

MCK-16A 程 控 器 讲 义

上 海 财 政 工 学 院
一 九 七 七 年

绪 论	1
第一章 电源	
§ 1—1 整流和滤波	3
§ 1—2 稳压电路	10
第二章 脉冲单元电路	
§ 2—1 门电路的基本概念	18
§ 2—2 PMOS 集成门电路	22
§ 2—3 PMOS 集成电路触发器	36
§ 2—4 用 PMOS 集成门电路组成的 振荡器	51
第三章 逻辑部件	
§ 3—1 计数器	54
§ 3—2 程序分配器及其译码器	64
§ 3—3 显示设备及其译码器	67
第四章 MCK-16A 通用式简易程序控制器分析	73
§ 4—1 MCK-16A 主要技术指标	74
§ 4—2 MCK-16A 的组成框图及原理图	74
§ 4—3 各部分逻辑功能	75
§ 4—4 MCK-16A 的使用	93
第五章 MCK-16A 的制作和调试	96
§ 5—1 制作工艺	96
§ 5—2 测量与调试	104

绪 论

在各种工业生产过程中，大多数是按步骤有规律地进行的。举个最简单的例子来说，例如利用冲床冲制零件时，一般可以分成以下几个动作：1. 将冲制材料放入冲模，2. 冲头向下运动进行冲制动作，3. 冲头向上回升，4. 将冲制成的零件从冲模中取出。一个完整的过程完成后，再从头开始重复循环进行。这种生产过程中的动作的步骤和要求，在程序控制技术中通常被称为“程序”。所谓程序控制，就是根据生产过程的顺序按预先安排好的程序所进行的自动控制。

这种自动控制系统，可以用继电器组合来实现。其优点是：简单、经济、可靠。但缺点是：这种控制线路过于复杂，设计这种线路常需要对继电器控制系统有一定熟练的实践经验，更重要的是这种控制系统不通用，生产过程的任何变动，都必须重新设计和安装线路，所以是“死程序”系统。

另一种是以计算机控制系统为典型的“活程序”系统，它的程序的变更非常灵活，但又存在着结构复杂，人机联系不便，价格昂贵等缺点，影响了推广使用。

简易程序控制器，就是吸取了继电器控制系统和计算机控制系统的优点而制成的程序控制装置。它具有编制程序容易，改变程序灵活，而且结构简单，经济、可靠等特点。

我们校办工场生产的MCK-16A型通用式简易程序控制器是用MOS电路制成的，具有16个程序、16个输出通道的数字程序控制装置。它可以使用在不大于16道程序的生产过程控制系统中，程序的转换可以按生产工艺要求是某一程序的动作时间，或者是一位条件（如干簧接点、限位开关等），所以它的通用性较强。程序的编制只要旋紧或放松程序矩阵板和时间矩阵板上的螺丝即可完成，所以程序的编制手续简单而灵活。由于采用了MOS集成电路，所以抗干扰能力强，可靠性高。它特别适用于需要经常修改或变动程序、重复进行的简单动作过程的自动控制。如化工生产中某些反应过程的控制；程序控制机械中的注塑机、机械手；生产自动线中的电镀、染色、包装，羊毛衫、围巾、手套的编结的控制；冲床、钻床、组合机床的控制等等。对于实现工业生产自动化、减轻劳动强度、改善劳动条件、提高

成品率、节约原材料消耗、发展新产品，程控技术将会发挥它一定的作用。

考虑到尚未学过电子学和集成数字电路班级的实际需要，本教材在第一章中先简单叙述了整流电路和稳压电源的工作原理和在MCK-16A程控器中实际线路；在第二章和第三章中概略地介绍了PMOS电路的原理以及在本机中将遇到的脉冲单元电路和逻辑部件；然后在第四章中具体分析了MCK-16A通用式简易程序控制器的原理、线路以及各部分的功能和使用方法；最后在第五章中叙述了程控器生产工艺上的一些问题。为了缩小篇幅，本教材只限于帮助了解MCK-16A程控器所必要的基本知识范围内。有关电子学、数字电路等比较全面的内容请参考有关课程的教材。对于已学过电子学、集成数字电路的同学，则可以直接从第四章读起。

第一章 电 源

任何电子设备通常总是要有一个或几个电源作为能源，以保证设备的正常工作。在 MCK-16A 通用程序控制器中采用了两组直流电源：一组是供集成电路工作用的 20V 直流稳压电源；另一组是供指示灯和通道输出继电器工作用的 24V 直流整流电源。本章先简略地叙述一下有关整流、滤波和稳压电源的工作原理。最后介绍 MCK-16A 中电源的具体线路。

