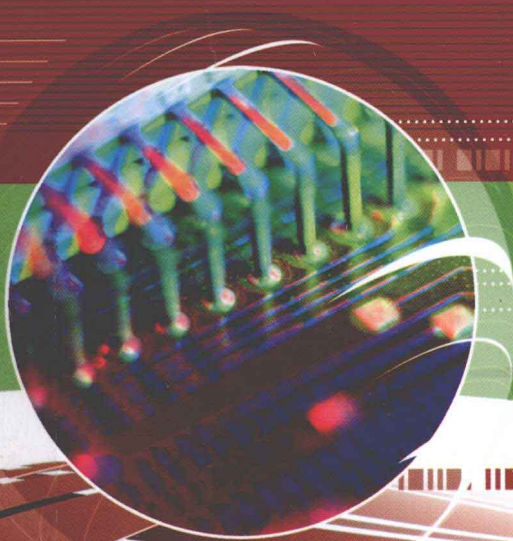


识读

电子控制电路图的 方法与技巧

◆ 郑凤翼 编著



识读电子控制电路图的方法与技巧

郑凤翼 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从广大电工人员和电子爱好者的实际需要出发,采用图解的方法,着重介绍识读电子控制电路图的方法和技巧,通过识读示例的引导,对电路图中的每个电气元器件都添加注解说明,解释和说明该电气元器件的作用,帮助广大工程技术人员提高识读电子电路图的能力,使读者能够读懂更多、更新的控制电路图,在编写安排上力求由浅入深、循序渐进,所编内容注重实用性和可操作性。

本书图文相辅相成,内容丰富,分析详细、清晰,适合广大电工技术人员、相关专业的师生及爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

识读电子控制电路图的方法与技巧/郑凤翼编著. —北京:电子工业出版社,2012.5
ISBN 978-7-121-16539-9

I. ①识… II. ①郑… III. ①电子电路:控制电路—电路图—识别 IV. ①TN710
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 046592 号

策划编辑:富 军 特约编辑:宋林静

责任编辑:富 军

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17 字数:435 千字

印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着电子技术的迅速发展，特别是微电子技术的迅速发展，电子新技术、新产品不断涌现。电子技术的广泛应用，不但促进了工农业生产的发展，也丰富了人们的物质文化生活。

在生产、科研实践中，广大科技人员都要接触各种各样的电子控制电路图，有的比较简单，有的比较复杂，给科技人员识图增加了难度。为了帮助广大科技人员尽快掌握识读电子控制电路图的方法与技巧，我们特编写了此书。

全书共分7章。第1章介绍电子控制电路图的组成；第2章介绍电子控制电路的单元电路；第3章介绍识读电子控制电路图的方法与技巧；第4章介绍识读单一施控信号的电子控制电路图的方法与技巧；第5章介绍识读单一施控信号双限控制的电子控制电路图的方法与技巧；第6章介绍识读多施控信号的电子控制电路图的方法与技巧；第7章介绍识读电子电器电路图的方法与技巧。

本书在写法上，尽量运用图解的方法，图文并茂，相辅相成。本书文字精练，内容丰富，通俗易懂，分析详细、清晰。本书从实用角度出发，着重介绍识读电子控制电路图的方法与技巧，对采用的集成电路仅对电路的功能、引脚及一般工作原理做简单介绍。

本书的识读实例实用性强、覆盖面宽，通过识读实例的引导，达到举一反三、触类旁通的目的，使读者通过识读练习，能够读懂更多、更新的电子控制电路图。

本书由郑凤翼编写，参加编写的还有徐占国、郑丹丹、孟庆涛、李艳、齐宝霞、郑晞晖、耿立文、温永库、王晓琳、苏阿莹、冯建辉、杨洪升、张萍、李文红。

在本书写作过程中，编者参考了一些文献资料，并引用了其中的一些资料，书中难以一一列举，在此一并向有关文献资料的作者表示衷心的感谢。

编著者

目 录

第 1 章 电子控制电路图的组成	1
1.1 电子控制电路图的基本知识	1
1.1.1 电路的组成与作用	1
1.1.2 电子控制电路的电路原理图和框图	2
1.1.3 电子控制系统的开环控制和闭环控制	4
1.2 电子控制电路的组成	4
1.2.1 电子控制电路示例	4
1.2.2 电子控制电路与主电路的关系	8
1.2.3 组成电子控制电路的 3 个基本电路	9
1.2.4 电子控制电路的多样性	11
第 2 章 电子控制电路的单元电路	12
2.1 施控信号采样电路	12
2.1.1 温度采样电路	12
2.1.2 电流采样电路	14
2.1.3 电压信号采样电路	16
2.1.4 声控信号采样电路	16
2.1.5 光控信号采样电路	17
2.2 电流互感器测量电路	20
2.2.1 单相电流互感器测量电路	20
2.2.2 两相式、三相式测量电路	21
2.3 电压放大电路	22
2.3.1 晶体管放大电路	22
2.3.2 集成运算放大电路	25
2.3.3 COS 集成门电路线性放大器	29
2.4 电压比较器	30
2.4.1 晶体管比较器	30
2.4.2 由集成运算放大器组成的电压比较器	31
2.4.3 TTL 与非门电路组成的单限、双限电压比较器	36
2.5 施密特触发器	38
2.5.1 发射极耦合双稳态电路	39
2.5.2 集成运算放大器组成的滞回电压比较器	40
2.5.3 由集成门电路组成施密特触发器	41
2.5.4 用 555 时基电路组成的施密特触发器电路	42
2.6 逻辑电路	47

