

模块三

电冰箱的电气控制系统

【知识目标】

- (1) 知道电冰箱电源电路和照明电路结构和工作原理。
- (2) 知道电冰箱启动继电器和过载保护器结构和工作原理。
- (3) 理解压缩机电路的结构及原理。
- (4) 理解温控器和化霜控制器的结构和工作过程。

【技能目标】

- (1) 学会对照明电路、电源电路的故障进行分析判断。
- (2) 能识别及测试启动继电器、过载保护器、温控器、化霜控制器实物。
- (3) 能对启动继电器、过载保护器故障进行分析和维修。
- (4) 能对温控器、化霜控制器故障进行分析和维修。
5. 培养良好的职业素养。

项目一 电源及照明电路

任务 1 知道电源和照明电路的结构

一、任务的准备

(一) 明确任务

本次任务主要是知道电冰箱的电源电路和照明电路的结构,以及这两部分的作用,简单拆装、检测等操作。通过本任务的学习,让我们知道电路原理,掌握简单电路的分析、拆装能力。

(二) 知识准备

1. 电源电路

在电冰箱和空调系统中,由于电路中都有功率较大的电动机,所以其电源供给就很重要。冰箱和空调的电源系统主要由电源线、电源插头、保险管等部分组成。

(1) 电源线。

冰箱空调的电源线一般采用 3 芯护套线,并且每跟芯线采用多股铜芯软线做成。由于冰箱、空调的外壳必须牢固接地,所以必须用 3 芯线做电源线。这三根线中,分别为相线(火线)、中性线(零线)、保护线(地线)。同时电源线的横截面粗细和其允许通过的电流(载流

量)有对应关系,一般电冰箱所用的电源线,每根线的横截面积在 0.75mm^2 及以上。我们在给冰箱、空调做电源延长线的时候要特别注意,不能用横截面较细的电源线,以免发生导线燃烧事故或留下隐患。

(2) 电源插头。

家用冰箱、冰柜、空调一般都采用电源插头与插座相连。一般采用的是三角插头,其插头的绝缘电阻应该在 50M 以上,插片为铜质,额定工作电压为 250V ,额定工作电流为 $6\text{A}/10\text{A}$,可插拔次数在 10 万次左右。

2. 照明电路

(1) 照明电路作用。

冰箱的照明电路用于冰箱冷藏室的照明,其电路结构简单,控制方便,是冰箱系统中必不可少的电路。而在冰柜、空调系统中,则没有照明电路。

(2) 普通冰箱照明电路。

普通冰箱的照明电路就是用一个冰箱门控开关,去控制一个小功率的白炽灯。图 3.1 所示为某型号的电冰箱的电气控制电路,其中的 SB 为冰箱门控开关。当冰箱门关闭时,SB 被碰压而断开,此时照明灯 EL 熄灭。当用户打开冰箱冷藏室的门时,SB 开关因释放而闭合,照明灯 EL 点亮。一般冰箱所用的灯泡规格为 $220\text{V}/15\text{W}$ 。

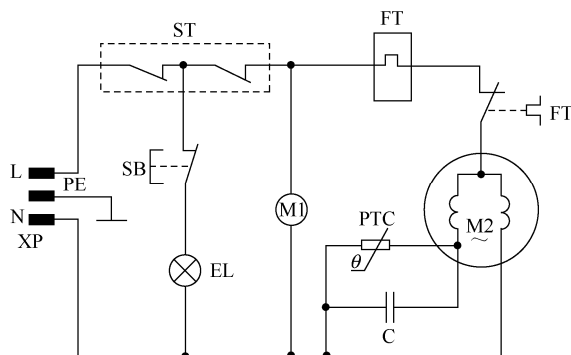


图 3.1 某冰箱电气控制电路图

(3) 冰箱 LED 照明灯 (图 3.2)。

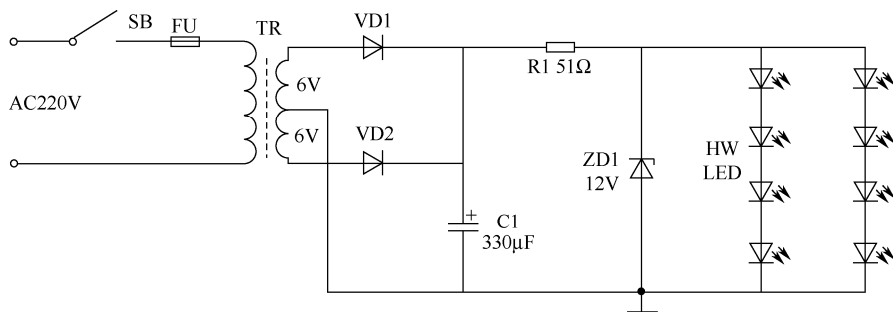


图 3.2 冰箱 LED 照明灯原理图

如图 3.2 所示为电冰箱内 LED 照明灯电路原理。该电路中的 LED 灯由 8 只白色 LED 高亮度发光管组成。LED 分别安装在一根白色透明塑料管内,塑料管的长度等于冰箱柜的高度。

交流市电经门开关 SB 和保险管 FU 在电源变压器 TR 次级产生双 6V 交流电压,由二极管 VD1、VD2 进行全波整流,电容 C1 滤波,电阻 R1 限流,稳压管 ZD1 将平滑的直流电稳定在 12V 供电给 LED 发光条。白色 LED 的正向工作电压为单只 3.1 V,采用 12V 供电,每只 LED 的功率在 0.06W,4 只为 0.25W,共两组,总消耗电能不到 1W。这样,LED 总的发光强度可以接近 40 lm,只产生微弱的热量和消耗很少的电能。

二、任务的完成过程

(一) 冰箱照明灯的拆卸

冰箱照明灯用于冰箱内部照明,灯泡外面一般都有一个灯罩。灯罩一般都是抛物线的,灯泡在抛物线的焦点上,而且大部分都是白色或者金属色的,从物理学上说,这些都可以帮助灯泡的光反射,会起到增强亮度的作用。