§ 1-1 整流和滤波

1. 整流电路

交流电的优点很多，如便于输送和升降电压，所以在电网供电中几乎全是交流电，而程序控制器的工作需要的是直流电，这就需要交流电变成直流电，即整流。利用晶体二极管的单向导电特性，组成各种整流电路，就可得到预期的直流电源。下面介绍几种单相整流电路：

(a) 单相半波整流电路

如图 1-1 所示为单相半波整流电路，图中，B 是变压器，D 是整流二极管， R_{fz} 是需要直流电的纯电阻性负载。

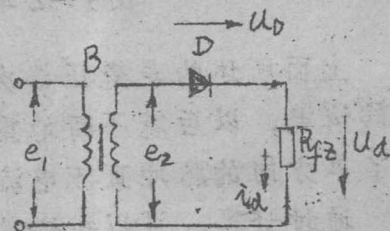


图 1-1 单相半波整流电路

整流过程是这样的：设变压器次级电动势为 e_2 ，在第一个半周内（见图 2 中 0 到 t_1 时间），若次级上端为正，下端为负，这时加在二极管 D 上的是正向电压，二极管导通，有电流 i_D 流过二极管和负载，同时在负载 R_{fz} 两端产生电压 u_D 。

在 e_2 的第二个半周内（即从时间 $t_1 \rightarrow t_2$ ），次级上端为负，下端为正，这时加在二极管 D 上的是反向电压，二极管截止，没有电流流过负载 R_{fz} ，所以负载两端没有电压输出，即 $u_D = 0$ 。在 $D \rightarrow t_1 \rightarrow t_2$ 这段时间内，变压器次级交流电动势 e_2 、负载电流 i_d 、电压 u_d 、二极管中的电流 i_D 和二极管两端电压 u_D 的波形如图 1-2 所示。

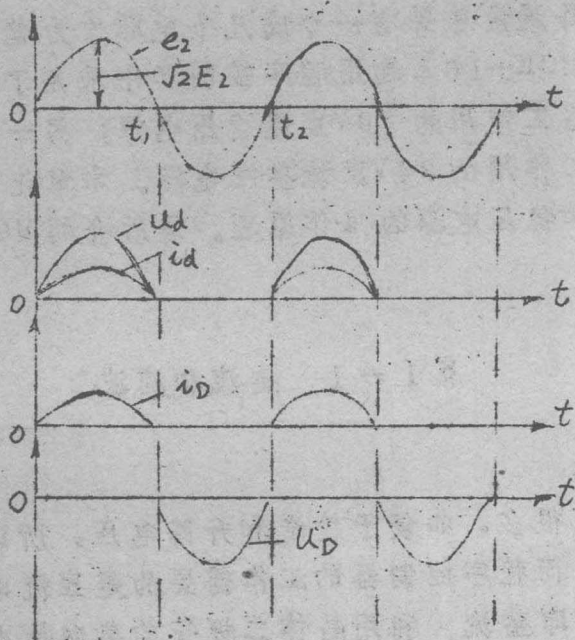


图 1-2 单相半波整流波形图

上面所述的是变压器次级交流电动势 e_2 的第一个周期内整流电路的情况，以后就不断地重复第一周期的过程，于是我们在负载中获得了单方向的脉冲直流电流。

通过计算，可以知道整流出来的直流电压和直流电流的平均值是：

$$U_d = 0.45 E_2$$

$$I_d = \frac{U_d}{R_{fz}} = \frac{0.45 E_2}{R_{fz}}$$

二极管所承受的反向电压最大值是： $U_{DM} = 1.41 E_2$
 式中 E_2 是变压器 B 次级交流电动势 e_2 的有效值。

从半波整流的过程，我们可以看到，变压器 B 次级电动势 e_2 虽然是正负交替的交变电动势，但由于晶体二极管 D 具有单向导电性，就把交变电压的一半割掉了，从而在负载中得到了单方向的直流电流。

I_d 和电压 U_D ，其波形就是原来交流电波形的一半，所以称为半波整流。由于得到的直流电的大小还是不断变化的，我们称它为脉动直流电流。

半波整流的优点是结构简单，但由于半波整流只能把半个周期的交流电输送到负载中去，而另外半个周期便白白浪费掉了，所以这种电路的效率很低，同时，整流得到的直流输出脉动也较大。另外半波整流流过变压器B次级中的电流含有直流成分，容易使变压器的铁芯饱和，这就要求变压器的铁芯截面增大。所以半波整流电路只用在电流较小，要求不高的个别场合，人们在实践中又在半波整流的基础上产生了全波整流电路。

