

全国家用电器产品维修工职业技能鉴定指定用书

职业技能鉴定教材

家用电器产品 维修工 (高级 技师 高级技师)

劳动和社会保障部职业技能鉴定中心
全国家用电器职业技能鉴定教材编委会

审定
主编

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

全国家用电器产品维修工职业技能鉴定指定用书
职业技能鉴定教材

家用电器产品维修工 (高级 技师 高级技师)

劳动和社会保障部职业技能鉴定中心 审定
全国家用电器职业技能鉴定教材编委会 主编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

家用电器产品维修工:高级 技师 高级技师/全国家用电器职业技能鉴定教材编委会主编.

—北京:人民邮电出版社,2002.4

职业技能鉴定教材

ISBN 7-115-10102-7

I. 家... II. 全... III. 日用电气器具—维修—职业技能鉴定—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 013093 号

内 容 提 要

本书为高级、技师、高级技师家用电器产品维修工的职业技能鉴定教材,其内容按照《家用电器产品维修工国家标准》的规定编写的。内容包括电子技术、制冷技术、仪器仪表以及微电脑电冰箱与电冰柜、变频空调器、电脑全自动洗衣机的基本结构、工作原理、使用、常见故障及其检修。

本书适合作为职业技能鉴定教材,也可供中、高职教育教学和广大家电维修人员参考。

全国家用电器产品维修工职业技能鉴定指定用书

职业技能鉴定教材

家用电器产品维修工(高级 技师 高级技师)

- ◆ 审 定 劳动和社会保障部职业技能鉴定中心
主 编 全国家用电器职业技能鉴定教材编委会
责任编辑 李树岭 刘文铎
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.75
字数: 501 千字 2002 年 4 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2002 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10102-7/TN · 1847

定价: 27.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

全国家用电器职业技能鉴定教材

编 委 会

主 任：陈 宇 杜肤生

副 主 任：吕晓春 宋 建 陈 光

委 员：王晓丹 陈 蕾 李佩禹 崔秋立

孙戈力 高鲁民 尚志平 姜亚彬

颜世丁 苗 滨 李树岭 赵桂珍

姚予疆 唐素荣

执行委员：李佩禹 李树岭 赵桂珍

丛书前言

中华人民共和国劳动和社会保障部于2000年5月颁发了《家用电器产品维修工国家职业标准》,该标准以电冰箱、空调器、洗衣机等家用电器维修人员为对象,共设初级、中级、高级、技师和高级技师5个等级。

为了贯彻和实施这个标准,人民邮电出版社在劳动和社会保障部职业技能鉴定中心的支持和指导下,组织了名牌家电企业、高等职业院校、家电行业中的技术专家和考评人员编写了这套《职业技能鉴定教材》。这套教材共三册,即《家用电器产品维修工(初级)》、《家用电器产品维修工(中级)》和《家用电器产品维修工(高级 技师 高级技师)》。每册书的内容严格按照《家用电器产品维修工国家标准》限定的范围,并且根据初级、中级、高级、技师和高级技师5个等级的知识要求和专业技能的要求来编写。

这套鉴定教材的突出特点是:改变了原有一些教材的知识陈旧、基础知识过多、与实际脱节等问题,突出了鉴定考核的针对性和实用性,注重系统性、典型性和先进性,体现了以职业活动为导向,以职业技能为核心的特点,符合培训、鉴定和就业工作的需要。

在每册书最后均附有国家技能鉴定考试简介和国家统一考试标准试卷,为读者应试提供了复习参考。

由于时间仓促,不足之处在所难免,欢迎使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

全国家用电器职业技能鉴定教材编委会

前 言

劳动和社会保障部 2000 年 5 月颁发了《家用电器产品维修工国家职业标准》(以下简称《标准》)。为了贯彻和实施这个标准,我们组织了名牌家电企业、高等职业院校、家电行业中的技术专家和考评人员编写了这本《家用电器产品维修工(高级 技师 高级技师)》职业技能鉴定教材。书中紧扣《标准》规定的范围和知识、技能要求,阐述了高级、技师、高级技师家用电器产品维修工考核鉴定的基础知识、专业知识和相关知识等内容。

本书既突出考核、鉴定的针对性和实用性,又注重系统性、典型性和先进性,将知识与技能融为一体,体现了以职业活动为导向,以职业技能为核心的特点,符合培训、鉴定和就业工作的需要。

本书编写分工如下:苗滨(第 1、3、4 章),刘忠玉(第 2、6 章),汪韬(第 7、8、9 章),李睿(第 10 章),李佩禹(第 5、11、12 章、附录 1)以及王洪杰(附录 2)。

本书不仅适合作为职业技能鉴定教材,同时也可供中、高职教育教学和家电维修人员学习参考。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 基础知识

第1章 电子技术基础	1
1.1 数字逻辑基础	1
1.1.1 脉冲	1
1.1.2 数制	2
1.1.3 晶体管的开关特性	3
1.1.4 基本逻辑运算与逻辑门电路	3
1.1.5 集成逻辑门电路	6
1.2 组合逻辑电路	9
1.2.1 编码器	9
1.2.2 译码器	10
1.2.3 数字显示器件及显示译码器	11
1.2.4 比较器	14
1.3 时序逻辑电路	14
1.3.1 触发器	14
1.3.2 寄存器	17
1.3.3 半导体存储器	18
1.4 数/模转换和模/数转换	21
1.4.1 数/模转换器(DAC)	21
1.4.2 模/数转换器(ADC)	22
1.5 555 时基电路	23
1.5.1 555 时基电路组成及工作原理	23
1.5.2 555 时基电路的应用	25
1.5.3 555 时基电路检修	27
1.6 单片机原理与应用	28
1.6.1 单片机基础知识	28
1.6.2 单片机芯片简介	30
1.6.3 单片机接口电路	31
1.6.4 单片机按键及遥控电路	37
1.6.5 单片机故障检修	40
1.7 常用传感器	43
1.7.1 温度传感器	43
1.7.2 湿度传感器	45

1.7.3 气敏传感器	46
1.7.4 光电传感器	47
1.7.5 磁敏传感器	48
1.8 变频电路基本知识	49
1.8.1 变频器的分类	49
1.8.2 电力半导体器件	50
1.8.3 变频器的结构原理	56
1.9 开关电源	61
1.9.1 开关电源的分类与组成	61
1.9.2 串联型开关稳压电源	62
1.9.3 并联型开关稳压电源	65
1.9.4 变压器型开关稳压电源	66
1.9.5 开关电源应用电路	67
练习题	68
第2章 制冷技术基础	70
2.1 热力学定律与焓、熵	70
2.1.1 热力学第一定律与焓	70
2.1.2 热力学第二定律和熵	72
2.1.3 热力过程	74
2.1.4 压—焓图	75
2.1.5 单级蒸气压缩式制冷循环	79
2.2 压—焓图在制冷系统中的分析应用	82
2.2.1 制冷系统简介	82
2.2.2 制冷系统工况确定及压—焓图的绘制	83
2.2.3 系统分析	84
练习题	85
第3章 机械、电气视图	86
3.1 视图	86
3.1.1 投影法和视图的基本概念	86
3.1.2 剖视图	89
3.1.3 规定画法	92
3.2 零件图	95
3.2.1 零件图的作用与内容	95
3.2.2 零件图的视图选择	96
3.2.3 零件图的尺寸标注	99
3.2.4 技术要求、标题栏	102
3.2.5 读零件图	102
3.2.6 零件测绘	104
3.3 装配图	104

3.3.1 装配图的作用和内容	104
3.3.2 装配图的表达方法	106
3.3.3 装配图的尺寸标注、零件编号及明细栏	107
3.3.4 装配图的画法	107
3.3.5 看装配图	109
3.4 家电产品识图	111
3.4.1 洗衣机电气原理图	111
3.4.2 电冰箱电气原理图	112
3.4.3 空调器电气原理图	114
3.5 绘制电气接线图	115
练习题	117
第4章 仪器仪表维修	121
4.1 数字万用表原理及故障排除	121
4.1.1 数字电压表的原理	121
4.1.2 数字万用表的结构	123
4.1.3 数字万用表故障检查	126
4.2 示波器原理及故障排除	127
4.2.1 示波器简介	127
4.2.2 示波器的基本结构及工作原理	127
4.2.3 示波器的检修	128
4.3 电子卤素检漏仪及故障排除	128
4.4 机械真空泵及故障排除	129
4.4.1 旋片式机械泵的工作原理	129
4.4.2 故障维修	130
练习题	130
第二部分 专业知识	
第5章 接待	131
5.1 接待人员的基本素质	131
5.2 接待礼仪、咨询与记录	131
5.3 家用电器售后准则	132
第6章 电冰箱、电冰柜	134
6.1 电冰箱、电冰柜制冷系统的优化	134
6.1.1 制冷系统节能优化	134
6.1.2 制冷系统降低噪声优化	135
6.2 微电脑控制电冰箱、电冰柜	135
6.2.1 普通微电脑控制电冰箱	135
6.2.2 普通微电脑控制电冰柜	144
6.3 半导体、吸收式制冷电冰箱	146

练习题	148
第7章 变频空调器的结构与控制功能	150
7.1 变频空调器的控制机理	150
7.1.1 变频空调器的原理	150
7.1.2 变频空调器的分类	153
7.1.3 变频空调器的概念术语及特点	153
7.2 变频空调器的结构与控制功能	155
7.2.1 分体壁挂式交流变频空调器的结构与功能控制	155
7.2.2 分体柜式交流变频空调器的结构与功能控制	166
7.2.3 直流变频空调器的结构与功能控制	174
练习题	182
第8章 变频空调器的主要电路分析	183
8.1 交流变频空调器的主要电路分析	183
8.1.1 室内机主要电路分析	183
8.1.2 室外机主要电路分析	187
8.2 直流变频空调器的主要电路分析	191
8.2.1 直流变频空调器的特点	191
8.2.2 直流变频空调器的控制框图	191
8.2.3 室内机主要电路分析	193
8.2.4 室外机主要电路分析	193
8.3 遥控器	197
8.3.1 遥控器的外形和功能	197
8.3.2 遥控器的控制原理及主要电路分析	200
练习题	206
第9章 变频空调器的故障维修	207
9.1 变频空调器的故障检修思路	207
9.2 变频空调器的故障实例	211
9.3 空调器使用维修注意事项	218
练习题	221
第10章 微电脑洗衣机	222
10.1 微电脑洗衣机的主要零部件	222
10.1.1 机械电动程控器	222
10.1.2 电脑程控板	232
10.1.3 机电复合程控器	238
10.1.4 减速离合器	239
10.1.5 水位开关	244
10.1.6 进水阀	248
10.1.7 排水电磁铁	250
10.1.8 电动机	253

10.1.9 电子调速模块	264
10.1.10 模糊控制洗衣机传感器	266
10.2 电脑全自动波轮洗衣机	268
10.2.1 电脑波轮洗衣机的主要特点	268
10.2.2 电脑波轮洗衣机的技术参数	271
10.2.3 电脑波轮洗衣机工作电路	272
10.3 电脑全自动滚筒洗衣机	276
10.3.1 电脑滚筒洗衣机的主要特点	276
10.3.2 电脑滚筒洗衣机的主要参数	276
10.3.3 电脑滚筒洗衣机电路分析	279
10.4 洗衣机采用的新技术	281
10.4.1 节水型洗衣机	281
10.4.2 健康型洗衣机	283
10.4.3 微波干衣洗衣机	284
10.4.4 双内滚筒式洗衣机	284
练习题	285
第 11 章 微波炉	287
11.1 电脑型微波炉控制电路组成及工作原理	287
11.2 电脑型微波炉控制电路分析	288
11.3 电脑控制部分检修思路	293
11.4 电脑控制部分常见故障检修	295
练习题	297
第 12 章 维修服务知识及管理	298
12.1 家用电器维修(安装)服务规范	298
12.2 家电维修管理基础知识	302
附录 1 国家职业技能鉴定考试简介	303
附录 2 高级家用电器产品维修工考试标准试卷	306

第一部分 基础知识

第1章 电子技术基础

本章主要介绍数字电路的基本原理、单片机的原理、常用传感器的原理、常用开关电源的原理和变频电路的基础知识。

1.1 数字逻辑基础

1.1.1 脉冲

一、数字信号与模拟信号

电子线路中的电信号按其信号形式分类可以分为模拟信号和数字信号两大类。

模拟信号通常是指在时间上和数值上都是连续变化的信号,它可以在一定范围内任意取值。例如随时间、温度等物理量作连续变化的电压信号或电流信号都是模拟信号。处理模拟信号的电路称为模拟电路。

数字信号通常是指在时间上和数值上不连续变化的信号。例如图 1-1-1 所示的只有高、低电平跳变的矩形脉冲信号。若用“1”表示高电平,“0”表示低电平,便得到一串数字信号。处理数字信号的电路称为数字电路。

数字电路的主要特点是:

① 由于数字电路的工作信号是不连续变化的数字信号,所以数字电路中的晶体管通常都工作在开、关状态,即工作在饱和区或截止区,而放大区只是其过渡状

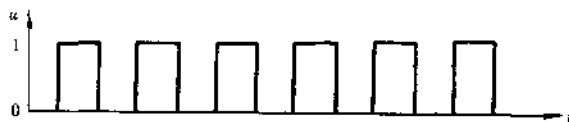


图 1-1-1 一种数字信号波形

态。

② 在数字电路中通常用“0”和“1”表示两种不同的状态(如无脉冲信号用“0”,有脉冲信号用“1”),所以数字电路的基本单元简单,比模拟电路更易于集成化和系列化,使用方便。

③ 数字电路的主要研究对象是电路的输入与输出之间的逻辑关系,因而分析方法与模拟电路不同。主要分析工具是逻辑代数,表达电路的功能主要用真值表、逻辑函数表达式及波形图等。

二、脉冲

顾名思义,“脉冲”这个词含有脉动和短促的意思,脉冲信号就是具有突变性的、周期性的、非正弦波形的信号,通常简称为脉冲。脉冲波形种类很多,几种常见的脉冲波形如图 1-1-2 所示。

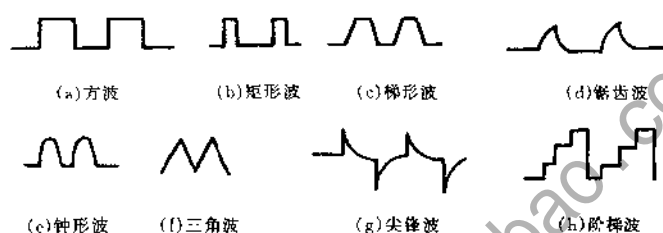


图 1-1-2 几种常见的脉冲波形

按其用途分,方脉冲和矩形脉冲常用作控制信号或用来产生尖顶脉冲。尖顶脉冲和三角脉冲常作触发信号。锯齿波脉冲常在电视机、雷达、示波器等设备中作扫描信号。

脉冲信号是千变万化的,但都有突变的成分(电源除外)。其电路由两个主要元件组成:一是开关,二是惰性元件。开关的作用是破坏电路的稳定状态,产生一个突变;惰性元件控制过渡过程。在晶体管脉冲数字电路中,晶体管是作为开关用的,而惰性元件常采用电容器。

1.1.2 数制

一、十进制数

在日常生活中,人们最熟悉的是十进制数。十进制数的特点是:

① 有 10 个不同数码,分别是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。这些数码的个数通常被称为基数,十进制数的基数为 10。任何一个十进制数均由 0~9 中的数码组成。

② 按“满十进一”的规律计数。

二、二进制数

由于电路的状态用二进制表示比较方便,例如输入脉冲高电平为“1”,低电平为“0”;开关接通为“1”,断开为“0”等。因此,在数字电路中广泛采用二进制数。

二进制数的主要特点是:

① 只有 0、1 两个数码,基数是 2。任何一个二进制数均由这两个数码组成。

② 按“满二进一”的规律计数。例如 $1+1=10$, 这里的 10 表示十进制数 2。

二进制数只有 0、1 两个数码, 用电路易于实现, 但其数位过长时难于记忆, 不易读写, 因此常采用八进制或十六进制来表达。

1.1.3 晶体管的开关特性

一、晶体二极管的开关特性

由于二极管导通时电阻很小, 管压降很小(硅管约 0.7V, 锗管约为 0.3V), 可以将该二极管看成呈短路状态; 二极管截止时, 反向电阻很大, 可以看成开路。所以二极管可看作一个开关。二极管导通时, 相当于开关接通; 二极管截止时, 相当于开关断开。由于二极管从导通到截止、再从截止到导通的时间很短, 所以在脉冲数字电路中用途很广。

二、晶体三极管的开关特性

三极管作开关时, 它工作在饱和与截止状态。三极管截止时, 流过管子的电流基本为零, 相当于开关的断开状态; 三极管饱和时, 内阻很小, 管压降基本为零, 相当于开关的接通状态。三极管由饱和到截止或由截止到饱和, 中间的放大状态只是很短的过渡状态。所以晶体三极管和二极管一样, 具有很好的开关特性。

1.1.4 基本逻辑运算与逻辑门电路

数字电路的基本单元是逻辑门电路。它由晶体管开关器件等组成, 能够实现逻辑变量间的某种逻辑运算, 通常简称门电路。

门电路是一种具有一个或多个输入端、一个输出端并符合一定规律性因果关系的开关电路。当输入信号之间满足某一特定关系时, 门电路才有输出信号。这好像是只有在满足一定条件时才能打开一扇门一样, 故称为门电路, 也叫逻辑电路。因为它符合某种因果关系, 所以人们又把门电路的作用叫逻辑功能。

在数字电路中, 我们规定用逻辑“0”和逻辑“1”来表示两种不同的逻辑状态, 如电路的通或断、电位的高或低等, 并以电平的高或低来反映这两种状态。若高电平为逻辑“1”, 低电平为逻辑“0”, 则称为正逻辑关系; 反之则称为负逻辑关系。本书约定采用正逻辑关系。

最基本的逻辑门电路有三个: 即与门、或门和非门电路。

一、与门电路

1. 与逻辑关系

与逻辑是一种最基本的逻辑关系, 用图 1-1-3(a) 表示。从图中看出, 只有两个开关 A、B 都闭合时, 电路中才有电流流动, 灯泡 Y 才会亮; 只要有一个开关断开, 灯泡就不会亮。即“当决定某件事情(灯亮)的所有条件(开关 A、B 闭合)全部具备之后, 该事情(灯亮)才能发生, 否则不发生”。这种关系称为与逻辑关系。实现与逻辑关系的电路称为与门, 其电路符号如图 1-1-3(b) 所示。

2. 与门电路及工作原理

二极管与门电路如图 1-1-4 所示。它有两个输入端 A、B，一个输出端 Y。该电路的工作原理如下：

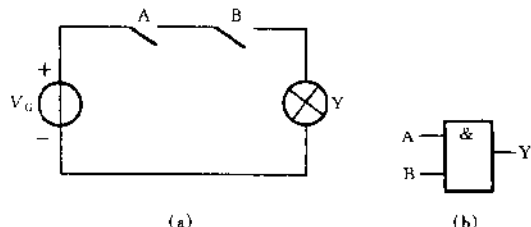


图 1-1-3 与逻辑关系示意图

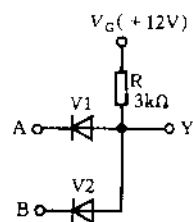


图 1-1-4 与门电路

① 输入端全为高电平(+6V)时,二极管 V1、V2 均导通,若忽略二极管的正向导通压降,则输出端 Y 为高电平(+6V)。

② 当输入端只有一个为低电平(0V)时,对应的那个二极管便导通,若忽略二极管的导通压降,则输出端 Y 为低电平(0V),这使得另一个二极管因反偏而截止。

③ 当输入端全为低电平时,对应的二极管均导通,忽略二极管的正向导通压降则输出端 Y 仍为低电平(0V)。

由上面可总结出与逻辑功能满足“全 1 出 1,有 0 出 0”的原则。与逻辑可写成如下的逻辑表达式:

$$Y = A \times B \quad (\text{"} \times \text{" 表示逻辑乘)}$$

或 $Y = A \cdot B = AB$

与逻辑还可真值表表示,如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1

与门真值表

输 入		输 出
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

真值表是用来描述逻辑电路的输入端状态和输出端状态逻辑对应关系的表格。它包括了全部可能的输入值组合及其对应的输出值。

二、或门电路

1. 或逻辑关系

或逻辑关系可用图 1-1-5(a)表示。由于两个开关 A、B 在图中是并联连接的,所以,只要图中有一个开关闭合,灯泡就会亮。即:“当决定某件事情(灯亮)的几个条件中(开关 A 闭合)只要有一个满足时,该件事(灯亮)就会发生。”这种关系称为或逻辑关系。实现或逻辑关系

的电路称为或门。其电路符号如图 1-1-5(b)所示。

2. 或门电路及工作原理

图 1-1-6 是常用的二极管或门电路。其工作原理如下:

① 输入端 A、B 均为低电平(0V)时,二极管 V1、V2 均导通,若忽略二极管的正向导通电压,输出端 Y 为低电平(0V)。

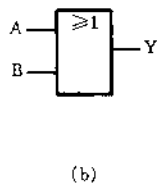
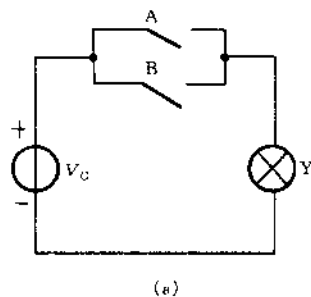


图 1-1-5 或逻辑关系示意图

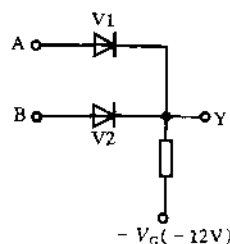


图 1-1-6 或门电路

② 输入端中只有一个为高电平(+6V)时,接 6V 的二极管优先导通,使输出端 Y 为高电平 6V(忽略二极管导通压降),该输出又使接低电位(0V)的二极管反偏而截止。输出端 Y 保持为高电平。

③ 输入端全为高电平(+6V)时,对应的二极管均导通,输出端 Y 为高电平。

由此得到或逻辑功能满足“全 0 出 0,有 1 出 1”的原则。

或逻辑的逻辑函数表达式为:

$$Y = A + B$$

式中,符号“+”不同于算术运算中的加号,而是逻辑加。或门的真值表如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2

或门真值表

输 入		输 出
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

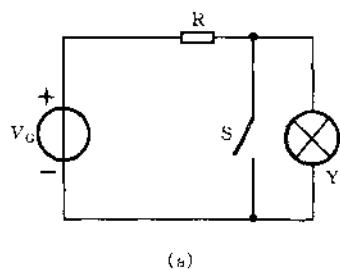
三、非门电路

1. 非逻辑关系

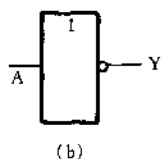
非逻辑关系如图 1-1-7(a)所示。由图可知,当开关 S 闭合时,灯 Y 不亮;而当 S 断开时,灯 Y 才会亮。因此,非逻辑是指某件事情(灯亮)的发生,取决于某个条件(S 闭合)的相反状态。所谓“非”,就是“反”或“否定”的意思。非门电路的符号如图 1-1-7(b)所示。

2. 非门电路及工作原理

图 1-1-8 是由三极管组成的非门电路。由图可知,当输入端为低电平时,三极管 V 截止,输出为高电平;当输入端为高电平时,三极管 V 饱和导通,输出为低电平。因此,非门只有一个输入端、一个输出端。逻辑功能为“有 0 出 1,有 1 出 0”。非门电路的逻辑表达式为 $Y = \bar{A}$, \bar{A} 读作 A 非或 A 反。非门的真值表如表 1-1-3 所示。



(a)



(b)

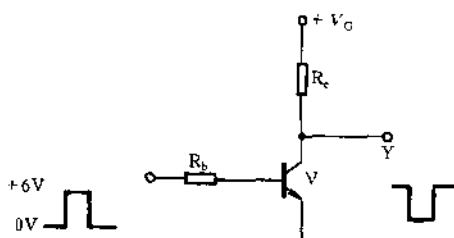


图 1-1-8 非门电路

图 1-1-7 非逻辑关系示意图

表 1-1-3

非门真值表

输 入	输 出
A	Y
0	1
1	0

1.1.5 集成逻辑门电路

数字集成电路按照组成器件的种类可分为两大类：一类是普通三极管型数字集成电路,简称 TTL 电路;另一类是场效应管型数字集成电路,简称 MOS 电路。

一、TTL 门电路

1. 电路组成

TTL 门电路的基本形式是与非门,图 1-1-9 所示为 TTL 与非门的基本电路及逻辑符号。电路由输入级、中间级、输出级组成。V1 与 R1 组成输入级。V1 是多发射极三极管,它的每个发射极与基极之间都可构成 PN 结。因而可以把 V1 看成是三个发射极相互独立、基极与集电极分别并联在一起的三极管。V1 与 R1 组成与门电路。中间级由 V2、R2 和 V6、R6、R_C 组成,分别从 V2 的集电极和发射极同时输出两个相位相反的信号作为 V3、V5 的驱动信号。V3、V4、V5、R3 和 R4 组成输出级,其中 V3 和 V4 组成复合管构成射极输出,以提高电路携带负载能力。当 V4 饱和导通(V5 截止)时,输出端 Y 为高电平;当 V5 饱和导通(V4 截止)时,输出端为低电平。

2. 工作原理

当所有输入端均为高电平时,V1 的全部发射结都处于反向偏置,电源 V_{CC} 通过 R1、V1 的

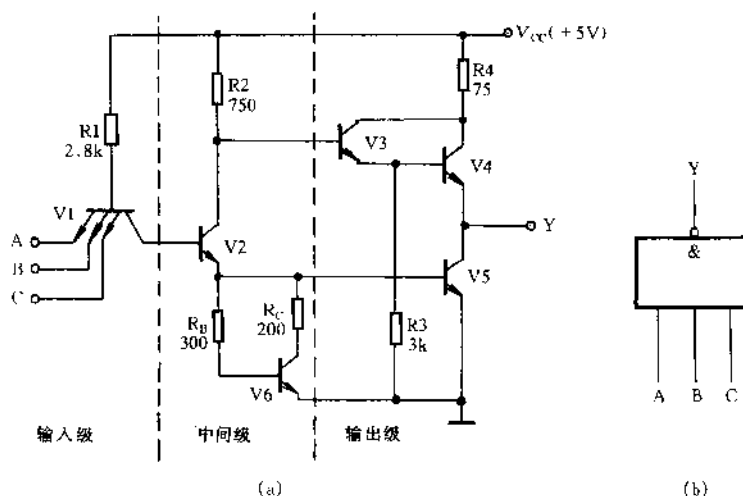


图 1-1-9 TTL 与非门的基本电路及逻辑符号

集电极向 V2 提供足够的基极电流,使 V2 饱和导通,随之 V5 也饱和导通。输出端 Y 点为低电平;与此同时,V2 的集电极电位 $U_{C2} = U_{CES2} + U_{be5} = 0.3 + 0.7 = 1V$,V3 导通,V4 截止,Y 为低电平。当输入端至少有一个为低电平(设为 0.3V)时,V1 的基极与低电平的发射极间处于正向偏置,这时 $U_{b1} = 0.3 + 0.7 = 1V$, $U_{C1} = 0.3V$,即 V1 输出为低电平,它不足以向 V2 提供正向的基极电流,故 V2 不会导通,至使 V5 截止。但 V3、V4 处于导通状态,所以输出为高电平。由此可见,只要输入端有一个为低电平,则输出为高电平;只有输入端全为高电平时,才输出低电平。具有与非门的逻辑关系,即

$$Y = \overline{A \cdot B \cdot C}$$

二、MOS 门电路

MOS 门电路是由绝缘栅场效应管制成的逻辑门电路,有 PMOS、NMOS 和 CMOS 三种。CMOS 是由 PMOS 和 NMOS 组成的互补型逻辑门电路。

1. 绝缘栅场效应管

场效应管不同于双极型晶体管,它是由电场效应控制导电的半导体器件,其输入阻抗甚高,输入信号源基本不需提供电流,属于电压控制型器件。NMOS 和 PMOS 的电路符号如图 1-1-10 所示。源极 S 是载流子的发射源,漏极 D 即载流子由此极漏出,栅极 G 起控制作用。场效应管虽然和普通三极管一样可以作为放大器件和开关元件使用,但它有很多特点不同于三极管。如普通三极管是电流控制型器件,输入电阻只有 $10^2 \sim 10^4 \Omega$ 。c 极与 e 极不能互换;而场效应管则是电压控制型器件,输入电阻为 $10^{10} \sim 10^{14} \Omega$,漏极 D 和源极 S 在电路中可以互换使用等。MOS 管很容易损坏,静电感应就可使绝缘层击穿,故存放时需

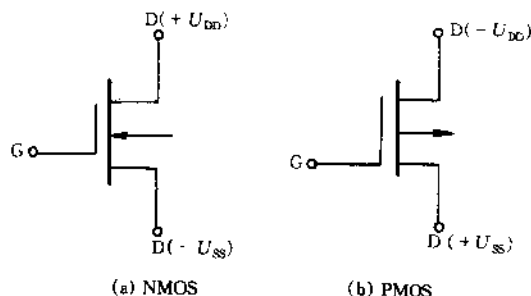


图 1-1-10 NMOS 和 PMOS 电路符号

将 G、D、S 三个极短接。

2. CMOS 逻辑门电路

(1) CMOS 非门

CMOS 非门电路如图 1-1-11 所示, VF1 是 NMOS, 作驱动管用; VF2 是 PMOS, 作负载管用。它们的两栅极 G 连在一起作为输入端, 两漏极 D 连在一起作为输出端。当输入为高电平时, VF1 导通, VF2 截止, 故输出为低电平; 当输入端为低电平时, VF2 导通, VF1 截止, 电源电压几乎全部降在 VF1 上, 输出为高电平。实现了“非”的逻辑关系。即

$$y = \bar{A}$$

(2) CMOS 与非门

CMOS 与非门电路如图 1-1-12 所示。它由两个串联的 NMOS 管 VF1、VF2 作为驱动管, 两个并联的 PMOS 管 VF3、VF4 作为负载管。VF1 和 VF3 的栅极连在一起作为一个输入端, VF2 和 VF4 的栅极相连作为另一个输入端, VF2 和 VF3 的漏极连在一起作为输出端。

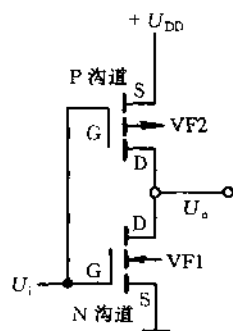


图 1-1-11 CMOS 非门电路

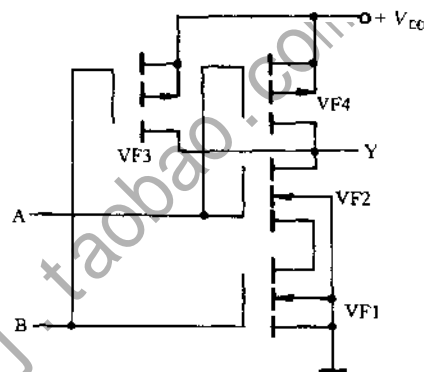


图 1-1-12 CMOS 与非门电路

当 A、B 端都为高电平时, VF1、VF2 都导通, VF3、VF4 都截止, 前者电阻较小, 后者电阻很大, 故 Y 端输出为低电平。当 A、B 端中有一个为低电平时, VF1、VF2 中必有一个截止, VF3、VF4 中必有一个导通。负载管总电阻很小, 驱动管总电阻很大, 电源电压主要降在串联的驱动管上, Y 端输出为高电平。于是该电路实现了与非功能。即

$$Y = \overline{AB}$$

(3) CMOS 或非门

CMOS 或非门如图 1-1-13 所示。VF1、VF2 为并联的驱动管, V3、V4 为串联的负载管, 当输入端 A、B 中有一个为高电平时, V1、V2 中必有一个导通, V3、V4 中必有一个截止, 输出端 Y 为低电平; 当输入端 A、B 全为低电平时, V1、V2 截止, V3、V4 导通, 输出端 Y 为高电平。于是该电路实现了或非功能。即

$$Y = \overline{A + B}$$

(4) CMOS 传输门

CMOS 传输门是 PMOS 与 NMOS 的并联电路, 如图 1-1-14 所示。两个管子的源极相接作为输入端, 两个管子的漏极连接后作为输出端, PMOS 栅极经非门与 NMOS 栅相连后接控制信号输入端。

当控制信号 C 端为高电平时, 若输入信号 $U_i = U_{ch}$ (与高电平对应的电位), 则 VF1 截止,

VF2 导通;若 $U_i = 0$, 则 VF1 导通, VF2 截止;若 $U_i = U_{ch}/2$, 则 VF1 和 VF2 都导通, 可见这时的电路状态总是导通的, 整个电路相当于开关处于闭合状态。

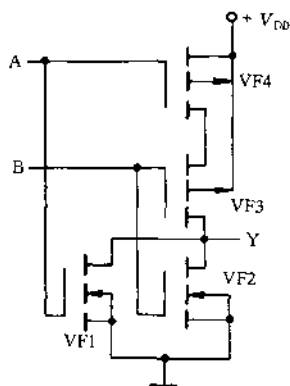


图 1-1-13 CMOS 或非门电路

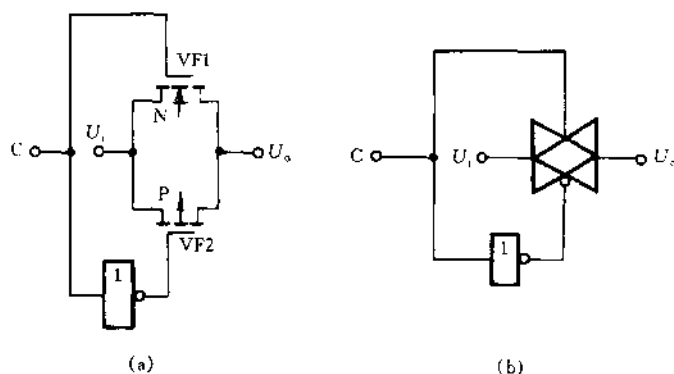


图 1-1-14 CMOS 传输门电路

反之, 当控制信号为低电平时, 只要 $0 < U_i < U_{ch}$, 则 VF1 和 VF2 均处于截止状态, 仅有极小的漏电流流过, 电路相当于开关处于断开状态。

综上所述, 通过控制 C 端的电平值, 即可控制传输门的通断。由于 MOS 管源极与漏极可以互换, 故 CMOS 传输门具有双向性。

1.2 组合逻辑电路

1.2.1 编码器

编码器是完成将各种输入信息编成用多位二进制数码 0 和 1 按某种规律排列、并组成不同码字的电路。

图 1-2-1 所示是一个 8421BCD 码 10 线—4 线编码器, 该电路是将十进制数 0~9 编为二—十进制代码(即 BCD 码)的电路, 称为二—十进制编码器。10 线是指输入逻辑变量有 10 个, 分别用 $S_0 \sim S_9$ 表示。4 线指编码器输出代码共四位 BCD 码, 用 A、B、C、D 表示(A 为最高位)。

若编码器以高电平作为输入信号(或输入为高电平有效), 则输入端用 $S_0 \sim S_9$ 表示, 且在任意时刻只有一个输入端为 1, 其余均为 0; 反之, 若输入为低电平有效, 则输入端用 $\overline{S_0} \sim \overline{S_9}$ 表示, 且在任意时刻只有一个输入端为 0, 其余均为 1, 图 1-2-1 就是这种情形。

表 1-2-1 为此编码器的真值表。根据电路图或真值表可写出 A、B、C、D 的逻辑表达式。

表 1-2-1

8421BCD 码编码器真值表

输入十进制数	输出			
	A	B	C	D
0($\overline{S_0}$)	0	0	0	0
1($\overline{S_1}$)	0	0	0	1

续表

输入十进制数	输出			
	A	B	C	D
2($\overline{S_2}$)	0	0	1	0
3($\overline{S_3}$)	0	0	1	1
4($\overline{S_4}$)	0	1	0	0
5($\overline{S_5}$)	0	1	0	1
6($\overline{S_6}$)	0	1	1	0
7($\overline{S_7}$)	0	1	1	1
8($\overline{S_8}$)	1	0	0	0
9($\overline{S_9}$)	1	0	0	1

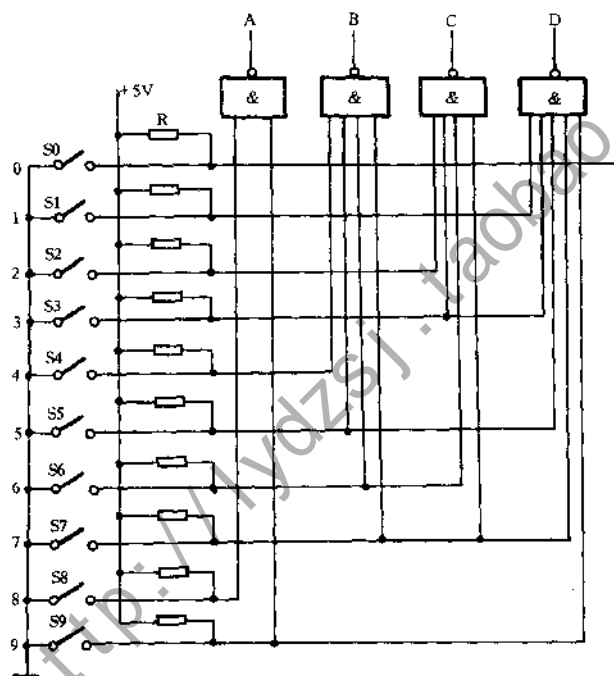


图 1-2-1 8421BCD 码编码器

输入变量的取值是由开关 S_i 所处不同位置决定的。当 S_i 断开时,相应输入端为 1;当 S_i 闭合时,相应的第 i 个输入端为 0。输入低电平有效。例如,当 S_2 闭合,而其它开关均断开时,有: $A=0, B=0, C=1, D=0$, 即输出 $ABCD=0010$, 这就是十进制数 2 的编码,或者说将十进制数编成了 BCD 码 0010。其余类同。

1.2.2 译码器

译码是编码的逆过程,即把二进制信号还原成给定的信息符号,完成译码功能的电路称为

译码器。与编码器相对应,译码器也有二—十进制译码器。此外还有二进制译码器(3线—8线译码器)。二进制译码器的特点是:译码器在任意时刻,其输出端只有一个为1,其余均为0(高电平有效);或只有一个为0,其余为1(低电平有效)。也就是说,只有确定的一条输出端有信号输出。

图1-2-2是国产中规模集成3—8线译码器CT74LS138的外引线功能图。该电路具有A2、A1、A0三路输入, $\overline{Y}0 \sim \overline{Y}7$ 八路输出,还有S1、 $\overline{S}2$ 、 $\overline{S}3$ 三个选通端(也称使能端),其状态用以控制译码器的工作。电路不管其输入如何,只要S1为0,或 $\overline{S}2$ 、 $\overline{S}3$ 中有一个为高电平1,则电路没有信号输出(即所有输出端均为高电平,本电路是输出低电平有效),只有当S1=1, $\overline{S}2 = \overline{S}3 = 0$ 时译码器正常工作,根据输入A0~A2的取值组合, $\overline{Y}0 \sim \overline{Y}7$ 中的某一位输出为低电平,且 $\overline{Y}_i = \overline{m}_i (i=0,1,2,\dots,7)$, m_i 为最小项。表1-2-2是该译码器的真值表。

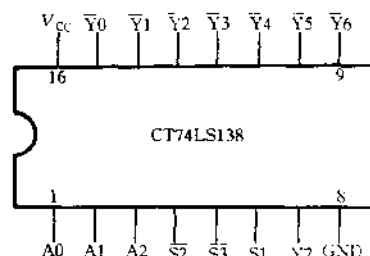


图1-2-2 CT74LS138译码器外引线功能图

表1-2-2

CT74LS138 3线—8线译码器真值表

输 入					输 出							
E_1	$\overline{E}2 + \overline{E}3$	A2	A1	A0	$\overline{Y}0$	$\overline{Y}1$	$\overline{Y}2$	$\overline{Y}3$	$\overline{Y}4$	$\overline{Y}5$	$\overline{Y}6$	$\overline{Y}7$
0	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1
x	1	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

1.2.3 数字显示器件及显示译码器

在数字系统中,常需要把译码后获得的结果或数据直接以十进制数字的形式显示出来。因此,必须用译码器的输出去驱动显示器件。具有这种功能的译码器称为显示译码器。

一、数字显示器件

数字显示器件是用来显示数码、文字或符号的器件。常用的数字显示器件有荧光数码管、光导数码管、液晶数码管(LCD)以及发光二极管数码管(LED)等。下面介绍常用的发光二极管

数码显示器。

发光二极管简称 LED,它是一种笔画式显示器件。七段 LED 数码管是由七个发光二极管按一定的顺序排列而成,外观为平面型,由 a、b、c、d、e、f、g 七段组成一个“日”字,如图 1-2-3 所示。根据数码管内二极管连接方式的不同,可分为共阴极方式和共阳极方式。两种方式所接的译码器类型也有所不同。共阴极方式如图 1-2-4(a)所示,图中七只二极管负极公共接地;译码器输出为高电平时使所接二极管导通发光而显示字段。共阳极方式如图 1-2-4(b)所示,图中七只二极管正极均接十 V_{CC} 。译码器输出为低电平时驱动相应的二极管发光显示。为防止电路中电流过大而烧坏二极管,电路中需串联限流电阻。



图 1-2-3 七段 LED 数码管及显示的数字图形

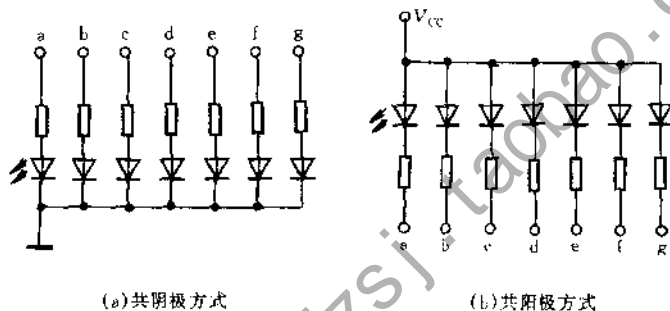


图 1-2-4 发光二极管的连接方式

二、数字显示译码器

数字显示译码器的主要作用是将输入的代码经过译码器译成相应的高低电平信号,并驱动显示器件发光,正确显示。74LS47 是一种 BCD 输入、开路输出的 4 线—7 段译码器/驱动器,图 1-2-5(a)是它的逻辑符号,图 1-2-5(b)是外引线功能图。图中 A3、A2、A1、A0 为 4 线输入, $\bar{a} \sim \bar{g}$ 为七段输出,其功能表如表 1-2-3 所示。

由表知,输出低电平有效。例如,当输入 A3、A2、A1、A0 为 0010 时, $\bar{a} = \bar{b} = \bar{e} = \bar{g} = 0$, $\bar{c} = \bar{f} = 1$,输出显示十进制数“2”。

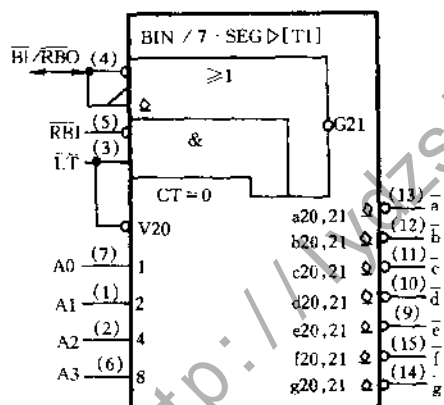
表 1-2-3

74LS47 功能表

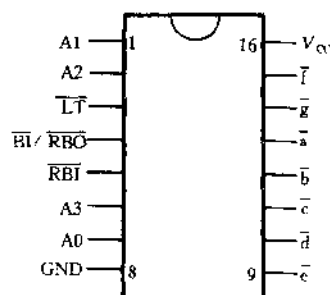
十进制数	输 入						$\overline{BL}/\overline{RBO}$	输 出						
	\overline{LT}	\overline{RBI}	A3	A2	A1	A0		\bar{a}	\bar{b}	\bar{c}	\bar{d}	\bar{e}	\bar{f}	\bar{g}
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	x	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	x	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0

续表

十进制数	输 入						$\overline{\text{BI}}/\text{RBO}$	输 出						
	$\overline{\text{LT}}$	$\overline{\text{RBI}}$	A3	A2	A1	A0		$\overline{\text{a}}$	$\overline{\text{b}}$	$\overline{\text{c}}$	$\overline{\text{d}}$	$\overline{\text{e}}$	$\overline{\text{f}}$	$\overline{\text{g}}$
3	1	x	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	x	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	1	x	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
6	1	x	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
7	1	x	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	x	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	x	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
10	1	x	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0
11	1	x	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
12	1	x	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
13	1	x	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
14	1	x	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
15	1	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



(a)逻辑符号



(b)外引线功能图

图 1-2-5 74LS47 4线—7段译码器/驱动器

电路中的 $\overline{\text{LT}}$ 、 $\overline{\text{RBI}}$ 、 $\overline{\text{BI}}$ 是功能端。 $\overline{\text{BI}}/\text{RBO}$ 端是测试灯输入端,用以检查数码管七段显示部件是否都能正常发光。当 $\overline{\text{LT}}=0$ 、 $\overline{\text{BI}}=1$ 时,七段显示部件应该全亮,显示“日”。当 $\overline{\text{LT}}=1$ 时,译码器正常工作,根据输入的不同,译码显示输出。

RBI 端是动态灭零输入端,用以将数码管显示的不用零熄灭。当 $\overline{\text{LT}}=1$ 、 $\overline{\text{RBI}}=0$ 和 A3 、 A2 、 A1 、 $\text{A0}=0000$ 时, $\overline{\text{a}}\sim\overline{\text{g}}$ 均为1,数码管不显示,且 $\text{RBO}=0$ 。若 $\overline{\text{LT}}=1$ 、 $\overline{\text{RBI}}=0$ 、 A3 、 A2 、 A1 、 A0 不为0000时,则数码管根据输入正常译码后显示。

$\overline{\text{BI}}$ 端为灭零输入端。当 $\overline{\text{BI}}=0$ 时,不管输入如何, $\overline{\text{a}}\sim\overline{\text{g}}$ 均为1,数码管不显示。

RBO 端为动态灭零输出端,控制低位灭零信号。若 $\text{RBO}=1$,说明本位处于显示状态。若

$\overline{RB0} = 0$, 且低位为零, 则低位零被熄灭。它与 \overline{BI} 共用一个端口, 二者组成“线与”关系。

1.2.4 比较器

可以对两个二进制数 A 和 B 进行比较其大小的组合逻辑电路称为数值比较器, 简称比较器。它广泛应用于计算机、仪器仪表和自动控制等设备中。

比较两个一位二进制数 A 、 B 的大小, 可能会有三种情况:

① 当 $A = B$ 时, 对应输出 $Y_{A=B}$ 为高电平。

② 当 $A > B$ 时, 对应输出 $Y_{A>B}$ 为高电平。

③ 当 $A < B$ 时, 对应输出 $Y_{A<B}$ 为高电平。

这三个输出之间相互制约, 即当任一个输出为高电平时, 另两个输出必定为低电平。一位比较器的真值表如表 1-2-4 所示。

表 1-2-4 一位比较器真值表

输 入		输 出		
A	B	$Y_{A=B}$	$Y_{A>B}$	$Y_{A<B}$
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	1	0	0

若比较两个多位数的大小, 必须自高而低地逐位比较, 而且只有在高位相等时, 才需要比较低位。例如 A 、 B 是两个四位二进制数 A_3, A_2, A_1, A_0 和 B_3, B_2, B_1, B_0 , 进行比较时首先比较 A_3 和 B_3 , 如果 $A_3 > B_3$, 那么不管其它几位数码为何值, 肯定是 $A > B$ 。反之, 若 $A_3 < B_3$, 则不管其它几位数码为何值, 肯定是 $A < B$ 。如果 $A_3 = B_3$, 这就必须通过比较下一位 A_2 和 B_2 来判断 A 和 B 的大小了。依次类推, 定能比出结果。

1.3 时序逻辑电路

在数字系统中, 常常要存放数字信号。为此需要有记忆功能的电路——触发器。触发器具有两种稳定状态, 这两种稳定状态可以分别用二进制数码 0、1 表示。如果外加合适的触发信号, 触发器的状态可以发生转换, 即可以从一种稳态翻转到另一种新的稳态。当触发信号消失后, 触发器能保持新的稳态。因此说触发器具有记忆功能, 是存储的基本单元。

1.3.1 触发器

一、R-S 触发器

基本的 R-S 触发器如图 1-3-1(a) 所示, 图(b)是其电路逻辑符号。它由两个与非门交

又联结而成。它的两个输入端用 R 、 S 表示,两个输出端用 Q 和 \bar{Q} 表示。

当 $R=0$ 、 $S=1$ 时, $\bar{Q}=1$, $Q=0$ 。此时触发器的状态为“0”态,又称复位态, R 为复位端或称置零端。当 $R=1$ 、 $S=0$ 时, $Q=1$, $\bar{Q}=0$, 此时触发器的状态为置位态(“1”态), S 端为置位端或称“1”端。当 R 、 S 均为“1”时, 触发器保持原来状态不变。即触发器原来为“1”态, 则保持为“1”态不变; 为“0”态时, 保持为“0”态。这就说明触发器具有存储或记忆功能。当 R 、 S 均为“0”时, Q 和 \bar{Q} 均为“1”, 这就破坏了触发器逻辑功能的要求, 而且一旦 R 、 S 同时由“0”跳变为“1”, 由于结构的对称性, 使触发器的输出状态不定。所以, 实际应用中禁止 R 、 S 同时输入为“0”。

基本 R - S 触发器逻辑符号中, 输入端带小圆圈表示触发器用低电平“0”触发, 有的文献用 \bar{R} 、 \bar{S} 表示。输出端不加小圆圈的表示 Q 端, 带小圆圈的表示 \bar{Q} 端。基本 R - S 触发器的真值表见表 1-3-1。

表 1-3-1

R-S 触发器真值表

输 入		输 出
R	S	Q
1	1	维持原态
1	0	1
0	1	0
0	0	状态不变

二、J-K 触发器

由“与非”门组成的 J-K 触发器如图 1-3-2(a) 所示, 图 1-3-2(b) 是它的电路逻辑符号。

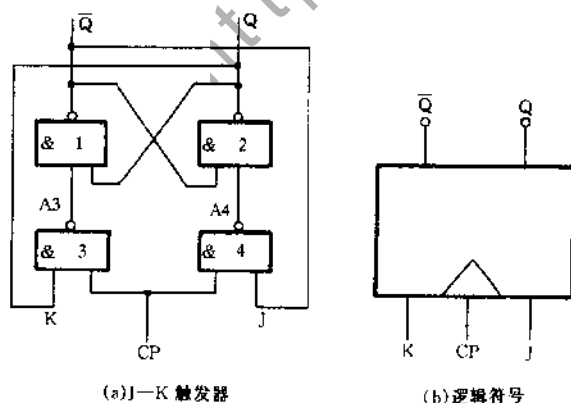


图 1-3-2 J-K 触发器逻辑图及逻辑符号

它由四个与非门组成, \bar{Q} 的电平被反馈到门 4 的输入端, Q 的电平被反馈到门 3 的输入端。因触发器正常工作时, Q 和 \bar{Q} 不能同时为高电平, 将它们反馈到门 3 和门 4 的输入端, 当时钟脉冲 $CP=1$ 时, 门 3 和门 4 的输出 $A3$ 、 $A4$ 不可能同时为零, 这就避免了触发器输出不定的现象发生。

分析 J-K 触发器的逻辑功能可见, 当 $CP=0$ 时, $A3=A4=1$, J-K 触发器维持原状态。当 $CP=1$ 、 $J=1$ 、 $K=1$ 时, 其输出端是原状态的反码, 触发器动作作为翻转

状态,因此用来做为双稳态电路和计数器十分方便。当 $J=1, K=0$ 时,触发器为自锁状态。当 $J=0, K=1, CP=1$ 时,则 $Q=0$,触发器为复位状态。当 $CP=1, J=1, K=0$ 时, $Q=1$,触发器处于置位状态。 $J-K$ 触发器的逻辑状态如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2 J-K 触发器逻辑状态表

输 入		输 出
K	J	Q
0	0	维持原状
1	0	0
0	1	1
1	1	与原状态相反

三、主从型 J-K 触发器

在前面讨论中,都没有考虑门电路的平均传输时间 t_{pd} ,当时钟正脉冲宽度大于 $3t_{pd}$ 时,触发器在一个 CP 正脉冲作用下,由于输入端状态的改变会引起触发器两次或多次翻转,造成触发器逻辑混乱,即所谓“空翻”现象。主从型 J-K(或 R-S)触发器能防止“空翻”现象的发生,电路如图 1-3-3(a)所示,图 1-3-3(b)是其逻辑符号。

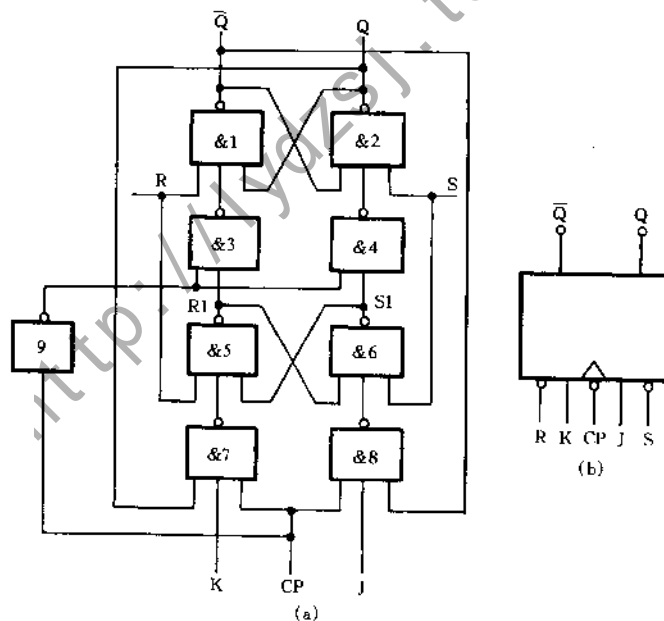


图 1-3-3 主从 J-K 触发器及逻辑符号

主从 J-K 触发器中,由门 1~门 4 组成从触发器,门 5~门 8 组成主触发器,两级的时钟脉冲 CP 通过门 9 相互反相。从触发器的输出端作为整个触发器的输出端,同时又被反馈到主触发器的输入端而作为整个触发器输入端的一部分。 R, S 分别叫直接复位端和直接置位端。

图 1-3-3(b)中,CP 端的小圆圈表示主从 J-K 触发器在时钟脉冲下降沿(由高电平变为低电平)时发生翻转。

当 $J=1, K=0$ 时,触发器置 1;当 $J=0, K=1$ 时,触发器置 0;当 $J=K=0$ 时,触发器状态保持不变;当 $J=1, K=1$ 时,触发器翻转。主从 J-K 触发器的逻辑状态如表 1-3-3 所示。

表 1-3-3 主从 J-K 触发器逻辑状态表

输 入		输 出
J	K	Q
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

主从 J-K 触发器能防止空翻的原理是两级触发器的 CP 反相,使主、从两级触发器不能同时工作。因此,每来一个时钟脉冲 CP,主从 J-K 触发器的输出端只能翻转一次,实现了计数触发。

1.3.2 寄存器

寄存器是能将各种代码信号存储起来的部件。它是由逻辑门和触发器组成的。一个触发器只能储存一位二进制码, N 个触发器就可以组成能存储 N 位二进制码的寄存器。将许多寄存器集在一起,可组成一个存储器。

寄存器存放数码的方式有并行和串行两种。并行方式就是数码各位从各对应位输入端同时输入到寄存器中;串行方式就是数码从一个输入端逐位输入到寄存器中。至于数码的取出,也分并行或串行两种。图 1-3-4 就是四位并行输入、并行输出寄存器逻辑图。例如,输入的

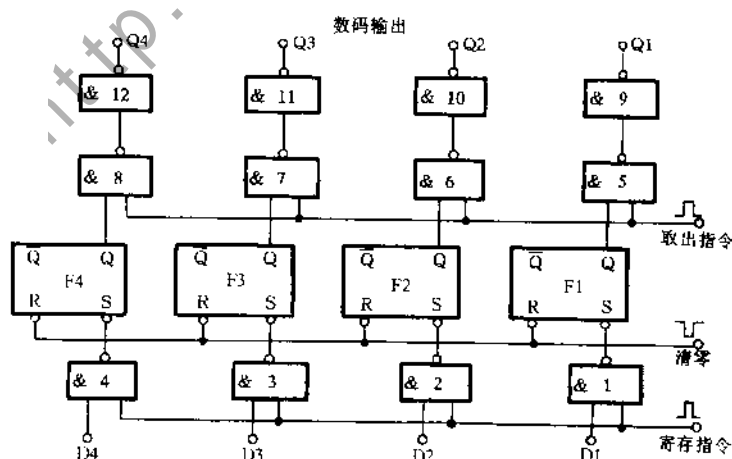


图 1-3-4 四位并行输入、并行输出寄存器

数码为“1101”，在“寄存指令”(正脉冲)来到之前，与非门 1~与非门 4 的输出全为“1”，经过清零命令后，四个基本 R-S 触发器 F1~F4 全部处于“0”态。当寄存指令来到时，因 D1、D3、D4 数码输入为“1”，与非门 4、3、1 的输出均为“0”，使触发器 F4、F3、F1 发生翻转， $Q_4=Q_3=Q_1=1$ 。因 D2 数码输入为“0”，与非门 2 输出为“1”，触发器 F2 保持原来状态， $Q_2=0$ 。在“清零”指令没有来到前，触发器的状态一直保持不变。于是二进制数码被存放进去。若要取出，可给“与非”门 5~门 8 输入“取出”指令，“与非”门 5、7、8 输出为 0，与非门 6 输出为 1， $Q_4=Q_3=Q_1=1$ ， $Q_2=0$ ，从寄存器取出的数码与输入的数码完全相同。

1.3.3 半导体存储器

半导体存储器是一种存储信息的器件，其种类繁多，在数字系统中被广泛应用。根据信息存取方式，半导体存储器可分为随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)两类。

随机存取存储器可以随时把信息存入，也可根据需要随时从存储器中取出信息。我们把信息存入存储器称为“写入”，从存储器中取出信息称为“读出”。只读存储器工作时只能“读出”而不能写入，因此，只读存储器中的信息是固定不变的，它常常用来存放程序和数据。

一、只读存储器(ROM)

只读存储器简称为 ROM。在工作时，只读存储器只能进行读操作，而不能写入数据。根据写入方式的不同，ROM 分为固定(掩模)式只读存储器、可编程只读存储器(PROM)和可擦除可编程只读存储器(EPROM)等等。

1. 固定(掩模)只读存储器

在采用掩模工艺制作 ROM 时，存储器中的数据是由制作过程中使用的掩模板决定的。这种掩模板是按照用户的要求而专门设计的，因此，掩模 ROM 在出厂时内部存储器的数据就已经“固定”在里边了，使用时只能读出，不能写入。

ROM 的电路结构包含存储矩阵、地址译码器、输出及控制电路三个组成部分，如图 1-3-5 所示。存储矩阵由许多存储单元排列而成。存储单元可以用二极管构成，也可以用双极型三极管或 MOS 管构成，每个管子的通断反映了该单元存放的数据 0 或 1。图 1-3-6 是用 MOS 管构成的存储矩阵，在大规模集成电路中 MOS 管多做成对称结构，同时也为了绘图的方便，一般都采用图中所用的简化画法。图中地址译码器输出四条字选择线 W_0 、 W_1 、 W_2 和 W_3 ，MOS 管构成了存储单元矩阵，对每一个输出位 D_0 、 D_1 、 D_2 、 D_3 来说，MOS 管构成一个或门阵列。通常把 $W_0 \sim W_3$ 叫做字线，把 $D_0 \sim D_3$ 叫做位线(或数据线)。字线($W_0 \sim W_3$)与位线($D_0 \sim D_3$)的每个交叉点都是一个存储单元，因此，交叉点的数目也就是存储单元数。习惯上用存储单元的数目表示存储器的存储容量，并写成“字数×位数”的形式。图 1-3-6 中 ROM 的存储容量应表示成“4 字×4 位”。字线与位线交点处接有 MOS 管时相当于存 1，没有接 MOS 管时相当于存 0。在读取数据时，当输入指定的地址后，经译码器译成 $W_0 \sim W_3$ 中某一根字线上的高电平，使接在

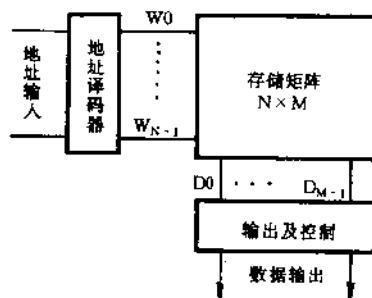


图 1-3-5 ROM 的内部结构

这根字线上的 MOS 管导通,并使与这些 MOS 管漏极相连的位线为低电平,如果这时 $\overline{EN} = 0$,经过输出缓冲器,便在相应的数据输出端得到高电平,输出为 1。

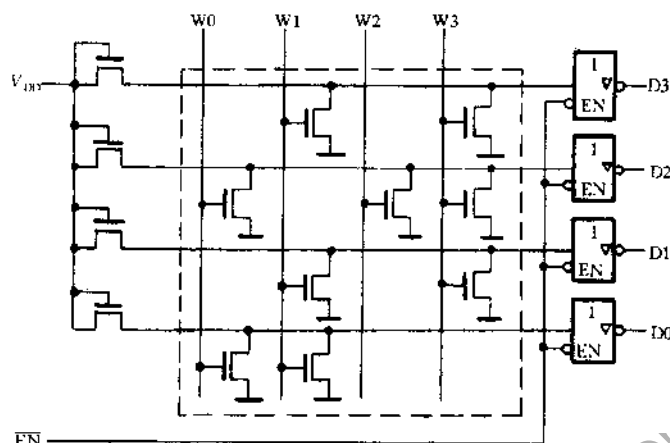


图 1-3-6 用 MOS 管构成的存储矩阵

地址译码器的作用是将输入的地址代码译成相应的控制信号,利用这个控制信号从存储矩阵中把指定的单元选出,并把其中的数据送到输出电路。

输出及控制电路的作用有两个:一是提高存储器的带负载能力,二是实现对输出状态的三态控制,以便与系统的总线联接。

2. 可编程只读存储器(PROM)

PROM 中存储的信息可根据用户需要自己写入一次,此后,存储器只能读,不能再写。PROM 的总体结构与固定 ROM 一样,也是由存储矩阵、地址译码器和输出及控制电路组成,不过在出厂时已经在存储矩阵的所有交叉点上全部制作了存储元件,即相当于在所有存储单元中存入了 1。为了使用户能自己写入信息,PROM 采用熔丝型 PROM 存储单元,如图 1-3-7 所示。它由一只三极管和串在发射极的快速熔断丝组成。如果欲对某单元写入 0,只需将对应的熔丝通过一定的电流将其熔断。这种熔断丝一经烧断,就不能恢复。所以,当某处写入 0 后就不能再改写成 1。

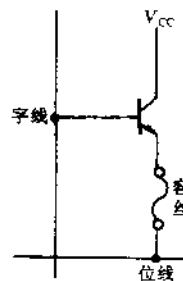


图 1-3-7 熔丝型 PROM 的存储单元

3. 紫外线可擦除可编程只读存储器(EPROM)

由于 PROM 一经写入就不能改写,因此,在编写过程中一旦出现错误,该芯片就报废,只能更换芯片。为了解决这个问题,又研制出了可擦除可编程只读存储器。这种存储器不仅可以根据用户的需要写入,而且还能擦除后重写,具有较大的灵活性。

最早研究成功并投入使用的是用紫外线照射进行擦除的 EPROM。对于已经写入信息的 EPROM,如果想将其中的内容改写,只需要用专用紫外线或 X 射线对其照射 20~30 分,芯片中的信息将全部丢失,这时就可以通过专用编程器重新写入需要保存的信息。

4. 电可擦写型只读存储器(EEPROM 或 E²PROM)

EPROM 写入之前必须对其擦除,并且只能整体擦除,不能将存储单元分开进行单独擦除,因此擦除操作较复杂,擦除速度很慢。为了克服这些缺点,又研制成功了可以用电信号擦除的可编程 ROM,即 EEPROM。

EEPROM 采用双层栅介质的 MOS 管作为存储单元,它具有在写入信息前能自动进行在线电擦除的特点,不需要用紫外线激发,所需要的工作电流很小,并且可以分别对某一单元进行擦除后单独写入,擦除时间可在 10 毫秒内完成,速度远高于 EPROM,而且改写的次数远远大于 EPROM。

虽然 EEPROM 改用了电信号擦除,但由于擦除和写入时需要加高脉冲电压,而且擦、写的时间仍较长,所以在系统的正常工作状态下,EEPROM 仍然只能工作在它的读出状态,作 ROM 使用。

二、随机存取存储器(RAM)

随机存取存储器简称 RAM,它工作时可以从任一存储单元写入或读出数据,故又称为“读/写存储器”,其主要缺点是一旦停电以后所存储的数据将随之丢失。它具有记忆功能,属于时序逻辑电路。

RAM 的结构与 ROM 一样,也分为地址译码电路、存储矩阵电路以及读/写电路(包括读写控制器,片选控制器和输出缓冲器)几部分。

1. 存储矩阵

存储矩阵是存储器的核心,由许多个排列成矩阵形式的存储单元组成。每个存储单元存放着若干二进制数码组成的一组信息,存储单元的个数越多,存储器存储的信息量就越多,也即存储器容量大。存储器容量是存储器的重要技术指标之一,通常用存储器芯片所能存储的字数和字长的乘式表示,即

$$\text{存储容量} = \text{字数} \times \text{字长}$$

例如:一个容量为 256×4 (256 个字,每个字 4 位)的存储器,共有 1024 个存储单元,这些单元可排列成 32×32 列的矩阵形式。

2. 地址译码器

为了能够对某个选定的存储单元进行信息存取(又称访问),则须对某个存储单元的位置赋予一个号码,称为地址。不同的存储单元具有不同的地址,从而在读写操作时,可以按照地址选择欲访问的单元。地址的选择是借助地址译码器来实现的。地址译码器分单译码器和双译码器两种。

3. 读/写控制器

读/写控制器用来控制存储器进行写入或读出操作。

4. 输入/输出(I/O)电路

这是数据进出存储矩阵的通道。通常输入数据先经缓冲放大器放大,再进入存储矩阵,输出数据经缓冲放大后再输出。输入、输出缓冲器通常采用三态门电路,这样可将几片存储器的输入/输出数据线(I/O 线)并联,以扩展存储器容量。

5. 片选控制器

对于大容量存储系统,往往需要用多片 RAM 组成,在读写时只对其中的一片进行存取。片选控制器使得只有在该片存储器被选中时才进行读出和写入操作,而其余未被选中的各片 I/O 线呈高阻状态,不得与外部交换数据。

三、计数器

计数器是典型的时序电路,它不仅可以用来计算输入脉冲的个数(即计数),还可作分频

器、节拍发生器等。

计数器有多种分类方式,如按其内部各个触发器翻转的次序分类,可分为异步或同步计数器,如按其进位数值分类,可分为二进制或十进制计数器;如按计数过程中数字的增减来分,可分为加法、减法或可逆(即加减)计数器。

图 1-3-8 是四位异步二进制加法计数器逻辑电路。从二进制进位规律看出,每当来一个计数脉冲,最低位触发器就应该翻转一次,而高位触发器应在相邻的低位触发器从“1”变为“0”进位时发生翻转。图中是由四个主从 J-K 触发器组成的计数电路,所有触发器的 J、K 都是悬空的,这相当于 $J=K=1$ 。由 J-K 触发器逻辑真值表可知,每当来一个脉冲($CP=1$), Q_1 的输出总与原状态相反。在计数开始前,通过清零指令,使所有触发器置“0”。之后计数脉冲从 C 端输入,第一个脉冲来到时,只 F1 状态发生翻转, $Q_1=1$;第二个脉冲来到时,F1 发生翻转, $Q_1=0$,F2 也随之发生翻转, $Q_2=1$...直到第 15 个脉冲来到时,计数器的四个触发器都置“1”。而当第 16 个脉冲来到时,四个触发器状态都为“0”,并向相邻高位发出一个进位信号或逸出信号。

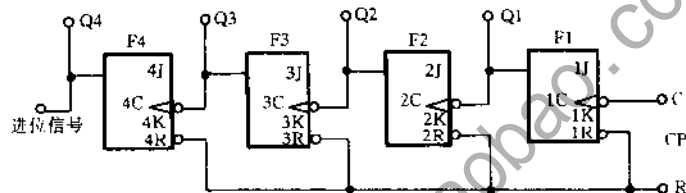


图 1-3-8 四位异步二进制加法计数器

1.4 数/模转换和模/数转换

数字系统只能处理数字信号,为了能够用数字系统处理模拟信号,必须把模拟信号转换成相应的数字信号,才能送入数字系统中进行处理。数字系统处理后的数字信号,有时还需要再转换成相应的模拟信号作为最后输出。

我们把模拟信号转换成数字信号的过程称为模/数转换,简称 A/D 转换。把实现 A/D 转换的电路称为模/数转换器,简称 ADC;把数字信号转换成模拟信号称数/模转换,简称 D/A 转换,把实现 D/A 转换的电路称为数模转换器,简称 DAC。

1.4.1 数/模转换器(DAC)

DAC 输入的数字信号是用代码按数位组合起来表示的,每一位代码都有一定的“权”。为了将数字量转换成模拟量,必须将每一位代码按其“权”的值转换成相应的模拟量,然后将代表各位的模拟量相加,所得的总模拟量就是与输入数字量成正比的模拟量。

实现数/模转换的方法很多,图 1-4-1 为四位倒 T 型电阻网络 DAC。图中 $S_i (i=0\sim3)$ 为电子模拟开关,每个 S_i 由输入数码 $d_i (i=0\sim3)$ 控制。由图 1-4-1 可见,电阻网络中只有 R、2R 两种阻值的电阻,这就给集成电路的设计和制作带来了很大的方便。因为求和放大器反

相输入端 U_- 的电位接近于零,所以不管输入数码 d_i 的状态如何,对应的模拟开关分别接地或虚地。计算各支路电流的等效电路如图 1-4-1(b)所示(注意, U_- 为虚地),图中从 AA、BB、CC、DD 每个端口向左看过去的等效电阻均为 R ,因此从参考电源流入倒 T 型电阻网络的总电流为 $I = U_{REF}/R$,而每个支路的电流依次为 $I/2$ 、 $I/4$ 、 $I/8$ 和 $I/16$ 。

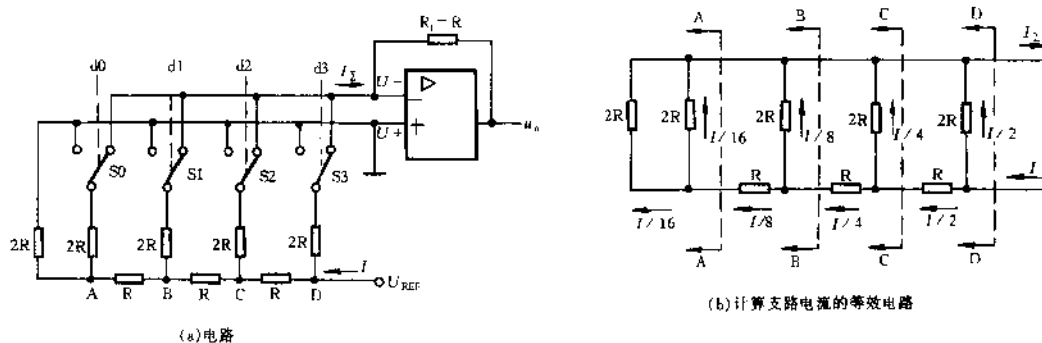


图 1-4-1 四位倒 T 型电阻网络 DAC

若令 $d_i = 0$ 时开关 S_i 接运算放大器的 U_+ , 而 $d_i = 1$ 的 S_i 接至运算放大器的输入端 U_- , 则可求出流入求和运放输入端的电流为

$$I_{\Sigma} = \frac{U_{REF}}{R} \left(\frac{d_3}{2} + \frac{d_2}{2^2} + \frac{d_1}{2^3} + \frac{d_0}{2^4} \right)$$

输出电压为

$$u_0 = -I_{\Sigma} R_f = -U_{REF} \left(\frac{d_3}{2} + \frac{d_2}{2^2} + \frac{d_1}{2^3} + \frac{d_0}{2^4} \right)$$

输出电压 u_0 与输入数字信号 d_3 、 d_2 、 d_1 、 d_0 成正比,这就完成了数/模转换。

1.4.2 模/数转换器(ADC)

在 A/D 转换时一般须经过四个过程,即采样、保持、量化及编码。

所谓采样,是将模拟量 U_i 转换成时间上断续而数值上连续变化的模拟量 U_s ,完成这一过程的电路叫采样电路。采样后,原来的模拟量被转换成一连串相等时间间隔的脉冲信号,其脉冲幅度等于采样时输入模拟量的值。由于 A/D 转换过程总是需要一定时间,故采样后的电压幅值需要被保持一段时间以备转换,这个过程叫保持,完成这一过程的电路叫保持电路。不管 A/D 转换的电路种类有多少,采样—保持电路都是每类 A/D 转换必需的。

若被采集的模拟量不是电压信号,则需在采样之前通过适当的传感器将非电压信号转换成电压信号,并通过适当的电路,使传感器输出的电压信号幅度满足采样电路的要求。

A/D 转换过程就是将所采集的电压信号进行量化和编码。量化是指用某个最小数字量单位的整数倍来近似地表示采样电压 U_s 的值。例如要将 0~1V 的电压转换为 0~15 数字,最小量化单位 $\Delta = 1/16 = 0.0625V$ 。并规定凡是 $U_s < 1/16V$ 的模拟量都用数字 0 来表示,在 $1/16V < U_s < 2/16V$ 之间的模拟量都用数字 1 来表示……在 $15/16V < U_s < 1V$ 之间的模拟量用数字 15 来表示。显然量化过程前后必然存在误差,可能出现的最大误差为 $1/16V$ 。如果某一电压

范围的模拟量被转换成数字的位数越多,最小量化单位值也越小,转换的精度也就越高。

A/D 转换过程都是将输入电压与一标准电压进行比较,这就说明 A/D 转换电路必然包含有 D/A 转换电路和电压比较电路。A/D 转换的方式较多,在要求转换速度高的场合,可选用并行 A/D 转换;在要求精度高的场合,可选用双积分 A/D 转换。逐次逼近 A/D 转换在一定程度上兼顾了上述两种 A/D 转换的优点。

逐次逼近 A/D 转换的工作框图如图 1-4-2 所示,它是由比较器、D/A 转换器、参考电源、逐次逼近寄存器(SAR)、控制逻辑信号以及时钟信号等组成。转换开始前,先将寄存器清零,开始转换时,时钟脉冲 CP 首先将寄存器的最高有效位置“1”,其余置“0”,这个数码被 D/A 转换成相应的电压 u_0 送到比较器与 u_i 比较。若 $u_0 > u_i$,说明寄存器送给 D/A 的二进制数大了,将最高位“1”清除;若 $u_0 < u_i$,说明这个二进制数还不够大,应将此位保留,然后再按同样的方式将寄存器的次高位位置“1”,并经过比较确定这个“1”是否应保留。这样逐位比较下去,直到最低位为止。比较完成后,寄存器的状态就是所要求的输出数字。

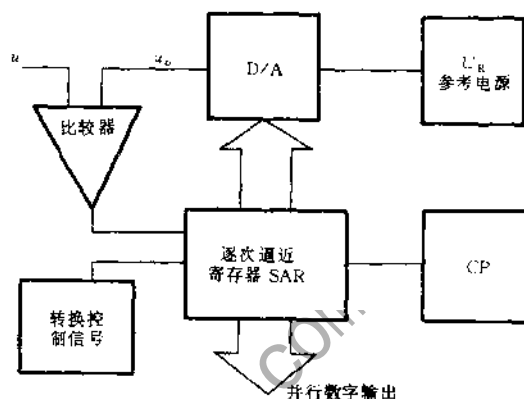


图 1-4-2 逐次逼近 A/D 转换原理图

1.5 555 时基电路

1.5.1 555 时基电路组成及工作原理

555 时基电路是一种将模拟电路和数字电路组合在一起的集成器件,它的功能很强,适用范围宽。国内外生产的 555 时基电路有双极型产品,也有 CMOS 产品。几乎所有的双极型产品型号的最后三位数码都是 555,而 CMOS 产品型号最后四位数码都是 7555,故简称 555 时基电路或 555 定时器。

图 1-5-1 是 CC7555 定时器的内部连接图和外引线功能图。由图 1-5-1(a)可知,555 定时器主要由下面几部分组成:

一、比较电路

图中 C1、C2 是两个结构完全相同的高精度电压比较器。比较电路由 C1、C2 加上三个分压电阻 R 构成。分压电阻对电源 V_{DD} 分压,使比较器 C1 的反向端电压为 $2V_{DD}/3$,比较器 C2 的同相端电压为 $V_{DD}/3$ 。当 u_{I1} 端电压大于 $2V_{DD}/3$ 时,C1 输出高电平;当 u_{I2} 端电压小于 $V_{DD}/3$ 时,C2 输出高电平。

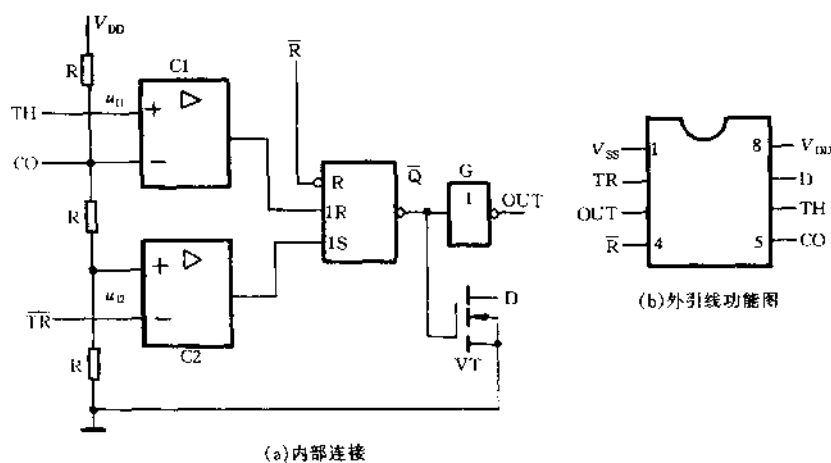


图 1-5-1 CC7555 定时器

二、RS 触发器

基本 RS 触发器的置“1”端 1S 和置“0”端 1R 分别与电压比较器的输出相连。当电路复位端 \bar{R} 加低电平时，触发器置 0，则 $\bar{Q} = 1$ ，故电路的输出端 OUT 也为低电平。在不使用 \bar{R} 端时，应将 \bar{R} 端接高电平。

三、放电开关及反相输出电路

图 1-5-1(a) 中 VT 是一个由 NMOS 管构成的放电开关，可为外接电容提供放电回路，状态受 RS 触发器输出的控制。若 $\bar{Q} = 1$ ，则 VT 导通；若 $\bar{Q} = 0$ ，则 VT 截止。

反相器 G 作输出缓冲器，用以整形和提高电路的驱动能力。图 1-5-1(b) 中各引出端名称及功能为：TH 端 (u_{TH} 端) 称高触发端，TR 端 (u_{TR} 端) 称为低触发端，CO 端为电压控制端， \bar{R} 为复位端，D 为放电端，OUT 为输出端。正电源 V_{DD} 的电压范围较宽，在 3~18V 内均可正常工作。 V_{SS} 一般接 0V。CO 端的作用是设定 C1 的反相端和 C2 的同相端参考电压值，参考电压值可从 CO 端外接控制电压进行调整。如果不调整，则该端口可用一个消除干扰的电容接地。D 端提供外接电容后的放电通路，且作为集电极开路输出。CC7555 定时器的功能表如表 1-5-1 所示。

表 1-5-1

CC7555 定时器功能表

TH	\bar{TR}	\bar{R}	OUT	放电管 T
x	x	0	0	导通
$> 2V_{DD}/3$	$> V_{DD}/3$	1	0	导通
$< 2V_{DD}/3$	$< V_{DD}/3$	1	不变	原状态
x	$< V_{DD}/3$	1	1	截止

1.5.2 555 时基电路的应用

一、单稳触发器

1. 电路组成

将 CC7555 按图 1-5-2(a) 连接即可构成单稳态电路。电压控制端 CO(5) 引脚如果加控制电压, 则可改变比较器的参考电压。在不用时, 为防止干扰, 通常在 CO 端加 $0.01\mu\text{F}$ 电容接地。

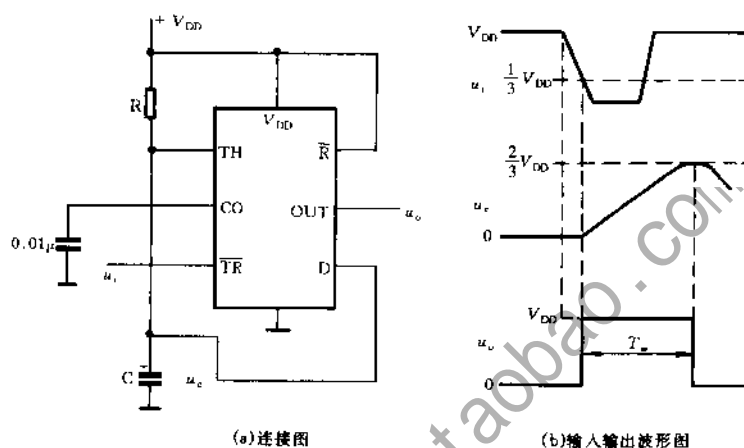


图 1-5-2 CC7555 组成的单稳触发器

2. 工作原理

电源接通瞬间, 电源通过电阻 R 向 C 充电, 当 U_C 上升到 $2V_{DD}/3$ 时, 触发器复位, U_0 为低电平, 放电管 VT 导通, 电容 C 放电, 电路进入稳定状态。

若触发器输入端施加触发信号 ($U_i > V_{DD}/3$), 触发器发生翻转, 此时电路进入暂稳态, U_0 输出为“1”, VT 截止, 电容 C 又开始充电。当电容 C 充电至 $2V_{DD}/3$ 时, 电路恢复至稳定状态。

如果忽略 VT 的饱和压降, 则 U_C 从 0 电平上升到 $2V_{DD}/3$ 的时间, 即为 U_0 的输出脉宽 T_w 。

$$T_w \approx 1.1RC$$

上述分析是在输入的负触发脉冲宽度小于 T_w 的情况下进行的。若这一条件不满足, 输出电压 u_0 就不能由“1”转换为“0”, 即 u_0 将保持“1”不变。实际运用中如果遇到负脉冲宽度大于或等于 T_w 的情况, 可以在 u_i 与定时器 \overline{TR} 端之间串接 RC 微分电路, 缩短负脉冲宽度。另外还应注意: 在电路处于暂稳态期间 (即 T_w 内), 不能输入负脉冲。否则, 电路不能正常工作。

由此我们可以看出, 单稳电路有一个稳态和一个暂稳态, 电路由稳态过渡到暂稳态, 需外加触发信号, 而由暂稳态到稳态, 无须外加触发脉冲, 其“触发”信号是由电路内部电容充 (放) 电提供的, 暂稳态持续时间是脉冲电路的主要参数。

二、多谐振荡器

1. 电路组成

如图 1-5-3(a) 所示, 定时器 TH 端与 \overline{TR} 端短接在电容 C 与电阻 R_2 之间的连线上, 复位

端 \overline{R} 接电源 V_{DD} , D 接于 R1、R2 之间, CO 端悬空, 输出信号 u_o 取自 OUT 端。外接的 R1、R2 和 C 为多谐振荡器的定时元件。

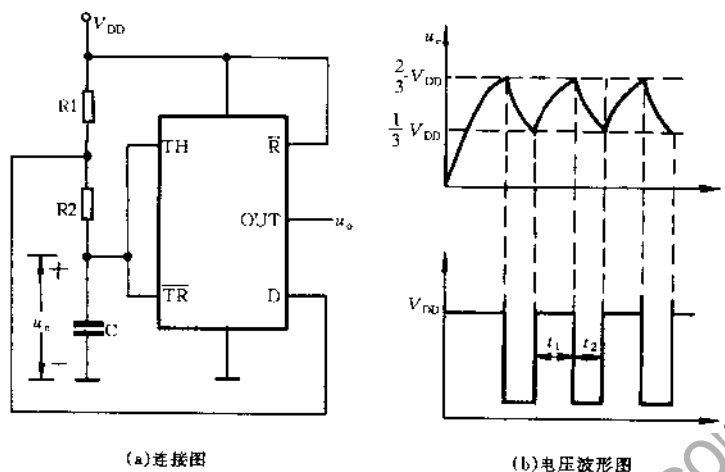


图 1-5-3 CC7555 组成的多谐振荡器

2. 工作原理

多谐振荡器没有稳定状态, 只有两个暂稳状态。

图 1-5-3(a)接通电源前, 定时电容 C 上的电压 u_c 为 0, 所以刚接通电源时, 定时器被置成高电平, OUT = “1”。电源接通后不久, 电源电压通过 $(R_1 + R_2)$ 对 C 充电。当 u_c 上升到 $2V_{DD}/3$ 时, CC7555 时基电路内部的比较器 C1 翻转[参见图 1-5-1(a)], 触发器复 0, $Q = “0”$, VT 导通, OUT 输出由高电平变为低电平。由于 VT 导通, u_c 通过 R2 放电。当 $u_c < V_{DD}/3$ 时, 比较器 C2 翻转, 触发器再次被置成高电平, OUT 输出由低电平变为高电平。由此形成振荡, 在 OUT 端可输出矩形脉冲电压, 见图 1-5-3(b)。除了 u_o 为高电平的第一个波形外, u_o 的高电平持续时间 t_1 是 u_c 从 $V_{DD}/3$ 充电至 $2V_{DD}/3$ 所需要的时间; u_o 的低电平持续时间 t_2 是 u_c 由 $2V_{DD}/3$ 放电至 $V_{DD}/3$ 所需要的时间。若忽略 VT 的导通电阻, 则有

$$t_1 = 0.7(R_1 + R_2)C$$

$$t_2 \approx 0.7R_2 \cdot C$$

输出矩形波的振荡周期为

$$T = t_1 + t_2 \approx 0.7(R_1 + 2R_2)C$$

脉冲占空比为

$$q = \frac{t_1}{T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$$

三、施密特触发器

1. 电路组成

如图 1-5-4(a)所示。将定时器的 TH 端和 \overline{TR} 端短接在一起, 作为触发器的输入端 u_{ic} 。复位端 \overline{R} 接电源 V_{DD} , 定时器输出 OUT 作为触发器输出。

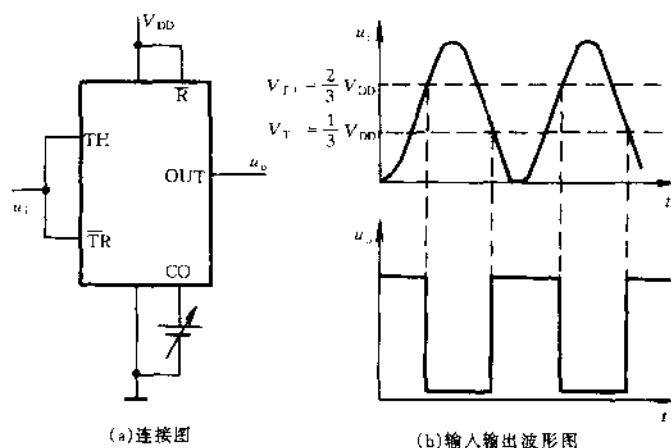


图 1-5-4 CC7555 组成的施密特触发器

2. 工作原理

如图 1-5-4(a) 所示, 为便于分析, 先将 CO 悬空, 并设输入信号为正弦波电压。当 $u_i < V_{DD}/3$ 时, $u_o = 1$; 在 u_i 上升到 $2V_{DD}/3 > u_i > V_{DD}/3$ 期间, u_o 仍保持状态不变。

输入电压上升到 $2V_{DD}/3$ 后, 输出电压跳变为 $u_o = 0$; u_i 由最高值下降, 在 $u_i > V_{DD}/3$ 期间, u_o 仍保持状态 0 不变。

输入电压下降到 $u_i < V_{DD}/3$ 后, 输出电压跳变, $u_o = 1$ 。

该电路的输入输出波形如图 1-5-4(b) 所示, 可以看出, 它具有将正弦波电压转换为矩形电压的功能。

由以上分析可知, 使电路状态发生翻转的 U_i 是不同的, 我们把上升时阈值电压 V_{T+} 称为正向阈值电压, 而把下降时的阈值电压 V_{T-} 称为负阈值电压, 他们之间的差值 ΔU_T 称为回差, 即

$$\Delta U_T = \frac{2}{3} V_{DD} - \frac{1}{3} V_{DD} = \frac{1}{3} V_{DD}$$

如果控制端 CO 外接电压, 则 $V_{T+} = U_{CO}$, $V_{T-} = U_{CO}/2$, $\Delta U_T = U_{CO}/2$ 。可见通过改变 U_{CO} 的数值就可以改变电路回差电压 ΔU_T 的大小, 且电压 U_{CO} 越大, ΔU_T 越大。

1.5.3 555 时基电路检修

555 电路应用广泛, 它的好坏可通过用万用表测量其输入与输出端的电位或者测其电阻值, 然后与正常值进行比较的方法来判断; 也可利用一个 8 脚集成电路插座, 接成一个简单的多谐振荡器电路, 如图 1-5-5 所示。图中输入端 2 脚和 6 脚短接, 输出端 3 脚和 1 脚之间接入 $1k\Omega$ 电阻和发光二极管 LED。测试时将 555 时基电路插在管座上, 当电路振荡时, 发光二极管间歇发光, 说明 555 时基电路正常。如 LED 发光管常

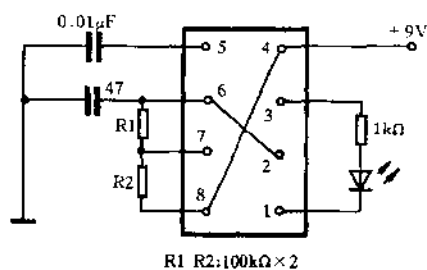


图 1-5-5 555 多谐振荡器简易电路

亮或不亮,在电路无误的前提下,说明此 555 集成电路已损坏。

1.6 单片机原理与应用

1.6.1 单片机基础知识

一、单片微型计算机(简称单片机)

单片机是将基本功能部件(CPU、ROM、RAM、A/D 转换、I/O 接口以及振荡和时钟等)全部集成在一块半导体芯片上,这种集成电路芯片被称为单片机。为了增强实际控制功能,绝大多数单片机上还集成有定时器等功能部件。

1. 存储器

存储器相当于计算机的一个数据仓库,专门存储计算机中的各种指令、程序和运算结果。

存储器可分为两种:一种是存储不变动的工作指令,即只读不写存储器 ROM,用于存放固定应用程序。一种是存储经常要用的数据,即读写存储器 RAM,主要用在程序运行期间存储工作变量和数据。

2. 运算器

运算器可用来进行算术运算和逻辑运算,是计算机对各种信息进行算术运算和逻辑运算的主要部件,从控制功能来看,它可比较两个数码的大小,还可以进行累加计算等。

3. 控制器

控制器是控制计算机各部分按人们规定的计算步骤有条不紊、自动进行工作的部件。它一方面向各部件发出执行命令,另一方面又接受执行部件向控制器发回关于任务执行情况的反馈信息,加以判断后又发出新命令。控制器由时序电路和逻辑电路组成,时序就是计算机内部运转的节拍,计算机内部各种操作都是按节拍进行的,主时钟的频率就决定了计算机的工作速度。

运算器和控制器合称中央处理单元 CPU 或中央处理器。

4. 输入与输出设备

常用的输入设备有键盘、鼠标器等,输出设备有显示器、打印机等,人们将输入信号通过输入设备输入到计算机中,在计算机内部经运算和处理后,从显示器输出。

5. 输入与输出 I/O 接口

输入与输出接口是连接主机与外部设备的窗口,其主要作用是:

① 把外部设备送给计算机的信息转换成计算机所能接受的形式。
② 向计算机提供外部设备的工作状态,实现主机与外部设备的联络,使计算机能控制外部设备的工作。

③ 协调计算机与外部设备在“定时”上所存在的任何差别,起缓冲与暂存的作用。

6. 定时器/计数器

在微型计算机(简称微电脑)控制器的许多应用中,往往需要进行精确的定时,一般微电脑

控制器内部都设有定时器电路。计数器有增量计数器和减量计数器两种。

7. 时钟电路

大多数微电脑控制器都有内部时钟电路,只需外接简单的时钟元件,一般可采用晶振稳频。大多数时钟电路采用 RC 作定时元件,也可采用外加时钟源。

8. 中断

在正常情况下,微电脑控制器执行自己的主程序,但当微电脑控制系统发生故障、程序出现错误或外部设备要求与主机交换信息时,需要微电脑控制器作应急处理,这时外部设备可向微电脑控制器发出中断请求,微电脑控制器则允许暂时终止当前程序的执行,响应中断请求,保护程序断点,然后去执行另一个称为“中断服务子程序”的程序。处理完毕后,恢复断点和现场,再返回到原来被中断的地方,继续执行主程序。

以上介绍的是硬件部分,单片机要正常工作,需要为它编制程序,即软件。只有硬件和软件相结合,才能有效地工作。用于家用电器中的单片机,生产厂家已将基本功能、要求、控制方式等经软件编程固化在单片机内部,所以家用电器中使用的单片机在出厂时功能已确定。

二、单片机控制技术

单片机控制系统框图如图 1-6-1 所示。

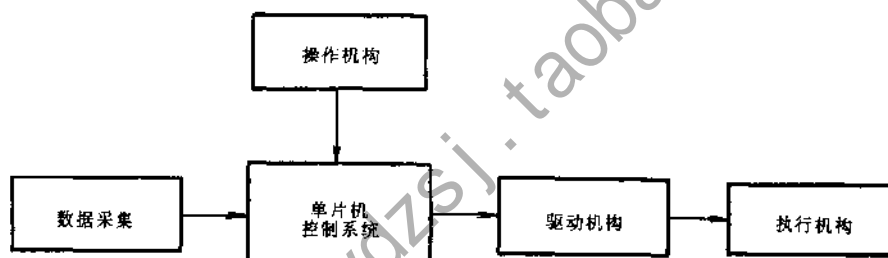


图 1-6-1 单片机控制系统框图

1. 数据采集

在家用电器中,数据采集主要包括传感器和信号转换装置。传感器的作用是把各种非电信号(如温度、湿度、压力、气体等)通过各种不同方式转换成电信号。信号转换装置的主要作用是把来自传感器的电信号转换成符合单片机要求的输入信号送入单片机。

2. 操作机构

操作机构即面板和遥控器,通过操作面板开关或遥控器按键给单片机输入工作指令。

3. 控制系统

控制系统即单片机,主要由输入输出接口、程序存储单元、中央处理单元以及振荡电路等相应外围设备组成。通过输入接口将电信号输入到中央控制器内,然后经过比较、判断及逻辑运算等过程,最终发出控制指令并通过输出接口传送出去。

4. 驱动机构

由于单片机输出的信号功率很小,不能驱动大功率的执行机构,需在两者中间增加驱动机构,完成执行机构的电能供给任务。驱动机构主要由放大电路、继电器、接触器等组成。

5. 执行机构

执行机构即用电器,在家用电器中主要有压缩机、电动机、电热丝等。

1.6.2 单片机芯片简介

单片机在家用电器中已应用很广泛,常见的有美国的“摩托罗拉”公司、“英特尔”公司,日本的“NEC”公司、“东芝”公司,韩国的“三星”公司等生产的芯片。以下简单介绍 D8749H 8 位单片机的结构特性及引脚功能。

在应用单片机时,最需要注意的是以下几个引脚: V_{CC} 、 V_{SS} 、RESET、OSC1(X1)、OSC2(X2)、IRQ (INT),上述任意一个引脚信号不正常,都会造成单片机不工作。

D8749H 是自成系统的 8 位并行计算机芯片,在空调器微机控制线路中应用较广。其逻辑方框图如图 1-6-2 所示,逻辑符号如图 1-6-3 所示,引脚排列如图 1-6-4 所示。

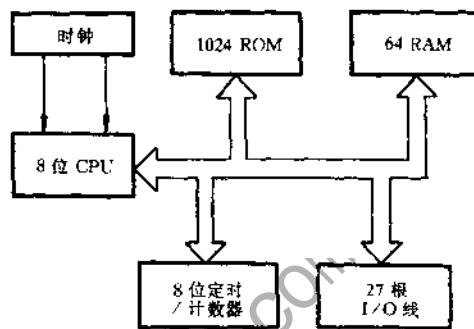


图 1-6-2 D8749H 的逻辑方框图

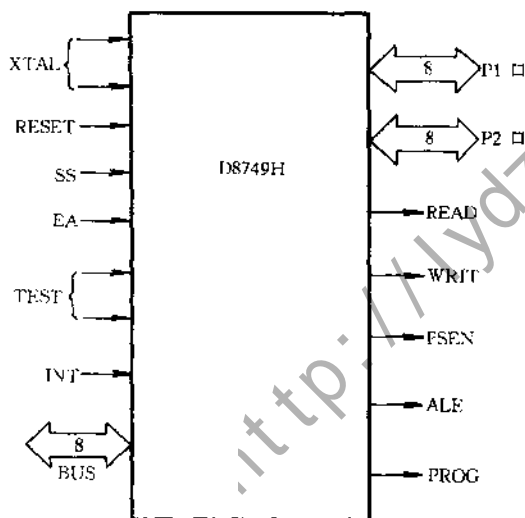


图 1-6-3 D8749H 的逻辑符号

其引脚功能说明如下:

V_{SS} : 引脚 20, 电路接地端。

V_{DD} : 引脚 26, 低功耗电源备用引脚。

V_{CC} : 引脚 40, 主电源 +5V。

PROG: 引脚 25, 8243 I/O 扩展器用的输出选通。

P10 ~ P17: 引脚 27 ~ 34, 输入/输出 1, 8 位准双向通道。

P20 ~ P27: 引脚 21 ~ 24, 35 ~ 38, 8 位准双向通道, 输入/输出 2。P20 ~ P23 在外部程序存

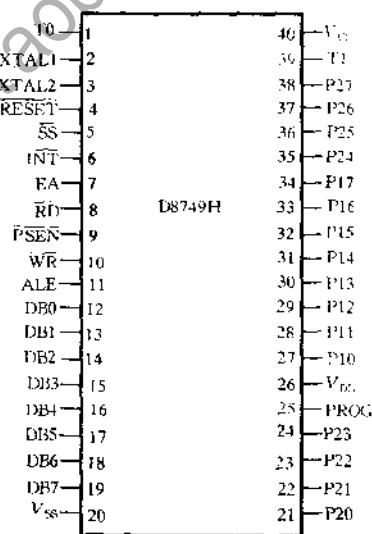


图 1-6-4 D8749H 引脚排列图

存储器存取期间包含了程序计数器(PC)的高4位,另外P20~P23可用作8243的四条I/O扩展总线。

DB0~DB7:引脚12~19,数据总线,双向输入/输出,能同时用 \overline{RD} 、 \overline{WR} 选通脉冲来读或写,这些信号也能静态锁存,在外部程序存储器取指期间,其包含了程序计数的低8位,并在 \overline{PSEN} 的控制下,接收寻址到的指令码。在ALE和 \overline{RD} 、 \overline{WR} 控制下,执行外部RAM数据存取指令期间,也包括地址和数据。

TO:引脚1,输入测试脚,用条件转移指令JTO和JNT1测试,也能用ENT0 CLK指令指定TO为时钟输出。

TI:引脚39,时钟1输入测试脚。能用NT1和JNT0测试,也能用START CNT指令指定TI为定时器/计数器的输入。

INT:引脚6,中断输入,如果允许中断时即启动中断,在整机复位(RESET)后,中断被禁止。在正常操作时,中断信号(低电平有效)必须保持低电平至少3个机器周期。

\overline{RD} :引脚8,在总线读期间有效地输出选通,能用来允许数据从外部器件输入到总线上。并能用作对外部数据存储器读选通信号(低电平有效)。

\overline{RESET} :引脚4,复位输入线,低电平有效,用于启动微处理器。

\overline{WR} :引脚10,写信号线,低电平有效,在总线写期间作为输出选通,能用作外部数据存储器的写选通信号。

ALE:引脚11,地址锁存允许线,本信号每个指令周期产生一次,可用作输出时钟信号。ALE的下降沿可选通地址进入外部数据存储器和程序存储器。

\overline{PSEN} :引脚9,程序选通有效信号,低电平有效,从外部程序存储器读取指令时产生,当信号为低电平时,指令寄存器的内容读到数据总线上。

\overline{SS} :引脚5,单步输入,低电平有效, \overline{SS} 和ALE相结合用于使单片机单步运行每一条指令。

EA:引脚7,外部存储输入,高电平有效。当EA为低电平时,如果指令计数器小于1024,8048H执行内部EPROM的指令。当EA为高电平时,从外部程序存储器取出所有指令。

XTAL1:引脚2,内部振荡器的晶振输入端,也作为外部振荡源的输入。

XTAL2:引脚3,晶振输入另一端,使用外部时钟信号时此端应将外部时钟信号反相后接入XTAL2。

1.6.3 单片机接口电路

一、接口电路概述

在微机系统中,接口电路的作用是实现一个部件与另一个部件之间的联系(包括硬件的连接和软件的控制)。接口有各种类型和功能,一个微机系统中可以有多个各不相同的接口。

1. 接口的主要作用

接口作为两个部分之间进行联系的中介部分,它必须根据联系的双方的要求来确定自己的作用。一般说来,微机中的接口有如下几个作用:

(1) 输入信息的转换与传递

实现这个作用的接口又称为输入接口,其主要功能是把外用设备送来的信息或数据转换

成与本系统微机相容的数据形式,再传送给微机进行处理。

(2) 输出信息的转换和传递

实现这个作用的接口又称为输出接口,其主要功能是把微机处理后要送往外围设备的数据转换成外围设备所能接受的形式,再传送给外围设备。

(3) 控制信号的转换和形成

无论任何一个接口,都必须按统一的时序工作,有统一的地址编码。一般外围设备是由选中信号 CS 有效来表示本设备被选中工作,因而 CS 对应为地址。接口的一个主要作用就是将地址信号处理形成 CS,并选择形成外设所需的其它控制信号。

(4) 状态信息的转换和形成

接口的另一个作用是转换或产生形成有关的状态信息,用来通知微机或外围设备。如数据是否传送成功,有否数据到来等等。

2. 接口的类型

在微机接口中,划分类型的方法有多种,如按接口实现功能和特点来分,可将接口分为用户交换接口、辅助操作接口、传感接口和控制接口四种基本的类型。

(1) 用户交换接口

用户交换接口是指微机接收用户送往微机的信息和向用户送出所需信息的接口,一般说来就是指键盘和显示接口。

(2) 辅助操作接口

辅助操作接口是微机发挥其最基本的处理与控制功能所必须的接口。

(3) 传感器接口

传感器接口是微机控制系统中必不可少的接口。这类接口把传感器输出的信号转换成微机所能接收的数据后传送给微机。

(4) 控制接口

控制接口是微机对控制对象的控制接口。不同的控制对象,要求的控制信号也不相同,可能是开关电压,也可能是脉冲信号,或者是模拟电压。控制接口把微机输出的控制数据转换成所需的控制信号。

二、输入接口电路

将外部设备的信息转换成计算机所需要的能够被识别和接受的数据,再输入到计算机中的接口电路,我们将实现这些功能的电路称为输入接口电路。

家用电器中的输入接口电路主要有数字信号输入接口和模拟信号输入接口两大类。如果数字信号以高电平或低电平表示,则数字信号接口可称为开关信号接口。

1. 开关信号输入接口

开关信号一般是由手动或自动开关与提升或下拉电阻适当连接后形成,通常用来表示所要检测的状态。有时对于一些模拟电压输入信号,只需要判断它是否高于或低于某一界限,通过比较器对这个输入模拟电压与界限基准电压进行比较,将模拟电压转换成开关电压信号,也用来表示要检测的某些状态。

开关信号接口输入的是高电平或低电平,最常见的应用例子是门开关或盖开关接口。开关信号主要来自电冰箱、洗衣机、微波炉、电烤箱等的门开关或盖开关,其接口电路较为简单。

如图 1-6-5 所示。

当单片机内部有上拉电阻时,可以不接外部电阻 R 。当单片机检测到门(或盖)开关 S 闭合时输入电平为 0,控制家用电器工作(或停止工作);否则,输入电平为 1,家用电器停止工作(或工作)。

2. 模拟信号输入接口

通常传感器送出的是模拟信号,例如温度传感器。为了实现自动控制,许多时候不能简单地用高或低来区分温度,必须确定某温度的具体数值。显然在这种情况下,就不能用一位二进制数表示,所以需要通过 A/D 转换器,将模拟信号转换为 8 位或更多位的数字信号,才能被微处理器接受。也可以选用内部有 A/D 转换器接口的微处理器,使外围电路简单。

如果程序只要求输入高电平或低电平的信号,可以通过比较器电路简单地把传感器送来的模拟信号转换成高电平或低电平后,再送到微处理器的输入端口。

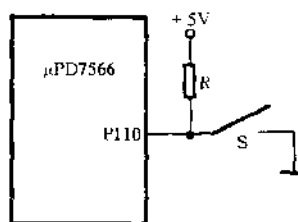


图 1-6-5 开关信号接口

三、输出接口电路

计算机的输出设备有各种各样的形式,要求输出的信号形式也各不相同,也就需要有不同的接口电路。

1. 开关控制接口

在用微机(即单片机)控制的家用电器中,使用的电子开关基本上有两种类型:一类用于做电源控制,启动或停止家电中某一部分或主要部分的工作。另一类是起状态的转换作用,使设备从一种状态转换成另一种状态。

(1) 晶闸管控制接口

晶闸管可用作直流电源开关(单向晶闸管)和交流电源开关(双向晶闸管)。它们只被作为开关使用时,可以用直流信号触发,也可以用脉冲触发。图 1-6-6 为三极管晶闸管触发驱动电路。

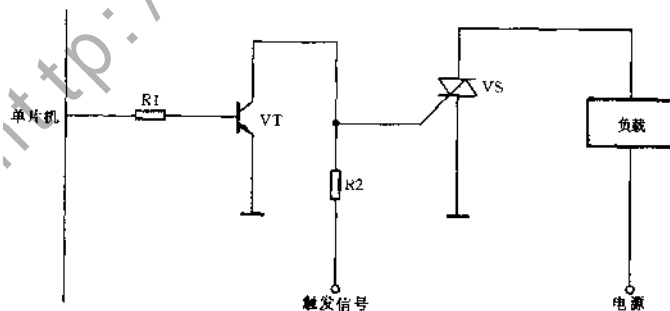


图 1-6-6 三极管晶闸管触发驱动电路

单片机的输出信号加到三极管基极,中间串联一个隔离降压电阻 $R1$ 。当单片机输出低电平时,三极管 VT 截止,触发信号经过电阻 $R2$ 触发可控硅 VS ,使晶闸管导通。当单片机输出高电平时,三极管 VT 导通,将触发信号对地短路,因无触发信号,故晶闸管断开。需要注意,对于双向晶闸管,当触发信号消失后,晶闸管过零点自动关断。而对单向晶闸管,触发信号消失

后,晶闸管仍在导通状态(作直流电源开关),只有加负的关断电压信号或切断晶闸管主回路的电源后晶闸管才能关断。

用三极管作为晶闸管触发驱动级,由于需要与晶闸管主回路共地,所以不能实现隔离。在需要隔离时,应使用光电隔离器作为晶闸管触发驱动电路。图 1-6-7 为用光电耦合器的晶闸管驱动电路。与图 1-6-6 的电路相比,只是用一个光电耦合器取代了三极管,就实现了单片机与晶闸管两部分的电气隔离。

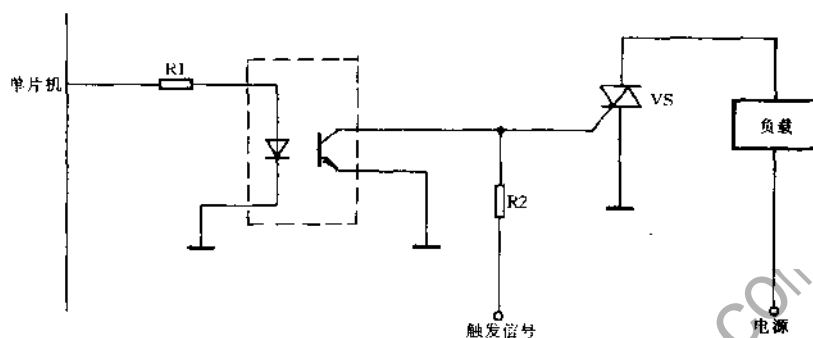


图 1-6-7 用光电耦合器的晶闸管触发驱动电路

(2) 三极管继电器驱动电路

图 1-6-8 为用三极管驱动的继电器接口电路。当单片机输出低电平时,三极管 VT 截止,继电器 K 线圈中无电流,触点断开,负载回路被断开。当单片机输出高电平时,继电器 K 线圈中通过三极管饱和电流,触点被吸合导通,使负载正常工作。由于继电器本身具有电气隔离作用,而且触点的连接限制因素比晶闸管少,使用起来很方便。

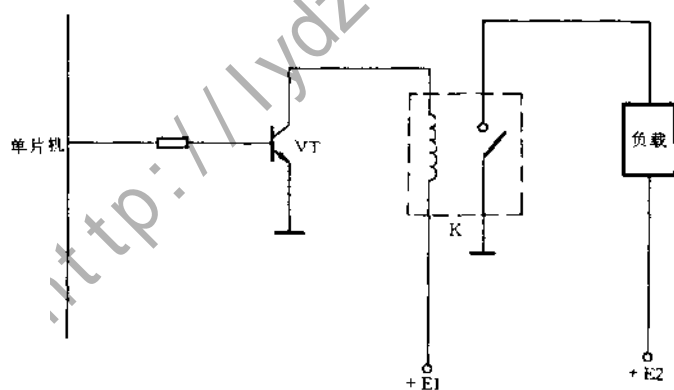


图 1-6-8 用三极管驱动的继电器接口电路

2. 调压控制接口

空调器中的压缩机电动机以及高档电风扇用的电动机,常常需要按照实际要求进行转速的调整,此时可以利用改变电动机的输入电压调节其转速。图 1-6-9 所示为空调器中压缩机电动机控制接口电路。

双向晶闸管是一种重要的功率开关器件,将双向晶闸管串入普通的交流电源中,可作为一个双向开关,通过改变送入触发极的触发脉冲的时间,使晶闸管能够得到不同的导通角,于是

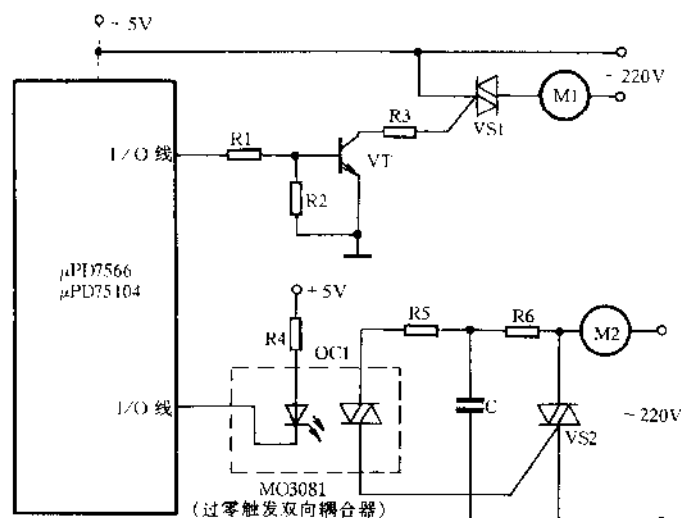


图 1-6-9 压缩机电动机控制接口

加在电动机上的供电电压随之改变。通过单片机能方便地得到双向晶闸管的这种触发信号。

3. 变频控制接口

目前,在空调器中广泛使用变频控制方式改变压缩机的转速,以调整制冷或制热量的大小。这种控制方式常用专门的电路,称为变频器。由微处理器输出开关信号对变频器进行控制,智能型的变频器有与微处理器的通信接口,能够接受控制指令,使用起来灵活方便。

4. 显示装置接口电路

微处理器的工作状态需要用各种形式的显示电路反映出来,人们通过观察各种形式的显示器,可了解微处理器的工作状态,进行各种有目的的监控。显示装置与控制键盘构成了人与机器进行信息交流的途径,称为人机界面。

显示装置可以简单到只有一个发光二极管,通过它的亮与灭反映系统的工作状态。显示装置也可以非常复杂,比如使用耗电比较少的液晶显示屏或耗电稍微大一些的真空显示屏。

(1) 静态显示 LED 数码管显示接口

图 1-6-10 为静态 LED 数码管显示接口电路,它由译码寄存器、驱动器以及控制逻辑电路等几部分组成。

所谓静态显示,就是如果不改换显示内容时,显示接口电路的状态和显示的内容稳定不变,是静止的。这种显示接口在需要改换显示内容时,由微机将要显示的数据写入寄存器中,将数据寄存在译码寄存器中。寄存器的输出经译码后送到驱动电路,驱动数码管显示出相应的数据。当微机不执行对显示接口中寄存器的写入时,寄存器的内容固定不变,其译码输出不变,所以显示的内容维持不变。

采用静态显示方法,其程序和电路的设计和调整都很简便,而且数码管显示亮度较高,显示稳定性好。但是每一个数码管需要一组寄存、译码和驱动电路,并占用一个接口地址,从硬件成本和资源上都有些浪费。

(2) 动态扫描 LED 数码管显示接口

这种数码管显示接口电路克服了静态法显示硬件成本高的缺点,称作动态扫描法。所谓

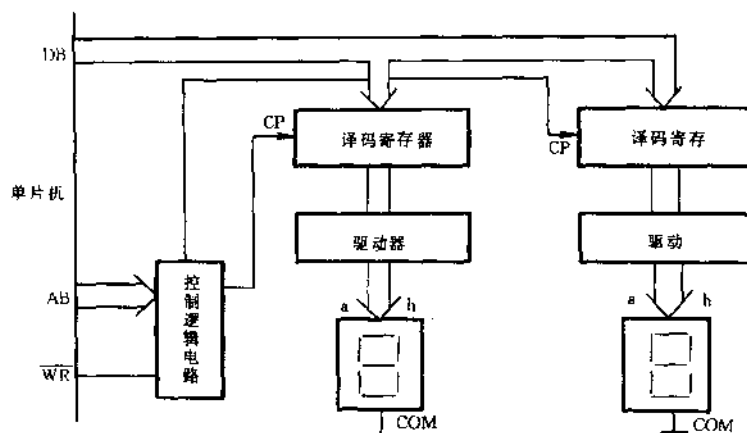


图 1-6-10 静态 LED 数码管显示接口

动态扫描法是各个数码管由扫描信号控制轮流工作、周期显示。图 1-6-11 为动态扫描 LED 数码管显示接口原理电路。

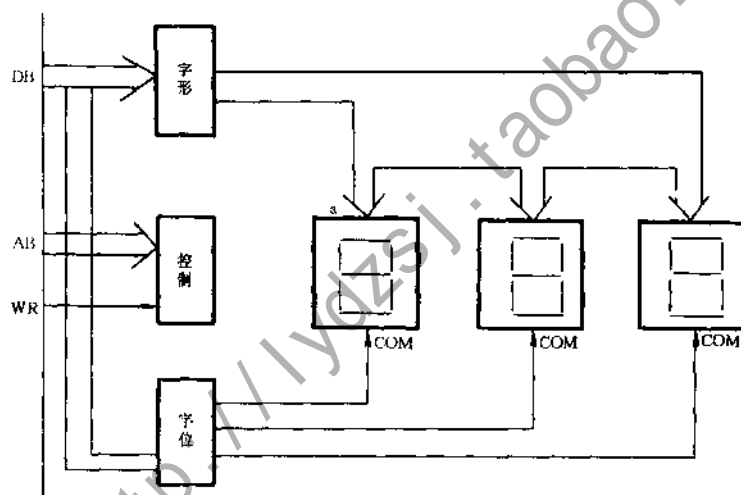


图 1-6-11 动态扫描 LED 数码管显示接口

由于每一时刻只有一个数码管显示工作，因而电路由一组寄存、译码和驱动电路及一组数码管位控制选中电路组成。由寄存、译码和驱动电路控制当前所显示的数字，又称字形。所以将微机写入寄存器的输出端口称为字形口，而控制选中显示数码管的电路被称为字位口。微机不断地向字形口和字位口定时送入相应的数据，控制其显示。当向字形口送一个要显示的字形数据后，马上向字位口送出对该字形所在字位选中的字位数据，使该字形在对应位显示出来。在字位的选中时是互斥的，即每一时刻只允许选中一个字位，而不能同时选中两个或两个以上的字位。在一个显示周期中，每一个数码管都依次被扫描选中，显示出相应字形。当扫描速度较快时，由于人眼的视觉暂留特性，就感觉到每一个 LED 数码管都在同时工作进行显示。

1.6.4 单片机按键及遥控电路

为了使家用电器的操作更方便,许多家用电器都采用了遥控技术。微机技术的采用,又为实现遥控提供了充分的条件。

一、按键电路

1. 开关输入式按键电路

开关输入式按键电路结构简单,只是将按键开关接在按键接口(一般是并行输入口)与地或电源之间,使按键按下时形成一个低或高电平的信号。其电路如图 1-6-12 所示。

图 1-6-12(a)为产生高电平按键信号的按键电路,图 1-6-12(b)为产生低电平按键信号的按键电路,两者的区别仅是电阻接电源、按键接地与按键接电源、电阻接地的差异。我们只以高电平按键信号按键电路来介绍其工作过程。

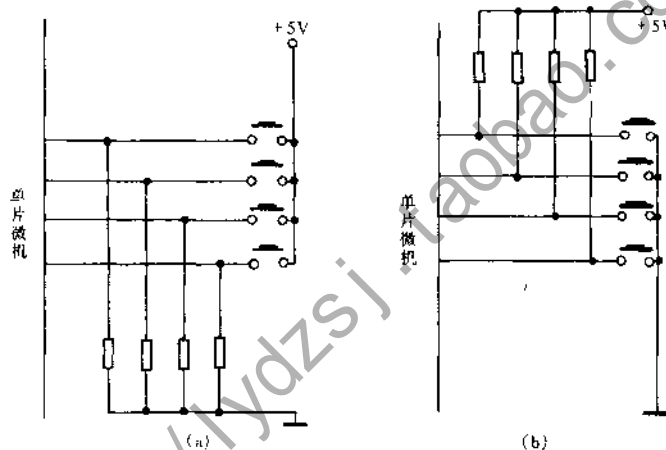


图 1-6-12 开关输入式按键电路

如图 1-6-12(a)所示,当没有按键被按下时,各键开关断开,由于输入端对地之间下拉电阻的作用,使各输入端均为低电平。当有一个按键被按下时,这个键开关闭合,使相应输入端变成高电平,于是单片机定时不断地读取输入端的电平信号,获取按键信息。由于每个按键接在一个输入端,使得不同按键所形成的按键数据不同,单片机对取得的这个按键数据进行分析,就可以确定出哪一个键被按下从而进行相应的处理。

2. RC 积分式按键电路

由于开关输入式按键电路中每个按键需要一个输入端,当按键数目较多时,难以满足对输入接口端的要求,因而需要提高输入接口端的利用率。

RC 积分式按键电路如图 1-6-13 所示。电路中直接利用单片机的一个输出端供给按键电路一固定宽度的脉冲信号,作为按键电路的激励及控制信号。由按键开关与电阻构成的梯形网络同积分电容一起构成积分电路,由运算放大器构成电压比较器实现对积分电路输出信号整形,转换成脉冲送回单片机的按键输入端。

