

# 空调电路基础知识

## 一、空调整机电路构成

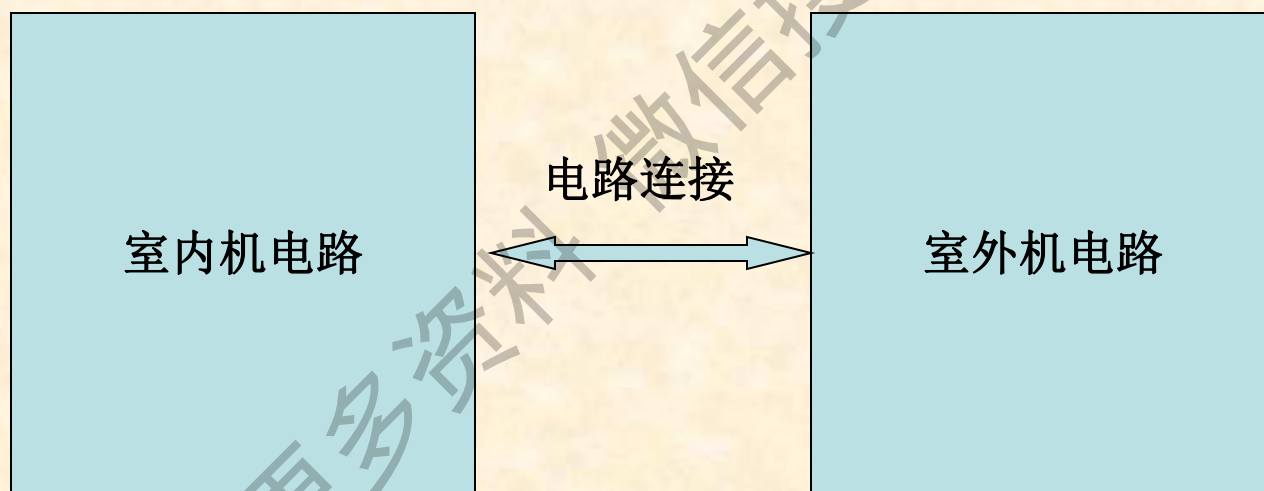
### 1、空调电路

空调电路结构大致可分为空调电气电路和空调电子电路两大部分

空调电气电路是指电路板外接电路为主体的强电电路

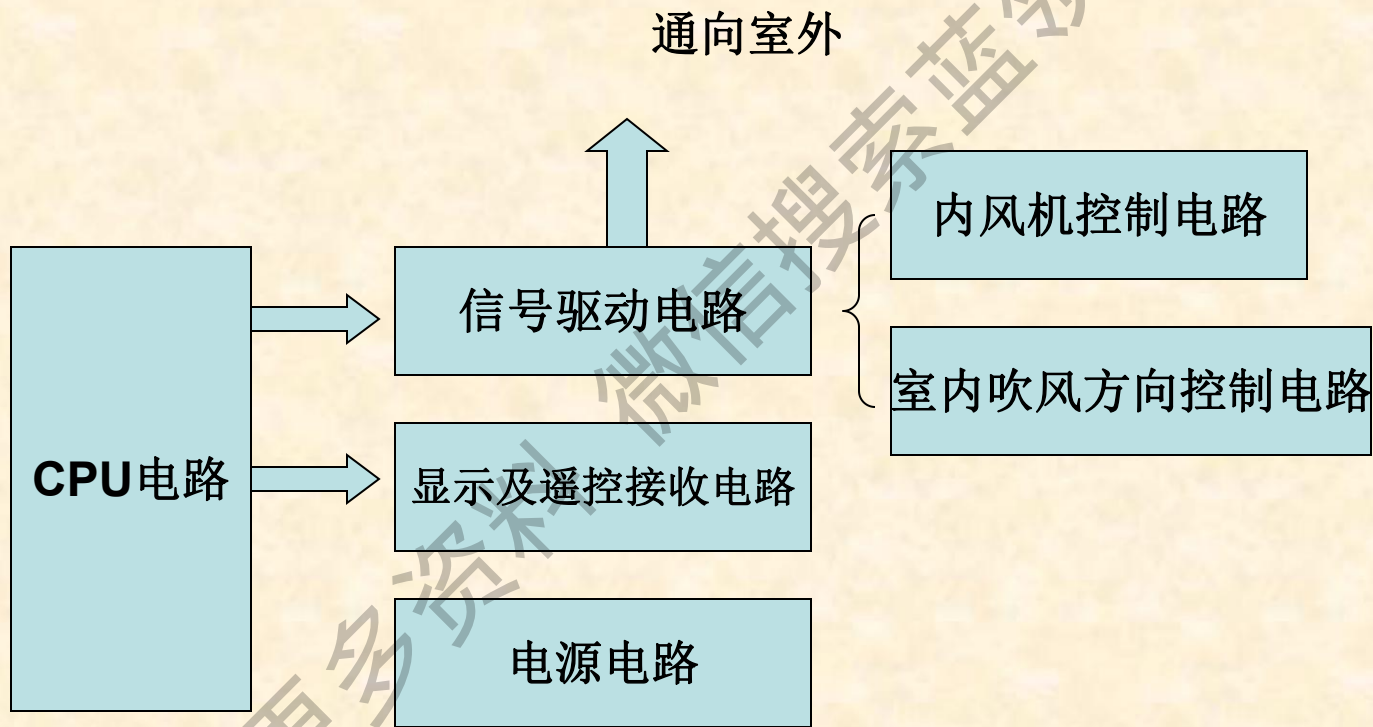
空调电子电路是主要以电路板为主体的弱电电路

## 2、空调室内机、室外机电路框图



室内和室外之间的电路连接线，一般有电源线和信号线组成

# (1) 空调室内电路框图



## 室内电路组成

(a) **CPU**电路，是空调控制的核心器件，完成空调的检测和控制功能。

(b) 信号驱动电路 其作用是将**CPU**的控制信号进行放大处理，使之能够控制空调相关功能电路工作。由于**CPU**的输出信号幅度较小，以及**CPU**耐电流能力等原因，所以空调电路专设信号驱动电路。像压缩机信号、风机信号、四通阀信号都需要驱动。

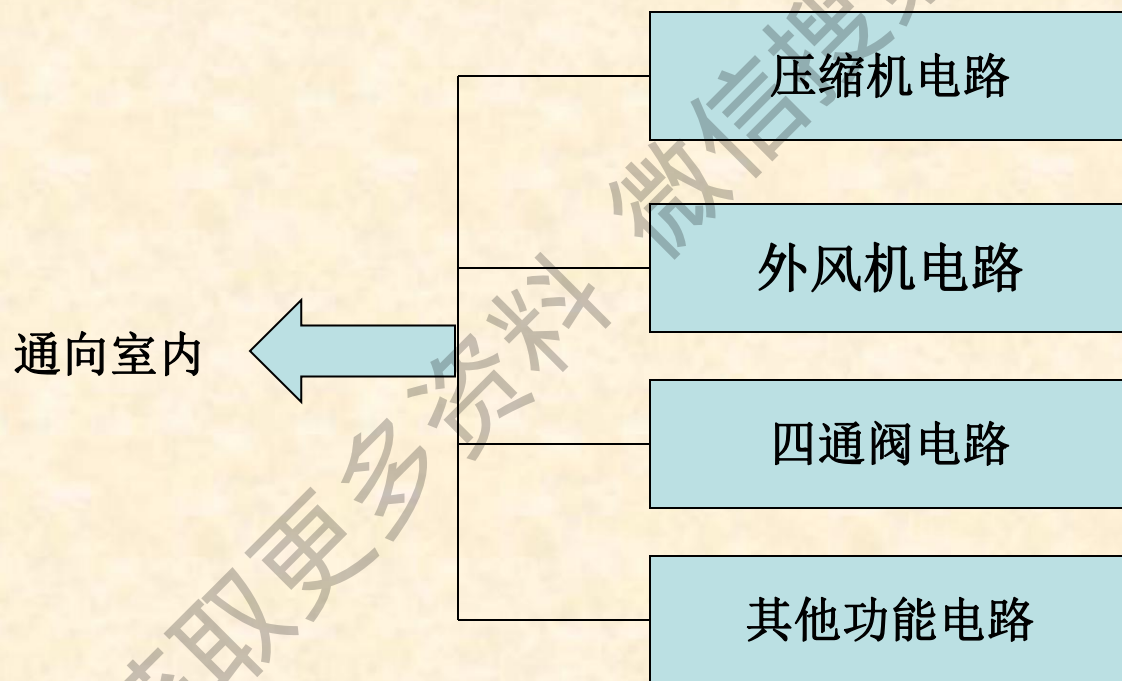
(c) 内风机控制电路 主要由内风机的驱动电路和相关调速控制电路，室内风机正常运转。

(d) 室内吹风方向控制 挂机的室内吹风方向控制通常称为摆风控制，由直流电机带动摆风页片上下摆动，控制吹风方向。柜机的室内吹风防空控制称为扫风控制，由交流同步电机带动扫风叶片左右摆动，控制吹风方向。

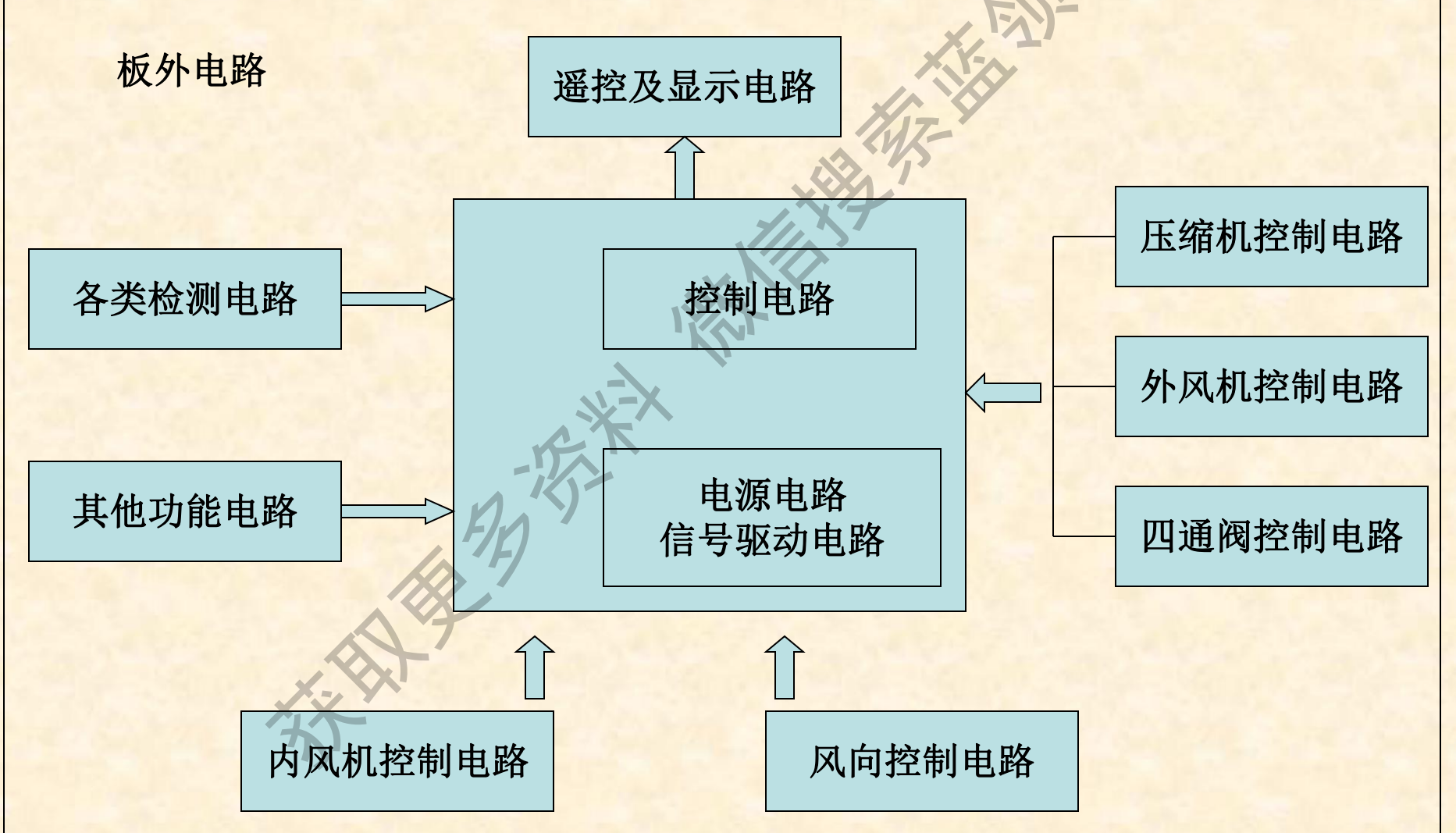
(e) 显示及遥控接收电路 显示及控制接收电路显示空调的工作状态，一般是一块专门的电路板

(f) 电源电路 电源电路为空调提供强电和弱电。

## (2) 空调室外机电路框图



### 3、电路板和板外电路框图



## (1) 电路板

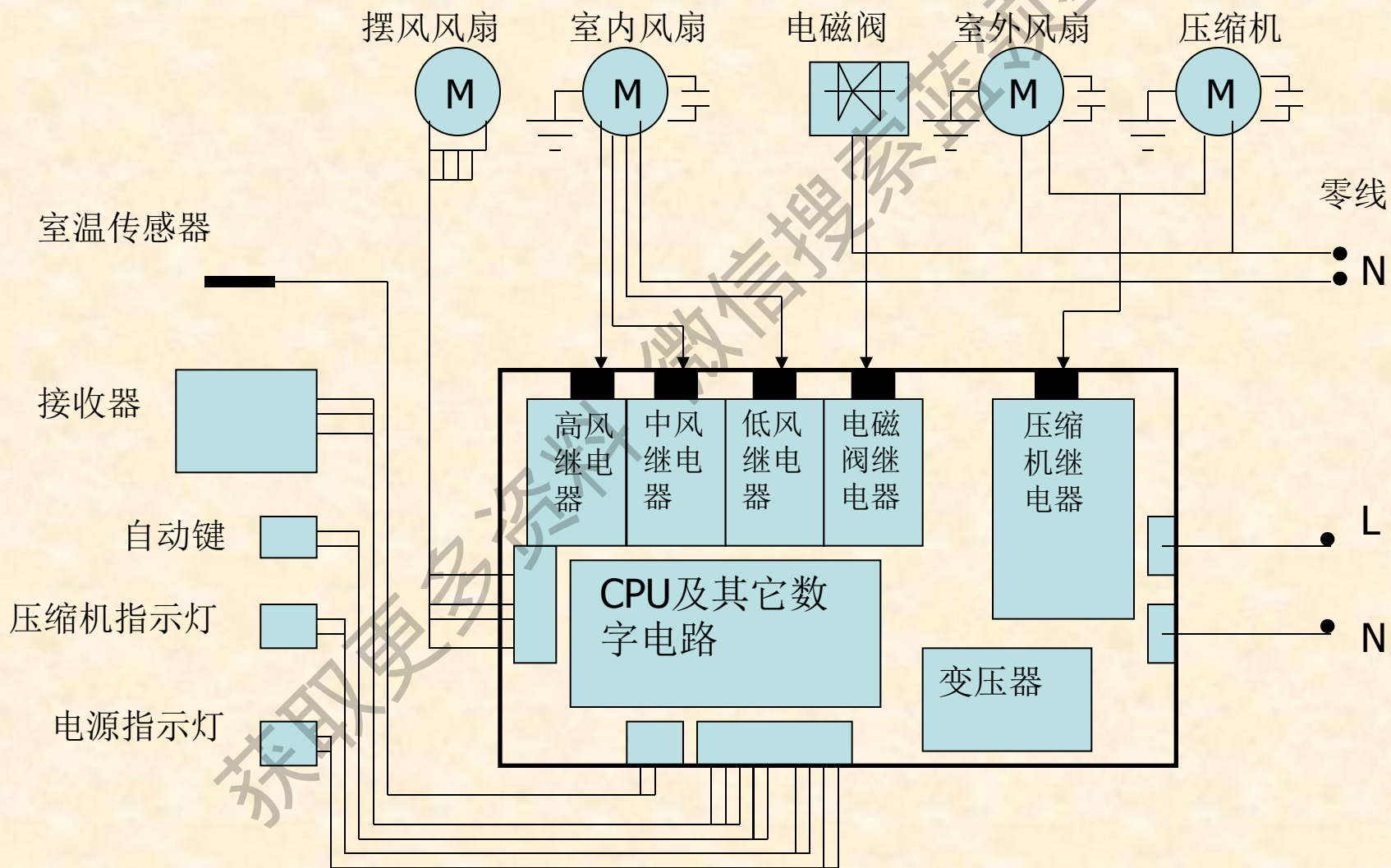
主要由控制电路、信号驱动电路和电源电路

## (2) 外围电路

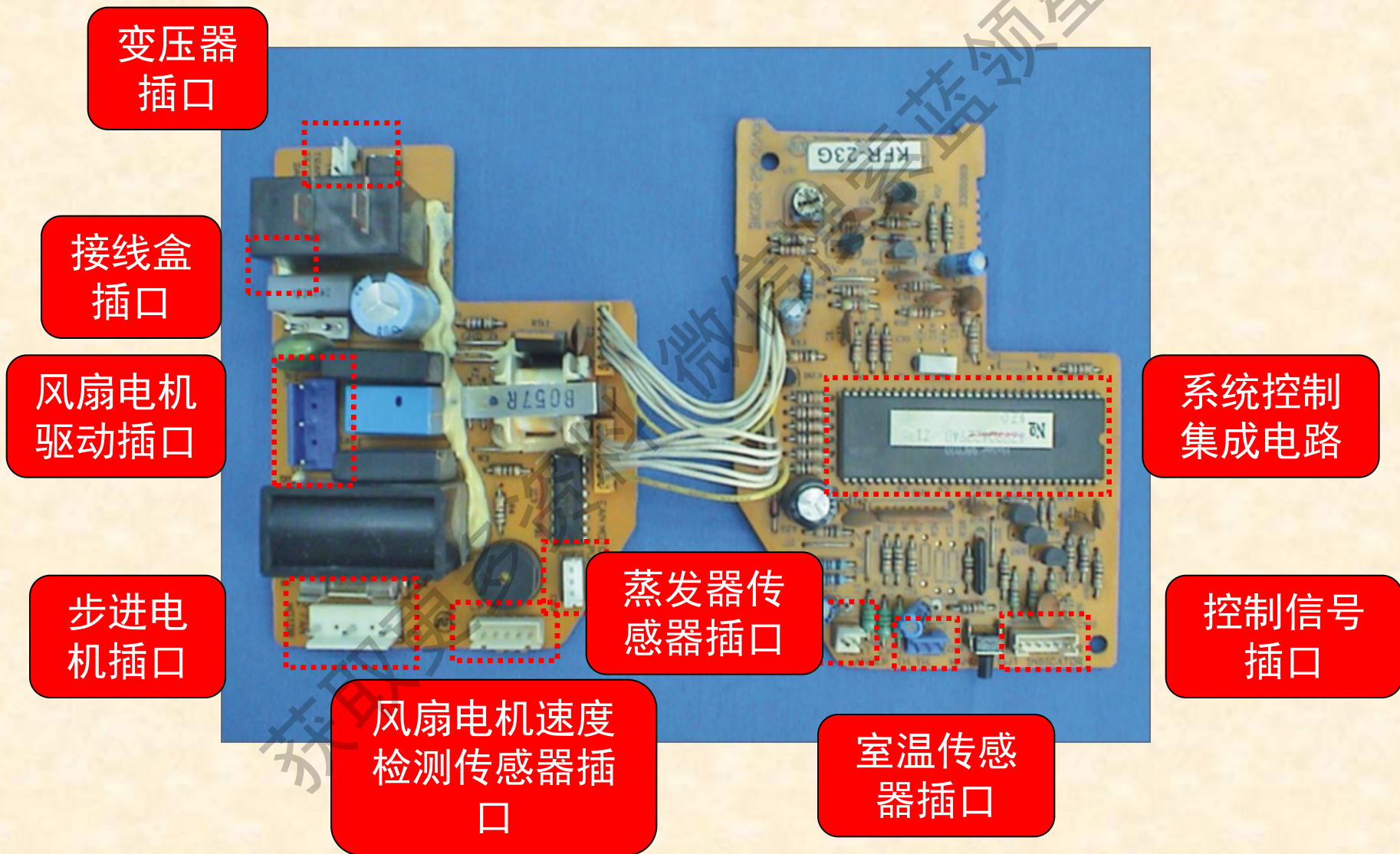
主要由各类检测电路、遥控及显示电路、内风机、压缩机控制电路、外风机控制电路、四通阀控制电路及其他相关功能电路。这些电路都是通过插件、接线柱等连接。

空调的检测电路主要是环境和管道温度检测、制冷系统压力检测、工作电压电流检测等。





# 电源电路和系统控制电路



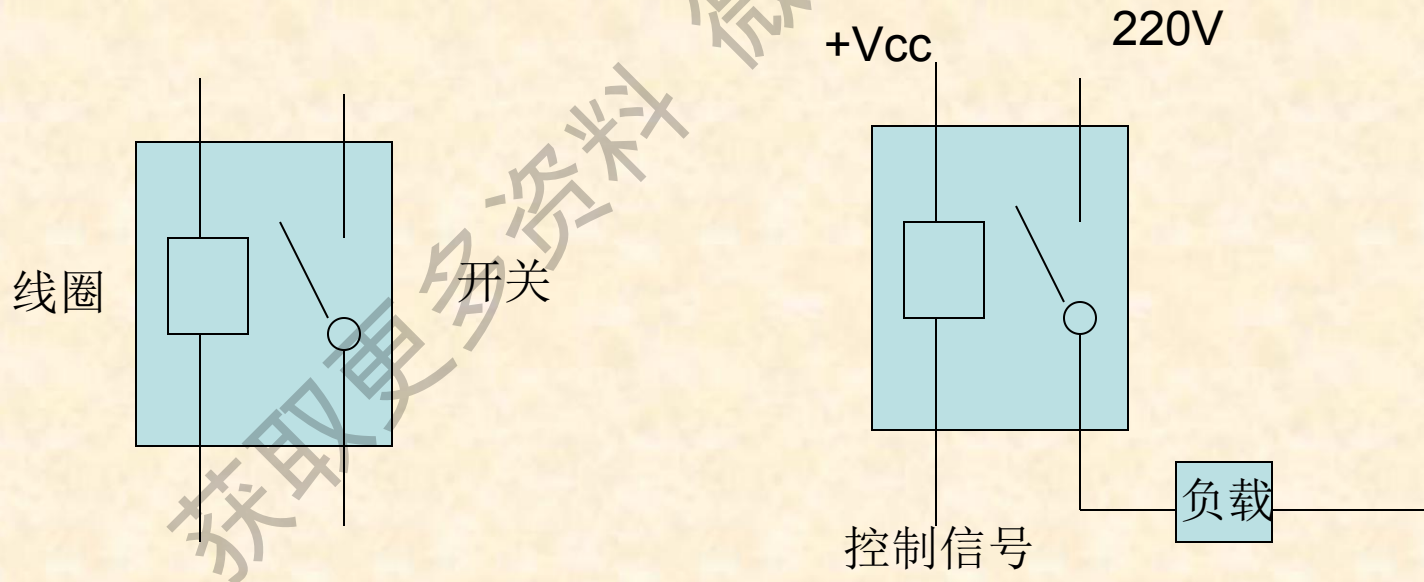
## 二、空调外机电路结构

常见的空调外机电路结构较为简单，主要由压缩机、四通阀、风机等电气部件。



# 1、继电器在室内的空调外机电路

继电器是空调控制电路普遍使用的开关元件，用于控制交流电源的通断，是一个电磁控制开关。



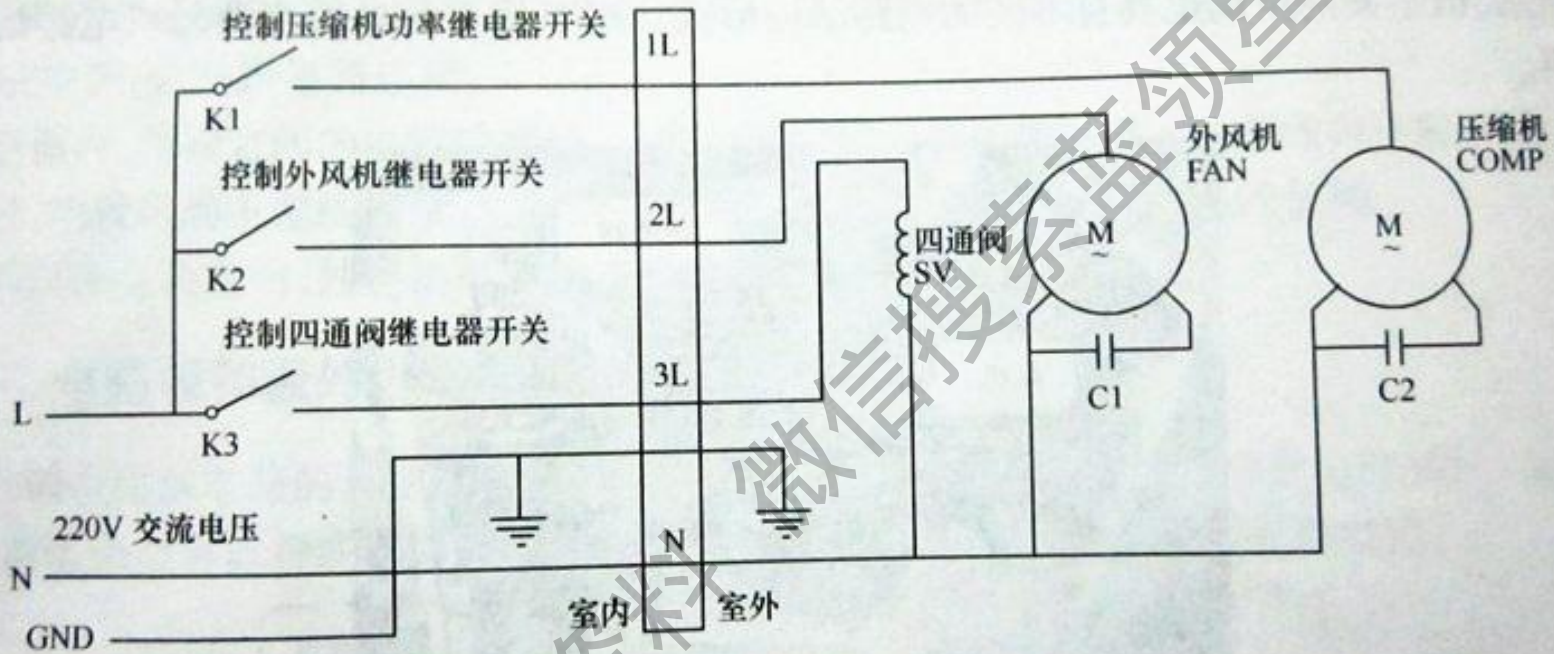
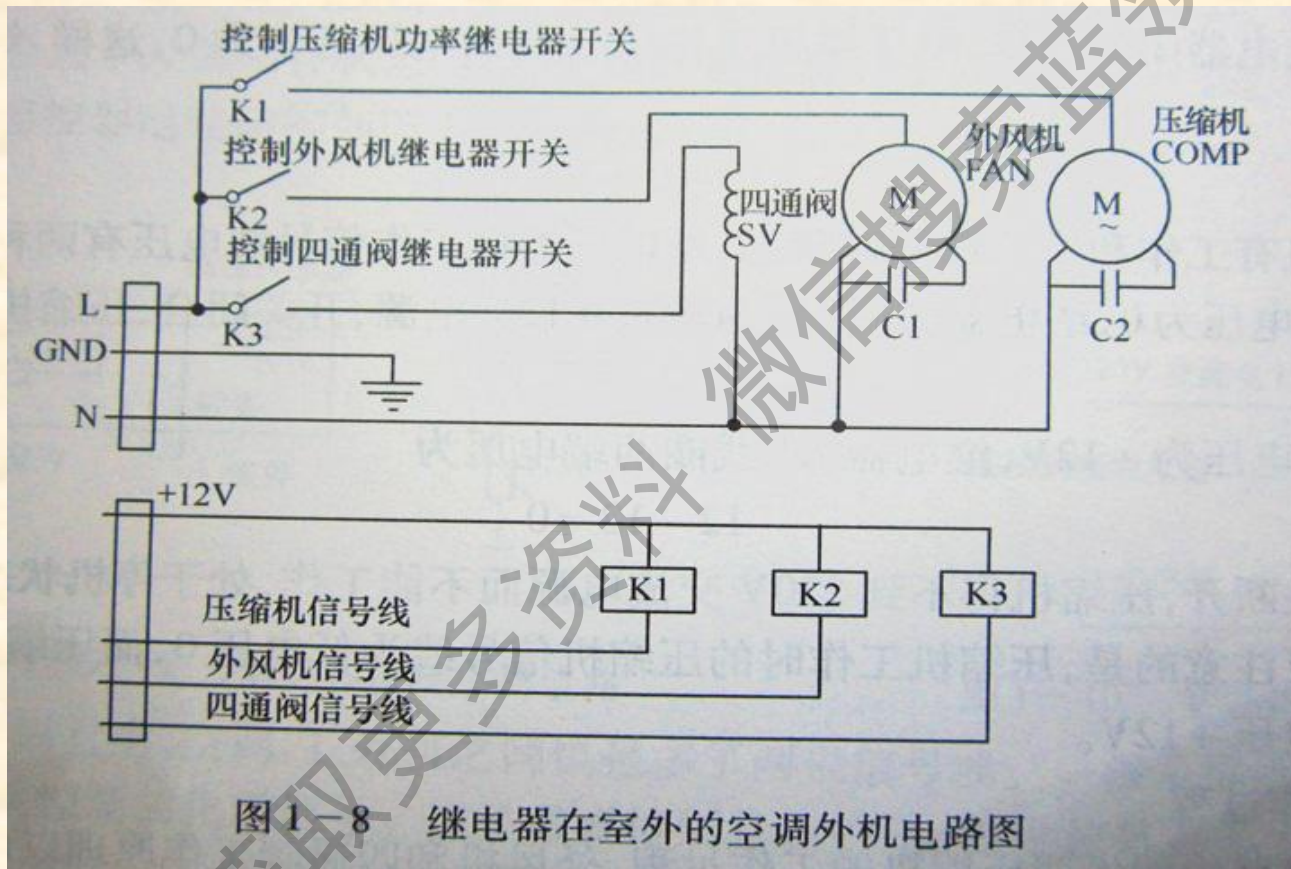