(b) 单相全波整流电路

如图1-3所示的是单相全波整流电路，它由带中心抽头的变压器B、两只二极管 D_1 、 D_2 和负载 R_{fz} 组成。它实际上是两个单相半波整流电路的组合。

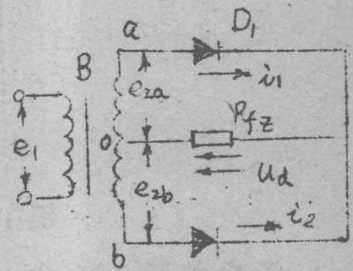


图1-3 单相全波整流电路

当正半周时， a 端为正， b 端为负，这时二极管 D_1 导通，电流通过 D_1 、流经 R_{fz} 回到中心轴头 O ，此时 D_2 是截止的；当负半周时， b 端为正， a 端为负，则二极管 D_2 导通，电流通过 D_2 、流经 R_{fz} 回到中心轴头 O ，此时 D_1 截止。可见，由两个二极管构成的两个半波整流电路轮流导电，从而在负载 R_{fz} 中得到了单方向流动的脉动直流电流。其波形如图1-4所示。

值得注意的是：如果变压器次级的一半电压 e_{2a} 或 e_{2b} 其有效值和前面半波整流时的有效值相等，即 $E_{2a} = E_{2b} = E_2$ 的话，那么在全流整流时，二极管上所承受的反向电压要比半波整流增加一倍，如图4中 u_D 的波形所示。这是因为当 D_1 导通 D_2 截止时，不考虑二极管 D_1 的电压降，加在 D_2 上的电压就是 a 端到 b 端的电压，所以 $U_{D_2} = 2E_2$ ，对于 D_1 也是一样。

全波整流时，负载得到的直流电压和电流的平均值是：

$$U_d = 0.9E_2$$

$$I_d = \frac{U_d}{R_{fz}} = \frac{0.9E_2}{R_{fz}}$$

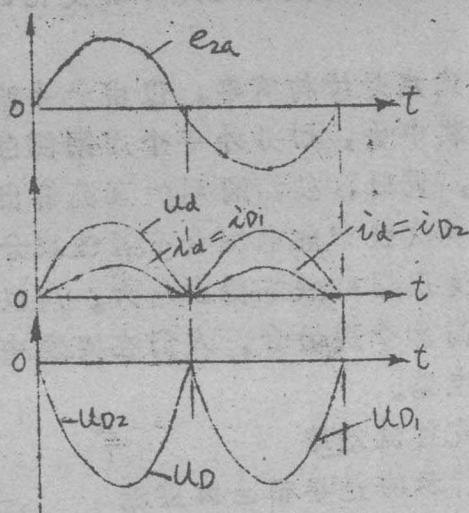


图 1—4 单相全波整流波形图

二极管所承受的反向电压最大值：

$$U_{DfM} = 2\sqrt{2} E_2 = 2.82 E_2$$

每只二极管所流过的电流是 $\frac{I_d}{2}$

综上所述，全波整流时，由于 D_1 、 D_3 轮流导电，把交流电正半周、负半周都送到负载中去，所以直流输出比半波整流时增加了一倍，直流输出的脉动也要比半波整流时小得多，变压器的利用率也比半波整流时高。它的缺点是整流元件所承受的反向电压增加了一倍，因而二极管的要求的耐压高了。另外变压器次级线圈需要中心轴头，而且线圈要增加一倍。

(c) 单相桥式整流电路

图 1—5 所示为单相桥式整流电路，它由四只二极管接成电桥形式，所以称为桥式整流。电路的画法可以有图 5 所示的三种形式。

设在 e_2 的第一个半周内，次级线圈 a 点电位为正， b 点为负，电流从 a 点经 D_1 到负载 R_{fz} ，再经 D_3 回到 b 点，此时 D_2 、 D_4 截止；在 e_2 的第二个半周内， a 点变负， b 点变正，电流从 b 点经

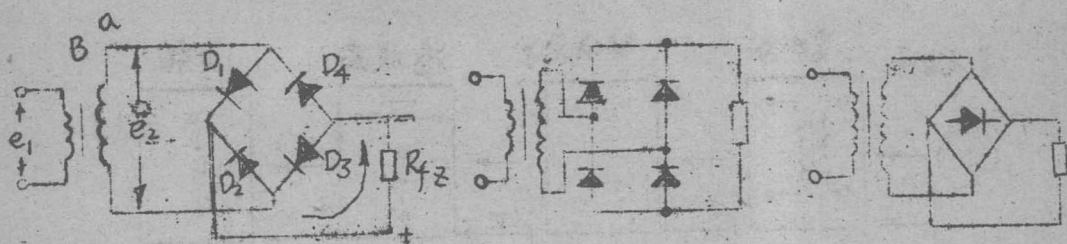


图 1-5 单相桥式整流电路

D_2 经负载 R_{fz} ，再经 D_3 回到 a 点，此时 D_1 、 D_2 截止。可见，由于正、负半周内 D_1 、 D_2 或 D_3 、 D_4 轮流导电，在负载中得到的将是与全波整流一样的脉动直流电压，而每一只二极管所承受的反向电压则和半波整流时一样为变压器的次级电压 e_2 。电压、电流的波形就不再画了。