当没有按键被按下时,各按键开关均为断开状态,梯形网络的等效电阻值为其最大值。在

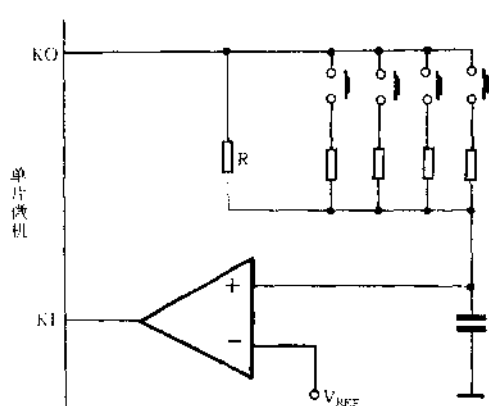


图 1-6-13 RC 积分式按键电路

键激励控制脉冲到来时,这个脉冲信号被 RC 积分电路积分,转换成三角波。由于积分电路这时的时间常数最大,因而形成的三角波幅度最小,经过运算放大器整形比较后形成的脉冲宽度最窄。当有按键按下时,按键将其所接的电阻并接在原电阻两端,使积分电路的时间常数变小,积分形成的三角波幅度变大,整形比较后形成的脉冲宽度变宽。各按键所接的电阻阻值不同,其按下后积分电路的时间常数也不同,输入到单片机的脉冲宽度不相同。其对应波形如图 1-6-14 所示。单片机利用内部定时器对这个输入脉冲进行脉宽测量,所测得的数值对应着相应按键的操作。

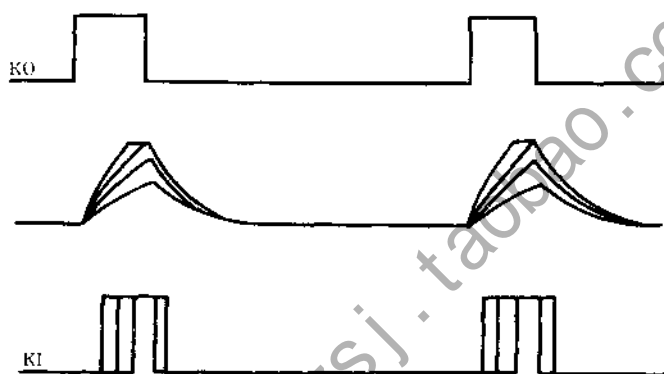


图 1-6-14 积分式按键电路波形

3. 二维按键矩阵

在需要较多按键的家用电器和遥控器中,主要采用二维按键矩阵式的按键电路,其电路结构如图 1-6-15 所示。

图中使用单片机的一组四位输出口 KO0 ~ KO3 作为按键扫描输出端,使用一组四位输入口 KIO ~ KI3 作为按键扫描的输入端。输入端由所接上拉电阻将无按键按下时的输入电平拉到高电平(+5V)。输出端与输入端之间形成一个二维矩阵结构,又称之为行与列。在行列的交叉点处将按键开关接在行与列之间,当按键被按下时,该键所在的行线与列线就被按键开关短接。

单片机工作时,对这个二维按键矩阵以扫描方式进行管理,包括判断是否有键被按下和取得按键所对应的数值(键值)两个部分。当进行是否有键被按下的判断管理时,单片机将按键输出端的各位均置为低电平“0”,并在这段时间内读取键输入口的各位数据。如果有任一键被按下,则输入口中有一位由于与输出口短接而成为低电平。单片机对取得的键输入数据进行判断,如果不全是高电平,则判断为有键被按下,只有从四个输入端取到的数据均为高电平时才判断为无键按下。如果已判断有键被按下,单片机则进行扫描键阵以获取键值的处理工作。单片机依次顺序使键扫描输出端的各位轮流置为低电平,每一时刻最多只能有一位被置为低

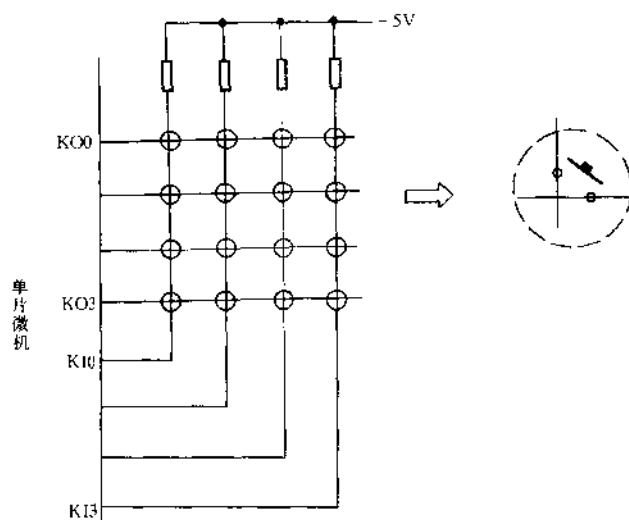


图 1-6-15 二维按键矩阵电路

电平。当每将一位输出口置成低电平时,单片机从键扫描输入口读取一组输入值,如果这组输入值全为高电平,则该位输出口所接的各按键没有被按下。接着将这位输出口恢复高电平,将下一位输出口置成低电平,继续取键输入值。当键输入值不全为高电平时(有一位为低),由这个低电平所在的位可判断出该组键中的哪一个键被按下,而且由所置低电平的输出口位可判断出是哪一组的按键被按下。我们将输出口置低位时所对应的值称为行值,将输入口为低位的值称为列值,由这个行值和列值组合,就形成了一个键值的数据。由于各按键所处的行值列值不同,形成的键值也不相同,于是单片机对所取得的键值进行转换,并按照键值进行相应的控制处理。

二、遥控电路

为了便于对家用电器的控制调节,越来越多的家用电器带有遥控功能。

1. 红外遥控器的电路

红外遥控器是一个红外编码数据发送装置,此发送装置要完成按键扫描管理、串行按键数据信号的形成及调制,最后驱动红外发光二极管产生红外光脉冲信号发送出去,给接收电路接收处理。现在的红外遥控都采用专用的编码集成电路甚至以单片机作为遥控器的核心,因而其电路比较简单。

图 1-6-16 是一个红外遥控器原理电路。整个电路由一个编码专用集成电路为核心,配以一个二维按键矩阵、一个发光二极管驱动电路、一个时钟振荡电路构成。

在这个集成电路中,包含有时钟形成电路、键管理(扫描)电路、键值转换及编码电路、脉冲调宽(PCM)电路、载频调制电路和相应的控制逻辑电路,这些电路可以完成遥控器的绝大多数功能。时钟振荡器由集成电路内的放大器与外部元件(晶体振荡器、压电陶瓷振荡器或 RC 电路)构成,产生所需要的时钟脉冲信号。一般按键多采用压制的导电橡胶键与印制板形成的开关构成按键矩阵,由于集成电路输出电流较小,所以采用三极管进行电流放大,以实现红外发光二极管的驱动。一般红外发光二极管导通电流约为几十毫安。

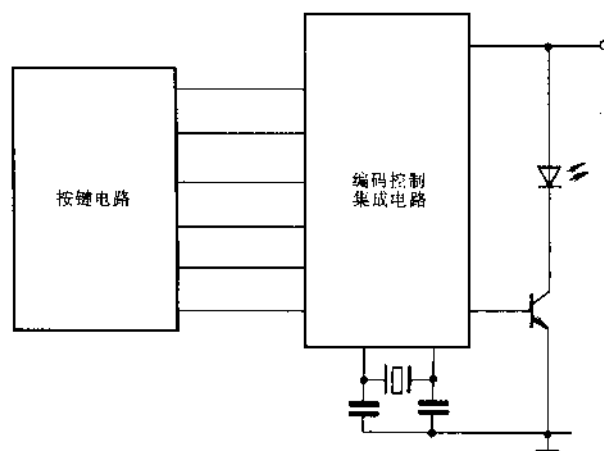


图 1-6-16 红外遥控器电路

当没有按键被按下时,整个电路处于待机状态,几乎没有电流,所以不消耗电池。当任一按键被按下时,由集成电路内的识别电路判断到键被按下后就将内部电源接通,使整个电路工作。电路接通后,首先时钟振荡器工作,产生时钟脉冲。在时钟脉冲控制下,实现键扫描工作,获取相应键值,将键值转换成相应的串行数据,加上起始和终止信号后去进行脉冲宽度调制(PCM)。再将这个 PCM 信号调制到一个载频(时钟脉冲分频后形成)上,输出到驱动三极管,产生出红外光脉冲信号。一个按键信号处理完后,整个电路又自动回复到待机状态,等待下一次按键输入。

2. 红外接收电路

对于不同档次、不同功能的家用电器,其红外接收电路也不相同。对于电风扇、空调器等遥控功能需要较少的家电设备,有些并没有采用微机控制,只是使用数字逻辑电路实现所需要的控制,这就需要红外接收电路与这些控制电路相适配。对于采用单片机实现控制的家用电器,因为单片机的信号处理能力强,红外接收电路只需将接收的遥控信号恢复成串行数据信号或 PCM 信号就可以被单片机处理,所以其电路功能比较简单。无论哪一种电路,红外接收电路基本上都是以一个集成电路为核心来组成,这个集成电路的功能不同,信号的处理方式也不同。

图 1-6-17 是采用单片机实现控制的一种红外接收电路,它由一个三个引脚的集成电路实现全部红外接收功能。在集成电路内部有一个光敏二极管、一个运算放大器和一个缓冲输出电路。当红外光照射到红外光敏二极管时,二极管产生一个相应的电压,经过运算放大器放大并恢复成 PWM 形式的遥控数据信号,经过三极管放大缓冲后输出,送到单片机的遥控信号输入端。

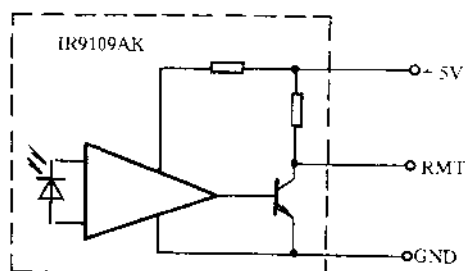


图 1-6-17 红外线接收电路

1.6.5 单片机故障检修

对于单片机电路故障的检修,依据其故障现象及故障原因不同,采用的方法和步骤、使用

的工具及仪器也有所不同。一般情况下,根据故障现象及可能的原因,分别采用电路检查、逻辑及时序检查、程序分析检查或进行综合检查。

一、电路检查

电路检查就是依照一般电子线路的检查方法对单片机电路进行检查,这是一种最基本的方法,也是一般家用电器维修人员检修电子线路的方法。

进行电路检查,通常是使用万用表对电路在断电情况下进行电阻测量,或在通电情况下进行电压测量,可以判断电路中是否存在开路(断路)、短路以及某些元器件损坏等故障。在有些情况下,对微机进行电路检查与对其它电子产品进行电路检查是完全相同的,如电源故障、开路故障、短路故障及阻容元件故障等。而在有些情况下则与其它电子产品,尤其是与由模拟电子线路构成的电子产品有较大差异,这点需要注意。引起这种差异的原因一个是由于单片机是依照事先确定(编制)的程序进行工作,在不同的程序段工作时,电路的状态会产生相应的变化,因而会引起所测量电压的改变。另一个原因是单片机的信号都是由高低电平构成的数据信号。因其对应的数据信号是不断变化的,因而只能测得电压平均值,不能反映信号的准确情况。对于接口电路,因为是在处理器的管理下工作,因而其电路状态由处理器的状态决定,在电路检查时对此必须给予充分注意。当在电路中进行电阻测量检查时,由于半导体器件的非线性,特别是 MOS 集成电路中各输入端保护电路的影响,也会使得测量结果有较大的变化。由于这些影响,我们依照一般电路检查方法检查时,通常是进行对电源供电电路、供电电压、信号通路等电路故障原因进行检查测量。

对单片机进行电路检查时,如果检查电源供电正常,则应重点检查时钟电路及复位电路。对于时钟电路,可用示波器测量时钟信号引脚的振荡波形,如无振荡波形,多为晶振或单片机损坏;有振荡波形,说明晶振电路正常。也可以测量时钟信号引脚的直流电压进行判断,一般这个电压在 0.5~2.5V 之间,如无此电压,说明时钟电路出现故障,可通过更换晶振来进行故障判断与处理。复位电路是在电源接通时产生一复位脉冲,然后保持在相应的高(或低)电平。正常工作时,从复位开始到复位结束,复位引脚应有一个从低(或高)电平到高(或低)电平的变化过程。如测量复位引脚一直为低(或高)电平,说明复位电路出现故障。

对于单片机的其它引脚以及接口电路的引脚,只能根据其功能来确定应有的电压值。如果是时钟信号、数字信号、显示输出或按键管理等这类功能的引脚,其所测的只是这些信号的平均电压值。由于这些引脚信号的脉冲宽度和周期相差很大,所以其电压值往往很接近电源电压或地电压(0V),测量时需仔细。如果是输入或输出电平信号的引脚,则需先根据状态确定正确的电平值,再通过测量电压判断其正确与否。因为多数引脚都是高低电平的开关信号,如果某一引脚有一个直流平均电压,或者该引脚电压可以随状态的改变而相应有高低电平的变化,则基本上可以认为该引脚及相关的一些电路没有故障。

二、逻辑及时序检查

在采用单片机控制的家用电器中,在不同程度上都采用了逻辑及时序控制。对于这一类控制电路的检查,不能采用简单的电路检查方法,而应按照其逻辑和时序关系进行检查。所说的逻辑及时序检查,就是根据各部分的逻辑关系及时序关系,检查有关电压信号是否正确。如果在检查时,某些逻辑变量或时序关系难以检查,则需要人为形成相应的逻辑变量信号和时序

关系。

用逻辑及时序检查方法检查单片机控制部分电路,可从工作原理出发,根据控制过程中的逻辑关系和时序关系,分析所测相关点的逻辑电平或特征参数(如电压或波形),判断产生故障的原因及电路故障元件。由于一般家用电器中的单片机控制部分通常是在某一特定状态下,其各部分的逻辑电平等都处于相应固定状态,所以在一般情况下可以使用万用表去测量有关点的电压(如电源端、控制端以及输入端等),通过将所测结果进行分析,即可达到检查的目的。这种方法也被称为测量法或静态逻辑分析法。它与模拟电路检查方法的不同之处,就在于它要求将家用电器维持在这个适合检查测量的状态直到相应检查测量完成,并且对不同部分进行检查时,要维持在相应不同的状态。

在有些情况下,采用静态方法难以检查判断出故障部位,需要采用动态方法进行检查。由于动态方法也是根据工作原理在电路工作状态下进行变化状态的检查测量,并且应根据其逻辑关系和时序关系进行分析判断,所以也被称为动态逻辑分析法。因为是动态检查测量,不能再使用万用表,一般是使用示波器、逻辑分析仪、逻辑笔、计数器等测量相关点脉冲的波形,或对脉冲信号进行计数等,但最常用的还是示波器。

用示波器对单片机电路进行测量,最好是采用双踪示波器或多踪示波器,如果只有普通脉冲示波器,最好是选具有外触发扫描或可以X轴输入的,这样不仅可以测量波形,还可以进行相位比较,确定信号间的时序是否正确。在用示波器测量波形时,要注意在不同的工作状态,同一点的波形也会有所不同,要将电路置于相应状态时进行测量,这时才有意义。在许多情况下,各信号之间有一定的时序(相位)关系,需要进行相位比较,这时最好选出一个基准参考信号,如接口电路片选信号(CS)、读(R)或写(W)信号等,以作为相位比较的零相位信号。用双踪示波器的一路Y输入或单踪示波器的外触发输入这一基准信号,可与其它信号进行相位比较。注意不能以地址信号、数据信号作为基准参考,这是由于这些信号的波形要随数值改变。

三、程序检查

在家用电器中,为了便于检查维修,常设置有故障检查及故障判断程序,操作者可以通过按键输入信号进行相应程序检查选择,确定故障出现的部位。这种方法是按照家用电器的功能,有选择地使用单片机中的程序段,或者说通过这些程序进行检查,所以称为程序检查。

一般程序检查不需使用工具和仪器,只是根据生产厂家提供的说明及要求,对家用电器设备进行相应的操作,通过对操作的各功能情况的效果分析,可以初步判定出现故障的部位及主要原因。对于较复杂的操作,有时需要反复多次进行操作,比较其结果,才能有比较明确的判断。对于有相关关系的功能,则需要对各相关部分的程序均进行操作检查,以免产生判断错误。

由于程序检查是对整机外特性的检查,只能确定故障大概部位,因而常作为故障检查判断的第一步。在实际故障检查判断中,通常先进行程序检查,确定故障的部位,然后再进行电路检查,寻找故障具体原因及元件。如果不能确定故障原因及元件,则再进一步用逻辑及时序检查的方法进行检查分析。

无论对哪种单片机控制电路进行检查,都需要对整体结构、电路基本原理有所了解,而且还要对设备的工作条件、控制关系、工作方式及操作顺序等比较熟悉,这样才能充分利用单片

机中的程序,选择所需要的状态,实现正确的测量检查。在选用检查方法时,也应先外后内、先简后难,以提高检查效率,尽快查出故障。

1.7 常用传感器

传感器有许多类型。下面仅介绍几种在家用电器中常用的传感器。

1.7.1 温度传感器

对温度敏感的传感器称为温度传感器,温度传感器主要用在温度的测量、控制以及过热保护方面。在家用电器中,应用最多的传感器是温度传感器,它广泛应用于电冰箱、空调器、电烤箱、微波炉、衣服干燥器、食品加热器等家电设备中。

一、热敏电阻

热敏电阻是一种半导体测温元件,它是利用测温元件电阻值随温度变化而变化的特性来测量温度的。一般按温度系数可分为负温度系数热敏电阻(NTC)、正温度系数热敏电阻(PTC)和临界温度系数热敏电阻(CTR)。这三种热敏电阻的电阻率与温度的变化曲线如图 1-7-1 所示。

NTC 热敏电阻主要由 Mn、Co、Ni、Fe 等金属的氧化物烧结而成,通过不同的材质组合,能得到不同的电阻值及不同的温度特性。PTC 热敏电阻是在 BaTi 和 SrTiO₃ 为主的成分中加入少量 Y₂O₃ 和 Mn₂O₃ 构成的烧结体。CTR 热敏电阻是用 V、Ge、W、p 等金属的氧化物在弱还原气氛中形成烧结体。其中,PTC、CTR 主要用于制造位式作用的温度传感器,而 NTC 可制造连续作用的温度传感器。

在家用电器中,应用最广泛的是 PTC 器件,用它作为控温元件或电热元件。PTC 是一种正温度系数的热敏电阻,外形有方的和圆的,尺寸也有多种,通常在面积较大的两个相对的表面上镀有银层,作为电极。它有着十分重要的电阻温度特性:当温度低于居里点时,它近似为一个阻值较小的电阻,可以小到十几欧姆;但当温度高于居里点时,PTC 阻值随温度升高而急剧增大,增加量可达 $10^3 \sim 10^5$ 倍,这时可以认为是处于开路状态。“居里点”是一个特殊的温度值,由材料的配合比例与生产工艺决定。常见产品的居里点从几十摄氏度到几百摄氏度都有,可以按照实际需要选用。

利用这种电阻值的突变特性可以把 PTC 器件作为特殊的开关使用,例如:PTC 器件在电冰箱的压缩机中用作启动器。在通电之后,PTC 器件发热,一段时间后温度上升到居里点以上,电流几乎减小到零。所以这一类应用获得了延时断电的实际效果,它的电路功能相当于延时断开的开关。

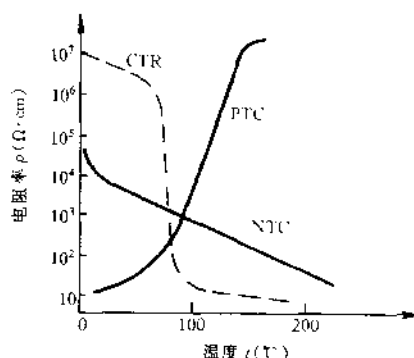


图 1-7-1 几种热敏电阻的典型特性

若在 PTC 两端施加电压,则经过的电流会使 PTC 发热,当温度上升到居里点时,电流达到最小值。从 PTC 器件的电阻温度特性曲线可知,如果温度高于居里点,电阻值增大,发热功率减小,另一方面,散热引起温度降低,电阻值减小,发热功率增大,所以一般可使它恒温于稍高于居里点的温度上,不受外界条件的影响,即 PTC 器件具有温度自动调节功能。利用 PTC 器件的温度自动控制功能,可制造各种恒温器、限流保护元件、温控开关等。由 PTC 组成发热元件,单片功率一般为几瓦~数百瓦,可以用于保温杯中作发热体,还可以组合使用获得更大的发热功率,用于暖风机中作发热体,在这些应用中可以不必另外使用温度控制电路,发热元件自身就能将温度稳定在居里点附近。

PTC 器件在电热毯中的应用如图 1-7-2 所示。在双向晶闸管 VS1、VS2 的触发极上接入 PTC 器件,与晶闸管并联的 R 和 C 是吸收回路,它的作用是减小在晶闸管关断时产生的危害。在通电初期,PTC 器件温度低于居里点,电阻值较小,呈现通路状态,VS1、VS2 导通,电热丝 R_L 通电,开始加热,温度逐渐上升。由于电热丝加热,使 PTC 器件的温度超过它的居里点时,PTC 阻值迅速变大,流经双向晶闸管的触发极的电流很小,晶闸管 VS1、VS2 截止,电热毯温度开始下降。当温度低到接近居里点时,PTC 器件阻值下降到足以使晶闸管 VS1、VS2 触发导通,电热丝又进入加热阶段。在这种保持电热毯温度恒定的控制装置中,PTC 器件相当于温度传感器对输出量进行采样,然后将采样值与在生产过程中确定的“居里点”进行比较,驱动晶闸管改变送入电热丝的电能,完成控制任务。

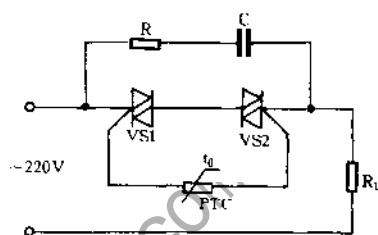


图 1-7-2 PTC 在电热毯中的应用

二、热敏三极管

热敏三极管也叫热敏晶体管,是一种新型的半导体热敏器件,它是利用晶体管基极与发射极之间的电压来检测温度,可用于电冰箱、空调器、电饭锅、洗碗机等家用电器中。

在 Motorola 公司生产的 MTS 系列中,有 MTS102、MTS103、MTS105 三种型号,都是典型的热敏三极管产品。它们在电路中工作时,集电极电流一般稳定在 0.1 毫安。对温度检测后的输出值是以热敏三极管的基极与发射极之间电压的变化量来反映的。被检测的温度增大时,热敏三极管的基极与发射极之间的电压随之变小。

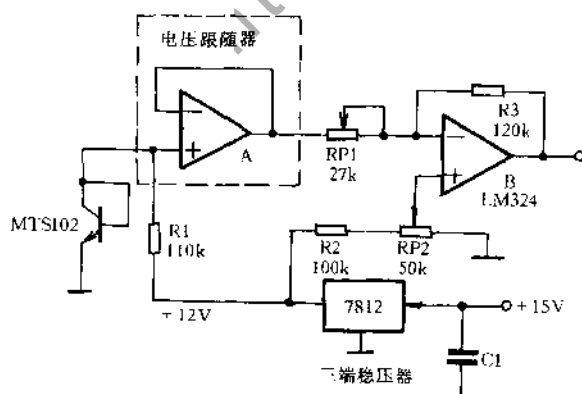


图 1-7-3 由热敏三极管组成的温度检测电路

用热敏三极管检测温度的采样电路如图 1-7-3 所示。由于热敏三极管输出的基极与发射极之间的电压很小,所以需要对其进行放大,然后才能送到比较环节去处理。整个电路的供电由以三端稳压器 7812 为中心的电路完成,放大任务由以集成运算放大器 LM324 为中心的电路完成。图中 RP1 为上限温度调节电阻,RP2 为下限温度调节电阻,由 R1 向 MTS102 提供约为 0.1 毫安的恒定电流。

被测温度经 MTS102 检测后输出与该

温度相对应的电压,这个电压被送入电压跟随器 A,进行阻抗变换。最后一级电路可以看成是一个“比较器”,当温度变化时,它的输出值差异较大。

三、热电偶

热电偶是一种能将温度转换成电势(通常也称为电压)的传感器。它的工作原理是基于物体的热电效应。不同的材料对电子的束缚能力不同,而且还受温度的影响,所以材料里实际导电的电荷(例如自由电子)的浓度差别较大。由两种不同材料的导体(通常是金属)组成一个闭合回路,于是得到了两个结合面,称为两个结点。当两个结点的温度不同时,回路中将产生电动势,这种现象称为热电效应。组成热电偶的导体称为“热电极”。热电偶所产生的电动势称为“热电动势”。热电偶的两个结点中,置于温度为 T 的被测对象中的结点称为测量端,又称工作端或热端;而置于参考温度为 T_0 的另一结点称为参考端,又称自由端或冷端。

热电偶是一种特殊的传感器,它工作时相当于电源,并且具有一定的带负载能力。因此有足够大的温差时,它能驱动某些制造精密的电动部件,例如:在常用的燃气热水器中,用常明火种一直加热热电偶,由它驱动一个电磁铁,处于吸合状态,保持进气阀门开启,如果火种熄灭,则阀门关闭。这个控制装置可完成熄火保护任务。

1.7.2 湿度传感器

在家电产品中,常使用湿敏器件进行湿度检测。湿敏器件主要由金属氧化物半导体制成,典型的是多孔陶瓷湿敏器件,具有测量湿度范围大、响应迅速、工作稳定的特点,它的另一个优点是电阻率能在很大范围内随湿度的变化而变化,是目前应用比较广泛的一种湿度传感器。

SM-1 型湿敏器件的结构如图 1-7-4 所示。它是一种体内有细孔的金属氧化物感湿陶瓷材料,在陶瓷片的周围有一个加热用的清洗线圈。多孔陶瓷的两端和加热清洗线圈均用金属导线引出,加热线圈对陶瓷片进行加热处理,用来保证检测的初始状态统一,使测量准确。

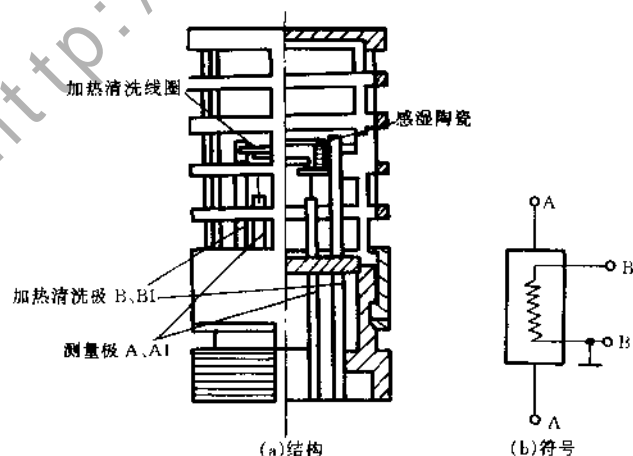


图 1-7-4 SM-1 型湿敏器件外形

这种湿敏器件的感湿原理是:多孔陶瓷片能够吸附空气中的水分,当它处于不同的湿度环境中时,湿度越高,吸附的水分子数量就越多,多孔陶瓷呈现出的电阻率就越低;反之,则电阻率越高,因此只要检测多孔陶瓷的电阻就可检测出湿度。

湿敏器件的基本应用电路如图 1-7-5 所示。湿敏器件的多孔陶瓷部分与外电路的电阻 R 串联,检测时,湿度信号在电阻 R 上获得。为了测量前的清洗工作,还要给清洗线圈供电。

进行湿度检测前,先给清洗线圈通电,对多孔陶瓷进行加热清洗,做好检测准备。交流电压 U_s 加到检测回路,湿敏器件 SM-1 中的电阻随着湿度的变化而改变,从而在电阻 R 上得到变化的压降,这样就形成了与被检测的湿度相对应的电压输出。

湿敏器件常用于空调器、去湿机以及食品加热等家用电器中。

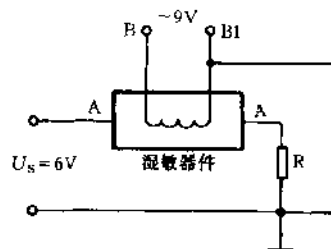


图 1-7-5 湿敏器件的基本应用电路

1.7.3 气敏传感器

气敏传感器是一种把某种气体的成分、浓度等参数转换成电气量变化值的传感器。它的传感元件是气敏电阻。气敏传感器材料按构成可分为半导体和非半导体两类,目前实际使用最多的是半导体气敏传感器。其中 S_nO_2 是目前应用最多的敏感材料。下面简单介绍 S_nO_2 气敏传感器在自动排油烟机中的应用。

自动吸排油烟机能感知厨房等处的有害气体,并自动开动排风扇,净化室内空气。具体电路如图 1-7-6 所示,其中 S_nO_2 气敏传感器采用 TGS109。

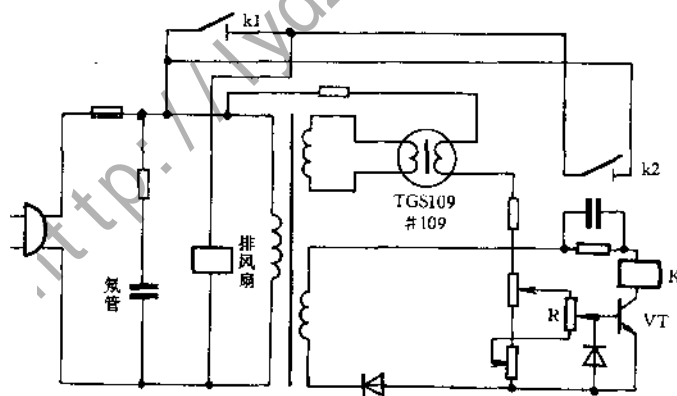


图 1-7-6 自动吸排油烟机电路图

室内有害气体浓度升高时, TGS109 电阻值减小,当有害气体浓度达到电位器 R 设置的数值时,晶体管 VT 导通,继电器 K 接通,排气扇启动通风换气;当室内有害气体浓度下降到设定值以下时,排风扇仍继续工作一段时间,直到有害气体浓度降到足够低时才停止排风。排风扇运行时间由延时电路设定。

1.7.4 光电传感器

一、光敏电阻

在半导体光敏材料两端装上电极引线,封装在带有透明窗的管壳内,就构成光敏电阻。制造光敏电阻的材料有金属的硫化物、硒化物等半导体。半导体的导电能力取决于半导体内载流子数目的多少。当光敏电阻受到光照时,若光子的能量足够大(光子能量不是光线的强弱,它的大小与光线的波长有关),束缚电子吸收一个光子能量后变成自由电子,于是产生了一个电子—空穴对,半导体材料的电阻率变小。光照愈强,光敏电阻的阻值愈低。当入射光消失后,电子—空穴对逐渐复合,电阻也逐渐恢复原值。

二、光敏二极管

光敏二极管结构与一般二极管不同之处,在于它的PN结装在透明管壳的顶部,可以直接受到光的照射。图1-7-7(a)是它的符号,它在电路中处于反向偏置状态,如图1-7-7(b)所示。

在没有光照时,光敏二极管由于反向偏置,所以反向电流很小,这时的电流称为暗电流。当光照射在二极管的PN结上时,在PN结附近产生电子—空穴对,并越过PN结产生光电流。入射光的照度改变,光生电子—空穴对的数量也随之改变,光电流也随之改变。

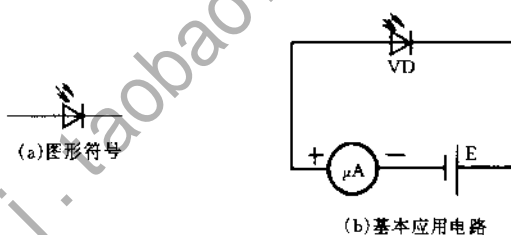


图1-7-7 光敏二极管

三、光敏三极管

光敏三极管有两个PN结,从而可以获得电流增益。光线通过透明窗口落在光敏三极管的集电结上。光敏三极管的基本应用电路如图1-7-8所示,图中光敏三极管的PN偏置条件与普通三极管相似,集电结反偏,发射结正偏。工作过程与光敏二极管相似,入射光子进入基区,使半导体材料产生电子—空穴对,电子受集电区一侧高电位的作用越过集电结,流向集电区。在基区留下的空穴是正电荷,使基区的电位提高,吸引发射区的电子流向基区。由于基区很薄,所以只有一小部分从发射区来的电子与基区的空穴结合,大部分电子穿过基区流向集电区。后一段工作过程与普通三极管的电流放大过程相似,集电极电流 I_C 是原始光电流的 β 倍,因此光敏三极管比光敏二极管的灵敏度高得多。

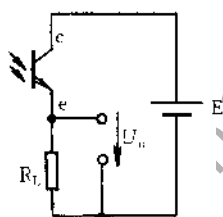


图1-7-8 光敏三极管应用电路

四、光电耦合器

光电耦合器以光为媒介传递电信号,实现了电隔离。将发光和受光的半导体元件组合封装在同一管壳里,前者将电信号转为光信号,后者又将光信号转换为电信号。光电耦合器的发光体通常选砷化镓或镓铝砷发光二极管,而受光部分采用硅光电二极管及光电三极管,其图形

符号如图 1-7-9 所示。

光电耦合器广泛应用于需要进行电隔离的电路中。简单地说就是既能隔断电路之间的电流,又能实现它们之间的电信号传递。这种隔离功能不同于变压器,所传送的电信号可以是直流控制信号,也可以是高频电信号。

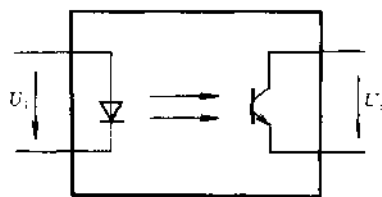


图 1-7-9 光电耦合器符号

1.7.5 磁敏传感器

磁敏传感器是将磁信号转换成电信号的传感器件,可用来作为接近开关、行程开关、限位开关以及定位开关,也可用于计数、转速、转数等测量。

一、磁敏半导体三极管

磁敏半导体管的电气结构与普通三极管类似,具有 e、b、c 三个电极,具有一定三极管的电流放大作用,还有一个磁敏感面,使用时磁敏感面与磁场方向垂直才能获得最大灵敏度,即磁场强度变化时,获得最大可能的集电极电流变化。

由于磁敏三极管的 β 值一般较低,所以基极电流较大,所选电源电压应在 6V 以上。

二、霍尔器件

霍尔器件是利用物理中的霍尔效应实现磁电转换的传感器。常用来进行电流测量、电磁转矩测量、频率和相位测量、转速测量等等。霍尔器件具有体积小、重量轻、寿命长、噪声低、结构简单以及稳定可靠等优点,在家电中得到较多的应用。

霍尔器件是用锗、硅、砷化镓、砷化铟等半导体材料制成,虽然采用的材料不同,但霍尔器件的基本结构和工作原理相同。在半导体薄片两侧面通一控制电流,在垂直方向通一磁场,在半导体另两侧面将产生大小与控制电流和磁场乘积成比例的电动势,该现象称为霍尔效应,所用半导体薄片称为霍尔器件。每个霍尔器件有四根引线,其中两根作为一对控制电流端,可输入恒定幅度的控制电流,另外两根作为一对霍尔电动势的输出端,是检测磁场信号的输出电压端。

使用时,输入电流电极和输出霍尔电动势的电极不可接错。器件的控制电流不得超过最大工作电流,可以通直流电,也可以通交流电。

霍尔集成电路是将霍尔器件和集成电路封装在一起,制成霍尔集成开关电路。它主要用于空调器风机速度检测,该开关集成电路被安装在风扇电机内部,正常时风机每转一周,霍尔器件输出一个或几个脉冲信号。当风扇电机转速高时,其输出脉冲信号频率高;当风扇电机转速低时,其输出脉冲信号频率低。输出脉冲信号被送入单片机内进行速度的自动控制。

霍尔器件必须避免承受各种应力,否则因压阻效应,会使参数有所改变甚至损坏。工作时,要避免电磁波的辐射所引起的误差。

1.8 变频电路基本知识

1.8.1 变频器的分类

变频器是频率和电压可改变的交流电源。可分为间接变频和直接变频两类,如图1-8-1所示。

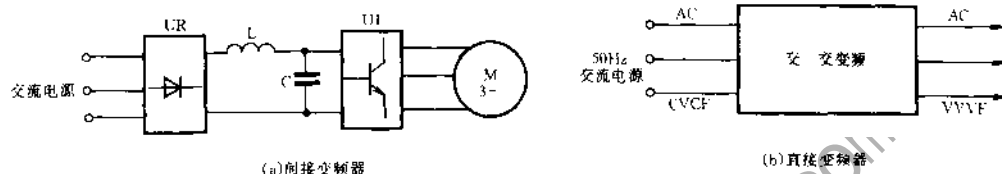


图 1-8-1 变频装置的分类

一、间接式变频装置

间接式变频又称为交流—直流—交流变频。这种电路先将交流电通过整流器变为直流电,然后再用逆变器(由直流逆变为交流的装置称为逆变器)将直流电变为频率可变的交流电,如图1-8-1(a)所示。

由图1-8-1(a)可知,间接式变频电路主要分成两部分:整流、滤波和逆变器。整流器的作用是将恒压、恒频(50Hz)的交流电压转换成恒定的直流电压。滤波器的作用是使输出直流电压平滑且得到提高。逆变器又称变频模块,是将直流电源转换为频率、电压可调的交流电源的电路。

整流电路有可控整流与不可控整流两种电路。逆变器电路有采用普通晶闸管的调频电路与采用PWM调制器的调压、调频电路两类。

二、直接式变频装置

直接变频装置又称交流—交流变频。这种电路直接把恒压、恒频的交流电源变换成变压、变频的电源装置。其原理电路如图1-8-1(b)所示。

直接变频装置为供给负载交流电,采用两组反向并联的晶闸管整流装置,一组为正组,一组为负组,如图1-8-2所示。正、反两组按一定周期相互切换,在负载上获得交流输出电压

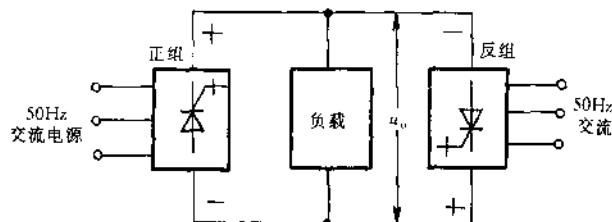


图 1-8-2 交—交变频器

u_0, u_0 的幅值决定于各组整流装置的控制角 α , u_0 的频率决定于两组整流装置的切换频率。

如果在每一组整流器导通期间不断改变其导通角 α , 则整流的平均输出电压就由零变到最大值, 再变到零, 呈正弦规律变化。

1.8.2 电力半导体器件

变频器主电路的核心部件是电力半导体器件。这些开关器件具有功率大、耐压高、容量大、有自关断能力等特点。在电力半导体器件中, 使用最多的为电力晶体管(也称 GTR 或 BJT)和绝缘栅双极晶体管(IGBT)两种; 其次为电力场效应晶体管(MOSFET)和可关断晶闸管(GTO)。

一、电力晶体管

电力晶体管简称 GTR 或 BJT。是一种双极型大功率高反压晶体管。

1. GTR 的结构及工作原理

GTR 由两个 PN 结组成, 有 PNP 和 NPN 两种结构。其结构和电路符号与普通晶体三极管相同。目前 GTR 器件的结构有单管、达林顿管和 GTR 模块三大系列。单管 GTR 的电流增益较低。

达林顿结构的 GTR 由两个或多个晶体管复合而成, 可以是 PNP 型也可以是 NPN 型, 其类型由驱动管决定。如图 1-8-3 所示。图 1-8-3(a) 表示两个 NPN 晶体管组成的达林顿结构, V1 为驱动管, V2 为输出管, 属 NPN 型; 图 1-8-3(b) 的驱动管 V1 为 PNP 晶体管, 输出管 V2 为 NPN 晶体管, 故属 PNP 型。与单管 GTR 相比, 达林顿结构提高了电流增益, 但饱和压降增加。这是因为 V1 管的集电极电位永远高于它的发射极电位, 使 V2 管的集电结不会处于正向偏置状态, 输出管 V2 也就不会饱和, 从而使达林顿 GTR 的饱和压降较大, 增加了导通损耗。又因其开通或关断时总是先驱动管动作, 然后才是输出管动作, 于是导致开关时间增加。

目前作为大功率开关应用最多的还是 GTR 模块, 模块型电力晶体管的内部结构既有单管型, 也有达林顿复合型。为了使用上的方便, 使装置集成度更高、体积更小, 模块型电力晶体管在一个模块的内部有一单元结构、二单元结构、四单元结构和六单元结构几个类型。所谓一单元结构就是在一个模块内有一个电力晶体管(可能是达林顿型和单管型)和一个续流二极管反向并联; 二单元结构是两个一单元串联做在一个模块内, 构成一个桥臂; 四单元结构是由两个二单元组成, 可以构成单相桥式电路; 六单元结构是由三个二单元并联, 构成三相桥式电路。不同单元的简化结构如图 1-8-4 所示。

电力晶体管并联运行时, 通常采用直接并联的方法, 即把电力晶体管基极、集电极、发射极三个端子分别——直接连接, 如图 1-8-5 所示。

2. 电力晶体管的驱动与保护

(1) 电力晶体管的驱动

GTR 基极驱动电路的作用是将输出的控制信号电流放大到足以保证 GTR 可靠开通和关断。电力晶体管的驱动电路可以根据厂家提供的特性要求来自行设计, 也可以购买专门的集成电路驱动模块。采用光耦合器的电路如图 1-8-6 所示。

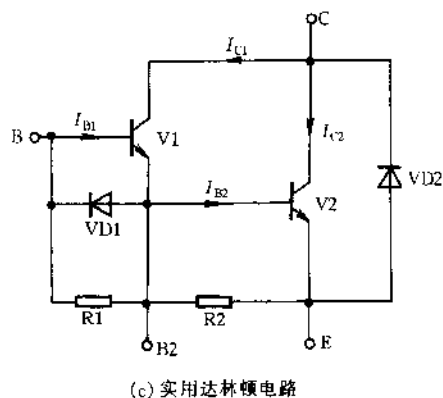
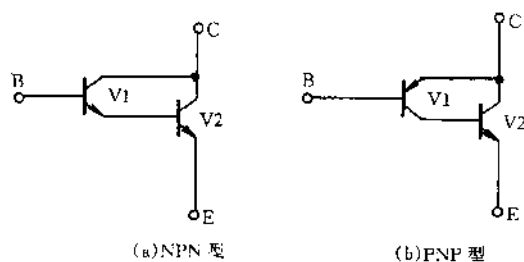


图 1-8-3 达林顿 GTR

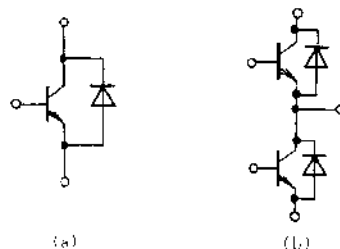


图 1-8-4 电力晶体管的内部简化结构

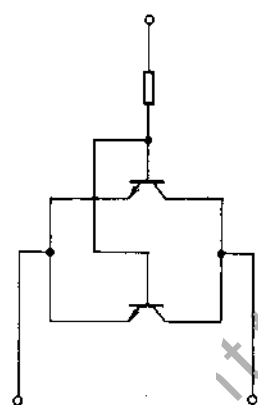


图 1-8-5 电力晶体管的并联

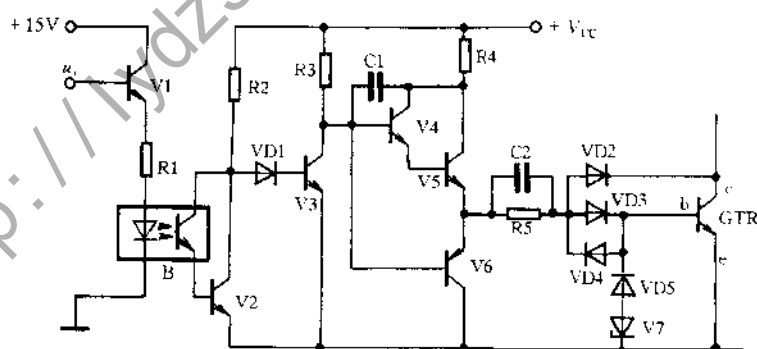


图 1-8-6 GTR 驱动电路

当输入信号 u_i 为高电平时,晶体管 V_1 、 V_2 及光耦合器 B 均导通,晶体管 V_3 截止、 V_4 和 V_5 导通、 V_6 截止,电源电压 V_{CC} 经 V_5 和加速电容 C_2 、电阻 R_5 向 GTR 提供基极电流,GTR 导通。充电结束时 C_2 上的电压为左正右负,其大小由电源电压 V_{CC} 和 R_4 、 R_5 的比值决定。当 u_i 为低电平时, V_1 、 V_2 、 B 均截止, V_3 导通、 V_4 和 V_5 截止, V_6 导通。 C_2 的放电路径为:① $C_2 \rightarrow V_6$ 的 E、B $\rightarrow V_3$ 的 C、E $\rightarrow V_7 \rightarrow VD_5 \rightarrow VD_4 \rightarrow C_2$,为 V_6 提供基极电流;② $C_2 \rightarrow V_6$ 的 E、C $\rightarrow GTR$ 的 E、B $\rightarrow VD_4 \rightarrow C_2$,为 GTR 提供反向基极电流,加速 GTR 关断,此过程很短暂,一旦 GTR 完全截止,其电流即为零;③ $C_2 \rightarrow V_6$ 的 e、e 极 $\rightarrow V_7 \rightarrow VD_5 \rightarrow VD_4 \rightarrow C_2$,由于 V_7 导通,GTR 的 b、e 结承

受反偏电压,保证其可靠截止。

该电路由二极管 VD2、VD3 和 GTR 组成抗饱和电路也称贝克钳位电路。当轻载时 I_C 减小, GTR 的饱和深度增加, 二极管 VD2 导通, 将 GTR 基极电流分流, 减小 GTR 的饱和深度; 过载或直流增益减小时 I_C 值增大, GTR 的 V_{CE} 增加, 原来由 VD2 旁路的电流又会自动回到基极, 确保 GTR 不会退出饱和, 这样可使 GTR 在负载变化的情况下, 饱和深度基本不变。V6、R5、C2、VD4、VD3 和稳压管 V7 的作用是在 GTR 截止时, 使基射极间承受反偏电压, 其中 V7 的稳压值为 2~3V。电容 C1 可消除晶体管 V4 和 V5 产生的高频寄生振荡。

(2) 电力晶体管的保护

为了使电力晶体管安全可靠地工作, 必须对其采取必要的保护措施。这些措施主要有过压保护、过流保护和过热保护等。

① 反向二极管并联过压保护。电力晶体管过压保护电路如图 1-8-7 所示。

当通用变频器内的电力晶体管关断时, 二极管 VD1 和 VD2 将 A 点电压钳位在直流电压中点回路上, 可保护管子不致于因过电压而烧损。

当电动机减速或制动运行时, 从机械能转换过来的电能会使中间直流回路的电压上升, 为了抑制这个直流电压的上升, 通常加电压保护环节。当电压超过允许值时, 开通晶体管 V_B , 通过放电电阻 R_B 将电能放掉, 使直流电压稳定在需要的值上。放电电阻 R_B 也称为制动电阻, 对于通用变频器, 制动电阻往往要外接。

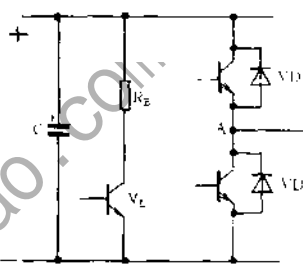


图 1-8-7 电力晶体管的保护

另外, 直流回路的电解电容器 c 也起着重要的过电压吸收作用。

② 过流保护。电力晶体管在使用中损坏最多的原因是过电流损害。一般来说, 过电流有两种情况: 一种是正常过电流, 另一种是不正常的短路造成的过电流。这时, 来自电流检测器的反馈信号产生截止信号, 应使所有的电力晶体管关断。对于前一种过电流情况, 一般的电流检测器如电流互感器可以满足要求, 但是对于短路型过电流, 因其电流上升很快, 当电流互感器还没有反应过来时, 管子可能已经烧坏了。因此, 要使用快速电流检测元件, 如分流电阻器或霍尔元件。在通用变频器中, 除了使用电流检测元件进行过电流检测之外, 还采用某些具有过电流保护功能的驱动电路。

电力晶体管在过电流时, 瞬时损耗非常大, 广泛使用的保护方法是使过电流的电力晶体管很快截止。要想使它很快截止, 就要知道何时管子过电流, 这就需要加入电流检测元件。目前, 小容量通用变频器的电流检测采用电阻器, 中、大容量的变频器采用有电流隔离作用的电流检测器。电流检测器的安装位置如图 1-8-8 所示。由图可见:

方法 a: 与滤波电容器串联一起接入。

方法 b: 串入变频器输入端, 仅用一个检测器检测过电流。

方法 c: 接在变频器的输出端, 用三个检测器可高精度地检测不包括一个桥臂短路造成的过电流。

方法 d: 与每个 BJT 串联, 用 6 个检测器可高精度地检测任何原因引起的过电流现象。

③ 过热保护。电力晶体管上一般都装有散热片。此外变频电路控制板上还常常装有一小风机, 都可起到散热作用。

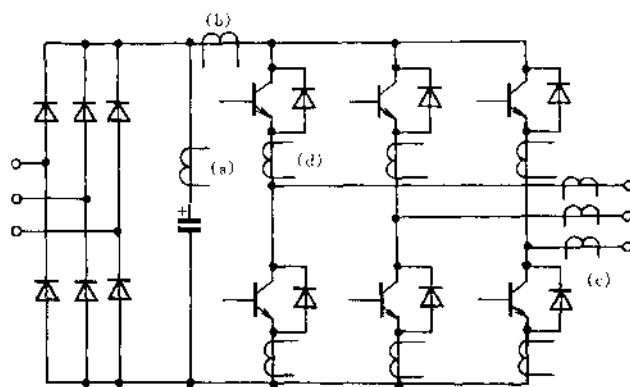


图 1-8-8 电流检测器的安装位置

二、可关断晶闸管(GTO)

可关断晶闸管简称 GTO,是一种通过门极来控制器件导通和关断的电力半导体器件。

GTO 结构原理与普通晶闸管相似,其结构、等效电路及符号如图 1-8-9 所示。图中 A、G 和 K 分别表示 GTO 的阳极、门极和阴极。

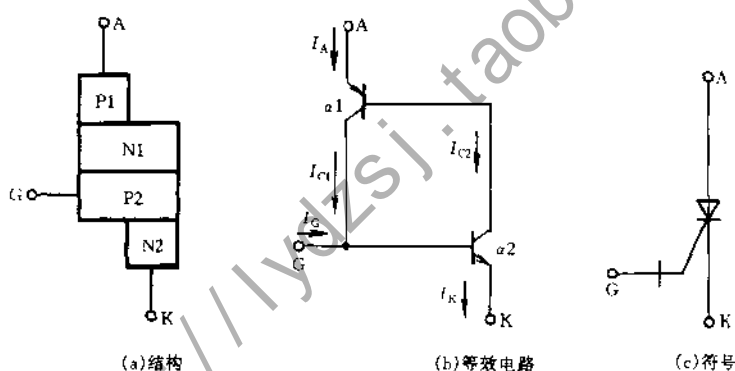


图 1-8-9 GTO 的结构、等效电路及符号

当门极加正向触发信号时,GTO 导通;当门极加上负信号时,GTO 关断。

由于结构的不同,GTO 又分为多种类型,目前用得较多的是逆阻 GTO 和阳极短路 GTO 两种。逆阻 GTO 可承受正反向电压,但正向压降大,快速性能差;阳极短路 GTO 又称无反压 GTO,它不能承受反向电压,但正向压降小,快速性能好,热稳定性优良。

三、电力场效应晶体管

电力场效应晶体管简称电力 MOSFET,它是一种单极型电压控制器件。

电力 MOSFET 有多种结构型式,根据载流子的性质可分为 P 沟道和 N 沟道两种类型,符号如图 1-8-10 所示,

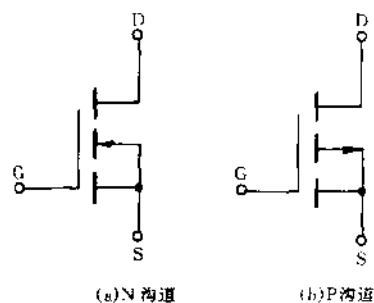


图 1-8-10 电力 MOSFET 的符号

它有三个电极:栅极 G、源极 S 和漏极 D,图中箭头表示载流子移动方向。

电力 MOSFET 的工作原理与传统的 MOS 器件基本相同,当栅源极加正向电压 ($U_{GS} > 0$) 时, MOSFET 内沟道出现,形成漏极到源极的电流 I_D ,器件导通;反之,当栅源极加反向电压 ($U_{GS} < 0$) 时,沟道消失,器件关断。

四、绝缘栅双极型晶体管(IGBT)

1. 特点

IGBT 模块集成电路既综合了场效应管(MOS)输入阻抗高的优点,又综合了电力晶体管输出阻抗低的优点;而且驱动简单、保护容易、开关频率高、不用缓冲电路,已逐渐取代 MOSFET,并有取代电力晶体管的趋势。现代变频空调器的逆变电路大都采用 IGBT 作为开关器件。

2. 主要参数及基本特性

① 集电极—发射极额定电压 U_{CES} 。

② 栅极—发射极额定电压 U_{GES} 。IGBT 是电压控制部件,靠加到栅极的电压信号控制 IGBT 的导通和关断,而 U_{GES} 就是栅极控制信号的电压额定值。目前 IGBT 的 U_{GES} 值大部分为 +20V,在使用中,设计的控制电压值不能超过该值。

③ 额定集电极电流 I_C :该参数给出了 IGBT 在导通时能流过管子的持续最大电流。

④ 集电极—发射极饱和电压 $U_{CE(Sat)}$:此参数给出 IGBT 在正常饱和导通时集电极—发射极之间的电压降,此值越小,管子的功率损耗越小。

IGBT 的输出特性类似于电力晶体管。控制电压应在 15~20V 之间,此外 IGBT 的输出特性还与温度有关,温度升高时,集电极—发射极的饱和压降也随着升高。

常用的 IGBT 模块有一单元结构、二单元结构和六单元结构。其等效电路如图 1-8-11 所示。

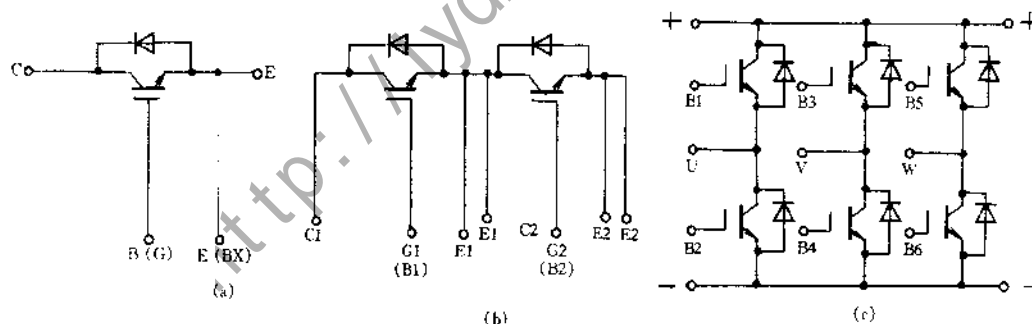


图 1-8-11 IGBT 等效电路

3. IGBT 使用注意事项

为了安全使用 IGBT,有如下几点需要注意。

① 一般 IGBT 的驱动级正向驱动电压 U_{GE} 应该保持 15~20V,这样可使 IGBT 的 U_{ce} 饱和值较小,降低损耗,不致损坏管子。

② 使 IGBT 关断的栅极驱动电压 $-U_{GE}$ 应大于 5V。

③ 使用 IGBT 时,应该在栅极和驱动信号之间加一栅极驱动电阻 R_G ,这个电阻阻值的大小与管子的额定电流有关,可以在 IGBT 的使用手册中查到推荐的电阻值。如果不加这个电

阻,当管子导通的瞬间,可能产生电流和电压抖动。除此以外,为了保护管子,在 IGBT 管栅极和发射极之间加一只稳压二极管,能起到一定的电流短路保护作用,如图 1-8-12 所示。

4. IGBT 的驱动

目前,国内市场应用最多的 IGBT 的驱动模块是日本富士公司开发的 EXB 系列驱动模块。其特点是驱动模块内装有 2500V 高隔离电压的光耦合器,有过电流保护电路和过电流保护信号端子,另外可以单相供电。

EXB 系列驱动模块主要分为标准型和高速型两类。如 EXB850/851 型为标准型,EXB840/841 为高速型。其内部结构稍有不同,但管脚的意义相同。EXB841 驱动模块的内部功能电路如图 1-8-13 所示。

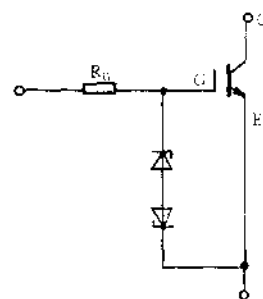


图 1-8-12 IGBT 的栅极稳压保护电路

图 1-8-14 所示为 EXB841 的应用电路。由于 EXB841 的⑬脚接高电平,故控制脉冲输入端⑭脚为低电平时,IGBT 导通,⑭脚高电平时,IGBT 截止。稳压管 V1、V2 为栅极电压的正向限幅保护管,电容 C1、C2 为正、反向电源的滤波电容,EXB841①脚还外接发射极的钳位二极管 VD2。此外,当集电极电流过大时,IGBT 的饱和压降 U_{CE} 将明显增加,使集电极电位升高。过高的集电极电位作为过流信号送至 EXB841⑥脚,通过 EXB841 内部的保护电路,使 IGBT 栅极电位下降,IGBT 截止。与此同时,EXB841⑤脚输出低电平,使光耦合器 B 导通,输出过电流保护动作信号。

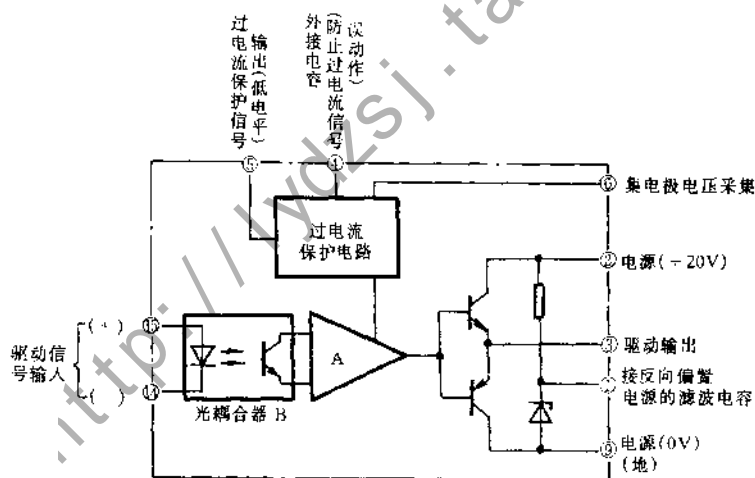


图 1-8-13 EXB841 功能原理框图

IGBT 在发生短路后不允许立即过快地关断,因为此时短路电流相当大,如果立即关断会造成很大的 di/dt ,这在线路杂散电感作用下会在 IGBT 上产生过高的冲击电压,损坏元件。EXB841 慢关断动作时间约为微秒级。

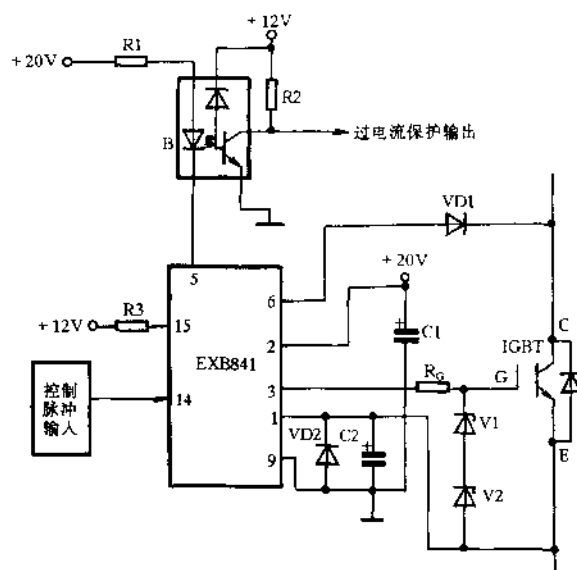


图 1-8-14 EXB841 的应用电路

1.8.3 变频器的结构原理

一、脉宽调制技术(PWM)

变频控制方式有脉冲宽度调制(用 PWM 表示)和脉冲振幅调制(用 PAM 表示)两种。PWM 调制器电路主要分主电路和控制电路两部分。

1. 主电路

单相 PWM 调制器的主电路如图 1-8-15 所示。由图可知,主电路接成电桥形式,直流电源 U_s 和电动机分别接到电桥的两个对角线上。电桥的四个臂用大功率晶体管 V1、V2、V3 和 V4,起开关作用;晶体二极管 VD1、VD2、VD3、VD4 分别与大功率晶体管反向并联,起

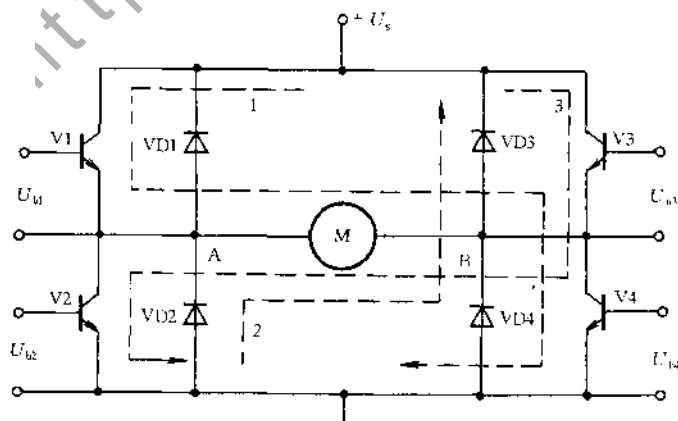


图 1-8-15 PWM 变换主电路

过压保护作用 and 续流作用。

PWM 调制器按极性来分,可分为双极式和单极式两种。

(1) 双极式工作原理

在图 1-8-15 中,PWM 放大器的四个大功率电力晶体管分成两组;晶体管 V1、V4 与 V2、V3,它们交替导通和截止。

PWM 输出电压波形如图 1-8-16 所示。在 $0 \sim t_1$ 期间,V1、V4 导通,电流回路为 $+U_S \rightarrow V1 \rightarrow A \rightarrow M \rightarrow B \rightarrow V4 \rightarrow \text{地}$, $U_{AB} = U_S$;而在 $t_1 \sim T$ 期间,电力晶体管 V2、V3 导通,V1、V4 截止,电流回路为 $+U_S \rightarrow V3 \rightarrow B \rightarrow M \rightarrow A \rightarrow V2 \rightarrow \text{地}$, $U_{AB} = -U_S$ 。

为保证电路正常工作,两组晶体管不应同时导通,否则将造成电源短路。这样变换器的输出电压有时正、有时负,故称为双极式工作制。

不难看出,PWM 变换器输出电压平均值 U_{AB} 的大小取决于正、反两组晶体管导通时间的长短,改变输入电压的大小和极性,即可控制大功率晶体管的导通时间 t_1 的长短,以实现脉冲宽度调制(改变脉冲宽度)。

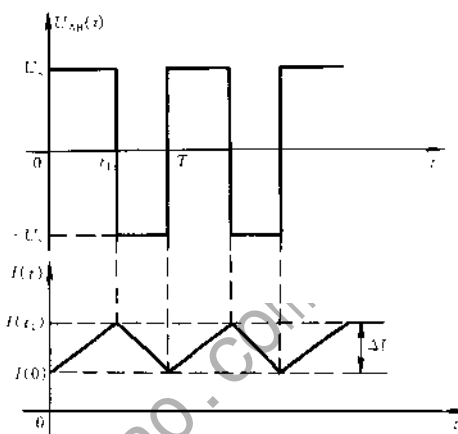


图 1-8-16 双极式输出电压电流波形

(2) 单极式工作原理

如果 PWM 变换器在 $0 \leq t \leq t_1$ 期间接通正电源(输入电压大于 0 时)或负电源(输入电压小于 0 时),而在 $t_1 \leq t \leq T$ 期间不接电源,则 PWM 变换器的输出电压波形如图 1-8-17 所示。由图可见,输出波形只有正[图 1-8-17(a)]或只有负[图 1-8-17(b)],故称为单极式工作制。

图 1-8-17 中在 $0 \leq t \leq t_1$ 期间,V1 和 V4 导通,一起供给电机正向电源;而在 $t_1 \leq t \leq T$ 期间 V2 与 V4 导通,一起给电机提供正向续流回路。

反向电压电路的分析方法与此相同,不再叙述。

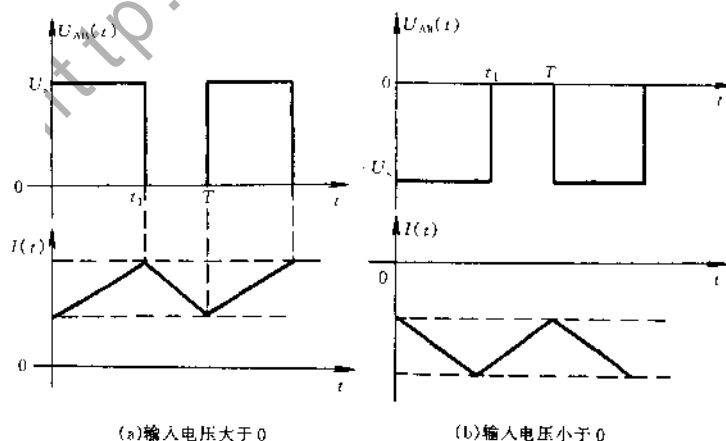


图 1-8-17 单极式工作时的电压、电流波形

2. 控制电路

PWM 控制方法是通过控制脉冲的宽度去控制输出电压的波形、频率及基波的幅值。脉宽调制器的原理电路如图 1-8-18(a)所示。

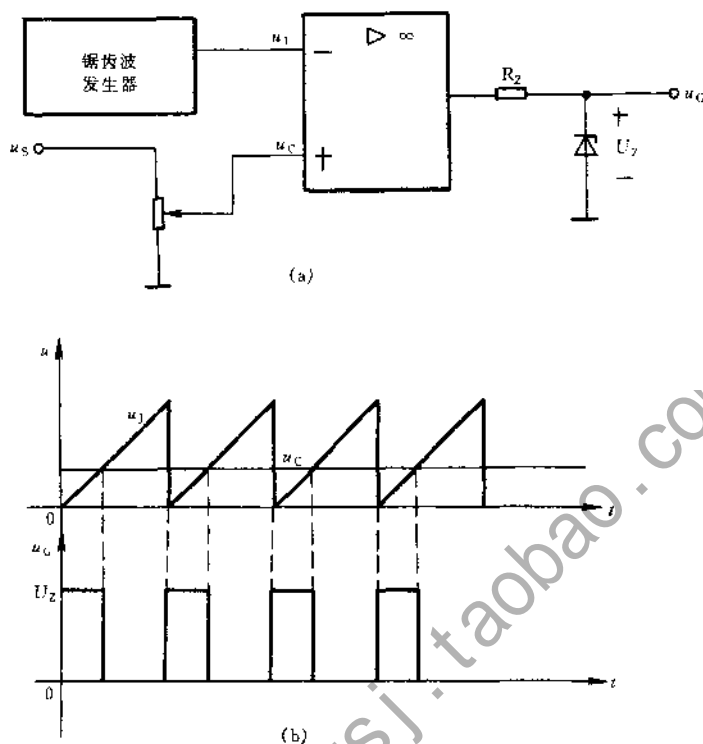


图 1-8-18 脉宽调制器原理

图中,锯齿波 u_1 称为调制波,作用在电压比较器的反向输入端。电压 u_C 称为控制波,作用在比较器的同相输入端。比较器输出电压 u_G 的宽度由两输入电压波形的交点决定,如图 1-8-18(b)所示。由图可看出,增大 u_C ,输出脉冲 u_G 的宽度增大;减小 u_C ,输出脉冲 u_G 的宽度变窄。用 u_G 控制图 1-8-15 的两组晶体管时, u_G 变宽, U_{AB} 的平均值增大, u_G 变窄, U_{AB} 的平均值减小。

二、SPWM 变频器的的工作原理

SPWM 变频器的原理电路如图 1-8-19 所示,其中图 1-8-19(a)为主电路图,图 1-8-19(b)为控制电路框图。SPWM 变频器的主要特点是,其输出调制波形为一比较逼真的等效正弦波。

1. 主电路

在图 1-8-19(a)中,V1~V6 是六只功率开关器件,接成三相桥式逆变器电路。并有一只续流二极管反并联连接,起保护作用。图中的功率开关器件为电力晶体管,从原理上说,它也可以采用可关断晶闸管(GTO)和绝缘栅双极晶体管(IGBT 模块),其中以 IGBT 模块最好。变频空调器中的开关器件以用 IGBT 模块为多。

2. 控制电路

控制电路框图如图 1-8-19(b)所示。由图可知,控制电路由正弦波参考信号振荡器、三

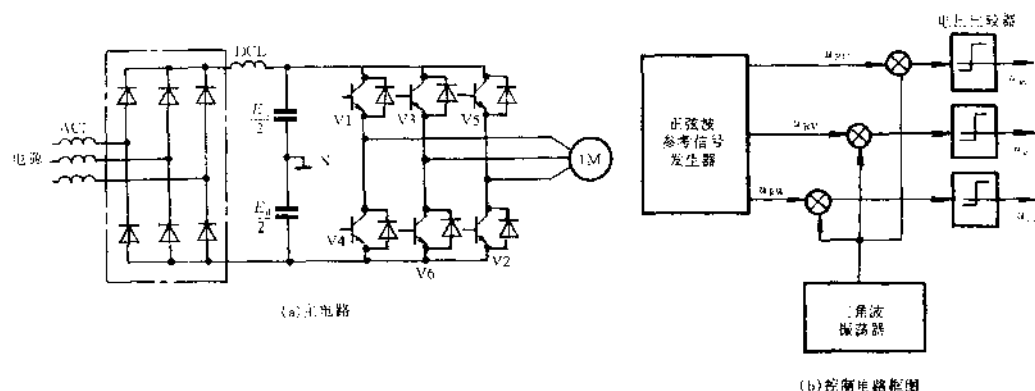


图 1-8-19 SPWM 变频器

角波振荡器及电压比较器三部分组成。三角波振荡信号为载波信号。一组三相对称的正弦参考电压信号由参考信号发生器提供,其频率决定逆变器输出的基波频率,应在所要求的输出范围内可调。参考信号的幅值也可在一定范围内变化,以决定脉冲宽度,进而控制输出电压的幅值。

三角波载波信号是公用的,分别与每相参考电压比较后,给出“正”或“零”的饱和输出,产生 SPWM 系列脉冲波形,作为逆变器功率开关器件的驱动控制信号。

控制方法常有单极性和双极性两种情况,现分别叙述如下:

(1) 单极控制

所谓单极性控制是指在主电路输出的半个周波内,同一相的两个导电臂仅一个导电臂反复通断,而另一个始终截止。例如 V5 和 V2 同属一相,V5 可以反复通断,V2 则始终截止。单极性脉宽调制方法与波形如图 1-8-20 所示。图中 u_{RU} 的波形为正弦波, u_c 的波形为三角波, u_{gu} 为主电路中 V1 的基极控制信号波形。在单极性控制情况下,当 u_{RU} (参考电压波形) 高于 u_c (载波电压) 时,比较器输出电压 u_{gu} 为“+”电平,当 u_{RU} 低于 u_c 时,则 u_{gu} 输出为零电平。由于载频信号等腰三角形的两腰是线性变化的,它与光滑的正弦曲线相比较,得到的各脉冲的宽度也按正弦规律变化,形成了 SPWM 的控制波形 u_{gu} , u_{gu} 作为主电路中 V1 的基极控制信号,控制 V1 的反复通断。

从图 1-8-20 可以看出,电力晶体管的输出波形是一种矩形脉冲。其特点是等幅而不等宽,且两边窄中间宽。而电力晶体管的输入波形为一比较逼真的等效正弦波,与正弦参考电压的波形相似。当改变输入端参考电压幅度时,则主电路负载电压波形会立即发生变化。输入端参考电压幅度高时,则 u_{gu} 脉冲宽度增加,电力管导通时间延长,主电路输出电压升高;输入端参考电压幅度低时,情况则恰好相反。

(2) 双极控制

由图 1-8-19 分析可以得知,如果 V1 导通 V2 截止,则输出电压为 $E_d/2$; 如果 V2 导通 V1 截止,则输出为 $-E_d/2$ 。如果反复交替,即可得到双极性的输出电压。各脉冲的幅值 ($+E_d/2$ 和 $-E_d/2$) 是以直流中点 N 为参考得到的。

通常情况下,单极性 SPWM 调制器多采用单极性的载频三角波,双极性的 SPWM 则采用双极性的载频三角波。双极性的调制波形如图 1-8-21 所示。

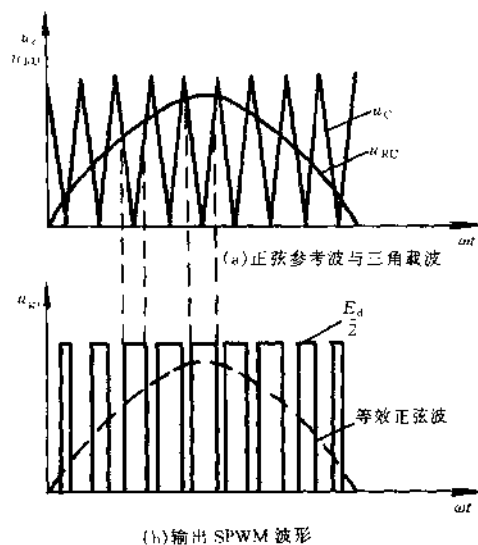


图 1-8-20 单极性脉宽调制方法与波形

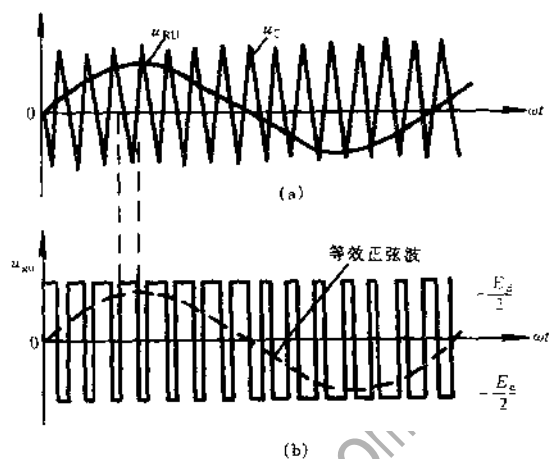


图 1-8-21 双极性调制波形图

三、PWM 集成电路

脉宽调制电路在仪器仪表和变频调速装置中用途十分广泛,并且已实现了集成化,这对电路应用带来了极大方便。下面以 MB3776A 低功耗开关调整控制器为例,介绍这类集成电路的特点及内部结构。

MB3776A 是一个 PWM 控制器件,其内部结构与引脚排列如图 1-8-22 所示。

(1) 内部结构

MB3776A 的内部电路结构如图 1-8-22(a)所示。它主要由误差放大器、基准电源、PWM 比较器、锯齿波发生器、恒流源和输出驱动控制等部分组成。

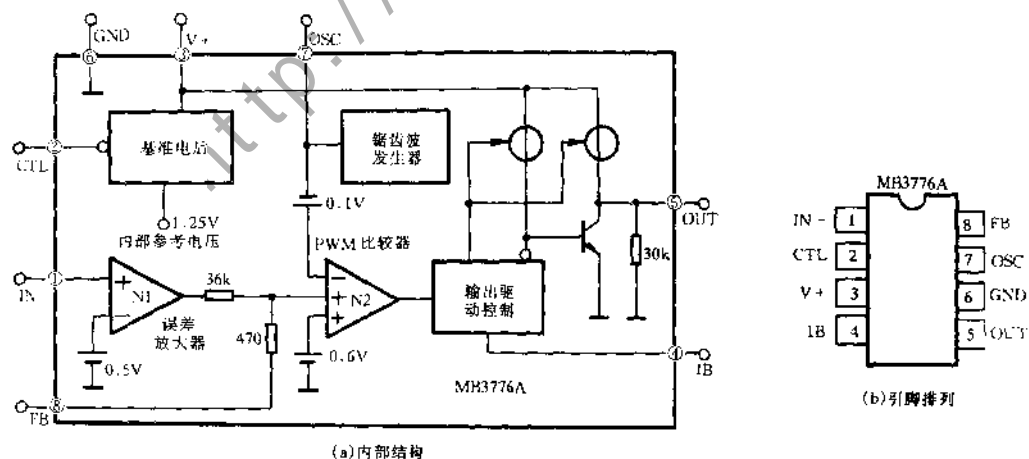


图 1-8-22 MB3776A 内部结构与引脚排列

(2) 引脚说明

MB3776A 的引脚排列如图 1-8-22(b)所示。其引脚功能说明如下:

① 脚:IN₋,内部误差放大器的输入端,一般由开关变压器的输出端通过电阻反馈得到误差信号;

② 脚:CTL,内部基准电压控制端,一般可悬空;

③ 脚:V₊,外加电源输入端;

④ 脚:IB,输出驱动参考端,一般通过电阻接地;

⑤ 脚:OUT,开关控制输出端;

⑥ 脚:GND,参考地;

⑦ 脚:OSC,振荡器输入端,一般接 RC 网络;

⑧ 脚:FB,误差放大器反馈端,通常与地之间接入 0.1μF 电容。

(3) 性能特点

MB3776A 具有以下性能特点:

① 宽的电源范围:2~15V;

② 高的振荡频率和宽的振荡频率范围:10~500kHz;

③ 推挽式输出,驱动电流由外电阻设置;

④ 通过外接元件设置内部误差放大增益;

⑤ 功耗低。

1.9 开关电源

1.9.1 开关电源的分类与组成

一、开关电源的分类

开关电源种类繁多,分类方法也有多种。如按产生方波脉冲控制信号的方式分,有自激式、他激式和同步式;按功率开关器件分,有晶体三极管开关电源、功率 MOS 管开关电源、晶闸管开关电源;按控制方式分,有脉宽调制开关电源、脉频调制开关电源、混合调制开关电源;按功率开关电路的结构分,有串联型、并联型和变压器型。变压器型开关电源可分为单端开关电源和双端开关电源。单端开关电源又可分为单端正激型和单端反激型;双端开关电源又可分为推挽型、半桥型和全桥型。

二、开关电源的组成

一般的开关电源应由一次整流滤波电路、DC/DC 变换器、控制电路、取样电路和保护电路等组成,图 1-9-1 是开关稳压电源组成框图。

1. 一次整流滤波电路

开关电源的工作方式不同于线性电源,它不用降压变压器,直接将电网 220V 电压整流滤波

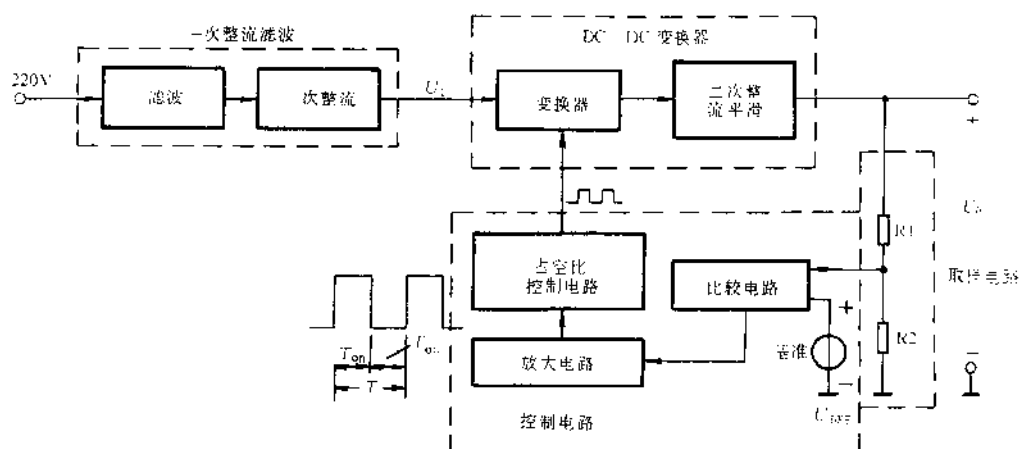


图 1-9-1 开关电源组成框图

波成为 300V 左右的直流电压,供给 DC/DC 变换器能量。这样做的好处是省去了工频变压器,消除了工频变压器带来的损耗,减小了电源的体积和重量。

2. DC/DC 变换器

由主功率变换器和二次整流滤波电路组成。为了保证用电设备及人身安全,交流电网与低压直流电路间应实现电器隔离,因此,往往在主功率变换电路与二次整流滤波电路间,接有隔离变压器。主功率变换电路中的功率器件工作于开关状态,它把输入的直流变换成高频交流矩形波,频率在几十千赫到几百千赫左右。这样做的目的有三个:一是降低了功率器件的损耗,功率器件只在脉冲周期的一部分时间内导通,所以能量损耗较小;二是由于功率管输出交流量,可采用变压器把交流电网与后级低压直流电路隔离,保证设备使用的安全性;三是采用高频变压器作为隔离器件,可使电源小型化,因为高频变压器与低频变压器相比具有体积小、效率高等优点。二次整流滤波电路的作用是把主功率变换器输出高频交流转换为直流,以得到平滑的直流输出。

3. 控制电路

由比较电路、占空比控制电路以及放大电路等组成,它的作用是产生占空比随输出电压作相应变化的脉冲信号,去控制功率器件的通断,从而稳定输出电压。分立元件控制电路结构复杂、元器件数量多,电路的可靠性和工作稳定性不高。如今的开关电源控制电路均采用集成化控制模块,简化了电路结构,提高了电路的可靠性和工作稳定性。

在开关电源中,DC/DC 变换器是核心部分,常用的有串联型(降压性)开关稳压电源、并联型(升压型)开关稳压电源和变压器开关稳压电源三种。

1.9.2 串联型开关稳压电源

一、工作过程

图 1-9-2 所示是串联型变换器的基本电路和有关波形。图中,V 为调整开关管,可以用晶体管,也可用可控硅;VD 为续流二极管;扼流圈 L 为储能元件;C 为滤波电容器; R_L 为负载

电阻; U_i 为变换器输入电压; U_o 为变换器输出电压, 即稳压电源的输出电压。

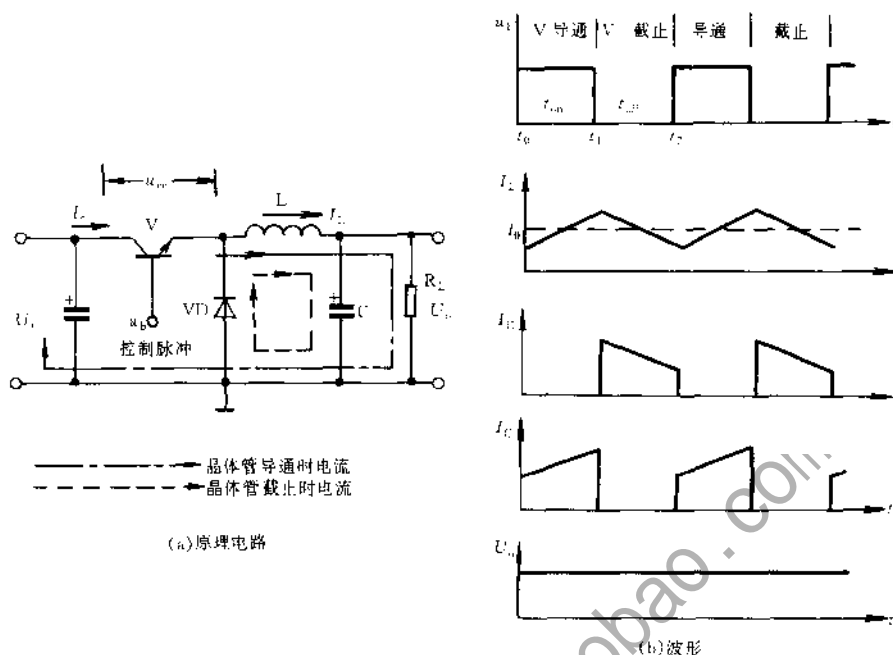


图 1-9-2 串联型变换器的基本电路和有关波形

晶体管基极加有方波脉冲控制信号 u_b , 由于控制脉冲的作用, 晶体管 V 工作于开关状态, 即周期性的导通与截止, 所以称作开关电源。

① 在 $t_0 \sim t_1$ 期间, 开关管 V 导通, 二极管 VD 因反向偏置而截止, 流过 VD 的电流 $I_D = 0$, 开关管的集电极电流 I_C 只能通过扼流圈 L 输出。由于电感线圈中的电流不能突变, 所以在开关导通期间, 电流 I_C 或 I_L 只能慢慢上升, 并以磁能的形式存储在扼流圈中。扼流圈 L 两端所加的电压近似为 $U_i - U_o$ 。

在 t_1 时刻, L 中的电流上升到最大值。

② 在 $t_1 \sim t_2$ 期间, 开关管 V 截止, $I_C = 0$, 但电感中的电流是不能突变的, 即 I_L 不可能一下子由最大值降至 0, 而是在扼流圈上产生一个与原极性相反的自感电动势, 继续维持原来的电流 I_L 。这个自感电动势的方向是右正左负, 它正好是加给二极管 VD 的正向偏置, 使二极管导通, 从而给电感中的电流构成继续流通的回路。所以, 此二极管也称续流二极管。这期间电感将磁能释放出来, 电感的泄放电流是线性锯齿形, 其方向仍然是由左至右, 它继续给负载提供能量(功率)。

在开关管截止期间, 扼流圈两端的电压近似为 U_o 。

③ 由上述分析可见, 流过扼流圈的电流 I_L , 在开关管导通时, 呈锯齿波上升状; 在开关管截止时, 呈锯齿波下降状, 整个波形为锯齿波, 此电流中含有直流分量和交流分量。滤波电容 C 将 I_L 中的交流分量滤除, 直流分量通过负载电阻 R_L 产生输出电压 U_o 。

扼流圈电感量大时, 它阻止电流变化的能力就强, 锯齿波脉冲电流的振幅就减小。反之, 如果扼流圈电感很小, 则锯齿波脉冲电流振幅就很大, 而这时扼流圈中的电流将是间断的。很显然, L 值大时, 电流 I_L 中所含的直流分量大, 交流分量小。反之, L 值小时, I_L 中的直流分量

就小,交流分量就大。

如果能控制开关管 V 的导通与截止时间比,即可调节 U_0 大小。在图 1-9-2(b)所示的波形中,如果开关管的导通时间(t_{on})长,则扼流圈所储存的磁能就多,电流 I_L 的最大值就大,而 V 管截止时间(t_{off})短,则扼流圈中电流 I_L 减小得就少,其最小值就大,这样就使电流 I_L 中的直流分量(平均分量)增高。

同样,若开关管 V 导通时间短、截止时间长,则 I_L 电流中的直流分量就小。

I_L 中的交流分量被滤波电容滤除,直流分量就在负载 R_L 上产生直流电压 U_0 。在忽略扼流圈 L 的直流压降的情况下,输出电压的平均值为:

$$U_0 \approx U_i \frac{t_{on}}{T} = qU_i$$

式中, U_i 为开关变换器输入电压; T 为开关管导通、截止的周期; t_{on} 为开关管导通时间;

$q = \frac{t_{on}}{T}$ 称为脉冲波形的占空比。

可见,在一定的输入电压 U_i 的条件下,通过调节控制脉冲的占空比即可调节输出电压 U_0 。

二、稳压原理

与串联调整型稳压电源一样,开关型稳压电源也是一个闭环系统。若设法将输出量 U_0 反馈至开关管的基极,用输出的变化量来控制开关管导通与截止的时间比,如果反馈是负反馈性质,即可实现输出电压的稳定,其控制过程应该是:

$$U_0 \uparrow \rightarrow \text{开关管的 } t_{on} \downarrow \rightarrow I_L \text{ 中的 } I_0 \downarrow \rightarrow U_0 \downarrow$$

串联型开关稳压电源的原理图如图 1-9-3 所示。图中, V、L、C、VD、 R_L 构成串联型开关稳压电路的变换器, R_1 、 R_2 为取样电路; A 为比较放大器,也称取样放大器或误差放大器,其输出电压 U_0 受反相端反馈电压 $U_F = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_0$ 的控制, A 的同相端加的为基准电压,此放大器与以前讨论过的串联型调整管稳压电源中的放大器没有什么两样。

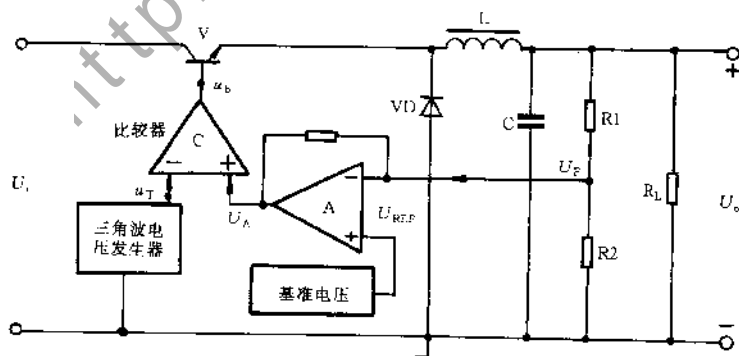


图 1-9-3 串联型开关稳压电源原理图

取样放大器 A 的输出电压 U_A 是比较器 C 的比较电平,它受 U_F 控制,即受输出电压 U_0 变化量的控制。在 U_0 增长时, U_A 是下降的,即呈反相变化。比较器 C 的反相端加入三角波

信号。比较器 C 的输出是一脉宽可调的方波。送至比较器 C 的反相输入端的三角波电压信号由发生器产生,三角波信号的频率就是开关管开、关的频率。

电路的稳压过程是:若由于输入电压 U_i 的增高或负载电流的减小而使输出电压 U_o 增高,则取样电压 U_F 也增高,反相放大器的 U_A 降低。在比较器中,由于比较电平 U_A 的降低,使输出脉冲为高电平的时间变短而低电平的时间变长,这样开关管 V 的导通时间就短,截止时间就长,其结果是使电流 I_L 的平均值和直流分量变小,输出电压 U_o 被降低。电压稳定过程可简单表示为:

$$U_o \uparrow \rightarrow U_F \uparrow \rightarrow U_A \downarrow \rightarrow t_{on} \downarrow \rightarrow I_L \downarrow \rightarrow I_o \downarrow \rightarrow U_o$$

U_o 减小时的稳定过程与上述相反。

1.9.3 并联型开关稳压电源

图 1-9-4 所示为并联型开关稳压电源中变换器的基本电路和有关波形。图中, L 为扼流圈,是储能元件,在开关管截止期间,由它释放能量,继续供给负载功率,VD 是续流二极管,给电感 L 提供释放能量的回路。电容器 C 是滤波电容器,能滤除电流 I_L 中的交流分量,使负载获得直流输出。开关管 V 的基极加有控制脉冲 U_b , U_b 为高电平时, V 导通饱和, U_b 为低电平时, V 截止。

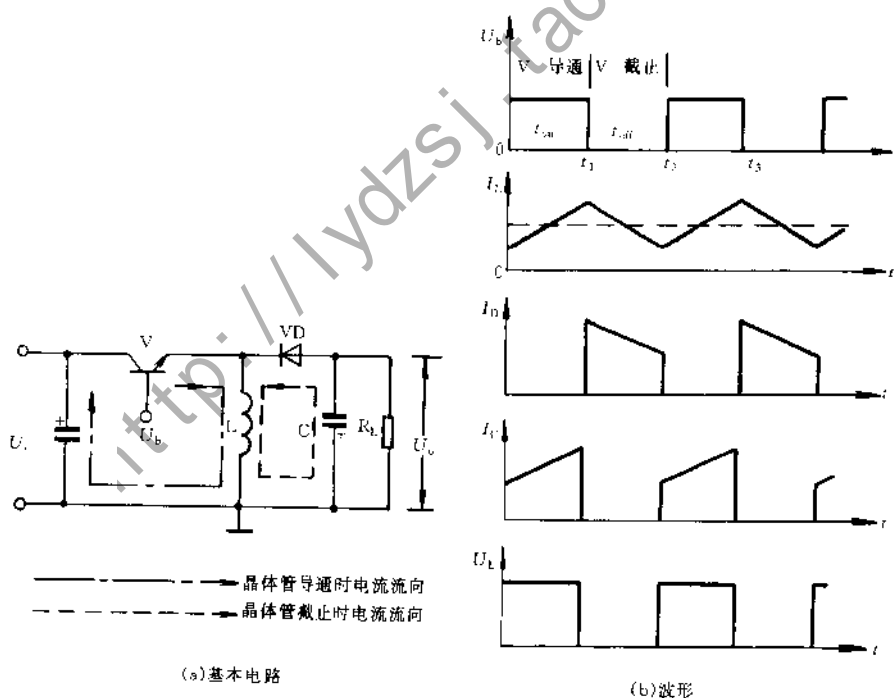


图 1-9-4 并联型开关电源变换器的基本电路和有关波形

图 1-9-4(b)中在 $0 \sim t_1$ 时段内, U_b 为方波脉冲高电平。晶体管 V 导通,输入电压 U_i 全部加在电感元件 L 的两端,二极管 VD 因反向偏置而截止,电感 L 将电能变换成磁能储存起来。此时,流过晶体管和储能电感的电流方向如图 1-9-4(a)中点划线箭头所示。

在 $t_1 \sim t_2$ 时段内,方波脉冲由高电平转变为低电平,三极管 V 截止,电感 L 中电流 I_L 有减小趋势,L 两端产生自感电动势,方向为下正上负,二极管 VD 因承受正向电压而导通,电感 L 把在 $0 \sim t_1$ 时间内储存的磁场能量以电流的形式释放出来,一方面它给电容 C 充电,一方面为负载 R_L 供电。这时电流 I_L 的方向如图 1-9-4(a)中虚线箭头所示。

在 $t_2 \sim t_3$ 时段内,方波脉冲由低电平转变为高电平,三极管 V 导通,二极管 VD 截止,电容 C 将为负载 R_L 提供电流。与此同时,输入电压 U_i 为电感提供电流,电感 L 储存磁场能量。直到下一个方波脉冲低电平使三极管 V 截止,电感 L 产生自感电动势使二极管 VD 导通,电感 L 再次为负载 R_L 供电,给电容 C 充电,如此周而复始, R_L 中始终有电流流过,其两端保持一定的电压 U_0 。

输出电压 U_0 为:

$$U_0 = U_i \frac{q}{1+q}$$

式中 q 为方波脉冲的占空比。在输入电压 U_i 一定的条件下,改变 q ,输出电压 U_0 也就随之改变。因此,可以在图 1-9-4(a)所示电路的输出端设置取样电路,将负载及电网电压变化所引起的输出端电压变化,反馈到控制电路,使控制电路输出的方波脉冲信号的占空比发生相应变化,从而改变晶体三极管 V 的通断时间,自动地调整输出电压 U_0 的大小,维持 U_0 恒定不变,实现稳定输出电压的目的。

由上述讨论可知,这种开关电源输出电压 U_0 的极性为下正上负和输入电源电压 U_i 的极性相反,故又称为反相型开关电源。

1.9.4 变压器型开关稳压电源

在上述并联型变换器中,输送到负载上的所有能量都是在开关管导通期间经由扼流圈送出或者存于扼流圈中。流过扼流圈上的电流是一带有直流分量的交流信号。因此,如果在扼流圈上再附加一个次级绕组,同样可以将开关管导通期间输出的能量送至次级负载,而且可实现初、次级间的相互隔离。这是很有益的。实际上,这时的扼流圈不仅具有储能作用,而且已成了一只变压器,输出电压的大小可以由变压比任意选择而变得十分灵活。若附加多个次级绕组,则可获得多组不同值的输出电压以满足各种需要。

变压器型变换器的基本电路与有关波形如图 1-9-5 所示。其电路结构与并联型开关变换器的基本一样。图 1-9-5 所示电路中,只是以变压器初级线圈代替了图 1-9-4 并联型开关稳压电源中的扼流圈 L,变压器次级回路代替了原来 L 的泄放回路。

与并联开关式电路基本一样。开关管导通时,管子的电流由零(或很小)急剧增大,在变压器的初级产生了自感电动势,其方向是上正下负,起反抗电流剧增的作用,其结果使开关管的电流(也就是变压器初级的电流)缓慢增长。所以在管子导通期间,变压器初级一直维持一个上正下负的高电平。

开关管截止时,其电流立刻要从较高值下跌至零,这时变压器初级会立刻产生一个下正上负的自感电动势,反抗电流的突然减小而使电流缓慢的减小。所以在管子截止期间,变压器初级一直维持一个上负下正的低电平。

在开关管导通与截止的一个周期中,扼流圈或变压器初级的电压是一周期性的脉冲方波。脉冲方波由变压器耦合至次级,再经二极管 VD 的半波整流和电容器 C 的滤波,即可获得直流

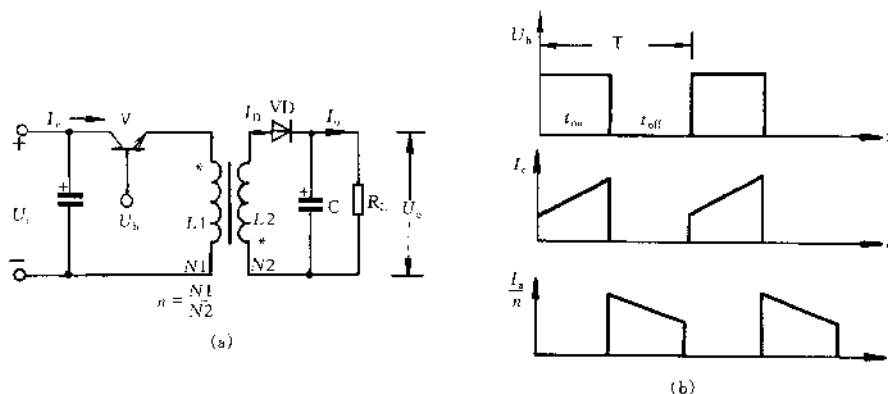


图 1-9-5 变压器型开关电源变换器的基本电路和有关波形

输出电压 U_0 。直流输出电压 U_0 为

$$U_0 = \frac{U_i}{n} \cdot \frac{q}{1-q}$$

式中: U_i 为开关电源变换器的输入电压; n 为变压器初次级绕组的匝数比; q 为控制脉冲的占空比。

1.9.5 开关电源应用电路

开关电源应用范围日趋广泛,已逐渐进入到需要小功率电源的家用电器领域中。随着集成电路技术的高度发展,开关电源的电路设计、工艺技术日臻完善,出现了许多功能完备、使用灵活的电源模块,如 MA1040 即为开关电源控制模块之一。

由 MA1040 构成的典型单端反激式开关电源如图 1-9-6 所示。交流电网电压经整流后,可直接变换为低压稳压电源。图中虚线框内为 MA1040 的内部等效电路图,主要由内置电阻、电容、二极管和功率晶体管构成,外围元件极少。

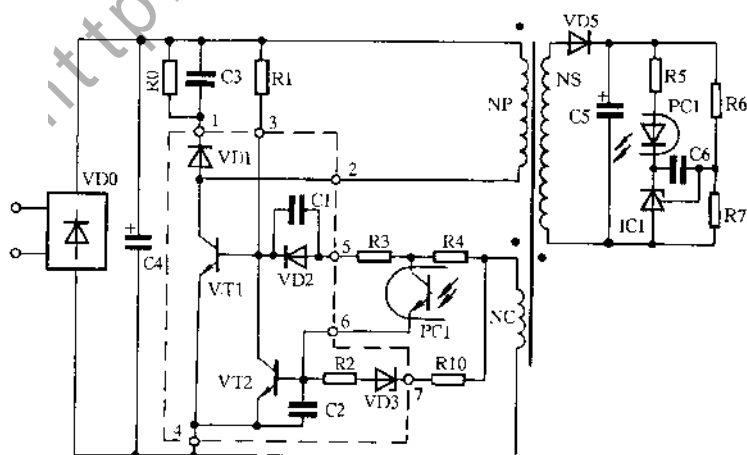


图 1-9-6 MA1040 电源模块应用电路图

1. 电路工作原理

交流电压经二极管 VD0 整流后,直流电压通过 R1 加到 MA1040 的 3 脚,R1 为晶体管 VT1 提供基极电流。VT1 导通后,由集电极电流 I_c 流过初级线圈 NP,在变压器次级线圈 NS 上产生电压,辅助线圈 NC 上也产生电压 U_{NC} 。 U_{NC} 通过 R3、R4、VT2 和 C1 向 VT1 提供基极电流。同时 U_{NC} 也通过 R10、VD3,和 R2 对 C2 充电,当 C2 的电压即 VT2 的基极电压 U_{be} 达到 0.7V 时,VT2 导通,则 VT1 关断。VT1 的导通时间由 R10、VD3、R2 和 C2 的充电时间常数决定。一旦 VT1 关断,变压器 T 储存的能量通过 VD5 输出,当能量释放完,VD5 关断。NS 线圈残余的能量在 NC 上产生的电压又使 VT1 导通,这样便形成了自激振荡这一固定的工作过程。

R0、C3 和 VD1 为 VT1 截止时 NP 线圈磁能的释放回路。

2. 稳压控制

输出二次侧用 IC1 检测输出电压 U_o 。若 U_o 变化,引起光耦 PC1 的输入电流变化,则 PC1 的输出端输出电流改变,对 C2 的充电时间也就改变,控制了晶体管 VT1 的导通时间,达到了稳定输出电压的目的。

练 习 题

1. _____ 是数字信号,_____ 是数字电路。
2. 晶体三极管截止、饱和这两种状态各有什么特点?
3. 与逻辑关系是_____,或逻辑关系是_____,非逻辑关系是_____。
4. 译码器的功能是_____。显示译码器的功能是_____。
5. 触发器有两个互补输出端 Q 、 \bar{Q} ,定义 $Q=0$ 、 $\bar{Q}=1$ 为触发器的_____状态; $Q=1$ 、 $\bar{Q}=0$ 为触发器的_____状态。可见触发器状态是指_____端的状态。
6. ROM 有哪些种类? 各有何特点?
7. ROM 和 RAM 的主要区别是什么? 它们各适用哪些场合?
8. 试用三个 JK 触发器连接成异步二进制加法计数器。
9. 将数字信号转换成模拟信号,应采用_____转换。将模拟信号转换成数字信号,应采用_____转换。A/D 转换过程包括_____,_____,_____,_____四个步骤。
10. 多谐振荡器可用来产生_____。单稳态触发器只有一个_____状态,只有当加入触发信号之后,电路才翻转到_____状态,经过一段时间后,它会自动返回到原来的_____状态。施密特触发器有两个_____状态,它是以_____触发方式工作的。
11. 存储器是计算机的重要部件,它的作用是_____。
12. 画出单片机控制系统框图,并简述各部分的作用。
13. 单片机的输出接口电路主要有哪几种?
14. 检修单片机采用的方法有哪几种?
15. 传感器是指一个能把被测的_____变换为_____的器件,其在家用电器中的作用是_____。
16. 常用的温度传感器有哪几种,他们的工作原理是什么?
17. 简述湿敏器件的感湿原理和应用方法。
18. 常用的光电传感器有哪几种? 它们的特点是什么?
19. 变频电路有哪两类? 它们的工作原理如何?
20. 常用的电力半导体器件有哪几种? 它们的结构、符号及工作原理如何?