2.7	延时电路	49
2.7.1	阻容延时电路	49
2.7.2	射极耦合单稳态电路	49
2.7.3	由 555 时基电路构成的单稳态触发电路	50
2.7.4	由集成运算放大器组成的单稳态电路	52
2.7.5	由逻辑门构成的单稳态电路	53
2.7.6	由集成施密特触发器组成的单稳态触发器电路	55
2.7.7	由 CD4013 双 D 触发器组成的单稳态触发器电路	56
2.8	多谐振荡器电路	58
2.8.1	由集成运算放大器组成的多谐振荡器电路	58
2.8.2	互补晶体管多谐振荡器电路	60
2.8.3	由 555 时基电路构成的无稳态工作电路	60
2.8.4	由施密特触发器组成的多谐振荡器电路	64
2.8.5	由门电路组成的多谐振荡器电路	65
2.8.6	由单结晶体管组成的多谐振荡器电路	67
2.9	双稳态触发电路和 RS 触发器电路	68
2.9.1	晶体管双稳态触发器电路	69
2.9.2	由 555 时基电路组成的双稳态电路	71
2.9.3	由 D 触发器组成的双稳态电路	72
2.9.4	基本 R-S 触发器电路	72
2.10	出口电路	73
2.10.1	晶闸管的导通、关断条件	74
2.10.2	晶闸管开关电路	76
2.10.3	晶体管继电器电路	78
第 3 章	识读电子控制电路图	79
3.1	识读电子控制电路图需要准备的基础知识	79
3.1.1	常用元器件的特点及其在电路中的作用	79
3.1.2	单元电路	83
3.1.3	电路图的画法规则	83
3.1.4	画逻辑电路图的基本规则	86
3.2	识读电子控制电路图的步骤	87
3.3	识读电子控制电路图的方法与技巧	89
3.3.1	确定电路的总体结构	89
3.3.2	找出电源电路并分割电源线与地线	89
3.3.3	分析单元电路的功能	90
3.3.4	改换画法	98
3.3.5	稳压管的稳压与限幅作用	98
3.4	顺读跟踪法、逆读溯源法以及逆读溯源法与顺读跟踪法相结合的电路图识读方法	98
3.4.1	顺读跟踪法	98

3.4.2	逆读溯源法	100
3.4.3	逆读溯源法与顺读跟踪法相结合的电路图识读方法	103
第4章	识读单一施控信号的电子控制电路图	107
4.1	单键触摸、声音施控信号的延时自动熄灭照明灯电路	107
4.1.1	电路程式及识读方法与技巧	107
4.1.2	识读示例	108
4.2	单触摸键、双触摸键与声控的开关电路	114
4.2.1	电路程式及识读方法与技巧	114
4.2.2	识读示例	114
4.3	光控路灯自动亮灭电路	122
4.3.1	电路程式及识读方法与技巧	122
4.3.2	光控照明灯电路示例	122
4.4	闪烁警示灯电路及异常报警电路	133
4.4.1	电路程式及识读方法与技巧	133
4.4.2	电路示例	134
4.5	温度测量电路	139
4.5.1	电路程式及识读方法与技巧	139
4.5.2	识图示例	140
4.6	电流控制之一——自动限电保护和漏电保护电路	155
4.6.1	电路程式及识读方法与技巧	155
4.6.2	识读示例	155
4.7	电流控制之二——电焊机空载节电器电路	171
4.7.1	电路程式及识读方法与技巧	171
4.7.2	识读示例	172
4.8	装饰循环彩灯控制电路	176
4.8.1	电路程式及识图方法与技巧	176
4.8.2	识读示例	177
第5章	识读单一施控信号双限控制的电子控制电路图	192
5.1	单一施控信号双限控制电路	192
5.1.1	电路程式及识读方法与技巧	192
5.1.2	识读示例	193
5.2	单一施控信号双限控制报警电路	206
5.2.1	电路程式及识读方法与技巧	206
5.2.2	识读示例	206
第6章	识读多施控信号的电子控制电路图	214
6.1	声、光、触摸控制的照明灯电路	214
6.1.1	电路程式及识读方法与技巧	214
6.1.2	识读示例	214
6.2	双施控信号电子控制电路	222

6.2.1	电路程式及识读方法与技巧	222
6.2.2	识读示例	223
6.3	3个及以上多施控电流信号电子控制电路	227
6.3.1	电路程式及识读方法与技巧	227
6.3.2	识读示例	228
第7章	识读电子电器电路图	238
7.1	电子电器的组成	238
7.2	识读单结晶体管阻容式时间继电器和光电继电器电路	240
7.2.1	识读 JS20 单结晶体管时间继电器	240
7.2.2	识读 JG-D 型光电继电器电路	241
7.3	识读接近开关电路图	242
7.3.1	LC 振荡器	243
7.3.2	电感式接近开关	247
7.3.3	电容式接近开关	250
7.4	固态继电器	252
7.4.1	固态继电器的种类	252
7.4.2	直流固态继电器	253
7.4.3	动合式交流随机触发型固态继电器	254
参考文献		260

