

电工电子技术实验指导书

主 编 张 丹

副主编 景 慧

电工电子实验中心

2016.6

目录

实验一	戴维南定理与诺顿定理.....	1
实验二	日光灯电路及功率因数提高方法的研究.....	3
实验三	三相交流电路.....	6
实验四	三相异步电动机正反转控制.....	11
实验五	常用电子仪器的使用.....	13
实验六	单级放大电路.....	17
实验七	门电路逻辑功能及测试.....	21
实验八	数字电子秒表.....	26
附录	常用半导体集成电路引脚图.....	31

实验一 戴维南定理与诺顿定理

一、实验目的

- (1) 用实验来验证戴维南定理和诺顿定理
- (2) 学习常用直流仪器仪表的使用方法

二、内容说明

(1) 任何一个线性网络，如果只研究其中一个支路的电压和电流，则可将电路的其余部分看作一个含源一端口网络，而任何一个线性含源一端口网络对外部电路的作用，可用一个等效电压源来代替，该电压源的电动势 E_s 等于这个含源一端口网络的开路电压 U_k ，其等效内阻 R_s 等于这个含源一端口网络中各电源均为零时（电压源短接，电流源断开）无源一端口网络的入端电阻 R ，这个结论就是戴维南定理。

(2) 如果用等效电流源来代替，其等效电流 I_s 等于这个含源一端口网络的短路电流 I_d ，其等效内电导等于这个含源一端口网络各电源均为零时无源一端口网络的入端电导，这个结论就是诺顿定理。本实验用图 1 所示线性网络来验证以上两个定理。

三、实验任务

- (1) 按图 1 接线，改变负载电阻 R ，分别测量出 U_{AB} 和 I_R 的数值，记于表 1 中。特别注意要测出 $R=\infty$ 及 $R=0$ 时的电压和电流值。

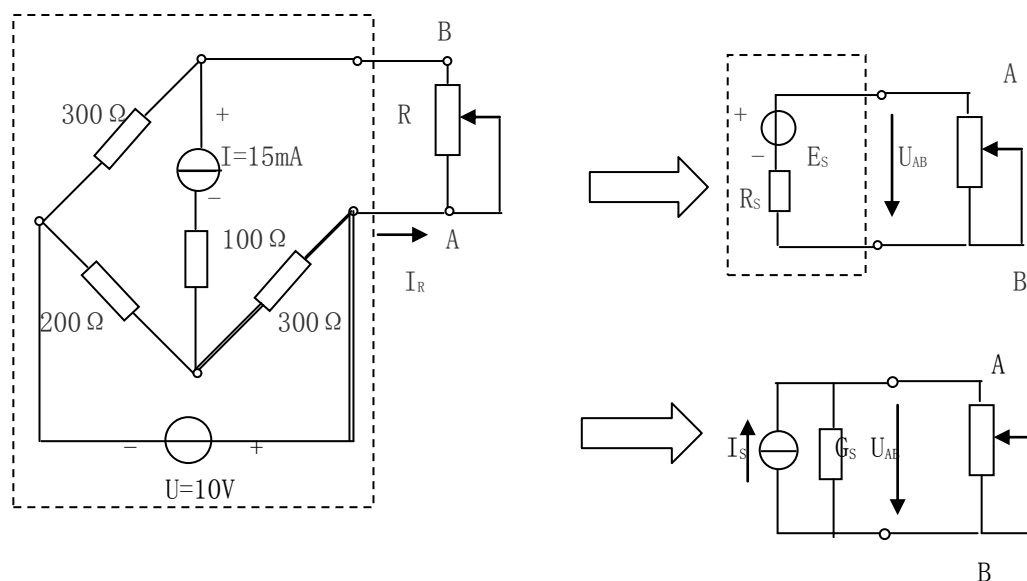


图 1

表 1

R_L (Ω)	0	100	300	∞
U_{AB} (V)				
I_R (mA)				

(2) 测量无源一端口网络的输入端电阻

将电流源去掉(开路),电压源去掉,然后用一根导线代替它(短路),再将负载电阻开路,用伏安法或直接用万用表电阻档测量 AB 两点间的电阻 R_{AB} , 该电阻即为网络的输入端电阻。

(3) 调节电阻箱的电阻,使其等于 R_{AB} ,然后将稳压电源输出电压调到 U_K (步骤 1 时所得的开路电压)与 R_{AB} 串联如图 (b) 所示,重复测量 U_{AB} 和 I_R 的数值记于表 2 中,并与步骤 1 所测得的数值进行比较,验证戴维南定理。

表 2

R (Ω)	0	100	300	∞
U_{AB} (V)				
I_R (mA)				