21. 简述 PWM 调制器的工作原理。
22. 开关电源中的扼流圈或变压器是干什么用的？其电感量过大或过小会有什么影响？
23. 画出变压器式开关电源的简图，并说明其工作原理。

<http://lydzsj.taobao.com/>

第2章 制冷技术基础

2.1 热力学定律与焓、熵

2.1.1 热力学第一定律与焓

一、热力学第一定律

热力学第一定律是制冷技术的基本定律之一。在长期的实践中证明,自然界的一切能量,在一定条件下可以相互转化,但总的能量保持不变,这条自然界最普遍、最基本的规律就称为能量守恒与转换定律,又称为热力学第一定律。

热力学第一定律可表达为:在任何发生能量转换的热力过程中,能量不可能消失,而只能从一种形式转换成另一种形式,转换前后能量总量维持恒定。在制冷工程中,最常见的能量形式是热能、机械能与电能,这些能量可以相互转换。热能是物质分子、原子不断运动的能量,而机械能(功)则是物质宏观运动的能量。热力学第一定律则可表述为:热可以转变为功,功也可转变为热,转变过程中能量总量维持恒定。

二、焓

1. 什么叫焓

焓是在制冷热力计算中经常用到的一个重要状态参数,它是指制冷剂的内能与压势能(外界作功而产生的推动功)之和。焓的单位与热的单位一致,为J或kJ。焓是一个状态参数,它只与物质变化的前后状态有关,与物质变化的过程无关。

在制冷系统计算中,由于制冷剂内能与外界作功往往同时发生,用焓计算比较方便,因此我们采用制冷剂两个状态的焓差来反映制冷剂能量的变化。

2. 焓的热力表达式

(1) 膨胀功

工质在汽缸内的膨胀过程如图2-1-1所示,工质从外界接收热量。根据热力学定律可知,工质因受热而容积膨胀时推动活塞所做的功以及工质内部储存或放出的能量这三者之间必然是收支平衡的。

质量为 m 的工质在汽缸内因受热膨胀而推动活塞,使活塞从位置M移动到位置N。若在某一瞬间的压力为 p ,活塞被向前推进一微小距离 d_x ,活塞面积为 A ,则工质对活塞所做的功 d_W 为:

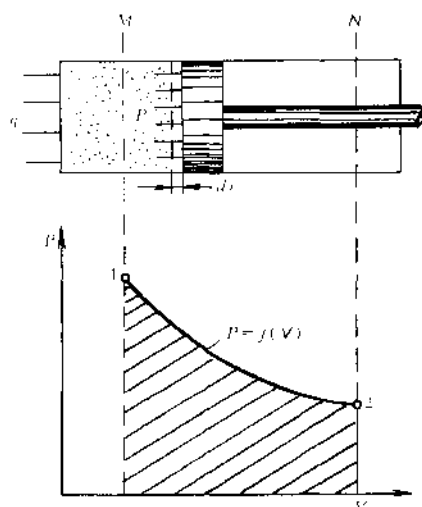


图 2-1-1 工质在汽缸内的膨胀

$$d_w = pAd_x \quad (2-1-1)$$

$A \cdot d_x$ 表示容积的变化, 记作 d_v , 则活塞由位置 M 移到 N 的总功为:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (2-1-2)$$

式 2-1-2 中下角标 1 和 2 代表活塞处于 M 和 N 位置时工质的状态, 即做功过程的初态和终态。

若过程中工质的质量 m 保持不变, 则: $v = V/m$, 因而每千克工质所做的功为:

$$d_w = p d_v \quad (2-1-3)$$

$$\text{或} \quad W = \int_{v_1}^{v_2} p d_v \quad (2-1-4)$$

W 可以用 p - V 图 1-2 上的阴影线面积表示。 p - V 图也称压容图或示功图。

(2) 热力学第一定律与焓

对于工质加热的结果, 除了引起膨胀做功外, 还发生工质本身热力状态的变化, 因而工质有内能的变化。内能是工质分子内部所具有的能, 在工程热力学的范围内, 由于不涉及到化学、裂变等变化, 因而内能只包括分子无规则运动的动能和分子间的势能。动能仅与工质的温度有关, 势能与工质的比容有关。故工质的内能仅取决于工质的温度和比容的大小, 即取决于工质的热力状态。所以内能也是状态参数。工质的总内能用 U 表示, 单位是 J 或 kJ。单位工质的内能用 u 表示, 单位是 J/kg 或 kJ/kg。

内能的数值是相对于某一基准点而言的, 基准点可以人为地加以规定。例如可以规定在一定大气压力和温度为 273.15K 时气体的内能为零。

按图 2-1-1 所示的热力系统, 外界加入的热量等于工质内能的增加和工质膨胀所做的外功。即:

$$d_q = d_u + d_w \quad (2-1-5)$$

式(2-1-5)即为热力学第一定律的表达式。

内能的变化与过程无关, 只取决于系统的初、终状态, 在实际热力过程中, 我们一般只研究由于状态改变而引起的内能变化, 不必计算内能的绝对值。

如果图 2-1-1 所示的热力系统发生连续不断的过程, 也就是当汽缸内的工质做完功后排出汽缸, 然后再重新进入新工质并在汽缸内再次推动汽缸做功, 如此周而复始地动作, 则组成热力循环。如工质视为稳定流动过程, 略去位能的变化, 并以 c 代表工质的流速, 则稳定流动时热力学第一定律的表达式可写为:

$$d_q = d_u + d(pv) + \frac{1}{2} dc^2 + d_w \quad (2-1-6)$$

若工质的质量为 m , 则上式又写成:

$$dQ = dU + d(pV) + \frac{m}{2} dc^2 + dW \quad (2-1-7)$$

式中: $dQ = m d_q$, $V = mv$, $dW = m d_w$

在式(2-1-7)中, $dU + d(pV)$ 的值仅取决工质的热力状态, 故可定义成一个新的状态 h 。

称作焓,单位是 J/kg 或 kJ/kg。

$$h = u + pv \quad (2-1-8)$$

从上式可以看出,焓是工质内能与推动功之和,它也是系统中流动工质所具有能量的总和。由于 u 、 p 、 v 均为状态参数,故 h 也是状态参数,即 Δh 与过程无关,仅取决于初终状态。即:

$$\Delta h = h_{\text{终}} - h_{\text{初}} \quad (2-1-9)$$

焓的概念不仅可用于气体,还可以用于固体、液体。焓的物理意义是指特定温度作为起点时工质所含的热量。例如:通常把水在压力 $P = 101325\text{Pa}$ 、温度为 273.15K 时的焓定为零。而 1kg 水由 273.15K 升到 373.15K 需要吸热 418.68kJ ,由 373.15K 至全部汽化需吸热 2246.2kJ 。所以水从 273.15K 至全部蒸发所吸收总热量为 2664.88kJ ,也就是蒸气在该状态下的焓值为 2664.88kJ/kg 。焓随工质的状态、温度、压力等参数变化,当对工质加热或加给外功时,焓就增加;反之,工质被冷却或膨胀向外做功,焓就减少。

应该指出,功和热量不是状态参数,它们与状态无关,只与状态的改变有关,即只与过程有关。因此,不能说在某一状态下有多少功或热量,而只能说在某一过程中对外界做了多少功或从外界得到多少功、从外界获得多少热量或向外界放出多少热量。

2.1.2 热力学第二定律和熵

一、热力学第二定律

热力学第二定律有许多表达方式。其中最主要有开尔文和克劳修斯的表述。开尔文 1851 年提出如下表述:“不可能从单一热源吸取热量,使之变为有用的功而不产生其它影响。”克劳修斯在 1850 年提出如下表述:“不可能把热量从低温物体传到高温物体而不引起其它变化。”这两种表述方式实质上是等效的。

热力学第二定律指出了热能与机械能之间相互转换的条件。机械功可以全部转换为热,热却不能无条件地全部转换为机械功。高温物体能自发地向低温物体传热,而热量从低温物体向高温物体转移要消耗机械功。

人工制冷的原理就是按着热力学第二定律,消耗一定的能量(电能或其它能)使热量从低温转移到高温。

二、熵

1. 什么叫熵

熵与焓一样,也是一个状态参数。熵也叫热温熵,它是指从外界加入 1kg 物质内的热量 Q 与加热时该物质的绝对温度 $T(\text{K})$ 之比,用 S 表示,即: $S = Q/T$ 。熵是一个导出的热力状态参数,它表征物质状态变化时其热量传递的程度,单位是 $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 或 $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。在一定状态下,制冷剂的熵值是确定的,是绝对值。制冷剂吸热,熵增加;制冷剂放热,熵减少。

2. 热力学第二定律与熵

熵的导出过程如下:

热量在转化为功时,总有一部分变成无用的能量,即能量损失。若总热量为 q_1 ,损失的部

分为 q_2 , 那么被利用的部分为 $(q_1 - q_2)$, 因而热效率 η_t 可表示为:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \quad (2-1-10)$$

热源的温度越高, 热效率 η_t 也越高。 η_t 也可以表示为:

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (2-1-11)$$

式中: T_1 ——高温热源温度, K;

T_2 ——低温热源温度, K。

比较式(2-1-10)和式(2-1-11)可得:

$$\frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (2-1-12)$$

化简上式可得:

$$\frac{q_1}{T_1} = \frac{q_2}{T_2} \quad (2-1-13)$$

考虑到热量传递的方向, 以被利用的热量的值定为正, 损失的热量为负, 则:

$$\frac{q_1}{T_1} + \frac{q_2}{T_2} = 0 \quad (2-1-14)$$

式(2-1-14)表明: $(\frac{q}{T})$ 的代数和为零, 用符号 \sum 表示其代数和, 则:

$$\sum q/T = 0 \quad (2-1-15)$$

在循环中微小阶段内加入微小的热量 dq_1 , 排出微小的热量 dq_2 , 整个循环内求其和, 可用积分方程式表示成:

$$\int + \frac{dq_1}{T_1} + \int - \frac{dq_2}{T_2} = 0 \quad (2-1-16)$$

若整个循环中工质由初态经过状态变化后再回到初态, 则:

$$\int \frac{dq}{T} = 0 \quad (2-1-17)$$

若用符号 ΔS 表示上式等号左边的项, 则上式变成:

$$\Delta S = 0 \quad (2-1-18)$$

由此可见, 数值 ΔS 与工质在工作循环中所经历的途径无关, 而只取决于高温热源和低温热源的状态。若高温热源时为 S_1 , 低温热源时为 S_2 , 则:

$$\Delta S = S_1 - S_2 \quad (2-1-19)$$

所以 S_1 和 S_2 是工质的一种状态参数, 因而可定义成:

$$S = \int \frac{dq}{T} \quad (2-1-20)$$

我们定义 S 为熵。对于任一孤立系统, 进行的过程只可能有可逆过程和不可逆过程两种。因而, 根据热力学第二定律可以得出下面一个公式:

$$\Delta S \geq 0 \quad (2-1-21)$$

式(2-1-21)乃是热力学第二定律的表达式。式中等号是对可逆过程而言的, 大于号是

对不可逆过程而言的。该式表明,在孤立系统中,整个过程的熵只可能增加或保持不变,但不可能减少。熵和焓一样,其数值与所取的基准点有关。

2.1.3 热力过程

热力过程是指热力系统状态连续变化的过程。实施热力过程的目的是实现预期的能量交换或达到预期的状态变化。如制冷剂在蒸发器中吸热的过程、在冷凝器中放热的过程是为了实现预期的热量交换,制冷剂在压缩机中的压缩过程是为了达到预期的状态变化。

为了分析各种热力过程,常用压力——比容图($p-v$ 图)来表示所要分析的热力过程。 $p-v$ 图是在直角坐标上,取纵坐标表示工质的压力 p 的变化,横坐标表示工质的比容 v 的变化。可用一点来表示某一状态的工质。工质的状态变化过程可用一条过程线来表示,且过程变化所作的功可用过程线下面的面积来表示。因此用 $p-v$ 图来分析功量是极其方便的。 $p-v$ 图如图2-1-2所示。下面用 $p-v$ 图来分析几种热力过程。

一、等温过程

在状态变化中工质温度保持不变的过程称为等温过程。等温过程中理想气体的压力与比容成反比,且内能和焓保持不变。等温过程在 $p-v$ 图上是一条等边双曲线,如图2-1-3所示。

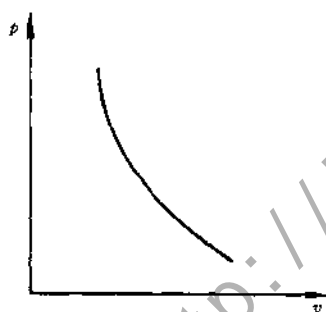


图 2-1-2 $p-v$ 图

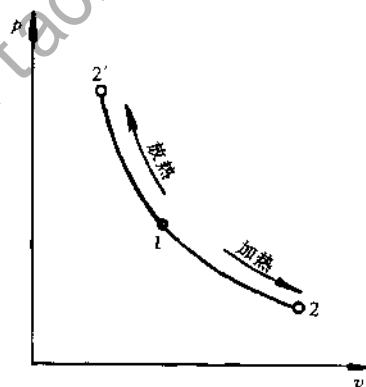


图 2-1-3 等温过程的 $p-v$ 图

二、等压过程

在状态变化过程中,工质压力保持不变的过程称为等压过程。制冷剂在蒸发器中的吸热过程与冷凝器中的放热过程都是在接近等压过程下进行的。等压过程中理想气体的比容与绝对温度成正比,且工质在等压变化过程中热交换量等于焓的变化。等压过程在 $p-v$ 图上表示为一条垂直于纵坐标的直线,如图2-1-4所示。

三、等容过程

在状态变化过程中,工质容积保持不变的过程称为等容过程。等容过程中理想气体的压力与绝对温度成正比,且吸收的热量全部变为内能。等容过程在 $p-v$ 图上是一条垂直于横坐

标的直线,如图 2-1-5 所示。

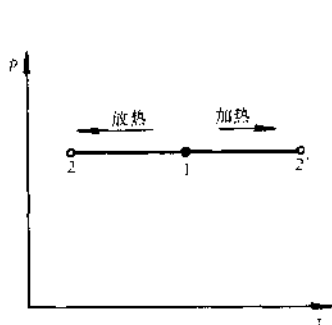


图 2-1-4 等压过程的 $p-v$ 图

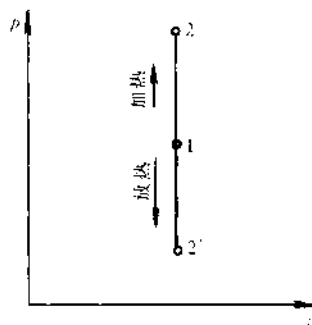


图 2-1-5 等容过程的 $p-v$ 图

四、绝热过程

在状态变化过程中,工质与外界没有热交换的过程称为绝热过程。制冷剂蒸气在压缩机汽缸中压缩过程中,由于过程进行得很快(电冰柜压缩机每次压缩的时间约为 $1/50s$),与外界热交换量极少,可视为制冷剂与外界无热量交换,可当作绝热过程。绝热过程在 $p-v$ 图上是一条高次双曲线,如图 2-1-6 所示。

五、多变过程

多变过程是一些有规律的过程的总称。热力过程是非常复杂的过程,对于各种各样的热力过程状态变化规律,可以用多变过程加以描述。多变过程的特征可用下式表示:

$$p \cdot v^n = \text{定值}$$

式中: p ——绝对压力, Pa;

v ——比容, m^3/kg ;

n ——多变指数,为常数。

n 可以在 $0 \sim \infty$ 之间变化,当 n 为某一定值时,过程的特性也就确定了。等压、等温、等容及绝热四种基本的热力过程,都可以当作多变过程的某种特殊形式。

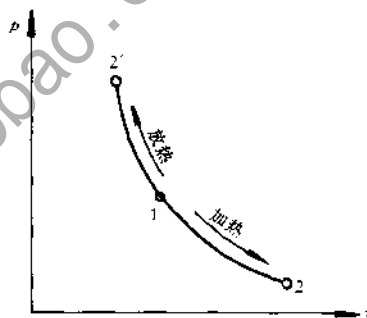


图 2-1-6 绝热过程的 $p-v$ 图

(2-1-22)

2.1.4 压—焓图

为了对蒸汽压缩式制冷循环有一个全面的认识,不仅要研究循环中的每一个过程,而且要了解各个过程之间的关系以及某一过程发生变化时对其它过程的影响。用各种热力状态图来研究整个循环可以使问题简化,并可以看到循环中各状态的变化以及这些变化对循环的影响。

在制冷循环的分析和计算中,通常要借助于压-焓图。由于循环的各个过程中功与热量的变化均可用焓值的变化加以计算,因此,压-焓图在制冷工程中得到了更为广泛的应用。

压-焓图的结构如图 2-1-7 所示。该图是以焓值 h (或 l) 作为横坐标, 以绝对压力 p 为纵坐标绘制而成(为了缩小图的尺寸, 提高低压区域的精度, 纵坐标常采用绝对压力的对数值 $\lg p$), 压-焓图也称 $\lg p-h$ 图或 $P-h$ 图。图中有两条比较粗的曲线, 左边一条叫饱和液体线, 线上任何一点代表一个饱和液体状态, 干度 $x=0$; 右边一条叫饱和蒸气线, 线上任何一点代表一个饱和蒸气状态, 干度 $x=1$, 这两条曲线向上延伸交于一点 K , 称为临界点。饱和液体线与饱和蒸气线将图面分成三个区域, 饱和液体线的左边是过冷液体区, 饱和液体线与饱和蒸气线之间是湿饱和蒸气区, 饱和蒸气线的右边是过热蒸气区。在湿饱和和蒸气区中, 制冷剂蒸气所占的质量比例称为干度。图中共有六种等参数线簇:

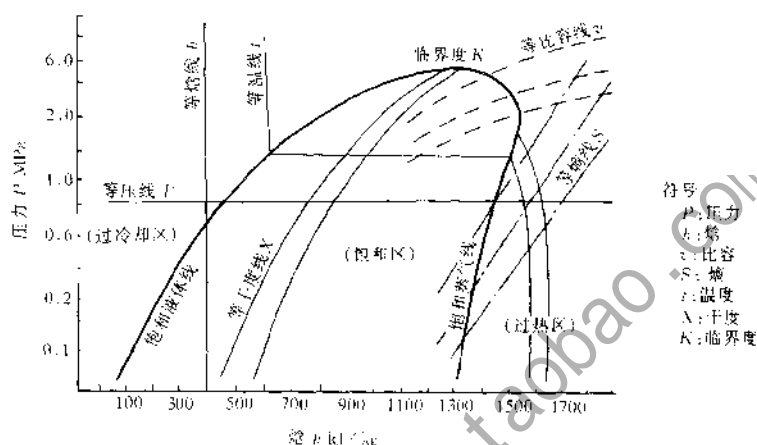


图 2-1-7 压-焓图

等压线 p ——与横坐标平行的水平直线;

等焓线 h ——与纵坐标平行的垂直直线;

等温线 t ——在过冷液体区几乎与纵坐标平行的垂直直线, 在湿饱和蒸气区为与横坐标平行的水平直线, 在过热蒸气区为急剧下降的下弯线;

等熵线 s ——从左到右为稍向上倾斜的线;

等容线 v ——从左到右为稍向上倾斜的曲线, 但比等熵线平坦;

等干度线 x ——只存在于湿蒸气区, 其方向大致与饱和液体线或饱和蒸气线相近, 视干度大小而定。 $x=1$ 为饱和液线, $x=0$ 为饱和蒸气线。

在温度、压力、比容、焓、熵、干度等参数中, 只要知道其中任何两个状态参数, 就可以在压-焓图中确定过热蒸气及过冷液体的状态点, 其它参数便可以直接从图中读出。对于饱和蒸气及饱和液体, 只需知道一个参数就能确定其状态。在饱和区内, 除 p 或 t 外还需要知道一个其它参数来确定状态。常用的 R12、R134a、R600a、R22 制冷剂的 $\lg p-h$ 图如图 2-1-8 ~ 图 2-1-11 所示。

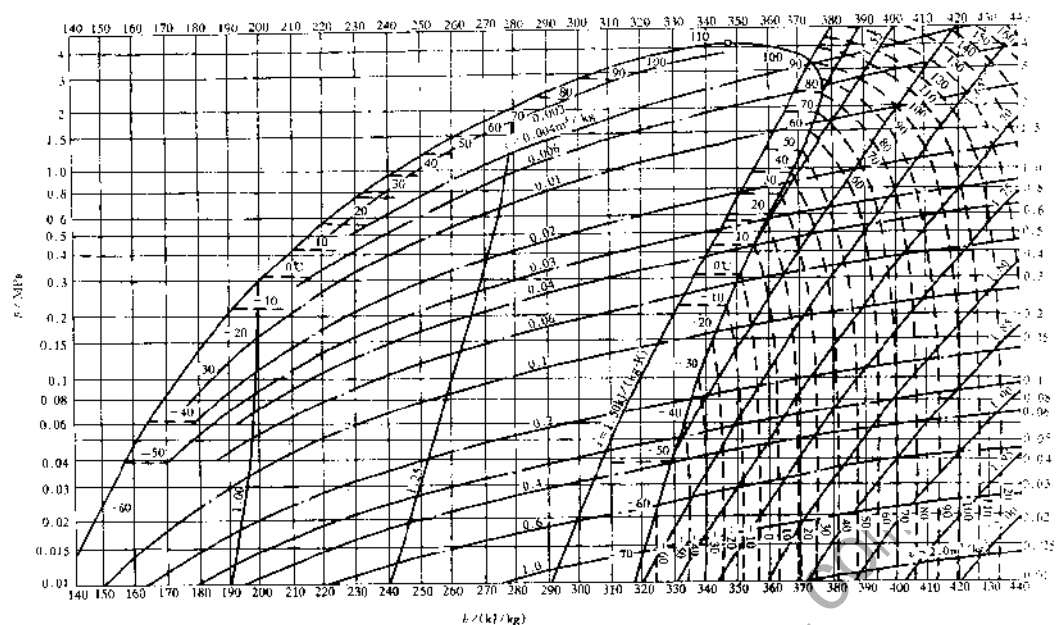


图 2-1-8 R12 制冷剂的 $\lg p-h$ 图

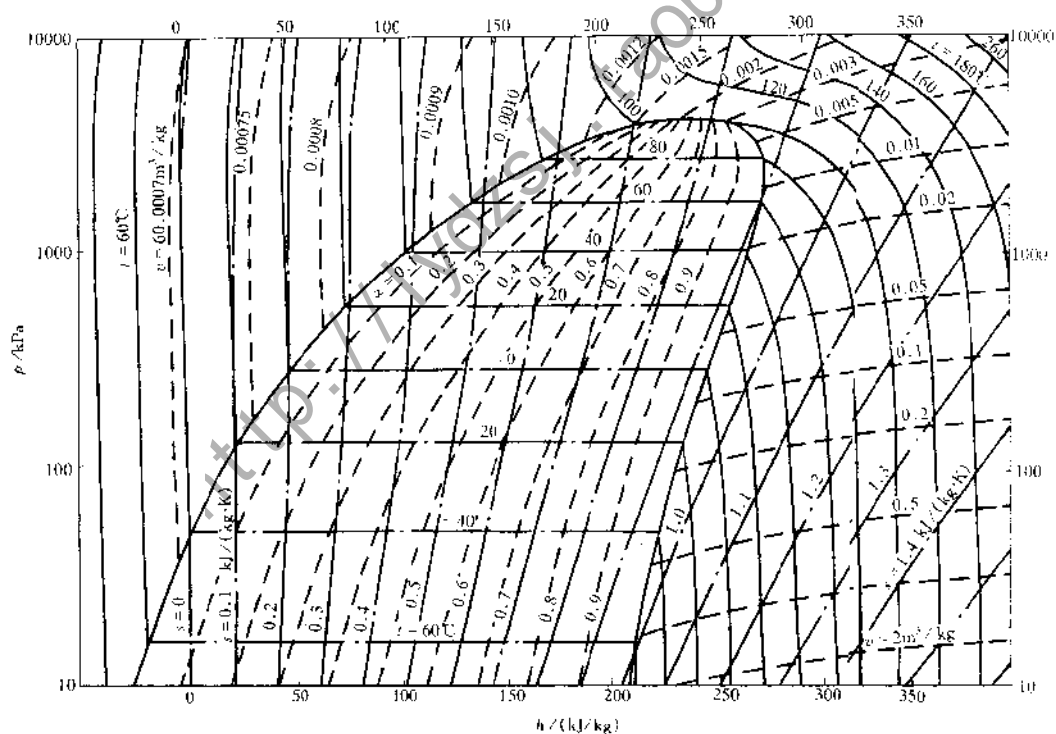


图 2-1-9 R134a 制冷剂的 $\lg p-h$ 图

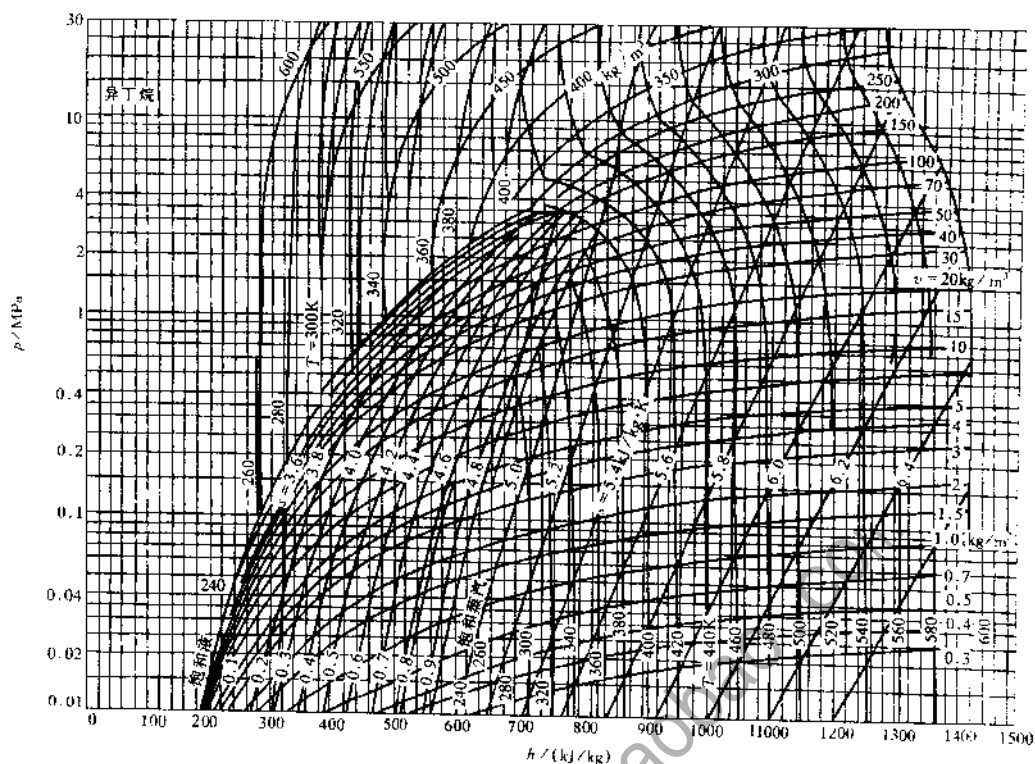


图 2-1-10 R600a 制冷剂的 $\lg p-h$ 图

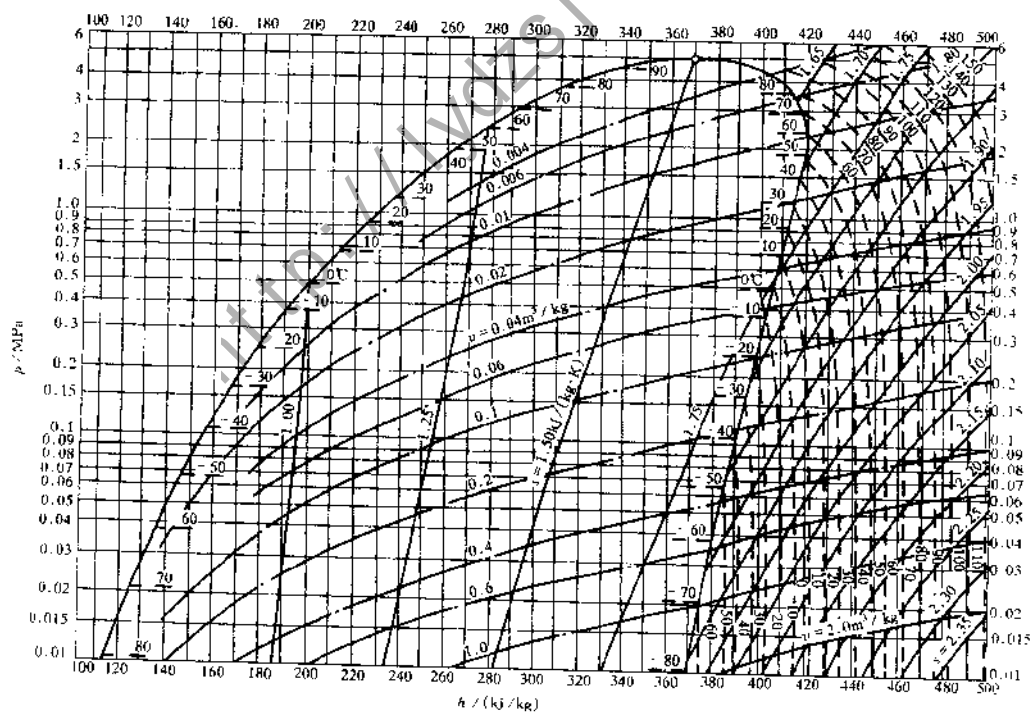


图 2-1-11 R22 制冷剂的 $\lg p-h$ 图

2.1.5 单级蒸气压缩式制冷循环

一、单级蒸气压缩式制冷机的理论循环

单级压缩是指从蒸发器出来的低压蒸气,经压缩机一次压缩到冷凝器。单级蒸气压缩式制冷机的理论循环是建立在以下一些假设的基础上:

① 压缩过程是按等熵过程进行的,即在压缩过程中不存在任何不可逆损失;② 不计制冷剂在流动时的摩擦阻力损失;③ 制冷系统中除冷凝器、蒸发器外,其余部分和外界没有热交换。单级蒸气压缩式制冷机的工作过程可表示在压—焓图上,如图 2-1-12 所示。压缩机吸入的是点 1 表示的饱和蒸气,1-2 表示制冷剂蒸气在压缩机中的压缩过程,这一过程在理想情况下可看作是等熵过程,2-3-4 表示制冷剂蒸气在冷凝器中的冷却(2-3)和冷凝(3-4)过程,在这一过程中制冷剂的压力保持不变,且等于冷凝温度 t_k 下的饱和压力 p_k ,冷凝过程中 t_k 保持不变;4-5 表示节流过程,制冷剂在节流过程中压力和温度降低,但焓值保持不变,节流后进入两相区。由于节流过程为不可逆过程,所以压焓图上用虚线表示;5-1 表示制冷剂在蒸发器中的蒸发过程,制冷剂在温度 t_0 饱和压力 p_0 保持不变的情况下蒸发,而被冷却物体的温度得以降低。

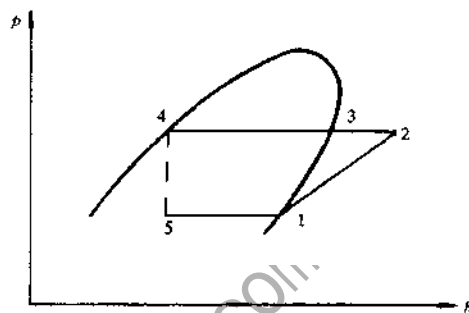


图 2-1-12 单级制冷机理论循环

为了说明单级蒸气压缩式制冷机理论循环的性能,常采用下述指标:

1. 单位质量制冷量 q_0

是指 1kg 制冷剂在一次循环中所取得的冷量,即:

$$q_0 = h_1 - h_5 = h_1 - h_4 = r_0(1 - x_5) \quad \text{kJ/kg} \quad (2-1-23)$$

式中:

h_1, h_4, h_5 ——制冷剂在状态点 1、4、5 的焓值, kJ/kg;

r_0 ——制冷剂在蒸发温度 t_0 的汽化潜热, kJ/kg;

x_5 ——制冷剂节流后湿蒸气的干度。

由式(2-1-23)可知,制冷剂的汽化潜热越大或节流后产生的蒸气越少,则循环的制冷量越大。制冷剂的汽化潜热因制冷剂的种类而不同。节流后的干度大小不仅与制冷剂的种类有关,且与节流前后的压力范围有关,压力范围越大则干度就越大。

2. 单位容积制冷量 q_v

是指压缩机每吸入 1m^3 (按吸入状态计算)制冷剂蒸气后能制得的冷量,即:

$$q_v = \frac{q_0}{v_1} = \frac{h_1 - h_4}{v_1} \quad \text{kJ/m}^3 \quad (2-1-24)$$

式中: v_1 ——制冷剂在吸入状态 1 点的比容, m^3/kg 。

为了取得一定的冷量,若选用 q_v 大的制冷剂,则压缩机需要提供的输入量就小,压缩机的尺寸可减小。循环的单位容积制冷量不仅随制冷剂的种类而变化,而且还随循环的工作温度

而变化。对某一制冷剂来说,因吸气比容 v_1 受蒸发压力 p_0 的影响大,而 v_1 对 q_v 的影响很大,故 p_0 越低, v_1 越大, q_v 就越小。

3. 单位理论功 W_0

是指在制冷理论循环中,制冷机输送 1kg 制冷剂所消耗的功。由于节流过程中无外功输出,因此,压缩机所消耗的单位理论功即等于循环的单位理论功,即:

$$W_0 = h_2 - h_1 \quad \text{kJ/kg} \quad (2-1-25)$$

压缩机的单位理论功也是随着制冷剂的种类和制冷机的循环工作温度而变化的。

4. 单位冷凝热量 q_k

是指 1kg 制冷剂蒸气在冷凝器中放出的热量,它包括显热和潜热两部分,即:

$$q_k = (h_2 - h_3) + (h_3 - h_4) = h_2 - h_4 \quad \text{kJ/kg} \quad (2-1-26)$$

对于单级蒸气压缩式制冷机理论循环,下式成立:

$$q_k = q_0 + W_0 \quad \text{kJ/kg} \quad (2-1-27)$$

5. 制冷系数 ε_0

定义为循环的单位制冷量和单位功之比,即:

$$\varepsilon_0 = \frac{q_0}{W_0} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2-1-28)$$

制冷系数是评价制冷循环的一个重要经济技术指标。在给定冷凝温度和蒸发温度的情况下,制冷系数越大,表明循环的经济性就越好。

6. 热力完善度

在相同蒸发温度和冷凝温度之间,制冷系数 ε_c 为:

$$\varepsilon_c = \frac{T_0}{T_k - T_0} \quad (2-1-29)$$

式中: ε_c ——制冷系数;

T_0 ——制冷循环蒸发温度, K;

T_k ——制冷循环的冷凝温度, K。

单级蒸气压缩式制冷机理论循环的热力完善度 η 定义为:

$$\eta = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_c} \quad (2-1-30)$$

循环的热力完善度越大,说明该循环接近可逆循环的程度越大,因而循环的经济性越高。制冷循环的制冷系数可以大于 1 或小于 1,但热力完善度恒小于 1。

7. 制冷机的性能指标

(1) 制冷机的制冷量 Q_0

$$Q_0 = G \cdot W_0 \quad \text{kW} \quad (2-1-31)$$

式中: G ——制冷剂的循环量, kg/s。

(2) 冷凝器热负荷 Q_k

$$Q_k = G \cdot q_k \quad \text{kW} \quad (2-1-32)$$

(3) 压缩机所需理论功率 P_{th}

$$P_{th} = G \cdot W_0 \quad \text{kW} \quad (2-1-33)$$

(4) 压缩机单位时间内吸入制冷剂蒸气容积 V_s

$$V_s = \frac{Q_0}{q_0} = G \cdot v_1 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (2-1-34)$$

二、液体过冷和吸气过热的影响,回热循环

将节流前的液态制冷剂进行再冷却,使其温度降到冷凝温度以下,称为液体过冷。而把过冷液体的温度与饱和液体的温度之差称为过冷度。过冷度的大小取决于冷凝系统的设计和制冷剂与冷却介质之间的温差。液态制冷剂过冷后减少节流后湿蒸气的干度,循环的单位制冷量加大,制冷系数提高,如图 2-1-13 所示。过冷度越大,循环的制冷系数提高得越多。因此,采用液体过冷对提高循环的性能指标总是有利的。但依靠冷凝器本身使液体过冷,其过冷度是有限的,如果获得更大的制冷,通常在系统内部采用回热器。

压缩机吸入前制冷剂蒸气的温度高于吸气压力下制冷剂的饱和温度时,称为吸气过热,而过热蒸气的温度与饱和蒸气的温度之差称为过热度,如图 2-1-14 所示。若制冷剂蒸气在蒸发器内吸收了被冷却物体的热量而过热,这部分热量系尚可利用的制冷量,称为有效过热,如果是低压蒸气在流经吸气管道时因吸收周围空气的热量而过热,称为有害过热。为了不将制冷剂液滴带入压缩机中,低压蒸气在进入压缩机前往往处于过热状态,吸气过热使制冷剂蒸气的进、排气压力升高,理论功和冷凝热量增加,吸入蒸气的比容增大。对于有效过热,其循环的单位制冷量得到提高,而单位容积制冷量是增大还是减小,随制冷剂的不同而不同,其中,对于 R12 是增大的,对于 R22 是减小的。至于有害过热,将导致单位容积制冷量降低,使压缩机的制冷量减小,制冷系数下降。蒸发温度越低,有害过热的危害越大,循环的经济性越差。为了减少有害过热,吸气管需敷设绝热材料。

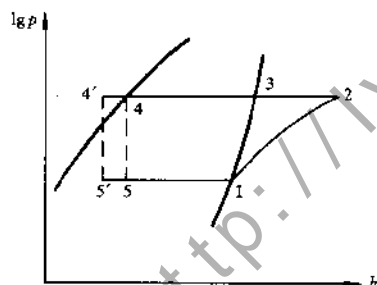


图 2-1-13 过冷循环的 $\lg p-h$ 图

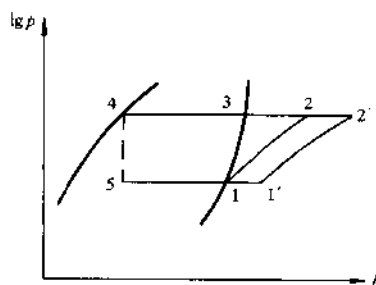


图 2-1-14 过热循环的 $\lg p-h$ 图

在压缩体的吸气管道上设置一个回热器,使节流前的液态制冷剂与吸入前的制冷剂蒸气进行热交换,利用蒸气的过热使液体过冷,称为回热。具有回热的循环称为回热循环。如图 2-1-15 所示回热过程是在等压下进行的,在没有热量损失的情况下液态制冷剂放出的热量等于制冷剂蒸气吸收的热量,热交换的结果是制冷剂液体因向低温蒸气放热而过冷,低温蒸气吸收热量而有效过热。回热循环使单位质量制冷量增大,减小了低温蒸气与环境空气之间的传热温差和吸气管道中的有害过热,但单位功增大,

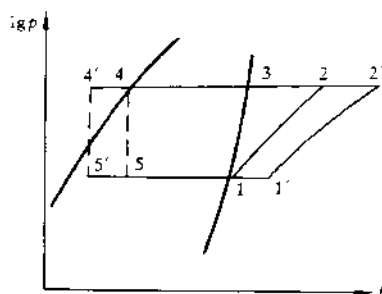


图 2-1-15 回热循环的 $\lg p-h$ 图

吸气比容增加。制冷系数和单位容积制冷量对于 R12 是增加的,对 R22 是减少的。故采用 R12 作制冷剂的电冰柜中往往带有回热器,以 R22 作制冷剂的空调器中往往不带回热器。

三、蒸发温度及冷凝温度变化时对制冷机性能的影响

一台制冷压缩机可以在不同的蒸发温度下工作,因地区和季节的不同冷凝温度也会改变,这些都会影响到制冷机的性能,其中蒸发温度的变化对性能具有更大的影响。

压缩机的尺寸、转速、制冷剂已给定,且蒸发温度 t_0 不变,当冷凝温度 t_k 上升时,单位质量制冷量和单位容积制冷量减小,制冷机的制冷量 Q_0 降低,单位压缩功增大,制冷系数降低,理论功率增大;当 t_k 下降时,情况则正好相反。

如果冷凝温度 t_k 不变,当蒸发温度 t_0 下降时,则单位质量制冷量减小,单位容积制冷量迅速减小,制冷机的制冷量迅速下降,单位压缩功增大,制冷系数降低,制冷剂流量也减小。

在制冷机的运行中,只要能满足被冷却物体的温度要求,我们总希望制冷机保持较高的蒸发温度,以获得较大的制冷量和较好的经济性。此外,要加强冷却效果,应控制冷凝温度,使它不要太高。

四、单级蒸汽压缩式制冷机实际循环

理论循环是在不计一些损失的情况下抽象出的理想化循环。制冷机的实际工作情况与理想情况是有差别的,可归结为:① 压缩机工作时有摩擦阻力,热量交换和制冷剂泄漏,压缩过程不是等熵的,有不可逆损失;② 制冷剂流经吸、排气管道时,有流动阻力和热量交换,压力降低,温度变化;③ 制冷剂在流经冷凝器和蒸发器时,同样有压降及传热温差。因此实际循环比理论循环复杂得多,并且这些差别将导致实际循环的单位功增大,单位质量制冷量减小,制冷系数和热力完善度降低,如图 2-1-16 所示。图中 1-2-3-4-1 表示单级压缩理论循环过程,1'-1''-2s-2s'-3-3'-4'-1 表示单级蒸汽压缩实际循环过程,其中

1-1' 表示蒸气在回热器及吸气管中的加热和降压过程;1'-1'' 表示蒸气经过吸气阀时的加热和降压过程;1''-2s 表示压缩机内实际的压缩过程;2s-2s' 表示蒸气经过排气阀时的压降过程;2s'-3 表示蒸气经排气管道进入冷凝器的冷却、冷凝及压降过程;3-3' 表示液体在回热器及管道中的降温降压过程;3'-4' 表示节流过程;4'-1 表示制冷剂在蒸发器中的蒸发和压降过程。

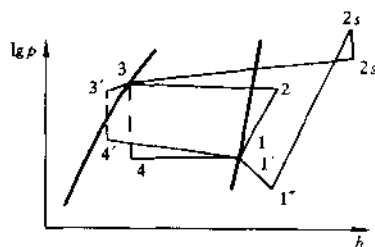


图 2-1-16 实际制冷循环的 $\lg p-h$ 图

2.2 压—焓图在制冷系统中的分析应用

我们以某电冰箱 R12 制冷剂制冷系统为例,进行分析如下:

2.2.1 制冷系统简介

制冷系统如图 2-2-1 所示,采用全封闭单级往复式压缩机,内藏盘管自然风冷冷凝

器,毛细管节流,内藏盘管式自然风冷蒸发器采用 R12 制冷剂。

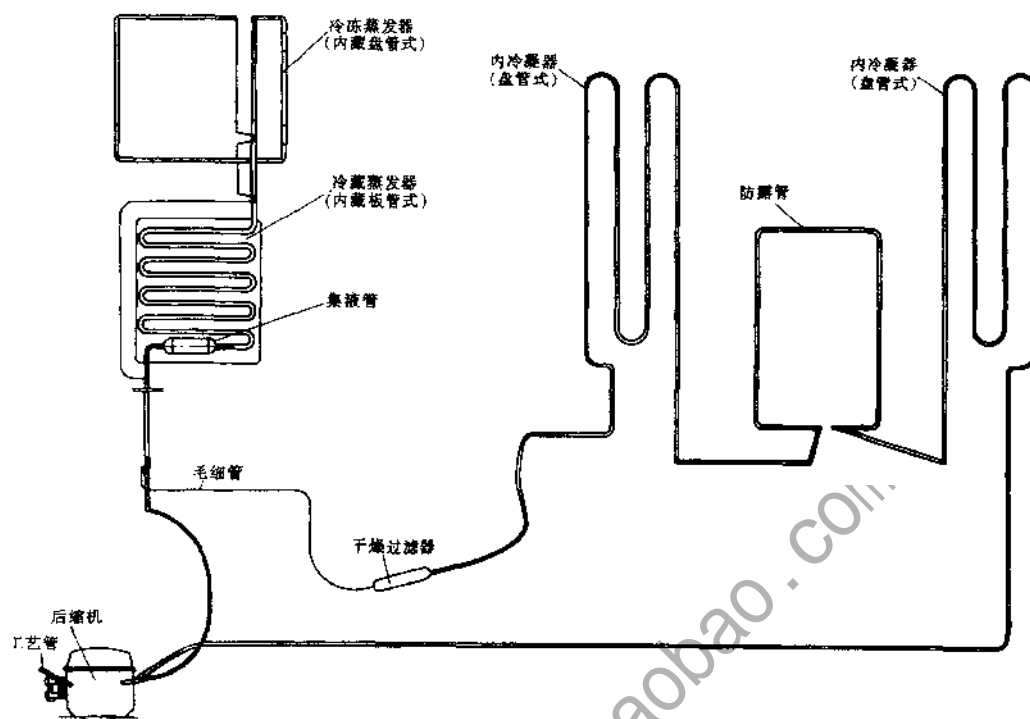


图 2-2-1 电冰柜、电冰箱典型制冷系统

2.2.2 制冷系统工况确定及压—焓图的绘制

自然风冷冷凝器冷凝温度 T_K 一般为环境温度 T_W 加 $10^\circ\text{C} \sim 13^\circ\text{C}$ ，即 $T_K = T_W + 10^\circ\text{C} \sim 13^\circ\text{C}$ ；自然风冷蒸发器蒸发温度 T_0 一般为箱内温度 T_W 减 $8^\circ\text{C} \sim 12^\circ\text{C}$ ，即 $T_0 = T_W - 8^\circ\text{C} \sim 12^\circ\text{C}$ ；图 2-2-1 电冰箱典型制冷系统均采用内藏盘管式冷凝器、蒸发器，以 R12 制冷剂为例，按照我国 GB8059 系列标准要求家用电冰箱、电冰柜一般按 N 型环境温度设计（最高环境温度为 32°C ），食品冷冻储藏温度要求小于等于 -18°C ，因此此制冷系统冷凝器温度可设计为 42°C ，对应饱和冷凝压力为 1.01Mpa ；蒸发温度一般设计为 -28°C ，对应蒸发压力为 0.11Mpa 。

根据实际情况设定压缩机外吸气管入口处（蒸发器出口）温度 T_2 、制冷剂在压缩机活塞入口处温度 T_3 、压缩机活塞排气口处温度 T_4 、压缩机排气管与冷凝器接口处温度 T_5 、制冷剂冷凝后的过冷温度 T_8 ，查找压焓图，便可绘制出完整的制冷循环曲线，并能查找出各点的焓值，进行热力计算与分析。设 $T_2 = 16^\circ\text{C}$ ， $T_3 = 80^\circ\text{C}$ （由于压缩机活塞压缩过程中发生了部分的热量交换，因此并非完全等熵压缩，实际压缩机的活塞入口温度一般在 80°C 左右，并非理论的 60°C 左右）， $T_4 = 150^\circ\text{C}$ ， $T_5 = 80^\circ\text{C}$ ， $T_8 = 36^\circ\text{C}$ ，绘制电冰柜、电冰箱压—焓图如图 2-2-2 所示。

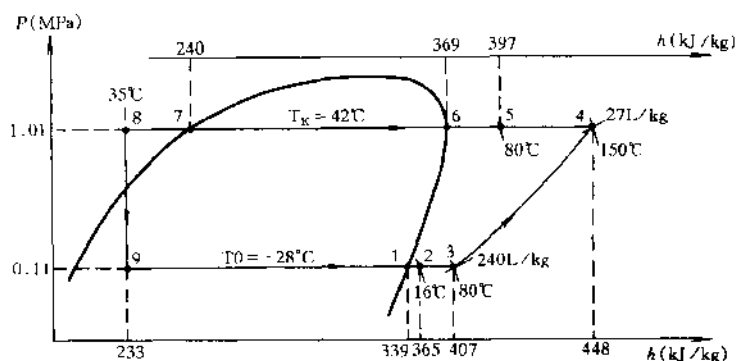


图 2-2-2 电冰柜、电冰箱压—焓图

2.2.3 系统分析

图 2-2-2 中,1-2 为蒸发器出口到压缩机外吸气管制冷剂饱和蒸气等压过热(主要为回热过程);2-3 为压缩机外吸气管到压缩机活塞入口前的制冷剂过热蒸气进一步等压过热;3-4 为过热的制冷剂蒸气等熵压缩,压缩机对制冷剂做功,形成出口处高温高压的制冷剂过热蒸气;4-5 为高温高压的制冷剂过热蒸气在压缩机内等压冷凝,温度有所下降;5-6 为温度有所下降的制冷剂过热蒸气进入冷凝器等压冷凝,温度降低,在 6 点冷凝到饱和蒸气状态的温度;6-7 为饱和制冷剂蒸气等温等压冷凝,放出潜热,在 7 点冷凝成饱和制冷剂液体;7-8 为饱和制冷剂液体进一步冷凝,温度降低,成过冷制冷剂液体;8-9 为过冷的制冷剂液体在毛细管中等焓节流降压降温,在 9 点处变成低温低压的制冷剂饱和液体,蒸气共混蒸气(在节流过程中已降倒饱和液体状态);9-1 为饱和的低温低压制冷剂共混蒸气等温等压吸收潜热,实现制冷的目的,在 1 点处又变为低温低压的饱和蒸气完成一个循环。通过压—焓图我们又可进行如下计算分析:

1. 汽缸内平均比容 v

$$v = (v_3 + v_4)/2 = (240 + 27)/2 = 0.1335(\text{m}^3/\text{kg})$$

2. 制冷系统内制冷剂流量

已知所用压缩机的排气量为 $V_g = 4.33\text{cm}^3$, $n = 2880\text{r/min}$, 设压缩机的输气系数为 0.65(高效压缩机,一般压缩机为 0.6)。

$$G = V_g \cdot n / 60 / v \times 0.65 = 4.33 \times 2880 / 60 / 0.1335 \times 0.65 \times 10^{-6} = 1.02 \times 10^{-3}(\text{kg/s})$$

1. 蒸发器的制冷量 Q_0

$$Q_0 = G \cdot q_0 = G \times (h_1 - h_9) = 1.5668 \times (339 - 233) = 108\text{W}$$

2. 冷凝器热负荷 Q_k

$$Q_k = G \cdot q_k = G \times (h_5 - h_8) = 1.5668 \times (397 - 233) = 167\text{W}$$

3. 压缩机对制冷剂的理论功率 P_{th}

$$P_{th} = G \cdot W_0 = G \times (h_4 - h_3) = 1.5668 \times (448 - 407) = 41.43\text{W}$$

4. 压缩机的热负荷 Q_c

$$Q_c = G \cdot q_c = G \times (h_4 - h_5) = 1.5 \times (448 - 397) = 52\text{W}$$

计算出蒸发器的制冷量、冷凝器热负荷,我们就可以利用传热学的公式进行设计计算蒸发器、冷凝器的尺寸及制冷系统的匹配。

通过以上计算我们可以发现:

① 压缩机本身对外界散热的热负荷较大,因此制冷系统压缩机的通风、散热非常重要,一定要注意保证压缩机的通风、散热。

② T_4 温度即压缩机的活塞排气温度,为防止压缩机润滑油高温炭化,要求必须小于 170°C ,一般我们在设计控制在 150°C 左右,因此要求压缩机的回气温度 T_2 不能太高。

练 习 题

1. 焓是在制冷热力计算中经常用到的一个重要参数,它是()。焓的单位为()。焓是一个(),即只与物质变化的前后状态有关,与物质变化的过程无关。在制冷系统计算中,由于制冷剂内能与外界做功往往同时发生,因此用焓计算比较方便,因此我们采用制冷剂两个状态的()来反映制冷剂能量的变化。

2. 熵也叫热温熵,它是()用 S 表示,即: $S = Q/T$ 。熵是一个导出的()参数,制冷剂的熵值是确定的,是绝对值,制冷剂吸热,熵()。制冷剂放热,熵()。

3. 简述压焓图并绘制压焓图简图。

第3章 机械、电气视图

本章主要介绍视图的基本概念,零件图的内容、基本要求和识图方法,装配图的内容、作图要领和识图方法,以及家电产品识图实践和绘制电气接线图的方法。

3.1 视图

3.1.1 投影法和视图的基本概念

一、投影法

如图 3-1-1 所示,将平面 ABCD 放在平面 P 和光源 S 之间,自 S 点起分别向 A、B、C、D 四点引直线并延长之,使它与平面 P 分别交于 a、b、c、d。

平面 P 称为投影面, S 称为投射中心, SAa、SBb、SCc、SDd 称为投射射线,平面 abcd 即是空间平面 ABCD 在平面 P 上的投影。

人们把这种投射射线通过物体向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法称为投影法。根据投影法得到的图形,称为投影。

由此可看出,要获得投影,必须具备投射射线、物体、投影面这三个基本条件。

根据投射射线的类型(平行或汇交),可将投影法分为两类,即中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

投射射线汇交一点的投影法,称为中心投影法,如图 3-1-1 所示。

用中心投影法所得的投影大小,随着投影面、物体、投射中心三者之间距离的变化而变化,它不能反映物体的真实形状和大小,度量性差,作图比较复杂,因此在机械图样中很少采用。但它具有较强的立体感,常用于表达建筑物的外貌和机械的造型。

2. 平行投影法

假设将投射中心 S 移至无限远处,则投射射线相互平行,如图 3-1-2 所示。这种投射射线相互平行的投影法,称为平行投影法。

在平行投影法中,根据投射射线与投影面是否垂直,又可分为斜投影法和正投影法两种。

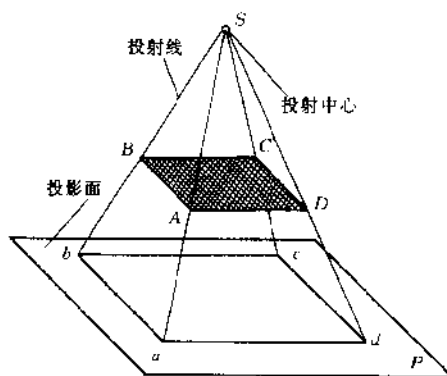


图 3-1-1 中心投影法

(1) 斜投影法

这是一种投射线与投影面倾斜的平行投影法。根据斜投影法所得到的图形,称为斜投影或斜投影图,如图 3-1-2(a)所示。

(2) 正投影法

这是一种投射线与投影面垂直的平行投影法。根据正投影法所得到的图形,称为正投影或正投影图,如图 3-1-2(b)所示。

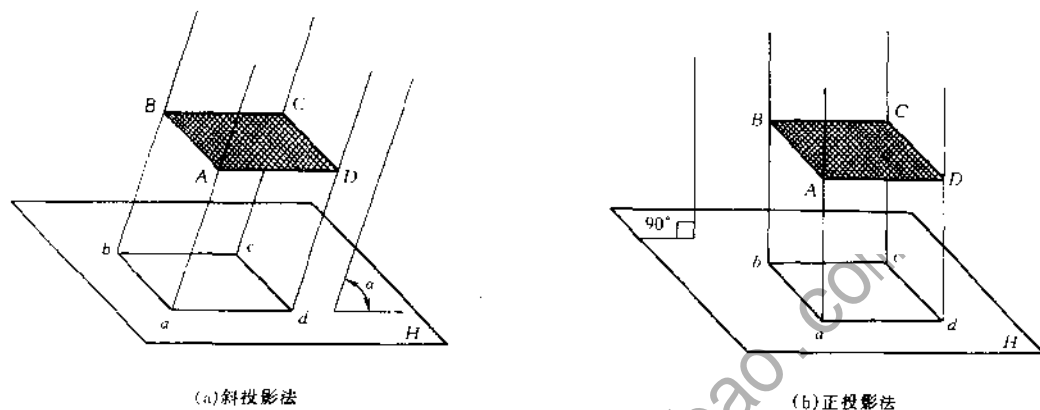


图 3-1-2 平行投影法

由于采用正投影法容易表达空间物体的形状和大小,度量性好,作图简便,所以在工程上应用最广。机械图样都是采用正投影法绘制的。

二、视图

用正投影法绘制物体的图形时,可把人的视线假想成相互平行且垂直投影面的一组投射线,进而将物体在投影面上的投影称为视图。

从图 3-1-3 中可以看出,这个视图只能反映物体的长度和高度,没有反映出物体的宽度。因此,在一般情况下,一个视图不能完全确定物体的形状和大小。如图 3-1-4 所示,两个物体不同,但其视图相同。

1. 基本视图

在空间中设置六个投影面,把需要表达的机件放在六个投影面组成的投影体系中,分别向投影面投射所得的六个视图称为基本视图。各视图的名称和位置如图 3-1-5 所示。六个基本视图展开后都有各自确定的位置,如图 3-1-6 所示,此时视图可省略标注。若某个视图不按图 3-1-6 配置,应在该视图上方注明它的名称或投影方向。

2. 斜视图与局部视图

图 3-1-7(a)所示的零件,右上角

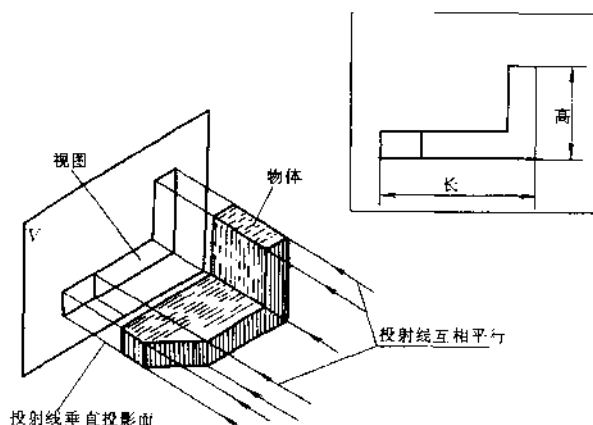


图 3-1-3 视图的概念

倾斜的结构在各基本视图中均不能反映实形,为了清楚地表达它的实际形状,选用一个辅助投影面 P 平行于倾斜部分,然后向辅助投影面 P 投射,所得视图称为斜视图。如图 3-1-7(b)所示,所画斜视图必须在其上方标出视图的名称“×向”,在相应的视图中用箭头指明投影方向,并注上相同的字母。

图 3-1-7(a)所示零件,在图 3-1-7(b)中的俯视图只画出了左半部分,这种将机件的某一部分向基本投影面投射所得视图,称为局部视图。

3. 旋转视图

图 3-1-8 所示的连杆,左臂呈水平位置,右臂

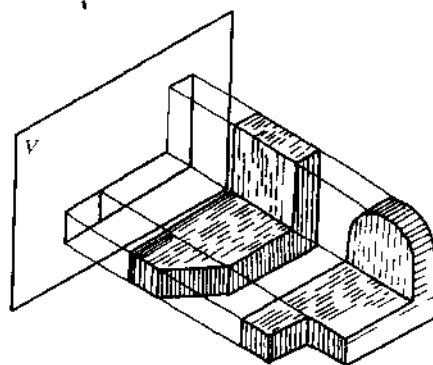


图 3-1-4 一个视图不能确定物体的形状

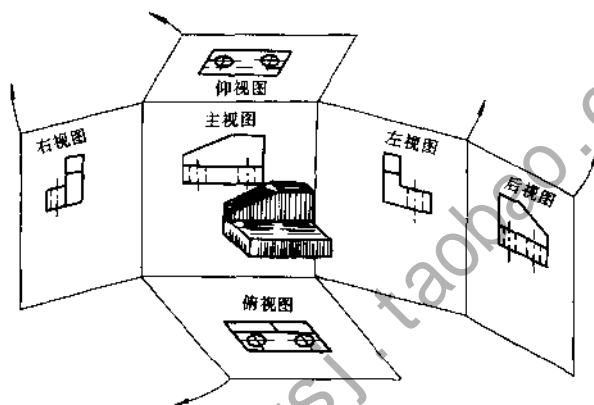


图 3-1-5 基本视图的设置和展开

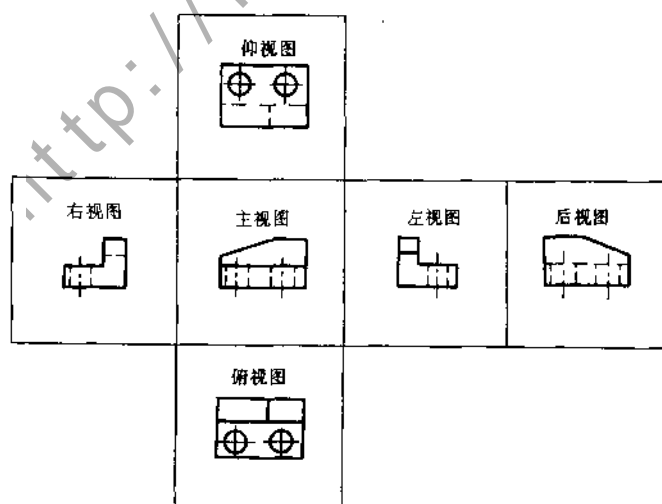


图 3-1-6 基本视图的位置

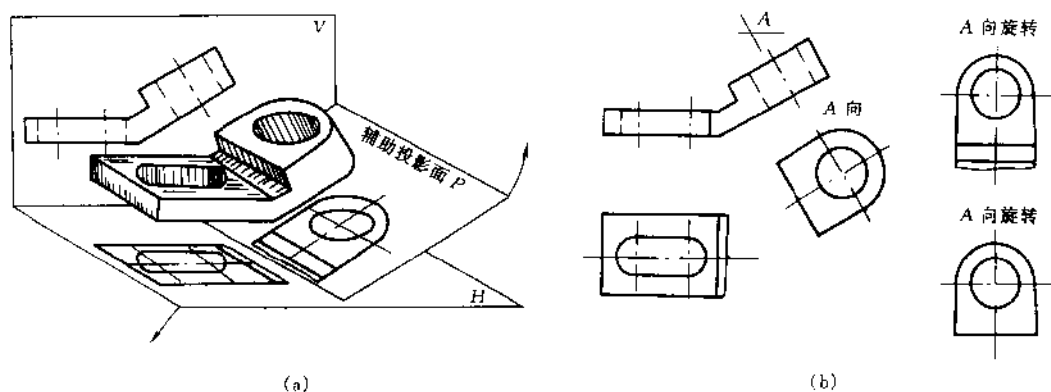


图 3-1-7 斜视图

倾斜于水平面。假想以中间大孔轴线为轴,将倾斜的右臂转到水平位置,然后向水平投影面投射,所得视图称为旋转视图。当零件无公共回转轴时,不能采用旋转视图的画法。

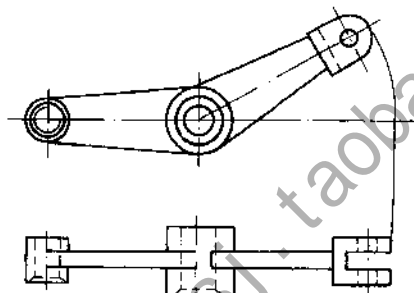


图 3-1-8 旋转视图

3.1.2 剖视图

当机件的内部结构比较复杂时,视图中出现较多的虚线,给看图带来困难,此时应使用剖视图表示机件结构,从而使虚线变为实线,可提高图形清晰程度。国家标准规定了剖视图的画法。

一、剖视图的基本概念

假想用一平面剖开机件,移去观察者与剖切面之间的部分,将其余部分向投影面投射所得图形,称为剖视图,如图 3-1-9 所示。在剖切到的实体部分上画上规定的剖面符号,表示机件所用材料的不同。剖面符号见表 3-1-1。

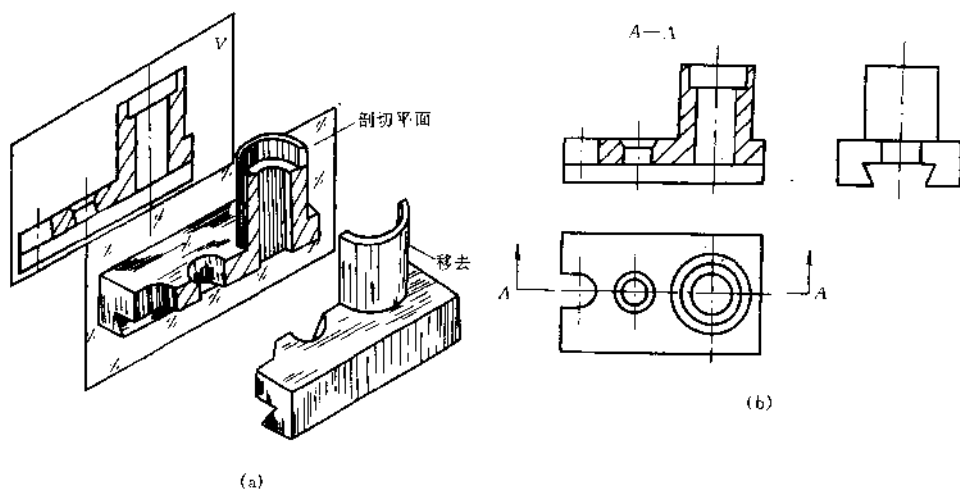


图 3-1-9 剖视图

表 3-1-1

剖面符号

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)			线圈绕组元件	
非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)			转子、电枢、变压器 和电抗器等叠钢片	
木材	纵剖面		型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、 陶瓷刀片、硬质合金刀片等	
	根剖面		液体	
玻璃及供观察 用的其它透明材料			木质胶合板 (不分层数)	
混凝土			砖	
钢筋混凝土			格 网 (筛网、过滤网等)	
			基础周围的泥土	

二、剖视图的种类

剖视图可分为全剖视图、半剖视图、局部剖视图。

全剖视图是把机件完全剖开所画的视图,如图 3-1-9 所示。

半剖视图是以对称轴为界,一半画成剖视图,另一半画成视图。半视图适用于在投影方向上完全对称,内外形状都需要表达的机件。如图 3-1-10 所示。

局部剖视图是将机件某局部剖开,既表达内部形状,又保留一部分或大部分的外部形状,如图 3-1-11 所示。

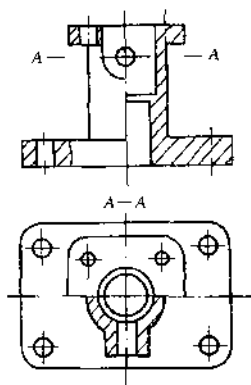


图 3-1-10 半剖视图

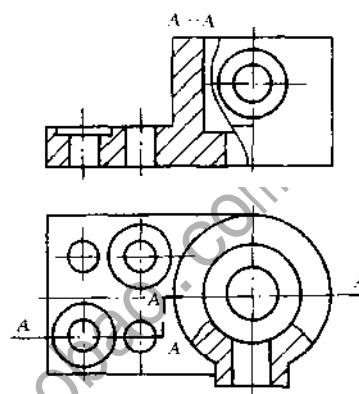


图 3-1-11 阶梯剖和局部剖的复合剖视图

三、剖切方法

用剖视图表达机件时,可用一个剖切平面剖开机件,像全剖、半剖、局部剖等,也可用两个或两个以上剖切平面剖开机件,像阶梯剖视图、复合剖视图等,如图 3-1-11 所示。具体采用哪种方法,以机件复杂程度而定。

如图 3-1-12 所示,假想用剖切平面将机件某处切断,仅画出断面的图形,其余轮廓投影

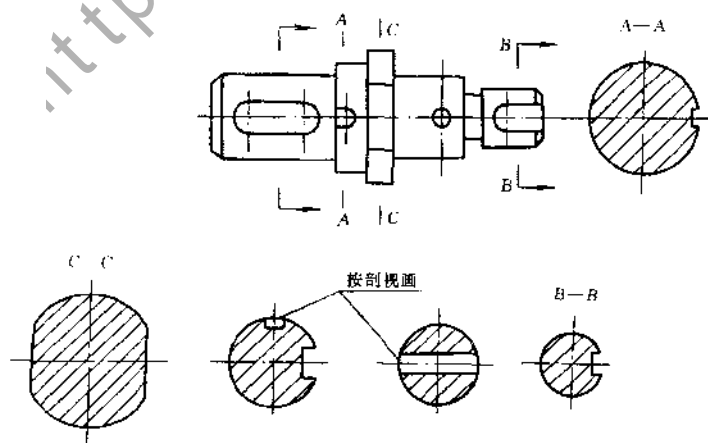


图 3-1-12 剖面图

不再画出,这样的图形称为剖面图。

3.1.3 规定画法

为使图形清晰和画图简便,国家标准还规定了局部放大图和简化画法等表达方法。

一、局部放大图

将机件的部分结构,用大于原图形所采用的比例所绘出的图形,称为局部放大图,如图3-1-13所示。当机件上的细小结构在视图上表达不清楚或不便标注尺寸和技术要求时,可采用局部放大图。

局部放大图可根据需要画成视图、剖视、剖面,它与被放大部位的表达方式无关(图3-1-13中放大图I、II)。视图中被放大的部位用细实线圈出,当同一机件有几个被放大的部分时,必须用罗马数字依次标明被放大部位,并在局部放大图的上方标注出相应罗马数字和所采用的比例。如图3-1-13所示。

二、简化画法

① 对称机件的规定画法。在不引起误解时,对称机件的视图可只画一半或1/4,并在对称中心线的两端画出对称符号(两条与其垂直的平行细实线),如图3-1-14所示。

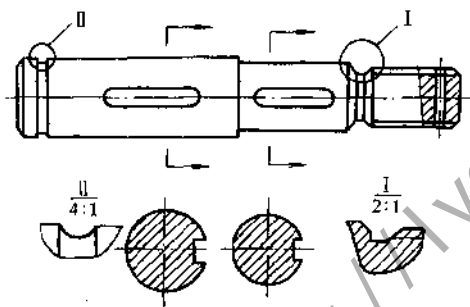


图 3-1-13 局部放大图

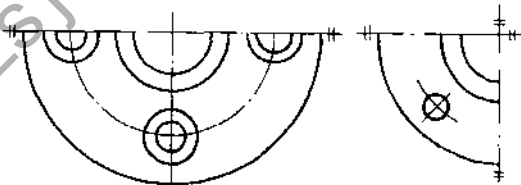


图 3-1-14 对称机件的规定画法

② 剖视图中的规定画法。对机件上的肋、轮辐及薄壁等,如按纵向剖切,这些结构都不画剖面符号,而用粗实线将它与其邻接部分分开,如图3-1-15左视图中的肋。

当机件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时,可将这些结构假想旋转到剖切平面的位置画出,如图3-1-16所示。

③ 平面的规定画法。当图形不能充分表达平面时,可用平面符号(两相交的细实线)表示,如图3-1-17所示。

④ 折断的规定画法。较长的机件(如轴、杆、型材等)沿长度方向形状一致或按一定规律变化时,可断开后缩短绘制,如图3-1-18所示。

⑤ 倾斜圆的规定画法。与投射面倾斜角度小于或等于 30° 的圆或圆弧,其投影可用圆或圆弧代替,如图3-1-19所示。

⑥ 斜度不大的结构的规定画法。机件上斜度不大的结构,如在一个图形中已表达清楚,

其图形可只按小端画出,如图 3-1-20 所示。

⑦ 局部视图的规定画法。机件上对称结构的局部视图,可按图 3-1-21 所示方法绘制。

⑧ 相同要素的省略画法。当机件具有若干相同结构(齿、槽等),并按一定规律分布时,只需画出几个完整的结构,其余用细实线连接,在零件图中必须注明该结构的总数,如图 3-1-22、图 3-1-23 所示。

⑨ 细小结构的省略画法。机件上较小的结构,如在一个图形中已表示清楚,其它图形可用省略画法,如图 3-1-24 所示。

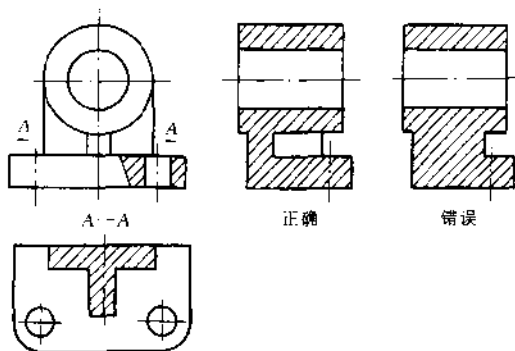


图 3-1-15 剖视图中的规定画法(一)

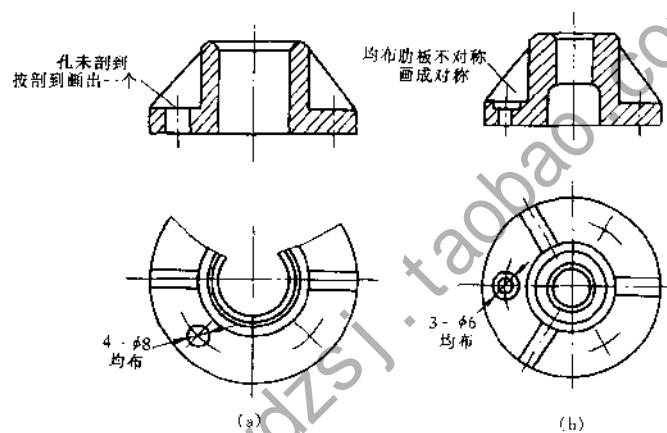


图 3-1-16 剖视图中的规定画法(二)

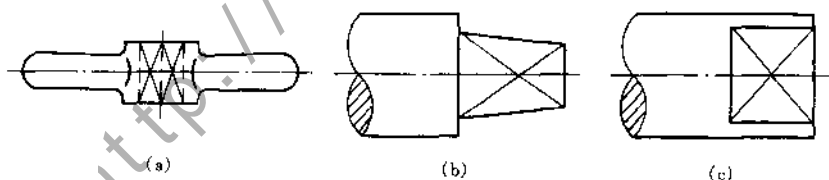


图 3-1-17 平面的规定画法

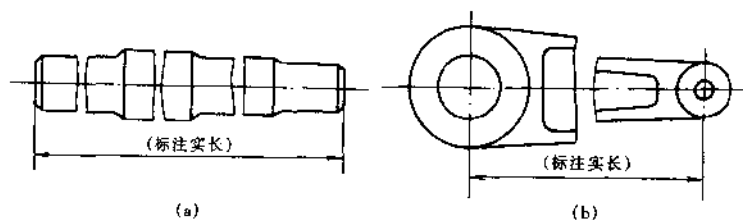


图 3-1-18 折断的规定画法

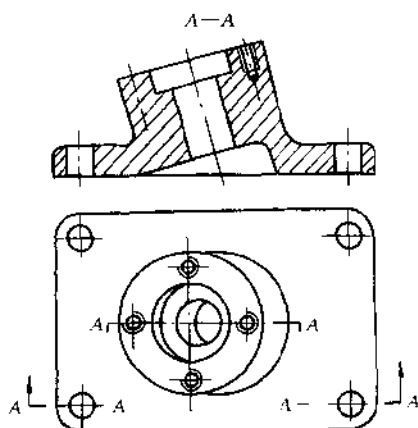


图 3-1-19 倾斜圆的规定画法

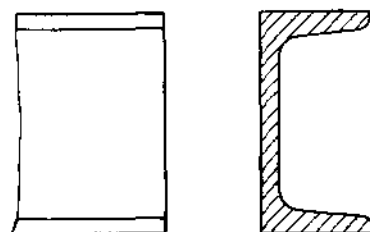


图 3-1-20 小斜度结构的规定画法

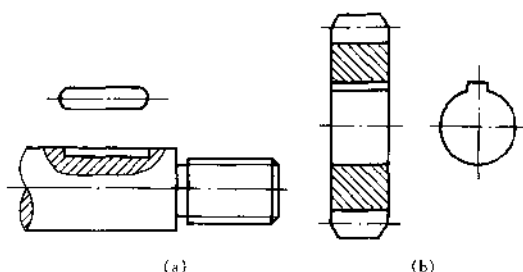


图 3-1-21 局部视图规定画法

⑩ 多孔机件的省略画法。若干直径相同且成规律分布的孔(圆孔、螺孔、沉孔等),可以仅画出一个或几个,其余只需用点画线表示其中心位置,在图中标注孔的尺寸时应注明孔的总数。如图 3-1-25 所示。

⑪ 小圆角的省略画法。在不致于引起误解时,零件图中的小圆角、锐边的小倒角允许省略不画,但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明。如图 3-1-26 所示。

⑫ 网状物及滚花的示意画法。网状物、编织物及机件上的滚花部分,可在轮廓线附近用细实线示意画出,并在零件图上或技术要求中注明这些结构的具体要求。如图 3-1-27 所示。

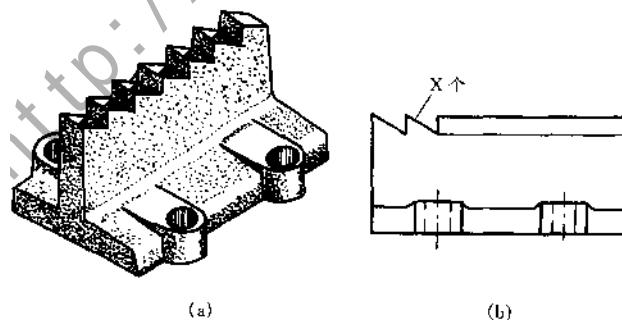


图 3-1-22 相同要素的省略画法(---)

国家标准对标准件和常用件,像螺栓、螺母、螺丝钉、弹簧、齿轮、轴承、键、销、垫圈等,都规定了它们的画法,在此就不一一说明,需要时可查阅相关标准。

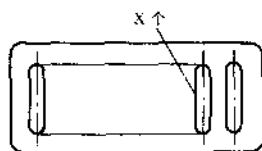


图 3-1-23 相同要素的省略画法(二)

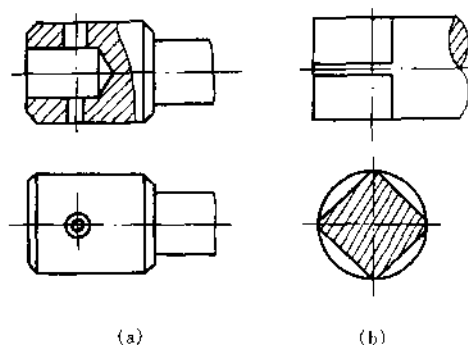


图 3-1-24 细小结构的省略画法

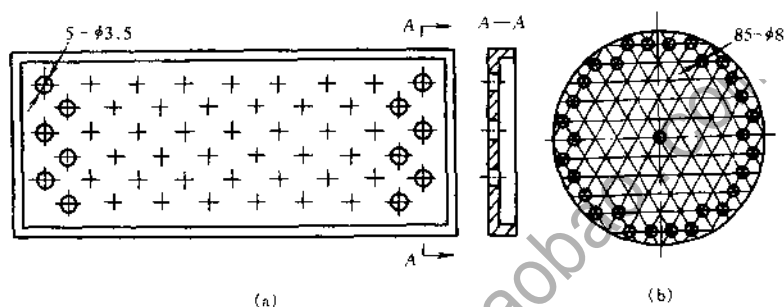


图 3-1-25 多孔机件的省略画法

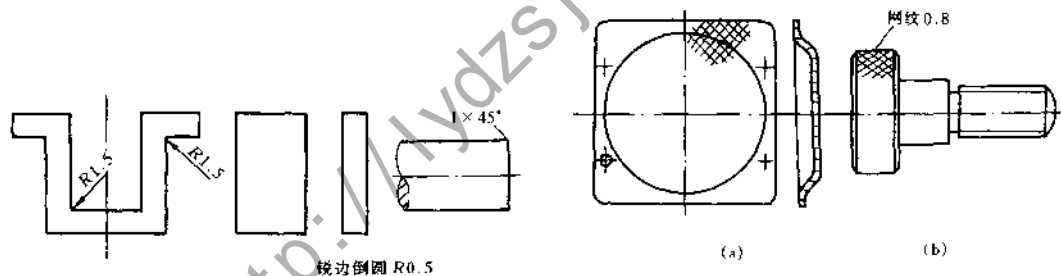


图 3-1-26 小圆角、倒角的省略画法

图 3-1-27 网状物及滚花的示意画法

3.2 零件图

3.2.1 零件图的作用与内容

采用视图、剖视、剖面、规定画法等方法,完整清晰地表达出零件各部分的结构和形状、尺寸大小、加工和检验时需满足的技术要求的图样,称为零件图。机器或部件在制造过程中,首先根据零件图做生产前的准备工作,然后按照零件图中的内容要求进行加工制造、检验。它是

组织生产的重要技术文件之一。

由图 3-2-1 滑动轴承轴承座零件图可看出，一张完整的零件图，应包括以下内容：

- ① 完整、清晰地表达零件结构形状的一组图形。
- ② 标注符合零件设计和工艺要求的全部尺寸。
- ③ 注写保证零件质量的技术要求。
- ④ 填写完整的标题栏。

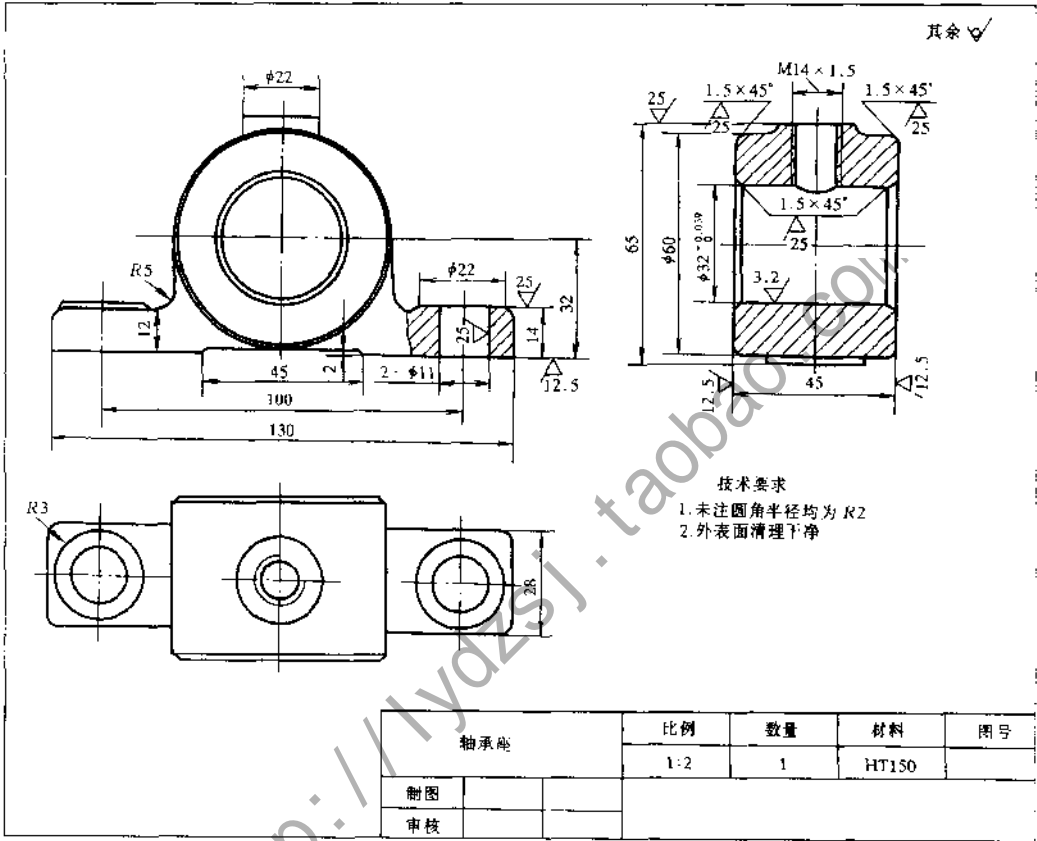


图 3-2-1 滑动轴承轴承座零件图

3.2.2 零件图的视图选择

一、主视图选择

主视图是零件图的核心,它选择的适当与否,将直接影响到其它视图的位置、数量,以及看图、绘图的方便程度。选择主视图应考虑以下原则：

- ① 表现形体特征。主视图应表示零件各组成部分的形状及其相对位置。如图 3-2-2 所示。

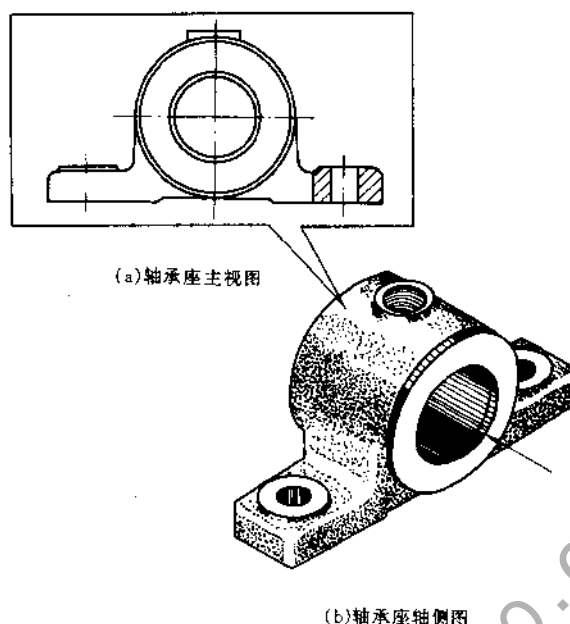


图 3-2-2 主视图选择表现形体特征

② 表现加工位置。为看图方便,可按零件在机械加工时所处的位置考虑主视图的投射方向。如图 3-2-3 所示。

③ 表现工作位置。主视图选择应尽量符合它在机器上所处位置。图 3-2-4 所示为汽车上前拖钩的主视图,它反映了前拖钩在汽车上所处位置。

在选择主视图时,除参照上述原则外,还应注意以下几点:

① 一般应首先考虑加工位置,当零件具有多种加工位置时,才考虑工作位置。

② 尽量多地显示零件的形状特征。如图 3-2-2 轴承座、图 3-2-4 汽车前拖钩,其主视图既反映了工作位置,也显示了形状结构特征。

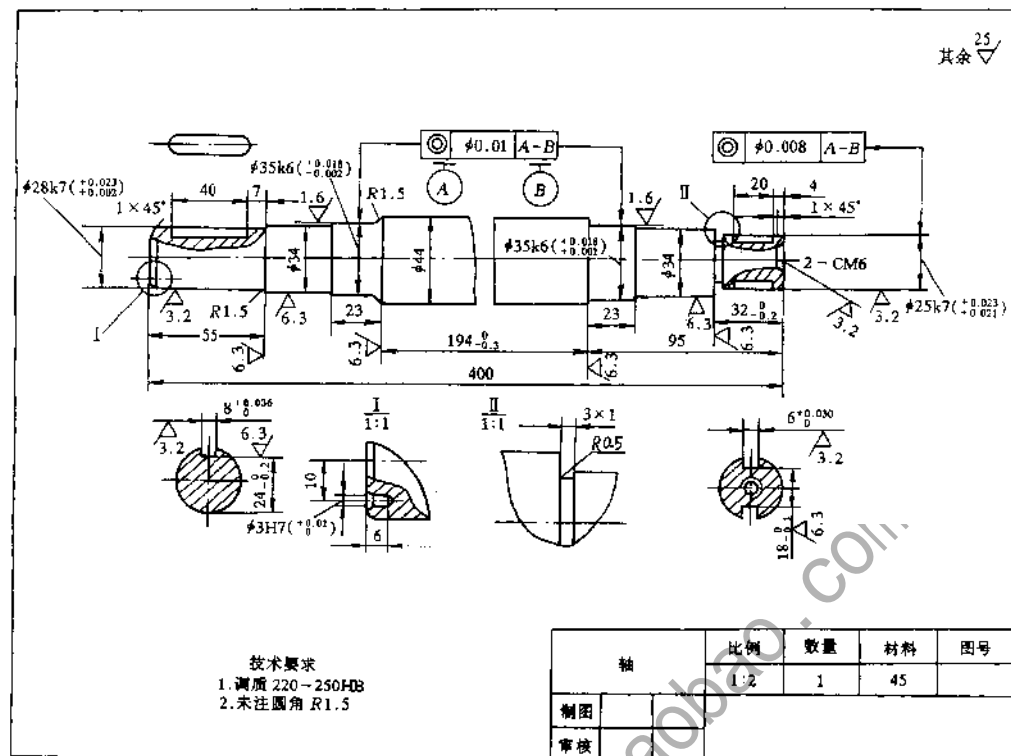
③ 在机器中若某零件的位置变动或其结构不规则,可按习惯将零件放正,作为该零件主视图的投射方向。如图 3-2-5 所示杠杆。

二、其它视图选择

在主视图确定后,其它视图的选择可按以下要求考虑:

① 在能够充分而清晰地表达零件形状结构的前提下,所选用的视图数量要尽可能少;

② 分析零件在主视图中尚未表达清楚的部分,从而来确定还应选取哪些视图来作出相应的表达。如图 3-2-6 所示零件的主视图,圆筒上部长圆孔的形状、宽度没有表达清楚,图 3-2-6(a)所示左视图只表明其宽度,如在主视图上方作一局部视图(简化画法),如图 3-2-6(b)所示,则长圆孔的形状、宽度都能表达清楚。



(a) 铣刀头轴的零件图

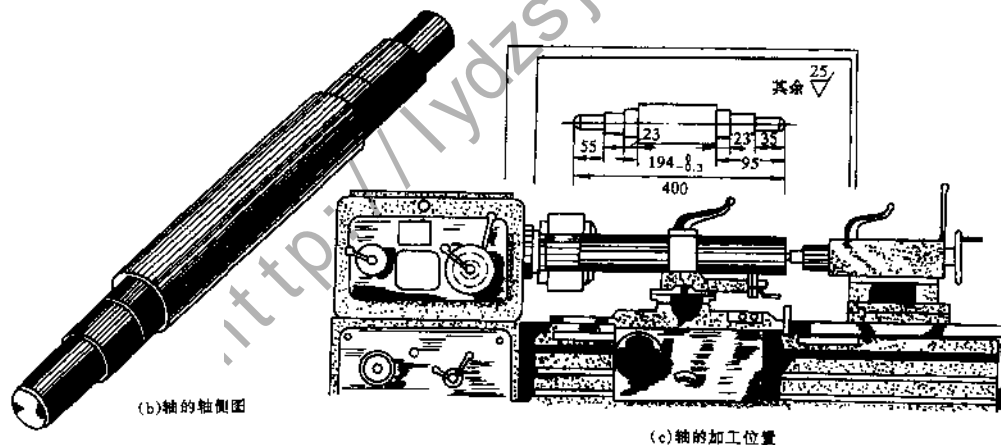


图 3-2-3 主视图选择表现加工位置

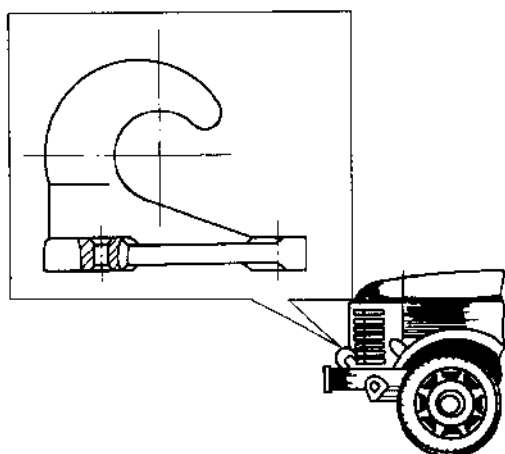


图 3-2-4 表现工作位置

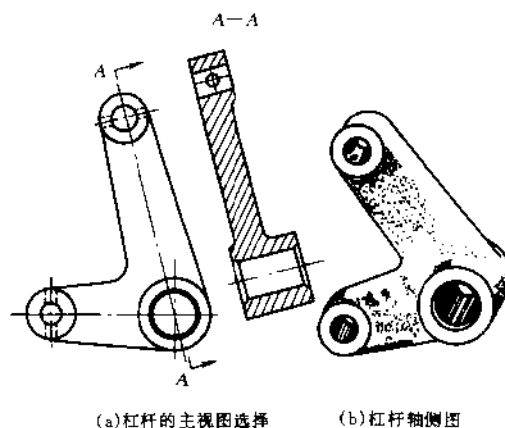


图 3-2-5 杠杆的画法

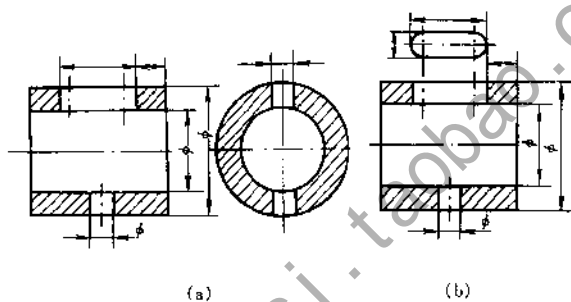


图 3-2-6 其它视图选择

3.2.3 零件图的尺寸标注

零件图上所标注的尺寸是制造零件的依据,它表示了零件各部分的大小和相对位置。在零件图上标注尺寸应遵循下列要求:

- ① 正确。尺寸标注形式应符合国家标准《机械制图》的基本规定。
- ② 完整。尺寸数量既不重复又无遗漏。
- ③ 清晰。尺寸配置应清晰,便于看图时查找。
- ④ 合理。尺寸标注应符合设计及工艺要求,以保证产品性能。

对于一个合格的零件,要使所注尺寸合理,还应注意以下几方面问题:

一、尺寸基准的正确选择

所谓尺寸基准,是指标注尺寸的起点。正确选择尺寸基准是保证零件设计要求、便于加工与测量的重要条件。

1. 基准种类

尺寸基准有设计基准与工艺基准两类。

设计基准是根据零件的结构和设计要求而确定的基准,如图 3-2-7 所示阶梯轴,在设计时,考虑到轴与轮类零件孔相配合,轴与孔应同心,因此确定轴线作为阶梯轴径向尺寸的设计基准,由此注出 $\phi 15$ 、M10 等。

工艺基准是根据对零件加工、测量要求而确定基准。如阶梯轴,在车床上加工时,车刀每一次车削的最终位置,都是从右端面为起点来测定的,如图 3-2-7(b)所示,因此右端面为长度方向的工艺基准。

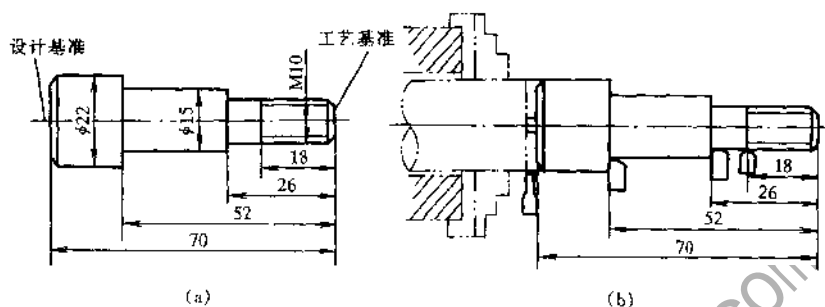


图 3-2-7 设计基准与工艺基准

2. 基准数量

每个零件都有长、宽、高三个方向,每个方向应至少有一个主要基准(一般为设计基准)。但为了加工测量方便,往往还需选用辅助基准(一般为工艺基准)。图 3-2-8(a)长度方向基准为左端面,但以左端面为基准所注尺寸,其右端凹部的深度不便测量,故选用右端面为辅助基准,此时应注意辅助基准与主要基准的尺寸联系。如图 3-2-8(b)中的 l 。

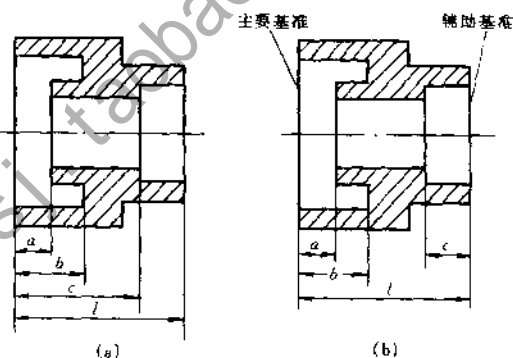


图 3-2-8 主要基准与辅助基准

二、标注尺寸的一般原则

① 对设计中的重要尺寸,要从基准出发直接注出,以保证设计要求。

② 避免尺寸注成封闭的尺寸链。图 3-2-9 所示小轴,在轴向尺寸标注中,有全长尺寸(L)、轴上各段尺寸(A 、 B 、 C),形成封闭的尺寸链。这样标注虽然轴上各段长度得到保证,但各段尺寸在加工后产生的误差积累起来,可能超出总长尺寸所允许的误差。因此,在注尺寸时,应选择其中次要的一段空出不注(称为开口环),如图 3-2-10 所示。

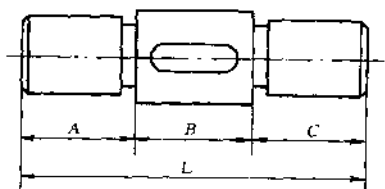


图 3-2-9 封闭尺寸链

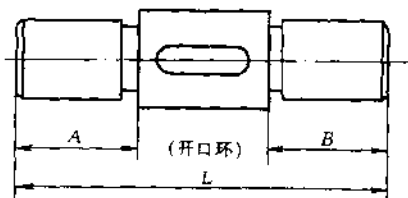


图 3-2-10 确定开口环

③ 考虑加工工艺和方便看图。图 3-2-11 是滑动轴承的下轴衬。该零件在被加工时,是与上轴衬合在一起进行的。为了便于在加工过程中检测尺寸,其半圆尺寸应按直径 ϕ 标注。

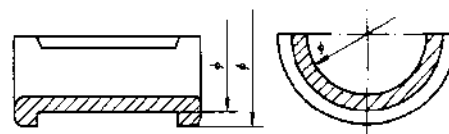


图 3-2-11 轴衬的尺寸标注

为使不同工种的工人在生产时看图方便,对于加工与非加工部位的尺寸,或不同工序的加工尺寸,应在图形两边分别标注,如图 3-2-12 所示。

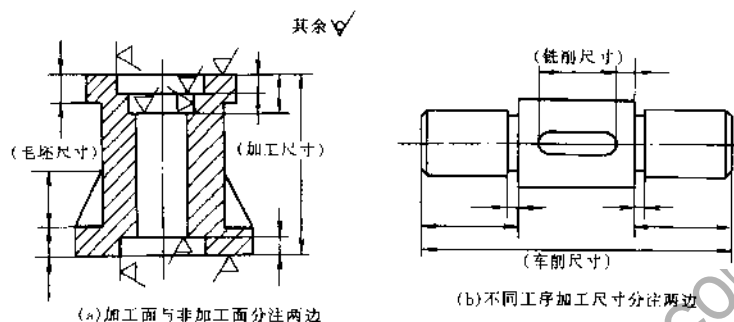


图 3-2-12 考虑加工工艺和方便看图

三、常见结构的尺寸注法

零件上常见的销孔、铰平孔、沉孔、螺孔等标准结构的尺寸,可参照表 3-2-1 示例进行标注。表中的“一般注法”和“旁注法”为同一结构的两种注写形式。标注尺寸时,可根据图形情况加以选用。

表 3-2-1 零件上常见结构的尺寸注法

	光孔		铰平孔
普通注法			
旁注法			

续表

	沉孔		螺孔		
普通注法					
旁注法					

3.2.4 技术要求、标题栏

一、技术要求

在零件图上用符号或文字注明零件在制造、检验和装配调试中应达到的有关技术标准。

二、标题栏

填写零件的名称、图号、材料、数量和作图比例等。如图 3-2-1 所示。

3.2.5 读零件图

一、读零件图的方法与步骤

- ① 一般了解。从标题栏中了解零件的名称、作图比例、材料等。
- ② 分析视图，搞清视图间的关系。按形体分析方法，想像零件的结构和形状。
- ③ 分析尺寸及技术要求。看零件图上的尺寸，首先找出三个方向的尺寸基准，按形体分析法找出各组成部分的定形、定位尺寸。各配合面的尺寸公差和有关形位公差。了解各表面的表面粗糙度要求及其它技术要求。

- ④ 把零件的结构、形状、尺寸、技术要求等内容综合起来，想像出零件的全貌。

二、读图举例

以图 3-2-13 泵体零件图为例说明看图方法。

① 从标题栏中可知,此零件是泵体,材料为灰铸铁,作图比例 1:2,图号 Lj·04。

② 分析视图。零件图共用了三个视图,主视图采用半剖视,说明零件左、右完全对称。左视图采用局部剖视,表达圆柱体的内脏。俯视图采用全剖视,表达圆柱体与底座之间的连接为 T 型肋板。从三个视图看出,泵体由圆筒、底板和 T 型肋板三大部分组成。

圆筒外壁左右各有一个圆柱形凸台,凸台中心孔为管螺纹,圆筒后端是封闭的并也有一个凸台,在内部作有一个盲孔,圆筒前沿管壁加厚,端面上作有三个螺纹孔。

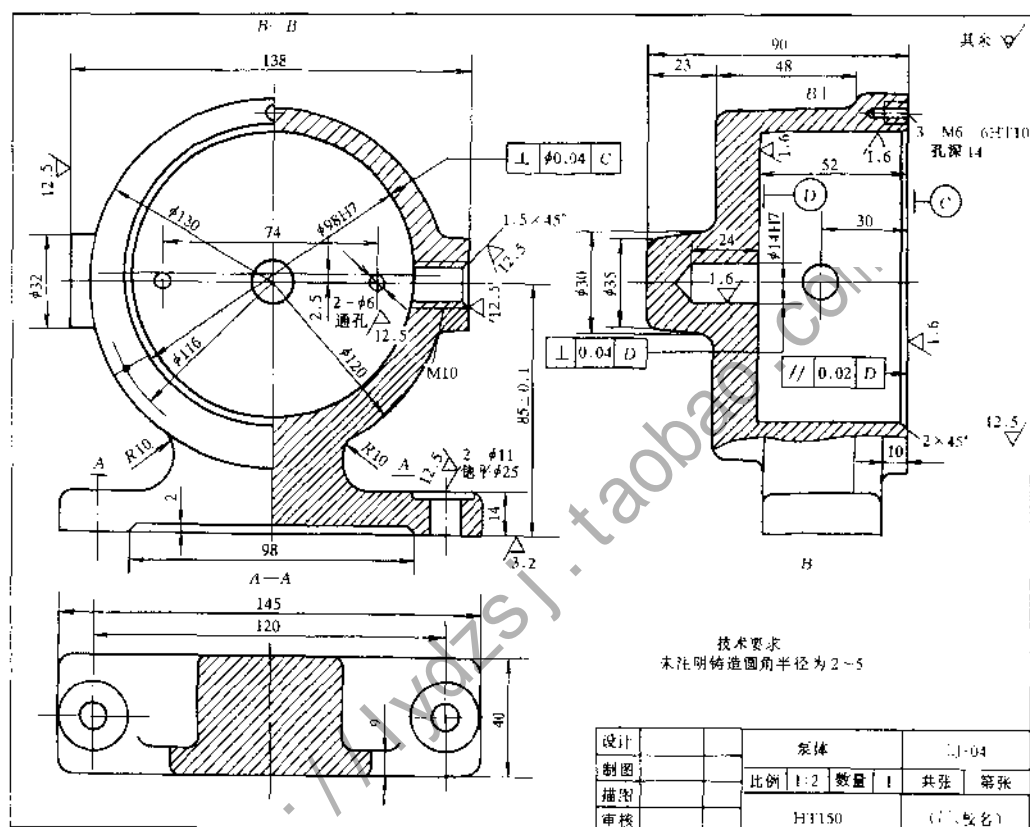


图 3-2-13 泵体零件图

底板为带有圆角的长方形,左右两边各有一个螺栓孔,底板底面中间部分凹陷。它是整个零件的底座。

肋板是一块左右两侧呈圆弧状的 T 型板,把圆柱和底板光滑地连接起来,起支撑作用。由于强度的需要,肋板较厚,断面积较大。

通过以上分析,可想像出泵的整体形状。

③ 尺寸与公差。圆筒外径为 $\phi 120$,内径为 $\phi 98$,公差为 H7。圆筒深度为 52。圆筒后底部的轴孔直径为 $\phi 14$,公差为 H7,孔深为 24。圆筒外壁左右两侧的圆柱形凸台外径为 $\phi 32$,内有管螺纹。圆筒前沿的三个螺纹孔均匀分布,直径为 M6,孔深为 14,螺纹长度为 10。

底板长 145,宽 40,厚 14。两端的螺栓孔直径为 $\phi 11$ 。底板底面凹槽深度为 2,长度为 98。

T 型肋板的断面尺寸是用 R10 的圆弧,把底板表面与圆筒外径光滑连接而成,随高度不同,断面大小不同。T 型肋板厚为 9。

泵体总长为 145,总宽为 90,总高为 $85 + \frac{130}{2}$ 。

④ 技术要求。该泵体未注明圆角半径为 R2 ~ R5,为铸件,除标有表面粗糙度要求的表面以外,其余表面不加工。圆筒内壁和端面表面粗糙度要求最高,其值为 $1.6\mu\text{m}$ 。圆筒后端底上的小轴孔轴线与筒底平面的垂直度为 $\phi 0.04$,圆筒前端面与圆筒内壁圆的垂直度为 0.04。圆筒的前端平面与筒底平面的平行度为 0.02。

将上述识读内容综合起来,就得到该泵体的整体情况,从而可将零件图全面看懂。

3.2.6 零件测绘

在修理和仿制零件时,根据实物画出草图,测量和记下各部分尺寸,确定技术要求,最后根据草图画成零件加工图,此过程称测绘。

一、零件测绘步骤

- ① 了解和分析零件。了解零件的用途、材料,分析零件的结构形状和加工方法。
- ② 选取主视图,确定表达方案。
- ③ 绘制零件草图,将测量尺寸填入图中,明确各种技术要求。
- ④ 根据草图画成零件加工图。

二、常用的测量工具

常用的测量工具有钢直尺、内卡钳、外卡钳、游标卡尺、千分尺等。对有配合要求的尺寸和表面要仔细测量,并经核实后确定。对尺寸公差精度和表面粗糙度应给出合理的数值。

3.3 装配图

3.3.1 装配图的作用和内容

装配图是表达构成机器或部件的所有零件之间的装配和连接关系的图样。它表达了机器的结构和原理。装配图是装配、调整和维修的重要技术资料。图 3-3-1 是滑动轴承的装配图,从装配图中可看出,一张完整的装配图应具有下列内容:

- ① 一组视图。用一组视图清晰地表达各零件之间的配合关系、连接关系、相对位置及传动关系等。
- ② 必要的尺寸,如装配尺寸、安装尺寸、整体尺寸等。
- ③ 技术要求。用符号和文字说明机器的装配与调整要求、检验和使用要求等。
- ④ 标题栏、明细栏。

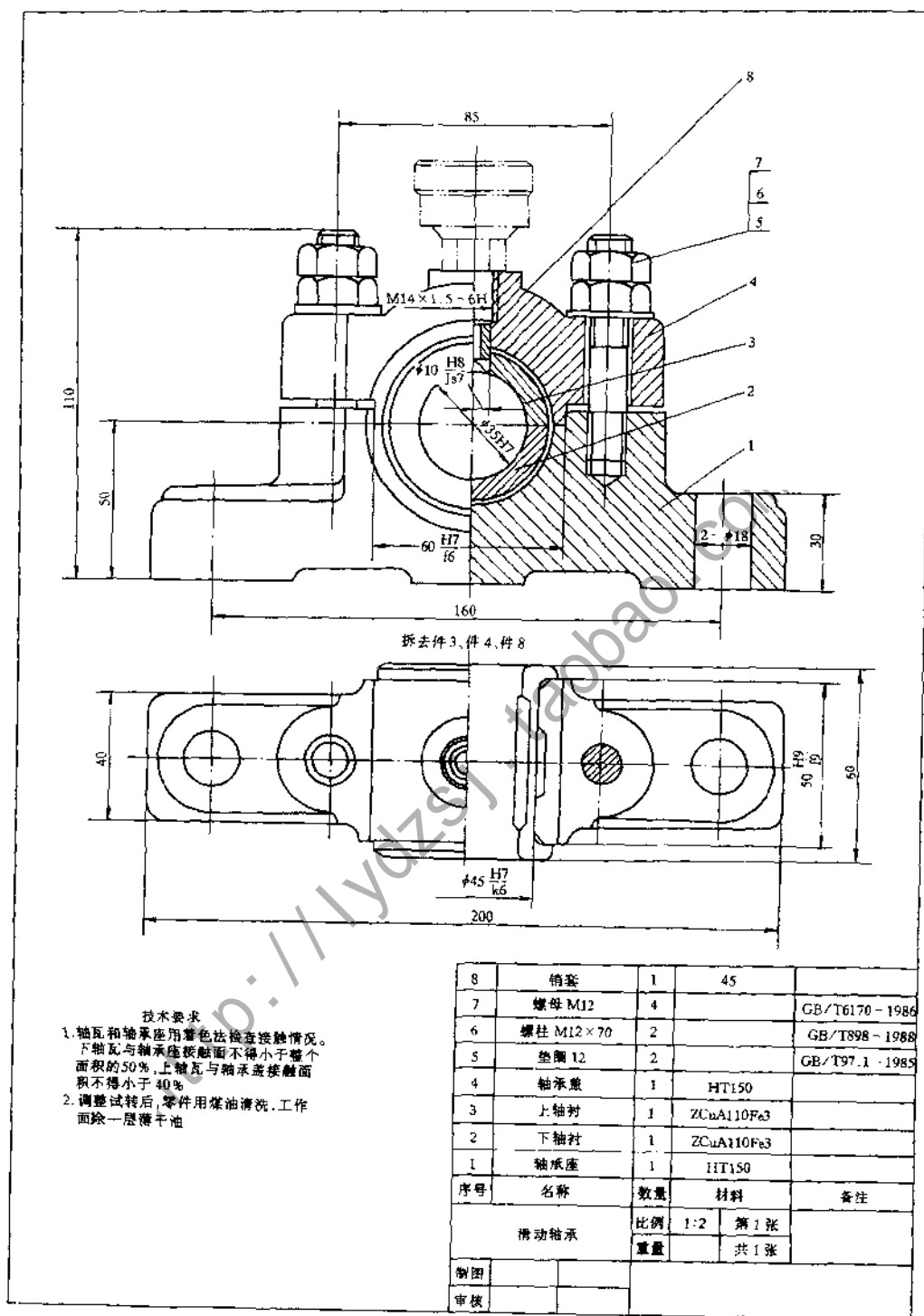


图 3-3-1

3.3.2 装配图的表达方法

一、装配图的规定画法

零件图的各种表达方法在装配图中同样适用。但由于装配所表达的目的与零件图不同,因此装配图的视图选择原则与零件图也不同。装配图主视图的选择一般应符合装配体的工作位置,并要求尽量多地反映装配体的工作原理和零件之间的装配关系。所以装配图的画法应遵循以下规定:

① 相邻两零件的接触面或配合表面,规定只画一条线。而非接触面、非配合表面,即使间隙很小,也应画两条线。

② 相邻两零件的剖面线倾斜方向应相反,如图 3-3-1 中的零件 1 与零件 4;若相邻零件多于两个时,剖面线应以间隔不同以示区别;同一零件在各视图上的剖面线画法应一致。

③ 在装配图上作剖视时,当剖切面通过标准件(螺母、螺丝钉、键、销等)和实心件(轴、杆、柄等)的基本轴线时,这些零件按不剖绘制,如图 3-3-1 所示主视图上半剖视图中的螺母、垫圈、双头螺柱。

二、装配图的特殊表达方法

1. 拆卸画法

在某视图上已表达清楚的零件,如在另一视图上重复出现,可假想将该零件拆去不画。如图 3-3-1 所示的俯视图,是将轴承盖、上轴衬等沿对称轴线拆去一半后画出的。对于拆去零件的视图,可在视图上方标注“拆去件×、×、……”。

2. 假想画法

对于与该部件相关联但不属于该部件的零(部)件,可用双点画线画出其轮廓,以表达该部件的装配关系和工作原理,如图 3-3-1 中的油杯。对于某零件在装配体中的运动范围或极限位置,也可用双点画线画出其轮廓,如图 3-3-2 所示。

3. 简化画法

① 对于同一规格、均匀分布的螺栓及螺母等联接件或相同的零件图,允许只画一个或一组,其余用中心线或轴线表示其位置,如图 3-3-3(a)所示。

② 对于滚动轴承、密封圈、油封等,可仅画出对称图形的一半,另一半画出其外廓,并在其中画交叉的细实线,如图 3-3-3(b)中滚动轴承的画法。

③ 零件上的工艺结构,如倒角、倒圆、退刀槽等可省略不画。六角螺栓头部及螺母,因倒角而产生的曲线也可省略不画,如图 3-3-3(b)所示。

4. 夸大画法

对于薄、细、小间隙,以及斜度、锥度很小的零件或部位,可以适当地加厚、加粗、加大画出;对于厚度或直径小于 2mm 的薄、细零件或部位的剖面,可用涂黑代替剖面线,如图 3-3-3(b)所示。

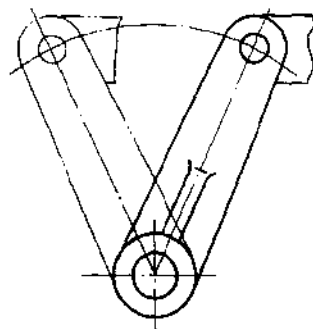


图 3-3-2 运动零件的极限位置

中端盖与箱体凸台之间的垫片画法。

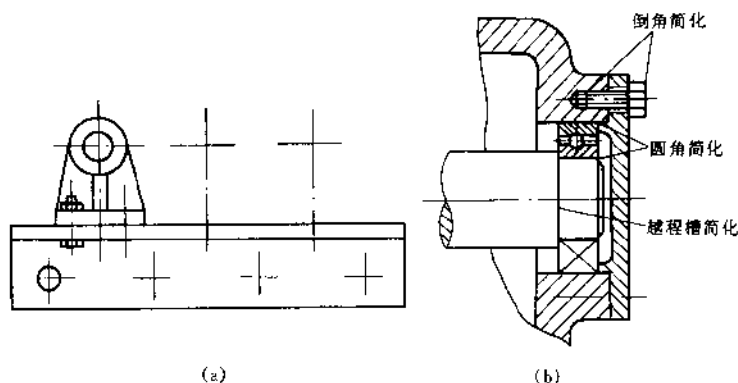


图 3-3-3 简化画法

3.3.3 装配图的尺寸标注、零件编号及明细栏

一、尺寸标注

1. 性能尺寸

这类尺寸表明装配体的性能和规格大小。如图 3-3-1 中轴承孔的直径 $\phi 35$ 反应所支承的轴的直径大小。

2. 装配关系尺寸

表明装配体上相关零件之间的装配关系。如图 3-3-1 中的配合尺寸 $\phi 35H7/60 \frac{H7}{f6}$, 主要轴线的定位尺寸 $\phi 35H7$ 孔的中心高 50。

3. 安装尺寸

如图 3-3-1 中轴承座上两安装孔的直径 $\phi 18$ 和两孔中心距 160。

4. 总体尺寸

如图 3-3-1 中总长 200, 总宽 60, 总高 110。

二、零件编号和明细栏

为了便于看图和生产管理, 对组成部件的所有零件, 应在装配图上编写序号, 并在标题栏上方编制相应的明细栏, 如图 3-3-1 所示。

3.3.4 装配图的画法

装配图的形成, 一是对新产品的构思而绘制的装配图; 二是通过对现有机件(部件)进行测绘而绘制的装配图。无论哪种形式, 在画图前都必须对该装配体的功用、工作原理、结构特点以及装配体中零件的装配关系等有一个全面的、充分的了解与认识。现以滑动轴承为例, 介绍装配图的绘制方法与步骤。如图 3-3-4 所示。

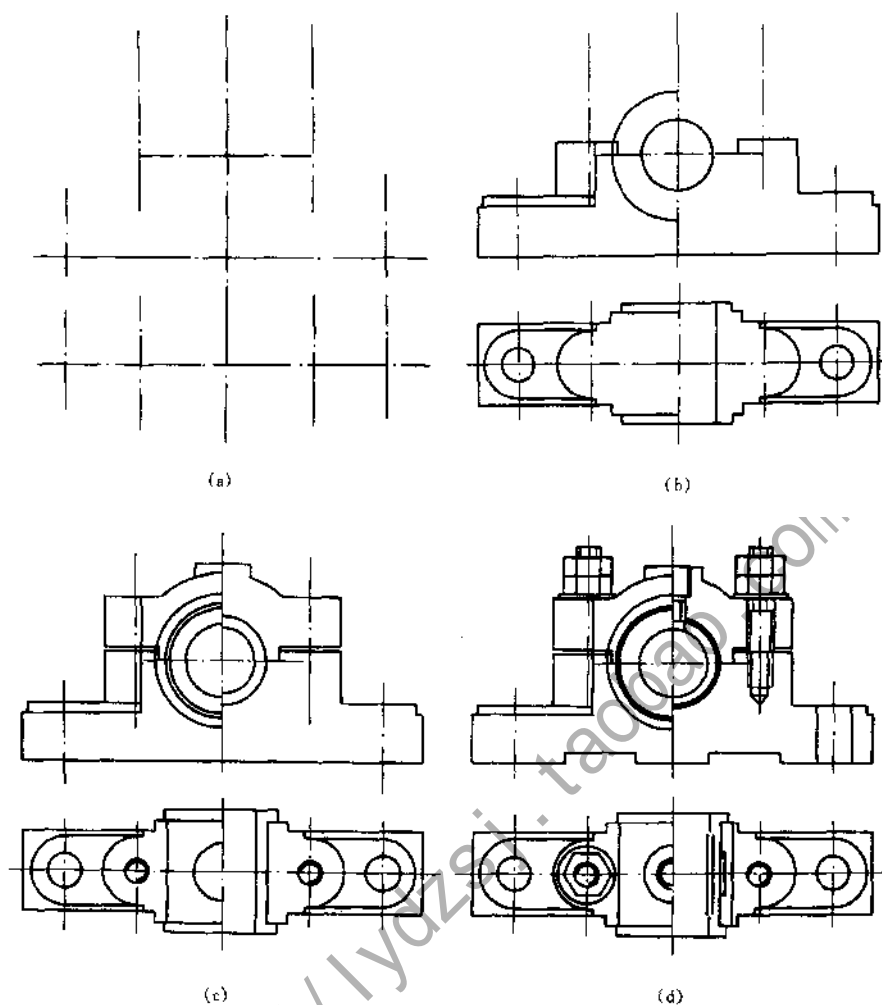


图 3-3-4 滑动轴承装配图画图步骤

① 定比例、选图幅、合理布局。画图的比例及图幅大小,应根据装配体的大小、复杂程度及所确定的表达方案而定,还要考虑尺寸标注、编注序号、明细栏等所占的位置大小。

视图的布局通过画装配体的基准面、基准线来安排,如图 3-3-4(a)所示。

② 依次画主要件和较大零件的轮廓,如图 3-3-4(b)、图 3-3-4(c)所示。画每一零件时,均应在各视图中按各部分对应关系同时进行。

③ 画其他零件及各零件的细节部分,按事先确定的方案画出剖视部分或其他图形,如图 3-3-4(d)所示。

④ 检查所画视图,加深图线,标注尺寸和注写技术要求,编序号,填写标题栏、明细栏。完成的装配图见图 3-3-1。

⑤ 对完成之图进行全面校核。

制冷设备常用到密封结构,以防止液体或气体的渗漏。其结构一般分为三种形式:一是毡圈式密封,如图 3-3-5 所示,在轴孔内加工出一个梯形截面的环槽,槽内放入毛毡圈或橡胶

圈,靠圈的弹性紧贴在轴上而起密封作用。二是填料式密封结构,如图 3-3-6 所示,填料被压盖压紧时即可达到密封。三是垫片密封,如图 3-3-7 所示,为了防止液体或气体从两零件结合面渗漏,常用此法。

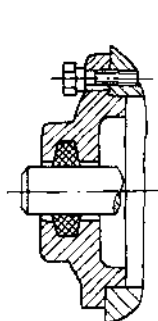


图 3-3-5 毛圈式密封

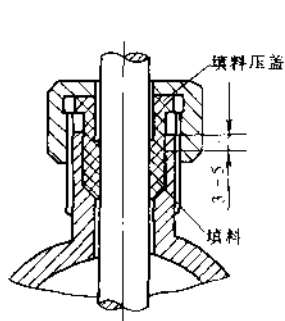


图 3-3-6 填料式密封

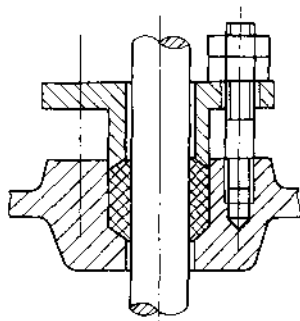


图 3-3-7 垫片密封

3.3.5 看装配图

在使用和维修设备过程中,都需要阅读装配图。现以图 3-3-8 旋塞的装配图为例,说明读装配图的具体方法和步骤。

一、概括了解

从标题栏中可知本部件为旋塞,从特性尺寸 260、230、 $\phi 160$ 、 $\phi 60$ 等可了解其大小。结合实践经验和产品说明书,可了解它的规格、用途和适用条件。该旋塞安装在管道中,用来控制流体的流量。阅读明细表并对照序号,可知它由 11 种零件组成,其中两种为标准件。

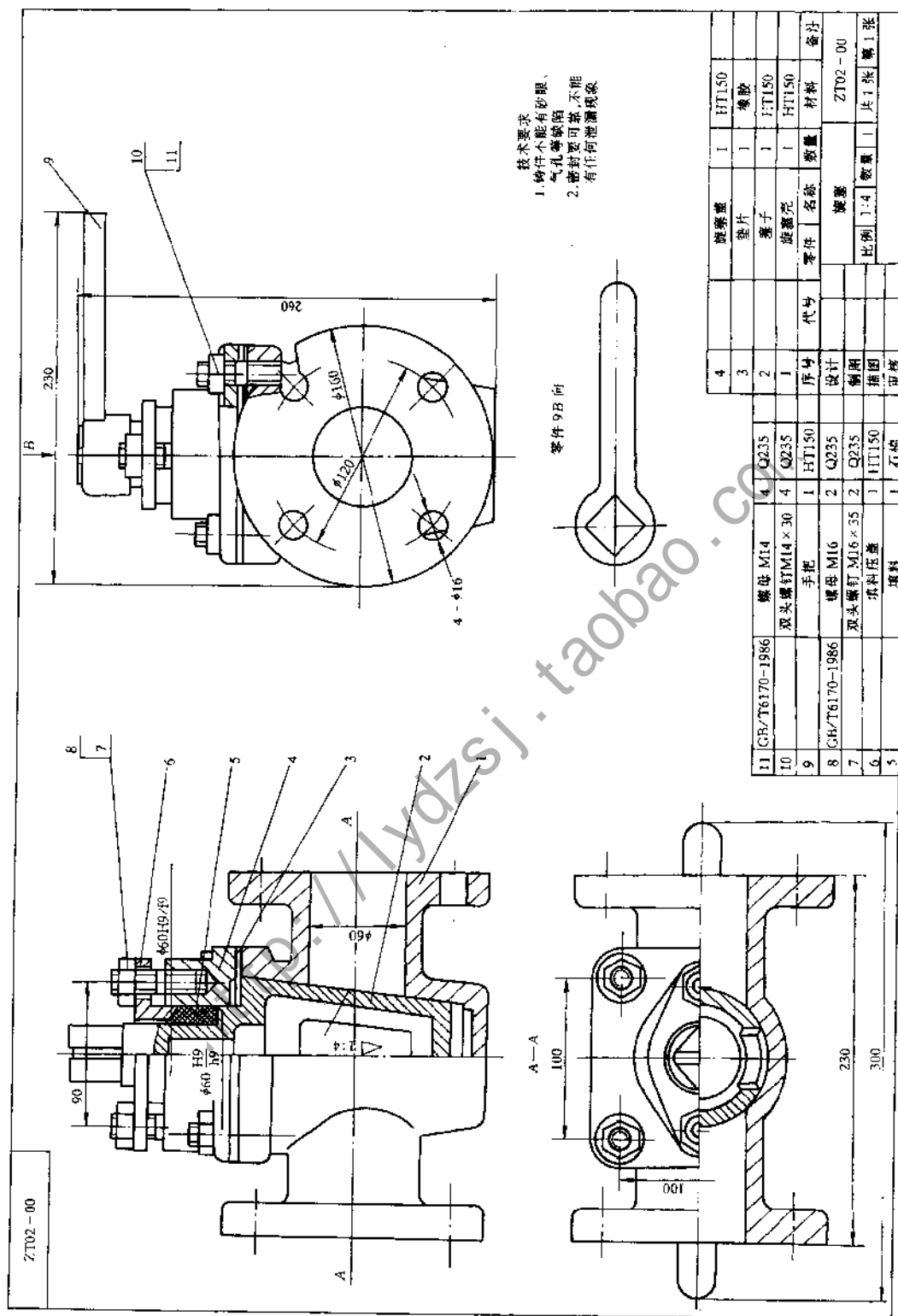
二、视图分析

在四个视图中,主视图采用半剖视,用来表达内部装配关系和外部形状。左视图表示外形,用局部剖视图表达零件 1 和 4 的连接方法。俯视图为半剖视,表达内部塞子 2 处于关闭状态,外形图表达了零件 4、6、1 的形状。主、俯视图采用了拆去手把 9 的拆卸画法,而手把 9 采用了单个零件的表达方法(左视图中的 B 向)。

三、工作原理分析

旋塞壳 1 的左右有液体的进、出口,其内孔径为 $\phi 60$ 。塞子 2 与旋塞壳靠圆锥面配合密封。塞子的空心锥体上有两个梯形孔,当其处于图示位置时,壳体的进、出液管道被塞子关闭,液体不能通过。若手把带动塞子旋转 90° ,塞子上的梯形孔则与壳体上的管道连通,液体流通且流量最大。若塞子转动幅度小于 90° ,可控制液体流量。

1 与 4 结合面处用垫片 3 密封,以防止泄漏。塞子和旋塞盖的密封采用填料密封结构。



§ 3.3.8 旗塞的配置

四、了解零件之间的装配关系

主视图中的 $\phi 60H9/f9$ 、 $\phi 60H9/h9$ 分别表示压盖与旋塞盖、塞子与塞盖之间的配合要求。紧固件 7、8 和 9、10 分别表示了它们的连接关系。紧固件的位置分布在主视图和俯视图中,已表达清楚。

五、分析零件的结构和作用

从明细表和序号中知道了零件名称,根据零件在图中的位置、投影关系和剖面符号,可确定零件的轮廓范围,分析出它的几何形状。

六、分析拆装顺序

装配时的顺序是:在旋塞壳体 1 上装入塞子 2,放好垫片 3 和旋塞盖 4,由螺栓 10 和螺母 11 紧固。然后装入填料 5,压好填料压盖 6,由 7、8 紧固。装上手把即可转动塞子。

拆卸顺序与装配顺序相反,读者可自行分析。

3.4 家电产品识图

对于家电产品维修技术人员,理解和熟悉电路是非常必要的,所以应首先学会识别和分析电路图,下面通过对几种家电产品的电路分析,练习电路的识图方法。

3.4.1 洗衣机电气原理图

图 3-4-1 为某双桶洗衣机的控制电路。图中 MS 为定时器用微型同步电动机;M1 为洗涤电机;M2 为脱水电机;SA1 为洗涤定时器;SA2 为脱水定时器;H 为蜂鸣器;S 为脱水桶盖安全保护开关;FU1、FU2 为保险丝。电路的控制过程如下:

一、洗涤控制

洗涤控制电路由洗涤定时器 SA1、洗涤电机 M1、蜂鸣器 H 和保险丝 FU1 组成。电路控制过程为:插好电源,转动洗涤定时器旋钮,使 K2 与触点 b 接通,同步电机 MS 得电,走时开始。这时,凸轮在定时器的控制下,转换开关 K3 与触点 c、d 两点交替通断。当 K3 与 c 接通时,电流由火线经 1→K2→b→5→c→2。从 2 点分成两路:一路经绕组 c→FU1→零线;另一路经电容 C1→3→绕组 D→FU1→零线。绕组 D 在电容 C1 作用下产生电流相位超前于绕组 C 90° ,洗涤电机 M1 得以启动并运转,设为正转。正转一定时间后,凸轮控制

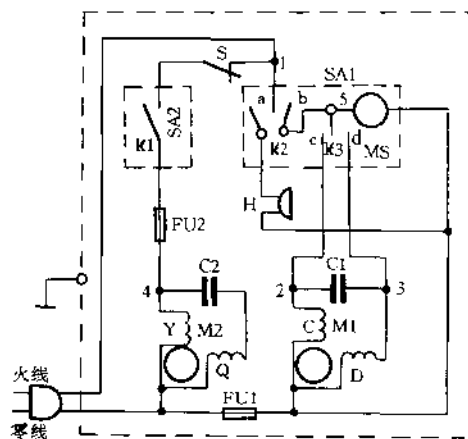


图 3-4-1 双桶洗衣机电路

转换开关 K3 与触点 c 断开,处于中间位置即暂停位置,洗涤停止。再经一段时间后,K3 又与触点 d 接通,电流从火线经 1→K2→b→5→d→3。从 3 点又分成两路:一路经绕组 D→FU1→零线,另一路经电容 C1→绕组 C→FU1 零线。致使绕组 C 的电流相位又超前于绕组 D 90°,电动机 M1 开始反转。反转一定时间后,K3 又置于暂停位置,这样,洗涤电动机就按上述的正转→(间歇)→反转→(间歇)→再正转,周而复始地工作,最后完成整个洗涤过程。

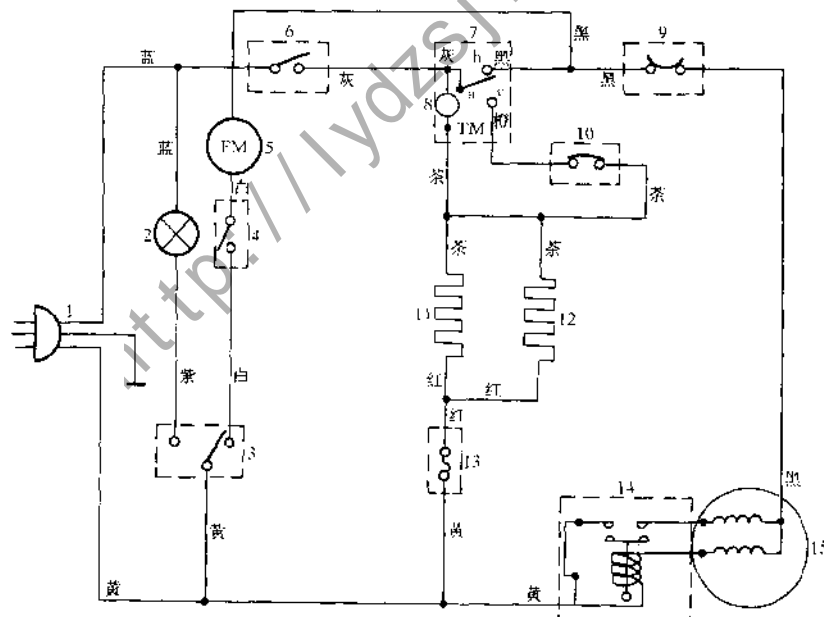
定时器在 MS 带动下走时,时间走到结束时,转换开关 K2 与触点 b 断开、与触点 a 接通。这时电流由火线经 1 点→K2→a→H→FU1 回至零线。蜂鸣器 H 接通,发出提示声音。过一段时间后 K2 与 a 断开回到中间位置,提示声结束,洗涤结束。

二、脱水控制

脱水控制电路由脱水电机 M2、脱水定时器 SA2、脱水桶盖安全保护开关 S 和保险丝 FU2 组成。电路控制过程为:盖好脱水桶盖,S 接通。转动脱水定时器(SA2)旋钮,使 K1 接通。这时电流从火线经 1 点→S→K1→FU2→4,从 4 点分成两路:一路通过运转绕组 Y→零线;另一路从 4→C2→启动绕组 Q 回到零线,致使绕组 Q 的电流相位超前于绕组 Y 90°,于是电机 M2 获得启动电流。脱水电机 M2 启动并运转。脱水时间达到定时器 SA2 设定的时间后,K1 脱开,脱水结束。

3.4.2 电冰箱电气原理图

间冷式自动除霜电冰箱电路如图 3-4-2 所示,各部分控制电路分析如下:



1-单相 220 伏电源插头;2-照明灯;3-冷藏室照明灯开关;4-冷冻室风扇开关;5-风扇电机;
6-温度控制器;7-化霜定时器;8-同步电机;9-过流保护器;10-化霜温控器;11-化霜加热器;
12-排水加热器;13-温度保险丝;14-重锤式启动器;15-压缩机

图 3-4-2 间冷式自动除霜电冰箱电路图

一、照明电路

照明开关的常闭触点接箱内照明灯;常开触点接风扇电机。当冷藏室门打开时,接通照明灯;冷藏室门关闭时,接通风扇电机。

二、制冷系统电路

压缩机电机启动绕组与启动器串联,实现电动机启动;电动机运行绕组与过流保护器、化霜定时器、温度控制器串联,由化霜定时器控制电冰箱是处于“制冷”还是处于“化霜”状态。

三、冷风循环电路

风扇电机由装在冷冻室侧的风扇开关(冷冻室门开关)和与之串联的冷藏室照明开关(冷藏室门开关)控制。冷冻室风扇开关是一对常开触点,门关闭时此开关令电路接通,使风扇电机旋转,进行冷风循环,与此开关串联的是冷藏室开关的常开触点,冷藏室门打开时风扇电机停止工作,此时冷藏室的箱内灯同时接亮。这个电路接在化霜定时器上,与压缩机电路并联,使其同步工作。

四、自动化霜电路

这个电路由化霜定时器、化霜加热器、排水加热器、温度保险丝等组成。其工作状态分为制冷—化霜开始—化霜终止—重新制冷四个过程。

1. 制冷

此时化霜定时器的触点 a、b 接通,压缩机根据所调温度制冷,当蒸发室温度低于 -4.5°C 时化霜温控器接通。制冷时,定时器与电源另一端之间有两个回路,一个是压缩机工作回路,一个是定时器绕组与化霜电热器及排水加热器(两者并联)、温度保险丝的串联电路,即自动化霜电路,第二个回路中,定时器绕组两端电阻远大于加热器两端电阻,所以绕组两端电压降接近电源电压,因而定时器工作,加热器两端电压降很小,且定时器工作电流很小,所以此时它们只起“导线”作用。

2. 化霜开始

当压缩机工作时间累计达设定的 8 小时 ± 5 分钟时,定时器自动转换到接通触点 a、c,此时化霜温控器处在制冷时接通,因此,定时器的两端没有电压降,电源电压便全部施加在二组电加热器上,化霜加热器融化蒸发器上的霜层,排水加热器加热排水盆让霜水流出。

3. 化霜终止

当电热器加热、霜融化而使蒸发室温度达到 $14 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 时,化霜温控器自动断开,但化霜定时器仍处在 a、c 接通位置。此时定时器绕组两端电压降恢复至接近电源电压,使定时器重新工作。此时整个电路只有定时器工作的微弱电流。

4. 重新制冷

定时器重新运转 7 分钟后,定时器又自动接通触点 a、b,此时除定时器继续工作外,压缩机也重新工作,即电冰箱重新制冷。箱温再次下降,当蒸发室温度降至 -4.5°C 时,化霜温控器又接通,为下次化霜作准备。冰箱重新工作,直至压缩机工作时间累计 8 小时的时候,重新开始下一次的化霜周期,如此循环不息。