第 1 章

电子控制电路图的组成



1.1 电子控制电路图的基本知识

1.1.1 电路的组成与作用

1. 电路的组成

电路是由电气元器件（如一些用电设备、控制电器等实际电路部件）相互连接而成的。在电路中，随着电流的流动，它要完成把其他形式的能量转换成电能、电能的传输和分配，以及把电能转换成所需其他形式能量的过程。例如，在供电系统中，发电厂的发电机组把热能、水能或电子能等转换成电能，通过变压器、输电线等输送到各用电单位，通过用电设备把电能转换成机械能、光能、热能等。一般把供给电能的设备称为电源，把用电设备称为负载，把连接电源与负载的输送线路、控制设备称为中间环节。因此，不论电路结构的复杂程度如何，都可视为由电源、负载及连接电源与负载的中间环节构成。

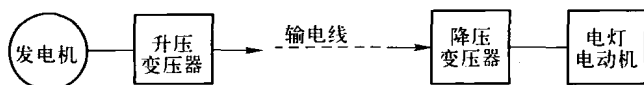
2. 电路的作用

电路的作用根据其工作领域的不同分为以下两个方面。

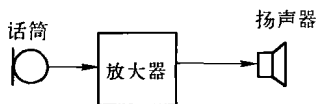
① 电能的输送和转换。通常指的是电力工程，如图 1.1（a）所示，包括发电、输电、配电，把电能转换成机械能、光能、热能等，以及交直流之间的整流、逆变过程等。在这一过程中，能量输送交换的规模较大，人们关注的是尽可能地减小损耗，以提高效率。

② 信号的传递和处理。这是以传递和处理信号为目的的电路，如在生产过程中各种物理量的自动调节，将语音、文字、音乐、图像等转换成电信号的接收和处理等。在信号的传递和处理过程中，虽然也进行能量的输送和转换，但其数量极少，所关注的是如何准确地传递和处理信号，保证信号不失真，如图 1.1（b）所示。

以上提到的两类电路，即人们常说的强电电路和弱电电路。前者是电工技术要研究的问题，后者是电子技术要研究的问题。



(a) 电力系统



(b) 扩音机系统

图 1.1 电路示意图

1.1.2 电子控制电路的电路原理图和框图

电路图用于表示电路的工作原理。电路图又分为电路原理图、电路框图和电路接线图等几种形式。

1. 电路原理图

电路原理图用于将该电路所用的元器件用规定的图形符号和文字符号表示出来，并用联机的画法画出它们之间的连接情况，在各元器件旁边还要注明其规格、型号和参数等。电路原理图主要用于分析电路的工作原理。在数字电路中，电路原理图是用逻辑符号表示各信号之间逻辑关系的逻辑图，应注意的是，在逻辑符号上没有画出电源和接地线，当逻辑符号出现在逻辑图上时，应理解为数字集成电路内部已经接通了电源。

电路图中使用的各种图形符号，按照一定的规则，表示元器件之间的连接及电路各部分的功能。它不表达电路中每个元器件的形状和尺寸，也不反映这些元器件的安装和固定情况，因而一些辅助组件，如紧固件、接插件、焊片、支架等组成实际仪器不可缺少的组件在电路图中都不画出。在电路图中特别值得注意的是联机的画法和省略画法。

2. 电路框图

电子电路框图是将完整的电子系统分成若干个基本组成部分，每一部分均用文字或规定的符号表示，并根据信号流程用箭头连接起来的图形。从电子控制电路框图中可以了解到整个电子控制电路的组成和各单元电路之间的相互关系。框图是将电子电路图“化整为零”的主要手段，根据框图可以较快地对系统的总体结构和重要组成部分有所了解。

(1) 框图的组成

框图主要表示各单元电路之间的连接关系，各单元电路用正方形框、矩形框及框中的注释与说明组成，各框之间用带箭头的符号进行连接，以表示信号流向，进而反映信号在整机各单元电路之间的传输途径等。框图符号可以代表一个独立的功能单元，一张框图既可以将同层次的电路绘制在一起，也可以将不同层次的电路绘制在一起。

(2) 框图的绘制

① 符号的使用。框图一般采用矩形框符号表示，或带注释的框表示。框内可采用符号、

文字注释,也可同时采用符号和文字注释。

采用符号注释时,其主要优点为符号所代表的意义不受语言、文字的障碍,只需正确选用各种标准化的符号,即可得到一致的理解;其缺点是只有对有关标准符号了解的专业技术人员才能理解。

采用文字注释时,只需在框中注释文字,其文字的注释可以只简单地写出框的名称,也可以详细地表示该框的功能或工作原理,如进一步还可以概略标注各处的工作状态和电参数等。其主要优点是有助于维修人员及不熟悉有关标准符号的专业技术人员对电子电路故障进行快速诊断和检修。