(4) 验证诺顿定理

用一电流源,其大小为实验步骤 1 中 R 短路时的电流与一等效电阻 R_S 并联后组成的实际电流源,接上负载电阻,重复步骤 1 的测量将数据记于表 3 中。与步骤 1 所测得的数值进行比较,是否符合诺顿定理。

表 3

R_L (Ω)	0	100	300	∞
U_{AB} (V)				
I_R (mA)				

四、实验报告

(1) 根据实验测得的 U_{AB} 及 I_R 数据,分别绘出曲线,验证它们的等效性,并分析误差产生的原因。

(2) 根据步骤 1 所测得的开路电压 U_K 和短路电流 I_d ,计算有源二端网络的等效内阻,与理论计算的 R_{AB} 进行比较。

实验二 日光灯电路及功率因数提高方法的研究

一、实验目的

- (1) 熟悉日光灯的接线，做到能正确迅速联接电路
- (2) 通过实验了解功率因数提高的意义
- (3) 学习功率表的使用

二、内容说明

日光灯由灯管 A，镇流器 L（带铁芯电感线圈），启动器 S 组成。当接通电源后，启动器内发生辉光放电，双金属片受热弯曲，触点接通，将灯丝预热使它发射电子，启动器接通后辉光放电停止，双金属片冷却，又把触点断开，这时镇流器感应出高电压加在灯管两端使日光灯管放电，产生大量紫外线，灯管内壁的荧光粉吸收后幅射出可见的光，日光灯就开始正常工作。启动器相当一只自动开关，能自动接通电路（加热灯丝）和开断电路（使镇流器产生高压，将灯管击穿放电）镇流器的作用除了感应高压使灯管放电外，在日光灯正常工作时，起限制电流的作用，镇流器的名称也由此而来，由于电路中串联着镇流器，它是一个电感量较大的线圈，因而整个电路的功率因数不高。

负载功率因数过低，一方面没有充分利用电源容量，另一方面又在输电电路中增加损耗，为了提高功率因数，一般最常用的方法是在负载两端并联一个补偿电容器，抵消负载电流的一部分无功分量。在日光灯接电源两端并联一个可变电容器，当电容器的容量逐渐增加时，电容支路电流 I_c 也随之增大，因 I_c 超前电压 U 90° ，可以抵消电流 I_G 的一部分无功分量 I_{GL} ，结果总电流 I 逐渐减小，但如果电容器 C 增加过多（过补偿）。 $I_{CS} > I_{CL}$ 总电流又将增大（ $I_3 > I_2$ ）。

三、实验任务

首先设计一个电路，能提高日光灯电路的功率因数，并研究提高电路功率因数的方法，并用仿真软件进行仿真，电路正常运行后，按下述步骤进行：

(1) 将日光灯及可变电容箱元件按参考的实验图 1 所示电路连接。在各支路串联接入电流表插座，再将功率表接入线路，按图接线并经检查后，接通电源，电压增加至 220V。

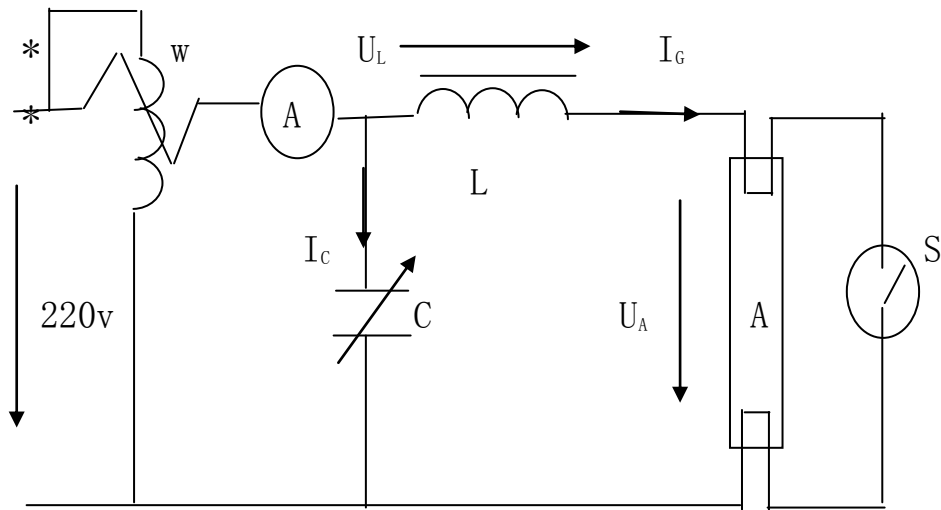


图 1

(2) 改变可变电容箱的电容值，先使 $C=0$ ，测日光灯单元（灯管、镇流器）二端的电压及电源电压，读取此时灯管电流 I_G 及功率表读数 P 。

(3) 逐渐增加电容 C 的数值，测量各支路的电流和总电流。电容值不要超过 $6\mu\text{F}$ ，否则电容电流过大。

(4) 绘出 $I=f(c)$ 的曲线，分析讨论。

四、实验结果

电容 (μF)	总电压 U (V)	U_L (V)	U_A (V)	总电流 I (mA)	I_C (mA)	I_G (mA)	功率 P (W)	$\text{COS}\Phi$
0								
1								
2								
4								
6								