3.4.3 空调器电气原理图

窗式空调器的电气原理图如图 3-4-3 所示。各部分控制电路分析如下。

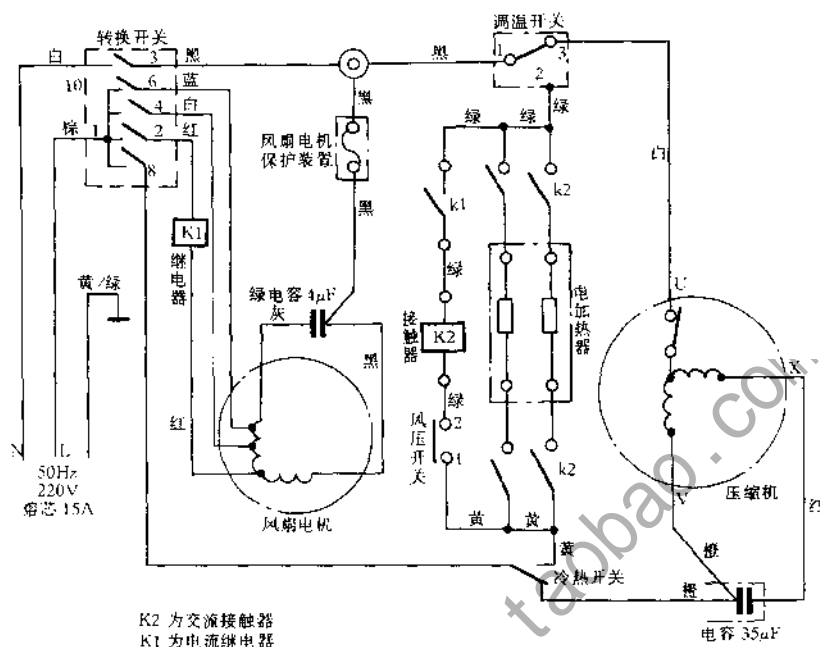


图 3-4-3 窗式空调器电气原理图

一、风扇电机控制回路

如图 3-4-3 所示, 电源、转换开关(XK—1)、风扇电机、启动电容(4μF)、风扇电机保护装置、继电器 K1 等构成一个由转换开关直接控制的电路。其控制回路如图 3-4-4 所示。

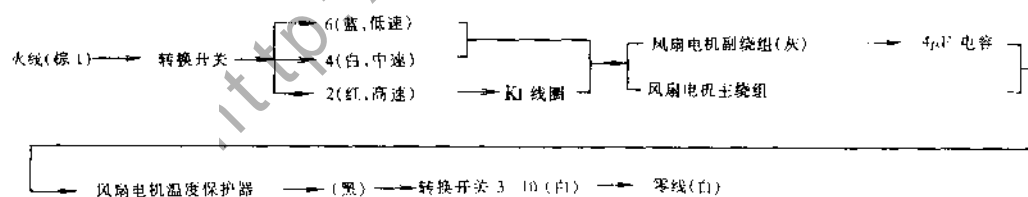


图 3-4-4 风扇电机供电回路

由图 3-4-3 可知, 电机转速的快慢取决于运转绕组上的电压高低。当转换开关 1—2 接通时, 风扇电机(即风机)高速抽头通电, 风机高速运转; 转换开关 1—4 接通时, 风机中速运转; 转换开关 1—6 接通时, 风机低速运转。转换开关在制冷、制热、风机工作挡位时, 接点 10—3 呈闭合状态。K1 为电流继电器。

二、制冷时压缩机供电回路

制冷时,压缩机供电回路也是一个简单的转换开关控制电路,其特点是回路上多了一个调温开关和一个冷热切换开关。压缩机供电回路如图 3-4-5 所示。

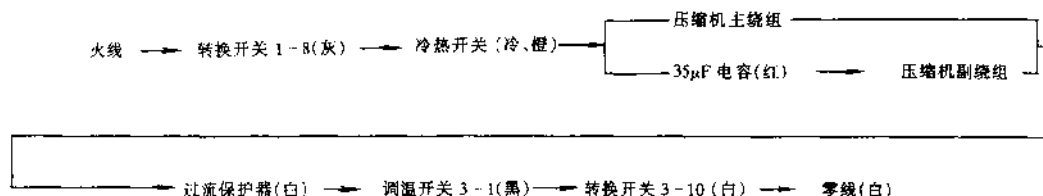


图 3-4-5 制冷时压缩机供电回路

当转换开关在制冷位置时,转换开关接点 10—3、1—8 接通,只要冷热开关处于“冷”位置,调温开关接点 1—3 接通(温度高于设定值时),则压缩机通电工作。当温度达到设定值时,调温开关接点 1—3 自动断开,压缩机断电停机。冷热开关是个切换开关,打在制热挡时,切断压缩机火线控制回路,压缩机不工作。

当转换开关在高冷挡位时,风机处于高速状态。转换开关在中冷、低冷挡位时,则风机相应处于中速、低速状态。

三、制热控制回路

由图 3-4-3 可以看出,制热电路既是一个开关电路,又是一个典型的继电器—接触器控制电路。整个电路可分为主回路和控制回路两部分。

1. 主回路

当转换开关处于制热位置、冷热开关处于热挡、调温开关 1—2 点接通时,220 V 电源即送入交流接触器 K2 的电源输入端。

当接触器线圈 K2 通电时,常开触点 k2 闭合,电加热器通电制热。

2. 控制回路

接触器 K2 线圈的供电回路为控制回路。要使接触器 K2 通电,此控制电路需满足两个条件:

- ① 电流继电器 K1 常开接点 k1 闭合;
- ② 风压开关接点 1—2 闭合。

只有风机在高速运转时才能满足上述两个条件,从而起到保护作用。

3.5 绘制电气接线图

电气接线图是安装电气设备和控制元件以及互相之间接线用的图。是进行安装接线、线路检查、维修和故障分析处理的主要依据。电气接线图画出了各控制元件之间的具体连线和连接线的具体规格。图 3-5-1 是三相异步电动机点动控制的电气原理图和电气接线图,由图可见电气原理图与电气接线图有很大区别。现以图 3-5-1 为例,介绍电气接线图的绘制

方法。

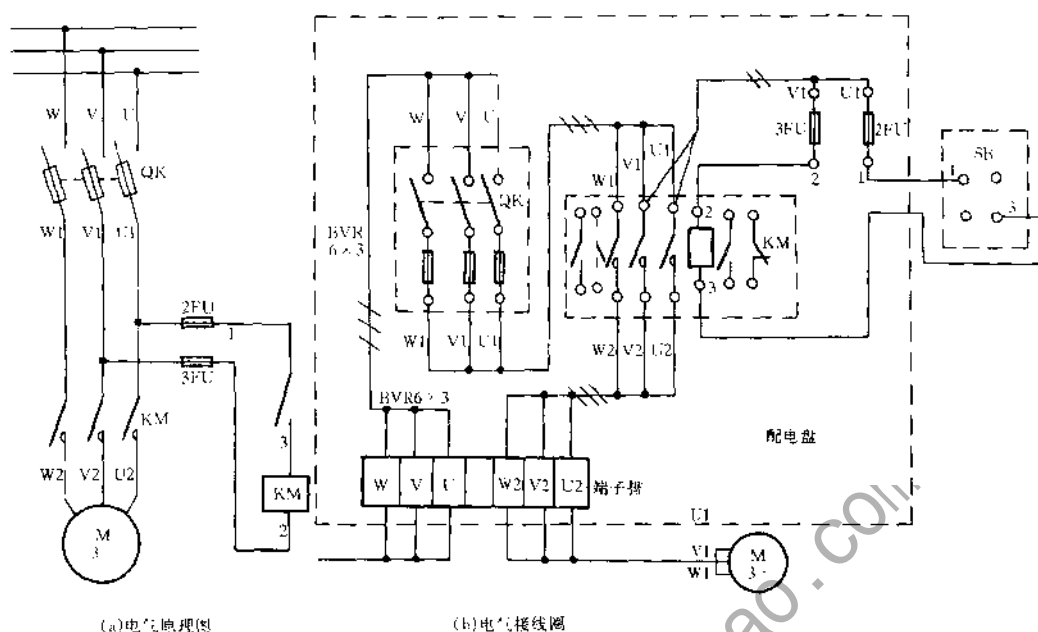


图 3-5-1 三相异步电动机点动控制的电气原理图和电气接线图

① 电气接线图只标明电气设备和控制元件之间的相互连接线路,不标明电气设备和控制元件的动作原理。但电气接线图必须保证电气原理图中各电气设备和控制元件动作原理的实现。

② 实际电气设备和控制元件结构都很复杂,画接线图时,只能画出接线部件的电气图形符号。电气图形符号必须按照国家标准规定的符号绘制。如图 3-5-1(b)中的三相异步电动机、熔断器等。

③ 电气接线图中每个电气设备、装置和控制元件位置是依据它所在实际位置绘制的。同一个元器件集中绘制在一起,而且用虚线框起来,如图 3-5-1(b)中带熔断器的刀闸开关(QK)、接触器(KM)等。有的元器件用实线框图表示出来,其内部结构全部略去,而只画出外部接线,如半导体集成电路在电路图中只画出集成电路和外部接线,而在实线框内标出元器件的型号。

④ 电气接线图中的每条线都标有明确的标号(称为线号)。每根线的两端必须标同一个线号。串联元器件的导线线号标注有一定的规律,即串联的元器件两边导线线号不同。由图 3-5-1 带熔断器刀开关(QK)两边导线可见,进入刀开关 QK 的三根导线线号分别为 W、V、U,而从刀开关接出的三根导线线号分别为 W1、V1、U1。

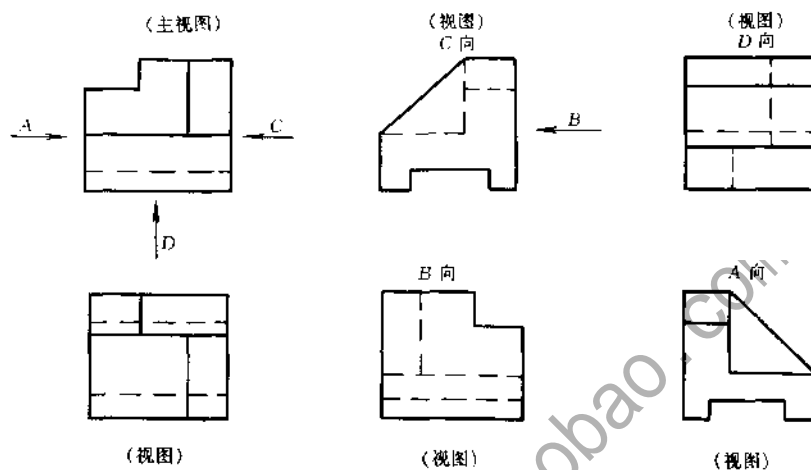
电气接线图中标有同线号的导线可以并接于一起,如图 3-5-1(b)中连接熔断器 2FU 的两根线和连接交流接触器 KM 主触点的两根线号均为 V1 和 U1,则说明这四根线都来自刀开关 QK 下端的 V1 和 U1 处;也就是说从刀开关 V1 和 U1 处可各引出两根线分别接于 KM 主触点和熔断器 2FU 的进入端。

⑤ 元器件接线的进线端为元器件的上端接线柱,而出线端为元器件的下端接线柱。

⑥ 电气接线图中的各电气设备和控制元件,其具体型号可标在每个控制元件图形旁边,或者画表格说明。

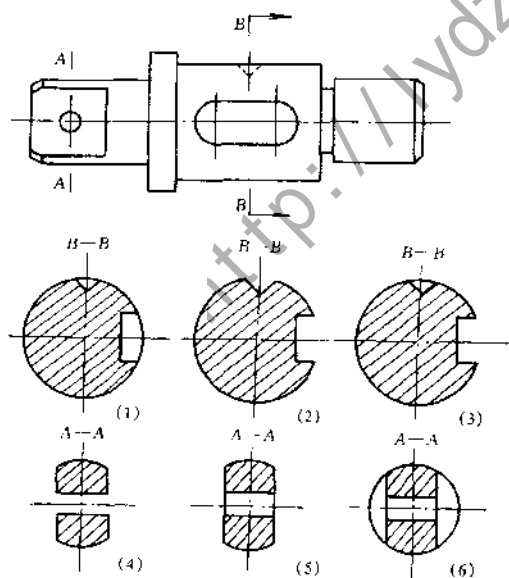
练 习 题

1. 填空回答问题图 3-1 中各图各为哪一种基本视图。

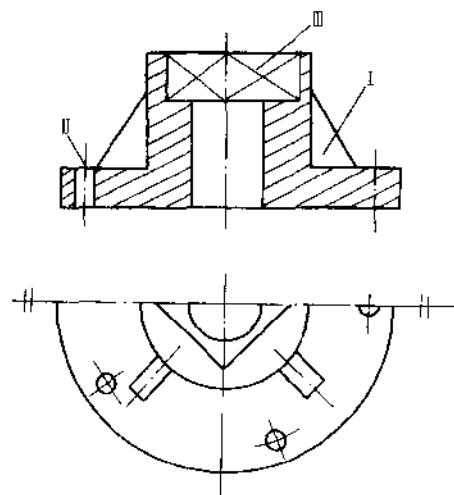


题图 3-1 几种基本视图

2. 观看题图 3-2 中的断面图,正确的是_____。
3. 看懂题图 3-3 视图并回答问题。



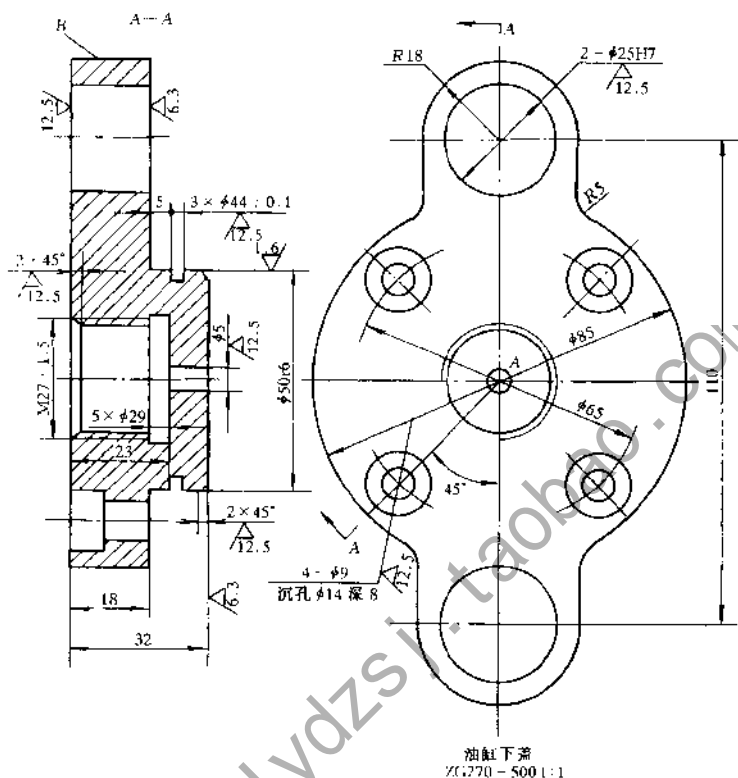
题图 3-2 几种断面图



题图 3-3 几种视图

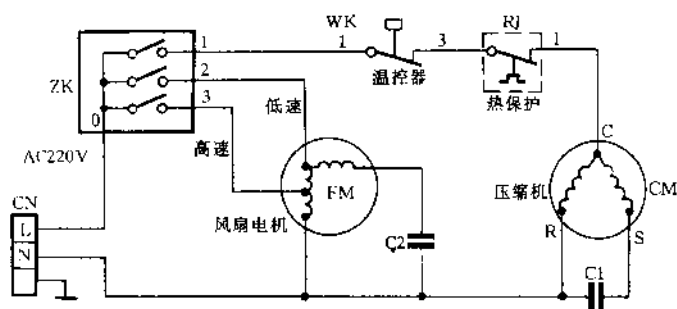
① I 处为_____结构,共_____处。

- ② 小孔Ⅱ共有_____个。
 - ③ Ⅲ处画出的对角线表示_____结构。
 - ④ 中间的大圆孔是不是通孔?
 - ⑤ 俯视图左、右两端的一对平行线是何含意?
4. 看题图 3-4 回答问题。

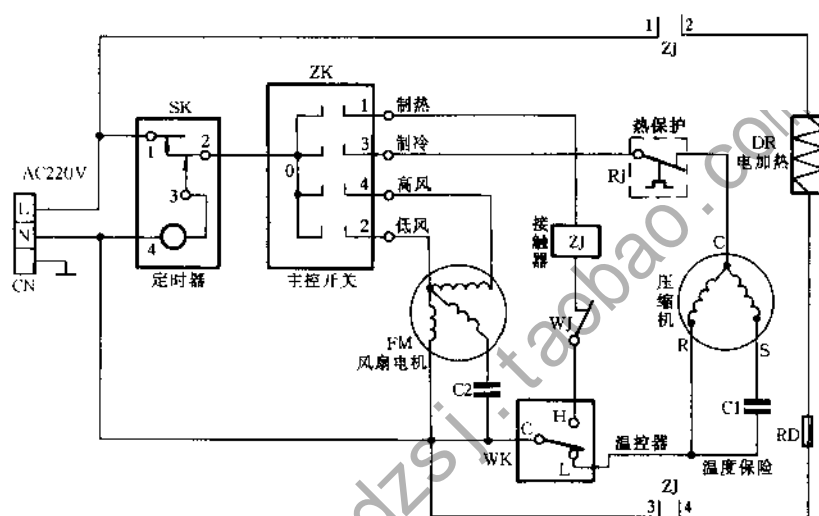


题图 3-4 油缸下盖

- ① 主视图是采用_____剖切方法画出的_____剖视图,右边的图形是_____视图。
 - ② 主视图内,下部画出的阶梯孔,其中大孔直径为_____,深度为_____;小孔直径为_____,这种孔共有_____,定位尺寸有_____。
5. 参照题图 3-5 识读装配图。
 6. 题图 3-6 为单冷型窗式空调器控制电路,试分析电路的控制过程。
 7. 题图 3-7 为电热型窗式空调器控制电路,试分析电路的控制过程。



题图 3-6 单冷型窗式空调器控制电路



题图 3-7 电热型窗式空调器电路

第4章 仪器仪表维修

本章主要介绍数字万用表、示波器、电子卤素检漏仪和真空泵的原理与故障检修。

4.1 数字万用表原理及故障排除

4.1.1 数字电压表的原理

基本的数字直流电压表结构都相同,其电路结构如图4-1-1所示,它是由电源、A/D转换器件、计数器、控制器及译码显示器等组成。

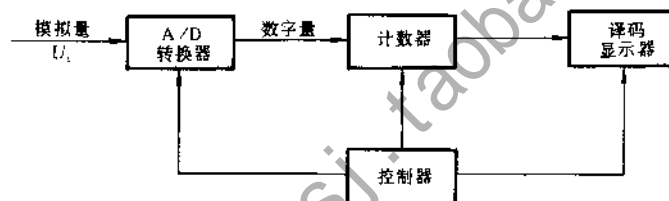


图4-1-1 直流数字电压表电路结构框图

图4-1-2所示为数字电压表原理图。由RC振荡器(石英晶体振荡器)产生的脉冲信号 f_0 经过分频器构成整个数字电路的时钟脉冲 f_{CP} ,再经过第二次分频产生50Hz低频信号供

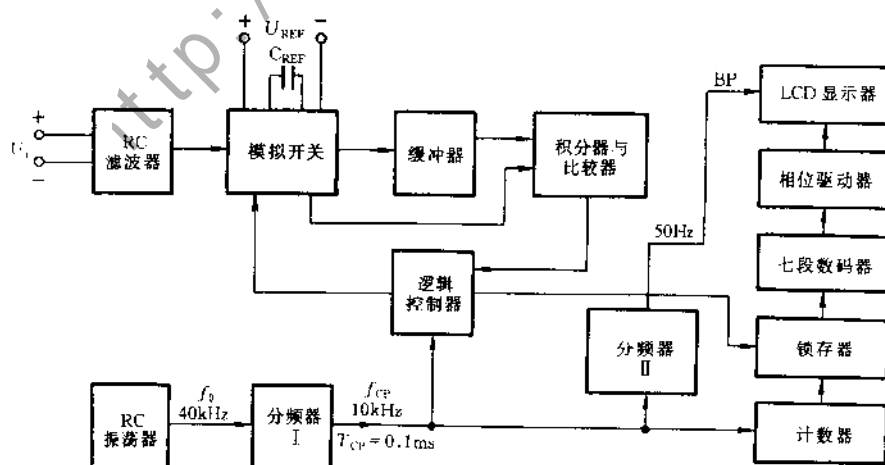


图4-1-2 数字电压表原理框图

LCD 使用。目前常用的单片 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表的核心部件是一块型号为 ICL7106 的大规模 CMOS 塑封集成电路。它将模拟与逻辑电路集成在同一块芯片上,其管脚如图 4-1-3 所示,由它构成的数字电压表原理图如图 4-1-4 所示。

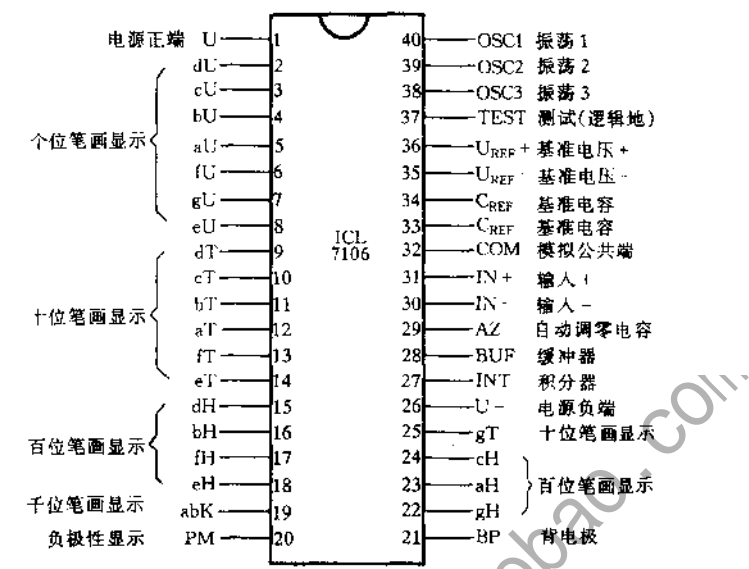


图 4-1-3 7016 管脚排列

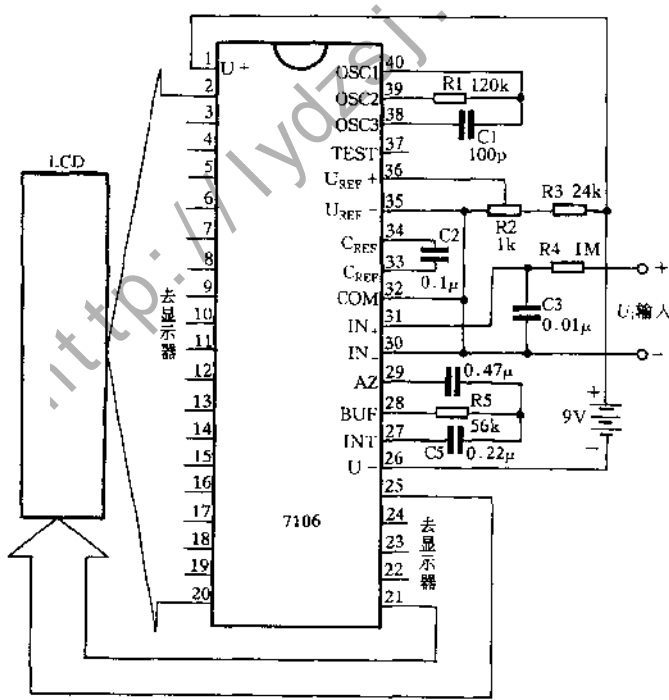


图 4-1-4 由 7016 构成的 $3\frac{1}{2}$ 数字电压表原理图

7106 集成电路采用单电源供电,使用 9V 叠层电池;输入阻抗高达 $10^{10}\Omega$;在芯片内部 U_+ 与 COM 端之间有一个稳定性很高的基准电压源(典型值为 2.8V),通过电阻分压器可获得所需要的基准电压 U_{REF} ,它的几个管脚功能如下: U_+ 和 U_- 为电源正极和负极; $aU \sim gU, aF \sim gT, aH \sim gH$ 分别为个位、十位、百位的笔画驱动信号; ahK 为千位笔画驱动信号,当计数大于 1999 时发生溢出,千位显示“1”,其余位均消隐; PM 为负极性指示端, BP 为液晶显示器背面公共电极的驱动端; $OSC1 \sim OSC3$ 是时钟振荡器引出端,外接阻容元件构成多谐振荡器; COM 为模拟信号公共端,简称“模拟地”; $TEST$ 叫测试端,它通过 500Ω 电阻接至逻辑线路的公共端,也称“逻辑地”。它的功能之一是作“测试指示”,把它与 U_+ 短接后, LCD 显示器全部笔画点亮,显示数为 1888。 U_{REF+}, U_{REF-} 是基准电压的正端和负端, C_{REF} 是外接基准电容端。

在图 4-1-4 中, $R1, C1$ 为时钟振荡器的 RC 网络; $R2, R3$ 构成基准电压分压电路,调整 $R2$ 可使 $U_{REF} = 100.0mV$; $R4, C3$ 是输入端高频阻容滤波电路,可提高仪表抗干扰能力; $C2, C4$ 分别是基准电容和自动调零电容; $R5, C5$ 分别是积分电阻和积分电容。

4.1.2 数字万用表的结构

数字万用表是在直流数字电压表的基础上利用交流—直流变换器、电流—电压变换器、电阻—电压变换器,将被测模拟量都转换成直流电压信号,从而组成一块数字万用表,它的结构如图 4-1-5 所示。

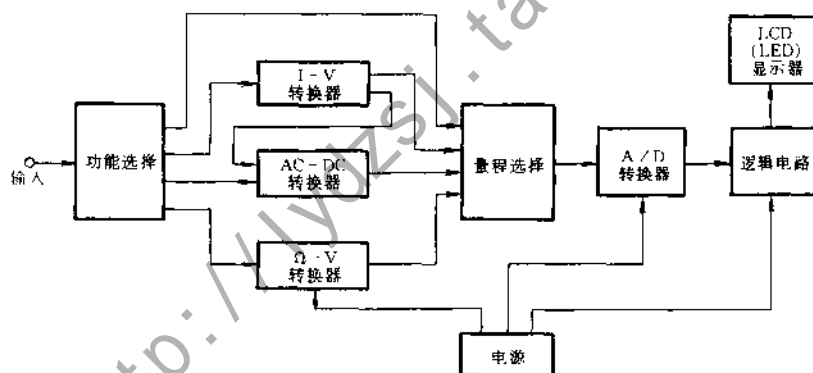


图 4-1-5 数字万用表结构框图

一、直流电压测量电路

图 4-1-6 所示的电路为袖珍数字万用表直流电压测量电路。图中的斜线区代表导电橡胶棍,用来连接 7106 和 LCD。采用电阻分压器把基本量程为 200mV 的表扩展成五量程直流数字电压表。 $R6$ 是限流电阻, $C10$ 是消噪电容。

二、直流电流测量电路

测量电路如图 4-1-7 所示。图中 $R2 \sim R5$ 以及 R_{cu} 组成分流电路,并完成 $I \sim U$ 转换, R_{cu} 是用康铜丝制成的。输入端串有 0.5A 快速熔丝管 FU (玻璃封装),硅二极管 $V1, V2$ 作双向限幅。

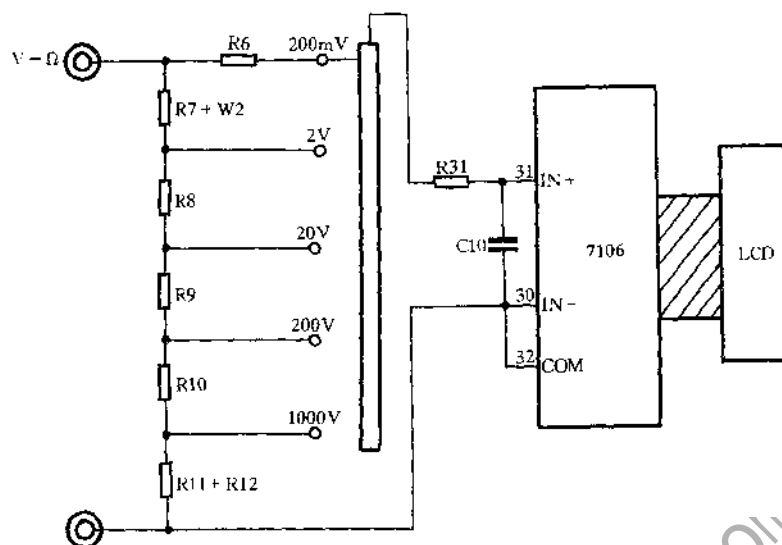


图 4-1-6 直流电压测量电路

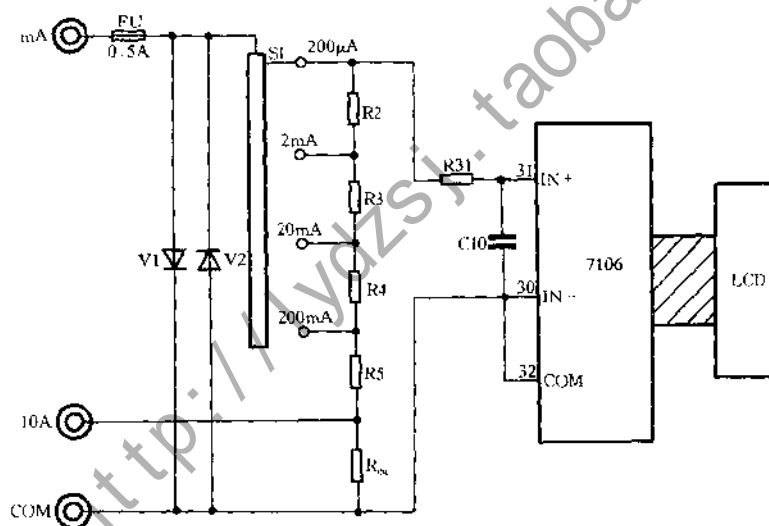


图 4-1-7 直流电流测量电路

三、交流电压测量电路

测交流电压时,需要有 AC—DC 变换器,用二极管整流的电路虽然简单,但二极管在小信号下的非线性失真很严重,会导致整流器输入电压 U (有效值)与输出电压 \bar{U} (平均值)不成比例。在袖珍数字万用表中,为提高测量精度普遍采用线性整流电路,如图 4-1-8 所示。线性整流电路由双运放 062 中的一组 A_{1a} 和二极管 V7、V8 组成。V5、V6、V11、V12 接在运放的输入端,作过压保护。C1 是输入耦合电容, R23 是运放负反馈电阻。R27、W4 与 V8、R25 构成分压

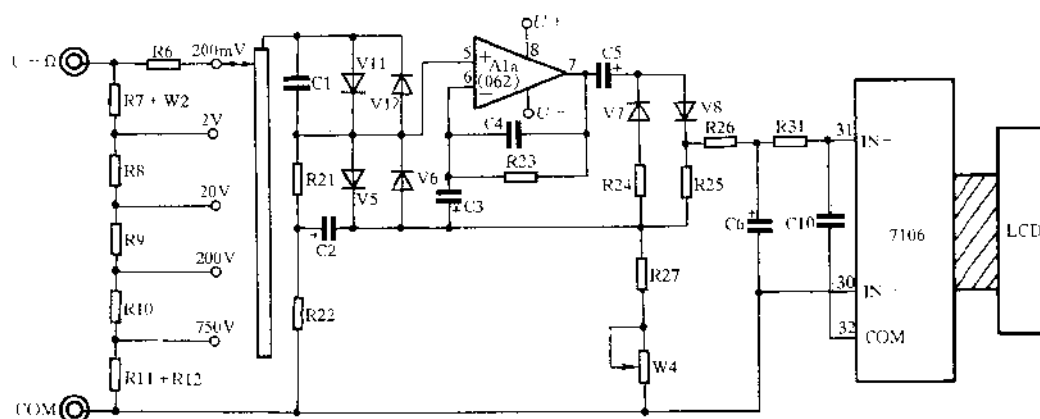


图 4-1-8 交流电压测量电路

器,调整 W4 可改变输出电压,供校正时用。C6、R31、C10 构成平滑滤波器。为提高输入阻抗,062 接成同相放大器使用。C5 为隔直电容,电路本身是以输入电压的平均值响应的。对于正弦波,因平均值与有效值之间有确定的关系,故改变 AC—DC 转换器的增益,即可读出交流电压的有效值。

四、电阻测量电路

为降低对基准电压精度的要求,袖珍数字万用表通常采用比例法测量电阻。实际电路如图 4-1-9 所示。由 R13、V3 和 V4 组成分压器,V3 与 V4 串联电压约 1.3V,从而限制 $U_{REF} < 2V$ 。R13 是二极管限流电阻。在 2k Ω 、20k Ω 、200k Ω 、2M Ω 、20M Ω 五个电阻挡中,V4 被短路,使 $U_{REF} = 0.6V$ 。仅在使用 200 Ω 挡时 $U_{REF} = 1.2V$ 。

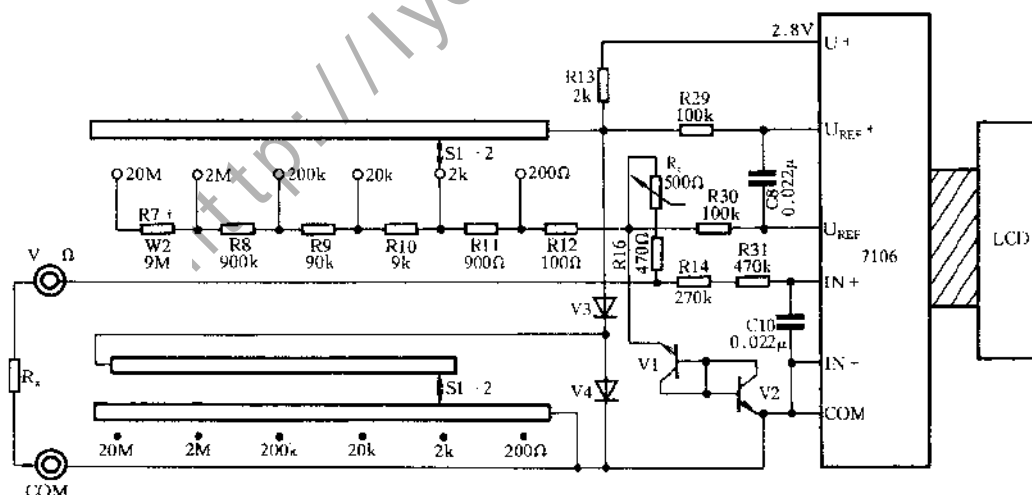


图 4-1-9 电阻测量电路

负温度系数的电阻 R_i 和三极管 V1、V2 构成过压保护电路。常温下 $R_i = 500\Omega$ 。V1、V2 接成二极管形式,再反极性串联使用。一旦出现过压输入,V1、V2 之中必有一个被反向击穿,

个正向导通。

五、测量半导体三极管 β 值电路

测量 NPN 型三极管 β 值电路如图 4-1-10 所示。2.8V 基准电压源作被测管的工作电压,并通过 R_B 向被测管提供基极电流, $I_B = 10\mu A$ 。标准电阻 R_O 接在 e 与 COM 之间,起 $I \sim U$ 转换作用,把 I_E 转换成 U_i 。因为 $I_E \approx I_C$,可认为通过 R_O 的电流在数值上也等于 I_C 。例如当 $I_C = 2mA$ 时, $U_i = I_C R_O = 20.0mV$ 。 β 挡是在直流 200mV 量程上扩展而成,此时本应显示 20.0,但 β 挡的小数点被消隐,故显示结果为 200,表示 $\beta = 200$ 倍。

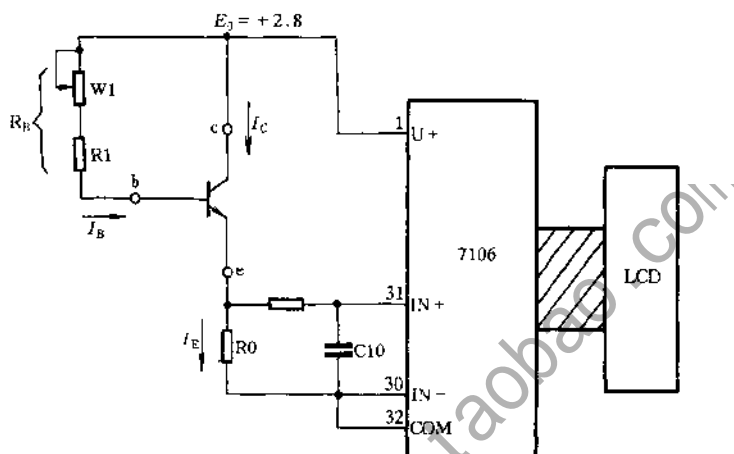


图 4-1-10 NPN 管 β 值测量电路

对于 PNP 挡只是改变了电源极性,并将 R_O 移到集电极上。

4.1.3 数字万用表故障检查

一旦仪表出现故障,应首先检查 9V 电源和 7106 的 35、36 管脚之间的 100mV 基准电压是否正常。其次要检查 7106 的输入端引脚,因为该点电压在满量程时为 200mV,表头显示 1.999。检查时简单的办法是直接在 7106 的引脚上用手感应一下。如果显示屏数字跳动,可粗略估计 7106 之后的电路正常,问题出在前面。如果前面部分电路有问题,检修时应从仪表的基本挡位开始,即从 DC2V 开始。从经验上讲,这部分最容易出现的问题是簧片接触不良或分压器开路。

如果 DC 挡正常,交流挡信号加不进去,应首先检修 062 运算放大器。方法是在 AC2V 挡加上被测 2V 电压,用示波器检查交流放大器的输入端、输出端(mV 级)应有 50Hz 正弦交流波形,且 7 脚的幅值应大于 5 脚的幅值。如果波形正常可断定交流放大器正常,再测 C6 正极,如果有 200mV,说明问题出在转换开关上,否则就是整流滤波回路有问题。如果碰上信号加不进去的现象,可以直接从 7106 的引脚对地逐渐向前短路,在哪一级显示不为零,就说明故障出现在那一级。

4.2 示波器原理及故障排除

4.2.1 示波器简介

示波器是一种用途很广的电子图示测量仪器,可以直接观察被测信号的波形,还可以测量信号的电压、电流、频率、周期、相位以及电路的幅频特性和相频特性等。

常见的示波器为通用示波器,它使用单电子束示波管,可对一个信号进行定性或定量的观测;多踪示波器及多线示波器利用多电子束示波管或利用电子开关形成多条扫描线,可实现同时观测和比较两个或两个以上的信号;记忆、存储示波器具有记忆或存储信息的功能,能把有关被测信号的波形长时间地保留在屏幕上或储存于电路中。

4.2.2 示波器的基本结构及工作原理

示波器的种类很多,功能和电路也各有差异,但基本结构与工作原理大同小异。示波器的结构框图如图 4-2-1 所示。

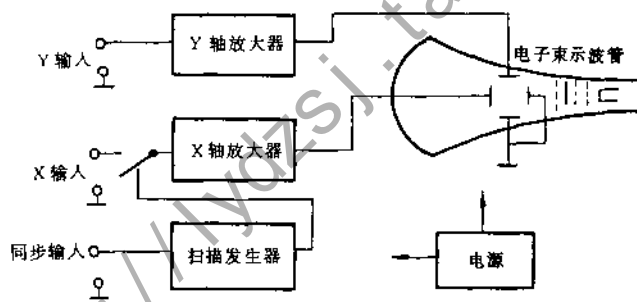


图 4-2-1 示波器的基本组成

电子束示波管是由玻璃封装的电真空器件。由阴极发射出的电子束经聚焦、加速、偏转等调节控制后,轰击涂有荧光粉的荧光屏。被轰击的部分发出可见光,于是显示出被测信号的波形。电子的质量极小,一般可认为电子的偏转不受惯性的影响。因此,示波器所显示的图形能够正确地反映出被测信号的真实情形。

Y 轴放大器及 X 轴放大器是将输入到 Y 轴及 X 轴的电信号分别进行放大,使荧光屏上显示出清晰及足够幅度的图形。为保证不失真地重现被测波形,Y 轴放大器和 X 轴放大器多采用高质量的宽频带放大器。

扫描信号发生器是产生锯齿波电压信号的振荡器。当需要在荧光屏上显示被测信号随时时间变化的波形时,必须在示波管的 X 轴偏转板上加一随时间作线性变化的锯齿波电压,以保证电子束产生与时间成正比的水平扫描,形成 X 轴扫描基线。

电源是向电子束示波管、放大器、扫描信号发生器等电路提供其正常工作时所需电压、电流的装置。

另外,为了使荧光屏上所显示的波形稳定,便于调节波形在荧光屏上的位置、亮度和清晰度等,在电子示波器中还设有同步电路以及亮度、位移、聚焦等调节电路。有的示波器还增设了触发扫描、时间测量、幅度校准等辅助电路,使电子示波器的使用更加广泛、便利。

示波器的简单工作原理为:当Y轴加上被观察的电压信号、X轴加上扫描电压时,在屏幕光点上的Y和X坐标分别与这一瞬间的信号电压和扫描电压成正比。由于扫描电压与时间成比例,所以荧光屏上所描绘的就是被测信号随时间变化的波形。

4.2.3 示波器的检修

示波器出现故障后不要急于开机,应通过观察仪器元件有否脱焊,电容、电阻及变压器有否烧焦迹象,熔断丝、电源插头的内接线是否完好等外观现象来判断、排除故障。

一、检查辉度、聚焦和移位

辉度、聚焦和移位都和直流电源及高频高压有直接关系。若调整辉度和聚焦旋钮不起作用,则可能是负高压或示波管控制的电路有故障;如果移位不可调或调整范围小,则可能是电源工作电压、Y轴或X轴放大器的移位电路至示波管之间有故障。

二、检查Y轴放大器增益

调“Y轴增益”旋钮到较大位置,用手指触及Y轴输入插座,屏幕上应出现一定幅度的信号,否则说明Y轴放大器或电源电压有故障。

三、检查水平扫描线

先检查X轴放大器的增益,把“X轴衰减”置1或10的挡位,用手指触及X轴输入插座,屏幕上应有水平扫描线出现,若没有扫描线说明X轴放大器有故障。

再检查扫描电路。把“X轴衰减”置“扫描”挡位,则扫描发生器的锯齿波加到了X轴放大器的输入端,屏幕上应出现扫描线,否则就是扫描电路发生了故障。大部分示波器扫描方式有“连续”和“触发”两种工作方式,检查时,先放置在“连续”挡,看屏幕上有无反应,如“连续”工作方式正常,再换置“触发”挡,如不扫描,则是触发放大有故障。

4.3 电子卤素检漏仪及故障排除

电子卤素检漏仪是维修制冷设备的专用工具,用来检测制冷设备的制冷剂(氟利昂)有无泄漏。由于氟利昂等卤素气体与空气在相同的电压下气体电离率不同,所以电离电流也就不同。电子卤素检漏仪的工作原理就是将两者的电离电流进行比较,然后由表头和音响表示出探测结果。DLJ-A型电子卤素检漏仪电路原理如图4-3-1所示。

电子卤素检漏仪是专用工具,一般很少发生错误操作,损坏几率较小。如出现仪器不能正常工作,可进行如下检查维修:

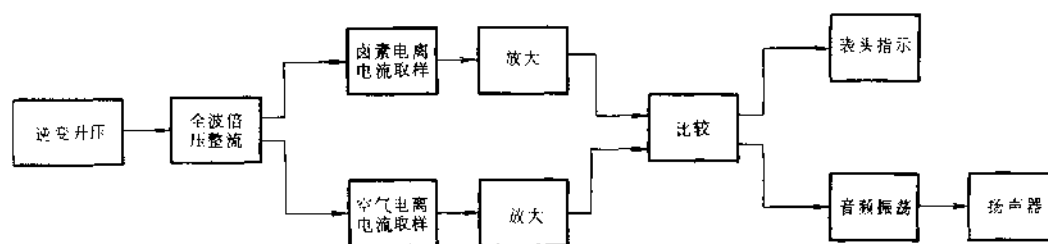


图 4-3-1 DLJ-A 型电子卤素检漏仪

一、检查仪器有无高压输出

仪器的高压输出是由三极管、变压器、二极管及电阻电容元件组成的电路产生的。如仪器没有直流高压输出,可根据电路是否振荡、变压器是否升压、二极管是否整流等现象进行对症维修。

二、检查放大、比较电路

放大、比较电路是由 LM324 集成运放电路完成的。如果仪器有高压产生,而 LM324 与二极管相连的一端无电压输出或电压极性在测量中不变,表明 LM324 损坏或与其相连的分离元件工作不正常。只要更换损坏的元件或重新焊接即可。

三、仪器无显示

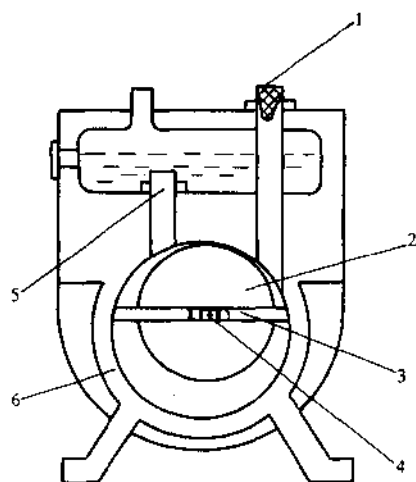
仪器显示是由指针及音响两部分独立构成的,若指针不偏转,应检查二极管是否正常;若无音响,应检查音频振荡(NE555 集成电路)及与它相联的二极管、三极管是否正常。

4.4 机械真空泵及故障排除

4.4.1 旋片式机械泵的工作原理

旋片式真空泵是使用泵油密封的一种机械泵。它可以把管道中的气体从 10^5Pa 降低到 1Pa 左右。它的结构如图 4-4-1 所示。主要是由泵体 6、偏心装置的转子 2、转子槽中的旋片 3、旋片之间的弹簧 4、进气管 1 及排气管 5 等组成。

由图看出,转子外圆与泵腔内表面相切,旋片装于转子槽中,在弹簧的作用下,时时与定子腔壁紧密接触。当偏心转子在电机的拖动下旋转时,旋片也随着旋转,当顺时针旋转时吸气口不断吸入气体,进气空腔不断扩大。与此同时,排气空腔则越来越小,先已吸入的气体则被彻底压缩,气压升高,达到一定压力后就可冲开排气阀穿过泵油,由排气管排出。如此循环不已,就可以起到抽取真空的作用。



1-进气口;2-偏心转子;3-旋片;4-弹簧;
5-排气口;6-泵体

图4-4-1 真空泵基本结构

4.4.2 故障维修

如果被抽系统经打压、试漏,确认不存在漏气现象,且真空泵与系统管路也连接无误时,如发现真空度达不到规定要求,则必须检查真空泵是否损坏或出现质量问题。

① 首先检查泵内的油量是否低于标准线,油质是否变污、皂化或温度过低,致使气体无法顺利排出。

② 检查进气阀处的金属网是否被灰尘或异物堵塞,造成吸气回路不通或效率下降。

③ 检查电机传动皮带是否过松、打滑,造成偏心转子转速不够。

④ 检查真空泵的抽速是否适合于被抽系统,如果是“小马拉大车”则自然效率不够。

⑤ 上述故障原因排除之后,应对真空泵进行拆卸,检查密封件、旋片弹簧、排气阀以及泵腔内其它零件,如已损坏则应修复或更换。

练 习 题

1. 数字万用表由哪些部分组成?
2. 当数字万用表出现故障时,通常怎样检查?
3. 示波器主要由哪些部分组成?
4. 机械真空泵主要由哪几部分组成?其工作原理如何?
5. 真空泵不能抽真空,通常是什么原因?

第二部分 专业知识

第5章 接 待

5.1 接待人员的基本素质

- ① 接待人员应有职高、职专、中专以上学历,家电类专业毕业,气质、形象良好。
- ② 具有良好的服务意识,对需检修设备的顾客热情接待,服务周到。珍惜顾客的信任和支持,耐心解释和回答顾客提出的提问,以真诚回报顾客。
- ③ 熟悉维修程序和方法。接待人员应了解家电产品的性能特点,知道如何正确使用家电产品,能大致根据家电产品的外在现象判断故障原因,熟悉维修程序和方法。
- ④ 具有一定的管理知识和经验。接待人员应具有一定的管理知识,包括服务知识、成本核算、修理费用计算等,熟悉现行的家电维修政策、法规,具备处理用户意见的能力。

5.2 接待礼仪、咨询与记录

家电维修的接待分为顾客上门要求维修接待和电话咨询接待两个方面。

1. 顾客上门要求维修的接待

- ① 确认送修设备的故障状况,对送修的设备要仔细了解故障的现象、使用情况以及设备的放置场地等内容,并进行实际验证。
- ② 对接修家用电器进行故障现象登记,填写《家用电器修理单》。《家用电器修理单》中应包括:设备名称、机型、机号、附件、机器残缺情况、购买商场、发票号、故障现象、估计报价、顾客姓名、地址、电话、邮编等内容,经用户确认后签字。
- ③ 明确修理完成的预定日期,一般情况下应在7日内修复,特殊情况以与顾客协商的意

见为准。

2. 电话接待

① 来电在铃振三声之内拿起话筒接听。与用户通话需使用普通话和礼貌用语,态度真诚。

② 对用户的问题应详细询问清楚,耐心倾听,并记录好用户提供的信息,包括品牌、机型、故障现象、用户姓名、电话详细地址等;需上门维修的,预约上门时间。

③ 将用户住址及时通知修理部门或修理人员,做好服务准备。

5.3 家用电器售后准则

一、对维修部门设施的基本要求

- ① 应具有独立的接待场地、维修操作场地、待修机与已修机存放地、办公场地。
- ② 应具备维修服务产品的相关工具及专用设备和必备的安全检测设备。
- ③ 具有服务产品的持证维修人员。
- ④ 具有工商部门登记核准的家电维修范围。
- ⑤ 具有相应的技术资料。
- ⑥ 具有必需的备件。
- ⑦ 遵守国家、行业和有关部门的维修服务规范。
- ⑧ 年投诉率在5%以下。

二、维修服务规范

- ① 维修企业在接待场所张贴服务范围和收费价目表。
- ② 维修人员要着装整洁,胸前佩带服务卡。
- ③ 在接待顾客的全过程中运用文明用语。
- ④ 门前院内、修理车间、仓库整洁有序。
- ⑤ 维修企业根据自身条件,制定相应的便民措施。

三、对维修人员的要求

① 维修人员应具有职高、职专、中专以上学历,家电类专业毕业,并取得所修产品的《国家职业资格证书》。

② 维修人员应接受定期的新技术培训。

四、维修责任

- ① 应采用合格的零配件。
- ② 不得以非熔断丝的其他金属丝来更换熔丝。
- ③ 不得用大于原规格的熔断器代替原熔断器。
- ④ 对于修理需要暂时拆下的用于固定、绝缘、隔离、屏蔽的部件等,修理完成后,应恢复原

始状态。

⑤ 不得在修理中拆、换、调试与故障无关的零部件。

⑥ 不得在修理中改拆具有安全保护、环保特性的原设计方案及部件,只能按原功能恢复。

⑦ 更换具有特殊要求和用于安全保护的零部件时,应用原生产厂中经原生产厂确认的原规格的零部件替代。

⑧ 维修实用电器时,如发现绝缘损坏,软缆或软线护套破裂,保护线脱落,插头、插座、开关等电气装置开裂等影响安全故障时,应主动修复,以消除安全隐患,并及时通报顾客。

⑨ 家用电器在修理后,应进行绝缘电阻检查,绝缘电阻的阻值应符合家用电器安全标准的要求。

五、上门维修服务

① 上门维修服务人员应穿工作服,携带《国家职业资格证书》,佩带胸卡。

② 按预约时间准时上门服务,如遇特殊情况,应及时通知用户,并说明原因。

③ 上门维修人员修理前应进行初检并向顾客报价,征得顾客同意并签字后,再进行修理。

④ 对于难以在用户家中修理的设备,应建议顾客到维修部修理。

⑤ 在修理过程中,如所需费用与所报价格相差较大时,应与顾客协商解决。

六、维修服务承诺与争议的处理

① 家用电器自维修登记之日起,应在7日内修复,特殊情况以与顾客协商的意见为准。

② 在规定期限内不能修复的家用电器,由顾客选择留修或取走。因顾客原因不能修复的,经顾客同意取走前应恢复到送修时的状态并可收取适当的检修费。因维修部门原因不能修复的,不能收取任何费用。

③ 对修理部位和更换的零部件,应保证3个月以上工作正常。

④ 出现维修争议时,修理人员应详细、耐心地向用户讲明原因,征得用户同意后解决。

⑤ 因维修人员的责任造成损失的,应根据损坏部位的实际价值,给予赔偿。

⑥ 双方无法协商解决的,可通过有关部门依照相关规定处理。

第6章 电冰箱、电冰柜

6.1 电冰箱、电冰柜制冷系统的优化

6.1.1 制冷系统节能优化

制冷系统节能优化可从减少电冰箱、电冰柜的漏冷量和优化制冷系统,提高制冷效率两方面分析进行,主要有以下几个因素:

一、减少电冰箱、电冰柜的漏冷量

1. 合理设计箱体、门体、门封条等结构

- ① 箱体设计时,应尽量减少表面积,如箱体长宽高尺寸不应差异太大;
- ② 门体设计时,应尽量减少漏冷空间;
- ③ 门封条设计时,应尽量采用多气囊、低高度设计。

2. 提高聚氨酯泡沫的保温性能

① 应尽量降低导热系数。目前较好的聚氨酯泡沫导热系数,R11或R141b发泡的60℃温差导热系数低于0.018W/m.h.℃;环戊烷或环异戊烷发泡的60℃温差导热系数一般低于0.020W/m.h.℃;

② 应尽量采用新材料,如真空保温板导热系数一般低于0.01W/m.h.℃以下;

③ 应尽量合理优化保温层的厚度,如压缩机部位厚度可适量增加,门体等远离冷凝器、蒸发器部分可适当减小厚度。

二、优化制冷系统,提高制冷效率

① 合理匹配蒸发器、冷凝器的长度,重点控制冰箱、冰柜的关键装配(如内藏式蒸发器、冷凝器的装配,应贴合紧密、牢固,并采用铝箔贴合,蒸发器、冷凝器可采用铜管等导热性能良好的材料等)。

② 合理匹配压缩机与毛细管的流量,控制好设计所需蒸发温度,尽量提高蒸发温度(如果蒸发温度降低,压缩机效率则下降较大)。

③ 控制制冷系统的焊接、抽空、灌注质量,毛细管口等管路内接口应避免有尖锐毛刺;控制系统抽空度、抽空时间(有利于系统的干燥);应准确灌注、及时封口等。

④ 采用高效压缩机。目前小型电冰箱、电冰柜用高效单级往复活塞式定频压缩机COP值可达到1.5以上,变频压缩机效率更高。

⑤ 提高制冷系统节流与回气的回热效果,降低冷凝器末端制冷剂的过冷度。

6.1.2 制冷系统降低噪声优化

制冷系统噪声来源主要有:压缩机噪声、风机噪声、制冷剂循环噪声、风流动噪声等本身噪声及系统共振产生的噪声,主要可从以下几方面优化。

一、压缩机噪声

一般小型压缩机本身噪声可控制在 38dB(A)以下,压缩机噪声主要为压缩机吸排气冲击声、转动零部件摩擦声等,目前常用的降噪办法有:

- ① 加排气消音器,即在压缩机排气管上增加一气体膨胀管。
- ② 加减震橡胶块。
- ③ 贴丁基橡胶
- ④ 加强压缩机的固定减震结构。
- ⑤ 合理布置制冷管路,如排气管应圆滑过度,干燥过滤器应合理固定等。

二、风机及其他噪声

- ① 风机固定应采用橡胶减震垫圈。
- ② 制冷系统应尽量采用发泡到保温层中的内藏式结构,以降低制冷剂循环噪声。
- ③ 制冷系统应尽量采用水平结构,尽量减少垂直结构。
- ④ 各零部件及管路应尽量避免接触,两者接触时应加减震件。
- ⑤ 对于其他不可避免的噪声,可采用与噪声隔离的结构,即采用吸音材料进行降噪。

6.2 微电脑控制电冰箱、电冰柜

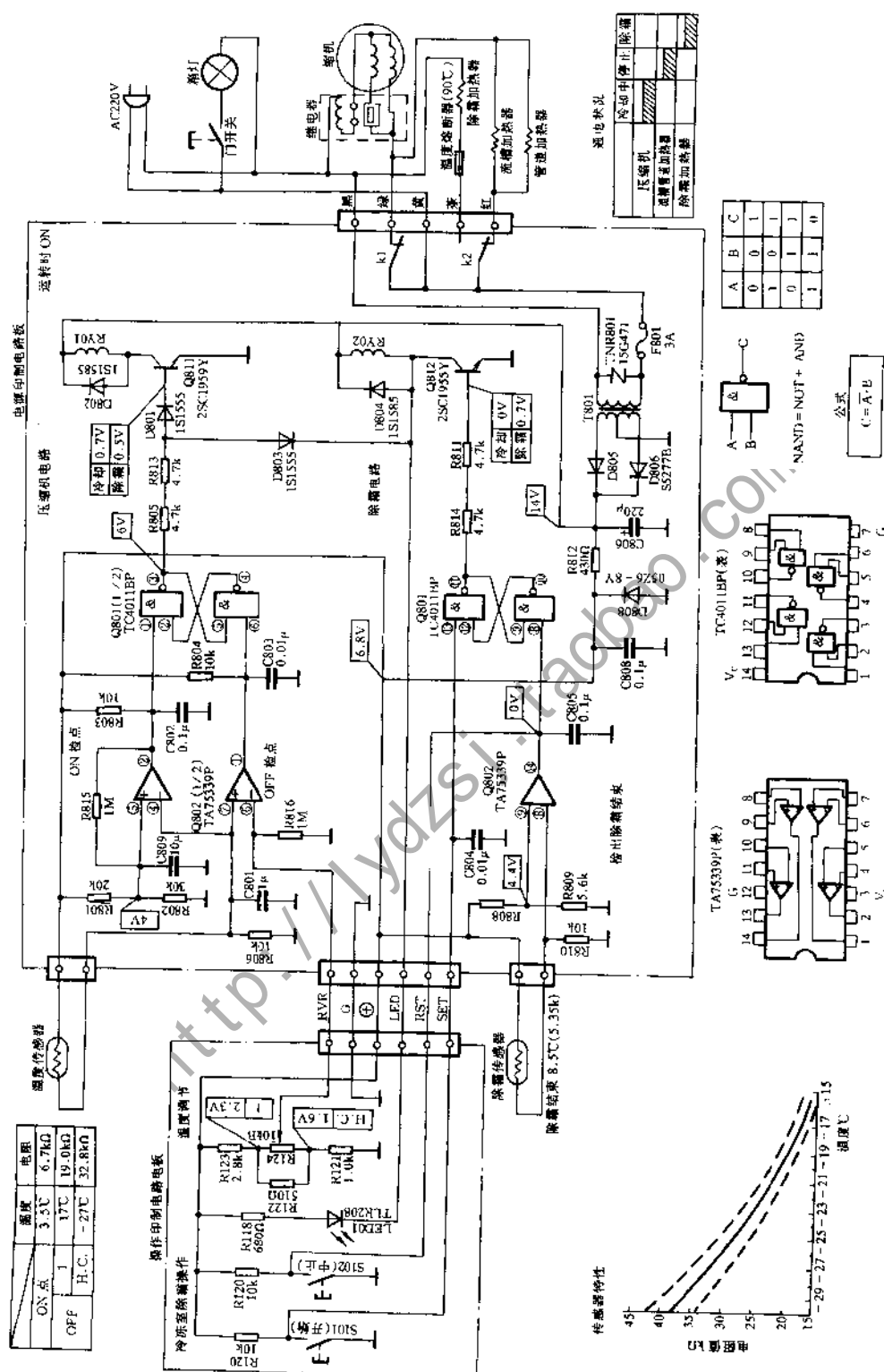
6.2.1 普通微电脑控制电冰箱

电冰箱的电子控制电路由制冷压缩机电路、温度控制电路和除霜电路组成。其中制冷压缩机电路采用集成电路控制压缩机的开停。温度控制电路采用电子温控器,利用热敏电阻的负温度特性设置温度传感器感知箱内的温度,通过一组电压比较放大器,将温度感知电路的输出电压与固定电压进行比较,经过开停机信号的识别电路和执行机构去控制压缩机的开停。除霜电路也是通过电压比较运算放大器组成的检知电路的输出电位,使三极管处于饱和或截止状态,从而控制继电器的动作,达到除霜的目的。

下面以东芝 GR 系列的双门直冷式电冰箱为例,介绍其电路的原理。

图 6-2-1 所示为 GR-204E 型电冰箱的电子电路图。

此基本电路分为操作盘和控制板两部分。操作盘设置在冰箱的前框上,其外型如图 6-2-2 所示。操作盘由冷冻室除霜操作和温度调节两部分组成,原理如图 6-2-3 所示。



|6...2...|CR-204F|电子电路



图 6-2-2 东芝电冰箱操作盘

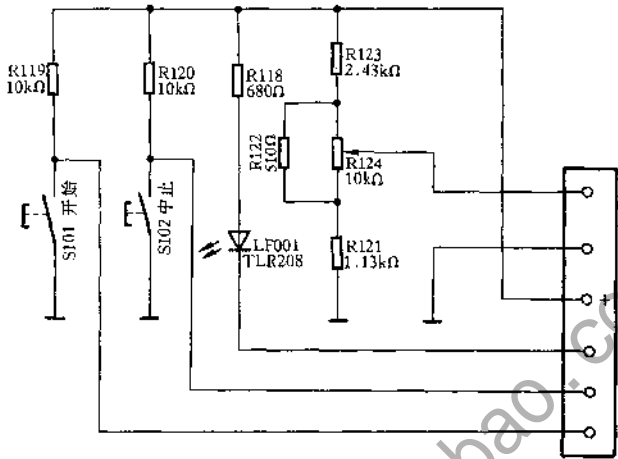


图 6-2-3 操作盘电路图

该电冰箱除霜方式为半自动除霜。开始除霜时由人工操作,停止除霜时可自动结束,也可人工停止。

操作盘上的温度调节是用来调节冷藏室温度的。在温度调节的刻度盘上共有四个指示点,调节冷藏室温度时,通过调滑动调节钮,可使其与刻度盘上的指示点相对应,也可使其对准刻度盘两点之间的任意位置。具体调节内容见表 6-2-1。

表 6-2-1 电冰箱温度调节盘调温表	
刻度盘指示点	温度调节内容
1	比“4”高 3℃左右
4	冷藏室温度约 3℃,冷冻室温度约 -18℃
7	比“4”低 3℃左右
HEAVYCOOL	环境温度 < 10℃时,冷藏室温度变化较小,此时使用此点时可使冷藏室温度达到要求

滑动调节键是一个控温滑键电位器,由它设定冷藏室的温度。箱内的温度传感器将感知冷藏箱温度的变化,并将温度变化量转化为电压变化量。这两个电压信号输入到控制板中的电压比较运算放大器中进行电压比较。当冷藏室温度慢慢上升,超过电位器的固定电压时,比较放大器输出低电平,然后再通过信号识别和执行机构,使压缩机开始制冷运转。

一、电源电路

电源部分的电路如图 6-2-4 所示。从这个电源电路中可以获得控制电路所需要的直流 14V 和直流 6.8V 电压。

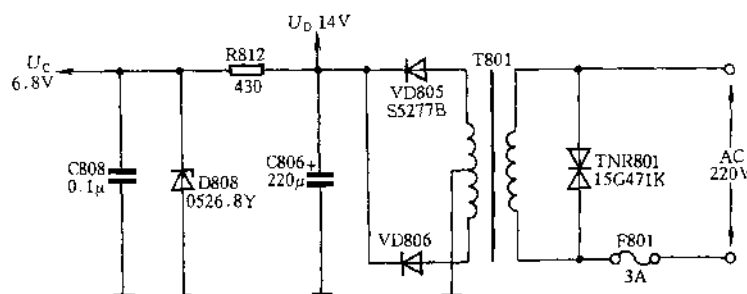


图 6-2-4 电源电路

变压器 T801 将输入的交流 220V 电压变为交流 16V 的电压,经过二极管 VD805 和 VD806 组成的全波整流电路整流后,再经电容器 C806 滤波,得到一个直流 14V 的电压,这一电压供给控制电路中的两个继电器 RY01、RY02 使用。DC14V 的电压再经稳压管 D808、电阻 R812 和电容 C808 组成的简单稳压回路作用,得到一个 DC6.8V 的电压,该电压供控制电路中的其他部件使用。

TNR801 是一只压敏电阻,具有抗干扰过流保护的作用。当输入的交流 220V 电压过高、或因闪电造成的高压窜入电路时,它会因高电压的作用使 TNR801 阻值急剧减小而烧断保险丝 F801,使变压器初级短路,从而对控制电路起到保护作用。

二、冷藏室温度控制电路

CR-204E 电冰箱的温度传感器(见图 6-2-1)安装在冷藏室蒸发器附近,所以此电冰箱是由冷藏室温度控制压缩机的开停。

温度传感器是一只负温度系数的热敏电阻。外形和特性曲线如图 6-2-5 所示。当温度升高时,它的阻值减小;当温度降低时,它的阻值增加。在电路中,它把冷藏箱温度的变化转换

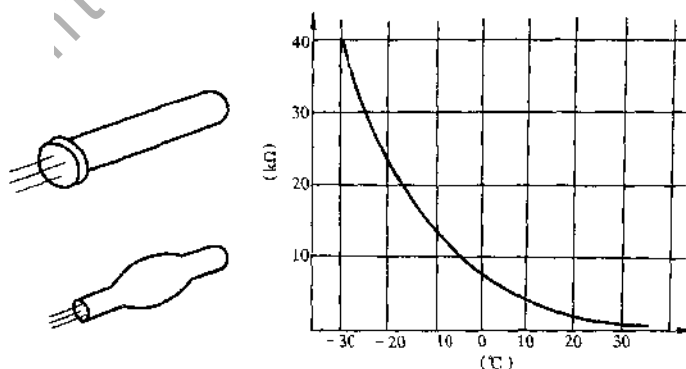


图 6-2-5 传感器外形和特性曲线

成电信号。

1. 温度检测电路

温度检测电路如图 6-2-6 所示。当冷藏室温度升高时,热敏电阻 R_1 的阻值就减小,电压 U_S 增加。如 $U_c = 6.8V$,冷藏室温度为 $30^\circ C$ 时,传感器阻值为 $2.16k\Omega$ 。则此时 U_S 为 $5.59V$ 。反之,冷藏室温度降低时,传感器阻值增加,电压 U_S 就随之下降。这样就把温度的变化转化成电压的变化。

2. 温度调节电路

温度调节电路如图 6-2-7 所示。滑动电阻 R124 是一个滑键电位器,它的滑动键就是该电冰箱的温度设定钮,改变滑键的位置就可以改变电压 U_R 的大小, U_R 的变化决定压缩机的开停,于是就控制电冰箱冷藏室的温度。调节滑键电位器可使 U_R 在设定范围 $1.5 \sim 2.2V$ 之间变化。

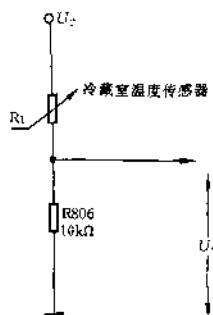


图 6-2-6 温度检测电路

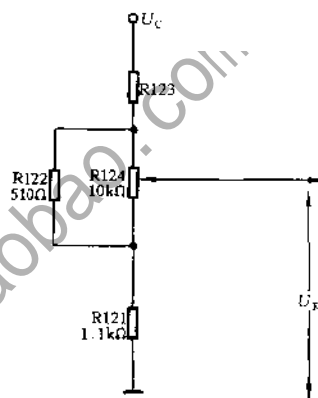


图 6-2-7 温度调节电路

3. 关机检测电路

关机检测电路如图 6-2-8 所示。在这个电路中,由比较集成电路 Q802 发出停机信号。工作原理是:利用 Q802 的一组电压比较运算放大器,将温度检测电路输出的电压 U_S 与温度调节电路中设定电压 U_R 进行比较,以确定压缩机的工作状态。⑦脚是正输入端,⑥脚是负输入端,①脚是输出端。温度传感器检测的电压信号 U_S 加到⑦脚上,温度调节钮预选设定的电压 U_R 输入到⑥脚,比较器对这两个电压进行比较。当 $U_S < U_R$ 时,①脚输出为低电位(常用“0”表示),发出停机信号;当 $U_S > U_R$ 时,①脚就输出高电位(常用“1”表示),压缩机就一直运转制冷。

4. 开机检测电路

如图 6-2-9 所示,比较运算放大器的④、⑤脚负责发出“开机”信号。电阻 R801 和 R802 将 $6.8V$ 的直流电压进行分压,使 Q802 的⑤脚电压固定在近似 $4V$,冷藏室传感器输入的电压 U_S 接入到④脚,电压比较器对这两个电压进行比较,以确定压缩机的状态。当冷藏室的温度上升时, U_S 也在上升, $U_S > 4V$ 时,Q802②脚输出端为低电平,这就是开机信号。当冷藏室传感器所感受的温度在 $3.5^\circ C$ 以上时,Q802②脚输出端均匀低电平。

5. 开关机检测合成电路

如图 6-2-10 所示,把温度检测电路、温度调节电路和开关机信号电路组合在一起就构

成了合成电路。将冷藏室温度传感器检测的 U_s 信号分别输入到比较器的④脚和⑦脚,然后与⑤脚和⑥脚输入的电压进行比较,②脚根据结果输出开机信号,①脚则输出关机信号。

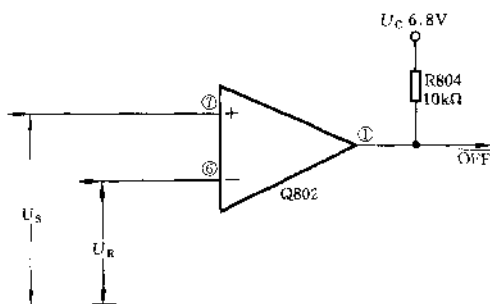


图 6-2-8 关机检测电路

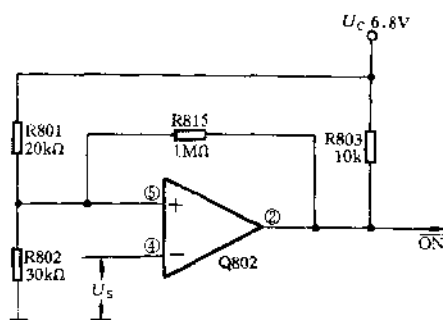


图 6-2-9 开机检测电路

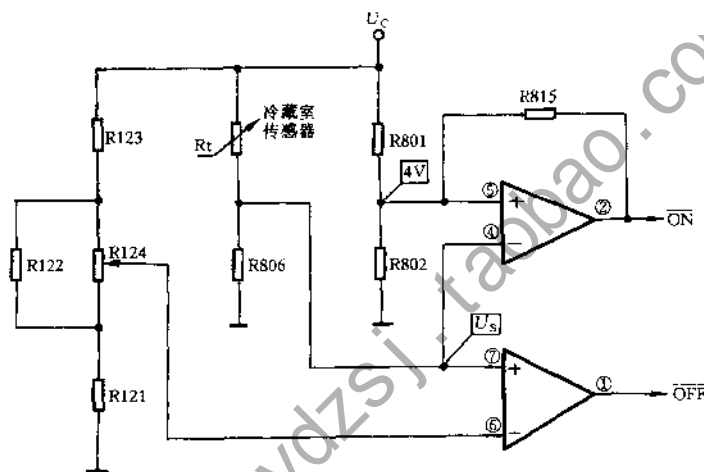


图 6-2-10 开关机检测合成电路

6. 开关机信号识别及控制

控制压缩机的开停仅仅依靠检测电路和信号输出电路还不够,还必须有开停机信号的识别和执行机构,即信号判断和控制电路。

GR-204E 电冰箱控制电路中,开停机信号的识别是利用锁存电路的输入输出特性来实现的,电路原理图 6-2-11 所示。①脚和⑥脚是输入端,③脚是输出端。当①脚输入高电平时,③脚输出低电平。当①脚输入低电平时,③脚输出高电平。当⑤脚输入高电平或低电平时,③脚也输出高电平或低电平。

开关机的信号识别是利于 Q801 中的两组双输入端与非门构成的一个基本 RS 触发器来进行的,而开停机的执行,则是根据 Q801 输出电位的高低,控制晶

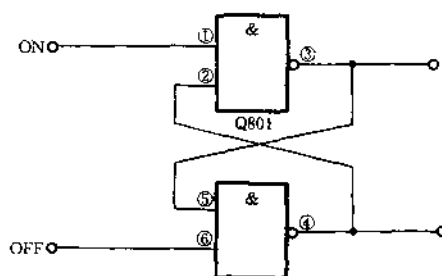


图 6-2-11 锁存电路原理图

体三极管 Q811 进入饱和或截止状态,使继电器 RY01 的触点闭合或释放,以控制压缩机的开

与停。其电路如图 6-2-12 所示。

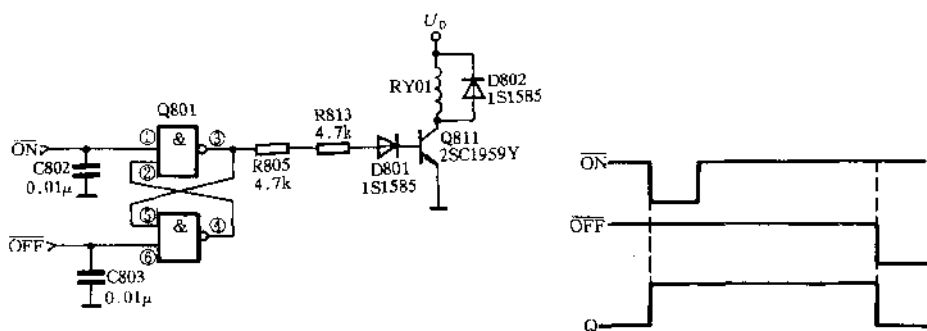


图 6-2-12 开关机信号的识别与执行机构

当开机的信号输入到 Q801 的①脚时,因输入的开机信号是低电平,Q801⑥脚得到的是高电平,所以输出端一定是高电平。这个高电平使晶体管 Q811 的基极电位升高到 0.7V,Q811 导通工作,其集电极输出较大电流,继电器 RY01 的触点 K1 接通压缩机电路,压缩机开机制冷。当冷藏室温度逐渐下降, U_s 电压也随之下降,当 U_s 下降到低于温度调节滑键设定的指示点电压时,Q801 的③脚则输出低电平,它使晶体管 Q811 的基极电位下降到 0.5V 以下,该管截止,集电极无输出,继电器 RY01 的触点 K1 自动弹开,压缩机电路被切断,停止制冷运行。

三、除霜电路

除霜方式为半自动除霜。用手指按动操作盘上的除霜按键时,电冰箱便开始除霜。它是利用绕在冷冻室蒸发器外表面上的加热丝,通电加热进行除霜的。当冷冻室温度上升到 8.5°C 时,除霜电路元件自动切断除霜加热丝,接通压缩电路,开始开机制冷。

除霜电路工作原理如图 6-2-13 所示。按下除霜开始按钮 S101, 这时电阻 R119 和集成电路 Q801 的⑬脚都接地, 这就是说 Q801 的⑬脚输入为低电平。因为此时刚开始除霜, 冷冻室的温度仍然很低, 冷冻室传感器的阻值仍很大, 使 Q802 的⑧脚电压仍很小, 即 $U_8 < U_9$ 。所以 Q802 的⑭脚输出为高电平。这样, 根据比较集成电路的性质, Q801 的③脚也输入高电平。当 Q801 的⑬脚输入低电平、③脚输入高电平时, Q801 的⑪脚应该输出高电平。这个高电平使三极管 Q812 处于饱和状态, 继电器 RY02 得到较大的电流, 转换接点 K2 接通除霜加热器, 开始进行除霜。同时由于二极管 D803 的作用, 使三极管 Q811 截止, 压缩机处于停机状态。

当中途需要人工停止除霜时,可按下除霜终止按钮 S102,此时除霜开始按键自动弹回, Q801 的第③脚电压电位为 0V,所以 Q801 的⑪脚也输出低电平,三极管 Q812 的基极电位下降到 0V,处于截止状态,集电极无输出,继电器 RY02 无电流通过,触点 K2 便断开除霜加热器,除霜中断。

除霜自动结束的过程是:当除霜电路工作一段时间以后,冷冻室的温度逐渐上升,当冷冻室传感器的温度达到 8.5℃ 以上时,Q802 的⑧脚电压超过了⑨脚电压,这时 Q802 的⑭脚输出为低电平,而此时 Q801 的⑬脚输入为高电平。⑪脚输出为低电平,这个低电平使三极管 Q812 截止,继电器 RY02 断开除霜加热器,除霜工作自动结束。

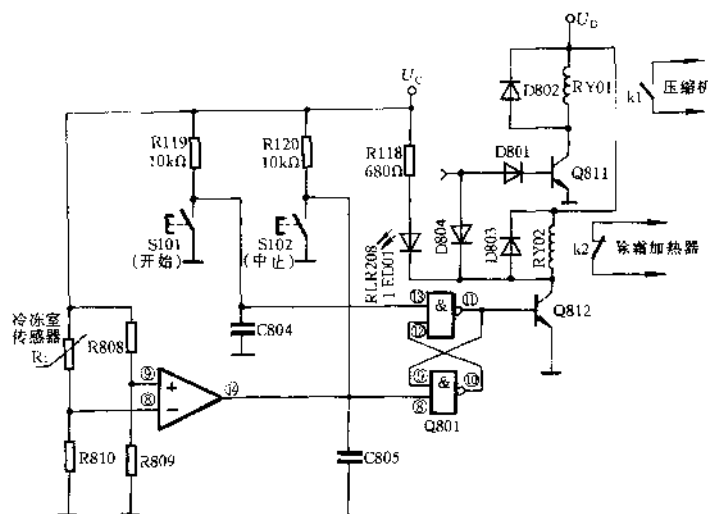


图 6-2-13 除霜电路工作原理

四、控制电路的工作原理

如图 6-2-1 所示 经变压器及整流、滤波、稳压后输出的直流 6.8V 和直流 14V 电压,其中直流 6.8V 电压供集成电路使用,直流 14V 电压供继电器 RY01、RY02 和三极管 0811、0812 使用。

直流 6.8V 的电压经 R801、R802 分压后供给 Q802 的⑤脚约 4V 和固定电压,当冷藏室温度超过 3.5℃ 的开机温度时,冷藏室温度传感器输入到 Q802 第④脚上的电压 U_5 就超过 4V,即 $U_4 > U_5$,Q802 输出端电压 U_2 为“0”,此电压连接到 Q801 组成的 RS 触发器的①脚,由于此时 RS 触发器的⑥脚为高电平,则输出端③脚就为高电平。这个高电平驱动三极管 Q811 进入饱和状态,继电器 RY01 触点 K1 吸合,压缩机开始制冷运行。

压缩机运转一段时间后,箱内温度逐渐下降,冷藏室传感器的阻值逐渐增大,Q802的第④脚电位 U_4 逐渐降低,而 Q802 的 U_6 电位是由控温滑键电位器来确定的。若此时用户调定在“4”挡位置,则 U_6 的电压为 2V,而 $U_4 > U_6$,则 U_1 输出仍为高电平。当冷藏温度继续下降, U_4 电位慢慢降低至 $U_4 < U_6$ 时, U_2 输出由低电平变为高电平,根据 RS 触发器工作原理,Q801 输出端 U_3 一定是高电平,所以压缩机继续运转。

当冰箱内温度继续下降,使 $U_4 < U_6$,当 U_1 输出为低电平,基本 RS 触发器输出端 U_3 也由高电平变为低电平,三极管 Q811 截止,继电器复位,断开触点 K1,压缩机停止运转。

当压缩机停止工作一段时间后,箱内温度逐渐上升,首先使 Q802 的 $U7 > U6$, $U1$ 的输出为“1”,由于此时基本 RS 触发器的①脚电压仍为高电平,所以输出端 $U3$ 仍为“0”,压缩机继续停转。当箱内温度升高至 $U4 > U5$ 时,输出端 $U2$ 为“0”,触发器又复位使三极管 Q811 导通,压缩机再次启动运转,这样周而复始地使电冰箱进行正常的制冷循环。

五、常见故障的判断与修理

1. 压缩机不启动

GR-204E 型电冰箱压缩机电路如图 6-2-14 所示。

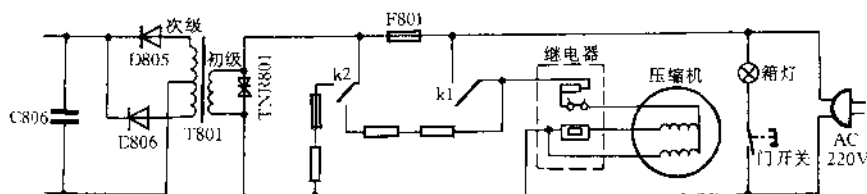


图 6-2-14 压缩机控制电路

首先检查压缩机是否损坏。用万用表的“ $R \times 1$ ”挡检查压缩机两绕组的电阻值,压缩机正常时 $R_{CA} = 20.2\Omega$ 、 $R_{CM} = 18.6\Omega$,这时可接通电冰箱的电源,检查继电器是否有电流通过,方法是用万用表的交流电压挡测量固定在压缩机上的继电器的两根电源输入线和三根输出线,如无电压可继续测量控制电源变压器的初、次级线圈。检查抗干扰过流保护元件 TNR801,此元件为易损件,常因电压过高而使顶部出现裂纹,若因高脉冲电压作用而损坏,其中心部位会出现烧坏的一点,损坏后必须更换此件。

当检查 T801 的初、次级线圈均有交流电压而压敏电阻 TNR801 也未损坏时,可用万用表的直流电压挡测量电源电路有无直流电压输出,正常时为 $13 \sim 14V$ 。如无直流电压输出或只有 $6 \sim 7V$ 时,可判定为整流管烧坏或其中一只损坏。也可检查判断稳压二极管 D808 是否损坏或滤波电容是否漏电、失效等。

如电源电路无故障,压缩机仍不启动,可重点检查 Q802(TA75339P)的 $U5$ 和 $U4$ 电压,如 $U4 < U5$,则压缩机不会启动。

2. 压缩机不停

压缩机不停一般多由控制继电器造成。由于压缩机电机绕组的电感作用,串接在压缩机电机绕组中的控制继电器常因触点粘连而不能断开,造成压缩机不停。检查是否粘连的简便方法是:按下除霜按钮,如果压缩机仍不停机,可判断为控制继电器存在故障。

另外, Q802 $U6$ 的电位低也会造成压缩机不停。即冷藏室温度传感器的温度特性变差,温度降低时其电阻值不再增加或增大不明显,就使 $U6$ 的电位值偏低,造成压缩机不停。当传感器有故障时,应更换新的传感器。

如除霜时压缩机仍不停,可检查 Q811 是否击穿。可用万用表直流电压挡测量继电器线圈有无工作电压,如有直流电压(约 $13V$)说明管已击穿,如无直流电压说明 Q811 正常。也可检查二极管 D803,如此管断路也不能停机。

3. 不除霜

① 根据除霜电路的工作原理,检查除霜控制电路各点电压和元器件接触是否良好。

② 检查操作盘上除霜按键是否完好,冷冻室传感器和电阻 R809 是否短路。如出现短路现象或除霜按键接触不良,则不能发出除霜信号。

③ 检查控制板上除霜加热器电路电压,测量 Q812 是否损坏,当 Q812 损坏后,继电器 RY02 就无法接通除霜加热器。

④ 检查除霜加热丝及温度熔断丝是否烧断,一旦烧断,除霜电路将被切断导致不能除霜。

6.2.2 普通微电脑控制电冰柜

下面以某型号电冰柜进行介绍:

一、产品特点

- ① 用微电脑控制,数码温度显示;
- ② 具有异常报警和断电记忆功能;
- ③ 具有故障自我诊断处理功能;
- ④ 自动锁键,人工解锁,防止误操作;
- ⑤ 具有自动解除速冻功能;
- ⑥ 双冷双冻,可任意切换,并且温度可精确设定;
- ⑦ 深冷快冻,保持食物营养不受破坏;
- ⑧ 优良的保温层,可减少冷量损失,节约电能,延长冷冻箱使用寿命;
- ⑨ 采用防腐轧花铝板作内壁,采用内藏式蒸发器,箱内光滑清洁,制冷效果好。

二、产品性能参数

- ① 冷藏模式:温度为 $2 \sim 8^{\circ}\text{C}$,可用于蔬菜、水果、饮料等短时间保存的食物。
- ② 微冻模式:温度为 $-6 \sim 0^{\circ}\text{C}$,可短时间储存鱼类、肉类等食物。
- ③ 强冷模式:温度为 $-18 \sim -24^{\circ}\text{C}$,可长时间储存鱼类、肉类等食物。
- ④ 速冻模式:制冷速度快且均匀,使食物水分冻结时快速生成细小冰晶,保持食物新鲜的营养,在速冻 12 小时后自动返回原状态。

除以上工作模式的默认控制参数外,用户还可以如表 6-2-2 所示在一定的范围内自己调节设定温度。

表 6-2-2 可设定温度范围

	冷藏	微冻	强冷	速冻
可设定的温度	$1 \sim 12^{\circ}\text{C}$	$-8 \sim 0^{\circ}\text{C}$	$-23 \sim -9^{\circ}\text{C}$	最长运行 12 小时

该电冰柜控制板面板按键如图 6-2-15 所示。

三、控制电路

该电冰柜电气接线图及电路图如图 6-2-16 所示,其温控电路如图 6-2-17 所示。

四、微电脑控制电冰柜常见故障维修

1. 控制面板调节

控制面板有五个功能键和一个数字显示屏,

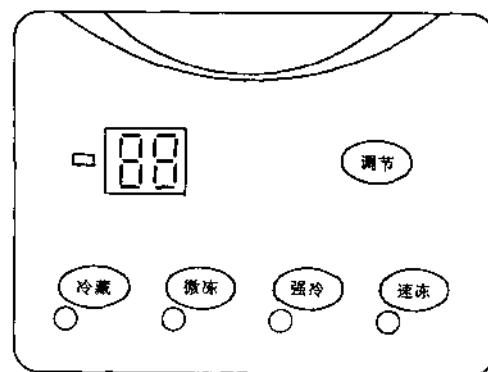


图 6-2-15 控制板面板

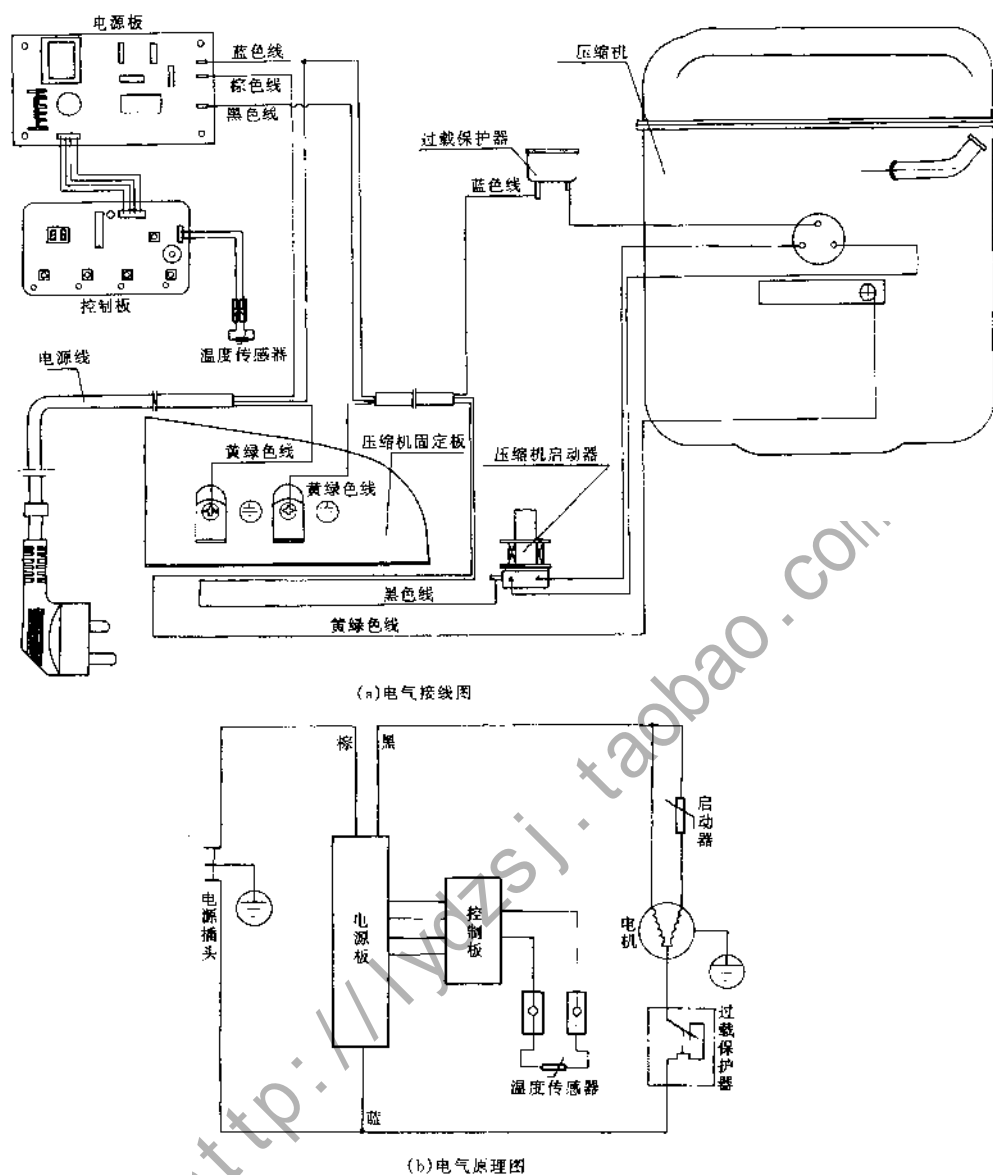


图 6-2-16 电气接线图及电路图

分别为调节键、速冻键、强冷键、微冻键、冷藏键。冷藏键的温度范围为 $1^{\circ}\text{C} \sim 12^{\circ}\text{C}$ 。微冻键的温度范围为 $-8^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 。强冷键的温度范围为 $-23^{\circ}\text{C} \sim -9^{\circ}\text{C}$ 。

温度调节到 -18°C 时,可按如下操作:

- ① 先用手指数住调节键,约 3 秒钟后听到蜂鸣器长鸣一声,松开手指。
- ② 根据功能键温度范围,用手指数住强冷键,直到显示屏所显数字开始闪烁。
- ③ 再按调节键进行调节,直到显示 -18°C 。
- ④ 最后再按强冷键进行锁住。

其它温度点调节方法可参照上述方法进行。

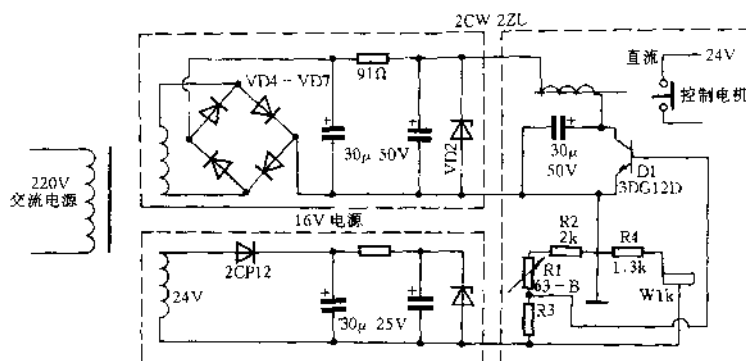


图 6-2-17 温控电路图

2. 故障维修

(1) 显示 EE

- ① 用螺丝刀卸下感温罩上的不锈钢自攻螺丝钉。
- ② 将断开的感温连线上的插头与感温头上的插头对接。
- ③ 通电检查,如果仍显示 EE,则为感温头出现故障,应更换感温头。
- ④ 将感温头卡入感温罩中的卡槽中,连线塞入孔中,将感温罩用不锈钢自攻螺丝钉固定。

(2) 显示 LE 或 HE

- ① 用手感受箱内温度,如果温度正常,则更换控制板(箱内温度范围为 -40°C 至 40°C)。
- ② 卸下控制板面膜,用螺丝刀卸下面板上的三只自攻螺丝钉,拿出面板后拔下感温连线插头和控制连线插头。卸下控制板背后的三只螺丝钉,将控制板与面板分离(不得用脏污的手碰触控制板面膜背后的不干胶)。
- ③ 卸下按键上的按键帽,将其套在新的控制板的按键上,再依次安装面板、自攻螺丝钉、插接插头,最后粘贴面膜。

(3) 控制板坏,应更换控制板。当显示或按键不灵活时,需更换控制板。

- ① 取下控制板面膜,用螺丝刀卸下面板上的三只自攻螺丝钉,拿出面板后拔下感温连线插头和控制连线插头。卸下控制板背后的三只螺丝钉,将控制板与面板分离(不得用脏污的手碰触控制板面膜背后的不干胶)。
- ② 卸下按键上的按键帽,将其套在新的控制板的按键上,再依次安装面板、自攻螺丝钉、插接插头,最后粘贴面膜。

6.3 半导体、吸收式制冷电冰箱

一、半导体制冷电冰箱

半导体制冷电冰箱是根据半导体的帕尔帖效应进行制冷的,它是利用直流电通过热电半导体材料时而产生的一端变冷、另一端变热的效应,来达到制冷目的,因此又称为热电式冰箱。可用于半导体电冰箱的半导体材料有 PbTe、ZnSb、SiGe、AgSbTe 及 Bi-Te-Se-Sb 合金等,其

中 Bi-Te-Se-Sb 合金较为理想,如图 6-3-1 所示。P 型半导体由约 74% 的三碲化二铋 (Sb_2Te_3) 和约 26% 的三碲化二铋 (Bi_2Te_3), 并掺入 0.01% ~ 0.05% 铅 (Pb) 组成; N 型半导体由约 93% 的 Bi_2Te_3 和约 7% 的 BiSe_3 , 并掺入 0.08% ~ 0.15% TeI_4 组成。将 P 型半导体和 N 型半导体连接起来, 便形成温差热电偶。温差热电偶与直流电路串联后, 当回路中有直流电流通过时, 在半导体的一端便会产生热量, 另一端便会吸收热量, 半导体内产生热量的转移, 从而形成制冷, 回路中的可变电阻可控制制冷能力。

由于一对热电偶在环境温度为 30°C 时的制冷量只有 0.6W , 因此在实际应用中通常由若干对热电偶串联, 组成热电堆, 构成热电式制冷器, 如图 6-3-2 所示。

热电堆的冷热端最大温差约为 60°C , 为了在冷端获得更低温度, 可采用多级冷凝方式。如图 6-3-3 所示, 以第一级冷端作为第二级热端的散热面, 依次类推。目前四级制冷器冷热端最大温差可达到 80°C ~ 120°C 。

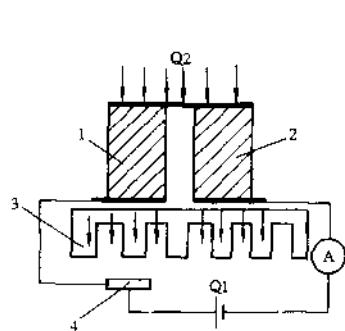


图 6-3-1 半导体制冷原理

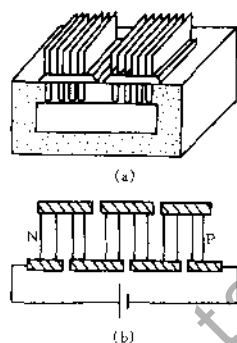


图 6-3-2 热电式制冷器

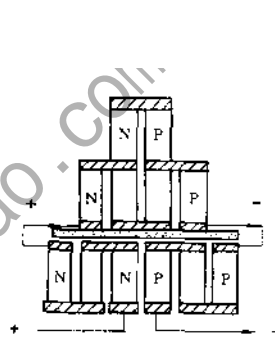


图 6-3-3 多级制冷器

半导体制冷与其他制冷方式相比,它不需要制冷剂、无噪声、维修方便、调节简单、使用寿命长、体积小、重量轻,从而容易实现分散和小型化等优点。但缺点是制冷效率低、价格高,一般在家用制冷设备中,用在小型冷藏箱等小型制冷系统上。

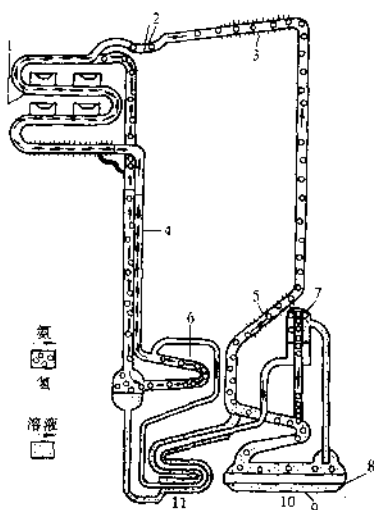
二、吸收式制冷电冰箱

吸收式冰箱多数采用吸收—扩散式制冷系统,它由发生器、精馏器、冷凝器、蒸发器、吸收器、换热器、制冷溶液、管路、加热器等组成,如图 6-3-4 所示。

制冷溶液一般采用三元溶液,即由氨、氢、水三种成分组成的工质。氨沸点低、易蒸发,可作为制冷剂;水沸点高,较氨难蒸发,为吸收剂;氢难溶于水、质量轻,为扩散剂。充灌的三元溶液为:在含氨 28% ~ 33% 的氨水中加入 2% 的重铬酸钠作为防锈剂,系统中再适量充入氢,使系统总压力在常温下达到 $1.37 \sim 1.62\text{Mpa}$ 。

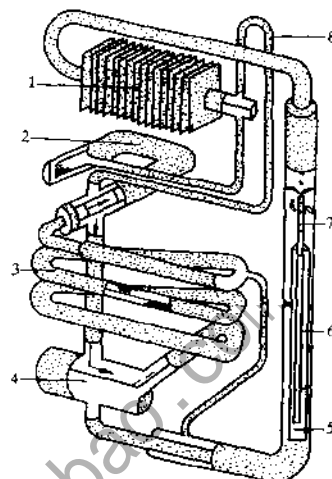
其工作原理为:当发生器被加热时,发生器内浓氨水溶液受热使氨蒸发,产生以氨气为主的氨和水蒸气的混合物,混合物上升进入气水分离器,混合物中水因重力下落,氨气与剩余部分水蒸气继续上升,进入由肋片散热的精馏器,使水蒸气被冷凝成水而流回吸收器内,此时氨的成分越来越纯,其分压也越来越大。当氨的压力达到系统总压力时进入冷凝器,氨气被冷凝成液氨再经液封弯进入蒸发器。液封弯是一段 U 型管路,当有液氨时能起到液封作用,可防止氨气自蒸发器进入冷凝器。进入蒸发器的液氨与氢气混合,液氨的分压下降,并大量蒸发成氨气而扩散到混合气体中,这一过程相当于节流过程。低温低压的液氨不断蒸发,使混合气体

比重不断加大,于是离开蒸发器进入吸收器与吸收器中水接触后,氨气被水吸收,氢气分离出来,由于氢密度小,所以向上流入蒸发器中,再与氨液相遇进行扩散。吸收氨气的氨水溶液经热交换器后再流回发生器,形成循环。吸收式制冷系统结构及吸收式冰箱结构如图 6-3-5、图 6-3-6 所示。



1-蒸发器;2-液封弯;3-冷凝器;
4-气体热交换器;5-精馏器;6-吸收器;
7-分离器;8-加热器;9-发生器;
10-浓溶液;11-液体热交换器

图 6-3-4 吸收-扩散式制冷系统原理图



1-冷凝器;2-蒸发器;3-吸收器;
4-储液器;5-发生器(加热部位);
6-发生器;7-气泡泵;8-氢气平衡管

图 6-3-5 制冷系统结构

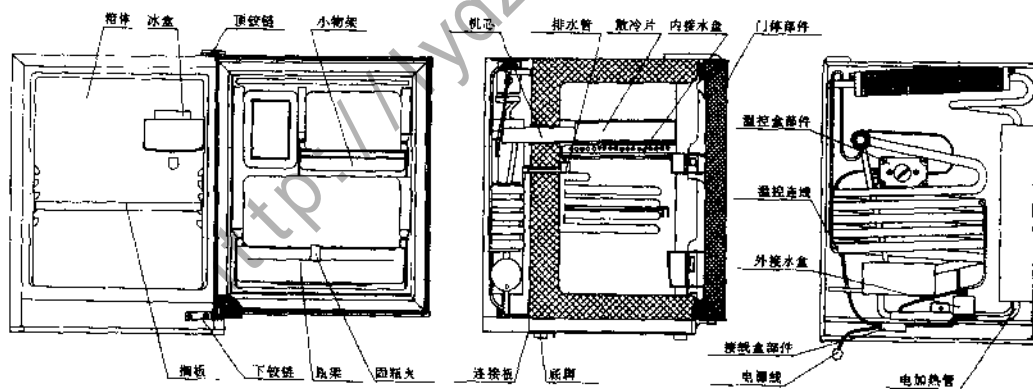


图 6-3-6 吸收式冰箱结构

练 习 题

1. 半导体电冰箱是根据半导体的_____效应进行制冷的,半导体材料以_____合金较为理想。
2. 吸收式制冷电冰箱多采用_____制冷系统,其制冷溶液一般采用_____、_____、_____组成的三元溶液。

3. 东芝电冰箱的温度传感器利用的是具有负温度特性的_____；除霜方式为_____除霜，除霜电路通过_____组成的检知电路输出电位来控制继电器的动作。
4. 简述电冰箱、电冰柜制冷系统是如何优化的。
5. 微电脑控制电冰柜有何特点？
6. 画图并说明东芝电子温控冰箱温度控制原理。

<http://lydzsj.taobao.com/>

第7章 变频空调器的结构与控制功能

目前,随着变频技术的发展,变频空调器的微电脑控制技术已经成熟,并已经进入了一个崭新的时代。在电力拖动方面,交流调速传动已经上升为以电气调速传动为主流。采用电力晶体管的全数字控制 PWM 变频器已经到了通用化的程度。由于变频空调器具有调速范围宽、调速精度高、动态响应快、运行效率高、功率因素高以及操作方便等一系列优点,所以应用越来越广泛。本章主要就壁挂式、柜式交流变频空调器以及直流变频空调器的软件控制机理、空调器的工作过程及结构特点进行详细介绍。

7.1 变频空调器的控制机理

7.1.1 变频空调器的原理

电动机的变频调速运转与控制,是日常生活、工农业生产等方面经常采用的一种技术。这种调速控制技术的核心部件就是逆变器——将直流电变为频率可调的交流电的装置。随着电子技术的发展,逆变器功能日益强大,性价比越来越高。目前进口变频空调器品牌主要有日本三洋、松下、日立、大金、夏普等,国产变频空调器主要有海信、海尔等品牌。

变频器的工作原理是什么呢?首先让我们来熟悉一下异步电动机调速运行原理:异步电动机的定子绕组流过电流产生旋转磁场,在转子绕组内感应出电动势,因而产生感应电流。此电流与定子旋转磁场之间相互作用,便产生电磁力。一般说来, P 极的异步电动机在三相交流电的一个周期内旋转 $2/P$ 转,所以表示旋转磁场转速的同步速度 N_1 与极数 P 、电源频率 f_1 的关系可用下式表示:

$$N_1 = 120/P \times f_1 (\text{r/min})$$

异步电动机要产生转矩,同步速度 N_1 与转子速度 N_2 必须有差别,其速度差 $(N_1 - N_2)$ 与同步速度 N_1 的比值 S 称为“转差率”,所以转子速度 N_2 可用下式表示:

$$N_2 = 120/P \times f_1 (1 - S) (\text{r/min})$$

由上式可知,改变电动机的供电频率 f_1 ,就可以改变电动机的转子转速 N_2 。在这里,我们采用逆变器这个装置来改变电动机的供电频率。在采用逆变器来改变异步电动机的频率时,为了避免电动机磁饱和,同时抑制启动电流,还要产生必需的转矩进行安全运转,电路中采用了 VVVF 逆变器,即调压/调频逆变器。异步电动机用逆变器驱动时的方块图如图 7-1-1 所示。

图 7-1-1 中,整流器将交流变为直流,平滑回路将此脉动直流平滑后,由逆变器将它变换为频率可调的交流电。在逆变器中广泛采用了 PWM(脉宽调制)技术。如图 7-1-2(a)所

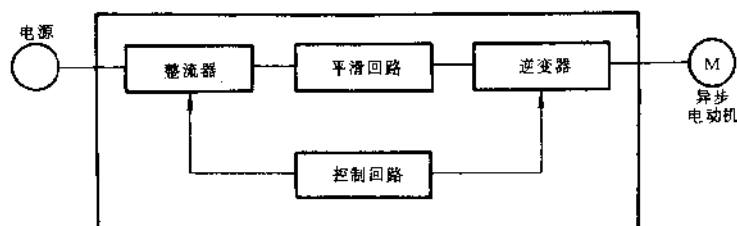


图 7-1-1 异步电动机用逆变器驱动方框图

示,把一个正弦波分成 N 等分(图中 $N=12$),然后把每一等分的正弦曲线与横轴所包围的面积,都用一个与此面积相等高的矩形脉冲来代替。矩形脉冲的中点与正弦波每一等分的中点重合[图 7-1-2(b)],这样,由 N 个等幅而不等宽的矩形脉冲所组成的波形就与正弦波的正半周等效。同样,正弦波的负半周也可用相同的方法来等效。图 7-1-2(b)的一系列脉冲波形就是所期望的逆变器 PWM 波形。由于各脉冲的幅值相等,所以逆变器可由恒定的直流电源供电。也就是说,这种交一直—交变频器中的变频器采用不可控的二极管整流器就可以了。逆变器输出脉冲的幅值就是整流器的输出电压。如逆变器各开关器件都是在理想状态下工作,驱动相应开关器件的信号也应是与图 7-1-2(b)形状相似的一系列脉冲波形。该技术在应用中引入了“调制”这一概念,以所期望的波形(正弦波)作为调制波,以等腰三角波作为载波。由于等腰三角波是上下宽度线性对称变化的波形。当它与任何一个光滑的曲线相交时,在交点的时刻控制开关器件的通断,即可得到一组等幅而脉冲宽度正比于该曲线函数值的矩形脉冲。

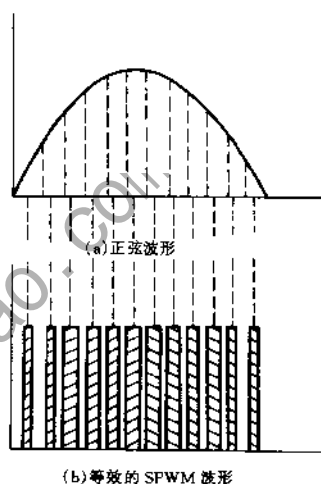


图 7-1-2 与正弦波等效的等幅矩形脉冲序列波

图 7-1-3 是 PWM 变频器的主电路。图中 VT1~VT6 是逆变器的六个功率开关器件,各由一个续流二极管反向并联连接。整个逆变器由单相整流器提供恒定直流电压 U_s 。图 7-1-4 是它的控制电路。一组三相对称的正弦参考电压信号 U_{ra} 、 U_{rb} 、 U_{rc} 由参考信号发生器提供,其频率决定逆变器输出的基波频率,此基波频率应在所要求的输出频率范围内可调。参考信号的幅值也可在一定范围内变化,以决定输出电压的大小。三角波载波信号 U_i 是共用的,分别与每相参考电压比较后,给出“正”或“零”的饱和输出,产生 PWM 脉冲序列波 U_{da} 、 U_{db} 、 U_{dc} ,作为逆变器功率开关器件的驱动控制信号。

控制方式可以是单极式,也可以是双极式。采用单极式控制时在正弦波的半个周期内每相只有一个开关器件开通或关断。当参考电压 U_{ra} 高于三角波电压 U_i 时,相应比较器的输出电压 U_{da} 为“正”电平,反之则产生“零”电平。不过应注意,此时正弦调制波的最大幅值应低于三角波的幅值。单极式脉宽调制方法的波形如图 7-1-5 所示。

在图 7-1-3 主电路中,比较器输出 U_{da} 的“正”、“零”两种电平分别对应功率开关器件 VT1 的通和断两种状态。由于 VT1 在正半周期内反复通断,在逆变器的输出端可获得重复 U_{da} 形状的 PWM 相电压 $U_{A0} = f(t)$,脉冲的幅值为 $U_s/2$,脉冲的宽度按正弦规律变化。

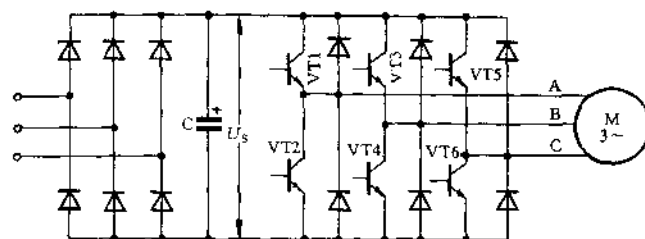


图 7-1-3 PWM 变频器主电路

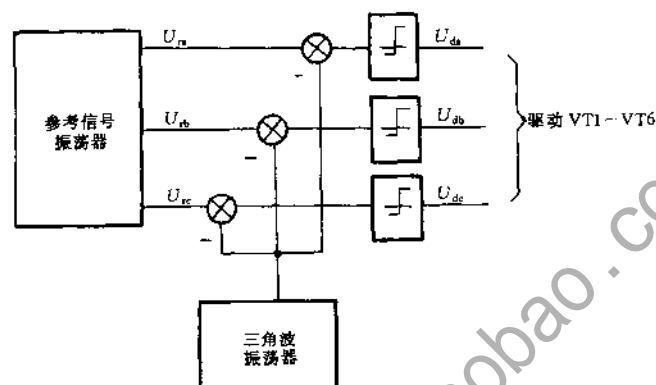


图 7-1-4 PWM 变频器控制电路框图

在图 7-1-3 所示主电路中,如果功率开关器件 VT1~VT6 的控制信号 U_{da} 、 U_{db} 、 U_{dc} 是双极性 PWM 脉冲序列波,此时参考信号 U_{ra} 、 U_{rb} 、 U_{rc} 是相位差为 120° 的三相正弦波,比较器输出 U_{da} 的“正”、“零”两种电平则分别对应功率开关器件 VT1 的通和断两种状态。由于 VT1 在正半周期内反复通断,在逆变器的输出端 A 则可获得重现 U_{da} 形状的 PWM 电压。同理,VT2~VT6 受控制信号 U_{da} 、 U_{db} 、 U_{dc} 的控制反复通断,在逆变器的输出端 A、B、C 处就可以获得所需的与 U_{da} 、 U_{db} 、 U_{dc} 形状相同的 PWM 电压。这样,我们通过改变正弦波信号的幅值和频率,就可以调节输出电压的大小和输出电压的频率,实现对电机 M 的变频控制。

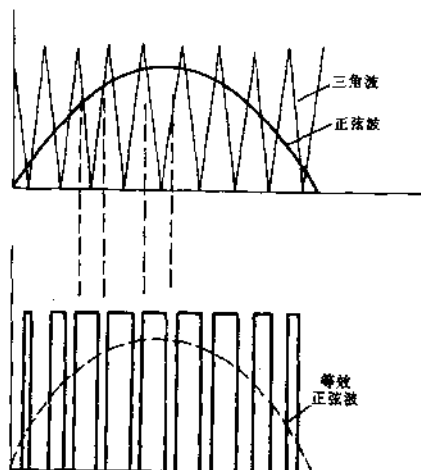


图 7-1-5 单极脉冲宽度调制方法与波形

将变频技术应用于房间空调器上,一方面可以节能,另一方面可以提高空调器给人带来的舒适性。特别是对于热泵式变频空调器,不仅对电源电压的适应能力较强,并且在 $50\text{Hz} \sim 60\text{Hz}$ 供电地区能发挥出相同的能力。另外,启动电流小这个优点,不仅可使电源设备的容量选小一点,还可以防止接在同一电源上的照明灯发生闪烁。变频空调器高效节能、使人体感到舒适等普通空调器无法比拟的优点正越来越引起人们的关注。

7.1.2 变频空调器的分类

我们所说的变频空调器分为交流变频和直流变频两类:

交流变频空调器是将工频市电 220V 转换为 310V 直流电源,并把它送到功率模块(晶体管开关等组合);同时模块受微电脑送来的控制信号控制,输出频率可变的电源(合成波形近似正弦波),使压缩机电机的转速随电源的频率变化而变化,从而可控制压缩机的排量,快速地调节制冷和制热量。

直流变频空调器同样也是把工频市电 220V 转换为直流电源,并送至功率模块,模块同样受微电脑的控制,所不同的是模块输出的是电压可变的直流电源(这里没有逆变过程),采用 PWM、PAM 控制,将直流电源送至压缩机的直流电机,控制压缩机的排量。由于压缩机使用了直流电机,使空调器更节电,并且噪音小、效率高,能快速地调节室内温度。

7.1.3 变频空调器的概念术语及特点

1. 智能变频

变频空调器运用变频技术与模糊控制技术,使空调器具有了先进的记忆判断功能和故障自诊断功能,空调器可以根据环境温度的变化,自动控制变频器的输出频率,从而控制压缩机的转速,即可使压缩机高效运转,迅速制冷、制热,又可低速运转,从而可使室内精确地维持恒定温度。

2. 变频范围宽

压缩机运行频率为 12~150Hz(一般定频空调约为 50Hz),可自动连续调节。空调器启动时,可以以很高的频率运转,散热器以最大能力制热或制冷,使房间温度迅速接近设定温度,进入保温阶段,之后压缩机逐渐降低运行频率,开始以节电状态低频运转(此时,压缩机功耗约为 120W,整机功耗也不超过 300W),功耗低,温度波动范围小,控温精确。

3. 控温精确

由于采用的不停机控温,避免了压缩机的启停对房间温度的频繁冲击,控温精度可达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,避免了房间忽冷忽热对人造成的不舒适感。

4. 节电

变频空调器有迅速制温、精确保温的特点。开机阶段,压缩机以很高的频率运转,可以快速达到设定温度,此过程通常需要的时间很短。在长时间的保温阶段,压缩机是以低频运转的,运转功率仅 300W 左右。同容量的定频空调每次启动后,均有 5~10 分钟的不稳定阶段,此阶段制冷量远未达到设计要求,而功耗却丝毫未减。在保温阶段,往往是空调器刚刚运行稳定,房间内温度就已经达到而造成停机,这样就会造成空调器经常在未达到设计要求的情况下运转,造成频繁地启停、频繁地在未达到额定制冷量的情况下运行,这就消耗了许多无谓的电能。变频空调是以低频运转来代替停机,此时功耗很低,不存在每次开启阶段的无谓功耗,这样就节省了电能。

5. 人机对话

“人机对话”的控制方式,基本消除了空调器感知与人体感知舒适度的差异,使传统空调器

的控制方式发生了革命性的转变。我们在使用空调器时,经常会发现,即使对匹配合适的房间,温度达不到设定温度而停机或降频的现象。为此,在制冷时迫不得已需人为地将设定温度设得更低(制热时是将温度设得更高),以达到舒适的要求。这是为什么呢?一般空调器是以室内机上的感温器(热敏电阻)来感应室温的,由于房间本身存在的上高下低的温度梯度差,再加上感温器靠近室内热交换器,受冷(热)辐射的影响,感应的温度与人体本身感应的温度差异较大,这样就不能完全达到人体本身对房间舒适度的要求。如用遥控器和空调器都来感应房间温度,并随时用遥控器自动控制空调器运行状态的“人机对话”的控制方式就非常地舒适和方便。遥控器感应的室温接近于人体所感应的室温,并每三分钟与空调器进行一次双向信息交流。空调器将自身的运行状态告知遥控器,而遥控器发出新的运行状态指令,使空调器按新的运行状态进行运转。这种“人机对话”的方式最大限度地避免了传统空调器控温不准的缺点,并能通过与空调器的即时“对话”,精确控制空调器的运转状态,使人达到最大的舒适度。

6. 软启动

这是变频空调器所独有的优点。定速空调器在启动期间,启动电流往往是工作电流的3~5倍,极易引起开关保护、烧保险、跳闸等现象,变频空调则可以很好地解决这一难题。变频空调器采用超低频进行启动,此时启动电流尚不及正常的运转电流,且一开始压缩机运转功率比较低,使之可以顺利启动,这时对电网的冲击小,从而保证了电表和电网上其他电器能正常运转。

7. 万向送风模式

为了实现房间各个角落得到均等的送风,变频空调器在空调器上设计了立体送风功能。室内机出风口处设置有两片横向导风板和两组纵向导风叶片。横向导风板由一个步进电机加传动机构组成,从而控制上下风向;两组纵向导风叶片分别由两组步进电机驱动,控制左右风向。所有步进电机均由数码电路精确控制,使用者无需用手调节任何叶片,即可通过遥控方式使风均匀地送到房间的每个角落,以避免目前有些空调器送风不到位的问题。

8. 并用节电

这是变频空调的一项独特的功能,这一功能的实现,给用户现代化的生活提供了极大的方便。在用电高峰时,往往是空调器、微波炉、电冰箱、电饭煲等大功率家电一起工作,此时,很容易造成烧保险或空气开关跳闸,结果使正在做的米饭为“夹生饭”,正在运行中的电脑的数据丢失。为了解决这一问题,在变频空调器上设计了并用节电功能。即在用电高峰时,按下遥控器的并用节能键,空调器上的单片机微电脑发出指令,控制压缩机的运行电流使其不要太大,从而限制空调器整机的输入功率,以预防电源过负荷而造成“烧保险”或“跳闸”现象,使家电安全运行。

9. 健康环保空调器

在空气净化方面,除了采用防霉过滤网、静电除尘、活性炭除味等空气净化技术外,还采用了新一代多元光触媒技术,通过具有多孔特性的载体物质将空气中的有害气体进行吸附后,在紫外线作用下使吸附的有害气体与空气中的氧气发生化学反应,使其分解后脱离载体,载体可再生并如此循环,这样就能够有效地除尘、杀菌和除异味。在柜机中采用健康大功率负离子发生技术,在负离子发生器运行时,可产生大量的负离子,能有效地进行杀菌,且负离子对人体健康有利。

在光触媒技术发展的同时,现在先进的冷触媒技术也应用在空调器上,它对推动健康环保

潮流和国内空调行业的发展必将产生深刻影响。冷触媒技术能在 $-30^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 范围内工作,在常温下不需任何附加条件,即能有效分解致癌物质甲醛,消除房间各种异味达 99% 以上。冷触媒技术的工作原理为通过固化作用,使空气中的甲醛等挥发性有机化合物和空气中的氧气发生分解反应,生成对人体无害的二氧化碳和水。冷触媒技术在常温下即可起作用,不含有吸附饱和失去作用及二次污染问题。经鉴定,除臭性能已达 99%,甲醛分解性能达 88% 以上,耐霉变、抗菌性能也完全符合国家有关卫生标准。

在这里应该说明的是:尽管空气净化技术功不可没,但空调房间空气不好还有另外一个主要原因,室内缺氧,缺少新风,因此如果条件许可,应适当地开窗通风,才能真正对健康更为有利。

7.2 变频空调器的结构与控制功能

7.2.1 分体壁挂式交流变频空调器的结构与功能控制

现代分体壁挂式变频空调器都采用微电脑控制,它具有节能、舒适、性能可靠、操作方便等优点。整个系统由室内机控制系统、室外机控制系统、遥控器构成。本节将以典型的变频空调器为例,详细阐述分体壁挂式空调器的结构与功能控制。