图1-7 继电器在室内的空调外机电路图

- 控制压缩机的称为功率继电器，体型大

## 2、继电器在室外的空调外机电路



继电器的开关和线圈是两个独立的电路，线圈工作电压通常为直流+12V开关控制电路为220V交流电

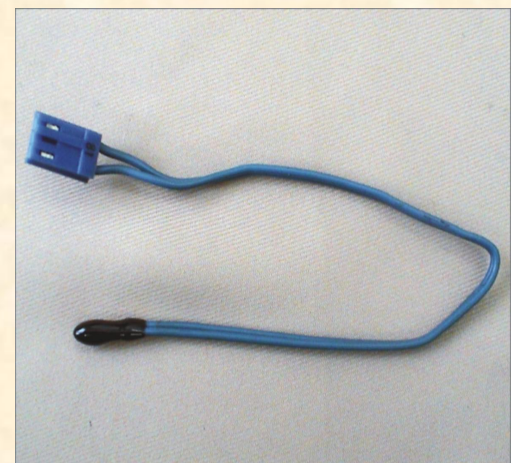
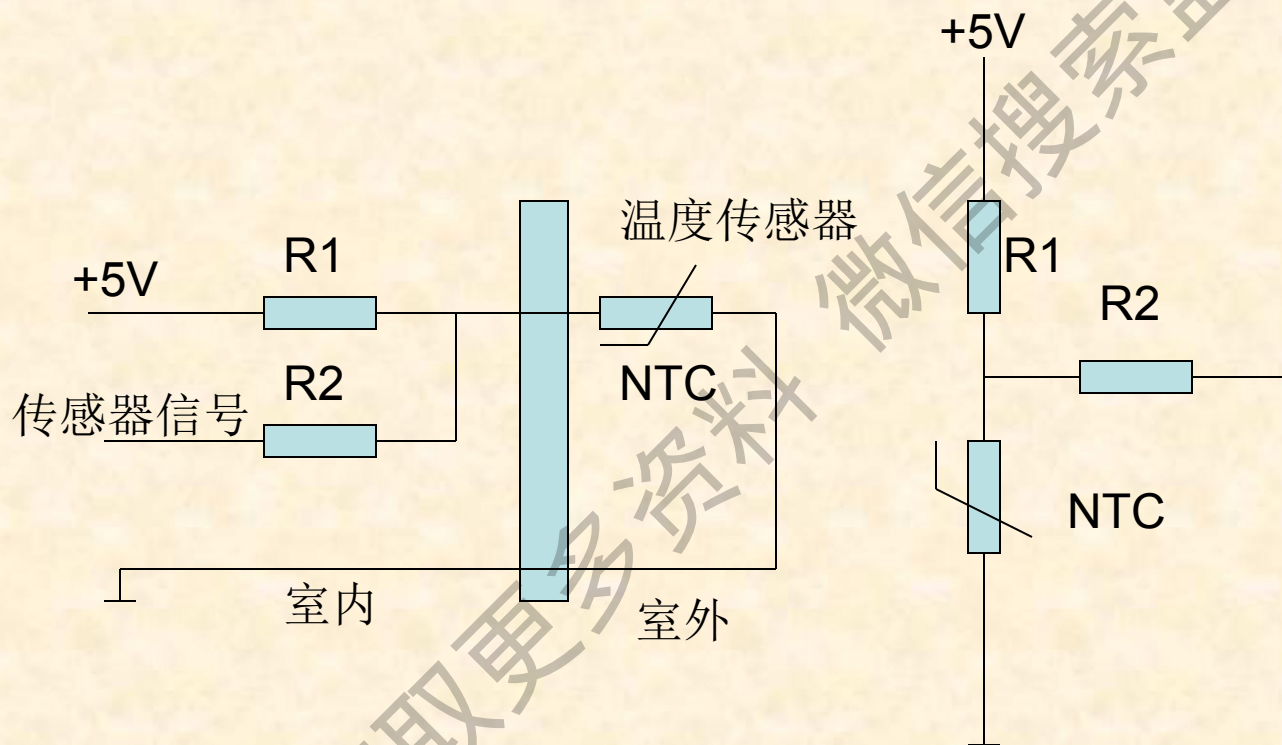
### 3、信号检测电路

对空调的运行起到检测和保护作用

#### (1) 室外管道温度传感器电路

冬季制热时，外机管道工作在低温蒸发器状态，吸收外机的热量，工作一段时间后，空气中的水分在低温的管道表面结结霜，霜层较厚时，影响吸热，是否需要化霜和结束化霜就由室外管道温度决定。

# 室外管道温度传感器

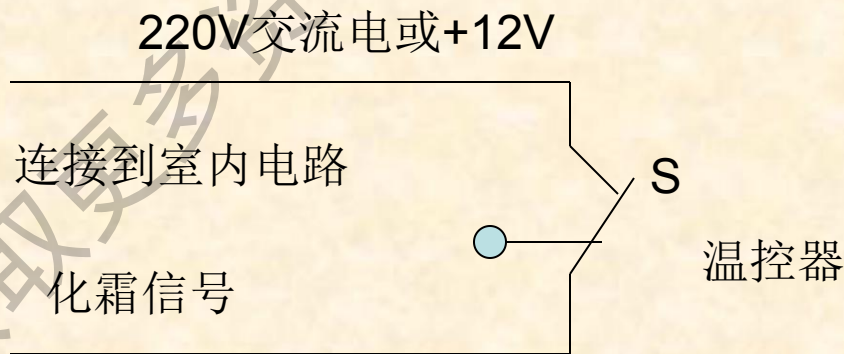


NTC负温度系数热敏电阻



## (2)室外化霜温控器控制电路

某些空调没有使用温度传感器，而是使用温度控制器进行控制。通常，不需要化霜时高温处于开关闭合状态，化霜时处于断开。



### (3) 压力开关电路

在柜式空调和某些挂式空调的外机电路中，还有用于检测系统制冷系统压力的高压压力开关电路和低压压力开关电路，当压力出现异常是，压力开关通断产生电信号送入室内机。

高压压力开关位于压缩机排气口附近，低压压力开关位于回气口附近。

## 4、外机有控制板的电路

很多柜机和变频空调外机有控制板，结构较为复杂，外机控制板主要功能是：检测外机有关温度、压力、电流等参数和内急进行联系通信，控制压缩机、外风机、四通阀等工作。三相空调的相序检测和保护也是由外机完成。

### 三、空调控制电路板构成

#### 1、内机电路板结构

##### (1) 单板电路空调

##### (2) 双板电路空调

一块主要是**CPU**控制电路，通常称为电脑板

另一块主要是电源电路和信号驱动电路，通常称为电源驱动板。通常见于柜式空调。

##### (3) 遥控及指示电路板

一般将遥控接收和指示功能电路做成单独一块小电路板。

##### (4) 带有显示屏的空调电路板

## 2、外机电路板结构

(1) 外机转换板

(2) 外机电脑板

变频空调的外机有独立的**CPU**控制板，也就是说内外机各有一块**CPU**，主要是和内机进行通信联系，完成内机制定任务；检测外机的工作状态，决定外机是否工作等。

### (3) 外机化霜板

化霜板检测室外管道的温度，通过计时及运算放大电路，控制外机的四通阀和外风机控制状态，进行化霜。

### (4) 三相电源相序检测板

三相电源空调基本都有三相相序检测板，防止压缩机反转，保护压缩机。

### (5) 外机变频空调的功率模块板

电路板通上高压直流电源盒变频信号，输出到压缩机

# 空调制冷系统电气部件

空调制冷系统的压缩机、四通阀、电子膨胀阀、电磁旁通阀、电池截止阀等，和制冷系统的管道连装在一起，且都是受电气控制的，所以我们称之为制冷系统电气部件。制冷系统电气部件与空调的制冷功能和效果密切相关，因此学习空调电路维修，应该从制冷系统电气部件入手。

## 一、制冷电气部件的控制与保护元件

### 1、温度控制器

温度控制器又叫温度开关，它是一种可以根据温度的变化进行调整控制的自动开关元件。根据用途不同，温度控制器可分为普通温控器和专用温控器两种。前者用于控制压缩机的运转和停机；后者用于去除室外热交换器盘管的霜层（又叫化霜控制器）。普通温控器可以根据设定温度和室内温度的变化而自动接通或断开触点，使压缩机运转或停机。它又可以分为机械压力式和电子式两大类。

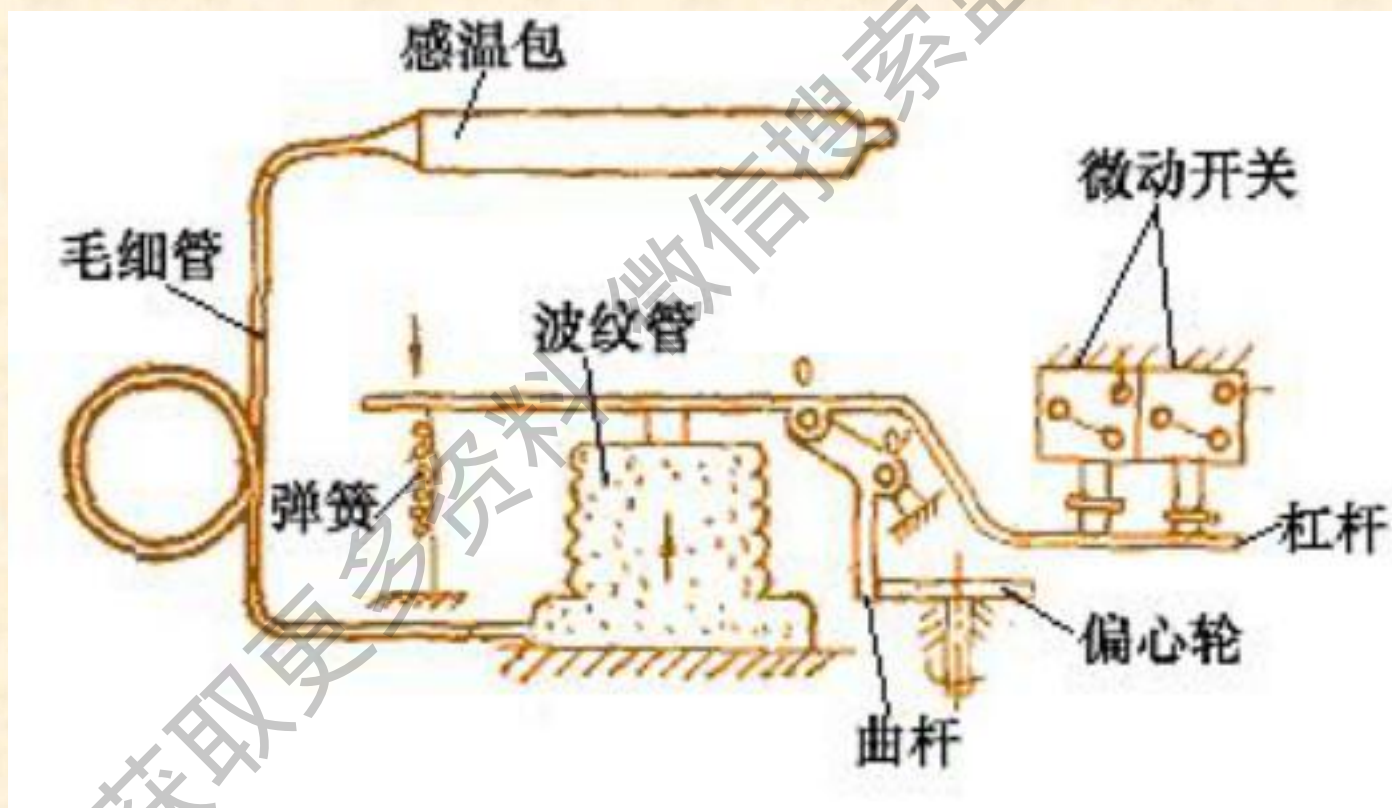


## (1) 机械压力式温控器

机械压力式温控器有两种，一种是波纹管式温控器，另一种是膜盒式温控器。它们都是根据感温包内的感温剂压力随温度的变化，使气室（波纹管或膜盒）相应地发生伸缩位移，再通过传动机构（杠杆系统）加以放大，从而控制触点机构将压缩机控制电路接通或断开。



# 波纹管式温控器



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 膜盒式温控器

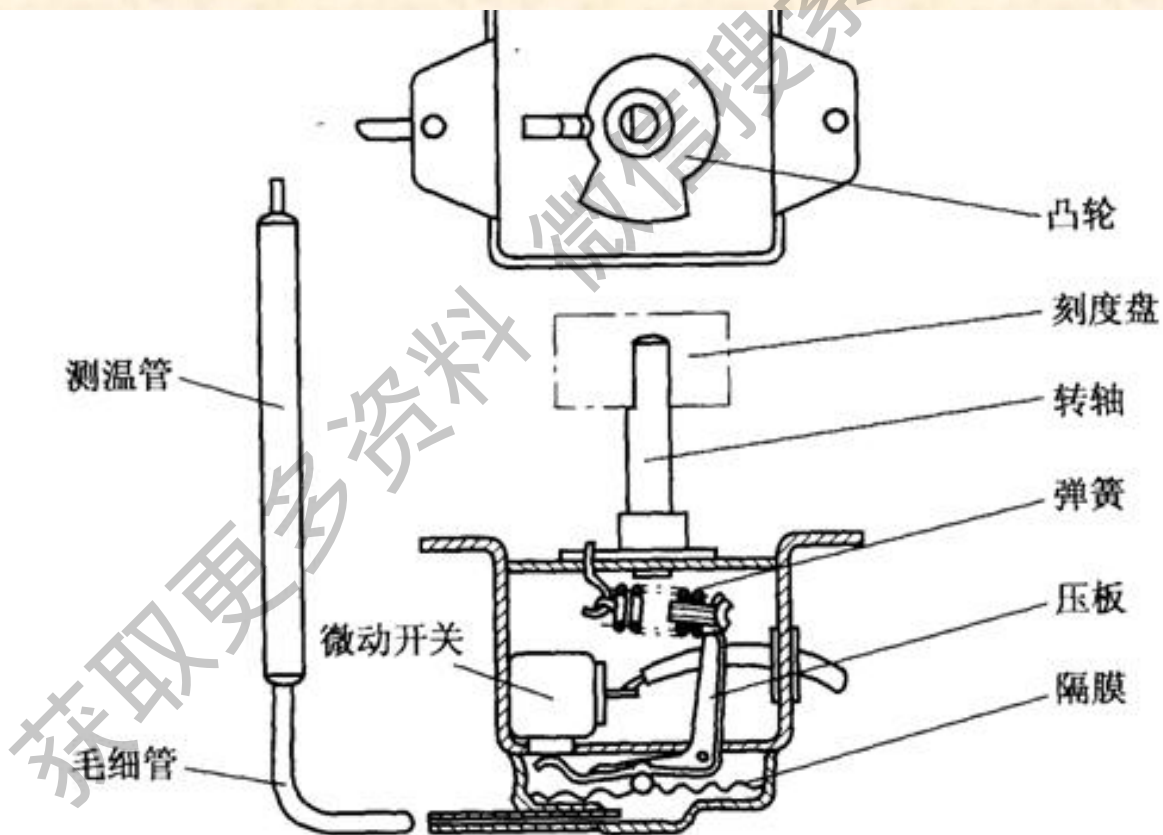


图 2-68 膜盒式温控器的结构示意图

## (2)电子式温控器

电子式温控器已广泛应用于空调器中，这种温控器常以负温度系数的热敏电阻(NTC)作为感温元件，将温度信号转变为电信号，与三极管或集成电路组成的比较放大器配合，控制空调器的工作状态，达到控温目的。

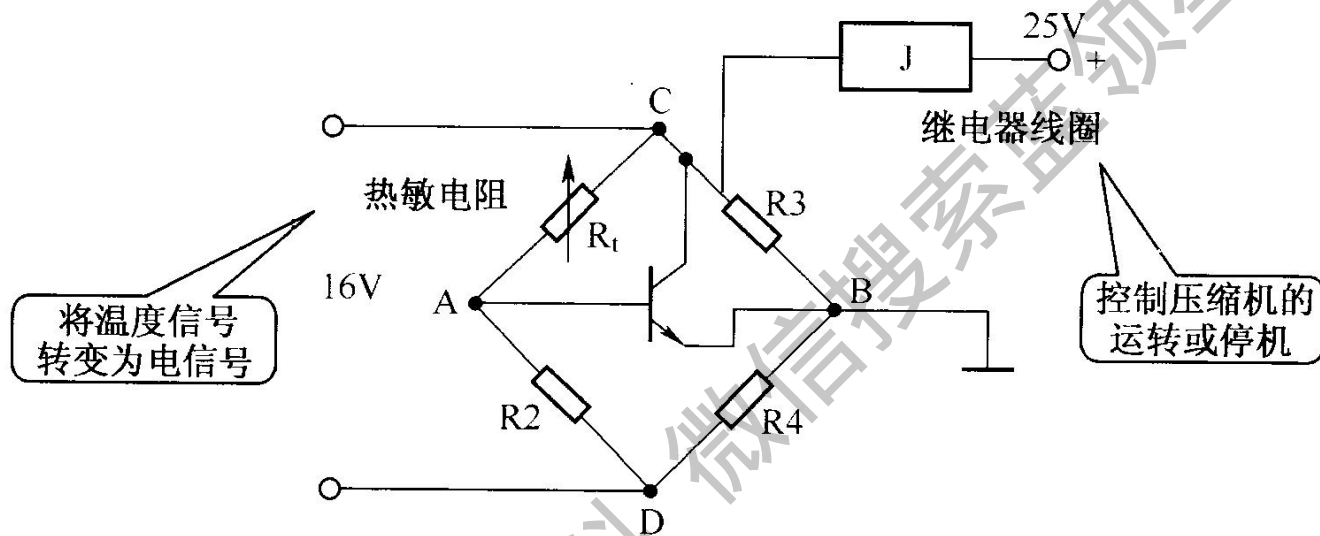


图 2-69 电子式温控器的基本电路



## 2、化霜控制器

化霜控制器也是利用温度变化控制触头动作的一种开关元件，一般应用在热泵式空调器中，用来执行暂时延缓加热并转换到除霜动作。控制器的开关触点与四通换向阀电磁线圈串联后接入电源。空调器在冬季供热循环时，室外热交换器为蒸发器，其表面温度低于零度时，盘管及翅片上会结霜，甚至会冻结，这样对压缩机本身和供热循环都不利。化霜控制器的作用就是当室外热交换器结霜达到一定厚度时，切断电磁四通换向阀的电源，使制冷系统逆循环，蒸发器转换为冷凝器制热融霜。化霜后，室外侧换热器温度回升，化霜控制器自动接通电磁换向阀的电源，继续对室内供热。

## (1) 波纹管式化霜控制器

波纹管式化霜控制器的工作原理与波纹管式温控器相同，需将温度信号转变为压力信号来控制换向阀的工作状态。所不同的是化霜控制器有两个感温包，一个感受室外热交换器表面的温度，另一个感受室外温度。

## (2) 微差压计化霜控制器

微差压计化霜控制器是利用室外热交换器进风侧与出风侧结霜前后压差的微小变化来接通化霜加热器的电源进行除霜控制的。

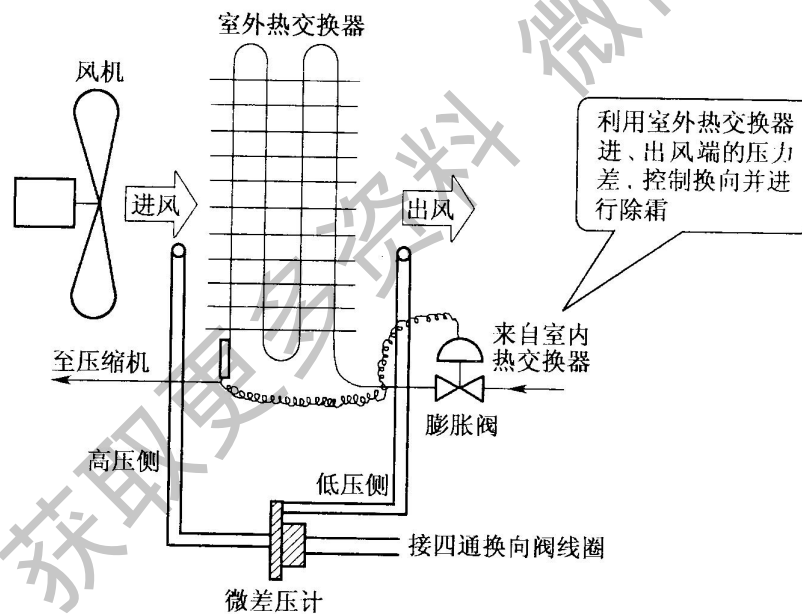


图 2-71 微差压计化霜控制器工作示意图



### (3) 电子化霜控制器

电子化霜控制器是由定时器与化霜控制器组合而成的，它是通过置一于室外热交换器盘管表面的热敏电阻感受到的温度和压缩机累计工作时间来控制化霜的

#### (4) 微处理器除霜控制器

微处理器除霜是用集成电路代替原来的机械除霜，并与其他自动控制（如室内自动控制、制冷制热自动转换控制、室内外风机自动控制等）系统构成一个整体。

微处理器除霜控制器的检测元件由多个温度传感器组成，通过微处理器对多种数据信息进行综合分析处理，使压缩机、室内外风扇、电子膨胀阀等工作在最佳状态，并可使除霜达到最佳效果，且室温下降及波动减小。

检测

控制

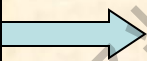
室内换热器温度



室内回风温度



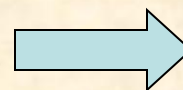
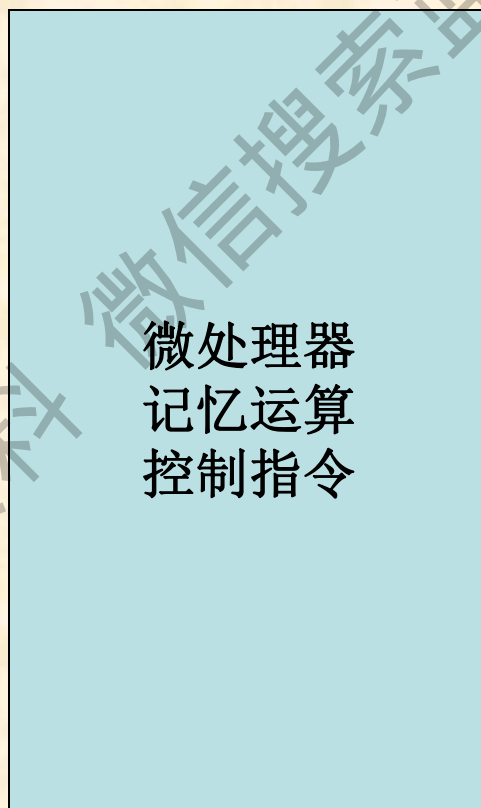
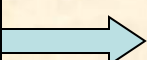
压缩机运转时间



室内风扇风量



冷、热、除霜运转方式



控制对象

电磁四通换向阀  
压缩机  
室内风扇电机  
室外风扇电机

### 3、压力控制器

压力控制器又称压力继电器，是一种把压力信号转换为电信号，从而起控制作用的开关元件。压力控制器分为高压控制部分和低压控制部分。高压控制部分通过螺丝接口和压缩机高压排气管连接；低压控制部分通过螺丝接口和压缩机低压进气管连接。