五、实验报告

绘出总电流 $I=f(C)$ 曲线， $\text{COS}\Phi=f(c)$ 曲线，并分析讨论提高日光灯电路功率因数

的方法。

六、注意事项

(1) 日光灯电路是一个复杂的非线性电路，原因有二，其一是灯管在交流电压接近零时熄灭，使电流间隙中断，其二是镇流器为非线性电感。

(2) 日光灯管功率（本实验中日光灯标称功率 20W）及镇流器所消耗功率都随温度而变，在不同环境温度及接通电路后不同时间中功率会有所变化。

(3) 电容器在交流电路中有一定的介质损耗。

(4) 日光灯启动电压随环境温度有所改变，一般在 180V 左右可启动，日光灯启动时电流较大（约 0.6A），工作时电流约 0.37A，注意仪表量限选择。

(5) 本实验中日光灯电路标明在 D04 实验板上，实验时将双向开关扳向“外接 220V 电源”一侧，当开关扳向“内接电源”时由内部已将 220V 电源接至日光灯作为平时照明光源之用。灯管两端电压及镇流器两端电压可在板上接线插口处测量。

(6) 功率表的同名端联结在一起，否则功率表中模拟指针反向偏转。

(7) 使用功率表测量必须按下相应电压、电流最限开关。

(8) 本实验如数据不符理论规律首先检查供电电源波形是否过份畸变，因目前电网波形高次谐波份量相当高，如能装电源进线滤波器是有效措施。

实验三 三相交流电路

一、实验目的

(1) 学会三相负载星形和三角形的连接方法，掌握这两种接法的线电压和相电压，线电流和相电流的测量方法。

(2) 观察分析三相四线制中，当负载不对称时中线的作用。

二、内容说明

将三相阻容负载（实验图 1）各相的一端 X、Y、Z 连接在一起接成中点，A、B、C

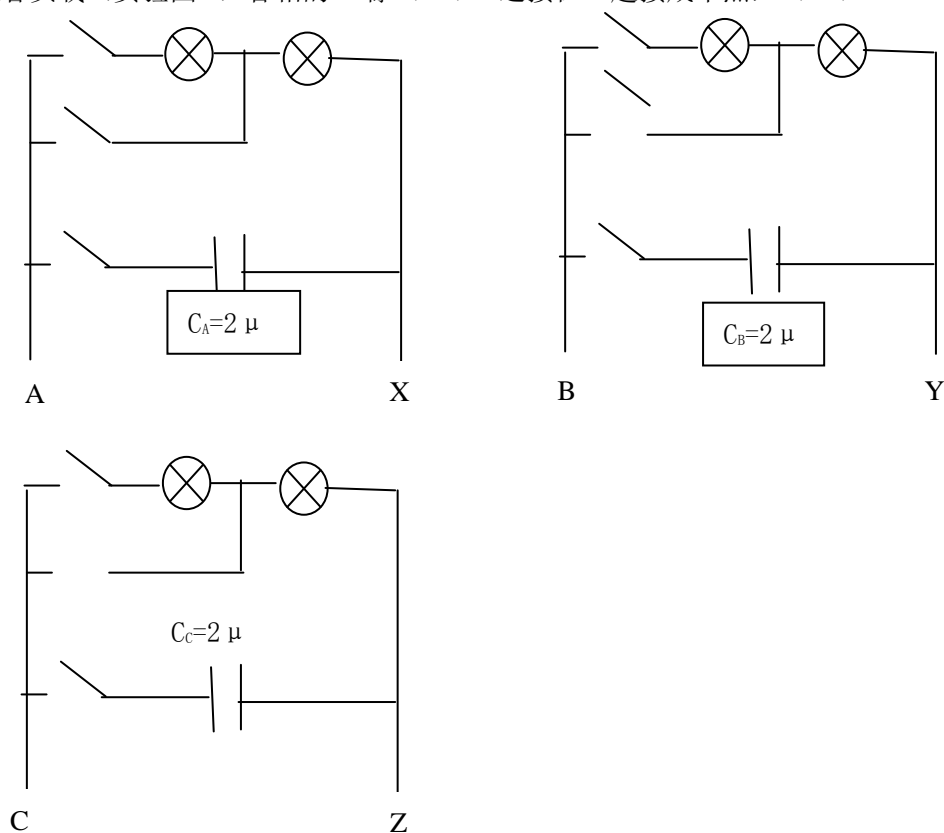


图 1

(或 U、V、W) 分别接于三相电源即为星形连接，这时相电流等于线电流，如电源为对称三相电压，则因线电压是对应的相电压的矢量差，在负载对称时它们的有效值相差 $\sqrt{3}$ 倍，即