文字及符号同时注释的框图具有文字和符号两种注释的优点,即具有直观和简洁的特点。

② 布局与信号流。框图的布局应清晰、明了,易于识别信号的流向;信号流向一般按从左至右、自上而下的原则顺序排列。对于流向相反的信号应用箭头表示清楚,以免发生误读。

③ 各种说明和标注的加注方法。在框图中可根据实际需要加注各种形式的内容、说明或注释。说明与注释既可加注在框内,也可以加注在框外。注释与说明不但可采用文字和符号,而且还可以根据需要在箭头上标注信号、名称、电平、频率、波形和去向等内容。若图样的加注与说明太拥挤时,可引出注释标记,其详细内容可表示在图上的空白处。

图 1.2 是某双通道单指针式晶体管毫伏表的系统框图。它由输入信号衰减器、输入保护电路、阻抗变换前置放大电路、表头前置放大电路、表头放大及表头电路组成。该框图有以下特点:一是框图所代表的内容都是以文字符号注解的;二是信号流向为自左向右,而回馈信号流向自右向左;虚线表示两组成部分之间的联动关系。

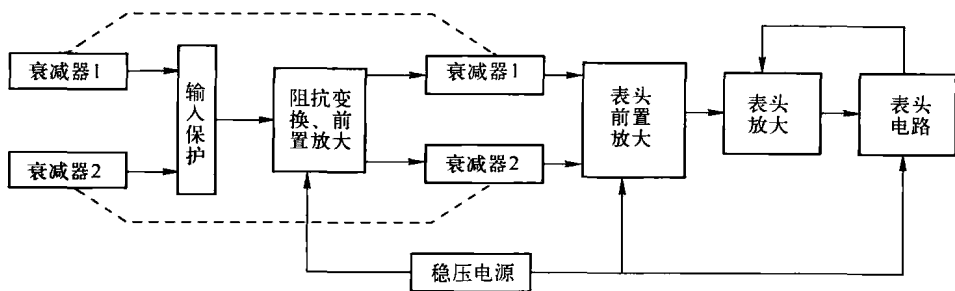


图 1.2 某双通道单指针式晶体管毫伏表的系统框图

3. 集成电路内电路框图

集成电路内电路框图是一种十分常见的框图。集成电路内电路的组成情况可以用内电路或内电路框图来表示,由于集成电路内电路十分复杂,因此在许多情况下,用内电路框图来表示集成电路的内电路组成情况更有利于识图。图 1.3 为收音中放集成电路内电路框图。从中可看出,该集成电路的内电路由本机振荡器电路,第一、二、三级中频放大器电路和检波器电路组成。

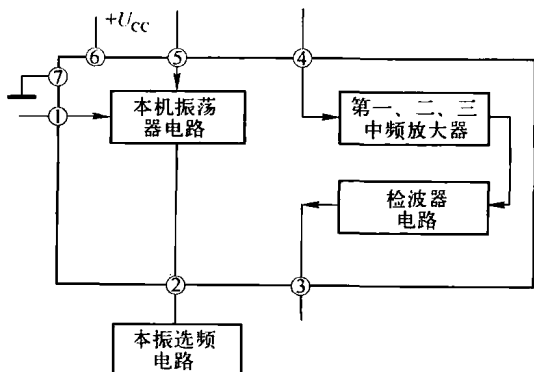


图 1.3 收音中放集成电路内电路框图

集成电路一般引脚比较多,内电路功能比较复杂,所以在进行电路分析时,集成电路框图是很有用的。

1.1.3 电子控制系统的开环控制和闭环控制

控制即为达到某种目的,对某一对象施加所需操作,如温度控制、压力控制。系统是由相互制约的各个部分组成的具有一定功能的整体。在机电传动与控制或电子控制中,将与控制设备的运动、动作等有关的部分组成的具有控制功能的整体称为系统。用控制信号(输入量)通过系统诸环节控制被控变量(输出量),使其按规定的方式和要求变化的系统称为控制系统。

控制系统的分类方式很多,但机械设备的控制系统常按系统的组成原理,分为开环控制系统、半闭环控制系统和闭环控制系统。

输出量只受输入量控制的系统称为开环控制系统。在任何开环控制系统中,系统的输出量都不与设定输入量进行比较。对应于每个设定的输入端,都有一个相应的固定工作状态与之相对应,系统中没有反馈回路(反馈是把一个系统的输出量不断直接或间接变换后,全部或部分地返回到输入端,再输入到系统中去的过程)。开环控制系统框图如图 1.4 所示。

输出量同时受输入量和输出量控制,即输出量对系统有控制作用,这种存在反馈回路的系统称为闭环控制系统。现有的全功能型 CNC (Computer Numerical Control, 计算机数字控制) 机器人和 CNC 机床的坐标驱动系统等都属闭环控制系统。闭环控制系统框图如图 1.5 所示。