# (1) 波纹管式压力控制器

空调器电气控制系统中最常见的是波纹管式压力控制器，它的高、低压控制部分是组装在一起的。

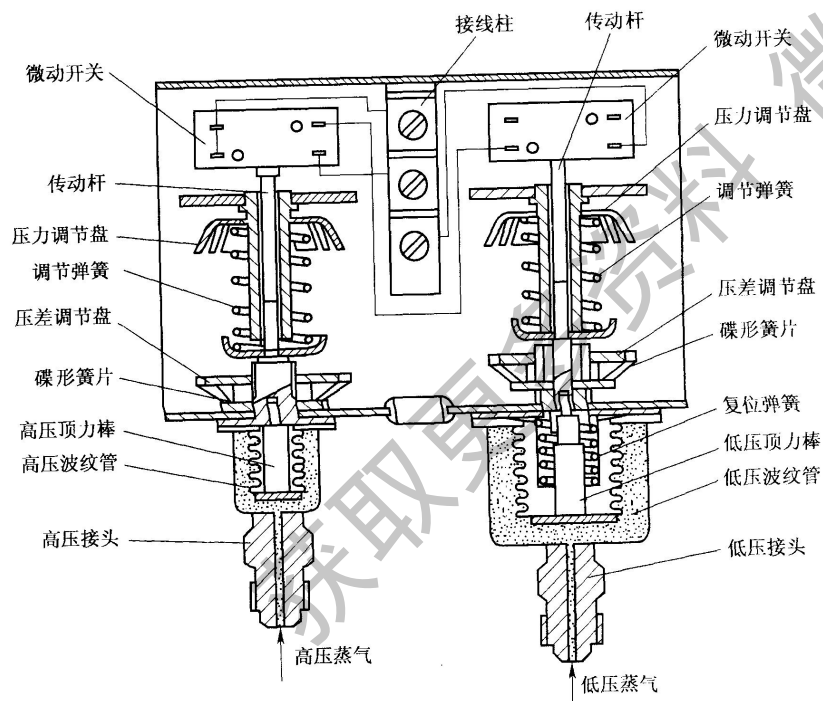


图 2-75 波纹管式压力控制器的结构示意图



## (2) 薄壳式压力控制器

薄壳式压力控制器可根据进入气室的制冷剂压力的变化，使膜片产生一定的位移，从而推动顶杆使开关触头闭合或断开，实现压缩机过压保护或防泄漏保护。

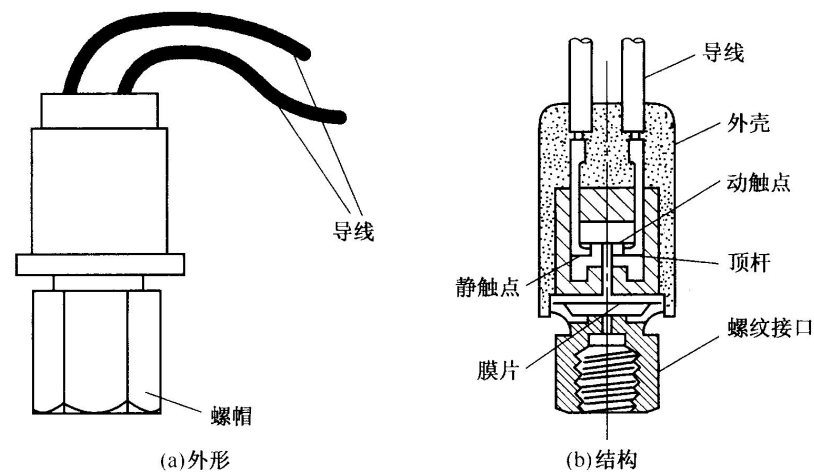


图 2-76 薄壳式压力控制器的外形及结构

## 4、启动继电器

启动继电器是采用单相异步电动机的压缩机启动专用元件。根据启动继电器与压缩机启动绕组的连接方式不同，启动继电器可以分为电流式和电压式两大类。

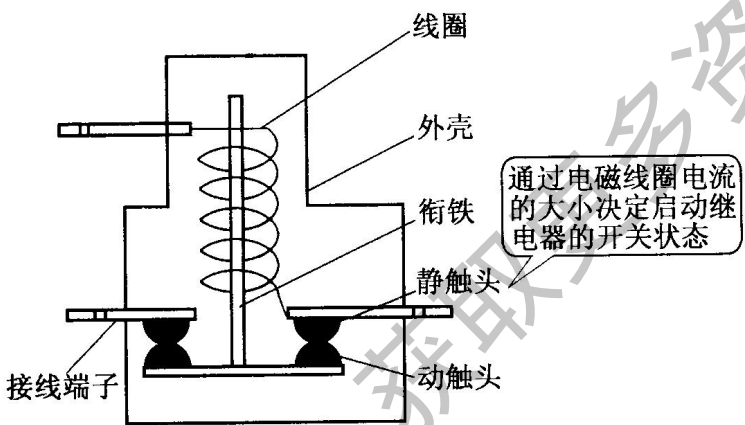
获取更多资料

领星球

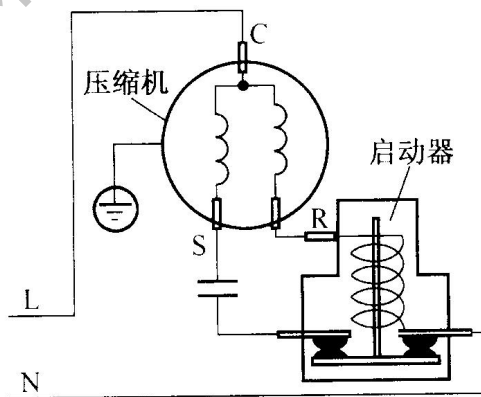
# (1) 电流式启动继电器

电流式启动继电器的线圈与压缩机电机的运行绕组串联连接，在电机启动与运转时，运转电流通过继电器的线圈，控制接点则与启动绕组串联，控制启动绕组的闭合与断开。重锤式、PTC和水银启动继电器均属于电流式。

## 重锤式



(a) 结构



(b) 接线方式



图 2-80 重锤式启动继电器的结构与接线示意图



# PTC启动继电器

PTC元件为温度系数热敏电阻，它是掺入微量稀土元素，用特殊工艺制成的一钽酸钡型的半导体。空调器用的PTC热敏元件在冷态时的阻值只有十几欧姆，即在压缩机启动电路中开始呈通路状态。压缩机启动时电流很大，使PTC热敏元件的温度很快升至居里点（一般为 $100^{\circ}\text{C}$ — $140^{\circ}\text{C}$ ）以后，其阻值急剧上升呈断路状态。

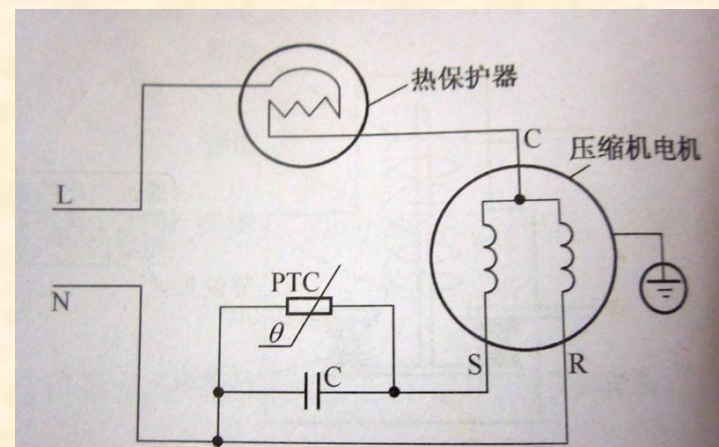


图 2-82 PTC 启动继电器连接线路图

# 水银启动继电器

由于水银启动继电器的线圈与压缩机运行绕组串联，启动和运行时有电流通过，故亦属于电流式启动继电器。

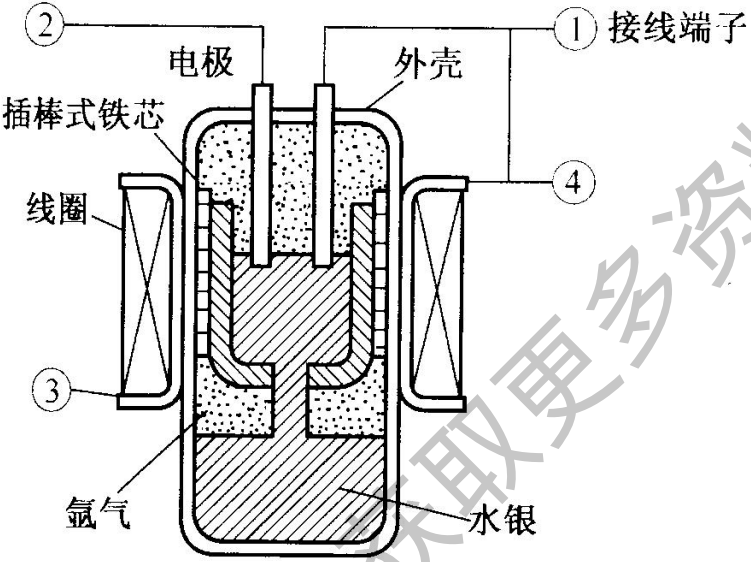


图 2-83 水银启动继电器的结构

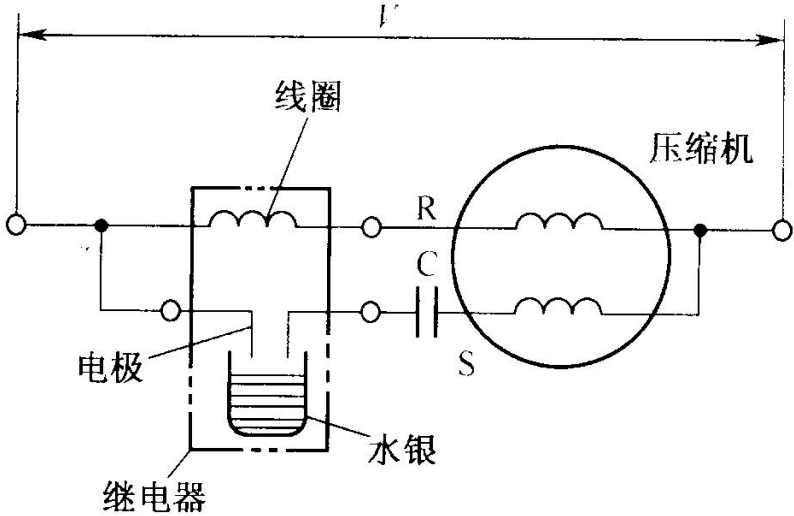


图 2-84 水银启动继电器的连接线路图

## (2) 电压式启动继电器

电压式启动继电器是家用空调器中最常采用的启动继电器，由线圈、铁芯、可动铁片、可动触头、固定触头及引线端子等组成，电压式启动继电器的线圈与压缩机启动绕组并联，常闭触点与启动电容串联

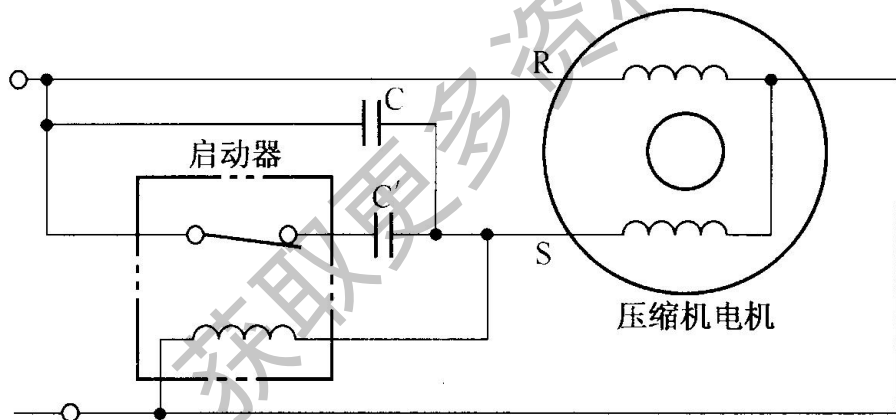


图 2-86 电压式启动继电器连接线路图

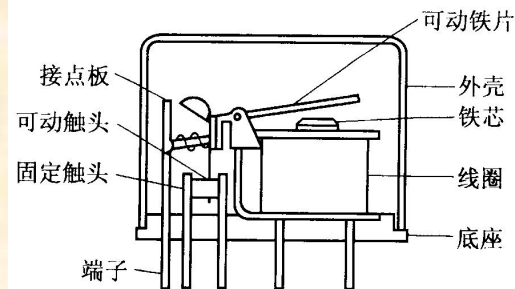


图 2-85 电压式启动继电器结构示意图

## 5、过载保护器

当空调器出现热负荷过大、环境温度过高、冷凝器散热效果很差、压缩机抱轴和卡缸及电气线路短路等故障时，均可引起压缩机过载，严重时可将压缩机电机烧毁。为此，在空调器中安装了各种保护装置，下面简单介绍几种。

## (1) 热保护继电器

热保护继电器有碟形和内埋式两种形式。热保护继电器既可起过流保护作用，又可起过热保护作用。

### 碟形热保护继电器

碟形热保护继电器主要由电阻加热丝、碟形双金属片、一对动 / 静触点和两个接线端子组成

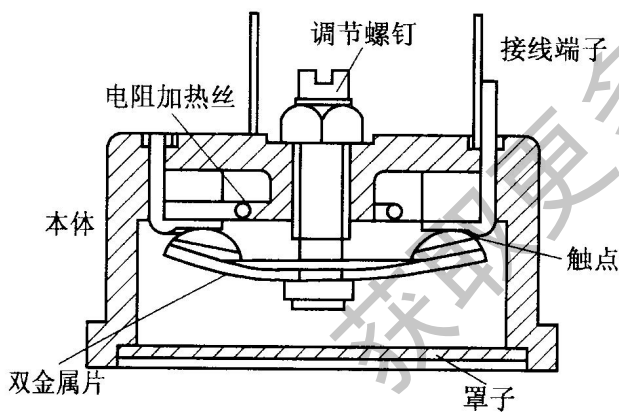


图 2-87 碟形热保护继电器结构示意图



图 2-88 碟形热保护继电器实物外形



# 内埋式热保护继电器

当电机过流或过热时，双金属片受热变形，触点断开，切断电机电源。

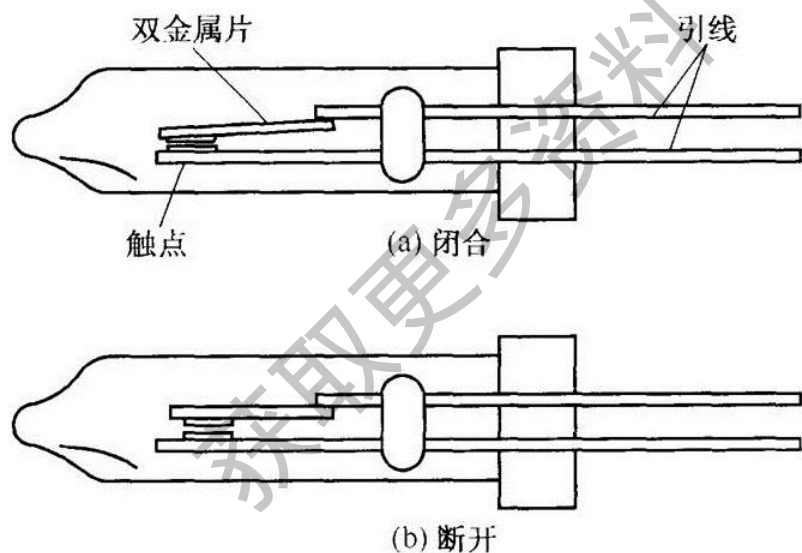


图 2-91 内埋式热保护继电器的结构示意图



## (2) 熔断温度保护器

在有些空调器中，为防止电加热器短路失火，或因卡壳、电容击穿过热而烧毁风扇电机，专门设置了高灵敏度的熔断温度保护器（也叫热熔断器）。熔断温度保护器是一种一次性温度保护装置，它是用低熔点的金属丝（板）制成一种感温热棒，并将其封闭在装有热敏粒的乙烯塑料管内，外面又套装了具有绝缘导热性能的玻璃纤维管制成的。

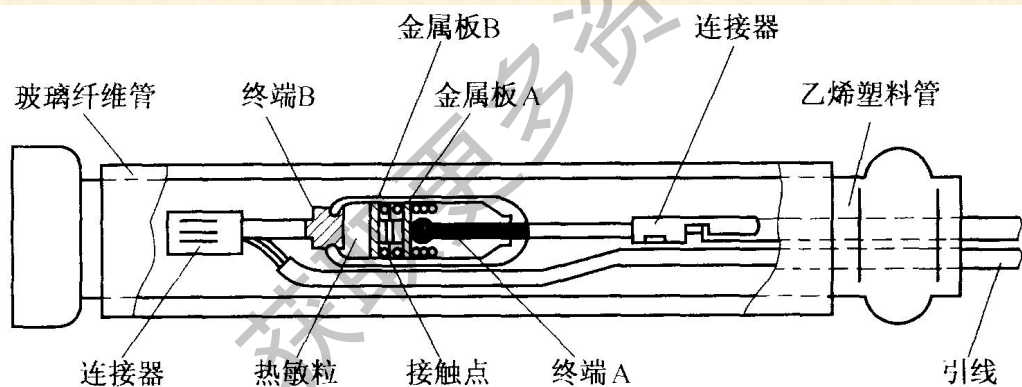


图 2-92 熔断温度保护器结构示意图



### (3) 水银过流继电器

在大型空调器中，一般采用三相异步电动机作为压缩机电机，而压缩机过流保护装置则大多采用水银过流继电器。

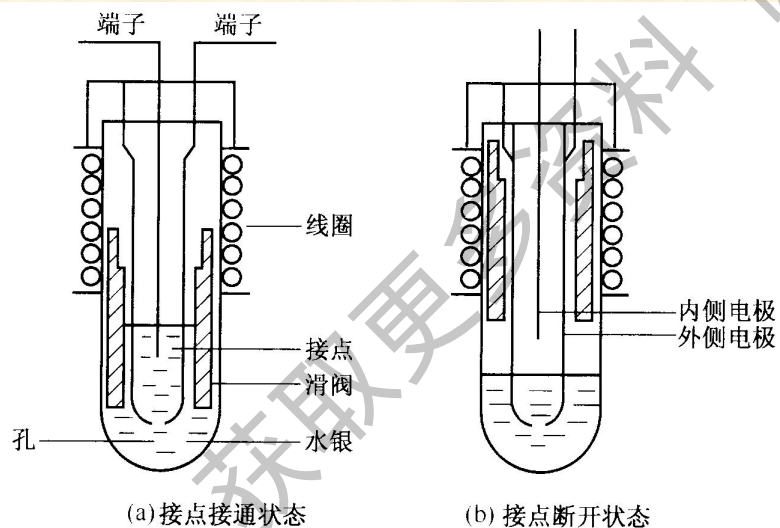
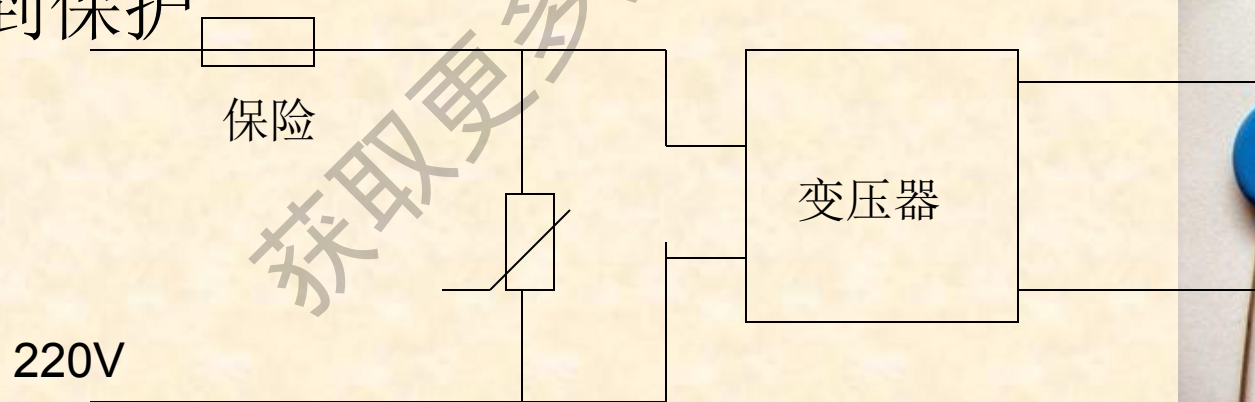


图 2-94 水银过流继电器的结构示意图



#### (4) 过电压保护器

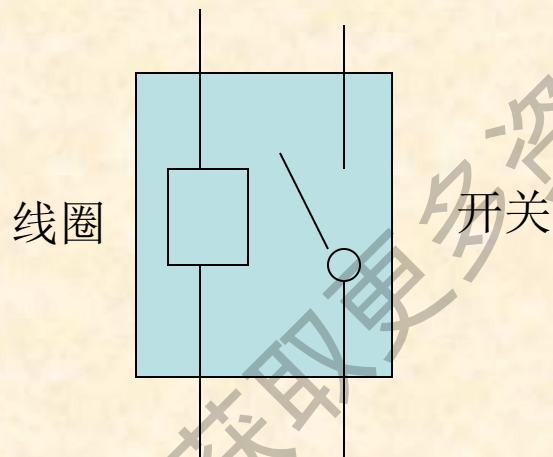
过电压保护器的作用是，当电源电压过高时切断空调器电源，对空调器及其控制电路器件进行保护。空调器中的过电压保护器常采用压敏电阻，它具有随电压升高而阻值降低的特点。当电源电压过高时，压敏电阻的阻值急剧减小，相当于短路，瞬间使保险丝熔断，甚至压敏电阻本身也发生破裂，从而切断了空调器的电源，使空调器得到保护。



## 6、继电器

继电器是一种利用低压直流电控制的电磁性开关，低典型的低压控制大电流、高电压主回路的电气元件。

故障一般是线圈断路，通常线圈阻值400欧



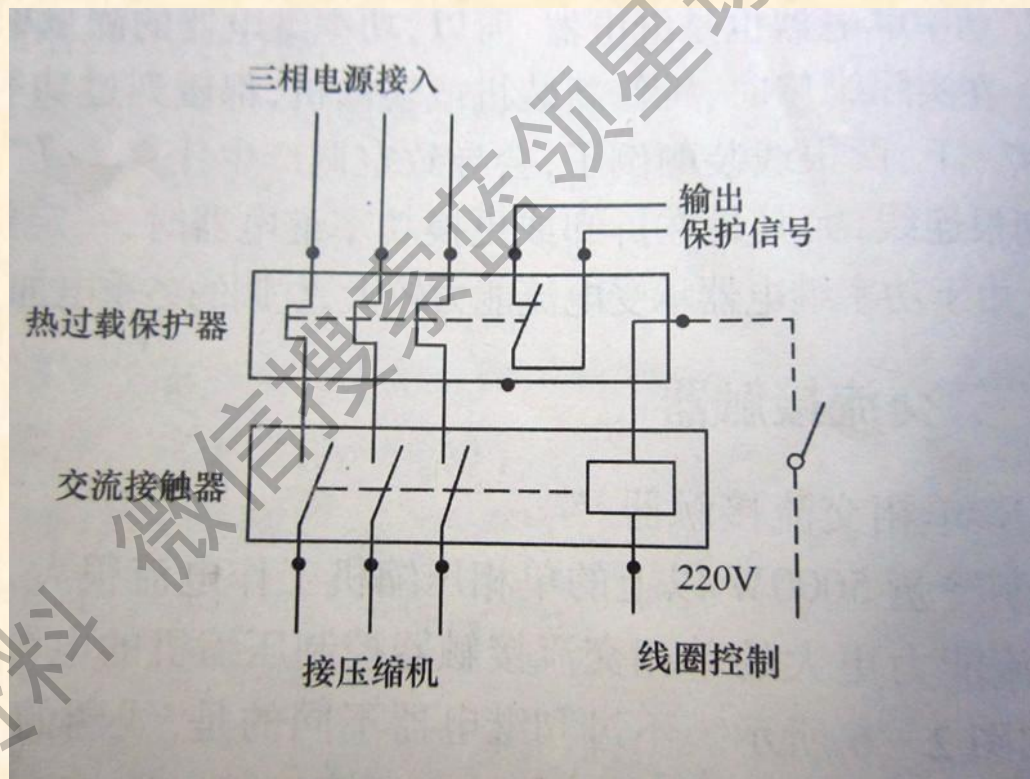
## 7、交流接触器

当制冷量在**5000W**以上的空调，由于工作电流过大，功率继电器不能胜任，必须使用交流接触器

单相交流接触器

三相交流接触器

使用三相交流接触器控制的大功率压缩机，有专用的热过载保护器对压缩机工作电流进行检测。



注意常开，还是常闭触点

## 8、辅助电加热

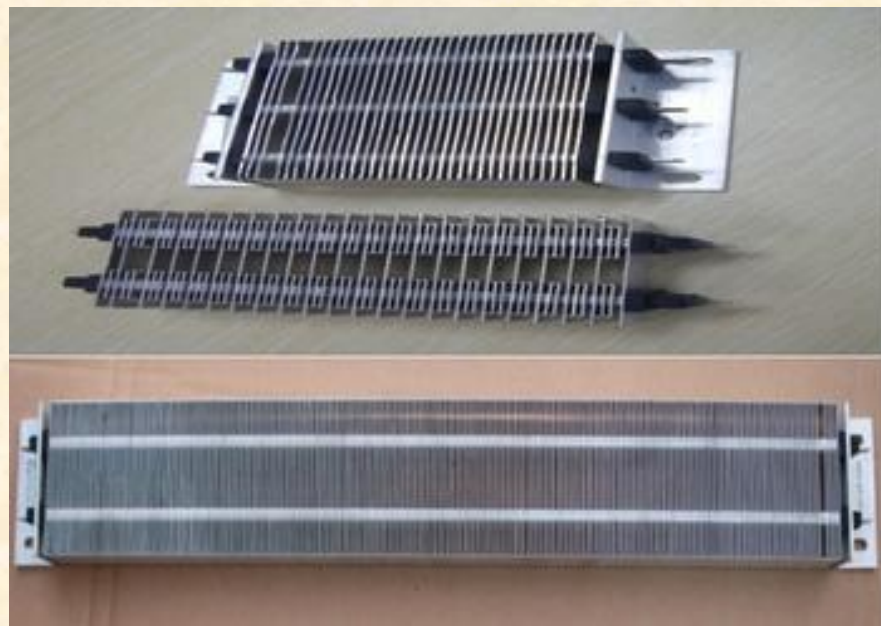
制热辅助电加热主要是电热丝和PTC加热器

PTC(正温度系数热敏电阻)加热器

安全可靠 当无风时不加热

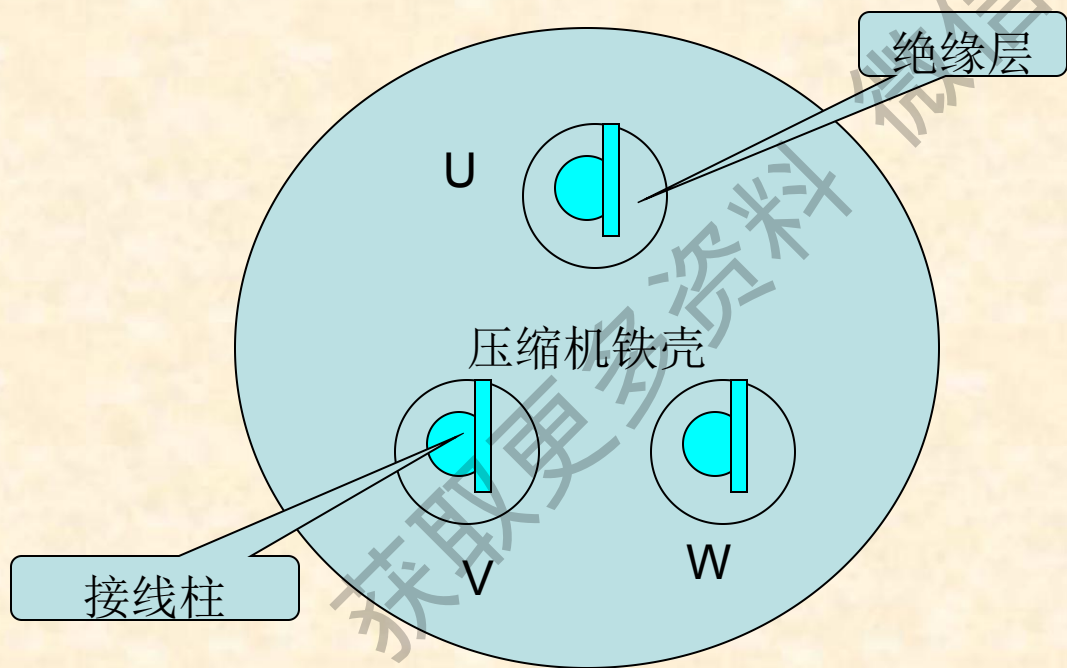
双重过热保护（过热熔断器、过热保护器）

表面绝缘处理



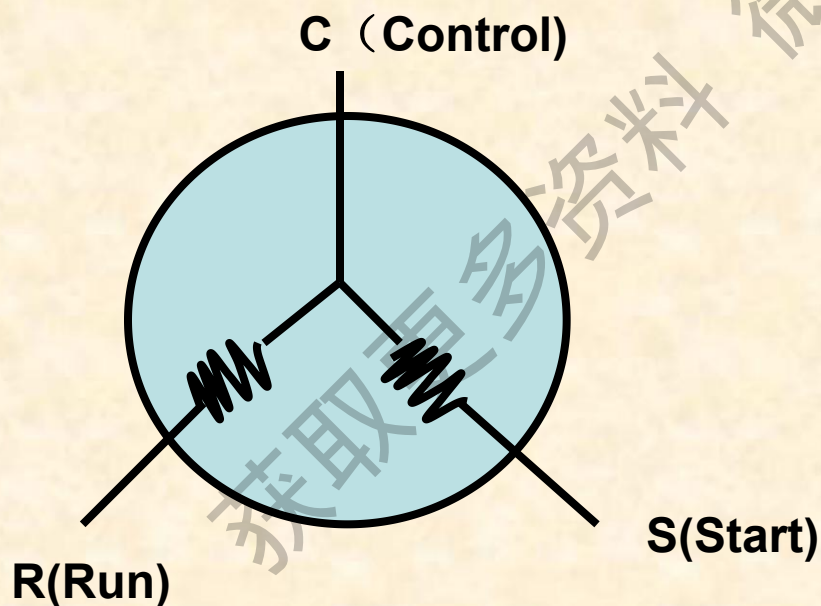
## 二、压缩机及电气控制

空调压缩机都是全封闭压缩机，金属包裹的外壳只有两根管道和三个接线柱。



# 1、单相压缩机及电气控制

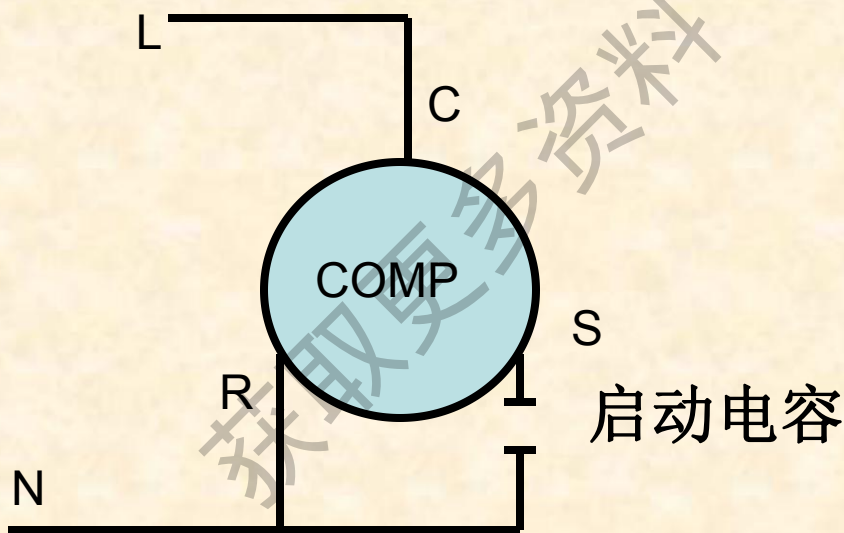
单相压缩机的安格电源接线端子命名为C、R、S，C为公共端或控制端（Control），R为运行端（Run），S为启动端（Start）。