一、分体壁挂式变频空调器的结构与特点

1. 分体壁挂式变频空调器的特点

① 智能变频。微电脑根据环境温度,通过控制空调器的输出能量,可实现对室内温度的快速、精确控制。

② 微电脑控制。空调器内置的微电脑功能强大,大屏幕液晶遥控器显示清晰,操作简单,易于使用。

③ 12 小时开/关机定时器。定时器可以预约 12 小时定时开/关空调器。

④ 夜间节能方式。此功能可自动改变房间温度设定,在保证给您提供舒适环境的前提下,可节约用电。

⑤ 风向自动摆动。本功能通过不断改变风门叶片的角度,可使空调器的吹风能吹到室内的各个角落。

⑥ 断电自动恢复功能。发生停电时,一旦又恢复供电,则空调器预先的各种设定仍然有效,空调器可自动依照原设定运行。

⑦ 冷风防止功能。在制热时,室内机送风一旦开启,即能吹出温暖舒适的风。当处于制热运行或者除霜时,此功能可有效地防止冷风吹出。

⑧ 小巧的外形。该型号的空调器与具有相同能力的以往产品相比,体积更小。

⑨ 具有快捷功能键。

⑩ 1 小时定时器。此功能可使空调器运行 1 小时后自动关机。

⑪ 自动及 3 级风速。室内风速可设定于自动/高/中/低四种状态。

⑫ 空气清新过滤器。空气清新过滤器包含高效静电活性炭过滤网及多元光触媒健康过

滤网各一个。能有效地吸附灰尘颗粒,去除室内异味,并对室内空气细菌具有强力杀灭作用。

⑬ 高效运行。空调器以尽可能大的能力运行,能迅速使您感到舒适。

⑭ 强力除湿。可除去潮热空气中多余的水分,给您以凉快干爽的感觉。

2. 分体壁挂式变频空调器结构

分体壁挂式变频空调器的结构示意图如图 7-2-1 所示,各部分功能见表 7-2-1。

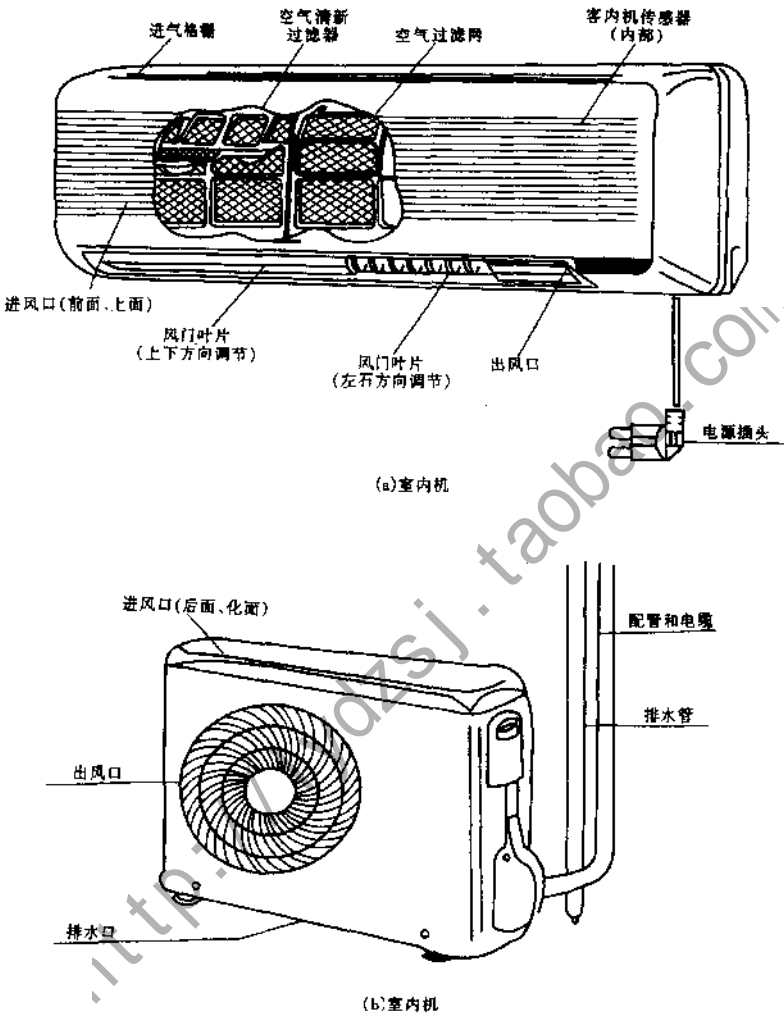


图 7-2-1 某变频空调的结构示意图

表 7-2-1

各部分的功能

进气格栅	房间中的空气由此吸进并通过空气过滤器除尘
出风口	调节后的空气由此吹出
遥控器	用于测定室温,控制电源的通断,设定运行方式、温度、风扇速度、定时器定时以及气流方向
冷媒管	室内机与室外机用铜管连接,制冷剂通过它循环
室外(冷凝)机	室外机包括压缩机、风扇、冷凝器及其他电气元件

3. 室内控制面板介绍

室内控制面板如图 7-2-2 所示,各部分的功能见表 7-2-2。

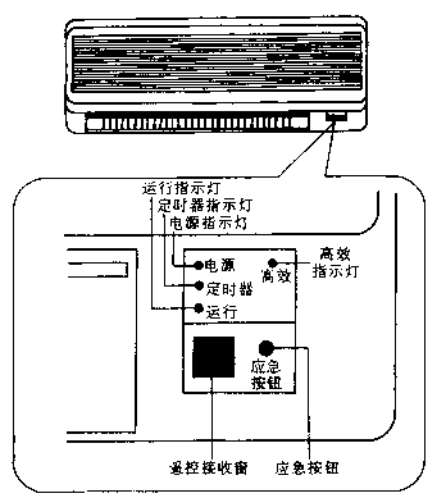


图 7-2-2 某空调器室内机控制面板示意图

表 7-2-2 控制面板各部分功能

遥控接收窗	本部分接收遥控器发射的红外线信号
应急按钮	本按钮是专为应急情况下设置。一般情况下请使用遥控器控制操作空调器。若您的遥控器丢失或发生故障时,使用此按钮可开/关您的空调器
电源指示灯	此灯亮表示空调器内上电控板上已接通电源(但此时压缩机并不一定运转)
定时器指示灯	定时开或定时关机功能起作用时此灯亮
运行指示灯	压缩机运行时此灯点亮
高效指示灯	当空调器高效运行时此灯点亮

二、分体式变频空调器电气原理图

KFR-28GW/BP 空调器室内机电气接线图如图 7-2-3 所示。

KFR-28GW/BP 空调器室外机电气接线图如图 7-2-4 所示。

三、壁挂式变频空调器的制冷循环系统

KFR-28GW/BP 变频空调器制冷剂循环流程图如图 7-2-5 所示。

KFR-35GW/BP 变频空调器的制冷剂循环流程图如图 7-2-6 所示(不停机除霜)。

四、壁挂式变频空调器的功能控制程序模式(以某品牌 KFR-35GW/BP 空调器为例)

1. 冷暖自动运转(遥控器显示“自”)模式

① 电脑对设定温度与室温传感器感知的温度传感器进行计算,根据温差自动地选择冷房和暖房。

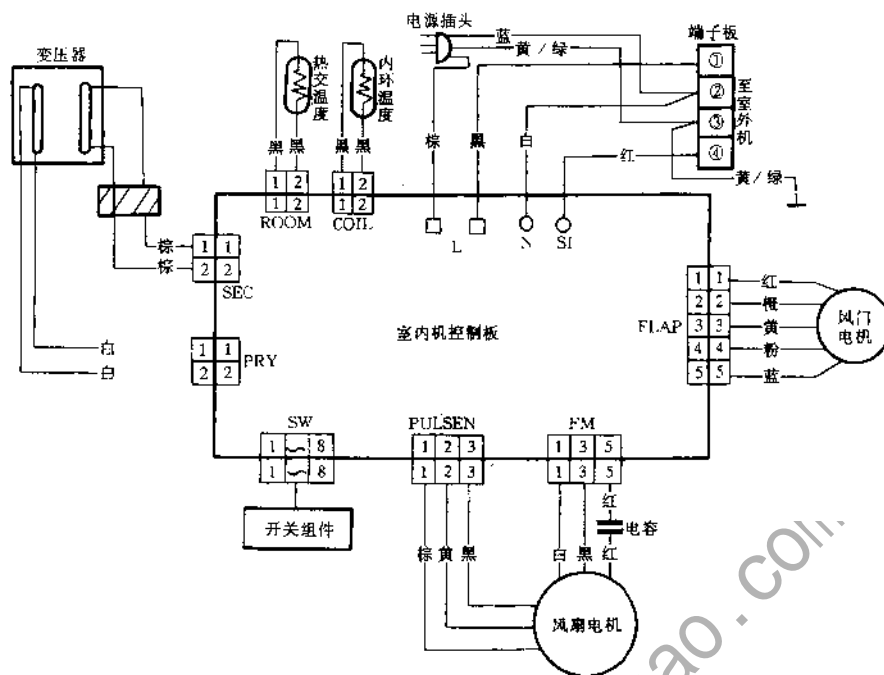


图 7-2-3 某 KFR-28GW/BP 室内机电气接线图

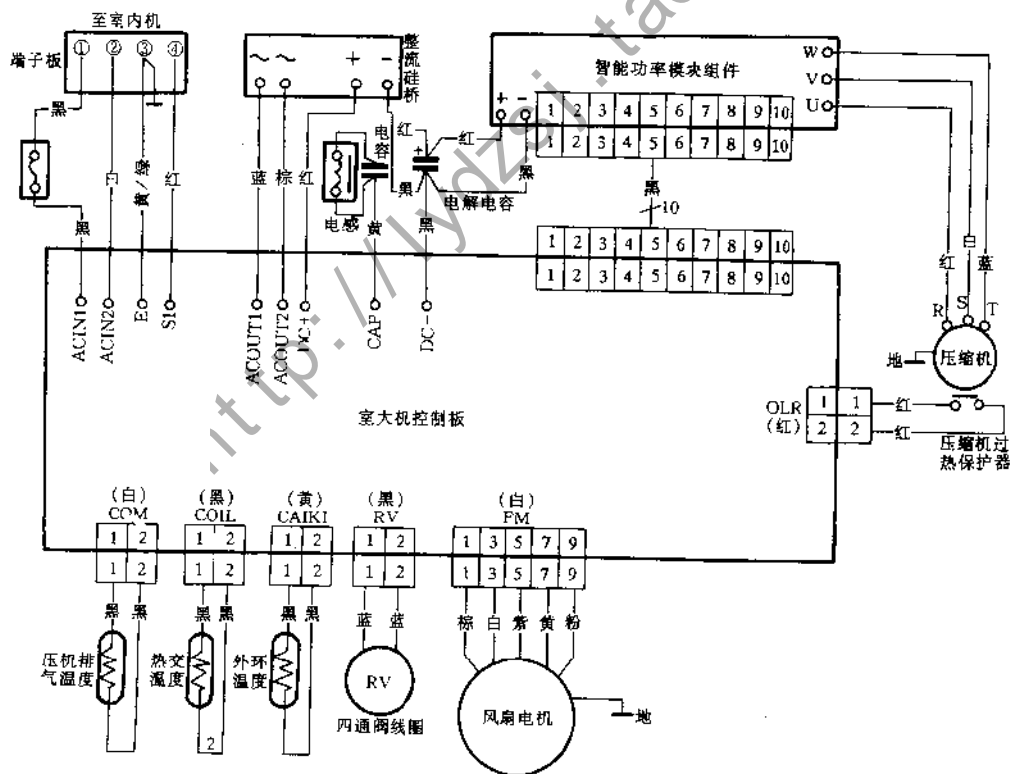


图 7-2-4 KFR-28GW/BP 室外电气接线图

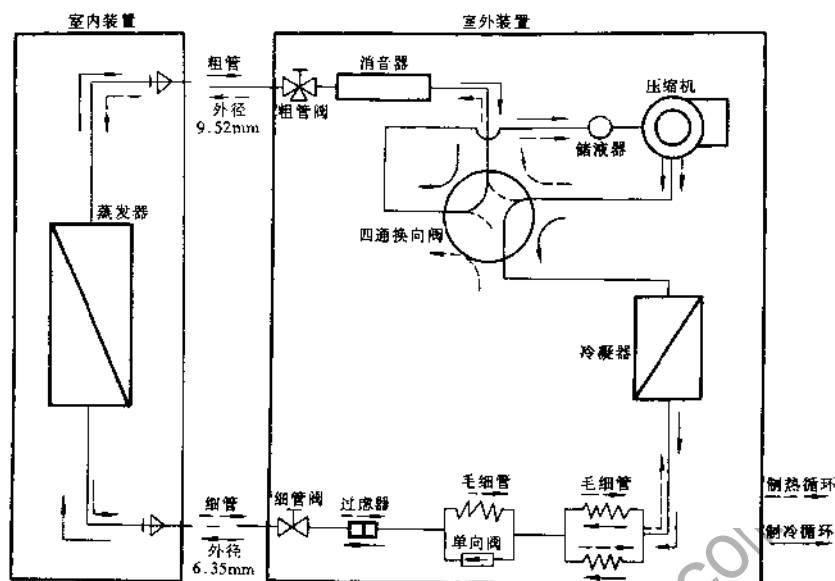


图 7-2-5 KFR-28GW/BP 变频空调器制冷剂循环流程图

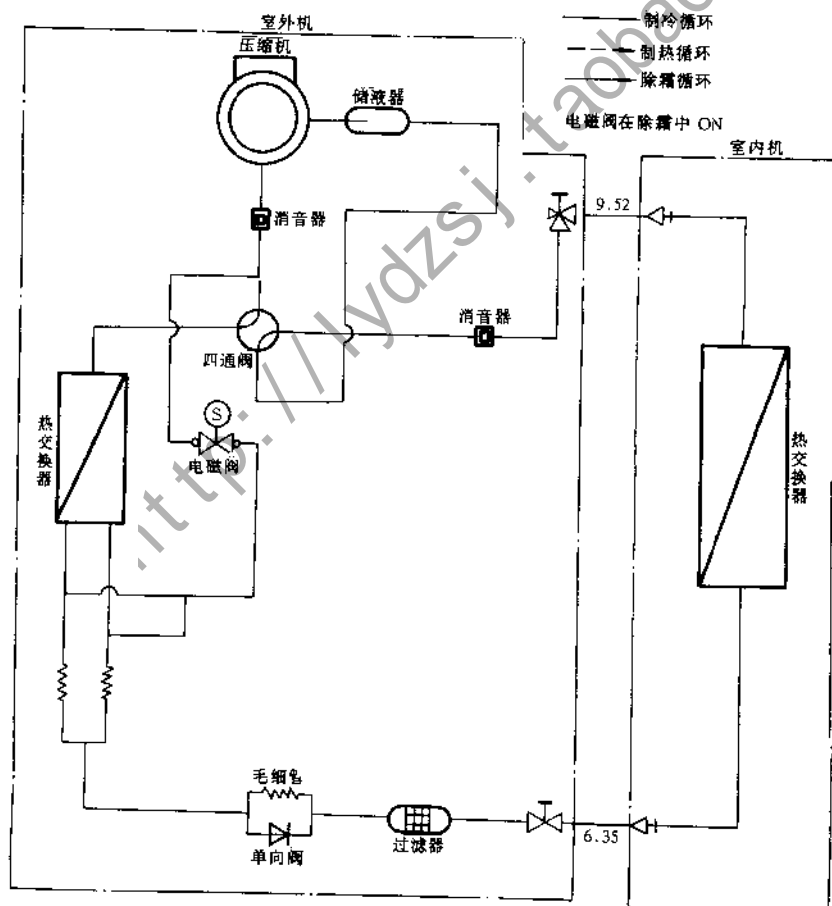


图 7-2-6 KFR-35GW/BP 变频空调器的制冷剂循环流程图

② 空调器启动后,当室温比设定温度高时,开始冷房(即制冷运转);当室温比设定温度低时,开始暖房(即制热运转)。

2. 模糊与模拟控制

冷暖自动运转中,空调器可随时根据居住房间的状况对室温、风量、冷暖方式进行调节,以保持房间温度处于最佳运转状态中。

① 冷房、暖房的频率控制范围如表 7-2-3 所示。

表 7-2-3 冷房、暖房的频率控制范围(以 KFR-35GW/BP 为例)			
	最小(Hz)	额定(Hz)	最大(Hz)
冷房	15	81	120
暖房	15	90	150

② 空调器干燥运转特性如图 7-2-7 所示。

室内温度不足 15℃时为监视状态(即在此温度下除湿运转不工作,当室温大于 15℃时才开始干燥运转)。空调器的工作一旦进入监视运转区,则只有运转指示灯在亮。

干燥 A 区:压缩机频率按 20~30Hz 的变化连续运转,风机运转中以缓冲方式 1/f 送风。如图 7-2-8 所示。

干燥 B 区:压缩机频率按 21Hz(17Hz)工作 3 分钟、停机 6 分钟的预定时间进行工作。压缩机在运转中,室内风扇以 1/f 方式工作。

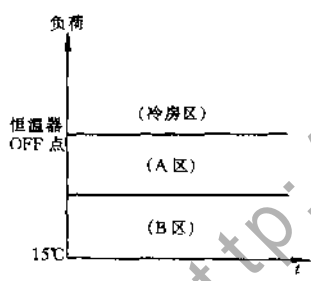


图 7-2-7 干燥运转特性

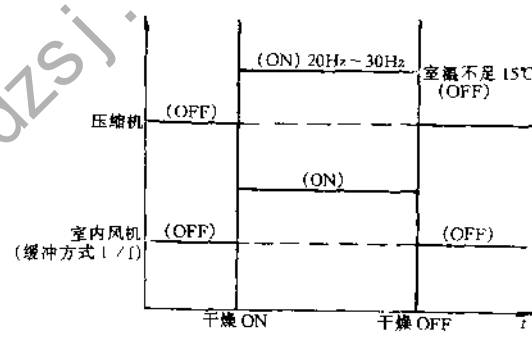


图 7-2-8 干燥 A 方式运行图

3. 模糊干燥

优先湿度运行能起到防止细菌繁殖及干燥衣物的作用。

模糊干燥运转时,由于运转方式的变化,室温会急剧地变化。

(1) 冷房干燥运转时

① 最初室温低于 26℃时,首先将室温提到 26℃以上,进行暖房运转,然后再进行除湿运转。

② 室温高时,达到 30℃进行冷房运转,低于 30℃进行除湿运转。如图 7-2-9 所示。

注意:此时空调器使用本体温度传感器(即遥控器传感器不起作用)。

(2) 暖房运转时

运转开始 2 小时 30 分钟后,进行 3 小时干燥(除湿)运转,然后再继续暖房运转。

4. 足下气流

冷、暖自动运转时,选择自动调节导风板方式进行足下气流控制。

① 气流上下方向控制如图 7-2-10

所示。室温达到设定温度时,冷房、暖房都与地面温度和室温有温差,当温差达到 2℃ 以上时,则进行气流上下方向控制,使气流做到脚底不冷。

② 左右风向控制如图 7-2-11 所示。室温达到设定温度后,使用遥控器以居住面积为中心控制风向,将风向控制在不会与人直接相触的位置。

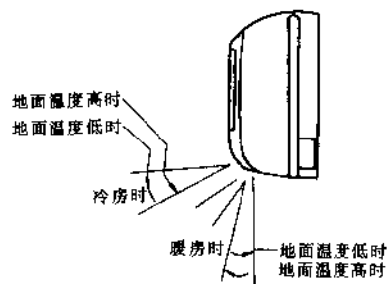


图 7-2-10 上下方向控制示意图

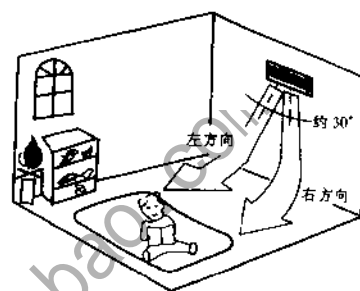


图 7-2-11 左右方向控制示意图

5. 夜间节能运行方式

在夜间节能运行时,空调器能自动设定温度、风量。

① 冷房干燥运转时室内组件的风量自动下调,进行静音运转。

在夜间运行 1 小时后,设定温度将自动提高 1℃。

② 暖房运转时,室内、室外组件风量自动下调,进行静音运转。

夜间运转 1 小时后,设定温度自动下调 3℃,3 小时后再下调 4℃,然后保持此温度运转。

6. 并用节电

如表 7-2-4 所示,并用节电可限制最大运行电流、抑制消耗功率。

表 7-2-4 并用节电运行时间耗电情况

KFR-35GW/BP/KFR-40GW/BP		冷房干燥	暖房
启动电流(A)		17.0/17.01	
频率下降	通常(A)	8.0/9.4	11.0/12.1(150Hz)
	并用节电(A)	7.0/8.5	7.0/9.0

并用节电不能使用运转按钮解除,如拟解除并用节电,可再使用一次“并用”节电按钮。

7. 高功率运转

① 不考虑设定温度,空调器进行 15 分钟的最大功率运转,此时“高效”灯亮。

② 高效率运转结束后,高效灯自动熄灭,机器以最低频率 35Hz 运行 5 分钟后变为正常运

行。

8. 定时运转

① 使用定时开机功能时,空调器将在设定的时间后启动运行。使用定时关机功能时,空调器将在设定的时间里定时关机。

② 如拟取消定时功能,可使用空调器的预约/取消功能钮。

③ 按表 7-2-5 中所列的开机提前时间可使空调器进入舒适预约运转。表中的温度差可按如下办法确定。

制冷:室内温度 - 设定温度 = 温度差

制热:设定温度 - 室内温度 = 温度差

表 7-2-5

空调器预约运转时间的确定

温度差	提前时间
$16 < \text{温度差}$	60
$9 < \text{温度差} \leq 16$	$6 \times (\text{温度差} - 8) + 10$
$4 < \text{温度差} \leq 9$	16
$0 < \text{温度差} \leq 4$	6
$\text{温度差} \leq 0$	0

例:室内温度为 5℃、设定温度为 26℃时,则温度差为 21℃。当按说明书进行定时后,微电脑会自动检测设定温度与室内温度差,当温度差大于 16℃时,为到达设定温度时房间温度能达到一个舒适的程度,则开机时间将可能提前 60 分钟。如温度差大于 9℃、小于 16℃,例如为 12℃时,则开机时间可能提前 34 分钟。根据有关推荐,一般情况下提前开机时间可按下列公式计算:开机提前时间 = $6 \times (\text{温度差} - 8) + 10$ (分钟)

说明:方式处于自动运转状态或干燥运转自然风时,不能进行舒适预约。

9. 定时器的切换运转

① 关机定时方式如达到时间,空调器将停止运转。

② 关机定时方式在运转中可以预约。预约时,空调器定时指示灯亮。

10.1 小时定时运转

使用此功能时,1 小时后空调器运转停止

① 1 小时定时功能起作用时,如果按一下“1 小时定时键”,从按动的那一时刻起 1 小时后空调器停止运转。

② 如想取消 1 小时定时器功能时,可按“运转/停止”键,使空调器停止一次运转,然后再按一次“运转/停止”键,这样就可取消 1 小时定时功能,还原正常运转。

11. 立体送风控制(风向)

① 遥控设定:上下风向运转中,按下“立体送风键(上、下)”时,可分为 6 段风向调节。暖房、冷房干燥运转时,挡板在 6 段位置变换。运转停止时,挡板自动关闭。暖房运转时,在吹出的热风达到设定温度这一段时间内,挡板处于(水平)的位置,风量为微风运转。在此时间内如使用遥控器操作,挡板的位置及风量都不变化。当吹出的风温度升高时,使用遥控器则可以设

定挡板位置、风量。

当遥控器挡板显示“摇摆”，但室内风扇仍然停止时，则挡板位置为水平。

② 左右风向：左右风向调节运行即按下立体送风键使其切换到“左·右”。当室内风扇电机停止运转时，风向叶片将自动停止（左右风向调节叶片）运行。

12. 风量自动

自动风量运行应根据运转频率的变化，按图 7-2-12 所示对风量进行控制。

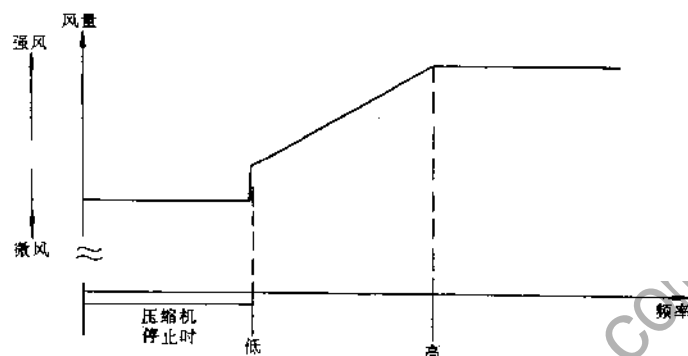


图 7-2-12 风量自动控制运行曲线

13. 除味功能

冷房、干燥运转及风量自动运转开始后，室内风扇运转约延迟 40 秒，这是为了抑制附着在空调器中的各种异味吹出。

14. 停电自动还原

室内机停电还原后，室内机接收遥控器发射的信号，可使用与停电前相同的设定方式再次自动运转。

五、分体变频空调器的保护机能模式(以 KFR-28GW/BP 为例)

1. 冷风防止

制热运转时为了防止在空调器刚刚开启时有冷风吹出，本空调器设有冷风防止功能。

当室内热交换器温度 $\leq 20^{\circ}\text{C}$ 时，室内风机关闭，不吹风； $20^{\circ}\text{C} < \text{室内热交换器温度} < 36^{\circ}\text{C}$ 时，室内风机以微风运转；室内热交换器温度 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 时，室内风机按设定风速运转。

2. 过负荷保护

制热运转时，为防止室内盘管温度过高，本机设有过负荷保护功能，具体控制方式如图 7-2-13 所示。图中 A 区为自由区；B 区为频率下降区；C 区为频率禁止上升区；D 区为自由区。室内盘管温度高于 67°C 时停机保护。

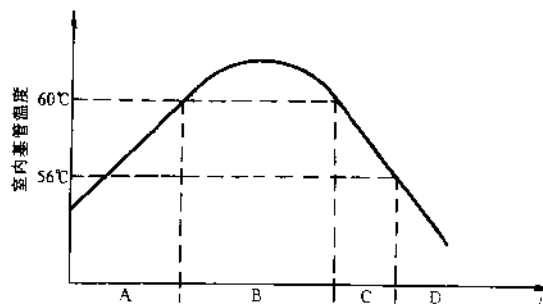


图 7-2-13 过负荷保护

3. 压缩机排气温度保护

压缩机排气温度过高会损坏压缩机，所以必须对压缩机排气温度加以控制。控制方

式如图 7-2-14 所示。图中 A 区为自由区;B 区为频率下降区;C 区为频率禁止上升区;D 区为自由区。室内盘管温度高于 67℃ 时停机保护。

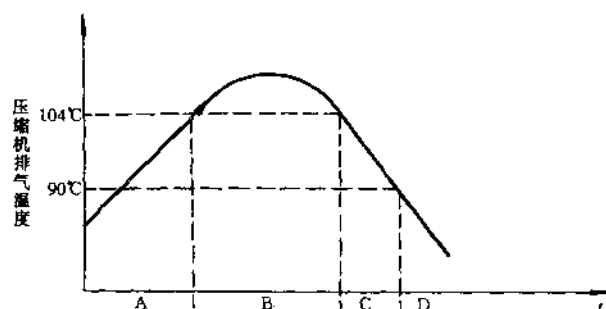


图 7-2-14 压缩机排气温度保护

4. 室外机除霜

在制热过程中,有时室外机热交换器会结霜,若不将霜化掉,空调器的效率将会大大降低。

进入除霜的条件:①压缩机累计运转 30 分钟以上;② $T_{\text{室外温度}} - T_{\text{室外盘管温度}} \geq 7^{\circ}\text{C}$ 并持续 5 分钟。除霜流程如图 7-2-15 所示。

5. 室内蒸发器防冻结

在制冷过程中,若出现室内蒸发器冻结现象,将会影响空调器的制冷效果。该空调器防冻结的具体控制方式如下图 7-2-16 所示:图中,A 区为自由区;B 区为频率下降区;C 区为频率禁止上升区;D 区为自由区。

6. 电流保护

当室外机总电流值超过 10A 时,压缩机的频率将会降低;当电流值超过 12A 时,压缩机停机保护;当电流值降到 10A 以下时,停止降频;在电流值小于 9A 时,解除电流保护状态。电流保护特性如图 7-2-17 所示。

7. 高低压保护

由于空调器具有高低压补偿功能,所以空调器的运行范围为 AC253 ~ 160V。

8. 低温性能

空调器可运行的低温限制为 -15°C ,但建议使用温度应在 -8°C 以上。

9. 自动报警信息

空调器具有自动诊断功能,若发现空调器的运行发生异常而停机,维修人员可按下遥控器的“传感器切换”按钮,开关面板上的指示灯将会显示故障内容。表 7-2-6 为室内机故障表,表 7-2-7 为室外机故障表,表中,×—指示灯灭;⊙—指示灯闪烁;□—指示灯亮。

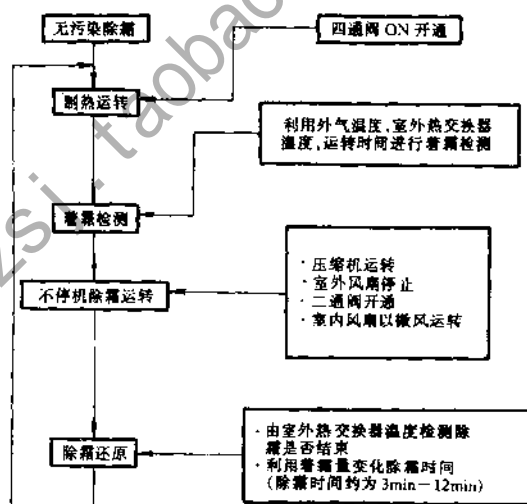


图 7-2-15 除霜流程图

(以某品牌 KFR-35GW/BP 空调器为例)

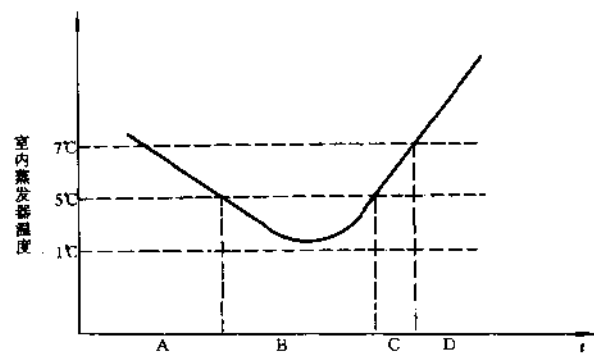


图 7-2-16 防冻结保护

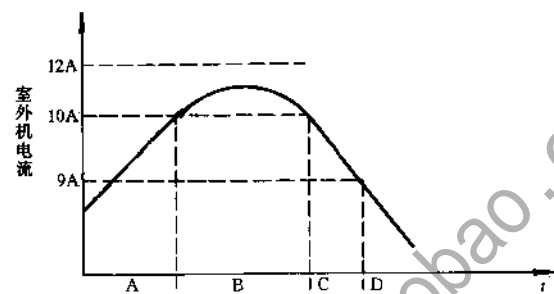


图 7-2-17 电流保护

表 7-2-6

室内机故障表

序号	高效	运行	定时	电源	故障内容
1	×	×	×	⊙	室温传感器
2	×	×	⊙	×	热交传感器
3	×	×	⊙	⊙	蒸发器冻结
4	×	⊙	×	×	制热过负荷
5	×	⊙	×	⊙	通信故障
6	×	⊙	⊙	×	瞬时停电
7	×	⊙	⊙	⊙	过电流

表 7-2-7

室外机故障

序号	高效	运行	定时	电源	故障内容
1	×	×	×	□	环温传感器
2	×	×	□	×	热交传感器
3	×	×	□	□	压机过热
6	×	□	□	×	过电流
8	□	×	×	×	电压异常

续表

序号	高效	运行	定时	电源	故障内容
9	<input type="checkbox"/>	×	×	<input type="checkbox"/>	瞬时掉电
10	<input type="checkbox"/>	×	<input type="checkbox"/>	×	制冷过负荷
11	<input type="checkbox"/>	×	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	正在除霜
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	×	×	功率模块保护
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	×	<input type="checkbox"/>	EEPROM故障

7.2.2 分体柜式交流变频空调器的结构与功能控制

本节主要介绍分体变频空调器的结构与空调器的软件功能控制。为便于读者了解,将以典型的 KFR-50LW/BP 变频柜机为例进行介绍:

一、柜式变频空调器结构与特点

1. 柜式变频空调器的特点

① 超级变频。采用变频压缩机、高效节能措施以及微电脑控制,可根据环境温度控制空调器的输出能力,实现对室内温度的快速、精确控制。

② 具有大屏幕彩色 VFD 真空荧光屏,显示美观、醒目。

③ 空调器可通过遥控器检测室内温度,使温度控制更精确、环境更舒适。具有屏幕显示人机对话功能,控制更直观。

④ 空调器具有空气清新功能,高效负离子发生器能有效地去除室内空气中的烟尘及细菌,为用户提供一个健康舒适的空间。

⑤ 通过不断改变风门叶片的角度,可使空调器的出风能吹到房间的各个角落。

⑥ 故障自诊断功能。空调器发生故障时,微电脑能自动检测故障原因,并在屏幕上显示出来,可方便维修。

⑦ 具有快捷功能键。快捷功能键操作简便,只要一按即可完成操作。

⑧ 高效运行。强大的高能力运行,可迅速使您感到舒适。

⑨ 断电自动恢复。发生停电时,一旦供电恢复,预先的各种设定仍然有效,空调器可自动依照原设定运行。

⑩ 强力除湿可去除潮热空气中的多余水分,给您以凉爽的感觉。

2. 分体柜式变频空调器结构

分体柜式变频空调器的结构示意图如图 7-2-18 所示,各部分功能见表 7-2-8。

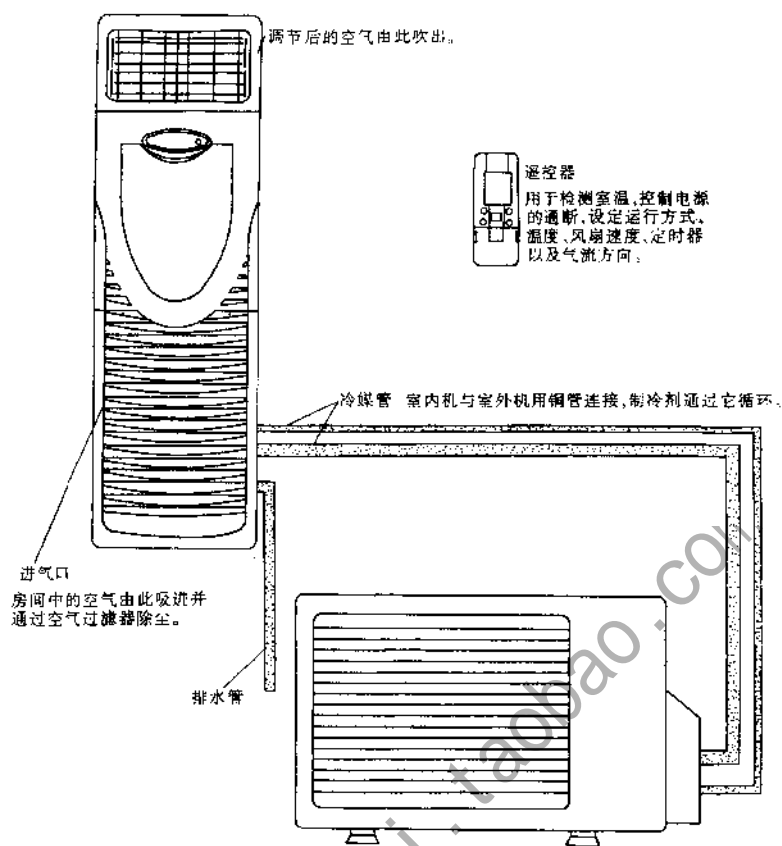


图 7-2-18 某变频柜机结构示意图

表 7-2-8 分体柜式变频空调器各部分的功能

进风格栅	房间中的空气由此吸进并通过空气过滤器除尘
出风口	调节后的空气由此吹出
遥控器	用于测定室温,控制电源的通断,设定运行方式、温度、风扇速度、定时器定时以及气流方向
联机配管	室内机与室外机用铜管连接,制冷剂通过它循环
室外(冷凝)机	室外机包括压缩机、风扇、冷凝器及其它电气元件

3. 室内控制面板介绍

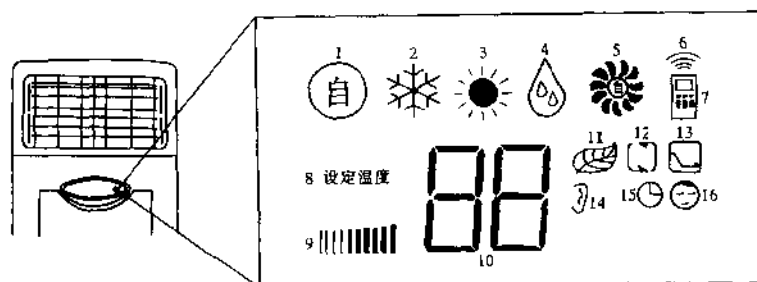
室内控制面板如图 7-2-19 所示。

二、空调器电气原理图

图 7-2-20 为 KFR-50LW/BP 空调器室内机电气接线图,图 7-2-21 为其室外机电气接线图。

三、柜式变频空调器的制冷循环系统

柜式变频空调器的制冷循环系统流程图如图 7-2-22 所示。



遥控器设定内容更改后,显示屏上的显示内容会相应更改。

各部分表示内容:

1. 自动运行。空调器处于自动运行方式。
2. 制冷运行。空调器处于制冷运行方式。
3. 制热运行。空调器处于制热运行方式。
4. 除湿运行。空调器处于除湿运行方式。
5. 送风运行和风速。当有6个叶片同时旋转时表示高风速,当有3个叶片同时旋转时表示低风速,当有3个叶片和“自”同时旋转时表示自动风速;单独显示时表示空调器处于送风运行。
6. 遥控器信号接收。室内机接收到遥控器信号时,由下至上依次闪亮。
7. 人机对话功能。启用人机对话时点亮。
8. 显示设定温度。
9. 空调器运行显示。空调器运行时点亮。
10. 温度值。显示当前设定值。
11. 空气清新。空气清新功能启动时该图标闪动。
12. 风门叶片。风门叶片摆动时该图标点亮,风门叶片不摆动时该图标消失。
13. 并用电。启用并用电功能时点亮。
14. 静音运行。静音运行时点亮。
15. 定时器。启用定时器功能时点亮。
16. 睡眠运行。启用睡眠功能时点亮。

图 7-2-19 某空调器室内机控制面板示意图

四、柜式变频空调器的功能控制程序模式

变频空调器室内控制器有两套温度传感器检测室内温度,一套装在遥控器上,一套装在室内机进风口处。出风默认设定以遥控器检测为准。遥控器每20秒检测一次室温,间隔3分钟自动发射一次。室内机如果超过10分钟仍未收到遥控信号,则自动切换到进风口处的传感器进行控制。

1. 自动运转模式

① 根据设定温度与室内温度的差值,自动判定运行方式:

室内温度 > 设定温度,制冷运转;

室内温度 < 设定温度,制热运转。

② 运转方式由第一次开机确定,模式一旦确定,20分钟内不可转换。

③ 用遥控器改变设定温度,如果室内温度与设定温度的差值超过3℃,可立即改变运转模式。

④ 用遥控器关机后再启动,以上条件仍有效。

⑤ 切断电源重新上电,空调器重新选择运行方式。

⑥ 运转频率由温度差决定。

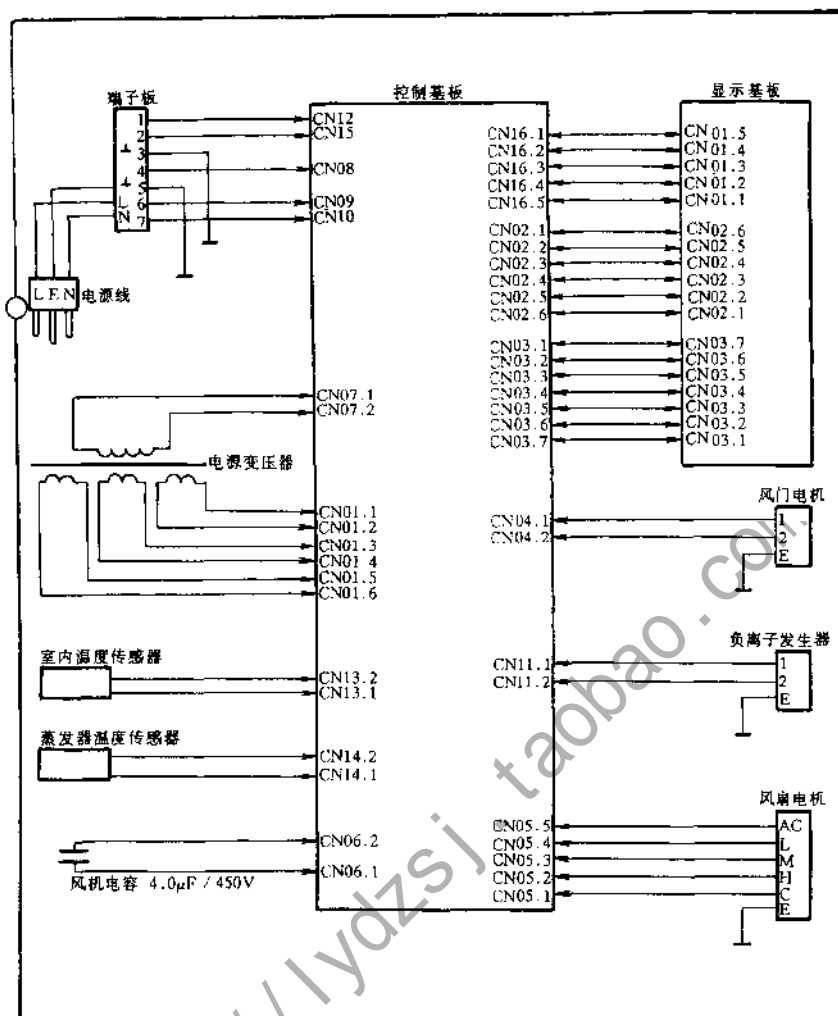


图7-2-20 KFR-50LW/BP室内机电气接线图

⑦ 室内温度开关控制与制冷、制热相同。

2. 制冷运行模式

- ① 在制冷运转模式下,设定温度由遥控器决定,温度调节范围为16~30℃。
- ② 第一次通电时,可以立即启动压缩机,第二次以后的启动,压缩机须延迟3分钟后才启动。
- ③ 压缩机最低运转频率为15Hz,最高运转频率为98Hz;
- ④ 连续按遥控器高效键6次以上(每秒2次,有效接受一次)。进入标准制冷方式。这时压缩机的运转频率为65Hz。

3. 制热运转模式

① 在制热运转模式下设定温度由遥控器决定,温度调节范围为16~30℃。启动过程与制冷模式相同,但压缩机最高运转频率达120Hz。停机时,室外四通阀延时1分30秒关断,吹出剩余热量。

② 有防冷风功能。启动时,室内机不立即启动,当热交换器温度大于28℃以上时,风机以

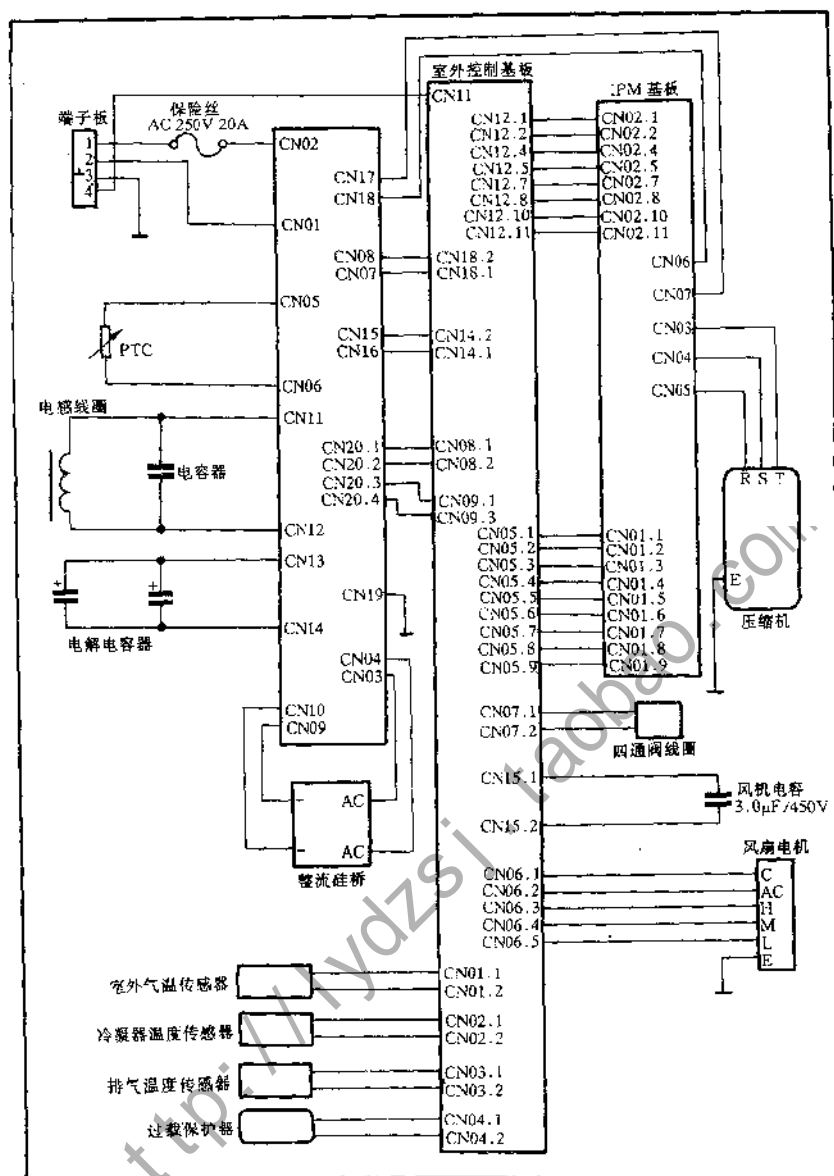


图 7-2-21 KFR-50LW/BP 室外机电气接线图

微风运转;当热交换器温度 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 或运转 4 分钟以上时,风机以设定风速运转。

③ 制热时,室外风机按如下方式进行控制:

室外环境温度 $> 15^{\circ}\text{C}$,低风速;

室外环境温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$,中风速;

室外环境温度 $< 10^{\circ}\text{C}$,高风速。

④ 连续按遥控器高效键 6 次以上,进入标准制热状态,这时压缩机运行恒定频率为 85Hz。

4. 除湿运行模式

① 在除湿运行模式下设定温度由遥控器决定。温度调节范围为 $16 \sim 30^{\circ}\text{C}$,此时控制器根

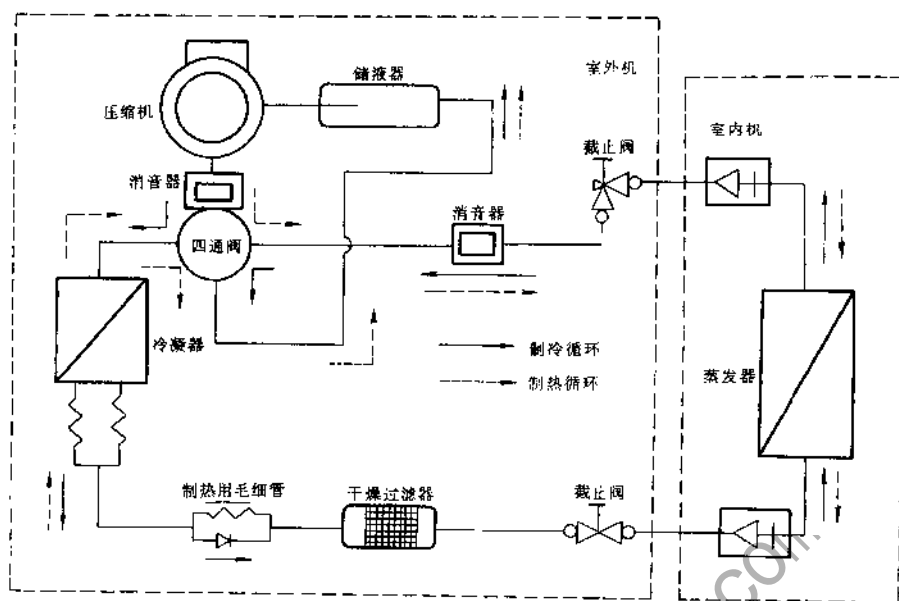


图 7-2-22 柜式变频空调器制冷剂循环系统流程图

据室内温度和设定温度的差值决定运转模式。

② 当室内温度高于设定温度 2°C 时,按制冷模式运转。

③ 当室内温度和设定温度的差小于或等于 2°C 时,空调器进入除湿方式运转。除湿运转时压缩机在 15Hz 和 50Hz 两个频率上交替运行。 15Hz 运转 10 分钟, 50Hz 运转 3 分钟。除湿运转时室内风速为自动风速,此时手动遥控器控制无效。

④ 除湿时室外风机按如下方式进行控制:

室外环境温度 $\geq 26^{\circ}\text{C}$, 高风速;

室外环境温度 $< 26^{\circ}\text{C}$ 、冷凝温度 $\geq 47^{\circ}\text{C}$, 高风速;

室外环境温度 $< 26^{\circ}\text{C}$ 、 $47^{\circ}\text{C} > \text{冷凝温度} \geq 40^{\circ}\text{C}$, 中风速。

⑤ 室外环境温度 $< 26^{\circ}\text{C}$, 低风速。

5. 通风运转模式

选择通风运转模式时只有室内风机和风门以设定方式运行。如果风速设定为自动方式,则以低速风运转。送风运行时,显示板上压缩机的频率表显示到最大。

6. 应急轻触开关

应急轻触开关即空调器自动运行开关。按应急轻触开关一次为开机,再按一次为关机。控制器根据室温自动判断进入工作模式,工作模式一旦确定,20 分钟内不能改变,除非切断电源重新通电。

室温 $\geq 26^{\circ}\text{C}$ 时,进入制冷运行模式,室内控制温度设定为 26°C ,室内风设定为自动;

室温 $\leq 23^{\circ}\text{C}$ 时,进入制热运行模式,室内控制温度设定为 23°C ,室内风设定为自动;

$23^{\circ}\text{C} < \text{室温} < 26^{\circ}\text{C}$, 进入通风运行模式,室内风设定为自动。

① 按应急轻触开关停留 5 秒以上,控制器进入试运行。试运行转为强制制冷时运转频率为 50Hz ,与室温无关。

② 应急运转中,如接收到遥控信号,则按遥控信号命令运转。

7. 1 小时定时器

① 启动该功能,空调器将按空调器的设定方式运转 1 小时后关机。1 小时定时器功能优先于定时开/关运转功能,取消此功能只能通过开/关空调器来实现;

启动此功能后荧光屏上定时图标点亮。

② 定时开/关运转。该功能可在 12 小时内控制空调器定时开机和关机。

遥控器和室内机控制器各自具有一套定时器,遥控器的定时信号优先于控制器。遥控器每 3 分钟发射的信号中含有时钟信号,控制器根据收到的信号校对自己的时钟,如果控制器 10 分钟内收不到遥控器发射的信号,控制器将自动地按照自己的时钟进行控制。

8. 并用节电功能

按动遥控器“并用节电”键将进入节电运行状态,再按动一次该键,并用节电功能解除。进入并用节电后,可通过调节压缩机运转频率限制压缩机运转的最大电流,使电流限定在正常时的 60%。

9. 夜间节能运行模式

设定该运行模式时,遥控器上将出现图标,荧光屏上睡眠图标点亮。再按动一次该键,夜间节能运行模式解除。

启动夜间节能模式运行后,睡眠灯点亮,并按图 7-2-23 方式控制室内温度。

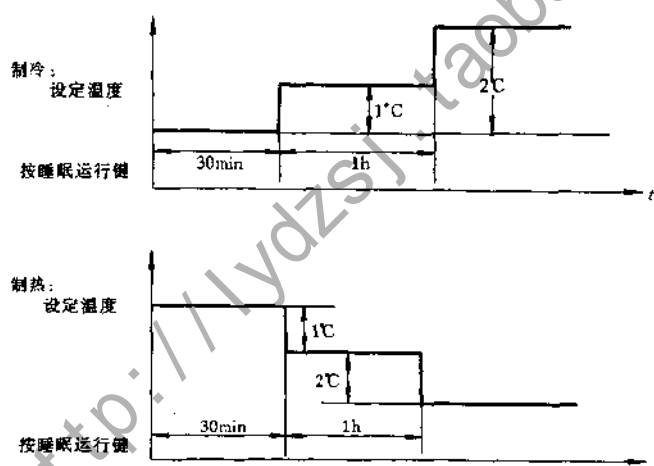


图 7-2-23 夜间节能运行模式图

10. 高效运行功能

高效运行时,室内风速转为高速挡,荧光屏上的频率显示到最大,运转 15 分钟后自动恢复原运行状态。

11. 风门控制

按一下风门运行开关,遥控器上的扫掠送风图标开始显示,荧光屏上的风门显示以摆动方式显示,风门以左右风方式自动运行,再按一下关闭。在送风停止时,无论何种设定状态,风门都处于停止状态,直到开始送风。

12. 室内风速控制

手动风速设定后,按设定的高、中、低风速运转。

自动风速设定后,按程序中除霜运转模式。用四通阀换向方式除霜。进入除霜条件为:
 $T_{\text{室内环境温度}} - T_{\text{室内热交换器温度}} \leq 9^{\circ}\text{C}$,并且制热运行 30 分钟以上。满足以上条件时则开始除霜。
除霜开始,压缩机停止运转,55 秒后四通阀转换,室内风机停止,室外风机停止。1 分钟(55 秒 + 5 秒)后,压缩机开始运转,进行除霜。

除霜开始,压缩机运转频率最高为 90Hz,最长工作时间 6 分钟。如检测到室外冷凝器温度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$,压缩机将降频运转,1 分钟后停止除霜。

五、变频式柜式空调器的保护机能模式

① 传感器异常:当各传感器发生短路或断路时,压缩机停止运转,显示代码。

② IPM 功率模块异常:功率模块发生过热、过流、短路等故障时,压缩机停止运转,显示故障代码。

③ 压缩机排气温度保护:

压缩机排气温度 $< 86^{\circ}\text{C}$,压缩机升频运转;

压缩机排气温度 $\geq 86^{\circ}\text{C}$,压缩机升频限制;

压缩机排气温度 $\geq 104^{\circ}\text{C}$,压缩机降频运转;

压缩机排气温度 $> 115^{\circ}\text{C}$,停压缩机。

④ 压缩机顶部温度保护器动作时,停止压缩机运转,显示故障代码。

⑤ 总电流过流保护:

制冷状态:总电流 $\geq 13.6\text{A}$,压缩机停止运转;

总电流 $\geq 11.5\text{A}$,压缩机降频运转;

总电流 $\leq 9.6\text{A}$,压缩机升频运转;

总电流 $\geq 9.6\text{A}$,压缩机频率禁止上升。

制热状态:总电流 $\geq 13.6\text{A}$,压缩机停止运转;

总电流 $\geq 11.5\text{A}$,压缩机降频运转;

总电流 $\leq 9.6\text{A}$,压缩机升频运转;

总电流 $\geq 9.6\text{A}$,压缩机频率禁止上升。

⑥ 电源电压异常保护:当电源电压高于 260V 或低于 150V 时,压缩机停止运转,显示故障代码。

⑦ 具有电源瞬时停电保护功能。

⑧ 室内热交换器过热保护:

室内热交换器温度 $\geq 65^{\circ}\text{C}$,压缩机停止运转;

室内热交换器温度 $\geq 56^{\circ}\text{C}$,室外风速转为低速风,压缩机降频运转;

室内热交换器温度 $\geq 53^{\circ}\text{C}$,压缩机频率禁止上升。

⑨ 室内热交换器防冻保护

室内热交换器温度 $\leq -1^{\circ}\text{C}$,压缩机运转 5 分钟后停止;

室内热交换器温度 $< 2^{\circ}\text{C}$,压缩机降频运转;

室内热交换器温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$,压缩机频率禁止上升。

⑩ 延时启动保护:再次开机时,延时 3 分钟保护。

⑪ 通讯故障:当室外机开机后,如室内机无法收到室外机返回的有效通讯信号,3 分钟后,室

内机关闭,室外机显示故障代码。3分钟后,再次接通室外机电源。通讯正常后,清除故障代码。

⑫ 室内风扇电机故障:根据室内电机的转子位置信号,若室内微电脑判定电机处于停止、堵转或异常抖动状态,微电脑将切断室内风机的驱动信号,3分钟后重新启动。若故障在30分钟内出现4次,空调器将关机,显示故障代码,重新通电后才能启动。

⑬ 故障代码指示:空调器在产生保护时,按动传感器切换键,会在室内机的荧光屏室内温度处显示故障代码,以便于维修人员及时调试和维修空调器。空调器发生故障产生故障代码后,除非断电,故障代码不能清除。空调器故障显示代码见表7-2-9。

表 7-2-9

故障显示代码

编码	室内机故障	编码	室外机故障
1	室内温度传感器异常	17	环境温度传感器异常
2	热交换温度传感器异常	18	热交换温度传感器异常
3	热交换器冻结	19	压缩机过热
4	热交换器过热	21	IDM 模块过热
5	通讯故障	22	过电流
6	瞬时停电		
9	瞬时停电	24	瞬时停电
		25	制冷室外过载
		26	正在除霜
		27	正在除霜
		28	IPM 模块保护
		29	EEPROM 数据错误

7.2.3 直流变频空调器的结构与功能控制

目前,家用空调器正以变频空调器为主导逐步替代定速空调。随着人们生活水平及收入的提高,人们对家用空调器提出了更高的要求。变频空调器由于其超强的功能以及在噪声、节能方面的明显改善,变频空调器正吸引着越来越多的消费者。交流变频空调器和直流调速空调器相比,直流空调器具有更大的优势。采用直流压缩机可以使模糊控制更加精确,同时可以在压缩机转速较低的情况下达到较大的制冷量,从而使整机的输入功率降低。直流调速空调器的节能效果更加明显,根据国外资料统计,采用直流调速以后,可以进一步提高电机效率10%。由于压缩机采用直流压缩机,使得噪音更低、振动更小、效率更高。室内风扇电机采用直流电机,能较好地实现风扇的无级调速,从而使系统对冷热负荷变化的控制更趋合理和稳定。

一、直流变频空调器的结构与特点

1. 直流变频空调器的特点(以某品牌典型直流空调器 KFR-26GW/ZBP 为例)

① 超高效节能。这种空调器使用直流调速压缩机,能效比高,效率可比交流变频空调器提高40%。在启动以后以强力运转,快速制冷、制热,当房间温度合适后以小功率运转,高效节能。

② 具有低温启动功能。室外温度达-15℃时,仍可正常启动。

③ 智能变频。微电脑根据环境温度,控制空调器的输出能量,以实现室内温度的快速、

精确控制。

④ 内置的微电脑功能强大,大屏幕液晶遥控器显示清晰,操作简单,易于使用。

⑤ 12 小时开/关机定时器,定时器可以预约 12 小时定时开/关空调器。

⑥ 夜间节能方式,此功能可自动改变房间温度设定,在保证给您提供舒适环境的前提下,节约用电。

⑦ 风向自动摆动,本功能通过不断改变风门叶片的角度,使空调器的吹风能吹到室内的各个角落。

⑧ 断电自动恢复功能,发生停电时,一旦供电恢复,预先的各种设定仍然有效,空调器自动依照原设定运行。

⑨ 冷风防止功能,室内机送风一旦开启,即能吹出温暖舒适的风。当制热运行或者除霜时,此功能可有效地防止冷风吹出。

⑩ 小巧外形,该型号的空调与具有相同能力的以往产品相比,体积更小。

⑪ 快捷功能键,快捷功能键操作简便,一按即得。

⑫ 1 小时定时器,此功能可使空调器运行 1 小时后自动关机。

⑬ 空气清新过滤器,空气清新过滤器包含高效静电活性炭过滤网及多元光触媒健康过滤网各一个。能有效地吸附灰尘颗粒,去除异味,并对室内空气细菌具有强力杀灭作用。

⑭ 高效运行,空调器以尽可能大的能力运行,迅速使您感到舒适。

⑮ 强力除湿,除去潮热空气中多余的水分,给您以凉快干爽的感觉。

⑯ 超宽电压带启动、运行功能,在 165V ~ 250V 电压范围内可正常运行。

2. 直流变频空调器的结构

直流变频空调器的结构如图 7-2-24、图 7-2-25 所示。

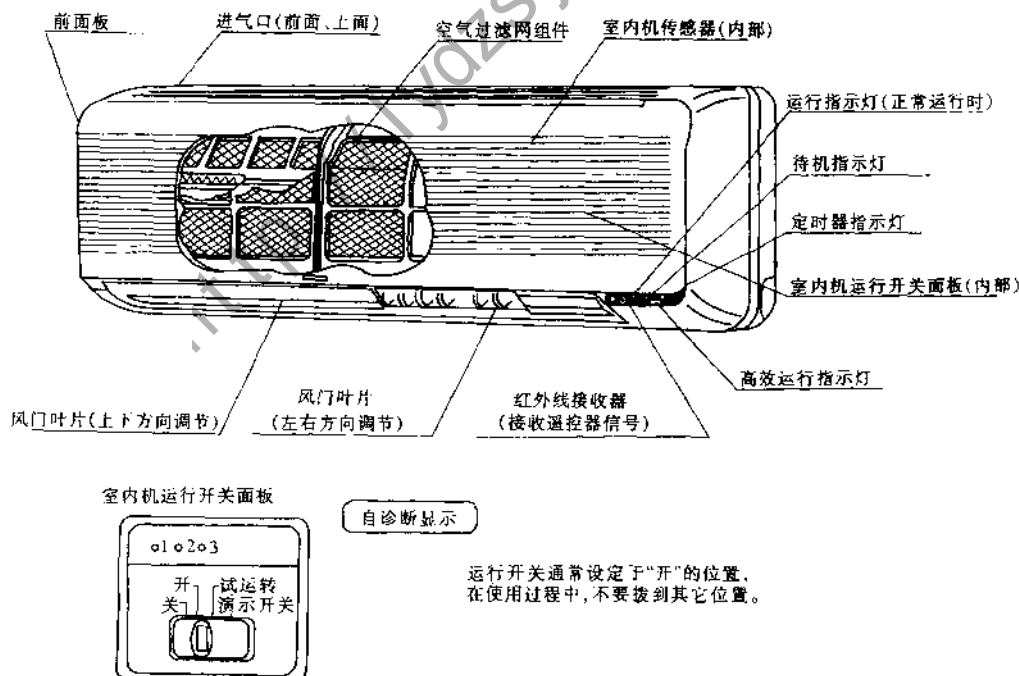


图 7-2-24 某直流变频空调室内机结构示意图

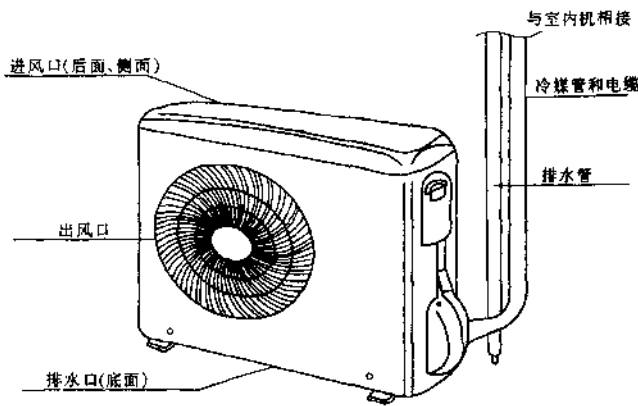


图 7-2-25 某直流变频空调室外机结构示意图

3. 直流变频空调器运行显示器示意图

直流变频空调器运行显示器示意图如图 7-2-26 所示。

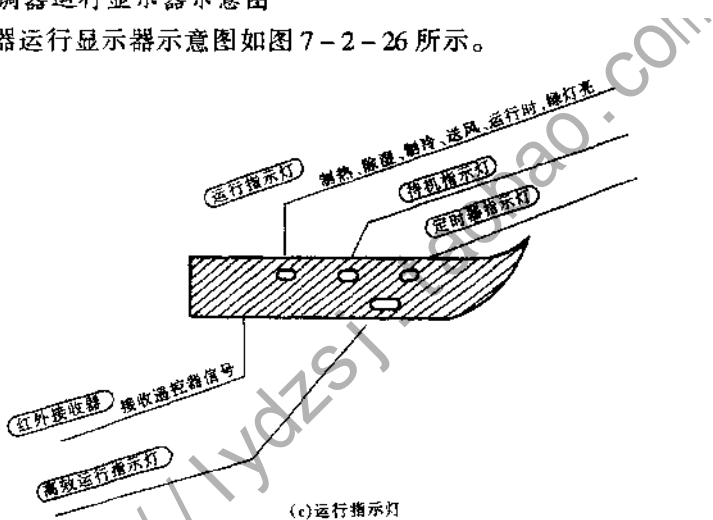


图 7-2-26 某直流变频空调运行显示器示意图

二、直流变频空调器的制冷剂循环

直流变频空调器的制冷剂循环过程如图 7-2-27 所示。

三、直流变频空调器的电气接线图

直流变频空调器的电气接线图如图 7-2-28 和图 7-2-29 所示。

四、直流变频空调器的功能控制模式

1. 基本控制

(1) 四通阀控制

制冷时四通阀不通电，制热时四通阀通电。制热转制冷、除湿模式时，压缩机停机，四通阀延时掉电，压缩机重新开机。制冷、除湿模式转入制热时，压缩机停机，四通阀延时通电，压缩

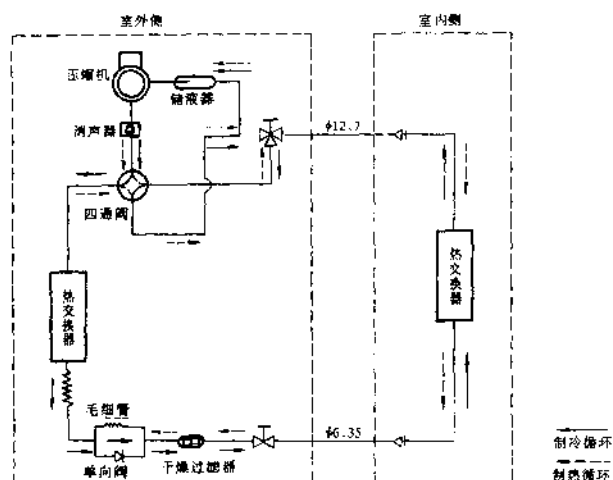


图 7-2-27 制冷剂循环图

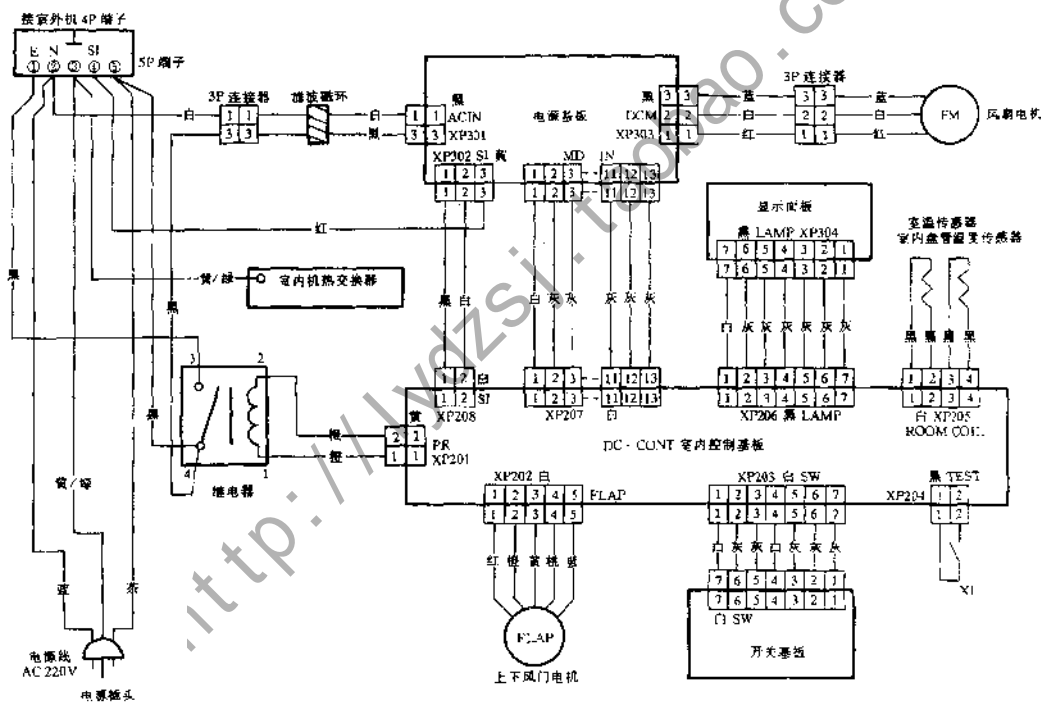


图 7-2-28 KFR-26GW/ZBP室内机电气接线图

机又重新开机。

(2) 压缩机的控制

压缩机在首次通电时有 3 分钟延迟保护功能。一旦压缩机停机,3 分钟之内不得启动。一旦启动,压缩机必须工作 3 分钟以上,以平衡压缩机内部的压力。

(3) 导风板控制

上下送风;采用步进电机控制导风板风叶的上下方向,从而控制送风的区域。导风板的控

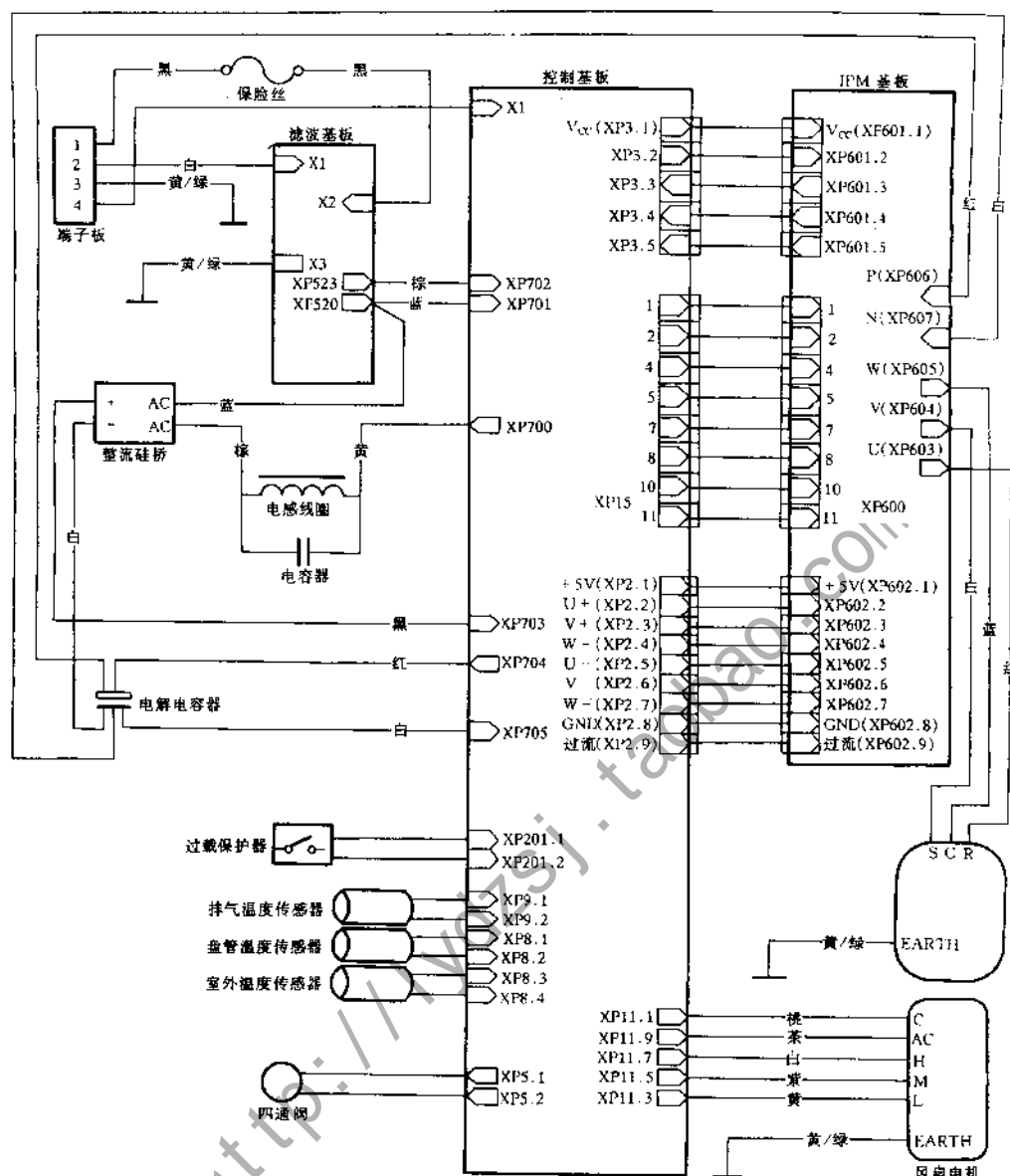


图 7-2-29 KFR-26GW/ZBP 室外机电气接线图

制有自动方式、定位方式两种方式。

自动方式：按下遥控器上的“风门叶片”按键，液晶屏显示“自动”图标，此时导风板来回“扫掠”。

定位方式：再次按下遥控器上的“风门叶片”按键，液晶屏显示“扫掠”图标，此时导风板将停止扫掠。

(4) 室外风机控制

室外风机风速分为三挡，可根据室外空气的温度来进行控制，具体如下：

制冷时风机转速的控制见图 7-2-30(包含温度上升点，不包含下降点)。

压缩机停机时,室外风机延时停机。

制热时室外风机风速分三挡。根据图 7-2-31 所示室外环境温度来切换室外风机速度。

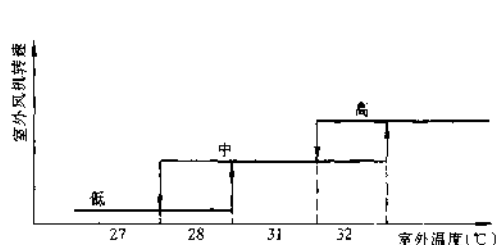


图 7-2-30 制冷室外风机转速图

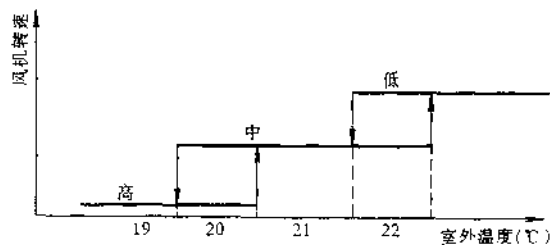


图 7-2-31 制热室外风机转速图

(5) 室内风机控制

① 制冷。室内风机的转速可以通过设定温度与室内回气温度之差来控制,进入制冷模式以后室内风机以设定风速运行。一般是以设定的风速运行,风速显示状态如图 7-2-32 所示。

如果室内风速在自动状态时,则室内机按图 7-2-33 所示的规则自动确定。

图中温差 ΔT 的计算方法是: $\Delta T = T_{\text{设定温度}} - T_{\text{室内盘管温度}}$ 。

图中的箭头表示室内机风速变化的趋势。

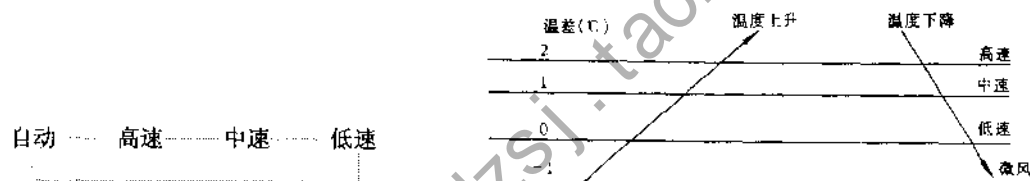


图 7-2-32 设定风速显示状态

图 7-2-33 自动风速显示状态

② 制热。制热运转启动时,室内风机吹微风,直至室内盘管温度达到一定温度,然后以设定风速运行。

以设定的风速运行时,风速显示状态如图 7-2-34 所示。

在自动状态下,风机的控制同制冷模式下的风机的控制模式,其显示状态如图 7-2-35 所示,图中温差 $\Delta T = T_{\text{设定温度}} - T_{\text{室内盘管温度}}$,箭头表示室内机风速变化的趋势。

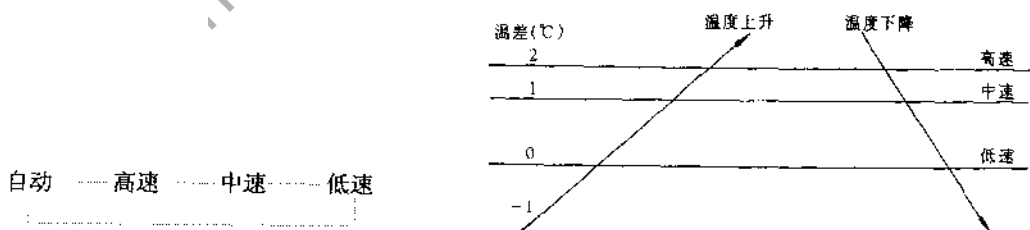


图 7-2-34 制热时设定
风速显示状态

图 7-2-35 制热时自动风速显示状态

(6) 指示灯显示与功能

在空调器室内机的面板上有红、黄、绿 1、绿 2 四个指示灯,分别代表着待机、高效、运行、

定时四种状态,可通过它们的“亮、灭、闪烁”来显示出空调器当前运行的状态。表 7-2-10 列出了各种主要控制模式及各种保护模式下指示灯的状态。

表 7-2-10 各种主要控制模式及各种保护模式下指示灯的状态					
	红	黄	绿 1	绿 2	蜂鸣器
状态	待机	高效	运行	定时	

- ① 在首次通电时,当传感器正常时,蜂鸣器发出“嘟”长声,空调器处于待机状态。红灯亮。
- ② 在所有的模式正常运行时,绿 1 灯亮。
- ③ 当空调器进入保护状态时,指示灯状态如表 7-2-11 所示。

表 7-2-11 保护状态时指示灯的状态 (○:灯亮 ●:灯熄灭 ☆:灯闪烁)				
保护名称	运行灯	待机灯	高效灯	定时灯
化霜	○	●	●	☆
防冻保护	○	○	●	●
室外温度过低保护	☆	●	●	●
睡眠	○	●	☆	●
排气温度过高保护	○	☆	●	☆
防负载过重保护	○	●	☆	☆

(7) 故障表

故障表如表 7-2-11 所示。故障出现时,运行灯灭或闪烁(室外温度过低保护情况除外),待机灯亮为室内机故障,待机灯闪烁为室外机故障。具体参考表 7-2-12。表中,○:亮; ●:熄灭 ☆:闪烁 ※:亮或灭。

表 7-2-12						故障表	
	显示灯				显示内容	备注	
	运行灯(绿 1)	待机灯(红)	高效灯(黄)	定时灯(绿 2)			
1	●	○	●	●	待机	一般显示	
2	○	●	※	※	运行		
3	○	●	○	※	高效		
4	○	●	※	○	定时		
5	○	●	●	☆	化霜	一般保护	
6	○	○	●	●	防冻保护		
7	☆	●	●	●	室外温度过低保护		
8	○	●	☆	●	睡眠		
9	○	☆	●	☆	排气温度过高保护		
10	○	●	☆	☆	防负载过重保护		

续表

	显示灯				显示内容	备注
	运行灯(绿 1)	待机灯(红)	高效灯(黄)	定时灯(绿 2)		
11	●	☆	☆	☆	IPM 温度过高	故障显示
12	●	☆	●	●	R22 泄漏(待定)	
13	●	☆	●	☆	室外管温传感器故障	
14	●	☆	○	☆	排气口温度传感器故障	
15	●	☆	☆	○	AC 电压异常	
16	●	☆	☆	●	室外电流传感器故障	
17	●	☆	○	○	室外过流故障	
18	●	☆	○	●	室外气温传感器故障	
19	●	○	☆	☆	通信故障	
20	●	○	○	○	室内管温传感器故障	
21	●	○	☆	●	室内气温传感器故障	
22	●	○	●	☆	室内风机故障	
23	●	○	☆	○	室内 E²ROM 故障	
24	☆	○	☆	○	位置检测故障	
25	☆	☆	☆	☆	压缩机停转或启动异常	

2. 空调器的各种保护

(1) 压缩机保护

根据压缩机电流值大小,可分以下三区域(见图 7-2-36):运行电流大于 I_2 为 B 区;运行电流小于 I_2 、大于 I_1 为 A 区。A 区为频率上升禁止区,B 区压缩机停机, I_1 、 I_2 为设定电流。

(2) IPM 功率模块保护

当功率模块的电流超过 30A 时,由功率模块自动控制保护。当功率模块工作异常时,室内机 LED 提示,切断电源继电器。

(3) 通讯故障保护

如果连续一段时间内检测到通讯中断,则空调器立即停机并且切断电源继电器。室内灯板组件上的指示灯做相应的显示。蜂鸣器鸣叫。

(4) 防冻结保护

制冷模式下的保护功能:

① 开始条件:当压缩机连续运行 10 分钟或 10 分钟以上时,每 10 秒检测一次,如果连续 3 个检测周期检测出 $T_{\text{蒸}} \leq 1^\circ\text{C}$ 时,压缩机断续降低转速。每个降速点保持运行 3 分钟,定时判断 $T_{\text{蒸}}$ 是否超过 6°C 。若没有达到条件,压缩机则继续降低转速,直至压缩机停机。当 $T_{\text{蒸}}$ 升高到 $6^\circ\text{C} \leq T_{\text{蒸}} \leq 8^\circ\text{C}$ 时,压缩机保持转速不变,室外风机停机,室内风机以原来速度运行。

② 结束条件:若压缩机在没有停机时就使 $T_{\text{蒸发器}} \geq 8^\circ\text{C}$,则解除防止冻结保护;若压缩机

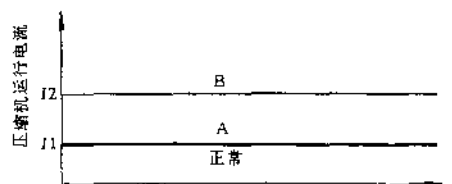


图 7-2-36 压缩机的电流保护图

停机,则在停机3分钟后,且 $T_{\text{蒸发器}} \geq 8^{\circ}\text{C}$ 时,解除防止冻结保护。

(5) 制热模式下的防冷风保护功能

由室内盘管温度来控制室内风扇的转速,以避免在制热时出现空调器向室内吹冷风的现象。具体控制模式如图7-2-37所示。

(6) 制热模式下室外温度过低保护功能

空调器开机进入制热模式时,必须对室外温度进行检测。当室外温度 $< -16^{\circ}\text{C}$ 时,空调器不启动;当室外温度 $\geq -15^{\circ}\text{C}$ 时,空调器才可正常启动。

(7) 电源掉电保护

在空调器工作时如果突然掉电,在再次通电后先进行3分钟保护。

(8) 过电压、低电压保护功能

在任何模式下运转时,供电电压若出现异常偏高或偏低时(在 $165 \sim 250\text{V}$ 范围之外时),为了保护空调器组件,空调器将立即停机并且切断电源继电器。此时室内灯板组件上的指示灯做相应的显示。

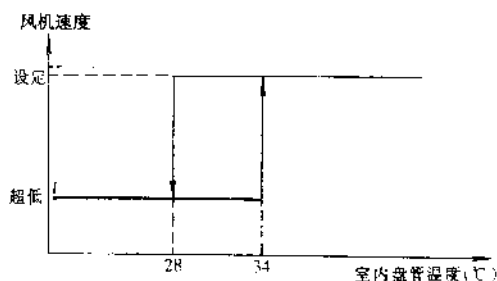


图 7-2-37 防冷风保护

练 习 题

1. 简述变频空调器的工作原理。
2. 简述一下直流变频空调与交流变频空调器的区别。
3. 何为变频空调器的高效运行功能? 何为软启动功能?
4. 变频空调器有哪些特点?
5. 并用节电是怎么回事?
6. 试据图7-2-15解释一下空调器的除霜过程。
7. 试据图7-2-23解释一下空调器的夜间节能运行模式。
8. 如何根据故障自诊断图进行空调器的维修?

第8章 变频空调器的主要电路分析

本章主要对变频空调器的典型机型主要电路进行分析,其中第一节主要分析交流变频空调器的电路原理,第二节主要就直流变频空调的主要电路进行分析,第三节对空调器的遥控器电路进行分析。以帮助读者彻底掌握空调器的工作原理,对提高读者的维修水平肯定是有帮助的。

8.1 交流变频空调器的主要电路分析

目前在家用空调器中,变频空调器主要有分体壁挂式和立柜式两种,近年来,随着变频技术的发展,变频技术又应用在一拖多空调器和嵌入式空调器上。其中的变频技术应用电路原理都类同,下面以某品牌典型 KFR-40GW/BP 交流变频空调器为例,详细分析变频空调器的电路。

8.1.1 室内机主要电路分析

1. 室内机电路的组成

室内机控制电路主要由电源电路、上电复位电路、晶振电路、过零检测电路、室内风机控制电路、温度传感器电路、EEPROM 电路、显示驱动电路、亮度检测电路、应急控制电路以及通讯电路等组成。采用豪华美观的 VFD 作为显示屏。芯片 IC1(TMP87C46)是控制电路的核心。室内机控制电路框图如图 8-1-1 所示,控制电路原理图如图 8-1-2 所示。

2. 上电复位电路分析

室内机单片机的⑩脚接收上电复位电路信号,上电复位电路是在电源上电时延时输出,以及在正常工作时电压异常或干扰时,给芯片输出一复位信号。上电复位电路主要作用是:上电延时输出;正常工作时监视电源电压。这些都是为了消除电源由于一些不稳定的因素而给芯片带来的不利影响。

电源+5V 通过 MC34064 的②脚输入,DI3 二极管 IN4148 作为箝位,在平时让芯片的⑩脚电压为高电平,在上电时或空调在受到干扰的情况下,①脚便可输出一个上升沿,触发芯片的复位脚。电解电容器 C13 是调节复位延时时间的。

3. 晶振电路分析

晶振电路为芯片提供一个基准的时钟序列,以保证系统正常准确地工作。

晶振的 X101 ①脚和③脚接入芯片的⑪脚和⑫脚,②脚接地,这样,便可提供一个 8MHz 的时钟频率。晶振电路出现问题,整个空调器就不能正常工作或者出现紊乱。此时,可以用示波器进行测量,来判定晶振的好坏。

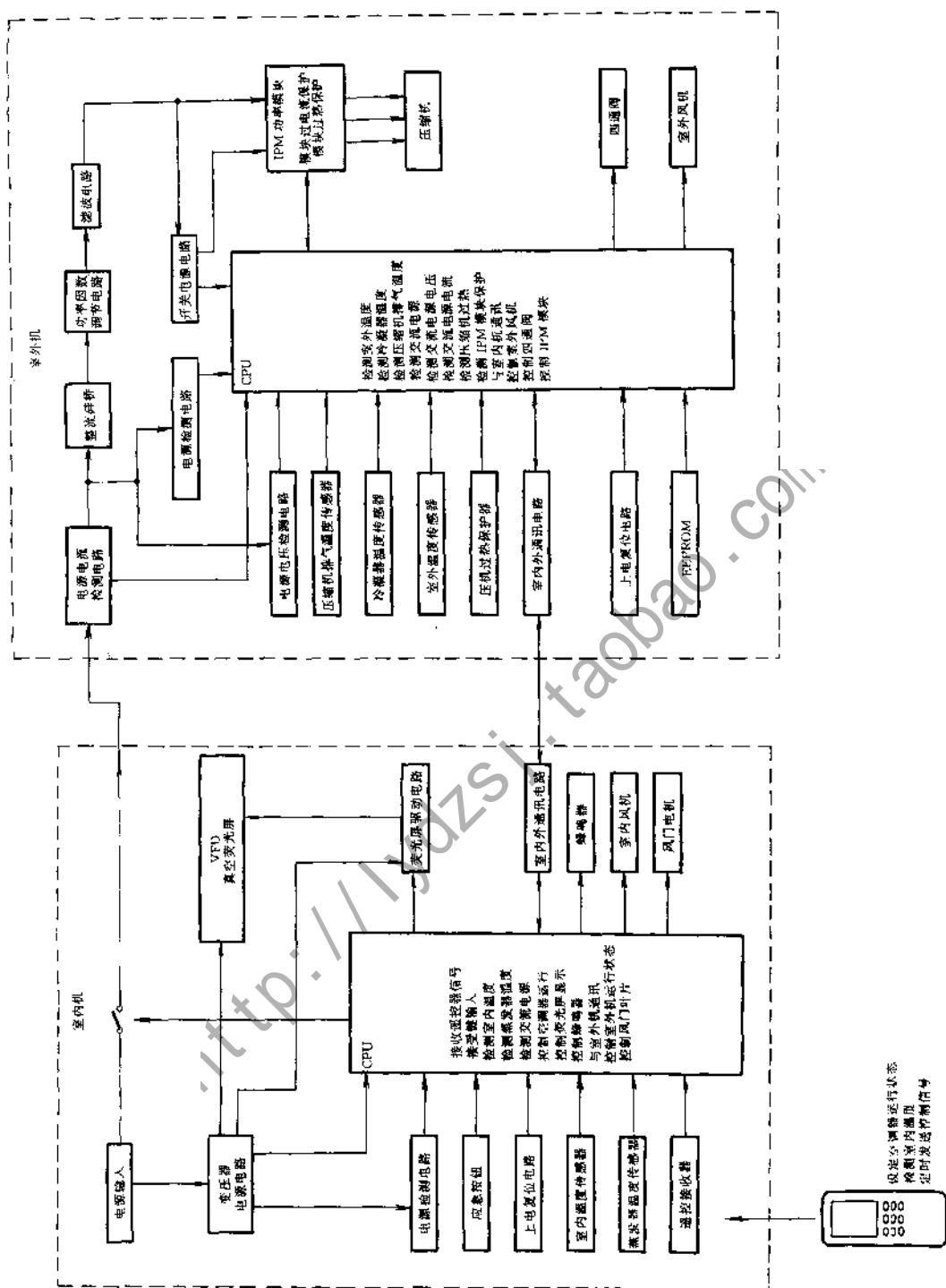
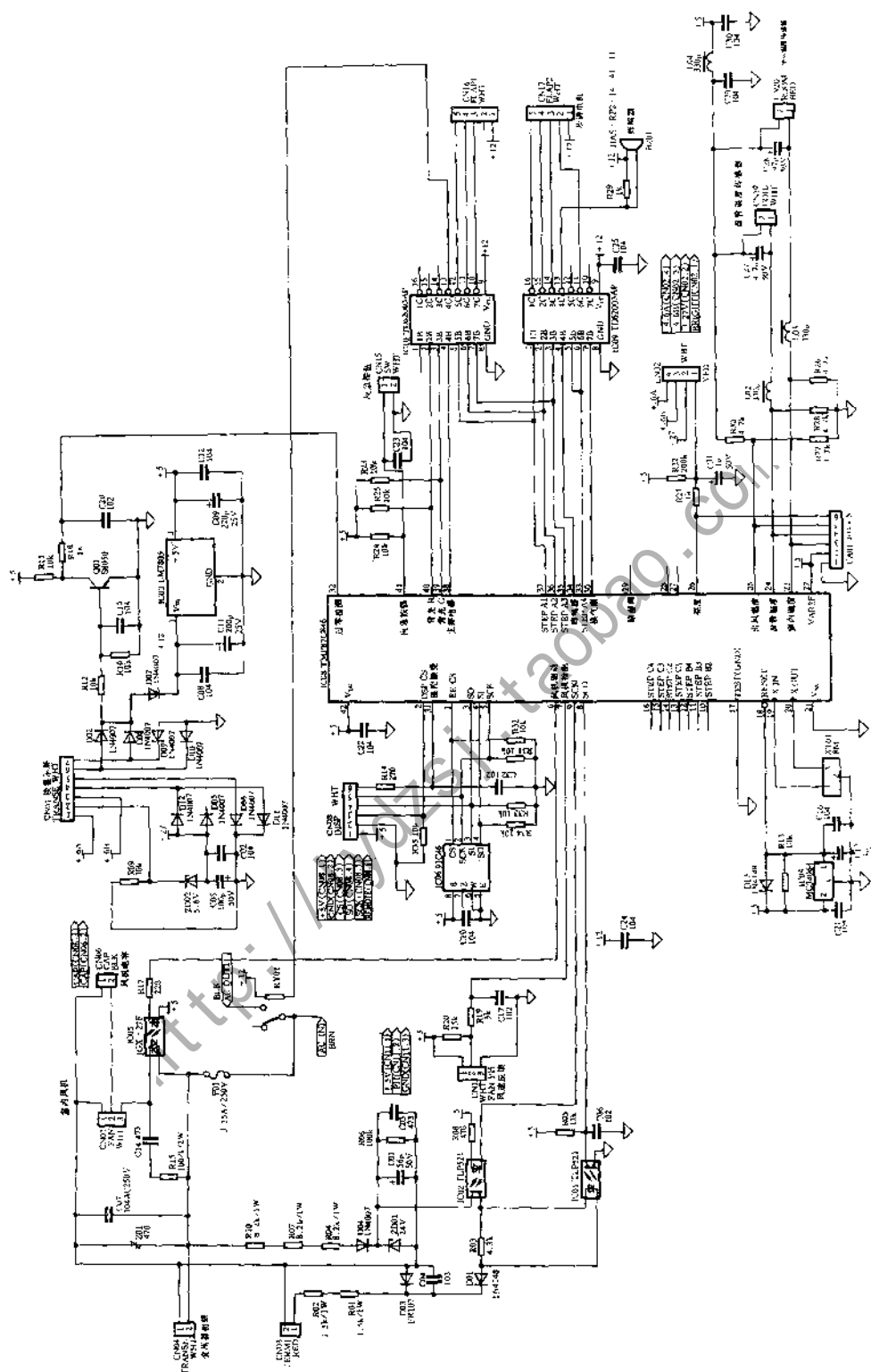


图 8-1-1 控制电路框图



2. $\mathcal{C} = \{C_1, \dots, C_n\}$ is a family of n subsets of S such that

4. 电源电路原理分析

电源电路是为室内机空调器电气控制系统提供所需的工作电源。在本电路中,主要为CPU、VFD(真空荧光屏)、驱动芯片、继电器、蜂鸣器以及可控硅等器件提供电源。电源一旦出现问题,空调控制电路就无法正常工作,因此,掌握这一部分电路,对于迅速判断空调故障是很重要的。

交流 220V 经电源变压器的⑥脚和⑦脚降压输出 AC12V,经 D02、D08、D09、D10 二极管桥式整流后,经 D07、C08、C11 平滑滤波后得到较平滑的直流电 DC12V(此电压为 TDA62003AP 驱动集成块及蜂鸣器提供工作电源),再经 LM7805 稳压及电解电容器 C09、C12 滤波后,便得到了一个稳定的 5V 直流电,此电压为单片机及一些控制检测电路提供工作电源。电源变压器①脚和②脚降压输出一交流电压,此电压和 LM7805 输出的 DC5V 为显示屏和显示控制提供工作电源。

5. 过零检测电路分析

过零检测电路在系统中的作用如下:一是用于控制室内风机的风速;二是检测供电电压的异常。

电源变压器输出 AC12V,经 D02、D08、D09、D10 二极管桥式整流后,输出一脉动的直流电,经 R12 和 R16 分压提供给三极管 Q01,当三极管 Q01 的基极电压小于 0.7V 时,Q01 不导通;在芯片的③脚处于高电平,且三极管 Q01 的基极电压大于 0.7V 时,Q01 导通。这样便可得到一个过零触发的信号。

6. 室内风机控制电路

室内风机控制电路是用来控制室内风机的风速。室内风速通过可控硅进行平滑调速,有高、中、低三速,并依据室内温度与设定温度的温差而自动地进行调节。

通过交流电零点的检测,风机驱动(即芯片的⑥脚)延时输出一低电平,可控硅导通,通过控制导通角改变施加风机上的电源电压,就可以对室内风机进行调速。通过风机转速的反馈(即 CPU⑦脚)检测风机运转的状态,以便准确地控制室内风机的风速。

7. 显示屏及亮度检测电路

显示屏是用来显示空调器的运行状态的,如模式显示、温度显示、故障代码显示、频率显示、空气清新显示及风速、并用节电及睡眠等显示。显示屏的电源由室内机主控板提供。室内机主控板上 CN02 的第②、③、④脚电压分别为 -27V、4.6VA、4.6VB(驱动显示屏)。

通过显示屏的亮度检测电路,使 VFD 显示屏适应环境的亮度,亮度检测是依靠显示屏上的光敏电阻,其阻值随着环境亮度的变化而变化,经 CN02 的①脚,再经滤波取样输入到芯片的亮度检测⑧脚。检测亮度的参考电平值如下:当测得 $V_{P26} < 4.5V$ 时,显示屏显示最亮,当测得 $4.5V < V_{P26} < 4.7V$ 时,显示屏显示中等亮,当测得 $4.7V \leq V_{P26}$ 时,显示屏显示最暗。

8. 温度传感器电路

室内机有二个温度传感器,它是用来检测室内温度和盘管温度,并给芯片提供一个模拟信号,可让其根据提供的温度数据进行温度调节。在此电路中,经 R26 和 R28(4.7k)分压取样,提供一随温度变化的电平值,供芯片③和④脚检测用。电感 L02、L03 的作用是为了防止电压瞬间跳变而引起芯片的误判断。

8.1.2 室外机主要电路分析

空调器室外机的电路控制部分主要包括开关电源电路、电压检测电路、电流检测电路、室外风机四通阀控制电路、温度传感器电路、EEPROM 和运行指示电路以及通讯电路等。控制框图如图 8-1-1 所示,其具体电路原理图如图 8-1-3 所示。

1. 开关电源电路

开关电源通过将交流电转换为直流电又将直流电转换输出为交流电的电路,开关电源电路是为室外机工作提供稳定电源。

本电路为自激式开关电源,其稳压方式采用脉宽调制方式,即开关稳压电路输出的直流电压正比于开关管的导通时间,而反比于开关脉冲的振荡周期。

开关自激振荡电路:交流 220V 经整流硅桥整流、电解电容器滤波后输出约为 300V 的峰值电压(即电路板上的 CN02 和 CN07 接口)分两路送至开关振荡电路:一路经开关变压器 T02 的绕组加到开关管的集电极;另一路经稳压管 ZD02 稳压后给开关管基极提供微导通电压,于是开关管 Q01 导通,其集电极有电流流过,因此开关变压器 T02 初级绕组 T02(5-7)产生上正下负的感应电压,该电压经开关变压器耦合给次级 T02(10-11)(即正反馈绕组),正反馈绕组把感应的电压反馈到开关管的基极,使开关管的集电极电流增大。这样,由于正反馈电路的作用,很快进入饱和导通。开关管饱和导通时,集电极电流保持不变,初级绕组上的感应电压消失,正反馈停止,开关管退出饱和状态,并进入放大状态。此时,开关管集电极电流瞬间大大减小,因初级绕组的电流不能突变,故而产生很强的反向感应电压耦合给次级(即正反馈绕组),正反馈绕组的反向感应电压经正反馈使开关管反偏截止。开关管截止后,开关变压器初级绕组无电流通过,感应电压消失,电源又通过稳压管给开关管基极提供导通电压,使开关管重新导通,并重复上述过程。这样,周而复始便形成了自激振荡过程。开关变压器的次级便得到所需的高频脉冲电压,经脉冲整流、滤波、稳压后送给负载。Q01 上的二极管 D16 是续流二极管,是为了让开关管 Q01 截止时,放掉 Q01 的 C-E 极的电荷,以提高开关管 Q01 的开关效率。

电源电路比较容易出故障,可能导致整机不启动,在实际检修中可用万用表测量开关变压器 T02 的初级及次级线圈是否开路、开关管 Q01 是否击穿和稳压管 ZD02 的是否烧坏。表 8-1-1 给出了开关电源输出电压,供检修时进行参考。

表 8-1-1

开关电源的输出

CN15(11-10)	15.0V	CN15(4-5)	15.0V
CN15(7-8)	15.0V	CN15(1-2)	15.0V

2. 电流检测电路

电流检测电路是用来检测压缩机供电电流的。当电流过大时,可能会损坏压缩机甚至会烧毁线圈,因此,为了保护压缩机,利用电流检测电路进行检测以进行保护。

当继电器 RY01 吸合时,电流互感器 CT01 感应出电流信号,经 D01、D02、D03、D04 整流出一直流信号,经 R12、R17、R16 分压,C14 滤波之后,输入到芯片的⑩脚(CT)。二极管 D15 作为钳位二极管是将直流电平牵制在 5V。由于电流检测电路对保护空调器非常重要,因此熟悉这

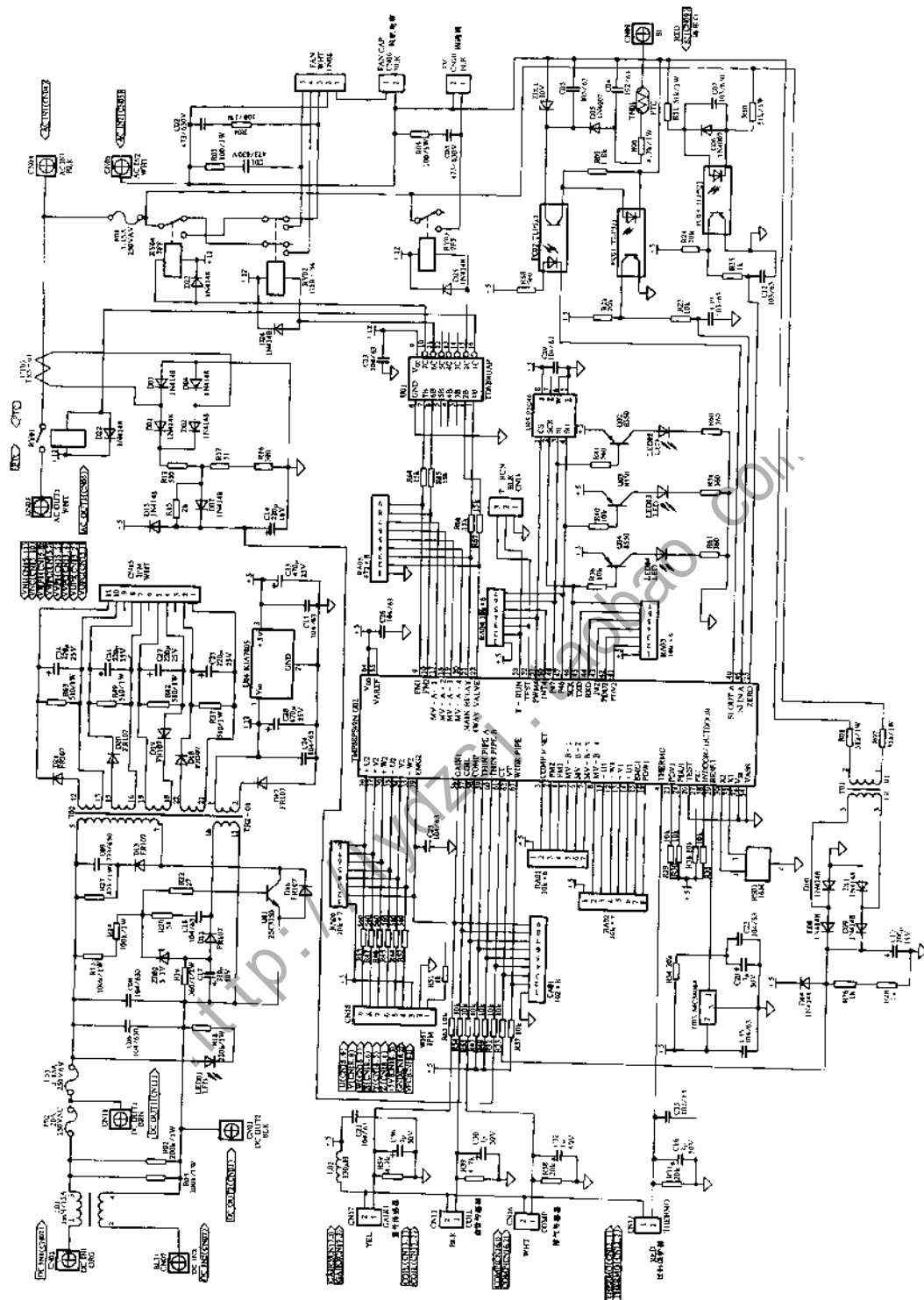


图 8-1-3 外机控制电路原理图

方面的电路对维修非常重要。这时,可以用万用表欧姆挡检测电流互感器的初、次级,看是否开路或短路。并且可以测试芯片⑩脚的电压。即当上电时,芯片的⑩脚(CT)的电平约为1.12V;当电压稳定之后,⑩脚的电压为DC0.007V。

3. 电压检测电路

在空调器的设计中,为了保护空调不致因为外界电压的变化而影响空调器的使用,甚至烧毁空调器,故在空调器的控制基板上设计一种检测电路来检测供电电压是否异常,如出现过压或欠压,空调器将会自动显示故障代码并进行保护。

室外交流220V电压经电压互感器T01输入,输出—交流低电压,经D08、D09、D10、D11桥式整流,再经R26、R28、C10滤波后,输出—直流电压供单片机检测。二极管D14为钳位二极管,其作用是将直流电压牵制在5V,而不致在电压跳变时直流电压过高而击穿芯片或使系统误操作。

4. EEPROM和运行状态指示电路

EEPROM芯片存储着整机工作时的一些参数,如压缩机的V/F曲线、故障显示数据以及各种保护数据等信息。运行状态指示灯显示空调器运行时的状态,如电源指示、故障指示等。

芯片的第④脚、第⑤脚与程序存储器93C46的第③、④脚的SI、SO端连接,进行信号数据的传输,在SCK时钟信号的作用下,通过程序存储器93C46④脚将数据输出,③脚将数据读入。

5. 室外风机四通阀控制电路

此电路是控制风机和四通阀,调节室外机的风速(高、中、低三速)以及制冷制热的切换。若室内机发出制热命令,室外机U02芯片②脚通过R67输出高电平至驱动器U01(TD62003AP)的第②脚,使其输出—低电平触发RY03继电器动作,电磁阀通电吸合,制冷剂改变流向,空调器制热。在对风机的控制中,采用两个继电器控制风机的三个风速。室外机芯片的U02⑤、⑦脚输出高电平,经过驱动器反相,输出低电平,控制风机的三速。

6. 通讯电路分析

通讯电路是室内机与室外机通讯的通道。电路工作方式是半双工串行通讯。在实际检修中发现,好多故障都是出现在通讯不良上。因此,搞清楚这部分的电路对维修空调器是非常有帮助的。

空调系统的串行通讯电路较为特殊。从室外机通讯电路来看,PC01光电耦合器的输入端与PC02光电耦合器的输出端顺向串接而成。其隔离电源由室内机利用220V交流电源经滤波整流和稳压后形成24V直流电源。室内外机四个光电耦合器则交叉连接在24V上。当室内机G(SO)端信号接通时,室外W(SI)端则执行接受等待。同时室外发射端将接受的信息反馈到室内机,室内机G(SI)端接受信号,完成一次通讯。

7. 功率模块驱动电路

变频空调器的一个最重要的特点就是改变电源的频率来对电机进行调速,功率模块的作用是将滤波后的直流电变成频率可变的三相交流电。功率模块驱动电路如图8-1-4所示。该功率模块实际采用6个功率晶体管,根据芯片的指令,依次实行开关控制,得到模拟三相交流电压。

此功率模块电路是通过主控制板CN01提供控制信号,其中CN01.1是功率模块反馈回来的故障信号,如功率模块出现过热、过流、短路等保护,功率模块就会输出一故障信号给主控制板芯片,以便进行报警。其他CN01.4、CN01.5、CN01.6、CN01.7、CN01.8、CN01.9信号通过6个

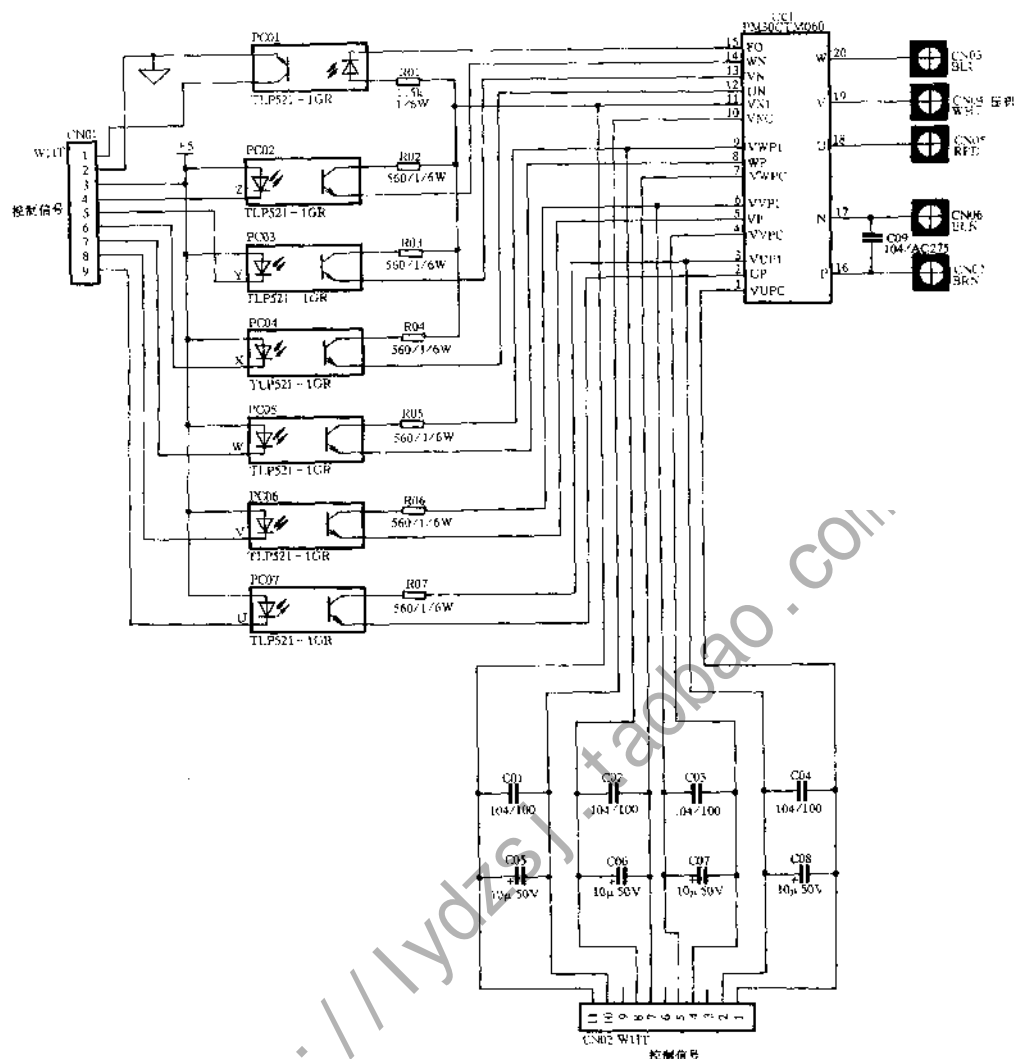


图 8-1-4 功率模块驱动电路

光电耦合器进行隔离接到厚膜电路(PM30CTM060)U01上,分别控制6个大功率晶体管的通断,输出3路分别相差120度的可变频率的交流电压,驱动变频压缩机的运转。

本电路是直接控制压缩机的工作,且 U、V、W 三相之间提供一定范围的电压(随频率而变化),一旦发生欠压、过流、高温等故障时,其控制接口将送保护信号进行报警。可根据故障指示信号去检修。

如在开机运行情况下,其他正常,但压缩机不启动。此时用万用表的交流电压挡测试功率模块 U、V、W 二端有无电压,一般交流电压在 60V ~ 150V 之间。如有电压,而压缩机不启动,则表明压缩机不良。如无电压或三端电压不平衡,则需测试功率模块的输入信号电压是否正常。

测试功率模块端子间的电阻,据此可初步判断功率模块是否损坏。

① 拆下部件上的 +, -, U, V, W 端子。

② 使用万用表($\times 100$)按顺序测定端子间电阻。

正常情况下,各端子间的电阻见下表。

万用表 +	HIC 端子								
	+			-			U	V	W
万用表 -	U	V	W	U	V	W	+		
电阻值(Ω)	约 500 ~ 1000			∞			∞		

8.2 直流变频空调器的主要电路分析

8.2.1 直流变频空调器的特点

1. 空调压缩机在空调中的重要地位,就如同是人的心脏,只有空调压缩机实现了数字直流化,才能使空调器的数字直流化得以实现。这种压缩机采用数字信号控制,从而实现了压缩机的低噪音高效运转。压缩机的控制是以数字转换电路代替原来的交流转换电路,并能根据环境温度变化精确控制转速,使压缩机处于最佳运行状态。高效数字直流变频压缩机的独特优点在于它摒弃了原有的交-直-交变转速方式交流电机的循环工作方式,采用先进的交-直变转速方式数字电机控制技术,减少电流在工作中的转变次数,使电能转化效率大大提高。

2. 数字直流变频空调器的风机采用数字电机。数字电机是指采用数字脉冲信息控制的、转速非常精确的电机,在电机反向转动和改变转速期间能够实现减速加速的完全控制,可以保证风机以最佳状态进行运转。同时不会出现像交流电机那样引起的噪音。

3. 采用数字处理的传感器。传感器是环境温度与空调温控系统对话的窗口。传感器采用数字化处理后,可以接受代表真实环境的模拟信号,将它转换成数字信号,而后进行数字处理,精确地控制压缩机和风机的转速,可使温控精确到 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 范围内,也就是说,环境温度稍有变化,传感器就会准确无误地将这种变化传达给压缩机与风机系统,进行调温,使室内温度始终处于一种近似恒温状态。

4. 数字化空调真正实现了充分节能。直流变频压缩机采用了 3V 型永磁转子,无磁损,不需磁化,使磁力线集中,大大减少了转换过程中的能量耗损,使压缩机运行更平稳、更安静、效率更高,比普通空调器省电 48%。

为了便于读者更好地理解直流变频空调器的原理,本节以某品牌 KFR-26GW/ZBP 直流变频空调器为例进行阐述。

8.2.2 直流变频空调器的控制框图

直流变频空调器的控制框图如图 8-2-1 所示。从图中可以看出,直流变频空调器与交

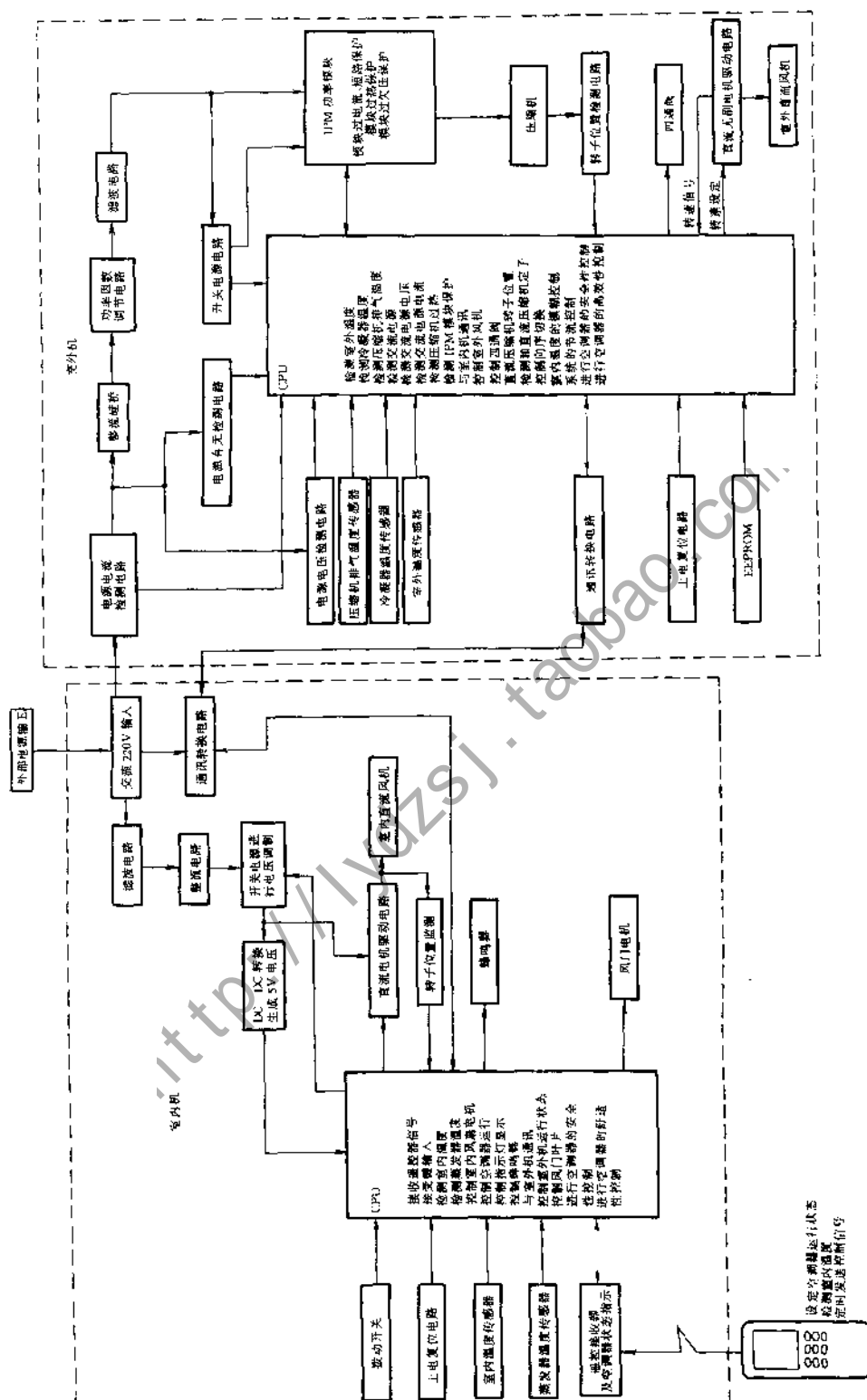


图 8-2-1 直流变频空调器的控制框图

流变频空调器的最大区别就是直流变频空调器实现了对压缩机、风机的闭环控制,从而达到噪音小、效率高的目的。

8.2.3 室内机主要电路分析

室内机电路原理图如图 8-2-2 所示,室外机电路原理图如图 8-2-3 所示。

1. 室内风机驱动电路:

如图所示,室内风机采用的是直流无刷电机,改变直流风机的输入电压,即可改变室内风机的转速。XP207 插子接到室内无刷直流电机上。下面介绍一下直流无刷电机的构成和通电波形。

① 直流无刷电机的构成:在直流无刷电机中,线圈是定子,永久磁铁是转子,可以通过功率管改变线圈中电流的方向,实现无刷换向。

② 直流无刷电机的通电波形:在直流无刷电机中由于迅速切换线圈中的电流方向,线圈端所加的电压波形不是正弦波,而是方波。当变频器的各元件处于图 8-2-4(a)所示 ON/OFF 状态,各线圈中产生的基本电压波形就会如图 8-2-4(b)所示。但实际的电压波形通过 PWM 调制(脉宽调制:通过 ON/OFF 以更高频率调整方波来控制电压)产生,电压波形和线圈中产生的感应电压(如图 8-2-4(c)虚线部分)重合,此时波形如图 8-2-4(c)所示的实线波形。

2. 温度采样电路

室内机有二个温度传感器,它们是用来检测室内温度和盘管温度,并给芯片 N101 提供一个模拟信号,可让其根据提供的温度数据进行温度调节,在此电路中,经 R231 和 R230 分压取样,提供一随温度变化的电平值,供芯片检测用。C204、C212 是滤波电容,是为了防止电压瞬间跳变而引起芯片的误判断。

3. 步进电机控制电路

芯片 N101 的③~⑥脚是步进电机工作控制口,该步进电机采用四相八拍式驱动。将 5V 电压通过 N102 芯片放大成 12V 电压以驱动电机。

4. 显示板驱动电路

在室内机上有运行灯、定时灯、待机灯、电源灯四个指示灯显示空调器的运行状态。芯片 N101 的⑩、⑪、⑫、⑬四个脚分别对四个灯的状态进行控制,低电平有效。每个灯均由三极管进行驱动。电阻 R213、R214、R215、R216 均为 360Ω,作为限流电阻。

8.2.4 室外机主要电路分析

1. 通讯电路

首先,室外机组通过串行通讯电路来接受室内机发来的工作指令(接线端子 X1),然后根据指令的内涵输出相应的指令执行电平,使压缩机、室外风机等部件均按相应的指令程序投入正常运转。在空调器正常运转的同时,室外机芯片又把室外机组的信息(包括室外温度、室外盘管温度、压缩机排气温度等)等通过串行通讯电路又发送回室内机,以便室内机进行相应的处理。并每隔一定时间发送一次指令,而室外机只有接收到室内机的信号后才反馈信息。

