臭气吸附较差。化学除臭剂是通过中和反应、聚合缩合反应等方式改变臭气的分子结构,将它们变成无臭物质,达到除臭的目的。这些电冰箱除臭剂在市场上很容易买到,但因是消耗性的,使用一些时候就要换新,既不经济,又不方便。

电子除臭器是利用电子方法定量地产生臭氧与负氧离子,用来快速杀死多种细菌,去除臭、臊、腐、霉等异味。它还能分解有毒气体及蔬果排放出来的催熟剂(乙烯气体),延长蔬菜、果品的存放时间,对一般水果的储存时间,可以延长 3~8 倍。实践证明,电子除臭器使用效果好,除臭速度快,维持不臭的时间长,同时能杀死大肠杆菌、葡萄球菌等多种细菌,有利于人体健康。

目前,市场上有所谓的“无臭电冰箱”,实际上是电冰箱生产厂在制造时就将电子除臭器预装在箱内,能达到最好的除臭效果。如果电冰箱内没有除臭装置,可以配装用电池供电的电子自动除臭器。使用时,将电子除臭器放在冷藏箱中能被箱内灯光照到的中上部位,当打开电冰箱门时,电冰箱内照明灯光能自动触发除臭器开机工作。箱门关上后,除臭器仍能继续工作 2 min~4 min(有的能连续工作 12 min)再自动停机,直到下一次电冰箱门打开时再被触发工作。除臭器工作时,产生的臭氧与负氧离子能弥漫到电冰箱冷藏空间的各个角落,为了更好地除

臭、杀菌,除臭器启动工作后,最好关上冷藏室门 30 min 后,再开门。

电子除臭器也可以在冷冻室中使用,但因冷冻室内没有照明灯光,所以需要手动方法启动除臭器工作。除臭器取出后,还要用软布及时将上面的霜层或露珠擦干净。电子除臭器装进电池后,要及时放进电冰箱使用,不能放在强光直射的地方,因为除臭器是靠光线触发启动的,强光照射会使除臭器不停地工作,使电池很快耗尽。同时,长时间的连续工作,也会缩短除臭器内臭氧发生管的寿命。电子除臭器要使用“防漏型”电池,以免电池漏液损坏机件。

### 三、一些情况的处理

关注与重点:电冰箱使用中,常常会出现一些与平时不一样的情况,但这些情况并不是故障造成的,只要我们及时采取一些措施,就能避免损失。有的情况甚至可以听其自然,不必做任何处理。

(1)触摸箱体后面的冷凝器、门边框除露管,觉得很热,尤其在天热的时候,压缩机外壳简直摸不上手。电冰箱正常工作时,冷凝器外板发热约 50℃,压缩机壳体温在 85℃ 左右,觉得很热或是烫手,均为正常现象。

(2)电冰箱启动瞬间,常听到“喀嚓”响声,这是压缩机重锤式启动器衔铁吸合时产生的,可以不必理会。如果发现响声连续不断,则应检查原因。

(3)开机时或停机后,有时会听到箱体内突然发出“咔吧”响声。这是电冰箱中的不同金属制成的管道冷热变化时,热胀冷缩不一致所造成的正常响声。新型电冰箱中,改进了设计和制造工艺,这种声音基本能消除。有的直冷式电冰箱开机或停机时,还会听到箱内发出一阵轻微的“噼啦”声,这是冷藏室蒸发器上的结霜或凝冰,因温度变化而裂开发出的响声,并非故障。

(4)停机后,会听到箱体内发出“咕噜……”的流水声,这是正常的。这是管道里制冷剂依靠惯性在流动,而不是水。

(5)有的电冰箱压缩机停止的瞬间,会发生强烈的抖动,还会发出震动声。压缩机的抖动是因排气阀磨损关闭不严,高压气体倒回气缸产生的反推力引起。这种情况多发生在使用 3 年~4 年后的压缩机,如果不影响制冷,不用更换。

(6)电冰箱门边框时常有水,尤其在南方梅雨季节,环境温度过高,湿度过大时更容易发生。这种电冰箱“出汗”(凝露)的现象,只出现在没有敷设门除露管的电冰箱上,也可能是门除露管因泄漏而被拆除了。凝露现象并不影响电冰箱制冷性能。

(7)电冰箱运行中有时会出现连续的“嗡嗡”声,寻根求源响声往往来自压缩机排气管侧的 U 形管。U 形管是为避免热胀冷缩应力所设置,如果与压缩机运行产生共振,就会发出响声。在 U 形管上加一点软橡胶管,消除共振,声音就能消失。

(8)无霜电冰箱自动除霜过程,一旦遇到停电,再来电后不能自动开机。这是正常的,因为化霜定时器小电机正在运转,尚未接通压缩机运转回路,并不是电路有故障。

(9)电冰箱突然噪声变大,或新买的电冰箱的噪声较大,一般通过听、看、摸,即可判明噪声的来源,特别注意冷凝器、毛细管、压缩机等部位。有意识地按压或轻抬某个部位或部件,如果声音突然变小,则可针对情况采取相应办法,使噪声得以消除。例如:有的电冰箱下部有噪声,原因只是下部接水盘变形造成的,抽出塑料接水盘,用热吹风整形后再放进去,噪声即不再出现。

### 第三节 电冰箱简单修理

#### 一、电冰箱维修的注意事项

这里介绍的一些电冰箱检修实例,虽然简单却是维修实践中最经常遇到的。做好电冰箱的简单维修,是学习、提高修理技术的必由之路,即使是专业修理员也不要因其简单而掉以轻心。电冰箱修理中,要遵循几条操作规程和注意事项,这对确保人机安全和提高修理员素质是很重要的。

- (1)无论检修哪个部位,当需要拆卸、分解部件时,必须将电源插头从电源插座上拔下来、否则容易发生意外事故。为了检修而不得已在通电状态下进行操作时,必须用试电笔进行测试,确定带电情况,切勿接触火线。若发现电源线有老化、破损时,应及时更换。
- (2)必须参照产品说明书和维修手册,查阅电路图和制冷系统配件图表。
- (3)一定要使用规定的手工工具,及电冰箱的专用工具、仪表,遵守操作规程。
- (4)切断的导线在装配后若有连接处外露铜线的,必须及时用绝缘带包扎,以防漏电。
- (5)所更换的电器件必须型号、规格相同,否则易造成损坏。
- (6)在电冰箱修理完毕后,必须用绝缘测试仪表(摇表、兆欧表)进行压缩机电机绝缘电阻的测量,其阻值必须在 2 M 以上。若不合格时,应逐项检查。
- (7)要检查电冰箱的接地是否良好。

#### 二、压缩机不能启动

这是电冰箱最常发生的故障之一,原因比较复杂。检修通电后压缩机不运转的电冰箱,首先要确认是否确实有故障。由于电源插头接触不良、电源保险丝熔断造成电冰箱不能工作而送修的情况在修理部并不少见。所以,如果电冰箱通电后门灯不亮,首先要检查电源是否能正常供电。用测电笔测定电源正常,并对插头整形后,再作进一步检查。

电冰箱通电后压缩机不运转,而指示灯亮,这说明电源供电正常。下一步还要检查温控器旋钮位置是否正确,如果被误调在“ 暂停 ”或“ OFF ”位置,电冰箱当然不能工作。确认压缩机不启动是故障以后,再重点检查启动电路。

例 1:

牌号	雪花单门直冷式	检修部位	压缩机
故障现象	停用几个月后再次启用,发现压缩机不运转。但有通电的“ 嗡嗡 ”声,且可听到过热保护器连续发出的“ 咯咯 ”声		

分析检修: 由于停用前电冰箱能正常使用,所以故障原因可能是停机时间较长,压缩机里的润滑油干涸,使运动部件产生粘连,而压缩机电机的启动力矩较小,造成压缩机启动困难。

方法和技巧: 修理时,用榔头敲击压缩机外壳,使运动部件受到震动,让粘连部位松脱。同时接通电源,压缩机即可正常运转。若一次不行,可反复多次进行,每次通电间隔 5 min。

对用户建议,电冰箱停用后,仍应每月通电运转 1 次 ~ 2 次,每次运转 1h ~ 2h,让压缩机不

时得到润滑,以免发生此类故障。

例 2:

牌号	BCD-215 型双门	检修部位	压缩机
故障现象	不能正常启动		

分析检修:通电试机,能正常启动,测其电流 1.2 A。停机,用大功率调压器将供电电压降至 175 V,重新开机,电流工作电路增大到 2.4 A,并自动停机。这说明此电冰箱的压缩机电机只能在规定低限电压 180V 以上运行。

方法和技巧:电冰箱低压启动不良,虽不属故障范围,但夏季电压波动的情况在很多地方是常见的,电压低到 170 V 左右时,电冰箱、冰柜即不能正常启动运行。当不能很快提高电网质量时,可用下面介绍的方法解决。

一种办法是增添一台 220 V/ 1000 V A 以上的交流稳压器(又称自动稳压电源),但它的价格需数百元,又要消耗 10 W 左右电能。另一种是在压缩机启动绕阻中串联一只 4μF ~ 10μF/ 450 V 交流电容器,以增大压缩机启动转矩。再一种是在压缩机启动绕组和运行绕组上分别并联一支 4μF ~ 10μF、75μF ~ 100μF/ 450 V 交流电容器,接线情况见图 3-5。这样做的目的是将压缩机电机由单相运行改为两相运行,以降低负载电流,增大电机转矩。

图 3-5 电冰箱的欠压启动办法

例 3:

牌号	万宝 155 L 型间冷式	检修部位	温控器
故障现象	供电正常,门照明灯亮,但压缩机不启动		

分析检修:电冰箱中,温控器是个重要元件。它的工作是否正常,直接影响电冰箱的使用效果。排除电冰箱压缩机不启动故障时,如果电源供电没有问题,则首先要检查它的温控器是否正常,对长年在低温、潮湿环境中使用的电冰箱,更是如此。

警示与强调:电冰箱温控器内部结构比较精密,一旦受潮、生锈,传动机构的动作摩擦阻力增大、机械变形、弹性减弱等因素,都会造成温控器失灵。检修操作时,感温管根部受力过大、弯折过度,还会使管道受损,人为造成感温剂泄漏。

方法和技巧:检修时,试着拨动温控器的旋钮,反复开关几次,或是直接用导线将温控器触点连接起来,如果压缩机能够运转,即可确认故障是温控器动作失灵造成的。

国产同类型电冰箱中使用的温控器,大多可以互相替换。万宝 155L 型电冰箱使用是日立 FT-26 普通型温控器,可以用沈阳生产的 WPF 型温控器替换。另外,雪花、香雪海双门电冰箱使用的意大利 S3-0171 型温控器可以用北京产 WDF-26 型温控器替换;白云双门电冰箱使用的日本 MMI 型温控器,可用广东佛山产 YWD-J101 型或沈阳产 WDF 型产品替换。

方法和技巧:温控器换用的基本原则是:

- (1)温控器的类型要与电冰箱相适应,感温管要足够长。
- (2)温控器的温控范围要符合电冰箱的星级标准要求。

(3)不同型号温控器换用后,旋钮的调整角度、起止点位置会有不同,要重新调节并做上记号。在实际使用中,还可能要反复调整,直到温控范围、温控效果、起停温差都满足要求。

例 4:

牌号	五洲—阿里斯顿 BCD-185 双门直冷式	检修部位	启动继电器
故障现象	突然不启动,只听到断续的“咔嚓”声		

分析检修:电冰箱不启动的原因主要有:温控器失灵、压缩机被卡死、电机绕组烧坏、热保护器断路或启动继电器失灵等。

测量压缩机启动电流在 5A 以上,后又返回到 4A 左右,但压缩机未能启动运转,这就排除了温控器和热保护器发生故障的可能。接着检查压缩机绕组,拔下启动继电器和热保护器,用万用表电阻挡测量压缩机三个接线引柱之间的直流阻值,结果启动绕组和运行绕组的阻值均正常,绕组与机壳之间的绝缘电阻也大于 2 M $\Omega$ ,确认压缩机电机绕组正常。试将 220 V 交流电直接接到压缩机电机上,直接启动压缩机顺利运转,运转电流在 1 A 左右,且电冰箱开始制冷。可见电冰箱压缩机完全正常。

最后,检查启动继电器。用万用表测量其触点闭合状态时,阻值却为 $\infty$ ,即启动继电器的动、静触点未接通。用手摇动重锤式启动继电器时,感觉其中的衔铁运动有些受阻,使劲摇动几次后再进行测量,其触点仍未接通。因此已基本能判定该电冰箱压缩机不启动为启动继电器发生故障所引起。

将启动继电器拆开,小心地倒出其中的衔铁和动触点。发现启动继电器的塑料骨架上有毛刺,用小刀小心地剔去毛刺后,装入衔铁和动触点,用万用表测量,动、静触点能闭合了。最后,将启动继电器上盖固定后,装到压缩机上通电试机,电冰箱恢复正常。

例 5:

牌号	长庆 BC-145 型单门	检修部位	PTC 启动继电器
故障现象	压缩机不启动		

分析检修:接上电源后,冷藏室照明灯能亮,不论把温控器置于何挡位,压缩机均不能启动运转。测得此时电流 4A 左右,压缩机有些烫手且热保护器动作。故判定该机温控器等控制系统无故障,问题出在压缩机或启动继电器上。

方法和技巧:拆开压缩机接线盒,卸下启动继电器和热保护器,用万用表测量压缩机绕组阻值。测得启动绕组电阻为 28 $\Omega$ ,运行绕组阻值 21 $\Omega$ ,总电阻值 49 $\Omega$ ,绝缘电阻 2 M $\Omega$  以上,压缩机电机正常。

该机采用的是 PTC 启动器,正常时应有 20 $\Omega$  ~ 30 $\Omega$  的直流阻值,但在测该压缩机的 PTC 启动继电器时,阻值为 $\infty$ ,且摇动时觉得里面有碎片。卸开启动继电器面盖,看到 PTC 元件已碎成几片。当更换一只 PTC 启动继电器后,压缩机正常启动运转,电冰箱工作正常。

例 6:

牌号	万宝 148L 无霜型	检修部位	化霜定时器
故障现象	停电后再来电,电冰箱不能启动		

分析检修:电冰箱使用中突然停电,过十来分钟后供电恢复,压缩机不启动,风扇电机也不转,打开电冰箱门,箱内照明灯亮。再断电 1h 后,接上电源,仍出现以上现象。

发生这种现象时,很容易误判为是电冰箱发生了故障,但实际上并非如此。无霜型电冰箱的特点是具有定时化霜功能,靠电加热器进行化霜。电加热自动化霜是无霜电冰箱与直冷式电冰箱的重要区别,也是无霜电冰箱的优点之一。万宝 148L 双门无霜电冰箱说明书中指出,电冰箱压缩机停止运行时,应注意电冰箱是否正在化霜?如果是正在化霜,须 30 min 后自动重新运行。

在双门无霜电冰箱加热化霜之际,突然断电,双金属化霜温控器的触点仍接在加热器工作状态。如果恢复供电后,电冰箱内还没有达到温控器触点跳开温度,压缩机没有被接通电源,当然压缩机和循环风扇电机都不能转动。

在重新供电 10 min 后,接上电冰箱电源,若发现压缩机不启动,则可用耳朵听一听电冰箱后背的上部,听是否有化霜定时器齿轮走动的“滴嗒滴嗒”声,再看电冰箱后面的排水出水口有没有水流出。有这些现象即说明电冰箱仍正常,并没有发生故障。

例 7:

牌号	五洲—阿里斯顿 BCD-185 型	检修部位	启动继电器
故障现象	通电后,发出轻微的“嗡嗡”声,约十几秒钟后“咔”地响了一声,检查电源正常,一会儿又有轻微的“嗡嗡”声,十几秒钟后又“咔”地响了一声。压缩机不能启动		

分析检修:电冰箱不能启动,所以压缩机发出“嗡嗡”声。“咔”的声响是来自于热保护器,说明压缩机未启动,致使电流过大,造成热保护器动作。

关注与重点:造成这一故障的原因有: 电源电压过低,通常供电电压较额定电压降低 15%,电冰箱就难以启动。 启动继电器、热保护器、温控器、压缩机等的连接不良,或触点接触电阻过大,也会造成压缩机电机启动电压过低。 电动机启动绕组断路。 启动继电器或热保护器失灵。 压缩机运转部件卡住。 充注制冷剂过量,将使制冷系统内部压力增大,使得压缩机超负荷运转,也会发出“嗡嗡”声。经过检修后的电冰箱,有可能出现这种情况。

首先检查电源电压。拆开压缩机接线盒外壳,用万用表测量继电器处电压为 220 V 正常。断开电源,卸下启动继电器和热保护器,露出压缩机的三个接线引柱。用万用表测量电机绕组,没有短路或断路。

启动继电器有三个接头,如图 3-6 所示。当用万用表电阻挡测量 A、B 两接头时,应为常开状态,即电阻为无穷大。然后将 B、C 两端串联一个 600 W 的电炉丝,接上电源用试电笔测 A 端,试电笔不亮;将 B、C 两端调换一下再串联接上,用试电笔测 A 端仍无电,说明启动继电器已失灵。

图 3-6 启动继电器的接点

检查时应注意两点: 通电时间不能超过 30s,时间过长容易烧毁压缩机电机线圈。 启动继电器要竖着放,且应小头向下大头朝上,即与在压缩机上的安装方向一致。

修理时,用小螺丝刀细心地撬开启动继电器的底壳,看到里面的触头烧粘在一起。拿出触头,用小锉刀轻轻地将它锉光,打磨后按原位置放回。再将启动继电器盖子与底壳用环氧树脂粘住,恢复原样。装回压缩机上,通电试机,电冰箱工作正常。

例 8:

牌号	五洲—阿里斯顿 BCD-185 型双门直冷式	检修部位	温控器
故障现象	冬季室内温度低于 5℃ 时无法启动		

分析检修:此型号电冰箱是亚热带(ST)气候类型的电冰箱,按国家标准规定,它的适用环

境温度为 18 ～ 38 。如果超出此环境温度范围,也就是说,在低于 18 和高于 38 的环境温度中,就不作性能指标考核。也就是说,在低于 18 的环境温度中,电冰箱即使出现压缩机工作时间过短,冷冻能力下降、甚至不启动;或在高于 38 时出现压缩机运转时间过长、甚至不停机,也不能说是故障现象。

这台电冰箱中安装的温度控制器动作温度是 5 左右,所以在环境温度为 5 以下时,温控器不能保证复位接通,致使电冰箱无法启动。

这样的情况在我国北方一般不会发生。电冰箱都是放在室内使用的,北方冬天室外温度虽然很低,但室内都有暖气,温度却比较高,所以一般不会发生因环境温度较低,致使电冰箱无法启动的现象。只是在长江中、上游一带,冬天很冷,一般室内却没有暖气,最冷的一段日子室内温度会在 5 以下,所以电冰箱常常因环境温度较低而无法启动。

关注与重点:现在,不少厂家在电冰箱冷藏室加装了性能补偿加热器,把它并联接在温控器上。当温控器触点闭合时,性能补偿加热器被短路,并不发热。只有当温控器触点断开、压缩机停止运转时,它才被串入电路中,给温控器的感温管逐渐加温,不管环境温度如何,都能保证压缩机正常启动。五洲-阿里斯顿 BCD-185A 型电冰箱就加装了性能补偿加热器,克服了本例出现的低温不启动现象。

方法和技巧:在冬季最冷的日子里,电冰箱不启动了,很多用户以为是电冰箱坏了或者是温控器坏了。怎样来鉴别究竟是因为环境温度低了电冰箱不启动,还是因为零部件坏了而不启动呢?只需将一大杯开水放入冷藏室内,并关上箱门,如果过一段时间电冰箱自动启动了,则说明电冰箱没有故障。只是因为环境温度太低,温控器无法闭合,致使电冰箱无法启动。如果电冰箱一直不启动,那就是温控器或其它部件有故障,需要进行检修了。

对于没有装设性能补偿加热器的电冰箱,在冬天使用时,最好将温控器置于较冷点,以利于电冰箱在环境温度较低时能自动启动。但决不可将温控器置于常接点(即不停机点)让电冰箱长时间运行。

例 9:

牌号	雪花牌 BCD-170 型双门直冷式	检修部位	温度补偿电热丝
故障现象	自动停机后难以启动,有时把冷藏室门打开一会儿后,电冰箱能够启动,但是停机后又难以启动		

分析检修:起初以为是温控器损坏,但更换一只相同规格型号的温控器后,故障依旧。实际上,故障是起温度补偿作用的电热丝损坏所造成的。

此型电冰箱电路见图 3-7。电冰箱工作时,温控器中的两组触点  $K_{1-1}$  和  $K_{1-2}$  均闭合。220 V 市电经温控器的两组触点、过载保护器  $K_2$  触点,启动继电器  $K_3$  触点接至压缩机 M,使电冰箱工作。当冷藏室内温度降低,达到设定的制冷温度时,温控器  $K_{1-2}$  触点由闭合转为断开,同时  $K_3$  处在释放状态,电冰箱自动停止工作。

这时 220V 市电经电热丝 R(阻值为 5k 左右)、 $K_2$  触点、压缩机的工作线圈  $L_1$  构成回路,电路中仍维持有几十毫安的电流(不足以使启动继电器吸合而使压缩机工作),此电流使电热丝发热,给温控器上感温管提供温度补偿,使温控器感受到温度升高,触点  $K_{1-2}$  由断开转为闭合,电冰箱又开始工作。

在气温较低的季节使用电冰箱,如果电热丝损坏,一旦压缩机停机,电路中就没有维持电



图 3-7 雪花 BCD-170 电冰箱电路图

流,温控器也就得不到温度补偿。这时,电冰箱只有等冷藏室温度升高到足以使触点  $K_{1-2}$  闭合,否则难以启动。

用万用表测量电热丝  $R$ ,其阻值为无穷大,表明电热丝已开路。经检查,开路的原因是电热丝在接线柱头处断开。将电热丝接好后,电冰箱工作正常,难启动的故障排除。

例 10:

牌号	上菱双门间冷式	检修部位	化霜定时器
故障现象	压缩机不工作,风扇不转,电冰箱不制冷		

分析检修:打开电冰箱门,冷藏室内照明灯亮,说明电冰箱供电正常。故障的原因可能在温控器、热继电器或启动继电器,也可能是压缩机损坏。分析此机电路(见图 3-8),重点检查化霜定时器。

断开电冰箱电源。用万用表  $R \times 1k$  挡测量化霜定时器的黑色和茶色线插接点不通,说明电路中化霜定时器触点  $A、B$  开路,所以压缩机不能启动。为什么触点  $A、B$  会跳开呢?这是因为化霜定时器每隔  $8h \sim 12h$  旋转一周,温控器串接在化霜定时器之前,所以化霜定时器的旋转与压缩机的运行是同步进行的。即只有在压缩机工作  $8h \sim 12h$  后,化霜定时器才能旋转一周。在化霜时  $A、B$  是跳开的,而  $A、C$  是接通的。由于化霜定时器的内阻很大,此时它处于停转状态,而电流经二极管半波整流,通过双金属开关而使内阻很小(大约  $200 \Omega$ )的化霜加热器,但这个加热过程需要较长的时间,尤其是在冬季或在较冷的房间中。只有当箱内温度上升至  $12^{\circ}C$  左右时,双金属片开关跳开,才停止加热。此时,化霜定时器开始工作,使触点  $A、C$  断开,而将触点  $A、B$  接通,压缩机又开始制冷。

可见此类现象并不是故障,只是化霜定时器正处于化霜状态还未结束而已。遇到这种情况,可将冷藏箱内的温控器装配盒后部的一个白色圆形装饰片取下,露出化霜定时器的调节旋钮。将化霜定时器的手动钮顺时针旋过一定角度,就可提前结束化霜过程,而使电冰箱进入制冷工作状态。

三、不能制冷、制冷不良

例 11:

牌号	山星牌 EU-388 型双门间冷式	检修部位	冷气风道
故障现象	制冷不良,冷藏室效果更差		

分析检修:检查压缩机运转正常,冷凝器发热,循环风扇的运转也正常。考虑是除霜系统

图 3-8 上菱电冰箱电路图

出现故障,因为如果除霜不良,过多的结霜会堵塞风道,冷气无法循环,冷藏室内温度自然就不能降温。此电冰箱采用的是全自动除霜方式,定时自动除霜。卸掉机后的化霜定时器盖板,检查全自动除霜系统的各部件:化霜定时器、双金属化霜温控器、除霜加热器、除霜保护熔断器,未发现异常情况,除霜系统工作正常。进一步检查中,将电冰箱冷冻室的底板抽掉,露出水平放置的蒸发器,看到蒸发器底盘有大量积冰,部分蒸发器甚至被积冰裹住,排水管和循环风的通风道也被积冰堵住了。

将箱门全部打开,再用电吹风加热,以迅速清除积冰。排水管中的积冰不易融化,可浇注热水加速其融化。此时切不可用硬棒猛捅,以免把排水管捅破使积水进入发泡隔热层。当排水管融通时,发现有异物落水接水盘中。可见此电冰箱的故障原因是:有异物从冷冻室的循环风口落到蒸发器底盘,将排水管堵塞。电冰箱制冷时,排水管中的融霜水结成了冰。在除霜过程中,由于排水管的深处无除霜加热器,无法融化其中的积冰,因而致使蒸发器的融霜水经循环风道流入冷藏室。当通往冷藏室的循环风道也被结冰堵住时,融霜水无法外流,制冷过程中就会结冰将蒸发器裹住。由于循环风道已结冰堵塞,所以电冰箱制冷不良。

将积冰清除,排水管道和循环风道通畅后,电冰箱恢复了正常工作。该电冰箱所出现的故障也告诉我们,在存取物品或对电冰箱内部进行清洁时,切不可让异物从通风口落入蒸发器底盘,以防止排水管道或通风道堵塞。

例 12:

牌号	华凌 BCD-187 W	检修部位	
故障现象	制冷不良。冷藏室温度与环境温度相差不多,冷冻室结有厚冰,风扇不转,压缩机长时间运转不停机		

分析检修:通过观察,冷冻室内结有很厚的冰,将冷藏室堵塞,可见电冰箱的自动除霜电路不起作用。

检查化霜定时器电机运行正常,将调节钮旋转到除霜位置,压缩机能停止运行,说明触点转换正常。但半小时后,冷冻室冰层并未融化,接水盘无化霜水流出,只好用温水进行人工除霜。取出风道成型硬泡沫塑料及隔板,见蒸发器被厚冰包裹,风扇叶被卡死。清除全部冰块后,检查化霜回路的加热丝、温度保险均正常,但化霜温控器触点不能接通,所以不能加热除霜。

更换新的化霜温控器后,通电试机,风扇运转正常,电冰箱能正常制冷。但测量冷冻室温度降到 - 10℃ 以下,而冷藏室温度仍未见降低。在送风口感觉不到有冷风送下,证明风道被堵塞。把隔板与风道成型硬塑料取下,将出风口堵塞物清除。恢复通电,冷风即能够下送。20 min 后,冷藏室温度明显下降,故障排除。

例 13:

牌号	凤凰单门直冷式	检修部位	门封条
故障现象	制冷效果不良,压缩机工作时间长		

分析检修:单门电冰箱箱门较大,门边框的橡胶门封条受到长期拉伸和挤压,或者粘上果汁、脂肪等酸性物质,会引起门封条变形,影响密封性。这时,外界湿、热空气会从缝隙侵入箱体,使蒸发器结霜过厚,箱内温度下降缓慢,造成压缩机运转时间过长。同时,由于门封的严密性差,保温不良,会使箱内温度很快上升,压缩机被迫频繁启动,甚至不能停机,电冰箱耗电量大大增加。

检修发现,电冰箱门封不严,是由于安装不当或经较长时间使用,箱门关闭后与箱体不平行,磁性门封出现缝隙。调整上、下门框上固定箱门的支架,即可恢复箱门关闭密合。

如果门封只是轻微变形,可将固定磁性门封条的螺钉松开,在缝隙处下面垫上薄橡皮,再重新拧紧螺钉。使用多年的电冰箱,因塑料老化,长期磨损,会引起门封严重变形,扭曲起皱,裂纹较多,或失去磁性,需要更换新的磁性门封条。

四、压缩机不停机

例 14:

牌号	雪花单门直冷式	检修部位	温控器
故障现象	电冰箱制冷良好,但连续运转不停机		

分析检修:这种故障是在较长时间里逐渐形成的,原因主要与电源以及温控器本身质量如温差过小、触点粗糙等有关。很多出现这种故障的电冰箱往往工作电流过大,甚至烧坏电机,待电机修复后才又发现温控器触点粘连。

检查其它电气元件,确定无故障后,用细砂布打磨并清洁温控器触头。

例 15:

牌号	BCD-185 W 双门无霜型	检修部位	风扇电机
故障现象	冷冻室制冷良好,但压缩机运转不停		

分析检修:检查温控器工作情况,将温控器旋钮旋到“弱冷”挡,压缩机能停下,只是旋到“中冷”位置时,压缩机不能停机。用手摸冷凝器,散热正常,最初怀疑温控器损坏,但经检查温控器并无故障。

进一步检查风门时,发现进风量较小。将箱门打开时,风扇立即停转,再关上箱门后,听到

风扇电机虽能启动,但转速较慢而无力。由此判断故障是由于风扇转速不够,导致循环风量不足所致。

卸下电冰箱后背上部的风扇后盖螺丝,取下盖板,看到循环风扇电机的前轴和扇叶上粘满了油污。将风扇电机整体拆下,擦干净扇叶和前轴上的油污后,在轴承中注入几滴润滑油,使扇叶转动灵活无阻力。对风扇电机通电试机,风扇转动轻灵无噪声,半小时后风扇电机温度不高于 40 。

将循环风扇电机装回原位,看制冷是否恢复正常。试验时,将温控器旋钮先后拨到“弱冷”、“中冷”和“最冷”位置,压缩机电机都能自动开、停机。待一切正常后,再根据当时的环境温度,将温控器的旋钮拨到适当的位置。

一般来说,无霜电冰箱的循环风扇电机的使用寿命为 3 万小时左右。为延长风扇电机的使用寿命,在使用中要保持箱内的清洁,使其通风良好。

例 16:

牌号	雪花单门	检修部位	
故障现象	电冰箱在停用几个月后,再次启用时压缩机连续运转不停机		

分析检修:此机刚刚重新启用时,制冷正常。但等箱内温度降低到停机温度后,压缩机不能自动停止。拨动温控器旋钮到“停”位置,压缩机能停转,但等箱内温度升高后,再开机时压缩机反而不工作了。

故障现象集中表现在温控器控制失灵上,根据电冰箱使用状况,故障应为温度控制器因长期不使用而导致动作失灵。修理时,先反复旋转温度控制器旋钮,然后将温控指示调到最低挡,用螺丝刀柄敲击温控器外壳,压缩机即能开始工作。待人为控制几个工作过程后,温控器的工作状态就会恢复正常。

如果这样操作后,温控器仍不能恢复正常工作,就只好更换温控器了。

五、漏电

例 17:

牌号	雪花牌 BCD-191 型双门直冷式	检修部位	三芯电源插座
故障现象	箱体带电无人敢触摸		

分析检修:现场检测,拔下插头,用万用表 R × 10k 挡测量电源插头与箱体间电阻(一支表笔接插头芯片,另一支表笔接触箱体金属),电阻值在 2 M 以上,达到合格标准。询问用户,电源系统经多个电工检测合格。

重新用万用表电压挡检测三芯插座中零线与火线插口电压为 220 V 正常。将表笔跨接在零线与插座中间的接地插孔时,电压为零(正常),但将表笔分别接在火线与接地插孔中时,却发现电压读数为 220 V,说明接地线与火线短路。打开插座发现,接地端簧片倒在火线簧片一侧,两簧片已相碰触。拨开倒触部位,重新固定簧片,带电故障排除。

有这种故障的电冰箱,金属外壳与火线相连,碰触箱体就等于直接碰触火线,与间接漏电不同,是非常危险的。检测漏电故障,不能忽略三芯电源插座。

例 18:

牌号	雪花牌单门直冷式	检修部位	温控器
故障现象	电冰箱制冷良好,但漏电,“电人”		

分析检修：用万用表测量箱体与电源零线之间的电压较高,大于 36 V 安全电压,甚至接近于市电压,用 R × 1k 挡检查电机绕组及控制线路、照明线路与箱体之间的绝缘情况,发现温控器漏电。

警示与强调: 由于温控器安装在电冰箱内壁固定盒里,因此,箱内温度的变化会使内壁及固定盒表面产生一些凝结水,凝结水过多,或温控器结构不密封,凝结水流入温控器内,就使温控器接点与箱体短路,造成漏电。这种故障特别容易出现在单门电冰箱,尤其是温控停机、开机温差过大的电冰箱。因为温差过大,电冰箱保温后再次启动时,蒸发器已化霜,于是大量凝结水、化霜水流过温控器。

检修时首先要找到凝结水过多的原因,再将温控器用塑料薄膜包扎起来,再装入固定盒内。如果温控器绝缘已被破坏,则应及时更换温控器,有条件时还可装接安全可靠的地线。

虽然很多用户为了省电,总希望电冰箱停机时间比运转时间长,但维修人员对温控器温差的调整,一定要把握好,使电冰箱停机保温后再次启动时,蒸发器不能化霜、滴水。

六、噪声

例 19:

牌号	华意 BCD-185	检修部位	毛细管等管道
故障现象	新机有异常声响		

分析检修:电冰箱的噪声主要来自管道震动、零部件松动和压缩机运转。查找管道震颤和零件松动产生噪声的部位,可在电冰箱运行时用手按可能发生震动的管道和零件,当按压到某一部位噪声明显减少或消失时,即找到了噪声源。常见产生噪声的部位是:冷凝器固定处、连接管道、电冰箱底板、压缩机固定部、箱体底脚、风扇等。查到噪声源后,可根据不同情况,采取加固、隔离或衬垫减震物等措施加以解决。压缩机运转产生的噪声通常来自其内部,只有对压缩机开壳修理或更换压缩机,一般修理不易解决。

通电试机,听到除压缩机正常的运转声响外,还夹杂有金属轻微撞击的声响。这种声音不是来自压缩机内部,而是压缩机运转时产生的震动所引起的管道之间的碰撞声。用手去按压电冰箱外露的管道,当按压至毛细管时,这种异常的声响消失。

阿里斯顿电冰箱的毛细管在箱体内的部分是穿入回气管的,而在箱体外,毛细管的绝大部分都是螺旋状缠绕在回气管上。由于缠绕得不紧,压缩机运转发生震动时,毛细管和回气管碰撞而发出噪声。修理时在缠绕着的毛细管与回气管之间塞进泡沫塑料条,毛细管不再与回气管相碰,毛细管外面再用胶带缠紧,防止塞入的塑料条脱落。经这样处理后,电冰箱的异常声响即消除。

有的电冰箱毛细管没有缠绕在回气管上,而是悬在电冰箱后面的空间里,如果让其碰到电冰箱的侧壁或底板,或者与其它管道相碰,在压缩机工作时也会发出异常的声响。这时只需将毛细管弯曲一些,异响即可消除。

例 20:

牌号	辽河牌 BCD-201 双门	检修部位	压缩机
故障现象	新购电冰箱运转噪声很大		

分析检修：购买此机时，在商店试机噪声并不大，但用户运到家中使用时，声响很不正常，噪声听起来自压缩机。用户为此要求退货。

检查时，用力按压压缩机顶部，噪声消失。仔细检查发现，压缩机固定螺钉掉了一颗，致使运转时噪声增大。由于是新机，估计螺钉是在运送途中震动失落的，试着在包装箱中寻找，果然找到掉下的螺钉。安装并固定好压缩机各个固定螺钉，再开机运转，噪声消失。

这类故障在商店保修不常能遇到，有的电冰箱经过搬动噪声突然增大，经检查是由于毛细管与冷凝管撞击所致，将两管分开，噪声消失；也有的电冰箱噪声来自冷凝器，用手按压冷凝器下部，检查是冷凝器固定螺钉松动造成的；也有的电冰箱压缩机运行与冷凝器发生共振，致使噪声增大，用一块硬泡沫塑料塞入冷凝器与箱壁之间，噪声即消除。

七、照明灯失灵

例 21：

牌号	香雪海双门	检修部位	照明灯、开关
故障现象	冷藏室照明灯失灵		

分析检修：无论什么型号的家用电冰箱，冷藏室里都装着照明灯，以方便取放物品。照明灯的开关都是与箱门同步的：开门时灯亮，关门时灯灭。照明灯失灵的原因多为以下两种，修理比较简单。

(1)关门后灯不灭

这往往是在搬动和运输中因震动引起的，若不及时察觉，灯泡长时间点亮发热，会使箱内温度升高，引起压缩机停机时间过短而启动频繁，压缩机工作时间增长、耗电量增加等一系列现象。

检查箱门关闭后，箱内照明灯是否仍然亮着的方法比较简单。只需用手轻轻将弹性门封条拉起，从缝隙中向冰箱内窥看，正常时照明灯应熄灭，箱内漆黑无光。如果看到箱内有亮光，就说明箱内照明灯仍然亮着。检修时可打开箱门，检查照明灯装在哪里。

香雪海双门电冰箱照明灯装在温控器安装盒里。用螺丝刀松开照明灯开关的固定螺钉，把安装盒或开关整体稍稍向前移动，使照明灯的开关触头处在关门时被箱门内胆压下的位置，再把紧固螺钉旋紧。这样，在电冰箱关门时门边框能压下开关触头，切断照明灯电源。

(2)开门后灯不亮

引起这类现象的原因除电源插头接触不良外，多是灯泡烧坏、灯泡与灯座接触不良等。也可能因使用不当，开关箱门时用力过度，人为地将开关簧片卡在开关盒内，开门后开关簧片不能接通，照明灯也就不亮。

先切断电源，打开箱门。从控制盒内将照明灯泡取出，看是否烧坏。若灯泡完好，可在断电的前提下，用螺丝刀将灯座中心的弹性铜片向上拨一点，使灯泡旋入后能接触良好即可。若是开关簧片被卡住，可用小刀拨开，使其恢复原来位置。这些故障排除后，接通电源，箱门打开时箱内照明灯应点亮。此型电冰箱使用 220V/ 15 W 螺口式灯泡。

不同型号的电冰箱使用的照明灯泡型号可能不同，换用时应符合灯口式样、尺寸，并注意不要随意换用大功率灯泡，以免发热过大，影响电冰箱使用。检修时，还要切记不能带电工作，一定要拔掉电冰箱的电源插头，绝不能只把温控器旋钮拨到“关”的位置，就动手装拆，那样并不能真正切断整机电源。

例 22:

牌号	香雪海单门	检修部位	照明灯开关
故障现象	照明灯不亮		

分析检修:香雪海电冰箱的照明灯和温控器装在同一盒罩内。拆修时,用左手从后面将温控器盒盖向前顶,接着往左面拉起,即可使盒盖脱出,熟练后拆装此件仅需几秒钟。盒盖取下后,灯泡、灯座即暴露无遗,可方便地检查、更换灯泡。有的电冰箱中,照明灯罩与温控器盒盖是分离的,更换灯泡时,需先用左手捏住灯罩,用力向前推,使灯罩后部的凸块脱出后把灯罩取下,便可很方便地更换灯泡了。此型电冰箱使用 220 V/ 15 W 卡口式灯泡。

单门的香雪海电冰箱的照明灯开关装在电冰箱下边,而在电冰箱门下边焊有一凸片。检查开关触头与晶片的位置对应关系,电冰箱门打开时,开关触头弹起,灯泡点亮;箱门关上后,凸片应把开关触头压下,直至灯熄灭。电冰箱通电后,打开箱门,用手按动开关触头,照明灯应能相应熄灭。开关系统不灵,便常是触头压下后不能弹起造成的。

八、其它

例 23:

牌号	凤凰双门直冷式	检修部位	化霜排水管
故障现象	电冰箱座前有水流出		

分析检修:制冷式电冰箱在压缩机工作时,冷藏室蒸发器结满了霜,压缩机停机后,霜层即自动融化,融霜水从管道排除到接水盘或蒸发皿。

经检查,此电冰箱故障原因是用户使用时,将一些鱼鳞、菜叶等粘到了蒸发器上,又随化霜水流动,将化霜水管道堵塞。这样,由于化霜水无法进入接水盘,便从电冰箱门缝渗出,致使水流满地。

检修时,先卸下三角接水槽的两枚固定自攻螺钉,拆下三角形水槽,用毛刷将其刷洗干净后,再用清水冲净。然后将箱背的塑料排水管取下,将其冲洗干净。此时箱体上只剩下塑料弯头,找一根小绳从箱内穿进塑料弯头,来回拉动绳子将污垢带出来,直至将污垢洗净为止。重新组装好排水系统各零件,再用清水将冷藏室蒸发器上的残留物洗净。最后,用少量清水从冷藏室蒸发器上淋下,看到它能顺畅地排出箱外,故障排除。

有的电冰箱霜水排水管较细,如果平时清理较少,化霜水里的杂物会霉变,使霜水粘度增大流动不畅,有时甚至形成一层白色膜堵住管口,造成化霜水外溢。

# 提 高 篇

电冰箱修理入门既然不难,读者当然希望能更多地掌握专业技术,能真正修好几台电冰箱,成为专业的修理员。也有的读者,已经从事电冰箱修理,希望能更系统地、全面地掌握电冰箱各种部件的构造原理,掌握电冰箱典型故障的检修方法,以迅速提高技术水平。提高篇将满足读者的需要。

提高篇前两章的内容是介绍电冰箱主要元件的用途、结构,希望读者能与实物对照着看,并结合它在整个系统中的作用来加深认识。这样,就能更好地理解每个元件损坏后可能引起的故障现象,在检修中能对症下药地采取措施。

修理电冰箱需要掌握的技能并不很多,但真正做起来,“生手”和“熟手”是大不一样的。例如焊接、加压、充氟等不同人修出来的电冰箱,使用效果相差很大,这样的例子多得很。学习基本技能,书中只能通过文字做粗浅的介绍,只有通过不断的实践、不断总结,才能不断提高。

本篇提供的检修实例大体有两类,一类是典型故障的排除,有比较普遍的适用性,无论修哪种电冰箱上都可以作为借鉴;另一类是有特殊性的,虽然是从某种电冰箱修理中总结的,但其检修思路或修理工艺有其特色,也可以举一反三,给人以启发。

**图例说明:**为了让您方便、快捷地从本书中获取您所需要的信息,书中特意安排了下面这些图标,根据这些图标的指示去阅读,可使您花费的时间减到最少,重点、难点了解的更快、更全。

**关注与重点:**此图标标示的内容是各章节中的重点。仔细阅读并充分理解这些内容,会使您提纲挈领地抓住要点,快速掌握电冰箱修理各环节中的重要理论知识以及动手操作的方法技巧。

**警示与强调:**此图标标示的内容涉及到电冰箱修理中一些关键和应该引起注意的问题,您需要认真对待,三思而后行,否则的话,可能会出现一些您不希望看到的结果和一些不该发生的事情。

**方法和技巧:**此图标标示的内容是电冰箱修理中的一些经验之谈和电冰箱维修高手的一些修理绝招。仔细阅读,灵活运用,可以帮助您快速掌握电冰箱修理中的一些技能和技巧,帮您解决电冰箱修理中的疑难杂症,快速进入电冰箱维修高手行列。

此图标标示的内容都是电冰箱维修人员多年经验的结晶,掌握这些内容,可使您快速判断电冰箱的故障类型和故障部位,使修理工作达到事半功倍的效果。



## 第四章 制冷系统主要元件剖析

制冷是电冰箱的基本功能。电冰箱的制冷系统由压缩机、蒸发器、冷凝器、毛细管等元件组成。认识制冷系统的主要元件,是检修电冰箱的基础。

关注与重点: 检查换用、配用的压缩机好坏的常用方法。

压缩机电机接线端位置的正确辨认非常重要,必须十分熟悉,以保证实践中正确接线。

冷凝器、门除露管、蒸发器的构造与基本检修方法。蒸发器损坏是电冰箱的常见故障。毛细管的选择、换用的实验和安装方法。

新型电冰箱采用旋转卧式压缩机,因靠防震胶垫减震,运转噪声较往复式压缩机大。由于机壳内为高压侧及装机空间局限,电冰箱中安装的旋转式压缩机不能用往复式压缩机替代。

开壳重修压缩机工艺复杂,技术要求高,目前压缩机价格不高,所以除偏远地区或应急使用外,不提倡开壳修理压缩机。那些已使用八九年的老旧压缩机,更没有重修价值。

更换压缩机的最恰当的办法是按照铭牌标注的工作电压、输入功率、使用制冷剂品种,选配新压缩机。

电冰箱修理时,只要打开制冷系统,都应更换干燥过滤器。换新焊接动作要快,长时间暴露在空气中存放的干燥过滤器,一般不宜使用。

### 第一节 压缩机的构造与检修

压缩机是电冰箱制冷系统的核心。它由电动机带动,用机械方式来增加管道内气态制冷剂的压力,使它成为液态,并在管道中流动,完成制冷循环。家用电冰箱中,制冷压缩机中的压缩泵和电机焊封在同一钢壳内,又称全封闭压缩机。

#### 一、压缩机的种类

全封闭式压缩机的压缩机和电动机共同装在一个封闭的壳体内,壳体是由上、下两部分焊接而成,平时不能拆卸。它具有结构紧凑、体积较小,重量较轻、震动小、噪声低以及不泄漏等优点。机组与壳体之间设有减震装置,运转平稳。它的另一个特点是壳体好像一个气液分离器,压缩机运转时吸入的是低温低压制冷剂蒸气,因而不会产生液击事故。电动机沉浸在低温

蒸气中,改善了电动机的冷却条件。全封闭式压缩机目前已广泛用于电冰箱、空调器及各种小型制冷设备中。家用或医用电冰箱、冷饮机使用的全封闭压缩机制冷量小于 232.6 W。

小型压缩机从运动机构区分,有往复活塞式和旋转式。我国现生产的压缩机大多是往复活塞式,近年来旋转式压缩机发展很快。小型空调器采用旋转式压缩机的已占相当大的比例,采用旋转式压缩机的家用电冰箱也有产品上市,这类电冰箱预计将有较大的发展。

二、压缩机的结构

1. 往复活塞式压缩机

图 4-1 画出了最常见的 QD 系列往复活塞式压缩机的结构。它内部由电机轴与压缩机轴组成一个整体机心,并用吊簧或压簧悬于机体内壁。压缩机是通过曲柄连杆(或曲柄滑管),将电机的旋转运动变为活塞的往复直线运动,来完成气体的压缩与传送。压缩机的壳体用钢板成型套焊密封,具有良好密封、减震降噪性能。

图 4-1 往复式压缩机构造示意图

压缩机装在电冰箱的箱体底部,吸气管与蒸发器回气端相接,排气管与冷凝器进端相接。压缩机工作时,将蒸发器内已吸热的低压制冷剂蒸气吸入气缸,再由往复运动的活塞压缩蒸气。压缩后的高压、高温蒸气排向电冰箱冷凝器散热冷却,即实现制冷循环。

2. 旋转式压缩机

旋转式压缩机大体上有两种结构形式,一种为滚动转子式,另一种为离心刮板式(滑片式)。目前一些间冷式无霜电冰箱,配用上海电冰箱压缩机厂采用日本技术生产的滚动转子式压缩机;也有的电冰箱采用广东珠海压缩机厂采用美国技术生产的离心刮板式压缩机。这两种压缩机相比较,滚动转子刮板式较离心刮板式旋转压缩机制造简单,外形为卧式体积小,占用箱底空间小、重量轻成本低,但可靠性和寿命不如离心刮板式旋转压缩机。

与往复式压缩机相比,旋转式压缩机有很多优点: 它的效率高。由于没有吸气阀,阻力损失小,其指示效率可高于往复式 20% ~ 30%,加上吸气过热度小,余隙容积小,更提高了效率。 部件少、体积小、重量轻。它的体积比往复式小 40% ~ 50%,重量轻 40% ~ 50%。它的零部件数在 50 个左右,而往复式约有 80 个。其中卧式旋转式压缩机适合电冰箱采用,立式的适用于空调器,不适合电冰箱。 可靠性高。由于运动部件少,摩擦功耗小,提高了可靠性。

材料消耗少,生产成本低。

电冰箱采用旋转卧式压缩机,因靠防震胶垫减震,运转噪声较往复式压缩机大。由于机壳内为高压侧及装机空间局限,电冰箱中安装的旋转式压缩机不能用往复式压缩机替代。

### 三、压缩机的选配

关注与重点:压缩机损坏是电冰箱常见故障之一,尤其是电机绕组烧毁、运动部件阻卡、阀片等损坏所引起的无吸气、无排气能力(简称无效)等故障更是常见。开壳重修压缩机工艺复杂,技术要求高,对不具备专用开壳、焊接设备的一般修理厂(店),修理成功率较低。近年来压缩机的市场价格不高,所以对确认损坏的压缩机不提倡开壳修理,特别是那些已使用八九年的老旧压缩机,一般无重修价值。

如确认压缩机内部损坏,最恰当的修理办法是参考箱体铭牌的标注参数,选配新压缩机。选配时要注意铭牌上注明的工作电压、输入功率以及适应的制冷剂品种。尤其是双回路制冷系统配用的压缩机,其功率和启动方法都应遵照原机型配套,以应付恶劣的工作条件。压缩机的耗电功率应与电冰箱制冷功率相适应,既不能“小马拉大车”,也不要“大马拉小车”。

一般说,卧式旋转压缩机体积较小,适配性好一些。例如,上菱牌间冷式无霜电冰箱配用的 QDX35 系列卧式放置压缩机的箱型,原箱型用的输入功率 104 W (制冷量 130 W)压缩机既能配用在总容积 180L 的箱体,又可配用在容积 234L 的箱体。使用中压缩机工作电流均不超过 1A。

采用往复式压缩机的箱体,以经验法估选的原则如下:总容积在 80L 左右的单门电冰箱,可选用功率 70 W 的压缩机;总容积在 180L 左右的单门电冰箱,可选用 100 W 的压缩机;总容积在 180L ~ 250L 之间的双门电冰箱,可选用 110 W ~ 180 W 之间的压缩机;容积在 100L ~ 200L 的之间的冰柜,可选用 110 W ~ 150 W 之间的压缩机;容积在 300L ~ 400L 之间的冰柜,可选用 160 W ~ 250 W 之间的压缩机。对于不使用氟利昂制冷剂的“无氟电冰箱”,应按箱体铭牌中标明的制冷工质品种,选用同工质压缩机,绝对不能用普通压缩机换用。

### 四、压缩机的检验

压缩机是电冰箱中的主要部件,它的质量好坏直接影响电冰箱的各项性能,换用时必须选专业厂家的正式产品。

#### 1. 检查随机附件及封装

正品压缩机均用包装箱单机或双机装封,其中附件有接线盒启动器、过载保护器和卡套、橡胶垫和衬管各 4 个,以及说明书的原理接线图、合格证和保修说明。电机采用电阻分相式启动形式的压缩机,配有重锤式或 PTC 启动器;采用电容启动电容运转式的,还配有两只电容器。图 4-2 是常见的两种压缩机附件的装配情况。

压缩机的封装完整,指包装箱完整,机体外表无碰损漏油,接头管未开封,摇动机壳无震动异常声响等。如果有任一项不符合要求,应查明原因或调换。

检查时应特别注意机体上 3 个管接头,它们必须都用塞堵严格密封。市场上出售的正品压缩机,在出厂时对各项指标和参数均已进行严格的检测,并注入干燥氮气或抽空,然后用橡胶塞密封。特别是用 R134a 制冷剂的压缩机,如果看到高低压接头敞开,就无法再使用。

#### 2 电机接线柱的辨认测量

方法和技巧:压缩机封闭的壳体上有 3 个接线柱,排成规范的正三角形,有的上面 1 个,下面 2 个;有的上面 2 个,下面 1 个。3 个接线柱在机内与电机绕组连接,在