有时R也标记成M,用公式表示电阻值关系  
 $RS=RC+SC, SC>RC$   
一般3欧左右

## 单相压缩机的运转

单相压缩机电机是单相异步电动机，由于使用单相电，只能产生脉动磁场，不能自动产生旋转磁场，因此需要在电机通电启动运转时，利用启动电路产生一个启动转矩使单相电机转动起来。



在维修中，一定要注意压缩机电容的连接是否正确



# 单相压缩机的电气控制电路

## (1) 功率继电器控制压缩机

制冷量在**5000W**以下的挂机和小柜机

## (2) 交流继电器控制压缩机

制冷量在**5000W**以上的柜机

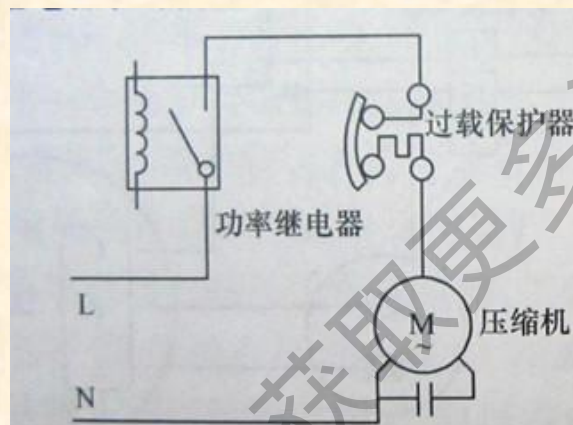


图 2-15 功率继电器控制压缩机

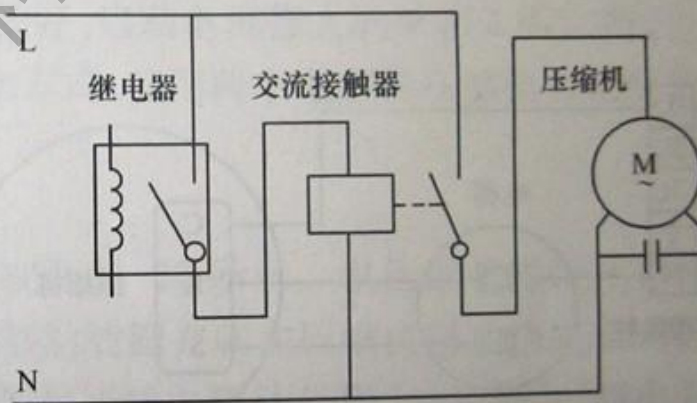


图 2-16 接触器控制压缩机

# 单相压缩机启动方式

**PSC启动方式：** 使用单个启动电容

**CSR启动方式：** 使用两个启动电容

**CSR启动**

电压继电器控制式启动与运行

PTC控制式启动与运行

**PTC**是正温度系统热敏电阻，常温下20欧左右，通过电流后变为无穷大。

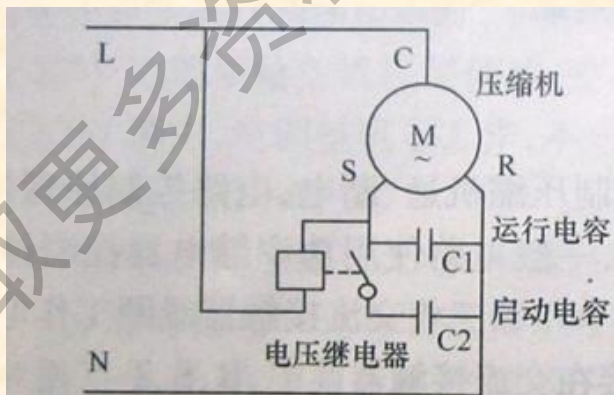


图 2-22 电压继电器控制式压缩机电路

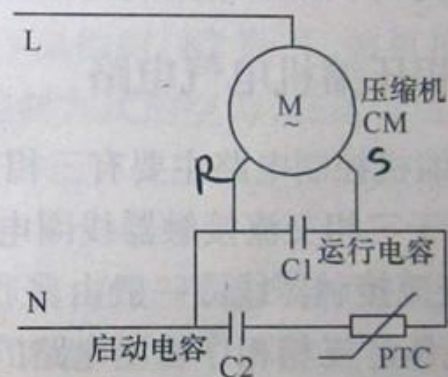
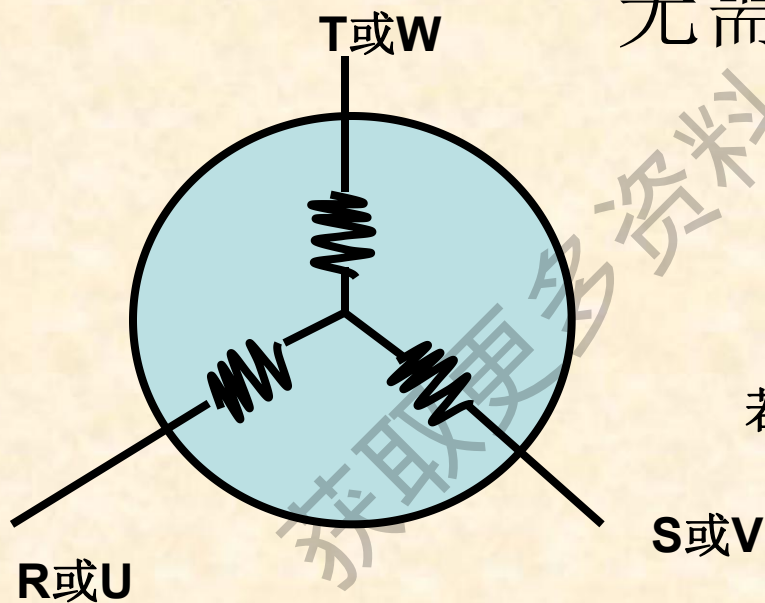


图 2-23 PTC 控制式压缩机电路

## 2、三相压缩机机及电气电路

三相压缩机内部有三个对称绕组，命名为R、S、T或U、V、W任意两个绕组阻值都是相等的，由于功率较大，绕组阻值很小，有的甚至在1欧以下。

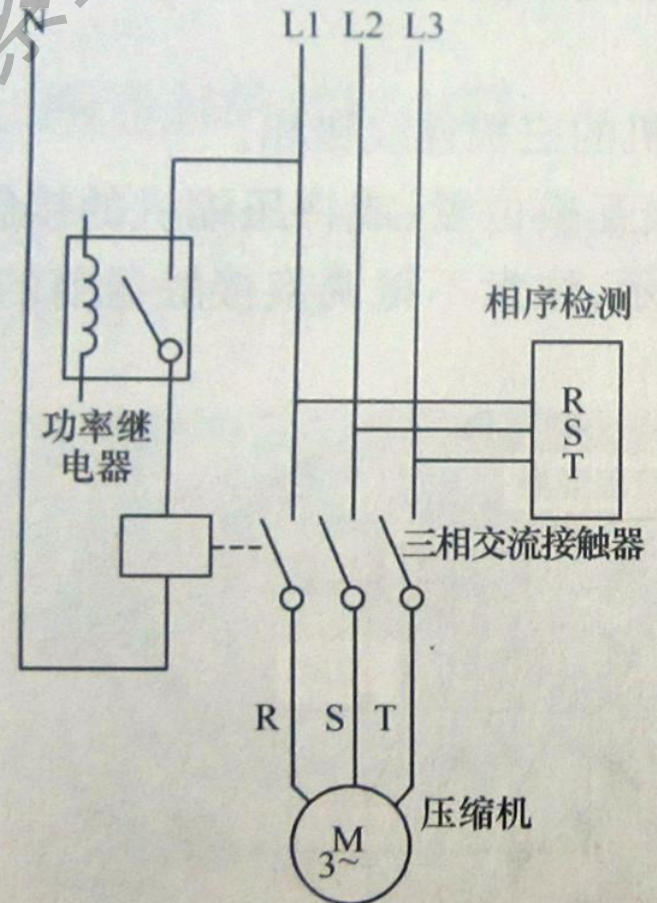
无需启动电容。



若三个阻值有明显偏差，说明压缩机绕组已损坏

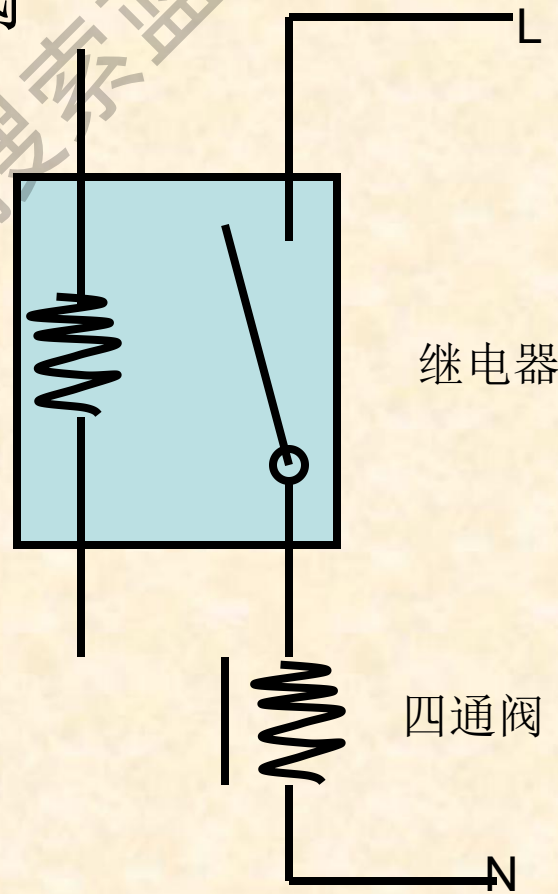
# 三相压缩机的电气控制电路

主要由三相交流接触器控制压缩机通断、又由功率继电器控制交流接触器，三相相序检测电路连接在交流器前端。



### 三、四通阀及其电气电路

四通阀电路比较简单，四通阀的线圈阻值大约1.5K欧。



## 四、电磁电子阀及其控制电路

### 1、电磁截止阀

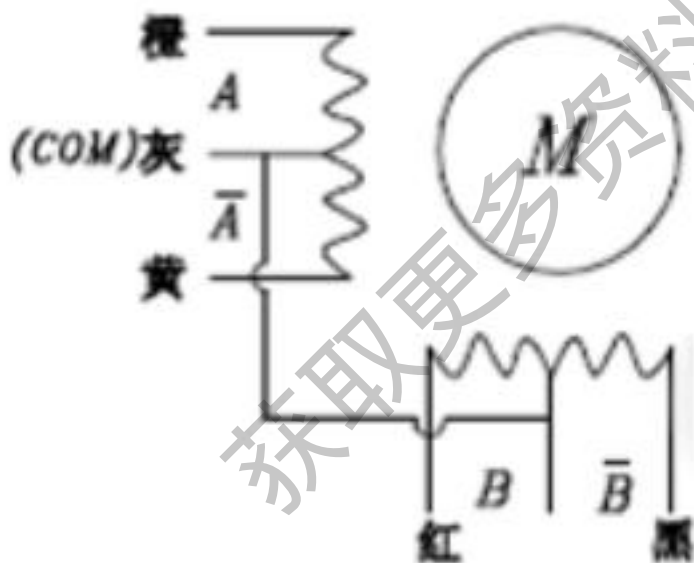
多用于一拖二或一拖多得空调中，可实现某一个空调的制冷系统进入或退出工作状态，处于外机制冷管路上。其电原理图与四通阀一样，线圈阻值大约**600欧**。

### 2、电子旁通阀

用于自动降低高压压力，连接在高压管和低压管之间，使高压制冷剂流向低压制冷中。起到高压卸荷，稳定制冷系统工作，不用停机保护。线圈阻值大约**600欧**

### 3、电子膨胀阀

多用在变频空调中，代替毛细管，处于外机。电子膨胀阀由步进电机带动，能控制制冷剂流量的大小，能精确正反转。



# 空调常用电机部件

空调常用的电机主要由压缩机、内风机、外风机、风向电机等。而风机有单速和多速之分，多速有双速、三速和四速。

空调外风机电机



空调内风机电机



空调风向电机



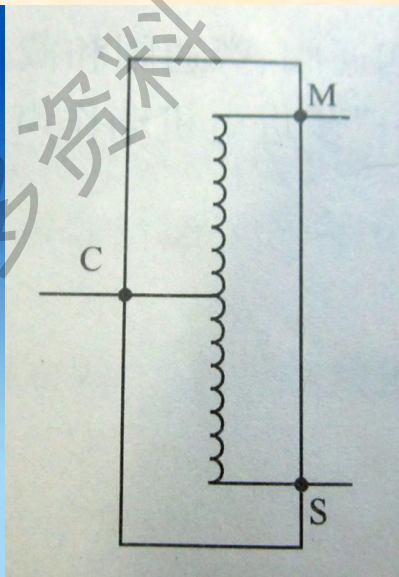


# 一、空调单速风机

## 1、单速风机简介

一般都是单相异步电动机拖动，多用在室外换热。需要使用电容进行启动。有两绕组

一个运行绕组  
CM,启动绕组  
CS。



## 2、单速风机的控制

单速风机有3根或4根引线，4根引线便于电容的连接。

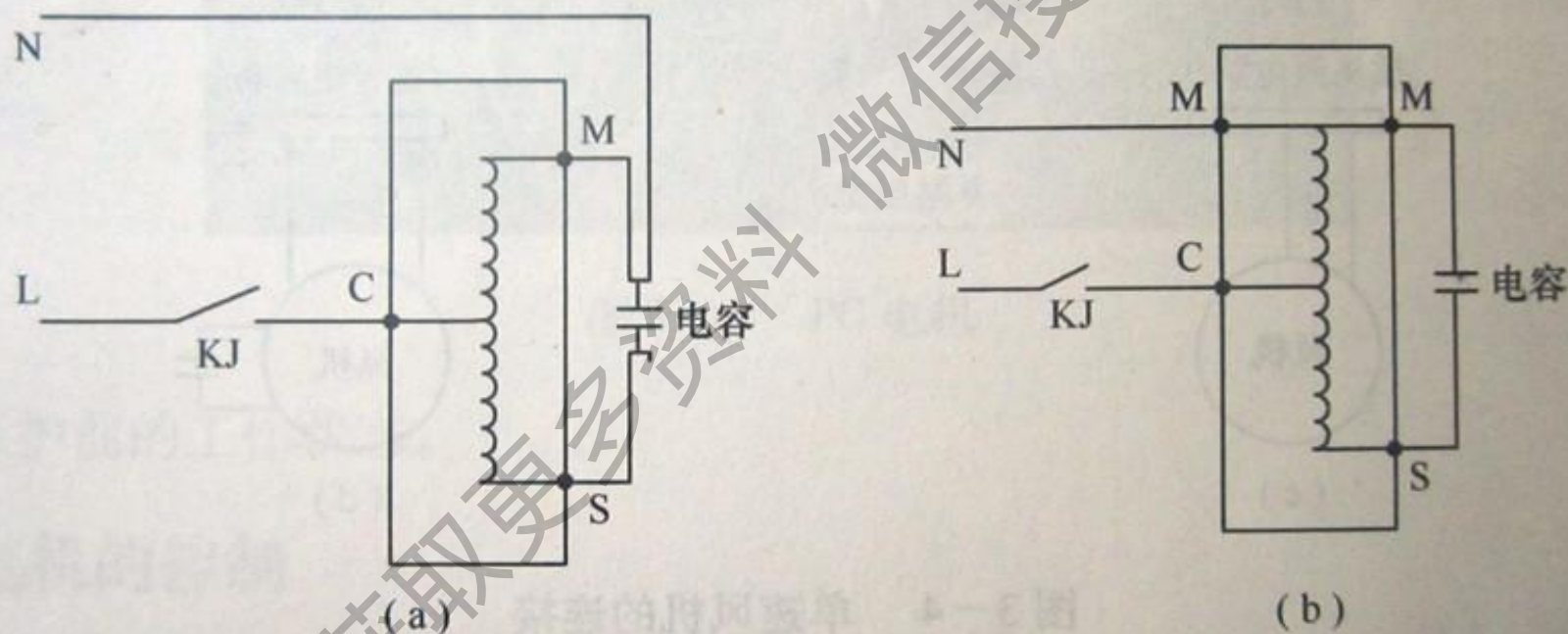
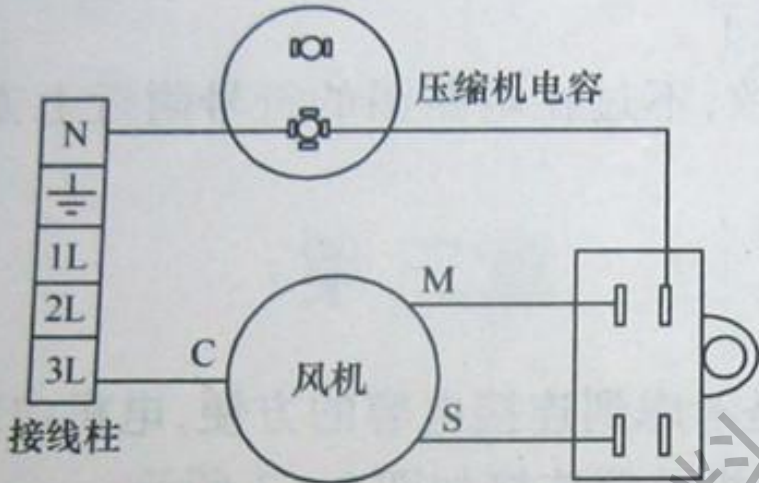


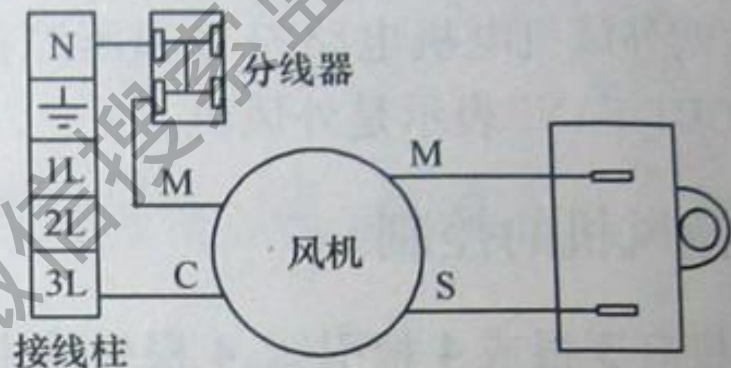
图 3-3 风机控制电路

(a) 三线风机；(b) 四线风机。

### 3、单速风机的实际连接线路



(a)



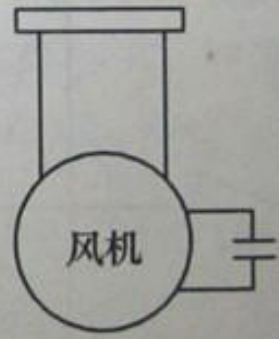
(b)

插头到电路板



(c)

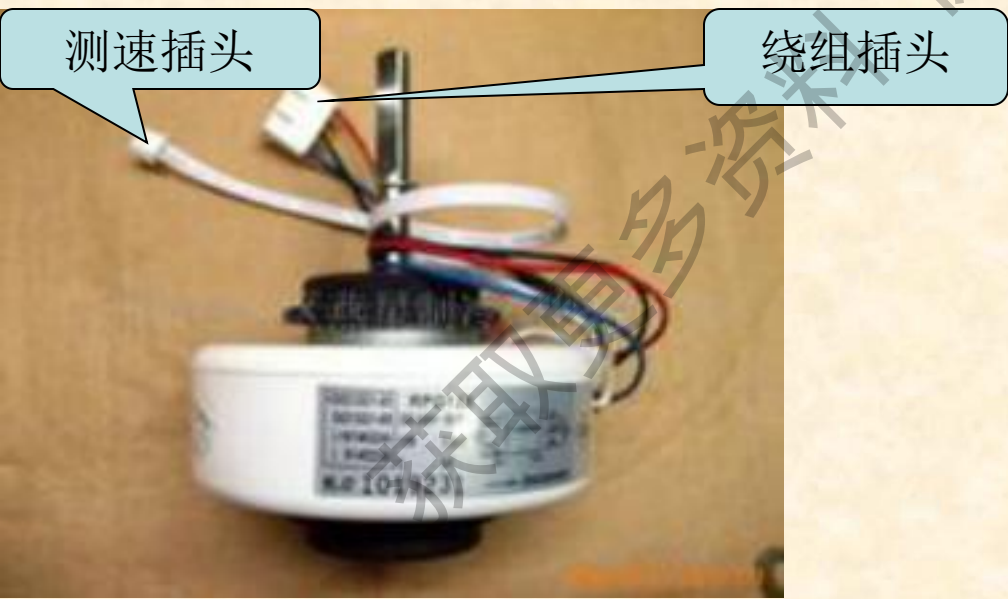
插头到电路板



(d)

## 二、PG电机

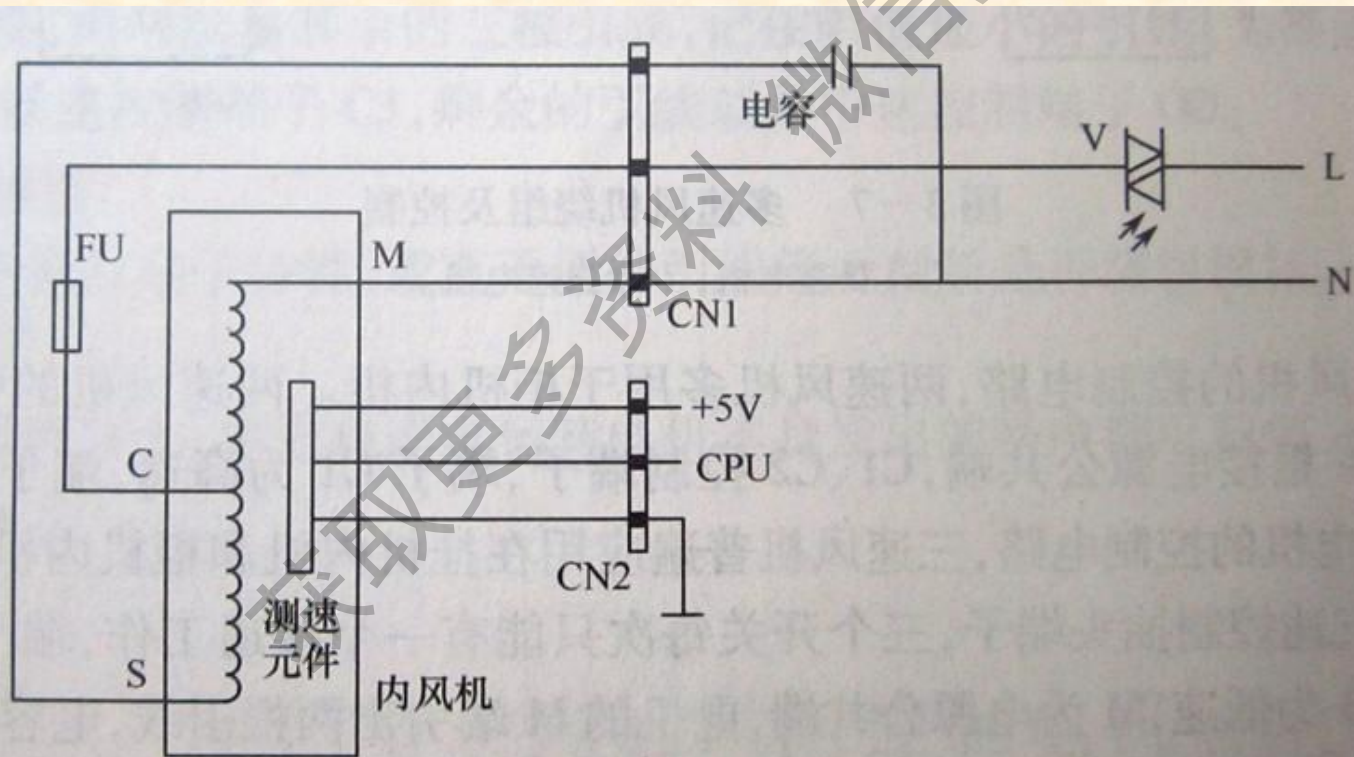
PG电机其实也是单相交流异步电机，只是在电机运转和调速是，CPU对电机的转速进行检测控制，以便能准确控制电机的转速，PG的意思是闭环控制调速。其转速检测是霍尔元件。



在电机壳体上还有保护电机过热的熔断器串联在电机的控制端子上，

## PG电机的控制

PG电机通常使用双向晶闸管（双向可控硅）进行移相调压调速，可实现多档风速控制



主板上电后，CPU首先检查过零信号，以便在电源零点附近驱动光可控硅，用户输入的控制指令经主板CPU处理，需要控制室内风机运行，输出信号经光耦可控硅使PG电机运行，霍尔信号经CPU处理后，可根据内部设定速度比较，通过改变可控硅导通角，改变电机电压，从而改变转速。