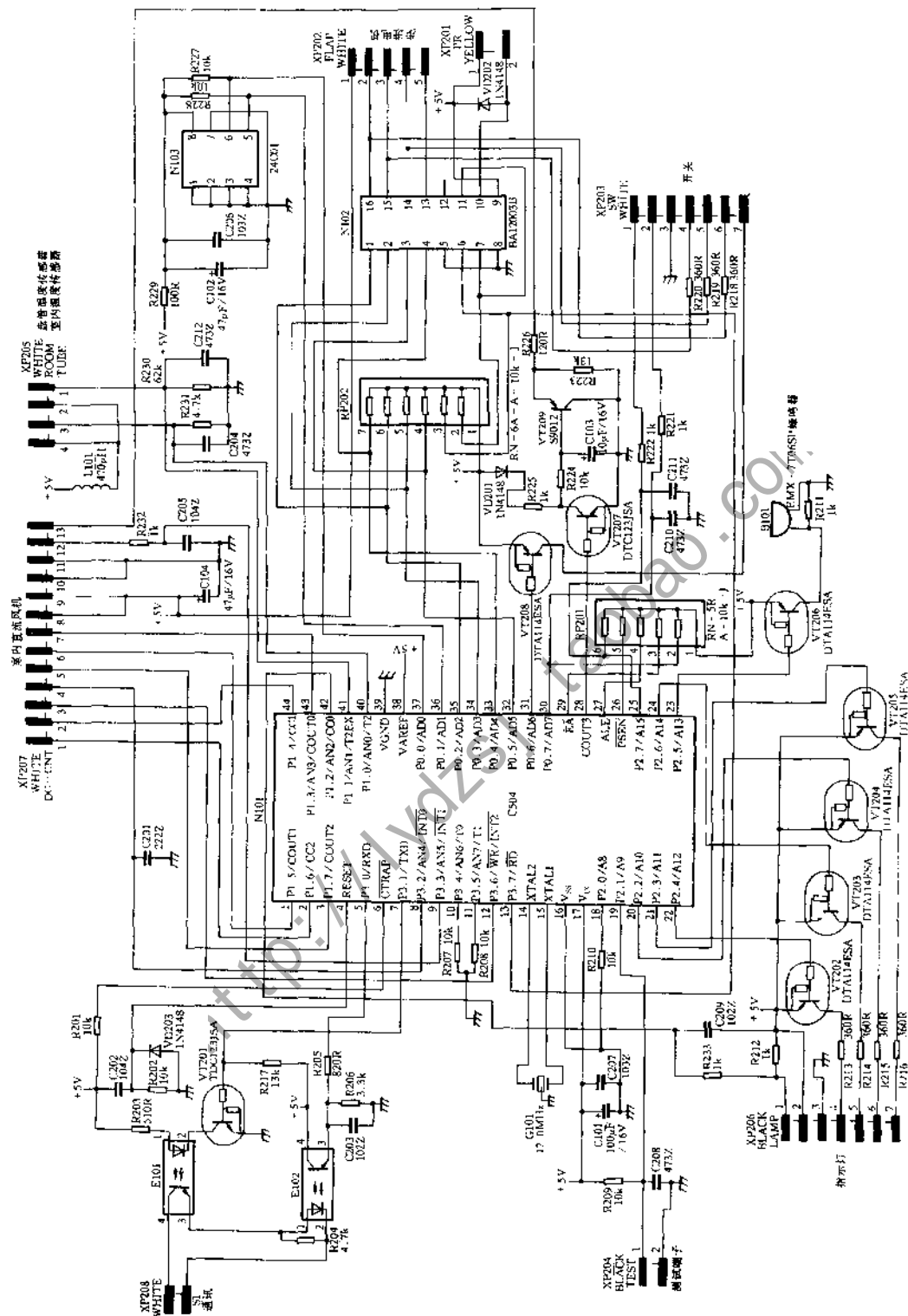
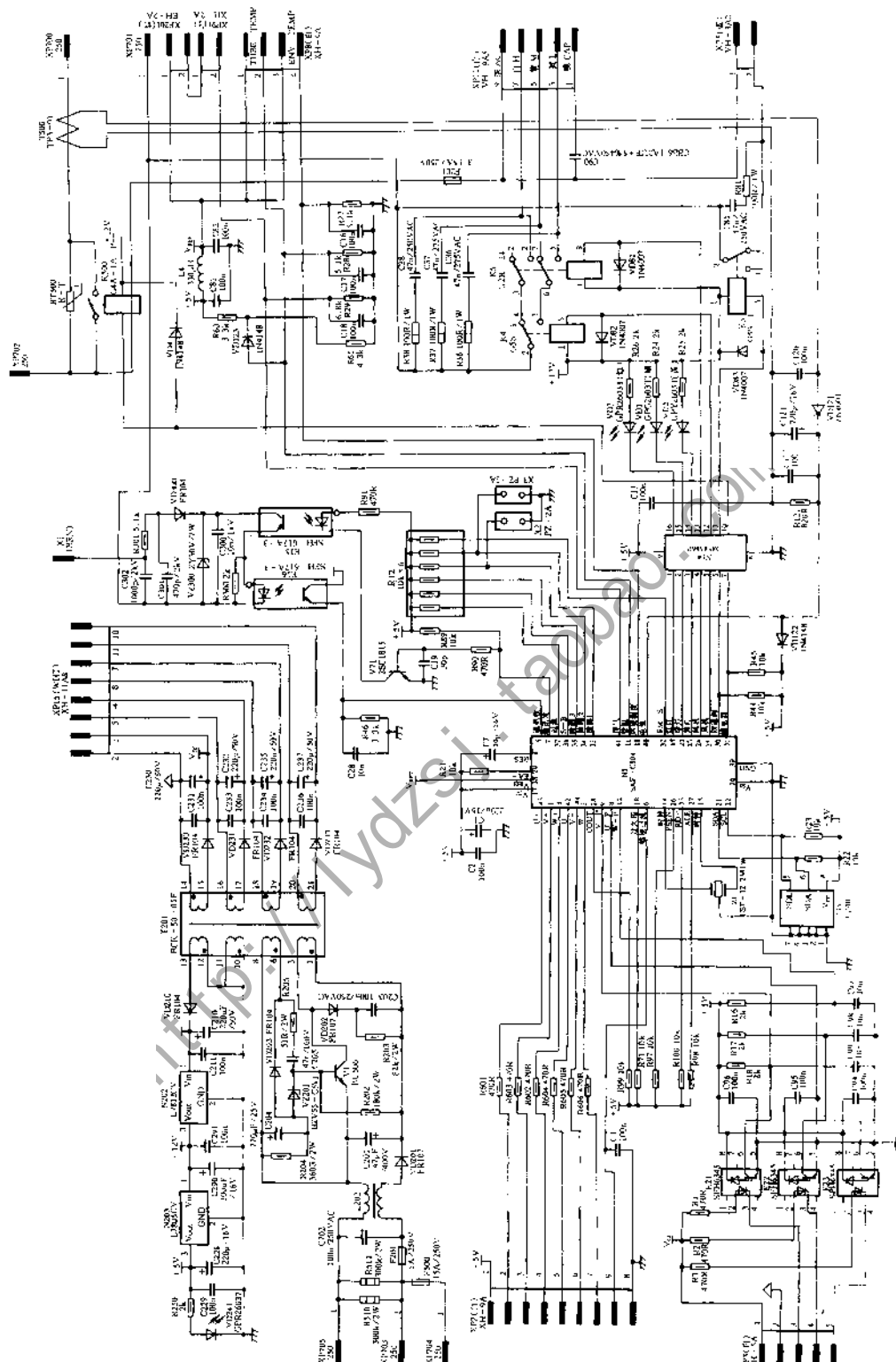


图 8-2-2 室内机电路原理图



8 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12

序号	1	2	3	4	5	6
S1	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
S2	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
S3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
S4	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
S5	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
S6	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF

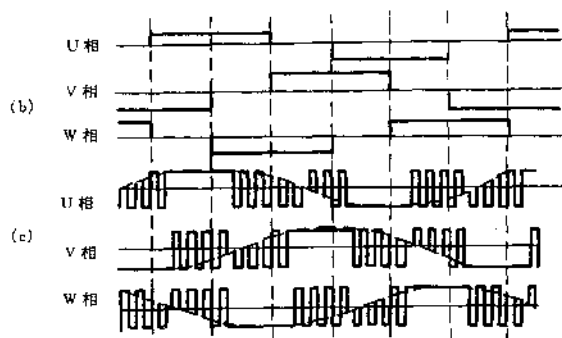


图 8-2-4 直流无刷电机通电波形

室外机芯片 N1 的第⑤脚为通讯“收”，第⑦脚为通讯“发”，室内机芯片的第⑦脚为通讯“发”，第⑤脚为通讯“收”。通讯环路 TXD、RXD 口电平为 0V、+5V，低电平不得大于 0.7V，高电平不得小于 4V，否则通讯有可能出现故障。室内、室外通讯线的端子电压为 30V ~ 36V。通讯环路如出现问题，首先检测端子电平是否有，如无，检查通讯电源；如有，使用示波器检测通讯口故障前一时刻 CPU 口是否有波形，如无，可能为 CPU 损坏（这种可能性十分小）；如果有，检查光电耦合器是否正常。

2. 开关直流电源电路

当室外机继电器吸合时，功率输出部分开始工作，大电流通过继电器接到室外机组的大功率整流二极管上，然后经过滤波电路，形成直流高压供给功率模块。上述的直流高压同时供给开关电源，开关电源 T201 主要提供四路 15V 的电压、一路 12V 的电压。四路 15V 电压提供给直流功率模块使用，12V 的电压提供给继电器使用，12V 电压经 7805 稳压成 5V 电压，供给芯片使用。

3. 功率模块驱动电路

功率模块驱动电路分为主电路和控制电路两部分。主电路为功率输出部分，其执行元件为大功率电力晶体管(GTR)。

4. PAM 控制

PAM 控制是直流变频空调器优于交流变频空调器的一大特点。所谓 PAM 就是指脉冲幅度调制，也就是调节信号的大小。PAM 控制能提高压缩机的运行能力，支持 9000r/min 高速运转，并能消除谐波电流，提高功率因数至 99%。

5. 电流检测电路

电流检测电路是用来检测压缩机供电电流的。当电流过大时，可能会损坏压缩机甚至会烧毁线圈。当主继电器 K500 吸合时，电流互感器通过 TR3-01 感应出电流信号，经 VD121 整

流出一直流信号,经 R121、C121、C122 滤波之后,在 R121 上形成一电压信号,输入到芯片的④脚,作为电流检测的输入信号。二极管 VD122 作为钳位二极管是将直流电平牵制在 5V。

6. 故障指示电路

在空调器的设计中,为了方便维修,在室外机控制板上设计了故障指示灯。芯片的⑬、⑭、⑮脚输出不同的电平来控制指示灯的亮灭。指示灯不同的状态代表着故障的不同信息。

8.3 遥控器


房间空调器的控制器多数是使用遥控器的,它可以使用户在房间的任意位置,控制空调器的动作,十分方便。随着微电脑技术的发展,遥控器广泛应用于窗式空调器、分体式空调器、嵌入式空调器及移动式空调器中。配有遥控器的空调器,其室内机上,安装有接受遥控器发射信号的接受器,以及通过微电脑控制空调器动作的控制器。遥控器上设有需要控制的功能按键,以及液晶显示设备和红外信号发射器。

8.3.1 遥控器的外形和功能

一、遥控器的外形

遥控器是由发射器、温度传感器、液晶显示器、微电脑控制基板及外壳等组成,其外形图如图 8-3-1 所示。

二、遥控器介绍

发射器:当你改变遥控器的设定时,“”标志将出现在液晶显示器的顶端,并将设定的信息发射到空调器室内机的接收器。

温度传感器:遥控器内的温度传感器检测室内温度,并显示在液晶显示器上。

液晶显示器:在空调器运行期间,运行状态的信息显示于本显示器上。

夜间节能运行按钮:有关详情请见第 7 章介绍的夜间节能方式。在制热、除湿、制冷运行中按下本按钮,标记将会出现在显示器的右下角,遥控器将会自动调节设定温度以节约电力。

温度设定按钮:按下“△”钮即升高设定温度。

按下“▽”钮即降低设定温度。

运行/停止按钮:本按钮用于控制空调器的运行和停止。

定时关机按钮:设定关闭空调器的时间。

定时开机按钮:设定空调器开机的时间。

预约/取消定时按钮:确定或取消您所设定的空调器走时开机或关机的时间。

方式选择按钮:使用本按钮选择空调器运行于:自动、制热、除湿、制冷或送风等方式。

④:空调器计算出设定温度与室温之间的差值,自动转换成制热或制冷状态。

❄️ :控制空调器使房间温度降低。

☀️ :控制空调器使房间温度升高。

💧 :降低室内湿度。

🌀 :送风。

风门叶片按钮:按下本按钮可以使空调器的送风状态在扫掠和定向之间切换。

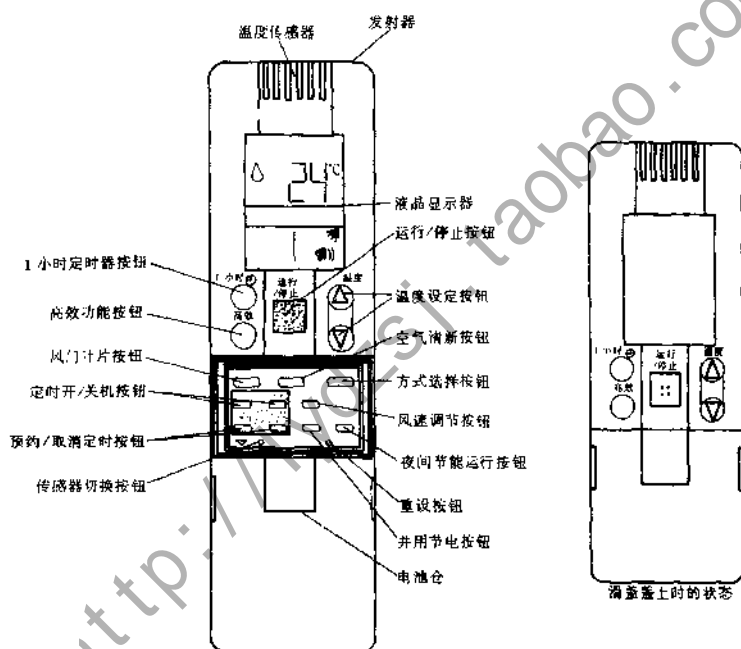
风速选择按钮:按下本按钮可以使空调的送风状态在自动、高速、中速、低速之间切换。

🌀 :空调器自动选择风速。

🌀 :高速。

🌀 :中速。

🌀 :低速。



注:上图所示的是遥控器的液晶盖下后的状态。

图 8-3-1 遥控器外形示意图

一小时定时器按钮:无论空调器运行或停止,按下本按钮后,空调将运行一小时后停止。

传感器切换按钮:当按下本按钮时,“🏠”标记将出现在遥控器显示器上,室内机显示屏上“🏠”符号熄灭,空调器使用室内机上的传感器检测室内温度并自动控制空调器的运行。

注意:如果遥控器处于靠近热源的地方,请按下传感器切换按钮以切换到室内机的传感器上。

重置按钮:通常更换电池后或遥控器无法正常使用按此按钮,使遥控器进入预运行状

态。

并用节电按钮:按此按钮,使遥控器进入并用节电运行状态,可以限制最大运行电流,以便在用电高峰时能与其他电器同时使用。

空气清新按钮:按动此按钮可以启动空气清新功能。

三、遥控器的液晶显示面板介绍

1. 遥控器显示面板

遥控器显示面板如图 8-3-2 所示。

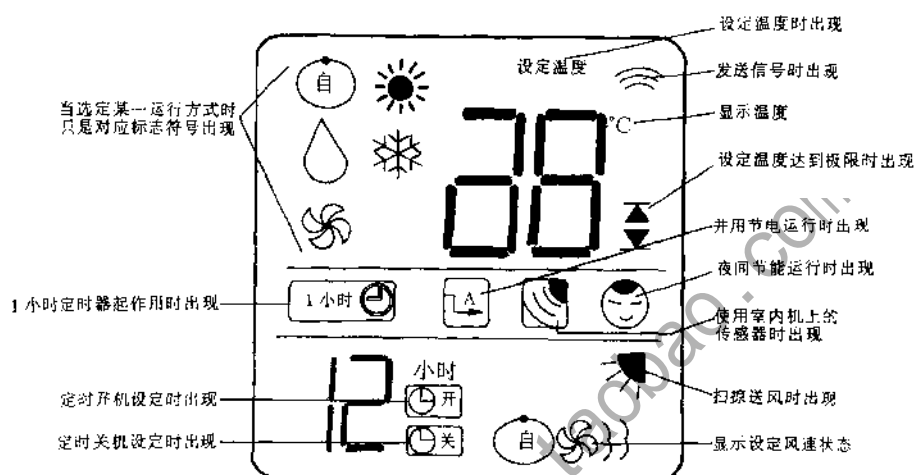
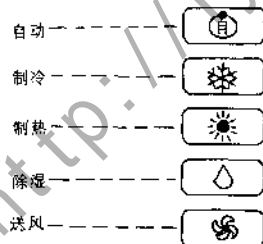


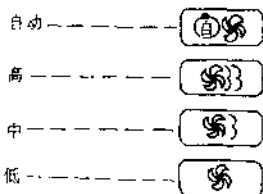
图 8-3-2 遥控器液晶显示面板

2. 标记含义

(1) 运行方式



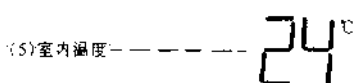
(2) 设定风速



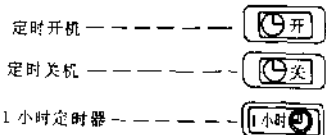
(3) 夜间节能



(4) 设定温度 ———— 设定温度



(6) 定时



(7) 发送信号



(8) 扫掠送风



(9) 室内传感器



(10) 并用节电



8.3.2 遥控器的控制原理及主要电路分析

一、遥控器的工作原理

遥控器是由一片微处理器为中心设计的控制电路,它能够远距离地对空调器进行遥控,完成开关机、定时、风速的转换、风栅的转换、风门叶片的方向、运行方式的选择以及睡眠功能的设置等。其控制方框图如图 8-3-3 所示。

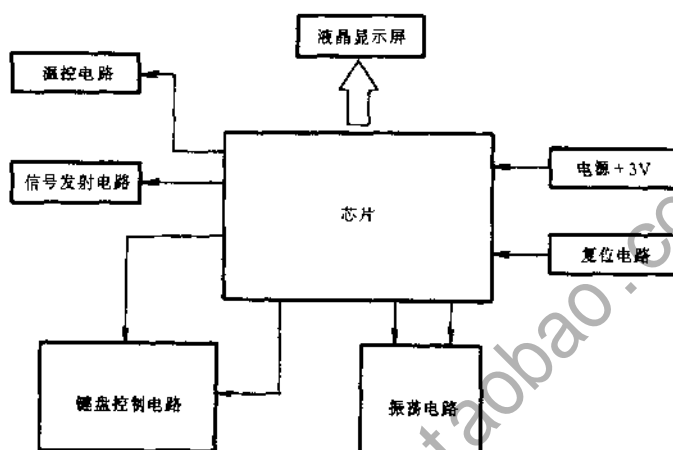


图 8-3-3 遥控器的控制框图

二、遥控器的主要电路

1. 液晶显示电路:将遥控信息通过液晶显示出来,使操作者一目了然。
2. 信号发射电路:将遥控信号发射出去,达到控制空调器的目的。
3. 键盘控制电路:通过键盘控制,达到功能选择的目的。
4. 温控电路:对环境温度检测,由微控制器采样,控制空调器实现温度控制。
5. 振荡电路:分主振和辅振,待机状态微控制器以特定频率工作,发射信号时,将信息以载波信号形式将信息发送出去,提高效率,降低消耗。
6. 复位电路:将微控制器复位,保证程序正常运行,不至于出现工作紊乱。
7. 电源电路:提供给微控制器稳定的电源,保证程序正常运行。

三、遥控器电路分析

以 KFR-28GW/BP 变频系列遥控器为例,简述电路原理,其电路原理图如图 8-3-4 所示。

由图 8-3-4 可知,遥控器主要由大规模集成电路芯片 N(WZF98001)、4MHz 晶体振荡器、32kHz 晶体振荡器、LED 液晶显示屏、室温传感热敏电阻 TH、LED1、LED2 红外线发射管、激励三极管 V1 以及键盘矩阵电路等组成。该遥控器由两节 7 号电池供电,电压为 3V。

该遥控器采用双时钟脉冲振荡电路,其中由晶振 ZD1、电容器 C8、C9(20pF)及芯片的③、

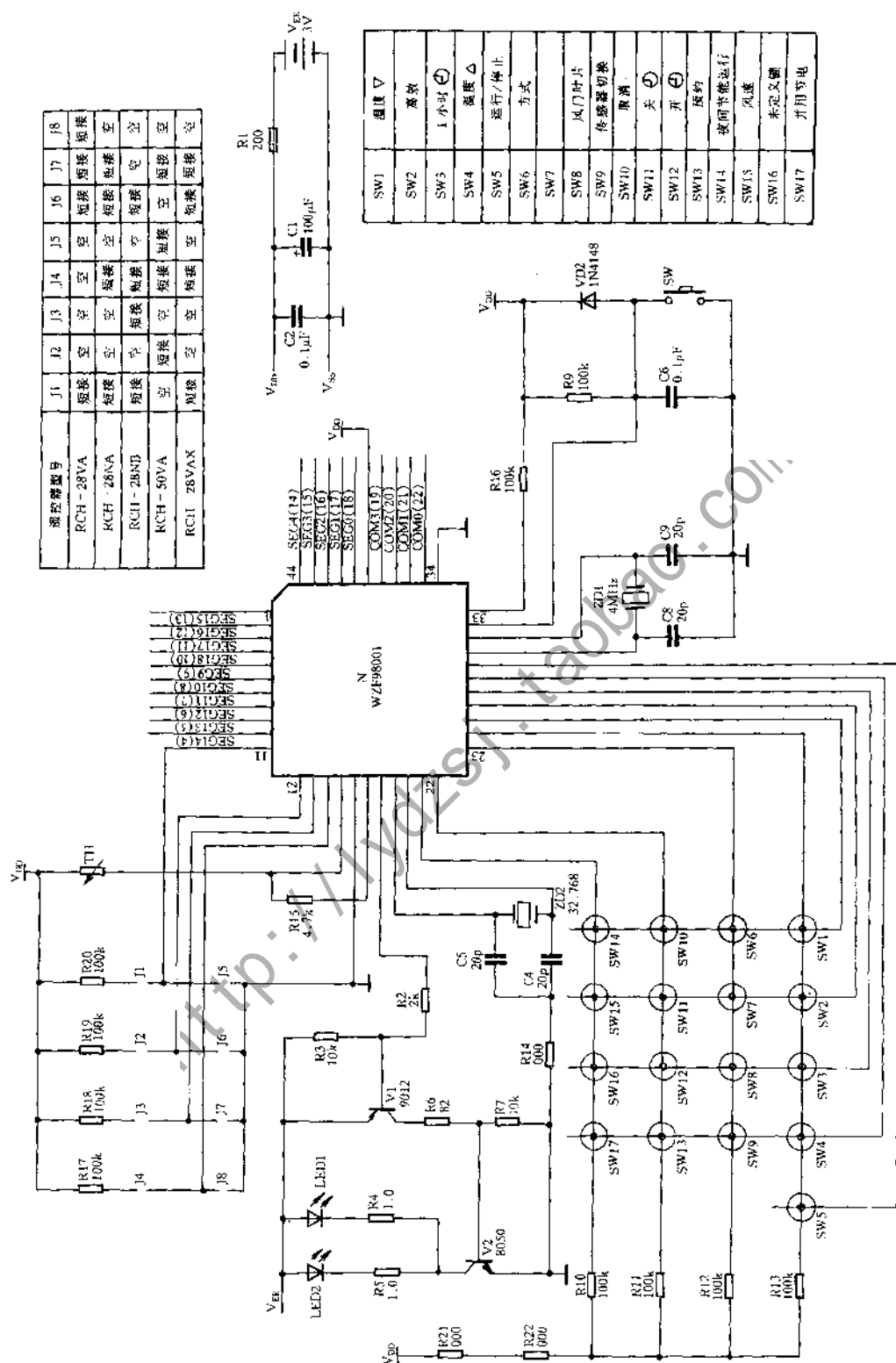


图 8-3-4 KRC-28CWX/HP-28CWX 系列 PLC 内部原理图

⑬脚组成了4MHz的时钟振荡器,振荡器产生的4MHz的脉冲信号经分频后产生38kHz的载频脉冲。由晶振ZD2、电容C4、C5(20pF)和芯片的⑬、⑭脚组成32kHz(确切为32.768kHz)的振荡器,其输出信号主要供时钟电路和液晶显示电路用。

在键盘扫描电路中,有9管脚组成方阵,满足系统的控制的要求。芯片的⑮~⑲脚是扫描脉冲发生器的4个输出端,高电平有效,⑳~㉑脚是键信号编码器的5个输入端,低电平有效。4个输出端和5个输入端构成4×5键矩阵,可以有20个功能键位,实际上在使用中只使用了17个功能键位。芯片的⑫、⑬、⑭、⑯脚控制的是短接插子,以适应此系列不同机型的选择。在遥控器工作时,芯片的⑮~⑲脚输出时序扫描脉冲。由图可知,芯片为N系四列扁平、塑封80脚专用芯片。3V电源经R1电阻降压以后接至VDD,芯片的⑳脚接电源负极。

在集成电路内部,有分频器、数据寄存器、定时器、控制器(编码调制器)及键盘输入输出等电路。定时器能向键盘电路输出定时扫描脉冲,在定时脉冲作用下,键盘输出电路能产生数种相位不同的扫描电路。发射器的键盘矩阵电路与芯片内相应的扫描电路和键盘信号编码器构成了键命令输入电路。键命令输入电路根据按键矩阵不同,键位输入的脉冲电平信号,向数据寄存器输出相应码值的地址码。数据寄存器是一个只读存储器(ROM),预先存储了各种规定的操作指令码。

当闭合某个功能键时,相应的两条交叉线被短接,相应的扫描脉冲通过按键开关输入到芯片的⑮~⑲脚中的对应一个脚。使芯片中的只读存储器的相应地址被读出,然后送到内部指令编码器转换成相应的二进制数字编码指令(以便遥控接受器内的处理器识别),再送到编码调制器中。在编码调制器中,38kHz载频信号被编码指令调制,形成调制信号再经缓冲器后,从芯片的⑳脚输出至激励管V1的基极,放大后推动红外发光管LED1、LED2,发出被38kHz调制信号调制的红外线,通过发射器前端的辐射窗口向空间发射。

液晶显示电路如图8-3-5所示。

若在液晶正负电极上,加上极性相反的交流方波电压就显示字符和数字,反之不显示。液晶显示器由芯片的多个引脚输出信号推动,分为地址位(COM1~COM3)和数据位(SEG0~SEG13),其中地址位(COM1~COM3)与液晶显示器的4个公共电极相连,数据位(SEG0~SEG13)与液晶屏相应的数字段电极相连,其连接关系如图8-3-4所示。通过对数据位及地址位的控制,显示不同信息,比如欲显示“设定温度”4个字,就可以选择地址位COM1和数据位SEG5,即可显示出“设定温度”。

正常情况,各段位电压在1.32~1.44V之间(视机型而定),各段位的工作波形如图8-3-6所示。

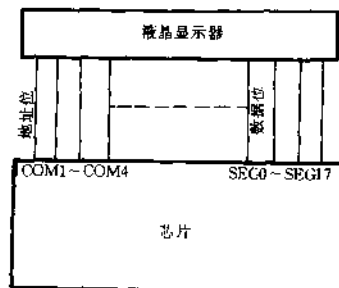


图 8-3-5 液晶显示电路框图

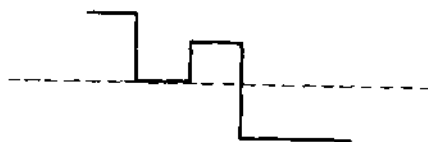


图 8-3-6 各段位的工作波形

四、遥控器的电路检修

1. 信号发射电路

信号发射电路如图 8-3-7 所示。图示波形中夹杂的虚线部分为信息内容,方波为载波。

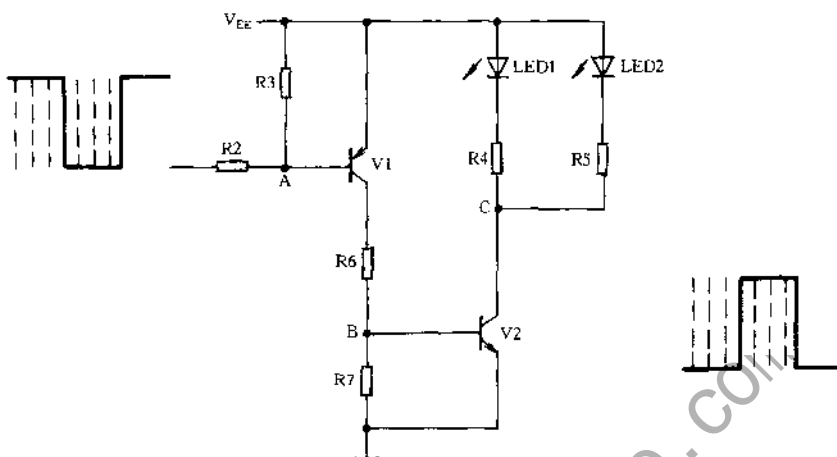


图 8-3-7 信号发射电路

在实际维修中,先测量芯片⑮脚电平(即 A 点)应为高电平(2.8V 左右),B 点为低电平(0V,V1 截止),C 点为高电平(2.2V 左右)。当按任意一个按键,有信号发射时,用万用表测 A、B、C 三点时,表针均应摆动,但没有明显变化,要注意观测,如观测不到变化,故障就在相应位置。通常是 V2 击穿、发射二极管开路。发射二极管性能不良,会造成发射距离短或接收不到等故障。R4、R5、R6 阻值的变化也会影响遥控器的正常发射。

2. 键盘控制电路

键盘控制电路部分已在前面电路分析中阐述过,在实际维修中,经常碰到的故障是按键不灵敏、按键失效等。

常见的按键不灵敏,是由于导电橡胶使用频繁,地区潮湿而导致导电橡胶导通电阻增大(正常为 40~150Ω),不能正确识别,以至于按键不灵敏。解决的办法通常是将遥控器置于干燥地方,将导电橡胶导电面清理干净,用铅笔芯涂一层碳粉;键盘清理干净,控制板用一段时间后焊锡层容易氧化,将表面用纯酒精清理干净。

按键失效比较难查原因,一般查各脚电压是否正常,常见的是某个按键始终处于连接状态,或程序进入死循环,不能识别按键,导致按键失效,这时将复位键按一下,就会恢复正常。

3. 温控电路

温控电路非常简单,如图 8-3-8 所示,TH 为负温度系数的温度传感器,随着环境温度升高而阻值降低。当环境温度高于 35℃ 时,温度最高显示 35℃,当环境温度低于 -50℃ 时,温度最低显示 -50℃,这两种情况是由芯片程序决定的,与温度传感器无关。

在使用过程中经常出现的故障现象有:温度显示 50℃ 或

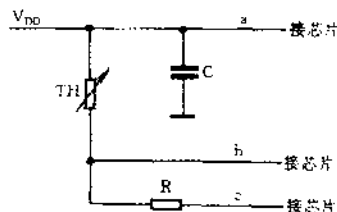


图 8-3-8 温控电路

35℃、温度显示与环境温度误差较大等。

解决办法:显示 50℃,通常为温度传感器焊接开路,补焊即可;显示 35℃,焊下温度传感器,冷却至室温,用万用表测量电阻值,当环境温度为 25℃时,阻值为 5k,当环境温度为 35℃时,阻值为 3.434k(系数 3470K)。当环境温度低于 35℃,而显示 35℃,测量阻值低于 3.434k(系数 3470K),表明温度传感器已坏,需更换;当阻值正常时,测量图示电阻 R 值,应为 4.7k。当温度传感器 TH 和电阻 R 均为正常时,通常是芯片内部采样电路坏了,这时建议采用室内机自带温度传感器来控制温度,只须将遥控器上“传感器”切换到室内机即可。

4. 振荡电路

振荡电路如图 8-3-9 所示。每种机型都有两种振荡电路,一个为主振,一个为副振,副振电路频率为 32.768kHz,不同机型其主振电路频率不同。正常情况下,晶振工作电压:主振一个管脚为 2.8V~3V,另一个管脚为 0~0.6V;辅振一个管脚为 1.21~1.49V。用示波器观测,辅振为正弦波,任何时候可以观测到;主振同样为正弦波,只有在发射时才观测到。

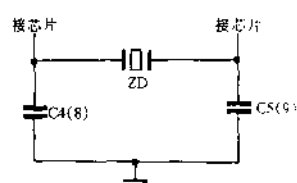


图 8-3-9 晶振电路

晶振电路故障现象主要表现为:死机;不显示。

死机时,有时也显示,按任何键均不起作用,有时不显示,测量主振工作电压不正常,两脚均为 1.6V 左右,这是由于复位不好造成的,按复位键一般可以解决。有时晶振损坏也会造成此类故障,解决方法通常是换晶振。

5. 复位电路

各种型号遥控器复位电路如图 8-3-10 所示,大同小异,电容 C 容量大小决定复位时间长短,时间长不行,短也不行,通常选 0.1μF~0.47μF。容量过小,容易复位不好。复位电路故障主要表现为遥控器出现死机、显示混乱及不显示等。当出现此类故障时,一般情况下可能是复位电容器漏电,静态电流增加,这时得更换电容器。如果不能解决,可能是芯片内部的复位出现故障,只有换芯片。

6. 电源电路

电源电路如图 8-3-11 所示。电池为 2.4~3.2V 电压,当电池电压低于 2.4V 时,显示不清晰,发射距离会缩短,应更换电池。一般来说,遥控器的整机消耗电流小于 30μA。发射电流(峰值)接近 100mA,所以尽量少按键盘,可以延长电池使用寿命。在电路中电容器 C1 为电解

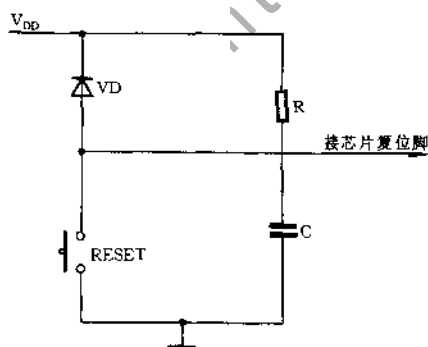


图 8-3-10 复位电路

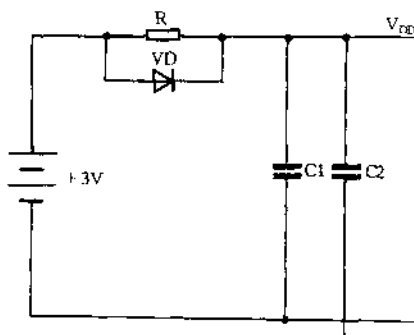


图 8-3-11 电源电路

电容器,容易漏电,因此不要将遥控器放置在阳光直射或温度过高的地方,以防止电容器漏电,增加静态电流。如检测到电容器漏电,则应更换电容器。

五、遥控器故障实例分析与检修

检修遥控发射器时应注意以下事项:

(1) 拆卸时要小心谨慎,不可用工具乱撬或用力猛拔机壳,正确的方法是应先释放锁扣,再打开机壳。

(2) 严防摔跌。平常在使用时也应防止电池受潮、腐烂,长时间不用时应将电池取出。

(3) 由于元件微型化,若是确认遥控器故障,不要贸然焊拆。

(4) 需要焊接时,要注意烙铁使用方法。焊接时最好断开电源,并严防焊点使相邻脚片连在一起而造成短路。电烙铁外壳要采用保护接地。

遥控发射器常见故障及可能原因与处理方法举例如下。

例 1:时钟指示误差大。

故障分析及排除方法:因为计时的精度主要由 32kHz 晶振频率及稳定度决定,若计时误差不大,可调试微调电容。若微调电容不起作用,则需更换晶振。

例 2:遥控器上个别按键丧失功能,或时好时坏,接触不良。

故障分析及排除方法:此故障多为按键开关触点氧化、导电炭粉变质(电阻值大于 100k Ω)所致,也可能因为开关与大规模集成电路之间的连线开路所引起。

修理时,宜先排除开路故障,对于接触不良,只要用无水酒精擦净或用橡皮擦除氧化点即可。修理时,禁用刀刮,以免破坏开关触点的镀金层。

例 3:遥控器没有显示。

故障分析及排除方法:这种故障较为常见。检查时,应先检查电源电压,若电源电压低于 2.5V,应更换电池。但有的电池内阻增大时,测量其电压也不低,但无输出电流,也应予以更换。有时也会由于其他原因造成芯片无工作电压的情况,如电池与电池夹接触不良,或者印刷线路板断裂,这就需要进行修复。

例 4:液晶有显示,但所有按键失灵。

故障分析与排除方法:一般来说是三极管 V1 和红外线发射二极管 LED 坏。应更换损坏元件。

例 5:所有按键失灵,液晶屏显示混乱或仅显示部分内容。

原因及排除方法:此类故障一般是两个晶振不良所致。如已明断,则应予更换晶体。晶振工作的好坏,可用如下方法判别:用一台微型中波段收音机靠近遥控器,若 2 个晶振都在工作,则收音机会发出“哼哼”噪声和“嘀嗒”钟表声。若无“嘀嗒”声,说明 32kHz 晶振停振。若噪声和钟表声都有,但液晶显示符号闪烁混乱,一般是因为 45MHz 晶体振荡器停振。

例 6:所有按键失灵,液晶显示不变。

原因及排除方法:这一般是某个或几个按键开关被电池漏液腐蚀短路所致,应仔细检查,并用无水酒精擦净短路及漏电部位。

例 7:遥控器遥控距离不远。

原因及排除方法:一般原因是电池电压下降,4MHz 晶振偏离太大以及放大管 V1 不良等,排除故障方法是更换晶振或放大管。

例 8:液晶显示符号缺少笔画。

原因及排除方法:①液晶屏与印刷线路接触不良(两者通过导电橡胶接触);②印刷板铜线开裂;③微电脑的引脚脱焊。第一种情况最为常见,检修时,可用手轻压液晶屏,若故障消失,即可确认。通常只要固定紧印刷电路板,除去导电橡胶两边的污垢便可排除。对第二种情况,则需更换印刷电路板。第三种情况则需重新焊接。

例 9:耗电多。

原因及排除方法:①电池接触电阻太大。②电池滤波电容短路、失效。排除方法为更换电池。

练 习 题

1. 试根据图 8-1-1 简述一下变频空调器的电路的控制组成。
2. 试分析图 8-1-2 的电路原理。
3. 试分析图 8-1-3 的电路原理。
4. 怎样用万用表去检修变频器的功率模块?
5. 直流变频空调器的特点。
6. 什么叫 PAM 控制? 与 PWM 有什么区别?
7. 试以图 8-2-1 为例,简要分析一下直流变频空调的电路工作过程。
8. 遥控器电路有哪几个部分组成?
9. 据图 8-2-1,简要分析一下遥控器主要电路的工作原理。

第 9 章 变频空调器的故障维修

前面相关章节对空调器的结构、性能特点、空调部件以及空调器的电路作了介绍,理解并掌握这些内容,会给维修工作带来方便。当然在维修时必须掌握检修空调器故障的一些基本方法,例如测量空调器压力、运行电流、运行电压以及零部件的电阻值、电压值等等。现在多数空调器都给了故障自诊断,因此在修理空调器时一定要以此作参考。下面以表格的形式具体讲解变频空调器的故障诊断思路以及故障实例。

9.1 变频空调器的故障检修思路

本节以某 KFR-40GW/BP 变频空调器为例,详细讲述其故障诊断分析思路。文中涉及的电路图中元器件请见图 8-1-2、图 8-1-3 和图 8-1-4。

故障现象 1:遥控不开机

步骤	操作要领	诊断分析思路
1	打开室内机进风栅,按一下应急开关	使用应急功能,观察能否开机(空调器自动运行);打开室内机进风栅,按一下应急开关,如果能够开机,说明电源及线路板有电,可能是遥控器或接受器不良。检查遥控器电池是否有电,接受头是否接触良好,接受窗是否有油污;否则更换接受器或遥控器再试机
2	用万用表测电源有无单相交流电;观察压敏电阻是否爆裂;观察线路板上的保险丝是否烧毁	如果利用应急功能也不能开机,可检查电源及线路板是否有电;用万用表测端子上 L、N 端有无单相交流电 $220V \pm 10\%$,如无电压,应检查外线路,即用户的电压;如有电压,检查线路板上保险丝是否断路,压敏电阻是否爆裂,如断裂,更换保险丝或压敏电阻
3	用万用表测变压器初级侧及次级侧的电阻值是否正常。或者通电后测量电源变压器有无电压输出	如没有断裂,则检查电源变压器是否正常;用万用表测变压器初级侧及次级侧的电压是否正常。正常时,初级电压为 $220V \pm 10\%$,次级电压 $U_{12} = U_{23} = 2.4V \pm 10\%$, $U_{45} = 19.5 \pm 5\%$, $U_{67} = 10.5 \pm 5\%$;或测量电源变压器静态电阻: $R_{12} = 340\Omega$, $R_{45} = 14.5 \pm 20\%$, $R_{67} \leq 2.8\Omega$ 。如不正常,应更换变压器
4	用万用表检测 7805 三端稳压器	如变压器良好,则检测 7805 是否有 5V 输出,如没有电压输出,则更换 7805 如有电压输出,则更换线路板

故障现象 2: 遥控开机后, 显示屏上的运行灯亮, 瞬间熄灭

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	用万用表测电源电压	检查电源电压是否大于 187V; 用万用表测电源电压, 低于 187V 时加用稳压器
2	检查电源线	如电压正常, 检查电源线是否符合要求, 接触是否良好; 电源线是 250V/16A, 如电源线不对, 应更换
3	检查变压器初级、次级接插件	检查变压器初级、次级接插件接触不良或脱落; 看是否接触良好, 如否, 应插紧
4	检查真空管嘴	如接插件接触良好, 查看显示屏 VFD01 真空嘴是否损坏; 如真空嘴坏, 应更换显示屏
5	检查 EEPROM	如显示屏好, 应检测 EEPROM 是否插接良好或接反, 如插座不好, 应重新插接
6	检查线路板	如 EEPROM 插座良好, 应更换 EEPROM 否则更换线路板

故障现象 3: 开机后, 显示屏正常, 室内机运转, 但压缩机不运转

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	用万用表检查室内机、室外机连线是否接错, 室外机接线排 1 号与 2 号间有无单相交流电	如有电, 用万用表检查室内机、室外机连线是否接错, 室外机接线排 1 号与 2 号间有无单相交流电; 如接错线则进行调整, 如无电压, 则检查联机线是否断线或接触不良
2	用万用表检查功率模块 PN 间是否有直流电压 280V	打开室外机壳, 用万用表检查功率模块 PN 间是否有直流电压 280V; 如无, 可检测整流硅桥是否有输入及输出电压, 如无, 更换整流硅桥
3	用万用表检查功率模块 UVW 间是否有 60~175V 的电压	如有电压, 用万用表检查功率模块 UVW 间是否有 60~175V 的电压; 如无, 检测功率模块的静态绕组, 测 P-U P-V P-W、N-U N-V N-W, 正向绕组为几百欧, 反向绕组为 ∞
4	用万用表检查压缩机绕组	最后, 用万用表检查压缩机绕组; $R = 1.28\Omega$, 如不对, 更换压缩机

故障现象 4: 制冷或制热时, 室外风机不转

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	检查风机插子、电容插子接触是否良好	检查风机插子、电容插子接触是否良好, 如松动, 应插紧
2	用万用表检查主控板芯片①、②脚有无输出电压	用万用表检查主控板芯片控制室外机继电器的①、②脚有无输出电压; 在高速挡, $U1 = H, U2 = 0$; 中速挡, $U1 = L, U2 = H$; 低速挡, $U1 = H, U2 = H$ 。如无, 应更换主控板; 如有, 检测风扇继电器上是否导通; H 为高电平, L 为低电平
3	打开室外机, 用万用表检测风机插子的棕白、棕紫、棕黄的电阻 用万用表检查风机启动电容	如以上良好, 用万用表检查风机启动电容是否损坏, 如损坏, 更换电容器; 如风机电容良好, 用万用表检测风机插子的棕白、棕紫、棕黄的电阻, 正常时, 分别为 151.4Ω 、 206.7Ω 、 265.5Ω , 如哪一项不正常, 则换风机
4	检查风机是否卡住	如以上正常, 用手拨动风叶查看风扇是否运转; 不运转, 则为风机卡住, 更换室外风机

故障现象 5: 制冷或制热时, 室内风机不转

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	用万用表检测室内电机是否有 80 ~ 170V 工作电压	用万用表检测室内电机插子 CN07 的 1、3 之间是否有 80 ~ 170V 工作电压 (视风速的大小而定); 如无, 应检查可控硅是否正常, 观察是否有裂纹
2	检查 EEPROM	如可控硅正常, 应检查室内机 EEPROM, 否则更换室内机电控板
3	用万用表检查室内风机电容器是否正常	如有工作电压, 可用万用表检查室内风机电容器是否正常; 如电容器损坏, 应更换
4	用万用表检查室内电机绕组是否正常	用万用表检查室内电机绕组是否正常; 如绕组阻值异常, 应更换室内电机
5	检查风机是否卡住	如以上正常, 用手拨动风叶查看风扇是否运转; 不运转, 则为风机卡住, 更换室内风机

故障现象 6: 室内风机时转时停

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	用万用表检查室内风机转速反馈插座 CN11 的①脚与③脚是否有 5V 电压	用万用表检测电控板插座 CN11 的①脚与③脚是否有 5V 电压; 如无, 则为线路板不良, 更换线路板
2	用手转动电机, 用万用表测 CN11 ①脚、②脚有无脉冲输出	用手转动电机, 用万用表测 CN11 的 1、2 脚有无脉冲输出; 如无, 说明霍尔检测元件不良, 应更换室内风机
3		如电机有脉冲输出, 应更换线路板
4	检查温度传感器	如更换线路板后仍不行, 则检查室内环境传感器、盘管温度传感器其阻值在 25℃时, $R = 5k\Omega$

故障现象 7: 室外风机及压缩机工作正常但制冷或制热效果差, 或无效果

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	检查空气滤尘网是否干净 室内外机通风是否良好	室内外机通风是否良好; 如有障碍物应及时清除; 如无, 打开室内机检查空气滤尘网是否干净, 如滤尘网脏, 应清洗
2	用压力表测管路中的压力	用压力表测管路中的压力是否正常 (开机前的平衡压力), 平衡时的压力参考值 0℃时约为 4kg, 10℃时约为 6kg, 30℃时约为 11kg, 如压力值比参考值小, 说明氟利昂明显不足, 应检漏充氟
3	测开机运行时的压力值	开机运行时, 测压力值。若气温高于 16℃, 可以开制冷, 若气温低于 16℃可以开制热 (制冷时的压力约为 4 ~ 6kg, 制热时约为 16 ~ 18kg, 无论制冷或制热, 随着气温的上升, 压力也会上升), 制冷时压力低, 可能的故障是缺氟、管路堵。如以上正常, 则清洗室内蒸发器、冷凝器 否则, 更换压缩机

故障现象 8: 只能制冷不能制热

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	确认是否满足制热条件	确认是否满足制热条件;遥控器的设定温度应大于室内温度
2	四通阀是否得电	在开机时,用万用表测量一下室外机内芯片②脚(即四通阀)的电位;是否是低电位,否则应换室外控制基板
3	用万用表检查四通阀线圈的阻值是否正常	用万用表检查四通阀线圈的阻值是否正常;正常时应为 1300Ω,如不正常,应更换
4		如以上都正常应更换四通阀阀体

故障现象 9: 室外机噪音大

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	检查室外机状况	检查室外机文架是否安装牢固、是否平稳以及室外机固定螺丝是否松动;如不符合要求,应调整
2	管路状况	管路间有无碰撞声,管路是否碰壳体
3	检查室外机与支架之间是否安装了减震胶垫	检查室外机与支架之间是否安装了减震胶垫;如未安装,应加装胶垫
4	检查室外机风叶及电机噪音是否正常	让压缩机不转,检查室外机风叶及电机噪音是否正常;如噪音大,更换电机或风叶,并进一步检查
5	检查压缩机噪音是否正常	让风机不转,检查压缩机噪音是否正常;如噪音大,更换压缩机

故障现象 10: 室内机噪音大

步骤	操作要领	故障诊断思路
1	观察有无异物碰撞室内风机的声音	观察有无异物碰撞室内风机的声音;如有,则应检查并清除异物
2	用手稳住室内机,听一下噪音是否变小 室内机滤尘网是否干净	检查室内机挂墙板是否牢固、平整;用手稳住室内机,听一下噪音是否变小,如不牢,重新固定挂墙板 室内机滤尘网是否干净,如有灰尘,应清除
3	前罩壳是否松动	前罩壳是否松动;如松动,应调整
4	电脑板是否振动	电脑板是否振动;如振动,应予以固定
5	室内风机电机是否固定牢固	室内风机电机是否固定牢固;如不,应予以调整
6	检查轴流风机及风机轴	检查轴流风机及风机轴;更换或调整
7	如果有很响的气流声,应检查管路有无挤扁处	如果有很响的气流声,应检查管路有无挤扁处;如有,应更换管路

故障现象 11: 室外机开停频繁

步骤	检查要领	故障诊断思路
1	检查过滤网是否积尘	检查过滤网是否积尘过多;如有,应及时清除灰尘
2	室内机中传感器是否移位碰在蒸发器上	室内机中传感器是否移位碰在蒸发器上;如移位,请复原
3	通风情况	室内机安装位置是否通风良好 房间面积是否过小

故障现象 12: 开机运行时,报通讯故障

步骤	检查要领	故障诊断思路
1	检查联机线	应检查一下,室内机、室外机联机线是否牢固,如不牢固,应旋紧
2	检查通讯线	用万用表欧姆挡测试一下,通讯线 SI 是否开路,如开路,则换信号线
3	通讯信号	用指针式万用表直流电压挡测试室外机端子板 2、4 之间的电压,在 0~40V 之间摆动,如有反应,则继续检查 如无,打开室内机,测试内机板⑩脚是否有通讯信号,如无,更换电控板。如不工作,应检查室外机④脚是否有通讯信号,否则更换室外电控板

9.2 变频空调器的故障实例

本节汇集了变频空调器故障三十五个实例,这些故障涉及了空调器故障的各个方面,而且对每个故障都做了详尽的分析,对读者会有参考价值。

实例 1: 整机不启动

故障现象:一台 KFR-2801GW/BP 空调器接通电源后,利用遥控器不能启动。蜂鸣器和显示屏无反应,手动室内机应急开关也不能启动。

分析与检修:此故障多数出在电源电路部分。因此先查室内机电源电路的控制部分是否有故障,目测保险丝 3A 没有熔断;用万用表的电压挡测得电源变压器的输出级电压为 10.5V,属正常;进一步测得 LM7805 稳压管无输出电压且发烫,此时断定是 LM7805 稳压管损坏,这可能是由于电源电压波动而导致损坏。焊下此稳压管,换上一个新的 LM7805 稳压管后试机一切正常。

实例 2: 遥控失灵

故障现象:用遥控器开机,空调无反应。

分析与检修:首先用万用表查得遥控器的电池电压在 2.4V 左右,可判定电池是正常的;然后再检测遥控器内部是否正常,此时可用遥控器对一台调幅收音机进行干扰试验,以此对遥控器的好坏进行检验。结果发现遥控器不能发射遥控信号,打开遥控器外壳,检查发现遥控器的发射头损坏,更换发射头,再试机一切正常。

实例 3: 室外机不启动

故障现象: 一台 KFR-3601GW/BP 空调器, 室内机正常运转, 但室外机不启动。

分析与检修: 由于室内机能运转, 故重点检查室外机。首先检查得知室内外联机一切正确, 拆开室外机壳, 测是 DC300 直流电压正常, 可是功率模块的 U、V、W 三端子无输出电压, 室外机故障指示灯不亮。由于测出室内机有信号给室外机, 可以初步断定室外机 CPU 没有工作。测室外板 LM7805 的输出没有电压, 然后测出前级也没有 12V 电压, 由此可判断 T02 开关电源没有工作。检查开关管 Q01(3150) 开路。更换开关管, 一切正常。

实例 4: 室外机一开机马上停机

故障现象: 一台 KFR-5001LW/BP 空调器, 室外机一开机就停机, 且 PTC 发热

分析与检修: 遇到这种情况, 一定要冷静分析。在没有搞清情况以前, 如果反复试机, 则可能将 PTC 烧坏。拆开室外机壳, 重新开机观察得知。在开机瞬间, 压缩机启动, 室外 RY01 主继电器未有吸合声, PTC 电阻发热。经查, 继电器不能正常吸合, 因为在室外机首先是通过 PTC 通电工作, 然后继电器得电吸合来为室外机供电。在此故障中, 由于继电器没有正常吸合而导致压缩机启动后即停机。换 RY01 继电器, 故障排除。

实例 5: 室外风机运转但压缩机不启动

故障现象: 一台 KFR-2602GW/BP 空调器, 开机后室内外风机运转, 但压缩机不启动。

分析与检修: 先利用故障自诊断来判断, 即按遥控器传感器切换键, 显示故障代码是室外 EEPROM 有错误。为了进一步确认是 EEPROM 故障而将压缩机的过载保护器卸下再插上, 如果压缩机能启动, 说明 EEPROM 确有故障。更换后一切正常。

实例 6: 室内风机风扇时转时停, 室外机工作正常。

故障现象: 一台 KFR-4001GW/BP 空调器, 开机后一切正常, 但室内机风扇时转时停。

分析与检修: 此类故障首先可以判定为室内风机的控制电路部分有故障。用万用表测试 CN07 的 ①、③脚, 电压正常。此时用万用表的直流电压挡测试 CN11 的 ①、②脚, 用手使风机转动, 万用表指针摆动, 故霍尔器件是好的。可以判定风机有故障, 换一风机, 故障排除。

实例 7: 制热效果差

故障现象: 一台 KFR-2602GW/BP 空调器, 开机制热效果差。

分析与检修: 该台机器是刚刚安装 2 个月的新机器, 所以漏氟的可能性很大, 但查各接口无漏氟痕迹。加氟后, 工作电流超过 11A, 保险丝熔断, 说明机器并不缺氟。接着测试室内风机的转速, 发现在高频时也没有变化, 即转速转换出现故障。因为此电路是采用可控硅调速, 因此怀疑是可控硅 IC05(JGX-2F) 出现故障, 更换 IC05, 故障排除。

实例 8: 空调器运行一段时间后, 整机保护。

故障现象: 一台 KFR-5001LW/BP 空调器在运行一段时间后, 整机保护。

分析与检修: 测室内机各路输出电源均正常, 更换主控板, 无效。拆开室外机发现, 机内结

满了霜,风扇扇叶被折断,于是用万用表的欧姆挡测室外盘管温传感器只有几十欧姆的变化范围,更换一只盘管温传感器后,机器工作正常。

实例 9: 机器运行时出现故障停机,绿灯闪。

故障现象: 一台 KFR-26GW/BP 空调器运行几小时后,故障停机,运行灯闪烁。

分析与检修: 检查自诊断显示,绿灯亮、红灯亮、黄灯灭,为串行通讯异常。进一步检查,当机器上电后一开机即出现停机现象,一般为联机线接线错误;当机器运行 2~3 个小时或更长时间后停机,再次遥控开机不易启动,一般为室外电控板问题。印制板上的接插端子接触不良也易产生通讯异常的故障。查看该故障机,通讯端子及接线无误,用 ITLP3023 替换室外电控板的光电耦合器 E605。再次试机,均正常。

实例 10: 室外机发热严重,运行灯闪烁。

故障现象: 一台 KFR-2601GW/BP 空调器一般运行 20~30 分钟后停机,室外机发热严重,运行灯闪烁。

分析与检修: 通过检查自诊断,待机灯、定时器灯点亮,初步判断是电流异常,用压力表检测压力,发现偏小,测其运行电流偏小,判断为制冷剂不足。经检漏后充氟,开机正常。

实例 11: 制冷时,室内机有噪音

故障现象: 一台 KFR-3501GW/BP 空调器,制冷时,室内机噪音大,风速调至最小时,可细听到制冷剂沸腾声(咕噜咕噜声)

分析与检修: 这种故障一般不是电控板引起的,故可以排除,可能是系统匹配不好,经查,是制冷剂流入蒸发器内,在氟缺乏的情况下,会换热剧烈,产生大范围的沸腾现象。经抽真空充氟后正常。

实例 12: A 机不停机,B 机不制冷

故障现象: 一台 KFR-28GW×2/BP 空调器,当再次开机运转,出现 A 机不停机,B 机不制冷。

分析与检修: 经查,两台室内机故障不同,可能是联机线接反且设定不同所致,A 机执行 B 机指令,B 机执行 A 机指令。将联机线调换后正常。

故障 13: 外风机不转,其他工作正常。

故障现象: 一台 KFR-26GW/BP 空调机在开制冷时,外风机不运转,其他工作正常,几分钟后,空调器保护性停机。

分析与检修: 打开外机壳,用手拨动风扇,发现风扇能转(注:如果风扇不转,可能是风扇卡死),用万用表欧姆挡测试风机启动电容的两端,也正常。于是检查风扇电源,发现风扇与四通阀信号线接反。将两信号线调换后重新开机正常。

故障 14: 压缩机电流过大

故障现象: 一台 KFR-3602GW/BP 空调器,开机运行不久发现电流过大,最后保护停机。

分析与检修:空调器开机工作十几分钟后,发现电流逐渐变大,最后压缩机过载保护停机。借用遥控器的故障自诊断功能,发现室内机显示“26”显示代码,经查,这种故障现象为过电流保护。单独让压缩机启动,发现压缩机的电流在几分钟内上升到 17A,经查,这一压缩机前几天刚换上,可能是压缩机的冷冻油太少而造成,由于压缩机是高速运行的,如果没有冷冻油或冷冻油太少,随着压缩的运转,温度会越来越高,管道里的制冷剂的压力也越来越高,压缩机的负担越来越重,最后因电流过大而保护。这种故障一般出现在新更换的压缩机上,因空调器出厂时,压缩机加油没有加足,这种故障比较普遍。给压缩机补充冷冻油后,试运转,一切正常。

故障 15:制冷一段时间后,停机

故障现象:一台 KFR-2801GW/BP 空调器,开机制冷,一段时间后,停机。

分析与检修:启用故障自诊断功能,出现运行灯、电源灯、定时灯闪烁,查故障表得知,是过电流保护所引起。用万用表测试供电电源 220V 正常,打开室外机壳,用万用表测试压缩机三绕组,其阻值在 2Ω 左右,正常。测试外风机的阻值 $WM = 151\Omega$, $WA1 = 55\Omega$, $WA2 = 58\Omega$, $WA3 = 55.1\Omega$ 左右,这些阻值都在正常范围之列;打开室内外机壳,发现蒸发器被灰尘严重堵死,冷凝器上的翅片严重氧化,导致冷凝器上的热量散不出去,蒸发器上的冷气出不来,严重影响制冷,用压力表测试,发现压力偏大,压缩机的电流越来越大,最后引起保护。将蒸发器、冷凝器卸下来清洗干净,再重新试机,一切正常。

故障 16:制热不到一分钟,吹自然风。

故障现象:一台 KFR-3602GW/BP 空调器,开制热后吹风不到 1 分钟,变为自然风,室外机运转,但不再制热。

分析与检修:用万用表测量室外机内芯片第②脚,输出低电平,信号正常,制热信号能对四通阀进行控制,由于一开始能制热,说明遥控信号接收没问题。用万用表的电阻挡测试四通阀线圈正常,证明控制电路无故障。接上压力表测量压力,当高压压力上升至 1.45MPa 时,突然下降到 0.7MPa 便不再制热,且能听到压缩机较沉重的运转声。拆下室外机做压力试验,当压力在 1.4MPa 左右时,能听到四通阀自动换向的声音。由此判断该故障的根本原因是四通阀串气造成自动换向所致。换掉一个四通阀,再试机一切正常。

故障 17:制热效果差,室外风机停机

故障现象:一台 KFR-2801GW/BP 空调器室外风机不转,制热效果差。

分析与检修:上门检修发现室外风机不转,压缩机工作,无故障显示,四通阀处于制热状态,打开室外机,测风机接线插子无电,根据其控制原理分析可能是制热误保护,拔下室内机盘管热敏电阻测其阻值在 20°C 时近 $2\text{k}\Omega$ 左右,正常情况下应该是 $7\text{k}\Omega$ 左右,致使电脑误判为室内盘管温度过高,发出保护信号指令,控制室外风机停。更换室内机盘管温传感器后,试机,故障排除。

故障 18:室外停机后,很长时间内不能启动

故障现象:一台 KFR-2801GW/BP 空调器用遥控器开机制热时,空调工作一段时间室外停机后,很长时间都不能再启动,房间温度升不上来。

分析与检修:用户遥控器上液晶显示正常,用遥控器开机时,发现遥控器稍有点不对着空调器方向,信号就接收不到,当时怀疑室内机遥控接收口灵敏度差,换上一只好的,仍然不行,于是判断遥控器问题。取下电池,经了解空调器购买已一年多,仍用原所配遥控器电池,故怀疑电池电力不足,影响遥控器发射能力,换两只“AA”碱性电池装上后,遥控器不对空调器方向,信号也能接收。再调试制热,到设定温度后室外机停,室内运行灯灭,几分钟后,温度下降,空调重新启动,一切正常。

故障 19:室内机运转正常,压缩机停机

故障现象:一台 KFR-5001LW/BP 空调器开制冷运行一段时间后,室内机运转,压缩机停机,不再启动,无故障代码显示。

分析与检修:因空调器在一开始能正常运转,说明机器内、外控制板没有问题。用万用表测试通讯口,即将万用表的黑表笔接端子板的 N 端,红表笔接 SI 通讯线,有 24V 左右的脉冲电压,故可判定通讯正常。其后,测量室外控制信号正常,此时怀疑可能是保护性停机。由于夏天室外温度很高,同时该室外机前面不远距离还有建筑物堵着,使空调器散热不好而导致停机,将此室外机移到别处后,运转一切正常。

故障 20:用遥控器或应急按钮控制,机器均无反应。

故障现象:一台 KFR-50LW/BP 柜机。有时好,有时则不论是用遥控器,还是用操作面板上的按钮,都不能使机器运转,操作面板上的显示也不能转换,好像是“死机”。

分析与检修:检查室内机下方电脑板与操作面板的连线无接触不良,检查操作面板后的电路板也无异常。故怀疑电脑板上通讯电路有异常的较强电压信号干扰主控电路,导致“死机”,将室内机电脑板更换后,机器正常。

故障 21:数据程序容易丢失,压缩机不工作。

故障现象:一台 KFR-60LW/BP 空调器,不制热,风机工作,压缩机不工作。

分析与检修:由于风机工作,压缩机不工作,检测室外机主控板,发现 R17 电阻有烧焦的迹象,更换 R17 后工作正常。电阻 R17 是用来去除室外风扇电机在转速切换时产生的电磁干扰的,它与 C19 一起组成高通滤波器,如果它损坏,干扰有可能通过 IPM 的保护信号端口串入 CPU,使 CPU 误判断为 IPM 故障而停机。R17 损坏时间过长,有可能干扰过大,从而影响到 E2PROM 内的存储内容,产生 E2PROM 故障。维修中可以在更换损坏的 R17 同时,将 RA03(排阻)的第一脚周围的铜箔划断,将第一脚接到电源地上(原来是接在电源 +5V 上),这样可以减少故障现象的产生。

故障 22:制热运行时,室外机不除霜。

故障现象:一台 KFRP-35GW 变频空调器,制热运行时,室外机有厚霜,但不除霜,且无故障代码显示。

分析与检修:室外机不除霜,依据经验,拆下化霜传感器检查变阻值(室内温度 11℃,阻值为 9kΩ,正常),将传感器感温头用手握住,加热一段时间后,测其阻值,阻值无变化,依此判断传感器故障。更换后,故障排除,运行正常。

故障 23: 一开机漏电保护器跳闸

故障现象: 一台 KFR-5001LW/BP 空调器在开机制冷时, 空气开关跳闸。

分析与检修: 开机跳闸说明空调器有短路或有漏电的地方, 为了判断是室内机还是室外机故障, 把联机线拆下, 通电开室内机, 室内机工作正常, 则判定故障在室外机, 用万用表 X100K 挡检测: L、N 对地电阻均为无穷大, 说明 L、N 没有漏电, 测电解电容器、模块均正常, 测整流硅桥 AC 输入端时发现硅桥中有一个二极管击穿。换硅桥后试机正常。

故障 24: 室外机不启动, 无故障代码显示。

故障现象: 一台 KFR-2601GW/BP 空调器开机后室外机不工作。

分析与检修: 通电后测试室外机有 220V 电压, 但 DC280V 指示灯不亮。用手摸 PTC 发热厉害, 说明整流后短路。把模块上的 P 插线拔下, 通电, DC280V 指示灯亮, 说明模块板有短路的地方, 用万用表测 PN 之间已短路, 此时不可直接换模块, 因为开关管 DQ 击穿也会测得 PN 击穿。取下开关管 DQ1 测 DQ1, CE 击穿, 换 DQ1 后正常, 再测 PN 已经正常。

故障 25: VFD 不显示, 但能开关机。

故障现象: 一台 KFR-50LW/BP 空调器开机后, 显示屏不显示, 但机器能开关机。

分析与检修: VFD 不显示, 却能开关机, 说明显示电路有故障, 其他主电路应无问题。测灯丝交流电压 4.8V 正常、DC5V 电压也正常, 测直流 -27V 电压为 0V, 其后测室内基板 ZD02 稳压管击穿。换后试机正常。

故障 26: VFD 显示闪动

故障现象: 一台 KFR-50LW/BP 空调器, 在室内机主继电器频繁吸合时, VFD 显示闪动。

分析与检修: 这种故障一般均是某种干扰造成的。先从电源部分入手, 用万用表测试 DC12V, 结果测得指针在 9V 左右摆动, 测变压器和整流二极管均正常。取下电解电容器 C02 测试, 其电解液已泄漏, 无容量。更换后试机正常。C02 无容量, 使直流电中纹波增多, 电压降低则使控制电路无法正常工作, 从而造成该故障。

故障 27: 室内机工作正常, 室外机压缩机一启即停。

故障现象: 一台 KFR-60LW/BP 空调器, 室内机运转正常, 室外机压缩机一启即停。

分析与检修: 这种情况一般是保护电路有故障。测各传感器正常, 怀疑过欠压检测电路有故障。测电压互感器 T01 的交流输入端无电压, 说明其限流电阻 R30 或 R31 有开路, 经测 R30 电阻开路。换后试机正常。

故障 28: 制热时风机不转, 而制冷时风机正常。

故障现象: 一台 KFR-50LW/BP 空调器, 制热时风机不转, 而制冷时风机正常。

分析与检修: 由于是制冷正常, 而制热有故障, 说明故障出在防冷风电路, 为了确认是否为防冷风电路有故障, 可以加热盘管温度传感器, 看风机是否转, 结果风机不转。说明 CPU 没有接到传感器送来的温度信号。测 L02 开路, 换后正常。

故障 29: 制热运行, 室内机始终低速。

故障现象: 一台 KFRP-35GW 变频空调器, 制热运行时, 室内风扇始终以微风方式送风, 进出口温差 30℃ 以上, 但制热效果较差。

分析与检修: 换其他运行方式运转, 室内机风扇转速正常, 问题出在制热运行时, 改变风扇转速的控制条件上, 经检查, 发现室内机热交换器下半部的温度较低, 由于热交换器温度传感器正好处于这个位置, 始终感知较低温度, 风扇转速总是提不上去。焊开热交换器, 发现下半部接头处焊堵, 互换同型号热交换器后, 试机运转正常。

故障 30: 室外机开机后又停止工作

故障现象: 一台 KFR-2601GW/BP 空调器, 室外机开机后又停止工作

分析与检修: 室外机开机后 1 到 2 秒, 外机停止工作, 运行指示灯闪亮。打开故障自诊断功能, 故障指示灯 1、2、3 号灯的状态分别是亮、灭、灭, 根据诊断内容, 可确定是 AC 电压输入异常所致。用万用表测量电源电压正常, 为 218V, 室外机开机后, 电压降到 170V, 由此怀疑是电源线问题, 经仔细检查, 发现用户在装修过程中, 用一段电话线代替电源线造成上述现象, 更换电源线后一切正常。

故障 31: 室内机漏水

故障现象: 一台 KFR-3602GW/BP 空调器室内机漏水严重。

分析与检修: 一般来说, 产生这种现象的原因很多, 请按照下面的步骤进行检查:

① 检查漏水部位, 若是导风叶片上滴水, 则判断为导风叶片方向不当所致(叶片偏转角度过大, 会产生冷凝水), 调整导风叶片(在制冷状态下, 导风叶片应与内机成 90° 角为佳);

② 若不是导风叶片上产生冷凝水, 则打开内机盖进一步判断。可检查排水末端是否能够保证排水通畅。

③ 从排水管末端向内吹气, 若吹不动则为脏堵, 将排水管内脏物排除即可。

④ 将一杯水倒在蒸发器上, 观察是否有如下现象: A. 检查室内机排水保温软管接头处是否有水渗出, 若有渗出现象, 则更换排水保温软管。B. 若接水盘水位不下降则说明排水管内低管外高或管路扭曲, 须整理排水管路。

此机故障是排水管脏堵而导致, 将此排水管清洗后, 一切正常。

故障 32: 正常运转几分钟后, 停机无显示

故障现象: 一台 KFR-28GW/BP 空调器制冷/制热时均能正常运转 5~10 分钟, 之后停机且无显示。

分析: 这种情况先从查电源入手, 用万用表测量楼道电源是否正常, 一测正常, 能达到 220V, 然后仔细查找空调器本身是否有问题, 经查没有任何故障, 检测电压在 220V 左右也正常, 最后判断用户家中电源有问题, 在用户邻居家引一根新电源, 通电后一切正常。经检查是用户家中电源线接头有虚接, 空调器启动后电流过大而导致空调器保护性停机。

故障 33:室内机工作正常,室外机不工作

故障现象:一台 KFR-2801GW/BP 空调器开制热时,室内机工作正常室外机不工作。

分析与检修:用遥控器开机,电源指示灯和运行指示灯亮,但室外机不启动。说明故障在室外机(开关组件运行灯亮说明室内机 CPU 已经发出压缩机启动指令),打开室外机测量 220V 电压正常,DC280V 指示灯亮,拔下压缩机过热保护器,LED201 不亮,LED201 不亮说明室外机无 DC5V,故障出在模块板的开关电源部分。用万用表 DC500V 挡检测开关电源启动电阻 R2 两端电压时,LED 灯亮(用万用表 DC500V 挡测 R2 两端电压时,电源能工作但是因为万用表的内阻相当于一个启动电阻,使开关电源工作了),取下 R2 测量,已经开路,换后正常。

故障 34:开机后室外机不工作

故障现象:一台 KFR-2601GW/BP 机器,开制冷后,室内机正常运转,室外机不启动,同时电源灯和运行灯同时闪。

分析与检修:开机后室内机一切正常,室外机不工作,且过一会儿电源灯和运行灯同时闪,根据故障自诊断定义,电源灯和运行灯同时闪表示通讯故障。询问用户知此机以前工作正常,移机之后出现该故障。用万用表测试 2、4 端电压,出现异常,测试 1、4 端万用表有摆动,分析可能是 L、N 线接反,随后将 L、N 线调换后开机,室外机马上工作。由于变频空调器采用的是以强电为载波的串行通讯,L、N 线接反后不能形成通讯回路,因而出现通讯故障,使室内机不能工作。

故障 35:室内机风机运转,运行灯闪烁。

故障现象:一台 KFR-2601GW/BP 空调器开机后,室内机运转,运行灯闪烁,压缩机不启动。

分析与检修:利用自诊断功能发现高效、运行、电源三灯同时点亮。判断为室外机 E²PROM 故障,为了准确的判断是否 E²PROM 不良,可将压缩机过载保护器拔下,再插上,如果压缩机启动,说明 E²PROM 损坏,不启动,说明还有别的故障。把保护器拔下又插上压缩机启动,风扇转动,则换 E²PROM,试机后正常。

9.3 空调器使用维修注意事项

家用空调器是使用 220V 或 380V 电源的带电设备,同时,系统内又是有一定压力的制冷剂,因此在操作或修理时,必须懂得必要的安全知识,否则将会导致人员伤亡事故。

一、空调器使用的安全规则

1. 空调器应由专业人员进行安装。最好由生产厂家的售后服务部门或特约维修部门进行安装。用户不要自己安装。
2. 用户不要自行拆卸和维修空调器,空调器内没有用户可以自行维修的部件。用户若擅自打开或拆卸空调器外壳,可能会有触电的危险。关闭电源并不能防止潜在的触电危险。
3. 为防止发生严重的触电事故,请勿在机体上洒水或洒其他液体。

4. 不要将手或物体伸入室内机及室外机的排风口内,因为室内机和室外机中都有高速旋转的风机,一旦触及风机,将会导致重伤。

5. 使用分体式空调器时,应经常使室内空气换气,特别是室内使用煤气灶具时,否则,会造成室内缺氧。

6. 勿使用液体清洗剂或溶剂擦洗空调器。应该用干布擦。不要在擦的过程中洒水。

7. 为防止触电,请在清洗空调器或进行其他维护保养操作之前,先关掉电源。

8. 不要在清洗空调器时使用有腐蚀性的清洁厕所和瓷砖的清洁剂。此种清洁剂会立即损坏空调器零件。

9. 注意保持室温在舒适的状态。特别是当室内有残疾人、儿童或老年人时。

10. 在雷雨天时,应关掉电源,以防闪电使空调器损坏。对于无人看管或长期不使用的空调器,应当拔去电源插头。

11. 应按照空调器使用说明书中的规定去操作空调器,否则将会引起空调器失灵或室内出风滴水。

二、维修过程中的人身安全

1. 不得用潮湿的手接触带电的电线,或进行连接电线的操作。站在潮湿的地方或穿着潮湿的鞋时,不得触及带电设备。

2. 空调器内部零部件出现故障时,当需要用手去处理制冷系统零件时,必须戴上防护手套,以免制冷剂和油烧伤皮肤。

3. 在有物体可能从高空落下的地方,必须戴上有防护作用的安全帽。

4. 当处理化学剂、焊接、切割、摩擦等操作,或者处在上述施工场所修理空调器时,必须戴上防护眼镜和手套。

5. 在重物周围工作或起吊重物时,必须穿上安全鞋。

6. 做钣金工作时,必须戴手套和穿防护工作服。

7. 进行焊接操作时,必须穿上防护工作服。

8. 在电气设备上工作时,不要戴环形物或手表。

9. 在噪声高于 90dB 的地区工作时,必须戴听力保护器。

10. 在高空作业时,必须系上安全带。

三、制冷剂钢瓶的贮放安全

1. 向系统充注制冷剂时,如需对钢瓶加温,最好使用温度不超过 65℃ 的温水。不得用明火对钢瓶加热。

2. 开、关制冷剂钢瓶的阀门,必须用制造厂提供的专用扳手或其他工具。

3. 钢瓶最好直立存放,这样杂质就可留在瓶底,而不致进入排液管。

4. 不得在阳光直射的地方或周围温度超过安全阀规定值的地方存放制冷剂瓶。

5. 制冷剂钢瓶应按规定定期检查,不得使用超过检查期的钢瓶。

6. 不得擅自改变制冷剂瓶上的安全装置。

7. 不得自行修理制冷剂瓶。

8. 不得把过量的制冷剂充入制冷剂瓶。

9. 不得跌倒、敲击、碰撞制冷剂瓶。
10. 不得把不同种类的制冷剂充入同一个瓶内。
11. 系统充灌完制冷剂后,应立即将制冷剂钢瓶移离现场。制冷剂钢瓶应装安全阀。

四、制冷系统检漏和压力试验时的安全

1. 若需对制冷系统检漏或作压力试验时加压,不得使用氧气。因为氧气和油的混合气体,即使不遇到明火也容易引起爆炸。
2. 当需要使用氮气对系统加压时,氮气瓶上必须装有减压阀。不得直接将氮气瓶和制冷系统连接。
3. 当制冷系统加压时,不得超过规定的试验压力。
4. 当需要对系统施加高于制冷剂压力时,必须使用干燥氮气。

五、制冷剂使用的安全

1. 室内空调器中使用的 R22 虽属无毒、无刺激性的气体,但严重泄漏致使室内空气含其浓度超过 20% 时,将使人窒息。
2. 氟利昂遇到超过 54℃ 的高温火焰或灼热表面,会引起分解,生成有强烈刺激性并有剧毒的气体。因此,焊接时必须十分小心。

六、使用氧气焊接及气割设备的安全

1. 除焊接或切割外,不得把氧气作其他使用。
2. 不得使用氧气对制冷系统加压。
3. 不得在有油和润滑脂附近存放氧气瓶。
4. 不得在可燃物体附近存放氧气瓶。
5. 不得用带油的手或手套去接触氧气瓶。
6. 不得在充满制冷剂蒸气的环境下进行焊接和切割。
7. 不得焊接或切割带有制冷剂压力的管路或压力容器。
8. 不得在没有良好通风的环境下进行焊接和切割。
9. 进行焊接和切割时,必须带防护眼镜和手套,切割时需穿石棉防护鞋套。
10. 不能将氧气瓶和乙炔瓶紧靠存放。
11. 氧气瓶和乙炔瓶应竖直放置,并用链条捆住固定,以防止倾倒。
12. 不得使用损坏或磨损的软管。
13. 打开气瓶阀时,不要站在减压阀的正前面。
14. 在打开气瓶阀前,应释放减压阀螺丝,使减压阀出口压力为零。

七、电气安全

1. 电压达 110V 以上的交流电,可使人触电致死。人体触电电流在 8 ~ 15mA 时,人体感到电击的疼痛,但可自行从触电导体上解脱。电流 15 ~ 20mA 时,肌肉已丧失控制能力,不能自行摆脱导体。触电电流 20 ~ 50mA 时,受电流打击的疼痛加重,肌肉严重收缩,呼吸困难。50 ~ 100mA 的电流造成心脏假死。200mA 的电流造成心脏停止跳动。

2. 在维修或清洁空调器时,需先拔去电源插头。
3. 在雷雨天时,应关掉电源,以防雷击。
4. 在试机前,应检查电源电压、相数、频率,确保电源电压在额定电压的 $\pm 10\%$ 以内。
5. 如安装漏电开关、过流保护器、熔断器等保护器,应检查其安全容量与空调器所要求的相符。
6. 应检查空调器接地良好。
7. 家用空调器运转前的绝缘电阻应大于 $2M\Omega$ 。
8. 接点、端子部位应连接良好,螺钉不得松动。
9. 家用空调器的带电部位不得有外露部分。

练 习 题

1. 变频空调器在开机运行时,报通信故障,应怎样去检修?
2. 变频空调器在检修方面与定速空调器上有什么不同?
3. 空调器使用中的安全规则有哪些?

第 10 章 微电脑洗衣机

本章主要介绍微电脑全自动波轮洗衣机和微电脑全自动滚筒洗衣机的主要特点、技术参数和工作电路的分析,并对微电脑洗衣机中使用的程控器、电机、水位开关、进排水阀以及减速离合器等关键复杂零部件的结构、工作原理、常见故障及检修方法进行了较详细的介绍,同时简单介绍了洗衣机采用的新技术的有关知识。通过本章的学习,要求掌握微电脑洗衣机的特点、技术参数和零部件的结构、工作原理等知识,能对洗衣机工作电路进行全面的分析,并能正确使用常用仪器仪表检查电脑洗衣机及其零部件出现的故障,并排除故障。

10.1 微电脑洗衣机的主要零部件

10.1.1 机械电动程控器

机械电动程控器简称程控器,其程序组合量大,运行可靠,抗干扰能力强,可以直接控制较强电流,成本较低,寿命长,因此,广泛应用在全自动波轮、滚筒洗衣机上,特别是滚筒洗衣机中使用机械程控器的一直占多数。下面以“小鸭”滚筒洗衣机使用的 1216 程控器为例,介绍机械电动程序控制器的结构、工作原理和常见故障的检修方法。

一、程控器的结构原理

1216 程控器主要由定时电机、减速装置、快轴、慢轴、延时继电器以及凸轮群组等组成。

定时电机采用微型低速单相永磁同步电动机,电机整个磁路由定子内外罩和永磁转子组成。采用单相环型集中绕组,套上保护罩安装在转子外圆内外罩之中。如图 10-1-1 所示。

转子由环型磁钢与轴塑压成型,磁钢圆周均匀充磁 $2P=24$ 极,永磁磁场在 $0.005T$ 左右。转子插入内外罩轴承中。

定子内外罩用钢板冲压成型,并辐射出齿型极爪,如图 10-1-2 所示。当电动机线圈通以单相交流电源后,由于罩极存在,气隙中形成椭圆旋转磁场。由于电动机极数多,转速较低,而且转子惯性很小,能自行启动。

为防止偶然出现反转现象,在塑料轴承上设有定向装置,即定位轮,使转子只能按固定方向旋转。

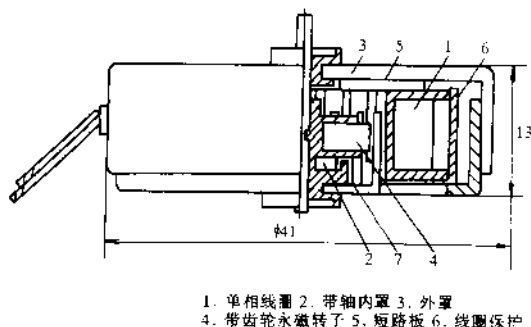
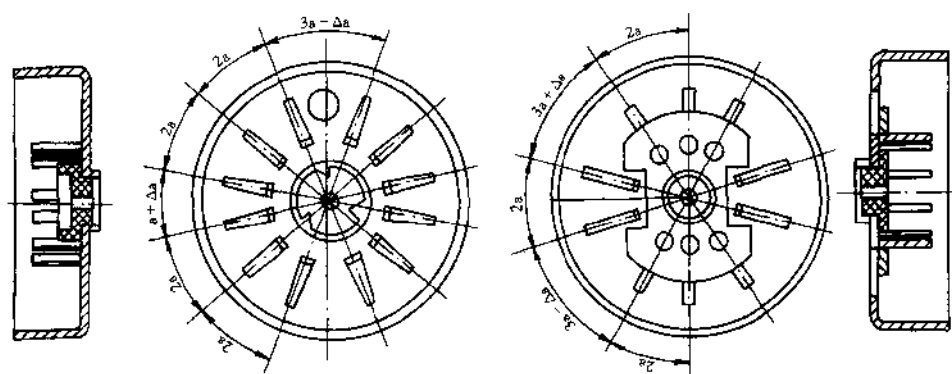


图 10-1-1 永磁同步电动机结构图



(a) 内罩爪型环 (b) 带短路环外罩爪型环

图 10-1-2 定子内外罩结构图

减速装置通过多极齿轮传动,把定时电机的转速变成慢速转动,然后传送给快慢轴。快轴在减速齿轮的驱动下,带动凸轮群组旋转,每一片凸轮控制一套电器触点通断,分别控制电动机正反转、标准洗、轻柔洗、间歇排水。快轴又通过一系列变速后,与另一套凸轮群组相连接,这一套凸轮组不是匀速转动,而是受中间一级棘轮控制,按设定的时间,一格一格跳动。该凸轮组称慢轴,当凸轮群组每跳动一格,各触点的状态将变化一次,程控器上所有电触点的变化组合控制洗衣机的工作过程。如图 10-1-3 为程控器凸轮触点示意图。

程控器的运行状态及各电触点的闭合与断开的的时间和次序可参见程控器时序图。图 10-1-4 所示为 1216 程控器时序图。

时序图共有 60 格,每一格都表示程控器慢轴的位置。第 60 格是程控器旋钮指针向上,指到“0”的位置。时序图上第一格是洗衣机开始工作位置。洗衣机的每一工作状态,进水、洗涤方式、排水、加热、脱水、停止等,触点的状态都可以在竖格内查到。在每一横格中,标有竖线的位置是表示触点闭合,没有则表示触点断开。

时序图下边的两个横格,表示程控器快轴的两对触点的工作状态。其中 1B、控制轻柔洗,1T 用来控制标准洗。轻柔洗涤时,内筒旋转 4s,停止 11s。标准洗涤时,内筒旋转 9s,停止 6s。通过查阅时序图,可以非常清楚地了解洗衣机在任何位置的工作状态。再参照洗衣机电路原理图,就可很方便地分析和查找洗衣机的故障部位。

延时继电器两端接在 16 和 19 上,当继电器得电动作时,推动棘爪机构控制程控器慢轴,使其停止转动,洗衣机便长期工作在同一状态中,直到延时继电器断电复位,洗衣机才进入下

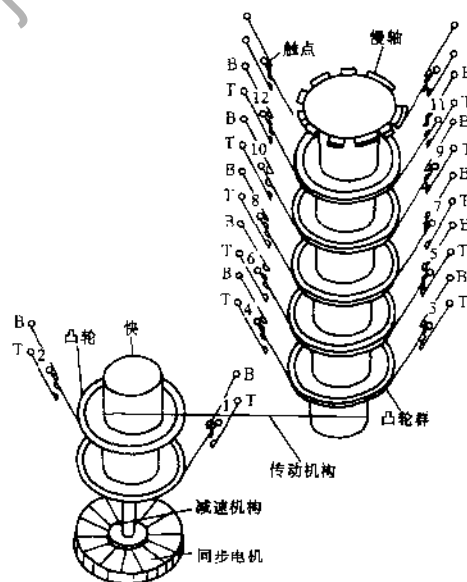


图 10-1-3 程控器凸轮触点示意图

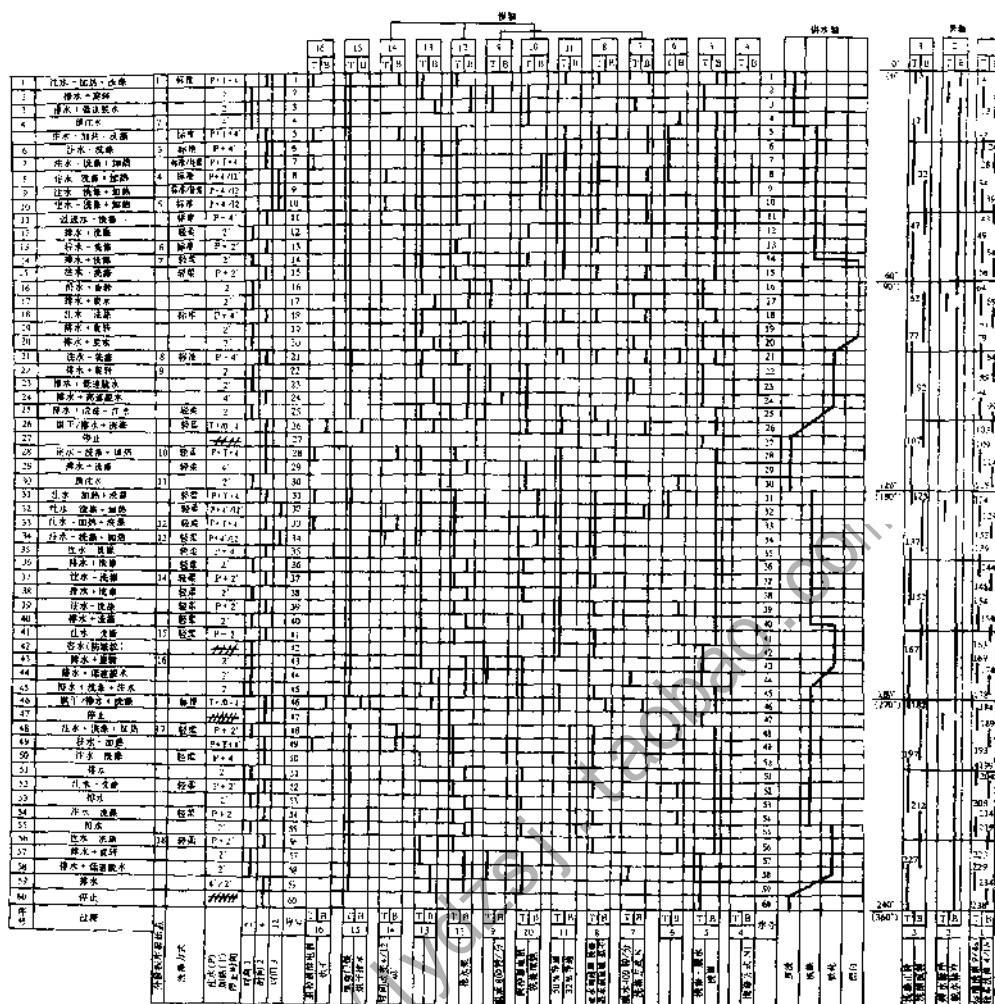


图 10-1-4 1216 程控器时序图

一工作程序。

二、1216 程控器的控制电路分析

下面参照全程序的电气原理,对程控器的控制过程进行分析,如图 10-1-5 所示,为 1216 程控器控制的洗衣机电路原理图。

1. 供电电路

洗衣机电源插头插入插座后,接线板 ML 通电。关好洗衣机前门,按下洗衣机电源开关 P1。电动门锁 BL 的 L 和 N 两端得电,门锁内的 PTC 陶瓷片得电发热,加热双金属片变形后将塑料挡块顶住,从而锁住门把手,使前门在通电的情况下不能打开,必须在断电大约两分钟后方可打开。同时,电动门锁内的开关导通,指示灯 LS 亮,主电路接通。电路见图 10-1-6。这时,程控器触点 18、15、6B、10T、快速洗涤开关的端点 4、节能开关的端点 4 和 3 得电,洗衣机等待进水程序开始。

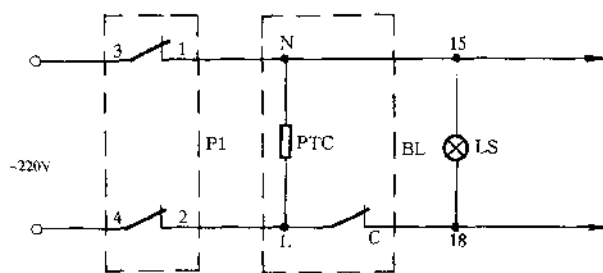


图 10-1-6 供电电路图

2. 进水电路

(1) 高、低水位进水电路。当选择好洗涤程序后,洗衣机开始高、低水位进水,该进水方式有节能开关和水位开关控制。

当按下节能开关时,选择低水位进水。如图 10-1-7 所示,程控器的触点 8-8T 接通,低水位工作电流由电源经节能开关 4-2 触点、水位开关 11-12 触点、程控器 8-8T、进水阀 EV、排水泵 PS 到程控器节点 18,形成低水位进水回路。在进水达到筒内一定高度时,水位开关动作,其常闭触点 11-12 断开,常开触点 11-13 接通,进水阀停止进水。洗衣机进入洗涤状态。

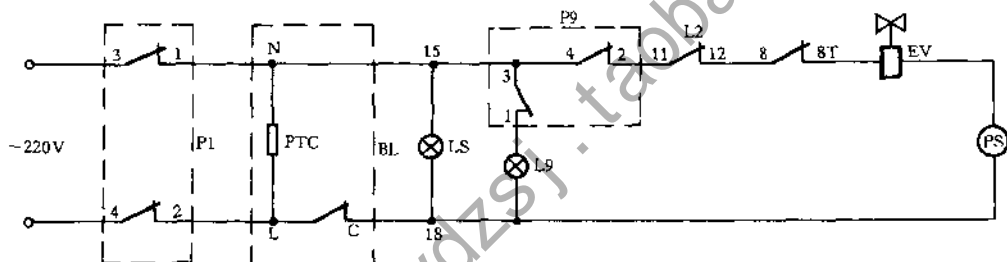


图 10-1-7 低水位进水电路图

不按节能开关时,洗衣机高水位进水。如图 10-1-8 所示,电流经程控器 15 端,到节能开关的 4-6 触点,再经水位开关的 21-22 触点到程控器的 8-8T 触点,通过进水阀 EV、排水泵 PS 形成回路。在进水达到筒内一定高度时,水位开关动作,高水位常闭触点 21-22 断开,常开触点 21-23 接通,进水阀停止进水,洗衣机进入洗涤状态。

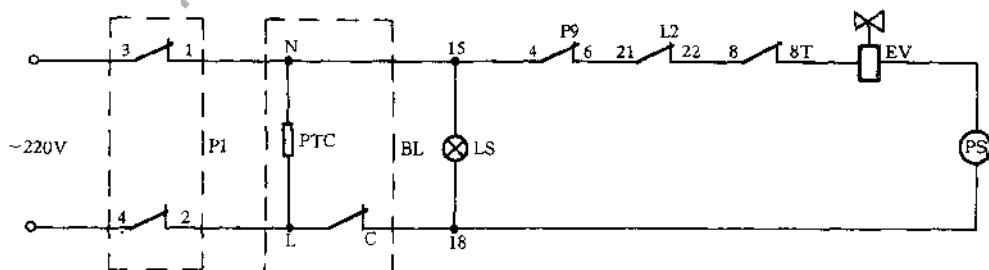


图 10-1-8 高水位进水电路图

(2) 强进水(又称过进水)电路。在漂洗程序时,为了使洗衣机漂洗效果更好,编排了强制

进水程序。此时,在洗衣机额定水位的基础之上,由程控器直接控制电磁进水阀进水,其方式为间歇进水,不受水位开关的控制。洗衣机边进水、边洗涤,进水时间一般为2min。

强进水电路工作时,其工作电路见图10-1-9,程序控制器触点6B-6接通。电流由电源经程控器触点6-6B、进水阀EV、排水泵PS到节点18形成供水回路。

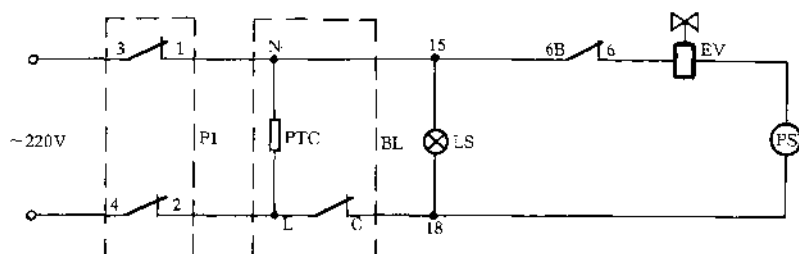


图 10-1-9 强进水电路图

由以上各供水电路可以看出,每种供水回路都要经排水泵PS形成串联回路。但是,在进水电磁阀EV工作的过程中,排水泵PS是不工作的。这是由于当进水电磁阀得电工作时,排水泵的直流电阻很小(大约200Ω),排水泵上的电压降很小,排水泵不能够启动,同时也不会影响进水电磁阀的工作。那又为什么要将排水泵与电磁阀串联在同一个电路中呢?因为这样构成了进水和排水互锁电路,避免了洗衣机出现因排水泵损坏而进水阀工作持续进水造成的可能事故。

3. 加热电路

加热电路的外围控制元件为调温器、温度继电器(简称温控器),被控制元件为加热器,整个控制电路如图10-1-10所示。

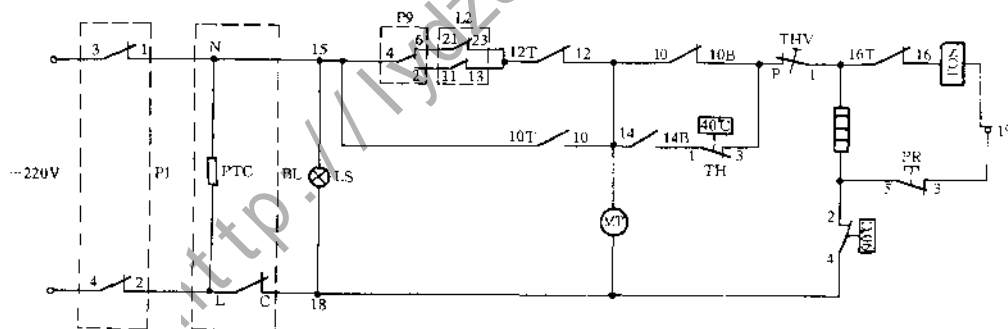


图 10-1-10 加热电路图

当需要加热时,先调节调温器到需要的温度指示,这时调温器的触点1-P接通,在程控器触点12-12T、14-14B接通的情况下,加热器得电加热;如不需要加热,只需把调温器旋钮旋至零位,其触点P-1断开,停止加热。

在加热过程中,因为程控器触点13-13T一直接通,因此,电子调速模块一直得电,而且程控器电机一直得电,带动程控器快轴转动,控制电动机进行正反转洗涤。此时,洗衣机边加热,边洗涤。

当程控器触点14-14B接通时,电流由程控器14-14B经温控器TH40℃的触点、调温器

触点 1-P、加热器、温控器 TH90℃的触点,回到节点 18 形成加热电路。当程控器的触点 10-10B 接通时,温度由调温器控制,电流经触点 10-10B,调温器触点 1-P、加热器和温控器 TH90℃触点,回到节点 18 形成加热回路。

在加热电路中,为防止无水加热或调温器失灵而使水温过高,设置了两个保护装置,一是加热电路必须经过水位开关的常开触点才能得电工作,二是在回路中串联有温控器触点 TH90℃,将洗涤液的温度限定在最高不能超过 90℃。当洗涤液达到 90℃时温控器常闭触点 TH90℃断开,切断加热回路。

在加热器的两端并联有程控器继电器 TOS,当洗衣机进入加热程序时,程控器触点 16-16T 接通,程控器的继电器 TOS 和加热器通过调温器触点 P-1 同时得电,继电器吸合,程控器中的棘爪机构使程控器慢轴停止转动。由于程控器快轴不受棘爪机构的控制,所以洗衣机将在程控器快轴的控制下对衣物进行洗涤,直到洗涤液温度被加热到设定温度时,调温器的触点 1-P 断开,同时切断加热回路和程控器继电器供电回路,继电器断电释放,程控器的棘爪机构对其慢轴失去控制作用,其慢轴将在同步电机的带动下继续转动,执行下一程序。

4. 洗涤脱水电路

洗涤脱水电路中包含有电子调速模块供电电路、转速设定电路、电机的正反转电路和转动时间控制电路,如图 10-1-11 所示。

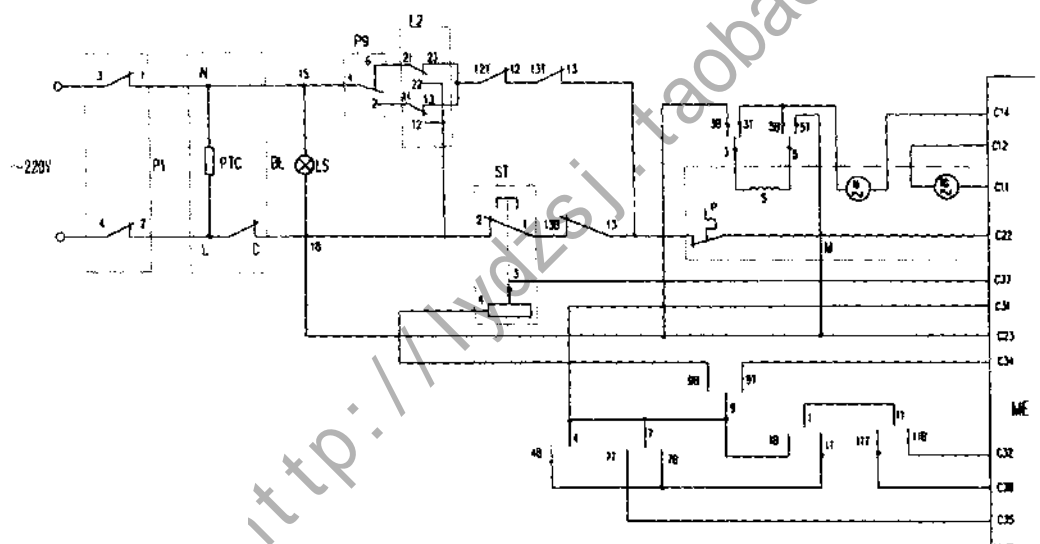


图 10-1-11 洗涤脱水电路图

(1) 电子调速模块供电电路。在电子调速模块中,C22 端为交流输入端,C23 为交流输出端。在洗涤电路中,当程序控制器触点 12-12T、13-13T、3-3T、5-5T 同时接通时,整个电动机调速系统得电。电流经电源开关、节能开关、程控器触点 12-12T、13-13T、电动机热保护器 P 接通电子调速模块的 C22 端。经过电压调整后,再由电子调速模块的 C14 端输出,进入电动机转子线圈 M,通过程控器触点 3-3T、电动机定子绕组 S,程控器触点 5-5T 回到节点 18,电动机绕组得电。

(2) 转速设定电路。洗衣机的转速设定值由电子调速模块的 C22~C38 给定。电子调速

模块的 C31 端作为电压输出公共端,通过程控器的各有关触点的接通、断开来选定电子调速模块上的 C32~C38 中的一端,将其作为代表给定速度的电压值,在电子调速模块内部同由测速电机所测定的电压信号相比较,来控制触发脉冲的输出,由其来触发双向晶闸管,实现调压的目的。从而使电子调速模块的 C14 端输出电压恒定。串激电机的转速保持选定值。

洗涤转速分为标准洗涤和轻柔洗涤。标准洗涤转速由电子调速模块的 C38 端给出,电路为:电子调速模块的 C31 端经过程控器触点 1-1B、11-11T 或 7-7B、1-1T、11、11T 接通 C38,将洗衣机转速设定为标准洗涤转速。轻柔洗涤转速由电子调速模块的 C32 端给出,电路为:电子调速模块的 C31 端经过程控器触点 1-1B、11-11B 与电子调速模块的 C32 端接通,从而选定轻柔洗涤转速。

(3) 电机正反转电路。程控器快轴上的触点 3-3T 和慢轴上的触点 5-5T 通过程控器的内部机械机构实现联动,即当 3-3T 接通时,5-5T 也同时接通。在电机正转时,电子调速模块 C14 端输出的电流经转子绕组 M、程控器触点 3-3T、定子绕组 S、程控器触点 5-5T 到节点 18 形成回路,电动机实现正转;当电动机反转时,电子调速模块 C14 端输出的电流经转子绕组 M、程控器的触点 5-5B、定子绕组 S、程控器触点 3-3B 到节点 18 形成回路,电动机实现反转。

(4) 洗涤转动时间的控制。由 1216 程控器的时序图可以看出,洗涤时间分为标准洗涤时间和轻柔洗涤时间。程控器的触点 1-1T、1-1B 是由其快轴控制的,它们交替接通和断开。其中触点 1-1T 的接通时间为 5s,触点 1-1B 接通时间为 4s,这两组触点都不接通的时间为 6s。在标准洗涤时,程控器触点 7-7B、11-11T 接通。当程控器触点 1-1T 接通时,电子调速模块的 C31 端经程控器触点 7-7B、1-1T、11-11T 与 C38 端接通,该电路接通时间为 5s;当 1-1B 接通时,电子调速模块的 C31 端经程控器 1-1B、11-11T 与调速板的 C38 接通,该电路接通时间为 4s;当 1-1B、1-1T 都不通时,标准转速设定电路不通,电动机不转。所以标准洗涤时,电动机转 9s,停 6s。在轻柔洗涤时,程控器触点 7B-7 不通,所以转速选择电路只能通过程控器触点 1-1B 来接通,其余时间断开。所以在轻柔洗涤时,电动机转 4s,停 11s。

5. 排水电路

洗衣机洗涤结束后,进入排水旋转程序。洗衣机排水时,如图 10-1-12 所示,程控器触点 2-2B、12-12B、10-10T、13-13T 接通。此时电流由电源经程控器触点 10-10T、12-12B、2-2B、排水泵到节点 18 形成排水回路。另外,电子调整模块 C34 端接通,选定摆匀转速,使洗衣机内筒以摆匀转速单方向旋转,把衣物均匀地附在洗衣机筒的四周,减小偏心。

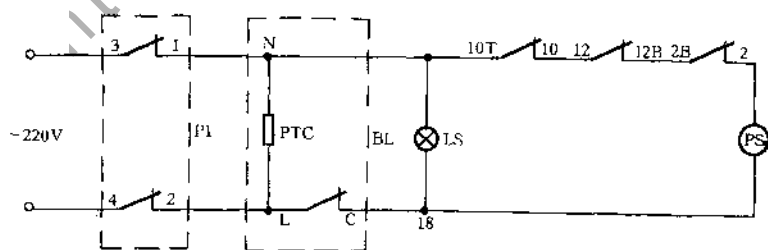


图 10-1-12 排水电路图

6. 脱水电路(见图 10-1-11)

(1) 低速脱水电路。洗衣机排水结束后,水位开关触点复位,洗衣机进入低速脱水程序。

此时,程控器触点 7-7B、13-13B 动作,接通低速脱水电路,电流经节能开关触点 4-6 或 4-2、水位开关常闭触点,到调速器的接线片 2,若调速器打开,即其触点 1-2 闭合,则电流经过调速器触点 1-2,电动机 M 的过热保护器 P,到电子调速模块的 C22 端,经电子调速模块对其调整后,由 C14 端输出电压经电动机的定子绕组 M,程控器触点 3T-3,转子绕组 S,程控器触点 5-5T 接通节点 18 形成回路,给电动机供电,电动机单方向旋转脱水。电动机低速脱水转速为 400r/min,由电子调速模块的 C31 端经程控器的触点 7-7T 与电子调速模块的 C35 端相连。

若调速器未打开,则其触点 1-2 不接通,洗衣机不脱水。

(2) 高速脱水电路。洗衣机低速脱水 2 分钟后,自动进入高速脱水程序。该电路中设置有高速器可实现脱水转速的无级调速。洗衣机可按用户设定的转速对衣物脱水,最高转速可达 1100r/min。

在高速脱水程序时,洗衣机程控器触点 13-13B、5-5T、9-9B 接通,其电动机及电子调速模块的供电电路与低速脱水电路相同。其速度设定电路是由电子调速模块的 C31 端经程控器触点 9-9B、调速器的可调电阻 3-4、电子调速模块的 C37 端相连。旋转调速器旋钮,改变可调电阻的阻值,即可使洗衣机的脱水转速在 400~1100r/min 之间连续变化,实现无级调速。

7. 烘干电路

洗衣机高速脱水程序结束后,如果选择了烘干功能,则烘干定时器的触点 a-a1 接通。

(1) 烘干进水、鼓风电路。如图 10-1-13 所示。在定时器的 a 端与节点 18 之间串联有烘干进水阀和鼓风机,在触点 a-a1 接通后,它们同时得电工作,而且在整个烘干过程中,进水阀保持打开,鼓风机不间断地工作直至烘干过程结束。

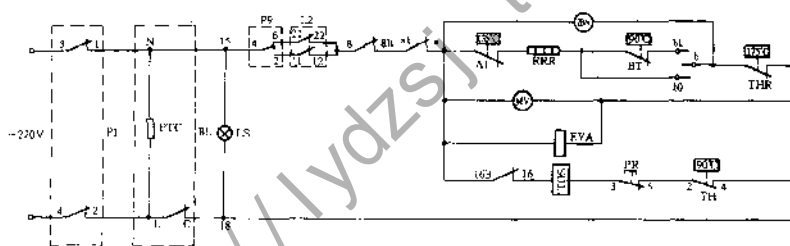


图 10-1-13 烘干电路图

(2) 烘干加热电路。若烘干定时器设定的是 0~135min 之间的时间,则烘干定时器的触点 b-b0 接通,烘干加热器经烘干温控器的触点 AT 得电加热。当加热至 135℃时,烘干温控器触点 AT 断开,切断加热电路,使烘干加热器停止加热;当温度降至一定温度时,烘干温控器触点 AT 自动复位,接通加热电路,使烘干加热器继续加热。从而保证烘干温度恒定在 135℃左右,这就是高温烘干电路。

若烘干定时器设定 0~120min 之间的时间,则烘干定时器的触点 b-b1 接通,烘干加热器经烘干温控器的触点 AT 和 BT 后得电加热。由于其加热回路中串有烘干温控器 BT,所以其烘干温度恒定在 90℃左右,这就是低温烘干电路。

在烘干加热器的供电回路中串联有烘干单温控制器,当烘干温控器的 AT 或 BT 失效时,这时烘干加热器继续加热,至烘干加热器内温度达到 175℃时,烘干单温温控器 THR 断开,起到安全保护作用,触点 THR 动作后,不能自动复位,需手动复位才能工作。

(3) 延时继电器工作电路。洗衣机进入工作程序时,程控器触点 16-16B 接通,电流经定时器触点 a-a1,程控器触点 16-16B,接通延时继电器 TOS,使其吸合,程控器慢轴停止运转。

(4) 烘干定时电路。烘干定时器 ZBN 的电机得电工作后,通过减速齿轮组带动转轴使其慢慢复位到停止位置,使触点 a-a1 断开,延时继电器断电释放,程控器慢轴继续转动,推动程控器走到停止位置,洗衣机停止工作,结束烘干程序。

(5) 选用快速洗涤时的烘干电路。当按下快速洗涤键 PR,选择快速洗涤功能时,延时继电器的供电电路因 PR 触点 3-5 断开而断路。延时继电器停止工作,所以程控器慢轴不会因选择烘干时间而停转,它会按设定的程序运转至停止位置,查时序图得知只有 2 分钟烘干时间。

三、程控器常见故障检修

1. 机械定时器的常见故障检修

机械定时器的控制系统都是由凸轮控制簧片触点的通断来完成的,所以触点通断不正常是定时器的常见故障。通常引起触点通断不正常的原因有以下几种:触片的弹性减弱造成不接触或触点接触压力不足,一般可用尖嘴钳夹住静触片使之向动触片方向弯曲一点来排除;触点打火,拉弧烧焦、起毛不平造成触点接触不良,使电路不通或时通时断,应磨光触点;触片上的塑料支架受热变形而起不到支持作用造成触点通断不正常,可在支架另一面粘贴一块同形状的塑料支架,或重新做一块同形状的支架代替损坏的支架;触片窜动,触点扭曲变形,不能在正常轨道上滑动。上述故障在拆开保护罩后,扭转定时器轴通过观察即能找到。

定时器偷停、单向转或不转动,转后不能返回,则使发条断裂或脱钩。发条断裂需更换发条,发条脱钩需拆开定时器重新装配。若拨动定时器旋钮后,旋钮很快返回,则是头轮与摩擦片之间的摩擦力小于发条扭矩,上下夹板固定螺钉松动,摆轮变形,擒纵轮偏心等零部件制造质量和装配质量不好造成。需拆开定时器,拆下头轮,将盖碗与摩擦片重新装配铆合或更换定时器。

2. 机械电动程控器的常见故障检修

(1) 永磁同步电机故障

此故障表现为选择程序后,程序指针没有步进指示,同时也听不到程控器的运行声,此故障原因是同步电机定子绕组烧毁或短路或转子永磁体受振而碎裂,可用万用表欧姆挡测量同步电机定子线圈两端的直流电阻,外壳直径为 41mm 的同步电机,定子绕组正常阻值为 20k Ω 左右,外壳直径为 38mm 的同步电机正常阻值为 24k Ω 左右,若测得阻值远离正常值,则定子绕组线圈不良。

若测得定子线圈电阻正常,可用手顺时针捏转同步电机的转轴,若不能转动或转动不顺利,可能是永磁转子碎裂,可将碎块正确复位。对带有防逆转装置的同步电机,装配时,应首先把转子和防逆转棘爪放入轴承凹槽内,用手转动试一试看有否防逆功能。若正反向都能转动,说明防逆棘爪装反了,应把棘爪翻转一面再装上。

对同步电机故障,还可用万用表电压挡测量,选择程序将洗衣机接通电源,测量程控器电机两端电压,若有 220V 电压,程控器不步进,则同步电机损坏需更换。

(2) 程控器停在某一位置不走

洗衣机不工作或长时间重复同一工作但程控器不运行(当洗衣机处于加热或过进水及浸

泡状态,因加热温度不够,过进水和浸泡时间不到,程控器停止运行是正常现象)故障原因为程控器触点接触不好或凸轮群组中的某一凸轮被杂物或毛刺卡住,或齿轮磨损,或程控器电机固定不牢松动卡滞,或电机轴上的小齿轮与轴承座配合尺寸不符,在运行中转子有窜动时,被卡滞。出现上述情况可将程控器旋钮顺时针拧几圈,如果故障仍在,可打开程控器上盖,取下程控器上的绝缘片,看快轴是否在转,若不转,可用万用表电压挡测量程控器后面同步电机的两端,若电压正常,说明同步电动机损坏,应更换同步电动机。更换时,勿将电动机内的小齿轮和小塑料件装错位置。若快轴运转,慢轴不转则为程控器卡滞,应更换程控器。

(3) 程控器触点通断不正确

故障原因为程控器触片变形、触点工作时打火严重,或程控器上插线松动、不正确。对前者应更换程控器,或用砂纸磨光触点,调整簧片,保证触点的间隙和接触压力。对后者应切断电源核对程控器各插线连接是否准确无误,用万用表电阻挡测量有关导线是否导通,将假接或脱落的导线对照插线表重新插好即可。

10.1.2 电脑程控板

一、电脑程控板的组成

电脑程控板简称电脑板,它的型号和种类虽然很多,但其基本原理和组成大同小异。都由单片机芯片、陶瓷振荡电路、蜂鸣电路、驱动电路、双向晶闸管执行电路、发光显示电路、电源电路以及按键扫描电路等组成,全部元件装配在一块印制板上,通过接插件与外围电路相连接,整个控制器用树脂类化工材料进行封装,以达到防潮要求。

图 10-1-14 所示为松下 W024C-5VV00 电脑板采用的 MN15828 型四位单片机引脚排列图。箭头朝外表示输出引脚,箭头向里表示输入引脚,外部字符代表功能标记。

二、电脑程控板电路分析

由 MN15828 型四位单片机构成的电脑板洗衣机电路如图 10-1-15 所示。下面我们从电源、时钟与复位、显示与按键扫描、交流功率控制和蜂鸣电路五个部分来介绍电脑板工作原理。

1. 电源电路

电脑板的电源电路是一个并联晶体管稳压电源,如图 10-1-16 所示。交流 220V 电压从 XS5、XS6 插座输入,经变压器 T1,桥式整流器 DB1 和电解电容器 C2 等进行变压、整流、滤波后输出直流 12V 电压 V_u ,提供给蜂鸣器。再经由稳压管 VZ1、电阻 R1 和三极管 VT1 组成的稳压电路输出稳定的直流电压 $V_L = 5V$,提供给芯片电源 V_{DD} 和其他电路中所需的电源电压,电容器 C4 的作用是使单片机不会因瞬时掉电而中断程序。压敏电阻 RV1 的作用是抑制瞬时高压,确保程控器的安全。由电路

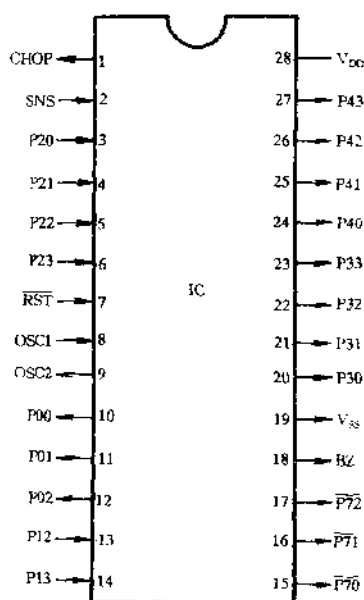


图 10-1-14 MN15828 单片机引脚排列图

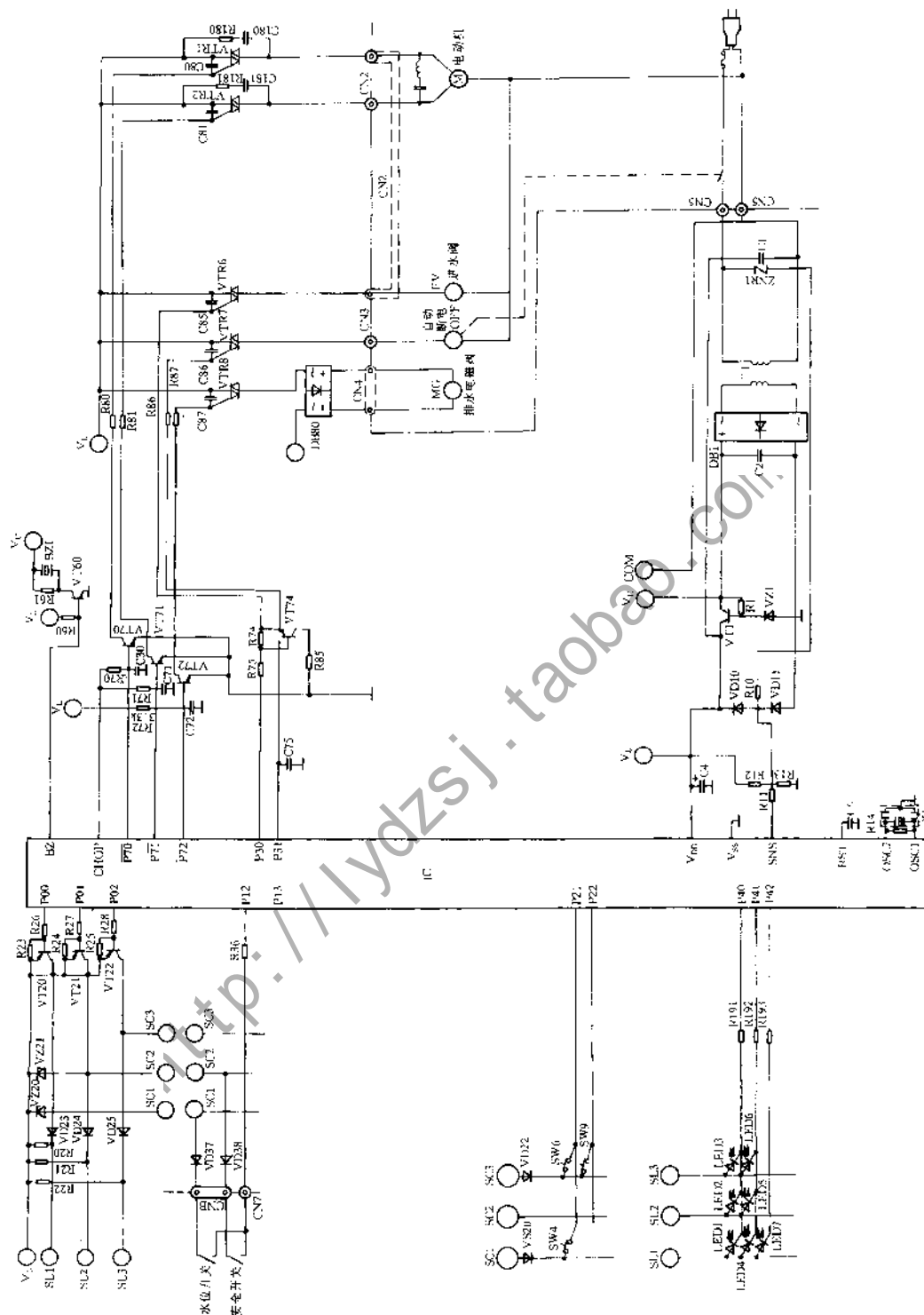


图 10-1-15 MINI5828 型单片机洗衣机控制线路图

图可以看出,交流电源电压悬浮于直流低压 V_L 上,这主要为交流功率电路提供回路。 V_{SS} 是芯片的接地端。提供给 SNS 端的是与交流 220V 电压同步的方波信号。