由于冰箱照明灯经常有故障,所以需要学会照明灯的更换方法,下面我们就来学习冰箱照明灯的拆卸方法。

1. 准备设备及器材

家用电冰箱,数字万用表,电工工具。

2. 操作步骤

(1) 将电冰箱的电源断开,将冰箱冷藏室门打开,用干净布将冷藏室打扫干净。

(2) 观察冰箱照明灯外的灯罩,看该灯罩是否用螺钉固定在冰箱冷藏室内壁上。

(3) 如果灯罩是用螺钉固定在内壁上的,则用螺丝刀小心地将螺钉取下,然后将灯罩取下,最后用手旋下白炽灯泡。

(4) 如果灯罩外面没有螺钉,则灯罩是用卡扣扣在其塑料外壳上的,此时需要用手小心的滑动/扣动外壳,注意摸索外壳的卡扣位置。待塑料外壳取下后,再看是否还需要用螺丝刀拆卸,最后用手旋下白炽灯泡。

(5) 更换灯泡后,按照逆顺序安装好照明灯。

3. 完成时间

本任务完成时间为 10min。

(二) 冰箱照明灯开关的测试

冰箱照明灯开关一般是一个机械按压式开关,当其机械劳损、变形、接触点氧化时,会造成开关失效。下面我们就来学习一下这个开关的测试方法。

1. 准备设备及器材

家用电冰箱,数字万用表,电工工具。

2. 操作步骤

(1) 将电冰箱的电源断开,用工具将照明灯开关从冰箱内壁上取下。

(2) 找到照明灯开关的接线端。

(3) 将数字万用表拨到电阻挡,然后红黑表笔测试开关的接线端。

(4) 用手按动开关,看万用表的读数是否在 0 欧姆和无穷大之间转换,如果阻值不能变为 0Ω 左右,则此开关已损坏。

(5) 测试开关后,按照逆顺序安装好照明灯开关。

3. 完成时间

本任务完成时间为 10min。

三、任务的评价

表 3.1 电冰箱照明灯拆卸、开关测试评价表

序号	评分内容	配分	评分标准	自评得分	小组互评	教师评分
1	冰箱照明灯拆卸	40	方法步骤正确,动作顺畅,工具使用正确,无器件损坏			
2	冰箱照明灯开关测试	40				
3	完成时间	10	10min 内完成不扣分,每延迟 1min 扣 1 分			
4	规范整洁	5	设备完好、摆放整齐、工位干净得 5 分。其他酌情扣分			
5	安全操作	5	无安全事故及安全隐患得 5 分,其他酌情扣分			
	合计得分	100				

任务 2 学会电源和照明电路的故障维修

一、任务的准备

(一) 明确任务

本次任务是在对电源和照明电路结构理解的基础上,对这两部分电路进行故障分析和实际维修。由于本部分故障相对简单,但在学习中大家要根据前面学习的结构进行动脑分析、记忆。特别是照明灯开关的故障要特别掌握其维修方法。

(二) 知识准备

冰箱空调的电源、照明电路经常会出现一些故障,下面我们就来学习这些故障的检修方法。

1. 电源不通

先检查电源熔丝是否熔断,电源插头与插座是否接触良好。再用万用表测量电源电压是否正常。若电源电压低于 180V,则电冰箱不能正常启动。

2. 电冰箱接通电源不启动

这种故障可能是电源线插头与导线的连接断路。

3. 电冰箱运行中突然停机且不能再次启动

这种故障主要由于电源电压过低或电源插头、插座接触不良所引起。检修时,安装稳压电源或将电源插头插好,电冰箱便可启动。

4. 开箱门,灯不亮

这种故障主要由于门灯开关的接点接触不良(弹簧片弹力不足)所造成。

5. 开、关门,灯均不亮

首先检查灯泡是否损坏(在门灯开关接触良好的情况下)。如灯泡没有损坏,再检查灯泡与灯座是否接触良好。

6. 关门灯不灭

电冰箱内设有 10~15W 照明灯,关箱门时门内胆边框接触不到门灯开关或接触不紧,造成关箱门后灯仍亮着。

7. 开门时灯时亮时不亮

故障原因可能是灯泡与灯座接触不良或照明开关接触不好。如果灯泡与灯座接触不良或

松动，用手拧紧灯泡便可恢复正常。如灯泡与灯座接触良好，再进一步检修照明灯开关。

二、任务的完成过程

电冰箱的电源线长期裸露在外，外层绝缘层容易受到磨损而破裂，同时由于老鼠也可能咬坏电源线，而造成安全隐患。下面我们就来学习冰箱电源线的连接技能。

1. 准备设备及器材

家用电冰箱，电工工具，绝缘胶带。

2. 操作步骤

(1) 将电冰箱的电源断开，用电工刀将电源线的外层护套剥削约 3cm，露出棕色（火线）、蓝色（零线）、绿白色（地线）的三根线。

(2) 用钢丝钳去除三根导线外的绝缘层，绝缘层去除约 2cm。

(3) 用同样的方法将电源线另一头的导线做相同的处理。

(4) 分别将导线两头相对应颜色的两根线进行铰接，铰接时注意工艺和质量。

(5) 用绝缘胶带将三个接线头进行绝缘层的恢复，然后用绝缘胶带恢复整个接头处外层绝缘。

3. 完成时间

本任务完成时间为 10min。

三、任务的评价（表 3.2）

表 3.2 电冰箱电源线连接评价表

序号	评分内容	配分	评分标准	自评得分	小组互评	教师评分
1	冰箱电源线连接	80	方法步骤正确，动作顺畅，工具使用正确，无器件损坏			
2	完成时间	10	10min 内完成不扣分，每延迟 1min 扣 1 分			
3	规范整洁	5	设备完好、摆放整齐、工位干净得 5 分。其他酌情扣分			
4	安全操作	5	无安全事故及安全隐患得 5 分，其他酌情扣分			
	合计得分	100				