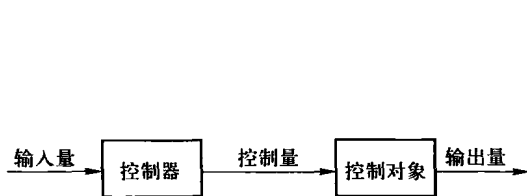


图 1.4 开环控制系统框图

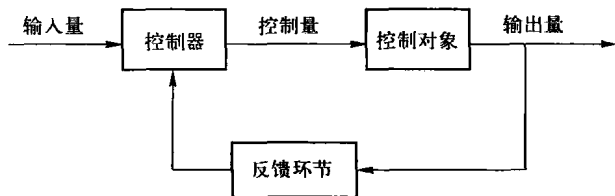


图 1.5 闭环控制系统框图

1.2 电子控制电路的组成

下面通过电子控制电路示例引导,总结出电子控制电路的组成规律。

1.2.1 电子控制电路示例

【例 1.1】欠电压、过电压保护电路。

欠电压、过电压保护电路如图 1.6 所示。

1. 电路组成

欠电压、过电压保护电路由过电压与欠电压检测电路、二极管或门电路、延迟记忆电路、出口电路和电源电路等几部分组成。

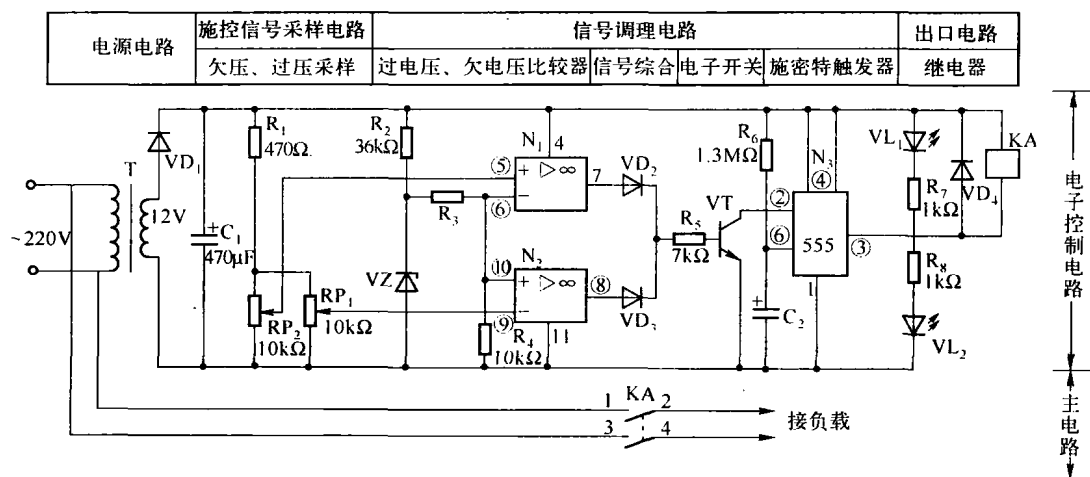


图 1.6 欠电压、过电压保护电路

220V 交流电经变压器 T 降压, VD_1 半波整流, C_1 滤波输出 12V 左右的直流电压供该电路各部分使用。电位器 RP_1 、 RP_2 等组成过电压、欠电压采样电路。比较器 N_1 组成过电压比较电路, 用于过压检测; N_2 组成欠电压比较检测电路, 用于欠电压检测, 也可以说, N_1 和 N_2 组成双限电压比较器。 VD_2 、 VD_3 和电阻 R_5 组成二极管或门电路, VT 构成电子开关。时基电路 N_3 构成施密特触发器, 组成延迟记忆电路。 R_2 、 VZ 构成稳压器, 再通过 R_3 、 R_4 为电压比较电路 N_1 、 N_2 提供基准电压, R_1 和 RP_1 、 RP_2 为分压器, 作为电压比较器 N_1 、 N_2 的输入电路。

2. 电路工作过程

当市电电压在正常范围内, 调整电位器 RP_1 和 RP_2 , 使比较器 N_1 、 N_2 输出低电平, 此时 VD_2 、 VD_3 、VT 截止, 直流电源经 R_6 向电容 C_2 充电。当 C_2 两端电压达到电源电压的 $2/3$ 时, 时基电路 N_3 复位, 其③脚输出低电平, 继电器 KA 得电吸合, 其动合触点 $KA_{(1-2)}$ 、 $KA_{(3-4)}$ 闭合, 接通负载电源, 同时发光二极管 VL_1 发光指示供电正常。

当电源电压升高到 240V 时, N_1 输出高电平; 电源电压下降到 180V 时, N_2 输出高电平。只要 N_1 或 N_2 有高电平输出, 或门电路 VD_2 、 VD_3 就打开, 使 VT 导通。 C_2 储存的电荷就通过 VT 迅速泄放, N_3 的控制端即②脚电位下降到 $1/3$ 电源电压以下, N_3 即被置位, 其③脚输出高电平, 继电器 KA 失电释放, 其动合触点断开, 负载电源被切断。同时 VL_1 熄灭, VL_2 发光, 指示市电电压过高或过低。当交流电压恢复到正常范围时, N_1 、 N_2 输出低电平, VT 截止, 但 N_3 的②脚仍保持低电平, 继电器 KA 仍处于释放状态。这时交流电源经 R_6 向 C_2 充电, 经 $t = 1.1R_6C_2 = 5.2\text{min}$ 时, C_2 两端电压达到电源电压的 $2/3$, N_3 翻转恢复为复位状态, ③脚输出低电平, 继电器 KA 才得电吸合。

当交流电源短时间断电时, 由于 C_1 容量取值较大, 在刚断电瞬间, 对过电压、欠电压检测电路而言, 相当于电源电压下降, N_2 作欠电压处理, 工作原理同上; 当电网恢复供电时, 约需 5.2min 延迟后才接通负载的电源。