单相桥式整流的直流输出电压平均值： $U_d = 0.9 E_2$

直流输出电流平均值： $I_d = \frac{0.9 E_2}{R_{fz}}$

二极管所承受的最大反向电压： $U_{DfM} = 1.41 E_2$

每只二极管流过的电流为 $\frac{I_{fz}}{2}$

单相桥式整流电路和全波整流电路相比，变压器次级线圈不需要中心轴头，变压器利用率高，体积可缩小；其缺点是要用四个整流元件，不过耐压可以低一半。

2. 滤波电路

整流电路可以使交流电转换成直流电，但是经整流出来的电压还是脉动的，不平稳的，但电子设备通常都要求平稳的直流电，这就要求我们继续地向着尚未研究过的或者尚未深入地研究过的各种具体的事物进行研究。我们再在整流电路后面加上滤波电路，以改善直流电的平稳程度。图 1-6 是滤波器接在整流电路后面的工作示意图。

在图 1-6 中，在整流后，电压波形有很大波动，通过滤波器后就把这种波动的交流成分滤掉，最后到负载上的就是一个平稳得多的直流电压了。

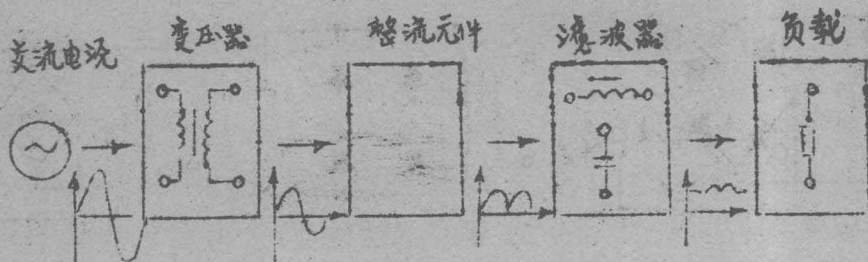


图 1-6 整流滤波电路示意图

为了达到滤波目的，总希望直流能顺利通过，而波动部分则不容易通过。滤波器是用电感、电容、电阻等元件组成。电感的直流电阻很小，而交流阻抗很大，串联在电路中就可使直流顺利通过，而交流成分不易通过；电容可使直流通不过，而交流却能通过，并联在电路中对流向负载的直流电没有影响，而交流成分能通过电容分路返回电源。把电感、电容、电阻适当地组合起来，就能组成适用于不同负载要求的各种滤波器，很好地完成滤波任务。常用滤波器有下面几种形式：

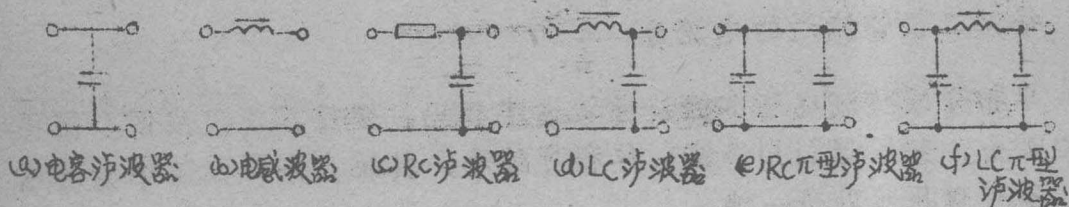


图 1-7 几种常用的滤波器电路

下面结合 MCK-16A 程控器中的整流滤波电路，着重介绍一下电容滤波器。电路如图 1-8 所示，整流元件采用 QL 整流堆，它是将组成桥式整流电路的四个二极管组合在一起，对外只有一对交流输入端和一对直流输出端，C 是滤波电容，容量为 $100\mu\text{F}/25\text{V}$ ，R 为人为增加的负载电阻，阻值 $2\text{K}\Omega$ 。滤波的过程是这样的：在交流电动势 e_s 的正半周，二极管 D_2 、 D_3 导通，一方面使电流流过负载 R，另一方面也使电容器充电到接近于电源交流电动势 e_s 的幅值 ($\sqrt{2}E_s$)，