项目二 启动继电器和过载保护器

任务 1 知道启动继电器和过载保护器的结构

一、任务的准备

（一）明确任务

本任务主要是知道电冰箱启动器、过载保护器的分类和各种结构。通过本任务的学习，知道其工作过程，掌握其原理，还要能够识别具体实物，能用仪表判断其质量的好坏。

(二) 知识准备

1. 重锤式启动器

由于压缩机电动机启动阻力矩比正常运转时大得多,压缩机绕组除运行绕组外都有启动绕组,启动绕组只是在启动时起作用,启动后运行绕组就开始独自工作。这样就需要用启动控制器来控制接通或断开启动绕组。启动控制器一般采用重锤式启动继电器和 PTC 启动器。重锤式启动器电路如图 3.3 所示。

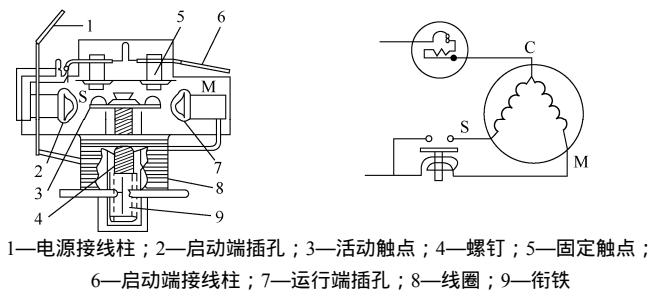


图 3.3 重锤式启动器

未启动时,由于重力作用重锤式衔铁处于断开位置,启动时,通过启动器线圈的电流较高,线圈励磁将衔铁吸合,将启动绕组接通,电动机启动。当电动机转速达到额定转速的 75%~80%时,电流下降,线圈失磁,衔铁因自重而落下,断开启动绕组,压缩机运转,绕组正常工作。

2. PTC 启动器

PTC 元件是一种半导体晶体结构,如图 3.4 所示,具有正温度系数电阻特性,即当温度达到某一临界点,其电阻值会发生剧增,如图 3.5 所示。PTC 电路连接如图 3.6 所示。

电冰箱刚开始启动时,PTC 元件温度较低,电阻小,启动绕组接通。由于启动电流较大,PTC 温度随之升高,达到临界温度时,电阻猛增到数万欧姆,可视为断路,于是与之串联的启动绕组断电,运转绕组正常工作。PTC 是一种无触点开关,但是停机后由于 PTC 温度仍很高,所以无法马上启动。

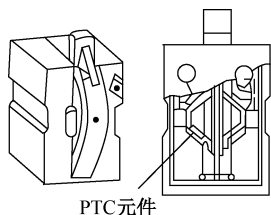


图 3.4 PTC 启动继电器外形

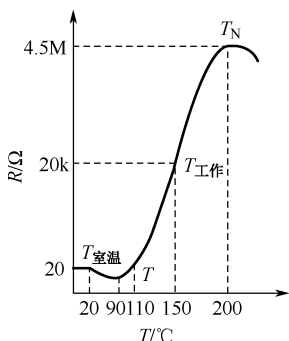


图 3.5 PTC 温度特性曲线图

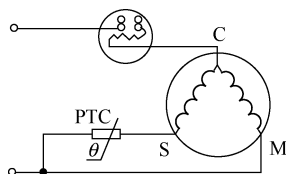
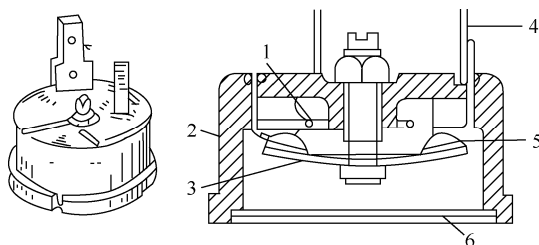


图 3.6 PTC 接线图

3. 过载保护器

过载保护器是用来防止压缩机过载和过热烧毁电动机而设置的。电冰箱压缩机多采用碟形保护器。其结构如图 3.7 所示。



1—电热丝；2—外壳；3—双金属片；4—接插片；5—触点；6—罩子

图 3.7 碟形保护器结构图

该保护器串联在压缩机主线路中，当电路因过载电流过大，与之相接的电阻丝会发热，使相邻双金属片受热变形，向上弯曲断开电路，从而保护压缩机不被烧毁。由于保护器紧压在压缩机外壳上，所以双金属片又能感受机壳温度，若压缩机工作不正常，机壳温度过高，双金属片也会受热弯曲断开电路，因此该保护器有双重作用。



二、任务的完成过程

(一) 冰箱启动器/过载保护器的识别训练

请大家通过本地电子市场和网络查询，判断以下实物属于哪一种冰箱启动器/保护器，在表 3.3 中用直线将实物和种类进行连接。

表 3.3 冰箱启动器/过载保护器识别训练表

序号	启动器名称	启动器特点	连线	启动器图片
1	重锤式启动器	电机启动时电流很大，使启动器的线圈产生很大磁场，吸引重锤接入启动线圈，电动机正常运转后，电流正常，启动器的线圈产生的磁场不足以吸引重锤，启动线圈断开 注意：重锤式启动继电器只能线圈方向与地面平行，才能使磁场与地面垂直，而且不能在移动时启动		
2	PTC 式启动器	在刚启动时因热敏电阻阻值小，启动电流很大，很轻松就使压缩机运转起来，当热敏电阻温度上升，阻值就变得很大，启动回路切断		

序号	启动器名称	启动器特点	连线	启动器图片
3	过载保护器	当压缩机过载时,其过载电流很大,过载电流流经热保护器里的热阻丝,使热阻丝发热,引起碟形双金属片弯曲上翘,断开接触点,切断电流,起到了保护压缩机的作用		 

(二) 冰箱 PTC 启动器的测试训练

冰箱的 PTC 启动器在常温时,其电阻值比较小,只有十几欧姆到几十欧姆。我们可以通过测试其常温时的电阻值来大致判断其好坏。具体的测试方法如下。

- (1) 用万用表的电阻挡,在常温时测试 PTC 启动器两个引脚之间的阻值,其正常值为 15 ~ 40Ω。
- (2) 用烧热了的电烙铁,靠近 PTC 启动器,让 PTC 慢慢受热升温。
- (3) 用万用表再次测试变热了的 PTC 启动器,此时其阻值应该变大。
- (4) 若 PTC 启动器阻值一直很大,或者阻值不能随温度升高而增大,说明其质量不良或已损坏。