$$U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$$

这时各相电流也对称，电源中点与负载中点之间的电压为零，如用中线将两中点之间连接起来，中线电流也等于零，如果负载不对称，则中线就有电流流过，这时如将中线断开，

三相负载的各相相电压不再对称, 各相电灯出现亮、暗不同的现象, 这就是中点位移引起各相电压不等的结果。

如果将实验图 1 的三相负载的 X 与 B、Y 与 C、Z 与 A 分别相连, 再在这些连接点上引出三根导线至三相电源, 即为三角形连接法。这时线电压等于相电压, 但线电流为对应的两相电流的矢量差, 负载对称时, 它们也有 $\sqrt{3}$ 倍的关系, 即

$$I_{\text{线}} = \sqrt{3} I_{\text{相}}$$

若负载不对称, 虽然不再有 $\sqrt{3}$ 倍的关系, 但线电流仍为相应的相电流矢量差, 这时只有通过矢量图方能计算它们的大小和相位。

三、实验任务

电路图:

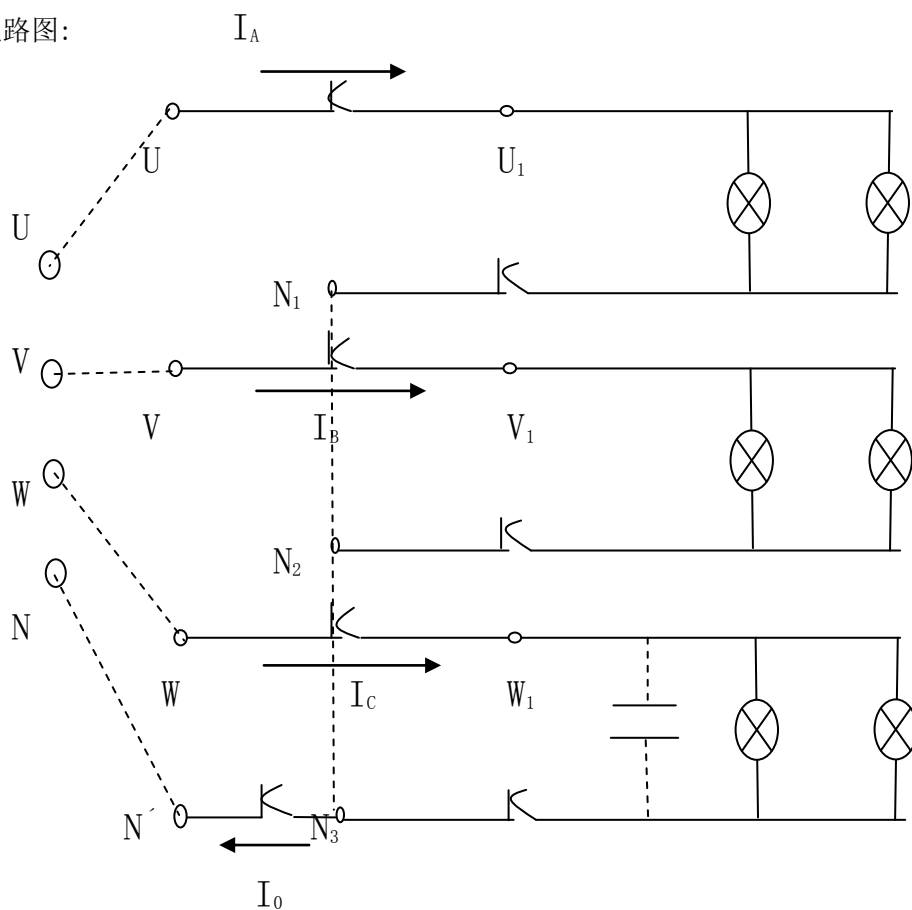


图 2

- (1) 将三相阻容负载按星形联接(如图 2 所示), 接至三相对称电源。
- (2) 测量有中线时负载对称和不对称的情况下, 各线电压、相电压、线电流、相电流和中线电流的数值。