图 4-2 压缩机附件的装配

电冰箱电路中它们分别接启动继电器和热保护器,或是连接运行电容器。

压缩机中的电动机,都是采用单相电阻分相式或电容分相式单相异步电动机。这类电动机有两个用漆包线绕成的绕组,也就是运行绕组(主绕组)和启动绕组(副绕组)。运行绕组使用的漆包线较粗,圈数较多,其直流电阻值一般较小;启动绕组使用的线较细,绕制的圈数较少,其直流电阻值一般都较大。例如,一种常用电冰箱全封闭压缩机,其电动机的运行绕组导线直径为 0.64 mm,匝数为  $2 \times 376$  匝,直流电阻为 12  $\Omega$ ;启动绕组导线直径为 0.35 mm,匝数为  $2 \times 328$  匝,其直流电阻为 33  $\Omega$ 。

电动机绕组的引线接到机壳上的三个接线柱上。常用 C 表示电动机运行绕组与启动绕组的共同引出线端(常称公共端),用 M 表示运行绕组的引出线端,用 S(或 A)表示启动绕组的引出线端。对于具体的绕组接线端子的判断,按以下步骤进行。

卸下压缩机的接线盒后,拆下热保护器和启动继电器。参考图 4-3 所示。将万用表拨到  $R \times 1k$  挡,分别测量三个接线柱之间的电阻值。先找出阻值最大的两个接线柱,例如 1、2 之间电阻为 45  $\Omega$ ,另一个接线柱 3 必为“共用端 C”;再找出与 C 之间阻值较小的那个接线柱,例如 1、3 之间为 12  $\Omega$ ,则 1 为“运行端 M”;于是另一个接线柱 2 为“启动端 S”。

图 4-3 压缩机电机接线端位置

应注意的是,一般压缩机电机的运行绕组阻值大于启动绕组阻值,但也有个别国外机的阻值情况正相反。遇有这种情况,使用时可互调启动、运行绕组接线验证。三个接线柱确定后,亦可与保护启动装置连接。

方法和技巧:在压缩机电动机三个接线柱上测得的阻值应满足如下关系:

$$\text{总阻值} = \text{运行绕组阻值} + \text{启动绕组阻值}$$

在测量中,如果所测得的阻值符合产品说明书规定的阻值,而且总阻值也等于两

绕组阻值之和,即说明两绕组良好。否则,电动机绕组有问题。在测量绕组电阻时,若测得绕组电阻无穷大,即说明绕组断路。电动机绕组断路时,电动机不能启动运转,而且电流很大。压缩机电机绕组断路的常见原因有:绕组的埋入式热保护继电器的触点跳开后不能闭合或者触点被烧坏,电机运转时产生的振动,导致电动机内引线的折断、烧断或内插头脱落。

在测量绕组电阻时,若测得的阻值比规定值小得较多,即说明绕组内部短路。

若两绕组的总阻值小于规定的两绕组阻值之和,则说明两绕组之间存在着短路。电动机绕组出现短路时,由于短路的程度不同会有不同的故障现象。压缩机电动机出现短路后,不论能否启动运转,其通电后的电流都较大,且压缩机的温升很快。全封闭压缩机电动机的接线柱是焊在机壳上的,内部与电动机的绕组引出线相连接,外部与电源线相连接。若通电后电动机的短路电流过大,可能会使此密封接线柱发生损坏而失去密封作用。大功率的全封闭压缩机更容易出现这类故障。密封接线柱被损坏后无法修复,只有更换压缩机。

### 3 电机绝缘性的测量

检测全封闭压缩机,还必须测量压缩机电动机绕组的绝缘性能是否良好。测量方法是,参照图 4-4 所示,将兆欧表(俗称摇表)的两根测量线接在压缩机的任何一个接线柱和外壳之间,用 500 V 兆欧表进行测量时,其绝缘电阻值应大于  $2\text{ M}$ 。若测得的绝缘电阻低于  $2\text{ M}$ ,则表示压缩机的电动机绕组与铁心、外壳之间漏电,不应继续使用。

图 4-4 检测压缩机绝缘性能

如果条件所限,没有兆欧表的话,压缩机的绝缘是否良好也可用万用表  $R \times 10\text{k}$  电阻挡进行测量和判断。注意测量时,两手手指不要同时扶住万用表的表笔,避免出现错误的读数。

造成压缩机电机绝缘不良的原因有:电动机绕组绝缘层破损,造成绕组与铁心局部短路;组装或检修压缩机时,因装配不慎,致使导线绝缘层受到摩擦或碰撞,又经冷冻油和制冷剂的浸蚀,导线绝缘性能下降;因绕组温升过高,致使绝缘材料变质、绝缘性能下降等。遇上这种情况,就只能更换相同规格、型号的压缩机,或对压缩机进行剖壳修理了。

### 4 压缩机的通电试运转

警示与强调:测量压缩机电机绕组正常后,必然要检查压缩机是否能正常启动运转。经过通电试运转,可以进一步了解它的性能好坏,并及时发现机械故障(例如定子与转子相擦等)。如果是检查电冰箱上的原有压缩机,最好是将它从电冰箱的制冷系统中断开,或者拆下后进行。因为制冷系统出现严重堵塞,也可能导致压缩机无法启动。为了防止出现误判,所以要这样做。同时,要在启动压缩机前注意检查启动继电器和热保护器的好坏。

首先,我们自制一副一头焊有夹子,另一头接有电源插头的电源线,电源线应采用较粗的软导线。试机时可以采用直接启动方法:打开压缩机的接线盒,拔掉热保护器和启动继电器,露出压缩机上的三个电机接线柱。电源线的一个夹子夹住电机的公共接线柱,另一个夹住电机的运行绕组接线柱。然后用一把带绝缘柄的螺丝刀,将电机运行绕组和启动绕组的两个接线柱短路。在接通电源后,立即抽开将运行绕组和启动绕组两个接线柱短路的螺丝刀,压缩机应能正常启动和运转。用此方法直接启动压缩机,操作过程中应特别注意安全。两个夹子之

间不能短路,夹子也不能与压缩机壳短路。所用的螺丝刀只能让启动绕组的接线柱和运行绕组接线柱间短路,不能与压缩机亮相碰,更不能手触螺丝刀的导电部分。抽开时动作要快,在抽开的过程中也不能让任何一个接线柱与压缩机壳短路。

警示与强调:在用此方法直接启动压缩机的全过程中,一定要用钳形电流表监测压缩机的启动电流和工作电流。如果第一次未能让压缩机启动运转,应迅速拔掉电源插头,稍隔几分钟后重复上述操作过程。切不可让未启动运转的压缩机通电时间过长,否则会烧坏压缩机的电机绕组。电机的三个接线引柱应判断准确,不然也容易使绕组受损。在操作时,应请有经验的师傅在场指导和协助,以防止发生意外事故。

压缩机若能顺利启动,由于是空转运行,测得的电流值应很小,转动也很轻快,没有大的噪声。根据这些情况,即能判断出压缩机的好坏。

压缩机通电后若无法启动,且电流值接近或等于该压缩机的堵转电流值,则该压缩机的机械部分被卡死,应及时断电。若压缩机通电后虽然能启动运转,但电流值超过该压缩机的空载运转电流值较多,则该压缩机的故障部位仍在机械部分。

5 检查压缩机吸、排气性能

装机前先将压缩机减振橡胶垫和衬管套装入垫孔内,然后按照随机说明书中注明尺寸辨认高、低压管。除个别往复式压缩机设有“油冷却管”,与下部进出管并列外,一般压缩机都在中部或上部设3个管接头,往复式压缩机设排气管1个,吸气管2个;而旋转式压缩机则相反,设排气管2个,吸气管1个。

方法和技巧:吸气管与排气管的鉴别方法如下:手按管口倒油验证,往复式压缩机有油渍的两管口确定为吸气管;无油渍口则为排气管;旋转式压缩机无油渍的一管口确定为吸气管,有油渍的两管口则为排气管。

往复式和旋转式压缩机高、低管的区别和连接方法如下。往复式压缩机因吸入气体先进入机壳内再送入气缸,排气直接通过壳外排气管(与冷凝器连焊),故机壳内为低温低压状态,所以设两个回气管,一个为工艺管,另一个为吸气管与蒸发器回气管连焊。

旋转式压缩机因仅有排气阀而无吸气阀,吸入的气体经单一吸气管直接进入气缸内(吸气管与消音器、单向阀、蒸发器、回气管连焊,消音器旁通管为低压工艺管),而排气是先排入机壳内经两个排气管(一个为高压工艺管,另一个与冷凝器连焊),故机壳内为高温、高压状态。

方法和技巧:认清压缩机的管口后,即可对其进行吸、排气性能的检查。压缩机吸、排气性能的简单检测方法如图4-5所示。接通电源让压缩机启动运转。再用手指使劲堵住压缩机的排气口,若手指堵不住压缩机的排气口的气流,说明压缩机的排气性能良好。放开排气口后,再用手指轻轻堵住压缩机的吸气口(此时应将工艺管堵死或用手堵住),若堵住吸气口的手指很快就有被内吸的感觉,而且此时压缩机运转噪声降低,则说明压缩机的吸气性能正常。

压缩机吸、排气性能不良的主要原因是:压缩机内排气导管断裂、高压密封垫被击穿、阀口结炭及阀片破裂等。这些原因是厂家生产时就形成的,用户无法改变,所以对于吸、排气性能不良的压缩机,应该退换不用。技术条件和设备良好的话,也可以开壳修理。

图 4-5 检查压缩机的吸、排气性能

## 第二节 制冷换热器的构造与检修

电冰箱的制冷换热器,包括冷凝器、副冷凝器和门除露管,是压缩机重要辅助部件。电冰箱制冷时,从压缩机排出来的高温高压制冷剂气体进入冷凝器、副冷凝器、门除露管后,通过这一换热器将热量向空气中散发。制冷剂热量散发后,重新凝成中温、中压液体。

### 一、冷凝器的形式

电冰箱冷凝器多采用钢质管(也有采用紫铜管),用点焊或贴粘方法固定,冷凝管与电冰箱外板形成整体散热体,利用箱外板金属散热。这种结构的优点是占用空间少,外观整洁,避免外置时的清扫麻烦,但散热效率不及外挂式冷凝器,尤其内漏损坏不便检修,是目前平背式箱体较广泛采用的一种形式。其箱型不同敷设位置不同,冷凝器多敷设在箱体左右两侧和后侧,包括副冷凝器和门除露管。而冰柜多采用单一冷凝器敷设在箱外板内壁后侧,或左右及前侧。识别内置式冷凝器敷设位置,可在电冰箱正常制冷时手感箱体发热区来确定。

常见的电冰箱冷凝器有多种结构形式,如图 4-6 所示。

图 4-6 常见冷凝器结构形式

#### 1. 百叶窗式冷凝器

百叶窗式冷凝器是将冷凝管压抱在冲有百叶窗孔的薄钢板上,依靠空气自然对流将其热量散发出去。百叶窗状的薄钢板增加了散热面积,改善了通风散热条件。

这种冷凝器按冷凝管走向分垂直和水平两种,水平走向较垂直上下走向要合理些。冷凝管通常采用外径 4mm ~ 6mm,壁厚为 0.5mm ~ 1mm 的紫铜管或邦迪管(焊接钢管),散热钢板采用 0.5mm 普通钢板。目前,国内生产的雪花牌、香雪海牌等电冰箱及一些欧洲生产的电冰箱的冷凝器大多采用此种形式。

#### 2. 丝管式冷凝器

丝管式冷凝器是在 20 世纪 80 年代前广泛采用的百叶窗式冷凝器基础上改进而成。它采用邦迪管作盘管,然后将盘管置于专门用来装卡和焊接的设备上面。在盘管垂直方向的两侧均匀地焊上许多 1.6mm 的钢丝,钢丝间距为 4mm ~ 6mm。钢丝与盘管形成一个坚固的整体,外悬挂固定,所以这种冷凝器俗称外挂式冷凝器。

丝管式冷凝器重量较轻,制造成本低,强度和刚性较好。它比目前平背式箱体采用的内置式冷凝器散热条件好得多,充分提高了散热效率、降低了冷凝温度和过冷度,有利节省能耗及

检修更换。是当前外置式箱体广泛采用的一种冷凝器。被单门、双门或多门不同型号电冰箱应用,均悬挂安装在箱体后背部。外置式冰柜冷凝器应用的有两种,一种悬挂安装在箱体背部,另一种悬挂安装固定在柜体的底部。

3 内藏式冷凝器

内藏式冷凝器是将铜管或邦迪管制成的盘管挤压或敷设于电冰箱外壳的内侧表面,利用电冰箱壳体的外壁散热。这种冷凝器具有占用空间小、便于清洁、不易碰损,因而使得电冰箱背部平滑整洁等优点,但其散热性能不如百叶窗式和丝管式冷凝器,一般都要采用副冷凝器来改善散热条件。另外,由于冷凝器被固定在电冰箱外壳的内表面,因此绝热层也要相应增厚。采用内藏式冷凝器的电冰箱,一旦冷凝器内部管道产生泄漏则无法检修或更换,因此对生产工艺的要求很严格。内藏式冷凝器不一定都设在电冰箱背部,也有在电冰箱两个侧面,或是背部、侧面都有。

4. 翅片盘管式冷凝器

翅片盘管式冷凝器的盘管用铜管制成。它是在 U 形管上,按一定片距,穿套上厚度为 0.15mm~0.2mm 的铝片,再经机械胀管,焊接上小 U 形回弯管后制成。这种冷凝器外表面积大,体积小,所以必须采用强制对流冷却方式才能提高效率。它广泛应用在容积 300L 以上的卧式冰柜,并安装在箱体一侧的空间内,由风机使空气强制循环,再把冷凝器中的热量通过翅片散热于空气中带走。这种散热形式能提高空气侧的传热效率,并使构造比较紧凑,占用空间小,增大了箱内容积。

二、制冷换热器的组合

电冰箱中,冷凝器是制冷换热器的主要部件,即散发热量的主力。副冷凝器和门除露管,同样起到散发热量的作用,只是它们散发的热量又得到了利用。副冷凝器和门除露管都是冷凝器组成的串联发热管之一,其区别仅在于设计位置不同。它们的连接形式如图 4-7 所示。

1. 副冷凝器

副冷凝器又称“下冷凝器”,它的构造形式与外挂丝管式冷凝器相似,通常悬挂在箱底接水盘之下,所以又称蒸发管、皿蒸发管等。副冷凝器的进、出管串接在压缩机与冷凝器之间,压缩机排出的高温制冷剂蒸气先进入副冷凝器散热。所散发的热量用来使接水盘中的霜水蒸发,同时又能起箱底防潮、防腐。不同的箱型设计的冷凝面积(管长及钢丝布局面积)不同,一般占冷凝器冷凝面积的 1/4 左右。

图 4-7 冷凝器、副冷凝器和门除露管

2. 门除露管

门除露管也是一种换热装置,它的制造材料与管径与内置冷凝器相同,布置在门框内壁四周。根据箱门高宽尺寸设计管长不同,管长一般在 3m~5m 之间,约占冷凝器冷凝面积(管长)的 1/4 左右。各品牌电冰箱门除露管的连接方式不尽相同,有的串接在左右冷凝器之间;有的串接在过滤器与冷凝器之间;也有的串接在副冷凝器与冷凝器之间。

压缩机排出的高温气体进入门除露管散热,对电冰箱门封处适当加热,避免门封处内外温差较大产生结露,所以称之为门除露管。这在南方湿度大的地区尤其重要,那里门封处结露水甚至会冻结,造成箱门开启困难。



门除露管直接靠压在门框内壁,因箱体移动、撞击、震压、箱门扭曲等原因,容易穿漏损坏。电冰箱检修实践中,门除露管内漏故障占很大比例。电冰箱门除露管损坏后,不能废除不用,而应在门框上外敷设相同长度门除露管,以免降低换热效果,造成冷凝温度升高,影响制冷效果。

### 第三节 蒸发器

蒸发器是电冰箱中主要产生“冷”的部件,也就是“冷源”。高压的液态制冷剂从毛细管喷进蒸发器,在蒸发器中体积急剧胀大,变成低压低温气态,同时要吸收大量热量(也就是产生了“冷”)。有的电冰箱装有两个蒸发器,主蒸发器容积大于副蒸发器。蒸发器的形状有 L 形、U 形、口形 3 种。L 形蒸发器一般用于 70L 以下的小规格电冰箱,U 形蒸发器适用于规格 100L 以下的小电冰箱,100L 以上的电冰箱多采用口形蒸发器。

#### 一、蒸发器的结构

##### 1. 吹胀式蒸发器

这种蒸发器是用高压将两层轧焊在一起的铝板吹胀,并形成需要的管路,成为蒸发器板坯,再焊上接管,弯曲成型。它的外形如图 4-8 所示。典型的主蒸发器产品,管路截面  $\phi 204\text{cm}^2$ ,长 13.5m,换热面积为  $4283\text{cm}^2$ ;副蒸发器换热面积  $627\text{cm}^2$ 。主蒸发器安装方式有两种,一种是直接嵌入冷冻室发泡固定成型,另一种悬挂在单门电冰箱冷冻室。

吹胀式蒸发器依靠空气自然循环,管道与壁板之间的温差小,传热效率高,而且造价低、制冷快、表面平整不易积垢,多用作电冰箱冷藏室蒸发器,也有用作双门直冷式电冰箱冷冻室蒸发器的。例如香雪海牌 BCD-160 型电冰箱的冷冻室和冷藏室均采用吹胀式蒸发器。

明装的蒸发器隐患较多,易碰伤泄漏,但仍被广泛应用。为了满足电冰箱修理的需要,现在有厂家专门为不同箱型冷冻室生产吹胀式蒸发器,可根据尺寸嵌入冷冻室配套,替换内漏蒸发器的工作。

##### 2. 管板式蒸发器

管板式蒸发器外形如图 4-9 所示。它是将异形铝管盘绕成型,固定于壳壁外侧做成。这种蒸发器内壁光洁、平整,不易泄漏,不易损伤,即使壳壁破裂,只要盘管未受到损伤,制冷剂也不致泄漏。盘管不与外界空气、水分接触,故不易腐蚀。常用于直冷式双门电冰箱的冷冻室。它的缺点是管路只能做成单程盘管,盘管长度受到一定限制,管道的间距较大,使管道与壁板之间的温差加大,传热效率降低。

图 4-8 吹胀式蒸发器

图 4-9 管板式蒸发器

常见的五洲—阿里斯顿电冰箱、将军电冰箱等,其冷冻室就采用这种蒸发器。西冷、都乐等单门电冰箱也采用这种蒸发器。

3 翅片式蒸发器

这种蒸发器外形如图 4-10 所示。它的翅片一般是以 0.1mm~0.2mm 的铝片制成,片距 6mm~8mm,盘管采用 8mm~12mm 的铜管或铝管。蒸发器盘管之间还设有电热管,用以快速自动除霜。这种蒸发器依靠专用的小风扇吹拂翅片表面,以强制对流的方式交换热量。它通常装在冷冻室后面,或冷冻、冷藏室的隔板中,广泛用于间冷式无霜电冰箱冷冻室。

图 4-10 翅片式蒸发器

4 丝管式蒸发器

这种蒸发器的结构与丝管式冷凝器相似,在 8mm 钢管上点焊 2mm 的钢丝,钢丝间距 4.5mm,成为一个坚固的片状整体。丝管式蒸发器常用于大冷冻室多抽屉式直冷式电冰箱中,它分层明装在大容积冷冻室内,既能发挥多冷源吸热降温优势,又能兼顾多抽屉的搁架结构的需要。

二、储液管

储液管用铜管轧压成型,直径 20mm,长 120mm 左右,外形像一个大干燥过滤器。另一种储液管外形大小像一个鸡蛋。电冰箱中储液管的进口端与蒸发器出管端连焊在一起(插入深度一般是储液管长度的 1/2),所以也可以将它看成是蒸发器的一部分。

储液管的主要作用是为降低对充灌制冷剂的剂量精度。有的储液管制冷剂量能随着系统需要自动补充或减少。

第四节 干燥器与毛细管

一、干燥器

1. 干燥器的构造

干燥器装在冷凝器的出口端。它的作用是在制冷剂进入毛细管前对其进行过滤,除去制冷剂中的水分和固体杂质。由于它具有干燥和过滤双重作用,所以又称干燥过滤器。

电冰箱中常用的干燥器构造见图 4-11 所示。它用 15mm 左右的紫铜管做外壳,长度约 130mm,里面装有过滤网,并充满干燥剂(分子筛)。干燥管的外形有两种,主要是它的进口端有双孔和单孔之别,具有双孔的一种,一端焊有封闭盲管,俗称高压工艺管,又称旁通管,主要用于检修放空等使用。干燥器的进口端口径为 4mm 或 6mm,与冷凝器相连;出口端口径通常为 3mm,与毛细管出口端连焊。双回路制冷系统用的干燥过滤器,进出口端口径相同,连焊在

图 4-11 干燥器的构造

冷凝器与电磁阀之间。

2 干燥器的选用

选用电冰箱制冷系统干燥器,应考虑其两端的冷凝器与毛细管的连接,口径大小必须对接合适。此外,还要考虑干燥剂与冷凝制冷剂的匹配。

干燥器中均采用人工合成泡沸石作干燥剂。这是一种具有晶体结构的硅铝酸盐,用粘合剂塑合成小球形状分子筛,分子筛具有比较均匀的晶格孔隙。当物质分子直径小于分子筛的晶格孔隙时,其水分就被它吸附。过滤器中装入 10g 分子筛,一般能吸入水分 1g~2g。干燥剂吸收水分后,采用加热或真空方法又可使它脱附,脱附处理后的吸水量按分子筛重量比不高于 1.5%。采用不同的工艺配方,可以制成不同孔径的分子筛(干燥剂),用于吸附不同分子直径的物质,所以说干燥剂的吸附作用具有选择性。用 R12 或 R22 等制冷剂的制冷系统,应选用普通的 4A 或 XH-5 等型干燥过滤器。在“无氟电冰箱”中采用 R134a 等制冷剂,则应选用新开发的 XH-7 等型干燥过滤器。

3 干燥过滤器的更换和再生

警示与强调:常温下干燥器中的分子筛吸水能力按重量比不小于 20%。同时,分子筛在干燥器中又受到液体制冷剂的冲动,冲动、吸水和安装焊接时 600℃左右的高温,都会破坏分子筛晶格,造成干燥器受损。电冰箱制冷系统干燥过滤器在使用一定时间后,尤其是因泄漏、堵塞等原因须打开制冷系统修理时,一般都应换掉原干燥过滤器。尤其是用 R134a 等制冷剂的“无氟电冰箱”制冷系统,只要在维修中打开系统管道,就必须更换干燥过滤器。换新干燥过滤器时,要对干燥器外壳用湿布包围作冷却保护后,再进行管口焊接,施焊动作要快捷。连焊后须让接口自然冷却,不能用水冲击,以免接口处表面“脱皮”。

方法和技巧:由于分子筛吸入水分后,会直接影响制冷剂正常循环,所以长时间暴露在空气中存放的干燥过滤器,一般不宜使用。如果没有选择余地,只能使用这样的干燥器的话,必须用 300℃以上温度对干燥剂(分子筛)作活化处理。先将干燥过滤器进口端焊到制冷系统上,一边用焊枪火焰向干燥器壳体加温,一边向系统断续充入制冷剂气体。这样干燥剂中的水分变为蒸气从过滤器出口端冲出,能较好恢复其吸收水分的功效。

二、毛细管

电冰箱背后的下部能看到一根很细的紫铜管,由于长度较长,多盘成圈,这就是毛细管。它的主要功能是:在压缩机运行时,保持蒸发器与冷凝器之间有一定的压力差,使蒸发器中的制冷剂在低压状态下蒸发吸热;使冷凝器中的高压气态制冷剂热量能充分散发;控制制冷剂的流量,使蒸发器保持合理的过热度,以实现制冷机安全、经济运行。在搬运电冰箱时,千万不要把毛细管弄瘪或折断。

1. 毛细管的构造

毛细管从外观看,像一根细长的、有一定硬度的小铜丝,用在电冰箱(柜)中的毛细管长度

一般在 1.5 m ~ 3 m 之间,内径 0.6 mm ~ 2 mm 之间(外径 2 mm ~ 3 mm)。例如,容积 180 L 双门直冷式双冷源单回路电冰箱采用毛细管的典型规格是: 1.8 mm × 0.57 mm × 1524 mm (外径 × 壁厚 × 长度)。单回路的制冷系统,毛细管装在干燥过滤器与蒸发器之间;双回路的制冷系统,两根毛细管分别装在电磁阀出端与蒸发器进端。

由于毛细管的孔径很细,制冷剂在里面流动的阻力很大,这就起到了节流作用。毛细管的内径越细,长度越长,节流作用就越明显。节流的目的是控制制冷剂的流量,保持冷凝器与蒸发器的合理压差。毛细管内的液态制冷剂流量随入口压力增高而增加,也随蒸发器的压力降低而增加,但是,达到极限值时,流量即不再随压力的增高而增加。由于毛细管的孔径很小,长度较长,液态制冷剂通过它时会受到较大的阻力而产生压力降,这样就控制了蒸发器内制冷剂的蒸发压力。蒸发压力决定了制冷剂的蒸发温度,也就得到了对应的冷冻温度。

采用毛细管节流方式,具有结构简单,无运动零件,不易发生故障的特点。同时压缩机停机后,高低压力即逐渐平衡,易于启动,因此压缩机驱动电机的功率可以较小。但是毛细管的自动调节范围小,而且不能人工调整,因此只适用于热负荷比较稳定的一些小型制冷设备(如家用电冰箱、空调器、抽湿机和冷饮机等)。

在实际使用中,常使毛细管中的制冷剂保持一定的过冷度,以尽量减少毛细管中制冷剂的提前气化,减少蒸气含量,从而提高制冷效率。常常将毛细管与低压回气管焊在一起,或将毛细管从回气管中穿过,以便进行充分的热交换。如果不将毛细管中的制冷剂随压力的降低而进行充分的冷却,那么进入蒸发器的制冷剂中的蒸气含量将增大,致使制冷效率降低。同时,由于液态制冷剂气化后的体积将增大数十倍,故使流速大增,形成气流喷射噪声。所以,提高毛细管中的液态制冷剂的过冷度,不但是提高制冷效率的有效措施,也是降低气流噪声的有效办法。

2. 怎样选择毛细管

关注与重点: 由于毛细管中的气、液两相流动过程的理论比较复杂,再加之管径偏差和管壁粗糙程度不同,所以电冰箱选用多长、多细的毛细管一般要通过实验来校正、确定。下面介绍毛细管的选择方法。

(1) 比较法

参考原毛细管内径,估测内埋段和外露段的相加长度,选用同一尺寸毛细管直接替换。也可以先将用此法选出的毛细管先焊接在已退出原毛细管进端部位(干燥过滤器出端),另一端敞开口使工艺管中连焊的修理阀与外界大气压力相同下关闭呈零压状态,然后开启自身压缩机运转,进行低压流量测定,当低压表压力稳定在 - 0.076 MPa ~ - 0.075 MPa (560 mm Hg ~ 570 mm Hg) 呈负压值时,则认为此毛细管合格,否则应将毛细管剪短或增长重焊。

(2) 高压流量法

高压流量测定法仍是利用自身压缩机进行,毛细管的流量取决于压缩机排气效率。选一段长 3 m,内径 0.6 mm 以上毛细管。将它的一端连焊在压缩机排气端,并在排气口处装一块高压表;另一端敞开,在压缩机吸气端也与外界大气相通。启动压缩机运转,进行高压流量测量,当高压表压力值稳定在 1.0 MPa ~ 1.2 MPa 之间,则认为此毛细管合适,否则应剪断或增长重焊。

(3) 查表法

毛细管选择的计算比较复杂,且由于管径偏差,管壁粗糙度等的影响,计算结果都误差很大,都还要通过实验来校正。所以最好是根据多数厂家的实践经验数据来选取。这是一种比

较简单、为实际维修所采用的方法,有关数据列于表 4-1 中,如果选用的毛细管与表中所列的内径不同,则可从长度上作适当调整。调整时,所用的毛细管直径越细,长度就可以短一些;而毛细管越粗,就要用得长一些。

表 4-1 家用电冰箱毛细管的选配

压缩机功率 / W	制冷剂	蒸发温度/ ,长度/ m,内径/ mm					
		蒸发温度: - 23 ~ - 15		蒸发温度: - 15 ~ - 6 7		蒸发温度: - 6. 7 ~ 2	
		内径	长度	内径	长度	内径	长度
61	R 12	0. 66	3. 66	0. 79	3. 66		
92		0. 66	3. 66	0. 79	3. 66		
123		0. 79	3. 66	0. 91	3. 66		
147		0. 91	4. 58	0. 91	3. 05	1. 07	3. 66
184		0. 91	3. 66				

选择电冰箱用的毛细管时,一般先确定孔径,再决定长度,在较小的内径和短的管子与较大的内径和较长的管子间选择。在合理范围内选择最大内径的毛细管是有利的,因为它不易堵塞。电冰箱维修中,发现原毛细管堵死损坏需换新时,在满足长度装配尺寸的前提下,应尽量选择最大内径(不小于 0. 6 mm)。

3 毛细管的安装

毛细管的长度、孔径选定后,要全面检查有无表面伤痕。将毛细管截断后,用大头针把断口疏通,再用高压气体进行吹脏处理,确保管内没有铜屑脏物,才能准备焊接。

警示与强调:毛细管与干燥器的焊接见图 4-12 所示。毛细管插入干燥器的深度要适当,若插进过深,会触及干燥器中的滤网,容易造成管口堵塞。焊接毛细管应采用低银焊条,焊焰应更多地对干燥器加热,不要在毛细管上长时间停留,以防止毛细管加热过度而熔化变形。

图 4-12 毛细管与干燥器的焊接

方法和技巧:毛细管的连焊随机型各异,在单回路制冷系统中,毛细管的进端与干燥过滤器出端连焊,插入深度 15 mm ~ 20 mm 之间。毛细管另一端与蒸发器进口端连焊,插入深度在 200 mm ~ 300 mm 之间不等。双回路制冷系统有两根毛细管,分别连焊在电磁阀与蒸发器之间。

个别型号的电冰箱,采用吹胀式蒸发器,却把毛细管的出口端插入蒸发器的进口端,采用轧压连接方式固定,这给维修更换带来困难。

为了提高制冷剂过热量,通常把单根毛细管中间段穿入回气管中或用锡焊在回气管壁面,这种组合方式又称总程管。这种结构的毛细管应将其外露段盘圈绑扎固定,以防震碰磨损泄漏。

## 第五章 电气控制系统主要元件剖析

电气系统在电冰箱中提供动力,并对电冰箱的制冷情况进行控制。电气系统中,电机驱动装配在一个壳体中的压缩机推动制冷剂流动;温度控制器通过对电机的转停使电冰箱内温度保持在一定范围内;除霜装置与加热器则是为保证制冷效率和温度控制提供必要条件。

关注与重点: 电冰箱压缩机的启动电路有多种,排除电冰箱电气系统故障的第一步工作就是弄清它的启动方式,并检查启动元件是否正常。

压力式温控器可分为普通型、半自动化霜型、定温复位型三种,它们的基本工作原理是相同的。温控器损坏或工作不正常,是电冰箱故障的常见原因。

除霜装置工作原理和实际使用调整方法。

电冰箱的基本功能是制冷,为什么要在里面装加热器?这个道理要弄清楚。

温控器失灵是电冰箱的常见故障之一。如果换新的温控器仍不能使用,常常是接线和安装错误造成的。检修中要特别注意感温毛细管的探头位置是否正确,如果与要求位置(例如,要求紧贴蒸发器)相差太远,必然会造成温控范围失准。

电冰箱在冬季天气特别冷的时候不能正常制冷,故障多在温控器或加热器。

### 第一节 压缩机电机运行电路

#### 一、压缩机的启动形式

家用电冰箱普遍使用全封闭式压缩机,驱动电机与其装在同一个密封壳体内,所以我们通常所说的电冰箱压缩机电路,实际上是指其中的电机运行电路。全封闭式压缩机配用的是单相异步电机,以 220V 交流市电为电源。这种电机通电后,为了正常运转,转子必须首先得到启动转矩,所以要在电路上采取一定的启动措施。

压缩机的启动电路,按其接线形式与配用的启动元件,可分为三种:电阻分相启动;电容启动;电容启动,电容运转。

##### 1. 电阻分相启动

这种启动形式普遍应用于电冰箱压缩机上,压缩机输出功率小于 180 W 时,一般多采用此电路。电阻分相启动电路的接线形式如图 5-1 所示,电机启动绕组中通常配有重锤式启动器。采用电阻分相启动的电机定子由运行绕组和启动绕组组成,一般运行绕组的匝数较多,线径较粗,其直流电阻较小;启动绕组的匝数较少,但线径较细,故直流电阻较大。这两个不同阻抗值

的绕组接在交流电路中时,在两个绕组上的电流相位不同,也就是单相电源被分成了两个有一定的相位差的电流。电机在不同相位电流作用下产生启动转矩,电动机就能够启动运转。

电机开始转动后,运转绕组中的电流很快减小,当电动机转速达到其额定转速的 70 % ~ 80 % 时,启动继电器吸合力降低,触点分离,于是启动绕组脱开电路,只留下运行绕组在电路中,保持电动机的正常运行。

要特别注意的是,为增大启动力矩,这类电机在启动绕组中往往有反向绕组,维修时要注意区别。

2. 电容启动式

采用电容启动的电机电路结构及功能基本与电阻分相式启动相同,只是在副绕组电路中串连一只 45 $\mu$ F ~ 100 $\mu$ F/ 220 V 启动电容器,其电路连接形式见图 5-2。这种电机的启动绕组比分相式启动电机匝数多、漆包线粗些。因启动绕组中串联了电容器,启动时绕组通过的电流较大,所以启动转矩大,而正常运行后需要的电流比分相式启动电机更小。

图 5-2 电容启动电路

这种启动形式适合于输出功率较大的电机上,在结构上启动绕组的线径较粗,且匝数也比较少。这种电机中,启动电容器的质量好坏很重要,实际使用中常有因电容器容量匹配不当、容量不足或耐压不够,致使电机不能正常启动而被烧坏的现象发生。

维修中要更换损坏了的电容器时,要先将电容器两端引脚用导线短路,放掉所充的电荷,再换上原技术参数的新电容器。

3. 电容启动、电容运转

电机在电容启动后,正常运转时仍有电容串联在启动绕组中,这只电容比启动电容小,只在运行时维持启动副绕组中仍有较小的电流通过。这种启动方式常用在功率较大的压缩机上。

采用这种方式启动的电机两个绕组都是运行绕组,接线方式如图 5-3 所示。电机启动时,运行绕组 I 中串入一个大容量的启动电容器,在转入运行时,由于启动继电器的作用,大容量的启动电容器被甩掉,只留下一只小容量的运转电容器串接在电路中。

图 5-3 电容启动、电容运行电路

此种结构的电机具有启动力矩较大、效率高、运转平稳、省电等特点,但生产成本也较高。表 5-1 列出了上述几种压缩机启动形式的特点。

表 5-1 全封闭压缩机启动特点

压缩机启动形式	适应功率/ W	启动转矩	启动电流	结构成本
电阻分相启动	90 ~ 180	较小	较大	结构简单
电容启动	90 ~ 300	较大	较小	结构复杂,成本高
电容启动、电容运转	90 ~ 300	较大	较小	结构复杂,成本高

二、常用压缩机启动元件

1. 重锤式启动器

重锤式启动器又叫启动继电器,是使用最广泛的压缩机启动元件,在阻抗分相式、电容启动式和电容启动电容运转式的压缩机中都被采用。重锤式启动器的外型与内部构造如图 5-4 所示,由吸力线圈、衔铁(重锤)、弹簧、动触点、静触点等组成。它的结构紧凑、体积小,使用时直接插在压缩机启动与运行接线柱上,并与保护器组装在一个接线盒内。

图 5-4 重锤式启动器

重锤式启动器的工作原理可以参照图 5-1 的电路来说明。电冰箱压缩机不工作时,重锤式启动器中的衔铁因自身重量在落下位置,动、静触点处于分离状态,压缩机启动电路不接通。当压缩机启动时,吸力线圈与压缩机运行线圈构成通路,由于压缩机尚未转动,其中通过很大的启动电流(是工作电流的 4 倍以上),使吸力线圈产生很强磁场吸动衔铁,使动、静触点闭合,将压缩机电机启动电路接通,电流经启动绕组产生启动转矩,压缩机转子开始运转。压缩机转动后,随着转速的提高,通过电机的电流逐渐减小,启动器中吸力线圈的磁力也逐渐减小。当转速达到额定转速 80 % 左右,吸力线圈的吸力小于衔铁重力,重锤衔铁自动落下,启动绕组断电。这时,电流只通过运行绕组,使压缩机正常运行,重锤启动器完成了启动任务,在电路中不再起作用。

关注与重点:重锤式启动器损坏后,应选择同型号配件换用。选择重锤式启动器时,一定要使它的吸合电流小于本压缩机在最低操作电压下,转子“堵转”时运行绕组的电流值;它的释放电流要大于压缩机工作时运行绕组的电流值。若换上重锤式启动器后,压缩机在额定电压下(220 V)通电 3s ~ 5s 不能启动,而测其动、静触点又能接通,这种情况表明启动器吸力线圈不足,可试着再加绕 5 圈 ~ 10 圈。若运行 5s 后,压缩机工作电流还较大,不能降到正常运行电流值,这说明启动器触点吸合后没有释放开。如果启动器动、静触点没有粘连的话,则为启动器释放电流太小造成,必须减少吸力线圈的圈数,直至能使压缩机在启动 1s ~ 2s 后恢复额定电流运行。



重锤式启动器的优点是结构紧凑、体积较小、可靠性好;缺点是可调性差,若电源电压波动较大时,就会出现触点不能释放或接触不良的故障,很容易烧坏触点。另外,重锤启动器安装和使用时,一定要注意位置直立,否则会影响衔铁的上落运动。

表 5-2 列出了几种常用重锤式启动器的技术参数。

表 5-2 重锤式启动器技术参数

型号	规格/ 马力	1/ 8	1/ 7	1/ 6	1/ 5	1/ 4	1/ 3	1/ 2
JL1 JL2	配用功率/ W	93	105	125	150	180	245	370
JL3	最大吸合电流/ A	3	3 3	3. 6	4. 75	5. 35	6 0	7. 6
JL4 JL6	最小释放电流/ A	2. 6	2 8	3. 0	3. 35	4. 25	4. 75	6. 0
JL5	最大吸合电流/ A	2. 43		3	3 5	5. 15	7	
仿意大利扎努西系列	最小释放电流/ A	2. 07		2. 56	2. 95	4. 85	5 9	

2 PTC 启动器

PTC 是一种半导体材料的名称,它以酞酸钡掺合微量稀土元素,通常采用陶瓷工艺制成的元件体积如 2 分硬币大小,引出电极后整个元件用胶木密封。PTC 材料的特点是它的阻值大小对温度非常敏感。在正常室温下,PTC 的电阻值很小,当达到某一温度值时,电阻值会急剧增大数千倍,这一温度称为临界温度。电冰箱压缩机所用的 PTC 元件的临界温度一般为 50 ~ 60 。

用作压缩机启动器的 PTC 材料有正温度系数,在常温下它内阻极小,与启动绕阻的阻抗相比可视为短路。当有电流通过时,PTC 温度迅速上升,而在温度超过 110 以后,其阻值能大于 20k ,与启动绕组阻抗比相当于开路。因此,它被用作电冰箱(柜)压缩机的启动元件。同重锤式启动器一样,PTC 启动器也直接插在压缩机启动与运行接线柱上固定。

PTC 启动器是一种无触点启动器,它的适应电压范围宽,能提高压缩机电机启动转矩。图 5-5 是 PTC 启动器的外型与内部结构。

图 5-5 PTC 启动器

压缩机开始启动时,PTC 元件的温度比较低,电阻很小,电路可近似地视为直通。这样,压缩机可顺利启动。启动过程中,PTC 元件中通过的大电流使其温度迅速升高,当温度升至临界温度后,PTC 元件电阻值突然增大至数万欧姆,通过的电流下降到可以忽略不计,近似地视为断路。此时,压缩机启动绕组基本无电流通过,压缩机正常运转。

由于启动过程中,PTC 元件没有机械的触点动作,其中电流的通断是通过元件的自身电阻特性完成的,故 PTC 启动器又称为无触点启动器。这种启动器的特点是无运动零件、无噪声、可靠性较好、成本低、寿命长,对电压波动的适应性较强。电压波动只影响启动时间,使其产生微小的变化,而不会产生触点不能吸合或不能释放的问题。所以,它对压缩机的匹配范围

较广。

关注与重点:选择 PTC 启动器时,耐压要大于 320 V 以上,根据压缩机的最大电流来选择 PTC 的电阻值。其 PTC 动作时间也要与压缩机启动时间相对应,以保证压缩机有足够的加速时间。一般冷态启动压缩机,所选 PTC 的启动时间要大于 0.15s。PTC 启动器通断特性取决于自身的温度变化,所以,压缩机停机后必须等待 4~5 min,使 PTC 元件温度降低,恢复到低阻状态,才能再次启动。若在 20k $\Omega$  高阻状态下启动压缩机,此时启动绕组相当于开路,压缩机不能转动,但运行绕组持续通过大电流,会导致压缩机绕组发热,甚至烧毁。另外,使用 PTC 启动器的电冰箱停机后,仍要消耗 3 W 左右的电能。

三、压缩机的热保护器

热保护器是压缩机电机的安全保护装置。当压缩机负荷过大或发生某些故障,以及电源电压过低或太高而不能正常启动时,电机的工作电流都会增大。如果电流超出允许范围,保护器能自动切断电源,使电机绕组不致被烧毁。

电冰箱制冷系统发生制冷剂泄漏故障,压缩机连续运转,虽然电流并不大,但温度不断升高。当电机的温度超过允许范围时,热保护器也会切断电源,保护电机绕组不被烧坏。

1. 碟形热保护器

碟形热保护器是目前小型全封闭压缩机中使用最多的外置式热保护器,具有过电流保护和过热保护的双重功能,一般都装在压缩机接线盒内,并紧贴于压缩机表面安装,图 5-6 所示是常见的 JRT 系列保护器外形、结构。碟形热保护器在电路中的连接与安装见图 5-7 所示。

图 5-6 碟形热保护器

图 5-7 碟形热保护器的接线与安装位置

碟形热保护器由碟形双金属片、触点、电热丝、胶木外壳等组成。保护器电热丝与压缩机共用接线柱电路串联,双金属片又紧贴压缩机壳体。常温下,保护器触点呈接通状态,当压缩

机工作电流过大时,大电流通过电热丝使其急剧温升,在 10s 内使双金属片受电热丝烘烤上翘,将触点断开,切断压缩机电源。另一种情况下,虽然压缩机电流不大,但其壳体过热,温度达到 100 ~ 135 时,保护器双金属片也会受机温烘烤上翘,将触点断开,切断电源。保护器动作后,经过 3 min ~ 5 min,温度自然降低至 55 ~ 84 之间,双金属片会下翘复位,压缩机将重新接通电源开机。

警示与强调:保护器在双金属片受热上翘,降温下翘时,均能发出“ 啪 ”的响声,若能听到响声,应及时切断电冰箱电源。待查出热保护器动作原因后,再恢复使用。

表 5-3 是几种常用的碟形热保护器技术参数。

表 5-3 碟形热保护器技术参数

型号	规格/ 马力	1/ 8	1/ 7	1/ 6	1/ 5	1/ 4	1/ 3	1/ 2
JRT1、 JRT2、 JRT3 系列	配用功率/ W	93	105	125	150	180	245	370
	90 时断开电流/ A	1. 2	1. 3	1. 3	2. 42	2. 42	2. 82	3. 5
	过载电流/ A	5. 6	6. 2	6. 8	8. 7	8. 7	10	12
	断开温度/	100 ~ 135						
	复位温度/	55 ~ 84						
	25 时断开延时/ s	7 ~ 16						
JRT5、 仿意大利扎 努西系列	90 时断开电流/ A	1. 1 ~ 1. 35		1. 3 ~ 1. 57	1. 35 ~ 1. 85	1. 8 ~ 2. 3	2. 5 ~ 3. 5	
	25 时断开电流/ A	4. 7		5. 6	6. 7	7. 5	10	
	断开温度/	135 ± 5		120 ± 5				
	复位温度/	92 ± 9		78 ± 9				

2. 碟形热保护器的选用

对热保护器的根本要求是安全、稳定、可靠。这就要求保护器的触点断开动作干脆利落,与碟片反跳同步,以迅速切断电源。如果在保护器碟片反跳时,触点不能及时断开,电流在触点上跳火拉弧,会使触点熔化粘连,或严重温升使碟片退火。另一点,触点断开之后,保护器的整体应能承受高电压的冲击,耐压指标应大于 600 V,以保证不会烧毁压缩机。这些因素对保护器的生产制造提出了较高要求。热保护器的碟片的设计、金属片的选择、碟片的成型,热处理工艺,动触点的设计、材料选择等,都会影响保护器的性能。

警示与强调:在电冰箱维修实践中,因保护器稳定性、可靠性差而烧毁压缩机的情况主要表现为以下几种:

- (1)触点断开后间隙过小,引起接点拉弧、烧蚀、转移、发热,或使碟片局部退火,引起保护器性能参数改变。
- (2)用劣质材料制造碟片,或成型、热处理工艺不当,触点焊接质量差。
- (3)触点选材不当、体积过小、电流容量不足、焊接不良,也会引起触点脱落、烧毁、粘连。
- (4)发热电阻丝稳定性不好,抗氧化差,以及制造时有损伤、焊接不牢等原因引起的脱落、变形、烧断。

方法和技巧:选择碟形保护器时,既要注意保护器功率与压缩机功率匹配,又要兼顾到启动器的动作电流,回复时间。回复时间不匹配,动作次数频繁,压缩机反复通电(却未必能启动或正常运转),不但使保护器寿命缩短,而且会威胁到压缩机的安全。更换新保护器时,可将保护器串接在 300 W 电炉丝上,再接入额定电源,通过试验验证它

的动作是否可靠。一般来说,保护器通过的电流超过压缩机额定电流 1.2 ~ 2 倍时,通电时间不大于 30s,保护器应动作起到保护作用。

3 内藏式热保护器

内藏式热保护器的结构见图 5-8 所示。这种保护器在压缩机制造时,预先埋在电机绕组内,串连在共用绕组中,起到对电机的过载、过热保护功能。由于内藏式热保护器能直接感知电机绕组温度,不管什么原因,只要绕组温度超出允许范围,保护器都能立即切断电源。所以内藏式热保护器灵敏度高、动作可靠,不易损坏。但这种保护器损坏后无法从外观上鉴别,只有通过过载试验确定。

图 5-8 内藏式热保护器

压缩机的内藏式热保护器失灵或损坏后,无法修复。如果电源能甩掉内藏式保护器,直接驱动电机,一般可增设外置式保护器进行弥补。

4 组合式保护器

组合式保护器是将压缩机启动 PTC 元件和碟形热保护器组合起来,装在同一个塑料壳体中。它既能完成压缩机启动任务,又能起到热保护作用。组合式保护器安装时,直接插压在压缩机三个接线柱上,安装、拆卸都很方便。这种保护器只能与专用固定架的压缩机配套使用。表 5-4 是两种组合保护器的技术参数。

表 5-4 组合式启动保护器参数

JRP 系列	配用功率 / W	常温电阻 /	断开温度 /	复位温度 /	最大电流 / A	芯片耐压 / V
	93(1/ 8)	32 ± 20 %	130 ± 5 %	60 ± 10 %	7	450
	125(1/ 6)	22 ± 20 %	130 ± 5 %	60 ± 10 %	8	450

第二节 温度控制器

温度控制器简称温控器,又称作温度开关、温度继电器。它的作用是自动控制电冰箱压缩机的开、停,即在电冰箱内温度降低到预定值后,自动停止压缩机;而在电冰箱内温度向上回升时,又自动启动压缩机制冷,以使电冰箱内的温度保持在给定范围内。

温控器的种类较多,在电冰箱上最常用的是利用机械原理控制的蒸气压力式,和利用电子电路驱动的热敏电阻式两种。间冷式电冰箱也采用自动风门,通过调节进入冷藏室的冷风量来实现温度控制。

这里重点介绍常见的压力式温控器。

一、压力式温控器的工作原理

压力式温控器的基本结构如图 5-9 所示,主要由感温元件、毛细管、弹性金属膜片(或波纹

图 5-9 压力式温控器工作原理

管)和一组微动开关机构所组成。

关注与重点:感温元件通常做成管状(感温管),里面充有氟利昂作感温剂。电冰箱内蒸发器内温度变化时,感温管内的压力随着升降变化,膜盒上的金属膜片随压力的变化而产生伸缩位移,推动开关机构切断或接通压缩机的电源。主弹簧的拉力用来和膜片的压力相平衡。

当蒸发器温度降低,感温剂产生的压力小于弹簧力时,电触点臂下端借弹簧力的作用向右移动,使触点断开,压缩机随即停机。压缩机停机后,蒸发器的温度将逐渐上升,致使感温剂产生的压力也相应地升高。当此压力大于弹簧力时,传动膜片向外伸胀,推动触点臂下端向左移动,使触点重新闭合,压缩机启动而开始制冷,使蒸发器的温度又逐渐下降。如此周而复始地工作,即可达到控制电冰箱内温度的目的。

温控器内凸轮的作用是调节温度控制范围。调节钮与凸轮固定在同一调节轴上,温度控制板则依靠凸轮推动向左右移动。温度控制板又与主弹簧相连接,旋转温度调节钮即可改变凸轮角度,从而增大或减少主弹簧的拉力,达到调节设定温度的目的。

直冷式电冰箱中,温控器的感温管一般装在蒸发器上,感温管装在蒸发器的末端,能保证电冰箱的温差范围在 2 ~ 3 。对于间冷式电冰箱,一般都是将感温元件置于冷冻室的进风口风道内,这一部位在压缩机开停过程的温度变化在 6 ~ 10 范围内,能保证温控器可靠动作。间冷式电冰箱冷藏室的温度,则是利用感温自动风门或手动调节风门来调节冷风的进风量进行控制。

直冷式双门电冰箱的温控器的感温管一般都置于冷藏室中,直接控制冷藏室中的温度,间接控制冷冻室的温度,但要在感温管附近设置补偿电热器。

二、温控器的分类及特点

根据用途、使用条件不同,常用的压力式温控器可分为普通型、半自动化霜型、定温复位型三种。

1. 普通型温控器

这种温控器主要用在单蒸发器的间冷式电冰箱中,其感温毛细管较一般型短,悬置在冷冻室迎风口,间接控制蒸发器表面温度。它只具有控温功能,没有除霜机构。除霜时需人工关停电冰箱、待冰霜融化后再人工启动,使用不太方便。图 5-10 所示是 W PF-24、26 普通型温控器的外形结构。

这类结构形式的温控器一般用两个接线端子串接在控制回路,都不设手动开关。按所需

温度要求,可改变温控器上旋钮盘挡位控制压缩机启停。采用这种温控器的电冰箱,冷冻室的温度另由感温风门温控器控制。感温风门温控器装在冷冻室风道出口处,利用感温毛细管感受风口温度的变化,通过机械机构推动风门开启度大小,使冷冻室保持在调定的温度范围内。这种温控器不接电源,只供风门专用。

2. 半自动化霜型 W SF-20、24 型温控器

W SF-20、24 型温控器是典型的半自动化霜型温控器。它的外形结构如图 5-11 所示。它主要应用于单蒸发器的直冷式电冰箱和冰柜中,其感温毛细管尾部 150mm 外贴压在蒸发器回气端,或插入在冰柜箱内板壁面。这类结构形式的温控器多为两个接线端子串联在压缩机电路中,并增设有化霜按钮,化霜主弹簧、化霜平衡弹簧和化霜控制板等一套化霜控制机构。