三、任务的评价(表 3.4)

表 3.4 电冰箱电源线连接评价表

序号	评分内容	配分	评分标准	自评得分	小组互评	教师评分
1	冰箱启动器的识别	20	连线正确,书写工整得 20 分			
2	冰箱 PTC 启动器的测试	50	方法步骤正确,动作顺畅,工具使用正确,无器件损坏			
3	规范整洁	15	设备完好、摆放整齐、工位干净得 15 分。其他酌情扣分			
4	安全操作	15	无安全事故及安全隐患得 15 分,其他酌情扣分			
	合计得分	100				

任务 2 学会启动电路/过载保护电路的故障维修

一、任务的准备

(一) 明确任务

本任务主要是学会电冰箱启动器/过载保护器的故障分析方法,以及启动电路的实训操

作。通过本任务的学习,知道其故障分析,还要能够测试具体实物,能用人工方法强制启动压缩机。

(二) 知识准备

1. 常见故障现象

启动继电器,可能出现以下几种故障现象。

(1) 电冰箱通电后,压缩机一点响声也没有,吸合电流为 0,经过 3s 后过载保护器的接点跳开。

(2) 电冰箱通电后,压缩机“嗡嗡”响,吸合电流在 5A 以上,经过 3s 启动接点也不跳开,而后过载保护器的接点跳开。

(3) 电冰箱通电后,启动继电器,过载保护接点跳开。

2. 故障维修

首先确定启动继电器是否损坏,可采用压缩机人工强行启动的方法,若启动继电器出现故障,一般要更换。

3. 维修实例

一台五洲-阿里斯顿牌 BCD-185 型电冰箱出现不能启动、只听到断续的“咔嚓”声的故障现象。

故障分析:电冰箱不启动的可能原因有压缩机卡死、电动机绕组烧坏、过载保护器断路、启动继电器失灵、温控器损坏等。检查时,先让电冰箱通电,用钳形电流表测量压缩机启动电流和工作电流是否正常,测得启动电流在 5A 以上,而后又返回到 4A 左右,但压缩机却能启动运转。这就排除了过载保护器,用万用表电阻挡测量压缩机 3 个接线柱之间的电阻值,测得启动绕组和运行绕组的阻值正常,绕组与机壳之间的绝缘电阻也大于 $2M\Omega$,这也排除了压缩机电动机绕组损坏的可能。

可采用人工启动的方法强制压缩机启动运转,压缩机顺利启动运转,运转电流在 1A 左右,而且电冰箱开始制冷,说明压缩机本身并没毛病,而是启动继电器发生了故障,如图 3.8 所示。

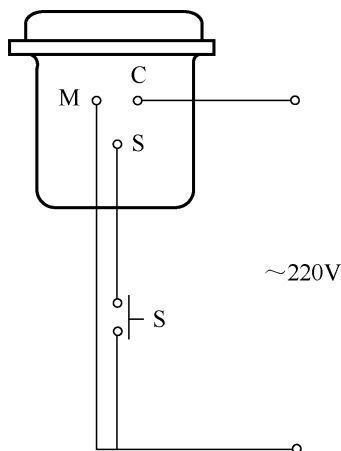


图 3.8 人工启动接线图

故障维修:该机采用的是重锤式启动继电器,用手摇动它时感觉到其中的衔铁运动有些受阻,将其拆下,小心地倒出当中的衔铁和动触点。发现衔铁受阻是因为启动继电器的骨架上有毛刺。用小刀将毛刺剔除后,装入衔铁和动触点,将启动继电器重新装回到压缩机上。

试机，电冰箱恢复了正常工作。

4. 过载保护器常见故障

过载保护器经常发生电热丝烧断、双金属片失灵和触点接触不良等故障。

5. 故障维修

用万用表测量过载保护器端子间是否导通，可判断其好坏。如果测量值接近，则说明是好的。否则，可以判断该过载保护器已损坏，应进行更换。

6. 维修实例

一台 LG 牌 GR-313 型电冰箱通电后，压缩机不启动。

故障分析：通电后，打开电冰箱门，照明灯会亮，说明电源正常。但压缩机不能启动运转，而且也听不到压缩机电动机的“嗡嗡”声。用万用表测得温控器的插脚导通。断电后，取下 PTC 启动器和碟形双金属保护器，让压缩机强制启动，压缩机可以启动，说明是 PTC 启动器或碟形双金属保护器断路了。用万用表测量碟形双金属保护器两引脚间的直流电阻，如图 3.9 所示。常温下该电阻应很小，但实测值为无穷大，确定保护器损坏了。

故障维修：更换了一个型号为 4TC205RFB 的碟形双金属保护器后，试机，压缩机启动运转恢复正常。

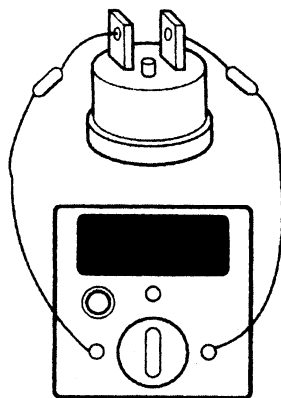


图 3.9 测量碟形保护器的电阻值

二、任务的完成过程

（一）冰箱重锤式启动器的测试训练

冰箱的重锤式启动器在常温时，线圈阻值和触点阻值都是固定的，我们可以通过测试其常温时的电阻值来大致判断其好坏。具体的测试方法如下。

（1）用万用表的电阻挡，在常温时测试重锤式启动器线圈的两个引脚之间的阻值，其正常值为 1Ω 左右。

（2）用万用表的电阻挡，测试重锤式启动器的两个触点之间的阻值，正常时期阻值为 1Ω 以内。

（3）若测试中发现重锤式启动器线圈或触点的阻值超出正常值较多，则其质量可能损坏，简议更换同型号新品。

（二）冰箱压缩机的人工启动训练

（1）用正规的电源线连接冰箱压缩机的 M 端和 C 端，其中 M 端接火线，C 端接零线，S 端不接线。

（2）将电源线接入 220V 交流电源中。

（3）取一个带绝缘手柄的螺丝刀。手持螺丝刀，用螺丝刀的金属部分短暂的短接冰箱压缩机的 M 端和 S 端，让冰箱压缩机启动。

（4）待几秒钟压缩机启动工作后，移开螺丝刀。

注意：短接压缩机时，可能有火花溅出，请注意防护。同时螺丝刀千万不要碰到压缩机外壳，以免造成安全事故。

三、任务的评价 (表 3.5)