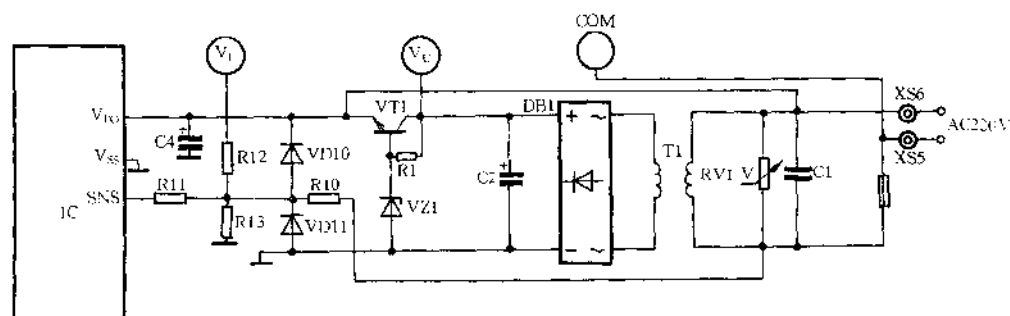


图 10-1-16 电脑程控板电源电路图

2. 时钟与复位电路

如图 10-1-17 所示。单片机的一切程序都是在时序脉冲控制下,严格按单片机的机器周期、指令周期一步一步完成的。4MHz 振荡器 X1、电阻 R14 和单片机 OSC1、OSC2 脚产生 4MHz 时钟信号。接通电源时,单片机从 RST 脚输出一个信号,将内部寄存器清零,将各标置位和各 I/O 状态置为初始状态,并开始执行程序指令。

3. 显示与按键扫描电路

显示与按键扫描电路如图 10-1-18 所示。程控器采用动态显示扫描、LED 连接方式如图中所示,芯片 P00、P01、P02 脚为位扫描输出,P40、P41、P42 脚为显示代码输出。例如要使 LED3、LED5、LED7 灯亮,首先 P00、P01、P02 脚输出位码“011”,使 VT20 导通,同时 P40、P41、P42 输出段码“110”,LED7 发亮,并延时 3ms;接着相继输出位码“101”、段码“101”,VT21 导通,LED5 发亮,延时 3ms;再接着输出位码“110”、段码“011”,VT22 导通,LED3 发亮,延时 3ms,如此循环下去,其扫描频率为 100Hz。虽然每只 LED 的点亮时间只有 3ms,但因余辉和人眼惰性作用,只要扫描频率大于 50Hz,就不会有闪烁感。

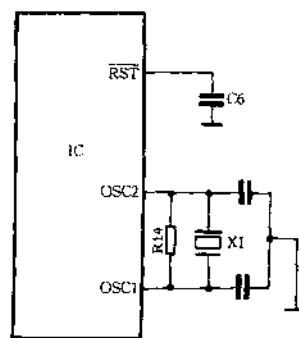


图 10-1-17 电脑程控板时钟与复位电路图

扫描键值是从 P12、P21、P22 脚读入的,S4、S6、S9 分别是电脑板上的程序选择、过程选择、暂停/启动按键。当无按键按下时,读入的应是低电平“0”,若其中有一个键按下,由于显示位扫描使 VT20、VT21、VT22 有 3ms 的轮流导通时间,这就为被按键的输入线提供了高电平“1”信号,单片机读入“1”后,认为有键入,进行键译码并转入相应的服务程序。安全开关和水位开关置于电脑板之外,但他们都接在键扫描回路中,相当于按键,当水位达到水位开关设定值时,触点接通,相当于键按下。

4. 交流功率控制电路

交流功率控制电路如图 10-1-19 所示。电脑程控器通过双向晶闸管控制外围进水阀、电动机、排水电磁铁和电源开关的工作状态,使洗衣机按要求正常运转。

当洗衣机接通电源时,各双向晶闸管 VTR 两端的主电极之间便加上交流 220V 电压,但是在控制级上不加触发电压和触发电流,主电极之间便变为导通状态,电路即成通路,从而驱动

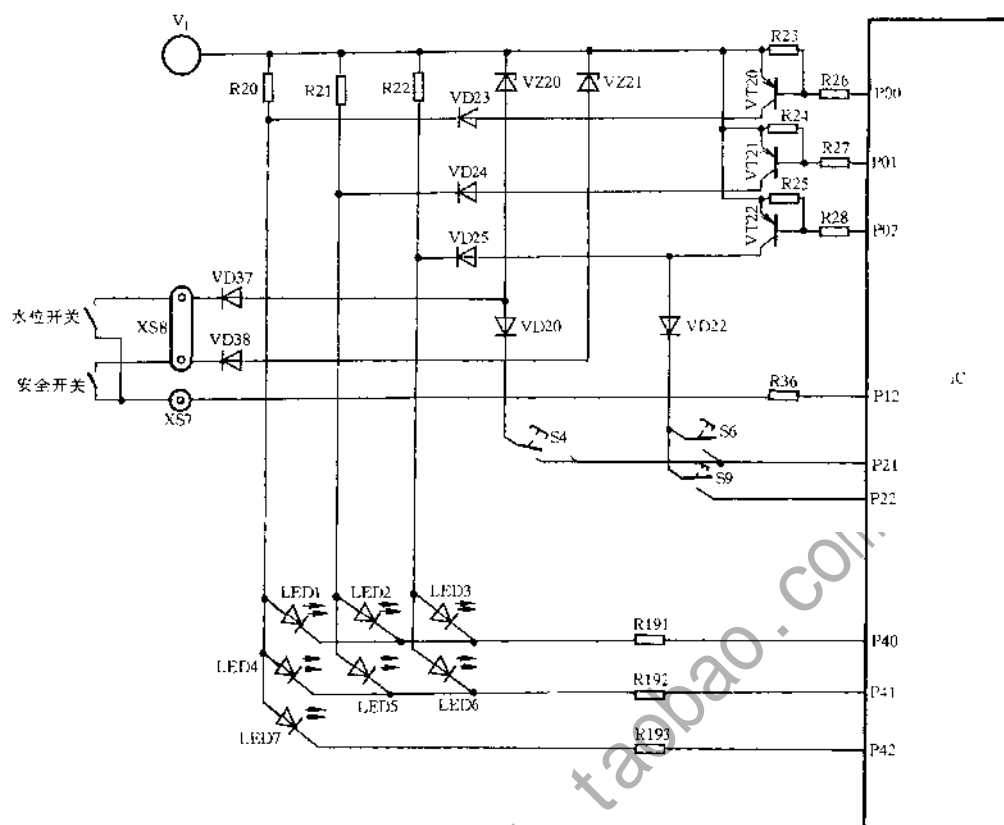


图 10-1-18 电脑程控板显示与按键扫描电路图

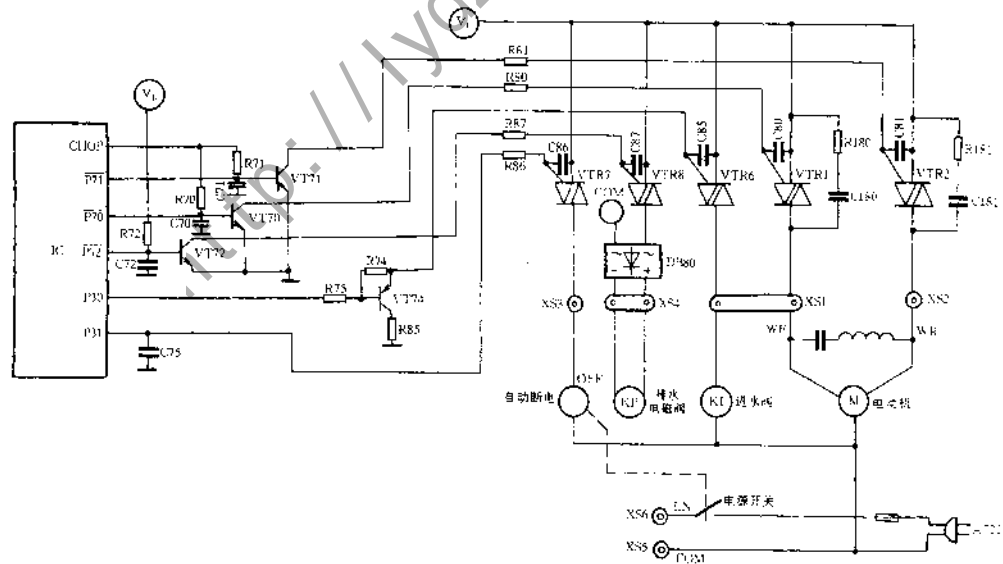


图 10-1-19 交流功率控制电路图

进水阀、电动机、排水电磁铁和电源开关线圈等执行部件,以完成洗衣机的进水、洗涤、漂洗、脱水、排水和电源开关自动断电等动作。因此,双向晶闸管 VTR 在洗衣机电路中担负交流电开关的作用。这个开关是人通过按钮将操作指令键入单片机 IC,IC 又按设定程序通过交流功率控制电路加以控制的。

(1) 进水控制。当 P30 输出低电平时,VT74 导通,触发晶闸管 VTR6 使其导通。在电源部分已经介绍过,220V 交流电压悬浮于 V_L 上,交流电压经 VTR6 加在进水阀 KI 的电磁线圈上,阀门打开,水流入桶内。

(2) 电动机正反转控制。当 P70 输出高电平时,VT70 导通,触发晶闸管 VTR1 使其导通,同时 P71 输出低电平,VT71 截止,VTR2 截止,交流电压经 VTR1 加在交流电动机 WF 上,使电机产生正转。同理, $\overline{P70}$ 输出低电平, $\overline{P71}$ 输出高电平,VT70 截止,VT71 导通,VTR1 截止,VTR2 导通,交流电压加在电动机 WR 上,使电动机产生反转。

(3) 排水电磁铁控制。 $\overline{P72}$ 输出高电平时,VT72 导通,使 VTR8 导通,交流电压经桥堆 DB80 整流后成为直流电压使排水电磁铁 KP 打开,开始排水。

(4) 自动断电控制。洗衣机全过程程序完毕后,P31 输出一个低电平脉冲信号,使晶闸管 VTR7 导通,触发自动断电开关 OFF 关闭电源。

整个程序过程是由单片机控制的,单片机根据内部固定的程序控制外围电路,直到程序执行完毕为止。这里需要提出的是,电动机正反转和排水控制信号($\overline{P70}$ 、 $\overline{P71}$ 、 $\overline{P72}$)都是倍频于交流并与之同步的方波信号而不是电平信号,这是为了降低功耗和减轻电机反电动势电压对晶闸管的影响。

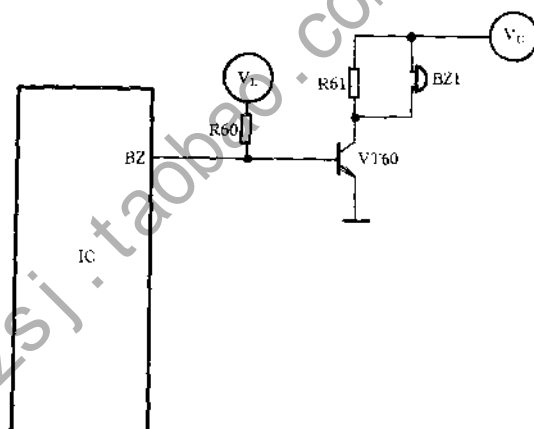


图 10-1-20 蜂鸣器电路图

(5) 蜂鸣器电路

蜂鸣器电路如图 10-1-20 所示。蜂鸣器采用它激式压电陶瓷片,当需要鸣响时,单片机的 BZ 脚输出 2.5kHz 左右脉冲方波,控制晶体管 TV60,驱动蜂鸣器 BZ1 发出声响。

三、电路板的常见故障检修

1. 常见故障分析

(1) LED 灯全部不亮,按压按键无反应,程序无法正常运行,电脑板没有电。

此故障有以下原因:

① 压敏电阻和保险丝烧坏。压敏电阻 ZNR1 是过压保护器件,当电源电压过高时,电阻值减少,产生大电流,自身烧坏,保险丝烧断,从而保护其他电路不受损害。

② 变压器开路。变压器初级或次级开路时,无法提供给芯片及外围的所有电源。可通过测量变压器的初级、次级线圈电阻来测定,一般多为初级开路。

③ 振荡器不起振。当振荡器无法正常起振时,OSC1 和 OSC2 脚没有 4MHz 振荡信号,这时尽管有 5V 电压 V_{DD} 提供给单片机,但单片机也无法正常执行程序,表现为没电现象。

④ 基板断裂。由于外力引起印制板断裂,导致各线路不通,由于印制板上的印制电路很细,不易用肉眼观察到,表现没电现象。断裂部位不同也会引起不同故障现象,甚至会出现程序混乱情况。

(2) 常排水或不排水。

此故障一般是由于排水电磁铁故障引起电流过大,导致晶闸管 VTR8 和 DB80 击穿,有时产生排水保险电路烧毁。

(3) 常进水和不进水的。

由于进水阀短路等故障引起大电流,导致晶闸管 VTR6 击穿。严重时,引起触发电路 VT74、R74、R75 和 R85 烧毁,甚至影响到芯片内部电路。

(4) 电机单向运转不停。

由于电动机故障或其他原因引起双向晶闸管 VTR1 击穿时,晶闸管 VTR1 处于常通状态,电机产生正转不停现象,而当 VTR2 击穿时,产生反转不停现象,一般以正传不停故障居多。

注意:当故障(2)、(3)、(4)出现时,一定要先检查负载器件(即进水阀、排水阀和电动机)是否出现故障,当有故障时,必须先排除负载器件故障后,再修复或更换电脑程控器,方可通电试机,否则可能导致新更换的电脑程控器又被损坏。

(5) 蜂鸣器不响或长鸣不停。

洗衣机运转正常,而按按键时蜂鸣器不响,出现了异常情况运转停止但蜂鸣器也不报警,故障在蜂鸣器上。应检查蜂鸣电路上的三极管、压电蜂鸣器等元器件及直流电源电路输送给蜂鸣器工作电压的电路。若通电后,蜂鸣器长鸣不停,则可能是电路上的 VT60 开关三极管 c-e 间击穿。

(6) 运转中突然跳回标准洗涤程序。

此故障多为复位电路故障所致。有的洗衣机设有使单片机复位的过电压、过电流保护电路,当保护电路有故障时,也会使单片机复位。当单片机复位时,洗衣机运转停止,并显示标准洗涤程序。

(7) 洗衣机运转过程中经常突然停电。

洗衣机在运转过程中经常突然停转,指示灯熄灭,而后经过一段时间后又继续运转,指示灯亮起,这种故障发生在直流稳压电路采用三端集成稳压器的洗衣机上。直流电源电路的变压、整流和稳压电路上的某个元器件,因温度变化而引起特性变化,只要更换不良元件即可排除故障。

2. 电脑板的检测方法

对电脑程控器故障的检测,可以通过对电脑程控器输入与输出电压的检测来判断。不同品牌和型号的电脑板程控器电路结构不同,但基本原理相同,可将电脑板从操作面板上拧下固定螺丝,翻转,根据电器接线图表示的导线颜色和控制元件了解程控器各导线插座的控制作用,来进行各部分控制器件的判断,再进行相应的工作过程来检测输出电压。

把除电源回路以外的导线插头从插座上拔下,再接通电源插头,按下电源开关,用万用表的两支表笔测定各导线插座之间的电压,把万用表拨至 AC250V 挡,用两表笔测量电源输入插座两端的电压,正常情况下为 AC220V;按启动开关,此时可测量对进水阀的输出电压,用两表笔测量进水阀两插座之间的电压,应为 AC220V;同时可测量对水位开关的输出电压,将万用表拨至 DC25V 挡,用两表笔检测其相应插座之间的电压应为 DC2V。把万用表拨至 AC250V 挡,用两表笔分别测量控制电动机正反转的输出电压,应为 AC220V,此电压随电动机的运转方向

转换而忽有忽无;将万用表拨至 DC250V 挡,用两表笔检测相应插座之间的电压,直流电磁铁的输入电压,应为 DC200V 左右。此时可同时测量对安全开关的输出电压,将万用表拨至 DC25V 挡,用两表笔检测相应插座的输出电压,应为 DC2V。与电源电路相连的各电器元件其输出电压与电脑程控器的输入电压应大致相同,差值不超过 1V。

滚筒洗衣机使用的电脑程控器与波轮洗衣机的电脑程控器相比,其结构原理相同,不同之处在于为满足大功率元件工作的需要,选用了较大功率的晶闸管元件,且因为滚筒洗衣机具有加热功能,电脑程控器的工作环境温度较高,对其元气件选择及可靠运行要求较高。

10.1.3 机电复合程控器

由德国 AKO 公司设计开发的机电复合程控器,综合了机械电动程控器的可靠性、抗干扰性及电脑程控器的多组合性、灵活智能性的特点,即在机械电动程控器上增加智能控制元件,并根据负载的不同,自动调节水位、自动添加水量。通过逻辑运算自动选用最少的水、电,达到理想的洗涤效果。下面以 AKO 公司的 K10514 型为例,对复合程控器进行简单介绍。

一、机电复合程控器的结构原理

该程控器主要由程控器电机、凸轮组、智能线路板和程控器转轴等组成,如图 10-1-21 所示。

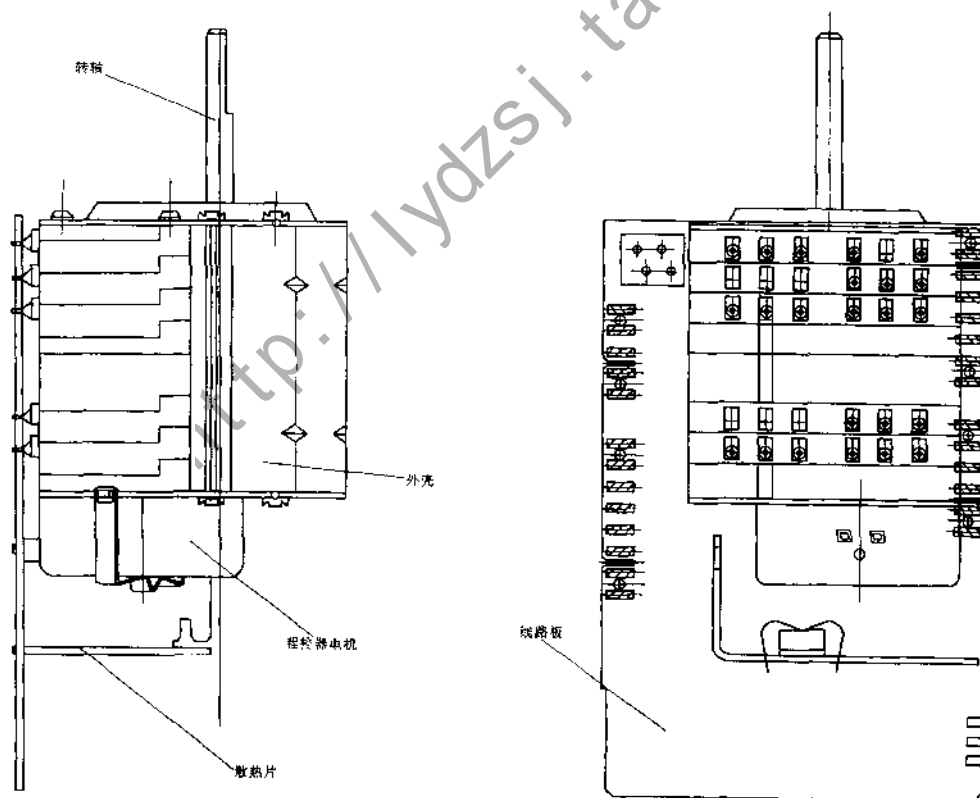


图 10-1-21 复合程控器的结构示意图

复合程控器的工作过程是机械电动程控器和电脑程控器的集合。工作原理可参见上述,在此从略。

二、机电复合程控器的特点

1. 欧洲最新洗涤程序设计。

该程控器功能表如图 10-1-22 所示。共有五大洗涤程序段、九种洗涤转停率及六种脱水转速。对于棉麻、化纤、真丝和羊绒衣物设计不同洗涤程序,自动选择最优洗涤方式。在漂洗进水过程中,程控器检测从水位 1 到水位 2 的时间,并据此时间计算增加进水的时间,根据衣物量不同,吸水不同的特点,程控器自动检测衣量,而且对不同的衣物洗涤程序段设置不同的增加进水系数,对于较脏衣物又可选用超漂洗功能,加大增加进水系数,使洗衣程序更趋合理。

2. 自动摆匀,自动识别衣物的偏心量。

该程控器设有负载自动平衡检测系统,可根据偏心量选择不同脱水转速。偏心在 0.5kg 以下时采用正常脱水转速,不同程序的脱水转速曲线如图 10-1-23 所示。偏心在 0.5kg 到 1.1kg 时降低脱水转速,最高转速到 500r/min,而偏心大于 1.1kg 时,则只排水不脱水,由此消除偏心震动,提高整机工作性能。

3. 逐级提速,避免机器震动。

脱水时逐级提速,经过七级提速后达到设定转速,避免了机器突然提速引起的剧烈震动。不同程序下的速度上升率曲线见上图。

4. 超短洗涤程序设计。

滚筒洗衣机的最大缺陷是洗涤时间长,该程控器通过大量试验,设计出最佳洗涤程序,在保证洗涤性能的前提下,最短洗涤时间在 30 分钟左右。

5. 开门提示功能。

洗涤程序正常完成,电源指示灯灭,经过大约 2 分钟,门锁断电复位,同时关断后续电路。前门即可打开。

6. 超级柔丝护洗程序。

该程控器的独特设计使羊绒等柔丝织物得到更细致的洗涤,摇篮般的轻柔运作,更加呵护衣物。

10.1.4 减速离合器

离合器是实现洗涤时波轮低速运转(约 165r/min)和脱水时内桶高速运转(800r/min 以上)的控制部件,通过对电动机不同转速和传动的转换来实现洗涤和脱水功能,它是波轮全自动洗衣机的关键部件之一。从结构来分,目前国内减速离合器可分为松下型、三洋型和夏普型等,其中应用最多、最广泛的是松下型减速离合器。松下型减速离合器结构如图 10-1-24 所示。

一、减速离合器组件的结构

减速离合器组件可分为减速器部件和离合器部件。

1. 减速器部件的组成如下。

(1) 洗涤轴。洗涤轴又称输出轴或低速轴,上端固定波轮,下端插入滚动上支架,用来带

[illegible]

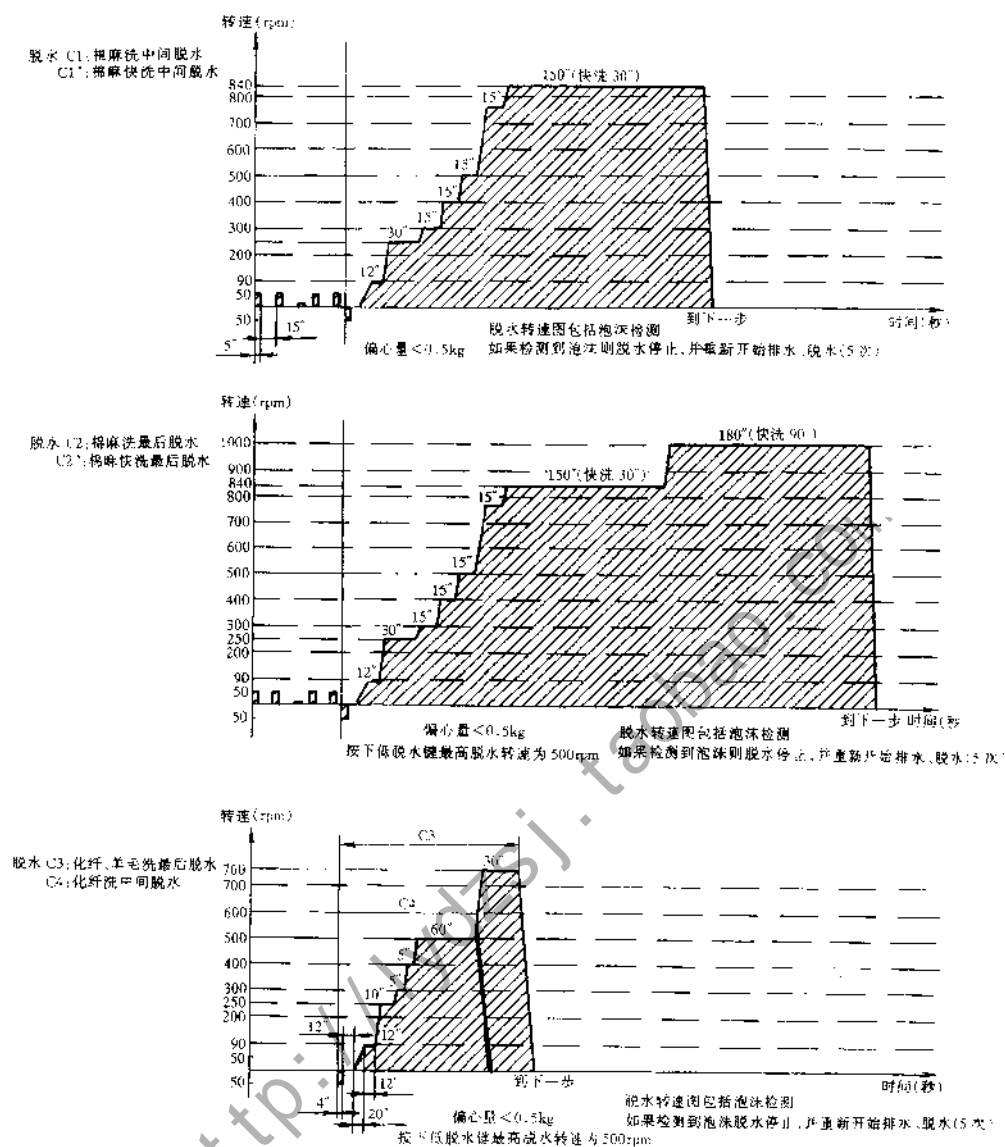


图 10-1-23 各程序段脱水转速曲线

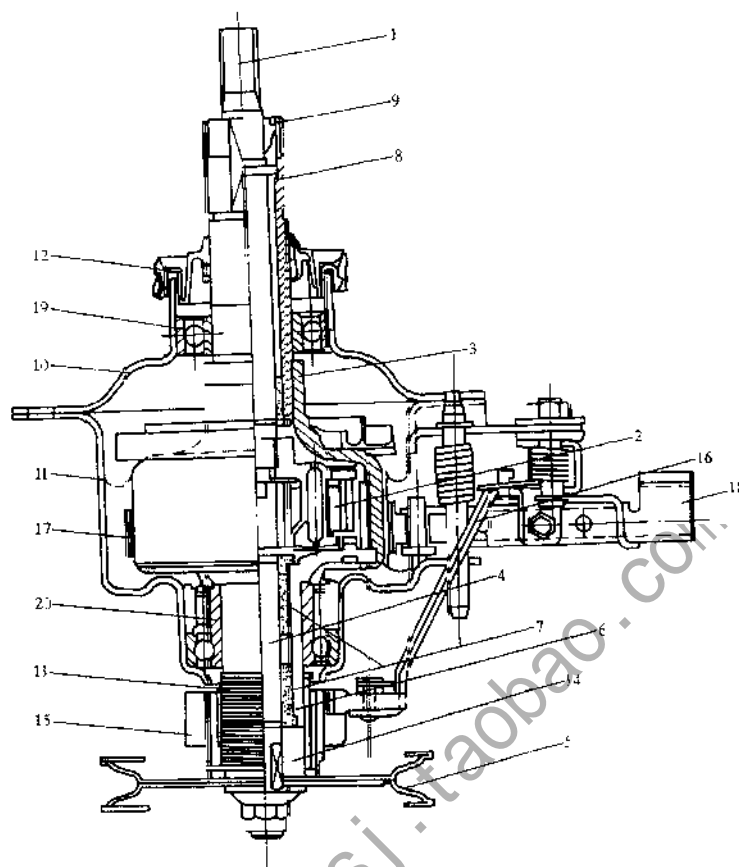
动波轮进行正、反转。洗涤轴一般采用不锈钢材料以提高其耐腐蚀性。

(2) 齿轮组件。齿轮组件是由滚动上、下支架以及四个行星齿轮和四支销轴(有的采用三个行星齿轮和三支销轴)、一个内齿圈组成。其作用是减速, 减速比为 5.2:1。齿轮采用高强度、耐冲击的聚甲醛塑料制成, 滚动上、下支架采用铝合金压铸而成。

(3) 制动轮。制动轮用作减速器的壳体和制动轮鼓, 采用 08F 钢, 进行表面处理。

(4) 齿轮轴。齿轮轴也称输入轴, 一端固定皮带轮, 另一端与四个行星齿轮啮合, 作为动力传递轴, 材料为 45 号钢, 表面经高频淬火处理。

(5) 齿壳。齿壳也称齿轮轴轴壳, 采用 08F 钢制成。作为齿轮轴的支承件, 内装两个含油轴承, 使齿轮轴滑动旋转。



1. 洗涤轴 2. 齿轮组件 3. 制动轮 4. 齿轮轴 5. 皮带轮 6. 肉壳 7. 含油轴承
8. 脱水轴 9. 油封 10. 上壳体 11. 下壳体 12. 密封皮碗 13. 方线扭簧 14. 传矩轴套
15. 棘轮 16. 棘轮臂组件 17. 制动带 18. 制动臂 19. 205 轴承 20. 单向组合轴承

图 10-1-24 减速离合器结构示意图

(6) 脱水轴。脱水轴内装两个含油轴承，是洗涤轴的支承件。因工作时浸泡在洗涤液中，因此上端装有水封，以免漏水损坏轴承。其材料为不锈钢。

2. 离合器部件的组成如下。

(1) 上、下壳体。上、下壳体内分别装有 205 轴承、单向组合轴承，用来支承减速器部件。下壳体还用来支承制动臂、制动带和棘爪臂等控制部件。为防止外桶中的水漏出，在壳体上部装有密封皮碗。壳体材料用 08F 板材拉伸成型。

(2) 方线扭簧与传矩轴套。它们控制离合器的动作，要求精度较高。方线扭簧的一端插入棘轮，另一端为自由端。离合器合时，方线扭簧抱合传矩轴套与齿壳，通过摩擦力将传矩轴套与齿壳联结成一体一起转动，形成脱水状态。离合器离时，方线扭簧受外力作用，使扭簧松弛，传矩轴套不受摩擦力的作用与齿壳脱开，形成洗涤状态。材料分别

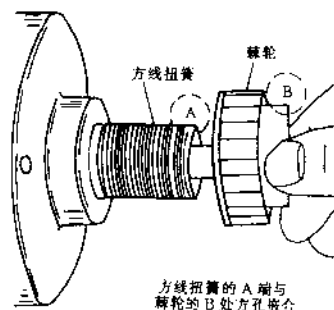


图 10-1-25 方线扭簧与棘轮装配图

为 65 号锰钢和铁基粉末冶金。

(3) 棘轮。棘轮材料为聚甲醛或 PP, 当棘轮转动时, 方线扭簧松弛, 其作用是控制方线扭簧的抱合和松弛。如图 10-1-25 方线扭簧与棘轮装配图。

(4) 棘爪臂组件是由棘爪臂、棘爪、销轴和扭簧等组成, 其作用是控制棘爪的转动。

(5) 制动带。制动带体上粘接着制动瓦, 制动带在制动弹簧的作用下, 将脱水轴上的制动轮抱合而达到制动目的。

(6) 制动臂与制动臂销、扭簧配合对制动带进行抱紧、松开控制, 并通过调节螺钉传递到棘爪臂, 控制棘爪是否打开。材料用 08F 钢。

(7) 皮带轮采用 08F 钢, 作用是传递输入扭矩。

(8) 单向组合轴承是由滚珠球轴承和滚针止逆部分构成, 当制动轮逆时针转动时起制动作用, 防止脱水桶与波轮同转。有的减速离合器采用抱簧, 其作用相同, 在此简略。

二、减速离合器的工作原理

1. 洗涤漂洗状态

洗涤漂洗时, 排水电磁铁未动作, 排水阀关闭, 棘爪臂处于原始位置, 即棘爪正对棘轮的轴心, 棘爪处于棘轮齿高 $2/3$ 处, 卡住棘轮。方线扭簧由于棘轮在上一动作中被棘爪逆时针拨过一个角度而被拨松, 传距轴套与齿壳脱离, 洗涤轴不与脱水轴连为一体, 制动臂也处于原始状态。由于制动臂扭簧的作用, 使制动带将脱水轴上的制动轮抱紧, 脱水轴不能转动。大皮带轮带动齿轮轴运转, 经行星齿轮减速器带动洗涤轴运转。以电动机为动力的传动途径为: 电动机 → 三角带 → 皮带轮 → 齿轮轴 → 行星齿轮 → 滚动上下支架 → 洗涤轴 → 波轮 → 洗涤液 → 衣物。

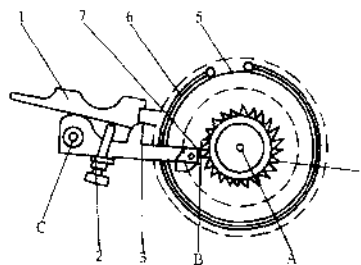
当电动机皮带轮作正向运转时, 虽然正好是方丝离合弹簧被旋紧的方向, 但是已被拨松。当电动机带动皮带轮作反向转动时, 方丝离合弹簧又处在被旋松方向, 同时制动臂扭簧又将脱水轴抱紧, 所以无论皮带轮正常运转还是反转, 洗涤轴与脱水轴都不能连为一体, 因而洗涤时只有波轮运转而脱水桶不转。

2. 脱水状态

脱水时, 排水电磁铁通电吸合, 排水阀打开, 排水阀连接板上的销钉带动制动臂转过一个角度, 使制动带松开, 同时棘爪臂转动, 使得棘爪与棘轮脱离, 方线扭簧处于抱紧状态。这样方线扭簧与传距轴套抱合, 使得与齿壳成为一体, 并借助方线扭簧旋紧后的摩擦力, 直接带动脱水轴上的脱水桶旋转, 不经行星齿轮减速器减速, 转速较高。转动途径为: 电动机 → 三角带 → 皮带轮 → 齿轮轴 → 传距轴套 → 方线扭簧过渡 → 齿壳 → 脱水轴 → 脱水桶 → 衣物。

3. 减速离合器的调节

洗衣机在断电停机或在进行洗涤过程时, 棘爪应对准离合器的轴心, 如图 10-1-26 所示, A、B、C 三点应在同一条直线上。棘爪应紧贴棘齿, 棘爪与棘齿的接触部分应等于齿高的 $2/3$, 如图 10-1-27 所示。如果位置不对, 洗衣机就会产生单向洗涤、洗涤异常声和不脱水等现象。棘爪如未对准离合器轴心, 可调整固定离合杆的螺钉或挡块, 使棘爪对准轴心。



1. 制动臂 2. 调节螺钉及螺母 3. 螺钉或挡块
4. 棘轮 5. 制动轮 6. 制动带 7. 棘爪
图 10-1-26 棘爪与棘轮的正确位置

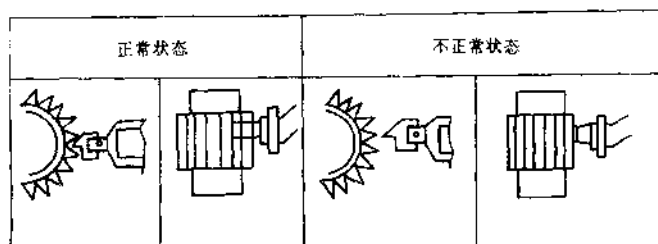


图 10-1-27 棘爪与棘齿的正确位置

调节螺钉与制动臂之间的距离应控制在 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 左右。调节螺钉与制动臂的间隙,如果太大会造成制动过紧,脱水状态时,制动带与制动轮发生摩擦噪音,同时棘爪不能离开棘轮,方丝离合弹簧仍在旋松状态,波轮单向运转,脱水桶无法旋转。此时应将调节螺钉向里旋进,减少距离,调整好后应拧紧锁紧螺母,滴上油漆定位,以防松动;调节螺钉与制动臂的距离如果太小,则刹车带与刹车盘之间的接触面积小,摩擦力小,会造成刹车制动时间太长,严重时造成棘爪接触不到棘轮,方线扭簧依然旋紧,波轮只能单向运转。

使用抱簧结构的减速离合器,如果抱簧失灵或断裂,会引起洗涤过程中脱水桶逆时针方向跟转。如果抱簧断裂则更换,如果抱簧磨损严重,应更换新抱簧。如果是脱水轴磨损严重,应更换新减速离合器。修换抱簧时,应拆下离合器,拉出离合器上端盖,用尖嘴钳取出抱簧。

排水阀连接板上的销钉与离合器制动臂的距离应在 $2 \sim 3\text{mm}$ 之间。如果太大,销钉别紧制动臂,洗涤时造成制动带不能抱紧制动轮而产生跟转;如果距离太小,脱水状态电磁铁吸合时,棘爪不能离开棘轮,方线扭簧就无法带动脱水轴一起旋转。调整时可用套桶扳手将固定销钉的螺栓拧松,移动销钉于恰当位置,再拧紧固定螺栓。如图 10-1-28 所示。

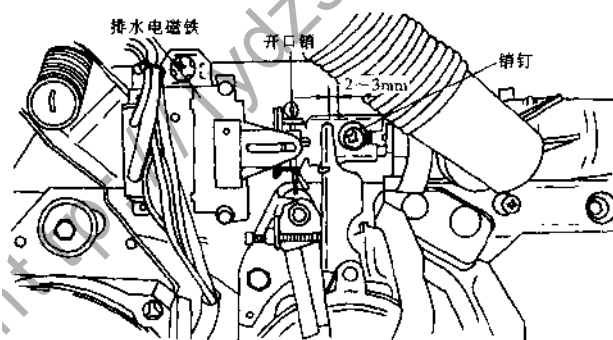


图 10-1-28 减速离合器制动臂与排水阀销钉的调整

10.1.5 水位开关

一、水位开关的结构及工作原理

水位开关也称压力开关、压力传感器,系气压式电触点开关。洗衣机洗涤桶进水时的水位和洗涤桶排水时的状况是由水位开关检测的。当洗衣机工作在洗涤或漂洗程序时,若桶内无水或水量不够,水位开关则发出供水信号。当水位达到人为设定水位时,水位开关将发出关闭

水源信号。微电脑全自动洗衣机工作在排水程序时,若排水系统有故障,水位开关则发出排水系统受阻信号。图 10-1-29 为全自动波轮洗衣机水位开关结构,它由传感部分、电气开关部分及控制部分组成。

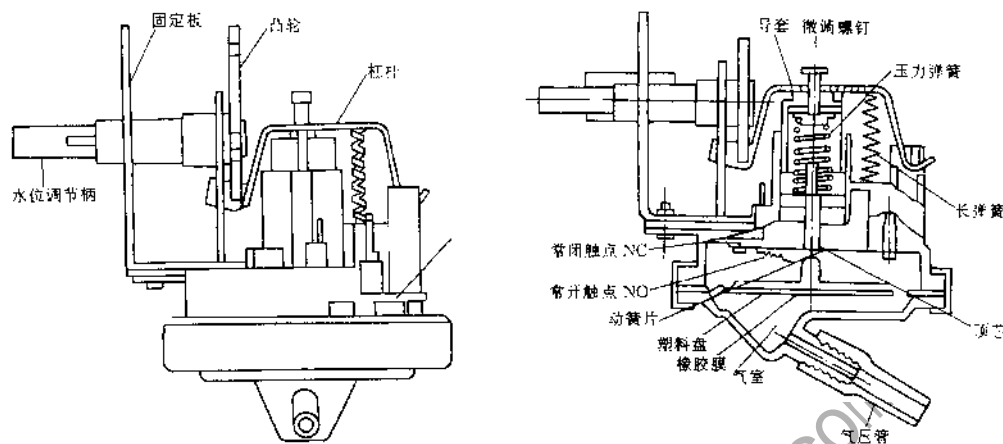


图 10-1-29 水位开关的结构

下部气室与橡胶膜组成压力传感部分。当下气室中气压变化时,橡胶膜上下移动,同时也带动塑料盘做相应的运动;中间一组触点、动簧片等组成电气开关部分。触点是用银或银合金材料制成,以保证其抗氧化和有良好的弹性;上部的顶芯、压力弹簧以及凸轮、微调螺钉等组成压力控制部分。在这部分中,顶芯随着塑料盘的移动而上下移动,顶芯向下的作用力主要是压力弹簧的弹力,压力弹簧的弹力可通过调整微调螺钉和凸轮来改变。当微调螺钉顺时针方向旋转时,压力弹簧被压缩,弹力增大;反之弹力减弱。同样,旋转凸轮,连动杠杆将向上或向下运动,它将推动导套上下运动从而改变压缩弹簧的长度,达到改变压力弹簧弹力的目的。

当电脑程控板接通进水阀电路,洗衣机开始进水,盛水桶内的贮气室逐渐被水密封,空气被压缩,气压通过气压管传到水位开关气室,并克服压力弹簧的弹力,使橡胶膜和塑料盘向上运动,推动动簧片向上移动。当达到所需水位时,动簧片上的公共触点 COM 与常闭触点 NC 分开,与常开触点 NO 闭合,发出电子信号到电脑程控器,停止对进水阀通电并接通电动机电路开始洗涤过程。

排水时,随着水位的下降,气室内气压不断降低,在压力弹簧作用下,橡胶膜及塑料盘又逐渐下降,当水位达到复位水位时,动簧片公共触点 COM 与常开触点 NO 分离,与常闭触点 NC 闭合,触点复原到原常闭、常开状态。此时电脑程控器根据水位开关触点复位时所需时间 D,自动计算剩余水排完所需的排水时间约为 $D + 30s$ (30s 随机型不同可能不同),以确保剩余水全部排出后才开始脱水操作,这与机械式全自动洗衣机排水时间固定,不能保证水被全部排出相比,有其更好的优越性。如果在电脑程控板内设定的排水极限时间内(一般设定为 3min 或 4min),电脑程控板尚未收到水位开关的复位信号,即排水系统故障,电脑程控器将进入停机报警程序。

全自动洗衣机的水位开关一般都是三到四挡水位,以及“再注水”挡。这是通过凸轮的不同位置凹点来调整压力弹簧的压力来实现的。当压力弹簧变形量大,弹力就大,水位开关动作所需的气压也要求更大,就必须达到更高的水位,反之亦然。在“再注水”挡,因压力弹簧的变形量较大,进水阀就保持进水状态不能断开。如果在洗涤过程中要将低水位改成较高的水位,应先将水位选择开关拨至“再注水”挡,进水阀重新进水后,再将它拨至所需较高水位上,这样

可以消除压力弹簧的变形误差,使水位开关恢复到进水阀接通的位置退回到所需水位挡,求得所需的水位。

全自动滚筒洗衣机水位开关结构原理与波轮洗衣机基本相同,只是控制水位值及每个水位开关控制水位的数量不同。目前滚筒洗衣机使用的水位开关有单水位、双水位、三水位,其水位值见表 10-1-1。

表 10-1-1 滚筒洗衣机水位开关压力值

型式	压力(Pa)					
		第 1 起跳水位	第 1 复位水位	第 2 起跳水位	第 2 复位水位	警戒水位
单水位	接通触点	1 ~ 3	1 ~ 2			1 ~ 4
	动作压力	1 226	198			2 800
双水位	接通触点	11 ~ 13(14)	11 ~ 12	21 ~ 13(24)	21 ~ 22	
	动作压力	1 128	196	1324	294	
三水位	接通触点	11 ~ 13	11 ~ 12	21 ~ 23	21 ~ 22	21 ~ 24
	动作压力	980	196	1 176	294	2 800

二、电子水位传感器的结构

电子水位传感器是利用电磁谐振电路的 LC 作为传感器的敏感元件,将被测物体的变化转变为 LC 参数的变化,最终以频率参数输出,电子水位传感器的结构如图 10-1-30 所示。

洗衣机内气压的影响同样推动橡胶隔膜向上运动,但此运动的结果不是像普通水位开关那样使动触点 COM 与常开触点 NO 闭合,而是推动铁芯在线圈中移动,这种移动使振荡电路中线圈的感应系数发生变化。其中,橡胶隔膜的作用是密封气室,将气体压强变化转变为形变,使磁芯发生位移。当气室内有了压力,作用于橡胶隔膜上,使橡胶隔膜产生上下位移,驱动磁芯移动,磁芯同时也受到弹簧的反作用力。当气室内的压力大于弹簧的作用力时,磁芯开始移动,直到气室内的压力等于弹簧的作用力时,磁芯停止移动。因为磁芯在线圈内移动的过程中将引起线圈中的电感量变化,磁芯的位移量越大,线圈中的电感量变化就越大,经水位检测电路得到的频率变化幅度也就越大。当洗衣机洗涤结束后,洗衣桶内的水经排水阀排出,气室内的压力逐渐减小,同时弹簧的作用力大于气室内的压力,磁芯要移动,线圈中的电感量也随着变化。电感线圈与电容组成 LC 振荡电路,如图 10-1-31 所示。

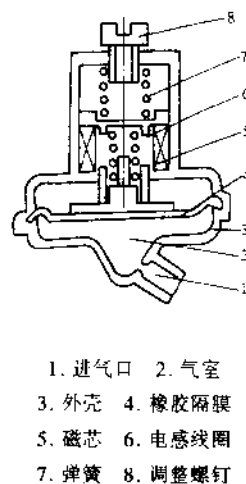


图 10-1-30 电子水位传感器的结构

电路中点划线框内元件安装在电子水位传感器外壳上,虚线框内电路由反向器 1、2,电阻 R1、R2,电容 C1、C2,电感线圈 L 组成基本 LC 振荡电路。反相器 3 将振荡电路输出的非数字脉冲信号变换成数字信号,输入到单片机 IC 中。

反相器 1、2、3 是数字电路,输入端为高电平时,输出端为低电平,反之输入端为低电平时,

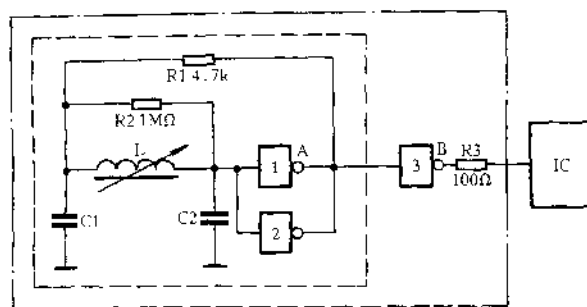


图 10-1-31 水位传感器电路图

输出端为高电平。由于 R_1 、 R_2 两个电阻加在反相器 1、2 输入和输出两端,使反相器工作特性发生变化,并使该电路工作在线性放大区,电路对输入信号有 10 倍放大作用。

LC 振荡电路接通电源后便开始振荡,若洗衣机桶内无水,则 A 点输出一个周期为 24kHz 左右固定频率的振荡信号,通过反相器 3 使 B 点电压波形 V_B 如图 10-1-32 所示。

当洗衣机注水时,洗涤桶内水位量上长,水位传感器气室内气体压力增大,该压力与气体压强成正比,压力向上作用在橡胶隔膜上推动橡胶隔膜及磁芯向上移动,使固定在外壳上的电感线圈的电感量 L 逐渐增大。通过电感线圈电感量的变化,改变其振荡电路的振荡频率。根据 LC 振荡频率公式:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 \cdot C_2 \cdot (C_1 + C_2)}}$$

可知, L 增大,将使电路振荡频率逐渐下降,振荡频率与水位关系如图 10-1-33 所示,水位的高度与水位传感器的输出频率成反比。调整螺丝钉可以调整传感器的精度。

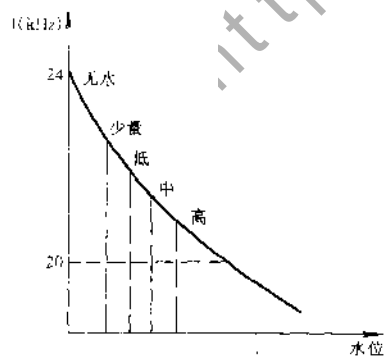


图 10-1-33 振荡频率与水位的关系图

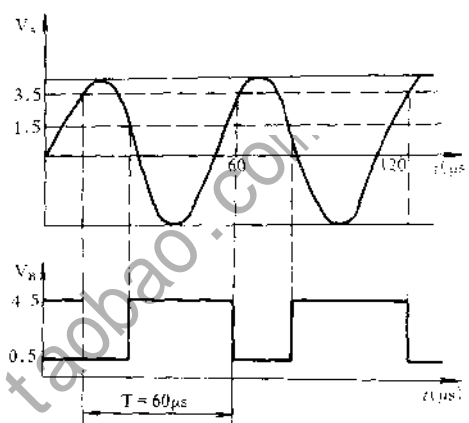


图 10-1-32 A、B 点电压波形

对于洗衣机的不同水位,水位传感器都有与之对应的频率脉冲信号输出。在注水过程中,当水位传感器输出的脉冲信号与选定储存在单片机中的频率相同时,单片机判定已达到要求水位量,洗衣机停止注水,开始执行洗涤程序。

与普通水位开关仅仅靠触点闭合来传递信号不同,电子水位传感器对水位的变化非常敏感,同时可以随时将水位的高低情况反馈给电子程控器,从而实现人工智能。

三、水位开关的常见故障及检修

水位开关一般是不可拆卸的,如果出现故障,多采用整体更换的方式。但对水位偏高或偏低的现象,可以采用调整微调螺钉来调整,通常螺钉顺时针拧水位变高,逆时针拧水位变低,反复调整至水位正确后在微调螺钉配合处滴漆定位以防松动。水位开关的常见故障有:

1. 水位开关漏气

水位开关漏气将使水位失灵,如果漏气量很小,则在停止进水洗涤一段时间后又开始进水,如此反复;如漏气量大,将不能洗涤,保持进水。此时,可检查气压管有无松脱等异常现象。如无异常则可能是水位开关漏气,可拆下水位开关,用一根橡皮软管套在水位开关气嘴上,将水位开关放入水中,在橡皮管另一端吹气,如正常则可听到“啪嗒”一声,并无气泡产生,否则应更换水位开关。

2. 触点接触不良

触点接触不良将使某些程序不能运转。当常闭触点接触不良时,洗衣机将不能注水和排水;当常开触点接触不良时,洗衣机将不能洗涤运转。可用万用表检测常闭触点,在无水状态下阻值应为零或近于零,若为无穷大,则接触不良。常开触点在有水状态下阻值应为零或近于零,否则,触点接触不良,进水阀将无法断电,电动机无法得电运转。此时应更换水位开关。

3. 气路堵塞

若水位开关气路堵塞,则水位的变化不能引起水位开关触点的变化,洗衣机将进水不止。这时在机内有水的情况下,拔下水位开关气室口上的塑料管,向洗涤桶内吹气,若能听到吹气的气泡声,则气路畅通,这时将塑料管头重新插紧即可。

10.1.6 进水阀

一、进水阀的结构

进水阀主要由过滤网、线圈、弹簧、铁芯、阀芯和阀座组成,如图 10-1-34 所示。其中过滤网接进水管起过滤作用,出水口用橡胶导管接到洗衣机粉盒内按设定程序把水及洗涤剂冲到洗衣机内。在滚筒洗衣机中进水阀起着通断水源的作用,其进水速度由自来水的压力大小决定。

在进水阀不通电时,在弹簧的弹力和铁芯的重力作用下,铁芯端部的橡胶头堵住橡胶阀上塑料圆盘中心的泄压孔 B。同时,进水腔 I 的水在水压的作用下,经塑料圆盘边缘的加压孔 A 把进水腔和控制腔连通,自来水从过滤网进入进水腔后又通过 A 孔流入控制腔内。由于控制腔一侧的受水压力面积大于进水腔一侧的受水压力面积,两端受压面积的不同造成的差压使橡胶片紧紧地压在阀座中间的进水口上,使进水阀可靠关闭。

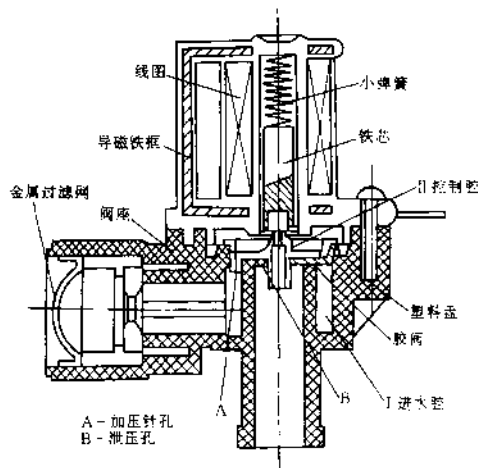


图 10-1-34 进水阀的结构

水压越大,进水阀关闭的可靠性越好,相反,在水压较低的情况下,关闭可靠性就差,甚至可能产生少量的泄漏。因此,要求供水水压不能小于 0.05MPa。

当进水阀通电时,电磁线圈产生的磁场力克服弹簧的弹力,铁芯被吸进线圈骨架中心孔内,泄压孔 B 被打开,控制腔与出水口大气相通,控制腔内的水从泄压孔 B 流出。由于泄压孔 B 孔径大于加压孔 A 孔径,自来水从泄压孔 B 流出的流量大于加压孔 A 流入的流量,控制腔内压力下降,进水腔的压力将橡胶阀垫顶开,进水阀开始进水。当进水阀断电时,铁芯在弹簧的压力下又回到原来的位置,泄压孔 B 又被堵住,控制腔内的水无法流出,于是控制腔内的静压力迅速增高,直到与进水腔等压为止。此时橡胶阀又重新关闭。可见进水阀进水有两个条件,一是有电,二是有一定的自来水压力。

另外,因滚筒洗衣机要求进水流量为 6L/min,故其使用的进水阀增加了流量阀,安装在进水腔内,如图 10-1-35 所示。流量阀由橡胶垫与塑料支架组成,自来水通过二者的间隙进入阀内,当水压增加时,在水的压力作用下,橡胶垫变形增大,间隙减小,所以虽然水的流速增加,但因通过的管道截面减小,故流量不变;当水压降低时,间隙增大,流速虽降低,但流量不变。

为满足洗衣机预洗、主洗、漂洗时需要加入的洗涤剂不同,要求洗衣机能从多部位进水,滚筒洗衣机还使用了双头和三头进水阀,它们同单头进水阀结构原理是一样的,只是把两个或三个进水口合到了一起。

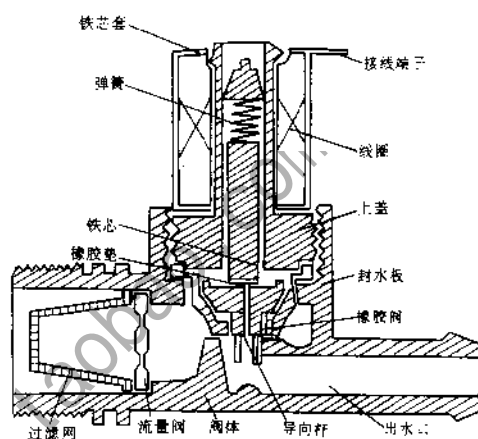


图 10-1-35 滚筒洗衣机进水阀结构

二、进水阀的常见故障检修

1. 通电后不进水

通电后可用手触摸进水阀,如有振动感及嗡嗡声,说明通电电路正常,故障出自进水阀内的移动阀芯部分。此时,可能是阀芯因长期工作生锈卡死,可用砂纸打磨后再装配即可,或者可能是线圈工作时因发热造成骨架塑料变形,孔壁向内突出,阀芯卡死,这时应更换新进水阀。如果通电后用手触及进水阀无振动感和嗡嗡声,则可能是进水阀线圈短路或断路,可用万用表检测两引出线间的通断情况,正常值为 4.5k Ω 左右,阻值大于 10k Ω 为断路,阻值很小为几百欧是短路,无论断路或短路,均应更换进水阀。

另外,当泄压孔 B 被堵住时,无论线圈是否通电,阀芯在何位置,控制腔内始终是高水压,橡胶阀垫无法打开,进水阀不进水,可用针将泄压孔 B 捅通即可。

水压过高,也会因压力过大使线圈通电后产生的电磁力不足以克服此压差及弹簧的弹力,进水阀不能开启,此时应关小水龙头,减小水压,或者在进水阀上加限流垫。

2. 进水量小

水质的好坏对进水阀的使用影响较大。水质不好的地区,进水阀过滤网会被杂质部分堵塞,造成进水少或不进水,并容易引起电脑程控板双向晶闸管击穿。因此,应注意清理进水阀注水口金属过滤网,避免堵塞。现在,大部分全自动洗衣机已采用可更换过滤网式进水阀,可

以很方便地进行金属过滤网的更换。

阀芯生锈和线圈发热变形使阀芯移动受到限制,移动量小,造成水流减慢,流量减少。如果是阀芯生锈可用砂纸打磨即可,对于线圈发热,则只有更换进水阀。

3. 常进水

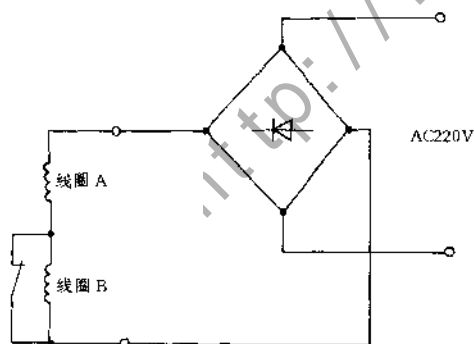
进水阀断电后不能自动关闭,可能是进水阀加压孔 A 堵塞。若加压孔堵塞,在阀关闭时,控制腔内不能产生高的静压力而造成橡胶阀不能关闭,此时可用针捅捅加压孔 A 即可。若泄压孔没有封闭,则控制腔内也不能建立一个静压力,致使阀门失效。引起泄压孔不能封闭的原因是阀芯生锈或线圈骨架受热变形或小弹簧锈断导致阀芯动作失灵,不能有效地封住泄压孔。阀芯生锈应用砂纸打磨;小弹簧锈蚀,断裂或弹性不足,应更换小弹簧,骨架变形应更换进水阀。

10.1.7 排水电磁铁

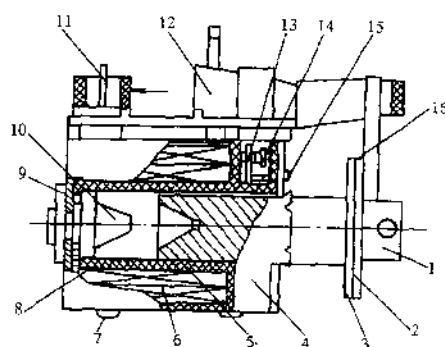
排水电磁铁主要用来控制排水阀的开启和关闭,同时在排水电磁铁开启和吸合的同时,控制离合器制动臂的动作来转换全自动洗衣机的洗涤和脱水状态。排水电磁铁可分为交流排水电磁铁(下称交流电磁铁)和直流排水电磁铁(下称直流电磁铁)两类。交流排水电磁铁主要用于机械电动程控式全自动洗衣机上,而直流电磁铁则用于电脑程控式全自动洗衣机上,具有噪音低、吸力强、可靠性好、使用寿命长的优点。

一、直流电磁铁的结构

直流电磁铁的电气原理图及结构示意图如图 10-1-36 所示。直流电磁铁接通电源后,在线圈中产生电流的大小,与铁芯状况无关,等于电压除以线圈电阻。磁场的强弱,要受到电流大小和线圈匝数多少的影响,电流越大,磁场越强,线圈匝数越多,磁场也越强。直流电磁铁的吸合力稳定,吸合后没有噪声,振动小,故障率小。



(a) 直流排水电磁铁的电气原理图



(b) 直流电磁铁的结构示意图

1. 外衔铁 2. 橡胶缓冲垫 3. 衔铁挡板 4. 外壳 5. 吸合线圈 6. 保持线圈 7. 安装挡板 8. 线圈骨架
9. O 型密封圈 10. 内衔铁 11. 引出片 12. 塑料座 13. 动触片 14. 引触片 15. 微动按钮 16. 行程挡杆

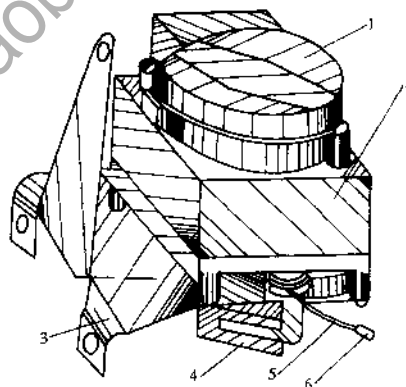
图 10-1-36 直流电磁铁

电脑程控器给电磁铁施加的交流电源经桥式整流电路后变为直流电进入电磁铁线圈吸

合。线圈 A 和保持线圈 B 是串联在一起的,常态情况下微动开关保持接通,使线圈匝数多并且电阻较大的保持线圈 B 被短路。在开始通电吸合过程中,只有吸合线圈 A 工作,电阻约为 110Ω ,通过线圈 A 的电流很大,达到 1.7A 左右,使电磁铁衔铁在线圈电磁力的作用下,在极短的时间内(约 $0.03\text{s} \sim 0.2\text{s}$)产生足够的吸力(约 $40 \sim 50\text{N}$ 左右),将衔铁吸入线圈内,此时我们可以听到“啪”的吸合声。当衔铁全部吸入后,衔铁挡板压动微动开关按钮,使微动开关断路,于是保持线圈 B 被串联入电路。串联后的电阻约 3100Ω 左右,电磁铁的工作电流一下子降到 0.07A 左右,但由于线圈的匝数足够多,这样仍可使吸力保持在 80N 以上。当电磁铁吸合时,衔铁通过排水拉杆将排水阀阀芯拉出,洗衣机开始排水;同时连接板上的销钉将离合器制动臂拉开,使离合器棘爪脱离棘轮,方线扭簧抱紧,将洗涤轴与脱水轴连为一体,制动杆又使制动带处于松开状态,为脱水做好准备(详见离合器原理)。当电磁铁断电时,电磁力消失,衔铁在排水阀弹簧拉力、离合器制动臂弹力的作用下,被拉出线圈,排水阀关闭,离合器上的制动杆在弹簧力作用下恢复不受外力拉动的状态,棘爪进入棘轮,将棘轮拨转一个角度,方丝离合簧被拨松,洗涤轴和脱水轴分离开来,制动带抱紧刹车盒,做好洗涤准备。

二、旋转式牵引器的结构

直流电磁铁与交流电磁铁相比,在噪音上已经大大降低,但是,由于在吸合时尚存在较响的“啪”声,所以也不尽如人意。为进一步减轻电磁铁在吸合时的撞击声和电磁声,采用了牵引器代替电磁铁。旋转式同步电动机牵引器是由微型单相永磁同步电动机和变速齿轮牵引钢丝绳和行程开关等组成的,结构如图 10-1-37 所示。牵引钢丝绳、堵头安装在排水阀拉杆上。排水时,程控器向旋转式牵引器同步微型电动机供电,微型同步电机旋转,通过齿轮变速将钢丝绳收入旋转式牵引器。在钢丝绳的牵引下,排水阀拉杆位移,排水阀打开。排水阀杆位移到位,行程开关将这一状态信息传送给控制器。不排水时,程控器切断旋转式牵引器同步微型电动机的供电电源,在离合器制动扭簧、排水阀弹簧 A(见图 10-1-38)的弹力作用下,旋转式牵引器的牵引钢丝绳被拉出,排水阀、离合器制动杠杆复位。在电动机通电转动时,经减速齿轮减速,钢丝绳或塑料带被慢慢卷起,拉动排水拉杆,打开排水阀开始排水。



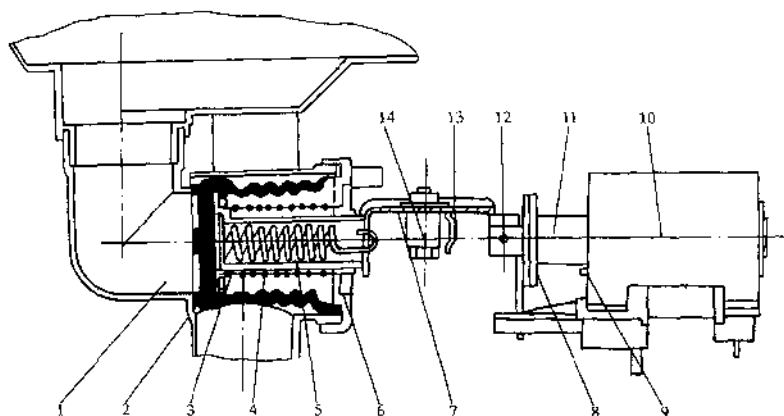
1. 同步电动机 2. 变速齿轮箱 3. 安装固定铁板
4. 行程开关 5. 牵引钢丝绳 6. 堵头

图 10-1-37 牵引器结构图

三、排水阀组件

全自动波轮洗衣机的排水阀,基本都是由排水阀体、排水阀盖、排水阀芯、内弹簧和外弹簧组成,如图 10-1-38 所示。它是将洗涤结束后的污水及脱水过程中的污水排出机外的组件。

排水阀芯采用橡胶材料制成,内有一个由硬质塑料制作的导向套,导向套内装有一个弹簧 B,在导向套外装有一个弹簧 A,弹簧 A 的刚度小于弹簧 B,弹簧 B 的一端卡在导向套左边槽内,另一端钩挂在电磁铁拉杆上,弹簧 A 的一端与阀盖接触,另一端与导套的基座接触。弹簧 B 处于拉紧状态,弹簧 A 处于压缩变形状态。



1. 排水阀体 2. 排水阀芯 3. 阀弹簧 A 4. 阀弹簧 B 5. 导向套 6. 排水阀盖
7. 排水连接板 8. 衔铁挡板 9. 微动按钮 10. 排水电磁铁 11. 衔铁
12. 开口销 13. 离合器制动臂 14. 挡套

图 10-1-38 排水阀的结构图

图中排水阀处于关闭状态,此时弹簧 B 将橡胶阀芯压在阀体的底部,内弹簧虽然处于拉伸状态,但这时它的拉力对于导向套来说仅是内力,对阀芯不起作用。当排水时,电磁铁通电,衔铁被吸入,牵动电磁铁拉杆,拉杆位移,随着拉杆的右移,弹簧 A 被弹簧 B 的拉力压缩,内弹簧的拉力变成外力,克服外弹簧及阀芯的弹力,将阀芯拉离阀套,使排水阀芯打开,开始排水。当排水电磁铁断电时,离合器制动臂的弹力和内弹簧的弹力将衔铁拉出,阀芯被压紧在排水阀体的阀座上,排水阀关闭,停止排水。

四、常见故障检修

1. 直流电磁铁的常见故障检修

直流电磁铁的故障有不动作、电磁铁烧毁以及动作无力等。

直流电磁铁不动作时,可先检查电磁铁接点是否正常,有否脱落,如接线及装配位置都没有问题,用手拉衔铁,正常情况下应移动自如,如不能拉动,说明排水电磁铁已烧毁。

排水电磁铁烧毁的原因有离合器制动臂拨动不良,排水阀拉开受阻造成电磁铁衔铁动作受阻使线圈烧毁,或转换触点粘连,致使电磁铁线圈长时间工作在大电流下,线圈短路、或微动按钮压入后不能弹出,致使两线圈总串联在一起,衔铁吸不进或接触不良造成常通,都可能引起电磁铁烧毁。同时要注意的是电磁铁烧毁后,其电脑程控器电磁铁驱动双向晶闸管极易跟着烧毁击穿,应检查其驱动电路是否正常,同时检查引起电磁铁烧毁的原因并排除,以免故障重现。

对于直流电磁铁动作无力,常见原因是电压过低,转换触点接触不良使两线圈始终串联,造成拉力不足。对于线圈是否正常,可在按钮压入和不压入的情况下,用万用表电阻挡,测定两接线端子之间的电阻值来判断。

当线圈不正常或电磁铁已烧毁时,需更换整个电磁铁。对触点接触不良可用细砂纸打磨修理。

2. 排水阀的常见故障检修

排水阀的常见故障是排水慢或不排水和漏水。

对排水慢或不排水,首先检查排水电磁铁是否工作正常,如果排水电磁铁动作正常,排水慢或不排水可能是排水阀阀芯因线屑过多而使打开受阻。可拧开排水阀盖,向外拉出排水阀芯清理即可。

其次是排水电磁铁得电后吸合是否到位,若到位,则是弹簧 B 弹性不足或断裂,应更换弹簧 B。

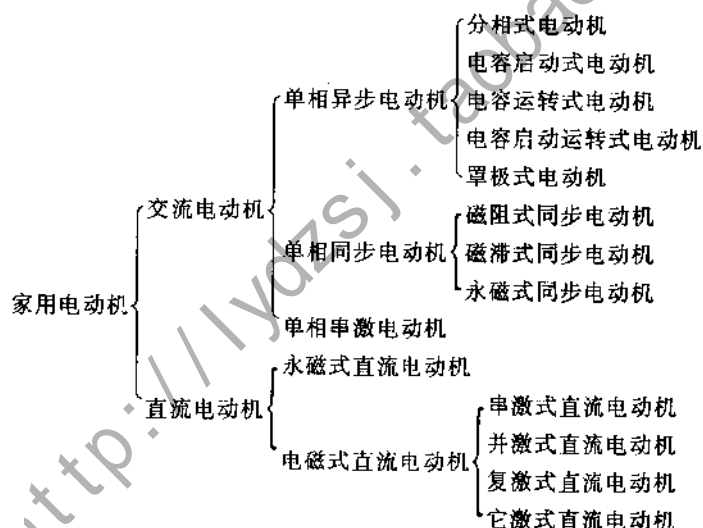
排水阀漏水,应检查排水阀弹簧 A 的刚度,若弹簧 A 弹性不足或断裂,应更换弹簧 A。若是排水阀内进入杂物,使橡胶阀封闭受阻而引起,应取下开口销,取出橡胶阀进行清理。

10.1.8 电动机

一、家用电动机的类型

1. 按使用电源分类

根据电源的不同,家用电动机可分为下列几种类型。



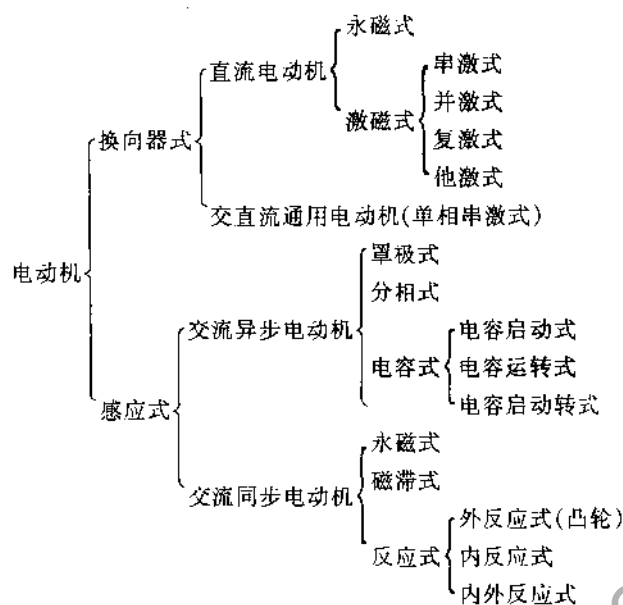
2. 按结构原理分类

有感应式电动机和换向式电动机。

将导体闭合成回路,并把它放在通有交流电流的线圈附近,由于电磁感应作用,导体中将会产生感应电流。根据感应电流的磁场与通电线圈的磁场相互作用而制作的电动机叫感应式电动机,由单相电源供电的,称为单相交流感应电动机。

将导线与电池或其他电源组成一个回路,电源可直接向磁场中的导线供给电流。依此原理制作的电动机,其转子线圈由电源直流供电,通过电刷(碳刷)和换向器,将电流导入旋转的转子线圈中,这种电动机叫换向式电动机。直流电动机和交、直流两用电动机均属于这种型式。

上述两大类电动机,按其结构特性和原理的不同,又可分为下列多种形式。



家用洗衣机中常用的是单相异步电动机、直流电动机和单相交流串激电动机。

二、洗衣机电动机的工作特点

1. 波轮洗衣机电动机

波轮洗衣机电动机为4极24槽电容运转式电动机,定子绕组采用同心式正弦绕组。可分为洗涤电动机和脱水电动机两种。

(1) 洗涤电动机定子绕组结构特点

洗涤电动机采用正、反向频繁换向的运转方式,要求能够很容易地改变转向。由于频繁变换转向,两个定子绕组交替地作为主绕组和副绕组工作,为了洗涤运转时都具有同样的启动特性和运转力矩,两个绕组就必须具有相同的电磁特性。所以,两个绕组的线径、匝数、极距和节距等参数完全相同,直流电阻值也相等。

由于在负载的情况下启动,而且需频繁启动,要求洗涤电动机启动转矩大,过载能力强,而启动电流小。

(2) 脱水电动机定子绕组结构特点

脱水电动机用于双桶洗衣机及脱水机上,由于脱水只有一个旋转方向(多为逆时针方向),因此脱水电动机也只有一个转动方向,由此决定其绕组分为主绕组和副绕组。

由于脱水电动机满负荷甚至超负荷下启动,因而对启动转矩要求大,同时对最大转矩也要求大。此外,为了提高脱水机的脱水率,要求电动机的额定转速要高,以达到1400r/min为好,这要求电动机的转差率尽量小,这样就造成脱水电动机的效率低,一般仅为20%左右。

2. 滚筒洗衣机电动机

滚筒洗衣机电动机有四种:单相串激式电动机、直流永磁式电动机、同轴组合电动机和双速变极电动机(简称双速电动机)。应用较多的是双速电动机和单相串激式电动机。

双速电动机为单相感应电容运转式电动机,它有两种速度,十二极或十六极低速绕组可实现洗涤、漂洗,二极高速绕组可实现脱水。由于两种速度的速比和功率都相差较大,不能采用

单绕组抽头或变极的方法进行调速。而是在定子铁芯内嵌放两套绕组,即十二极或十六极绕组和二极绕组。其中二极绕组为同心式正弦绕组,以便削弱高次谐波,它包括二极主绕组和二极副绕组,主绕组的线径粗、匝数少、直流电阻小,副绕组的线径细、匝数多、直流电阻大。两绕组节距相等,轴线夹角为 90 度。

十二极或十六极绕组采用星形接法,包括十二极主绕组、十二极副绕组和公共绕组。主副绕组线径、匝数、节距及绕组型式相同,匝比为 1,公共绕组与主副绕组的线径匝比不同,三种绕组采用 Y 形接法,把三种绕组的末端接在一起,形成三绕组的星点,三套绕组在空间互成 120 度电角度。

十二极或十六极绕组接成 Y 形后,再将公共绕组的首端与二极绕组的主副绕组公共端相接,形成双速电动机的公共引出线。容量为 $14 \sim 20\mu\text{F}$ 的公用电容器通过程控器触点分别串联到二极副绕组和十二极或十六极副绕组里,然后再与各自的主绕组并联。通过程控器的触点控制电机低速和高速运转的自动转换,完成洗衣机低速洗涤和高速脱水功能,并控制两种速度互锁,不允许二极和十二极或十六极同时工作。双速电动机的接线原理如图 10-1-39 所示。

双速电动机的启动转矩大、运转性能好、过载能力强,并在二极绕组和十二极绕组的端部中间设置了小型过热保护器。当洗衣机负载增加或电动机堵转,电动机内部温度过高时,过热保护器动作,自动切断电源,起到保护电动机的作用。当温度恢复正常后,过热保护器会自动闭合,接通电动机电路,使其重新工作。

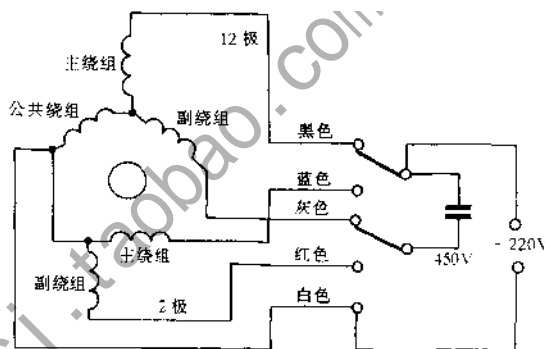


图 10-1-39 双速电动机接线原理图

双速电动机的转速、输出功率较低,为提高滚筒洗衣机的脱水转速,一般采用交流串激电动机。单相串激电动机具有启动转矩大,过载能力强,转速高,体积小等优点,一般应用在脱水转速 $800 \sim 1600\text{r/min}$ 的滚筒洗衣机上。其工作原理是建立在直流串激电动机基础上的,电枢绕组和励磁绕组是串联的,把串激电动机接到交流电源上,虽然电源极性不断变化,但因磁通及电枢电流方向同时变化,所以转子转向始终不变,电磁力矩总是正值,因此,能保证电动机旋转方向与电流方向交变无关。若要改变旋转方向,只能通过改变励磁绕组与电枢绕组串联的极性来实现。

采用串激电动机的滚筒洗衣机转速可以通过调速模块从 30r/min 无级调速到 1600r/min , 能实现洗衣、分布、脱水时的六种速度。由于脱水转速是一级一级逐步调高的,因此该滚筒洗衣机转速高,振动小。

三、电容运转电动机的重绕计算

电容运转电动机的副绕组串联电容器与主绕组并联运行,当电动机原绕组数据无从查考时,可按以下方法进行重绕计算。

1. 电动机功率估算

(1) 电动机极数估算

使用 220V, 50Hz 的单相电动机, 可由下式估算极数:

$$2p = (0.35 \sim 0.4) \frac{Zb_1}{h_c}$$

式中: Z —定子槽数

h_c —定子铁芯轭部高度 (cm)

b_1 —定子槽齿厚度 (cm)

(2) 电动机计算容量

$$P_s = \frac{0.06 B_g D^2 L A}{2p} (\text{VA})$$

式中:

D —定子铁芯内径 (cm); L —定子铁芯叠厚; A —线负载 (A/cm); B_g —气隙磁通密度 (T)。

对普通二极电动机取 $B_g = 0.3\text{T} \sim 0.5\text{T}$; 四极取 $B_g = 0.35\text{T} \sim 0.65\text{T}$ 。对普通二极电动机取 $A = 65 \sim 150 (\text{A/cm})$; 四极取 $A = 85 \sim 200 (\text{A/cm})$ 。

(3) 电动机输出功率

$$P_n = P_s \eta \cos \varphi (\text{W})$$

2. 定子各部磁密计算

(1) 齿部磁密校验

$$B_t = \frac{3.37 D B_g}{Z b_1} (\text{T})$$

铁芯齿部磁密一般不应超过 $1.47\text{T} \sim 1.72\text{T}$, 如果超过, 应降低气隙磁密, 重算。

(2) 轭部磁密

$$B_c = \frac{1.16 D B_g}{2 p h_c} (\text{T})$$

轭部磁密应控制在 $1.05\text{T} \sim 1.6\text{T}$, 如果超过, 应降低气隙磁密, 重算。

3. 电动机电流

(1) 电动机额定电流

$$I_N = \frac{P_s}{U} = \frac{P_N}{U \eta \cos \varphi} (\text{A})$$

(2) 主绕组电流

电动机运行时副绕组不接入电源, 故主绕组电流等于电动机额定电流。

4. 电容电动机功率和功率因数

(1) 电容电动机的电能功率因数选择

电容电动机的电能功率因数较高, 计算时可先估计功率, 由下面范围预选

$$10\text{W} \sim 40\text{W} \quad \eta \cos \varphi = 0.23 \sim 0.35 \quad 45\text{W} \sim 450\text{W} \quad \eta \cos \varphi = 0.36 \sim 0.68$$

算出输出功率后, 将预选的 $\eta \cos \varphi$ 值与图 10-1-40 中的相应曲线对照, 并应相符。否则要重算。

(2) 电容电动机的效率

电容电动机的功率越大, 其效率一般也越高, 对于 400W 以上的可取 $\eta = 0.64 \sim 0.72$; $140\text{W} \sim 400\text{W}$ 则由经验公式求取, 即

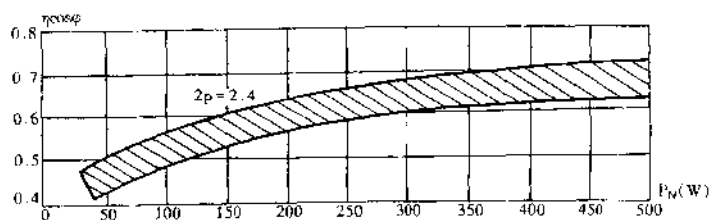


图 10-1-40 单相电容电动机功率因数

$$\eta = 0.215 + K_{\eta} \sqrt{75.7 - \left(\frac{P_N}{50} - 9\right)^2}$$

式中: K_{η} —经验系数, $K_{\eta} = 0.048 \sim 0.055$, 极少数者取较大值

P_N —输出功率(W)

(3) 电容电动机的功效因数

$$\cos \varphi = \frac{\eta \cos \varphi}{\eta}$$

由上式求出的 $\cos \varphi$ 值应在如下范围, 即功率为 10W ~ 35W 时, $\cos \varphi = 0.8 \sim 0.86$; 40W ~ 400W 时, $\cos \varphi = 0.85 \sim 0.96$ 。如果计算值超出范围, 要重选 $\eta \cos \varphi$ 值后, 复算。

5. 电容电动机主绕组电流估算

$$I_m = \frac{P_S}{\sqrt{2}U} = \frac{P_N}{\sqrt{2}\eta \cos \varphi U} = 0.707 I_N$$

6. 主绕组导线电流密度

电容电动机主绕组导线电流密度由表 10-1-2 选择。

表 10-1-2 单相电容电动机主绕组导线电流密度

电动机型式	导线电流密度 j (A/mm ²)
一般用途电容电动机	4 ~ 8
电容式风扇	4 ~ 7
外转子电容式吊扇	3 ~ 5
洗衣机电容式电动机	4.5 ~ 7.5
脱水机电容式电动机	5 ~ 8.5

7. 定子绕组系数

电容电动机采用正弦绕组时, 绕组系数由布线方案决定。若采用其他绕组型式, 则一般占槽比 $Q_m/Q_s = 1$, 主、副绕组系数相等, 并由下式求得

双层绕组

$$K_{dp} = \frac{0.707}{q \sin\left(\frac{45^\circ}{q}\right)} \cdot \sin\left(90^\circ \frac{Y}{\tau}\right)$$

式中: q —每极相占槽数, $q = Z/2pm$

γ —双层绕组线圈节距(槽)

τ —极距(槽)

单层绕组

$$K_{dp} = \frac{0.707}{q \sin(\frac{45^\circ}{q})}$$

8. 副绕组计算

(1) 副绕组每极匝数

$$W_{pa} = K_B W_{pm} \frac{K_{dpm}}{K_{dpa}} (\text{匝/极})$$

式中 K_B —变比系数。一般电容电动机可取 $K_B = 0.96 \sim 1.7$; 电容式风扇取 $K_B = 1.1 \sim 1.42$; 洗衣机取 $K_B = 1$ 。

(2) 导线直径计算

$$d_a = d_m t_D (\text{mm})$$

式中: t_D —比值系数, 一般电容电动机取 $t_D = 0.73 \sim 1.7$; 电容式风扇取 $t_D = 0.78 \sim 0.92$; 洗衣机取 $t_D = 1$ 。

必须注意, 选取系数时应作统筹考虑, 如选用较大的 K_B 值, 则宜选用较小的 t_D 值, 以避免个别槽的满槽率超高。

9. 电容器选择

(1) 运转电容器的容量估算

电容运转电动机的电容器是长期通电运行, 故应选用油浸密封型纸介质或金属化纸介质电容器。当电源频率 $f = 50\text{Hz}$ 时, 电容器容量由下式确定

$$C_Y = \frac{K_C I \times 10^3}{U \cos \varphi 2P} (\mu\text{F})$$

式中 K_C —系数。一般电容电动机取 $K_C = 2.2 \sim 2.5$; 对于重载启动的如洗衣机电动机等, 可取 $K_C = 5 \sim 6.5$ 。

(2) 副绕组电流计算值

$$I'_a = \frac{I_m}{K_B t_D} (\text{A})$$

(3) 电容器工作电压

$$U_C \geq 3185 \frac{I'_a}{C_Y} (\text{V})$$

10. 校验

(1) 校验线负载

$$A = \frac{0.637(W_{pm} I_m + W_{pa} I'_a) 2P}{D} (\text{A/cm})$$

实际线负载应在允许范围, 并接近初选值, 如偏差过大时, 要重选重算。

(2) 校验满槽率

满槽率 K 应在表 10-1-3 的范围内。若 K 大于允许范围, 首先要检查导线电流密度 j 选用是否恰当, 若 j 值偏低可在合理范围内增大 j 值再算; 要是原选用 j 值已较高, 则只能在允许

范围内增加气隙磁密 B_g 重算,这时的电动机容量将随之减小;反之,若 K 过小,则增大 j 或减小 B_g 重算。

表 10-1-3

电动机满槽率 K

导 线	满槽率 K
双纱包圆铜线	0.32 ~ 0.35
单纱漆包圆铜线	0.38 ~ 0.4
漆包圆铜线	0.42 ~ 0.45

为掌握绕组的计算方法,现举例如下。

例题:有一台脱水用电容电动机,原始数据失落,测得铁芯尺寸为内径 $D = 7\text{cm}$,叠厚 $L = 2\text{cm}$ 。齿厚 $b_t = 0.41\text{cm}$,轭高 $h_c = 0.82\text{cm}$, $Z_1 = 24$ 槽。试求重绕数据。

解:

1. 电动机功率估算

(1) 估算极数

$$2P = (0.35 \sim 0.4) \frac{Zb_t}{h_c} = (0.35 \sim 0.4) \frac{24 \times 0.41}{0.82} = 4.2 \sim 4.8$$

取 $2P = 4$ 极试算。

(2) 电动机计算容量

选气隙磁密 $B_g = 0.53\text{T}$,线负载 $A = 130\text{A/cm}$

$$P_s = \frac{0.06 B_g D^2 L A}{2p} = \frac{0.06 \times 0.53 \times 7^2 \times 2 \times 130}{4} = 101.3\text{VA}$$

(3) 电容电动机输出功率

预选电能功效因数 $\eta \cos \varphi = 0.32$

$$P_N = P_s \eta \cos \varphi = 101.3 \times 0.32 = 32.4\text{W}$$

取 $P_N = 35\text{W}$ 。因功率较小,图 10-1-40 无法对照,故算出功率因数后再取定。取系数 $K_\eta = 0.05$ 。

电容电动机效率由经验公式确定

$$\eta = 0.215 + K_\eta \sqrt{75.7 - \left(\frac{P_N}{50} - 9\right)^2} = 0.215 + 0.05 \sqrt{75.7 - \left(\frac{35}{50} - 9\right)^2} = 0.37$$

电容电动机的功率因数

$$\cos \varphi = \frac{\eta \cos \varphi}{\eta} = \frac{0.32}{0.37} = 0.86$$

求得的 $\cos \varphi$ 值在正常范围,故可取定 $\eta \cos \varphi = 0.32$ 。

2. 定子各部磁密校验

(1) 齿部磁密

$$B_t = \frac{3.37 D B_g}{Z b_t} = \frac{3.37 \times 7 \times 0.53}{24 \times 0.41} = 1.27\text{T}$$

(2) 轭部磁密

$$B_t = \frac{1.16DB_g}{2ph_c} = \frac{1.16 \times 7 \times 0.53}{4 \times 0.82} = 1.31\text{T}$$

验算铁芯磁密均在允许范围,且都在中值左右,是较合理的,故取定 $B_g = 0.53\text{T}$ 。

3. 电动机电流

(1) 电动机额定电流

$$I_N = \frac{P_S}{U} = \frac{101.3}{220} = 0.46\text{A}$$

(2) 主绕组电流

$$I_m = 0.707 I_N = 0.707 \times 0.46 = 0.325\text{A}$$

4. 方案选择

每极相组 $\tau = 6$ 槽。主、副绕组均采用正弦布线,每极相组由 3 只线圈组成,绕组系数 $K_{dpm} = K_{dps} = 0.804$;各线圈匝比系数如下

$$y_{1-7} \quad K_1 = 26.8\%$$

$$y_{2-6} \quad K_2 = 46.4\%$$

$$y_{3-5} \quad K_3 = 26.8\%$$

5. 主绕组计算

(1) 主绕组每极匝数

取压降系数 $K_u = 0.75$

$$W_{pm} = \frac{21.4K_u U}{B_g DLK_{dpm}} = \frac{21.4 \times 0.75 \times 220}{0.53 \times 7 \times 2 \times 0.804} = 591 \quad \text{匝/极}$$

(2) 每极线圈分配

$$W_{1-7} = K_1 W_{pm} = 0.268 \times 591 = 158 \quad \text{匝}$$

$$W_{2-6} = K_2 W_{pm} = 0.464 \times 591 = 275 \quad \text{匝}$$

$$W_{3-5} = K_3 W_{pm} = 0.268 \times 591 = 158 \quad \text{匝}$$

(3) 导线直径

选主绕组导线电流密度 $j = 6.4\text{A/mm}^2$

$$d_m = 1.13 \sqrt{\frac{I_m}{j}} = 1.13 \sqrt{\frac{0.325}{6.4}} = 0.255\text{mm}$$

主绕组选用标准导线直径 $d_m = 0.25\text{mm}$ 。

6. 副绕组计算

(1) 副绕组每极匝数

选变比系数 $K_B = 1.28$

$$W_{ps} = K_B W_{pm} \frac{K_{dpm}}{K_{dps}} = 1.28 \times 591 = 756 \quad \text{匝/极}$$

(2) 每极线圈匝数分配

$$W_{4-10} = W_{1-7} = K_1 W_{ps} = 0.268 \times 756 = 202 \quad \text{匝}$$

$$W_{5-9} = W_{2-6} = K_2 W_{ps} = 0.464 \times 756 = 352 \quad \text{匝}$$

$$W_{6-8} = W_{3-5} = K_3 W_{ps} = 0.268 \times 756 = 202 \quad \text{匝}$$

(3) 导线直径

选比值系数 $t_D = 0.95$

$$d_a = d_m t_D = 0.25 \times 0.95 = 0.237 \text{ mm}$$

副绕组选用标准导线直径 $d_a = 0.23 \text{ mm}$ 。

7. 电容器选择

(1) 电容器容量

脱水机属负载启动, 故选系数 $K_C = 5$

$$C_Y = \frac{K_C I \times 10^3}{U \cos \varphi_{2p}} = \frac{5 \times 0.46 \times 10^3}{220 \times 0.86 \times 4} = 3 \mu\text{F}$$

取运转电容器 $C_Y = 3 \mu\text{F}$ 。

(2) 副绕组计算电流估算

$$I'_a = \frac{I_m}{K_B t_D^2} = \frac{0.325}{1.28 \times 0.95^2} = 0.28 \text{ A}$$

(3) 电容器工作电压

$$U_C \geq 3185 \frac{I'_a}{C_Y} = \frac{3185 \times 0.28}{3} = 297 \text{ V}$$

运转电容器工作电压选 $U_C = 300 \text{ V}$ 。

8. 校验

(1) 校验线负载

$$A = \frac{0.637(W_{pm} I_m + W_{pa} I'_a) 2p}{D} = \frac{0.637(591 \times 0.325 + 756 \times 0.28) \times 4}{7} = 147 \text{ A/cm}$$

线负载实际值在允许范围, 通过验算。

(2) 校验满槽率

设槽楔厚度 $h = 2.7 \text{ mm}$

$$A_n = \frac{b_1 + b_2}{2} (h_s - h) = \frac{4.8 + 7.6}{2} (11.3 - 2.7) = 53.32 \text{ mm}^2$$

经计算获知第5槽的导线总截面积最大, 故按第5槽进行校验。

$$S_{n5} = 0.785(W_{3-5} d_m^2 + W_{5-9} d_a^2) = 0.785(165 \times 0.25^2 + 352 \times 0.23^2) = 22.68 \text{ mm}^2$$

第5槽的满槽率为

$$K_n = \frac{S_n}{A_n} = \frac{22.68}{53.32} = 0.425$$

最高的满槽率在允许范围, 验算通过, 可进行重绕。

四、电动机常见故障检修

1. 电动机机械故障的检修

(1) 端盖间紧固螺丝松动

端盖间紧固螺丝松动将影响转子和轴承的正常安装位置, 可使转子偏斜, 导致定、转子相擦, 严重时使转子不能启动, 同时还会使电动机的“嗡嗡”声增大。如发现有的紧固螺丝松动, 应拧紧, 再手动和通电检查电动机运转状况。

(2) 转轴弯曲

转轴弯曲变形是因安装不正确、长期超负荷运转或受外力碰撞而引起的,弯曲的表现是使定子与转子相擦,产生摩擦声和机械噪声,手动检查即可发现。

如果转轴弯曲量超过 0.2mm,则必须矫正,矫正弯曲处最好用压力机或车床。把转子放在车床上,利用三爪自定心卡盘和尾座顶尖将两端夹紧,另用一铁棒或一节长铁管压在弯曲部,棒的一端利用床身作支点,运用杠杆原理慢慢地施加压力,每施压一次,检查一次,一点一点地将弯曲处矫正过来。用压力机或敲打法矫正,则是将弯曲变形位置朝上,轴两端用等高的硬木垫起,如图 10-1-41 所示,用硬木顶住变形位置,逐点用压力机加压或用手锤敲击,边矫正边检查,由轻到重,反复进行,直至调为径向跳动量在 0.05mm 之间。

(3) 电动机噪声大

检查电动机噪声大小的方法通常是从洗衣机上拆去三角皮带,让电动机空载运行,凭听觉来判断。必要时可拆下,让电动机单独运行。电动机噪声可分为三类:电磁噪声、机械噪声和空气动力噪声。

电磁噪声是由交变磁场在电动机铁芯中引起周期性震动而产生的声音。正常电动机的电磁噪声是稳定而均匀的“嗡嗡”声。电磁噪声的大小取决于电动机的电路和磁路及其所形成气隙磁场的对称性,受电压高低的影响较明显,断电后即消失。

机械噪声是电动机在运行中,旋转部分和静止部分因震动和摩擦而发出的声音。震源是轴承和旋转系统质量不平衡而产生的周期震动。声音均匀而连续。

空气动力噪声是电动机在运行时,转子上的风扇扇叶对空气产生冲击和摩擦而产生的声音,随转子转速增加而增强,声音连续而单一。

判断电动机噪声时,可将在空载运行中的电动机突然断电,由于电动机的电磁作用迅速消失,而电动机却要长时间作惯性运转,因此电磁噪声将迅速消失,而机械噪声却随着惯性转动而继续存在。如电动机断电后噪声迅速消失,则为电磁噪声大,如噪声无明显变化,则为机械噪声大。

a. 降低电磁噪声的方法

当发现电动机的电磁噪声大时,应检查转子转动是否灵活,是否有摩擦声、电机外观和紧固是否均匀,最后检查电动机的轴向串动及轴端的径向跳动。可将紧固螺钉松开一、二扣后,用橡皮锤轻轻敲打端盖的一方,使转子位置稍有变化,再通电听听噪音大小,如噪音变小,则可在原位敲打,直到声音正常为止,然后均匀拧紧螺钉。如果经敲打后噪音增大了,则需在相反的一方敲打。

电动机的“嗡嗡”声不稳定,时大时小,可能是转子轴向串动过大。通过调整或加減垫圈的办法,使定、转子芯片端面处在同一平面上。

b. 降低机械噪声的方法

机械噪声主要包括旋转噪声、轴向串动撞击噪声、轴承端面摩擦噪声和转子不平衡振动噪

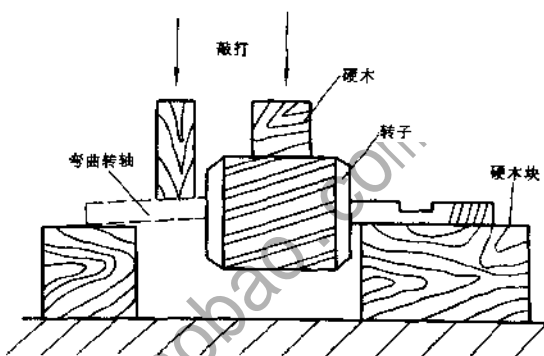


图 10-1-41 用压力机或敲打法矫正

声等。

旋转噪声主要是由于转轴和轴承的配合间隙较大、具有一定的不圆度和不平行度而产生的,旋转噪声随转轴和轴承的磨损增加而增大,严重时,轴承磨损过大,可导致定、转子相擦。

轴向串动撞击噪声表现为不规则的撞击声,其表现形式是电动机旋转时,转轴“一伸一缩”,使端盖内转轴上的垫片撞击轴承端面而引起噪声。处理办法在上述降低电磁噪声的方法中已有介绍。

轴承端面摩擦噪声,是与轴承端面接触的垫片工作在干摩擦状态下而产生的“嚓嚓”的摩擦噪声。消除方法是更换垫片或将垫片反向装配并加入适量的润滑油即可。需要注意的是,垫片的内径公差值不能大于转轴直径 0.1mm,否则超差的垫片不随转轴旋转,时转时停,摩擦噪声将显著增加。

转子不平衡振动噪声,其明显特征是具有周期性,频率等于电动机每分钟的转数,并同时具有振动性。转子不平衡可由转轴变形弯曲和转子本身质量分布不均匀引起。

通过分析电动机电磁噪声和机械噪声产生的原因可知,多数故障原因是共有的。检修电动机噪声故障,也是检修电动机的机械故障,检修方法基本相同。

2. 单相异步电动机电气故障检修

单相异步电动机电气故障主要是在启动元件、定子绕组和转子绕组上。启动元件故障有断路、短路和接触不良。定子绕组故障有断路、短路、通地和绕组接反等。转子绕组故障是铝条(鼠笼条)和端环断裂。另外,电动机还有因接线错误引起的故障。对启动元件的故障可查阅相关内容,在此简略。

(1) 定子绕组断路

绕组断路可用万用表检查。将万用表拨至欧姆挡,把一根表笔接绕组公共引出线,另一表笔接主绕组或副绕组引出线,当测得某绕组电阻为无穷大时,则该绕组存在断路故障。

如断路点在引出线焊接点,只要重新焊接和重新包扎好绝缘就可以了;如果断路点在线圈端部,可将绕组加热到 70℃~80℃ 半小时,使线圈软化,把线匝分开,将断路点焊好并包好绝缘即可;如果断路点在线圈内部,一般就要重新绕制线圈,更换有断路故障的那组线圈。

(2) 定子绕组短路

可用万用表电阻挡分别测量两个绕组的电阻值并与已知的正常电阻值相比较,电阻小的绕组为有短路故障。这种方法适用于多点短路。分别测得两相绕组的电阻值,设此两电阻值分别为 R_1 和 R_2 ,再测量电动机两个绕组引出线间的电阻值,设为 R_3 ,正常时 $R_3 = R_1 + R_2$ 。若测量结果是 $R_3 < R_1 + R_2$,则可判断为两绕组间短路。也可用 500V 兆欧表检查相间短路。将电动机绕组中线拆开,用万用表欧姆挡分别测主、副绕组的直流电阻,目的是检查两绕组本身通不通。确认无断路的情况下,将兆欧表的两个表笔夹分别夹住主绕组一端和副绕组一端,用手摇动兆欧表的摇把,以 120r/min 的速度旋转,如果兆欧表指示 ∞ ,说明主、副绕组间无短路。如测得绝缘电阻是零,说明主副绕组相间短路。

如线圈是因漆皮碰破造成匝间短路,或者是局部线圈因电流过大而烧焦形成短路,短路点在线圈表层,对这点故障可做局部修补。把定子绕组加热至 120℃ 左右,使线圈软化后,用胶木板条把受损伤的几匝线圈挑起,垫上绝缘纸,涂上绝缘漆再放回原处,整理绑扎后再涂以绝缘漆烘干即可。

如果相间短路部位发生在绕组端部,修理方法是把定子烘热至 120℃ 使线圈软化,用胶木

板将主、副绕组掰开,用0.12mm厚的青壳纸剪成与端部形状相同的绝缘垫垫入主、副绕组之间。垫好后用500V兆欧表检查相间短路是否已排除,若已排除,则将线圈整形绑扎后作浸漆、烘干处理。

短路故障发生在定子槽里的两绕组间时,将定子绕组加热至120℃使其软化后,取出槽楔将上层绕组拆出槽外,用绝缘材料盖好下层绕组,再把拆出的绕组轻轻嵌入槽内,重新整理好原来的绝缘材料,塞入槽楔。经检测合格后进行浸漆、烘干处理。

若短路故障严重,可采取更换局部绕组的方法修理,必要时可更换全部绕组。

(3) 绕组通地

绕组通地时,机壳带电。如果机壳本身接地,人碰到机壳会有麻电感,如若机壳本身没有接地措施,人碰到机壳就会造成触电事故。

绕组通地可用观察法检查。若发生在绕组端部和槽口处,观察绕组的端部和槽口处,看是否有破裂和焦黑的痕迹,如有焦黑处,说明故障就在此处。也可用500V兆欧表检查,把“火线”一端接电动机绕组的引出端(可以分别接两个绕组,也可以将两个绕组并接在一起测),“地线”一端接电动机端盖,测出电机的绝缘电阻。如果测量值在0.5MΩ以上,说明绝缘尚好,可继续使用;如果在0.5MΩ以下,但不接近于零,说明绕组受潮,或绝缘击穿,只是还有一个阻值很小的绝缘层;若测量值为零,表明绕组已通地,为短路性漏电。如无兆欧表,也可用高阻挡的万用表测量,正常时,表针应指向无穷大。

如果发现整个绕组受潮,可以把整个定子进行烘干,如果有条件经预烘后浇上绝缘漆,再进行烘干,直到绕组对地绝缘电阻超过0.5MΩ。如经烘干后,绝缘电阻仍小于0.5MΩ,则必须更换绕组。

如果通地故障点在绕组端部槽口处,且没有严重烧毁,则只要在通地处的导线和铁芯之间插入绝缘纸,涂刷绝缘漆并进行检测即可。

如果通地点在槽内,要采用拆修重嵌法,或更换新电动机。

(4) 转子断条

转子断条后,电动机会产生强烈的周期性“嗡嗡”的电磁噪声;负载运行时转速下降,严重时甚至停转;启动困难,甚至不能启动;在运行中转子发热厉害,断裂处产生火花。

转子断条的检查可用外观目测法。拆开电动机,取出转子,如端环断裂,可直接发现。如导条断条严重,运行时间又较长,断裂处就会呈暗黑色,也容易发现。

如果断裂处在端环或槽外其他明显部位时,可将断裂纹凿成V型槽,用气焊把V型槽填平。导条的裂纹明显时,可在裂纹钻一小孔,然后用比孔略粗一些的铜丝或铝丝将孔铆死,并且锉平。如果断条较多时,应尽可能更换同样的新转子或新电动机。

10.1.9 电子调速模块

一、电子调速模块的结构

电子调速模块是高速脱水洗衣机运转必需的电器件,转速600r/min以下的滚筒洗衣机一般不需电子调速模块,这种洗衣机只有两个转速,通过双速电动机就能实现。而转速600r/min以上的滚筒洗衣机,则需要通过电子调速模块与串激电动机的配合来实现洗衣机的无级调速。

在洗衣机上可实现从 0 到 1600r/min 的无级调速。

电子调速模块电路如图 10-1-42 所示。主要控制功能由集成芯片 TDA1085C 实现。芯片与外围电路分别构成速度检测、电压调节、脉冲触发和线性发生器等电路。与外接的速度调节器、单相串激电动机及测速发电机构成调速机构。

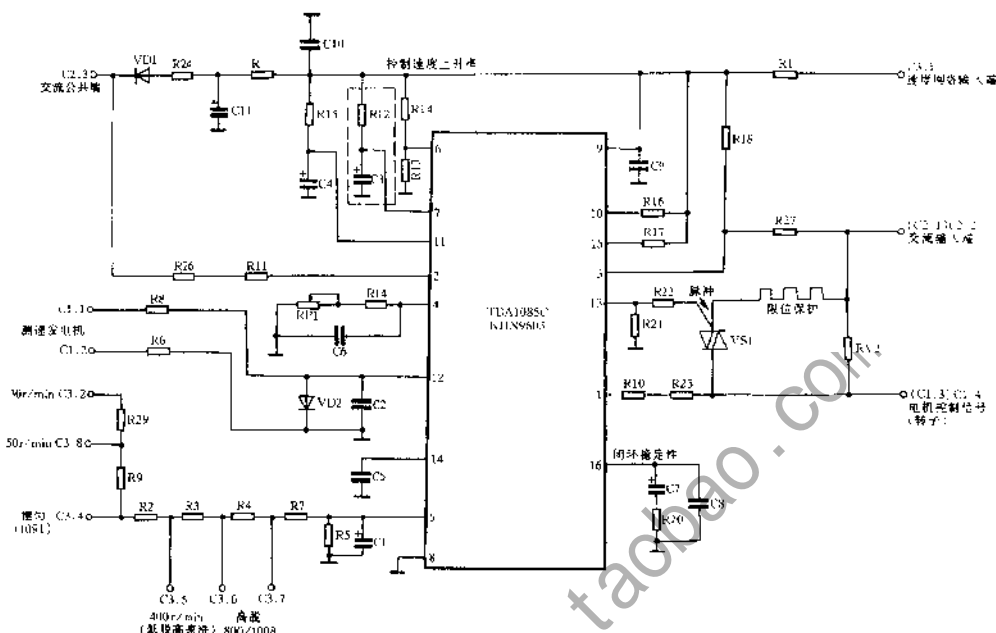


图 10-1-42 电子调速模块电路图

二、电子调速模块的电路原理

电子调速模块的控制图如图 10-1-43 所示。由速度调节器对电子调速模块设定一个脱水转速，电子调速模块输出电压并逐渐升高，控制串激电动机转速不断升高。串激电动机带动测速发电机旋转，测速发电机生成一个电压信号反馈给电子调速模块，电子调速模块将反馈信号与设置信号相比较，如能达到设定电压，则停止升压，并因此形成一个闭环控制系统，实现调速的目的。

图 10-1-43 电子调速模块控制图

TDA1085C 集成芯片为通用电动机速度控制器。速度调节器为一可调电阻与调速模块的 RC 电阻网络产生一个基准电压，由测速发电机检测单相串激电动机转速而获得取样电压，取样电压与基准电压进行比较后将此信号一路送到线性发生器，另一路送到脉冲发生器，有脉冲发生器控制双向晶闸管的导通角，改变加到串激电动机上的电压。速度上升率也可以设定，在电动机整个转速范围内可设定两种速度上升率。如图 10-1-44 为洗衣机电机转速曲线。

①为洗衣机从停止到洗涤的转速曲线，②为洗衣机从洗涤到分布时的转速曲线，③为洗衣机从分布到脱水时的转速曲线，④为洗衣机直接脱水时的转速曲线。

交流电源断电、波动或电动机过流，检测装置失效，使 TDA1085C 均提供保护功能。

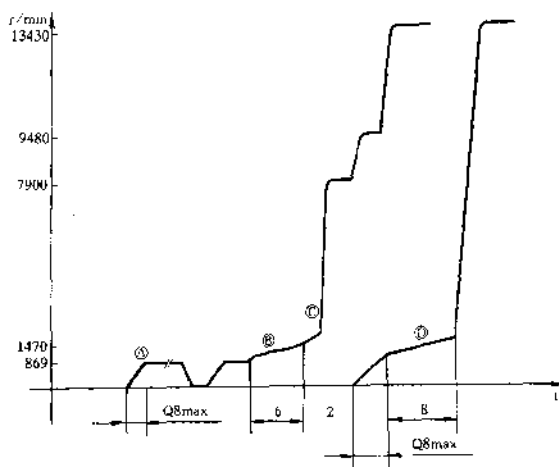


图 10-1-44 洗衣机转速曲线

电子调速模块上的端口分别由接插件连接。电子调速模块的电阻网络接口接通与否控制着串激电动机的不同转速,实现洗衣机的洗涤转速 55r/min,分布转速 93r/min,三种脱水转速 (400r/min、800r/min、1100r/min),调速模块各接口转速的逻辑关系见表 10-1-4。

表 10-1-4

电动机转速逻辑关系

端子	C3.8	C3.7	C3.6	C3.5	C3.4	C3.2
电动机不工作	0	0	0	0	0	0
弱洗涤	0	0	0	0	0	1
标准洗涤	1	0	0	0	0	*
衣物摆匀	*	0	0	0	1	*
脱水 1	*	0	0	1	*	*
脱水 2	0	0	1	0	0	0
脱水 3	0	1	0	0	0	0

注:0—不接通;1—接通;*—悬空。

三、电子调速模块的常见故障

电子调速模块损坏,造成洗衣机不洗涤,不脱水。

故障原因为电子调速模块浸胶后,插片处有硅胶,与插头接触不良,电阻网络烧坏。检修方法是拆下电子调速模块,目视检查其上的元器件有无烧坏的痕迹,如有,应更换电子调速模块并正确接线。然后检查模块上有无硅胶,如有可用稀料将插片硅胶清洗干净,使插片各端子配合紧密。

若更换电子调速模块后,洗衣机仍不工作,应根据电路图检查程控器插头上电子调速模块的输出端,以及检查导线插接件是否插接牢固、正确并到位。然后采取相应措施解决。

10.1.10 模糊控制洗衣机传感器

对被洗衣物的重量进行判定,以便正确设定水位、基准洗涤时间、洗涤水流强度以及在洗

涤过程中实时检测洗涤液的温度、脏污程度,都需要借助于传感器。

洗衣机上使用的模糊传感器主要有水位传感器、布量传感器、布质传感器、浊度传感器和温度传感器等。

一、水位传感器

水位传感器即电子水位传感器,参见水位开关部分的介绍。这种电子水位传感器对水位具有很高的灵敏度,当洗衣机注水时,空气管内气压的逐渐上升推动电子水位感应器内的铁芯在电磁线圈中移动,从而使电感线圈的电感量变化引起电路振荡频率的变化,这种变化被单片机读取,电脑程控器就可以随时测知水位,并以此进行智能判断。

二、布量传感器

由控制理论的基本原理可知,当突然加电时,洗衣桶内的衣物越多,洗衣机驱动电动机的负载就越大,阻力矩就越大,电动机达到稳定速度的时间越长。反之,布量少,电机达到稳定速度的时间越短。因而,可以通过测量电动机速度上升时间的长短来判断被洗衣物的布量;或测量电动机的工作电流,间接测量布量的多少;其次是测量电动机切断电源后电机绕组两端的反电动势,以测量布量的多少。

布量传感器的原理如图 10-1-45 所示。当电动机切断电源之后,要经过一段时间 t 才停止运转。在这个过程中,转子具有一定的剩磁,定子绕组切割磁力线,在绕组中产生感应电动势。这个交变的感应电动势加在光电耦合器 V 上,使其每个周期导通一次,形成一个低压脉冲。此低压脉冲经放大整形后输入至单片机,当布量多时, t 短,形成的脉冲个数少;当布量少时, t 长,形成的脉冲个数多。

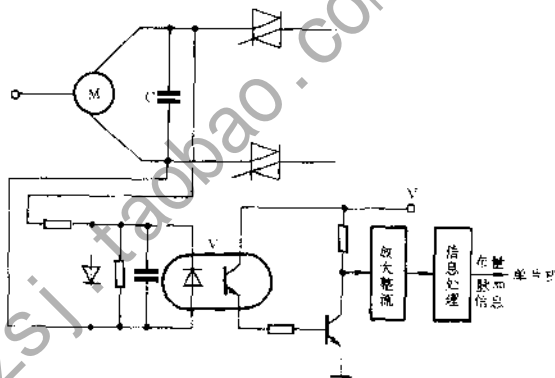


图 10-1-45 布量传感器原理图

三、布质传感器

一般来说,布质和布量可以用同一个传感器来检测。布质硬和布质软的衣物,对电机的工作电流和反电动势的影响,与布量传感器的原理相同。同时,对布质的检测还可以根据不同布质衣物吸水性的区别,来检测给水前和给水后一定时间内水位的变化,判断布质。

四、浊度传感器

模糊控制洗衣机确定衣物是否干净,是通过对衣物混浊度的检测来实现的。在排水管上设置了一个透明部分,在此两则分别设置了发光二极管和光敏三极管,如图 10-1-46 所示。发光二极管透过洗涤液向光敏三极管发光,洗涤液越混浊,光敏三极管收到的光线越弱,这种光信号被光敏三极管转换成电压,由电脑程控板内单片机读取数值,检测出洗涤液的混浊度,从而判断所洗衣物的脏污程度。

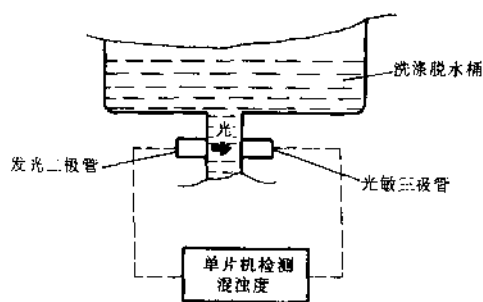


图 10-1-46 光传感器工作示意图

根据洗涤液达到混浊饱和度时间的不同,可以判断衣物脏污的性质。当衣物在一定的时间内混浊度变化较快,并且很快达到一定的饱和度,说明污垢是泥性的,洗涤的时间可以较短;当衣物在一定的时间内洗涤液的混浊度变化较慢,并且不断地增加混浊度,这说明污垢是油性的,洗涤的时间应相应延长。

通过对混浊度的不断检测,模糊控制洗衣机就可以确定衣物是否已洗干净,并根据判断情况确定洗涤时间长短、加热温度高低以及漂洗次数的多少等。

五、温度传感器

某些半导体材料的电阻值有随温度变化而显著变化的特性,根据这个特性制成的热敏电阻,安装在洗衣桶的下部,可以将水温或室温的变化转换成电压信号的变化输入到单片机,当温度偏低时,洗涤和脱水时间延长。温度传感器一般为低温 10°C 以下、中温 $10^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 、高温 25°C 以上三挡。

除了以上模糊洗衣机常用的几个传感器以外,还有许多模糊逻辑判断是通过其他特殊方式来进行的。如光敏水位传感器、半导体压力传感器、转换传感器以及电流传感器等。

10.2 电脑全自动波轮洗衣机

在我国,20 世纪 80 年代末电脑波轮洗衣机就已进入了市场,今天,波轮洗衣机应用的许多电脑控制方式已经得到普遍升级,控制电路也大为简化,各种功能更易于实现和扩展,而且操作简单、维修方便,特别是模糊控制技术、故障自诊断功能及自保护功能,使洗衣机的自动化程序实现了质的飞跃。目前,市场上销售的全自动波轮洗衣机中电脑全自动洗衣机已占绝对主导地位。

10.2.1 电脑波轮洗衣机的主要特点

电脑全自动波轮洗衣机与机械程控式全自动波轮洗衣机相比,其基本结构是完全相同的,同样可以分为洗涤系统、传动系统、进排水系统、减震支撑系统和控制操作系统五大部分。其不同之处在于控制部分不同,即分别采用电脑程控器和机械程控器控制洗衣机工作的全过程,以及机械程控洗衣机采用的是交流电磁铁,而电脑全自动洗衣机采用直流电磁铁。

二者从功能上相比较,电脑全自动波轮洗衣机有以下特点。

1. 有多种自动程序和用户自编程序

机械程控式洗衣机只有 2~3 种洗衣程序,而一般电脑全自动洗衣机有 4 种以上全自动程序,包括“标准程序”、“节约程序”、“轻柔程序”、“快速程序”、“大物程序”、“手搓洗程序”以及“精洗程序”等,以满足洗涤不同衣物的需要。另外,电脑洗衣机还有数十种自编程序,用户可

根据所洗衣物的材质、多少和脏污程度等因素自己设置程序,达到更好的洗涤效果。

2. 无水试机功能

一般情况下电脑全自动洗衣机必须在一个过程完毕后才能进入下一个过程,如只有当进水到一定水位后,波轮才能开始运转,这些对于检修洗衣机来说费时费力又不方便。为此,电脑全自动洗衣机都设置有无水试机功能,在洗涤桶内无水的情况下,可以方便、快速地检测洗衣机的基本功能如洗涤动作、脱水动作和自动断电功能,有利于顾客、商场试机,也有利于维修人员的检修工作。

一般电脑全自动洗衣机的无水试机都是用左手的食指和中指按住操作面板上最左侧的两个按键保持按下不放,再用右手食指按下电源开关按键后双手同时放开,在 3s 内再按最左侧的第一个按键,随按压次数的不同,检测不同的内容。

(1) 检测蜂鸣器和电源开关

进入无水检测程序,不按功能选择按钮,只按启动/暂停按钮两次。此时洗涤、漂洗、脱水三个指示灯由发亮变为闪烁,蜂鸣器断续鸣响三次后,电源开关自动断电,所有指示灯熄灭。说明蜂鸣器和电源开关以及功能指示灯正常。

(2) 检查洗涤运转

进入无水检测程序,按压一次功能选择按钮,洗涤指示灯亮,再按程序选择的任意按钮,相应的指示灯亮;最后按压启动/暂停按钮两次,洗涤指示灯闪烁。此时,电动机即可带动波轮运转 6min,这时可检查洗涤运行是否正常。

(3) 检查脱水运转

进入无水检测程序,按压两次功能选择按钮,洗涤、漂洗和标准指示灯亮;再按压两次启动/暂停按钮,洗涤和漂洗指示灯闪烁。此时,电动机可带动脱水桶运转 6min,这时可检查脱水运转是否正常。当进行脱水不平衡试验时,三个功能指示灯应同时闪烁并蜂鸣报警。开盖时,应能停机。

不同品牌和机型的无水试机操作及检测内容都在说明书中有描述。

3. 误操作和故障的自动报警

电脑全自动波轮洗衣机具备自身检测和保护功能,对于不正常使用在自身无法纠正的情况下,会发出误操作和故障的自动报警,几个指示灯同时点亮或闪烁,对于具有数码显示窗的全自动洗衣机,可通过显示英文字母和数字表示不正常状态。如果是由于误操作引起,指示灯闪烁的同时还伴随蜂鸣报警,提醒用户修正,对于故障报警,蜂鸣器不报警。一般情况下,电脑全自动洗衣机对误操作和故障的检测主要包括表 10-2-1 中所列的几个方面。

表 10-2-1 误操作和故障的自动报警

报警方式		异常判定及内容	排除方法
误操作报警	相应指示灯亮或闪烁,蜂鸣器蜂鸣	排水异常: 1. 外部排水管是否有布屑堵塞 2. 排水管是否破裂 3. 排水管离地高度是否超过 10cm,长度延长是否超过 3m 4. 是否有冻结	修正排水管后,机盖开闭一次

续表

报警方式	异常判定及内容	排除方法
误操作报警	机盖异常: 1. 机盖是否打开 2. 机盖未完全闭合	盖好机盖
	给水异常: 供水是否异常	检查供水,机盖开闭一次
	不平衡异常: 1. 洗涤物有否偏向一边 2. 洗衣机放置是否平稳	进行机盖开闭
故障报警	相应指示灯亮或闪烁,蜂鸣器蜂鸣	水位传感器(水位开关)异常
		电动机晶闸管异常
		进水阀晶闸管异常
		芯片存储器通路异常
		热敏电阻异常
		拔下电源开关插头,更换电脑板

4. 脱水不平衡的自动修正

电脑全自动洗衣机具有脱水不平衡自动修正功能,当脱水时由于衣物严重不平衡而引起异常震动并瞬间断续碰撞安全开关时,电脑程控器将控制洗衣机停止脱水动作,自动进入一次进水漂洗过程,使衣物在漂洗过程中重新放置摆匀,再进行排水、脱水,修正过程如图10-2-1所示。这样的调整最多可以进行三次,如果仍无法修正平衡,则洗衣机自动停机并蜂鸣报警。此时,应人工打开洗衣机上盖,将衣物放置均匀,再盖好上盖,即可继续脱水。