【例 1.2】 晶闸管控制的声、光、触摸三控延时熄灯的照明灯电路。

晶闸管控制的声、光、触摸三控延时熄灯的照明电路如图 1.7 所示。

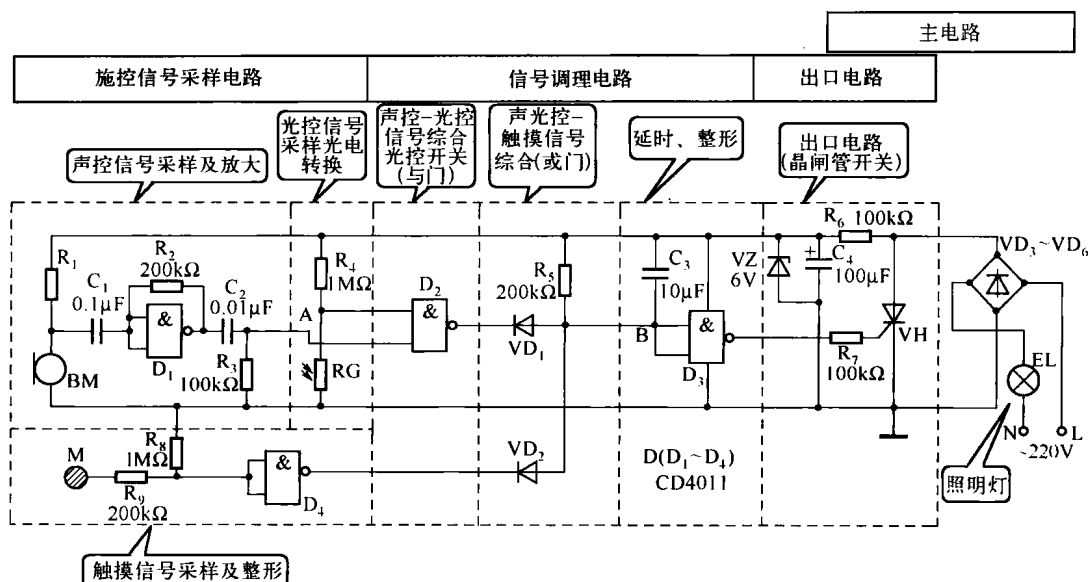


图 1.7 晶闸管控制的声、光、触摸三控延时熄灯的照明灯电路

1. 电路的组成

该声、光、触摸三控延时照明灯电路由电源电路、声控电路、光控电路、触摸控制电路、信号综合电路、延时控制电路和出口电路组成。

电源电路由灯 EL、二极管 $VD_3 \sim VD_6$ 、电阻 R_6 、稳压二极管 VZ 和滤波电容 C_4 组成。

声控电路由话筒 BM，电阻 $R_1 \sim R_3$ ，电容 C_1 、 C_2 和 D_1 组成， D_1 为门电路的线性放大器。

光控电路由电阻 R_4 、光敏电阻 RG 组成。

触摸控制电路由触摸电极 M，电阻 R_8 、 R_9 ， D_4 和二极管 VD_2 组成。

D_2 组成声 - 光综合电路； VD_1 和 VD_2 组成光 - 触摸综合电路。

延时控制电路由延时电容器 C_3 ，电阻器 R_5 、 R_7 ， D_3 组成。

晶闸管 VH 组成出口电路，同时又构成主电路的一部分。

$D_1 \sim D_4$ 为 2 - 4 输入与非门 CD4011 数字集成电路。

2. CD4011 集成电路

CD4011 数字集成电路内部包括 4 个独立的 2 输入端与非门，其逻辑功能是输入端全部为“1”时，输出为“0”；输入端只要有“0”，则输出就为“1”。逻辑功能表达式为： $Y = \overline{AB}$ 。CD4011 数字集成电路的引脚功能如图 1.8 所示。

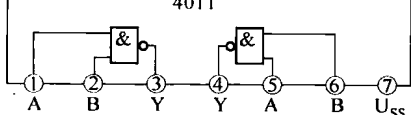


图 1.8 CD4011 数字集成电路的引脚功能

3. 电路的工作过程

交流 220V 电压经 EL 限流降压、 $VD_3 \sim VD_6$ 整流、 R_6 降压、VZ 稳压及 C_4 滤波后，为与非门集成

电路 $D_1 \sim D_4$ 提供 6V 直流电压。

白天, RG 受光照射呈低阻状态, A 点为低电平, D_2 输出高电平, VD_1 截止, D_3 输出低电平, VH 处于截止状态, EL 不亮。由于 VD_1 截止, 封锁了声音通道, 使声音脉冲不能通过 D_2 , 即灯泡亮灭不受声音控制, 声控电路不起作用。但触摸电路可以工作, 如果在白天需要开灯, 只要用手摸一下触摸电极片 M, 人体感应的杂波信号由 R_9 注入与非门 D_4 的输入端, 使其输入端为高电平, 输出端输出低电平。这时 VD_2 导通, 使与非门 D_3 的输入端也为低电平, 输出为高电平, 因此晶闸管 VH 可由 R_7 获得触发电流而开通, 灯被点亮。在 VD_2 导通瞬间, 电容 C_3 被迅速充电, 人手离开电极片 M 后, VD_2 虽然恢复了截止状态, 但由于 C_3 储存电荷需通过高值电阻 R_5 缓慢放电, 因此使与非门 D_3 的输入端仍保持低电平, 使灯 EL 不会马上熄灭。随着 C_3 的放电, 与非门 D_3 的输入端电平不断升高, 当升至与非门 D_3 阈值电平时, 与非门 D_3 发生翻转, 输出端就变为低电平, 晶闸管 VH 在交流电过零时即进行判断, 电灯 EL 熄灭。