(3) 拆除中线后，测量负载对称和不对称，各线电压、相电压、线电流、相电流和中线电流的数值。

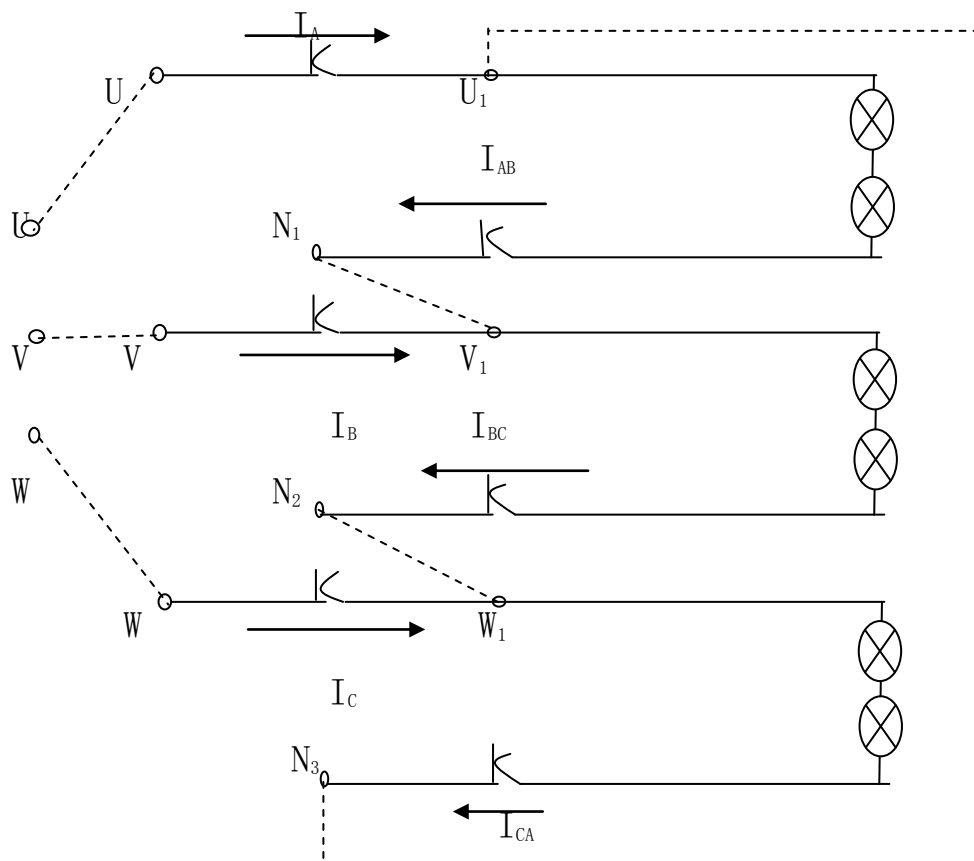


图 3

观察各相灯泡的亮暗，测量负载中点与电源中点之间的电压，分析中线的作用。

(4) 将三相灯泡接成三角形连接(如图 3 所示)，测量在负载对称及不对称时的各线电压、相电压、线电流、相电流的读数，分析它们互相间的关系。

四、实验结果

(1) 星形连接

测量值		线电压 (V)			相电压 (V)			线 (相) 电流 (A)			中线 电流	中点电 压
		U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	I_0	$U_{NN'}$
负载 对称	有 中线											
	无 中线											
负载 不对称	有 中线											
	无 中线											

(2) 三角形连接

负载 情况	线电压 V			相电流 A			线电流 (A)			线电流/相电流 (A)		
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_A/I_{AB}	I_B/I_{BC}	I_C/I_{CA}
负载 对称												
负载 不对 称												

五、实验报告

(1) 由实验数据分析中线的作用；

(2) 根据三角形连接，在负载对称及不对称时的各线电压、相电压、线电流、相电流读数，分析它们互相间的关系。

六、注意事项

(1) 阻容负载中每相有 1 只 $2\mu\text{F}$ 电容和 2 只 220V 25W 白炽灯泡，分别由三只开关控制变换接线，两只灯泡可通过开关接成串联或后 1 只灯泡被短接，前 1 只灯泡与电容并联，串联接法用于 380/220V 系统中三角形负载连接。