当 e_2 达到最大值以后开始下降，直到 $u_c \geq e_2$ 时，（如图 9 中 A 点）二极管截止，此时电容器上的电压 u_c 将向负载 R 放电，当电容 C 的容量足够时，放电进行得很慢，在二极管 D_1 、 D_2 截止的这段时间内，电容 C 上的电压降低得不多，等到交流电动势 e_2 的负半周上升到 $e_2 = u_c$ （如图 1—9 中 B 点）后， $e_2 > u_c$ ，此时 D_3 、 D_4 导通，一方面供电给负载，另一方面使电容 C 又充电，使输出电压逐渐增加，当 e_2 达到最大值以后的某一段时间二极管 D_3 又 D_4 截止，电容再次通过负载 R 放电，如此不断反复进行，便得到图 1—9 实线所示的输出电压 u_{sc} 的波形图。

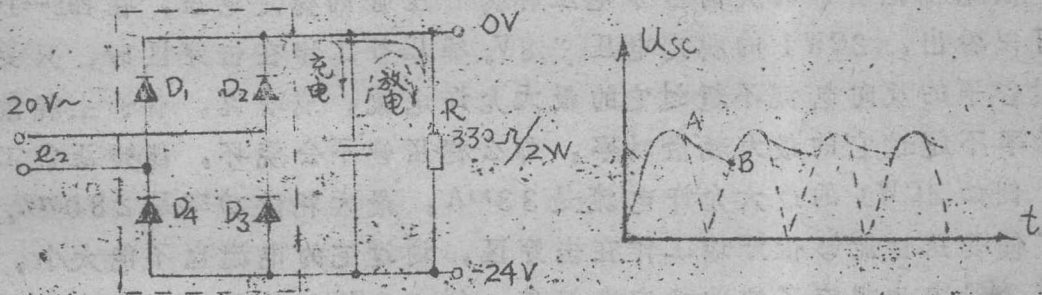


图 1—8 桥式整流电容滤波电路 图 1—9 电容滤波时直流输出波形

从波形图可以清楚地看出，没有接滤波电容时，输出电压是全波整流如图 9 虚线所示，接入 C 以后，由于 C 放电给负载使输出电压的平均值提高了，而且波动也大大减小了。

电容滤波的效果，与负载的大小有很大关系。在空载时，输出电压（也就是电容上所充的最大电压）达到最大值 $\sqrt{2}U_2$ 。接上负载后，输出电压将会产生较大的下降，输出的电流越大，输出电压越低，即电容滤波的外特性很软，这是它的缺点。为了减小由于负载变化时输出电压的变动，所以我们在输出端并联了电阻 R ，使整流滤波电路至少有一个不大的负载。此外，我们应当注意到，用电容滤波，当电容 C 开始充电时，流过二极管的瞬间电流可能是很大的，这一点在选择整流二极管时要加以考虑。

§ 1-2 稳压电路

在 MCK-16A 程序控制器中，集成电路元件要求供给的 20V 电源电压比较稳定，即受电网电压波动或负载变化的影响要小，所以采用了稳压电源。

1. 硅稳压管稳压电路

如图 1-10 所示是 2CW1 稳压管的特性曲线，它与二极管的特性相似，不同的硅稳压管都是工作在反向击穿区。在击穿区虽然电流从几毫安到几十毫安，但它的电压基本不变，而且这种现象的重复性很好，因此就把管子的反向击穿电压称为稳压管的稳定电压。在图 1-10 中可以看出，2CW1 的稳定电压为 8V。稳压管工作在击穿区时，只要通过管子的反向电流不超过它的最大允许电流，或者说，管子上耗散的功率不超过它的最大耗散功率，那么稳压管不会烧坏，能够正常工作。例如 2CW1 的最大允许电流是 33mA，最大耗散功率是 280mW。为了使稳压管能够很好地工作在击穿区，通过它的电流也不能太小，所以手册中也规定了它的稳定电流值，例如 2CW1 的稳定电流为 5mA。稳压电路工作时应使通过稳压管的电流不小这一数值。

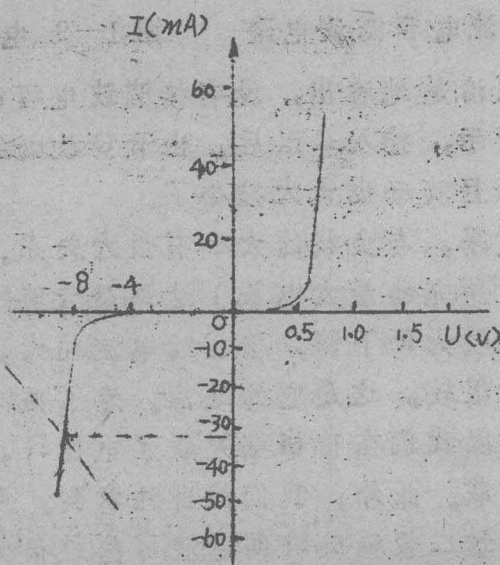


图 1-10 2CW1 硅稳压管特性曲线

用硅稳压管组成的简单的稳压电路如图1-11所示。图中稳压管

D_W 的作用是稳定电压，它不象一般二极管那样起整流作用。因为输入电源电压 U_{sr} 本身就是经过前面整流滤波电路送来的直流电压（上面是正端，下面是负端），这个电压通过限流电阻 R 加到稳压管 D_W 和负载电阻 R_{fz} 并联的电路。可以看出，稳压