表 3.5 电冰箱启动电路实训评价表

序号	评分内容	配分	评分标准	自评得分	小组互评	教师评分
1	冰箱重锤式启动器的测试	35	方法步骤正确,动作顺畅,工具使用正确,无器件损坏			
2	冰箱压缩机的人工启动	35				
3	规范整洁	15	设备完好、摆放整齐、工位干净得 15 分,其他酌情扣分			
4	安全操作	15	无安全事故及安全隐患有 15 分,其他酌情扣分			
	合计得分	100				

项目三 压缩机电动机电路

任务 1 知道压缩机电动机电路的结构及原理

一、任务的准备

(一) 明确任务

压缩机是制冷系统的能源中心,也是需要长期工作的部件。压缩机就是一个电动机,但这个电动机在工作时要具备一定的条件,同时还有一些保护电路。本任务我们就来学习压缩机正常工作的过程以及压缩机的基本测试方法。大家在学习、操作的时候要特别细心,并要记住相关的参数。

(二) 知识准备

电冰箱和空调系统中的压缩机是机器的核心动力部分,也是制冷系统中比较繁忙且故障较多的部件。要让压缩机长期良好运转,必须对其进行控制和保护。压缩机在工作时,主要受到温控器、过载保护电路(热保护和过流保护)启动器的控制。

1. 直冷式家用电冰箱的控制电路

普通单门直冷式、双门直冷式电冰箱的控制电路分别如图 3.10 和图 3.11 所示,这些电路均由温度控制器、启动继电器、热保护器和照明灯及开关等组成。这是一种常用的典型电路。

压缩机的工作过程如下:给冰箱通电,当温控器检测到冰箱内温度高于预先设定的温度时,温控器的触点闭合,温控器接通。电流经过热保护器到达冰箱压缩机,由于冰箱压缩机上接有重锤式或 PTC 式启动器,所以冰箱压缩机电动机工作带动制冷系统中制冷剂流动,并将制冷系统内部的热量吸收后释放到外部空间,从而达到制冷的目的。

当冰箱内部的温度达到或低于预设的温度,温控器的探头感知到这个变化后,温控器的触点断开,温控器开关断路,此时冰箱压缩机的供电被切断,压缩机失电停转,制冷系统中的制冷剂停止流动,冰箱失去制冷作用。当冰箱内部温度慢慢升高,又将触发温控器的触点闭合,冰箱压缩机就不断地重复制冷、停转的过程。

如果制冷系统中出现了问题,或者压缩机自身出现故障,导致了压缩机的实际电流过大,或者压缩机外壳温度过高,此时冰箱热保护器触点就自动断开,即断开了压缩机电动机的供电,压缩机停止运转。过一段时间后,当压缩机外壳温度降低后,冰箱热保护器触点又将自动接通,此时压缩机又将自动接通。需要说明的是:当压缩机供电电源电压过高或过低时,都将引起冰箱压缩机工作电流过大,此时冰箱热保护器就将动作,起到安全保护作用。

直接控制压缩机启动的是压缩机启动电路,主要有重锤式启动器和 PTC 启动器等,其工作原理前面已经介绍,在此不再赘述。

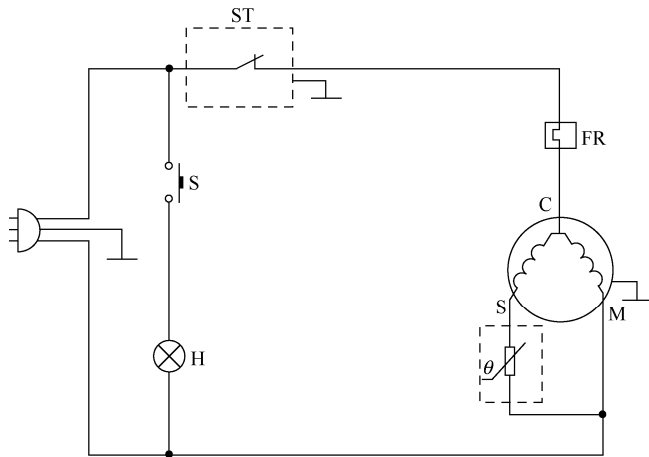


图 3.10 直冷式单门冰箱控制电路

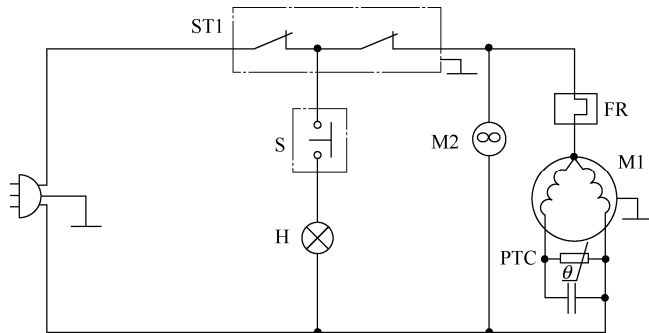


图 3.11 直冷式双门冰箱控制电路

2. 间冷式家用电冰箱的控制电路

间冷式家用电冰箱的压缩机电动机控制电路与前面讲述的直冷式冰箱完全相同。有所区别的是冰箱内部的冷却方式,间冷式电冰箱是靠箱内空气强制对流来进行冷却的。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和化霜电热及化霜的控制等。图 3.12 所示是一种比较典型的间冷式双门电冰箱的控制电路。风扇电动机 M2 与压缩机 M1 并联,即同时开停。为避免打开电冰箱门时损失冷气,冷藏室采用双向触点“门触开关”,当冷藏室开门时,箱内照明灯接通。关门后照明灯熄灭,箱内风扇又开始运转。