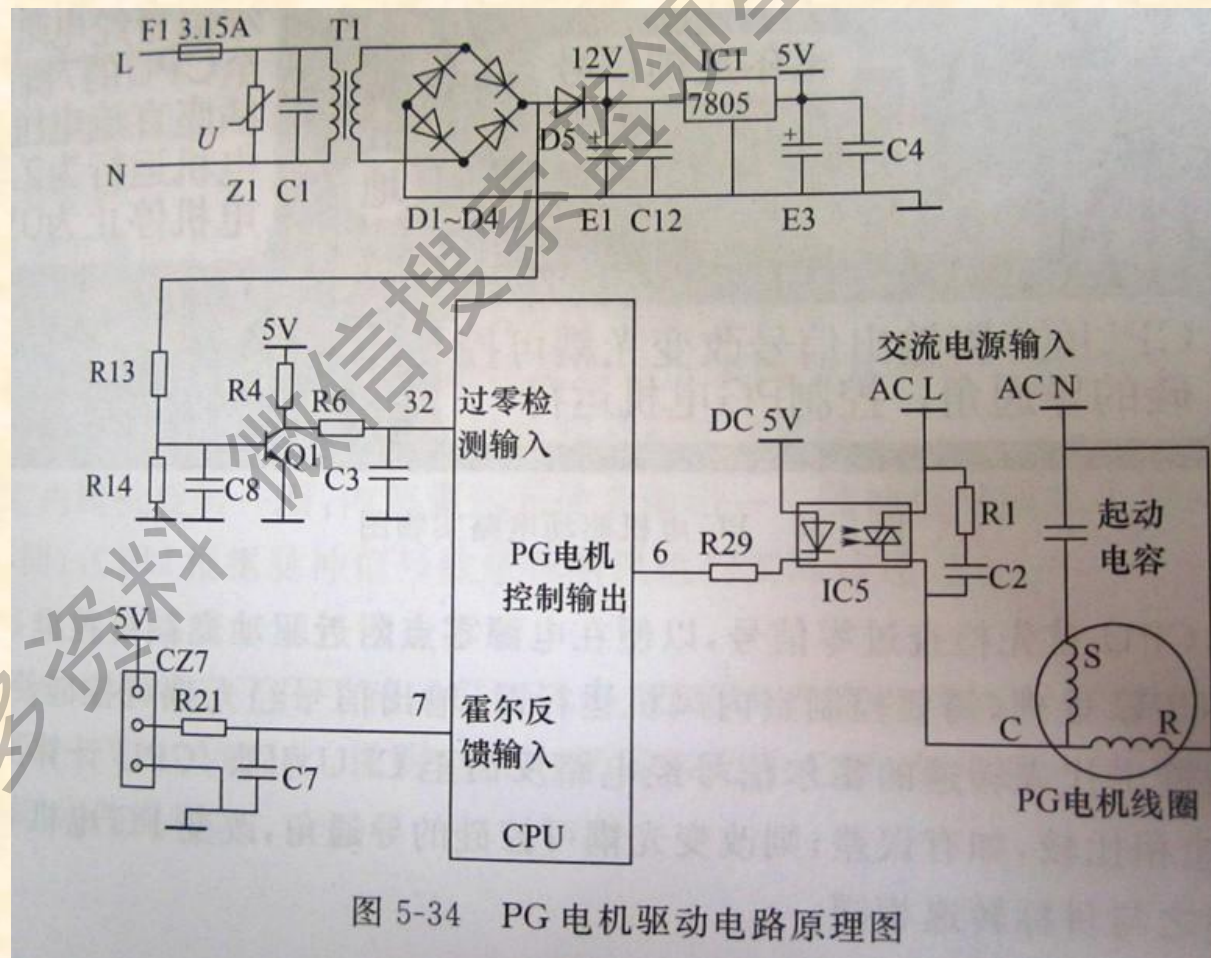


图 5-34 PG 电机驱动电路原理图

### 三、多速风机

#### 1、多速风机介绍

多速风机一般是两档风或三档风，采用电机抽头调速，双速电机**5**根引出线，三速电机是**6**根引出线。两速风机多用于柜机内机，三速风机普遍用于挂机内机和柜机内机中。

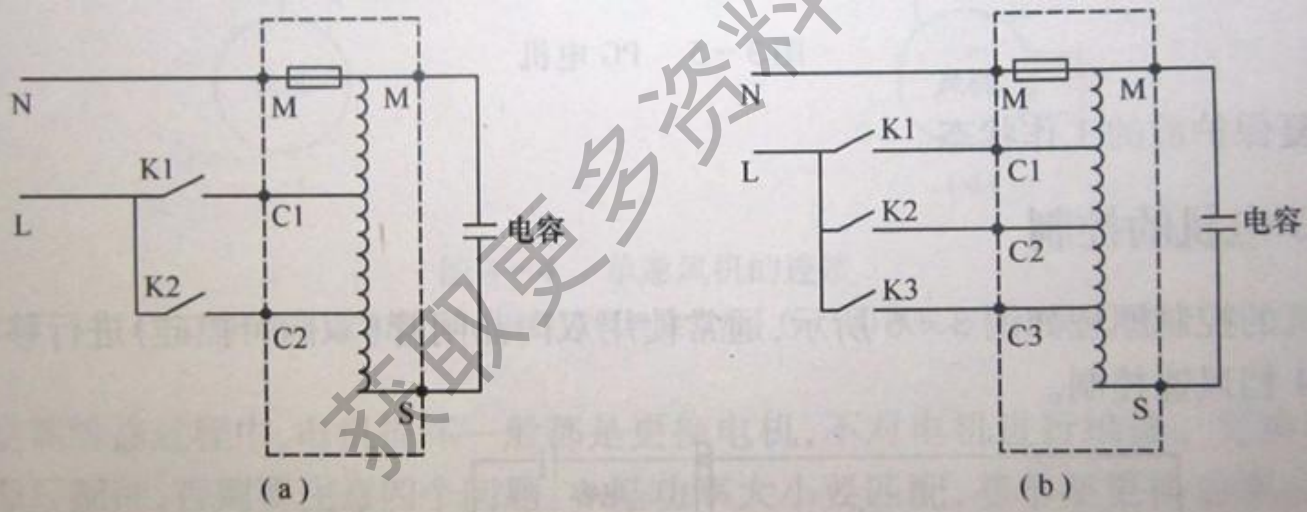
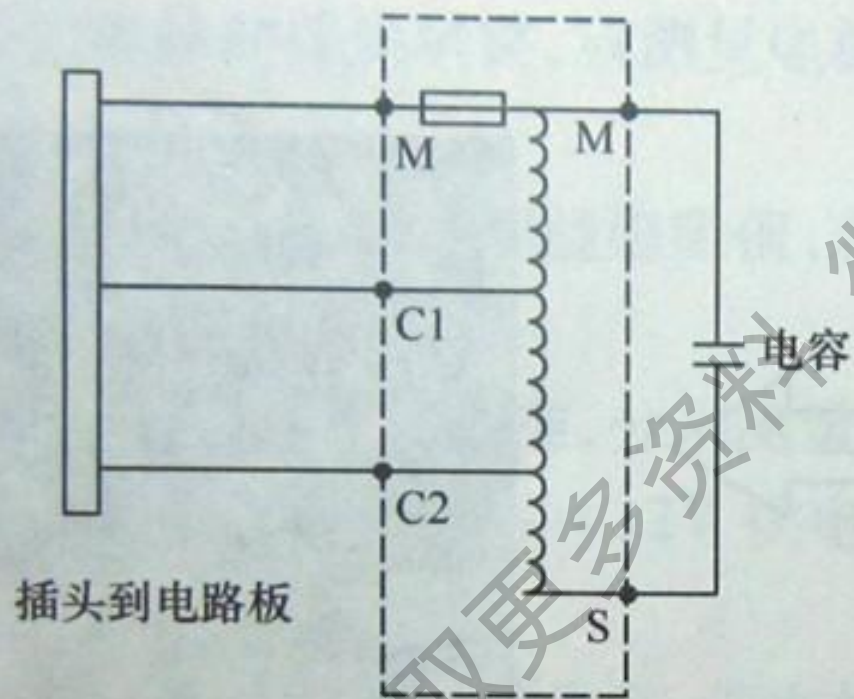


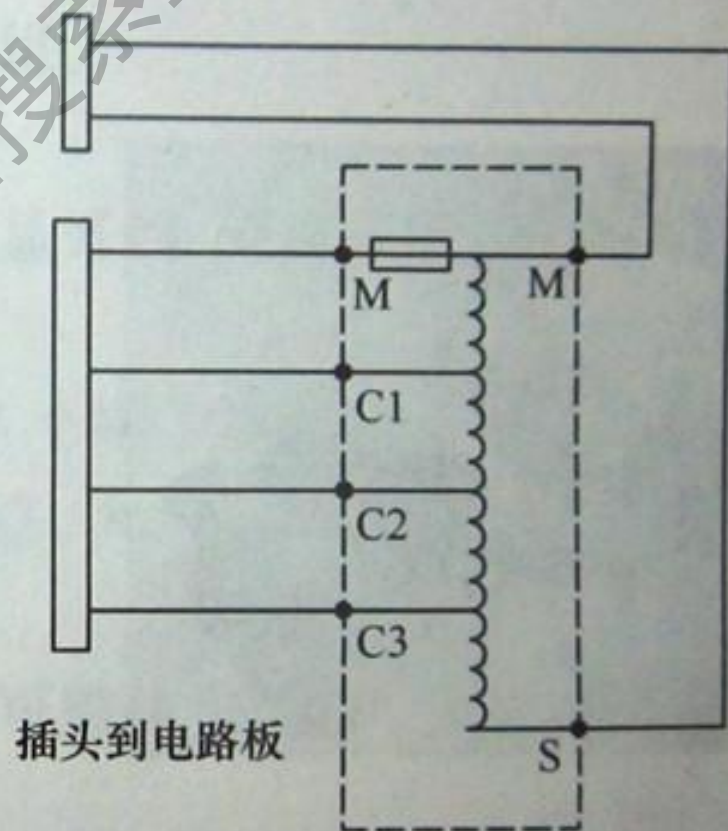
图 3-7 多速风机绕组及控制

## 2、多速内风机的线路连接

实际空调中将MS端子线做成单独的插头



(a)



(b)



## 四、内机风向控制电机

### 1、同步电机

柜机的室内风向控制导风板通常使用交流同步电机驱动，称为扫风电机。同步电机有两根引线，通常连接到电路板上，由继电器控制。不需要启动电路。



## 2、步进电机

步进电机主要用来控制挂机的室内摆风方向，所以也称为摆风电机。电机有**5**根引线连接到电路板插座上，其中有一根是电源线，另外**4**根是控制线，由**CPU**输出**4**路脉冲信号控制。通常使用**+12V**或**+5V**。

阻值参数：**+12V**大约**200-400**欧

**+5V**大约**70-100**欧



# 测量步进电机

等效电路	测量结果	结果分析	故障分析
	<p>1与2、1与3、1与4、1与5的阻值相等为<math>291\Omega</math></p> <p>2与3、2与4、2与5、3与4、3与5、4与5的阻值相等为<math>582\Omega</math></p>	<p>1号线为公共端，2、3、4、5为线圈端</p>	<p>如测量引线之间阻值为无穷大，为线圈开路故障，需更换步进电机</p>

# 空调电路控制功能

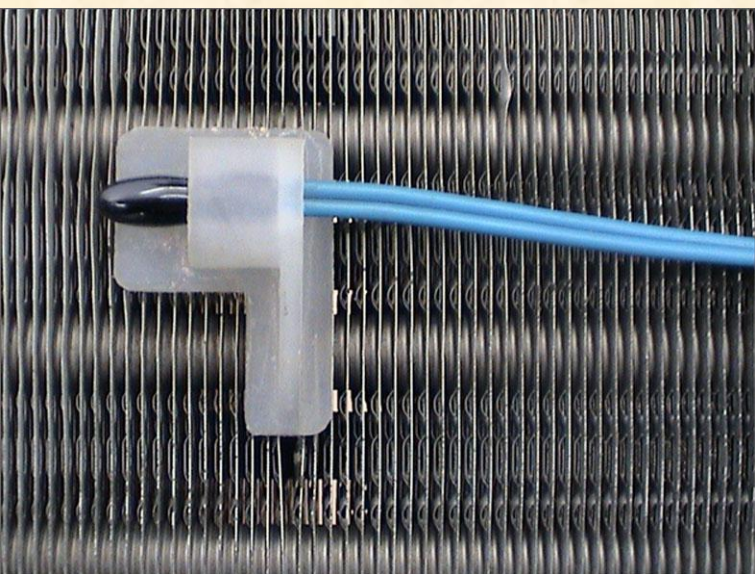
空调在运行过程中，为了确保空调性能的正常和防止事故发生，本身具有完善的检测控制功能。主要的检测对象是温度、压力、电流。温度检测用的是温度传感器，压力检测用的是压力开关，电流检测用的是交流互感器。

获取更多资料

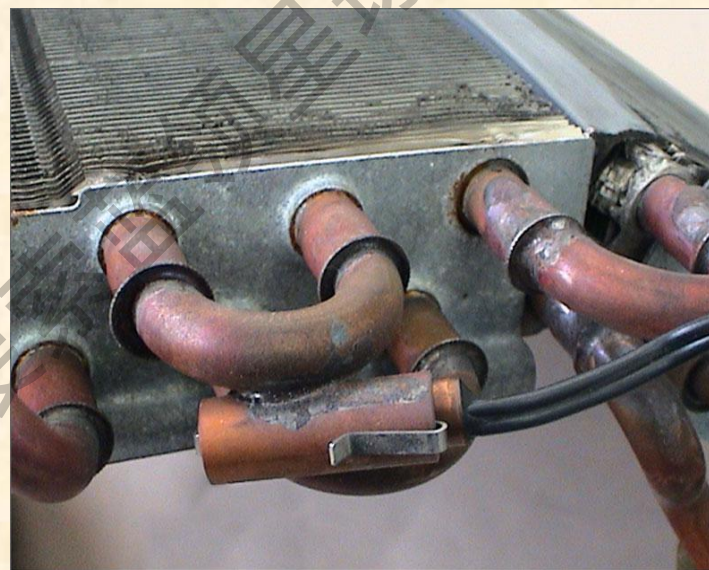
# 一、温度传感器

## 1、温度传感器相关知识

空调的基本功能就是对环境温度控制，并且为了保证空调的正常运行，空调本身还要检测自身关键部位温度，进行控制。温度检测元件就用温度传感器，也叫感温头。通常是负温度系数热敏电阻**NTC**。其标称值以**25度**对应的阻值为准，温度传感器标称阻值各不一样，其中以**15K欧**居多。



室内温传感器及其安装位置



室内管道温度传感器及其安装位置

变频空调还具有室外环境温度传感器、压缩机排气、回气管温度传感器

## 2、常见温度传感器的作用

### (1) 室内温度传感器

**CPU**根据设定工作状态，通过室内环温**NTC**检测室内环境温度，控制压缩机的通断。

### (2) 室内管温**NTC**

制冷状态下

室内管温**NTC**检测室内盘管温度是否过冷，在一定时间内盘管温度是否下降到一定温度。若过冷，为防止内机盘管结霜，影响室内热量的交换，**CPU**压缩机停机保护。一般 $-2^{\circ}\text{C}$   $-3^{\circ}\text{C}$ 进行保护。

## 制热状态下

防冷风吹出检测、过热卸荷、过热保护、制热效果  
空调制热开始内风机的运转手内管盘温度控制，  
当内管盘温达到**28-32 °C**时，风机才运转，方式  
制热开始吹出冷风，造成人体不适。

制热过程中，若室内管温达到**56 °C**，说明管温  
太高，**CPU**控制外风机停机，减少室外热量的吸  
收，压缩机不停机，称为制热卸荷。若风机停机  
后，内管温度继续上升**60 °C**，压缩机停机，这  
是空调的过热保护。若在一定时间内，管盘温度  
没有上升到一定温度，**CPU**控制压缩机停机保护。



### (3) 室外管温NTC

主要作用是制热化霜温度检测，一般空调制热50分钟后，外机进入第一次化霜，以后的化霜就由室外管温传感器控制，温度降到 $-9^{\circ}\text{C}$ 时，开始化霜，管温回升到 $11-13^{\circ}\text{C}$ 停止化霜

### (4) 外环温NTC

控制室外机的转速

### (5) 压缩机排气NTC

避免压缩机过热、缺氟检测、使变频压缩机降频，控制制冷剂流量。

## (6) 压缩机吸气NTC

有电磁膨胀阀的空调制冷系统中，CPU通过检测压缩机回气温度控制制冷剂流量，有步进电机控制膨胀阀。另外还起到制冷效果检测，判断系统工作状态是否正常。

获取更多资料

领星球

## 二、压力开关

### 1、压力开关的作用

压力开关有高压和低压两种。正常压力下，压力开关是闭合导通的。当高压压力高于高压开关设定值，低压压力低于低压开关设定值，压力开关断开，产生电信号送往**CPU**，进行压缩机停机保护。

## 2、压力开关的使用

压力开关检测管道和制冷系统焊接在一起，高压开关位于压缩机排气管，低压开关位于压缩机回气管。一般高压压力开关保护值可达**2.4MPa**，而正常条件下高压开关一般为**1.8-1.9MPa**，低压压力保护值一般设定为**0.2MPa**。而正常的条件下，低压压力在制冷时为**0.5MPa**。



### 三、检流线圈

检流保护广泛用于空调电路控制过电流保护，检流保护的主要的检测元件是检流线圈，其实就是一个交流互感器，被检测电路电流发生变化是，在检流线圈两端输出变化的电压，此电压通过电流传输给CPU进行检测保护。



## 检流线圈

主要作用是进行过电流保护

另一个作用是检测运行的部件是否工作

例如，当**CPU**发出指令，压缩机开始运转后，一般在一分钟之内，要检测压缩机的工作电流是否有，若没有则**CPU**停止压缩机工作。

三相空调一般用两个检流线圈进行检测。

## 四、空调的电气运行状态

### 1、自动模式

主控**CPU**根据是室内温度决定相应的工作模式，以维持内部存储器设定温度（制热模式设定为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，制冷模式设定温度为 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），首次开机室内温度小于等于 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 进入制热模式，大于 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 进入制冷模式。

## 2、制冷模式

开机后室内温度 $\geq$ 设定温度，压缩机和室外风机工作，室内风机以设定风速运转，若室内温度 $<$ 设定温度，压缩机和室外风机停止工作。

### 室内风机转速控制

室内风机在制冷模式下只要开机就开始工作

当设定为自动风速时：当室内温度 $\geq$ 设定温度 $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$

运行行为高风，当室内温度 $\geq$ 设定温度 $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，运行中风，

当室内温度 $\geq$ 设定温度 $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，运行行为低风。当室内温度 $\leq$ 设定温度是，压缩机和外风机停止工作，室内风机为低风。



### 3、除湿模式

当室内温度  $>$  设定温度  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  时，压缩机和室外风机连续运行，室内风机按设定风速运转。当室内温度在设定温度  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  和设定温度的区域，压缩机和室外风机工作 **10** 分钟停止 **6** 分钟，室内风机在压缩机停止 **3** 分钟内也停止工作，**3** 分钟后以低风运行。

当室内温度  $<$  设定温度时，压缩机和外风机停止工作，室内风机在停机 **3** 分钟后低风运行。

## 4、制热模式

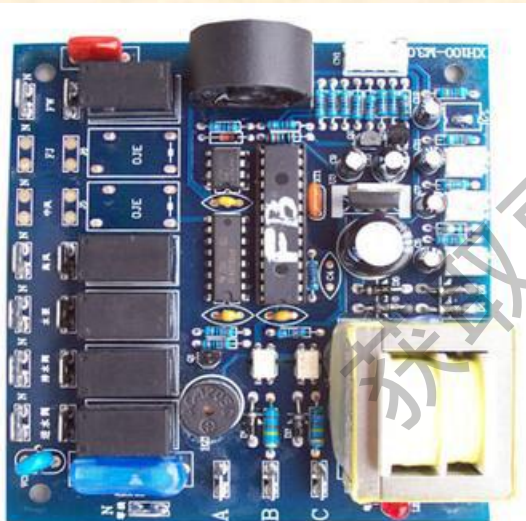
通电后，室外四通阀工作换向，3分钟后压缩机和室外风机工作，等一段时间后内风机开始工作。当室内温度达到设定温度后，压缩机和外风机同时停止工作，一段时间后内风机才停止工作，四通阀保持换向不变。

若室外机结霜厉害，则空调进入自动化霜过程。

# 空调电路板及基本元器件

空调电路板（PCB），主要功能是固定控制电路的元件，提供板上电路元件器件的相互连接。

分类：单面板和双面板



# 一、主板元器件实物外观、名称、图号

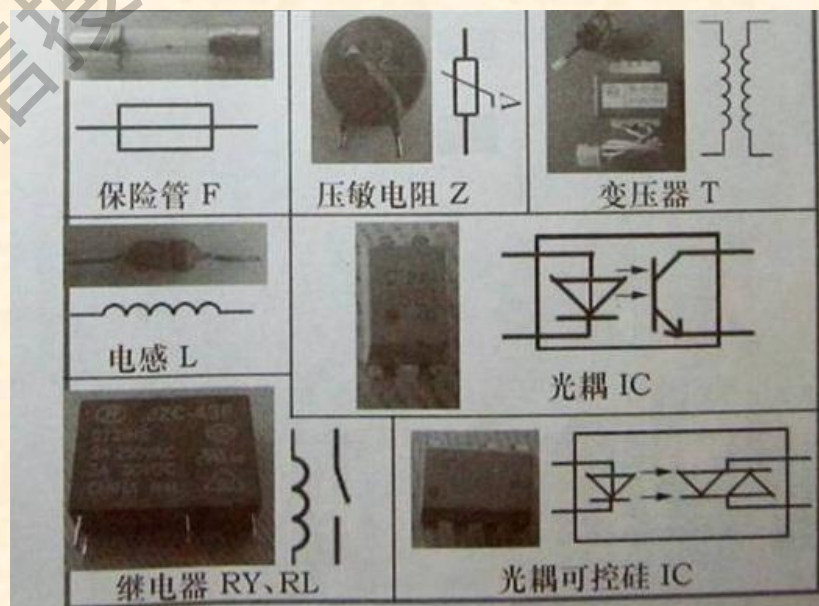
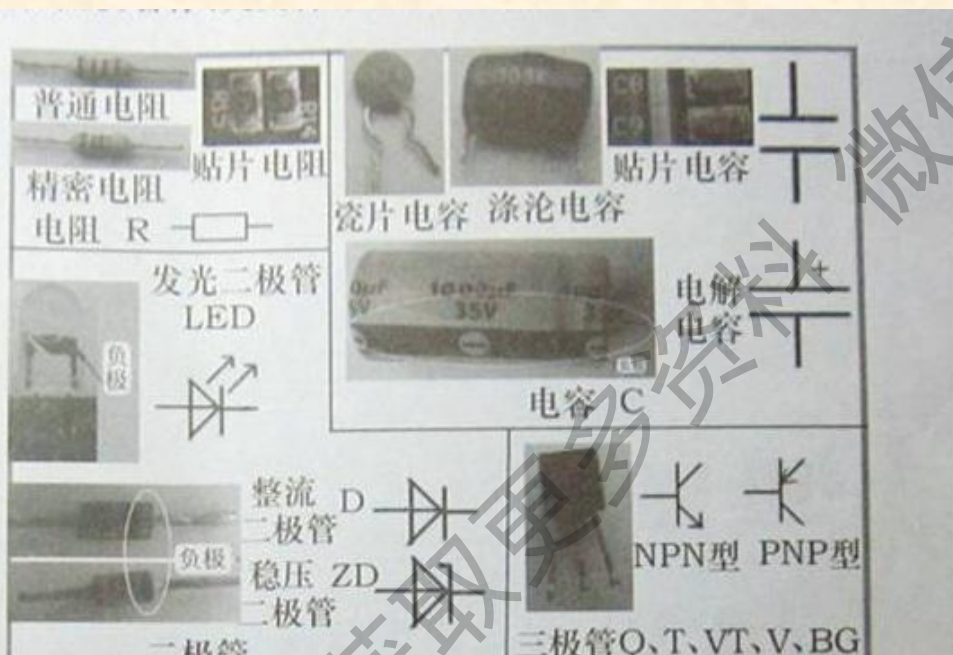
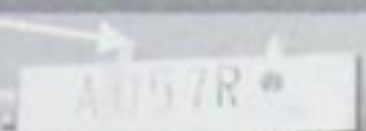


图 4-1 电子元器件实物外观、名称、英文符号和图号明细

流互感器CT: 中间有空隙可以穿引线, 或焊在电路板上, 连接桥式整流电路, 或像变压器焊在电路板上



蜂鸣器BU、BZ: 黑色, 圆柱体, 中间有一个圆孔

晶振X、XT: 蓝色, 三个引脚, 方形扁状, 位于CPU附近

瓷片电容C: 黄色, 圆形扁状

复位集成电路IC: 黑色, 外形同三极管

压敏电阻Z: 黄色或蓝色, 圆形扁状

光耦可控硅IC: 黑色或白色, 外形为双面或单面引脚

涤纶电容C: 红色, 方形扁状

保险管F: 圆形长方, 中间为玻璃状, 专用底座

继电器: 黑色, 体积最大的继电器, 上方有连接端子

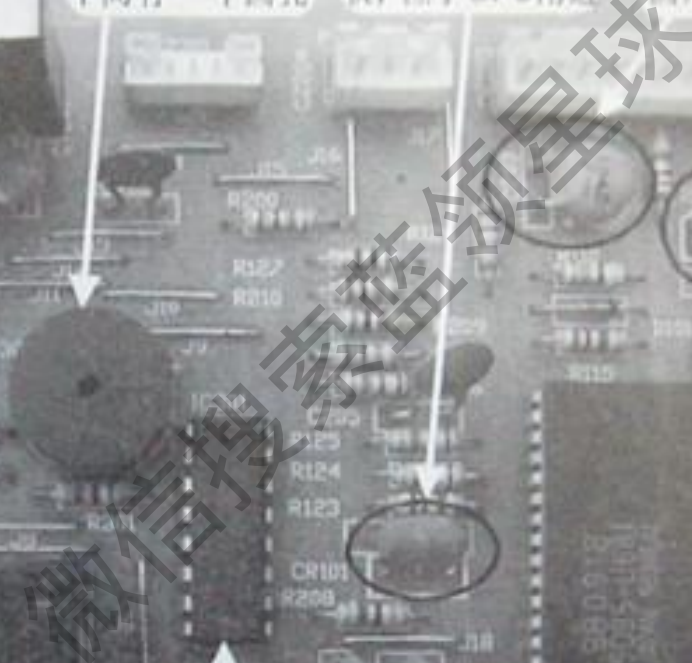
二极管D: 黑色或红色, 其中一端带有一圈标记

5V稳压集成块IC: 黑色, 5个引脚表面印有7805字样

室外风机、四通阀线圈继电器RY、RL: 黑色方形, 一侧连接弱电, 一侧连接负载

反相驱动器IC: 黑色双列引脚集成电路, 一侧引脚接CPU, 一侧引脚接继电器等

三极管Q、BG、V、T: 黑色, 三个引脚, 一面为圆形, 一面为方形



电... 圆柱... 侧有...

棕色五...

排阻... 黑色... 其中... 圆点...

排阻... 黑色... 其中... 圆点...

CPU... 大...