图 5-10 W PF 普通型温控器

图 5-11 W SF 半自动化霜型温控器

这种温控器除具有控温功能外,在温度调节旋钮中心处还设有化霜按钮。当用户看到冷冻室霜层超过厚 5mm,需要除霜时,按下化霜按钮,即能使压缩机停止运转制冷,开始化霜。待冰霜融完后,箱内温度达到预定化霜终点温度(蒸发器表面温度 5℃),化霜按钮会自动弹起,恢复压缩机运转制冷。按下设置在调节旋钮中心处的除霜按钮时,如果温度没有上升到除霜复位“开”的温度(约 5℃),则压缩机是不会工作的。

3. 定温复位型温控器

这种温控器的特点是,其停点温度是根据调节轴的给定位置而变化的,而开点温度总是保持恒定值,所以称为定温复位式温控器。一般是每次停机后待冷藏室蒸发器温度上升至 5℃左右时开机,所以,冷藏室蒸发器总是保持无霜状态,是一种最简单的自动除霜方法。这种型式的温控器,多用于直冷式双门电冰箱,通常安装在冷藏室内,感温管与冷藏室蒸发器相接触,其构造与前两种大致相同。

W DF-20、24 定温复位型温控器外形结构见图 5-12 所示。它主要应用于具有主副蒸发器直冷式电冰箱和冰柜中,其感温毛细管尾部 150mm 处贴压在副蒸发器壁面,或插入冰柜蒸发器壁面。这类结构形式的温控器,一般都有三个接线端子。

图 5-12 W DF 定温复位型温控器

三、温控器的检验

方法和技巧:压力式温控器在常温下除感温剂泄漏呈断开状态外,其正常为接通状态,难以辨别挑选,一般只有在低温下检验好坏。常用的办法有三种。

1. 外冷却法

拿到已购或需验证的温控器,先将旋钮旋至“热点”挡位,把感温毛细管五分之二浸泡在

混有 500g 冰块的水中,这时水的温度为 0 ~ 3 。经 3s ~ 5s 后,应能听到温控器内有触点跳动断开“ 嗒 ”的一声;将感温毛细管从冰水中拿出,在环境温度下又能很快听到复位声。这样的温控器可用。

2 在冷冻室内检验

将一台制冷良好的电冰箱,调到“ 强制制冷 ”状态。再把要检验的温控器旋至“ 正常 ”4 挡位,把感温毛细管全插入温度为 - 15 的冷冻室中。约 30min 左右,被测温控器其中两接线端子由连通变为断开;将感温毛细管拿出,在环境温度 15 下,约 2min ~ 3min 内能听到复位声。这样的温控器认为完好可用。

利用这种方法既可验证具有三个接线端子的温控器“ 温断 ”或“ 手断 ”挡位,又可修整已拆开的温控器,使其膜盒坚硬变弱,便于重装恢复。

3. 机上检验法

这种方法适用于检验电冰箱原装温控器的好坏,可以不必将它从原位置上拆下。

电冰箱运行中,若发现箱室温度过低,压缩机运转不停,将温控器旋钮调旋在“ 热点 ”1 挡位置仍不停机,检查感温毛细管贴压完好,接线正常,则可证明为温控器失灵或损坏。反之,若将温控器旋钮调旋至“ 冷点 ”,压缩机仍不开机运转,则认为温控器感温剂泄漏。

检验时,若要调节电冰箱内温度控制范围,温控器旋钮的旋动方向不能弄错。容易记住的一句口诀是:“ 顺旋温低,逆旋温高 ”。这里所说的“ 顺 ”、“ 逆 ”,是指顺时针与逆时针。

四、温控器的安装与调节

温控器失灵是电冰箱的常见故障之一。如果换新的温控器仍不能使用,常常是接线和安装错误造成的。

1. 温控器的安装

电冰箱换用温控器,最好能找到原型号、原规格的。安装时,固定螺钉要旋紧,旋轴、按钮要伸出适当,并能灵活操作。特别注意感温毛细管的探头位置要正确,如果与要求位置(例如,要求紧贴蒸发器)相差太远,必然会造成温控范围失准。表 5-5 列出了几种压力式温控器的技术参数。

表 5-5 几种蒸气压力式温控器技术参数

型号	动作 温度/						化霜 温度 /	应用范围
	热点		正常		冷点			
	开	关	开	关	开	关		
W SF-20	0 5	- 6	- 6	- 14	- 13	- 20	5	直冷式电冰箱
W SF-24	0	- 9	- 6	- 16	- 12	- 24	5	直冷式电冰箱
W DF-20	3	- 12	3	- 16	3	- 20		直冷式电冰箱
W DF-24	4 5	- 16	4 5	- 20	4. 5	- 24		直冷式电冰箱
W DF-26	- 2. 5	- 9	- 10	- 18	- 17	- 26		间冷式电冰箱
W PF-24	- 9	- 12	- 14	- 18	- 19	- 24		间冷式电冰箱
注:感温毛细管长度一般都在 600mm ~700mm 之间;厂家不同,外结构调节螺钉固定形式和动作温度略有差异。								

警示与强调:新换温控器的接线错误也是电冰箱检修中常遇见的,尤其是有三个接线端的温控器更容易接错线。更换具有三个接线插片的温控器时,应注意按原接线颜色与温控器旁标注的字母“H、L、C”或数字“6、3、4”相符,不能接错,否则会造成温控器失灵。

三个接线端子的功能标注一般具有以下规律:H与L或6与3为手动断开(OFF)功能;L与C或3与4为温升时接通,下降时断开功能;H与C或6与4既含手断,又含温断功能。

图5-13是温控器的典型接线方法。这个电路带有冬用补偿电热器,也有同时串入或并入电热器对箱室化霜功能。图中,温控器H与L端为手动强断开关(OFF);L与C端为温度上升时接通,温度下降时断开;H与C两端点之间,既能用手动强断,又能靠温度控制通断。

图 5-13 温控器的典型接线方式

图中电路的工作原理是:当到了冬季,冬季开关置于闭合位置,温控器L与C触点在温度下降时断开,压缩机停转。这时,发热器即通过压缩机运行绕组线圈构成通电回路,使加热器通电发热。此加热器装在副蒸发器与温控器感温管附近,加热器发热,就能使感温管内感温剂膨胀迫使温控器温升使触点提前闭合而开机,起到了因冬季环境温度过低与冷藏室温差小,而引起的压缩机长时间不开机的缺陷。安装时,如果将黑线端C错接在L或H接线端,不仅会造成温控器失灵,压缩机长开不停,而且也失去加热器的作用。

## 2 温控器的调整

关注与重点:根据电冰箱的设计要求,温控器面板上常见标有挡位,但这个标度并不代表控制温度值。一般标注数字越大,表示箱内温度越低,而在“强冷”挡时,开关呈常闭状态,使压缩机连续运转制冷,并不起自动控制温度的作用。电冰箱出厂时,一般是以调程的中间点为夏季的正常使用位置,此时,冷藏室保持 $3\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,冷冻室温度保持星级相应的温度。当环境温度低于 $15^{\circ}\text{C}$ 时,由于电冰箱内温度与环境温度的温度差减小,电冰箱的热负荷也相应地减小,如果调节钮仍保持在夏季的调节位置,就会出现电冰箱运行的时间很短,停机时间过长,冷冻室达不到冷冻温度要求的现象。因此,冬季使用时应将调节钮向“强冷”方向调节,越过“中点位置”。注意,一些用户以为“冬天气温已经较低,可以将电冰箱温度调得高一点”,这个想法是错误的。

机械零件变形是温控器失灵的主要原因。当出现此情况时,需重新整定调节螺钉,弥补其变形值,使温控器恢复正常工作。一般温控器的调节螺钉有:温差调节螺钉、化霜螺钉和温度范围调节螺钉。

温差调节螺钉顺时针方向旋转,可使通、断温度差减小。反之,则温度差增大。温差调节螺钉每旋转一圈,温度变化约 $1^{\circ}\text{C}$ 左右。实际操作时,每次调整应不超过一圈,否则容易调乱。



温度范围调节螺钉顺时针方向旋转,使主弹簧的拉力增大,提高了开机温度。又因温控器的通断温差是一定的,所以开机温度提高后,停机温度也相应地提高,从而实现了电冰箱温度范围的调节。

普通型温控器中,顺时针方向旋动温度范围螺钉,温度控制范围缩小,反之扩大;顺时针旋动温差螺钉,温度差减少,反之增大。

图 5-14 为两种半自动除霜型温控器的外形及调节螺钉位置示意图。这种温控器有三种调节螺钉:接通、切断调节螺钉 A、除霜螺钉 B、温差调节螺钉 C 三种。调节时,顺旋 A 控制温度上升,反之温度下降,除霜温度随之相应变化;顺旋 B,化霜温度上升,反之温度下降,但不影响接通、切断温度值;顺旋 C,温差减少,反之温差增大,但变化的只是接通温度,切断温度不变。

图 5-14 半自动除霜型温控器外形及调节螺钉位置

图 5-15 为部分定温复位型温控器的外形及调节螺钉位置示意。通常其调节螺钉有接通螺钉 A、切断螺钉 B、温差调节螺钉 C。常用温控器中,顺旋 A 温度上升,反之温度下降,切断温度随之相应变化;顺旋 B 温度下降,反之温度上升,但不影响接通温度;顺旋 C 温差减少,反之温差增大。一般采用 A、B 两螺钉进行调节已能满足调试要求,故 C 螺钉一般不用。

图 5-15 定温复位型温控器外形及调节螺钉位置

温控器调节螺钉的调整,一般应由专业维修人员进行,没有专业技能的用户不要随意乱动。在温控器的调试中,应拔掉电源插头,调试后重插的间隔时间应不少于 5 min。如需同时调试 2 个~3 个螺钉时,则应根据各螺钉的作用及相互关系确定先、后顺序,每一次螺钉的调

整幅度在 1/2 周 ~ 1 周。检验调试结果时,必须将温控器(特别是感温管)按原位置装好。当温控器因机械零件变形过大、漏气等原因造成失灵时,一般应更换新的温控器。

### 第三节 除霜控制装置

电冰箱在运行中,食品蒸发的水分和空气中的水分要逐渐冻结在蒸发器的表面,形成霜层。当凝结的冰霜较厚时,由于霜层的导热性很差,会使蒸发器的传热效率大大降低,制冷效果下降。因此,电冰箱的及时除霜是其正常运行的重要环节。

#### 一、电冰箱的除霜方式

##### 1. 人工除霜

人工除霜的方法,是当冷冻室蒸发器表面的霜层达到 4mm ~ 6mm 时,将温控器旋钮旋至“停机”(0 或 OFF)位置,或拔下电源插头,使压缩机停转。为了加快化霜,也可再将冷冻室的门打开。待蒸发器表面的积霜融化,并擦拭清洁后,再让压缩机恢复运转。

这种除霜方法,虽然不用在系统内附加控制设备,操作却很麻烦,给使用者带来很多不便。一旦用户疏忽,霜化完后未能及时启动压缩机,电冰箱不再制冷,箱内温度会一直回升,对储存的食品不利。人工除霜在较新型的电冰箱中已经不再采用。

##### 2 半自动除霜

采用半自动除霜的电冰箱中,设有除霜按钮。当蒸发器表面的霜层厚约 4mm ~ 6mm,需要除霜时,按下除霜按钮,即能使电冰箱停机后进行自然融霜或电加热快速融霜。当冰霜融化完,箱内温度回升到一定值后,电冰箱能自动恢复运行。这种除霜形式多用于单门电冰箱。

大多数电冰箱的除霜按钮装设在温控器调节旋钮中央。蒸发器表面所结的霜化完,且温度达到其除霜复位温度时,除霜按钮就会自动复位,接通电源,使压缩机重新工作。

此种除霜控制方式结构简单、动作可靠,但融霜时间长、箱内温度波动较大。当在环境温度较低,按下除霜按钮化霜后,箱内温度不能回升达到其除霜复位温度时,压缩机将无法启动。这时,而需要设法给感温管加热后,除霜按钮才能复位。因此,这种电冰箱不适合冬季气温很低的地区使用。针对这种情况,一些双门直冷式电冰箱设有电加热除霜按键。需要除霜时,按下除霜键,压缩机停止工作,同时给除霜电热器接通电源,对冷冻室进行电加热快速除霜。当达到一定温度时,自动停止除霜,压缩机重新开始工作。有的电冰箱还设有除霜中止按钮,可以中途停止除霜。为防止除霜温控复位失灵使电冰箱内温度过高,还同时设有温度保险器,以保证安全。

##### 3 全自动除霜

全自动除霜多用于双门间冷式电冰箱上。间冷式电冰箱一般是采用翅片盘管式蒸发器,当冰霜较厚时,不但影响传热效率,而且阻塞冷气对流通道的,严重时会使电冰箱不能降温,因此必须定时除霜。

自动除霜控制的基本方法是 将一个除霜定时器接在普通温控器的前面,除霜定时器的活动触点调定在 12h 或 24h 将压缩机的电路自动断开一次,断开的 时间约 30min。这段时间内压缩机停止运转,同时用蒸发器的除霜电加热器对蒸发器进行除霜加热。当除霜定时器达到原来调定的断开时间后,除霜定时器的活动触点又跳回原来位置,切断电加热器电源,停止对

蒸发器加热,并使压缩机启动运转。当箱内温度降到温控器原来所控制的温度时,温控器便重新恢复对电冰箱的控制。当又一次达到了预定的除霜间隔时间时,电路重复上述除霜控制过程,如此循环下去。

这种除霜方法不须人工操作,除霜过程全自动进行。它的缺点是除霜程序是固定的,不能随季节及外界环境温度的高低、结霜的厚薄调整,只按设定的除霜时间进行停机、除霜、加热。这就可能出现霜层厚时,除霜时间不够,而霜层薄时,除霜时间又太长的情况,既不利于食品储存,又浪费电力。

为了克服上述除霜控制方式的缺点,在全自动除霜电路中,除了定时器和除霜加热器外,又增加了除霜温控器和加热保护熔断器。经过这些改进,全自动除霜电路已臻于完善。

## 二、常用除霜控制元件

### 1. 除霜定时器

除霜定时器简称定时器,是电冰箱全自动化霜系统的主要控制元件。它由微型小电机、齿轮转动箱和触点凸轮机构等组成,其外形和电路接线如图 5-16 所示。常见的除霜定时器适应电压 220 V/ 50 Hz、触点容量 5 A、线圈内阻 9k $\Omega$  左右、输入电流  $< 15\text{ mA}$ ,外设接插片四只。国产不同型号定时器采用统一规格的外壳,便于互换,但各型号定时器的线圈参数、触点设定可能有一些差别。

图 5-16 除霜定时器的外形与电路

### 2 除霜温控器

除霜温控器又称双金属开关,其外形与结构原理如图 5-17 所示。除霜温控器实质上是一种双金属片开关,利用双金属片受温度的变化产生变形,使触点接通和断开。它的触点在常温时呈断开状态,而在冷态(复位温度以下)呈接通状态。

除霜温控器串联在化霜回路中,固定在蒸发器中的储液管壁面上。它接受蒸发器热量,传导给内部的双金属片,当蒸发器表面温度上升时,双金属片产生变形。温度达到 10 $^{\circ}\text{C}$  左右时,即压迫销钉将触点顶开,切断化霜电路。当化霜结束,电冰箱压缩机重新启动制冷后,随着蒸发器温度的降低,除霜温控器内的双金属片反向变形,当温度降低到复位温度(一般定为  $-5^{\circ}\text{C}$ )时,它的触点重新接通。

方法和技巧:检验除霜温控器是否可靠,可以用万用表的电阻挡测量它触点(引出接线端)的通断。常温下测量除霜温控器两引出端,应不连通。然后将它放进电冰箱冷冻室,或向除霜温控器塑料体喷注液态制冷剂,制冷剂蒸发降温后,除霜温控器应复位,引出端从断开变为接通。除霜温控器复位或断开时,应能听到双金属片跳动声。

### 3. 除霜保护器

除霜保护器的作用是保证除霜过程能顺利、安全地进行,常用的保护元件是温度熔断器和

压敏电阻。

(1) 温度熔断器

温度熔断器又称熔断丝、温度保险器、70℃ 限温熔断等。图 5-18 画出了它的内部构造。温度熔断器为管状塑料密封,两端引线串联在化霜回路,悬挂在蒸发器壁面。化霜回路中的除霜温控器一旦失灵,在除霜结束后不能自动断开的話,由于化霜加热器的作用,冷冻室温度会持续上升,破坏电冰箱正常工作,甚至融化电冰箱内的塑料件。装上温度熔断器后,蒸发器温度上升到 60℃ ~ 75℃ 时,温度熔断器内的焊接点焊锡熔化,触点断开,便切断化霜加热器供电,使它停止加热,从而保护了化霜回路和冷冻室内胆。

图 5-17 双金属片除霜温控器

图 5-18 温度熔断器

警示与强调: 温度熔断器只能起到一次保险作用。熔断器熔断后,不能自动复位或修复,同时,化霜定时器电机线圈仍处于被短接状态,其触点就无法跳回接通压缩机回路,制冷也就无法进行,只有更换温度熔断器后,才能使压缩机正常运转。

(2) 压敏电阻

某些新型电冰箱(如上菱 BCD-165 和 BCD-180 型无霜电冰箱)的全自动化霜回路,采用压敏电阻作为保护元件。压敏电阻的结构见图 5-19。

压敏电阻在工作电压下,有很高的内阻,两引线间相当于开路状态,不影响化霜电路的正常工作。当系统中产生干扰或浪涌高电压时,压敏电阻便被击穿,内阻近于零。这时它能把高压迅速旁路,以避免其损坏其它元件,达到保护目的。

图 5-19 压敏电阻的结构

4 除霜风扇

风扇是无霜电冰箱特有的除霜元件。风扇一般都装在翅片管式蒸发器后侧,与压缩机同步运转。电冰箱制冷运行时,风扇用来强迫空气吹向蒸发器表面,然后冷空气通过风口吹入冷冻、冷藏室,以达到食品冷冻、冷藏目的。

除霜风扇由扇叶和电机组成,其外形结构见图 5-20。不同型号无霜电冰箱装配的风扇结构原理都相同,主要区别在于外壳尺寸、线圈绕组的密封和轴杆的粗细与长短。

例如:万宝等型号无霜电冰箱配用的风扇电机,采用 JDF-1 型封装,轴杆长 350mm、直径 4mm,功率 8W。电机绕组采用  $\phi$  15mm 漆包线,绕 4200 匝,内阻 360 $\Omega$ 。绕组外层还串联一只超温保险管,外形像一个小电容器。又如,上菱无霜电冰箱配用的风扇电机,外壳采用胶木灌注树脂胶密封,轴长为 29mm、直径 3.2mm。线圈绕组用  $\phi$  0.1mm 漆包线,绕 5580 匝,内阻 380 $\Omega$ 。

三、除霜系统工作过程

1. 简单除霜

简单除霜电路如图 5-21 所示,这里采用了用按钮操作的单独除霜控制器。电路中,除霜

控制器与温度控制器串联。除霜时,只须按下按钮,除霜控制器触点即断开,压缩机停止运转;等化霜完毕后,随着箱内温度的升高,除霜控制器中的按钮自动复位,使控制器触点重新吸合,将电路接通,压缩机又开始制冷。

图 5-20 除霜风扇扇叶和电机

图 5-21 简单的除霜电路

这里,除霜控制与温度控制分别由两个元件单独完成,有可能互相牵制。

2 半自动除霜控制

典型的半自动除霜电路如图 5-22 所示,常在双门直冷式电冰箱中使用。这里除霜开关装在温控器之中,需要除霜时,将除霜按钮按下,电冰箱压缩机的电源被切断,压缩机停止运转。当蒸发器表面所结的霜化完,且温度达到其除霜复位温度时,除霜按钮就会自动复位,接通电源,使压缩机重新工作。

图 5-22 半自动快速除霜电路

电路中,设置的除霜按钮是个双位开关,兼有电加热除霜功能。除霜时,按下除霜开关,压缩机电路被切断的同时,将除霜电热器(H4)与电源接通。除霜电热器的作用是对冷冻室进行加热,以加快霜层融化速度。有的电冰箱还设有除霜中止按钮,可以中途中止除霜。

关注与重点:电路中的熔断器(温度保险器)的作用,是为防止除霜温控复位失灵,损坏电冰箱内部结构。一旦除霜结束后,压缩机电路不能及时接通,电冰箱不能及时制冷,在加热器作用下电冰箱内温度会迅速升高。这后果是严重的,甚至会将电冰箱内胆烧熔。遇到这种情况,在箱内温度达到极限时,熔断器会自动切断电路,保证电冰箱安全。

电路中其它加热器(H1~H3),是为了保证除霜开关和温控器的动作可靠而设置的。

3 全自动除霜控制

全自动除霜控制电路如图 5-23 所示。电路中除霜定时器是与除霜加热器串联在一起的。但由于除霜定时器电机线圈的内阻要比除霜加热器的电阻大许多倍(一般除霜定时器内阻为 7k ,而除霜加热器的电阻约为 320 ,两者阻值相差约 20 倍),此时加在除霜加热器上的电压

图 5-23 全自动除霜控制电路

仅为 10 V 左右,这样小的电压产生的热量是微不足道的。

除霜定时器与压缩机同步运转,累计达到调定的除霜间隔时间(8h),除霜定时器的活动触点由位置“1”跳到“2”,即断开压缩机的供电,并立即接通双金属除霜温控器和除霜加热器的电路。由于双金属除霜温控器的触点是直接连通的,这时全部电压都加到了除霜加热器上,加热器发热,对蒸发器加热除霜。而此时除霜定时器引线两端,被双金属除霜温控器短路,电机停止转动。当蒸发器表面的结霜全部融化完后,蒸发器温度继续升高,直到上升到双金属除霜温控器跳开温度(一般为 10 )时,双金属除霜温控器便将通往除霜加热器的电路切断,同时除霜定时器开始运转。

但因为除霜定时器的活动触点此时尚未由“2”跳回到“1”位置,未接通压缩机电路,所以压缩机还不能恢复运转。还要等 2 min 左右,也就是除霜加热器停止加热 2 min 后,除霜定时器将压缩机电路接通,电冰箱才开始再次制冷,也就开始了下一个除霜周期。

压缩机的制冷运转使蒸发器表面的温度不断下降,当蒸发器的温度降到一定温度时,装置在蒸发器上的双金属除霜温控器达到了复位温度(一般调定最低为 - 5 ),双金属除霜温控器复位,触点闭合,将通往除霜加热器的电路接通,为下一次的除霜作好准备,从而完成了对电冰箱的周期性的全自动除霜控制。

全自动化霜的电冰箱,如果需要提前除霜,可将除霜定时器的手动钮顺时针旋转一定角度,使除霜定时器内的触点提前达到除霜位置。

## 第四节 电冰箱中的加热器

制冷是电冰箱的基本功能,但为了保证制冷系统正常、安全地工作,尽量提高制冷效率,在电冰箱内许多地方都安装了加热器。一些加热器大大提高了温控、除霜系统的可靠性,也消除了可能出现的事故隐患。还有一些加热器则用于除湿、消露,既方便用户使用,又能延长电冰箱寿命。

### 一、温度补偿加热器

#### 1. 温控器加热器

温控器加热器又称补偿加热器。我们知道,温控器的控制作用是通过感温头内蒸气压力

的变化来实现的,而在温控器主体部位的温度比感温头所在处温度低很多时,温控器会发生误动作。因此用加热器对温控器主体部位适当加热,使感温头总处在相对低温状态,就能保证温控器正常工作。

温控器加热器的结构如图 5-24 所示。它采用玻璃纤维缠绕在  $0.04\text{ mm}$  电阻丝上,外加塑料绝缘做成电热线。电热线的一部分粘在铝箔上,然后将铝箔包在温控器外壳上,余下的线状体围绕在感温管上。整个温控器加热器发热功率在  $2\text{ W}$  左右。安装时,加热器与温控器触点并联。

图 5-24 温控器加热器构造

## 2 冬用温度补偿加热器

这种加热器通常装在电冰箱副蒸发器上,所以又称副蒸发器加热器。在电冰箱中,它一般在串联冬用开关后,再并联接在温控器控温触点上。

冬季使用电冰箱时,如果环境温度太低,电冰箱内外温差过小,会使温控器长时间不能接通,压缩机停机时间过长,影响正常制冷。电冰箱装上冬季温度补偿加热器后,在环境温度低于  $15^{\circ}\text{C}$  (各型电冰箱设计略有不同)时,用户按下冬用开关,即能启用加热器,促进温控器提前接通,使压缩机正常运行,保证冷冻室低温。

常用的冬用温度补偿加热器,是将电热丝缠裹绝缘材料后,装入直径  $4\text{ mm}$  铝管中,电热丝两端用硅橡胶密封后引出。整个加热器功率在  $5\text{ W} \sim 10\text{ W}$  之间,电热丝阻值在  $45\text{ k}\Omega$  左右。装有电热丝的铝管,弯曲成杯口形或弯曲成盘管形状,同温控器感温管一起固定在副蒸发器上。另一种冬用温度补偿加热器采用线状加热器贴压在内置式副蒸发器壁面同发泡剂一起形成保温层。也有的冬用温度补偿加热器是将电热线粘贴在铝箔传热板上,然后将铝箔传热板贴在冷藏室温控器感温管的内胆外面。

双回路双温控制冷系统的电冰箱,不设置冬用温度补偿加热装置。

## 3 小功率化霜加热器

这种化霜加热器发热功率在  $10\text{ W}$  左右,通常在直冷式电冰箱中使用,大多装在冷冻室蒸发器上。在安装结构上,小功率化霜加热器均采用将线状加热器顺冷冻室蒸发器管路粘贴内藏的封装方式。加热器两端用接线引出,并与温控器的控温触点并联连接。当温控器控温触点断开,压缩机停机时,化霜加热器便通电对蒸发器壳体加热,使冷冻室壁面霜层融化,达到化霜目的。这几种补偿加热器都连接在温控器的控温触点两侧,所以可在制冷停机时触摸加热器温度,判断它们工作是否正常。电冰箱压缩机制冷自动停机后,摸到加热器发热,表明它工作正常;如果不发热,则加热器连线或本身损坏。当然,加热电路中串联有开关的,应将开关闭合接通。对内置式加热器,则可用万用表电阻挡检测加热器电阻值,确定其好坏。

## 4 大功率化霜加热器

这种加热器的耗电功率较大,发热量也大,适合无霜电冰箱使用。大功率化霜加热器有两种结构:一种是玻璃管式结构,见图 5-25 所示。它将盘状电热丝装入透明石英玻璃管中,两端用硅橡胶等材料密封,其发热功率有  $150\text{ W}$  和  $130\text{ W}$  两种,适应电压  $220\text{ V}$ 。这两种加热器的

电阻值为 350 ~ 400 。另有一种加热器,经二极管降压后使用,其两端适用电压为 156V。这种玻璃管结构加热器,加热丝是否熔断能直接看见,也利于更换检修。

图 5-25 玻璃管式化霜加热器

无霜电冰箱的化霜加热器,整体悬挂在翅片管式蒸发器底部,当加热丝通电后,石英玻璃管便产生红外辐射,热能得到充分利用,能提高加热效率,使冷冻室温度迅速提高,不但蒸发器表面霜层很快融化,还能免去风扇加热器和排水加热器。

另一种大功率化霜加热器,采用铝管结构。它将电热丝装入充有绝缘材料的直径 4mm 铝管中,两端用硅橡胶等密封后引出。铝管弯曲成盘管形状,水平方向夹压在翅片管式蒸发器翅片中。这种加热器功率为 130W,冷态阻值 350 左右。这种结构形式需与排水加热器配合。

目前,以上菱箱型品牌为代表的无霜电冰箱中,普遍采用玻璃管结构化霜加热器,而在以万宝箱型为代表的无霜电冰箱中,则多使用铝管式结构化霜加热器。

## 二、其它加热器

### 1. 排水加热器

排水加热器多采用片状结构,粘贴安装在蒸发器底部排水口周围,以防止蒸发器凝结的霜层过厚,堵塞排水口。排水加热器一般与化霜加热器并联。

图 5-26 电冰箱除霜加热器位置示意图

### 2 风扇加热器

风扇加热器又称风门加热器,在间冷式无霜电冰箱中使用。它有片状和线状两种结构,粘



贴在风扇周围。风扇加热器的作用是防止风扇周围在零度以下发生霜层凝结,阻碍风扇叶片转动。

不同型号电冰箱的除霜加热系统的具体安装结构可能不同,但它们的工作原理是相同的,都是使系统在电冰箱开始除霜时即通电发热,对整个结霜部位和霜水通道,如蒸发器、排水管、排水盘等加热,以迅速融霜并防止除霜水在排水中途再被冻结。图 5-26 是一种典型的双门间冷式电冰箱加热器安装位置示意图。也有的电冰箱将蒸发器竖立安置,因而简化了除霜加热系统。

## 第六章 修理电冰箱的基本技能

本章介绍电冰箱修理时必须掌握的基本技能,包括焊接、弯管、抽空、打压、充注等制冷系统检修的各个环节的操作要点。与前面几章不同的是,本章内容不但须要从字面上弄懂,还要通过实际操作,才能真正掌握、熟练,直至精通。

示

关注与重点: 钎焊是电冰箱修理的基本技术之一。无论电冰箱的故障大小,只要施行钎焊,打开了制冷管道,那么焊接质量的高低,直接关系到修理的成败。电冰箱检修初学者,应结合设备具体情况,弄懂、学会、熟练焊接技术。

抽真空与充注制冷剂是最常用的电冰箱修理技术,要切实弄懂、掌握。充放制冷剂排空的方法更是简单实用,如果有机会应当多练习。

正确、合理地充注制冷剂,是电冰箱良好制冷的重要保证。制冷剂充注量过多、过少都会影响制冷能力,甚至引起故障。有经验的修理员,可以结合气压表指示,通过“两看、三摸”判断制冷剂充注是否合适。

钎焊要掌握好点火时机,一定要“火等气”不能“气等火”,也就是要“先点火,后放气”,不要“先放气,后点火”。

在电冰箱的维修实践中,修理员在焊接、检漏、抽空、清洗、充注等各个环节有各自的习惯办法,也有许多因地制宜的创造性做法。这些方法中,有许多的确比书本介绍的“经典”办法更实用、更简捷,但也必须注意有的做法是不妥当的,或是只在一时一地有效的。我们既不能墨守成规,也不能盲目仿效,只有经过分析鉴别,不断实践,才能真正提高自己的修理水平。

### 第一节 焊 接

#### 一、焊接工具与材料

##### 1. 锡焊

电烙铁是锡焊的主要工具,常用的规格有 45 W、75 W、100 W 和 300 W 等,分内热式和外热式两种。电冰箱修理中,45 W 小功率电烙铁用来焊接电线接头等,而管路的焊接最好用 300 W 的大功率电烙铁。

新电烙铁使用时,要先将烙铁头在砂纸上擦光,再涂上焊剂,沾上熔锡。这个步骤叫做“上锡”,上锡后的烙铁头上总能保持有一层光亮的熔锡,以后使用才能方便顺手。所以,电烙铁使

用中,不要长时间通电加热而不焊接,那样烙铁头会氧化“烧死”,积上一层黑厚的氧化层。用“烧死”的烙铁头焊接,熔锡、加热都很不容易,常要用力压、擦焊件,既不能保证焊接质量,又容易弄坏焊件。

从安全出发,使用电烙铁还要注意:电烙铁要搁置在专用搁架上,不能乱扔和乱搁,更要注意避免烙铁头烫坏电源线,造成事故。烙铁头上有过多熔锡时,可以将它轻轻震下,不能甩动电烙铁,以免焊锡飞溅伤人。

## 2 钎焊

钎焊是将金属焊料加热熔化后,使其渗入焊件表面,将焊件熔接成一体。电冰箱修理中,常需将铜与铜、铜与钢、钢与钢管道或部件焊接,过去常用的焊接设备是氧—乙炔气钎焊。但乙炔气要通过电石桶产气,尤其间断焊接既麻烦又浪费,现成瓶装乙炔气不仅不易获得,而且造价又高,现在一般修理店和修理员已不再使用。

家用电冰箱的焊接件主要是紫铜管,可以用温度较低的焊接设备。例如,使用氧气—煤气(液化石油气)焊接设备、液化石油气涡流焊接设备,以及利用特殊变压器的电阻焊接设备等。

近年来,为用户上门修理电冰箱成为社会需要,修理员普遍使用轻便适用的液化油气涡流焊具。这种钎焊工具以家庭用液化石油气为燃料,最大的特点是取材方便,安全灵活。涡流焊具的基本原理是利用储瓶的压力,使液化石油气直接从涡流焊喷嘴高速喷出,同时在射流作用下,焊具的进气孔中吸入空气,沿焊具管路前进也从焊嘴喷出。为了使液化石油气和空气充分混合,混合气出焊嘴之前要经过涡流翅片,使两种气体充分扰动、混搅,这样在燃烧时能达到较高的温度。对于直径 10 mm 以下的铜管,使用磷铜焊料或低含银焊料,用涡流焊具焊接,能得到很好的效果。

方法和技巧:为了提高石油气火焰的加热温度,在焊接较大直径铜管时,可在被焊管子后面加衬一块有长柄的弧形反热钢板,起到反射热量加热铜管背面的作用,弥补这种焊焰温度较低的缺点,提高焊接质量。

液化石油气涡流焊的基本操作是将石油气涡流焊枪由专用接头通过耐压软管直接装在液化石油气钢瓶上,火力大小与钢瓶中压力有关,因此在长时间使用或较冷的季节要随时注意瓶中的压力,最好在液化石油气钢瓶上装置压力表监测,保证焊接过程中,液化气压力能保持平稳。为了保证焊接质量和效率,焊接的铜管较粗时应放好反热钢板,以提高加热温度和加热均匀程度。焊接操作前,先检查连接管路 with 连接件的完好与密封,焊枪点火之前要先打开液化石油气钢瓶的阀门,再打开焊枪阀门,适当放气驱净焊枪及管道内的空气以后,即可点火。点火时机要掌握好,一定要做到“火等气”,不能“气等火”。也就是要“先点火,后放气”,不要“先放气,后点火”。焊枪的阀门要缓开。调节阀门,待火焰稳定后即可施焊。

在较专业的电冰箱修理厂,焊接工作量较大,需要较高温度的话,可以采用氧—石油液化气钎焊方式,它既有达到氧—乙炔气焊炬效果,又比乙炔气节约 60%,而且安全性比较好,不易回火。

氧—石油液化气钎焊设备,是以石油液化气作燃料,同时用氧气助燃。焊接时一般选用 H01-2 微型或 H01-6 小型焊枪,配以不同型号的焊嘴,只需将乙炔气软管改接在石油液化气减压阀出口即可使用。若为了移动、携带方便,则须将石油液化气和氧气分装在两个钢瓶中使用。业余改装的方法是备一个容重 10kg 空制冷剂钢瓶,充入氧气,压力为 0.7 MPa 左右,作为氧气瓶。再备一个容重为 5kg 的小瓶。将大瓶液化气钢瓶与小瓶出口用软管妥善连接,同时打开两瓶阀门,再将大瓶液化气瓶体倒置,使液化气自然充近小瓶,直到在自然压力下充不进

为止。以上操作一定要在低温、绝对无明火处进行。液化气瓶可不设减压阀。用两根长 2 m 的软管接入焊枪,再分别与氧、石油液化气钢瓶连接。焊接操作时,先开液化气钢瓶阀门,在焊嘴处点燃液化气,后开氧气瓶阀门,调节焊焰后即可施焊。按以上规格钢瓶的一次气体充灌量,可焊接安装 20 个压缩机,既方便又实用。

### 3 焊料

锡焊用锡金属合金作焊料,通常做成条状“焊锡丝”,使用很方便。焊锡丝的成分,以锡、铅为主,为增加硬度还有少量的镉和锑。含锡多的焊料,质地均匀,流动性好,附着力强。商品焊锡丝中心裹有松香粉末,起到增加流动性和助焊作用。

在采用套接方式的紫铜管连接上,采用锡焊效果较好。这时应使用松香软膏(或松香水)作为焊剂。松香软膏的做法是,将松香压碎成粉状,溶解在无水酒精(或医用酒精)中即可。软膏的稠度,可以靠加减酒精多少来调节。铜管焊接中,绝对不能用盐酸焊膏做焊剂,否则管道会很快被腐蚀。

钎焊的焊料主要采用银基焊条、铜磷焊条及黄铜焊条等。电冰箱修理中常使用的焊剂,是非腐蚀性的硼砂和硼酸的混合物。它适合在钎焊温度 800℃ 以上使用。为了改进活化性能,在硼砂、硼酸混合物中加入氟(氯)化钾、氟(氯)化钠、氯化锂等化合物,做成的火花焊剂更具有清除氧化膜的能力。

关注与重点:为提高焊接质量,在焊接制冷系统管道时,要根据不同的焊件材料选用合适的焊条。比如,铜管与铜管之间的焊接可以选用铜磷焊条。这种焊条价格比较便宜,并且焊料具有良好的流动性,在管道焊接时能很好地浸润、填缝,而且可以不用焊剂。这是因为铜磷焊条中的磷在钎焊的过程中能还原氧化铜,起到焊剂的作用。铜管与钢管或者钢管与钢管之间的焊接,可选用银铜焊条或者铜锌焊条。银铜焊条具有良好的焊接性能,铜锌焊条次之,在焊接时还需用成品硼砂(中药店和化工店有售)作焊剂。

## 二、钎焊操作要领

### 1. 调节火焰

影响钎焊质量好坏的一个重要因素,是对火焰的调节是否合适。氧—石油液化气焊接火焰,是通过焊枪上的调节手柄开大或关小来实现的。焊接不同的材料、不同的管径,所需焊枪孔大小和火焰温度的高低不相同,所采用的火焰强弱也不尽相同,这就需要在焊接时灵活掌握、积累经验。

一般氧—乙炔气和氧—石油液化气钎焊火焰可以分成三类,它们的形状如图 6-1 所示。

(1) 碳化焰 出现这种火焰的原因是氧气供应量太少。这时火焰可分为三层,焰心呈白色,外围蓝色。外焰特别长,呈橙黄色。碳化焰的温度为 2700℃ 左右,适于钎焊铜管与钢管。碳化焰中含碳成分较高,焊接时会使焊件金属渗碳,从而改变焊件金属的机械性能,使其强度增高,塑性降低。碳化焰的火焰较长,温度较低,一般多在对焊件预热、加温时使用。

(2) 中性焰 氧气供应量适合时,中性焰是气焊的标准火焰,适宜钎焊铜管与铜管、钢管与钢管。这时火焰也分三层,焰心呈尖锥状,色白而明亮。内焰为蓝白色。外焰由里向外逐渐由淡紫色变为橙黄色。中性焰的温度为 3100℃ 左右,温度最高点位于距离焰心末端 2 mm ~ 4 mm 处。气焊时金属应放置在该处进行加热和焊接。

(3) 氧化焰 这时火焰的焰心短而尖,呈青白色,内焰几乎看不到,外焰也较短,呈蓝色,燃烧时有噪声。氧化焰的温度约 3500℃ 左右。氧化焰由于氧气的含量较多,氧化性很强,容易

图 6-1 焊焰的形状与温度

造成焊件熔化,钎焊处会产生气孔、夹渣,不适于铜管与铜管、铜管与钢管之间的焊接。

焊接时调节火焰大小,可从先调出中性焰开始。若要使中性焰由大变小,可以按减少氧气出现羽状焰 减少液化气 调为较小中性焰,这一次序进行;若要得到较大的中性焰,可按加液化气 羽状焰变大 加氧气 调为较大中性焰,这一次序进行。这样,经过一些试验,就能随心所欲地改变焊接温度。

2 加热焊件

焊接之前,必须对焊件进行预热。同时开启氧气和液化气钢瓶阀,将与焊枪连接管内空气排出后,关闭焊枪手柄。先微开焊枪上液化气手柄阀点燃,控制火苗长度不得超过 80 mm,再开氧气阀逐渐加大供氧量,使火焰由长变短,并能明显看出火焰的中心焰、内焰、外焰三个层次。

掌握焊枪方位,是火焰顺管子接头的阶梯方向喷向焊件,同时来回摆动焊枪,对焊件均匀加热。不同材料管件焊接时,应先加热导热系数较大的管体(例如铜管),再加热另一管体(例如钢管)。对同一种材料管道,要先加热插入的管道,然后加热扩口管道。当铜管或钢管被烤成暗红色时,即可进行焊接。加热焊件时,一般使用外焰,并注意掌握温度。焊件烧红后,颜色越亮,温度越高,一般只能被加热到暗红色。预热时,可通过改变焰心末梢与焊件之间的距离,来控制加热温度。

焊件预热的时间不能过长,以免管道内壁产生氧化层。这在焊接毛细管时尤应注意,以免造成制冷系统毛细管、干燥过滤器堵塞。

3 焊接

开始焊接时,改用内焰加热焊件,温度一般控制在 600 ~ 700 之间,注意焊接温度要比被焊物熔点低,不能烧化焊件。这时,在管道接口处施上焊剂,将焊条伸到焊口处,使焊条熔化,流入接缝。焊接时,尽可能使焊件或管体倾斜,便于焊剂(去氧剂)滑出。在焊接前应接头去污净化,以免影响焊料流入。看到焊料均匀布满或流进焊口,即可将火焰移开。焊件自然冷却后,焊接完成。焊接完毕后,先关液化气,后关氧气。

关注与重点:在电冰箱管道的焊接过程中,应注意以下几个问题。

(1)焊接的管道、管件的金属表面要在焊前仔细进行清洁,去除污垢,焊口不应有水分、油污和灰尘。它们会影响焊料的流动和浸润。油污受热炭化后,夹在焊料中,将严重影响焊接质量。

(2)电冰箱中的管道焊接,一般采用套管焊接形式。如图 6-2 所示,需将细管伸入粗管中;

或者是将焊管做成杯形口,再将另一管插入。无论何种方式焊接,对插入深度和间隙都有一定要求。套管焊接, 10mm 以上的管体插入量不小于 10mm; 10mm 以下的管体插入量在 6mm ~ 10mm 之间。如果插入管子太短,不但影响强度和密封性,而且焊料容易流入管道口而造成堵塞;如果两管间隙过小,焊料不能流入焊缝,只能“堆”在接口四周,接口强度差,很容易开裂。如果两管间隙过大,不仅浪费焊料,焊料也容易流入管内而造成堵塞。因此,合理地选择插入长度和两管之间的间隙极为重要。

图 6-2 管子的焊接方式

- (3)焊件必须固定牢靠,无震动。焊接管道时,两根管子最好水平放置。若需立焊,则管道扩管的管口一定要朝下,以免熔化的焊料进入管道而造成堵塞。
- (4)焊接细小焊件或毛细管时,要防止焊件加热过度而变形或熔化。最好采用强火焰快速焊接,尽量缩短焊接时间,以防止管路内生成过多的氧化物。氧化物会随制冷剂的流动而导致制冷系统脏堵,严重时还可能使压缩机发生故障。

三、管路焊接方法

1. 铜管与铜管的焊接

铜管与铜管一般采用银钎焊。银焊条中,银的含量为 25 %、15 %、5 % 不等,银含量越高,价格也越贵。要求不高时,也可采用铜磷焊料。它们熔化后均有良好的流动性,并不需要使用焊剂。

参照图 6-3 所示。铜管间的焊接要选用中性焰。先将一小段焊条与插入管的焊接部位接触,加热插入管,直到焊条熔化。焊条开始熔化时,插入管正好处于焊接温度。焊完插入管,再加热套管至暗红色。将焊条放在被焊部位,并使焊枪火焰在 A、B 两点间连续来回移动。注意熔化的焊条完全进入到插入管和套管的缝隙后,将火焰移开。如果怀疑或查出插入管与套管仍有间隙,则应再次加热,必要时可再补充极少量焊条熔化。

图 6-3 铜管和铜管的焊接

2 铜管与钢管的焊接

铜管与钢管焊接时,由于钢管对焊料的浸润较差,一般要采用银含量 35 % 或 25 % 的银焊条,才能使焊料有良好的流动性。焊接时,要用硼砂作焊剂。

参照图 6-4 所示。铜管和钢管焊接时,将焊枪氧气关小些,火焰调节为温度较低的碳化焰。管道加热前,先将焊剂涂在待焊部位。加热插入管和套管,将火焰在 A、B 两点间连续来

图 6-4 铜管与钢管的焊接

回移动。焊剂受热后在接口处熔化,注意不可将火焰直接烧到焊剂,以免它迅速气化。

焊接时,加热钢管的温度要比加热铜管时略高一些。管口加热完毕,焊剂熔化成液体时,立即将预热过的焊条放在焊点上,焊条一开始熔化,就将火焰在 A、B 间来回移动,直至焊料流入两管间缝隙内。将火焰移开,焊条与焊接点保持接触,维持几秒钟后再拿开。如果怀疑或查出两管间仍有空隙,可再次加热,使火焰嘴在 A、B 两点连续移动。必要时可添加少量焊料。

### 3 毛细管的焊接

毛细管是电冰箱制冷系统的重要元件,它一端连接在过滤干燥器上,另一端与蒸发器相连。由于毛细管的直径小、管壁薄,焊接的质量要求较高。

关注与重点:毛细管与干燥过滤器焊接时,要注意毛细管的插入深度,过深过浅都不好。毛细管与干燥过滤器正确的安装位置如图 6-5(a)所示。图中画出了毛细管插入过深、过浅的不良焊接状况,插入过深时,会使毛细管的阻力增加且易堵塞;若插入过浅,则焊接时容易堵塞毛细管口子。

图 6-5 毛细管的焊接

焊接时,可按图示位置事先作好标志,将毛细管的插入深度控制在 15 mm 左右。焊枪可适当关小氧气量,温度调低一些,焊接时间尽量缩短,以免熔化毛细管或损坏干燥过滤器。

毛细管和蒸发器焊接时,首先要将蒸发器的铜管夹扁,然后插入毛细管。不同直径铜管的焊口夹制方式也不同,如图 6-5(b)所示。

夹扁管口要使用专用夹扁工具或夹扁钳,见图 6-6。在操作中,要求铜管的内管不变形或堵塞,外管夹扁长度为 15 mm ~ 20 mm,毛细管的插入深度应在 25 mm ~ 30 mm,也就是说毛细管伸出夹扁口最少约 10 mm。

图 6-6 管口夹扁工具

夹扁工具使用时,将管口放到夹扁工具的腭口上,旋紧压紧螺丝,使两腭口间的距离缩小,逐步将管道夹扁(或封闭管口)。用它还能将夹扁或封闭的管道复圆,这时应将管道夹扁部位放在复圆孔中,慢慢旋紧压紧螺丝,使管道夹扁部位逐渐恢复圆形,管路即可恢复畅通。手动夹钳的腭口呈半圆形,不能夹断管道,只能将管道夹扁。它是管道封口夹扁专用的。

#### 四、焊接工艺安全

使用氧—乙炔或氧—液化气焊接,是一项技术性较强的基本技能。维修人员既要有一定的实际操作经验,也要有一定的理论知识。由于焊接时要使用氧气、乙炔气或液化石油气等易燃易爆气体,所以,安全操作是不可忽视的。针对业余修理中常出现的问题,应特别注意以下几点:

(1)焊枪是保证焊接质量的重要工具,不同燃料适用的焊枪种类构造也不相同。实践中,应根据焊接的类型选用合适的焊枪和焊嘴。如果不知道焊枪内部结构,不要自行随便拆修、更换。若发现火焰有双道,则应清理焊枪喷嘴。喷嘴必须用专用的通针清洗、穿通,不能用其它物体代替。焊嘴孔被钢丝、粗针等通大后,会直接影响焊接质量。不准在未关闭压力调节阀的情况下清理焊枪喷嘴。

(2)氧气、乙炔和石油液化气的软管不要混用,也不要让软管碰到汽油等有机溶液。

(3)点火前,要检查燃料气瓶压力。使用氧—乙炔焊时,如果乙炔瓶压力增高,乙炔气将向氧气瓶回流,这是危险的。所以一般氧气压力应比乙炔气压力大一倍,在使用中发现乙炔气回流时,应立即关闭氧气开关。

(4)遵守点火、熄火操作顺序。点火顺序是:打开焊枪上的乙炔(液化气)开关 点燃 打开焊枪氧气开关 调整乙炔、氧气开关度。灭火操作顺序是:先关焊枪上的氧气开关,再关焊枪乙炔开关。

(5)焊接前一定要检查焊接设备是否完好。操作人员必须带上护目镜和防护手套。

(6)不准在未关气阀熄火前离开现场。

(7)焊枪不应放在有泥沙的地上,以免堵塞喷嘴。

#### 五、焊接后的检查

焊接完成后,应清除焊缝表面残留的焊剂残渣。清渣可用大小合适的铜丝刷进行,边刷边用温热的水冲洗接口。良好的焊缝表面应无气孔、裂纹、夹渣、挂流、熔蚀等不良现象。管道背后的情况如果看不清,要用小镜子反光,仔细检查。

焊接有压力的管道,还要进行气密性试验。在管道中充氮气加压,然后在焊口接缝处涂上肥皂水,看有无气泡冒出,即可判断焊缝是否漏气。用氮气加压时,电冰箱低压系统加压力一般为 0.8 MPa,高压系统压力一般为 1.3 MPa。



## 第二节 管路的加工

由于电冰箱的制冷系统是个密封系统,压缩机、蒸发器、冷凝器等部件都靠管道连接,管路加工是电冰箱检修中常遇到的事情,尤其是对制冷系统进行检漏、试压、抽空、充注制冷剂等操作时,更要对电冰箱管道多次切断、连通。所以,管路加工和焊接一样,是电冰箱修理的基本技能。

### 一、切断管子

切管器是专门用来切断紫铜、黄铜、铝等金属管的工具,它的外形如图 6-7 所示。切管器一般可以切割直径 3 mm ~ 25 mm 的金属管。使用切管器切割管道使管口整齐光洁、适宜扩口,比起用手工锯割管子要好得多。用手工锯割管道往往会因操作不当而将铜管夹扁变形,而且容易使锯屑落入管内,增加清洗管道的麻烦。

切断管子时,将金属管放在切管器的两个滚轮之间,缓慢旋动调整钮至刀刃碰到管壁上。

图 6-7 切管器

用一手捏紧管子(若手捏不住,可用管子扩口工具夹紧),另一手捏紧调整钮,使整个割刀绕管子顺时针旋转。每转一圈,就顺旋调整钮进刀  $1/4$  圈。这样边转边进刀,绕几圈后,在铜管即将切断之前就把切管器取下,再用手将铜管弯折至断开,这样就能减少毛刺。

警示与强调:切割时要注意,刀口要垂直压向管子,不要歪扭或侧向扭,每次进刀不宜过深。过分用力进刀会增加毛刺,或将铜管压扁。故在进刀时,进刀速度要慢,用力要小。

管子切断之后,要用绞刀或切管器后面配置的尖铁,将管子内缘的毛刺刮净,直到管口端面厚度与壁厚相同。操作时,要千万避免金属碎屑落入管内。

切断毛细管时,因管径太细,可以用挫刀挫出槽口后将其折断。也可用刀口锋利的剪刀夹住毛细管来回转动,划出刀痕,然后用手轻轻折断。

### 二、管口加工

电冰箱检修时,管道需要焊接或用接头连接,都需要对管口进行加工,也就是通常说的“扩口”。管子用全接头连接、半接头连接时,须将连接管的管口扩成喇叭口。管子焊接时两管需要套接起来,故需先将管口扩成杯形口。所以,管子的扩口加工包括扩喇叭口和冲扩杯形口两种。