(2) 作负载不对称连接时，可同时控制电容与灯泡的各种联接。

(3) 如使用电流表插头应控制插头快速进出，同时电流表量程适当选大一些，防止电容负载电流瞬态冲击使过载记录器启动。

(4) 因本实验操作电压高，所以必须小心接线，改接线路必须断电，特别注意不使电流表插头线没接好时插入有电插座。

(5) 由于电灯泡灯丝是非线性电阻，因此在同一灯泡上当电压变化 $\sqrt{3}$ 倍时，电流改变不会是 $\sqrt{3}$ 倍。

实验四 三相异步电动机正反转控制

一、实验目的

1. 熟悉按钮、交流接触器和热继电器的构造和各部件的作用。
2. 学习异步电动机正反转启动的继电器、接触器控制电路的接线及操作。

二、实验原理

继电器接触器控制大量应用于对电动机的起动、停转、正反转、调速、制动等控制，从而使生产机械按既定的要求动作；同时也能对电动机和生产机械进行保护。

交流接触器有一个线圈，还有三个主触点和四个辅助触点。主触点接在主电路中，对电动机起接通或断开电源的作用，线圈和辅助触点接在控制电路中，可起接通或断开控制电路某分支的作用。接触器还可起欠压保护作用。

热继电器主要由热元件和触点组成。热元件接在主电路中，触点接在控制电路中。当电动机过载一定时间，主电路中的热元件动作，使接在控制电路中的动断（常闭）触点断开，使电动机主电路断开，起到过载保护作用。

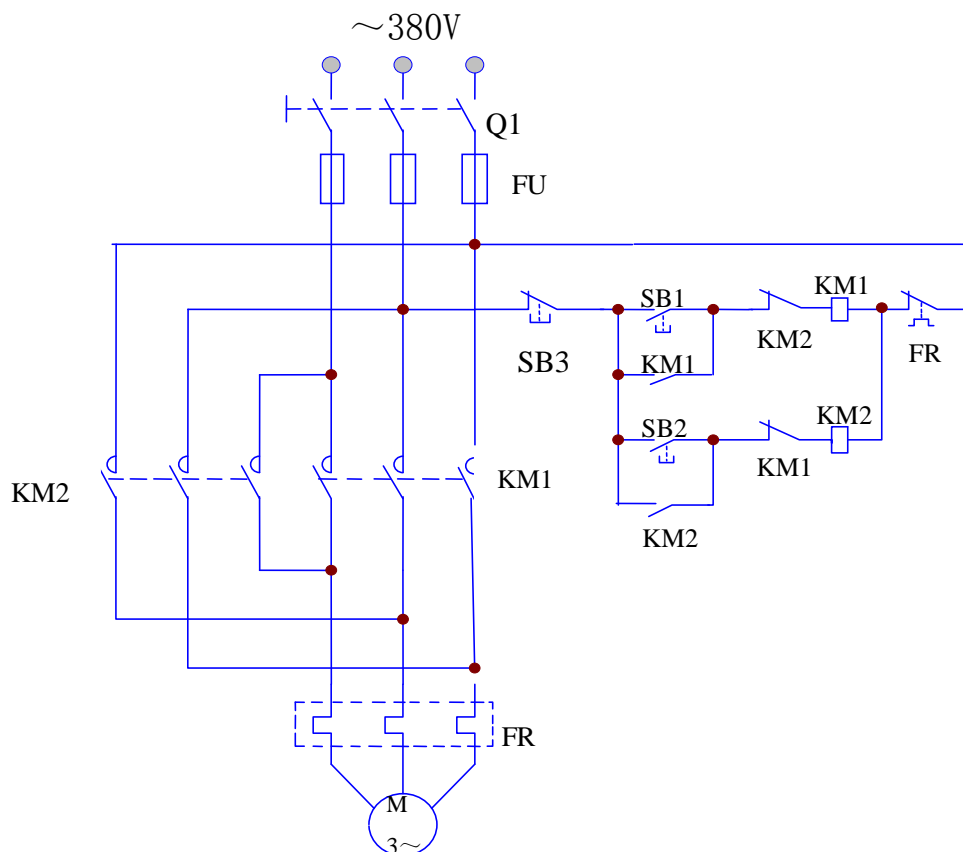


图 1

图 1 是异步电动机正反转的控制电路，先接通电源开关 Q_1 ，为电动机起动作好准备，按下起动按钮 SB_1 时，交流接触器线圈 KM_1 通电，其主触点闭合，使电动机 M 起动。 KM_1 动合（常开）辅助触点起自锁作用，以保证松开按钮 SB_1 时，电动机仍能继续运转。若需电动机停转，可按停止按钮 SB_3 。图中熔断器 FU 起短路保护作用，热继电器 FR 起过载保护作用。

为了避免接触器 KM_1 （正转）、 KM_2 （反转）同时得电吸合造成三相电源短路，在 KM_1 （ KM_2 ）线圈支路中串接有 KM_2 （ KM_1 ）动断触头，它们保证了线路工作时 KM_1 、 KM_2 不会同时得电（如图 1），以达到电气互锁目的。