# 显示板组件上电子元器件名字及特征

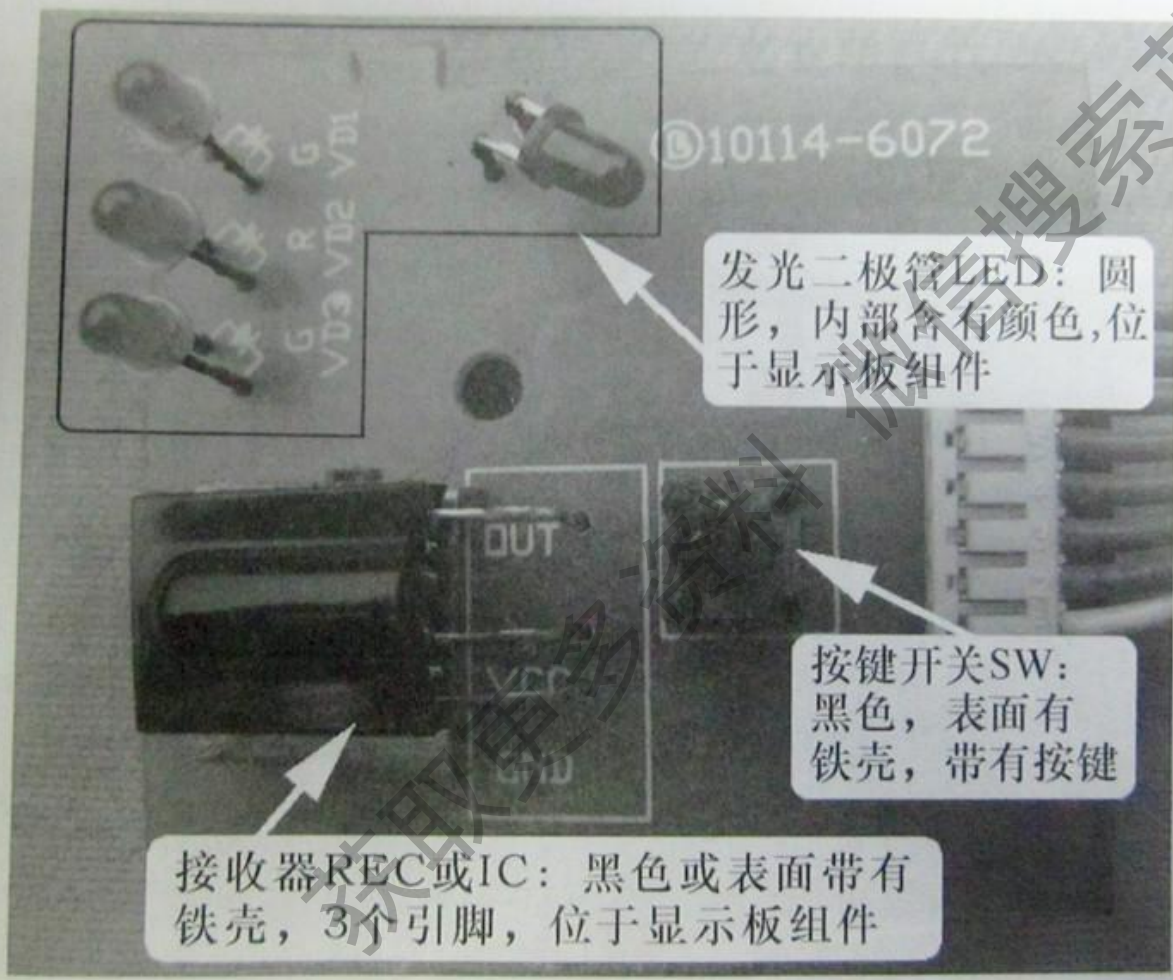
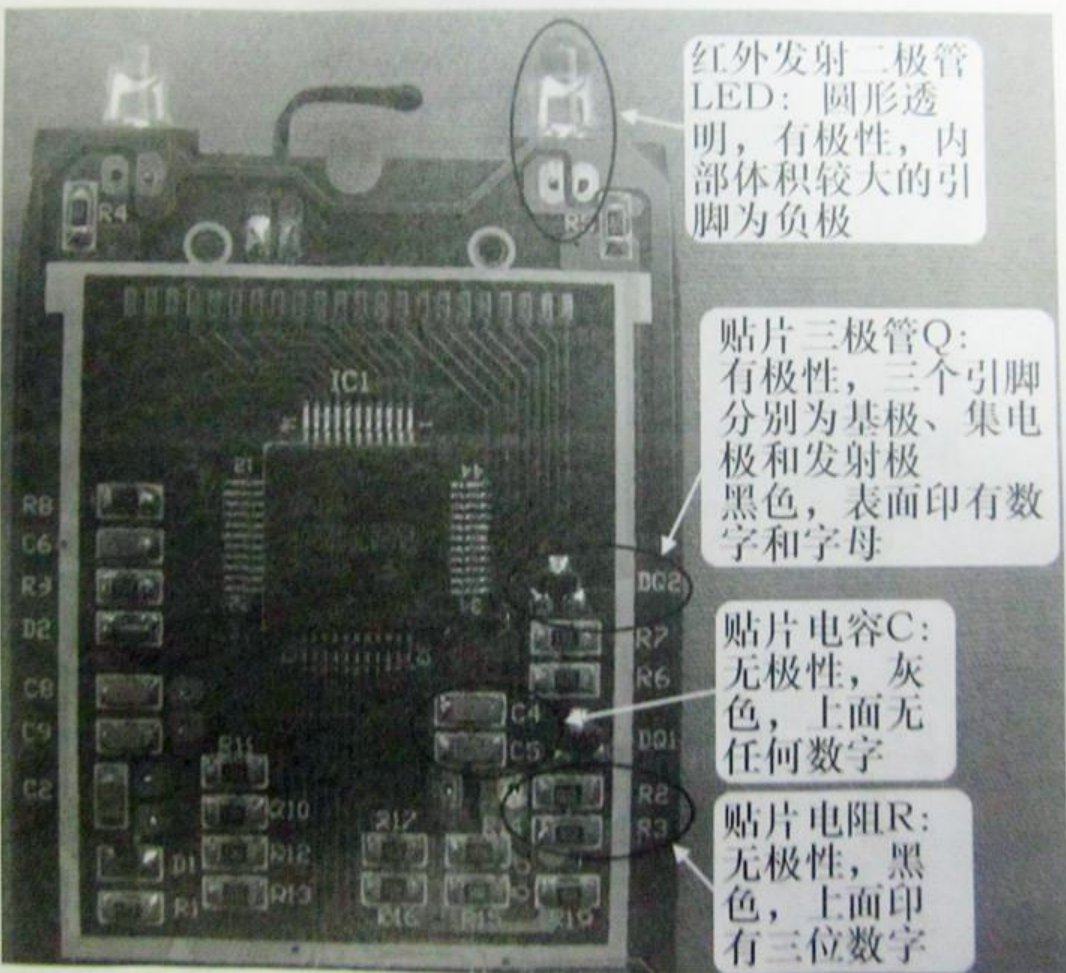


图 4-3 显示板组件上电子元器件名称及特征

# 遥控器主板电子元器件

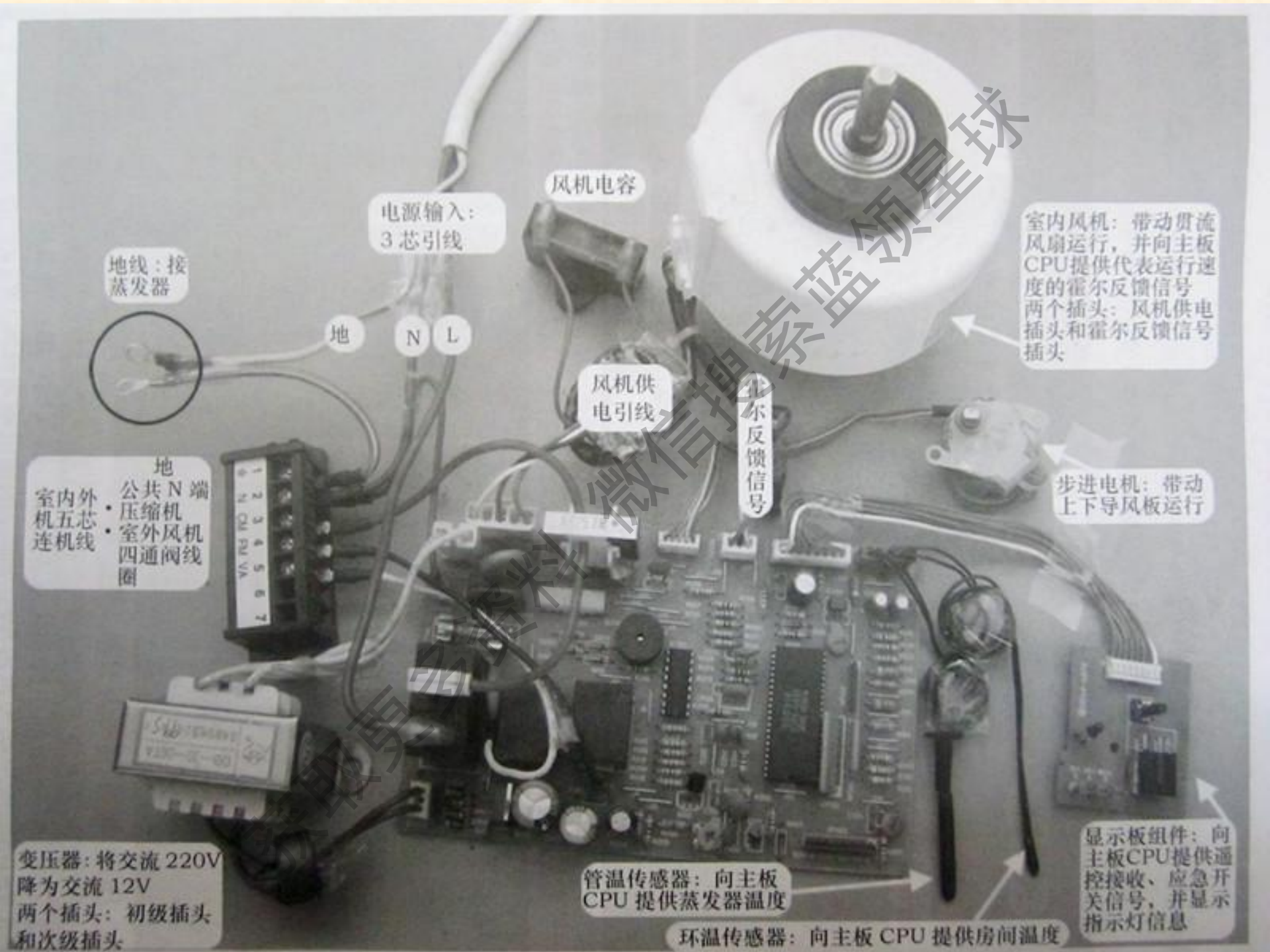


红外发射二极管  
LED: 圆形透  
明, 有极性, 内  
部体积较大的引  
脚为负极

贴片三极管Q:  
有极性, 三个引脚  
分别为基极、集电  
极和发射极  
黑色, 表面印有数  
字和字母

贴片电容C:  
无极性, 灰  
色, 上面  
无任何数字

贴片电阻R:  
无极性, 黑  
色, 上面印  
有三位数字



室内风机：带动贯流风扇运行，并向主板CPU提供代表运行速度的霍尔反馈信号  
两个插头：风机供电插头和霍尔反馈信号插头

步进电机：带动上下导风板运行

显示板组件：向主板CPU提供遥控接收、应急开关信号，并显示指示灯信息

环温传感器：向主板CPU提供房间温度

管温传感器：向主板CPU提供蒸发器温度

霍尔反馈信号

风机供电引线

风机电容

电源输入：3芯引线

地 N L

地线：接蒸发器

地公共N端  
• 压缩机  
• 室外风机  
• 四通阀线圈  
室内机五芯  
室外机五芯  
连机

变压器：将交流220V降为交流12V  
两个插头：初级插头和次级插头



## 二、故障率较高的电子元器件

### 1、压敏电阻

一般击穿值通常为交流**285V**

### 2、保险管

### 3、7805和7812

### 4、变压器

初级线圈阻值一般**200-600Ω**，次级线圈大约**2Ω**

### 5、温度传感器

常用**25 °C/5kΩ**    **25 °C/10kΩ**    **25 °C/15kΩ**

## 6、晶振和复位集成块



用万用表直流电压档测量，黑表笔接中间引脚，红表笔接两侧脚，正常电压大约1.8 -2V

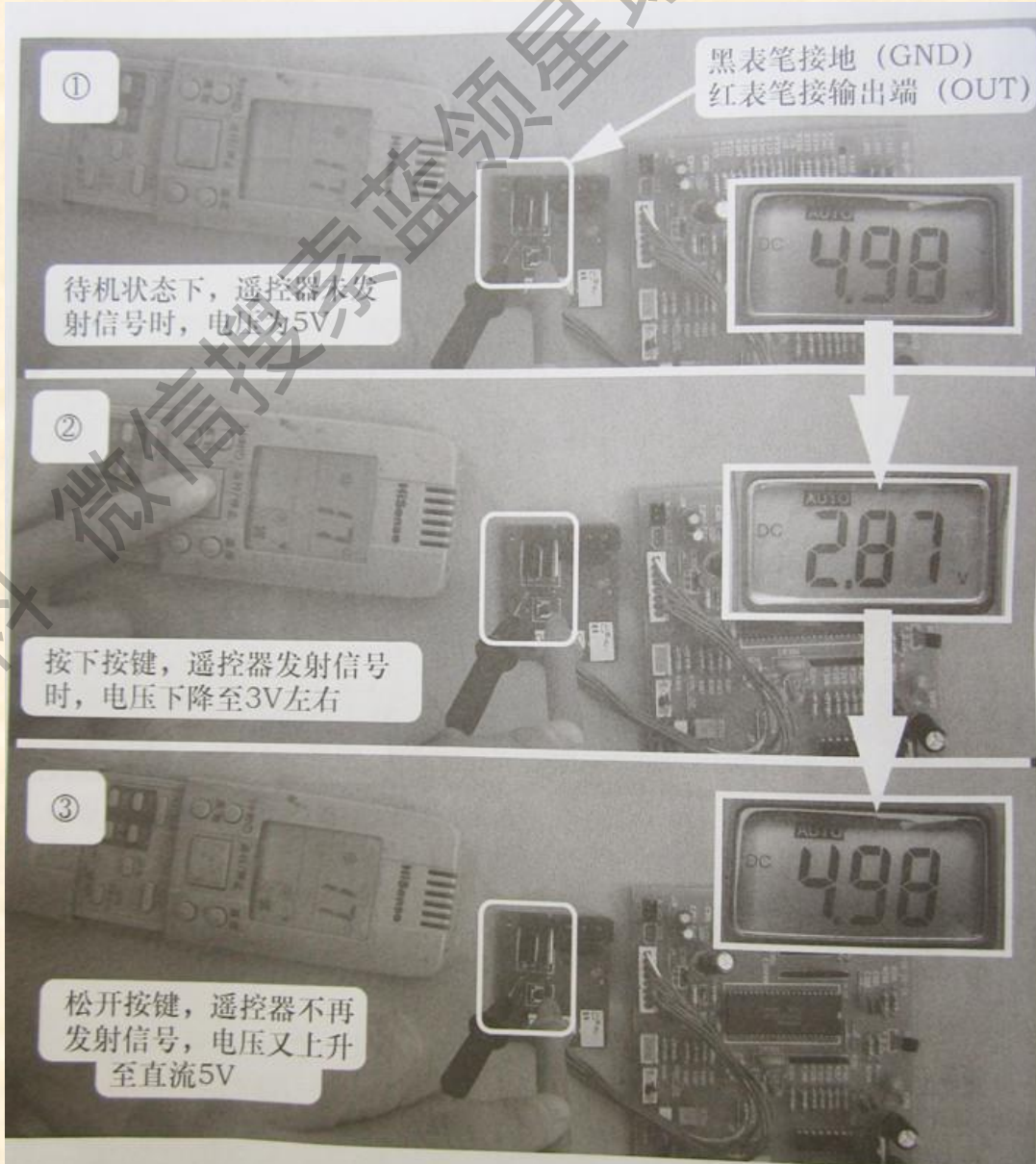
## 7、接收器

常见型号0038和1838 两者可以互换，但注意引脚位置



接收器将遥控器发射的光信号转换成为电信号，并进行放大、滤波、和整形送至CPU进行解码

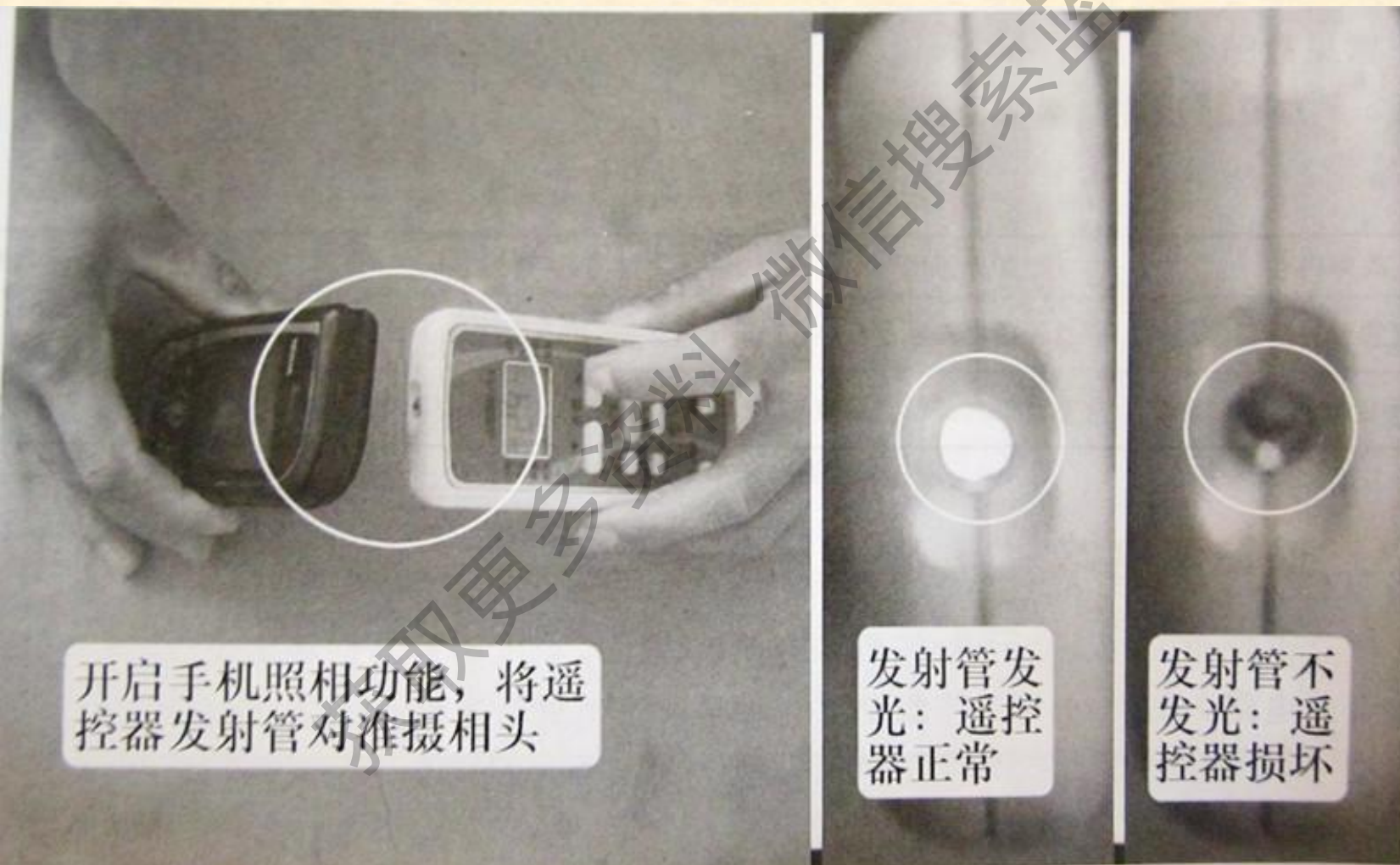
# 测量接收器



微信搜一搜 蓝领星球

获取更多资料

# 使用手机检测遥控方法



## 8、反相驱动器

常用型号**2003**，供电电压**12V**，其中一侧引脚直接或通过电阻与**CPU**相连。输入端为高电平，对应输出端为低电平。

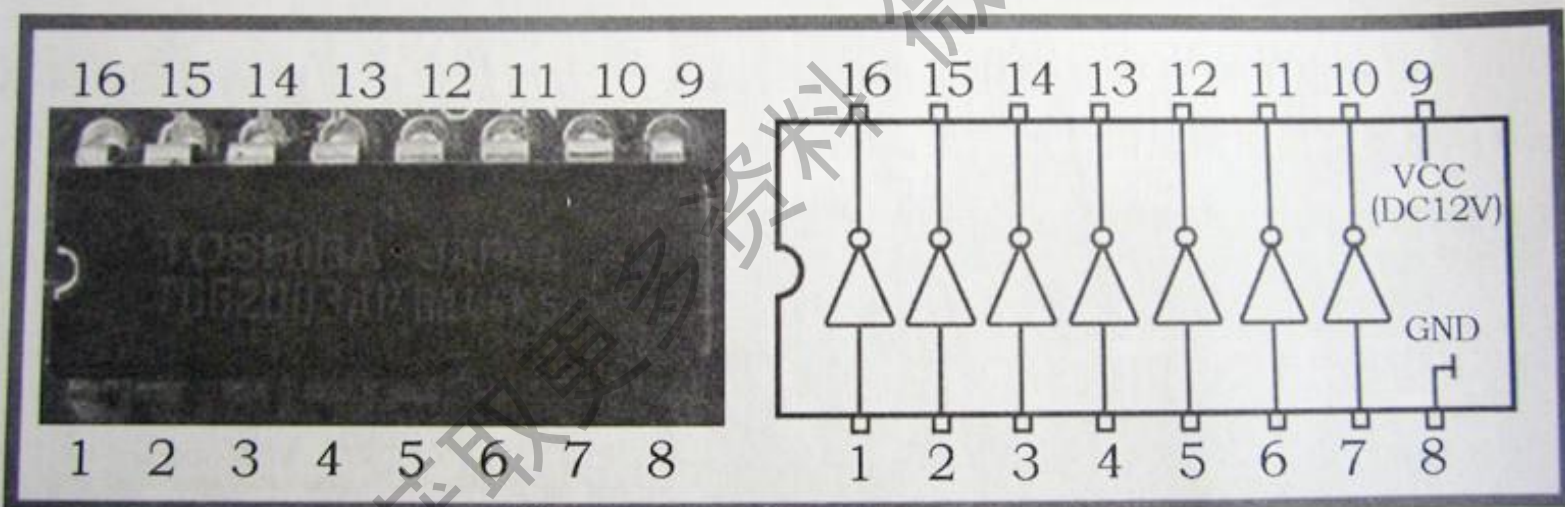


图 4-26 反相驱动器实物外形和等效电路

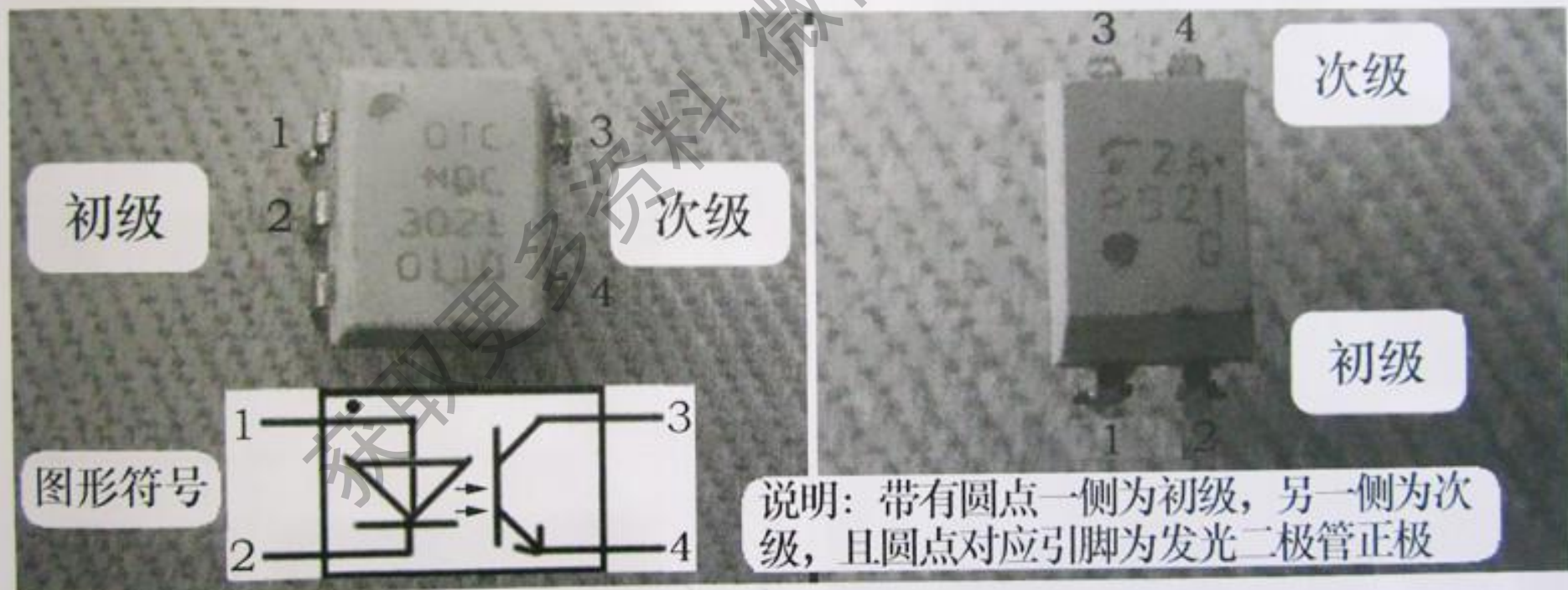
# 反相器测量方法

蓝领星球

实物图形	说明	CPU未控制负载	CPU控制负载	故障电压
	A点:CPU输出引脚(即反相驱动器输入端)	A点: 0V (CPU未输出电压)	A点: 5V (CPU输出高电平控制负载)	A点为高电平5V时, B点仍为高电压 (大于1V,
	B点: 负载线圈引脚(即反相驱动器输出端)	B点: 12V (为12V电压经负载线圈提供)	B点: 0.8V (反相驱动器输出端内部电路接地, 12V经负载线圈构成回路)	反相驱动器输出端内部电路未接地, 12V经负载线圈不能构成回路)

## 9、光耦

光耦通常为白色方形器件，4个或6个引脚分为两侧排列。





# 10、光耦可控硅

常用信号有TLP3616和TLP3526.将光耦和双向可控硅集成一体，直接驱动PG电机。

图形符号		说明：带有圆点的一侧为初级，接弱电控制，另一侧为次级，接强电驱动。实际使用时，初级和次级各使用2个引脚，其余为空脚。	
3脚:接电源L端	4脚:接PG电机公共端	3脚:接电源L端	4脚:接PG电机公共端
次级	型号 TLP3616	次级	型号:TLP3526
初级	1脚:接5V电源	初级	2脚:接CPU控制
2脚:接CPU控制			

图 4-32 光耦可控硅

实物图形	电路图	项目		
<p>3脚:接电源L端 4脚:接PG电机公共端</p> <p>次级</p> <p>初级</p> <p>1脚:接5V电源 2脚:接CPU控制</p>		初级正向测量(红表笔接1脚, 黑表笔接2脚)	初级反向测量(黑表笔接1脚, 红表笔接2脚)	次级正反向测量(红黑表笔接3脚、4脚正反各测一次)
		正常值	正常值	正常值
		故障值 正反向均为0, 击穿损坏; 正反向均为无穷大, 为开路损坏	故障值 测量正反向均接近0, 击穿损坏	

实物图形	测量方法	正确结果	错误结果
	<p>使用电池1.5V电压为光耦可控硅初级供电: 电池正极接1脚(发光二极管正极), 电池负极接2脚(发光二极管负极)。</p> <p>使用万用表电阻挡测量3脚和4脚(次级输出端)</p>	<p>次级导通, 阻值接近<math>0\Omega</math></p>	<p>阻值为无穷大。故障为次级开路或内部光源传送故障</p>

# 11、双向可控硅

型号一般以**BT**开头，三个引脚分别为主电极**T1**、**T2**和控制极**G**。

检测:用R1K档. 测T1, T2正反向电阻应趋于无穷大. 用R1档, 黑笔接T1红笔接T2, 将G与T2短接一下离开, 万用表应保持几十欧读数. 调换表笔情况同上.