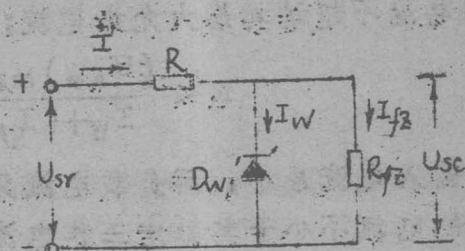


图1-11 用硅稳压管组成的稳压电路

管 D_W 是处于反向连接状态（稳压管使用时总是反向连接的，这一点在连接电路时要注意），同时在设计电路时还总是使稳压管处于击穿的状态。这样在稳压管中就有一个工作电流 I_W 流过。 I_W 与负载 R_{fz} 中的电流 I_{fz} 之和就是通过限流电阻 R 的电流 I 。

$$I = I_W + I_{fz}$$

电路的工作原理是：当输入电压 U_{sr} 由于某种原因（例如电网电压波动）增加时，输出电压 U_{sc} 也将要随之增加，但根据稳压管的特性可知，当 U_{sc} 刚刚增加了一点，通过稳压管的电流 I_W 就要增加很多，使总电流 I 也增加， R 上的压降也将增大，从而使输出电压 U_{sc} 基本上不变。反之，当 U_{sr} 下降时， U_{sc} 也要下降， I_W 减小， R 上的压降减小，从而使 U_{sc} 基本上不变。再从负载角度来看，如果负载电阻 R_{fz} 减小， I_{fz} 增加，这样输出电压 U_{sc} 将要下降，而 U_{sc} 不大的变小，将使 I_W 减小，使通过限流电阻 R 的电流 I 基本不变，压降也基本不变，从而保持输出电压基本不变，也就是说，负载电流的增加是由稳压管电流的减小来补偿的。

选择和决定电路中元件的参数的大致规律是：

稳压管的稳定电压就是所需要的直流输出电压（稳压值要经过挑选，因为即使是同一型号的管子稳压值也有差别），稳压管的工作电流应大体上和负载电流相等，即 $I_W \approx I_{fz}$ ，且其最大允许电流 $(I_W)_{max} \approx (2 \sim 3)(I_{fz})_{max}$ ；输入电压一般取 $U_{sr} = (2 \sim 3)U_{sc}$ ；限流电阻应符合下列两公式：
$$R > \frac{(U_{sr})_{max} - U_{sc}}{(I_W)_{max}}$$

即当输入电压最大，而负载又断断开时，限流电阻应能保证通过稳压管的电流不超过其最大允许电流；

$$R < \frac{(U_{sr})_{\min} - U_{sc}}{I_W + (I_{fz})_{\max}}$$

即当输入电流最小，而负载电流又最大时，限流电阻应能保证通过稳压管的电流不小于其稳定工作电流。

硅稳压管稳压电路虽然比较简单，但稳定精度不高，输出电流因受 $(I_W)_{\max}$ 的限制而不能很大，只能用于要求不高而电流较小的场合，而实际常用的是下面介绍的串联型稳压电源。

2. 简单的串联型晶体管稳压电源

如图 1-12(a)，将一个可变电阻 R 与负载 R_{fz} 串联，当输入电压 U_{sr} 增加时，我们把可变电阻 R 的阻值调大，使它把输入电压 U_{sr} 的增加量全部承担下来，这样，输出电压即可维持不变。若 U_{sr} 不变，而负载电流增加，这时如果相应减小 R 的阻值，使 R 上压降不变，也可维持输出电压不变。这个办法就是串联型晶体管直流稳压电源能够稳压的基本原理。实际上并不是用来调节可变电阻，而是用晶体管来代替可变电阻 R ，如图 1-12(b) 所示。集体电极 c 和发射极 e 好比是