化霜控制系统由时间继电器、电热元件和热继电器等组成。当工作到一定时间后进行化霜时,时间继电器将制冷压缩机电路断开,压缩机停车,同时将化霜电热元件接通,开始化霜。当达到除霜时间后,化霜电路断开,同时又接通压缩机电路,恢复制冷过程。如果化霜

时的温度过高，将会损坏箱体的塑料构件和隔热层。为此，在化霜控制电路中设有热继电器（也叫限温器）。热继电器置于蒸发器上，当蒸发器温度高于设定的 25°C 时，热继电器的触点就会断开，切断电热器电源，停止电热。为防止热继电器万一失灵，在化霜控制电路中还有熔断型温度保险器（或熔丝）。如因故障温度熔丝被熔断，则不能自动复位，必须将故障排除后更换温度熔丝，电冰箱才能开始工作。

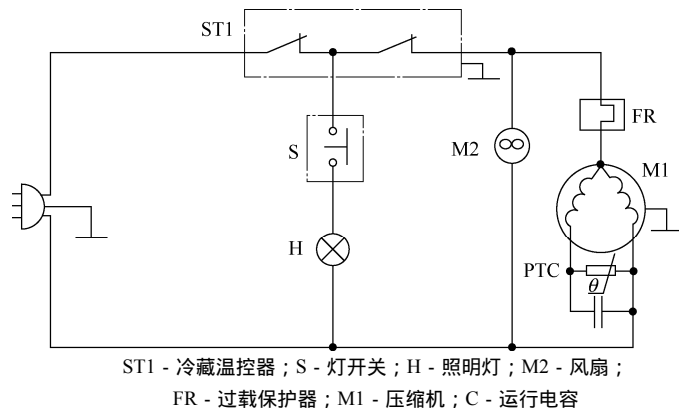


图 3.12 间冷式双门电冰箱控制电路

二、任务的完成过程

（一）冰箱压缩机绝缘绕组测试

1. 准备设备及器材

电冰箱压缩机，兆欧表，电工工具。

2. 操作步骤

（1）将电冰箱的电源断开，用电工工具将压缩机电动机所连接的所有元件取下，露出压缩机的 3 个接线端子。

（2）用万用表测试压缩机的 3 个接线端，并分辨出电动机的“M”、“S”、“C”端。

（3）将兆欧表的测试线“线路 L”端接压缩机“M”接线端，将兆欧表的测试线“接地 E”端接压缩机的金属外壳（可以接压缩机的固定螺钉处）。

（4）以 $120\text{r}/\text{min}$ 的速度匀速转动兆欧表，连续转动 1min 后，读取兆欧表的读数。

（5）如果兆欧表的读数大于 5M ，则说明压缩机的绕组 M 端与金属外壳间的绝缘电阻符合要求。否则说明压缩机已经漏电，必须更换。

（6）将兆欧表的测试线“线路 L”分别连接电动机的“S”、“C”端，分别测试这两个接线端与外壳间的绝缘电阻。

（二）冰箱压缩机工作电流测试

1. 准备设备及器材

电冰箱压缩机，钳形表，电工工具，电源插线板。

2. 操作步骤

（1）将冰箱断电，并将冰箱电源插头插到电源插线板上。

（2）将电源插线板的火线以直径 3cm 缠绕 $5\sim 8$ 个同心圆圈（视导线长短而定）。

（3）将电源开关闭合，让冰箱通电工作。

(4) 将钳形表拨到电流 5A 挡, 并将前面绕的圆圈卡入钳形表的钳口中, 然后闭合钳口。

(5) 当钳形表指针偏转且指针读数大于刻度 1 后, 进行读数。再根据读数计算导线中的实际电流。

(6) 如果钳形表指针偏转在刻度 0 和 1 之间, 说明导线圈数要增加。此时应该断开电源, 将火线重新多绕几圈, 然后再通电测试。

注意: 钳形表在卡入导线时, 禁止换挡操作, 以免损坏钳形表。同时在使用钳形表前要对钳形表进行机械调零。

三、任务的评价 (表 3.6)

表 3.6 电冰箱压缩机测试实训评价表

序号	评分内容	配分	评分标准	自评得分	小组互评	教师评分
1	冰箱压缩机绝缘绕组测试	35	方法步骤正确, 动作顺畅, 工具使用正确, 无器件损坏			
2	冰箱压缩机工作电流测试	35				
3	规范整洁	15	设备完好、摆放整齐、工位干净得 15 分, 其他酌情扣分			
4	安全操作	15	无安全事故及安全隐患得 15 分, 其他酌情扣分			
	合计得分	100				

任务 2 学会压缩机电动机电路的故障维修

一、任务的准备

(一) 明确任务

有很多原因可引起压缩机不工作或不正常工作, 同时压缩机产生故障后也有相对应的现象表现出来。本任务我们就要从多种现象中, 分析故障, 判断故障, 最后排除故障。压缩机的拆卸和安装是一项基本技能, 本次我们也要通过训练来掌握这些技能, 在操作中大家一定要边做边记边思考, 让我们的经验能够更好地积累。

(二) 知识准备

1. 压缩机电动机电路常见故障分析与维修

故障现象一: 启动继电器连续过载、过载保护器的接点断开、压缩机不转动。

故障分析与维修: 用万用表电阻挡检查时, 发现启动或运行绕组的阻值比正常值明显减少, 这表明压缩机电动机启动绕组因短路造成了故障。

故障现象二: 通电压缩机不转。

故障分析与维修: 用万用表检测时, 发现运行和启动绕组阻值无限大。产生这种情况的最可能原因是电动机绕组的接线断开或电动机与机壳内的 3 只接线柱间的引线松脱而引起电动机断路。