# 空调CPU单元电路

空调电路的**CPU**是空调控制的核心部件，空调各类工作检测、保护检测、空调的功能操作和实现，都是由**CPU**控制相关的电路来完成的。

通常可分为四部分电路

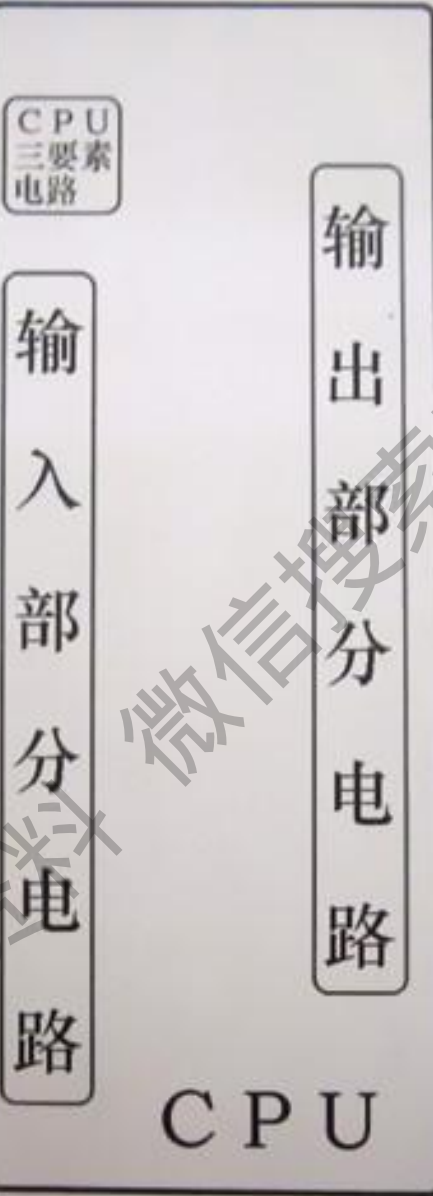
电源电路

**CPU**基本电路

输入电路

输出电路

电源：提供工作电压  
复位：将内部程序清零  
时钟：提供时钟频率



存储器电路：为CPU提供控制时所必需的数据  
过零检测电路：检测电源零点位置，以便CPU控制光耦可控硅的导通角  
应急开关电路：无遥控器时开启或关闭空调器  
霍尔反馈电路：检测PG电机的实际转速  
传感器电路：检测房间温度和蒸发器温度  
接收器电路：将遥控器发出的信号传送至CPU

指示灯电路：指示空调器的运行状态  
蜂鸣器电路：提示CPU已接收到遥控信号  
步进电机电路：带动导风板上下旋转运行  
室内风机电路：控制PG电机运行  
继电器电路：控制压缩机、室外风机、四通阀线圈的工作和停止

遥控器：设定空调器的运行状态

微信搜索 蓝领学术

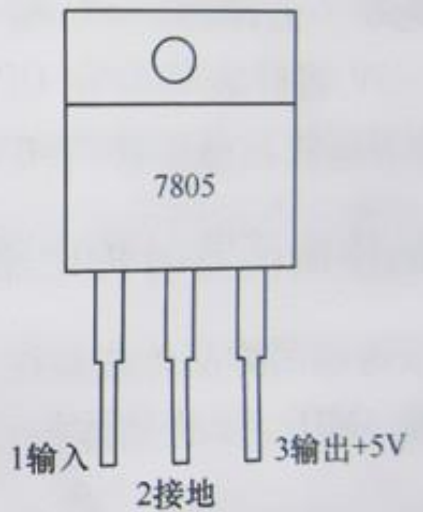
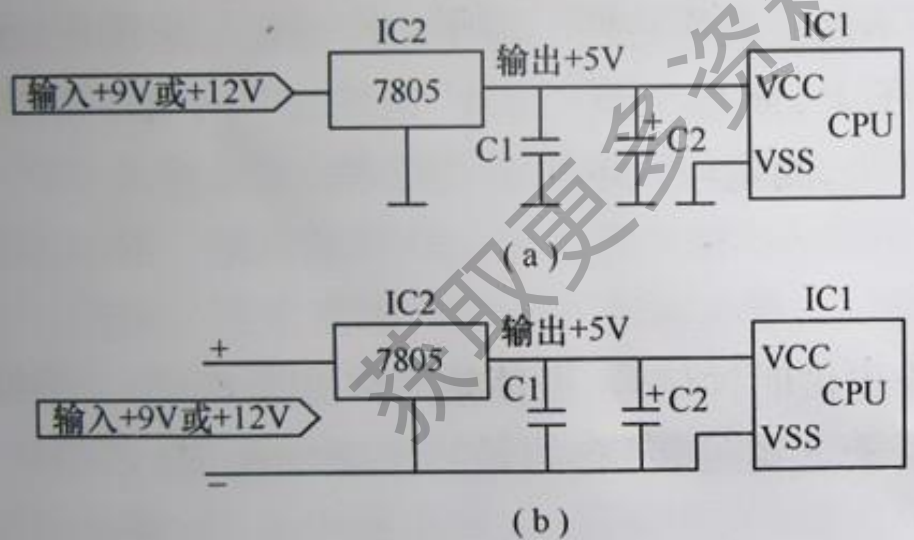
# 一、CPU基本电路

电源电路

时钟电路

复位电路

## 1、CPU的工作电源电路



微信搜索蓝领星球

## 2、晶体振荡器时钟电路

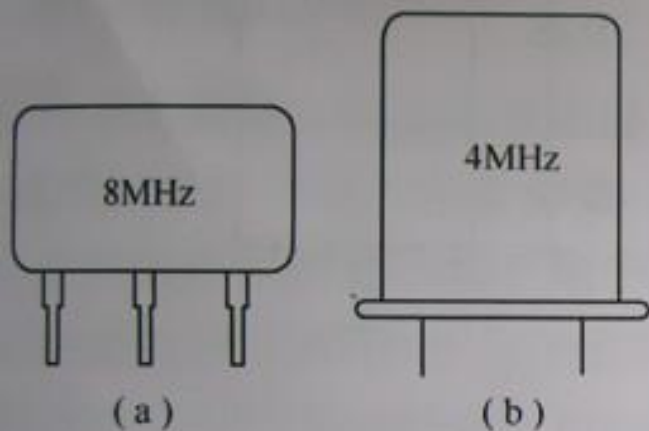


图 9-3 晶体振荡器

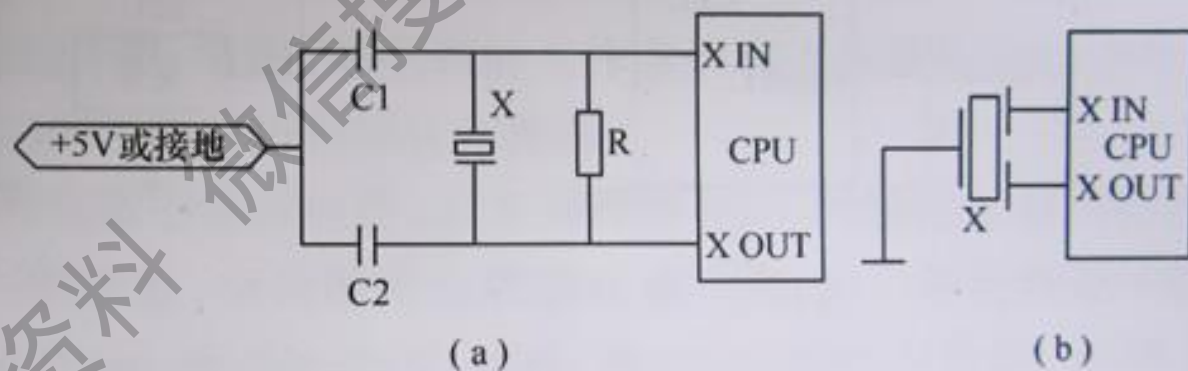


图 9-4 晶体应用电路

一般CPU不工作，应该判断晶振是否完好

### 3、CPU复位电路

复位是一个直流电压变化的工作过程，在CPU通电后工作前的很短时间内完成复位端子的电压从零升高到+5V.低电压是复位清零和CPU启动，高电压过程是让CPU进入正常工作

复位电路结构通常两种形式

一是使用RC构成的延时电路

二是用专用的复位集成电路



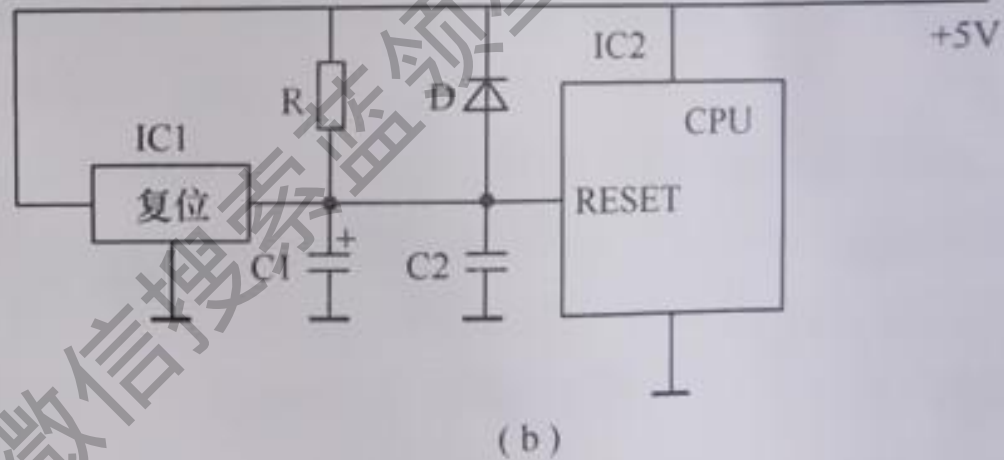
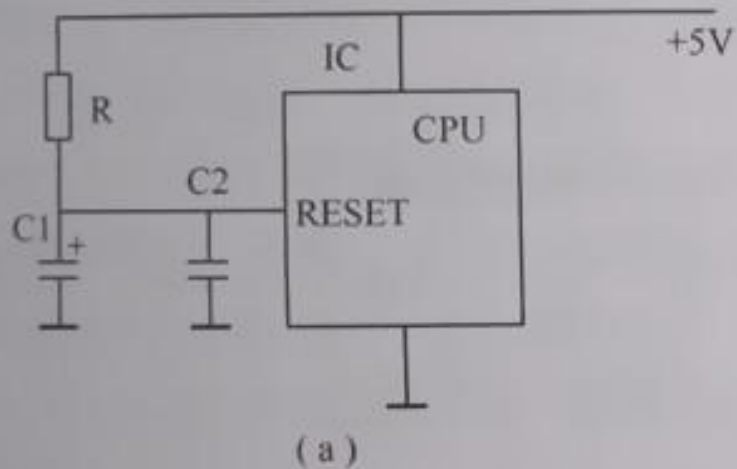


图9-5 复位电路的结构

RC元件构成的单纯延时电路，没有保护功能

集成电路复位有两个功能一是复位，二是对CPU或整机的欠压工作保护

## 4、存储电路

存储电路是一块小集成电路，配合CPU电路，对空调的工作参数和工作状态进行存储记忆，或先记录好空调的正常参数，在空调工作时进行比较和控制。

常用的型号有93CXX

24CXX

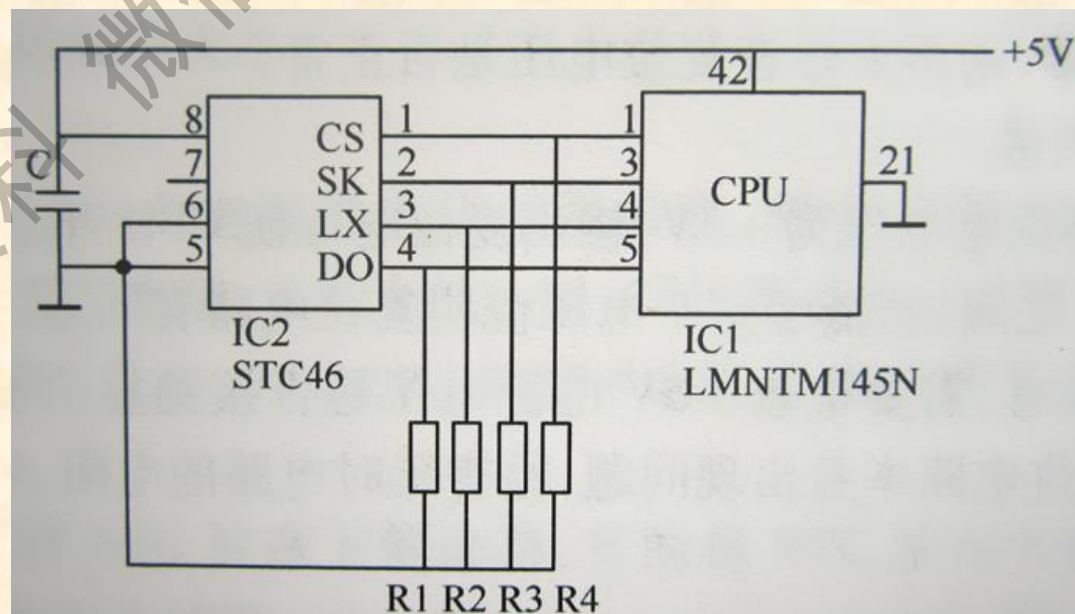


图 9-6 存储器电路

## 二、CPU的检测输入电路

**CPU**控制空调运行时要对相关的很多参数进行检测，如检测条件出现错误，**CPU**会及时进行修正或保护停机。**CPU**检测端子的感应电压一般有两种特性：

一种是接收高电压或低电压表示检测量是否正常

另一种是接收变化的电压，根据电压变化的范围，判断测量量是否正常

## 1、温度检测电路

工作过程分析：温度升高，NTC阻值降低，电流变大，R1两端电压变大，CPU端子电压升高，判断温度升高，反之

判断温度降低。L1L2

C3防止高频干扰信号对CPU的影响。

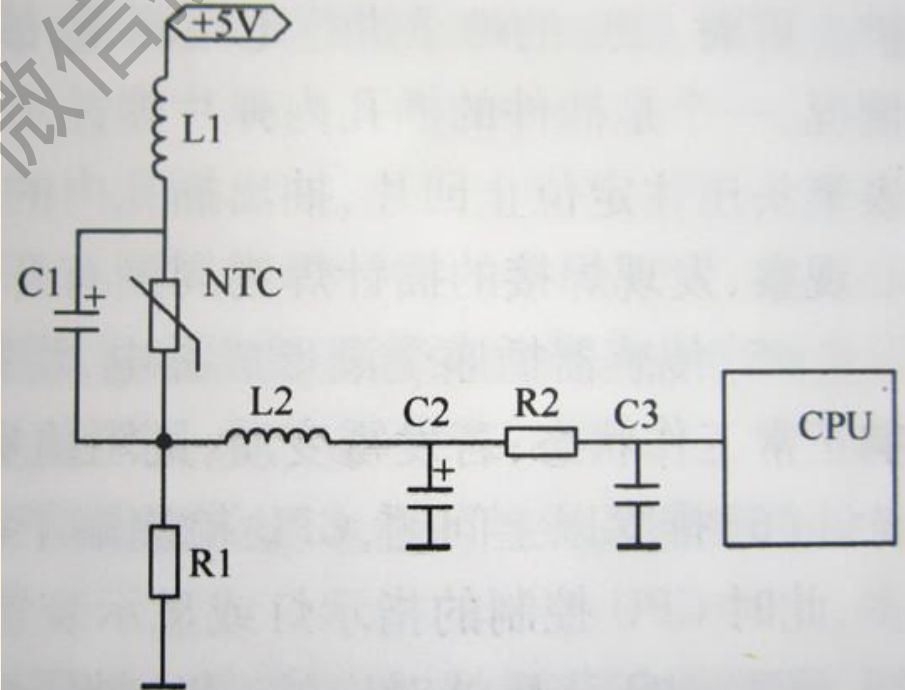


图9-7 温度检测电路

## 2、电流检测电路

主要是检测压缩机的工作电流，为CPU的控制提供依据，电流检测电路主要起三个作用：

- 一是防止压缩机过流运转
- 二是压缩机启动时堵转电流自动保护
- 三是检测压缩机是否运转

检测交流电路，转变为直流电压，CPU检测直流电压高低，判断交流工作电流是否正常。

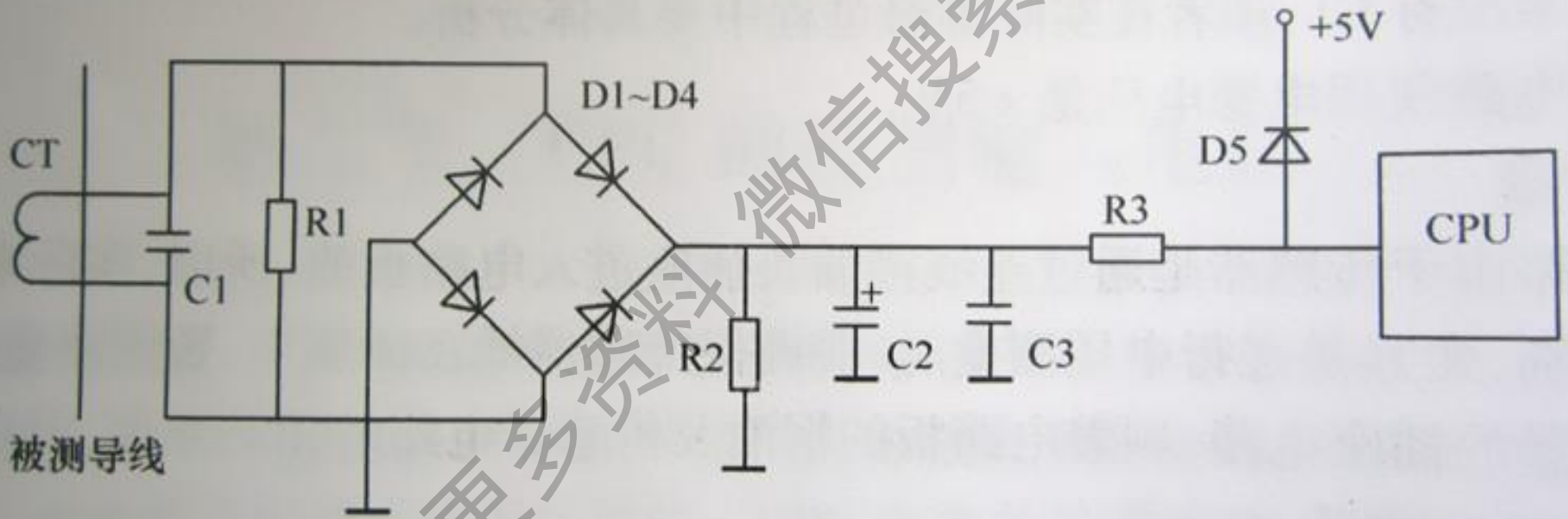


图 9-8 电流检测电路

### 3、压力检测电路

由于压力检测是使用了压力开关，开关只有断开和闭合两个状态，所以CPU对应的检测端子对压力的结果反映就是高电压或低电压两个状态，而不是电压的连续变化。

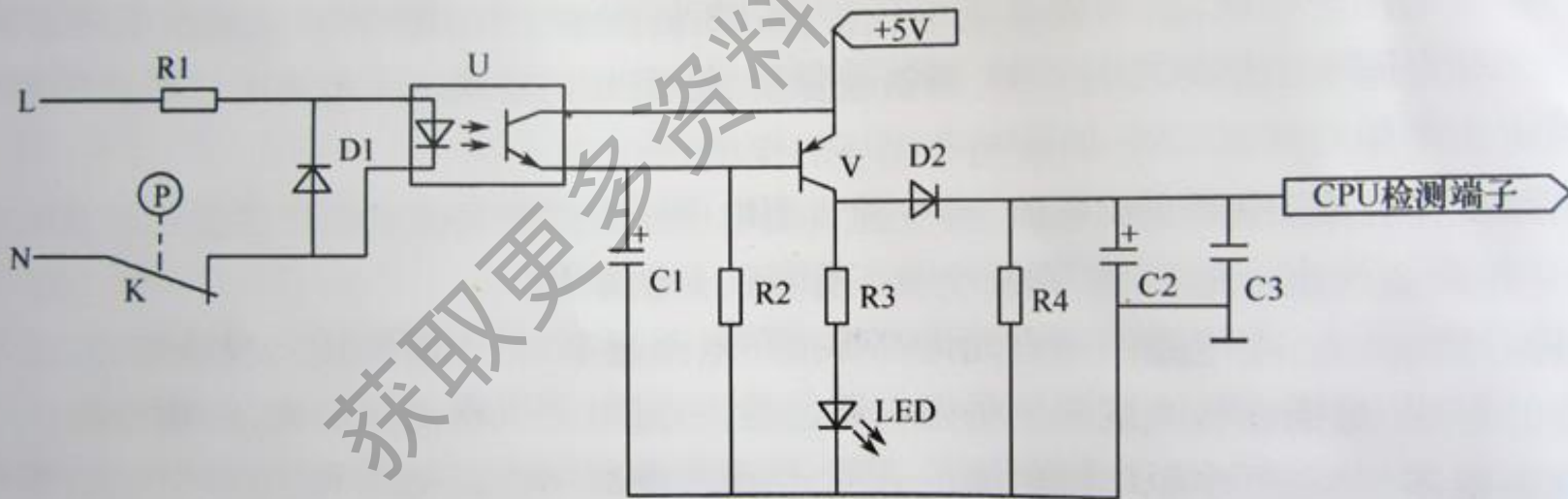


图9-9 压力检测电路

## 4、电压检测电路

空调的电压检测主要是检测空调的电压过高或过低，由于电压变化是大小逐渐变化的，而CPU的很多检测端口只是识别高电压或低电压，所以，电压检测基本使用电压比较电路，有比较电路输出高电平或低电平到CPU电压检测端子进行检测。

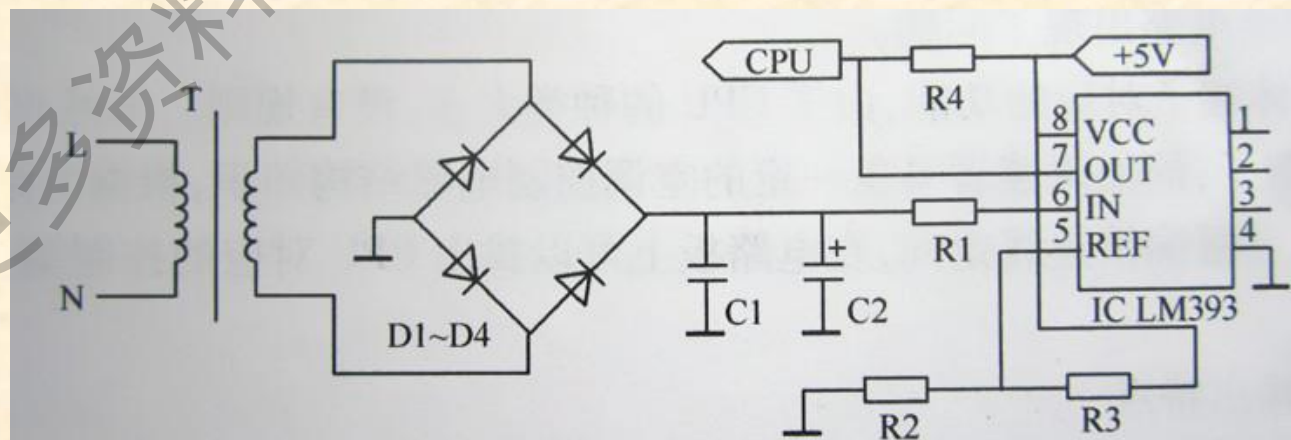


图9-10 电压检测比较电路



### 三、CPU的控制输出电路

#### 1、CPU的输出控制功能

**CPU**的输出控制功能主要是对空调压缩机、外风机、四通阀和内风机的控制功能，**CPU**的辅助功能，风向控制、冬季电热辅助、显示指示、蜂鸣器、压缩机加热带、负离子发射器，换新风、杀菌、风栅关闭等。

获取更多

蓝领星球

## (1) 压缩机、外风机、四通阀的输出特性

**CPU**的压缩机、外风机、四通阀输出端子各有一个，端子只有高电平和低电平状态，分别控制这些部件的工作和停止工作。

## (2) 内风机的输出特点

利用可控硅调速的**CPU**，控制风机的端子只有一个，但一般有交流过零检测和转速检测两个辅助端子。控制风机的端子具有调速功能，所以输出的信号不是单纯的高低电压，而是脉冲电压。

利用继电器调速的**CPU**，控制风机的端子和几档风对应，通常有**2-3**个端子。

利用无极调速的三相直流风机，控制风机的端子有**6**个，还有有电子转子位置检测的辅助端子。控制风机的端子输出不同的**6**路脉冲信号。

### **(3)** 风向控制输出

利用同步交流电机控制风向的，**CPU**只有一个端子

利用直流进给电机控制风向的，有四个端子，如是立体送风的，就有**8**个端子。输出的是脉冲信号

#### (4) 显示指示输出特性

通常一个指示灯有一个端子，一般挂机有2-3个端子。

液晶显示屏需要端子较多，因此专门做一个电路，跟CPU进行数据交换，就不需要这么多端子。

#### (5) 其他辅助功能

例如电热、负离子发射器、蜂鸣器等一般都是一个端子控制。

# 空调电源、驱动电路

空调的电源电路和驱动电路是空调电路的基本电路，空调的每个电路都要电源参与，每个控制功能，都要有驱动电路放大CPU输出的功能信号。

## 一、电源电压

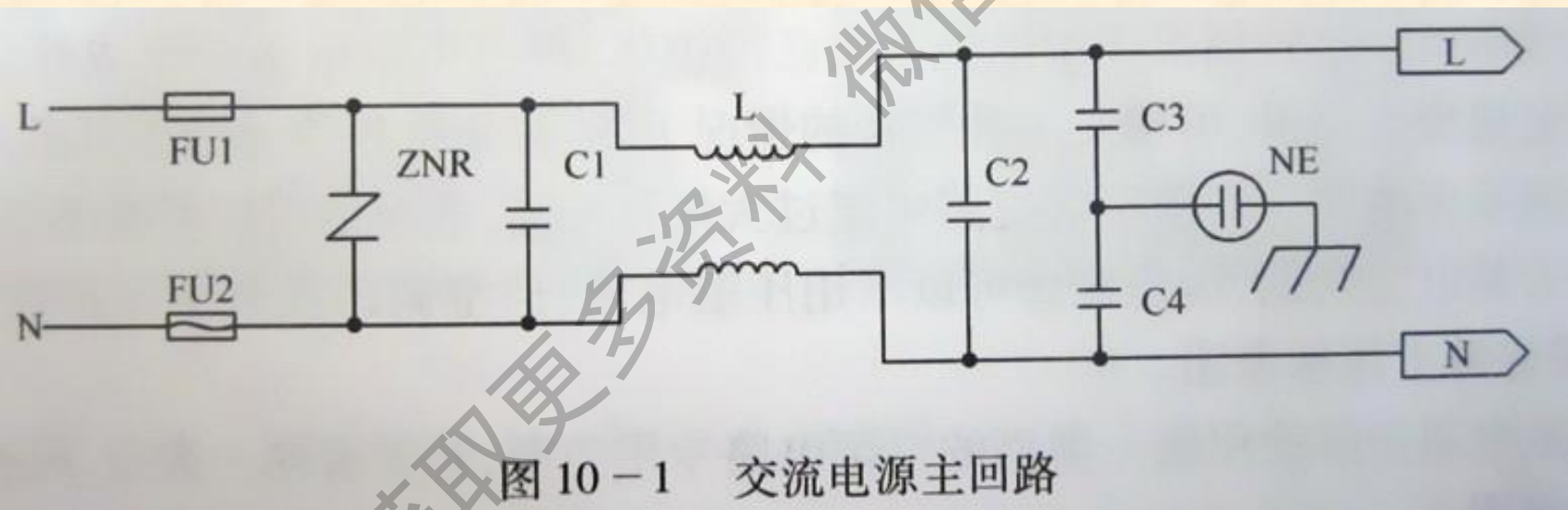
### 1、空调控制需要的电源电压

强电：三相交流电源、单相交流电源

弱电：CPU工作电压+5V、驱动电压+12V

## 2、220V交流回路

空调的交流主回路基本都是一样结构，从外电网输入**220V**电压，经过电路中的保护和处理，在输出端得到比较稳定的电压。



## 3、变压、整流、滤波电路

## 二、信号驱动电路

### 1、三极管驱动

三极管驱动是利用三极管的开关功能，将CPU的输出功能电压信号，驱动为较大的工作电流。

二极管D防止三极管截止瞬间，线圈电流对三极管的冲击

电容C能消除在继电器接通瞬间产生的电弧，保护触点表面

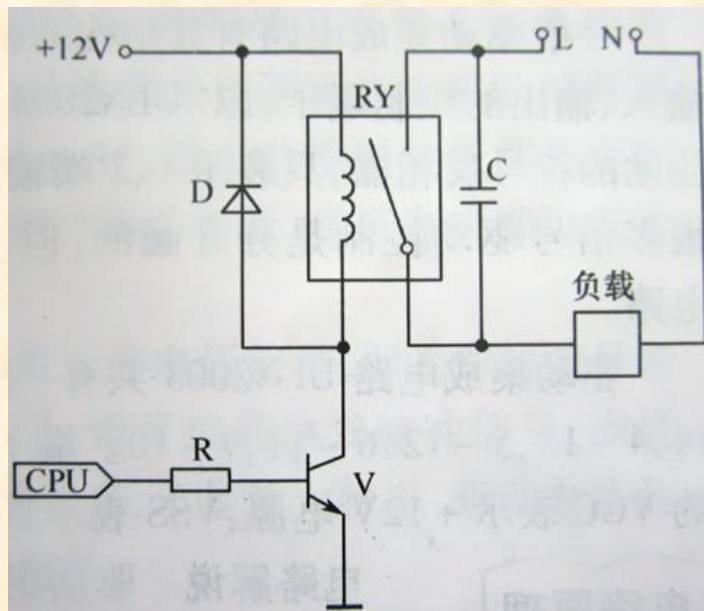


图 10 - 15 三极管驱动电路

## 2、驱动集成电路

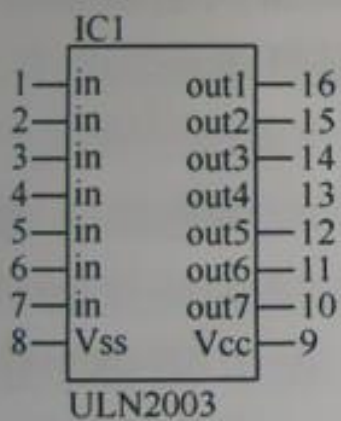
空调用的驱动集成电路有多种型号，但工作原理基本相同，都是反相驱动。常见的型号有2003系列。