#### 1. 扩喇叭口

扩管器是铜管管口加工的专用工具,其外形如图 6-8 所示。

警示与强调:扩口时,将已退火且割平的铜管管口去掉毛刺,放在扩管器与管口直径相同的孔中。如果不打毛刺就进行扩口加工,会使加工后的端口出卷边,在以后进行喇叭口的连接时,容易造成泄漏。旋紧扩管器两头的螺母,把铜管牢固夹紧。管口朝向喇叭口面,露出喇叭口斜面高度  $1/3$  的尺寸。然后用顶压器的锥形头压在管口上,并在锥形头上涂少许润滑油。使锥头与铜管的中心在同一直线上,然后顺时针转动顶压器上的手柄,使锥

图 6-8 管口扩口器

头下旋 3/4 圈左右,再退出少许,反复进退操作,直至扩成喇叭口为止。

关注与重点:用扩管器扩出的喇叭口应当光滑,无裂纹和卷边,扩口无伤疵。扩成后的喇叭口既不能小,也不能大,以压紧螺母能灵活转动而不致卡住为好。图 6-9 所示是一些不合格喇叭口的形状。在操作中若做出这些形状的喇叭口,都应割掉后重新加工,以保证喇叭口连接质量。

图 6-9 不合格的喇叭口

2 扩杯形口

管道的杯形口主要用来进行管道的焊接,其加工方法有两种。一种方法就像扩喇叭口一样,把管子夹在扩管器夹具上,只是要将夹具平面(不是喇叭口面)向上。铜管露出夹具的长度稍长,把扩喇叭口的锥头,换成扩杯形口的冲头,操作步骤与扩喇叭口时相同。

另一种方法是先将欲冲扩的管子的端部约 20mm 长的一段退火,即用焊枪火焰将管端烧红,然后在室温中慢慢自然冷却。再将铜管放在夹具中夹紧,其上端露出 10mm ~ 15mm,用台虎钳将夹具夹紧,然后取相应粗细的冲头扩管。

冲头是冲胀铜管杯形口的专用工具。选用冲头的大小要合适,其扩口内径要比接管外径大 0.1mm ~ 0.2mm。冲头上涂一层润滑油,再插入铜管内,用铁锤或木锤敲击冲头。每次敲击后,必须轻轻转动冲头,边敲边检查扩口的管壁厚度是否均匀。要防止一下子将冲头敲到底,造成管壁破裂。这样逐渐冲出需要的杯形口长度后,用干布拭净管口的金属屑。加工良好的杯形口应不扁不偏、无裂口、四周厚度均匀。

冲扩时,要注意冲头垂直,用力不可过猛。冲头及加工方法如图 6-10 所示。

### 三、弯管

修理电冰箱或制作部件(例如蒸发器)时,经常要将管子弯曲成特定的形状,且要保持弯曲部分的管道内腔不变形。铜管的弯曲加工有两种方法,即用弯管器弯管和直接用手弯管。

#### 1. 用弯管器弯管

弯管器是用来弯曲管径小于 20 mm 的铜管的专用工具,大管径的铜管则需用弯管机,但在家用电冰箱中几乎遇不到。图 6-11 是一种常见弯管器的使用方法。弯管时注意铜管的弯曲半径不能太小,否则会使铜管的弯曲部位压扁变形。

图 6-10 冲头及冲杯形口

图 6-11 弯管器

弯管时,先将铜管要弯曲部位退火。把铜管插入弯管器滚轮和导轮之间的槽内,并用紧固螺钉将铜管固定。然后,顺时针方向转动活动杠杆,铜管即在滚轮和导轮之间的导槽中被弯曲成所需形状。所用的弯管器规格应与铜管直径相符,在弯管过程中应注意不要将管子压扁。如果铜管两端需要扩喇叭口时,应在弯管后再进行。

用粗细不同的钢丝,绕制许多不同内径和不同长度的弹簧,就成为一组弹簧弯管器。弯粗管的弹簧弯管器钢丝较粗、内径也较大,而绕成的弹簧也较长。对于直径小于 10 mm 的铜管可以用弹簧弯管器弯管。这种方法简便易行,可将铜管弯成环形或任意角度,但弯曲半径不能过小,否则弹簧弯管器不易抽出。

弹簧弯管器的使用如图 6-12 所示。操作时,将铜管套入弹簧弯管器内,弯管动作要轻、慢。弯管速度过快,用力过猛都会使铜管损坏。也不要使用管径不相匹配或过粗的弹簧弯管器。如不加以选择而随意乱用,也会把铜管弯扁。

#### 2 直接用手弯管

图 6-12 弹簧弯管器

一些管径较细的铜管,可以直接用手弯管。操作方法是:双手握住铜管,距离不能太大,用拇指的指肚从弯曲的内侧撑住,一只手紧握,另一只手一边滑动,一边慢慢地将铜管弯曲。这里,手的滑动是操作的要点,也是成功的关键。

直接用手弯曲铜管时需要注意,弯曲管壁较薄的铜管,用力不能过猛,否则容易使铜管压扁或损坏。同时,用手弯曲铜管时弯曲的程度不能过大,若弯曲程度太大,也会压坏铜管。

### 四、封口

电冰箱制冷系统经维修后,最后一项工作是取下三通修理阀和连接铜管,将制冷系统的管

口封闭,以保证制冷系统不会发生泄漏。

电冰箱检修完毕后,通电运转。在离压缩机工艺管或与低压管道焊接处 15cm ~ 20cm 远的三通阀连接铜管口处,用气焊将其烧得暗红,立即用封口钳(也称大力钳)将连接铜管夹扁。为了保证不泄漏,可相距 1cm 处再夹扁一次。然后在距离最外一个夹扁处 30cm ~ 50cm 的地方,用钢丝钳将连接铜管切断,取下三通阀和剩余的连接铜管。最后,用气焊将留在电冰箱上的连接管端部焊死。可用气焊将连接铜管烧化后自熔堵死,也可采用银焊将管端封死。

为保证封口处不发生泄漏,可将其浸入水中检查,确保封堵良好。

### 第三节 检漏与试压

电冰箱制冷系统是个密封的系统。由于震动、碰撞、腐蚀等原因,制冷系统的密封性受到破坏,出现制冷剂泄漏,是电冰箱的常见故障。另一方面,维修后的制冷系统必须严格地检查气密性,才能保证修理质量,提高运行的可靠性。

氟利昂是一种渗透力极强的制冷剂。它无色无味,价格较贵,又不易保存,所以对制冷系统的气密性的检查,就必不可少。常见的检漏方法有:目测检漏、肥皂水检漏、卤素灯检漏、电子检漏仪检漏和浸水检漏等几种。

#### 一、管路连接工具

##### 1. 检修表阀

三通检修阀外形如图 6-13 所示。三通阀的上边接头处用螺纹固定连接压力表,左边接头供喇叭口螺母与制冷系统相连,下边接头供检修时与真空泵连接对制冷系统抽空,也可以从这里充注氮气或制冷剂。

图 6-13 三通检修阀

检修表阀又称检修表、三通表、三通阀。它所连的压力表量程为 - 0.1 MPa ~ 0.6 MPa,阀门的通闭由手柄控制。一般电冰箱的制冷剂充注量不到 200g,若为检修表阀配上一个容量 250g 定量加液器,就更方便、实用。

##### 2 快速接头

快速接头又称速换接头,是一种用于检漏、清洗制冷系统与部件或充灌制冷剂的快速管路连接工具,具有装卸简便、迅速及开卸后能自动封闭等优点。快速接头分凸头与凹头两部分,其结构如图 6-14 所示。

图 6-14 快速接头

作为一个使用的例子,图 6-15 中画出了将压缩机工艺管与外管道连接检修的情况。压缩机的工艺管插在快速接头的凸头上,快速接头的凹头则用软管接出。当快速接头的凸头插入凹头时,两阀针对顶开启,使管路接通;当凸、凹两部分脱离时,两阀针靠各自部分的弹簧作用,自动封闭管路。使用时,推动滑套向凸头方向,使锁固球将凸、凹两部分锁紧。脱离时,将滑套向凹头方向推动,使锁固球脱离槽,凸、凹头两部分脱离。

光管接头是一种管道连接器,与快速接头、三通阀等配合使用,其结构如图 6-15 所示。光管接头是利用橡胶圈密封连接管道的,不需要做喇叭口,可直接将两管对接,靠接头的螺纹上下压紧,使之导通。

图 6-15 光管接头

3 三通换向阀

电冰箱制冷系统抽真空与充注制冷剂时,三通换向阀是一种必备的简便工具,其结构如图 6-16 所示。使用时,只需转动三通换向阀芯,即可分别实现制冷系统的抽空与充注。

图 6-16 三通换向阀

## 二、管道连接方式

目前大多数电冰箱采用往复式压缩机,而少量无霜电冰箱装设的是旋转式压缩机。这两种压缩机壳体上都设有三个管接头,往复式压缩机壳体内为低压,外设 2 个吸气接头,排气接头 1 个;而旋转式压缩机壳体内为高压,外设排气接头 2 个,吸气接头 1 个。旋转式压缩机的 2 个排气接头中,有一个接头焊入盲管(出口封闭的短管),供检漏、抽空、充冷等维修使用。这根盲管俗称工艺管。工艺管只有检修时才断开与检修表阀连焊。

### 1. 往复式压缩机检修连接

往复式压缩机的工艺管与修理阀连接方式如图 6-17 所示。因为工艺管在系统的吸气侧,修理阀装在此侧既可用于加压检漏、抽空、充冷操作,又可利用自身压缩机吸入制冷剂气体。操作时,经多次充、放制冷剂,可以代替抽空。抽空合格后,一次充注液态制冷剂,或边充边观察,操作运用比较方便。

图 6-17 旋转式压缩机工艺管与三通检修阀的连接

### 2 旋转式压缩机检修连接

旋转式压缩机的工艺管与修理阀连接如图 6-18 所示。这时工艺管在系统排气侧,只能在此侧通过三通检修阀加压检漏,或用真空泵抽空,或启动自身压缩机排气代替抽空。抽空合格后,在停机状态下按重量一次充够制冷剂,然后封口。

## 三、加压测试

关注与重点:对制冷系统作加压检漏,需要为系统管路中充注一定压力的氮气或干燥空气(无氟电冰箱禁用空气),然后检查外露管道和各焊口处有没有发生泄漏。具体测试方法有高压检漏和分压检漏两种。

### 1. 全系统加压检漏

经试机检测,确定制冷系统有泄漏故障后,切断压缩机的工艺管,从端口接入三通检修阀,即可对系统充注氮气,进行加压检漏。管道的具体连接方法见图 6-19 所示。

方法和技巧:实际操作中,有经验的修理员在断开压缩机工艺管时,就能对故障有大致的判断。如果系统制冷剂有泄漏,断开工艺管时就无余气排出,或排出很少;如果断开工艺管时,从工艺管喷出的排气量很足,则说明制冷剂不泄漏。进一步用手按住旋转式压缩机工艺管口,通电试机无顶力,或手按往复式压缩机工艺管口试机无吸力,则

图 6-18 往复式压缩机工艺管与三通检修阀连接

图 6-19 全系统加压检漏的连接

可判断压缩机已经失效,故障不是泄漏引起的,应另行排除。用这个方法也能判断压缩机的好坏。

警示与强调:管路连好后,打开氮气瓶阀门,调节减压阀,使氮气出压在 0.6 MPa ~ 1.0 MPa 左右,然后打开三通检修阀,使氮气进入制冷系统。由于全系统包括低压侧适应压力较低,加入氮气压力不能过高,尤其是对采用铝板吹胀式蒸发器的电冰箱,压力不得超过 0.6 MPa,以防造成新的损伤,形成新漏孔。

制冷系统充注氮气后,随后可以用下面要介绍的涂肥皂水等方法检漏。对稍大一点的泄漏点,还可借助医生用的听诊器倾听泄漏声,来确定泄漏点。

2 分段检漏

方法和技巧:分段检漏法是将电冰箱的制冷系统分成高压部分和低压部分,分别进行加压检漏。这种办法能更好地确定漏点的查找范围。这种方法对平背式箱体,内藏式蒸发器、冷凝器的电冰箱尤其适用。

通常,电冰箱制冷系统被压缩机和毛细管分割为高压部分和低压部分。压缩机排气室至毛细管之前为高压部分,毛细管之后至压缩机吸气室为低压部分。在实际维修工作中,为方便焊接和检修一般将冷凝器、压缩机作为高压部分;而将蒸发器、毛细管和回气管看作低压部分。分段检漏的具体作法是:

(1)从干燥过滤器与毛细管的连接处将管路断开,并将断开的两管各自封死。

(2)把回气管从压缩机上取下,并将压缩机上接回气管的管口堵死。这时即可从工艺管所接的三通检修阀上充注 1.0 MPa ~ 1.2 MPa 的氮气,对高压部分进行检漏。

在电冰箱上,若有外露焊头,还可继续将主冷凝器、副冷凝器以及除露加热管各自再分开进行检漏,以确定泄漏发生于哪一部分。再根据不同的情况,采取补焊、更换零件或加装部分冷凝器以及丢掉部分管道等办法解决。

根据经验高压侧泄漏多数发生在门除露管,也可单独对门除露管做加压试验,若确定门除露管泄漏,可退除门除露管,另加同直径铜管恢复系统连接。

(3)在从压缩机取下的回气管上,再焊接上一个三通检修阀,应无泄漏。从三通检修阀充入 0.4 MPa ~ 0.8 MPa 压力的氮气进行低压部分检漏。这里气压较低的原因是因为电冰箱多用铝板吹胀式蒸发器,若试压时压力过高,容易造成蒸发器的胀裂损坏。

若在低压部分发现泄漏,对单门电冰箱可将蒸发器卸下浸入水中进行试压检漏;而对双门电冰箱,因蒸发器无法卸下,故可采取开背修理的方法或其它方法进行处理。

用分段法对制冷系统进行检漏处理后,必须将各段连成整体,再进行一次全系统检漏,检查各焊头、补焊点的密封情况。

### 3 保压检漏

关注与重点:保压检漏测试是在系统泄漏故障排除后,必须进行的检漏复查。检查时,将制冷系统的管道全部连接好,仍如图 6-19 所示的全系统加压检漏时一样,从压缩机工艺管上向系统充入氮气。当三通检修阀上压力表读数达到 0.8 MPa 时,即关闭检修阀和氮气瓶阀门,将这时压力表上的读数记录下来。如果制冷系统泄漏确已排除,那么压力表的读数将能长时间保持不变。实际操作时,由于环境温度变化,在 16h ~ 24h 内压力表读数允许下降 2% 左右。保压检漏时,为了使电冰箱内温度与环境温度保持一致,应将箱门打开。

## 四、常用检漏方法

对系统加压测试的目的,是判断管路中有没有制冷剂泄漏,或判断泄漏发生在哪一部分,然后再通过检漏,找到系统中的泄漏点。

### 1 目测检漏

因为在密封的制冷系统中,氟利昂类制冷剂和冷冻油具有一定的互溶性,所以凡是氟利昂制冷剂泄漏的部位,就会伴有渗油或滴油等现象。只要看到制冷部件或管道上有油渍渗出,就应该怀疑有泄漏发生。必须进一步采用其它方法检查验证,以便确定准确位置。

### 2 肥皂水检漏

用肥皂水检漏是目前电冰箱维修人员常用的比较简便的方法。先将肥皂切成薄片,浸泡在温水中,使其溶成较稠的肥皂液备用。为求方便的话,也可以用液体“洗涤灵”代替肥皂水,效果是一样的。检漏时,在系统中充入 0.8 MPa 的氮气或干燥空气。用纱布擦去泄漏可疑部位的污渍,然后用干净的毛笔沾上肥皂液,均匀地抹在被检部位四周,仔细观察有无气泡冒出。如有肥皂泡出现,说明该处确有泄漏。

### 3 浸水检漏

浸水检漏是一种最简单而且应用最广泛的方法,常用于对压缩机、蒸发器、冷凝器等零部件的检漏。操作方法是:先向被检部件内充入压力为 0.8 MPa 左右的干燥空气或氮气,然后将被检部件浸入 40 ~ 50 的温水中。注意观察 1 min 以上,如果没有任何气泡出现,即为合



格。操作时应保持水的洁净,用手抹一抹部件表面,免得细微的孔隙被堵住。

4 卤素灯检漏

对专业电冰箱检修单位,卤素检漏灯是检漏的必备工具,其结构如图 6-20 所示。

卤素灯检漏的原理是:如果卤素灯喷射的火焰与氟利昂气体接触,氟利昂在高温下会分解出氯气,它与灯内炽热的铜接触,便生成氯化铜,火焰即会变成绿紫色。因此,我们可以靠观察火焰颜色的变化,来判别制冷剂有无泄漏,并估计出泄漏量的大小。

检漏时,先向制冷系统充入少量的氟利昂制冷剂,再充注氮气或压缩空气,当系统内压力上升到 1 MPa 时,即可以用卤素灯检漏。

使用卤素检漏灯时,先旋开座盘,加满纯度为 99.9 % 的无水酒精,再把座盘旋紧。将手轮向右旋转,关紧阀芯,再向酒精杯内加满酒精,用火点燃,对座盘内的酒精加热。当酒精杯内的酒精接近燃尽时,将手轮向左旋,使阀芯开启约一圈左右,在火焰圈内引火点燃后即可进行检漏工作。

图 6-20 卤素检漏灯

检查时,手拿塑料软管,管口朝向管道接头、焊缝等要检查的部位,逐一检查。若是卤素检漏灯软管口伸向某渗漏点,漏出的部分氟制冷剂蒸气会被软管吸入,火焰圈里的火焰立即会发出绿色或蓝色的亮光。有渗漏时的火焰颜色越深,泄漏程度越强。系统漏出的氟制冷剂由少到多时,火焰颜色变化规律是:微绿 淡绿 深绿 紫绿。

使用卤素灯检漏,一旦看到火焰发出紫绿色光,应该在相应的部位改用肥皂液检漏验证。由于氟制冷剂分解后的生成物有毒,所以不要让它长时间在灯里燃烧。

卤素检漏灯检漏非常可靠,但灵敏度不高,不能满足家用电冰箱的要求,有条件的厂家已改用先进的电子卤素检漏仪。

第四节 抽真空与充注制冷剂

一、抽真空操作要领

关注与重点:电冰箱的制冷系统检漏合格之后,在重新充注制冷剂之前,要抽出全系统管路中的空气,并驱除水分,以保证充注的制冷剂能在系统中良好地工作。这一操作步骤,称为抽真空。

1. 低压单侧抽真空

这是最基本的制冷系统抽真空方法,可利用试压检漏时接在压缩机工艺管上的三通检修阀进行,不必另外再接焊口,管道连接方式如图 6-21 所示。

操作时,将真空泵与三通检修阀连接妥当,开启真空泵 1h ~ 2h,检修阀中的压力表针越向负压值方向移动,系统内真空度越高。

在抽真空过程,也可将自身压缩机开启,既利机体升温,使水分变为蒸气抽出,又能促使

图 6-21 单侧抽真空的管道连接

高、低压侧循环,缩短抽空时间。尤其是对旋转式压缩机更有利,以免在高压单侧抽空使系统空气不能抽干净。

低压单侧抽真空操作简便,焊接点少,相对来说会减少泄漏;缺点是制冷系统的高压侧(冷凝器、干燥过滤器等)中的空气也须通过毛细管抽出,由于流阻较大,会影响抽空效果。在抽真空时,还应合理地选用工艺管与三通检修阀之间的连接管粗细。如果管子选得太细,流阻太大,会影响压力表读数的准确;如果管子太粗,最后封口比较困难。一般用 4mm ~ 6mm 的铜管作连接管比较合适。

2. 高、低压双侧抽真空

高、低压双侧抽真空的方法是在干燥过滤器的进口处加设一工艺管,与压缩机上的工艺管用两台真空泵或并联在一台真空泵上同时进行抽真空。用这种方法抽真空的管路连接见图 6-22 所示。

图 6-22 双侧抽真空的管道连接

高、低压双侧抽真空的方法,克服了毛细管的流阻对高压侧真空度的不利影响,能使制冷系统在较短的时间内获得较高的真空度。但要增加一个焊接点,操作工艺较为复杂。

高、低压双侧抽真空能使制冷系统内的绝对压力降低到在 133.3Pa 以下。对提高制冷系统的制冷性能有利,故近年来被广泛采用。

3. 二次抽真空

低压单侧抽真空的方法很难达到使制冷系统内的残留空气的绝对压力不高于 133.3Pa 的要求。为了解决这个问题,可以采用在单侧二次抽真空方法。

二次抽真空的原理是,先将制冷系统抽空后,充入制冷剂,使系统内的压力恢复到大气压力或更高一些。这时,启动压缩机,使制冷系统内的气体成为制冷剂蒸气与残存空气的混合气。停机后,再第二次对系统抽真空。由于这时系统内残留空气只占很小比例,经二次抽真空时随制冷剂蒸气抽出,能大大减少系统的空气残留。

4 充放制冷剂排空

这是业余修理员或小型修理店经常使用的一种方法,可以克服缺少真空泵带来的抽空困难,近年来更是在“上门维修”服务中被广泛使用。

所谓充放制冷剂排空,就是将制冷剂气体充入制冷系统后,经短时间循环即放出。这时,系统内的空气,会随制冷剂蒸气一起排出,得到与抽真空同样的结果。形象地说,这时系统内的空气、水分,不是被“抽出”的,而是被“排出”的。

实际操作中,一般经过两充、两放或三充、三放,即可将系统内空气、水分带出,使系统真空度达到要求。这种方法的缺点是要消耗一些制冷剂,但对一般电冰箱、冰柜,三充三放也不过多用 100g~200g 的制冷剂,“浪费”量并不很大。

## 二、充注制冷剂的方法

警示与强调:电冰箱制冷系统抽空后,应及时充注制冷剂(俗称充氟),防止因阀门漏气而影响制冷系统的真空度。正确、合理地充注制冷剂,是电冰箱良好制冷性能的重要保证。制冷剂充注量应满足其铭牌上的要求,过多、过少都会影响电冰箱的制冷能力,甚至引起故障。如果制冷剂充注量过多,会导致蒸发器温度增高,增加压缩机功率负担。若制冷剂充注太少,则会使蒸发器上结霜不满,压缩机的运转率提高,耗电量增大。

### 1. 定量充注法

定量充注法是用专用的制冷剂定量加液器,按电冰箱铭牌上规定的制冷剂注量充注制冷剂。

操作时,按前面图 6-17、图 6-18 要求将管道连接好。先将制冷剂钢瓶中的制冷剂液体充进加液器量筒,从量筒外的刻度掌握规定的制冷剂重量。若量筒中有过量的气体,以致液面无法上升到规定刻度时,可打开量筒顶上的阀门将气体排出,使液面上升。然后,打开三通检修阀门,使量筒中的制冷剂通过连接管道进入已抽空的制冷系统。最后将电冰箱压缩机工艺管封闭。如果要求充注的制冷剂量较大,可以分二次或三次充入,只要充入的总量与铭牌上的要求注入量相符即可。

定量法充制冷剂的优点是能减少观察时间,但有时因新换部件干燥处理不完全,一旦封口后运行中发现冰堵,就要重新切断工艺管修理。

### 2 观察充注法

方法和技巧:在没有定量充注器的情况下,从往复式压缩机工艺管处充注(旋转式压缩机在消音器低压工艺管充注)制冷剂。有经验的修理员,可以结合三通检修阀上的气压表指示的压力值,边充注边观察,即可判断制冷剂充注是否适量。要注意观察的情况,可以概括为“两看、三摸”,五个方面:

一看制冷剂充注压力:制冷系统低压压力的高低,与制冷剂充注量的多少关系密切。制冷剂充注量多,低压压力就高,蒸发温度也高。制冷剂充注量少,低压压力就低,蒸发温度也低。在不同的季节充注制冷剂时,应把低压压力控制在不同的数值上。夏天气温高,低压压力一般可控制在 0.05 MPa~0.07 MPa;冬天气温低,低压压力可控制在 0.02 MPa~0.04 MPa;春、秋季节气温适中,低压压力一般控制在 0.03 MPa~0.05 MPa。

二看蒸发器结霜情况:电冰箱正常充注制冷剂后,经 1h~2h 制冷运行,主、副蒸发器全部结霜层均匀而光滑,湿手触摸霜层有“粘手”感觉。有的电冰箱能看到蒸发器 200mm 处回气管结霜。电冰箱回气管内藏时,也能从露出箱体处至压缩机的回气管发冷或结露,判断充注正常。

制冷剂充注过多时,蒸发器上结浮霜。冷冻室内的温度达不到设计温度要求。制冷剂充

注量不足时,蒸发器上结霜不匀,甚至只有部分结霜。对于制冷剂先进入副蒸发器,然后到主蒸发器循环的电冰箱,会出现冷藏室温度低,而冷冻室温度降不下来的现象。

如果看到回气管结霜过多,则制冷剂充注过多,应放掉一些;反之,制冷剂流向,看到副蒸发器或主蒸发器结霜不满,则为充冷量不足,应再补充加注。

一摸冷凝器温度。充制冷剂后,电冰箱开机运行 30 min。沿制冷剂流向触摸冷凝器,正常时在夏季应感觉它的上部剧热火烫,中部较热,而下部温度低于中部为温热。

若制冷剂充注量过多,冷凝器上的大部分管道发烫。充注量不足,冷凝器管道上部只有温热,而下部管道不发热。

如果发现下部或中部发凉,温度相差不大,则可判断系统抽空不合格,管道内含有空气。如果开始时冷凝器能发热,但运行 1h 后反而变凉,则是出现冰堵或脏堵故障,制冷系统管道被堵塞了。

二摸低压回气管上的温度。制冷剂经毛细管节流,在蒸发器内进行蒸发,吸收气化潜热变为饱和蒸气。饱和蒸气流经回气管。继续向回气管吸热,变为过热蒸气后回到压缩机。所以,制冷剂充注量准确时,回气管上有凉感。若回气管上没有凉感,则为制冷剂充注量不足;若回气管上结霜,说明制冷剂充注过量。

最后,还可以摸一摸干燥过滤器和毛细管上的温度。制冷剂充注量准确,干燥过滤器上有热感。若干燥过滤器上温度较高,说明制冷剂充注量过多。若干燥过滤器上不热,说明充注量不足。毛细管进口处管道上的温度略高于干燥过滤器上的温度。

3 电流监控法

充制冷剂初始阶段,压缩机运行电流大小与额定值会有较大偏差,随着制冷剂的充入,电流逐渐稳定。由于实际操作中使用的都是钳形电流表,且量程较大,对制冷剂多少引起的电流的变化反应不明显,一般是要控制运行电流不超过额定值,就可视为正常。

三、电冰箱制冷剂的充注标准

关注与重点:原则上说,电冰箱的制冷剂充注量只与系统内的容积有关,这一点已得到制冷界公认,但至今仍无较权威的计算方法。为了便于修理没有铭牌,或缺少制冷剂量标注的电冰箱,表 6-1 列出了一些常见规格电冰箱的制冷剂充注量。

表中列出的充注量是使用 R12 制冷剂时的参考值,同容积的“无氟”电冰箱,多使用 R134a 制冷剂,应适当减少充注量。尤其在双回路的制冷系统中,制冷剂的充注宁可少些不能过多,因为制冷剂过量对制冷的影响程度要大大超过制冷剂偏少时。

表 6-1 不同容积电冰箱、冰柜的制冷剂正常充注量

箱型	总容积/ L	充灌量/ g	箱型	总容积/ L	充灌量/ g
单门冰箱	70	60	双门冰箱	180	130 ~ 140
单门冰箱	80	60 ~ 70	双门冰箱	190	140 ~ 150
单门冰箱	100	70 ~ 80	双门冰箱	202	150 ~ 170
单门冰箱	130	80 ~ 100	双门冰箱	245	170 ~ 190
单门冰箱	150	100 ~ 110	卧式冰柜	100	80 ~ 100
单门冰箱	185	110 ~ 150	卧式冰柜	200	100 ~ 120
双门冰箱	155	110 ~ 120	卧式冰柜	300	120 ~ 140
双门冰箱	170	120 ~ 130	卧式冰柜	400	140 ~ 180

## 第五节 管道的清洗与干燥

电冰箱工作时,对制冷系统内部工质要求很高,制冷剂应在无杂质、无水分、无空气的条件下运行。由于制冷系统的部件、管道都是密闭的,所以正常运行时系统内部的清洁与干燥不会被破坏。但当电冰箱出现故障,或装配不当时,制冷系统管路就可能被污染。例如压缩机烧毁后,会产生大量的酸性氧化物进入系统管路。因此,排除这类故障时,除更换压缩机外,还必须同时更换干燥过滤器,并且要将整个制冷系统管道进行彻底的清洗,才能保证修理质量。否则,由于酸性物质的逐渐腐蚀,修理后使用1年~2年,压缩机又会损坏。

当制冷系统因压缩机电机烧毁、积油、进水、误加润滑油、管路杂质等引起的污染或堵塞,均须对制冷系统进行清洗。

### 一、管路污染的鉴别

电冰箱出现的故障不同,对制冷系统造成的污染程度也不相同,因此要根据实际情况选择不同的清洗剂,采用不同的清洗方法。

#### 1. 造成污染的原因

关注与重点:常见的制冷系统污染情况有以下几种:

(1)压缩机烧毁:断开压缩机工艺管,用一张餐巾纸接一些喷出的制冷剂。制冷剂呈污浊暗黑色,气化后纸上有油迹,并能闻到强烈的焦油气味。

(2)管道积油:运行中倾听蒸发器的“咕噜咕噜”响声较正常增大而断续。电冰箱制冷能力明显下降,蒸发器霜层融化。

(3)管路进水:制冷系统进水常是蒸发器破损造成,例如用锐器硬撬积霜冰层,造成蒸发器穿孔,在负压下吸入水分。

(4)误加润滑油:修理中更换或补加润滑油时,误将凝固点过高的机油、变压器油当冷冻油使用,以致造成管路堵塞。

(5)进入杂物:在检修安装时,断管、退火等操作不当,使铜屑和氧化皮进入管道。

#### 2 污染程度的辨别

方法和技巧:制冷系统是否受到污染,可以从压缩机工艺管中放出的制冷剂和冷冻油中,通过气味、颜色和酸度来鉴别。制冷系统严重污染时,打开压缩机的工艺管,可以闻到一股焦油气味,从压缩机里倒出的润滑油颜色变黑,而且混浊。用石蕊试纸浸入润滑油中,5s后试纸颜色变为红色或淡红色,表明润滑油呈酸性。

制冷系统没有污染,或只轻度污染时,打开压缩机的工艺管后,闻不到焦油味。润滑油清洁,颜色无明显变化,浸入的石蕊试纸呈淡黄色。

受到严重污染的制冷系统,要用氟利昂制冷剂或四氯化碳作为清洗剂,对蒸发器、冷凝器等主要部件和管道作彻底冲洗,并用氮气吹净四氯化碳。毛细管和干燥器等则应换新。如果系统只受轻度污染,则只需拆下压缩机和干燥过滤器,直接用氟利昂气体分别吹洗蒸发器和冷凝器,吹洗时间不少于30s即可满足要求。也可以用氮气在0.8MPa压力下对管道分别吹洗2min。

## 二、制冷系统清洗方法

### 1. 抽空清洗

清洗被污染的管路系统,一般采用三氯乙烯、氯乙烯、四氯化碳或 R113 作洗涤剂,它既适合抽空吸入清洗,又适合倒入某段管内进行清洗。另外,要用氮气、干燥空气和制冷剂气体,打压吹出清洗的残余污物。

抽空清洗,就是用真空泵(或旧压缩机代用)将清洗剂吸入到被污染的管路和部件中,以去除内部的污物。这种方法既适合对高、低压侧系统清洗,又用来清洗分段管路和部件。

方法和技巧:抽空清洗时的管路连接可参照图 6-23。预备两个容积 5L 的玻璃瓶,一个瓶内装入 2/3 的清洗剂,另一个作吸液瓶。开启真空泵,液体清洗剂便从洗涤剂瓶内吸出,依次进入冷凝器 门除露管 吸液瓶,完成对高压侧清洗。如果转换接头,按图中虚线所示管路连接,则洗涤剂瓶内清洗剂就被吸入 冷藏室蒸发器 冷冻室蒸发器 冷冻室背部蒸发器,再进入吸液瓶中,即完成低压侧清洗。因吸液瓶内吸气口高于液面,而洗涤剂不会被吸入在真空泵内。系统清洗后,也可以再用打压清洗方法把残余物吹出,并加一干燥处理用橡胶塞密封,防止湿气进入。

图 6-23 抽空清洗的管路连接

### 2 打压清洗

打压清洗,是将氮气加压充入在被污染的管路或部件,将其中的污物吹出。这种方法既适用于高、低压侧吹堵、清脏,又可用在部件或管路分段吹堵、吹脏。

方法和技巧:将管路按图 6-24 所示连接。开启氮气瓶阀,调节减压器,清洗高压侧时压力调到 1.3 MPa;清洗低压时调压为 0.6 MPa~0.8 MPa。清洗制冷系统高压侧时,气流的流程是:减压阀 冷凝器 门除露管 干燥过滤器,最后喷出。如果清洗时没有气体喷出,多数情况是干燥过滤器有脏堵。这时可取下过滤器,经单独吹脏、吹堵,以求验证。清洗系统低压侧时,气流由图中虚线所示管路,接到压缩机工艺管上,然后经修理接头 压缩机 回气管 冷冻室背部蒸发器 冷冻室蒸发器 冷藏室蒸发器 毛细管喷出。如果没有气体喷出,多数情况是毛细管脏堵造成。这时适当增加氮气气压,有可能将堵塞处吹开。但为避免损坏蒸发器,加压一定要适当,对吹胀式蒸发器可增压到 0.9 MPa;而对铝盘管式蒸发器可增压到 1.1 MPa。增压后吹堵,一旦保持数分钟后管路仍不通,绝不能再强行增压,只有开箱体焊下毛细管再作验证。这样做也有利于对蒸发器吹油、吹脏或吹堵。

吹洗后的制冷系统不可久放,最好更换过滤器后,及时恢复连接。

图 6-24 打压清洗的管路连接

3 管子的清洗

电冰箱制冷系统各部件之间须用铜管连接,修理中也常须对铜管进行加工制作。对管子的清洗,就是为了保证其内部的清洁、干燥。

清洗较粗的紫铜管(或铜管)时,要先将其“退火”。将质硬、壁厚的铜管用氧气火焰均匀烤红,然后自然慢慢冷却。退火后的铜管变得较软,容易弯曲和扩口加工,但管内会产生氧化皮。为进一步清除氧化皮,应先用加压氮气粗略吹洗管子,将氧化皮吹出。然后,将一些纱头扎在铁丝上,浸入汽油后将铁丝插入管口内,再从另一端引外。拉动铁丝,将浸汽油的纱头紧紧通过管壁拉出,每拉一次要用汽油清洗纱头,直到拉出的纱头无黑色,将管子里的氧化皮擦干净。

有条件时,可以用酸洗法清洗管子里的氧化皮。用浓度 98 % 的硝酸与水 3 7 混合,将管体浸入在酸溶液内数分钟,氧化皮即被洗净。管子取出后,要放入碱水内将残留酸液中和,再用清水多次清洗,最后烘干、吹脏。

第六节 更换冷冻油

一、对冷冻油的要求

电冰箱压缩机工作时,为得到充分的冷却与润滑,要在机壳中注入冷却油。冷却油既要适应高温条件,又要适应低温条件,与普通机械用的润滑油有很大区别。市场销售的国产冷冻油有多种标号,其中 18 号冷冻油适用于使用 R12 制冷剂的电冰箱压缩机;RL329 酯类油或多元酯合成油(PAG)等,均适用于使用 R134a 制冷剂的“无氟电冰箱”压缩机。

电冰箱压缩机对冷冻油的基本要求是:凝固点低于制冷剂蒸发温度(不高于 - 40 ),在高温下不出现结胶及结碳现象;粘度适当,油膜强度高;与制冷剂不产生化学反应,分离性要好,不含水及酸类杂质,电气绝缘性能好。

方法和技巧:在维修应用中,冷冻油的质量好坏可通过其颜色、气味来判断。冷冻油装在干燥的玻璃瓶内,应是透明、白色或浅黄色;若油中出现悬浮物、混浊或呈黄、橙、红色均不能使用。装油容器应严格密封妥当保存。将油液滴在吸水的白纸上,油迹应无色透明,冷冻油变劣时,其颜色变深。若出现黑色污迹,并含有烧焦气味,则不可使用。当油含有水分时,油的透明度降低。

二、冷冻油的抽注

压缩机使用一定时间后,冷冻油会混浊、变劣,尤其在压缩机电机绕组过热后,冷冻油会很快变质。因此,对于使用较久的电冰箱,在修理制冷系统的同时,应对压缩机内的冷冻机油进行检查、补充和更换,以保证压缩机的正常工作和延长其使用寿命。

1. 往复式压缩机换油

将压缩机从电冰箱上拆下,敞开排气管、回气管和工艺管的口子。再将压缩机倒置,让冷冻油从回气管口或工艺管口流出,并用一量杯测量倒出冷冻油的多少,作为以后注入量的参考。为加速冷冻油的流出,可从工艺管或回气管吹入氮气。

为压缩机灌注冷冻油,最简单的方法是用干净的量杯和漏斗,将冷冻油从压缩机的工艺管口或回气管口注入。由于压缩机管口较小,且冷冻油比较粘稠,用这种方法充灌时间较长。

灌注冷冻油的另一种方法是启动压缩机后将油吸入。具体做法如图 6-25 所示。用一根清洁干燥的软管,一端接在压缩机的工艺管上,另一端插入按规定的注入量盛装着冷冻油的量杯中。启动压缩机,用手堵住吸气管,冷冻油被自然吸入压缩机内。当量杯中的冷冻油吸完后停机。若充注冷冻油的过程中排气管喷出雾状油滴,可将高压管插入事先备好的杯子中。

2. 旋转式压缩机换油

旋转式压缩机灌注冷冻油的方法如图 6-26 所示。在清洁、干燥的量杯中按规定灌注量倒入冷冻油。将压缩机按图中所示方法与盛油的量杯相连接,在压缩机高压管上所接的复合气压表上接一台真空泵。启动真空泵,将压缩机内部抽成真空后,将高压阀关闭。开启低压阀,冷冻油即被大气压入压缩机中。

图 6-25 往复式压缩机换冷冻油

图 6-26 旋转式压缩机换冷冻油



# 第七章 常见故障排除方法与检修实例

本章先将电冰箱故障分成几大类,然后逐类提出修理办法。阅读本章的根本目的是弄清电冰箱故障的检修思路。

接修电冰箱的故障是属于哪个部分的?可能的故障原因有哪些?用什么办法排除故障最简捷有效?现有的条件有没有可能实施设计检修方案?

列举的故障检修实例,是最常见、最典型的,能使读者举一反三,受到启发。

关注与重点: 自制多功能电源盘,不但能方便地向电冰箱供电,而且能对电冰箱故障作出初步判断。

压缩机不启动、不停机、电冰箱不制冷、制冷差等电冰箱故障的典型表现。

电冰箱常见故障的常规检修方法。

动手修理之前,一定要确认这台电冰箱是否真正有故障。

初步判断电冰箱故障所在之后,要经过复查、验证,确认判断无误后,才可制定方案,动手检修。检修方案可能有多种,正确的故障判断却只能有一个。

接修他人的故障电冰箱,一定要将修理办法实现与送修者事先说明,然后再动手。尤其是进行工艺复杂、费用较高的修理项目时,要经过充分协商。记住:不该出手别出手。

## 第一节 故障的初步判断

### 一、电源盘的构造

检修有故障的电冰箱,不管是在修理厂、店,还是在顾客家里,总要通电检查。但有时普通的电源插头,会造成一些麻烦,比如插口形状不对、插口位置太远、电源通断不方便等。电冰箱修理员自备电源盘(电源板),是很必要的。

这里介绍一种自制的多功能电源盘。它所用的电气元件随处可购,适合个人动手组装,经济便宜又实用方便。它不但能方便地向电冰箱供电,而且有初步的检测功能,配合使用能对电冰箱故障作出检测判断。

多功能电源盘电路见图 7-1。它比一般试机用的简单电源插座板,多增加一个调压器和电压表、电流表,同时装配一些元件,用来对压缩机进行常规启动或强制启动。盘体用 350 mm × 200 mm 大的 20 mm 厚绝缘板或三合板做成,总重大约 5.5 kg。

电源盘接入 220 V 市电后,指示灯 H 亮。将被测电冰箱电源插头插入插座 X,调节调压器 T,使电压表 V 显示需要电压值,这就是电冰箱的工作电压。合上开关 S<sub>1</sub>,电冰箱即能启动

图 7-1 自制电冰箱检修电源盘

运转。

方法和技巧:用变压器的调压功能,不但能验证判断电冰箱压缩机在波动电压下的启动性能,还能通过电流表 A 测量启动电流的大小,以判断故障所在。一旦负荷过载或短路,保险丝 R 能熔断,起到保护作用。在检测判断过程,若发现启动电流过大,或无启动反应,即表明压缩机有故障,应拆下压缩机接线盒对压缩机再进一步检查。

先将插头 X<sub>2</sub> 中三根带夹子的引出线 C、S、M,对应接在被测压缩机三个接线柱上,即:共用端 C;启动端 S;运行端 M。把插头 X<sub>2</sub> 插入插座 X<sub>1</sub>,这时压缩机通过单投开关 S<sub>2</sub> 与电源接通。双投开关 S<sub>3</sub> 在图中位置,将 PTC 启动器接入压缩机启动电路。如果这时压缩机能正常启动运转,表明原通电初步检查时不启动,为电冰箱中保护器或温控器引起;如果初步检查时电流过大且不启动,而现在能启动运转,则表明故障为启动器引起。

如果这时压缩机仍不能启动,要迅速断开 S<sub>2</sub>,再采用强制启动方法验证。将开关 S<sub>3</sub> 搬至图中虚线位置,再按压按钮 S<sub>4</sub> 闭合,同时合上 S<sub>2</sub>。这时电容器 C 被接入启动电路。通电 1s~2s,迅速松开 S<sub>4</sub> 按钮,如果压缩机能启动运转,则表明原有的阻卡故障已被排除;如果压缩机仍不能转动,可调节变压器 T,将压缩机工作电压调升至 240V,再加外力振动机壳,如果反复进行上述操作,仍不能启动,则确定压缩机已被卡死,或绕组烧毁。

自制多功能电源盘所用的元件规格如下:~220V/5A 电源插头;H-220V/3W 指示灯;T-1kVA/0V~240V 调压器;F-5A 保险丝;V-0V~300V 交流电压表;A-0A~10A 交流电流表;X-250V/5A 三眼插座;S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>-250V/5A 单投开关;S<sub>3</sub>-250V/5A 双投开关;S<sub>4</sub> 为 220V/5A 启动按钮;C-80μF/300V 无极性电容器;PTC-内阻 22 的 PTC 启动器;OP-压缩机过载保护器;X<sub>1</sub>-250V/5A 三眼方孔插座;X<sub>2</sub>-三脚插头(与 X<sub>1</sub> 配套)。

二、电冰箱的基本检查

关注与重点:接修一台电冰箱后,一方面要听用户对故障起因、现象、特征的描述,更重要的是通过检查确认电冰箱有无故障,及确定故障发生部位。基本检查内容有如下几个方面。

1. 启动性能判断

检查低电压启动能力。将被测电冰箱电源插头插入电源盘,调节电冰箱工作电压为 170V~180V。如果电冰箱不能启动运转,再调升电压至 190V 以上,间隔 5min 后接通电源,如果这时电冰箱能正常运转制冷,则可判断这台电冰箱压缩机基本正常,没有故障,只是不适

应低限电压。

## 2. 压缩机单独检测

调节电冰箱工作电压在 180V ~ 240V 之间,做整机检测。如果电冰箱压缩机仍不能启动运转,再采用对压缩机单独启动或强制启动操作方法进行验证,可准确判断出是启动器、保护器、温控器引起的故障,还是压缩机卡死或绕组烧毁引起的故障。

## 3. 泄漏故障的判断

方法和技巧:将电压调至 180V ~ 240V 之间,电冰箱试机均能正常启动运转。如果压缩机工作 15min 后触摸冷凝器不热,蒸发器表面不冷,运转电流较正常偏低有气流声,可以判断故障为制冷剂泄漏。进一步断开压缩机工艺管验证,如果没有余气排出,或排出甚少,则可以确认泄漏故障。

## 4. 压缩机效率的判断

方法和技巧:将电压调至 180V ~ 240V 之间,试机均能正常启动运转。

压缩机完全失效时,测量压缩机运转电流较正常偏低,15min 后摸冷凝器不热,蒸发器表面温度不降低,电冰箱根本不能制冷。为进一步判断压缩机情况,需要断开工艺管。如果按住工艺管吸气口,启动压缩机无吸气感,则可确定压缩机“无效率”。对旋转式压缩机,按住高压工艺管排气口,感觉不到“顶力”。

压缩机效率差时,试机运转电流无明显变化。开机 30min 后,触摸机壳、冷凝器温度超常发烫,冷冻、冷藏室蒸发器表面只有凝露但不结霜,同时管道中听不到气流声,则判断压缩机吸气能力降低,制冷效率差。

## 5 无霜电冰箱不制冷的判断

警示与强调:无霜电冰箱不制冷时,不但要检查制冷系统,还要注意箱内情况。例如,一台无霜电冰箱通电试机,启动电流正常。40min 后,触摸冷凝器能感到温热,而回气管发凉,这表明系统是能制冷的。但这时打开箱门按压风扇开关按钮,风道无冷气排出,则判断风扇电机烧损。

## 6 电冰箱“堵塞”的判断

方法和技巧:电冰箱工作时,管道中任何地方被堵塞,系统即不能制冷。通常根据堵塞的原因,将故障分为冰堵、脏堵和气堵三种。

检查时,通电试机运转电流正常,30min 后,冷凝器温热,蒸发器开始结霜,制冷似乎正常。但制冷 1h 左右,冷凝器由温热变凉,冷冻室霜层融化。如果停机一段时间后,电冰箱又能恢复制冷,而后故障再次出现,则表明堵塞管道的物体是冰,这种故障称为“冰堵”。电冰箱恢复制冷的原因是冰在常温下能自行融化。

如果制冷功能消失后,不能自动恢复,说明管道被脏物堵塞,故障为“脏堵”,脏堵的另一特征是毛细管进端有结露。

制冷系统内含有空气,也可能堵塞管道,使制冷剂流动不畅。这种故障称为“气堵”。气堵故障常出现在经外修后的电冰箱中,其特点是制冷效果差,通电试机 30min 后,蒸发器结虚霜,触摸霜层不粘手,冷凝器上热下冷。

# 三、典型故障的特征

关注与重点:电冰箱发生故障的原因,当然与制造质量有关,只要电冰箱的实际工作状态与其生产技术参数(例如箱内温度、运转率、电能消耗和噪声等级等)有较大的

差异,超出允许范围,都可以看成是发生故障。

接修一台有故障的电冰箱,应首先确认故障发生的部位,在控制系统还是在制冷系统?再根据故障现象、特征,结合检测手段来判断故障性质,找出损坏的元器件。有经验的修理员能根据电冰箱的故障特征,通过综合分析对故障的性质作出准确的判断,从而制定最合理的修理方案。

### 1. 通电后,压缩机不启动

电冰箱通电后,无任何反应,用手触摸压缩机也无震动的感觉。

对此故障,应排除电源保险丝烧断、插头与插座接触不良、温控器调节钮在停机点上等因素。因为这几种情况其实说不上是“故障”,最多属于使用不当,要是一看压缩机不转,就大张旗鼓地拆机修理,就要闹笑话了。

有一个简单的办法,是利用箱内照明灯做出粗略判断。如果电冰箱通电后照明灯不亮,排除外界因素和灯泡断线外,必然是电冰箱电源线中断或导线与插头未连接好。

电冰箱通电后照明灯亮,但压缩机不启动,其主要原因是:热保护器和启动继电器的接线或插接端子脱落、热保护器启动器损坏、电动机内引线端子脱落、电动机绕组烧毁、温控器失灵等。对于间冷式电冰箱,如果除霜定时器正处于除霜位置上,虽然箱内的照明灯能点亮,但压缩机仍不能启动。必须将除霜定时器的手动钮顺时针旋转一定角度,脱离除霜位置后,再作检查。所以修理间冷式电冰箱时,首先应检查除霜定时器,让其脱离除霜位置。否则,很容易误判。

对于热保护器和启动继电器、压缩机的检查,都要拆卸压缩机的接线盒,然后分别进行测量,检查其好坏。检测温控器,则须先取下温控器盒的固定螺钉,将盒取下后才能进行。当温控器的两接线端子外露后,用万用表电阻挡进行测量,即可了解内部触点是否闭合。

一般来说,温控器失灵、热保护器和启动器损坏,都应更换新件。压缩机损坏也应换新。

### 2. 箱内温度过低,压缩机运转不停

电冰箱内温度过低,甚至冷藏室也出现冻结现象,压缩机仍不能自动停机,也是一种常见故障。应注意这种故障的前提是箱内温度很低,也可以说是制冷系统工作正常情况下的不停机。这要和制冷系统工作不正常或不很正常,箱内温度无法达到停机温度,致使温控器无法动作时所出现的不停机相区别,切不可将二者混为一谈。

造成电冰箱不能自动停机的原因有使用不当、电路接错、或温度控制元件失灵。检修时要首先检查温控器调节钮位置。有的电冰箱在将温控器旋钮在“强冷”方向旋到头,为连续运行点,是为了便于做产品试验或“速冻”而设计的一种功能。如将温度调节钮置于此点,温控器失去温度控制的功能,无论电冰箱内温度有多低也不会停机。所以,电冰箱出现不停机现象时,应首先将温度调节钮置于中间挡位,再进行检查。

温度控制系统故障,仍然集中发生在温控器上,例如温控器的触点粘连、动作机构失灵和感温管装夹松脱等。为进一步查明故障元件,可以将温控器调节钮旋至“停止”点,如果仍不停机,表明温控器触点粘连。修理时可用小刀撬开触点,再用细砂布将触点表面磨光,即可重新使用。但若触点烧毁严重,则应更换新的温控器。

将温控器旋钮旋到“停止”后,如果能停机,则表明故障是感温管松脱或动作机构失灵造成的。温控器的感温管一般装夹在蒸发器上,来感受蒸发器的温度变化而控制压缩机的开与停。如果感温管松脱,不能与蒸发器紧密接触,就不能感受其温度变化或感受到的温度达不到温控

器的停机温度,导致无法控制压缩机停机。对这种情况,只要将感温管在原装夹位置重新固定夹紧即可解决。对于动作机构失灵的温控器,则应更换。这样机构失灵的温控器,必定加工粗糙,即使暂时修好,用不了多久,又会再出故障。

错接电路造成不停机故障,一般只出现在修理过的电冰箱上,应在修复试机时就发现。接线错误最容易出在温控器的接线上。二个接线端子的温控器,如果接线互相错位,对控温功能是没有影响的。但三端子温控器如果互相接错则可能使压缩机不能停机,即失去了控温功能。错接线路的原因,大都是由于修理员粗心,也可能是没有看懂电路图。因此,在更换三端子温控器时,要明确三个端子的作用,至少应该用认线头颜色、挂线头标签等办法,来标注引线端的接线位置。这样能可靠地避免接线错误,否则会给用户增加不少麻烦。

### 3. 制冷剂严重泄漏

制冷剂泄漏故障的特征是,压缩机长时间运转不能停机,蒸发器局部结霜,冷凝器不热或略有温感,压缩机工作电流变小。

制冷剂泄漏部位多发生在管道的各个接头处。铝蒸发器及其铜铝接头处,因被硬物戳破或被腐蚀,也是容易产生泄漏。

检查时,首先看管道连接焊口等处有无油迹,如果发现油迹即说明该部位泄漏,应将原有制冷剂放掉,进行试压检漏。如果找不到泄漏点,须进行高、低压分段检漏或分部件的检漏,以便找出漏点,修补后再重新充注制冷剂,决不能只以简单的补充制冷剂的方法来解决。