夜间, RG 因无光线照射而呈现高电阻, 使与非门 D_2 的一个输入端为逻辑高电平, 这为声音通道的开通创造了条件。如果此时楼梯有人走动或有人谈话, 话筒 BM 拾取了声音信号经与非门 D_1 放大输出, 再经 C_2 耦合加到 R_3 的两端, 即与非门 D_2 的另一个输入端。当音频信号的正半周峰值电平超过与非门 D_2 阈值电平时, 与非门 D_2 由于两个输入端均为逻辑高电平, 因此输出端为逻辑低电平, VD_1 导通, 使与非门 D_3 输入端为逻辑低电平, 则输出端为逻辑高电平。由前述分析可知, VH 导通, 电灯 EL 点亮。声音信号消失后, D_2 输出高电平, VD_1 截止, C_3 通过 R_5 缓慢放电, 使 B 点电压逐渐升高, 当 C_3 放电结束后, D_3 输出低电平, VH 截止, EL 熄灭。在夜间, 该照明灯也可以用触摸方式开灯, 其过程与前述相同。

该电路的延迟时间, 即照明灯每次点亮的时间主要由电阻 R_5 与电容 C_3 的放电时间常数决定, 增减 R_5 或 C_3 的数值, 可以调整电路的延迟时间。

改变 R_1 的阻值, 可调节声控的灵敏度; 改变 R_4 的阻值, 可调节光控的灵敏度; 改变 R_8 的阻值, 可调节触摸的灵敏度。

【例 1.3】 以线电流为零为原则的断相保护电路。

线电流为零的断相保护电路如图 1.9 所示。当电动机出现断相故障时, 故障相电流为零, 因此可以按电流为零的原则来取得断相运行的信号。

1. 电路的组成

线电流为零的断相保护电路每相均有独立的 $i-u$ 变换器和检波器, 各相信号经晶体管反相器、二极管或门电路送到输出电路。三相中任一相线电流为零时, 输出继电器 KA 均能延时动作。如使三个互感器的磁路均工作在磁饱和段, 则该继电器可保护不同容量的电动机。

由于断相信号是取自线电流为零 (而不是绕组的相电流), 因此该电路不宜用于三角形连接方式的电动机保护。

由三个电流互感器检测得到的电流信号, 经整流、滤波后输出 3 个直流电压, 分别加在三极管 VT_1 、 VT_2 和 VT_3 的基极与发射极之间, 经 3 只三极管放大后, 接到由二极管 VD_4 、 VD_5 、 VD_6 组成的或门电路。由或门电路控制三极管 VT_4 的导通或截止, 从而控制中间继电器 KA 的吸合或释放。

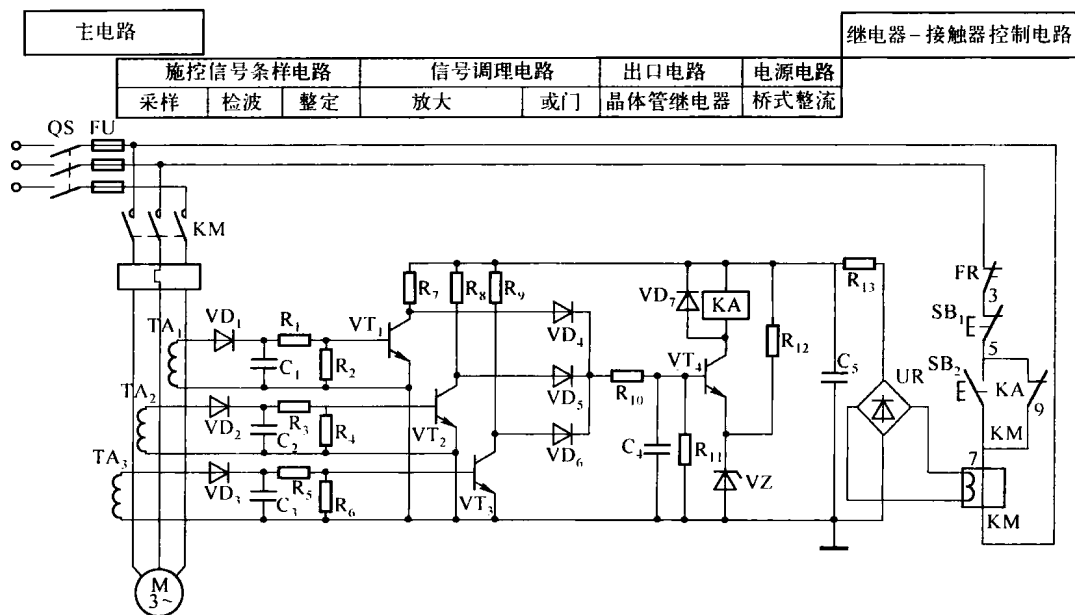


图 1.9 线电流为零的断相保护电路

利用电容 C_4 的充电过程得到延时，以避免电动机因接触器闭合不同步造成误动作；电阻 R_{12} 和稳压管 VZ 组成简易稳压电源，为 VT_4 提供发射极基准电位，以提高保护电路的可靠性。