驱动集成电路输入电压为0时，输出电压为+12V

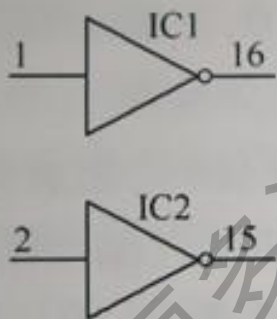
输入电压为+5V的时候，输出电压为0。驱动集成电路内部设有续流吸收保护电路，能够在驱动线圈类元件截止是，很好保护内部的驱动元件不被电流冲击和高压击穿。



# 驱动集成电路的运用



(a)



(b)

图 10-16 ULN2003 端子

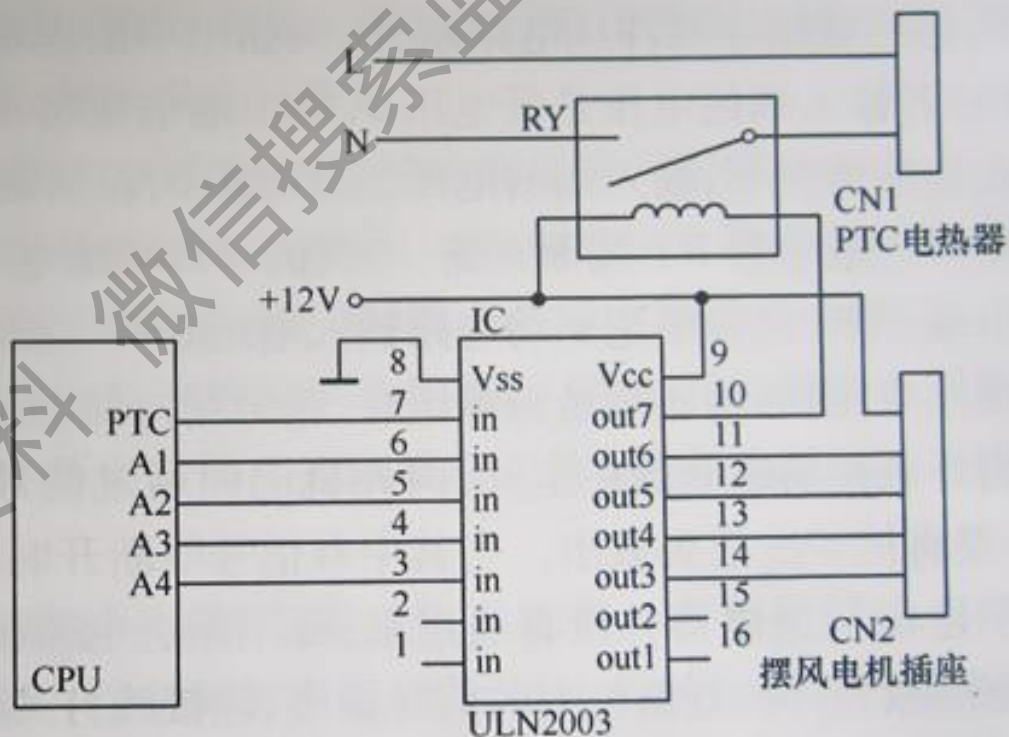


图 10-17 ULN2003 应用

## 驱动电路的检修

在检修驱动电路之前要知道每个端子对应什么控制功能，端子的工作信号是直流电压还是矩形脉冲。注意检查一下几方面

## 驱动电路的工作电源

### 被驱动器件断开时的特点

就是说当被驱动器件从电路中断开后，若输入电压是低电压，输出端电压不再是高电压，而同样是低电压。

### 驱动集成电路的低电压

不一定是0,有一定的电压值，最高可达1V多。

### 3、蜂鸣器控制电路

空调电路中都有蜂鸣提示电路，在通电、遥控、面板操作时都会响起提示音。

常见的蜂鸣控制电路有：

三极管驱动

集成电路驱动

蜂鸣器也有多种：直流器件，交流器件，音乐片带动小喇叭

常见的蜂鸣器有两个或三个端子

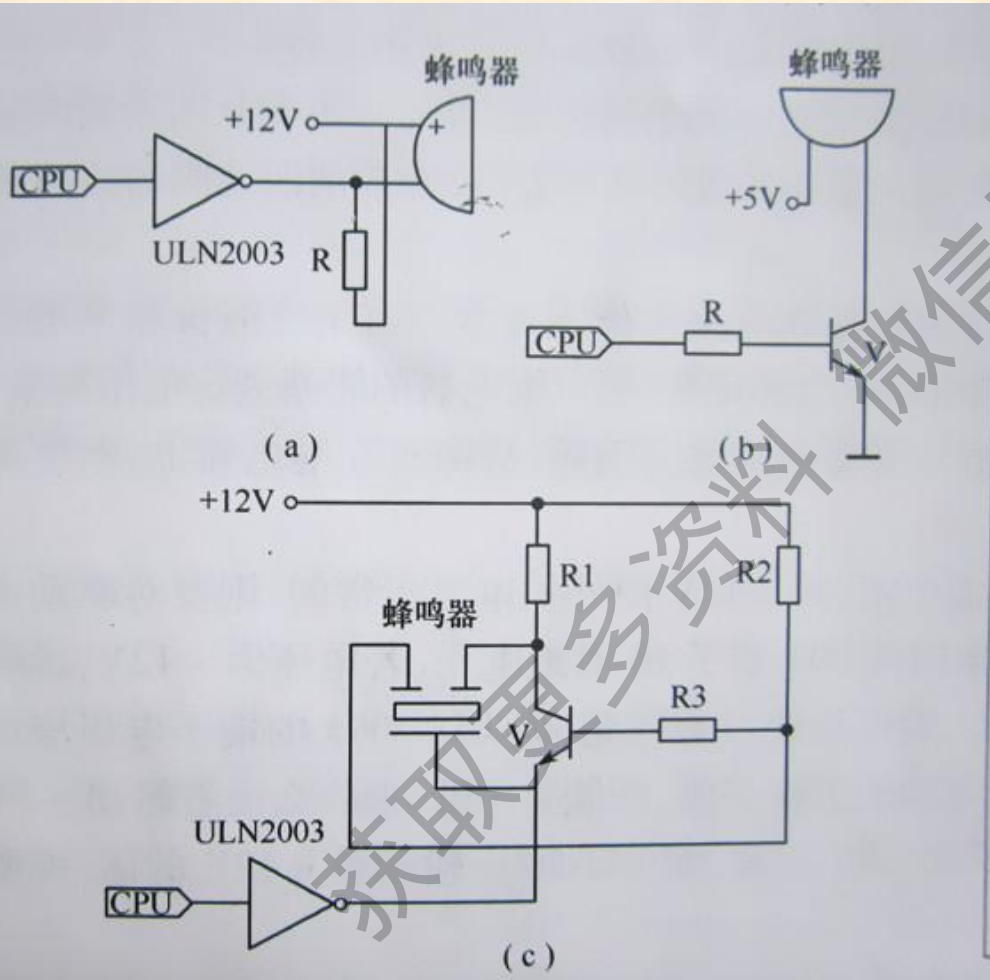


图 10 - 19 蜂鸣控制电路



## 4、辅助电热控制电路

空调常见的辅助电热有两种：

电加热管

PTC电加热器

工作条件：内风机运转，压缩机已工作3分钟以上，室内温度小于 $20^{\circ}\text{C}$ ，室内管道温度小于 $40^{\circ}\text{C}$ ，设定温度高于内机环境温度 $5^{\circ}\text{C}$ 以上。

加热器自动停止工作条件：

室内温度大于**23 °C**，内机管道温度大于**45 °C**，达到设定温度。

加热器强制停止供条件：

压缩机停机

内风机停机

获取更多资料 微信搜索 领星球

# 加热管及控制电路

图中二极管D1，D2和三极管V构成高速风钳制电路，保证电加热在高速风石才能加电。防止过热保护

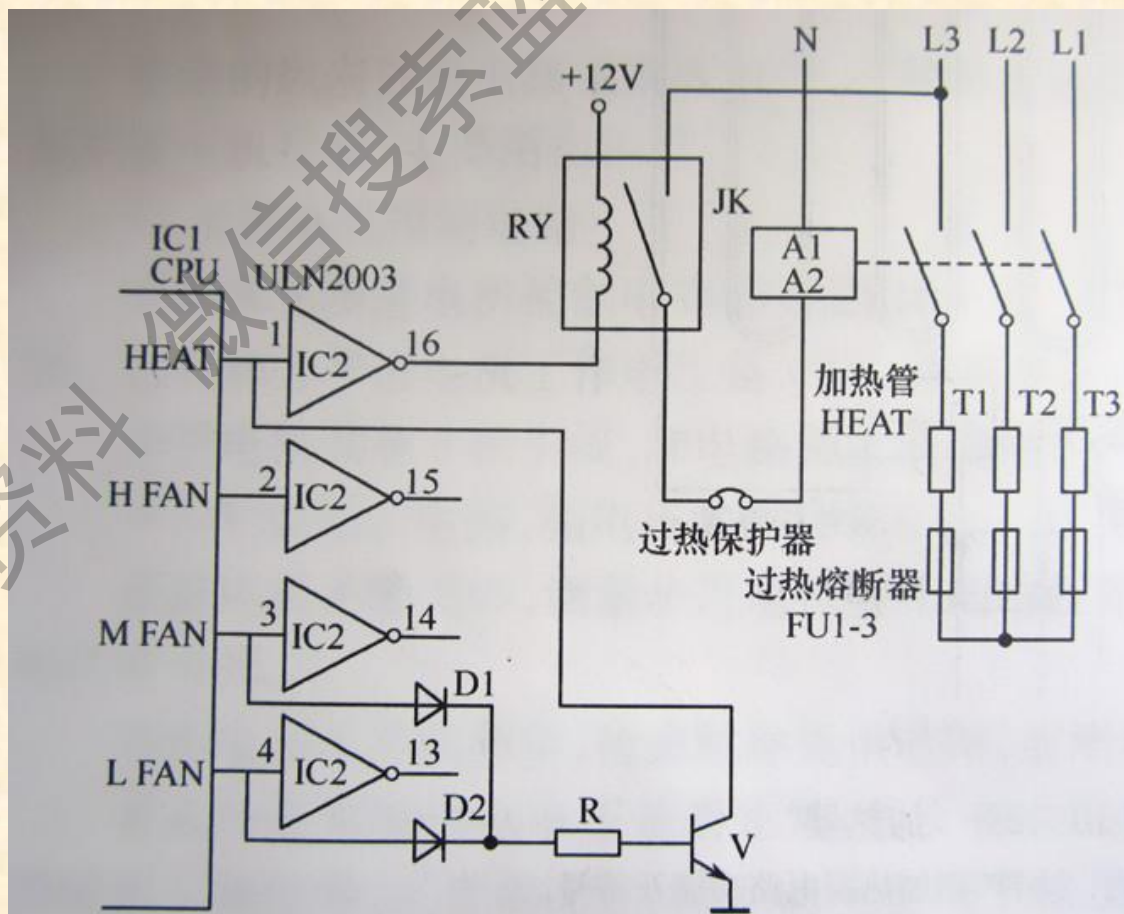


图 10 - 23 电加热控制电路

# 空调操作及显示电路

## 一、空调操作电路

空调的操作电路可以实现人与空调的人机对话，使用者利用空调的操作电路，完成空调任务的设定，空调根据设定的工作状态自动工作。

常见的操作电路主要有

遥控操作

面板按键操作

专用调试功能操作



微电子技术领军星球

# 1、遥控接收电路

空调的无线遥控使用红外线传输和接收信号

空调遥控主要由遥控发射和遥控接收两个部分构成

(1) 遥控接收头 金属屏蔽罩可以提高接收头的稳定性和抗干扰性



接收头一般安装在主板上，通常是和显示装置在另一块单独的电路板上。

在没有操作遥控器的情况下，信号端接近4.6V

在按下遥控器时，信号端下降到4V左右。停止后又恢复到4.6V。

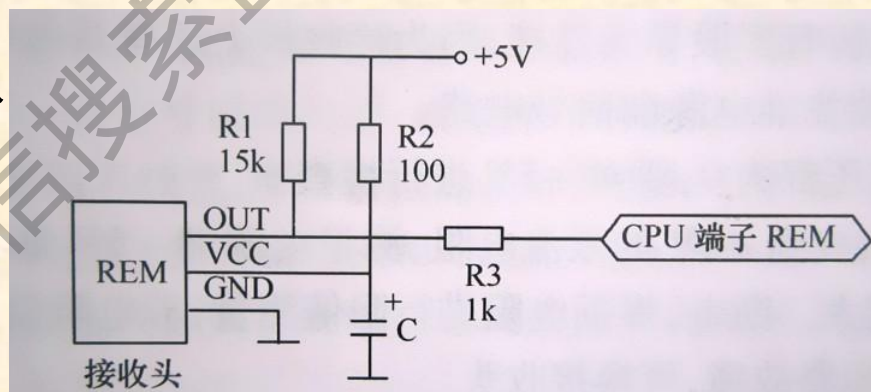


图 11-3 遥控接收电路

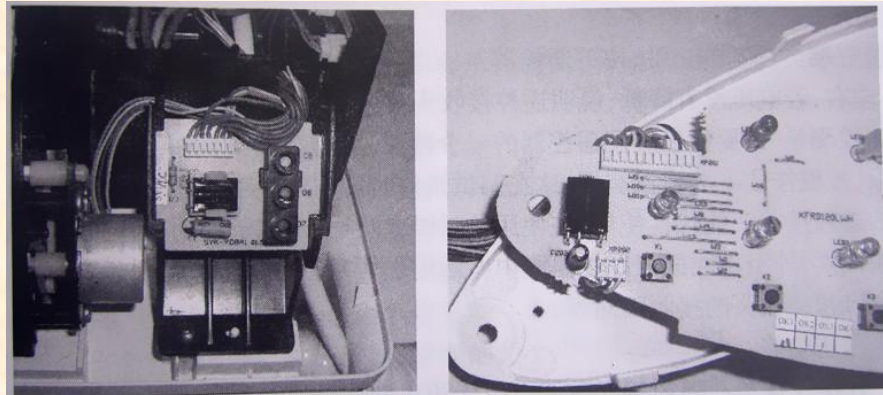


图 11-2 遥控接收头电路板实物

## 2、面板按键电路

通常柜机还有面板操作按键。由轻触按钮开关，按照矩阵排列方式，利用CPU的输入、输出端子完成组合信号的控制。

在实际使用中，开关内部接触不良和受潮漏电容易引起故障

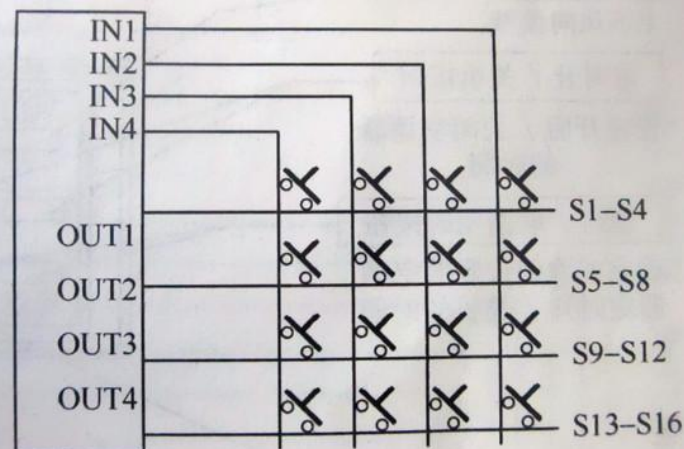


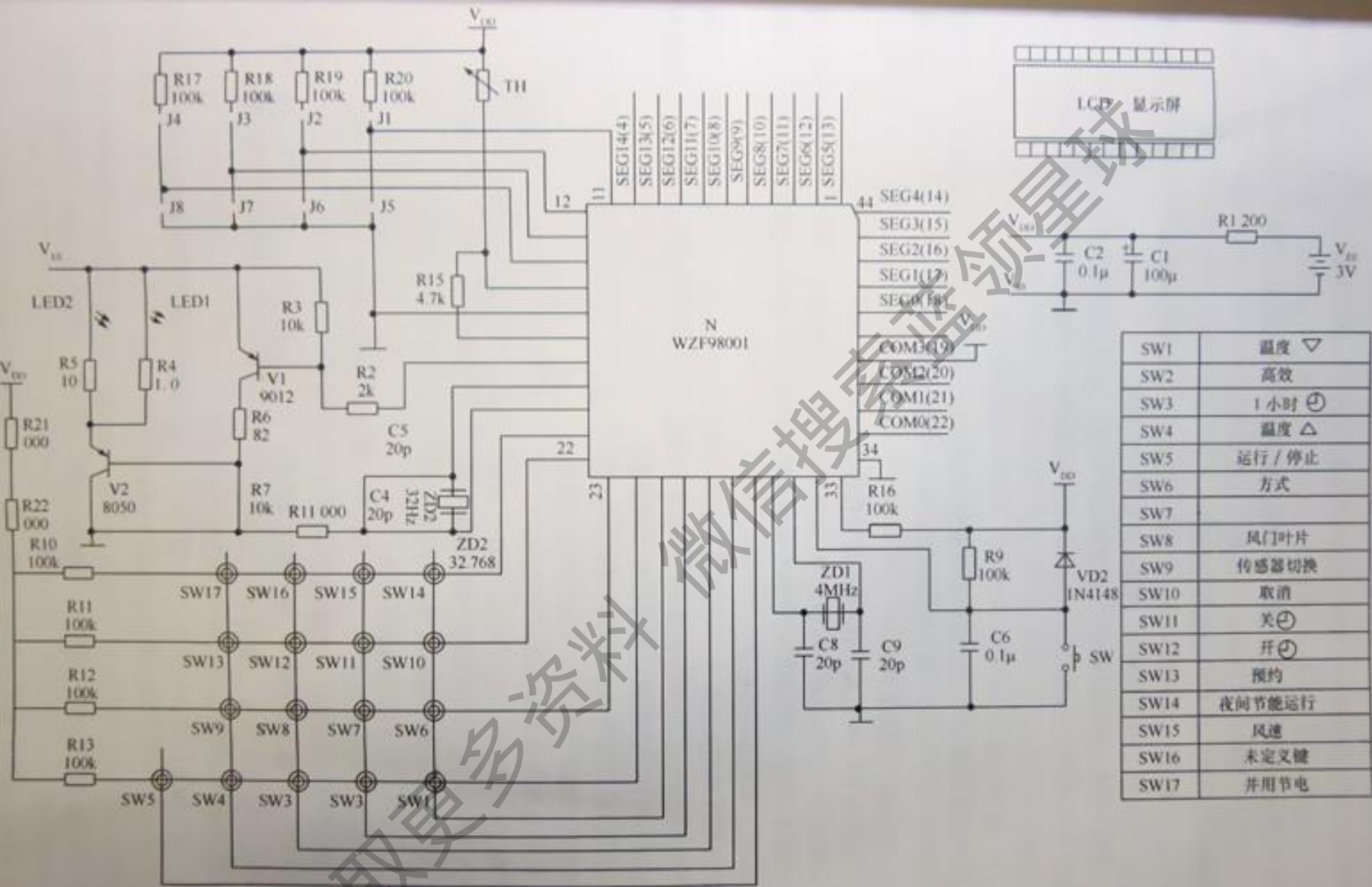
图 11-4 按键矩阵

### 3、遥控发射电路

遥控发射装置是一个独立的部分，就是平常所说的遥控器。

主要电路结构：

操作按键矩阵电路、液晶显示屏、**CPU**电路、放大发射电路、电源电路、环境温度检测等。



SW1	温度 ▽
SW2	高效
SW3	1 小时 ⊕
SW4	温度 △
SW5	运行 / 停止
SW6	方式
SW7	
SW8	风门叶片
SW9	传感器切换
SW10	取消
SW11	关 ⊖
SW12	开 ⊕
SW13	预约
SW14	夜间节能运行
SW15	风速
SW16	未定义键
SW17	并用省电

图 11-6 遥控器电路

## 4、调试功能及电路

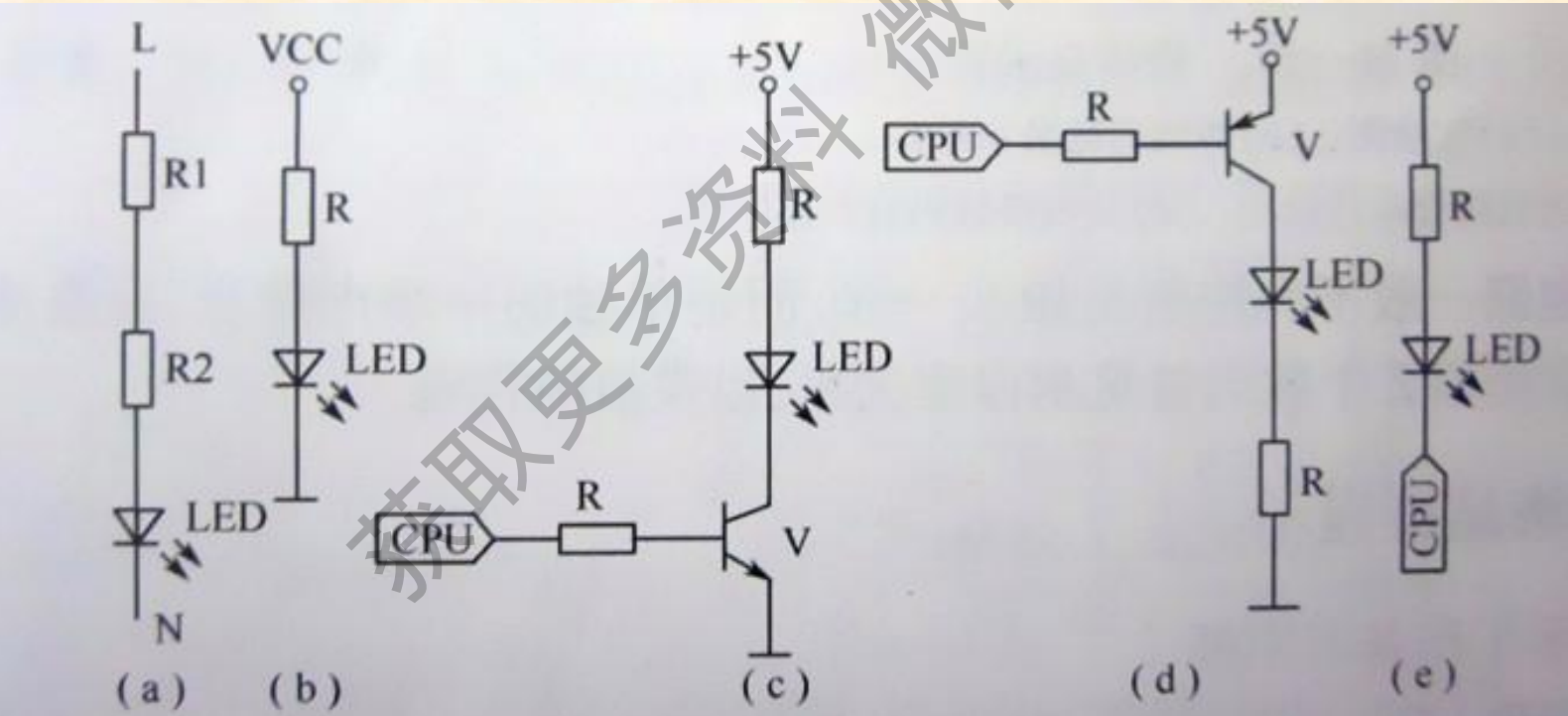
空调除了遥控和面板操作之外，通常还有专门用于调试和应急使用的操作功能。使用的是按键或拨动开关。

挂机的调试按键操作：空调通电后按一下松开，蜂鸣器响一声，进入自动工作模式；按住不动，直到响两声，进入强制制冷模式，按住不放，通电，进入自检模式。

## 二、空调的工作指示电路

### 1、发光管指示

发光管控制电路较为简单，常用CPU直接驱动或三极管驱动。



微信搜索 领星球

## 2、LED数码管显示

常用于空调工作状态显示，主要显示空调温度。

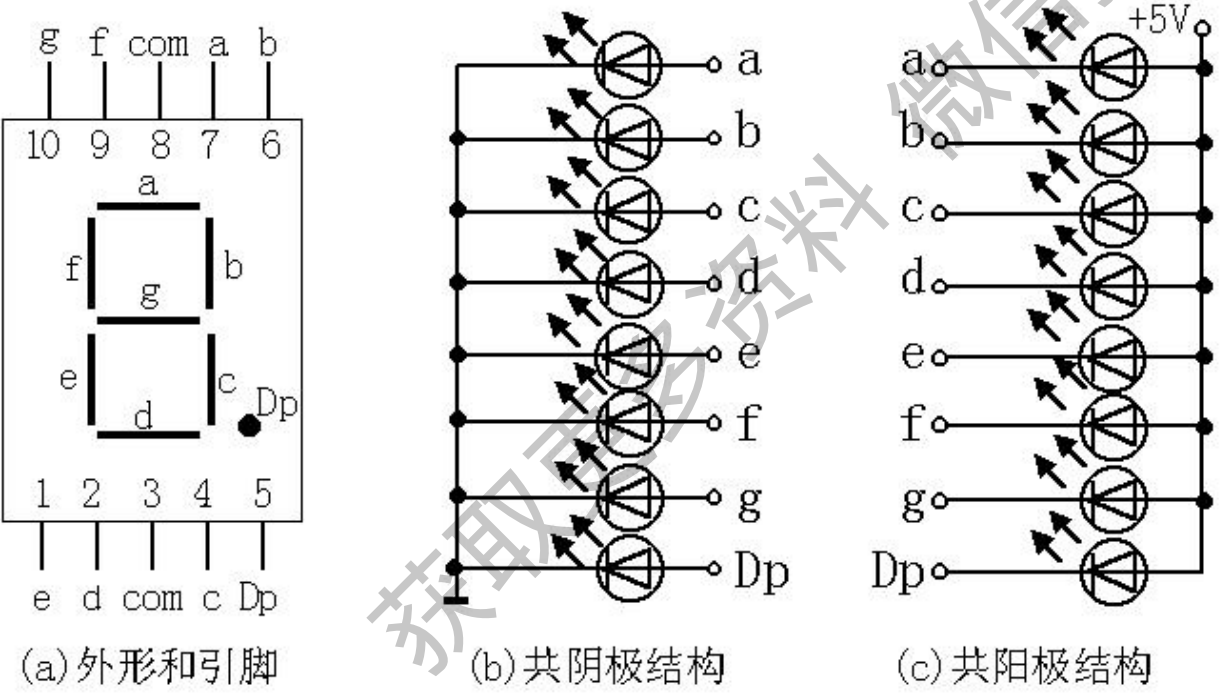


图 9-2 LED 数码管





### 3、LCD液晶屏显示



### 4、VFD荧光屏显示