三、实验内容

按图 1 接线，经指导教师检查后，方可进行通电操作。

- (1) 开启控制电源总开关。
- (2) 按正向起动按钮 SB_1 ，观察并记录电动机的转向和接触器的运行情况。
- (3) 按反向起动按钮 SB_2 ，观察并记录电动机和接触器的运行情况。
- (4) 按停止按钮 SB_3 ，观察并记录电动机的转向和接触器的运行情况。
- (5) 再按 SB_2 ，观察并记录电动机的转向和接触器的运行情况。
- (6) 实验完毕，按控制屏停止按钮，切断三相交流电源。

四、预习要求

1. 读懂异步电动机正反转控制电路的工作原理，说明哪些辅助触点起自锁或联锁作用。
2. 如何用万用表判断交流接触器的线圈、动合（常开）触点及动断（常闭）触点？
3. 交流接触器线圈的额定电压为 220V，若将两个接触器的线圈串联后接到交流 220V 电源上，会产生什么后果，为什么？
4. 在电动机正、反转控制线路中，为什么必须保证两个接触器不能同时工作？采用什么措施可解决此问题？
5. 在控制线路中，短路、过载、失、欠压保护等功能是如何实现的？在实际运行过程中，这几种保护有何意义？

五、实验总结

1. 讨论自锁触头和联锁触头的作用。
2. 主电路的短路、过载和失压三种保护功能是如何得到的。
3. 主电路中保险丝、热继电器是否可以只采用任一种就能起到短路及过载保护的作用。

实验五 常用电子仪器的使用

一、实验目的

- (1) 学会万用表的使用方法；
- (2) 学会用示波器测试电压波形、幅度、频率的基本方法；
- (3) 学会正确调节函数信号发生器频率、幅度的方法；
- (4) 学会交流毫伏表的使用方法等。

二、实验仪器

- (1) DS-5000 系列数字示波器；
- (2) TH—SG10 型数字合成信号发生器；
- (3) FLUKE-15B 数字万用表；
- (4) 智能真有效值交流数字毫伏表；

三、预习要点

在电子技术实验中，经常使用的电子仪器示波器、信号发生器、万用表、交流毫伏表等，在实验台上，与电子电路相互连接，可以完成对电子电路的各种测试。在实验中要对各种电子仪器进行综合使用，可按照信号的流向，以连线简捷，调节顺手，观察和读数方便的原则合理布局。接线时注意各仪器的公共接地端应连接在一起，称为共地。

四、实验内容及步骤

(1) 数字万用表的使用

FLUKE-15B（福禄克）数字万用表可以用来测量交直流电压和电流、电阻、电容、二极管正向压降等。使用时要注意黑表笔接“COM”。数字万用表接线示意图如图 1 所示。

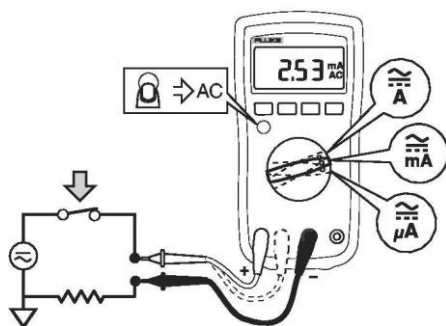


图 1 数字万用表接线示意图

电表有手动和自动量程两个选择。在自动量程模式内，电表会为检测到的输入选择最

佳量程。你可以手动选择按“RANGE”来自动改变量程。要退出手动量程选择只要按住“RANGE”两秒钟即可。

★ 在实验台上直流稳压电源区分别测量一下+5V、-5V、+12V、-12V 和 0~35V 三组电源的电压值。

(2) TH-SG10 型数字合成信号发生器



图 2 TH-SG10 型数字合成信号发生器

TH-SG10 型数字合成信号发生器如图 2 所示，本仪器具有输出函数信号、调频、FSK、PSK、频率扫描等信号的功能，输出波形有正弦波、方波和 TTL 波。

频率范围为 10mHz~10MHz，分辨率为 1 μ Hz，频率误差 $\leq \pm 5 \times 10^{-5}$ Hz。

幅度范围为 2mV~20V_{P-P}（高阻）、1mV~10V_{P-P}（50 Ω ），最高分辨率为 2 μ V_{P-P}（高阻）、1 μ V_{P-P}（50 Ω ）。