接触器 KM 外加的线圈代替降压变压器，其输出电压经整流桥 UR 整流、 RC 滤波后，提供给 $VT_1 \sim VT_4$ 电源。

2. 电路工作过程

合上电源开关 QS ，按下启动按钮 SB_2 ，接触器 KM 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机启动运行。3 个电流互感器 TA_1 、 TA_2 、 TA_3 二次侧感应电压经二极管 VD_1 、 VD_2 、 VD_3 整流和电容 C_1 、 C_2 、 C_3 滤波后，再经 $R_1 - R_2$ 、 $R_3 - R_4$ 、 $R_5 - R_6$ 分压，产生的直流电压分别加到三极管 $VT_1 \sim VT_3$ 的基极-发射极上， $VT_1 \sim VT_3$ 均导通， $VT_1 \sim VT_3$ 集电极均处于低电位，使由二极管 VD_4 、 VD_5 、 VD_6 组成的或门电路被关闭，三极管 VT_4 截止，中间继电器 KA 处于释放状态，其动断触点保持 $KA_{(5-9)}$ 闭合。

当电源缺一相时，该相电流互感器二次侧无电压，相应的三极管截止，使该管的集电极变成高电位，或门电路打开，经一定时间（约几秒）延时（由电容 C_4 、电阻 R_{10} 组成延时电路），三极管 VT_4 导通， KA 得电吸合，其动断触点 $KA_{(5-9)}$ 断开，接触器 KM 失电释放，电动机停转。

1.2.2 电子控制电路与主电路的关系

① 有的电子控制电路的采样电路就在主电路中（见图 1.9）；有的电子控制电路的出口电路就是主电路的一部分（见图 1.7）。

② 若出口电路为晶体管继电器或晶闸管继电器，而电子控制电路通过继电器-接触器控制电路来控制主电路，如图 1.10 (a) 所示。其示例见图 1.9。

③ 若出口电路为继电器、晶体管继电器或晶闸管继电器，而电子控制电路通过继电器、晶体管继电器或晶闸管继电器的触点直接控制主电路，如图 1.10 (b) 所示。其示例见图 1.6。

④ 若出口电路为晶闸管，则出口电路就是主电路的一部分，电子控制电路通过晶闸管直接控制主电路，如图 1.10 (c) 所示。其示例见图 1.7。

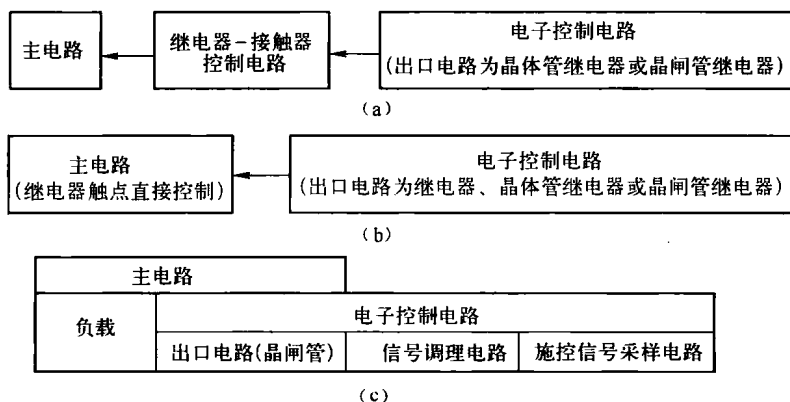


图 1.10 电子控制电路与主电路的关系

1.2.3 组成电子控制电路的 3 个基本电路

由上述分析可知，任何一种电子控制电路，不论它们的动作原理、结构形式、使用场合如何千变万化，都具有 3 个基本电路，如图 1.11 所示。

施控信号采样电路		信号调理电路					出口电路
采样	整流滤波	电压放大	比较	综合电路	延时	驱动	晶闸管 晶闸管继电器 晶体管继电器
触摸-电转换 声-电转换 光-电转换 电流-电转换 水位-电转换 温度-电转换		晶体管分立器件 电路运算放大器 门电路	晶体管电路 运算放大器 门电路	门电路(逻辑 运算电路)	RC延时 单稳态延时	功率放大	

图 1.11 电子控制电路的组成

一是反映外界输入信号的相应的施控信号采样电路。施加的外界信号可以是电量（如交流电或直流电的电压、电流信号），也可以是非电量（如温度、位置等），因此应将输入的电量或非电量转换成适合比较机构动作的某种特定的物理量。

二是信号调理电路。对输入信号进行传递、放大、比较、连锁等，当输入信号达到规定值，则发出命令，使出口电路动作。

信号调理，其功能是把采样器件输出的电信号转变为便于处理的信号形式。例如，一般