对有泄漏的焊头,可补焊或重新焊接。铜铝接头或铝蒸发器泄漏,因一般修理部不具备铝焊条件,就只能采用树脂粘合剂进行粘补。

外露式冷凝器泄漏时,可进行补焊。而内藏式冷凝器泄漏,补焊困难,可弃之不用,再在电冰箱背后加装一块等体积的冷凝器。这种办法不影响电冰箱的制冷性能,只是门四周的除露管会失去作用,夏季潮湿天气在门框四周可能出现结露,只需经常注意擦除即可。

如果查出是低压部分泄漏,则对单门电冰箱可将其卸下进行修补或更换。而对双门直冷式电冰箱,因蒸发器不便卸下,只能采取开背修理的方法解决。

### 4 制冷系统管道堵塞

电冰箱发生堵塞故障的特征是,蒸发器不结霜或已有的霜层融化,冷凝器不热,听不到液流的声音,压缩机工作电流变小,压缩机连续运行不能停机,电冰箱温度不下降。

出现堵塞故障后,须区别“冰堵”和“脏堵”。若是冰堵,则在停机 12h ~ 24h 以后重新通电时,开始一段时间电冰箱可能正常运行制冷,也能听到液流声。但工作一段时间,当箱内温度下降后,堵塞现象又会出现。而若是脏堵,则不会有上述情况发生。

有的电冰箱堵塞得太严重,管道内的高、低压力无法平衡,这时压缩机无法启动,电流特别大,此时切不可误判为压缩机损坏。

电冰箱长时间运行,但箱内温度不下降,产生这种故障的主要原因有:制冷剂严重泄漏;毛细管或干燥过滤器堵塞;压缩机内排气系统损坏等。对于间冷式电冰箱,还有通风系统或除霜系统发生故障。

### 5 间冷式电冰箱不降温

间冷式电冰箱箱内温度不下降,它的故障原因除与直冷式相同处之外,重点要检查其通风系统和除霜系统。

间冷式电冰箱利用风扇使箱内空气强制对流,并通过蒸发器进行热交换而使箱内降温。如果风扇不能运转,或者是风扇虽能运转,但除霜系统出现故障致使冰霜过厚将风道堵塞,都

会使冷气不能形成对流循环,造成电冰箱不能降温。

风扇不能运转的原因多为门触开关接触不良,或是扇叶被障碍物或积冰卡住。除霜系统的故障多发生于除霜定时器失灵、双金属除霜温控器跳开后不能复位、温度保险丝或除霜加热器断路等。

除霜定时器多安装在箱体后面,拆装和检查比较方便。要检查除霜定时器是否失灵,先将电冰箱停机,顺时针方向缓慢调节除霜定时器的手动调节钮,当听到“ 噼啪 ”声时,即是转到了除霜点。将此时调节钮所处位置作一临时标记后,再转动近一周,停在接近除霜点的位置。将电冰箱开机,运行一段时间后如能自动停机,再经过 10 min ~ 20 min 又能自动开机,即说明除霜定时器正常。如果除霜定时器正常,就要进一步根据电原理图用万用表对双金属除霜温控器,温度保险丝和除霜加热器等分别测量,找出断路原因。当需拆卸风扇、双金属除霜温控器等时,应先取出制冰盒架,再拆下风扇格栅。

对于门触开关故障,可尽量修复使用,若无法修复,则应更换新件。若是风扇叶卡死,则只要将障碍物排除,使扇叶转动灵活即可。风扇电机损坏,则需进行修理或更换电机。除霜定时器故障多发生于变速齿轮卡住,也有的是同步电机损坏。变速齿轮卡住时只要将齿轮中的异物清除即可解决,齿轮和电机损坏则需更换新件。双金属除霜温控器和除霜加热器的测量,应尽量靠近接头处进行,不论是线路故障还是元件损坏,其接头处都要严格密封,防止漏电以及水分侵入而发生意外。

第二节 压缩机不启动的检修

关注与重点:压缩机不启动是电冰箱最常见的故障。按常规检查程序,应首先保证压缩机供电正常。修理员要将温控器旋钮调到“ 强冷 ”或“ 常通 ”位置,然后打开电冰箱门,看箱内照明灯是不是能随箱门开、关,正常亮灭。有的用户只是因为电源没有接好,而以为压缩机出了大毛病,通过这样的简单检查就能排除。

确认压缩机有无故障的可靠方法,是甩掉温控器直接对压缩机供电:如果压缩机能启动,应更换、调整温控器;如果仍不能启动,再检查启动器和压缩机自身有无损坏。

例 1:

牌号	沈努西 BCD-185 双门直冷式单回路	检修部位	温控器泄漏
故障现象	通电后不能启动		

分析检修:通电试机无反应,但指示灯亮。调节温控器旋钮无效,可见压缩机、保护器或温控器电路中有断路处。

先检测压缩机绕组及保护器均属正常。用万用表 R × 1k 挡测量温控器触点间电阻值为(无穷大),呈断开状态。经检查温控器感温剂泄漏,导致控温触点断开。

温控器价格不是太高,一般采用换新办法。更换同型号温控器,重装试机,压缩机开停正常。

例 2:

牌号	上菱 BCD-202 无霜型	检修部位	超热保险丝断
故障现象	压缩机不启动		

分析检修:通电后,打开冷藏箱门,照明灯亮,但感觉不到“ 冷气 ”。压缩机不运转,风扇不转。

此电冰箱电路如图 7-2 所示。测量温控器触点不通,化霜定时器触点 1~3 接通,确定电路处在化霜状态。按照电路图继续测量,发现超热保险已经熔断。

图 7-2 上菱 BCD-202 型无霜电冰箱电路

无霜电冰箱正常工作时,在化霜过程中,蒸发器中温度不断上升,至霜层全部融化,此时温控保护器双金属片触点应在温度上升到 13℃ 时跳开,使化霜及时结束。这台电冰箱的保护器双金属片,在化霜过程中触点粘连,不能切断化霜电热丝电路,则蒸发器将不断被加热,当蒸发器温度继续上升至 70℃ 时,超热保险丝便熔断,切断化霜电路,起到保护作用。

由于此时化霜定时器开关仍接在 1、3 端,超热保险丝熔断后,定时器电机工作电流也被切断,也就不能再将定时器开关转换到 1、2 位置了。超热保险丝是一次性元件,熔断后只能重新更换。同时更换双金属片温度保险器后,故障排除。

例 3:

牌号	上菱 BCD-234W 无霜型	检修部位	定时器触点烧损
故障现象	通电后压缩机不运转		

分析检修:通电试机无任何反应。打开箱门,照明灯亮,调节温控器旋钮无效。

微调冷藏室定时器露出的黑色旋钮,听到“啪”的一声,压缩机启动运转,经 30 min 试机,证明制冷恢复正常。

此电冰箱故障是定时器不能自动接通压缩机回路造成的。

停机后,用万用表电阻挡检测定时器,两除霜触点插片间不通。打开定时器检查其凸轮触点箱,发现触点烧损。因原装上海航空电器厂生产的 JSZ-80Z 型定时器缺货,只好选用常规 DBD-9 型定时器,参考上菱 BCD-216 型常规电路改接恢复。经试机制冷及除霜过程的观察验证,故障排除。

例 4:

牌号	上菱 BCD-180W 无霜型	检修部位	除霜加热器烧断
故障现象	通电无反应,压缩机不启动		

分析检修:通电试机无反应,但指示灯亮。微调冷藏室定时器上露出的黑色旋钮,听到“啪”一声后,压缩机运转,制冷恢复正常。

调试证明,故障发生时除霜回路已经接通,但压缩机不能重新启动,故障原因必然是定时

器电机线圈开路,或温度熔断器、除霜加热器烧断。实践中除霜加热器烧断故障较多。

上菱无霜电冰箱均采用单一的透明石英玻璃管加热器。停机后,打开冷冻室隔板,很容易看到加热器玻璃管内电热丝烧断。更换同型号加热器后,故障排除。如果没有原型配件,而加热器内电热丝烧断在端部,可以重新连接使用。将端部密封硅橡胶剥开,将电热丝重新接通后,利用已剥开的硅橡胶,配合 HC-3 双管粘合剂 1 1 混合固化密封。这样修复的加热管,可使用数月或一年以上。

警示与强调:这种型号电冰箱的除霜加热器,是经二极管降压后的 156 V 电压供电的,加热功率 130 W/ 350 。它与上菱 216 型、234 型电路采用的 220 V 加热器(加热功率 150 W/ 400 )不同,更换时要注意区别。

例 5:

牌号	航天 BCD-215 型直冷式	检修部位	压缩机绕组烧毁
故障现象	压缩机不能启动		

分析检修:通电试机电流达 3 A,远远超过 1. 2 A 的正常值。接电十几秒后,保护器“啪”的一声跳开,切断电路。

打开压缩机接线盒,用万用表 R × 1k 挡检测 PTC 启动器及接线完好。检查压缩机接线柱间电阻值:公共端 C 与启动端 S 之间电阻 19 ; C 与运行端 M 间电阻 34. 5 ; S 与 M 端间为 20 。正常时, S 与 M 两端阻值应等于另两次测量值之和(53. 5 ),测量结果表明绕组有短路现象。

更换新压缩机后,焊好系统管路试机,故障排除。

方法和技巧:新压缩机接线柱 C、S、M 端位置如果标注不清楚,也可以用测量绕组电阻值的方法确定。测出阻值最大的两个接线柱,剩余端就可确定是共用端 C;再测出阻值最小的两端,因共用端 C 已经确定,另一端则是运行端 M;于是剩余的接线柱就是启动端 S。

例 6:

牌号	扬子 BCD-188 双开门直冷型	检修部位	压缩机阻卡
故障现象	通电后压缩机不能启动		

分析检修:试机电流达 3. 5 A,不到 15s 保护器动作。打开接线盒,检测启动器正常,压缩机绕组阻值正常,故障是压缩机转子被卡死。

方法和技巧:用调压器将压缩机供电电压升高至 250V,对压缩机强制启动。同时用木锤用力敲打压缩机壳体。这样操作反复进行几次,压缩机突然运转。以后经多次试机,压缩机开停正常,阻卡故障排除。

如果经强制启动无效,可试拆下压缩机更换新冷冻油后再次强制启动。仍不奏效,只好换新压缩机。

例 7:

牌号	BCD-222 型双门直冷式:	检修部位	碟形保护器
故障现象	通电后压缩机无反应,不启动		

分析检修:通电后箱内灯亮,证明电源供电正常。先打开压缩机接线盒,用万用表 R × 1k 挡检测碟形保护器三个引脚间通断情况,正常时任何两脚间都应是通路。检查发现保护器内的电发热丝熔断。



换上新的碟形保护器后试机,故障排除。

方法和技巧:外置式保护器失灵损坏,可以随时调修更换。如果压缩机使用内置式保护器,触点动作失灵的话,更换不容易,亦可增加外置式保护器解决。若是保护器触点粘连不能及时发现,将造成压缩机绕组烧毁。

正常的保护器,要求在压缩机堵转(通电,但不能启动)5s~20s内动作,断开电路。压缩机发热情况下,温度达90℃后,在电流1.2A~3.5A时断开;或者在机温达100℃~135℃时断开。保护器动作后,还要求其在温度降低到55℃~84℃时复位;25℃时延时7min~16min,否则应重新调修。

例 8:

牌号	双燕 180 L 型	检修部位	压缩机卡死
故障现象	压缩机不能启动		

分析检修:此电冰箱已停用两年多。压缩机型号为远东 YD-45 型。用万用表和摇表检测其电气性能良好,判断故障是活塞或电机转子卡死。

方法和技巧:将压缩机放进烤箱,温度调至 110℃,烘烤 4h 后,一边用木榔头敲击,一边启动,反复进行都无效。接着又加一个 30μF/450V 的电容来帮助启动,也无济于事。紧接着用一台调压器,将启动电压调为交流 270V 进行启动,也无效。可能是由于压缩机停止工作时间太长,活塞或是电机的转子有轻度锈蚀,卡得过死,而无法启动。这时只要有外力推动一下活塞,压缩机就可能启动。

在压缩机的高压嘴上焊上一工艺管,再将整个压缩机放入烤箱里重新加热,待温度升为 110℃时,迅速在工艺管上接好真空压力表,用自制的气泵加压推动活塞,当压力加至 2.2MPa 时,停止加压。待压力降为零时,再加压。这样反复进行三四次后,通电启动压缩机,立即就能运转了。

第三节 制冷温度过低,不停机的检修

关注与重点:电冰箱温度过低和压缩机不停机,是两种现象,只是两者常常有联系。使用电冰箱的目的,就是要制冷,箱内的温度能迅速降低,表明电冰箱制冷系统工作正常。但是,如果电冰箱内降温失控,甚至冷藏室也结冰,压缩机却一个劲儿地运转不能停止,就表明控制系统出了故障。

正常情况下,电冰箱内温度降低到一定程度,压缩机就应自动停机。控制压缩机的适时启停,这是温控器的任务。所以如果压缩机“该停不停”,故障十之八九是出在温控器上。

例 1:

牌号	双鹿 BCD-182A 双门直冷式单回路	检修部位	感温管松脱
故障现象	制冷正常,但不停机		

分析检修:通电试机,制冷正常。调节温控器至“停”点,压缩机仍不停机,推断温控器失灵。

检查温控器,发现其感温管已从冷藏室蒸发器壁面插孔中松脱。重新将感温管固定后,故障排除。

温控器感温管松脱后,如果还没有完全远离蒸发器壁面,尚能感觉壁面温度变化,将造成停机短、开机长,或开、停频繁的故障。

例 2:

牌号	新飞 BCD-245 型双门直冷式单回路	检修部位	温控器触点粘连
故障现象	压缩机不能停机,以至冷藏室结冰		

分析检修:测量电冰箱内温度,冷冻室抽屉温度为 - 19℃,冷藏室为 0℃,已结冰。电冰箱采用 WDF - 27 型温控器,调在“普冷”位置。

方法和技巧:这是典型的温控器失灵故障。停机后拆下温控器检查,发现内部触点粘连。拨开被粘连的触点,将触点表面用小锉、细砂布锉平、擦光。重装温控器时,须将感温管插入冷冻室速冻 10min,待膜盒内感温剂遇冷收缩,管子由坚硬变软时,再将感温头固定在蒸发器壁面。通电试机,故障排除。

例 3:

牌号	BCD-218 间直冷式混合型双回路	检修部位	电磁阀线圈开路
故障现象	冷藏室温度一直下降到 0℃以下,不回升		

分析检修:这种型号电冰箱,冷藏室装内置盘管蒸发器,为直冷式制冷;而冷冻室为风冷式蒸发器,所以称为混合型电冰箱。

此电冰箱制冷系统结构如图 7-3,电路如图 7-4 所示。通电试机制冷正常,调节冷藏室温控器无效。

冷藏室温度一直下降不回升,是第一毛细管对冷藏室 R 直冷式蒸发器供液不停造成的。既然调节冷藏室 R 温控器,将触点 1 与 2 接通无效,则可判断故障是电磁阀不能通电换向引起的。压缩机运转时,触摸电磁阀体无温感、无振动,表明电磁阀未能通电工作。

图 7-3 混合型双回路制冷系统示意图

图 7-4 混合型双回路电冰箱电路

停机后拆开电磁阀罩,用万用表 R × 1k 挡测量线圈接线端子,发现电阻无限大,表明线圈

内有断线处。剥开线圈,看到线圈漆包线与接线插片端开路。重新焊好线头后,试机,故障排除。

警示与强调:这种类型的电冰箱,如果 R 温控器因感温剂泄漏等原因失灵,不能受冷冻室温度下降感温动作,也会造成触点 1 与 2 不能闭合,电磁阀不能通电换向,同样会造成第一毛细管供液不停,使冷藏室温度一直下降不能回升。所以检修这类故障,要偏重对 R 温控器及电磁阀的检查。

例 4:

牌号	BC D-218 间直冷式混合型双回路	检修部位	冷冻温控器失灵
故障现象	冷冻室温度一直下降,压缩机不能自动停止		

分析检修:通电试机制冷正常。制冷 1h 左右,逆调冷藏室 R 温控器旋钮,能使电磁阀通电换向,冷藏室停止制冷。逆调冷冻室 F 温控器(使其触点断开)无效,压缩机仍不停运转。复查感温管与蒸发器接触良好。从电冰箱电路分析,可判断 F 温控器失灵或触点粘连。

停机后取下 F 温控器测量,在常温下触点 2 与 3 仍处在接通状态。将感温管插入冷冻室,在低温 - 18 下触点 2 与 3 仍不能断开,则确定 F 温控器触点粘连。更换新温控器,经试机观察,故障排除。

例 5:

牌号	白云 BC D-221A 双门直冷式单回路	检修部位	温控器接线错误
故障现象	能正常制冷,却不能自动停机		

分析检修:此电冰箱曾连换了两个温控器,都没能排除故障。通电试机,制冷正常,冷冻室温度降低到 - 17 ,冷藏室 2 ,但调节温控器无效。检查冷藏室温控器感温管固定良好。

此电冰箱电路如图 7-5 所示。从图中可以看到这里使用的温控器有 3 个接线端子(插片),H 与 L 为手动启停开关;L 与 C 为温升闭合、温降断开开关,此开关受控于温控器感温管,由冷藏室蒸发器表面温度的升降决定其断开或接通,从而控制压缩机自动停开。压缩机停止运行后,并联在开关中的加热器便通过压缩机运行线圈构成供电回路发热。

图 7-5 温控器 3 个接线端子的使用

对照电路检查接线情况,发现 C、L 两插头被错误互调,C 插头接在 L 端,而 L 插头接在 C 端。这样连接的结果使电路失去了自动停机功能,只有手动才能使压缩机停止运转。恢复温控器的正确接线后,故障排除。

警示与强调:换用三个插片的温控器,必须记牢原标注的符号和连接线颜色,以避免连接错误,造成人为故障。

目前三个插片温控器型号种类较多,插片的排列和标注符号各不相同。如果插片是用数字标注的,那么插片旁标注“ 3、4、6 ”或“ 1、2、3 ”的温控器中,6 与 3 或 3 与 2 等于图中的 L 与 C,用以随着箱温变化自动断开或接通控制压缩机开停;4 与 6 或 1 与 3 等于图中的 H 与 L,用以手动控制压缩机开停,即 4、1 = H;6、3 = L;3、2 = C。如果没有把握,可通过低温下自动断开实验,确定插片功能。

例 6:

牌号	上菱 BCD-202L 无霜型	检修部位	温控保护器
故障现象	压缩机运转不停,蒸发器积霜厚		

分析检修:电冰箱压缩机启动、运转正常,两侧冷凝器发热,冷却风扇运转。打开冷冻室隔板,见蒸发器表面积霜厚度有 2mm 以上,显见电冰箱化霜电路出了问题。

此型电冰箱电路上文已经有介绍。测量超热保险丝正常,化霜电热丝阻值也为正常值 380 $\Omega$ 。取下双金属片温控保护开关,测其两端阻值为无穷大,触点处于断开状态。将保护开关放入电冰箱冷冻室,在 -10 $^{\circ}\text{C}$  低温下仍不能复位导通,证明开关损坏。

更换相同规格的温控保护器后,试机正常。第二天在水槽内看到有化霜水,故障排除。

#### 第四节 不制冷、制冷差的检修

关注与重点:接修“不制冷”故障的电冰箱,首先要弄清楚它是否真的不制冷。因为一般用户只是从冷冻室或冷藏室温度是否降低,来看电冰箱工作是不是正常。只要电冰箱内温度不降低,用户就会提出“不制冷”,而修理员必须清楚,系统能不能制冷与箱内温度是否降低,虽然有联系但并不是一回事。这对无霜电冰箱,更是重要。

电冰箱不制冷故障的原因,总体可概括为一句话即:一漏、二堵、三无压。

“漏”是制冷剂泄漏。漏出的制冷剂越多,制冷能力越差,制冷剂全漏光的话,当然就完全不制冷了。根据“漏”的地方不同,又分为“内漏”和“外漏”,外漏故障修理比较简单,一般用焊、粘、补、换等办法即可排除。内漏故障因为泄漏点在电冰箱内部隐蔽部位,查找、修补都较困难,具体办法将在本书后面的“精通篇”中介绍。这里偏重于介绍外漏故障的检修实例。

“堵”是制冷系统管路堵塞。由于堵塞管路的物体不同,它又有冰堵、脏堵、气堵、油堵等一些具体说法,但排除故障的办法大同小异,都要先根据故障现象特征,确认故障类型、部位,然后有针对性地采取检修措施。

“无压”是压缩机无压缩功能的简称,故障通常就发生在压缩机自身。相对来说,只要确认压缩机自身损坏,处理就比较容易。因为近年电冰箱压缩机的价格已经降得很低了,所以压缩机损坏后,一般采用换新的办法。

例 1:

牌号	雪花 BCD-180 型单门直冷式	检修部位	蒸发器通道
故障现象	制冷能力逐渐降低		

分析检修:这台电冰箱使用 4 年后,制冷情况逐渐变差,直至几乎不制冷。

通电后,压缩机工作电流正常,冷凝器发热,有气流声,表明制冷系统在工作。但检查蒸发器只见凝露,看不到结霜。按故障现象分析,可能压缩机效率差或制冷剂有泄漏。

停机后,断开工艺管验证。压缩机吸气正常,排出气流充足,看来压缩机没有问题,制冷剂也没有泄漏。取下蒸发器,用氮气加压 0.5MPa 检测,却发现吹胀蒸发器压合通道略有鼓起。分析后推断,故障可能是蒸发器压合通道撕开,导致管路“窜气”造成。这时制冷剂经毛细管节流进入蒸发器,吸热面积大大减小,所以制冷能力降低。

更换新蒸发器,恢复系统管路后,经抽空、充冷试机,故障排除。

吹胀式铝蒸发器出现故障比较常见。由于工艺和材料的原因,周边压合缝撕裂的情况,也常有发生。

例 2:

牌号	航天 BCD-177 型双门直冷式	检修部位	蒸发器通道堵塞
故障现象	压缩机长时间运转,仍不制冷		

分析检修:通电试机,冷凝器不热,冷冻、冷藏室不冷,无气流声。

断开压缩机工艺管,排气甚微。检查压缩机完好,焊入修理阀充注制冷剂无效,判断故障为制冷系统管路堵塞。

通过对制冷系统管道各点温度测量,根据温差查找堵塞部位。发现冷冻室蒸发器有一个 10mm×10mm 大小的凹坑。摸蒸发器进端与出端温差明显,说明这里就是主通道堵塞部位。

采用较经济的修复方法。用尖钢锥细心将蒸发器凹坑上壁挑起,当凹处鼓起时,气流随油雾排出。破口处经净化干燥后,用 CH-3 高级通用双管胶 1:1 调和,掺入适量干燥棉花,塞入挑开的小孔中,尽量使补口呈铆钉状。粘胶固化后,对系统作抽空、充冷后试机,制冷恢复正常。

此型电冰箱采用铝制吹胀管蒸发器,由于材质较软,常见有因取用食品人为压堵通道的故障。检测时应注意这个部位。

例 3:

牌号	航天 BCD-177 型双门直冷式平背式	检修部位	副蒸发器外漏
故障现象	使用 3 年后,发现不制冷		

分析检修:试机检测,工作电流较正常偏低,冷凝器不热,气流声甚微。断开工艺管无余气排出,检测压缩机吸气良好,则判断故障为制冷剂泄漏造成。

焊入修理阀,充入压力 0.6MPa 氮气。用沾满“洗涤灵”或浓肥皂水的泡沫塑料涂擦制冷管道,发现下箱明装的副蒸发器吹胀管背面有一个地方,每秒钟冒出一个针尖大的气泡,确认为泄漏处。

方法和技巧:此型电冰箱的冷藏室、冷冻室均采用的吹胀式蒸发器。因铝板太薄,难以焊接,故采用“塞堵胶粘法”修复。先将原漏孔扩大到直径 1mm 左右,净化铝板表面,用 CH-3 双管胶粘剂 1:1 混合,并掺入适量干燥棉花。将混合后的成料,塞入扩眼的漏孔中。制冷系统充气加压后,漏孔两端的粘胶会形成铆钉形状。粘胶固化后,对系统干燥、抽空、充冷、试机验证,泄漏故障排除。

用这种塞堵粘胶的方法修补吹胀式蒸发器,经多年实践证明行之有效,从没有在塞堵粘胶部位再次泄漏,造成返修。

例 4:

牌号	中意 BCD-150 型双门直冷式	检修部位	压缩机泄漏
故障现象	压缩机运转,但不制冷		

分析检修:测量压缩机工作电流 1.0A,较 1.2A 正常值稍小。冷凝器不热、冷冻、冷藏室不冷、但有气流声。据此判断故障为制冷剂泄漏。

方法和技巧:断开压缩机工艺管,余气排出极少。焊入修理阀,充入压力 0.8MPa 氮气,用浓肥皂水对外露管道反复检漏,找不到泄漏点。最后拆开压缩机接线盒,才发现压缩机接线柱与它周围绝缘体之间有缝隙。涂肥皂水后,约一秒钟就冒出一个

针眼大的气泡。泄漏发生在接线柱周围,不能用焊补的办法解决,最好用“吸入粘堵法”处理。先将接线柱周围的玻璃面,用尖钢锥打毛。压缩机放气、净化、干燥后,将 HC - 3 双管粘合剂按 1 1 混合,滴在接线柱周围。再从工艺管对制冷系统抽真空,使压缩机内呈负压,这时粘合剂便被吸入漏孔深处。注意适当掌握吸入量,待粘合剂初凝后,用灯泡加温促使其快速固化,泄漏点即被堵塞。这种方法,经多例多年的实践证明,行之有效。

例 5:

牌号	万宝 BCD-158 型	检修部位	门除露管微堵
故障现象	使用 2 年后,逐渐不制冷		

分析检修:试机工作电流偏小,冷凝器不热,气流声甚微,冷冻、冷藏室蒸发器只有凝露不结霜,可见制冷能力已经很差。进一步检查发现,门除露管与冷凝器的连接焊头处两侧有温差,由此判断管路堵塞。

停机后,断开工艺管,接入修理阀。经充注制冷剂验证,低压表呈负压,则堵塞故障可确认。用割刀断开门防露连焊端,靠门除露管侧排气无阻,而靠冷凝器侧排气甚微,故确定堵塞处在此焊头内。重焊后,经抽空、充冷验证,堵塞故障排除。

此例说明堵塞故障并不是都发生在毛细管与干燥过滤器之间。解剖割下的接头,其内部情况如图 7-6 所示。看来故障正是由于施焊不当造成的。焊料熔化流入接头内,开始还能通过少量制冷剂维持制冷循环,久之系统内污物颗粒在此被阻,积少成多造成堵塞。这时通过的制冷剂不能满足制冷循环需要,也就无法达到制冷要求。在堵塞部位没有完全堵死时,堵塞处起到相当于毛细管的节流作用,制冷剂还能通过微小的缝隙节流气化,所以堵塞部位的两侧就产生温差(出端低于进端)。这是检查判断堵塞故障的根据。

图 7-6 堵塞的接头

例 6:

牌号	中意 BCD-150 直冷式	检修部位	毛细管结蜡堵塞
故障现象	只有冷冻室能制冷,而且效果很差		

分析检修:这种故障现象与制冷剂不足故障很相像,往往造成误判。此机检修时,打开修理工艺管后,制冷剂呈气体喷射而出,可见制冷剂量并不缺少,这时仅依靠充加制冷剂是不能解决问题的。毛细管的结蜡故障多发生在使用多年的电冰箱中。压缩机在长期的运转中,由于高温而使润滑油发生化学反应,制冷剂与冷冻油有一定的共溶性,经过长时间的循环后,便会有蜡分子在温度降低时,沉附在毛细管的内壁上,使毛细管内径变小、流阻增大,从而导致制冷性能下降。

警示与强调:确诊毛细管结蜡故障后,因为四氯化碳在常温下为液态、不易燃烧但易挥发、根据四氯化碳溶剂的特点可用它进行清洗毛细管。结蜡最根本的原因是由于长期运行的冷冻油析出蜡质,最好的解决办法是彻底更换压缩机中的冷冻油。重新注入新的冷冻油,使压缩机工作一段时间,毛细管就能冲刷干净。

例 7:

牌号	中意 BCD-150 直冷式	检修部位	毛细管脏堵
故障现象	只有冷冻室能制冷,而且效果很差		

分析检修:为准确判断制冷系统管路堵塞性质,需要修理员积累经验并掌握一定技巧。

压缩机停机后,在正常情况下,压力在 3min 内就能达到平衡。若压力平衡很慢,需 10min 甚至 30min 以上,说明毛细管脏堵,脏堵严重时表压一直处于负压状态。脏堵位置一般在过滤器与毛细管的接头处。若将毛细管在接头处剪断而制冷剂喷出,这就可以判断毛细管脏堵。在压缩机的修理口上,装接一只带真空表的三通检修阀,抽空后充注标称数量的制冷剂,启动压缩机运转一段时间,若低压一直维持在 0MPa,说明毛细管处于半脏堵状态;若为负压值,那可能是完全脏堵。此时可明显感觉到压缩机运转负荷过重、声音很沉闷,测工作电流明显增大。

方法和技巧:毛细管脏堵后,最好调换相同内径、同等长度的毛细管。对封闭式的电冰箱更换毛细管较为困难,可将裸露的毛细管用退火的方法将脏物烧化,然后从蒸发器的出口端打入一定的氮气使之畅通。重新连接管道时最好换上新的过滤器。

例 8:

牌号	双鹿 BCD-182 直冷式	检修部位	制冷管路脏堵
故障现象	制冷能力下降		

分析检修:制冷系统被脏物堵塞后,常规的方法是将毛细管从过滤器上焊开,更换过滤器,再在压缩机的工艺管上接上三通表,充氮气吹。此时氮气通路是工艺管 低压回气管 蒸发器 毛细管,如果脏物体积稍大,一旦进入毛细管(尤其是毛细管与蒸发器的连接处)后,不但不能排除,反而会越吹越紧。毛细管上部又深埋在箱体中,增加了维修困难。

方法和技巧:有经验的修理员采用逆吹法来解决问题,具体步骤如下:将三通表焊上一个新过滤器,用氮气吹一吹。将电冰箱上的毛细管从过滤器上焊下,再焊在新过滤器的细端,同时,将回气管从压缩机上焊开。从三通表充入 1.2MPa~1.5MPa 的氮气。这时氮气的通路是:三通表 新过滤器 毛细管 蒸发器 回气管,脏物的通道也越走越宽。操作时将三通阀忽开忽关,并用拇指猛堵回气管端,堵一会儿放一会儿,这样采取间歇式高压氮气冲击的方法,可将脏物很快吹出。

例 9:

牌号	双燕 BCD-180 型	检修部位	毛细管冰堵
故障现象	通电后,制冷效果极差		

分析检修:冰堵故障是由于制冷系统真空度不良,在维修中管路暴露时间过长或者是制冷剂含水量超标等原因造成的。

冰堵大多发生在毛细管的出口端。当液体制冷剂由毛细管到蒸发器蒸发时,制冷剂由液态变为气态时而大量吸收热量,温度急剧降低,系统内的微量水分随制冷剂循环到毛细管出口端时就结成冰。随着制冷剂的不断循环,结成的冰粒会逐渐增大,直至将毛细管完全堵死。冰堵故障的特征是,压缩机运行声沉闷,工作电流增大,蒸发器内没有液体流动声,蒸发器霜层全部融化。

停机后打开电冰箱的箱门,用电吹风在蒸发器的入口处吹热风,片刻后就能听到管道有制

冷剂的流动声。启动压缩机后,蒸发器又开始结霜,运转一段时间又会产生上述故障现象,这就可以判断毛细管发生了冰堵。

方法和技巧:确定毛细管冰堵后,先将系统内的制冷剂放掉,重新进行干燥处理。具体做法是,焊下压缩机在 80 的烤箱内,恒温烘烤 3h 待用。用汽油喷灯微火烘烤冷凝器,为避免烧坏箱体,最好用铁皮遮挡。同时将 150 W 的灯泡放入电冰箱冷冻室中,加热至 50 ~ 60 ,并边加热边抽真空,经过一段时间的处理后一般能排除管道内的水分。

对于冷凝器封闭式的电冰箱需断开低压回气管,焊上一根与回气管直径相同,长度约 2 m 的铜管,并将其盘成圆环状。将铜管放在电炉上加热至高温,目的是让压缩机吸入干燥的高热气体。启动压缩机使其吸入干燥空气,并循环从回气管排出,开机 1h 以上,摸压缩机烫手时停机,连好回气管并进行抽真空。在重新连接制冷管路时,最好换新的干燥过滤器。如果属于制冷剂本身含水量过大而形成冰堵,在每次灌注制冷剂时,可在制冷剂钢瓶出口处加一干燥过滤器,这样制冷剂中的水分可被吸收。在修理过程中,往往由于管道暴露时间较长,使得潮湿空气进入管道,抽真空又不彻底导致冰堵的发生。尤其在春夏两季在修理电冰箱管道时,应该用橡胶套将管口封住。

例 10:

牌号	双燕 BCD-180 型	检修部位	毛细管油堵
故障现象	蒸发器部分结霜,制冷能力差,甚至完全不制冷		

分析检修:过滤器脏堵的特征为毛细管结露、过滤器冰凉。而毛细管油堵则表现为毛细管入口处结霜特别厚,蒸发器部分结霜,加注制冷剂也不能使蒸发器结满霜,压缩机特别发烫,冷凝器几乎无温差,压缩机与冷凝器的连接端特别热。

开启压缩机,经过 10 min 的运行,手摸冷凝器有温热感,整机电流比额定电流略有增加。蒸发器不结霜、不制冷。检查系统管路无泄漏。停机后,切开压缩机上的工艺管,有较强的气流喷出。故障为管路堵塞。

方法和技巧:放掉制冷剂,接好修理阀。焊脱干燥过滤器,然后经修理阀充入氮气。这时用大拇指堵住干燥过滤器所接的冷凝器管口,在充氮压力为 0.6 MPa 左右时,毛细管一端有气流喷出。喷出的气流中,含有油渍,可见堵塞物为混进制冷剂的冷却油。气流维持大约 1 min,将堵在冷凝器管口的大拇指间断放开 3 ~ 5 次,每次放开约 10 s 左右,让气流冲洗冷凝器管道中的冷冻油。为了保证彻底清除堵塞,可重复一次上面的充气过程。换上新的干燥过滤器,对系统重新抽空、充注制冷剂后,电冰箱可以正常制冷。

电冰箱在搬运过程中,由于倾斜过度,压缩机内的冷冻油会从吸气管中流进低压室。压缩机启动时,冷冻油被吸入气缸内。这不但增加了压缩机的负荷,而且冷冻油会在毛细管中形成堵塞。

例 11:

牌号	航天 BCD-216 型双门直冷式双回路	检修部位	第一毛细管油堵
故障现象	冷藏室不制冷		

分析检修:通电试机工作电流正常,冷凝器温热,有气流声,说明制冷系统正常,但冷藏室蒸发器不结霜。检查冷冻室蒸发器进入的第二毛细管有温感和气流声,而冷藏室蒸发器进入的第一毛细管反常,发凉无声。



这台电冰箱采用典型的双回路制冷系统,制冷管路见图 7-7。电冰箱里,冷藏室温控器感温管受控于冷藏室蒸发器,只有在其降温时才能导通电磁阀,停止对第一毛细管向冷藏室蒸发器供液。这时冷藏室是处在不制冷状态,也就是第一毛细管正向冷藏室蒸发器供液时期,而此毛细管却发凉无声,说明第一毛细管堵塞。

图 7-7 双回路制冷系统流程

停机后断开第一毛细管与电磁阀连焊处,发现靠毛细管侧无气体溢出,而靠电磁阀侧排气无阻,由此可确认此毛细管堵塞。

将电磁阀侧断开的毛细管用手钳压封。打开压缩机上的工艺管,焊入修理阀,充入压力 0.9 MPa 氮气对第一毛细管吹堵,随即发现有油迹滴下,1 min 后随着滴油增加开始有气液喷出,等到管路完全畅通后,再将毛细管与电磁阀重焊连通。经抽空、充制冷剂后试机观察,故障排除。

警示与强调:注意,双回路制冷系统中,要验证第一毛细管是否堵塞或停止供液,须在电磁阀静止不换向状态下确定,这是和单回路单一毛细管的最大的区别。但也要区分因温控器失灵造成的电磁阀换向故障。

例 12:

牌号	长岭阿里斯顿 BCD-203 双门直冷式	检修部位	第二毛细管脏堵
故障现象	冷冻室不制冷		

分析检修:通电试机,工作电流正常,冷凝器温热较正常偏低,上箱冷藏室内结霜粘手,说明制冷正常。但打开下箱冷冻室,发现蒸发器不结霜制冷。

这也是双回路制冷电冰箱。由于双回路系统中,冷冻室温控器感温管装在冷冻室蒸发器上,冷冻室降温即能控制压缩机停止。当压缩机运转时,已说明进入冷冻室蒸发器第二毛细管正在供液。按照双回路系统流程,检查第二毛细管却发现无凉感、有凝露,无气流声,由此判断第二毛细管堵塞。

方法和技巧:停机后用热毛巾加热毛细管,20 min 后仍无反应,说明毛细管被脏物堵塞(脏堵)。断开毛细管与电磁阀连焊处,靠电磁阀侧排气畅通,而靠毛细管侧无气流排出。用手钳封压电磁阀侧出口,断开压缩机工艺管焊入修理阀,充入氮气压力 0.8 MPa 对毛细管吹堵。继而将氮气压力增大到 1.1 MPa,毛细管仍无气体排出。推断脏物已将管路堵死,沿毛细管断开处逐步截至长 50 mm 时,突然气流排出至畅通。由于截断的部位不是太长,按原位连焊恢复后,经抽空、充冷试机验证,制冷正常,脏堵故障排除。

警示与强调:毛细管堵塞截掉部位,若超过 100 m m ,将影响节流功能。应采用同直径、同长度毛细管,采用适应毛细管外径的套管对接连焊,套管长度应不小于 30 m m ,以防过短造成焊堵。如堵塞在内管段,则应选同型毛细管更换。

例 13:

牌号	上菱 BCD-234 W 无霜型	检修部位	双金属开关不能复位
故障现象	压缩机连续运转,但箱内温度不降低		

分析检修:通电试机,工作电流正常,冷凝器全热,则说明制冷系统正常。打开箱门验证风扇能正常运转,但冷冻、冷藏室出风口冷气弱,所以箱内温度不降低。由此,可初步推断故障在除霜回路。

此型电冰箱电路如图 7-8 所示。正常工作时,压缩机机运转 30 min 后,冷冻室温度下降到 - 5 以下,达到双金属开关复位温度,开关内触点接通,除霜回路即通电发热化霜,压缩机停止运转。此时除霜电流约 0.6 A,加热器发热。约 30 min 后,除霜终了,定时器又自动接通电路,压缩机启动运转。

图 7-8 上菱 BCD-234 W 型无霜电冰箱电路

检修时,打开冷冻室隔板,发现蒸发器全部被冰霜包围。用 60 ℃ 热水快速对蒸发器除霜后,从蒸发器储液管上取下双金属开关。用制冷剂 R12 液体喷在双金属开关密封壳上,制冷剂蒸发时开关壳温度能降到 - 10 ℃ 以下。这时测量双金属开关仍呈断开状态,不能复位,证明它已经损坏失灵。更换新件后,故障排除。

应注意的是,此型电冰箱的控制电路与上菱 BCD-216 W 型不同,所以定时器电机与压缩机运转不同步。电路把双金属开关直接与加热器、定时器线圈串联,当除霜终了自动接通压缩机回路初期,由于冷冻室温度还未降到双金属开关复位温度,此间定时器电机线圈也呈断电状态。只有双金属开关复位后,定时器线圈接通,压缩机才能供电运转。对这种双金属开关变位设计的电路,虽与常规电路(上菱 BCD-216 W 型控制电路)不同,但控制功能相同,若依常规电路来判断定时器与压缩机同步运转就不对了。

例 14:

牌号	万宝 BCD-155 无霜型	检修部位	排水加热器开路
故障现象	压缩机长转不停,但箱内温度不降低		

分析检修:这种电冰箱既设有除霜加热器,又设有排水加热器,这与上菱单一除霜管式加

热器不同,因不制冷送修。

通电试机制冷系统正常,风扇能运转,但冷冻、冷藏室不冷。当冷冻室温度约达到 - 5 以下时,微调箱后盖内定时器露出的黑色旋钮,听到“ 啪 ”一声后除霜回路接通,压缩机停止。测量显示的除霜电流为 0.5A,较正常(0.7A 左右)偏低,可判断除霜回路正常,但排水加热器开路。30 min 后,压缩机又自动恢复运转。此型电冰箱电路如图 7-9 所示。

图 7-9 万宝 BCD-155 型无霜电冰箱电路

打开冷冻室隔板发现,蒸发器下部被冰霜包围,这说明排水加热器不能对排水盘加热,导致霜水来不及排出而再次结冻,造成化霜温控器不能复位。除霜后,对排水加热器检测,发现引接线开路,重接恢复后故障排除。

第五节 其它故障的检修

例 1:

牌号	BC D-205 双开门直冷型	检修部位	重锤启动器
故障现象	通电后不能正常启动		

分析检修:通电后,压缩机“ 嗡嗡 ”作响,但不启动,电流达 5A。约 5s 后,电流突然消失,变为 0A。这一变化,表明电路中过载保护器性能良好。利用多功能电源盘,对压缩机单独检测,能顺利启动、运转,可见故障当是启动器造成的。

方法和技巧:打开压缩机接线盒,检查重锤式启动器接线良好。倒置启动器体,使里面的重锤(衔铁)自动落下,用万用表 R × 1k 挡检测启动器两触点间电阻为无限大,证明内触点不通。拆开启动器,发现动、静触点碳化虚接。用细砂布擦净触点表面积碳,重新组装后试机,故障排除。

例 2:

牌号	意大利双门直冷式	检修部位	PTC 启动器
故障现象	通电后,压缩机不能正常启动		

分析检修:接通电源后,压缩机发出“嗡嗡”声,试机电流达 4 A。但压缩机不启动运转,保护器便跳开,电流变为零。这是启动电路故障的典型表现。

这台电冰箱压缩机采用 PTC 启动器。打开接线盒,用万用表 R × 1k 挡检测 PTC 两插孔电阻为无限大,而正常时应为 20 Ω 左右,可确定 PTC 元件烧毁。换新 PTC 启动器后,故障排除。

例 3:

牌号	沙松 BCD-170 无霜型	检修部位	定时器触点全粘连
故障现象	耗电大,制冷差		

分析检修:通电试机,压缩机运行正常,冷凝器全热,回气管发凉,风扇运转,表明制冷系统正常。但测量电冰箱工作电流达 1.7 A,较 1.1 A 正常值大,手感冷冻、冷藏室出风口风温明显过高,表明电冰箱制冷差。

微调定时器旋钮,接通除霜回路验证,压缩机继续运转,工作电流如初。根据室温偏高和除霜电流偏大的现象,可分析推断故障是电冰箱在制冷过程中,同时通电加热除霜造成。打开冷冻室隔板,触摸加热器确实有发热感。

停机后,用万用表电阻挡检测定时器触点,则发现除霜回路和压缩机回路触点全呈粘连状态。拆开定时器凸轮箱检查,内部触点果然由于电弧打火粘连在一起。拨开被粘连的触点后,用小细锉将触点表面仔细锉平,再用细砂纸打光修复。重装试机,故障排除。

例 4:

牌号	沙松 BCD-180 双门	检修部位	压缩机排气管堵塞
故障现象	制冷差,压缩机噪声大、振动强		

分析检修:试机,工作电流正常,但压缩机的噪声和振动很大,外壳温度明显过热,冷凝器全热。检查冷冻、冷藏室蒸发器表面,只有一摸就化的浮霜。进一步检测发现,压缩机排气管与高压管连接处有明显温差,靠压缩机侧过热,靠高压管侧略凉,表明接头处可能被堵塞。

断开工艺管,压缩机放气充足,证明压缩机吸气能力正常。焊入修理阀后,烫下压缩机排气管连焊头,在里面确实发现有焊料积存堵塞。重新施焊排除堵塞物后,经抽空、充冷,故障排除。

此例中,排气管被堵塞后,压缩机负荷增大,导致噪声、振动增加。由于制冷循环也因此受到影响,造成制冷量下降。

例 5:

牌号	航天 BCD-218 W 间直冷式混合无霜型	检修部位	门开关触点虚接
故障现象	冷冻室温度降不低,但冷藏室制冷正常		

分析检修:这种型号电冰箱上部冷藏室采用直冷式蒸发器,而下部冷冻室蒸发器采用风扇强制循环方式。试机发现,冷藏室能结霜,而下冷冻室风扇不转。

拆下风扇电机检测完好。因风扇电机启停受箱门开关影响,故拆下门开关检查。用刀片、细砂布将接通风扇电机的触点擦刮干净,重装恢复后,故障排除。

另有同型号电冰箱,门开关触点簧片折断,但受箱体振动影响电路尚能时通时断,会造成风扇运转反常故障。检修时不要急着拆修风扇电机。

例 6:

牌号	双燕 夏普双门直冷式单回路	检修部位	毛细管冰堵
故障现象	正常工作 2h 后,冷冻室与冷藏室都不制冷		

分析检修:此电冰箱曾在冬季补充制冷剂,制冷正常。但到了夏季使用时,开始制冷正常,而工作 2h 后电冰箱不再制冷。停机几小时后,再开机又出现上述故障现象。

方法和技巧:通电试机 2h 后冷冻、冷藏室蒸发器结霜融化,冷凝器变凉,气流声停止。根据故障特征,判断为冰堵。沿毛细管走向对冷藏室蒸发器加热,20min 后突然听到气流声,可确认冰堵故障。在冬季不发生冰堵,到了夏季才出现的原因,是因为环境温度不同时,系统内干燥剂所能吸收的水分和保持的水分不同。夏季出现冰堵,说明制冷系统含水分过多。

断开压缩机工艺管,焊入修理阀,更换原干燥过滤器。经 3h 干燥抽空(并启动自身压缩机运转)后,充注制冷剂,又经 2h 制冷观察,冰堵故障排除。

单回路双门电冰箱中,只要唯一的毛细管冰堵,冷冻室和冷藏室都无法制冷,这是与双回路电冰箱的区别。

例 7:

牌号	杭州 BCD-155 型双门直冷式单回路	检修部位	毛细管微脏堵
故障现象	冷冻室一直制冷,但冷藏室不制冷		

分析检修:这台电冰箱的故障是送修取回后出现的。通电试机,工作电流正常,冷凝器也热,但气流声忽高忽低,连续制冷 1h 后,冷冻室结霜制冷尚属正常,但冷藏室副蒸发器只有一点霜。

电冰箱工作时,制冷剂是先进入冷冻室蒸发器,再进入冷藏室副蒸发器,副蒸发器不结霜,冷藏室温控器感温管不能“感知”温度降低,自然要让压缩机长开不停。故障原因可能有两个:一是制冷剂不足;二是管路微堵。

停机后,断开压缩机工艺管,有余气排出。让排气喷在白纸上,过一会儿就在纸上看到油迹,油内还有细小杂质颗粒。由此怀疑故障是冷冻油质量差造成的。为进一步证明此推断,在工艺管上接入修理阀,充入压力 0.8MPa 的氮气,断开毛细管与干燥过滤器焊接处,毛细管侧喷在白纸上的油迹中仍有微小颗粒。

卸下压缩机换新油。经清洗、更换干燥过滤器,抽空充冷后,脏堵故障排除。

例 8:

牌号	双门直冷式	检修部位	箱内加热器
故障现象	在冬季不能制冷		

分析检修:这种型号的电冰箱电路如图 7-10 所示。箱内的电加热器埋藏在箱板内壁和出水管上,在冬季环境温度较低时,它用来防止出水管冻结和提高冷藏室温度,促使温控器感温管感温,保证压缩机正常运行。电冰箱只是在冬季不能运行,是加热器损坏的典型现象。

拆下灯盒,用万用表 R×1k 挡测量加热器两端黑色引线间电阻值为无穷大,表明加热器已经熔断失效。这类电加热器阻值一般都在 4.5k,功率 10W 左右。因当时无同型号加热器换用,应急采用 3 只 30W 电烙铁电阻丝串联(阻值 4.9k),将电阻丝绕在片状缘绝板上,外加绝缘护面,粘于副蒸发器与温控器感温管附近,再按原来连线相接。这样处理后,故障排除。

图 7-10 万宝 BCD-158A 型电冰箱电路

例 9:

牌号	西门子 230L 型直冷式	检修部位	内胆脱层
故障现象	压缩机不能自动停止		

分析检修：此机故障原因是电冰箱内胆脱层隆起(俗称鼓包)。这时副蒸发器的制冷量不能直接传递到内胆,被温控器感温头“感知”,导致出现不停机故障。

方法和技巧:采用医用塑料注射器,抽取 10 mL 的快速粘合剂“502 胶”,注入内胆脱层处。然后垫上一层塑料薄膜,用手迅速按住脱层位置,1 min 左右松手,脱层位置即被粘合。垫塑料薄膜的目的是防止 502 胶粘手。这种方法适用于各种直冷式内藏副蒸发器的电冰箱。

# 精 通 篇

在掌握了电冰箱的常用检修技术后,谁不想“更上一层楼”成为高手呢?精通篇可以为修理员的迅速提高助一臂之力。

优秀的家电修理员必须掌握高超的专业技术。无氟电冰箱是市场上近年出现的新产品,如何搞好无氟电冰箱的检修对大多数修理员还是新课题,希望有更多的读者涉及这个新领域。

在修理行业,几乎每个高手都有一些“绝活儿”。例如,更换零部件,本来是电冰箱修理中常用的经典方法,但在应急情况下或是在偏远地区,一时找不到备件的话,那么“修旧利废”“整旧如新”就能使修理员大显身手。书中提出的电冰箱管路内漏的检修、蒸发器的替换和压缩机、电子温控器等部件修理方法,可能会向读者提供一些启示。

任何行业里的高手,都有丰富的实践经验,更为可贵的是他们能比别人更好地总结经验。书中最后列举了一些电冰箱故障的检修实例,读者从中不仅能学会一些检修技巧,更能领会对故障的检修思路和处理原则。优秀的修理员不但有高超的技术,而且要有良好的心理素质和职业道德。希望读者能从书中列举的故障检修实例中得到启发。

**图例说明:**为了让您方便、快捷地从本书中获取您所需要的信息,书中特意安排了下面这些图标,根据这些图标的指示去阅读,可使您花费的时间减到最少,重点、难点了解的更快、更全。

**关注与重点:**此图标标示的内容是各章节中的重点。仔细阅读并充分理解这些内容,会使您提纲挈领地抓住要点,快速掌握电冰箱修理各环节中的重要理论知识以及动手操作的方法技巧。

**警示与强调:**此图标标示的内容涉及到电冰箱修理中一些关键和应该引起注意的问题,您需要认真对待,三思而后行,否则的话,可能会出现一些您不希望看到的结果和一些不该发生的事情。

**方法和技巧:**此图标标示的内容是电冰箱修理中的一些经验之谈和电冰箱维修高手的一些修理绝招。仔细阅读,灵活运用,可以帮助您快速掌握电冰箱修理中的一些技能和技巧,帮您解决电冰箱修理中的疑难杂症,快速进入电冰箱维修高手行列。

此图标标示的内容都是电冰箱维修人员多年经验的结晶,掌握这些内容,可使您快速判断电冰箱的故障类型和故障部位,使修理工作达到事半功倍的效果。

# 第八章 无氟电冰箱的检修

正确理解电冰箱“无氟”的含义。目前,市面上的无氟电冰箱大多选用 R134a 制冷剂,即 HFC134a。它与普通电冰箱中最常用的 R12 氟利昂制冷剂比较,有相似的物理性质。但 R134a 制冷剂的臭氧破坏潜能,与温室效应潜能提 示 极低,是一种较理想的环保型制冷剂。