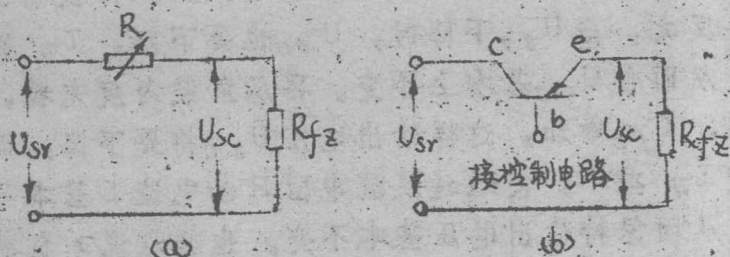


图 1-12 串联型稳压电路的基本原理

可变电阻 R 的两个接线端，改变 e 、 b 之间的电压（或者说改变基极电流 I_b ）就可以改变 c 、 e 之间的电阻，因为 U_{eb} 变小， I_b 变小， I_c 变小， U_{ce} 变大，即相当于电阻变大；反之 U_{eb} 变大， I_b 变大， c 、 e 之间所呈现的电阻就小。在这里晶体管是起调整作用的，所以叫做调整管。而调整管是与负载串联的，故称为串联型晶体管稳压电源。晶体管的 c 、 b 之间的电压也不是用手去调节的，而是利用负反馈原

理，以输出电压的变化量来自动进行控制的。

如图1-13是MOS集成门电路测试台上用的最简单的单管串联型晶体管稳压电源。调整管T为3A×81B，稳压管2CW21和电阻 R_1 组成的稳压电路，使晶体管T基极对地的电压固定在稳压管的工作电压上，所以T的基极电位 U_b 形成了一个基准电压。当输出电压增加时，晶体管T的发射极电位更负，而基极电位是固定的， U_{eb} 减小，调整管电阻变大，迫使输出电压下降；相反，如输出电压减小， U_{eb} 就变得正一些，调整管电阻就变小，使输出电压上升。由于 U_b 是固定的，所以输出电压基本上是稳压管的稳定电压减去晶体管发射结的压降（锗管约为0.3V），我们可以选择2CW21J或2CW21K（使用时要经实际测定来挑选一下，因为同一型号的稳压管，它的稳压值是略有不同的），使稳压管的稳压值在20V稍多一些，这样输出电压就是MOS集成电路所需要的20V稳定电压了。负载所需要的电流是经过调整管，所以和前面硅稳压管稳压电路相比，可以输出较大的电流。

但是，这样的简单串联型稳压电路其稳定精度不高，输出电压也不能调节，输出电流也不可能很大。所以在MCK-16中所使用的稳压电源，是带有放大环节的稳压电源。

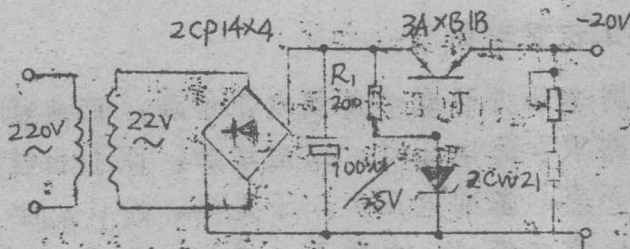


图1-13 最简单的串联型稳压电源

3. 带有放大环节的稳压电源

为了提高稳压精度，人们在稳压电路中增加一个放大环节，使输出电压很小的变化就能产生很大的调整作用。图1-14就是这种带有放大环节的稳压电路，图1-15是它对应的方框图。它由四部分组成：

① 取样：即从输出电压中取出一定比例的电压，实际电路由 R_2 、 R_3 和 R_4 串联接于输出两端，从 R_3 电位器中间抽出取样电压。

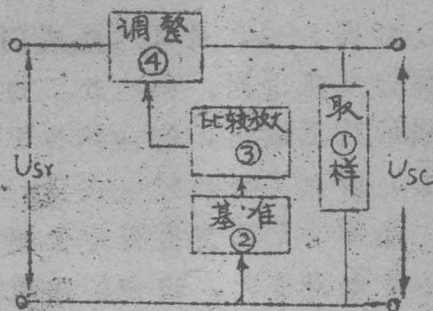
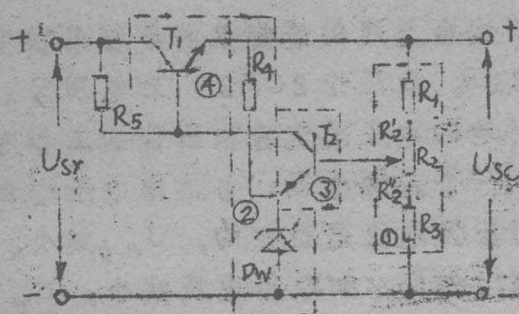