故障现象三: 压缩机电机勉强启动运行, 但运行电流比正常值大一倍以上, 响声也显著增大, 并且在电动机运行几分钟后, 过载保护器断开。

故障分析与维修：用万用表测量电阻时，发现运行绕组的阻值比正常值小几欧，这表明电动机运行绕组间短路。

故障现象四：压缩机漏电。

故障分析与维修：用万用表检查时，发现机壳接线柱公用点一端与机壳间的电阻为零，说明公用点对地短路了。

故障现象五：电冰箱运行后，熔丝连续熔断。

故障分析与维修：用万用表检查时，发现电动机运行或启动绕组对机壳短路，而正常值应在 $5M\Omega$ 以上。

2. 压缩机电流过大的故障分析及故障排除

(1) 冰箱压缩机电流过大原因分析。

当电冰箱工作时压缩机的电流值超过正常工作电流 $1.1 \sim 1.2A$ 时 即认为电流过大。原因如下：

电冰箱输入的电源电压过低，低于其允许工作的电压值，造成启动电流过大。

制冷系统受外界因素影响，如冷凝器紧贴墙、管上污垢太多、空气自然节流效果差、热空气散发不出去、电冰箱离热源太近、冰箱内存放过量热食品。这些因素都会使冷凝压力升高，造成压缩机启动困难，压缩机电流过大。

压缩机内部件装配不符合技术要求，造成运动时摩擦力过大，导致压缩机达不到额定转速，甚至停转，从而使压缩机电流过大。

突然停电后又突然来电，间隔时间短，在系统内高低压力还没平衡的情况下，造成启动困难，使压缩机电流过大。

冰箱系统内的制冷剂泄漏，冰箱制冷效率低，其内部温度难以下降，压缩机不停地运转，造成电流过大。

启动继电器失灵，热保护器失去能力，造成电流过大。

(2) 冰箱压缩机电流过大故障排除方法。

通过前面对冰箱压缩机工作电流过大的原因分析，下面列举出排除该类故障的操作方法。

应设置专用电源线供电。

电源电路上安装自耦调压器，将供电电压稳压到电源电压额定值。

电冰箱应摆放在空气流通的地方。

用工具切开压缩机的机壳，按技术标准重新组装部件。

当发现突然停电时，应立即断开冰箱电源插头，待供电恢复正常后，再使用电冰箱。

通过检查，确认系统内制冷剂已泄漏，应及时修理和加注制冷剂（如氟利昂）。

若检查发现启动继电器失灵，应及时修理或更换。

3. 维修实例

一台日立牌 R-175 型电冰箱压缩机不启动。

故障分析：断电后，拆下启动继电器和过载保护器，从压缩机接线柱上测量其电动机绕组值，发现启动绕组短路，须进行剖壳修理。

故障维修：锯开压缩机外壳，查看定子绕组。发现启动绕组的槽外部分被烧断了两匝线，粘结在一起形成了短路。用钳子剪断这两匝线，出现 4 个断头，加上启动绕组本身的 2 个头，共有 6 个头。用万用表找出各自的头和尾，并用相同规格的耐氟漆包线将头尾连接好，焊接处不得有毛刺，用聚酯薄膜分别将每个接头包好。用万用表测量启动绕组的直

流电阻，阻值与正常值一致后，即可将绕组线圈进行绑扎。绑扎时要把各接头分开一些，不与其他导线相碰。

二、任务的完成过程

（一）冰箱压缩机拆卸实训

1. 实训目的

掌握电冰箱压缩机拆卸方法和具体操作步骤，能独立进行完整的操作。

2. 准备设备及器材

电冰箱、全封闭式压缩机、连接管、割刀、扩管器、封口钳、气焊设备、锉刀、扳手、旋具、尖嘴钳、胶塞、砂纸、焊接保护铁皮等。

3. 操作步骤

（1）将电冰箱的电源断开。

（2）用螺丝刀和尖嘴钳拆下压缩机上的所有电气连线，并将取下的元件妥善保管，以防丢失。

（3）用锉刀将压缩机的工艺管挫开一个小口，让冰箱内的制冷剂缓慢释放。

（4）待制冷剂释放完后，将保护铁皮放在压缩机与冰箱之间，以保护冰箱其他部分不受火焰烘烤。

（5）点燃气焊枪，调节好火焰。

（6）用气焊枪分别加热压缩机与高压排气管和低压回气管的连接部位，并将这两根铜管从压缩机上取下。

（7）待铜管冷却后，用胶塞塞住压缩机上的两个连接管管口。

（8）用扳手拧下底板上压缩机的安装螺帽，拆下压缩机。

（二）冰箱压缩机安装实训

1. 实训目的

掌握电冰箱压缩机安装方法和具体操作步骤，能独立进行完整的操作。

2. 准备设备及器材

电冰箱、全封闭式压缩机、连接管、割刀、扩管器、封口钳、气焊设备、锉刀、扳手、旋具、尖嘴钳、胶塞、砂纸、焊接保护铁皮等。

3. 操作步骤

（1）将电冰箱的电源断开。

（2）将压缩机准确地安放到冰箱底板上，用4颗螺帽进行固定，然后用扳手拧紧。

（3）在压缩机与冰箱后背之间放置一块隔热的保护铁皮。

（4）取下压缩机高压管和低压管上的胶塞。

（5）将冰箱上的高压排气管和低压回气管分别接入冰箱压缩机管道中。

（6）点燃气焊枪，调节好火焰。

（7）用气焊枪分别加热压缩机与高压排气管和低压回气管的连接部位，并用焊条进行焊接，最终将这两根铜管良好地焊接在压缩机上。

（8）给压缩机重新焊接上一根工艺管，并在工艺管上连接加注制冷剂的管子。

（9）焊接好后，就可对压缩机进行抽真空等操作了。

（10）真空抽好后，将刚才取下的电气元件重新安装到压缩机上。

注意：用锉刀将压缩机的工艺管挫开一个小口时，不能将工艺管整根切断，以防制冷剂

突然喷出造成事故。同时压缩机的安装螺帽不用拧得过松或过紧。

三、任务的评价（表 3.7）

表 3.7 电冰箱压缩机拆装实训评价表

序号	评分内容	配分	评分标准	自评得分	小组互评	教师评分
1	冰箱压缩机拆卸实训	40	方法步骤正确，动作顺畅，工具使用正确，无器件损坏			
2	冰箱压缩机安装实训	40				
3	规范整洁	10	设备完好、摆放整齐、工位干净得 10 分，其他酌情扣分			
4	安全操作	10	无安全事故及安全隐患得 10 分，其他酌情扣分			
	合计得分	100				