本章列举了无氟电冰箱各种典型故障,从不同角度介绍了常用的检修方法,和修理无氟电冰箱的操作要点,可作为修理员学习无氟电冰箱检修时的参考。

关注与重点: 使用 R134a 制冷剂的无氟电冰箱,使用专门设计的高效压缩机。它对结构材料、绝缘材料以及内装润滑油的要求,都与使用 R12 制冷剂的普通电冰箱不同,不能替代。

无氟电冰箱常用 XH-7、XH-9 型干燥过滤器。普通采用 R12 制冷剂的电冰箱,常选用 4A-XH-5 干燥过滤器。这两种过滤器不能互相换用。

无氟电冰箱中,如果采用往复式压缩机,一般采用与 R134a 相溶的酯类油,而对于旋转式压缩机,则采用日本三菱电机公司开发的硬质烷基苯(HAB)作冷冻油,并配用特殊的储液器。

采用 R134a 制冷剂的压缩机,可以改用 R12,但这会造成电冰箱技术参数的改变,同时对系统管路有所要求。

采用 R12 制冷剂的普通电冰箱,不能改用 R134a 制冷剂,“升级”成为“无氟电冰箱”。

## 第一节 无氟电冰箱结构特点

“无氟电冰箱”和普通电冰箱比较,从箱型结构、部件组成、制冷原理,以及使用与检修方法、故障表现特征等是基本相同的。两者的主要区别在于使用的制冷剂种类、特性不同,以及由此引起的对部分材料性能要求和维修工艺上的差别。

### 一、无氟制冷剂的特性

#### 1. R134a 与 R12 制冷剂的比较

普通电冰箱使用 R12 制冷剂的首选替代物 R134a 或 HC-600a(异丁烷)。HC-600a 的环保性能最好,无毒无味,而且热物理性质与 R12 相近,替换时不需更换压缩机和冷冻油,且能减少能耗 30% ~ 40%。它的不足之处是易燃易爆,生产及维修过程中对安全条件要求很高。R134a 制冷剂的性质与 R12 十分接近,无毒无味,不可燃,但在环保及经济性方面稍嫌不足。



R134a 的生产工艺复杂,成本比 R12 高 3~4 倍,制冷效率降低约 10%,还需要采用特定的冷冻油,压缩机成本也要增加,并对制冷系统清洁度要求较高。

目前,欧盟国家已采用 HC-600a 作新一代制冷剂,而美国、日本等国考虑到安全、商业利益及实用等原因,多采用 R134a 作制冷剂替代 R12,我国大部分厂家也如此。

目前,市面上常见的无氟电冰箱大多选用 R134a 制冷剂,即 HFC134a。这种制冷剂与普通冰箱中最常见的 R12 氟利昂制冷剂比较,有相似的物理性质,其主要性能的对比情况见表 8-1。

表 8-1 制冷剂 R12 与 R134a 的基本物理性质比较表

	R12 (CFC12)	R134a (HFC134a)
化学名称	二氟二氯甲烷	四氟乙烷
化学分子式	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>
分子大小/ Å	4.4	4.2
分子量	120.92	102.04
标准沸点/℃	-29.8	-26.5
凝固点/℃	-155	-101
临界点/℃	112	101
汽化潜热/ kJ·kg <sup>-1</sup>	167.3	219.8
25℃ 时水的溶解性 g/100g	0.009	0.15
臭氧破坏潜能 ODP	1.0	0.0
温室效应潜能 GWP	2.8~3.4	0.24~0.29
与矿物油互溶性	相溶	不相溶
适应冷冻油	矿物油 18 号	酯类油 RL329
适应密封材料	氯丁橡胶、氟橡胶、丁腈橡胶	氯丁橡胶、高丁腈橡胶、尼龙橡胶

2 R134a 制冷剂的使用特点

从表中可以看出: R134a 制冷剂的最大优点,是其对臭氧层的破坏潜能为零,能满足环保要求。

但从另一方面来看, R134a 制冷剂的分子小、分子量轻、渗透能力强,又极易吸水,与矿物油不相溶。因此, R134a 制冷剂对压缩机内的洁净度要求更高。同时使用 R134a 制冷剂的无氟电冰箱,还必须用酯类油或新型合成油多元醇作润滑油。 R134a 对金属件有腐蚀性,为此无氟电冰箱的压缩机内部零件表面均做了特殊处理。而且 R134a 的标准沸点、凝固点、汽化潜热较高,其制冷量低于 R12 制冷剂 10% 左右。

目前,无氟电冰箱在使用与推广中还存着一个重要的维修保障问题。由于市场滞后等原因,不仅专用的制冷剂、冷冻油(润滑油)、干燥过滤器和压缩机配件较少,价格贵,同时无氟电冰箱对维修设备及工艺要求也高。

警示与强调:采用 R134a 制冷剂的无氟电冰箱,对系统管道中的油、水,杂质等要求更高,是它的固有弱点。同时它对专用材料,干燥处理,维修工具的要求,也是一般维修店的技术设备难以胜任的。不可否认, R134a 制冷剂在当前仍是一种比较理想的替代品,但在不久的将来,一定会在它的基础上研制出既无公害,又无负面影响,适应全方位替代的制冷剂,广泛应用于绿色环保电冰箱中。

3 R134a 与 R12 制冷剂能不能互换

警示与强调:提出这个问题有两个意思:在普通电冰箱里,能不能充进 R134a 制冷剂,“升级”成为无氟电冰箱;检修无氟电冰箱时,如果没有 R134a 制冷剂,能不能充注 R12 作为普通电冰箱使用。

从上面对两种制冷剂物理性能的对比中,我们可以得出下面的结论。

采用 R134a 制冷剂的压缩机,可以改用 R12。但这会造成技术参数的改变,对系统管路提出了要求:(1)如果系统管路没有充注过 R134a 制冷剂,那么可以用 R12 制冷剂直接充注到使用 R134a 的压缩机中。(2)如果系统管路曾用过 R134a 制冷剂,那么系统管路必须用 R113 清洗剂彻底冲洗干净,以防造成毛细管阻塞及压缩机烧坏。(3)干燥过滤器应更换成符合 R12 制冷剂要求的。

采用 R12 制冷剂的普通电冰箱,不能改用 R134a 制冷剂。因普通电冰箱的压缩机内部洁净度低,不能满足 R134a 制冷剂的特殊工艺要求。

二、制冷系统技术特点

1. 对压缩机的要求

关注与重点:使用 R134a 制冷剂的无氟电冰箱系统,由于 R134a 比 R12 制冷剂化学腐蚀性和亲水性强,成分中不含氯,会使压缩机零部件润滑性变差,引起不利的化学变化,因此要使用专门设计的高效压缩机电机。这种压缩机高压侧温度较高,压力也较高,故对结构材料有更高要求。其中包括电机漆包线绝缘材料的选用,以及内装润滑油的种类,都与使用 R12 制冷剂的普通电冰箱不同,不能替代。为了克服 R134a 制冷效率较低的缺点,压缩机加装背阀,有效控制压缩机阀片,以提高效率。同时采用直接进气方式,用软管将吸气腔与回气管连接起来,以减少热量损失。

2 对干燥过滤器的要求

无氟电冰箱使用的 R134a 制冷剂,它的化学结构属于部分卤化物,极易发生水解卤化反应而改变性质,因此要求制冷系统要保持绝对干燥。所以无氟电冰箱要使用性能好的分子筛干燥器,使 R134a 分子容易通过,而将水分子吸附。常用的干燥过滤器是新开发产品 XH-7 型,或 XH-9 型,体积略大,有极强的吸水作用。普通采用 R12 制冷剂的制冷系统,常选用 4A-XH-5 干燥过滤器。这两种过滤器的分子筛材料不同,不能互相换用。

3 对冷冻油的要求

我们知道,压缩机内注入的冷冻油在制冷循环中起着重要作用,它必须具有良好的润滑性、密封性、低温流动性及化学稳定性。普通电冰箱压缩机内注的是常规的 18 号矿物油,能与 R12 互溶,而不能与 R134a 互溶。因此,无氟电冰箱采用 R134a 作制冷剂时,需对冷冻油作相应改变。

无氟电冰箱压缩机内充注的润滑剂,是水解性较强的 RL329 酯类油,或合成油多元酯。这类润滑剂能与 R134a 互溶,在制冷系统内很好流动。而一旦错充了制冷剂,不仅不能满足压缩机润滑要求,而且在经过冷凝器后可能发生凝固堵塞制冷系统。

无氟电冰箱中,如果采用往复式压缩机,一般采用与 R134a 相溶的酯类油。而对于旋转式压缩机,则采用日本三菱电机公司开发的硬质烷基苯(HAB)作冷冻油。为了解决回油困难等问题,旋转式压缩机中要使用特殊的储液器,并通过改变 R134a 流向的办法,使制冷剂与冷冻油分离,保证压缩机内各摩擦部件处于良好的运行状态,并降低了能耗,提高了制冷性能。这种储液器的结构特点如图 8-1 所示。在普通电冰箱的储液器中,由于矿物油与 R12 相溶,故不存在回油困难问题。而在无氟电冰箱中,HAB 比 R134a 轻,它在储液器中浮在上面,冰箱设计时,改变制冷循环方向,就可顺利回油了。

4 对密封材料的要求

图 8-1 普通电冰箱与无氟电冰箱储液器的结构比较  
(a) 普通电冰箱储液器; (b) 无氟电冰箱储液器。

由于无氟电冰箱 R134a 制冷剂的分子比 R12 分子小, 饱和压力也较高, 在管路中运行更容易泄漏。同时, 当系统在低温制冷状态下运转时, 低压侧出现负压值, 容易进入空气。而且 R134a 制冷剂很容易与管路里残留的水分发生水解起卤化反应, 所以要求系统保持绝对干燥。由于这些原因, 无氟电冰箱制冷系统对密封材料的选用与普通电冰箱 R12 制冷系统不同, 它的气密试验指标比 R12 制冷系统要求更高。

## 第二节 检修无氟电冰箱的工艺要求

### 一、准备必要的工具

检修无氟电冰箱, 除了与修普通电冰箱采用的常用工具外, 还有一些特殊的要求。这些要求是为了适应 R134a 制冷剂而提出的。

警示与强调: 总的原则是凡维修普通电冰箱用过的充冷软管、接头、三通修理阀、钢瓶以及与 R12 系统有关的工具, 都不能用于无氟电冰箱 R134a 系统。如果要继续使用, 必须用 R134a 清洗处理。更不能利用装有矿物油的压缩机, 向 R134a 制冷系统打压检漏。

这里特别提出下面几件工具。

#### 1. 真空泵

用于普通电冰箱 R12 制冷系统的真空泵, 里面使用矿物油作润滑剂, 极易污染 R134a 制冷系统。所以, 修理无氟电冰箱应使用充注酯类油的真空泵。如果仍要使用旧泵的话, 除用酯类油彻底清洗, 并换上酯类油作润滑剂外, 与之配套的连接软管、快速接头、密封圈都要更换。

#### 2 制冷剂充注机

无氟电冰箱中, 制冷系统的 R134a 制冷剂充注量较少, 大约要比使用 R12 的普通电冰箱少 15 % 左右, 而且要求所有制冷管道中不能含氟。因此用于无氟电冰箱的制冷剂充注机需要精度更高, 而且要有专用的洁净软管、接头等配件。

#### 3 检漏仪器

由于 R134a 是“无氟”制冷剂, 所以在普通电冰箱修理中使用的卤素测漏仪不再适用。而用浓肥皂水和洗涤灵检漏的方法更有效。喜欢使用仪器检漏的专修厂店, 可以换用电子检漏仪。

## 二、修理材料的选用与处理

由于不同品牌的无氟电冰箱,使用的制冷剂也不一定相同,修理时对材料和配件的选用原则是尽量用原型原号,一般不要随意替代。盲目地使用替代品,可能带来不同的负面影响,甚至造成“疑难杂症”。实际操作中要特别注意以下几点:

警示与强调:无氟电冰箱使用的压缩机和 XH-7 型干燥过滤器,在出厂时已将吸气管、排气管及进出口严格密封,不能轻易试机或打开。一旦打开就要马上使用,如果打开存放一段时间不用,就不能再用。

凡 R12 或 R22 制冷系统用过的铜管和有关的配件,不能再用于 R134a 制冷系统。如果一定要使用,必须用三氯乙烯清洗剂冲洗处理。

修理无氟电冰箱制冷系统时,需要焊接时,要尽量用干燥助焊剂。在干燥助焊剂不易获得时,可以使用铜银焊条或低银焊条施焊,不能使用焊剂。

## 三、修理操作要点

### 1. 电冰箱小修的要求

警示与强调:无氟电冰箱的 R134a 制冷系统,要保持绝对干燥才能正常工作。电冰箱小修时,应以眼看、耳听、手摸为主,仔细分析,准确判断。一旦能确认故障为干燥过滤器堵塞,或压缩机损坏等,需要打开系统时,断开的管口要及时密封,焊接也要迅速。尤其在压缩机工艺管上装入三通修理阀、充冷软管时,在与装制冷剂的钢瓶阀连接后,要用同类工质的气体对内腔试压检漏,保证有良好的气密性。维修中动作要快,开口时间要短,全部操作不能大于 20 min。

操作中,做出开口决定要慎之又慎。要知道,管道一旦被打开,就会有水气杂物进入,而它们对无氟电冰箱正常工作的影响,要远比普通电冰箱大。

### 2 电冰箱大修的要求

所谓大修,是指电冰箱发生内漏故障,需要开背修理,动“大手术”的情况。这对采用 R134a 制冷剂的无氟电冰箱系统,的确是一大难题。因为一旦制冷系统泄漏,不等拆修就会有空气、水分侵入系统管道。由于时间长,水分被吸附在管壁上,用修普通电冰箱那样的抽空、打压办法,很难完全消除。即使用氮气,因氮气也含有一定水分,仍难保证修理质量。

业余条件下,清洁制冷系统管路的方法是用 R134a 冲洗。也可利用 R134a 气体试压检漏,合格后,再用反复充注、放出 R134a 制冷剂的办法代替抽空。尤其在泄漏出现在压缩机的低压侧时,最好更换压缩机。

凡动修系统管道,必须更换同型号的干燥过滤器,毛细管插入量与普通电冰箱基本相同,一般为 10 mm ~ 15 mm。如果用肥皂水对低压侧检漏,应在停机压力平衡后进行。检修动作一定要迅捷,注意在打开管路之前做好准备,备齐工具、材料,从开口到封口全部操作过程,应在 50 min 内完成,否则电冰箱的修理质量无法保证。

### 3 充注制冷剂的要求

目前市售的 R134a 制冷剂,多为小瓶 0.4kg 分装。在分装过程中,如果厂商抽空、放空操作不当,就会有空气遗留在钢瓶内。所以制冷剂使用前必须进行放空,以排除瓶内的空气。放空的办法是将制冷剂钢瓶阀门端向上正立,放置在磅秤上,静放 1h 后,断续开启钢瓶阀放气。由于刚刚开始时放出的是空气,磅秤指示的钢瓶重量不会变化,等看到放气时磅秤杆略微下

沉,表明瓶内制冷剂开始汽化放出,放空即告完成。

与普通电冰箱一样,制冷剂充注量是否适量,对电冰箱的制冷性能影响很大。为无氟电冰箱充注 R134a 制冷剂时,要注意观察冷冻、冷藏室的结霜情况,并根据回气管和冷凝器冷热程度,来判断充注量是否正常。如果通过观察工艺管上的压力表指示压力来了解制冷剂的充注量,应注意温度对 R134a 压力指示的影响。若充注的 R134a 制冷剂过多,尤其在不装压力表观察时,不能在压缩机运转时放出,以防负压下空气进入。

第三节 无氟电冰箱检修实例

本节列举的无氟电冰箱检修实例,是从修理员的记录中筛选出来的,也有的选自报刊杂志。由于各位修理员的技术观点不一定相同,修理操作时的具体条件也不一样,加之无氟电冰箱的检修仍属于新事物,会提出一些新问题。针对某台电冰箱的具体检修操作,怎样才是最合理、最有效的,还要在实践中检验。

例 1:

牌号	新飞 BCD260 型	检修部位	毛细管堵塞
故障现象	压缩机运转,但不制冷		

分析检修:电冰箱压缩机运转正常,冷凝器有热感,听箱体毛细管出口处有气流声,但稍后气流声逐渐消失,冷凝器变凉。这是典型的毛细管堵塞故障特征。

用热毛巾加热毛细管与过滤器、毛细管与蒸发器的结合部,加热几分钟后又能听到制冷剂的流动声,证明毛细管发生了冰堵。

此电冰箱采用 R134a 制冷剂。打开压缩机工艺管封头,有制冷剂断续喷出,表明管道不畅通。在工艺管上接上修理阀,将毛细管在离过滤器出口 10mm 处割断。通过修理阀向系统内充注 0.8MPa 氮气,可看到从毛细管内喷出的气流带有发黑的冷冻油。在 0.8MPa 压力下吹除 4min,净化主、副蒸发器,保证毛细管畅通。换上新过滤器,用气焊将系统管道连接好。

采用连续抽真空方法,每次用真空泵抽真空 60min,关闭三通阀,运转压缩机 30min。如此重复 3 次,真空度能达到 750mmHg,保持负压 24h。定量加入 R134a 制冷剂 130g,吸气压力表读数约为 0.2kg。连续试运转 5 天后,再将压缩机工艺管封口。电冰箱制冷运转正常。

例 2:

牌号	新飞 BCD-260 直冷式	检修部位	制冷管路冰堵
故障现象	刚启动时制冷正常,然后逐渐不制冷		

分析检修:此型电冰箱采用 R134a 制冷剂。新机使用两年多一直很好,后来逐渐发现压缩机运转时间长,停机时间短,最后形成不制冷故障。

通电启动电冰箱检查,最初压缩机运转正常,冷凝器有热感,听箱体毛细管出口与蒸发器接口处有制冷剂流动的声音,然后声音逐渐消失,冷凝器变凉。这是典型的毛细管堵塞故障特征。

方法和技巧:为判断堵塞性质,试用热毛巾包敷毛细管与过滤器、毛细管与蒸发器的结合部,几分钟后能听到制冷剂的流动声,说明毛细管出现了“冰堵”。

打开压缩机工艺管封头,有制冷剂喷出,喷出制冷剂的声音时大时小,证明制冷

系统管路不畅通。在工艺管焊上修理阀,将毛细管在距离过滤器出口 10mm 处割断。通过修理阀接口向系统内充注氮气,发现过滤器出口(毛细管端口)气流较大,而从毛细管流出的气流较小,说明毛细管内有杂质堵塞了管道。

将过滤器上的一段毛细管口封住,使充入系统内的氮气压力增大,当压力上升到 0.8MPa 时,发现从毛细管内喷出发黑的冷冻油。在 0.8MPa 压力下连续吹 30min,净化主、副蒸发器,保证毛细管畅通。最后将旧过滤器拆下,用 0.9MPa 压力氮气吹除、净化冷凝器管道 5min。即时封住毛细管出口,换上新过滤器,用气焊将系统管道连接好。用氮气充入制冷系统使压力为 1.2MPa,保压 24h 不掉压。

由于无氟电冰箱对制冷系统抽真空要求高,因此采用连续抽真空 3 次的方法,即真空泵抽真空 60min 后,关闭三通修理阀,压缩机继续运转 30min,停机后,启动真空泵运转,打开三通修理阀抽真空。这样连续抽真空 2 次~3 次。真空度达到 0.8MPa,保持负压 24h。定量加入 R134a 制冷剂 130g,吸气压力表读数约为 0.2kg。连续试运转 5 天后,将压缩机工艺管封口,电冰箱制冷恢复正常。

由此例电冰箱检修过程可以得到以下经验。

(1)无氟电冰箱制冷管路内洁净度要求高。最好采用专用设备排除电冰箱管路中的微量水分和杂质。

(2)无氟电冰箱制冷系统真空度要求高。采取 3 次抽真空法,并利用系统内高压侧不凝性气体的排出,把高、低压两侧的空气同时(或先后)抽出,这样能保证系统内真空度较高,而且抽空时间短、效率高。电冰箱在修理过程中如果不能达到真空要求,制冷系统内部的水分、杂质就会在电冰箱正常运行一段时间后与 R134a、润滑油等物质发生酸解反应,产生酸性化合物,腐蚀管道,堵塞系统,使电冰箱不能制冷。

例 3:

牌号	BCD-216 型双门直冷式单回路无氟型	检修部位	干燥过滤器脏堵
故障现象	使用一年后突然不制冷		

分析检修:试机检测,工作电流较额定值偏低,冷凝器不热、无气流声,蒸发器不结霜。用酒精灯烘烤干燥过滤器、毛细管无效,检测外管路无油迹。初步判断脏堵、泄漏或压缩机无效。

方法和技巧:停机 20min,等管路内压力平衡后,用刺阀连接修理阀,将刺阀套入工艺管中,加压手柄穿透工艺管外壁。这时修理阀上的低压表压力值为 0.07MPa,较 0.2MPa 左右的正常压力小。启动压缩机 5min,表压力很快降低到负压值,停机 20min 后,又恢复原压力值,这证明压缩机吸气能力良好。断开毛细管与过滤器焊接处,干燥过滤器侧无气流排出,而毛细管侧排气正常,由此确定干燥过滤器脏堵死。试用割刀断开过滤器时,气体突然排出,证明判断准确。

更换同型号干燥过滤器,用低银焊条连焊后,从工艺管充入 R134a 制冷剂,气体平衡压力 0.25MPa。复查焊接处无泄漏,启动压缩机 30min,冷凝器发热,蒸发器挂霜,停机 15min 后压力复原,说明系统管路已经畅通。

将气体全部放出,二次充灌制冷剂,运行 60min 后停机。再把电冰箱管路内气体全部放出,按标注灌入量充注 108g 的 R134a 制冷剂。开机运行,将温控器调在“强冷”挡,连续运行 3h 后,冷冻室温度达 -18.5℃,冷藏室温度为 1.5℃。观察蒸发器表面全部结霜,回气管发凉有凝露、冷凝器全部温热,低压表压力值为 0.03MPa,均属正常范围。

因采用刺阀连接,封口时应先用封口钳压死管路,再把刺阀去掉,然后再将刺阀孔封焊。这类刺阀市售产品较多,可刺透直径 4mm~6mm 的工艺管,适用于有较长工艺管的接头。在连接刺阀、修理阀和充冷软管过程,必须反复试漏,或加压后将修理阀浸入水中检漏,以防人为的泄漏假象造成危害。特别使用 R134a 制冷系统,应更加注意安全。

例 4:

牌号	BCD-220 型双门直冷式单回路	检修部位	副蒸发器泄漏
故障现象	使用近 2 年,渐渐不制冷		

分析检修:试机电流偏小,冷凝器不热但有微弱气流声,冷冻、冷藏室不冷。检测外管路无泄漏油迹及反常温差。推断故障为制冷剂泄漏造成。

断开工艺管验证,无余气排出。接上修理阀,充灌 R134a 制冷剂,气体平衡在 0.35MPa。用浓肥皂水全面检漏,发现冷藏室明装吹胀管式蒸发器铝焊接头处有泄漏点,约 5s 冒出针眼大小的气泡。

方法和技巧:启动压缩机 10min 后,停机等候 10min,使系统混合气平衡。剪断毛细管连焊侧,利用混合气体对毛细管和过滤器两侧吹冲,快速更换同型号干燥过滤器,并与毛细管连焊。用断锯条刮擦铝接头漏孔处,并用汽油清洗、干燥。然后,用 HC—3 胶粘剂 1:1 混合,滴在漏孔中。启动真空泵,使系统内管路略呈负压,同时观察漏孔中的粘合剂,看到粘胶被吸进漏孔,表面出现的凹坑稳定不下降时,再补加粘合剂。固化 1h 左右,继续干燥抽空,低压表针一般能指到 -0.095MPa 左右。经 8h 干燥抽空胶粘处即可固化,系统的水分亦能蒸发抽出。复查真空度合格,即可充灌 R134a 制冷剂。在气体平稳压力到 0.3MPa 左右,启动压缩机,运行 1h 后停机,全部将气体放出。再按标准灌注量(110g)充注 R134a,试机 2h~3h 连续制冷,观察一切正常,即可封口。

例 5:

牌号	新飞 BCD-260 型双门直冷式单回路	检修部位	毛细管油堵
故障现象	有时制冷,有时不制冷		

分析检修:试机工作电流正常。冷凝器温热,有气流声,冷冻、冷藏室挂霜。制冷约 40min 后,气流声逐渐消失,冷凝器变凉,蒸发器挂霜融化。这种故障现象很像管路冰堵。但这时用听诊器却能听到毛细管中有微弱断续的气流声,则判断为脏微堵或油堵。

停机 10min 后,断开工艺管,有气体排出,且排出量充足。接入修理阀,充注 R134a 制冷剂,气体平衡在 0.38MPa(环境温度 33℃ 时自然压力)。断开毛细管连焊处,靠毛细管侧却只有微量气流排出,而靠干燥过滤器侧排气畅通。随即用手钳将此侧压封后,充加氮气至 0.9MPa,毛细管侧排出气流略有上升,2min 后渐渐出现油滴,气流逐渐增大喷出,最后恢复畅通。

方法和技巧:当表压力读数下降到 0.3MPa 时,断开原过滤器将余气放出后。换入同型号干燥过滤器与毛细管连焊。再次充入 R134a,气体平衡压力 0.2MPa。开机 5min 后放出,再继续抽空,并启动电冰箱压缩机循环升温。连续抽空 4h 后,低压表表针指到 -0.095MPa。按经验,继续不停机充灌 R134a 气体,边充灌、边观察,至低压表压力值稳定在 0.08MPa 左右,暂缓充灌。随着冷冻、冷藏室温度下降,其压力值相应下降,制冷运行 1h 左右,低压表压力指到 0.03MPa,回气管至压缩机管段发凉,蒸发器全部结霜粘手,冷凝器温热和工作电流均属正常范围。经 3h 观察,制冷正常,即封闭工艺管,结束检修。

警示与强调: R134a 制冷剂吸气压力比 R12 低,有时会出现负压值。采用经验法充制冷剂时,一旦充灌量过多或不足,需要放出或补充,不能在负压下操作,而需要停机进行,以免进入空气。

例 6:

牌 号	美菱 BCD-181 型双门直冷式	检修部位	蒸发器泄漏
故障现象	不制冷		

分析检修: 试机电流偏小,冷冻室、冷藏室不冷,冷凝器有微弱的气流声。检查发现冷冻室铝管蒸发器连接焊头处有极少油迹,断开工艺管无气体排出,确定制冷剂泄漏。

接上修理阀,充入 R134a 气体使压力达到 0.2 MPa,复查油迹处不断冒出气泡。为驱除系统有害气体,启动压缩机 10 min,并补充 R134a 气体以保持正压,运行一段时间后再将气体放出。如此两充两放。补漏时,净化干燥泄漏处,将 HC-3 双管胶胶粘剂滴在漏孔中,再换入同型 XH-7 或 XH-9 型分子筛干燥过滤器。

警示与强调: 因分子筛吸水能力较强,操作时应先焊下原过滤器,再开新换过滤器密封塞。过滤器的开口与连焊最好在 1 min~2 min 内完成。

方法和技巧: 过滤器与冷凝器、毛细管连焊检漏合格后,再开启真空泵对系统抽空。当得到负压时停机,观察漏孔中粘合剂吸入程度,如果吸入过快,亦可用棉花与粘合剂混合后阻挡,尽量使被吸进的粘胶呈铆钉状。粘胶不能吸入过多,以免堵塞蒸发器通道。补漏粘胶初凝后,用灯泡烘烤 8 h 固化。最后,对系统干燥、抽空合格后,按标注量一次充入 R134a 制冷剂 100 g。经 3 h 运行观察,电冰箱制冷正常,封口完成修理。

例 7:

牌 号	BCD220 无氟型	检修部位	压缩机绕组烧毁
故障现象	通电后压缩机不启动,不制冷		

分析检修: 这台电冰箱原灌注 R134a 制冷剂 110 g,检查后发现压缩机已经烧毁。由于时值盛夏,电冰箱使用不能耽误,但因地处偏远,一时没有适合 R134a 制冷剂使用的无氟电冰箱专用压缩机。在向用户说明情况后,换上同功率的普通电冰箱压缩机应急。

普通电冰箱压缩机适合用 R12 制冷剂。换上后经按常规方法干燥、抽空,注入 R12 制冷剂 123 g。应急处理后,电冰箱制冷恢复正常,又经数月使用考验,验明此法可行。

例 8:

牌 号	BCD222 无氟型	检修部位	管路泄漏
故障现象	压缩机能正常工作,但制冷效果差		

分析检修: 试机检测工作电流较正常偏低,蒸发器结霜不满。检查工艺管压凹封口处有油迹,用肥皂水检漏发现有气泡冒出,则确定此处泄漏。

这台无氟电冰箱标注制冷剂 R134a 灌注量 120 g。因条件所限,无法找到 R134a 制冷剂补充,向用户说明后,充注 R12 制冷剂应急。断开工艺管,焊入修理阀。放掉原机全部制冷剂,反复充、放 R12 制冷剂,以彻底清洗管路。然后按常规操作,充入 R12 制冷剂 135 g。试机观察制冷正常。

事后,用户反映很满意。电冰箱改用 R12 制冷剂后,比原来制冷快,按原来控温位置开机时间短,冷冻、冷藏效果良好。

应该说明,以上两例替代实践,目前只能看成是应急检修的成功个例。是否能作为无氟电冰箱检修中的通用方法,还须有更多的实践检验。



# 第九章 电冰箱的专业修理

所谓“电冰箱的专业修理”指的是压缩机开壳、蒸发器替换、制冷剂泄漏、电子温控器失灵等复杂故障的检修过程。在具有电冰箱修理基本操作能力后,通过这部分内容的学习实践,能迅速提高修理技能。

提示 本章列举的电冰箱检修实例,提供了许多实用的数据资料和操作技巧,阅读时可以结合具体情况,举一反三,灵活应用。若能从中受到启发,领悟修理技术的真谛,必然能够很快地进入高手行列。

关注与重点: 压缩机电机烧毁原因多为:电机不能正常启动,热保护器未能及时动作,压缩机工作异常,启动频繁等,很多故障是压缩机材料使用和制造工艺不良,“先天不足”带来的。

认真掌握压缩机故障的判断方法,是学习压缩机修理的前提。判断比修理更重要。

制冷剂泄漏是电冰箱修理难点之一,尤其是泄漏发生在内部(内漏)时,往往需要“开背”检修,操作之前要准确判断、反复验证。

电子温控器是新型电冰箱常用部件,由于电路中较多地使用电子元器件,一些熟悉“强电”而不常接触“弱电”的电冰箱修理员,可能感到困难。从认识电路符号开始,由简到繁地学会看懂电路图,是学习修理电子部件的第一步。

压缩机开壳修理之前,必须慎重检查故障是否在其内部。确认压缩机内部有问题,是开壳修理的前提条件。

压缩机开壳、箱体开背、电子温控器换用等都是费用不菲的修理项目,操作之前一定要权衡利弊,或与用户协商,不该“出手”别出手。

相对机械部件而言,电子元器件比较“骄气”。初学者切忌用螺丝刀等工具在电路板上无目的地捅捅碰碰,或是乱调乱拧可调整电子元器件,那样常常会使电子元器件无缘无故地损坏,使小故障变成大毛病。

## 第一节 压缩机的开壳检修

压缩机是电冰箱最重要、最昂贵的部件,也是电冰箱工作时的“心脏”,决定了电冰箱的使用寿命。由于压缩机的构造复杂、工作条件苛刻,启动频繁,故障率也较高。

电冰箱压缩机的结构复杂,修理难度也较大,对修理员的知识、技术要求也较高。在过去几年,电冰箱压缩机是很贵的,它的价格几乎达到电冰箱造价的一半左右,更换一台新的压缩机,对用户来说是一笔不小的开支。在多年的修理实践中,许多修理员在这方面积累了大量宝贵经验。

近年来,电冰箱压缩机价格不断降低,用户经济承受力也有很大提高,所以修理员在接修损坏的电冰箱压缩机,尤其是压缩机内部锈蚀、卡死、线圈烧毁,需要“开壳”修理时,多数采用直接更换新压缩机的办法。

但实际上,有故障的压缩机大多都能在修复后继续使用。修理员通过修理压缩机,能对压缩机的结构、原理和使用中的注意事项有一个更深入的了解,不断提高自己的维修技能。所以,在偏远农村、山区,或不能及时得到配件供应时,对电冰箱压缩机进行“开壳”修理,仍是实际需要,也是高水平修理员的“绝活”。

一、压缩机故障的判断

关注与重点:家用电冰箱几乎全部采用全封闭压缩机,压缩机与电动机两大部分被壳体完全封闭。压缩机工作时,机件在壳内与冷冻油和制冷剂长期接触,在高温和压力的作用下频繁启动,容易出现电气故障和机械故障。

在电气方面,最常见的故障是因启动器和热保护器损坏,压缩机不能正常启动运转,使电机绕组电流过大,过热烧坏。另外,因壳体内部残留水分过高,致使材料的电气绝缘程度下降,也会使电机绕组发生短路现象。

在机械方面,因轴体长期的高速旋转,活塞的往复运动,由于摩擦作用,使机械配件间隙增大,会造成运转噪声增大。压缩机久置不用或是润滑油供油系统出现故障,摩擦处得不到润滑,还会出现“卡死”现象,致使压缩机无法启动运转。另外,在电冰箱的搬运过程中,因倾斜或振动过度,会使压缩机壳内的减震弹簧脱落,致使机体与机壳在运转过程中产生使人厌烦的机械撞击声。

可见,压缩机使用过程中,会因为电源、润滑系统、管路和控制系统的问題,以及使用不当等原因,而产生各种故障。有些故障的排除较为容易,而另一些故障的排除,相对来说就可能要困难和麻烦些。那么,如何判断压缩机出了故障和出的是什么故障呢?

对压缩机故障的判断,可以根据电冰箱的启动情况、制冷效果等作出粗略的估计。但要确切地认定它的故障时,一般都要将其从制冷系统中取下,单独进行测试,以判定故障的种类以及损坏的程度。电冰箱压缩机的常见故障,可按表 9-1 作大致了解。

表 9-1 全封闭电冰箱压缩机常见故障

故 障 名 称	故 障 现 象	故 障 原 因
线圈烧毁	通电后,无任何反应,不能启动	(1) 供电线路故障 (2) 绝缘材料质量差、变质 (3) 热保护器失效
卡死,又称卡缸、抱轴	通电后有轻微嗡嗡声,不能启动	(1) 缺油或冷冻油路堵死 (2) 材质选择不当 (3) 装配间隙过小
制冷差	压缩机效率降低	(1) 运动件磨损,使配合间隙过大 (2) 吸、排气阀片破裂或关闭不严 (3) 缸垫石棉纸板击穿

(续)

故障名称	故障现象	故障原因
不制冷		(1) 制冷剂充注过量,造成缸垫冲破 (2) 高压管断裂 (3) 高、低压阀片击碎
漏油、渗油	接线柱或其他焊接部位(如上下壳体焊缝)有油渍	(1) 接线柱焊接不良或玻璃绝缘体破裂 (2) 机壳或引出管虚焊
吊簧脱落	能运转,但壳体内有撞击声响	(1) 吊簧因材质不良而断裂 (2) 吊簧装配不良而脱落

1. 通电后无任何反应

电冰箱通电后,无任何启动的迹象,用手触摸压缩机外壳,也没有任何振动的感觉。

首先,通过检查电冰箱内照明灯是否能点亮,确认供电良好,排除电源保险丝烧断、电源插头与插座接触不良,电源线断路等供电故障原因。

接着,还要排除其它造成压缩机不能启动的因素,例如将温控器调节旋钮调在停机点上,温控器失灵,启动器和热保护器安装不良或损坏等。如果这些地方经仔细检查后,均未发现故障,就应该考虑到是压缩机坏了。

造成电冰箱不启动的压缩机故障,最常见的是电机绕组烧毁。电机绕组如果是完全烧断,通电后压缩机的启动电流等于零,而如果绕组与定子或两绕组之间严重短路,会导致电流增大。此时如果电冰箱通电,电源保险丝很快被烧断,或者是将热保护器烧断后,电冰箱亦无法启动。

压缩机的电机绕组烧毁,大部分发生在启动绕组上。因启动绕组的线径较细,且它是按短时工作方式设计的。如果电机不能正常启动,热保护器又未能及时动作,就会烧毁启动绕组。如果热保护器能动作,但压缩机又不能正常运转,就会出现启动频繁现象,此时,电流很大。在5A 以上。长时间的反复动作,将使启动绕组温度不断升高,最终也会将启动绕组烧坏。

电机运行绕组烧毁的机会较少,一般因制冷剂泄漏、毛细管堵塞、电冰箱不制冷,会使压缩机无法自动停机而长时间连续运行。如果此时过热保护器失效,最终就会将运行绕组烧坏。

方法和技巧:检修时,卸下压缩机的接线盒盖,拆下热保护器和启动器,用万用表电阻挡测量电机绕组的电阻值。如果测量某绕组时,其电阻值为无穷大,表明该绕组断路。但如果是两个绕组的电阻值均为无穷大时,则有可能是电机绕组的内引线插头脱落。如果某绕组的电阻值明显减小或与机壳的阻值明显变小,则表明该绕组被烧短路或绕组已与铁芯短路。

压缩机机壳上有3个引线柱,分别用来连接启动继电器和热保护器。这3个接线柱引伸至机壳内,用于连接压缩机电机的3根引线。常用C表示电机运行绕组与启动绕组公共点的引出线端,用M表示运行绕组的引出线端,用S(或A)表示启动绕组的引出线端。

图9-1列出几种常见的电冰箱压缩机的接线端子位置,供检修时辨认。观察位置为面对压缩机外接线端子。

一般压缩机绕组的阻值测量规律是:

$M、S \text{ 端总阻值} = \text{运行绕组阻值}(M、C) + \text{启动绕组阻值}(S、C)$

图 9-1 几种常见压缩机的接线端子位置

但一些国外生产的压缩机绕组也可能与此不同,例如东芝 KL-12 M 压缩机为了改善启动性能,将启动绕组接在运行绕组的中点上,如图 9-2 所示。这时,上面的公式就不适用了。

表 9-2 为家用电冰箱常见压缩机绕组的电阻值,供大家参考。

图 9-2 东芝 KL-12 M 压缩机  
接线端子位置

表 9-2 常见冰箱压缩机绕组阻值实测数据 温度:20 ~ 25

压缩机型号 (厂家)	接线柱排列位置	电 阻 值/			电源插头两端阻 值/
		M、C 间	S、C 间	M、S 间	
QF-21-93 北京	(左) M (右) S (下) C	12	43	55	12. 8
QF-21-100 北京	C S M	10. 5	22	32. 5	11. 5
ZJO-008-01 天津	M S C	12	24	36	12. 8
冰峰牌 天津	C S M	15	38	53	15. 7
QF-21-93(新) 杭州	M S C	12. 3	30	42. 3	13
FNE100ES 5AP 日本松下	C S M	17	70	87	17. 5
FNE125 W 5AP 日本松下	C S M	13	46	59	13. 5

(续)

压缩机型号 (厂家)	接线柱排列位置	电阻值/			电源插头两端阻 值/
		M、C 间	S、C 间	M、S 间	
FN43Q 88G 日本松下	C S M	19	42	61	15. 8
KL-12 M 日本东芝	C S M	16	27	27	13
SB12N1-4 日本东芝	M S C	25	23	48	17
SL17N1-4 日本东芝	M S C	14. 3	18	32. 3	11
V K1001A R 日本东芝	S M C	18	22	40	13
H Q651BQ 日本日立	C M S	15	37	52	15. 5
AZ1335D 法国新泰康	C S M	22. 6	16	38. 6	15
AZ1340D 法国新泰康	C S M	20	16	36	14
P W4. 5A 丹麦	M S C	20	48	68	20. 8
尼其 ⅴ 8HP 意大利	C S M	32	16 5	48. 5	18
尼其 ⅴ 7HP 意大利	C S M	26	20	46	16. 5
尼其 ⅴ 6HP 意大利	C S M	20. 4	14 6	35	135
扎努西 E44. 101A 意大利	C S M	20	53	73	
GEC 英国	M S C	14	70	84	16. 5
苏联	M S C	15	40	54	14. 8
K O M N P E C E O F 苏联	M S C	14	40	54	14. 8
注: 电源插头间阻值为拔下电源插头, 温控器旋钮置于“不停机”位置时测得。					

2 压缩机不能启动,但有轻微的嗡嗡声

压缩机没有启动运转,所听到的“嗡嗡”声是电机铁心轻微振动发出的。热保护器正常的话,数秒钟后就跳开,几分钟后热保护器又复位接通电路,数秒钟后热

保护器再次跳开,如此反复动作,压缩机皆不能启动,且温升很快。这种现象是压缩机发生了“卡死”(又称抱轴、卡缸)故障的典型表现。

压缩机卡死的主要原因有:(1)压缩机内运动部件配合间隙过小,机体温度升高后,由于热膨胀作用而卡死,压缩机冷却后再开机,有可能恢复运转,但运转一段时间后又被卡死。(2)制冷系统中的脏物、金属屑等杂质进入气缸或轴承中,造成机械卡死。(3)电冰箱久置不用,压缩机内机件缺油锈蚀,或润滑系统堵塞,冷冻油不能循环,造成部件烧损卡死。(4)电冰箱受到剧烈振动,导致压缩机电机的定子移位,轻则使电机运行电流增大,电机温度迅速升高。重则卡死不能运转。

方法和技巧:卡死故障的压缩机,有的经过外部处理可以恢复运转,方法是将压缩机从电冰箱上拆下,如果压缩机内的冷冻油够量,将高、低压接管、工艺管的开口堵死后,把压缩机倒过来放置一段时间,这样冷冻油充分浸泡压缩机上部机件部分,冷冻油能浸入机件缝隙。经过一段时间浸泡后,再将压缩机放好,去掉三个管口的堵塞物,再通电启动。若卡轴不太厉害,启动时用榔头轻击压缩机的顶部和四周,振动其内部机件,压缩机有可能恢复运转。

若压缩机仍不能运转,则可将电源电压提高一些,并在启动绕组上串联一个  $75\mu\text{F}$  左右的电容器,以加大电动机的启动转矩,如图 9-3 所示,再次让压缩机通电运转。操作时,电压可逐渐上升到 240V 以上,快速按下开关 S2,使电机启动。启动时间不要过长,两次试机间隔 5 min 以上。经过这样的处理,较轻的卡死故障能得到排除。

图 9-3 加大电机启动转矩电路

### 3. 压缩机能运转,但不正常

压缩机在通电后能启动,但是在很短的时间后又停止,数分钟后又重新启动运转,经过很短时间的运转后又停止,这是压缩机运转不正常故障。如此反复启动,频繁运转的压缩机,若用电流表监测运行电流,比正常情况大。压缩机运转不正常的原因,除了电源电压波动、电冰箱内热负荷过大、启动器或热保护器不良外,还可能是压缩机自身损坏。

方法和技巧:确认压缩机有无故障的方法,是去掉压缩机的启动继电器与热保护器,采用人工启动的方法直接启动压缩机,同时用电流表监测压缩机的工作电流。如果压缩机启动后的运行电流超过电冰箱铭牌上标注的额定电流值过多,则说明压缩机运行电流过大,应更换新的压缩机或者将压缩机开壳大修。如果压缩机运行电流正常,则可判定压缩机没有问题,故障出在启动器或热保护器上。

用 500V 兆欧表(摇表)检查压缩机接线柱与外壳之间绝缘电阻,正常值应在 2 M $\Omega$  以上。

如果阻值变小或接近于零时,则表明电机绕组的绝缘已受到破坏,甚至于绕组已与铁心短路。这样的压缩机应开壳大修或更换。如果绝缘电阻符合要求,应该用万用表检查电机的启动绕组与运行绕组的电阻值。如果绕组的电阻值比额定值差得较多,则说明绕组中产生了匝间短路,或绕组间有短路。此时也应更换压缩机,或将压缩机开壳大修。

#### 4 制冷差、不制冷

电冰箱长时间连续运行,但箱内温度不下降或降温不够,达不到规定要求的温度。产生这种故障的原因除系统制冷剂严重泄漏、管道堵塞以外,就压缩机自身而言是内排气系统出了故障。压缩机内排气故障的特征是压缩机连续运转,电冰箱内不降温,当然也不能自动停机。此时压缩机壳较热,而冷凝器不发热,压缩机内有时会发出轻微的气流声,甚至有不明显的金属撞击声。检查时,将压缩机的排气管与吸气管焊开,再让压缩机运转,高压侧无气体排出。压缩机的内排气导管断裂、高压密封垫被击穿、阀片破裂等,都是产生内部排气故障的原因。

压缩机内部损坏尚不严重时,排气效率会有所降低。这时电冰箱蒸发器只结很少一部分霜,或结的是虚霜,冷凝器不够热。此时将压缩机的吸、排气口焊开,再启动压缩机,可发觉压缩机的排气压力不足,有时甚至用手指都能堵住排气口。

无论电冰箱蒸发器只结一点霜,还是根本没有霜,如果排除其它原因后,确认故障在压缩机内部,那么故障不论大小,都需要将它开壳大修,或者是更换新的压缩机。

#### 5 压缩机运行噪声

电冰箱在工作时的噪声主要来自压缩机,正常时应不超过 40dB(分贝)。这个指标的定义比较复杂,用户不一定清楚。一般说,在家庭环境中白天应基本听不到压缩机运行声。

噪声异常现象,大多数与安装和使用不当有关。例如,电冰箱安放不平稳,箱脚与地面虚接,管道震颤、零件松动都会产生振动和噪声。这些情况通过加固、隔离、衬垫等措施比较容易解决。

压缩机的异常噪声多数来自其内部。压缩机启动和停转时,由于受力突然,会发生较强的抖动,所以压缩机的机体是由三只弹簧悬吊(或支撑)在壳体内,以达到防振的目的。如果弹簧的弹力不均,机体在某一方向靠近机壳,在启动或停机时因抖动厉害而与机壳相撞,发出的撞击声。这种噪声,发生在压缩机的启动与停机时刻,正常运转后就会消失,一般称为“撞壳”。撞壳故障对压缩机功能没有大的影响,只要不是噪声大得不能忍受,压缩机可以继续使用,暂不作处理。

当机壳内的弹簧脱落或断裂,失去了防振作用时,只要压缩机运转,就会产生连续的强烈抖动和令人烦躁的噪声。这样的压缩机需要进行开壳修理。

## 二、压缩机开壳修理要点

### 1. 开壳的方法

首先按拆卸制冷系统的操作步骤,放出电冰箱制冷系统内的制冷剂,然后用气焊焊开压缩机壳上所接的吸气管与排气管,松去固定螺栓,最后将压缩机从机架上取下。

将取下的压缩机倒置,让压缩机内的冷冻油从吸气管接口处或工艺管接口处流出。为了了解冷冻油的加注量,最好将冷冻油倒在一个量杯中,机内冷冻油倒光后,记下量杯中的油量。压缩机修复后,按记录下的油量增加 10% ~ 15% 注入新的冷冻油。如果能查找到该压缩机的技术数据,则最好按规定注入量注入新的冷冻油。如果压缩机已经烧毁,排出的冷冻油若变为

棕黄色,则不能再使用;而对因机械故障开壳修理的压缩机冷冻油未被污染、变质的话,可用滤纸进行过滤后再使用。

冷冻油放尽后,即可为压缩机打开机壳。圆形机壳的压缩机可利用车床将其在结合部切开,异形的压缩机外壳夹在台虎钳上用手锯或砂轮机切割。压缩机上下壳体的接口有翻边对接和套接两种形式,如图 9-4 所示。对于翻边对接的机壳可以用砂轮磨掉焊缝,打开压缩机壳,注意不要过多地磨掉搭边,这样再装配时能仍有一定的余量。对套接的壳体,要从外面半个壳边缘开始车切或磨削,尽量保持多一点的残余子口。

图 9-4 压缩机壳体的焊接方式

不论用何种方法切割压缩机壳,都应注意切口不可进深,一可避免铁屑进入压缩机内部,二可避免因切口过深而损伤内部机件。切割机壳过程中,要始终注意保护压缩机接线柱,不能碰撞或强力弯扭它,造成四周的玻璃或陶瓷绝缘体破碎。

## 2 零部件拆卸与清洗

警示与强调:压缩机壳切开后,就要拆下部件进行清洗和维修。拆卸时应牢记各零部件的组合部位,必要时可用尖冲作出标记,以免装配时出现差错。

首先用尖冲冲开减振弹簧的 3 个固定点,卸下 3 个弹簧。有的压缩机(例如罗马尼亚生产的 ARCTIC CF0 4.5 型压缩机)减振弹簧,需用较大的平口螺丝刀卡住其弹簧上端,再逆时针旋转,才能将其从支撑座上旋出。重新安装减振弹簧时,仍要用平口螺丝刀伸入弹簧底部,卡住后顺时针旋转。将固定高压输出导管的螺栓和卡子松开后,将管子弯向机壳一侧,再将压缩机电机的内引线插头从插座上拔下,就可以将机体整个从机壳中取出了。有的压缩机内的高压输出导管的两端是焊接连接的,要用气焊焊开与机壳上高压排气管相连接的一端。用气焊时,应防止火焰烧坏电机绕组或机内其它部件。

修理压缩机机件时,将固定气缸盖和阀板的 4 个螺栓取下,即可拆下气缸盖、阀板及阀片和阀板纸垫,进行检修。对于滑管式压缩机,须将固定气缸体的 4 个螺钉取下,才能拆开缸体、滑管活塞和滑块,进行修理调整。

检修压缩机电机部分时,取下 4 个固定螺栓,电机定子即可拆出。日立电冰箱所用的 VCK101BR、VK1001AR 压缩机的电机定子,只有在拆卸掉转子后才能取下。

压缩机的拆卸应有目的地进行,原则上是哪个部分有故障就拆修哪个部分,切不可盲目地拆卸,以免人为地造成新的故障,给维修增加困难。

拆卸后的零部件应进行清洗,除电机定子外,其余的零部件都应全部浸泡在煤油中清洗 2 次~3 次。对于压缩机外壳内的铁屑、污垢,以及接线柱上的污物,也应清洗干净。拆下来的石棉垫不应再用,在安装时应更换新的密封垫。清洗中,应用钢锯片将沾在零件上的垫子残渣清除干净,以保证重装时的密封性能。清洗后的零部件应涂上一层冷冻油,再装进干净的塑料



袋里,防止沾上水气、杂物。

### 3 压缩机部件的组装

压缩机的组装,是其拆卸时程序的反向操作,一般分几个步骤进行。

#### (1) 安装曲轴、转子

先将曲轴涂上一层冷冻油,插入机架的曲轴安装孔内,然后将电机转子套入曲轴的下端,在轴末端套上一根较粗的铁管,夹在台钳上将曲轴压入转子的中心孔内。为防止装偏,在压入一定程度后应将转子和曲轴一起旋转一定角度后再压,直至装好为止。转子的轴向窜动量为 $0.3\text{ mm}$ 。装好曲轴与转子后,再将吸油嘴装在曲轴下端。