图 1-14 带有放大环节的
稳压电源

图 1-15 图 1.3 的方框图

②基准：DW 为硅稳压管， R_4 为其限流电阻，由 DW 两端获得的稳定电压作为基准电压。

③比较放大：由 T_2 接成放大电路， R_5 是它的集电极负载电阻，（同时也是 T_1 的偏流电阻）它的发射极是基准电压，基极是取样电压，晶体管 T_2 将两者进行比较并放大。

④调整：由 T_1 接成射极跟随器电路，将比较放大部分送来的电压偏差信号送入 T_1 基极，控制基极与发射极之间电阻的变化，起调整输出电压的作用。

整个电路的工作原理如下：

如果由于电网电压升高或者负载电阻增加，而使输出电压增加的话，则由取样电路取样的电压 U_b 相应增加，而①由硅稳压管 DW 所决定的电压 U_e 不变（基准电压），于是 T_2 的 $U_{be} = U_b - U_e$ 就增加，于是流过 T_2 集电极的电流 I_{c2} 增加， R_5 上压降变大，使调整管 T_1 基极电位变低， T_1 的管压降增加，从而使输出电压 U_{sc} 恢复到原来数值的附近。放大倍数愈大，输出电压的变化也愈小。

这个稳压过程可简化为：

$$\begin{array}{l}
 U_{sc} \uparrow \rightarrow U_b \uparrow \rightarrow I_{c2} \uparrow \rightarrow U_{b1} \downarrow \rightarrow I_{c1} \downarrow \rightarrow U_{ce1} \uparrow \\
 U_{sc} \downarrow \leftarrow
 \end{array}$$

同样道理，当 U_{sc} 下降时，通过反馈作用又会使 U_{sc} 上升，有了放大作用，使得输出电压更加稳定，近于保持不变。

从图 1-13 中还可以看出：

$$U_{b_2} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot U_{sc} = n \cdot U_{sc} \quad (n \text{ 为取样电路的分压比})$$

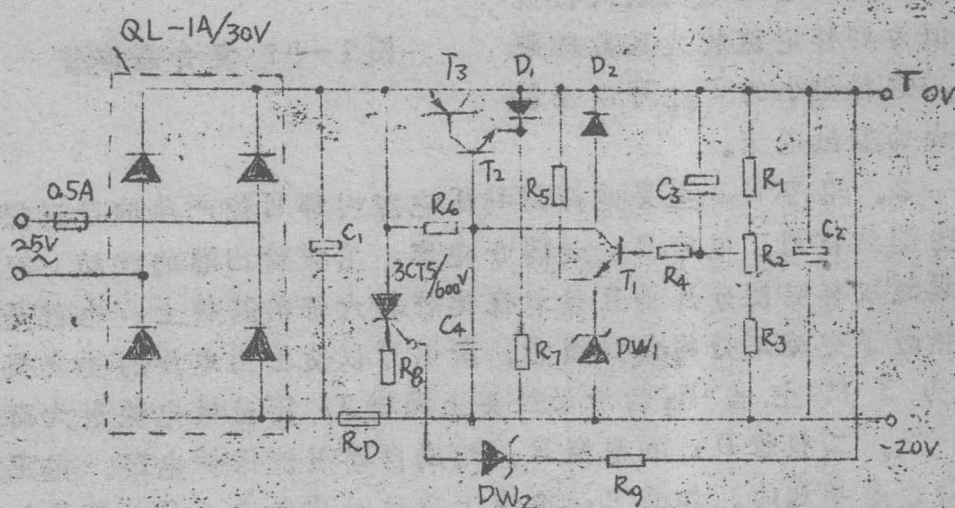
$$\text{同时又有 } U_{b_2} = U_{be_2} + U_{e_2} = U_{be_2} + U_{DW} \approx U_{DW}$$

$$\text{所以 } U_{DW} \approx n \cdot U_{sc}$$

$$\text{或 } U_{sc} \approx \frac{U_{DW}}{n} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_3} \cdot U_{DW}$$

可见，只要改变分压比，就可改变稳压电路的输出电压，所以 R_2 用电位器，改变这个电位器滑动触点的位置，就可改变输出电压的大小。

4. MCK-16A 程序控制器中的稳压电源



T_1 —3DG12B	R_1 —330Ω	R_7 —1.3K/2W	C_4 —0.047μ
T_2 —3DG12B	R_2 —1.2KΩ	R_8 —6.8Ω/5W	
T_3 —3AD30C	R_3 —560Ω	R_9 —36Ω	
DW_1 —2CW21F	R_4 —750Ω	C_1 —2000μ/50V	
DW_2 —2CW21K	R_5 —240Ω	C_2 —2000μ/25V	
D_1 —2CP12	R_6 —7.5KΩ	C_3 —100μ/25V	
D_2 —2CP12			

图 1-16 MCK-16A 程序控制器稳压电源