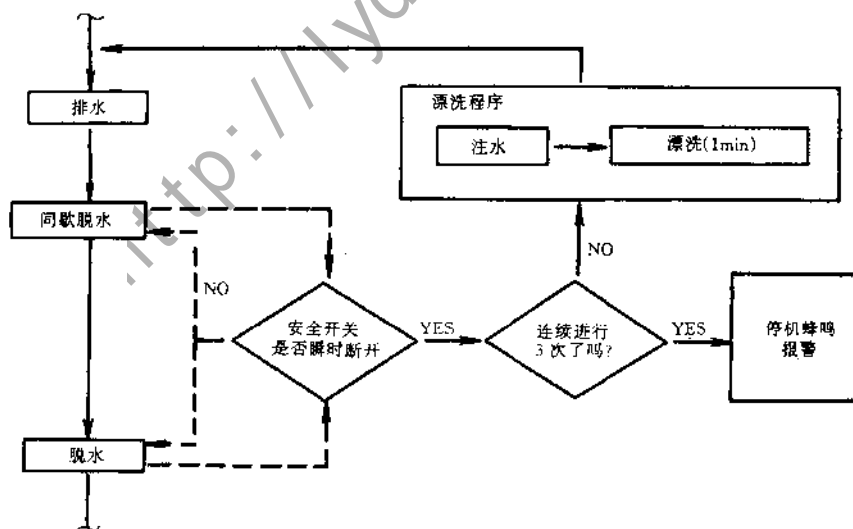


图 10-2-1 脱水不平衡的自动修正

5. 自动断电功能

为了确保使用者的安全,电脑全自动洗衣机在下列情况下具备自动断电功能:

- (1) 开机后过一定时间仍未使用,一般 10min 以后;
- (2) 全程序结束后;
- (3) 不正常情况下发出蜂鸣报警后,过一定时间仍无人修正;
- (4) 电压异常。

6. 模糊控制功能

为达到在洗净衣物的前提下尽可能地节水、节电、降低衣物的磨损,先进的电脑全自动洗衣机能够自动地根据衣物的多少、布质、吸水量的多少、污垢的性质以及水的温度等因素,随时调整洗涤、加热、漂洗和脱水时间,以及水位的高低、洗涤次数等。电脑程控器根据模糊传感器所发出的关于所洗衣物和洗涤环境参数的即时检测信号,通过其内部根据大量人类经验制定的模糊逻辑进行推理,编排最佳洗涤程序。

7. 可进行预约洗涤

可以预约洗衣结束时间,最长预约时间达 24 小时。

8. 具有断电记忆功能

电脑程控器具有断电记忆功能,意外停电时,程控器可记忆断电瞬间的程序状态,来电后自动从中断程序处恢复运行。

9. 具有儿童保护功能

设置该功能后,在进水或洗涤状态打开洗衣机上盖,则洗衣机报警,并转入排水程序,对儿童起保护作用。

10. 数码显示,直观明了

用数码管直接显示程序的剩余时间和用户设定的预约洗衣结束时间及故障状态。

10.2.2 电脑波轮洗衣机的技术参数

以松下 XQB50-857 型电脑全自动波轮洗衣机为例进行介绍。XQB50-857 型电脑全自动波轮洗衣机主要技术参数见表 10-2-2。

表 10-2-2 XQB50-857 型电脑全自动波轮洗衣机主要技术参数

电源	AC220V 50Hz		脱水桶转速	850r/min, 500~600r/min
尺寸	590×575×900(mm ³)		功率	输入 360W, 输出 130W
程序切换	标准、快速、手洗、浸洗、大物		净重	38kg
			毛重	45kg
水位选择器	位置	水量	波轮尺寸	Φ350mm
	高	49L	水位调节	4 段气压电子水位感应式
	中	41L	蜂鸣报知	終了报知、切换报知、故障报知
	低	29L	传感器	布量、水位、温度
	少量	21L		

续表

标准水量消耗	139L		洗涤剂投入方式	预约洗涤时洗衣粉投入洗衣粉盒	
标准洗涤容量	5.0kg(手洗程序洗涤容量 1.2kg)		操作水压	0.03 ~ 1MPa	
波轮旋转数	150r/min、80r/min(手洗)		洗涤方式	新水流	
电机过热保护	○	时间预约	○	软化剂自动投入	○
运动浸泡	○	人工智能	○	自动断电	○

根据不同衣物的洗涤要求,该洗衣机设置了标准、大物、手洗、快洗和强力浸洗 5 种程序。标准程序适用于普通衣物的洗涤,大物程序适用于洗涤毛毯、床单等大件衣物,手洗程序适用于洗涤轻柔羊毛或针织混纺毛衣类,快速程序适用于洗涤轻微脏污的衣物或需进行快速洗涤的场合,强力浸洗程序适用于洗涤工作服等较厚的衣物及严重脏污的衣物。XQB50-857 型电脑全自动波轮洗衣机的操作面板如图 10-2-2 所示。

XQB50-857 型电脑全自动洗衣机采用了先进的人工智能即模糊控制技术,可以进行水位的自动测量、布量的自动测量和温度的自动测量,可以根据衣物自动确定所需水位及洗衣粉量、洗涤时间和脱水时间,在洗涤全过程中随时保持全程检测,自动调整。其模糊控制技术流程如图 10-2-3 所示。

10.2.3 电脑波轮洗衣机工作电路

下面仍以松下 XQB50-857 型电脑全自动洗衣机为例,分析电脑洗衣机洗涤、漂洗、脱水电路的工作过程。XQB50-857 型电脑全自动洗衣机的电路如图 10-2-4 所示。

1. 电源电路

电路中由 220V 的交流电经熔断器组件、电源开关后进入电脑板,给电动机、牵引器及进水阀提供交流电源,同时经电脑板降压、整流、滤波及稳压处理后,为单片机提供 +5V 电源,并给数码管和晶闸管提供驱动电源。电源开关内部有一小线圈,当洗衣程序结束 10min 后如用户没有进行任何操作,控制器则给该线圈通电,线圈得电后带动衔铁动作,切断电源开关内的工作触点,自动完成断电过程。

2. 进水电路

全自动洗衣机接通电源后,按下电源开关,再按动启动/暂停键后,信号输入 IC 内,IC 的输出端向进水阀电路上的双向晶闸管控制极输出触发信号,并使之被触发导通,进水阀通电打开,开始进水。在进水过程中,程控器一直对水位传感器的输出信号进行采样,当采样到的频率值与程序内的设定的值相等时,则认为水位已到设定位置,电脑板关断进水阀晶闸管,洗衣机停止进水,进入洗涤程序。

3. 洗涤(漂洗)电路

洗涤电路和漂洗电路完全相同。当进水达到设置水位后,水位开关触点动作,并将信号输入 IC 内,IC 停止对进水阀晶闸管输出信号,同时 IC 根据程序所设定的电动机转动周期交替地向输出端发出触发信号给电动机正转、反转双向晶闸管的控制极,使电动机带动波轮进行正、反方向旋转,如此交替进行。为减少脱水状态时由于衣物不平衡而带来异常振动,脱水程序开始前电动机作极短暂的正反转,使衣物摆匀。

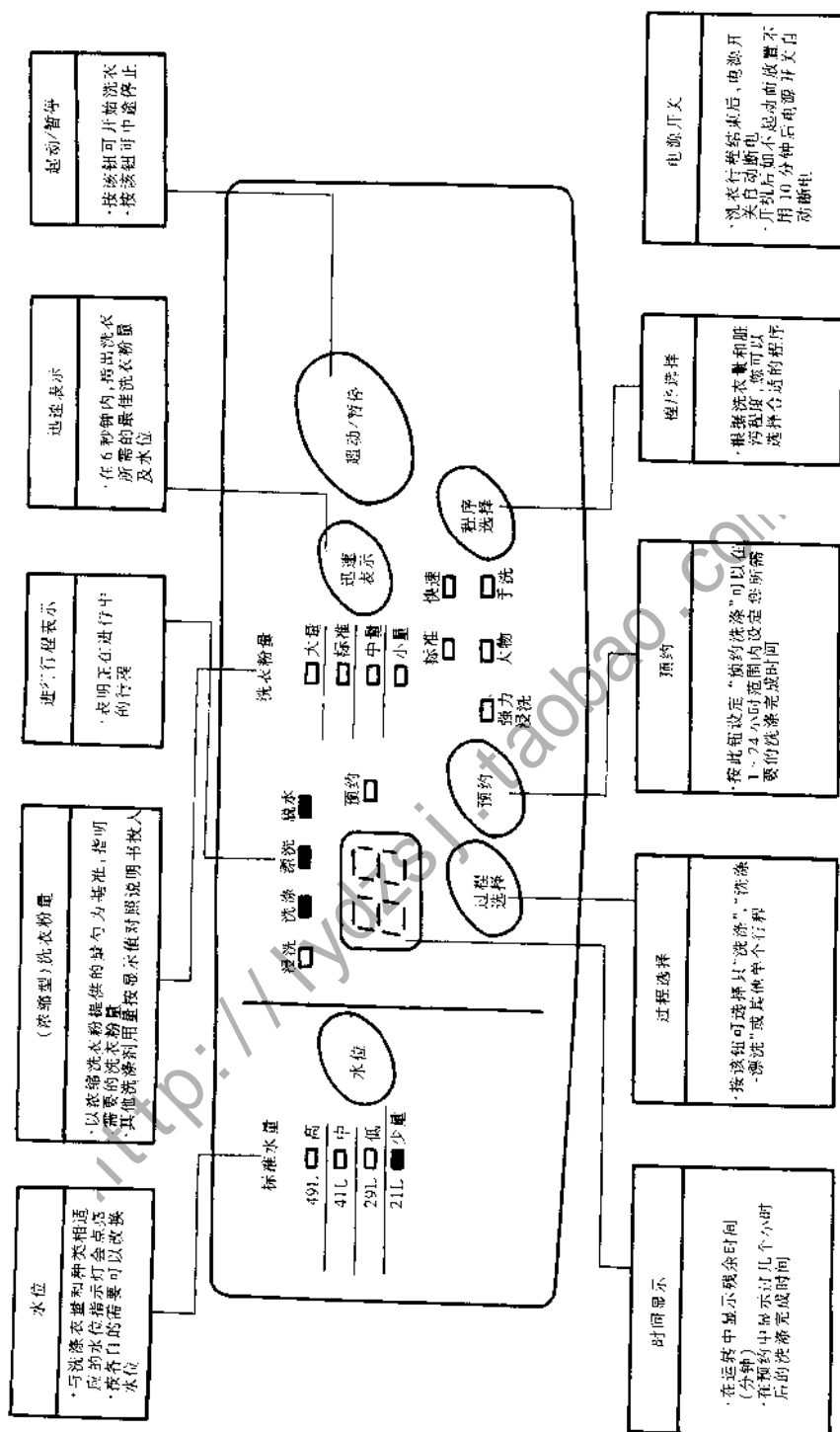


图 10-2-2 XQB50-857 型洗衣机操作面板图

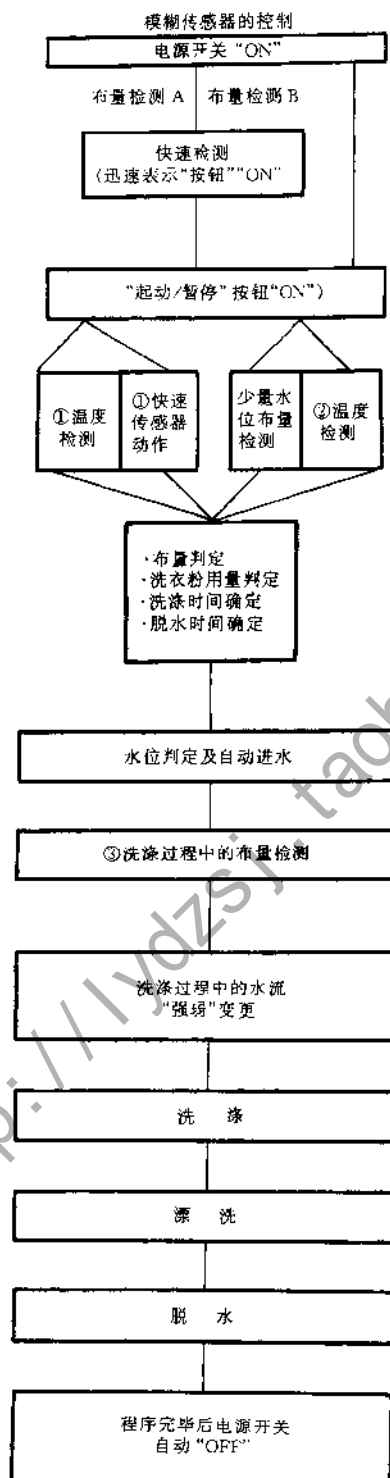


图 10-2-3 XQB50-857 型洗衣机
模糊控制流程

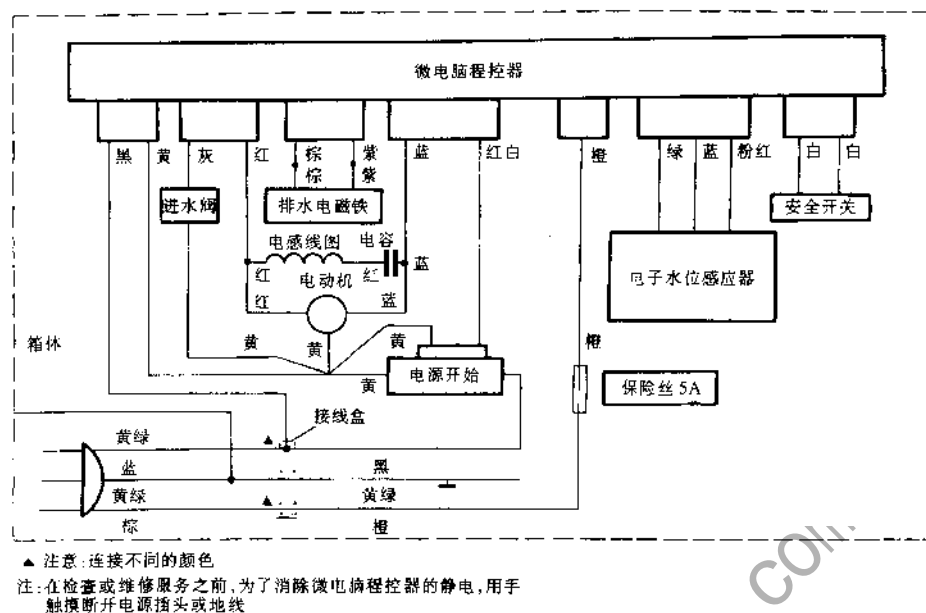


图 10-2-4 XQR50-857 型电脑全自动洗衣机电路图

4. 排水电路

当电脑程控器自动计时内设定的洗涤时间完毕, IC 停止对电动机双向晶闸管输出信号, 洗涤程序结束, 同时 IC 向排水电路上的双向晶闸管输出触发信号。因为电脑全自动洗衣机使用的是直流排水电磁铁, 交流电经被触发导通的晶闸管后, 经桥式全波整流器转变为直流电, 再输入到直流电磁铁, 直流电磁铁通电后吸合, 打开排水阀开始排水, 同时把离合器组件转为脱水状态, 准备脱水。排水开始后, IC 开始排水计时, 一直到水位开关复位, 此为复位时间 T1, 水位开关复位信号发送给 IC, IC 即自动判断排水所需时间, 如果到 IC 内设定排水极限时间, IC 仍未收到水位开关的复位信号, IC 即判定为排水不畅, 遂停止排水, 并报警。

5. 脱水电路

当排水达到 IC 内设定的时间, 此时如果机盖开关处于接通状态, IC 在保持对排水电磁铁电路双向晶闸管的控制信号的同时, 向电动机逆时针方向旋转的主绕组上的双向晶闸管输出触发信号, 闸管导通后, 电动机逆时针方向旋转, 经皮带、离合器传动, 带动脱水桶高速旋转脱水。脱水开始时, 为间歇脱水, IC 向晶闸管断续输出信号, 使电动机间歇运转, 其目的是使衣物在桶内分布均匀, 为高速脱水做好准备。间歇脱水进行一定时间后, 开始高速脱水, 晶闸管被连续导通。

如果在脱水过程中, 打开机盖或因振动过大, 机盖开关(安全开关)输出信号给 IC, IC 将停止对脱水电机的晶闸管及控制排水电磁铁电路的晶闸管输出控制信号, 电动机停止动转, 排水电磁铁复位使离合器复位刹车。

10.3 电脑全自动滚筒洗衣机

与波轮洗衣机相比,滚筒洗衣机普遍都带有加热功能,其加热功率多在 1kW 以上,且选择加热洗时,洗衣机内部环境温度较高(约 40℃),这就给滚筒洗衣机所用的微电脑控制器及其相关电气元件的设计选用及可靠运行带来了较大的困难,所以微电脑控制滚筒洗衣机发展比较缓慢。直到 1995 年,国内推出了第一台小鸭 XQG50-801 型电脑全自动滚筒洗衣机。经过近几年的发展,电脑滚筒洗衣机的品牌、型号已大幅度增加,但滚筒式洗衣机仍以机械程控式为主。

10.3.1 电脑滚筒洗衣机的主要特点

电脑全自动滚筒洗衣机与机械程控式全自动滚筒洗衣机相比,其基本结构是完全相同的,可分为洗涤部分、传动部分、操作部分、减震支撑部分、电气系统、进排水系统和烘干系统。其不同之处在于控制部分和分水系统。电脑全自动滚筒洗衣机的主要特点有:

1. 固定程序和自编程序可随意组合,程序多达上百种;
2. 分水电机或多头进水阀分水,使洗涤剂、软化剂等加入洗衣机更准确可靠。
3. 不平衡保护功能,避免衣物偏心时洗衣机震动过大。
4. 自动检测功能,在不进水的情况下,可以方便、快速地检测洗衣机的基本功能,便于调试维修。
5. 自动报警显示,便于故障排除。
6. 具有断电记忆功能。
7. 具有模糊控制功能,能自动检测布量、水温等参数,通过模糊推理,自动确定水位、洗涤时间等,使洗涤效果更佳。
8. 加热温度 30℃~60℃连续可调,并在加热过程中,显示洗涤液的温度。

10.3.2 电脑滚筒洗衣机的主要参数

以小鸭 XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机为例,主要技术参数如表 10-3-1 所示。

表 10-3-1 XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机主要技术参数

电源	AC 220V 50Hz	毛重	80kg
尺寸	662×575×890(cm ³)	净重	72kg
程序切换	加强、标准、快洗、轻柔、漂洗、脱水	功率	洗涤输入 350W
			脱水输入 650W
			加热功率 800W
			最大功率 1150W

续表

水位开关	位置	水量	额定电流	5A
	警戒	20L	内筒直径	Φ500mm
	高	18L	箱体尺寸	610×560×850(cm ³)
	低	12L	蜂鸣报知	終了报知、切换报知、故障报知
标准水量消耗	65L		洗涤剂投入方式	预洗、主洗、漂洗分别自动投入
标准洗涤容量	5.0kg		允许水压	0.05~1MPa
加热温度	30℃、40℃、50℃、60℃		电机热保护	○
内筒转速	洗涤 55r/min 脱水 600r/min		时间预约	○
			自动断电	○

一、操作说明

XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机的操作面板如图 10-3-1 所示。

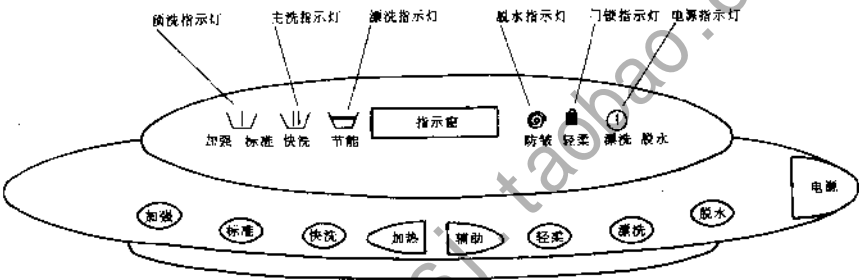


图 10-3-1 XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机的操作面板

根据不同衣物的洗涤要求,该洗衣机设置了加强、标准、快速、轻柔 4 种程序。加强程序适用于洗涤工作服等较厚的衣物及严重脏污的衣物。标准程序适用于普通衣物的洗涤;快速程序适用于洗涤轻微脏污的衣物或需进行快速洗涤的场合;轻柔程序适用于洗涤轻柔羊毛或针织混纺毛衣类。另外,还有节能、加热、防皱等辅助功能。

其中电源键,用来开机或关机;加强程序键,用来设置或取消“加强”程序;标准程序键,用来设置或取消“标准”程序;轻柔程序键,用来设置或取消“轻柔”程序;快速程序键,用来设置或取消“快速”程序;漂洗程序键,用来设置或取消“漂洗”过程;脱水键,用来设置或取消“脱水”程序;加热键,用来设置或显示主洗时需加热到的水温;辅助功能键,用来设置或取消“防皱和节能”功能。

二、程序设置

洗衣机接通电源后,若洗衣机没有记忆上次运行状态,则处于关机状态,除数码管除显示‘- - -’外,无任何显示。设置程序时,按一下键,若该设置允许,蜂鸣器应同时响一次。

1. 开机或关机

关机状态,按电源键开机;关机状态,按电源键开机。开机状态,电源灯亮,数码管显示‘000’,其余灯全不亮。

2. 程序选择

洗衣机启动前可设置程序,启动后不允许修改程序。按加强键、标准键、轻柔键、快速键、漂洗键、脱水键,分别选择或取消加强程序、标准程序、轻柔程序、快速程序、漂洗程序、脱水程序。选择各程序时,显示见表 10-3-2。

表 10-3-2

程序设置显示表

灯 的 状 态 程 序	加强灯	标准灯	快速灯	轻柔灯	漂洗灯	脱水灯	 灯	 灯	 灯	 灯
加强	亮	灭	灭	灭	灭	灭	亮	亮	亮	亮
标准	灭	亮	灭	灭	灭	灭	亮	亮	亮	亮
快洗	灭	灭	亮	灭	灭	灭	亮	亮	亮	亮
轻柔	灭	灭	灭	亮	灭	灭	灭	亮	亮	亮
漂洗	灭	灭	灭	灭	亮	灭	灭	灭	亮	亮
脱水	灭	灭	灭	灭	灭	亮	灭	灭	灭	亮

3. 加热功能:初始状态为常温

(1) 标准、加强或快洗程序时,按加热键可循环选择 30℃、40℃、50℃、60℃及常温;轻柔时,按加热键可循环选择 30℃、40℃及常温。

(2) 若加热温度为 50℃或 60℃,改变程序为轻柔,则加热温度为 40℃。

(3) 程序启动前设置加热温度后,数码管显示保持不变;程序启动后数码管显示剩余时间,此时按加热键,数码管显示上次设置的温度,加热键抬起 10s 后,数码管恢复剩余时间显示。

(4) 数码管显示加热温度时,可设置加热温度,每按一次加热键,温度增加 10℃,当加热温度达到 60℃时(轻柔程序为 40℃),再按一次加热键,温度变为‘000’。

4. 辅助功能:初始状态防皱灯和节能灯都不亮

(1) 第 1 次按辅助键,只有节能灯亮;第 2 次按辅助键,只防皱灯亮;第 3 次按辅助键,节能灯防皱灯都亮;第 4 次按辅助键,节能灯防皱灯都不亮。再按辅助键,重复上述过程。

(2) 节能灯为预洗、主洗和漂洗过程进水到低水位。

(3) 程序启动前后均可设置辅助功能。

三、故障报警

XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机具有故障报警功能,当洗衣机出现故障时,会自动停机,数码显示相应故障代码,并报警。故障状态时,按电源键关机,再按电源键开机,按其他键不起作用。具体情况如下:

1. 程序启动后,洗衣机门未关好,电动门锁未通电,蜂鸣器报警,洗衣机停机,数码管显示“E01”,直到门关好后,自动退出故障,继续运行。

2. 洗衣机在高速脱水前水位开关低水位未复位,蜂鸣器报警,洗衣机停机,数码管显示“E02”,应检查排水系统排水是否通畅。

3. 在洗涤、漂洗、防皱过程中,若水位低于低水位,蜂鸣器报警,洗衣机停机,数码管显示“E03”。

四、自检

XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机具有自检程序,其自检方式与波轮洗衣机有所不同,其设定方法和自检内容如下:

1. 洗衣机处于关机状态时,按住加强程序键不放,再按电源键通电,电动门锁上电,电源指示灯亮,门锁灯亮,进入自检状态。
2. 全部指示灯闪烁 3 次后灭掉,数码管按“8:88”显示。
3. 进水指示灯闪烁,三头进水阀依次进水 3s。
4. 洗涤指示灯闪烁,洗衣机洗涤正反转各一次。
5. 排水指示灯闪烁,排水泵排水 5s,然后脱水指示灯闪烁,进入高速脱水 10s。
6. 脱水结束后,蜂鸣器报警 3 次,回关机状态。
7. 自检过程中,只能按电源键关机,按其他键不起作用。

10.3.3 电脑滚筒洗衣机电路分析

XQG50-808 型电脑全自动滚筒洗衣机的电路如图 10-3-3 所示。下面仍以其为例,分析进水、加热、洗涤、排水、脱水电路的工作过程。

一、供电电路

当洗衣机接通电源后,电脑程控板的 Q15、Q1 通电,程控器可以接受命令。此时,用户可以根据洗衣需要,轻触面板上的各操作按键来选择程序。选择程序后,10s 内不再按下任何按键,则洗衣机启动。程序启动后,由程控器 Q2 端输出电流经电动门锁 IP 内的 PTC 发热陶瓷形成回路,双金属片发热变形,使电动门锁触点 3L-2C 接通,通过程控器 R5 端供电。

二、进水电路

洗衣机的预洗、主洗或漂洗程序选定启动后,IC 首先检测用户是否选择了节能功能,如果未选择,则程控器检测程控器的 R6 和 R1 端,看与其相连的水位开关触点 21-24 是否接通,如果未接通,则通过程控器的 Q3(或 Q4、Q5)端给进水电磁阀供电,使其工作进水。在进水过程中,程控器不断检测触点 21-24,直到检测到水位开关触点 21-24 接通后,程控器停止给进水电磁阀供电,从而切断进水电路。

如果选择 1/2 节能功能,则程控器检测其 Q11 端,看与其相连的水位开关触点 11-14 是否接通,如果未接通,则通过程控器的 Q3(或 Q4、Q5)端给进水电磁阀供电,使其工作进水。检测到水位开关触点 11-14 接通后,程控器停止给进水电磁阀供电,停止进水。

具体程控器给哪一个进水阀供电,要视程序编排而定。当洗衣机进行预洗程序时,通过 Q3 向进水电磁阀 EV1 供电,向洗衣粉盒 A 格进水,将放在 A 格内的洗衣粉冲入洗衣机内;当洗衣机进行主洗程序时,通过 Q4 向进水电磁阀 EV2 供电,向洗衣粉盒 B 格进水;当洗衣机进行漂洗程序时,通过 Q5 向进水电磁阀 EV3 供电,向洗衣粉盒 C 格进水。

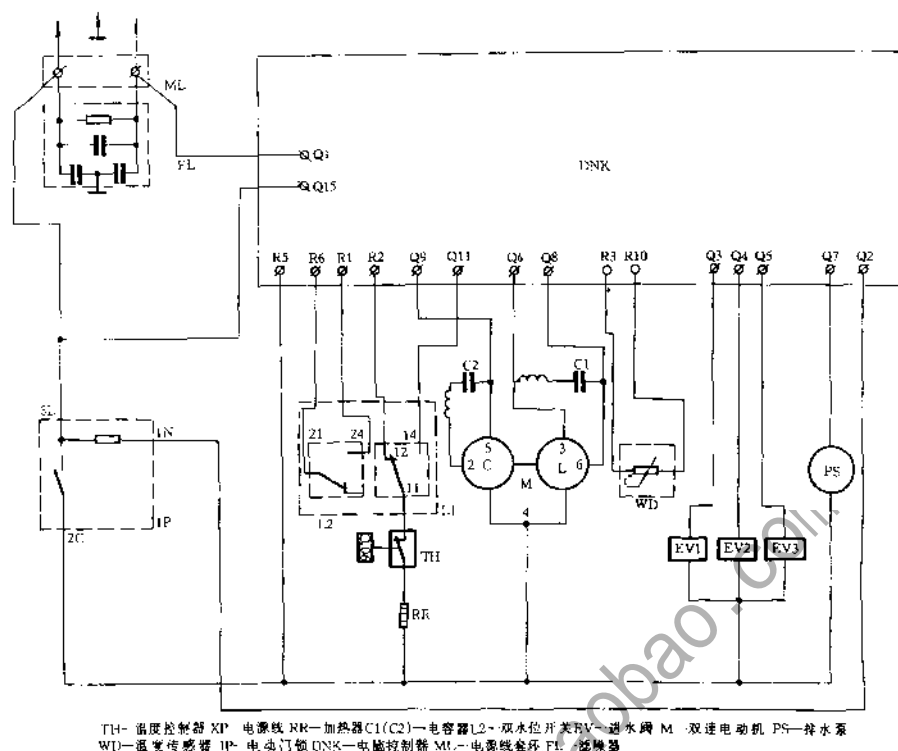


图 10-3-2 XQC50-808 电脑滚筒洗衣机电气原理图

三、加热电路

加热电路如图 10-3-3 所示。当选择加热功能时,在相应加热程序中,IC 通过 R3 和 R10 检测与之相连的温度传感器,当洗涤液温度低于设定温度时,程控器通过 Q11 给加热器供电,给洗涤液加热;当温度达到设定温度时,程控器切断加热电路,停止加热。

加热回路中串联有温控器 TH90℃,当洗涤液温度达到 90℃时,其触点断开,切断回路,停止加热,起到保护洗衣机和衣物的作用。

四、洗涤(脱水)电路

进水达到设定水位,并且加热温度达到 40℃时,水位开关和温度传感器将信号输入 IC,程控器通过 Q6 和 Q8 端交替给双速电动机的洗涤正反转绕组供电,使电动机正反向转动,通过皮带传动,带动滚筒正反向旋转。其工作电路如图 10-3-4 所示。

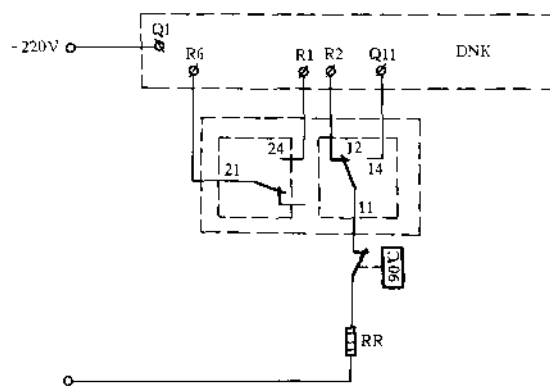


图 10-3-3 XQC50-808 洗衣机加热电路图

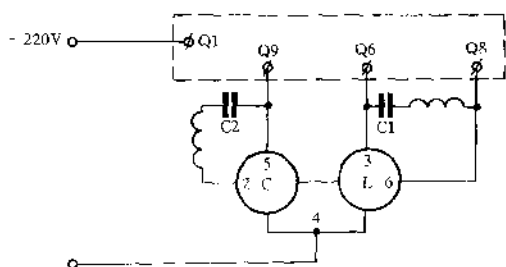


图 10-3-4 洗涤脱水电路

使电动机启动并带动滚筒高速旋转。

五、排水电路

当洗衣机执行排水程序时,程控器通过 Q7 端给排水泵 PS 供电,使洗衣机排水。

六、脱水电路

当洗衣机执行排水脱水程序时,IC 通过 R2 端检测水位开关低水位是否复位。待低水位复位后,程控器 Q9 端给双速电动机的脱水绕组供电、

10.4 洗衣机采用的新技术

10.4.1 节水型洗衣机

洗衣机属于家庭耗水量较大的家用电器。在水资源日益缺乏的今天,世界各国都十分重视对洗衣机节水技术的研究。我国洗衣机企业也在以下方面对节水技术进行了开发和应用。

一、节水型结构

在波轮全自动洗衣机上采用的节水结构是无孔型内桶结构。但内桶上部仍设有供脱水时的出水孔,普通波轮全自动洗衣机内桶有孔,注水洗涤时,内外桶的水位相同,仅有内桶的水量参与洗涤。而内桶无孔的洗衣机内外桶之间无水,注入洗衣机的水都同时参与洗涤,因此比内桶有孔的洗衣机可节水 40%,但该机型脱水率低,漂洗性能差。而复合脱水型套桶洗衣机内桶桶身无孔,在内桶的上部有一排孔,在内桶中增加了一个有孔的夹层,当注水洗涤时,内桶与外桶完全分离,水全部集中在内桶中,内外桶的间隙中无水。脱水时,水从夹层的孔中甩到内桶,再沿内桶壁上升,从上部小孔飞出,不必穿过上层衣物,达到与普通洗衣机相同的脱水效果。由于内桶与夹层无相对碰撞,且只有 3mm 左右的间隙,不会增加用水量。该设计与同容量的普通洗衣机相比,节水可达 50%。如图 10-4-1 为三种内桶结构图。

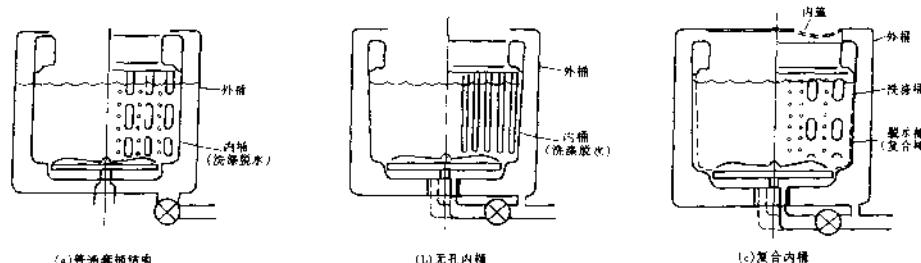


图 10-4-1 波轮洗衣机内筒结构示意图

对于滚筒洗衣机,在保持外筒直径不便的情况下,减少内外筒的间隙,可以减少内外筒间的水。节水型滚筒洗衣机内外筒间的间隙为 12mm,而普通滚筒洗衣机的内外筒间隙为 25mm,因此两种洗衣机的注水水位相差 13mm,但内筒的洗涤水位却和普通滚筒洗衣机相同。都是 60mm。由于水中内筒的直径增大了,使洗涤物与内筒的接触面积增加了,浸泡洗涤物的水增多了,因此洗涤效果更好且省水省电。

二、优化洗涤程序和方法

1. 采用喷淋漂洗技术和洗漂、漂脱二合一的洗涤程序

采用喷淋漂洗技术,就是漂洗时边喷淋边脱水,在离心力作用下,水透过衣物甩出桶外,并将洗涤剂带出,达到漂洗目的。随着变频洗衣机的出现,喷淋时采用低转速以均匀地湿润衣物,喷淋后高速脱水,经过几个回合就可达到漂洗效果。有的洗衣机采用先喷淋漂洗后蓄水漂洗的方式,比两次蓄水漂洗可节水 25%,并可收到同样的漂洗效果。

有的洗衣机将进水、漂洗、脱水融为一体,在一个过程中同时进行,采用的也是喷淋漂洗技术。该类洗衣机用水量仅为 70L,而普通波轮全自动洗衣机一次用水量在 160L 左右。

2. 提高脱水转速

洗衣机主洗和漂洗过后,都要脱水一次,以将洗涤剂尽量排出,因此,提高脱水转速,尽量地去除残留的洗涤剂,是减少漂洗次数和漂洗用水的有效途径。

3. 提高洗涤转速

普通滚筒洗衣机的洗涤转速在 55r/min 左右,根据滚筒转停时间分为标准洗和轻柔洗涤。而在一些滚筒洗衣机上,利用了间歇高速洗涤的功能,在洗涤时通过电子调速模块使洗衣机内筒高速旋转(转速在 400r/min 左右),这样既加大了衣物与洗涤液的摩擦力,又在离心力的作用下使污物随洗涤剂脱离衣物,从而增强了洗涤效果。为了减小洗衣机高速洗涤时的振动和噪音,洗衣机进水量仅 8L,普通滚筒洗衣机进水 18L,因此该技术的应用既提高了洗涤性能又相应地节约了用水。

4. 多水位设置

普通波轮全自动洗衣机采用机械式水位开关,水位有少量、低、中、高四段,最低水位一般为 21L 左右,在洗少量衣物时,往往造成水的浪费。通过模糊控制技术控制的电子水位传感器,可以选择 10 段或更多水位,用户可以根据衣物多少、衣物质地及洗涤需要灵活地选择水位,从而达到节水目的。

采用模糊控制技术的洗衣机具有智能控制功能,能自动感知洗衣量、脏污程度和温度等,从而自动设定最适宜的洗涤水位,达到洗涤效果和所用水位的最佳配合,使用水量恰到好处。

在滚筒洗衣机上,一般设有高低水位,当洗涤衣物较少,选用低水位时,可比高水位进水少 25L。

5. 变水位洗涤和漂洗

洗衣机在不同运行阶段采用不同的水位,不仅可以省水,而且还可以提高使用效果。在最初洗涤过程中适当降低水位,这样洗涤液浓度相对较高,洗涤一段时间后恢复正常使用,这可充分发挥洗涤剂的作用,提高洗涤效果,第一次漂洗时使用低水位,第二次漂洗时调高水位,两次漂洗的总水量少于一般洗衣机两次漂洗的总水量。

近年来,为提高洗衣机的使用性能,还出现了许多新的洗涤方法,如模糊控制、喷泉洗涤、

三维大循环立体水流洗涤、离心洗涤、臭氧洗涤、磁化洗涤、超声洗涤、气泡洗涤和手搓式洗涤等。洗衣机节水的同时,还节省洗涤剂、电能、洗涤时间以及减少污水排放等。因此节水是洗衣机技术发展的趋势和追求。

10.4.2 健康型洗衣机

提起健康洗衣机,自然要涉及到“抑菌”、“杀菌”、“抗菌”和“消毒”等概念,其实,抑菌只是破坏细菌的生存环境,抑制其生长、繁殖,但是细菌本身数量并不会减少;杀菌是指杀灭活的细菌;抗菌则包含了抑菌和杀菌两方面的作用,目前这一说法最为流行,但实际中还主要体现为抑菌功能;消毒是指消灭有害的病原体。

一、纳米抗菌洗衣机

纳米抗菌技术是 21 世纪新材料技术领域的高科技成果。纳米材料能有效抑制细菌增长,彻底解决普通洗衣机积水变腐所引起的“二次污染”问题。目前在日本、欧洲等发达国家和地区抗菌洗衣机已占市场份额的 70%,国内洗衣机企业也将纳米抗菌粉成功运用于搪瓷外筒、操作面板、旋钮和门把手等人体常接触的部件中。赋予了各部件的抗菌保健及自洁功能。纳米材料大多采用纳米复合无机银系抗菌粉,它以纳米硅基氧化物为载体,充分发挥了其庞大的比表面积,表面多微孔结构和超强的吸附能力及奇异的理化特性,将银离子均匀设计进硅基氧化物表面的微孔中并实施稳定,可使其缓慢释放到水中,从而达到长久杀菌防霉作用。这种具有抗菌保健功能的抗菌制件经检测,对大肠杆菌的抗菌率达到 98.7%,对金色葡萄球菌的抗菌率达到 99.99%。是一种真正的健康绿色环保型洗衣机。

二、臭氧杀菌磁化滚筒洗衣机

市场上常见的健康洗衣机其主要功能包括杀灭菌和抗菌,抗菌洗衣机主要是在洗衣机部分或全部内部组件中均采用了具有抗菌功能的纳米材料;杀灭菌主要采用臭氧、磁化及高温消毒等手段。滚筒洗衣机可在同一台上同时实现臭氧、高温加热和磁化洗涤。利用臭氧漂白和消毒的臭氧洗衣机是将臭氧发生器产生的臭氧,利用导管置于洗衣机内的洗涤液中形成臭氧水,含臭氧的洗涤液具有很强的洗涤消毒杀菌能力,能实现在洗衣机内同时对衣物漂白和消毒灭菌作用,有效地防止病菌通过衣物交叉传染,而在臭氧和气泡撞击的双重作用下,提高了洗涤能力。实验表明,臭氧消毒洗衣机具有独特的消毒功能,特别对大肠杆菌、金色葡萄球菌等细菌的灭菌率达 99.9% 以上。

采用美国 AWT 公司的专利产品—永磁水质处理器,能产生高达 13000 高斯的强力磁场,广泛适用于各种水质,能将高达 850ppm 的硬水软化,彻底击碎“水中结石”,消除水垢吸附,实现“软水洗涤”,优化洗衣环境。能有效避免酸性或碱性水质对衣物的损伤,提高洗净度,节省洗衣粉。通过对水的软化,能迅速有效杀灭衣物上的病菌,成功消除衣物中残留的有害物对皮肤的刺激,杀菌消毒,软水洗涤,保护健康。

滚筒洗衣机独特的加热功能,能实现 30℃ 到 90℃ 热水洗涤,也能有效杀灭病菌。因此综合加热、臭氧和磁化的滚筒洗衣机是人们需要的健康洗衣机。

10.4.3 微波干衣洗衣机

市场上除了单独的干衣机就是滚筒式洗衣干衣机,而日本一家公司开发出一种在全自动波轮洗衣机上利用微波干衣的洗衣机。

这种洗衣机利用微波快速加热的特点,由安装在全自动波轮洗衣机中的微波发生装置产生并发出微波“照射”洗涤物,使洗涤物中的水分快速加热蒸发,再用风扇送入风,把水蒸汽向外排出,缩短干燥时间,实现了波轮式洗衣机从洗涤到干衣的自动化。

与热风式干衣机相比,微波干衣洗衣机能短时间、高效率干衣。以前的干衣机干燥 5kg 衣物,需要 120 分钟,而微波干衣洗衣机约需 60 分钟。由于与普通洗衣机一样为一整体机型,不但可以节省安置空间,还省却把衣物从洗衣机中取出放到干衣机中的时间。微波干衣洗衣机结构如图 10-4-2 所示。

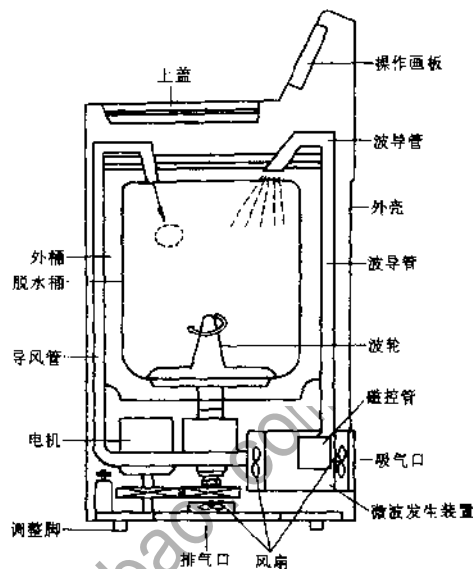


图 10-4-2 微波干衣洗衣机结构示意图

10.4.4 双内滚筒式洗衣机

普通滚筒式洗衣机不论是前置式还是上装式,都只有一个内筒。在洗涤衣物时,内筒进行正反转运动,产生单向机械摩擦力,以达到洗干净衣物的目的。经过反复对比试验发现当衣物在双向揉搓力的作用下,洗涤剂更易于深入到织物的纤维内部,使污垢得以迅速溶解,从而使衣物洗涤的更干净。实验表明,在相同的条件下,用手搓洗衣物 15 分钟,衣物所达到的干净程序,相当于具有“AAA”标志的滚筒洗衣机洗涤 67 分钟所产生的效果,最近,英国 DYSON 公司推出了具有两个内筒的前置式全自动洗衣机。

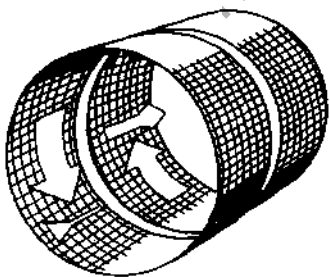


图 10-4-3 双内筒结构示意图

一、双内筒结构

双内筒结构如图 10-4-3 所示。在洗涤衣物时,两个内筒相向运转,使衣物达到手搓式洗涤效果。内筒 A 和内筒 B 采用嵌套的方式同轴安装,二者用一内置的换向变速器连在一起。换向器一方面要保证两个内筒可靠的结合,另一方面起到转速互为逆向变换的作用,以保证两个内桶同时相对转动,而脱水时同向高速旋转。两个内桶都采用无磁不锈钢制成,确保其强度和生锈。

二、双门结构

普通滚筒洗衣机采用单门结构,箱体前面板和外筒之间通过密封圈弹性连接在一起,在工作时具有以下几点不足:一是在洗衣机进行脱水时,如果外筒震动便会通过门密封圈传递到箱体上,使箱体也产生震动,从而使整机的震动和噪声增加;二是易于造成门密封圈的拉伸和挤压,使门密封圈的寿命降低。这种双内滚筒结构的洗衣机采用了双门结构,如图 10-4-4 所示。

外门通过铰链安装于箱体上,内门安装在外筒上,箱体前面板和外筒之间没有任何连接。内桶、外筒和密封圈隔离,因而就克服了单门洗衣机工作时的一些弊端。

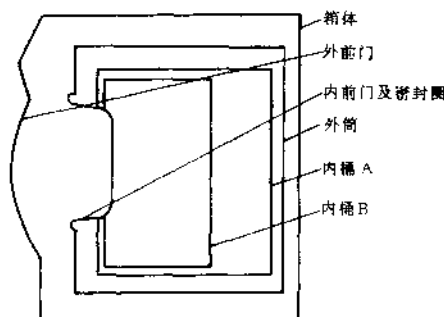


图 10-4-4 双门结构示意图

三、移动装置

以前的滚筒洗衣机具有一个共同的不足点,那就是不易移动,这种双内滚筒结构的洗衣机具有一种操作简单的可移动装置,它是以一种悬浮收缩式滚轮装置,安装在洗衣机底部,通过一手柄控制,正常使用时,滚轮是收缩起来的,不与地面接触,当需要移动时,把手柄拉出,滚轮便下降,把洗衣机支撑起来,不需要移动时,把手柄送回原处即可。这样洗衣机便可以很轻易地移动了。

四、漏水保护设计

该产品既在进水管处装有漏水保护装置,又设有内漏保护装置。该装置主要由集水器、浮子和微动开关组成,安装于洗衣机的下面,当洗衣机发生内部漏水时,水便被集水器收集起来,集水器中的水达到一定量时,浮子使微动开关动作,洗衣机停止进水,从而达到防漏保护的目。

五、不平衡检测功能

该产品采用全电子控制技术,操作程序一目了然,除具有棉布程序、化纤程序、丝绸程序、羊毛程序、手洗程序和羽绒被程序等默认程序外,还具有程序记忆功能、洗涤防皱功能和负载不平衡检测功能。传感器时刻采集负载的不平衡状态,在脱水时当检测到负载不平衡时,洗衣机进入分布、摆平程序,使衣物重新均布。这样可以把噪声和震动降到最小。

练 习 题

1. 分析 1216 程控器在时序图中某一时序的工作内容。
2. 分析洗衣机脱水电路的工作原理。
3. 简述程控器停在某一位置不走的故障原因及检修方法。

4. 分析电脑板的交流功率控制电路。
5. 机电复合程控器的特点是什么？
6. 简述电子水位传感器的工作原理。
7. 分析进水阀进水不止的故障原因。
8. 简述直流电磁铁的工作原理。
9. 洗衣机中使用的传感器主要有哪几种？
10. 洗衣机中采用的新技术主要有哪些？

<http://lydzsj.taobao.com/>

第 11 章 微波炉

11.1 电脑型微波炉控制电路组成及工作原理

一、电脑型微波炉的特点

电脑型微波炉是因一些中高档微波炉常采用微电脑控制而得名。其外观特征是操作面板上有一数字显示窗口,有一组数字及功能键,除开门按钮为机械按钮外,一般所有操作键均为电子式轻触键。这种微波炉具有基本的定时功能(常为 99min99s)、功率调节功能(5~10 挡)、时钟功能、定时启动功能、烹调温度控制和按预制程序烹调功能。

电脑控制的微波炉使用了单片机系统,包括中央处理器、存储器、输出接口及输入接口,可将复杂的控制以程序形式存储于单片机的存储单元里,工作时可按程序运行,故能提供较为高级的输入操作,直观地显示和实用的蜂鸣提示,并可实现复杂的烹调控制。

二、电脑型微波炉控制电路组成

电脑型微波炉控制电路框图如图 11-1-1 所示,各部分的功能如下。

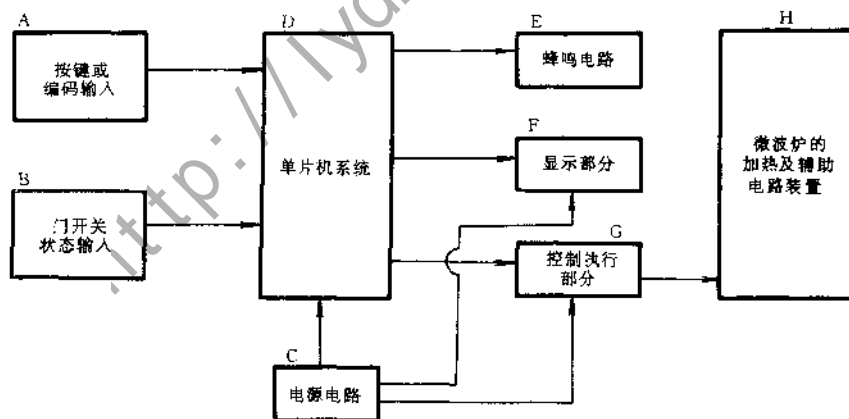


图 11-1-1 电脑型微波炉控制电路框图

A——按键或编码输入。单片机以扫描方式判断按键的操作方式,或接收脉冲编码信号,作为微波炉执行控制的依据。

B——门开关状态输入。为单片机提供微波炉的门是否处于正常状态,提供判断依据,起监控、保护作用。

C——电源电路。将市电转变为电路部分所需的稳压直流电。

D——单片机系统。接收输入信息,经运算处理后输出控制信号,实现蜂鸣、显示和控制执行部分的工作,是整个电脑控制板的中心。

E——蜂鸣电路。它接收单片机发出的控制信号,进行蜂鸣提示。

F——显示部分。可有 LED 发光数码显示器、LCD 液晶显示器和 VFD 真空数码显示器等方式。该电路接收单片机发出的显示控制信号进行动态驱动显示,是实现电脑型微波炉高级输入的重要组成部分。

G——控制执行部分。它接收单片控制信号,利用继电器的通断来驱动大负载的微波炉加热装置,实现多种多样的加热方式控制和组合,实现复杂的烹调功能。

H——微波炉的加热及辅助电路装置。它与电脑板执行控制的继电器连接,实现对整个微波炉的工作控制。

三、工作原理

通电后,电脑板自动复位,进行各控制状态的初始化,然后进入等待输入操作状态。如果接收到输入信号,则进行输入处理(首先判断是否为有效输入;若有效,则作储存记忆,并发出蜂鸣、显示等响应。然后再判断输入是否结束,否则继续处于接收输入状态)。输入结束,单片机检测门开关状态。如果是处于要求状态,则由单片机启动烹调程序输出控制命令,显示烹调工作倒计时,控制执行加热,完成烹调。烹调工作结束,停止加热,程序返回输入接收状态,准备下一次烹调工作。这中间只要有一个程序出错,微波炉都将不会工作。

11.2 电脑型微波炉控制电路分析

一、飞跃 WP600 型电脑微波炉

1. 工作原理

WP600 型电脑微波炉整机电路如图 11-2-1 所示。图中,SA1、SA2 为门安全连锁开关,SA3 为门检测开关,SA4 为门监控开关,KA1 为功率控制继电器,KA2 为定时控制继电器,SA6 为轻触键盘开关组。

工作过程:将食物放入炉腔中,关上炉门,SA1、SA2、SA3 闭合,SA4 断开,根据操作要求输入烹调程序,按下启动键。微电脑根据程序设置驱动 KA2、KA1,使其接通,这时转盘电动机 M1、风扇电动机 M2、炉灯 HL 和微波发生器均启动工作,定时器、显示器开始倒计时。使用中若需暂停,可按暂停键或直接打开炉门,此时微波炉停止工作。若不需再加热,只需按清除键。若需继续加热,可关上炉门,再按启动键,微波炉即可继续工作。

2. 主要电气零部件

(1) 微电脑 MC68705R3

微电脑 MC68705R3 为双列直插式结构,是电脑型微波炉的控制核心,共有 40 个引出脚,如图 11-2-3 所示。

各引出脚功能如下:1 脚为接地端,2 脚为复位端,3 脚为外部中断端,4 脚接 5V 电源,5~6 脚为时钟电路输入端,7 脚接 5V 电源,8 脚为定时、计时外部输入端,9~16 脚为 PC 端口,17~

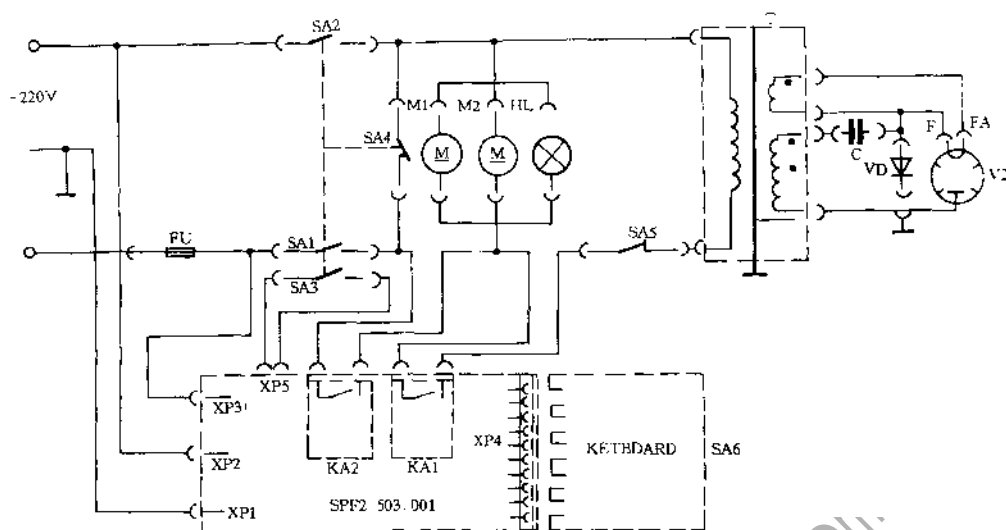


图 11-2-1 WP600 型电脑微波炉电路图

24 脚为 PD 端口, 25 ~ 32 脚为 PB 端口、33 ~ 40 脚为 PA 端口(PD 只能为输入端口, PA、PB、PC 可由软件设定为输入或输出端口)。

在飞跃牌 WP600 型微波炉中, PA0 ~ PA3 为键盘输入端口, PA4 为门开关检测输入端口, PA5 为蜂鸣器输出端口, PA6 为定时器控制输出端口, PA7 为功率控制输出端口, PC0 ~ PC6 为显示(段线)输出端口, PB0 ~ PB5 为键盘、显示(位线)共用端口(输出)。

端口特性: 输入低电平 $V_{CC} \sim 0.8V$, 输入高电平 $2.0 \sim V_{DD}$, 输出低电平 $\leq 0.4V$, 输入高电平 $\geq 2.4V$ 。

(2) 薄膜开关

薄膜开关是一个 4×6 的开关矩阵, 如图 11-2-4 所示。在按键未按下时, 引出端 1 ~ 10 相互之间不通。当某一按键(如烹调定时)按下时, 按键对应的两根线(烹调时为 1 和 7)被接通。

(3) 继电器与蜂鸣器

继电器是微波炉的控制执行元件, 工作电流为 1.7A, 线圈吸合电压为 12V。

蜂鸣器采用电压陶瓷蜂鸣片并带有振荡器的结构型式, 工作电压为直流 9 ~ 12V, 发声频率 3kHz 左右, 响度可通过改变工作电压来调节。

(4) LED 显示器

采用发光二极管六位显示, 其中数字四位, 标记二位。对于每一位数字, 当某一发光二极管导通时, 相应的笔画就点亮。控制不同组合的二极管导通, 就能显示出各种字符。

该显示器采用动态显示方式, 一位一位地轮流点亮各显示位, 由于人视觉的残留特性, 就好像显示器一直亮着。

3. 控制电路分析

(1) 电源电路

如图 11-2-2 所示, 220V 交流电压经变压器降压、全波整流输出 12V 直流电压, 供给驱动继电器使用; 三端稳压器 7805 提供 +5V 直流稳定电压, 供微电脑 MC68705R3 和显示电路使

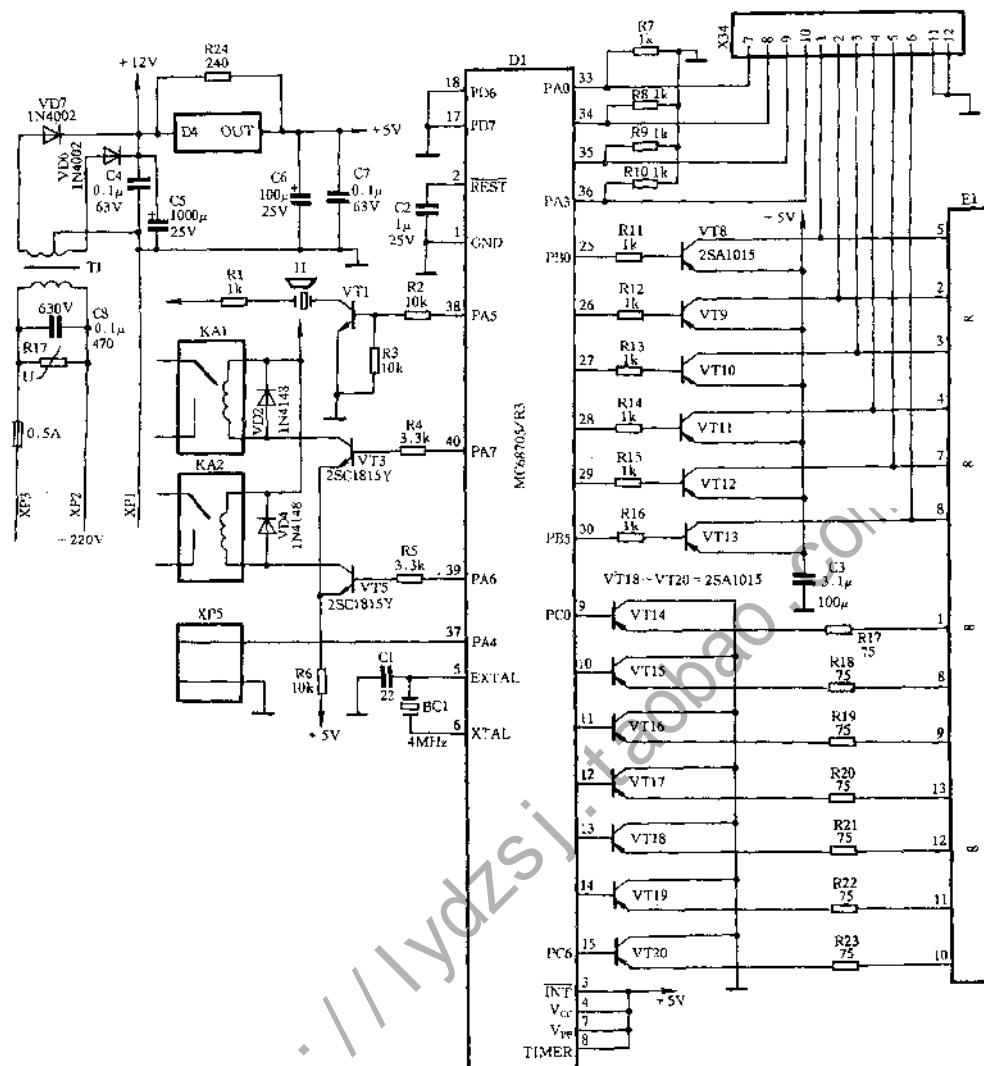


图 11-2-2 WP600 型电脑微波炉控制电路图

用。变压器 T1 初级的 R17 是防止浪涌电压的压敏电阻。

(2) 振荡和复位电路

MC68705R3 的 5、6 脚及 1、2 脚是微电脑的振荡和复位电路端。C2 为开机复位电容, 通电后 2 脚很快升到 5V 左右, 使微电脑进入待命和时钟状态, BC1 为石英振荡器, 振荡频率 4MHz。

(3) 程序控制电路

烹调时,每送入一个按键信号,PA5就输出一高电平,蜂鸣器产生一次相应蜂鸣,显示器显示相应内容。当烹调程序输入结束,按下启动键,微电脑就会按程序要求,使定时器控制PA6、功率控制PA7输出高电平,定时控制继电器KA2、功率控制继电器KA1闭合,微波炉开始加热食物。高功率输出(10挡功率)时,KA1一直吸合工作;采用非高功率(1~9挡功率)工作时,KA1以22s为一周期断续工作。

(4) 保护电路

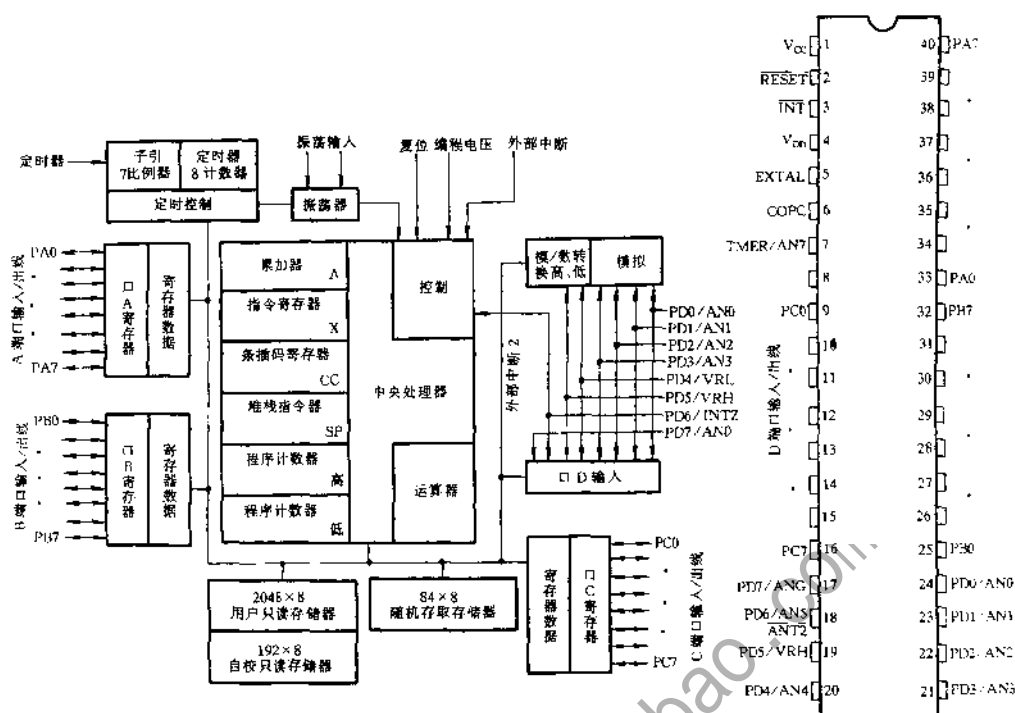


图 11-2-3 MC68705R3 引脚图

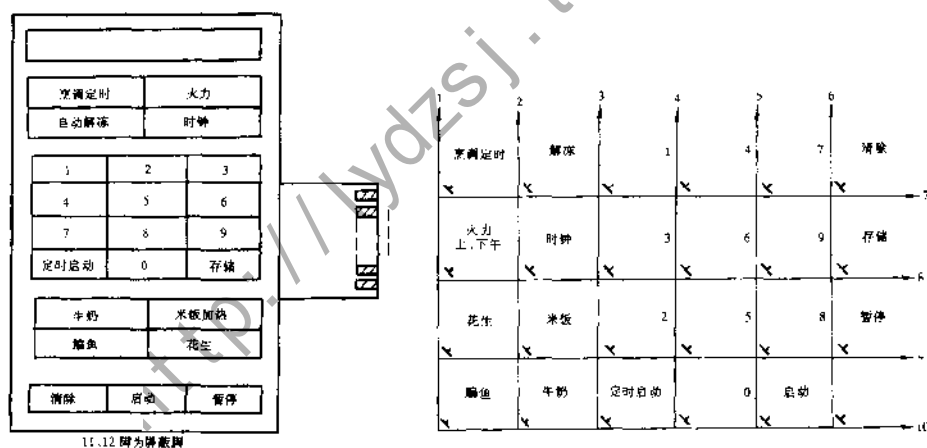


图 11-2-4 薄膜开关外形及电路图

在微波炉使用中,若打开炉门,PA4 门开关检测端就会置“0”,PA6、PA7 立即也置“0”,使 KA2、KA1 断开停止工作,同时也强制 KA2、KA1 断开,达到双可靠保护的目的。

二、格兰仕 WD800ASL23 型电脑微波炉

本型号产品,所使用的多功能电脑板可控制加热和烧烤程序,其电路具有代表性。

1. 电源电路

电源电路如图 11-2-5 所示。

首先由降压变压器将市电转变为所需的低电压交流电,经整流、稳压,输出三组稳压直流电供给其余各部分电路。

所采用的降压变压器内带有 115℃ 热熔断体,在电源超负荷工作等异常状态下,如果热熔断体所处的环境温度达到熔断点,则热熔断体熔断,使变压器初级开路,切断所有供电,起到保护作用。

由于单片机系统电路和控制执行电路对电源的质量要求很高,因而电路使用了稳压管和三极管,组成较高质量的稳压电路。

2. 单片机系统复位电路

单片机系统通电工作时,首先要复位,实现各状态的初始化。电脑控制板的单片机系统复位需要脉冲宽度大于“ T ”的脉冲(见图 11-2-6),电脑板复位脉冲实现电路如图 11-2-7 所示。

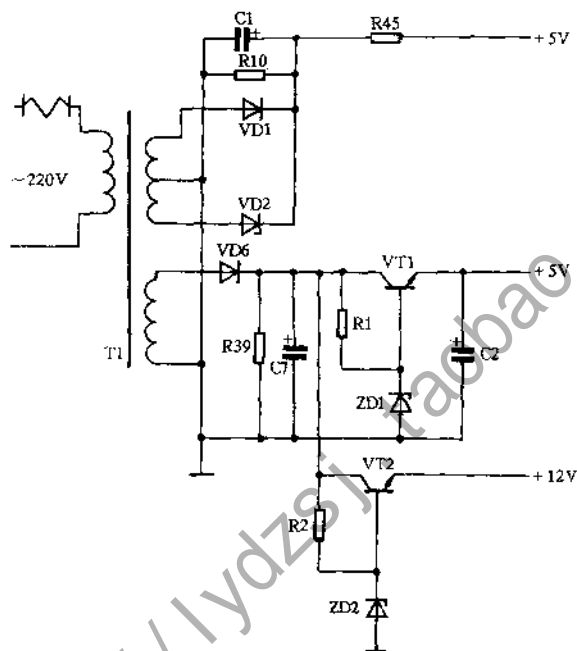


图 11-2-5 电脑板电源电路

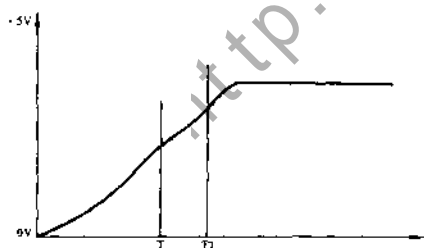


图 11-2-6 脉冲波形图

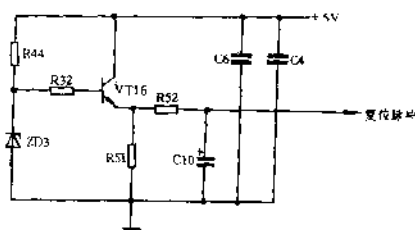


图 11-2-7 脉冲产生电路图

电脑控制板通电时,图 11-2-7 中的电容 C_{10} 拉低输出电平,此时 R_{52} 给 C_{10} 充电,使输出电平逐渐升高,使输出端形成一个脉冲宽度大于 T 的 T_1 复位脉冲, T_1 的大小可由 R_{52} 的阻值和 C_{10} 的容量来调整。断电时, C_{10} 通过 R_{52} R_{51} 放电,准备下次通电时再输出复位脉冲。

3. 门开关电路

门开关电路如图 11-2-8 所示。

门开关电路为监控门的状态,当为开门状态时,图 11-2-8 中的三极管 VT3 的基极电位被电阻 R5 拉高至 +12V,三极管 VT3 截止,输出低电平给单片机系统,单片机系统则执行开门状态下允许的工作程序;当为关门状态时,三极管 VT3 基极被电阻 R6 接地,三极管 VT3 基极电位拉低,三极管导通。输出高电位给单片机系统,单片机系统则可执行关门状态下的工作程序,防止开门状态被启动。

门开关电路通过二极管 VD10 与控制执行电路相接,继电器驱动吸合回路通过该二极管接通电源负极,形成驱动回路。在开门状态时,二极管 VD10 与电源负极断开,可确保微波炉在开门状态下继电器不吸合。

此电路工作时,可随时监控门状态。当在烹调程序执行过程中门被打开时,开关电路将即时切断控制执行电路的继电器驱动回路,继电器即时释放,于是起保护作用,同时给系统中断信号(门被打开),烹调工作程序即被暂停执行,进入等待状态。

4. 控制执行电路

图 11-2-9 为控制执行电路。

在关门状态时,图 11-2-9 中的三极管 VT6 发射极与电源负极相通,VT6 导通。系统发出控制信号 P41 为低电平时,VT7 导通,MAIN REL 吸合,继电器驱动风扇、炉灯、转盘工作。控制信号 R42 或 R43 为低电平输出时,驱动 UPC REL 或 GRILL REL 吸合,控制磁控管或石英管工作。

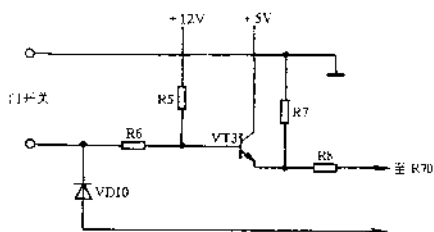


图 11-2-8 门开关电路图

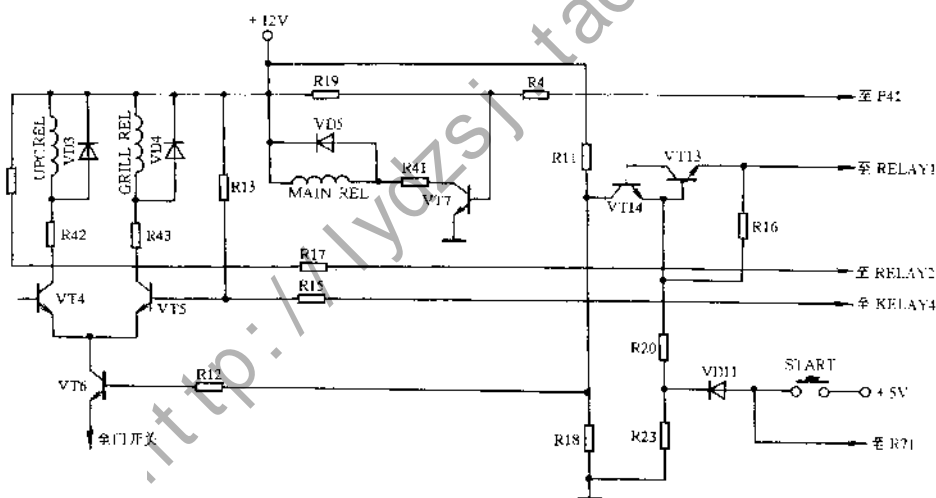


图 11-2-9 控制执行电路

11.3 电脑控制部分检修思路

首先对电脑板与其他电路的连接情况进行检查,排除由于连接错误带来的影响。根据故障现象推断出可能的故障出处和原因,对故障出处电路的元件性能、装配质量和电路功能进行检查(检查可由电源部分开始),检查出异常元件有针对性的进行维修。

1. 单片微处理器故障判断
- 用于微波炉的单片微处理器管脚封装各不相同,基本结构类似,是专用的,质量也可靠。实际使用中故障率极小,多是其外围电路元件发生故障。
- 判断 IC 是否正常,通常采用测试相关管脚直流电压(或检查电压波形图)检查确定。如果输入 IC 的电压正常,经操作程控器后,IC 对双向晶闸管或继电器没有输出,或呈常断状态,则可能是 IC 损坏。
2. 负载驱动电路故障
- 当程控器输入电压正常,输出电压不正常时,应首先检查执行机构及驱动电路部分。通常是继电器线圈开路或短路,晶闸管损坏或其触发支路元件损坏,均可用万用表测量确定。
3. 直流电源电路故障
- 启动微波炉,数字显示部分不显示,按各轻触开关无任何反应。如果电源线、电源开关和电源电压均正常,则故障就在直流电源部分。常见故障有:电源变压器有故障、整流元件损坏、滤波电容性能不良、稳压 IC 及调整管损坏或性能不良。
4. 译码或显示部分故障
- 电脑微波炉的显示部分常由数码管及其译码电路构成,如果显示数码管某位不显示或数字某段不显示,而工作程序正常,就是译码或显示部分出了故障。如系这类故障一般只能更换部件。

表 11-3-1 为电脑板常见故障及检修方法。

表 11-3-1 电脑板常见故障及其检修方法							
检查电路	指令输入部分	门开关	电源部分	微处理器	蜂鸣器	显示器	控制执行部分
故障现象							
无显示			变压器等元件损坏	1. 未复位 2. 晶振停振 3. 微处理器损坏		显示器损坏	
无声					蜂鸣器损坏		
不加热 开门盘转 炉灯不亮		1. 安装不当 2. 器件损坏	元件损坏,提供给控制执行电路的电压不正常	微处理器损坏			1. 继电器损坏 2. 继电器线圈上的保护二极管击穿 3. 继电器的驱动三极管损坏
显示不全,错误				微处理器损坏		器件损坏	
按键失灵	1. 按键失效 2. 按键安装不当			微处理器损坏			
炉灯不亮							1. 元件损坏 2. 安装不当
失灵(自行启动,一启动则复位等)				1. 微处理器损坏 2. 无接地 3. 复位不良			

11.4 电脑控制部分常见故障检修

本节以实例来介绍电脑控制部分常见故障的检修方法。

1~4 例请参考图 11-2-2。

例 1:接通电源,显示器不亮,按下按键无反应

(1) 供电电路故障

检修:重点检查电源插头是否松脱,0.5A 熔断器是否熔断,变压器线圈有无损坏,整流元件是否击穿,压敏电阻是否失效。

(2) 微电脑的振荡和复位电路故障

重点检查复位电容 C2 是否损坏,晶振 BC1、电容 C3、C1 是否漏电。

例 2:接通电源,显示、按键输入均正常,按启动键后能倒计时,但微波炉不加热

检修:(1) 炉灯亮,风扇工作,但不加热

先拔去功率控制继电器 KA1 的接插片,在烹调启动后,测 KA1 是否接通。若通,说明控制电路正常,故障出在开关以后部分;若不通,应检查控制继电器的三极管、并联在继电器线圈两端的二极管是否击穿,检查微电脑端口输出的连接电阻是否开路等。

(2) 炉灯暗,风扇不工作,也不加热

先拔去定时控制、功率控制继电器插片,在烹调启动时,用万用表测量 KA1、KA2 是否闭合。若闭合,应检查主电路;若定时控制开关未闭合,可按上述功率开关故障的检查方法,检查继电器控制的各元件及其连接情况。

例 3:蜂鸣器失灵

检修:(1) 蜂鸣器 H 本身损坏

检查时,将蜂鸣器 H 控制三极管 VT1 的 c、e 极短路,若蜂鸣器声响,说明蜂鸣器正常,否则应更换蜂鸣器。

(2) 控制电路故障

重点检查限流电阻 R1 是否开路,三极管 VT1、电阻 R2、R3 及连线是否正常。若以上检查均正常,说明微电脑蜂鸣器输出端口损坏。

例 4:微波炉能工作,但显示异常

检修:(1) 缺位

常发生在位控制线上,检查时应查找控制线上的每一元件。如 PB4 控制的是右边第 1 位数,当通电后发现缺右边字符,此时可将 VT12 的 c、e 短接,查右边字符是否亮。若亮,说明故障在 VT12 或其控制前段;若不亮,可继续检查 VT12 的基极电阻是否开路,VT12 到显示器的连接线是否断开,若均正常,说明系显示器本身故障。

(2) 每字都缺相同段

故障出在显示器的段控制上,检查方法与缺位类同,即先找到显示器缺少段的段引出线,再进一步检查段控制线上的每一元件与线路板的连接情况。

(3) 某一位或几位不规则显示

更换显示器。

(4) 不该亮的段会亮,且按动某几个键,多余亮段会变化,亮度也变化

此故障一般是与显示器电路有关的连接元器件有短接所致。检查时,重点查找与显示端口有关的晶体管及相互连接线,清除连焊、搭焊现象。

例 5:一台 WD800ASL23 格兰仕微波炉,当启动烹调程序进行加热工作时,烧烤正常,但微波不加热

检修:打开机壳,检查机内连线的可靠性。当排除接插件的影响后,拆下控制面板,拔除电脑板上所有接插线。短路门开关线,接通电脑板电源,启动微波炉,用最大火力工作,用万用表测微波控制继电器(UPC REL),不导通。用万用表电压挡测该继电器电压,仅零点几伏。切断电脑板电源,测量 VD3 二极管的正反向电阻,均很小(约为几十欧姆)。确定为 VD3 击穿造成驱动电流大部分从 VD3 通过,继电器两端电压不足以使继电器吸合,故出现此故障。更换 VD3 后故障消失(以图 11-2-9 为例)。

例 6:一台 WD750BS 格兰仕微波炉,通电显示非 1:01,按任何按键均无反应

检修:根据现象分析为单片机系统未能正常复位,未完成初始化。拆下电脑板通电,测量单片机复位脚一直为低电平,拆下复位信号产生电路的电容测量,发现此电解电容漏电流偏大,造成复位输出一直为低电平。更换此电容后恢复正常。

例 7:一台 WD750BS 格兰仕微波炉,烧烤工作一启动即暂停,其余功能正常

检修:根据现象说明,系烧烤执行控制电路触发了单片机使其暂停工作。单片机所接受的输入信号包括有转盘输入和门开关状态输入信号。经换一新薄膜开关,故障仍未消失,故确定暂停触发信号来自门开关。拆除电脑板接线,仅保留电脑板电源插线和门开关(门开关处于关状态),测量复位输出端为高电平,设置烧烤工作并启动。但在继电器吸合的同时,复位输出突然跳变为低电平,烧烤即停止工作,之后复位输出端再跳回高电平。说明是烧烤控制信号对复位端造成干扰。检查电脑板布线,发现单片机焊点间有异物,经清理异物后故障消失。

例 8:上海夏普 R-230B 微波炉插上电源,旋转定时按钮开关不工作,且定时器上的发光管时间指示灯不亮,工作中该现象时有时无

检修:R-230B 微波炉是风靡欧洲的简易操作型电脑微波炉,从其外表看就像仅有两个旋钮的机械式微波炉,实际上它是利用集成电路来控制微波炉工作的。具备 LS1 制御功能:① 刚刚插上电源时,若不进行放置食物的操作,微波炉将不能被启动。② 在已有电源且炉门关闭状态下,若距前一次操作有 1min 以上不进行定时或开闭门放置食物操作,微波炉受到集成块制御功能的控制也将无法启动。只有进行了一次门开闭的操作(即放置食物),微波炉才能正常工作。该功能可以避免微波炉空载运转。

练 习 题

1. 以图 11-2-1 为例,简述电脑微波炉的工作原理。
2. 电脑微波炉,按键失灵,如何检修?
3. 如何判断微波炉微处理器的故障?
4. 试分析格兰仕 WD800ASI23 型电脑微波炉的电路。

<http://lydzsj.taobao.com/>

第 12 章 维修服务知识及管理

12.1 家用电器维修(安装)服务规范

一、保修期内服务规范

(一) 上门服务规范

1. 接活工作

- ① 来电在铃振三声之内,必须拿起话筒接听。
- ② 与用户通话必须使用普通话和礼貌用语,做到语言柔和,态度真诚。
- ③ 为用户解答问题应本着“用户就是上帝”的原则,详细询问、耐心倾听、全面回答,禁止冒犯和推诿顾客。
- ④ 电话内容应如实地记录在专用《电话记录单》上,或直接存入微机内。
- ⑤ 必须确保用户信息(包括:用户姓名、用户详细地址、用户联系电话、产品类别、型号、购机日期、故障现象、用户要求等)正确、详细。
- ⑥ 用户信息必须及时报交调度部门(或调度人员)。

2. 用户信息的分析处理

- ① 调度人员接到用户信息后,应及时通知相应的维修部门(维修技术人员)做好服务准备。
- ② 维修部门(维修技术人员)根据用户反映的故障现象,分析出可能的故障原因、维修措施、所需配件。
- ③ 根据故障分析结果,结合用户要求和客观现实情况,调度人员应立即做出调度安排,并填写《派工通知单》。

3. 上门准备

- ① 服务人员接到《派工通知单》后,应重新联系用户,确认上门时间、地址、产品型号、购买日期、故障现象等。
- ② 根据故障分析结果、派工时间及路途、天气等自然因素,服务人员应准备好工具、配件、服务用品、服务名片等。

4. 上门服务

- ① 服务人员必须精神饱满、衣冠整洁、穿着工作服、佩带统一的职业资格胸卡,带好保修记录单、收费标准、票据等。
- ② 服务人员应提前 5 分钟到达用户家,按一下门铃或轻轻敲门三下,用户开门后应面带微笑,礼貌问候。

③ 服务人员应主动自我介绍,如果迟到应向用户真诚道歉,并解释原因,以求得用户的谅解。

④ 服务人员的服务过程中应最大限度地减少因安装、维修给用户带来的麻烦(要求:进门穿鞋套;工具放在专用垫布上;不得弄脏、损坏用户的家具及其他物品)。

⑤ 服务人员在维修前应向用户详细询问产品故障现象。

⑥ 服务人员应严格遵照维修工序,按维修作业指导书的要求进行检修,迅速排除故障,如果无法立即修复,必须给用户合理解释并予以妥善解决。必要时提供周转机。

⑦ 如果是安装产品,一定要与用户商量安装位置,在不违背安装规范标准的前提下,尽可能地尊重用户的意见。

⑧ 维修完毕后,应给用户讲明故障原因、维修措施、部件更换情况,用抹布将产品擦拭干净后放回原处。

⑨ 修好后,应通电测试并主动向用户讲明使用常识和注意事项。

⑩ 保修期内应为免费服务,并向用户主动说明。

⑪ 禁止在用户家抽烟、吃饭,禁止向用户索要小费。详细填写保修记录单后,请用户对产品的维修质量和服务质量提出意见和建议并签名。

⑫ 服务完毕,应向用户礼貌告别。

(二) 服务中出现的问题及解决措施

1. 因产品使用不当而误报为故障,用户要求登门服务。

解决措施:可以不上门而采取电话指导的方式指导用户正确使用,但3小时后,必须跟踪回访。如果用户坚持要求登门,则应上门服务。

2. 上门后出现用户不在家、临时停电、用户家有急事等情况而无法进行维修。

解决措施:给用户留下留言卡,并约定好下一次登门时间,保证按时登门。

3. 机器正常,但用户认定存在问题或提出不正当的要求。

解决措施:用诚恳柔和的语言耐心地向用户解释问题直至用户满意。严禁与用户发生争执。

4. 故障复杂,无法在用户家修复,需拉回修理。

解决措施:征得用户同意后,填写《登门服务收机单》(一式两联,签字后,将一联交与用户保存)。若48小时仍未修复,则必须提供周转机。

5. 用户不同意进行维修,要求予以退机或换机。

解决措施:符合退机或换机条件的,应按用户要求予以退机或换机;不符合退机或换机条件的,给用户认真解释国家三包规定及保修期范围。特殊情况上报单位领导批示。

6. 因维修质量、维修费用等原因,用户拒绝交费或要求减免费用,而产生纠纷。

解决措施:向用户认真解释国家三包规定、有关收费标准,特殊情况报单位领导批示。

7. 在维修过程中,损坏了用户的私人财产,用户要求给予赔偿。

解决措施:必须向用户道歉并给予合理的赔偿,并对当事人予以通报批评或处分。

8. 因产品质量问题给用户造成人身、财产损害,用户要求赔偿。

解决措施:请有关部门鉴定,如果确系机器质量原因造成人身、财产损害的,则必须给予合理赔偿。

(三) 回访工作内容及标准

1. 回访方式:电话回访,登门回访。
2. 回访目的:了解上门服务人员的服务态度、工作质量等,便于及时发现问题,解决问题,促进服务工作的不断规范、提高。
3. 回访对象:所有接受安装、维修服务的用户,回访率应为 100%。
4. 回访时间:
 - ① 维修 3 日之内应由调度部门安排回访一次。
 - ② 回访时间应安排在 8:30—18:30。
5. 回访内容:
 - ① 服务人员是否按时登门,并主动出示统一的职业资格胸卡。
 - ② 服务人员在服务过程中的服务态度和服务质量如何。
 - ③ 服务人员的举止、行为、语言是否标准、规范、文明。
 - ④ 产品维修后的情况是否令用户满意。
 - ⑤ 服务人员是否向用户讲明产品的使用常识及注意事项。
 - ⑥ 用户对维修措施及部件更换情况是否明白。
 - ⑦ 产品安装前是否与用户商量过安装位置。
 - ⑧ 服务人员的收费是否合理、规范,是否出具收费标准并开具正式票据。
 - ⑨ 服务人员在用户家是否存在吃饭、抽烟、索要小费等违规行为。
 - ⑩ 用户对产品及服务有何意见和建议。
6. 跟踪监控
 - ① 回访人员应如实地填写《回访反馈信息表》,并及时上交,对用户严重不满的,应追究当事人责任。
 - ② 维修(安装)企业应定期对《回访反馈信息表》进行分类数据统计。
 - ③ 对存在不满的用户应写明理由,并约好再次登门时间予以解决。
 - ④ 对存在严重不满的用户必须作出特殊标记,问题处理完毕后应再次回访直至用户满意。
7. 回访中应注意的事项
 - ① 回访工作必须严格按照回访程序、规范进行。
 - ② 回访工作应严格遵循“避免给用户生活带来不便”的原则。
 - ③ 回访人员在回访中必须衣冠整洁、用语礼貌、举止文明。
 - ④ 回访人员必须如实地记录回访信息,并将信息及时反馈到销售、技术、工艺、生产等部门落实解决,不得私自篡改、滞留、扣留。

二、保修期外服务规范

(一) 服务规范

1. 调度人员接到用户维修电话后,应及时作出调度安排并通知相应的维修部门和人员。
2. 维修部门(维修技术人员)根据调度安排,及时做好登门准备。
3. 根据路途、天气等自然因素,服务人员应联系用户,确认具体登门时间。
4. 服务人员按时到达用户家,主动自我介绍,并出示统一的职业资格胸卡或职业资格证书。

5. 服务人员在维修前应向用户询问产品故障现象,并严格遵照维修工序,按维修作业指导书的要求进行检修,迅速排除故障。

6. 如果产品无法在用户家修复,须征得用户同意后,才能拉回,并填写《登门服务收机单》(一式两联,签字后将一联交与用户保存),确定修复时间。

7. 维修完毕后,服务人员应给用户讲明故障原因、维修措施、部件更换情况,将产品擦拭干净后交给用户。

8. 将产品通电测试后,向用户讲明使用常识和注意事项。

9. 主动向用户出示收费标准,严格按照收费标准进行收费,并开具正式票据。

10. 向用户明确维修后产品的保修时间。

11. 禁止出现向用户索要小费等违规行为,服务完毕后向用户礼貌告别。

(二) 收费

应向用户主动讲明保修期外属有偿服务,严格按国家、地方或企业《维修收费标准》收费,并开具正式票据。

(三) 回访

1. 维修(安装)企业必须建立健全回访制度,促进服务工作的不断规范、提高。

2. 应采用电话回访等方式对所有接受维修(安装)服务的用户进行回访。

3. 回访工作应遵循“避免给用户生活带来不便”的原则。

4. 回访的主要内容:产品维修后的情况是否令用户满意;用户对部件更换情况是否明白;服务人员是否出具收费标准,并开具正式票据;服务人员在服务过程中是否存在违规行为。

5. 对不满意的用户,调度人员应及时安排服务人员登门予以解决,问题处理完毕后,应再次回访直至用户满意。

三、用户投诉制度及受理

1. 投诉工作要求:服务单位必须建立健全用户投诉制度;必须设立投诉热线并予以公布;投诉信息必须保证真实、有效;投诉信息的处理和反馈必须迅速、及时。

2. 用户投诉方式:电话投诉、上门投诉。

3. 投诉原因

① 产品质量本身存在重大缺陷或设计不合理而影响正常使用,引起用户投诉。

② 安装、维修人员技术水平差,致使安装、维修工作质量差,产品无法正常使用,引起用户投诉。

③ 服务人员态度生硬、蛮横、不能耐心、详细地回答用户的提问,与用户发生冲突、争吵,引起用户投诉。

④ 机器长时间无法修复或短时间内反复维修而服务人员不能及时为用户提供周转机,引起用户投诉。

⑤ 保修期外,服务人员不出具收费标准,不按收费标准收费,不开具正式正式票据,引起用户投诉。

⑥ 其他违反服务规范标准的行为。

4. 投诉受理

① 维修(安装)企业接到用户投诉后,必须正确对待、处理,认真填写《投诉信息表》,及时

回复用户并妥善处理。

② 维修(安装)企业必须将《投诉信息表》分类存档,对有关当事人进行警告或处理。

12.2 家电维修管理基础知识

现代家用电器产品的发展,新技术的不断采用,已使维修部门的发展模式和框架发生了根本的变化,一方面家电生产企业自己设立维修服务企业,直接从事售后服务,另一方面又与社会上已形成规模的维修企业签约,为自己的品牌和产品服务。同时大型家电商业企业,自己设立的服务单位同自己经营的产品提供售后服务。这样就形成了生产企业、家电商业企业、社会上的服务企业三者共存的情况,加剧了市场的竞争,同时也提升了家电的售后服务。

随着家电维修企业规模和服务产品的扩大,维修人员技术水平的提高,服务的规范逐步被社会认可。

一、班组管理

一个维修部门的管理者,要合理地安排修理过程中的人员组合,有效地组织修理过程中各个环节之间的配合,使整个修理过程时间最短、耗费较低、效益最好。

1. 在分工协作的基础上有效地安排维修人员的工作内容,建立相应的责任制度,发挥每个人的特长和能力,并根据需要及时调整。

2. 制定维修人员培训计划,积极参加生产企业、商业、行业单位组织的技术培训,提高人员的技术水平和维修能力,鼓励先进,调动维修人员的劳动积极性。

3. 协调维修人员之间的人际关系和技术分歧,公平合理地做好维修过程中的组织工作,提高维修效率和效益

二、质量管理

在修理过程中,维修质量非常关键。质量的好坏关系到顾客的切身利益和维修的信誉。同时,也对维修部门的成本损耗和经济效益有直接的影响。

1. 要建立起一套符合质量要求的岗位责任制,增强维修人员的质量意识和责任感,严格执行各种操作规程。

2. 对维修人员经常进行质量管理的教育和培训,重视对维修人员的技术培训和技术考核,严格维修人员的技术等级管理。

三、成本核算

维修服务的成本核算,主要是指顾客提供的合理的费用支出。维修服务在核算中所计算的成本应包括:所更换的零件费用、零配件的加工费用、消费品和材料的费用、仪器或工具的折旧费、外出车船费等。

附录 1 国家职业技能鉴定考试简介

《中华人民共和国劳动法》明确规定:国家对规定的职业制定职业技能标准,实行职业资格证书制度,由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能鉴定。

职业技能鉴定是提高劳动者素质,增强劳动者就业能力的有效措施,进行考核鉴定,并通过职业资格证书制度予以确认为企业合理使用劳动力以及劳动者自主择业提供了依据和凭证。

目前,国家公布了实行就业准入的 90 个工种目录,其中家用电器产品维修工(包括制冷设备维修工、家用电热器具与电动器具维修工)和家用电子产品维修工(包括家用视频设备维修工、家用音频设备维修工)为实行就业准入的范围。

国家劳动和社会保障部 2000 年第 6 号令明确规定:技工学校、职业(技术)学校、就业训练中心及各类职业培训机构的毕(结)业生,必须取得相应职业资格证书后,才能到技术工种岗位就业;对从事技术工种的学徒,用人单位应按照《中华人民共和国工种分类目录》所规定的学徒期进行培训;对转岗从事技术工种的劳动者,用人单位应按照国家职业(技能)标准的要求进行培训,达到相应职业技能要求后再上岗。

一、命题

1. 命题依据

职业技能鉴定国家题库的命题依据是:劳动和社会保障部与各行业部委联合颁发的职业(工种)《中华人民共和国职业技能标准》或《中华人民共和国工人技术等级标准》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范》(以下分别简称《标准》和《规范》),并充分注意了当前社会生产的发展水平对从业人员的各方面要求。

每个职业(工种)、等级的知识部分一般设有 100~200 个鉴定点,操作技能部分一般确定了数十个至 100 多个考核项目。

2. 命题原则

(1) 命题的总体原则

- ①注重对基本知识和基本技能的理解与掌握,不出偏题和难题。
- ②根据各行业、职业(工种)的特点和目前整体技术的发展水平和现状,对考核内容进行适当调整。

(2) 理论知识鉴定的命题原则

- ①实事求是地反映《标准》和《规范》所提出的各项要求。
- ②注重理论知识对操作技能的支撑作用,强调实际工作中必备的知识,避免纯理论化或学科化的倾向。
- ③坚持一致性、通用性原则,对几种教材说法不一的,尽可能不出题,只出说法一致的题。

(3) 操作技能鉴定的命题原则

①强调实际操作技能与生产实践的内在联系,注重所考内容在实际工作中的基础性和关键性作用。

②有效地组织操作技能试题的形式,尽可能做到鉴定实施的可行、高效低成本。

③对于具有地方特点或企业特点的具体鉴定考核内容,可以对试题进行适用性调整。

二、试卷组成

1. 理论知识试卷

国家题库理论知识试卷的题型、题量可按鉴定考核用卷是否为标准化试卷进行划分,采用不同的试卷题型、题量结构。标准化试卷有一种组成形式,非标准化试卷有三种组成形式。其具体的题型比例、题量和配分参见如下表格:

表 1 标准化理论知识试卷的题型、题量与配分方案

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
选择	60 题(1 分/题)			60 分	
判断	20 题(2 分/题)	20 题(1 分/题)		40 分	20 分
简答/计算	(无)	4 题(5 分/题)		0 分	20 分
总分	100 分(80/84 题)				

表 2 非标准理论知识试卷的题型、题量与配分方案(一)

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
填空	10 题(2 分/题)			20 分	
选择	20 题(2 分/题)			40 分	
判断	20 题(1 分/题)	10 题(1 分/题)		20 分	10 分
简答/判断	共 4 题(每题 5 分)			20 分	
论述/绘图	(无)	1 题(10 分/题)		0 分	10 分
总分	100 分(44/45 题)				

表 3 非标准理论知识试卷的题型、题量与配分方案(二)

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
填空	10 题(2 分/题)			20 分	
选择	20 题(2 分/题)	20 题(1.5 分/题)		40 分	30 分
判断	20 题(1 分/题)			20 分	
简答/判断	共 4 题(每题 5 分)			20 分	
论述/绘图	(无)	1 题(10 分/题)		0 分	10 分
总分	100 分(54/55 题)				

表 4 非标准理论知识试卷的题型、题量与配分方案(三)

题 型	鉴定工种等级			分 数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
填 空	15 题(2 分/题)			30 分	
选 择	20 题(1.5 分/题)	20 题(1 分/题)		30 分	20 分
判 断	20 题(1 分/题)			20 分	
简 答/判 断	共 4 题(每题 5 分)			20 分	
论 述/绘 图	(无)	1 题(10 分/题)		0 分	10 分
总 分	100 分(59/60 题)				

2. 操作技能试卷

国家题库操作试卷采用由“考场准备通知单”、“试卷正文”和“评分记录表”三部分组成的基本结构,分别供考场、考生和考评员使用。

(1) 准备通知单:包含材料准备、设备准备、工具、量、刃、卡具准备(标准、名称、规格、数量)等考场准备要求。

(2) 试卷正文:包含需要说明的问题和要求、试题内容、总时间与各个试题的时间分配要求,考评人数、评分规则与总分方法等。

(3) 评分记录表:包含具体的评分标准和评分记录表。

在理论知识和操作技能试卷的组卷中,一般为中等难度。低难度试题占 20%,中等难度试题占 70%,高难度试题占 10%。

在考核时间上,理论知识的初、中级为 1.5~2 小时,高级为 2~2.5 小时;操作技能试卷的考试时间初、中级为 2~4 小时,高级为 3~6 小时。

附录2 高级家用电器产品维修工考试标准试卷

高级家用电器产品维修工知识试卷

注 意 事 项

1. 请首先按要求在试卷的标封处填写您的姓名、考号和所在单位的名称。
2. 请仔细阅读各种题目的回答要求,在规定的位置填写您的答案。
3. 不要在试卷上乱写乱画,不要在标封区填写无关内容。

	第一部分	第二部分	总分	总分人
得分				

得分	
评分人	

一、选择题(第1-60题,选择正确的答案,将相应的字母填入题内的括号中,每题1分,满分60分)

1. 逻辑运算 $A+1=(\quad)$ 。
(A) 0 (B) 1 (C) A (D) $A+A$
2. 基本的 R-S 触发器,禁止输入端 R、S 输入 (\quad) 。
(A) $R=1, S=1$ (B) $R=0, S=1$ (C) $R=0, S=0$ (D) $R=1, S=0$
3. 单结晶体管有 (\quad) 。
(A) 一个 PN 结和两个电极 (B) 一个 PN 结和三个电极
(C) 两个 PN 结和两个电极 (D) 两个 PN 结和三个电极
4. 将模拟量转换为数字量的电路是 (\quad) 。
(A) D/A 转换器 (B) I/O 转换器 (C) A/D 转换器 (D) 网络适配器
5. PTC 是 (\quad) 。
(A) 厚膜铂电阻的英文缩写
(B) PN 结温度传感器的英文缩写
(C) 正电阻温度系数热敏电阻的英文缩写
(D) 负电阻温度系数热敏电阻的英文缩写
6. 在密闭容器内部的液体,能把它在一处受到压力传递到液体内部的 (\quad) ,其大小并不改变。
(A) 向上的方向 (B) 向下的方向 (C) 中间的方向 (D) 各个方向

7. 连续性方程的数学表达式是()。
- (A) $\Delta F_1 C_1 + \Delta F_2 C_2 = 0$ (B) $\Delta F_1 C_1 \times \Delta F_2 C_2 = 0$
(C) $\Delta F_1 C_1 - \Delta F_2 C_2 = 0$ (D) $\Delta F_1 C_1 + 1 = \Delta F_2 C_2$
8. 工程上把热导系数 λ ()的材料作隔热保温材料。
- (A) $< 0.2 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ (B) $< 0.3 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$
(C) $< 0.7 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ (D) $< 0.5 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$
9. 热力膨胀阀供液量控制不准的原因是()。
- (A) 系统内的制冷不足 (B) 进液管路有堵塞
(C) 顶针过长 (D) 进口端过滤网堵塞
10. 空调用全封闭活塞式制冷压缩机应采用()型。
- (A) 低回压 (B) 中高回压 (C) 超高温工况 (D) 最大轴功率工况
11. 水冷式冷凝器的冷凝压力过高的原因()。
- (A) 冷却水流量过大 (B) 冷却进水温度过低
(C) 冷却水流量过小 (D) 制冷剂充入不足
12. 冷凝器中的热 Q_k 的计算公式为()。
- (A) KFl (B) $KF\Delta t_m$ (C) $F\Delta t_m$ (D) $\lambda F\Delta t_m$
13. 已知空气状态点无法用 h-d 图查取如下参数()。
- (A) 相对湿度 (B) 饱和水蒸汽分压力 (C) 大气压力 (D) 焓
14. 使用高于空气露点温度的冷源处理空气,实现的过程是()过程。
- (A) 降温去湿 (B) 降温减焓 (C) 干式冷却 (D) 减焓减湿
15. 对空气进行等焓加湿处理后,含湿量上升()。
- (A) 焓值不变,温度不变,相对湿度下降
(B) 焓值不变,温度下降,相对湿度上升
(C) 焓值上升,温度下降,相对湿度下降
(D) 焓值上升,温度不变,相对湿度上升
16. 风管系统的阻力和风量有如下关系()。
- (A) $H = KL^3(\text{Pa})$ (B) $H = KL^2(\text{Pa})$ (C) $H = K^2L^2(\text{MPa})$ (D) $H = K^2L^3(\text{MPa})$
17. 衡量冷却塔的冷却效果,通常采用的两个指标是()。
- (A) 冷却水温差和空气温差 (B) 冷却水温差和冷却幅高
(C) 冷却水湿球温度和冷却水温差 (D) 冷却水露点温度和冷却水温差
18. 电子温度控制器的温度检测电路普遍利用传感器的()。
- (A) 线性特性,将温度线性变化转换为电容容量变化
(B) 线性特性,将温度线性变化转换为非线性量变化
(C) 电容特性,将温度升降变化转换为电感容量变化
(D) 温度特性,将温度升降变化转换为电阻值升降变化
19. 电子温度控制电路中,()。
- (A) 除霜与制冷功能无关系 (B) 必须设计制冷与除霜的互锁功能
(C) 必须设计在停机期间除霜 (D) 不必设计制冷与除霜的互锁功能
20. 压敏电阻具有()。

- (A) 过电压保护特性,动作后可恢复,也可修复
(B) 过电流保护特性,动作后可恢复,但不可修复
(C) 过电阻保护特性,动作后不可恢复,但可修复
(D) 过电压保护特性,动作后不可恢复,也不可修复
21. 房间空调器使用的变频电动机,有()。
(A) 交流三相电动机和直流无刷电动机
(B) 交流三相电动机和直流串励电动机
(C) 交流单相电动机和直流永磁电动机
(D) 交流单相电动机和直流无刷电动机
22. ()空调系统适用于对送风温差没有严格要求的舒适性空调场合。
(A) 二次回风式 (B) 一次回风式
(C) 直流式 (D) 封闭式
23. 对于用风机盘管空调的房间,房间内局部的可控参数主要是()。
(A) 室内温度、风量、排风
(B) 风量、冷冻水温度、新风量
(C) 风压、冷冻水温度、新回风量比
(D) 风压、室内温度、水量、新回风量比
24. 判断表冷器表面是否结露,主要看表面温度是低于还是高于空气()而定。
(A) 干球温度 (B) 湿球温度 (C) 露点温度 (D) 环境温度
25. 离心式制冷压缩机喘振的产生原因是()。
(A) 电流增大 (B) 制冷量过小 (C) 转速不稳 (D) 冷却水温过低
26. 红外遥控器电路由()。
(A) 红外发射器、指令接受器和执行器组成
(B) 红外发射器、指令接受器和控制器组成
(C) 红外传感器、红外发射器、指令接受器和控制器组成
(D) 红外传感器、红外发射器、指令接受器和执行器组成
27. 屏蔽泵产生气蚀的原因()。
(A) 溶液浓度高 (B) 溶液浓度低
(C) 系统内有不凝体 (D) 吸入压力不足
28. 装配图的技术要求是用符号和文字说明机器的()。
(A) 公差与配合要求,检验与使用要求等
(B) 装配与调整要求,试验与评定要求等
(C) 安装与运转要求,检验与评定要求等
(D) 装配与调整要求,检验与使用要求等
29. 电气图中的电气图形符号通常包括:系统图与平面图图形符号、()。
(A) 电气施工图符号和接线图符号
(B) 电气原理图特殊符号和安装图符号
(C) 电气设备特殊符号和接线图的回路标号
(D) 电气设备文字符号和系统图的回路标号

30. 维修质量检测包括两个方面()。

- (A) 一是运转的检验,二是设备性能的评价
- (B) 一是质量的检验,二是设备性能的测试
- (C) 一是质量的检验,二是经济效果的评价
- (D) 一是运转的检验,二是耗能指标的考核

31. 用于制冷设备机房里的通风机应在()。

- (A) 室内和室外设置控制开关
- (B) 室内设置自动开关室外设置手动开关
- (C) 室内和室外设置自动开关
- (D) 室内设置手动开关室外设置应急开关

32. 在维修方案中,只对损坏部件进行修理调整或更换,对其他各方面不作检修称为()。

- (A) 保养
- (B) 小修
- (C) 中修
- (D) 大修

33. 风扇电机重绕的最后工序是嵌线,在嵌放线圈时,下述做法错误的是()。

- (A) 要注意每一线圈由哪一槽穿入,从哪一槽穿出
- (B) 要用滑线板把导线整齐地滑入槽内,防止导线扭结、交叉和破损
- (C) 嵌入后要用锤子敲打压紧
- (D) 嵌入线圈后,应按原线组的连接方式采用绞合焊接好,并套上绝缘管

34. MOS 集成电路与 TTL 集成电路相比,在使用上有两个特点是()。

- (A) 对电源电压要求严格,输入阻抗高
- (B) 对电源电压要求严格,输入阻抗低
- (C) 对电源电压要求不严格,输入阻抗高
- (D) 对电源电压要求不严格,输入阻抗低

35. 关于数字比较器,下述说法错误的是()。

- (A) 可以比较两个数是否相等
- (B) 可以比较两个数的大小
- (C) 可以区分数制
- (D) A 与 B 都正确

36. 关于施密特触发器,下列论述错误的是()。

- (A) 施密特触发器是一种电平幅度触发电路,可将其他波形转换成矩形波
- (B) 施密特触发器是领先回差电压才能翻转的
- (C) 施密特触发器没有稳定状态,可以自由振荡产生脉冲
- (D) 施密特触发器有两个稳态,在无触发信号时总是处于第一稳态位,为 0 状态

37. 根据零件在机器中的作用,为保证其使用性能而确定的基准是()。

- (A) 工艺基准
- (B) 设计基准
- (C) 测量基准
- (D) 技术基准

38. 下列不属高档微波炉的功能的是()。

- (A) 煎炒功能
- (B) 功率调节功能
- (C) 记忆烹调功能
- (D) 显示功能

39. 高档微波炉控制磁控管周期内工作时间性长短的脉冲信号是从()的。

- (A) 由键盘直接输入
- (B) 由 CPU 根据设置信息处理后输出

- (C) 机电式程控器输出
(D) 遥控输出
40. 下列不属微电脑电饭锅的控制的是()。
(A) 红外线控制 (B) 定时控制
(C) 功率控制 (D) 测温熔断保护控制
41. 微电脑电饭锅的直流电源是()。
(A) 由电池提供 (B) 由市电经变压整流滤波后获得
(C) 经整流滤波稳压后提供 (D) 直流由市电获得
42. 判断 IC 是否正常的检修方法不对的是()。
(A) 测相关脚直流电压 (B) 测相关脚的电压波形
(C) 用钳表测工作电流 (D) 首先应使外围电路元件正常
43. 微波炉高压电容损坏的现象是无功率输出,其原因是()。
(A) 磁控管灯丝无电压 (B) 磁控管阴、阳极间无高压
(C) 控制电路无工作电压 (D) 风扇不转
44. 微波炉“嗡嗡”交流声大,但有微波输出的故障原因是()。
(A) 磁控管灯丝与管壳相碰,电流过大引起铁心振动
(B) 高压变压器铁心破裂
(C) 磁控管破裂
(D) 滤波电容漏电
45. 离心式制冷机运行时,油过滤器堵塞,将出现()现象。
(A) 蒸发压力过高 (B) 油压过低
(C) 油压过高 (D) 冷却水温过高
46. 热泵型空调器制热时,室内风机与压缩机的启动关系是()。
(A) 同时启动 (B) 风机先启动,压缩机后启动
(C) 无序启动 (D) 压缩机先启动,风机后启动
47. 红外遥控电风扇发射器遥控调制用的载波信号一般是()。
(A) 正弦信号 (B) 调频信号 (C) 间歇信号 (D) 脉冲信号
48. 在电风扇控制系统中,其核心电路都是()。
(A) 稳压电路 (B) 触发电路 (C) 振荡电路 (D) 数字集成电路
49. 滚筒式洗衣机通常为()洗衣机。
(A) 普通型 (B) 全自动型 (C) 半自动型 (D) 手动型
50. 微电脑全自动洗衣机接通电源后,首先显示的是()。
(A) 进水程序 (B) 标准洗衣程序
(C) 变更洗衣程序 (D) 洗涤处理
51. 顺时针方向放置高档新型全自动洗衣机的程控器旋钮到“洗涤起点”,向上提拉开关,电路接通,指示灯亮,此时水位开关应处于()。
(A) 常闭点 NO 位置 (B) 常开点 NC 位置
(C) 公共点 COM 位置 (D) 无法确定
52. 滚筒式自动洗衣机设置的电热器件一般采用()。

- (A) 云母加热器 (B) 板状加热器
(C) 管状加热器 (D) 蛇形管加热器
53. 高档电风扇的控制电路通常由集成电路及外围元件组成,下述检修错误的是()。
(A) 先排除外围元件故障 (B) 更换集成块再检查
(C) 测集成电路各脚电压 (D) 断电测各脚在路电阻
54. 某电脑控制电风扇在“停止”状态,仍有慢速转动,检修方法是()。
(A) 检查风速选择开关是否粘连 (B) 检查控制器 IC 是否击穿
(C) 检查电抗器是否短路 (D) 检查三只双向晶闸管是否有漏电
55. 全自动洗衣机进水不停,经判断是水位开关失灵,应()。
(A) 检查排水阀是否损坏 (B) 检查电源电压是否正常
(C) 检查进水阀是否损坏 (D) 检查水位开关内部机构是否损坏
56. 下述洗衣机电动机短路的故障现象,下列错误的是()。
(A) 电动机过热 (B) 转速明显比正常运转时降低
(C) 噪声较大 (D) 运转无力
57. 电风扇风叶的检测可用静平衡校正法,下述不正确的是()。
(A) 直接在电风扇上校正
(B) 将叶片固定在校正架转轴上调整好前后针距离,转动叶片进行检测
(C) 校正后仍发生抖动,说明是重心不平衡
(D) 检测出叶片变形后,可将该叶片逐渐扭转过来
58. 电器检修场所的消防安全措施,下述不正确的是()。
(A) 检修前应明确电器的功率,大功率电器应采用单独的供电线路
(B) 检修场所不得放置易燃物品
(C) 暂离开检修现场时,可不必切断电源
(D) 必须配备必要的消防器材
59. 触电的紧急救护首先应()。
(A) 注射强心针 (B) 人工呼吸 (C) 心脏按摩 (D) B 和 C
60. 维修部门适宜采用个人或班组()核算法。
(A) 价值 (B) 劳动生产率 (C) 生产效率 (D) 维修效率

得分	
评分人	

二、判断题(第 61 - 80 题,将判断结果填入括号中,正确的填“√”,错误的填“×”,每题 1 分,满分 20 分)

- () 61. RAM 仅可读出信息,不能写入信息。
() 62. 靶式流量开关的控制规律是当压力为零值是发出信号。
() 63. 电磁换向阀是热泵空调器进行制冷和制热工作转换的电磁控制切换阀。
() 64. 活塞式制冷压缩机的结构系数有缸径 D、行程 S、转速 N 及缸数 Z。
() 65. 蒸发器内积存过量的制冷剂液体,将引起制冷压缩机的湿冲程。

- ()66. 以空气等湿加热处理后温度上升,焓值下降,含湿量不变,相对湿度下降。
- ()67. 东芝 GR-204E 电子温度控制电路中,冷冻室内的温度传感器的功能是发出可以化霜信号和发出化霜终止信号。
- ()68. 逆变器广泛采用 PWM 技术来改变电动机的供电频率。
- ()69. 房间空调器交流变频电动机是三相交流电动机。
- ()70. 通风干湿球温度计的精度较高,可用来检查和校核普通干湿球温度计。
- ()71. 用电安全的意义,是我们采取一切必要的措施避免发生人身触电事故。
- ()72. 二进制译码器就是把二进制代码翻译成相应信号的逻辑电路。
- ()73. 触发器属于时序逻辑电路,其输出信号不但决定于当前的输入信号,而且跟电路原来的状态有关。
- ()74. 欠压保护是为了保证单片机不因欠压而过流烧毁设定的。
- ()75. 检修程控风扇控制电路,可以注入超声波信号,以检测故障部位。
- ()76. 微电脑电风扇手控正常,遥控失灵,其故障原因为电脑芯片工作不正常。
- ()77. 检修微电脑程控器时,通常可通过测程控器输出电压来判断有无故障或故障部位。
- ()78. 万用表直流电流挡测量时其表针无指示是由于内置电池无电造成的。
- ()79. 热泵制热与电炉丝制热,两者若产生同等数值的热量,所消耗的电能是相等的。
- ()80. 维修部门的业务管理包括五个方面的职能,即战略、决策、开发、财务、公共关系职能。

得分	
评分人	

三、简答题(第 81 - 82 题,每题 5 分,满分 10 分)

81. 画出变频器的方框图,简要叙述变频空调的控制机理。

82. 微电脑全自动洗衣机进水正常,但波轮不转,不能洗涤的原因是什么?

得分	
评分人	

四、计算题(83-84 题,每题 5 分,满分 10 分)

83. 已知,冷凝器的冷凝负荷 $Q_k = 5000\text{W}$,传热系数 $K = 600\text{W}/(\text{m}^2\text{℃})$,对数平均温差 $\Delta t_m = 5\text{℃}$,求传热面积。

84. 将微波炉接在 220V 的交流电源上,用两个烧杯分别注入 500g、25℃的水,放入炉中工作托盘中央,启动微波炉将水加热约 2min,立即使水温均匀测得两杯水的平均温度为 45℃。试求此时微波炉的输出功率。

高级家用电器产品维修工技能试卷

一、说明

1. 本试卷的编制命题是以可行性、技术性和通用性为原则。
2. 本试卷是依据 2000 年劳动和社会保障部颁发的《中华人民共和国家用电器维修工职业技能鉴定规范考核大纲》设计编制的。
3. 本试卷主要适用于考核高级家用电器维修工。
4. 本试卷无地域和行业限制。

二、考试项目

(一) 试题名称

试题一:用电接点温度表和小型灵敏继电器组成二位温度控制器

试题二:电脑洗衣机脱水传动系统的拆装

试题三:分体式空调器运行中突然停机故障的判断与排除方法

试题四:全电脑微波炉启动后继续间断工作故障的检修(笔答)

(二) 考核要求

试题一:

1. 画出电原理图
2. 正确选择电子元件和相应的模拟板
3. 按照新画的电路图在模拟板上连接线路
4. 设定动作值
5. 设定差动范围
6. 善后工作

试题二:

1. 将洗衣机脱水传动系统,包括传动皮带、棘爪、大皮带轮、棘轮卸下。
2. 组装调试
3. 用万用表确定正常后再通电试运转
4. 善后工作
5. 填写检修报告

试题三:

1. 正确区分制冷系统故障与电气系统故障
2. 正确使用仪器、工具和设备对故障机进行检修
3. 对修理后的空调器进行调试
4. 善后工作
5. 填写检修报告

试题四:(见笔答试卷)

三、考核时限

1. 试题一:30 分钟
2. 试题二:60 分钟
3. 试题三:90 分钟
4. 试题四:60 分钟
5. 计时方法:准备结束以后,统一下令开始正式操作,由一名考评员统一计时。
6. 时间允差:每超过时间定额 1 分钟从总分中扣除 5 分,不足 1 分钟按 1 分钟计算,延超 5 分钟不计分。

四、考核评分

1. 考评人员与应试人员比例为 1:5。
2. 每个考评组考评员不得少于三人。
3. 评分实行 100 分制,各考评员独立打分,每个项目取所有考评人员给分的算术平均值,最后相加为该项目的得分。
4. 应试人员的总成绩取其各项得分的算术平均值。
5. 总成绩 60 分以上为及格。

五、评分标准

1. 评分原则

按评分标准评分,符合标准评分要求的给分,不符合标准评分要求的不给分,具体按给分点的配分计算。

2. 各题评分标准

试题一:本题满分 25 分

序号	评分要素	配分	评分标准
1	电路原理图	4 分	规范、正确得 4 分,基本正确得 1~3 分,错误和不画此题不得分
2	选择电子元件和相应的模拟板	4 分	选择正确得分,否则不得分
3	在模拟板上连接线路	8 分	连接规范、正确得 8 分,基本正确得 5~7 分,有错误得 2~5 分,严重错误、不接线此题不得分
4	设定动作值	3 分	设定正确得 3 分,基本正确得 1~2 分,否则不得分
5	设定差动范围	3 分	设定正确得 3 分,基本正确得 1~2 分,否则不得分
6	善后工作	3 分	恢复完全得 2 分,否则不得分

试题二:本题满分 35 分

序号	评分要素	配分	评分标准
1	拆卸脱水传动系统	15 分	操作规范,拆卸顺序正确,得 15 分;操作基本正确得 10~13 分;操作有缺陷得 3~8 分;操作错误不得分;损坏零件此题不得分
2	检测零部件	5 分	操作规范,量具选择正确,正确区分完好与损坏的零件得 5 分;基本正确得 2~4 分;操作错误不得分;损坏零件此题不得分
3	组装脱水传动系统	10 分	操作规范,装配顺序正确,得 10 分;操作基本正确得 5~8 分;操作有缺陷得 2~4 分;操作错误不得分;损坏零件此题不得分
4	善后工作	5 分	恢复完全,检修报告填写完善得分,否则不得分

试题三:本题满分 40 分

序号	评分要素	配分	评分标准
1	故障类型的判断	3 分	正确区分制冷系统和电气系统故障得 3 分,否则不得分
2	对故障机进行检修	15 分	检修方法、步骤正确得 15 分,基本正确得 5~13 分,错误不得分
3	工具、仪表和设备的使用	7 分	使用正确得 7 分,基本正确得 2~6 分,错误不得分
4	对修复机的调试	10 分	能修复机器并正确调试得 10 分,能修复机器但调试不正确得 5~9 分,不能修复机器不得分
5	善后工作	5 分	恢复完全,检修报告填写完整得分,否则不得分

试题四:本题满分 50 分,见笔答试卷

国家职业技能鉴定统一试卷

高级家用电器产品维修工考试评分表

准考证号:

姓名:

性别:

单位:

装

订

线

[illegible]

评分人:

年 月 日

试题二:检修报告

机型		机号	
实操项目			
拆装记录			
电气接线图			
评分		考评员签字	

试题三:检修报告

机型		机号	
实操项目			
故障原因			
故障分析			
检修过程			
评分		考评员签字	

高级家用电器产品维修工技能试卷(笔答)

一、说明

1. 本试卷的编制命题是以可行性、技术性和通用性为原则。
2. 本试卷是依据 2000 年劳动和社会保障部颁发的《中华人民共和国家用电器维修工职业技能鉴定规范考核大纲》设计编制的。
3. 本试卷主要适用于考核高级家用电器维修工。
4. 本试卷无地域和行业限制。

二、考试项目

试题:全电脑微波炉启动后继续间断工作故障的检修

三、试题要求

1. 对故障作概括的分析
2. 叙述故障产生的部位、现象和原因
3. 叙述检修所用的仪器、工具和设备
4. 举例说明故障修复的检修过程
5. 对善后工作的说明
6. 检修报告

四、考核时限

1. 答题时间:90 分钟。
2. 时间允差:延超不记成绩。

五、评分标准

1. 评分原则:

按评分标准评分,符合标准评分要求的给分,不符合标准评分要求的不给分,具体按给分点的配分计算。

2. 各题评分标准:

序号	评分要素	配分	评分标准
1	对故障作概括的分析	5 分	正确对故障进行概括分析,内容完整 5 分,不完整 2~4 分,不回答 0 分
2	叙述故障产生的部位、现象和原因	15 分	正确叙述故障产生的部位、现象和原因,论点正确、条理清楚 15 分,基本正确 10~14 分,不完整 4~9 分,有错误 1~3 分,不回答 0 分

续表

序号	评分要素	配分	评分标准
3	叙述检修所用的仪器、工具和设备	5分	正确对故障进行概括分析,内容完整5分,不完整2~4分,不回答0分
4	举例说明故障修复的检修过程	15分	正确叙述故障产生的部位、现象和原因,论点正确、条理清楚15分,基本正确10~14分,不完整4~9分,有错误1~3分,不回答0分
5	对善后工作的说明	5分	正确说明主要善后工作得分,否则0分
6	检修报告	5分	正确填写检修报告,内容完整、条理清楚5分,不完整2~4分,不回答0分

六、标准答案(略)