#### (2) 安装气缸体及活塞

检查活塞、气缸完好,分别涂上一层冷冻油。将活塞插入气缸内,用手掌将气缸的上端面封堵住,另一只手拉动活塞,当活塞被拉出一定距离后,封堵住气缸端面的手掌会感觉到有一定吸力,继续往外拉活塞时,所感觉到的吸力也越大。当拉活塞的手突然放松时,活塞会被气缸中的低压吸回去。这说明该活塞和气缸可以继续使用,若在拉动活塞的过程中,没有感觉到吸力或吸力很小,则说明活塞与气缸之间的配合间隙过大,不能继续使用。活塞与气缸的配合间隙一般为 $14\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 。

安装时,将活塞组件插入气缸,滑管较长的一端靠近低压腔,较短的一端靠近高压腔。在滑管中推入滑块。然后将滑块孔套在曲轴的小头上,最后用4个螺栓将气缸体固定在机架上。安装过程中,随时转动曲轴,滑块应在滑管中灵活运动。尤其活塞在上止点处不能碰撞阀板,否则应松动缸体的固定螺栓,调节缸体的位置。

为提高压缩机的排气效率,活塞在上止点时其端面与阀板的间隙越小越好,一般为 $40\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 。以转动曲轴时,活塞刚好不碰撞阀板为佳。

#### (3) 安装气阀

按拆下的方向,将气缸垫及吸气阀片装在阀板的低压侧一边。阀片上应沾上少许冷冻油,再将吸气阀片顶端轻轻往外掰一掰,使阀片顶端与阀板有 $0.2\text{ mm} \sim 0.3\text{ mm}$ 的间隙。这样在电机停止运转后,气缸中的剩余高压气体可从间隙泄出,以保证在下次启动瞬间,活塞上行时基本无气体压缩,减轻电动机的启动负荷。

将装好吸气阀片的阀板翻转,再装高压(排气)阀片、弹簧片、限位板等零件。固定排气阀片的螺钉一定要拧紧,并检查一下排气阀片是否将排气阀口关闭严密。最后将气缸盖盖上,用螺栓拧紧。注意气缸盖的上下方向不可弄错。

#### (4) 安装电机定子

电机定子多安装在机架的下面,用4个螺栓固定。螺栓应依对角逐渐拧紧。在紧固螺栓的同时应转动曲轴,检查定、转子之间是否有摩擦。也可用塞尺插入电机定、转子间隙,检查四周间隙是否均匀,其间隙一般为 $0.3\text{ mm} \sim 0.35\text{ mm}$ 。定子固定后,旋动曲轴应灵活无阻滞、摩擦现象。

#### (5) 安装减振弹簧

所有部件装好后,挂上减振弹簧。将机体放入机壳内固定好。将高压输出导管和电机引出线按原位置装好,高压输出导管接头处不得发生泄漏。最后注入适量冷冻油,以待进行压缩机修复后的性能试验。

### 4 修理后的检验

压缩机开壳修理后,必须在封焊之前进行检验,以判断压缩机故障是不是真正排除,确认

它是否仍能满足使用要求。

由于压缩机的开壳检修一般在专业修理店进行,为了全面检测压缩机的性能,最好准备一套压缩机检测试验装置。整个测试装置如图 9-5 所示,其中交流调压器的容量为 1 kV A,气压表的最大量程为 1.6 MPa ~ 2.4 MPa,排气罐容量为压缩机每小时理论排气量的千分之一。为了适用于不同规格的压缩机,排气罐可按较大的容量配置,检验测量较小的压缩机时,可注入一些冷冻油来调节其容量。这套装置可以检测压缩机多项性能好坏。

图 9-5 压缩机性能测试装置

(1)启动、运转试验

将压缩机在测试装置上固定好。空载试验时,压缩机的吸、排气口均不接仪表。接通电源后,压缩机应在 1s ~ 3s 内启动运转,启动电流在 5A 左右。压缩机正常运转后,其空载电流应在 0.8A ~ 1A 左右。

在上述试验连接的基础上,将压缩机的排气口接上排气罐,且将排气罐上的放气阀关闭。压缩机的吸气口不可堵住。接通电源后,压缩机开始工作。当排气罐上的气压表读数为 0.8 MPa ~ 0.9 MPa 时,电流表读数即为压缩机有负载的工作电流值。它应不超过电冰箱或压缩机铭牌标注的额定电流值。

断电停机后,调节放气阀使气压表读数停留在 0.3 MPa ~ 0.35 MPa。再为压缩机通电,在高压端有负载的情况下重新启动,这时测出的启动时间和启动电流,应与空载时所测得的数据相差不大。压缩机有负载时如果不能顺利启动,应检查启动绕组正反绕匝数,重新绕制下线。

不能通过负载试验的压缩机,使用后会很快烧坏。

(2)排气侧气密性试验

把吸气口敞开,排气侧如图 9-5 接上排气罐,且将放气阀关闭。启动压缩机,当气压表指示达到 1.5 MPa 时停机,用毛刷蘸冷冻油涂刷密封垫、缸盖螺栓、排气导管接头等可能发生泄漏的部位,如无泄漏气泡产生即为合格。

检验时,如果看到有气泡冒出,即有泄漏发生。应适当调整螺栓紧度,直至不产生气泡为止。调整后仍然漏气,可将铜垫片在油石上磨去毛刺再用火烧红,放入水中退火后,再安装。

(3)排气量试验

关闭排气罐上的放气阀。敞开吸气口,开动压缩机,使气压表指示达到 1.5 MPa。停机后观察气压表指示下降情况,功率 100 W 左右的压缩机,停机 5 min 后,气压表读数降低不超过 0.1 MPa 为合格。由于排气罐的容积不同,测量结果会有所不同,因此对相同型号的新压缩机最好能做对比测试。

(4)负载抽空试验

在吸气侧接上真空表,接通电源。压缩机运转后,通过调节放气阀使气压表指示在 1 MPa,此时吸气侧真空度应不高于 - 0.05 MPa。如果在封焊前进行此项试验,需要用临时端

盖将机壳密封。

上述各项试验,均是在空气中进行的,压缩机长时间运行会出现排气阀结炭或锈蚀,高压腔出现积水现象,故开机时间不能太长。

#### (5) 绝缘电阻的测试

用 500V 兆欧表测量压缩机电机对地的绝缘电阻,其阻值应不低于 2 M $\Omega$ 。

#### 5 封焊

压缩机通过测试后,可以进行修理的最后一步,将打开的壳体重新密闭封焊。

封焊前应对压缩机减震弹簧作最后调整,尽量使曲轴处于垂直位置。最好能盖上机壳后让压缩机启动运转,确认在启动与停机时壳内不发生撞击。否则,应对弹簧再进行调整。此外,电机引出线的内插头一定要插牢,以防止在以后的使用中抖动脱落,使压缩机修理前功尽弃。

机壳焊接时,既要保证焊缝有一定深度,又要尽量缩短焊接时间,防止压缩机过热。

封焊好的压缩机应注入氮气,氮气压力为 1 MPa。用肥皂水或洗涤灵将压缩机整个没入水中进行检漏,保证无泄漏点,否则进行补焊。然后,向压缩机内重新注入适量的冷冻油,注油量应按技术参数规定,或者按拆修时倒出的油量再增加 10% ~ 15%。

有条件的地方,还可对压缩机进行抽空干燥,以便将修理过程中侵入的残留水分最后清除。压缩机抽空干燥操作可按图 9-6 进行。抽空干燥时,同时对压缩机加热,利用真空泵抽排空气,以加速水分的蒸发和水气的排出。

图 9-6 压缩机的抽空、干燥

将压缩机置于干燥箱内,用软管将压缩机与箱外的真空泵联接。干燥箱升温至 120 ~ 130 $^{\circ}\text{C}$  后,抽空 2h ~ 3h,当真空度达到 1.3 kPa 以下时停止加热。真空泵停止后,向压缩机内充进压强为 0.03 MPa ~ 0.05 MPa 氮气。充氮气的目的是使压缩机内部有一定正压力,以免自然吸入外界潮气。压缩机冷却至室温时出箱,立即封口,以备后用。

最后,用黑漆将整个压缩机涂刷一遍,压缩机的修复工作就基本结束,可上机使用了。

### 三、压缩机机械故障的检修

#### 1. 阀片关闭不严

吸、排气阀片关闭不严,是往复式活塞式压缩机的常见故障。产生故障的原因除阀片材质不良、加工有缺陷外,制冷系统中残留水分和空气过多,或制冷系统中润滑油积留过多、排气温度过高导致阀片和阀口处结炭,加速了润滑油的变质和腐蚀,使阀片关闭不严。制冷系统中残留的杂质,滞留在阀口密封面上,更易使阀口和阀片受到损伤。

首先应卸掉缸盖,取下阀板及阀片。如果缸盖、阀板密封垫与气缸顶面粘得很紧,可用紫

铜棒轻轻敲击缸盖,使其松动,决不可损伤阀板。取下后,要细心测量活塞在上死点时,活塞顶面与气缸顶面的间隙和气缸顶面密封垫的厚度尺寸,并作好记录,以备再装配时能保证原有的余隙容积。注意检查气阀损伤的部位和损坏的程度,以便进一步消除导致气阀损伤的因素。

在维修中,若高压阀片与阀口吻合面之间有积炭引起漏气,则可折断钢锯片用刃口将积炭轻轻铲除干净,再用四氯化碳或汽油清洗,然后把阀片和阀板分别抛光。若是高压阀片磨损,造成其与阀板吻合不严,需将阀片与阀板分别精磨、抛光,直至吻合严密时为止。若高压阀片或低压阀片已破碎,则应更换压缩机生产厂家提供的同型新阀片。

应急处理时,阀片可以自制。剪一块厚度为 1 mm ~ 2 mm 的 T10 精轧薄钢片,在其正反两面都均匀地涂上一层石蜡。然后把旧阀片按在上面,沿着旧阀片的形状刮去边缘多余的石蜡,把钢片放在硝酸和盐酸混合制成的“王水”中进行腐蚀,将没有石蜡的部分腐蚀掉,即得到一块新阀片坯。用锉刀将坯片边缘加工整形后,把它在一块厚钢板上隔火加热至樱红色,即刻垂直放入 10 号机油中冷却淬火至蓝色,马上取出来放在两块已预先加热(但未烧红)的平整钢板之间,然后把它夹在台钳上让其慢慢冷却。钢板完全冷却后,取出阀片用手将阀片稍稍弯曲,如果松手后阀片能恢复原状,则表明新阀片基本上达到了原阀片的材质要求,具有一定的硬度及韧性。

热处理后的阀片还需研磨加工,才能装配使用。将 320 ~ 500 号研磨砂(凡尔砂),用水调合后均匀地涂在制好的阀片上,再将其夹在两块较厚的玻璃板间,用手按住上面的玻璃板做圆形对磨,直至所磨的阀片两面都平整、无缺损为止。接下去还要对阀片做精磨、抛光。将阀片上的研磨砂揩干净,将阀片夹在玻璃板之间作圆形对磨,对磨的圈子应逐渐缩小,直至阀片磨亮为止。用氧化铬抛光剂将阀片放在砂纸皮的光面上做推拉式对磨,直磨到阀片光亮似镜。

将新换的阀片装入原压缩机,注入冷冻油后开动压缩机,让其空载运行 3h ~ 4h,以便使阀片与阀板进行磨合,保证其吻合严密。

## 2 气缸垫击穿

气缸垫片用石棉丁腈橡胶板制成,如果材质不好或者压缩机中出现异常高压,垫片的最窄处最容易被击穿,压缩机即失去排气能力。

应更换新的气缸密封垫片,若无标准备件配用,决不能以普通橡胶石棉垫片代替。普通石棉垫片经过冷冻油和制冷剂的长时间浸泡会发软失效。若找不到石棉丁腈橡胶板,则可用红纸板制作垫片。

制作垫片材料的厚度,一定要与原垫片相同,制成的垫片边角不能有毛刺,且在使用前应在润滑油中浸泡数小时,以保证上机后能密封良好。

## 3. 压缩机卡死

方法和技巧:卡死的压缩机,如果不能用振动、强力启动等办法解决,情况一定比较严重。开壳后,将电机定子卸下来,再把机架放入煤油中浸泡一定时间,最后用榔头垫上木块在轴的端面或平衡块上轻轻敲击。看到卡死的部位稍有松动时,即可用煤油调研磨砂涂于松动处,等它渗入后,继续来回轻轻敲击,使研磨砂逐渐进入摩擦面,最后使之完全松动。最后,再拆下零件,擦除污层并清洗干净,再重新涂上冷冻油。

如果经浸泡、敲击后仍无松动迹象,可将机件放入干燥箱中加热,温度控制在 140℃ 左右。机件加热后,由于内外的膨胀差会使咬紧部位增大间隙。加热后再经浸泡、敲击,使卡死部位松动,然后拆下零件,逐个清洗。

活塞、气缸或主轴等由于卡死而造成局部损伤时,可用细油石将毛刺、划痕等凸出部分磨

光即可,但决不可整个磨光,以保证有合理的配合间隙。不正确的研磨只会严重地破坏配合精度,而造成零部件的过度磨损,缩短零部件的使用寿命。

排除活塞卡缸故障时,经处理后稍有松动后,决不可扭转活塞,否则会导致活塞外圆和气缸内壁出现螺旋状拉丝。当活塞和气缸上有沿轴向的贯通划痕时,则不能继续使用,须更换新件。

电机的转子与定子发生摩擦时,可松掉紧固螺栓后取下电机定子,将电机定、转子表面拉毛处仔细清除干净。重新组装时,用塞尺检测定、转子之间的间隙,使四周保持一致,最后将定子紧固后,应不会再摩擦。

#### 4. 润滑失效

全封闭压缩机多采用离心式油泵,在曲轴的下端装有离心式吸油管或供油叶片。吸油管中心与曲轴的旋转中心不一致,或供油叶片损坏,会造成供油不足,甚至不供油,使压缩机润滑系统失效。

电机运转正常,但油槽内无油喷出,故障多数是由机壳内的污物或焊接机壳和管路时形成的沉淀物被吸入管路所致。查出油路堵塞处,疏通后使其保持通畅,故障即可排除。必要时可更换压缩机冷冻油。

如果油路畅通而供油不足,故障原因多为机件磨损。磨损使曲柄销与滑块的间隙增大,油路的密封性变差,致使供油量减少。

润滑不良会使压缩机温升加快,如不及时进行处理,将最终导致压缩机卡死。解决的方法是拔下油嘴,在油嘴里插入一块厚 0.1 mm 的铜舌片,供油情况会有所好转。若不能解决,就应更换零件。

有的压缩机在修理电机绕组后,出现不上油故障,这是电机旋转方向错误造成的。曲轴逆时针旋转时不上油,顺时针旋转就能上油。解决的方法是调换电机的绕组接线,把电机的旋转方向纠正过来。

#### 5 其它机械故障

排除压缩机的机械故障,应该举一反三,针对具体情况进行。

压缩机的高压内输气管断裂,则应视其断裂的部位,去掉断头重新焊接,或更换同规格高压内输气管,或用稍大的铜管套焊断头即可解决。

机内减震弹簧断裂,则应更换同规格的弹簧。若是机内减震弹簧脱落,则应找出其脱落的原因,加以解决后,再重新固定。如果是机壳上的弹簧座脱落,则必须先将压缩机体从机壳内取出,在原来位置将弹簧座焊好,重新固定机体。如果弹簧座断裂,则需先将残留的弹簧座铲除干净,用相同的弹簧座固定在原位置。

滑管式压缩机有时出现“顶缸”现象,这主要是由于缸体固定螺钉松动,当活塞运动到上死点时,便可能撞击阀板。严重时活塞无法达到上死点,压缩机停转。修理时,只需松动缸体的固定螺钉,将缸体外移一定距离,使活塞能达到上死点,且不与阀板相撞,保持合理的余隙容积,再紧固螺钉即可。

### 四、压缩机电机故障的检修

压缩机电机常见故障为线圈短路、断路,启动绕组烧坏,或者是绝缘受到破坏造成的绕组与铁心短路等。

检修时,必须将电机定子从机体上取下。先在定子和机座上作出方位标记,以防重装时弄

错。一般松开 4 个固定螺钉,就能将定子从机体上方便地取下。

如果电机只是启动绕组的某一个小圈漆包线烧坏,可以只拆出绕组中的这一小圈,用同规格的漆包线,按所测得的数据重绕后更换,更换时注意绕组的绕向。如果只是少数的几匝或十余匝线圈在同一点上被烧断,其它部分的漆包线又未损坏,可找出断线各自的头与尾,然后用相同的漆包线将这些部分的头与尾相串联,形成一个完整的绕组。注意接头处禁止使用黄蜡管、普通塑料管和普通绝缘胶布包裹。在压缩机内,这些材料经冷冻油的浸泡,绝缘性能会降低甚至失效,造成绕组的重新短路。

方法和技巧:有的压缩机只是启动绕组与运行绕组之间有短路,而两个绕组本身并没有损坏。这时只要去掉绑扎线,在用万用表检测两绕组总阻值的同时,掰松启动绕组,当掰到某一处时两绕组的总阻值正常了,那么短路点就在此处。修理时,在两绕组之间加入聚胺酯薄膜青壳纸作绝缘,然后扎紧线圈。检查两绕组的阻值和绝缘电阻均正常,这样的电机定子就可装机试验了。

电机绕组严重烧损,或者槽绝缘受到严重破坏时,就只能将定子绕组全部拆除后重新绕制。电机绕组重绕的步骤如下。

#### (1) 拆线圈

警示与强调:记下出线位置,这是决定电机正、反转的关键。有了记录,电机修复后也不致因出线位置偏差而致使电机引出线长度不足。如果手头没有所拆电机绕组的技术数据,则在拆线圈时应完整地保留运行绕组、启动绕组各一组,分别数出每个线圈的匝数和每组绕组的总匝数,并用外径千分尺测量运行绕组和启动绕组所用导线的线径。拆线时还应记下每个线圈的节距,同时还应记下接头连接和两个绕组的相互排列位置。

在拆线圈时,特别要注意启动绕组中的反绕部分(即先正绕一定圈数后,再反方向绕制若干圈,然后再正绕剩余部分)。反绕线圈是为了增加电动机的启动转矩,减小其启动电流。如果将反绕部分的匝数也按正向绕制,将会影响电机的启动性能。但也不是所有电机都有反向绕组。因此,在拆线时切不可为了方便而将绕组端部剪断,抽出绕组后再查匝数,这样做会弄不清是否有反向绕组或把反向绕组的匝数数错。

#### (2) 清洁定子铁心

定子绕组拆出后,应将铁心上的毛刺打掉,并用折断的钢锯片将残留的漆膜和残渣清理干净。禁止用明火烘烤的方法去除定子漆膜,那样会使定子退火,性能变坏。

#### (3) 槽绝缘的准备

采用 0.5 mm 厚的聚胺酯复合青壳纸作为槽绝缘材料。裁切宽度为定子槽周长,长度较铁心的叠厚长 15 mm ~ 20 mm,将槽绝缘两头伸出的部分叠成双层放置,以防止下线时绝缘材料发生窜动。

#### (4) 线圈的绕制

线圈绕制前,要先按照拆线时所记录的运行绕组和启动绕组线圈的尺寸,用木板、绝缘压缩板等材料做出绕线模板。不同的压缩机,由于叠厚和跨距不相同,绕线模板尺寸也不相同。现在市场上有大小可调节变换的绕线模板,适合修理量较大的专业部门使用。

根据拆线时所记录的数据选取线径,按记录的匝数分别绕制启动绕组和运行绕组。启动绕组或运行绕组都可分别采用联绕或每级线圈分别绕的方法。所谓的联绕,就是一次将整个运行绕组(或启动绕组)的 10 个(或 8 个)线圈全部绕出,中间无接头。这种绕制方法是从最小圈开始绕起,中间经过 2 个大圈,最后以绕好另一个最小圈结束。分级绕就是每次只绕整个绕

组的一半,从最小圈开始绕起,到绕完一个大圈结束。嵌线后再将两级线圈串联从而形成一个完整的绕组,这样作中间就出现了接头,应采取绝缘措施。

绕制线圈时,漆包线要均匀排列,不要交叉叠置。绕制启动绕组时,若原绕组中有反向线圈,要注意按原数据绕制,不得随意增加和减少。绕好每一槽线圈后,应用棉线将线圈扎好后再脱去模板,以防止线圈散乱。

#### (5) 嵌线

嵌线亦称下线,即将绕好的线圈按规定位置嵌入定子槽里面。嵌线时应先放好槽绝缘,并根据电机绕组拆线时所作的标识,确定定子的上下前后和出线位置。嵌线应先嵌运行绕组,后嵌启动绕组。在运行绕组嵌线的过程中,先下最小线圈,然后依次下次小线圈、小线圈、中线圈,最后下大线圈。嵌完一级线圈后,再按上述顺序嵌运行绕组的另一极。运行绕组嵌完后,在与运行绕组空间角度相差  $90^\circ$  的地方再嵌启动绕组线圈,嵌线的顺序与嵌运行绕组线圈时相同。

嵌线过程中应格外小心,最好用绝缘纸衬在铁心槽口,以免铁心划破漆包线,防止槽口刮破导线的绝缘漆皮而留下隐患。嵌线时切不可用有锐角的金属压板,而且要注意将每根导线都确实放入槽绝缘所包围的空间里。每嵌好一圈线,都要进行大致的整形,以免最后整形时困难。若在一个槽内既嵌有运行绕组的线圈,又嵌有启动绕组的线圈,则运行绕组的线圈先进槽压在下面,启动绕组线圈在上面,两个线圈之间一定要绝缘,这种绕组间的绝缘最好采用整体绝缘。槽中线圈与绝缘位置状况如图 9-7 所示。

图 9-7 定子槽中的线圈与绝缘层

绕组线圈全部嵌完后,用压线器将线圈压紧,再插入槽楔,使线圈在槽内无松动现象。最后对绕组线圈的端部整形、绑扎固定。绕组整形后不可伸出过高,防止与机架搭铁短路。

线圈经过整理后应进行简单测量,用万用表确认运行绕组和启动绕组的直流电阻值基本符合要求。接着用 500 V 兆欧表分别检查两个绕组的对地绝缘电阻,应不低于  $2\text{ M}\Omega$ ,若有问题,应找出绝缘不良处并加以处理。

绕组的各接头要用锡焊。引出线要用 E 级绝缘的电机专用引出线,不能用黄蜡管、普通塑料管和纱包线,引出线应有一定的松弛度,但不能与壳体相碰。

方法和技巧:压缩机电机的正、反转是由电机绕组的接线所决定的。厂家为直观起见,也有用电机引出线位置来区分的。从绕组上端出线的一般为反转接头,从绕组下端出线的为正转接头。重绕时应按原出线位置引线。

方法和技巧:若对电机绕线、嵌线、接线不熟练,电机绕组嵌完线后可暂不绑扎,先做电机转向试验。其方法是用  $\phi 64\text{ mm}$  铜线做一个直径为  $1\text{ cm}$  的闭合小铜环,铜环周围用棉线缠起来,然后用一根细棉线将其吊在定子中间。把运行绕组和启动绕组的出头并联,线端接通  $110\text{ V}$  交流电源。在通电的瞬间(通电时间不要超过  $5\text{ s}$ ),若小铜环顺时针转,则代表电动机正转;若铜环逆时针转则代表电机反转。如果电机的运转方向与原来

的旋转方向不符,只要将启动绕组的两个线头对调一下,即可变换电机的转向。

表 9-3 列出一组适合于修理 93 W 压缩机 2 极电机的通用绕组数据。无论是对国产的,还是丹麦、日本进口的 93 W 压缩机的电机,都可参照此数据修理。经一些修理部多年使用,效果较好。表中启动线圈大圈中的“ + ”为顺绕,“ - ”为反绕,未标注的均为顺绕。

表 9-3 93 W 压缩机 2 极电机通用绕组数据

电机形式	运行绕组						启动绕组					
	匝数	线径 / m m	分布				匝数	线径 / m m	分布			
			次小	小	中	大			次小	小	中	大
电阻分相式	2 × 375	0. 64	82	83	105	105	2 × 215	0. 35	28	39	43	+ 80 - 25
电容启动式	2 × 375	0. 64	82	83	105	105	2 × 210	0. 35	33	34	48	95

注:电容启动式电机的启动电容直流耐压 400 V,电容量 75μF。

第二节 制冷系统内漏检修

目前,采用新式箱型的电冰箱,冷凝器、蒸发器、门除露管及毛细管都以内置形式安装,将它们隐藏到电冰箱箱体内部。这种“平背式”箱型外表当然很美观,可是一旦内置部件发生制冷剂泄漏故障(俗称“内漏”),检查修理就比较复杂了。鉴于设备、技术条件等因素,电冰箱修理员对内漏故障处理方法上也各有不同。

以下修复电冰箱内漏故障的方法,可以使冷冻室达到原设计星级温度 - 18 左右,冷藏室可控制在 0 ~ 10 之间,而且还具有以下优点:(1)适应性广,易操作掌握,能节约维修费用;(2)无需剖开箱体,能保持外观如初;(3)能避免取出蒸发器或冷凝器时,破坏保温层,可保证原有的保温性能;(4)无需采用效率低且成本高的手工发泡材料。

一、蒸发器内漏的检修

一些老式型号的电冰箱,采用吹胀式铝蒸发器。一旦发生蒸发器内漏故障,就表明铝管强度已经变弱,或局部被腐蚀损伤。这样的蒸发器用补焊、胶粘等修理方法难以奏效,即使能勉强修好,也只能作为应急处理,凑合着使用,过不了多少时间,电冰箱又会损坏。所以遇到蒸发器穿孔故障,常用的办法是将损坏的蒸发器整个废除,另接管路接入新蒸发器。为了安装方便,损坏的旧蒸发器并不拆除,而是用它作为骨架,新蒸发器附着在它上面,或嵌入在里面,所以这种蒸发器的修理方法被称为“嵌入法”。近年来,市场上已有各种规格的蒸发器成品配件,专供修理替代使用,给用“嵌入法”修理蒸发器穿孔故障创造了方便条件。实际修理中,遇到主蒸发器自然穿孔,最好连同副蒸发器的铝通道一起废除,一并嵌入新蒸发器,彻底排除故障。

1. 嵌入蒸发器的选择

如果用制冷原理与数学方法计算新蒸发器的面积与结构,以求与电冰箱制冷系统匹配,将是非常复杂的,难为修理员所掌握。实际上,检修中常用的办法是参考同类容积的冷冻、冷藏室明装主、副蒸发器的大小、结构方式,决定新蒸发器的规格。

(1)自绕蒸发器

这种方法是在损坏的蒸发器内壁上,用紫铜管另盘绕成新管路,管路直接贴压在冷冻室或



冷藏室原蒸发器壁面上,做成新蒸发器。这种方法做成的蒸发器,既节约板材,扩大使用空间,又有利成形和检修。

方法和技巧:自绕蒸发器的管长、管径,可以与原电冰箱蒸发器比较后确定,也可按经验选配。一般总容积 180L 左右(BCD-180 型)的普通电冰箱,冷冻室主蒸发器可采用直径 8mm,长 6m~9m 的紫铜管制作,冷藏室副蒸发器可用同样直径的紫铜管 2m~3m 做成。紫铜管用弯管器弯曲成如图 9-8 所示形状。紫铜管头、尾根据连接间距可适当延长 50cm 左右,以便胀管对焊连接。

图 9-8 紫铜管盘绕的蒸发器

自绕蒸发器用金属板压紧固定在旧蒸发器上,由于旧蒸发器已经不用,可以在上面任意部位打孔。

#### (2)成品嵌入蒸发器

近年来有些厂家专门生产不同尺寸的蒸发器成品,以满足各种型号电冰箱的内置式蒸发器泄漏修理时配套使用。常见的成品嵌入蒸发器有两种:一种是用 8mm 紫铜管绕制在金属外壳上的三壁型主蒸发器;另一种是吹胀式铝板管状蒸发器。可根据冷冻室实际大小,在修理时再整体弯折成所需形状,嵌入冷冻室上端固定使用。也有的蒸发器用铜管绕制在长方形金属板片上作为副蒸发器配件。

#### 2 新增毛细管的选择

有些电冰箱中,蒸发器与毛细管连接处在管路暴露处,或藏在背箱板活动盖板内,这种情况下嵌入新蒸发器后,原毛细管仍可利用。但多数电冰箱中,因毛细管与蒸发器一起内藏安装,为了避免切開箱体,一般采用将原毛细管和回气管一同废除,在嵌入蒸发器的同时装入新毛细管,这样做既省事又不破開箱体,简单实用。

警示与强调:新装毛细管的粗细、长短最好和原有的相同,可以保证制冷系统性能参数不变。如果材料不凑手,那么可以根据下面的原则选择更换:如果新毛细管直径较细,使用长度要适当缩短;如果新毛细管直径较粗,使用长度要适当增加。

#### 3 组合与焊接

新蒸发器嵌入后,组合焊接时应尊重电冰箱的原设计流程,尤其是双回路制冷系统两支毛细管与主、副蒸发器不能接错。单回路系统,最好按原系统制冷剂流向焊接。

##### (1)打孔和穿管

先将冷冻室与冷藏室蒸发器对应的头尾管处,打透两个 10mm 的孔,将主蒸发器头尾管分别穿入,然后再将冷藏室底部内侧对应压缩机回气管端打透一个 12mm 的孔,将已选好的毛细管和回气管一起穿入,即可进行焊接。

##### (2)连焊

单回路系统电冰箱,制冷剂经毛细管先进入主蒸发器,再进入副蒸发器,被压缩机吸回。

换新蒸发器后的连焊操作是毛细管一端与主蒸发一端焊接;主蒸发器另一端与副蒸发器一端焊接;副蒸发器另一端与回气管一端焊接;回气管出箱体另一端与压缩机已废除的吸气管端焊接。

剩余出箱体另一端毛细管暂不与干燥过滤器焊接。从修理阀充入制冷剂气体,压力控制为 0.15 MPa,验证毛细管是否有焊堵的地方,也可以利用此压力对焊接处用肥皂水检漏。如果排气正常,即可与过滤器对焊后进行试压。

#### (4) 试压、抽空、充制冷剂

将主、副蒸发器、毛细管、回气管、过滤器全部连焊试漏后,再从工艺管修理阀充入压力 1.2 MPa 的氮气。经 24h 保压试验,同温下压力不下降,则证明保压合格。再用木螺钉或金属卡对主、副蒸发器整形固定,放出氮气后抽空。抽空合格后,即可充注制冷剂,嵌入蒸发器,修复内漏故障全部完成。

### 二、冷凝器内漏的检修

电冰箱的内置式冷凝器是安装在箱体外板内侧,通过金属箱体外板散热。不同型号的电冰箱内置式冷凝器有的设置在箱体左右,有的设置在箱体后侧。当确定冷凝器发生通道穿孔,出现内漏故障时,因安装位置所限,焊接和更换都无法进行。这样的电冰箱如果超过了保修期,不能退回厂家更换,一般采用改装外置式冷凝器的方法进行修复,将原冷凝器弃用,找一个与该电冰箱蒸发器匹配的冷凝器,装在箱体背后。

#### 1. 外置式冷凝器的选择

目前市场上外置式冷凝器成品较多,其结构形式常与电冰箱外置式丝管式冷凝器相似,只是换热面积尺寸不同。修理换用时,可以参考容积大小相近的电冰箱采用的外置冷凝器面积选择,但要与安装固定部位尺寸相符。也可以采用尺寸相近的成品冷凝器使用,例如东芝 R-204 型电冰箱内置式冷凝器损坏后,配用北京雪花 BC-155 型电冰箱的冷凝器,效果良好,也较美观。

#### 2 组合与连焊

外置式冷凝器选型固定后,其连焊部位要区别对待。电冰箱中,冷凝器作为放热部件,其散发的热量占 50 % 左右,连焊时应将新装冷凝器的上端管与进液端连接,下端管与出液端相接。

#### 3 试压、检漏

对冷凝器改装连焊后,从工艺管连接的修理阀中,充入制冷剂气体,将压力控制在 0.15 MPa 左右。用肥皂水对焊口检漏,如无泄漏,再启动压缩机运行 1s,停机后若压力回升至原位,即验证系统无焊堵,即可抽空充冷。

### 三、门除露管内漏的检修

电冰箱的门除露管,均贴压固定在箱门板四周内壁上。它既能扩大冷凝器散热,又能防止门缝结露,利于箱门开启。由于除露管敷设在箱门板内,很容易在使用中变形,或震动损伤。实际修理中,电冰箱高压侧泄漏故障,约有 80 % 以上发生在门除露管内。

电冰箱中,门除露管散发的热量一般占放热部件的 33 %,所以门除露管出现泄漏后,不能将它废弃,而应在其它部位另外改装加入同长度、同内径的管段,作为弥补。通常,可以用一根直径 5 mm,长 4 m 左右的紫铜管,悬设在冷凝器附近适当位置。这样,门除露管的防结露功

能虽然不能恢复,但电冰箱冷凝系统的整体状况仍能保持不变,不会影响制冷效果和压缩机的使用寿命。

#### 四、电冰箱的开背修理

电冰箱箱体内部的管道泄漏,是修理中的难题。如果泄漏点出在蒸发器或冷凝器处,可以如前所述,用整体替换改装的办法处理,但当泄漏点在箱体内的连通管道上时,就只能破开电冰箱箱壁,查找到漏点封堵处理后,再设法恢复电冰箱箱体外观。这种修理办法称为“开背”,可以说“开背”是电冰箱修理的最后手段。

单门电冰箱是不需要开背修理的,因为它没有任何管道埋设在箱体内,制冷系统的每一个部件,包括蒸发器和冷凝器、毛细管等,都能比较方便地拆卸和分解。如果出现泄漏,每一个部件都能设法进行修补或更换,使故障得以排除。双门电冰箱,尤其是直冷式双门电冰箱则不然,它的内藏式冷凝器、蒸发器、毛细管和回气管都不便与箱体分离,且多埋在箱体的隔热材料内或被隔热材料所包围,如果出现泄漏,不易更换和维修。这时,如果没有条件更换新的箱体,就只能对电冰箱开背修理。

电冰箱的制冷系统分为高压部分和低压部分。高压部分包括主冷凝器、除露加热管和蒸发器加热管三大部分。采用内藏式冷凝器的直冷式电冰箱,主冷凝器和除露加热管都在箱体内。制冷系统的低压部分主要包括冷冻室蒸发器、冷藏室蒸发器、毛细管和回气管几个部分,这些部件的大部分都被隔热材料所包围或固定,在箱体外面是看不到的。上述的这些部件及它们之间的连接处,都有泄漏的可能。

##### 1. 确定箱体破开部位

关注与重点:电冰箱的管路泄漏,多发生在管道的接头处,尤其是毛细管与蒸发器的接头处,主、副蒸发器的连接处和蒸发器与回气管的连接处,以及其间的铜—铝接头处。这些接头大多都在电冰箱箱体的隔热层中,要检查这些隔热层中的接头,必须去掉或部分割开电冰箱的后盖板,按所在位置挖掉隔热层,才能作进一步检查。

图 9-9 所示是东芝电冰箱制冷系统的管路走向,从图中可以看到它的冷凝器结构、蒸发器、毛细管和回气管的接头,以及主、副蒸发器间的接头均藏于箱体内。当确认低压部分发生泄漏,而检查电冰箱的外露部分(包括冷藏室蒸发器)又没有泄漏时,就可决定进行开背检修。

图 9-9 东芝电冰箱制冷系统管路位置

首先,将电冰箱内的物品(包括隔架、果菜盒、玻璃等)全部取出。在地上铺上毯子或软垫,再把电冰箱放倒在地上。注意不要刮伤电冰箱的门。

用平口螺丝刀撬开电冰箱背板下部后,用钳子夹住背板,慢慢将它从箱体上剥离。操作时要尽量保持后背板的平整,避免出现撕裂、折皱,便于最后恢复箱体外表美观。箱体背板剥下后,露出箱内的绝缘隔热材料。接着按电冰箱的具体型号和掌握的资料,挖开绝缘隔热材料,露出位于箱体后部的蒸发器入口和出口部位。如图 9-10 中的阴影部分,即东芝 GR-234、GR-235、GR-264、GR-265 型电冰箱应挖开的部位。挖开隔热层的过程中特别注意不要碰伤了埋在隔热层中的导线、导管。为了检查方便,还应取下缠在管道上的管道加热器。

图 9-10 东芝电冰箱应挖开的部位

电冰箱后背板整体取下剥离,是难度较大的工作,很容易将其弄皱或弄坏。在一般的修理部中,没有后背板备件的话,通常不取整个后背板,而只是在管道漏点可疑处对应位置将背板铁皮破开,然后再慢慢挖出隔热材料。

有的电冰箱生产时,已经考虑到了开背修理的需要,把主、副蒸发器的接头、毛细管、回气管与蒸发器的接头都集中到了箱体后背中上部约 13cm × 35cm 的范围内,且在电冰箱的后背板上打上了凹形印记。图 9-11 所示是将军 ER-17 型双门直冷式电冰箱的管路分布情况。当确认为低压部分内部泄漏时,可按所打印记割开后背铁皮,挖去隔热材料后进行检查和维修。

图 9-11 将军 ER-17 电冰箱的管路分布

吉林生产的吉诺尔 BCD-170 型双门电冰箱与重庆生产的将军 ER-17 型电冰箱内部管路基本相同,也采用这种结构形式,当出现低压部分内部泄漏时,也可用同样的方法对其进行开

背修理。

## 2 修补泄漏点

方法和技巧:被怀疑发生泄漏的管道或管接头暴露出来后,应再用浓肥皂液确认泄漏点的位置。查到泄漏点后,将泄漏点部位及其周围管子的表面加以清洁,并用胶粘剂进行修补。若漏点不大。可抽空使管内保持一定负压,漏点涂上胶粘剂后,能在漏点形成铆钉状栓体,形成良好的堵漏效果。漏点较大时,管路中不能有负压,切不可对系统抽空,以防粘接剂从漏洞进入管道造成堵塞。这时应在胶粘剂中掺进一点棉花,将胶粘剂塞进漏点。待胶粘剂固化后,再做第二次胶粘堵漏。堵漏完成后,要进行一次试压,气压应不超过 $0.6\text{ MPa}$ ,以防止粘接处破裂。当确认泄漏排除后,更换干燥过滤器,将制冷系统连成一体,再进行抽空,充注制冷剂,进行试机。

有些型号的电冰箱,除了管道接头可能泄漏外,因冷冻室排水不畅,化霜水进入隔热发泡材料后造成铝管腐蚀穿孔,也是泄漏的原因之一。电冰箱既然已打开了后背,那么除了查堵漏点外,对暴露出来的管道也应进行检查。如果发现有锈蚀的凹坑,应在除锈清洁后涂上胶粘剂,消除形成漏点的隐患。

## 3 填充、封补箱体

制冷系统的管路修补之后,确认不再泄漏后,试机制冷效果正常,即可对开背的电冰箱进行恢复。在充填隔热材料前,应用粘带将管道加热器缠在原来位置。然后在箱体中进行重新发泡或用其它隔热材料充填。注意在发泡时不要让发泡材料堵塞电冰箱侧板的槽。

最后,去除多余的发泡材料,用硅密封胶注入电冰箱侧板的槽中,在与后背板相接的隔热材料上也涂敷硅密封胶,然后将后背板从上部开始插入,并安装好。至此全部工作结束。

如果不是换整张后背板,而只是在电冰箱背部开了口子,经试压确认泄漏已经排除后,即可将原发泡物或另找隔热材料充填回去,再用一块比所割去范围稍大的铁皮覆盖在原来的位置上,用自攻螺钉固定即可。

## 4 开背修理的注意事项

警示与强调:电冰箱的开背修理,是电冰箱发生泄漏后所能采取的最后办法,在决定采用此方法修理之前,必须慎重考虑。首先在判断上不能有误。检查时,在排除外部接点和管道泄漏的可能后,还应考虑修理阀和压力表泄漏的可能性。最好是经过两次或三次试压后再作出这样的决定。另一方面,由于修理效果好坏与开背部位是否准确有很大关系,所以电冰箱修理员应在平时注意多收集有关资料,尤其是各种型号电冰箱内部管路敷设位置情况的图纸、资料,在维修实践中是非常有用的。

修理部接修的电冰箱,要开背修理的话,必须事先征得用户的同意,并向用户讲明开背修理的大致方法与可能出现的结果。要实事求是地向用户说明开背后仍修不好的可能性。不经详细说明和取得用户同意,而冒然动手开背,由于破坏了电冰箱的外观,即使恢复了电冰箱的制冷能力,仍有可能得不到用户的认同,以致陷入被动境地。

开背检修电冰箱,对工艺要求较高。修理员应仔细、认真地检查和操作。例如,开背后在接头及其附近管道未发现泄漏,就应将冷冻室蒸发器和冷藏室蒸发器的接头处分开,分别对两个蒸发器进行试压检漏,以便缩小故障范围;在焊接时,应用较厚的钢板挡住隔热层,更不要烧坏了电冰箱内胆。

在开背的过程中,切不可开始就把洞弄得过大。应找准焊点,先小后大地进行,以防止最后发生难以复原的事故。修理结束后,在封盖所开的板洞时,应将铁皮加工好,尽可能补得方

正、漂亮一些,把损坏的程度降到最低。

### 第三节 电子温控器的检修

近年来生产的新型电冰箱中,不少使用了电子温控器。它与机械式温控器相比,虽然成本较高,但工作更稳定、控制温度更准确,使用寿命也更长。电子温控器中使用了大量的电子元件,由于对电子电路比较生疏,一些修理员对它望而生畏,检修中常采用整板替换的办法,增加了修理成本。其实,下功夫学一些电子元件和电子电路知识,积累经验后,电子温控器的常见故障也是容易排除的。

#### 一、认识几种电子元件

##### 1. 电阻

电阻是各种电器中使用最多的元件,在电路中起限制电流或分配电压的作用,它们在各种电器中被普遍使用。

常用的电阻按其构造的不同,可分为碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等;按其性能又可分为固定电阻、可变电阻、光敏电阻、热敏电阻等。固定电阻的阻值不能改变,在各种电路里使用最多;可变电阻也称电位器,它的阻值可以调节改变,常用在需要调节和控制的电路中;光敏电阻、热敏电阻、湿敏电阻、压敏电阻等都是阻值随环境变化的“敏感元件”,常用在环境探测和自动控制电路中。电冰箱的电子温控器中,就要使用阻值随环境温度而明显变化的热敏电阻,来作为控制电路的“温度探头”(温度传感器)。

图 9-12 是几种常用电阻图形符号,旁边标注的是常用的代表字母,在不同的电器中,元件的代表字母会有不同。

图 9-12 几种电阻的图形符号

电器中使用的电阻表面印着一些字母和数字,标注出它的电气参数,主要是类型、阻值、额定功率和误差等级。电阻的阻值大小单位是“欧姆”,用希腊字母“ $\Omega$ ”表示。常用的电阻单位还有千欧(k)、兆欧(M)等。例如,电阻表面印着的“33”表示 0.33;“2K2”表示 2.2k。电阻的参数还常用色环表示,就是在电阻表面画上不同颜色的色环,来表示它的阻值和允许误差。电路图中,电阻的阻值用数字写在符号旁边,如果不写单位则以  $\Omega$  为单位,否则要写上 k、M。

电阻的额定功率是它允许长时间通电而不损坏的最大耗电功率。大功率电阻的额定功率在表面标注,例如电阻表面有“4W”字样,表明它的额定功率是 4 瓦。一般小功率电阻的额定功率可以从它的颜色和体积大小判断,例如直径 1mm、长 1cm 的淡黄色或蓝色碳膜电阻的功率为 1/8W;同样大小的红色金属膜电阻的功率是 1/4W。同一种类的电阻体积越大,额定功

率也越大。线绕电阻常是大功率电阻。电路图中,电阻的功率常与阻值相随,写在图形符号旁边,有时也写在图形符号里面。

2 电容

电容也是电器中最常用的元件。任何电容的基本构造都是两片距离接近但相互绝缘的极板。电容的两极加上电压时,两片极板上分别带上不同极性的电荷。两极电压消失后,由于两片极板距离很小,异性电荷间又有相互吸引力,所以电荷仍然能保留在极板上。这是电容的基本特性。

图 9-13 是几种常用电容的外形和电路图形符号。电路图中,电容常用字母 C 代表。

图 9-13 常用电容的外形和电路符号

电容的主要参数是电容量和耐压值。电容量的基本单位是“法拉”,简称“法”,常用字母 F 表示。法拉这个单位很大,常用的单位是微法(μF)、皮法(pF)等。各单位间的换算关系是:

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F}; \quad 1\mu\text{F} = 10^6 \text{pF}; \quad 1\text{F} = 10^{12} \text{pF}$$

电容的容量、耐压值以及允许误差也用一定的方法标注在元件的表面,常用的有直标法、文字符号法、色环法等。

在电路图上,电容的容量常常标注在符号近旁。如果标注的容量只有数字,没有标出单位,那么习惯上如果数字有小数点,其单位为 μF ;数字为整数,则单位是 pF 。例如 30.0 表示 30μF,300 则表示 300pF 。

电冰箱中,不同部位使用的电容种类也不同,它们的体积、重量、外形差别很大。例如,电子电路上的小电容像一粒米,而压缩机的启动电容就有手电电池大小。电容使用时,它的容量、耐压、种类都要符合要求,尤其要注意用在交流电路里的无极性大容量电容不能用电解电容代替。

我们知道,电容的两个极板是绝缘的,所以在电容两端加直流电压时,电路中只有在电容充电的很短时间里才有电流。充电结束后,电路中不再有电流存在。所以说电容能隔断直流电流。

电容两端加上交流电压时,由于电容两极的电压极性也随电源电压极性一齐变化,它不断被充电 放电 反向充电 反向放电。这样电路中有与电源频率相同的交流电流存在,好像电容起到了导通交流电的作用。所以,人们常通俗的说电路中的电容能“隔直通交”。电容虽

然能导通交流电,但也对交流电有阻碍作用。这种阻碍作用叫做“容抗”。容抗的大小与电容量成正比;与所通过交流电的频率成反比。

### 3 变压器

在同一个铁心或磁心上,绕两个(或几个)线圈,就组成一个变压器。习惯上将输入电流或信号的一边,叫初级线圈;将输出电流或信号的一边叫次级线圈。变压器中初、次级线圈上电压的大小,由两个线圈的匝数决定。如果次级线圈的匝数比初级多,次级电压就高于初级电压,这个变压器是“升压变压器”;如果次级线圈的匝数比初级少,就是“降压变压器”。家用电器中最常用的是电源变压器,图 9-14 是它的外形和电路符号。电路中的变压器常用字母 T 表示。

图 9-14 电源变压器外形和电路符号

电源变压器在 50 Hz 交流电网上使用,要输出较大的功率,所以有较大的铁心,体积和重量都比较大。由于生产厂家设计和制造工艺不同,各种电器中的电源变压器外形、规格差异很大,所以为家用电器换用变压器时,即使功率和电压都合适,还要注意它的外形大小和安装方式是否合适。

### 4 半导体器件

电冰箱中常见的半导体器件有二极管、三极管、单结晶体管、场效应管、可控硅(晶闸管)、集成电路等。这些器件用半导体材料做成,在电路里搭配使用,各展神通。这些元器件的内部构造和工作原理涉及专门理论,除专业设计人员外,一般电器用户和修理员可以不必深究。我们学习含有半导体器件的电路,可以把这些晶体管和集成块看成是“黑箱子”,不管它们里面的事情,而只了解它们在整个电路中的作用。比如信号是从哪儿进入的?从哪儿输出的?信号强弱有什么变化?波形有什么变化?这样从整体出发,能很快看懂电路,图 9-15 是几种常用半导体器件的电路符号。

#### (1) 二极管

二极管是最简单的半导体器件。按它们的构造、用途和特性的不同,家用电器中常见的有整流管、稳压管、发光管、触发管等。

整流二极管是使用最普遍的二极管。如果没有特别指明,通常说的二极管就是指整流二极管。二极管有一个很重要的特性是只允许电流从二极管的正极流向负极,而不允许电流从负极流向正极。这个特性称为二极管的“单向导电性”。二极管的两条引线是它的正、负极。引线极性可以从二极管表面印着的电路符号是“+”或“-”看出,符号上有黑三角或有“+”号的一端是二极管的正极。

关注与重点:对表面没有标注的二极管,它的极性可以用万用表的电阻挡辨别。

把万用表拨到  $R \times 100$  或  $R \times 1k$  挡,测量二极管的电阻。把两支表笔分别接在二极管的两条引线上,如果万用表的表针不动,电阻读数是无穷大,那么万用表红表笔所接的引线是二极管的正极,黑表笔所接的引线是负极;如果电阻读数是大约  $2k$ ,那么黑表笔所接的是正极,红表笔所接的是负极。



图 9-15 几种常用半导体器件的外形和电路符号

这种测量方法还可以用来判断二极管的好坏。对正常的二极管,当红表笔接二极管的正极,黑表笔接负极时,电阻读数应为无穷大(反向电阻大);调换表笔位置,红表笔接负极,黑表笔接正极时,电阻读数应为  $2 \sim 3k$  (正向电阻小)。要是不论哪种接法,电阻读数都是无穷大,那表明二极管断路了;要是调换表笔位置后测量,电阻读数都很小或为零,那是二极管短路,也不能使用。所以说,反向电阻极大,而正向电阻较小,是二极管性能良好的特征。

整流二极管的主要参数是最大整流电流和反向击穿电压。这两个参数是由二极管内部构造决定的。通常使用中,二极管中的电流不应长时间超过最大整流电流值,而整流二极管的工作电压应不大于击穿电压的一半。

### (2) 三极管

三极管又称晶体管,随着电子技术的发展,它的型号已经多达数百种,但它们的基本构造和工作原理是相同的。从三极管管芯里引出三根引线,它们分别叫做发射极(e)、基极(b)和集电极(c)。三极管按它的制作材料可分为硅管和锗管;若按极性又可分为 PNP 型和 NPN 型;若按工作特性来分,又有小功率管、大功率管、高频管、低频管、开关管等几类。一般情况下同类型小功率三极管可以互相替换。

三极管的基本工作状态有截止、放大和饱和。三极管基极电流的微小变化,会引起集电极电流的较大变化,这是三极管的放大作用;三极管在截止、饱和状态相互转换时,它能控制电流的通断,这是三极管的开关作用。控制电路中,常常利用三极管的开关作用,来启动或关断用电器。

电路中,还可以将三极管的集电极(c)和发射极(e)之间看成是一只“可变电阻”,三极管 e、c 极间的电阻可以由它的基极(b)电压高低来控制。当三极管截止时,e、c 间阻值为无穷大,集电极电流为零;当三极管在放大状态时,随着基极电流的增大,集电极电流也增大,但 e、c 间电阻却随之减小;当三极管饱和时,e、c 极间阻值可以看成是零,集电极电流的大小只取决于电

源电压和负载电阻的大小。

当三极管的基极电流  $I_b$  变化时,集电极电流  $I_c$  也随之变化。如果基极电流的变化量为  $I_b$ ,引起集电极电流的变化为  $I_c$ ,那么它们的比值叫做三极管的“交流放大倍数”,常用  $\beta$  表示,即

$$\beta = I_c / I_b$$

电流放大倍数的大小表示三极管放大能力的强弱,各三极管的  $\beta$  值相差可能很大,一般应在 20 ~ 200 之间选用。

最大集电极耗散功率是大功率三极管的重要参数。三极管工作时,如果耗散功率超过极限,会因温度过高而烧毁。大功率三极管常用在电源电路中,检修换用一定要用功率指标足够的。在家用电器电路中,大功率三极管应用较多,要注意任何时候它的实际耗散功率不能超出其标称最大值。

三极管集电极和发射极间所加的反向电压太高时,即使是瞬间也会将内部管芯击穿,造成永久性损坏。三极管的击穿电压不但与它自身性能有关,也和外部电路的连接形式有关,例如在检修高压电路时,就不能随意地断开三极管基极元件。