项目四 温控器和化霜控制器

任务 1 知道温控器和化霜控制器的结构

一、任务的准备

（一）明确任务

压缩机是制冷系统的能源中心，也是需要长期工作的部件。压缩机就是一个电动机，但这个电动机在工作时要具备一定的条件，同时还有一些保护电路。本次任务我们就来学习压缩机正常工作的过程以及对压缩机的基本测试方法。大家在学习、操作的时候要特别细心并要记住相关的参数。

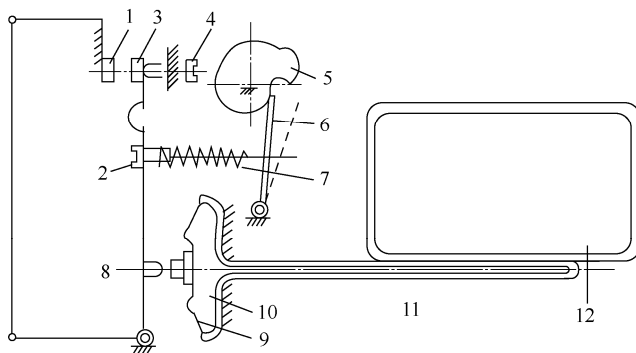
（二）知识准备

1. 温控器

电冰箱所使用的温控器主要有温感压力式机械温控器和热敏电阻式电子温控器。

（1）温感压力式机械温控器。

这种温控器主要由感温囊和触点式微型开关组成，如图 3.13 所示。



1—静触点；2—温度调节螺钉；3—快跳触点；4—温差调节螺钉；5—调温凸轮；6—温度控制板；7—主弹簧；8—推动力点；9—传动膜片；10—感温囊；11—感温管；12—蒸发器

图 3.13 温感压力式机械温控器

感温囊是一个封闭腔体，它由感温管、感温剂和感温腔 3 部分组成。感温腔可分为波纹管式和膜合式。感温腔中充入感温剂，当感温管的温度发生变化时，即引起感温剂的压力发生变化，从而引起控制开关的动作。感温剂在低温下充注在感温腔内，呈饱和状态，压力较高，若不慎将管路弄破，感温剂就会泄漏，并引起温控器报废，因此在操作中需要小心。

温控原理。

当蒸发器表面温度上升并超过预定值时，感温管内感温剂压力增大，传动膜片 9 的压力升高到大于主弹簧 7 的拉力，推动力点 8 向前移，通过弹性片连接传动使快跳动触点 3 与固定静触点 1 接通，电路闭合，压缩机运转，系统制冷。

当蒸发器表面温度逐步下降到预定值时，感温管内感温剂的压力下降，弹簧 7 的拉力大于感温腔前端传动膜片的推力，从而使触点连接杆后移，使快跳动触点 3 与固定静触点 1 迅速断开，电路断开，压缩停止运转。

冰箱温度调节原理。

调节温控旋钮，实际上就是调温凸轮，通过拉板前移或后移来改变弹簧 7 的拉力大小。若此拉力大，就需要蒸发器温度高，感温剂压力大，才能产生较大的推动力而使点 8 前移，推动触点 3 与固定触点 1 闭合，压缩机才启动。这是调高冰箱温度的方法。反之，如调温凸轮 5，使拉板 6 前移，使弹簧 7 的拉力变小，冰箱的温度就会调低。

温度范围高低调节原理。

图 3.13 中螺钉 2 是温度范围高低调节螺钉。通过顺时针（右旋）调节它，相当于加大主弹簧 7 的拉力，使温控点升高。当冰箱出现不停机故障，可将此螺钉右旋半圈或 1 圈。

反之，若逆时针（左旋）调节 2，相当于减小弹簧的拉力，使温控点降低。当冰箱出现不启动故障时，可将此螺钉左旋半圈或 1 圈。

温差调节。

图 3.13 中螺钉 4 是开停温度调节螺钉，调节它，就相当于调节触点 1 和触点 3 之间的距离，逆时针（左旋）调节它，关机温度不变，开机温度升高，温差拉大，可以排除开停太频繁的现象。

若顺时针（右旋）调节它，关机温度不变，开机温度降低，温差减小，可以排除开停周期长的现象。

电冰箱温控调节经验。

电冰箱在使用过程中，其工作时间和耗电量受环境温度影响很大，因此需要我们在不同的季节选择不同的挡位使用：夏天环境温度高时，应打在较弱挡使用；冬季环境温度低时，应打在较强挡使用。

这样调节的原因是：在夏季，环境温度达到 30°C ，冷冻室内温度若打在强挡，温度达 -18°C 以下，内外温度差为 $30^{\circ}\text{C} - (-18^{\circ}\text{C}) = 48^{\circ}\text{C}$ ，此时箱内温度每下降 1°C 都是困难的。就好像水从 95°C 加热到 100°C ，每上升 1°C 都是困难的。再则，内外温差大，通过箱体保温层和门封冷量散失也会加快，这样就会出现开机时间很长而停机时间却很短的现象。这会导致压缩机在高温下长时间地运行，加剧了活塞与汽缸的磨损，电动机线圈漆包线的绝缘性能也会因高温而降低。耗电量也会急剧上升，既不经济又不合理。若此时改在弱挡，就会发现开机时间明显变短，停机时间加长，这样既节约了电能，又减少了压缩机磨损，延长了使用寿命。所以夏天高温时应将温控器调至弱挡。

当冬季环境温度较低时，若仍将温控器调在弱挡，因此时内外温差小，散热慢，就会出