使用三极管时,不但要注意它的型号和引脚,同时要使它的各项参数合乎设计要求。这些参数可在元器件手册中查到。

三极管性能可以用万用表粗略地估测。现在一些万用表(如 MF30、MF47 型等)就具有三极管直流放大倍数  $h_{FE}$  测量功能,可以很方便的估测出它的  $\beta$  值。先将万用表拨到“ADJ”挡,将两支表笔短接,旋动“调零”钮,将表针调到表盘上标度线的最右端。然后分开两表笔,万用表拨到标有  $h_{FE}$  的挡位。将三极管插入相应的测试管座,就能在  $h_{FE}$  标度线上读出三极管的放大倍数。测量时,NPN 型管要插入标有 N 字母的插座,PNP 型管要插入标有 P 字母的插座。三极管的发射极、基极、集电极要分别插入插座上标有 e、b、c 字母的插孔。如果引线插入位置不对,是得不到正确测量结果的。

关注与重点:使用没有  $h_{FE}$  测量功能的万用表,也可以大略的判别三极管的好坏与性能优劣,方法可参照图 9-16。图中以检测 NPN 型三极管为例,将黑表笔接三极管的发射极,红表笔接集电极,这时表针的偏转大小反应了三极管穿透电流的情况。穿透电流越小,表针偏转的角度也越小,三极管的质量越好。接着用右手手指沾一点水,拇指和食指捏住红表笔和集电极,用中指去触碰基极。这时通过手指的电阻给三极管加进偏流,使三极管导通。这时会看到万用表的表针偏转角度明显增大。偏转角度增加越大,三极管的放大能力越强。

图 9-16 三极管的业余检测

检测 NPN 型三极管时,只要将红、黑表笔的位置对调,其它步骤都不变。

在实际操作时,为了方便,许多人借助于自己的舌头。一只手捏住三极管,另一只手像拿

筷子那样执两支表笔接触发射极和集电极引线。然后用舌头同时舔一下集电极与基极,即能看到表针偏转的增大。这种检测虽然不能得到准确的数据,但能很方便地判断三极管的好坏,通过比较也能估计它的放大能力。

### (3) 集成电路

集成电路又称集成块、集成片,是20世纪60年代初迅速发展起来的新型器件。它将由电阻、电容、晶体管等元器件组成的电路集中在一片半导体芯片上,制成具有独立功能的独立器件。集成电路工作稳定、可靠性高,同时体积小、重量轻、造价低(相对于分离电路),被日益广泛地应用到各种电子设备、家用电器中,使它们的电路大大简化,体积大大缩小,成本大大降低,而且调试维修都很简便。

集成电路的设计生产技术虽然发展极快,但到目前为止大容量电容、高阻值电阻还不易集成,更不能将电感做到集成电路里去,所以这些元件仍要单独设置,用导线连接。正因为这样,实际电路越复杂,使用的分立元件越多,集成电路的管脚引线也越多。

集成电路的种类极多,使用时必须注意两点:一是要认准型号;二是要对准引脚。集成电路的型号多用字母和数字表示,有的在数字后面还加一两个字母组成的后缀。不论哪个厂家生产的集成电路如果型号完全相同,就可以替换使用,但不同型号(甚至只是后缀不同)的集成电路能不能换用,必须查有关的资料、手册后才能决定。集成电路的引脚较多,它的排列序号是有规律的。单列集成电路的一端有圆形凹点,或者切去一个斜角作为标记,从紧靠标记的引脚开始,依次为...引脚;双列直插集成电路的引脚由...脚开始,沿逆时针方向依次为

...脚,其标记为小凹点时,距凹点最近的是...脚,标记为一半圆形缺口时,让缺口对着身体,缺口右边靠近身体的是...脚。

### 5 继电器

各种控制电路中,继电器扮演着重要角色。它能根据需要自动接通或断开某一部分电路,起着控制电路的通断作用。从这种意义上说,各种开关、自动控制组件、按钮等都可以看成是继电器。实际使用中,继电器的种类繁多,且大多有专用名称,例如用手操作,使电路接通或断开的装置叫开关或按钮;用双金属片控制电路通断的装置叫恒温器;用线圈磁力控制电路通断的叫磁力开关或电磁继电器等。

关注与重点:电磁继电器的结构可以参见图9-17。从图中看到,电磁继电器主要由带铁心的线圈(绕组)、衔铁和几组触点构成。继电器不工作时,复位弹簧拉着衔铁抬起,簧片将继电器的常闭触点接通;继电器工作时,线圈内有电流通过,铁心产生很强的磁力,吸动衔铁。这时簧片将下面的一组触点(常开)接通,而原来接通的常闭触点断开;线圈内的电流消失后,铁心磁力也消失,衔铁被弹簧拉动复位,两组触点又恢复原来的状态。实际使用的继电器可能有更多的触点,这些触点被分成几组,同一组中也可以既有常开触点,又有常闭触点,它们同步动作进行通、断切换,能同时控制多个电路。

图9-18是继电器的电路图形符号。图中矩形块是继电器的线圈,常用字母K表示,如果有多个继电器在电路中使用,则在字母后加数字序号(例如 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ ...)。图中的 $K_{1-1}$ 、 $K_{1-2}$ 表示的是继电器 $K_1$ 的两个触点, $K_{1-1}$ 是常闭触点,它在继电器吸合时断开; $K_{1-2}$ 是常开触点,它在继电器吸合时接通。触点符号旁边标注的字母和数字,横线前面表示触点属于哪个继电器,横线后面的数字表示它是哪一组触点。要注意的是,电路图中为了布线的简捷、规范,同一个继电器的线圈和触点常常不画在一起,有时甚至离得很远。所以,触点的图形符号不论画在哪里,只要标注中横线前的继电器序号相同,这些触点就属于同一个继电器;只要横线后面的

图 9-17 电磁继电器的结构

图 9-18 继电器的电路图形符号

数字相同,就是同步动作的同一组触点。

二、电子温控器工作原理

就温度控制功能而言,电子温控器的作用与普通机械温控器相同,都是通过控制压缩机的转停,使电冰箱内的温度保持在设定的范围之内。由于电子温控器采用热敏电阻作为感温元件,通过电子电路控制压缩机运行,所以工作更稳定,温控范围也更准确,使用寿命也比机械温控器长得多。目前常见的家用电冰箱中,华菱、日本东芝系列、黄河系列等都采用电子温控器。

1. 华菱电冰箱电子温控电路

图 9-19 是华菱 BCD-320 W 型间冷式电冰箱的微电脑温控器电路。它由三部分组成,即电源、温度检测和运行控制。

(1)电源部分

市电 220 V 经变压器 T1 降压至 9 V,经过 D01 ~ D04 组成全波整流电路,得到低压直流电,再经三端稳压集成电路 7805 稳压,输出稳定的 + 5 V 直流电压,供给温控器的电脑芯片 IC1(型号 M C68 H C05)和运算器 L M 324 工作。整流后的直流电压还用于三个继电器 K1、K2、K3 及其驱动元件 BG2 ~ BG4 等。电源电路中,电容 C01 ~ C04 是滤波电容。

(2)温度检测部分

电冰箱的温度检测元件有冷冻室感温头、冷藏室感温头和化霜感温头。这是三个热敏电阻,分别检测冷冻室、冷藏室和蒸发器的温度。它们分别由控制电路板插槽 CN2 中的 5、7、8 脚接入电路(图中没有画出)。热敏电阻将电冰箱的温度变化转换成电压信号,当三个被检测点的温度变化时,热敏电阻的阻值随之发生变化,使 IC1 的信号输入脚电压产生变化。信号经电脑芯片处理后,发出控制指令。

R01 ~ R04、C08 和 C11 的作用是过滤来自冷冻室和冷藏室的信号中高低频杂波,减少干扰,提高信号强度。CN2 中的 1 ~ 4 脚分别连接了两个可变电阻 W 21、W 22,用以控制冷藏室和冷冻室的室内温度。两个可变电阻的信号输入到 IC1 的 22 脚和 21 脚,作为 IC1 对冷藏室、冷冻室感温信号输入脚 24、23 信号的比较基准,从而确定电冰箱的开与停或风门的开与闭。

(3)控制驱动部分

电脑芯片对电冰箱运行状态的控制过程如下。

电冰箱环境温度设定为 32℃,由可变电阻 W 21 和 W 22 分别设定电冰箱冷冻室和冷藏室内的温度,当冷冻室温度微调旋钮对应刻度为“弱”时,冷冻室设定温度为 - 20℃ ~ - 18℃;对应刻度为“中”时,温度为 - 22℃ ~ - 20℃;对应刻度为“强”时,温度为 - 24℃ ~ - 22℃。当冷藏室温度微调旋钮对应刻度为弱、中、强时,冷藏室设定温度分别为 7℃ ~ 9℃、5℃ ~ 7℃、3℃ ~ 5℃。电脑芯片 IC1 以此作为判断条件,对两个感温元件传来的信号进行比较判断后,发出

图 9-19 华菱 BCD-320 W 电冰箱温控器电路

动作指令。

例如,当冷藏室温度不符合要求时,如果此时冷藏室风门处于关闭状态,IC1 指令接通继电器 K1 和 K2。在 K1 接通后,风门电机开始转动,当风门打开到位时,风门位置开关接通,向 IC1 发出信号,芯片接到信号后,关闭 K1,风门电机停止转动,完成打开风门动作。冷藏室电动风门打开后,压缩机和冷冻室风扇正常运转。

当冷藏室温度达到要求而冷冻室未达到使用要求时,IC1 继续接通继电器 K2 并发出信号,令风门关闭。此时压缩机继续运转而关闭冷藏室的送风风门。

当冷冻室和冷藏室均达到使用温度时,IC1 断开 K2,令压缩机停止运转。在 IC1 内部设有计时器,计算冷冻室温度低于  $-3^{\circ}\text{C}$  时压缩机的运转时间,当压缩机的运转时间累计达到 12h,IC1 发出指令,断开 K2 关闭压缩机,同时接通 K3,对冷冻室蒸发器进行加热化霜。在蒸发器出口的储液器安装有热敏电阻。当储液器温度达到一定值( $6^{\circ}\text{C}$  左右)时,ICI 根据运算元件 LM324 传来的信号,切断 K3,终止化霜过程。

## 2 东芝电冰箱电子温控电路

这种电子温控电路在日本东芝系列、黄河系列电冰箱中使用,它们的控制电路基本相同,有 GR、GE 两个系列,图 9-20、图 9-21 是两种电子温控器电路原理图。它们还有一些同系列的产品,基本控制原理完全相同,只是采用的数字集成电路型号与控制逻辑电路有所不同。

这里我们以东芝 GE 系列电冰箱为例,介绍电子温控器的工作原理。电子温控电路主要由电源、温度传感器、温度控制和除霜控制电路等组成,如图 9-21 所示。

### (1) 电源电路

电源电路提供 14V 和 6.8V 两组直流电压,其中 14V 供两个继电器电路使用,6.8V 供其余电路使用。

交流 220V 供电经变压器 T801 变压、全波整流滤波后,输出 14V 直流电压,再经稳压管 D808 稳压,得到 6.8V 电压。并联在电源变压器初级的 TNR801 是压敏电阻,它能吸收电网中的浪涌电压,对电路元器件起到保护作用。

### (2) 温度传感器电路

温度控制电路中设有两个温度传感器,一个安装在冷藏室内,另一个安装在冷冻室内。这是两个热敏电阻,它们的阻值大小会随周围温度的变化而改变。作为温度传感器的热敏电阻具有负温度特性,它的阻值随温度升高而降低,图中两热敏电阻 Rt1 和 Rt2 的阻值,在  $0^{\circ}\text{C}$  时为  $7.95\text{k}\Omega$ ,而在  $28^{\circ}\text{C}$  时为  $2.34\text{k}\Omega$ 。温度传感器对温度的检测过程,实质上是将温度变化转变成电压变化。电路中冷藏室温度传感电路由热敏电阻 Rt1 和电阻 R806 串联,外加 6.8V 定值电压构成。环境温度升高时,Rt1 阻值减小,通过电阻分压作用,使 R806 端电压升高。反之 R806 端电压降低。同样道理,冷冻室温度传感器电路由热敏电阻 Rt2 和电阻 R810 串联,外加 6.8V 定值电压构成,它的作用也是把温度变化转变成电压变化。

冷藏室温度传感器 Rt1 安装在蒸发器表面,检测冷藏室的温度。当冷藏室蒸发器表面温度上升到  $3.5^{\circ}\text{C}$  以上时,控制电路由于 Rt1 阻值变化而发出指令,使压缩机启动运转,电冰箱开始制冷。反之,当温度传感器检测到冷藏室温度下降到  $0^{\circ}\text{C}$  以下时,就通过温度控制电路控制压缩机停机。冷藏室内温度变化范围,则由温度调节器的位置决定。

安装在冷冻室内的温度传感器 Rt2,又称化霜结束传感器。在电冰箱除霜过程中,当它检测到冷冻室温度达到  $7.5^{\circ}\text{C}$  以上时,就通过除霜电路切断除霜加热丝,同时接通压缩机开机制冷。



图 9-21 东芝 GE 系列电子控制电路



### (3) 温度控制电路

温度控制电路由集成电路 Q802、数字电路 Q801、继电器 K01 控制电路及温度调节电路等组成。它把温度传感器送来的电压信号进行比较和鉴别,并判断出是否控制压缩机的开、停。

温度调节电路主要元件是温度调节电位器 R124,改变电位器动触头位置,中心抽头对地电压可在  $1.5\text{V} \sim 2.2\text{V}$  范围内改变,该电压加在 Q802 的反相输入端的 6 脚,作为冷藏室的最终温度控制信号。按热敏电阻 R-T 特性换算成温度变化,则变化范围对应为  $-25 \sim 19$ 。

电冰箱中,冷冻室内温度是跟随冷藏室内温度同时升高或降低的,所以控制了冷藏室温度也就相对控制了冷冻室内的温度。

Q802 内含四个电压比较器,正反相输入端压差大于  $5\text{mV}$ ,就可使输出端电平高低发生翻转,有利于该控制电路控制精度的提高和压缩机工作的可靠性。其工作特性是,当正相输入端电位高于反相输入端电位时,输出端翻转为高电位;反之,输出端翻转为低电位。

Q801 内含四个二输入与非门,工作特性是只有两个输入端电位均为高电位时,输出端为低电平,否则输出端为高电平,这里是每两个与非门组成一个锁存器,用它判断开、停机信号。

继电器 K01 的常开触点接在压缩机的主回路,当开机信号加在晶体管 Q811 的基极时,经它放大后推动 K01 触点吸合,压缩机启动运转进入制冷循环。

### (4) 压缩机的开、停控制

当温度调节旋钮的位置调定后,就确定了 Q802 反相端电压  $V_6$ (即第 6 脚电压,下同)。这个电压就是压缩机的停机电压。由电阻 R801 和 R802 组成的分压电路,把其固定的分压值  $4\text{V}$  加至 Q802 的一个同相输入端 5 脚,该电压即作为开机电压。根据热敏电阻 R-T 特性推断,开机时的对应温度为  $3.5$  左右。

假设现在压缩机正处于开机制冷状态,则随着压缩机工作时间的延长,冷藏室温度越来越低,  $R_{t1}$  阻值越来越大, R806 端电压  $V_7$  越来越小。当就是箱内温度达到设定值时,  $V_7 < V_6$ , 于是 Q802 输出端 1 脚翻转为低电位,该电位加到锁存电路 Q801 的 6 脚。此时 Q802 的 5 脚电压大于 4 脚电压,输出端 2 脚输出高电平,此电位加到锁存电路 Q801 的 1 端,锁存电路经过判断后,便从它的 3 脚输出低电位停机信号。这样, Q811 由导通转为截止,继电器 K01 得不到工作电流而使其触点释放,压缩机随之停止工作。

随着停机时间的延续,冷藏室温度逐渐回升,  $R_{t1}$  的阻值越来越小, R806 端电压越来越高,当达到  $V_4 > V_5$  时, Q802 的 2 脚输出立刻变为低电平。Q802 输出电平变化,经锁存器 Q801 判断后,由它的 3 脚输出高电平,使 Q811 管由截止转为导通, K01 又得电工作,其触点闭合接通,压缩机开机制冷。如此循环往复,压缩机在电子温控器控制下有规律地开、停机工作,使电冰箱内温度保持在设定的范围内。

### (5) 化霜控制电路

化霜的目的是为了提高电冰箱制冷效果,降低耗电量,还可消除电冰箱内的怪味。大多数电冰箱冷藏室的温度上限在  $0$  以上,所以都采用自然化霜法,在压缩机停机时冷藏室温度上升,结霜便会慢慢地自然化掉,不需任何化霜设备。

采用 GE 系列电子温控器的电冰箱中,冷冻室采用电热化霜装置。把电热丝绕在冷冻室蒸发器表面,需要化霜时,按下化霜按钮 S101,化霜开始信号(低电位)加到锁存电路 Q801 的 13 脚。这个信号经 Q801 判断,从它的 11 脚输出高电平,使 Q812 饱和导通,继电器 K02 通电吸合,其触点接通位置由 1 转到 2,加热丝通电发热,化霜指示灯 LED01 点亮。同时, Q811 基

极通过二极管 D803 被 Q812 的 c、e 极旁路至地, Q811 转为截止, 继电器 K01 不工作, 触点释放, 压缩机停机。

随着冷冻室温度回升, Rt2 阻值越来越小, R810 端电压 V8 越来越高, 当达到 Q802 的输入端电压  $V8 > V9$  时, 14 脚输出端立刻翻转为低电平, 经锁存电路 Q801 判断, 输出端 11 脚输出低电平化霜结束信号, Q802 截止, 继电器 K02 触点接通位置由 2 转回 1, 加热丝停止加热, 化霜指示灯熄灭。同时, Q811 基极不再被旁路至地。这里化霜结束温度设定为 8.5℃ 不变, 由 R808 与 R809 组成的分压电路决定, 其电压值为 4.4V。

在化霜过程中当需中止化霜, 只要按下化霜中止按钮 S102。此时, S101 自动弹回, Q801 的 8 脚接为低电位, 11 脚翻转为低电位, Q802 转化为截止, K02 释放断开化霜加热丝。

(6) 电路中的几个重要数据

电源电路中有 6.8V 和 14V 两组供电电压, 其中任何一组出现异常, 都会造成控制电路不能正常工作。

实际使用中, 两个热敏电阻 Rt1 和 Rt2 性能容易变化, 甚至失效。业余条件下, 可以采用测量它们在不同温度下阻值的办法来鉴定。它们在 0℃ 时的阻值应为 7.95kΩ 左右, 28℃ 时阻值应为 2.34kΩ 左右。

压缩机开机时, Q802 的 5 脚电压应为 4V 不变。如果实际测量此处电压低于 4V, 会引起压缩机开、停机过于频繁; 而高于 4V 时, 又会因压缩机停机过长, 造成电冰箱制冷不足。

压缩机停机时, 操作面板上的温度调整旋钮, 电位器 R124 中心抽头对地电压应在 1.5V ~ 2.2V 范围内, 否则应予调整。这一测量点电压太低, 冷冻室和冷藏室温度过低, 会出现冷藏室因温度低于 0℃ 而结冰现象; 电压太高, 箱内温度又会过高, 不利于食物保存。

化霜结束时, Q802 的 9 脚电压应为 4.4V 不变, 否则应通过改变 R809 的阻值来调整。此测量点电压低于 4.4V 时, 化霜时间不足, 结霜不能完全化尽; 当高于 4.4V 时, 化霜时间过长, 箱内温度过高, 既耗电又不利于食物保存。

三、电子温控器故障检修实例

例 1:

牌号	东芝 GE 系列间冷式	检修部位	电子温控器
故障现象	不制冷		

分析检修: 检查冷藏室照明灯亮, 由此判断电冰箱供电正常。

观察电冰箱化霜指示灯并未点亮, 电冰箱应在制冷状态。如果化霜指示灯亮, 说明电冰箱目前正处在化霜状态, 所以暂时不会制冷。

进一步检查压缩机是否正常。用自制电源板直接对压缩机供电, 压缩机运转正常, 说明故障在控制电路。如果用测量绕组电阻的办法来判断压缩机有无损坏, 要注意东芝电冰箱压缩机电机的运行绕组与启动绕组的阻值比较接近, 运行绕组 C、M 端的正常电阻值是 18.6Ω, 启动绕组 C、A 端的正常电阻值是 20.2Ω。

实际检修中, 压缩机损坏的情况相对少一些, 应先测量电路控制板上有无 220V 交流电压。如果有 220V 交流电压说明控制电路工作正常, 故障在压缩机的启动与保护电路; 无 220V 交流电压, 则说明故障在电子控制电路, 参见图 9-21。

再进一步检查故障是在冷藏室温度传感器还是在控制电路。短接冷藏室温度传感器, 观

察压缩机是否启动,如果启动运转则故障为温度传感器,如仍不启动运转,则检查电路控制板的电源部分。重点检查压敏电阻 TNR801,该电阻烧坏的故障率较高。该电阻正常阻值应在 500k 以上,烧坏时一般有烧焦的痕迹。接着测量插座 P802 的“ + ”与“ - ”端之间是否有 6 V ~ 7 V 电压,整流二极管 D805 和 D806 负极对地是否有 14V 电压,如无电压则是整流二极管和稳压管出现故障。

继续测量温控器基准电压是否正常,调节温控电位器 R124,并检查 P802 插座上 SVR 端子与地线之间的基准电压,应在 2.1V ~ 3V 之间变化,如超出此范围或高于 6V,则判断 P101 接插件接触不良。

确认温控基准电压正常后,那么故障的可能只在集成块 Q801、Q802 及其外围元件中了。表 9-4 是 Q802(TA75339)各引脚在压缩机启动、制冷和制冷结束(保温)阶段的正常电压值,供检测时参考。

表 9-4 TA75339 各引脚工作电压 单位:V

引脚	1	2	3	4、7	5	6
启动瞬间	6.7	0	7	> 2.7	0	2.7
制冷状态	6.7	0	7	> 4	4	2.7
保温状态	0	6.7	7	< 2.7	4	2.7

例 2:

牌号	华菱 BCD-320 W 间冷式	检修部位	电子温控器
故障现象	化霜结束后,有时不能自动开机		

分析检修:这是使用电脑温控板的四门豪华型电冰箱,温控器电路如图 9-19 所示。由于它能正常制冷,可判断微电脑芯片 IC1 正常,故障可能出在温度控制板上。重点检查温度传感信号通道,用万用表检测 W11 及 R05 ~ R07 电阻正常,在测量 LM324 各引脚电压时,发现它的 7 脚虚焊,造成输入到 IC1 的感温信号不准,所以有时不能自动开机。重新焊接后试机观察,故障排除。

图 9-22 是此机型的部件连接示意图。这种标注了各部件连接导线颜色的实体示意图,在检修中有重要作用。

例 3:

牌号	东芝 GR 系列	检修部位	电子温控器
故障现象	冷藏室照明灯亮,压缩机不启动		

分析检修:拔下电冰箱电源插头,用万用表 R × 1k 挡检测压缩机三个绕组阻值,在正常范围内。再接通电冰箱电源,用万用表的交流挡测量电子控制板上继电器的两根电源输入线,无电压,可见压缩机不能启动的原因是没有得到工作电压。参照图 9-20,顺着供电线路检查,发现保护元件 TNR801 内部保险丝烧断,两只抗干扰二极管其中一只被击穿,所以压缩机不启动。

TNR801 是一个将两只二极管和一支 1.5A 保险管做在一起的专用组件。一般维修店无此配件,可以根据该组件在电路中的作用,用两只二极管 2CP23 和一支 1.5A 保险管焊接好,代替 TNR801,试机后电冰箱恢复正常运行。

例 4:

牌号	黄河 BCD-170 间冷式	检修部位	压缩机启动电路
故障现象	压缩机不启动		

图 9-22 华菱 BCD-320 W 电冰箱电路接线示意图

分析检修:国产黄河系列电冰箱采用电子温控器电路,其电路与东芝电冰箱相同,所以检修思路也与东芝电冰箱相同。

首先检查过热保护器是否开路。压缩机电机线圈即使有轻微短路,热保护器便会周期性跳开,直至烧断损坏。热保护器开路原因主要是电热丝熔断或双金属片性能差,检查时可用万用表电阻挡测量它引脚间电阻,正常阻值为几欧姆。

其次检查温控板保险丝是否熔断,压敏元件有无击穿,操作板插件接触是否良好等。若以上检查没有发现问题,可重点检查温度传感器。当温度传感器阻值变大或开路后,压缩机也会不启动。

温度传感器安装在冷藏室蒸发器下面,检查温度传感器的性能好坏时,可将温度传感器放在温度为 30℃ 的水中。其阻值约为 2.2kΩ 左右,若放在温度为 0℃ 的水中,其阻值约为 7.8kΩ 左右。在实际维修工作中,温度传感器的损坏常有两种原因。一是温度传感器的引脚或引出线有虚焊,需要重新焊接;二是传感器密封不好,有水渗入后使传感器特性改变。

当冷藏室传感器开路时,表现为压缩机不能开机,有水渗入传感器时,表现为压缩机不停机。当冷冻室传感器开路时,冷冻室一旦开始化霜,化霜过程就不能自动停止,直至把温度保

险丝熔断为止。

例 5:

牌号	东芝 GR228 直冷式	检修部位	电子温控器
故障现象	电冰箱压缩机时转时不转,有时能启动运转,但不停机		

分析检修:找到此型电冰箱的装配接线图,如图 9-23 所示。此图适用于 GR188EX(G)(A)、GR208EX(G)(A)、GR228EX(G)(A)、GR-268EX(G)(A)等型号电冰箱。图中导线颜色是用英文缩写标注的,其含义相应是:Gn-Y—黄绿;Bl—蓝;Bk—黑;Br—棕;Pp—紫;Gy—灰;Y—黄;R—红;Wh—白;Or—橙;Pi—粉红。

检修时,首先要分清故障是压缩机本身引起,还是控制电路造成的。单独对压缩机通电,运转正常,则检查重点放在电子温控器。检测电子温控器到压缩机接线盒处两端,即图中热保护元件左端 Pp 点和 Pi 点没有交流 220V 电压。试调节电冰箱操作面板上的温控开关,这两点上有时有交流 220V 电压,有时又会自动没有电压,可以断定故障出在电子温控器盒内。

方法和技巧:拆开电子温控器盒,查看电路板,从外观未发现明显损坏器件。由于没有电子温控器的具体线路图及检测数据,有的集成块连型号都看不清,修理难以下手,所以决定采用机械式温控器替换电子温控器。

具体做法是利用冷藏室照明预埋的两根线和照明盒的位置,换上普通机械式温控器。把冷藏室照明盒内的指示灯及门灯开关拆掉,利用照明盒的空间固定温控器。用万用表电阻挡找到灯的两根接线,即装配图中的 Br 和 Bl 点连线,按普通型电冰箱的控制接法,将温控器接好。通电试机一切正常,经使用电冰箱运行良好。

这种改造方法不涉及到制冷回路,没有风险,不减少冷藏室的空间,缺点是冷藏室没有了照明,但对使用影响不大。

图 9-23 东芝 GR-228 型电冰箱装配接线图

例 6:

牌号	容声 BCD-255 W 风直冷式	检修部位	冷冻室感温头
故障现象	电冰箱接通电源后,显示板显示“ E2 ”		

分析检修:这种型号电冰箱采用“ 模糊控制 ”技术,双循环自动控制系统,具有自动化霜、保湿、超冻模式、停电记忆和超温报警等功能。

电冰箱的自动化霜由微电脑控制进行,与分置在冷冻室、冷藏室蒸发器的两个感温头有关。根据电冰箱检修资料说明,显示板上显示“ E2 ”字样的含义是“ 冷冻室蒸发器感温头故障 ”。

断电后卸下顶盖板,取出电子温控器电路板。找到电气盒内左边的 10 芯插座,用万用表电阻挡测量从左向右数第 3、5 两引脚之间的电阻值。室温下,阻值读数应在 1. 0k ~ 6. 7k 范围内,如果测量值超出这个范围,就表明冷冻室蒸发器感温头有问题。

取下电冰箱后板,在冷冻室蒸发器感温头与内藏线连接处挖出发泡剂,剪下损坏的感温头,并将连线剥出 15 m m 的导线接头。将同型号感温头的引线去掉 15 m m 绝缘,剥出线头接在内藏导线上。感温头的连接没有极性。插上电路板及显示板。通电运行并确认无误,在连接导线接头处涂上热熔胶,以防潮气进入导线内。按原位置将感温头装好,并在护盖上用胶带固定。补发泡剂后,装上电冰箱后板、电路板、显示板等。通电试机电冰箱运行正常,故障排除。

第四节 电冰箱检修技巧实例

例 1:

牌号	双鹿 BCD-182 A 型双门直冷式	检修部位	蒸发器内漏
故障现象	不制冷		

分析检修:这是一台单回路电冰箱。试机检测工作电流较正常偏低,冷凝器不热,蒸发器中感觉不到制冷效果。检查外露管道无泄漏油迹,断开工艺管无余气排出,但压缩机吸气良好,则确定故障由内漏造成。

此电冰箱冷凝器、门除露管全系内藏式结构。充入氮气作打压试验,压力指示 0. 8 M Pa 后,经 24h 压力减小到 0. 5 M Pa,经分压试验确定冷冻室、冻藏室主、副蒸发器泄漏。打开箱体背部活动盖板,掏出隔热材料,检查发现副蒸发器连接铝管接头处泄漏。补焊后再次试压,发现壁藏管段仍有失压现象,则确定主、副蒸发器泄漏。经用户同意将原主、副蒸发器废除,嵌入铜管蒸发器。

用直径 8 m m、长 7 m 紫铜管,用弯管器弯曲成蛇形排管,双排敷设卡在搁架板的下壁面固定,作为主蒸发器;副蒸发器用直径 8 m m、长 3. 5 m 紫铜管按原形状弯曲,悬于冷藏室原位置。由于内接头处已掏开,可利用原毛细管和原接头空间穿管,按原流程连焊。断开的毛细管一端与副蒸发器一端连焊;副蒸发器另一端与主蒸发器上端管连焊,另一端下头管接入一段 8 m m 紫铜管从冷藏室内壁穿出。冷藏室内壁与压缩机回气管对应位置,打一个 10 m m 孔,紫铜管穿出后与压缩机回气管连焊。

系统连焊完毕整形固定合格后,从修理阀充入氮气,压力保持为 1. 0 M Pa,经 24h 保压试验合格。放掉氮气抽空、充冷,连续运行 2h 后,冷冻室温度降到 - 18. 5 ℃,冷藏室温度降低到 1. 5 ℃,系统制冷正常。对背箱体活动盖板发泡封闭后,封口结束。

例 2:

牌号	新飞 BCD-202A 型双门平背式	检修部位	主蒸发器内漏
故障现象	使用 3 年后,不制冷		

分析检修：经分压检测高压侧不泄漏,判断冷冻室或冷藏室蒸发器自然穿孔泄漏。因此型号电冰箱的主、副蒸发器为 8mm 铝管串联结构,既然出现自然穿孔,已说明局部管段腐蚀严重。为保证修理质量,将原主、副蒸发器一并废除,另嵌入铜管蒸发器。

冷冻室蒸发器选用 8mm 紫铜管制作,管长 8.5m,弯曲成蛇形排管后,再根据冷冻室尺寸嵌入。冷藏室蒸发器用管长 3m,弯曲成原蒸发器形状,贴压固定在冷藏室内板上端。

由于原连焊接头埋藏在绝热层中,原毛细管和回气管已无法利用。先将冷冻室内侧底部对应副蒸发器引管位置打一个直径 10mm 的孔,再将冷藏室后底侧对应压缩机回气管部位打 10mm 的孔,然后把冷冻室蒸发器两个引出管下弯 90°,分别插入已打好的孔中。另选一根长 2.5m、内径 0.7mm 毛细管和一段 6mm 紫铜管,插入对应压缩机回气管已打透的孔中。穿管

图 9-24 主、副蒸发器的连接

完毕后,参考图 9-24 连焊。主蒸发器一端与副蒸发器一端胀口连焊;副蒸发器另一端与回气管和压缩机吸气端连焊;主蒸发器另一端与毛细管连焊,毛细管插入量 1m;毛细管另一端与干燥过滤器相连。为了保证系统干燥和有利施焊,在废除原毛细管的同时,要换新干燥过滤器。

系统连焊初步整形后,可充入氮气压力 1.0MPa,经 24h 保压试验,同温下压力稳定无变化,表明没有新泄漏处,即可对新换蒸发器进行固定。采用铝、铁皮做成卡子,钻孔后,用木螺钉将蒸发器管子压紧,再用手锤轻轻振打管子,使其与内胆贴紧,或用铝箔胶粘带护面。保压固定完毕后,放出管路里的气体,即可进行抽空、充冷运行。经 2h 制冷观察,制冷效果良好。最后将系统管路封口。

例 3:

牌号	BCD-205 型双门平背式	检修部位	冷凝器内漏
故障现象	充冷修复,续用不到一年又不制冷		

分析检修：这台电冰箱曾因不制冷送修,充注制冷剂后使用不到一年,又不制冷。试机观察,冷凝器不热,箱内不制冷,打开压缩机工艺管放气量不足。经双侧保压试验,高压侧充氮气压力达到 1.3MPa 后,经 24h 失压 0.02MPa;低压侧充压 0.8MPa,经 24h 仍稳定不变,可见高压侧有微漏故障。

电冰箱高压侧由冷凝器、皿蒸发管(副冷凝器)和门除露管三部分组成。经对高压侧分解保压试验,确定冷凝器部位内漏。这种内漏故障多数是管壁锈蚀穿孔造成。原冷凝器敷设在箱外板内侧两壁或后壁,无法补漏修复。经用户同意,采用改装外置式冷凝器的方法修理。

参考同容积电冰箱外挂式冷凝器散热面积,结合本箱背箱体尺寸,选购一片长 0.98m、宽 0.53m 的丝管式冷凝器,悬挂在箱体背部固定。

恢复连焊时,新装冷凝器的上端管与废除的另端管连焊;下端管焊入新干燥过滤器后,断

开原干燥过滤器毛细管侧,再移位插入在新干燥过滤器出液端连焊。焊接前必须对新装冷凝器检漏吹脏,以防遗留后患。

管路连焊检漏合格后,即可进行抽空、充冷,启动的制冷循环 2h ~ 3h 后,冷凝器温热,冷冻室温度降低到 - 18℃ 以下,符合指标要求。试机结果表明选配的冷凝器大小能与原制冷系统良好匹配。将压缩机工艺管封口后,修理完成。

例 4:

牌号	航天 BCD-177 型双门平背式	检修部位	门除露管内漏
故障现象	使用 3 年后,不制冷		

分析检修:试机检测冷凝器不热,箱内不制冷。打开工艺管,无余气排出。焊上修理阀,充入制冷剂气体 0.3MPa 试机,发现表压力值逐渐下降,已证明制冷系统有严重泄漏。经分压检测,确定泄漏点在冷凝器侧。因冷凝器侧包括左、右冷凝器、副冷凝器、门除露管,为查明缩小泄漏范围,单独对冷凝器、门除露管充入氮气压力 1.3MPa 检漏,检测门除露管时,表压力不到 1h 即降低到零,则确定门除露管内漏。

门除露管泄漏后无法直接修理,只能将其弃除,然后加装一段,完成散热任务。电冰箱门除露管直径 0.5mm,长度为 4765mm。修理时,用长 4.7m 直径 0.5mm 紫铜管,弯成盘状,装在压缩机旁固定。管路连焊后,检漏合格,进行抽空、充冷、经 2h 制冷观察后,若制冷正常,亦可封闭工艺管口。

方法和技巧:大多数电冰箱的门除露管焊接点均在箱体外,可烫下原接头,直接将补加的管段焊上。门除露管废除后,电冰箱门缝处可能出现结露,但对制冷功能没有影响。补加外管段的目的是,为了与蒸发器匹配,减少热量散发。如果只将门除露管弃除,而不加散热管段,则会增高系统的冷凝压力,不仅制冷量下降,还会使排气压力升高,减少压缩机使用寿命。

维修实践证明,门除露管内漏故障要比冷凝器多,约占总内漏故障的 30% 左右。在分压检漏时,不要疏忽对门除露管的检测,以防双层故障造成人为的返工浪费。

例 5:

牌号	航天牌 BCD-222 型	检修部位	
故障现象	冷藏室结冰较厚而不化,但冷冻室制冷正常		

分析检修:航天牌电冰箱不停机的原因一般有三条:一是制冷剂泄漏;二是温控器触点粘连;三是门封不严。检查电冰箱制冷正常,门封密闭也较严。将冷冻室温控旋钮至关机位置,压缩机不启动。若关掉冷藏室温控,打开冷冻室温控电冰箱又启动,而冷藏室照样结冰不除霜,但电磁阀始终不动作。这些现象说明系统内制冷剂并没有泄漏。检查两只温控器也没有发现问题。打开电磁阀外壳,见保险管熔断,桥式整流二极管中有一只短路,更换一只 1N4007 二极管,故障排除。

此故障原因是二极管短路,造成电磁阀失去控制,处于常开位置,使冷藏室也变成冷冻室。这相当于将冷冻温控器旋到速冻位置,故电冰箱不停机。

例 6:

牌号	华意 BCD-186A	检修部位	门除露管
故障现象	制冷能力下降,经 1~2 个月后逐渐不制冷		

分析检修:从故障现象看,很像是蒸发器内漏,其实并非如此。断开压缩机回气管,封好毛



细管。再从回气管充入 0.4 MPa 的氮气检漏,压力表指示压力并未减小。然后对高压部分打压试验(0.8 MPa),压力表指示压力缓慢下降,由此查出环绕门边的除露管慢性泄漏。

检修中,取 6 mm 的紫铜管 6 m 左右,代替原除露管。将紫铜管按冷凝器高度盘绕好后用细铜丝固定。在冷凝器靠近箱体的一面,将紫铜管的一头接压缩机排气管,另一头接冷凝器的一端(即原除露管的引出端)。经抽真空、注制冷剂后试机,电冰箱制冷恢复正常。

门除露管损坏,是华意电冰箱的常见故障。这是因为该电冰箱除露管直接接压缩机排气管,温差变化较大,热胀冷缩明显。加之除露管系钢管,材质较差,外壁未加防锈处理。最主要的还是钢管进入箱体处没有采取密封措施,使潮气能顺管浸入,导致除露管极易锈蚀,形成沙眼而使制冷剂泄漏。

例 7:

牌号	海尔 BCD-220L 双温双控型	检修部位	电磁阀
故障现象	不制冷		

分析检修:根据故障现象判断,故障原因可能是制冷剂泄漏或制冷系统管道堵塞。接通电源后,调节冷藏室温控器至一半处,使电磁阀强行通电,改变制冷剂的流动方向,能听到制冷剂流动声。这说明冷冻室制冷正常,由此可以断定制冷系统管道畅通,并没有堵塞。

这种冷藏室、冷冻室分别控制的双温双控型电冰箱制冷系统管路结构如图 9-25 所示。分析图中管路,可以看到故障点应在第一毛细管及冷藏室这一单独回路中,而不在两路制冷循环的公共部分。

图 9-25 双回路制冷系统示意图

方法和技巧:重点检查电磁阀 1、3 端管路和冷藏室毛细管这两处,因为只有堵塞发生在这两处,才能迫使制冷剂通过在第二回路循环,否则将出现冷藏室和冷冻室均不制冷的现象。压缩机运行时,在电磁阀管口 3 端听到有制冷剂流动声,而管口 2 端处没有声音。用割管钳剖开管口 3 端与冷藏室毛细管的连接,没有制冷剂喷出。再把管口 2 端与冷冻室毛细管连接处剖开,也没有制冷剂喷出。关闭冷藏室温控器,使电磁阀通电换向,这时管口 2 即有大量制冷剂喷出,证明电磁阀内 1、2 端管路完好,而 1、3 端管路堵塞损坏。更换电磁阀后故障排除。

例 8:

牌号	航天 BC D-222 双温双控型直冷式	检修部位	冷藏室温控器
故障现象	持续降温,冷藏室结冰		

分析检修:此型电冰箱制冷系统为双回路结构。电冰箱制冷系统中使用了两个温控器,

分别控制冷藏室和冷冻室内的温度,制冷剂的流向则用一个电磁阀负责切换。制冷管路中有两根毛细管,分别对进入两个冷冻室的高温、高压液体进行降压节流。

冷藏室温控器除控制冷藏室温度外,同时控制着电磁阀的工作状态,即当冷藏室达到设定的温度时,便切断压缩机的供电线路,使电磁阀通电吸合,此时,制冷剂仅通过第二毛细管进入冷冻室蒸发器。当冷藏室温度上升到开点温度时,温控器又接通压缩机供电线路,使电磁阀断电,此时,制冷剂依次通过第一毛细管、冷藏室蒸发器、冷冻室蒸发器、压缩机,完成制冷循环。

电冰箱出现冷藏室温度持续降低,直至结冰变为冷冻室的原因,可能是冷藏室温控器参数改变,控制失准,也可能是电磁阀吸合不严密,导致冷冻室制冷时,仍有少量制冷剂经过冷藏室蒸发器制冷。

检修时,将冷藏温控器置“0”,让压缩机运行 20 min,发现冷藏室内温度下降,内胆后壁结霜,证明有制冷剂进入,故障是电磁阀吸合不严造成的。如果换用新电磁阀,不但价格昂贵,而且更换电磁阀后又要重新充注制冷剂,操作复杂。应变做法是关掉冷藏室温控器暂时不用,将冷冻室温控器感温包由第 2 抽屉蒸发器末端,移至蓄冷器蒸发器末端。这样冷冻室温控器“兼管”冷藏室温度控制。实际操作时,将冷冻室温控器拨到刻度“0.5”处。开机运行 24h 后,冷藏室温度保持在 3℃左右,冷冻室温度降到 -12℃左右。

例 9:

牌号	上菱 BCD-165 直冷式	检修部位	自动化霜控制
故障现象	制冷效果差		

分析检修:这种电冰箱是 20 世纪 80 年代中期产品,化霜电路故障率较高。上菱 BCD-165 电冰箱的自动化霜电路如图 9-26 所示。图中降压二极管把交流电压 220V 降低为 156V,为化霜电路供电。化霜时的电流通路为电源插头 温控器 化霜定时器 熔断器 降压二极管 双金属开关 温度熔断器 化霜加热器 电源插头。另外有一只压敏电阻与降压二极管、双金属开关、温度熔断器、化霜加热器并联。

方法和技巧:造成电冰箱制冷效果差的原因,通常是化霜控制电路中的压敏电阻、降压二极管、熔断器损坏。如果市面上难以购到原型配件时,应急办法是干脆将这三个元件拆下不用,而将接线按图 9-27 所示作简单改动。这样改动后要注意把化霜加热器的规格由原来的 156V/ 130 W 改为 220 V/ 130 W。

图 9-26 上菱 BCD-165 电冰箱自动化霜控制电路

图 9-27 改动后的自动化霜控制电路

例 10:

牌号	新飞 BCD-170	检修部位	制冷管道
故障现象	不制冷		

分析检修：此电冰箱故障为管道出现沙眼，制冷剂泄漏，所以不能制冷。

方法和技巧：按常规检修方法，应当在补漏后重新抽真空、充注制冷剂。维修过程中，真空泵是必不可少的。由于是到用户家上门维修，即使有真空泵抽空也需要抽 5h 左右，所以采用电冰箱自身压缩机抽真空的办法，能将抽真空时间缩小至 1h 左右，效果并不比用真空泵的方法差。具体操作方法如下。

焊下干燥过滤器，并把毛细管入口焊死。启动压缩机，电冰箱蒸发器内的空气连同水蒸气便从冷凝器出口排出，这样做的目的是利用制冷剂将冷凝器管路内的空气顶出。然后减小修理阀的开启度，缓慢充入制冷剂，以保持电冰箱管路内的压力大于外界大气压力，防止空气混入。这时用割刀将毛细管入口焊封处剖开，把新的干燥过滤器与冷凝器出口焊好，关闭修理阀。等几秒钟后，在电冰箱管路内压力与外界大气压力平衡时，再将毛细管与干燥过滤器焊好，将制冷剂充至正常量，电冰箱即可正常工作。

使用这种方法需注意下面几点。

- (1)抽真空时间不宜低于 1h。因为时间太短，压缩机内温升不够，冷冻油中可能混有的水分不能完全蒸发出来，对电冰箱不利。
- (2)修理时环境温度不能过低，最好在温暖的室内(26℃左右)进行。因环境温度太低时，冷凝器管内可能会存有液体的水分，制冷剂不能有效将其顶出。
- (3)这个办法不适合采用旋转式压缩机的电冰箱。

例 11：

牌号	长庆 185L 直冷式	检修部位	压缩机
故障现象	压缩机运转噪声特别大，且冷冻室内不结霜		

分析检修：用万用表测量压缩机绕组时，发现压缩机端盖和高压管全是油迹。开机用肥皂水检查高压管接头有无泄漏，看到有很小的气泡吹出，并伴随有一股冷冻油味，压缩机运转声很大。由此判断压缩机运转噪声是由于缺少冷冻油引起，冷冻室不结霜是由于制冷剂泄漏引起。

将冷冻油加热至 90℃以上再冷却，以驱除其中水分。在压缩机加液盲管上焊接一根长 50cm 的毛细管，把它的一端插入冷却后的冷冻油中。同时在过滤器上也焊一根毛细管。接通电源开机，几分钟后冷冻油被缓缓吸入压缩机内。此时听压缩机运转噪声会逐渐降低，当恢复正常，在两米外听不到压缩机运转声时，停止加冷冻油。继续让压缩机工作一段时间，试压后再检漏，抽真空加制冷剂、封焊。试机运行几天，冷冻室结霜情况良好，故障彻底排除。

例 12：

牌号	上菱 BCD-180 风冷式	检修部位	压缩机
故障现象	压缩机能运转，但电冰箱不制冷		

分析检修：通电试机，测量压缩机运行电流为 0.4A，较正常值(0.58A)偏低。摸冷凝器不热，听不到管道内的气流声，风扇运转，但冷冻室、冷藏室温度与室温相同。冰箱不制冷的故障原因多为系统制冷剂泄漏，但也可能是压缩机功能丧失。

此型电冰箱配用上海电冰箱厂生产的 QDX35 型、104W 旋转式压缩机。断开压缩机高压工艺管和消音器低压工艺管，排出气体充足，表明制冷剂没有泄漏。分别焊入修理阀，充制冷剂到压力 0.1MPa。开机后，压缩机运转一段时间，低压表、高压表显示的压力读数仍是 0.1MPa，证明压缩机已经失去了吸、排气能力。

更换同型号压缩机,恢复制冷系统后试机,故障排除。

警示与强调:更换旋转式压缩机的工艺与换往复式压缩机不同:

(1) 为了避免冷冻油外流,须先拔下排气管和工艺管中的密封塞,并尽快焊好。抽真空时在高、低压侧进行均可。如采取一边抽空一边充制冷剂的办法,则应在高压侧工艺管端操作。

(2) 旋转式压缩机吸入的气体直接进入气缸内,而排气是先进入机壳内,再进入冷凝器,压缩机启动后需要一端时间,机壳内才能逐步建立高温高压状态。所以,旋转式压缩机开机 20 min 左右才能开始制冷,与往复式压缩机通电后很快即能制冷是不同的。初学者在观察电冰箱制冷情况判断故障原因时务必注意两者的区别。

(3) 旋转式压缩机电机部件直接与壳体固定,依靠防振垫和单向阀、消音器及回气管中的减震塑料夹块吸音,切不可在退出时去掉。

例 13:

牌号	万宝 BCD-186 W 间冷式无霜型	检修部位	排水加热器
故障现象	压缩机能启动运转,但制冷效果差		

分析检修:这类电冰箱与只有单一化霜管式加热器的上菱电冰箱不同,它既设有化霜加热器,又设有排水加热器。通电试机观察冷冻室制冷系统正常,风扇运转,当冷冻室温度约达到 - 5 ℃ 以下时,微调电冰箱后盖内定时器上的黑色旋钮,听到“ 啪 ”的一声接通化霜回路,压缩机即停止运转。此时测量化霜电流为 0. 5 A,较 0. 7 A 左右的正常值偏小。30 min 后压缩机自动恢复运转,可判断化霜回路正常。分析化霜电流偏小的原因,判断为排水加热器开路。

采用测量阻值的方法,既能检测加热器有无断路,又能验证化霜温控器是否失灵。我们知道,当冷冻室温度达到 - 5 ℃ 以下时,化霜温控器复位,这时定时器触点将接通化霜回路。化霜温控器 并联的加热器 温度保险丝 电源插头。因加热器电阻丝和定时器线圈阻值是已知的,所以若用万用表 R × 10 挡测量电源插头两端电阻,即可判断故障所在。若电阻值为 450 Ω ,则表明排水加热器开路;若电阻值为 967 Ω ,则证明化霜加热器开路;若阻值为 8k Ω ,则说明化霜温控器损坏。检测时应将箱内照明灯熄灭,以免 350 Ω 的灯丝电阻造成假象。

此例中通过上述检测,判定排水加热器断路。打开冷冻室隔板,看到蒸发器下部被冰霜包围,说明排水加热器不能对排水盘加热,导致化霜水来不及排除被二次结冻。化霜后,测量排水加热器,发现引接线开路。重新焊接后故障排除。

例 14:

牌号	上菱 BCD-180 直冷式	检修部位	换压缩机
故障现象	压缩机失效,不能制冷		

分析检修:经检查,不制冷故障原因是压缩机损坏。上菱、华菱系列电冰箱中,普遍使用日本三菱公司生产的卧式旋转式滚动转子压缩机。采用这种压缩机的电冰箱制冷系统结构如图 9-28 所示。

警示与强调:滚动转子式压缩机的结构、性能与常见的往复式压缩机差异较大,检修更换压缩机时,要注意以下几点。

(1) 滚动转子式压缩机排气时,先排入机壳,再输入冷凝器,故机壳起油分离作用,可防止压缩机向管路中排油过多,影响整机制冷性能,同时保证润滑油和制冷剂的化学稳定性。这种排气方式使压缩机机壳内处于高温状态,机壳温度可达 90 ℃ ~ 110 ℃ ,而一般往复式

压缩机机壳内是低温状态,其机壳温度仅为 60 ~ 90 。

(2)滚动转子式压缩机运行时,有相当于润滑油重量 20 % 的制冷剂溶入润滑油中,所以制冷剂充注量必须包括溶入油中部分。但在停机时,溶入润滑油的制冷剂大部分又会逸出,为了避免启动时制冷剂超量而被吸入气缸,需要在吸气管上设一储液器起缓冲作用。往复式压缩机运行时,机壳内处于高温低压状态,制冷剂 R12 溶入润滑油的比例很小,可以忽略不计。

(3)使用滚动转子式压缩机的制冷系统抽真空时,最好采用高低压双侧同时抽真空。如果采用单侧抽真空,则必须在高压侧进行。这与使用往复式压缩机时相反,在检修时必须特别注意。

(4)使用滚动转子式压缩机时,为使停机时制冷系统内部高低压能迅速达到平衡,以利再次启动,并为防止停机后高压蒸气向蒸发器倒流,引起蒸发温度上升过快,需在储液器与蒸发器之间管道上装一单相阀,这样可提高制冷效率。往复式压缩机则不需要这样做。

(5)滚动转子式压缩机的压缩机部分和电机部分均固定在机壳上,没有往复式压缩机需要的内减震装置,所以故滚动转子式压缩机固定部分使用减震弹簧和防震橡胶支撑,其配管与邻近可动部件(如风扇、压缩机、配管与弹簧等)之间要保持 30 m m 以上的间隙,配管与相邻的不动部件之间保持 10 m m 以上间隙。

图 9-28 滚动转子式压缩机制冷系统结构

图 9-20 东芝 GR-204E 电子控制电路