其中 V_{P-P} 表示为电压的峰-峰值。

例如，设置输出“20m V_{P-P} ，10KHz”正弦信号的步骤如下：

1) 打开电源；

2) 按下“频率”按键→由右侧数码键盘分别输入“1、0”→按下单位按键“调制/KHz”，此时，屏幕显示“10KHz”；

3) 按下“幅度”按键→由右侧数码键盘分别输入“2、0”→按下单位按键“偏移/mV”，此时，屏幕显示“20mV_{P-P}”；

4) 按下“波形”键，选择输出正弦波，此时，屏幕显示为正弦波形符号。

★ 改变频率和幅度进行几组数据的设置练习，最后调出“ $f=1$ KHz，50mV_{P-P}”的正弦波信号。

注意：信号发生器输出幅度为电压的峰-峰值，而不是有效值，两者的换算关系读者想一想。

(3) DS-5000 系列数字示波器



图 3 DS-5000 系列数字示波器

DS-5000 系列数字示波器如图 3 所示，示波器的液晶显示屏上所显示的是被测电压随时间变化的波形，即被测电压的瞬时值与时间在直角坐标系中的函数图像。

DS-5000 系列数字示波器有两个信道输入：“CH1 和 CH2”，还有一个外触发通道“EXT TRIC”。

垂直系统：

1) 使用垂直“POSITION”旋钮使得波形上下位置在窗口居中显示。

垂直“POSITION”旋钮控制信号的垂直显示位置。当转动垂直“POSITION”旋钮时，指示通道地（GROUND）的标识跟随波形而上下移动。

2) 调节垂直“SCALE”旋钮，改变垂直设置。

转动垂直“SCALE”旋钮，改变“Volt/div（伏/格）”垂直挡位，液晶显示屏下方的状态信息栏发生了改变，如由“2mV/格”变为“5mV/格”等，同时，液晶屏幕上显示的波形上下也发生了变化。

水平系统

1) 使用水平“POSITION”旋钮使得波形左右位置在窗口居中显示。

2) 调节水平“SCALE”旋钮，改变波形周期个数的设置。

转动水平“SCALE”旋钮，改变“S/div（秒/格）”水平挡位，液晶显示屏下方的状态信息栏发生了改变，如由“10us/格”变为“10ns/格”等，同时，液晶屏幕上显示的波形的周期个数也发生了变化。一般显示 3-5 个周期比较合适。

触发系统

触发系统由一个旋钮“LEVEL”和三个按钮“MENU、50%、FORCE”组成。转动旋钮“LEVEL”，可以改变触发电平设置。按下“MENU”键可以调出触发菜单以改变触发设置等等。

波形信号的自动设置

DS-5000 系列数字示波器具有自动设置的功能。根据输入的信号，可以自动调整电压倍

率、时基、以及触发方式至最好形态显示。

使用自动设置显示波形的操作步骤为：

- 1) 打开电源；
- 2) 将被测信号连接到信号输入通道 CH1 或 CH2；
- 3) 按下“**AUTO**”按钮。

示波器将自动设置垂直、水平和触发控制。如需要，可以手工调整这些控制使波形显示达到最佳。

DS-5000 系列数字示波器可以进行电压的“峰-峰”值、瞬时值、周期、带宽等多种量的测量，详情可参考该仪器的用户使用手册。

★ 请用信号发生器调出“ $f=1\text{KHz}$ ， $50\text{mV}_{\text{p-p}}$ ”的正弦波信号，然后送到示波器 CH1 通道，观察记录显示的波形并计算其频率和幅度大小。

(4) 智能真有效值交流数字毫伏表

该表数码显示，自动转换量程，打开电源后将被测电压接入输入端，显示屏将自动显示出输入交流电压的有效值。

交流数字毫伏表只能在其工作频率范围之内，用来测量周期交流信号的有效值。

★ 请用信号发生器调出“ $f=1\text{KHz}$ ， $50\text{mV}_{\text{p-p}}$ ”的正弦波信号，然后再利用交流数字毫伏表测量该信号的大小。

五. 实验报告

- (1) 整理测试数据，画出用示波器观察到的实验波形；
- (2) 简述用示波器测量正弦波的值和用交流毫伏表测量正弦波的值有何不同？
- (3) 简述使用示波器自动显示被测波形的基本步骤；
- (4) 简述使用函数信号发生器设置输出正弦波信号的基本步骤；
- (5) 简述使用交流毫伏表的注意事项。

实验六 单级放大电路

一、实验目的

- (1) 熟悉电子元件和模拟电路装置。
- (2) 掌握放大器静态工作点的调试方法及其对放大器性能的影响。
- (3) 学习测量放大器的静态工作点、放大倍数 A_u 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 的方法，了解共射极放大电路特性。

- (4) 学习放大器的动态性能。

二、实验设备与器件

- (1) 数字示波器；
- (2) 数字万用表；
- (3) 信号发生器；
- (4) 模拟电路实验装置；
- (5) 直流电源、3DG6、电阻、电容若干。

三、预习要求

- (1) 单级放大电路的工作原理。
- (2) 放大器动态及静态值的计算。

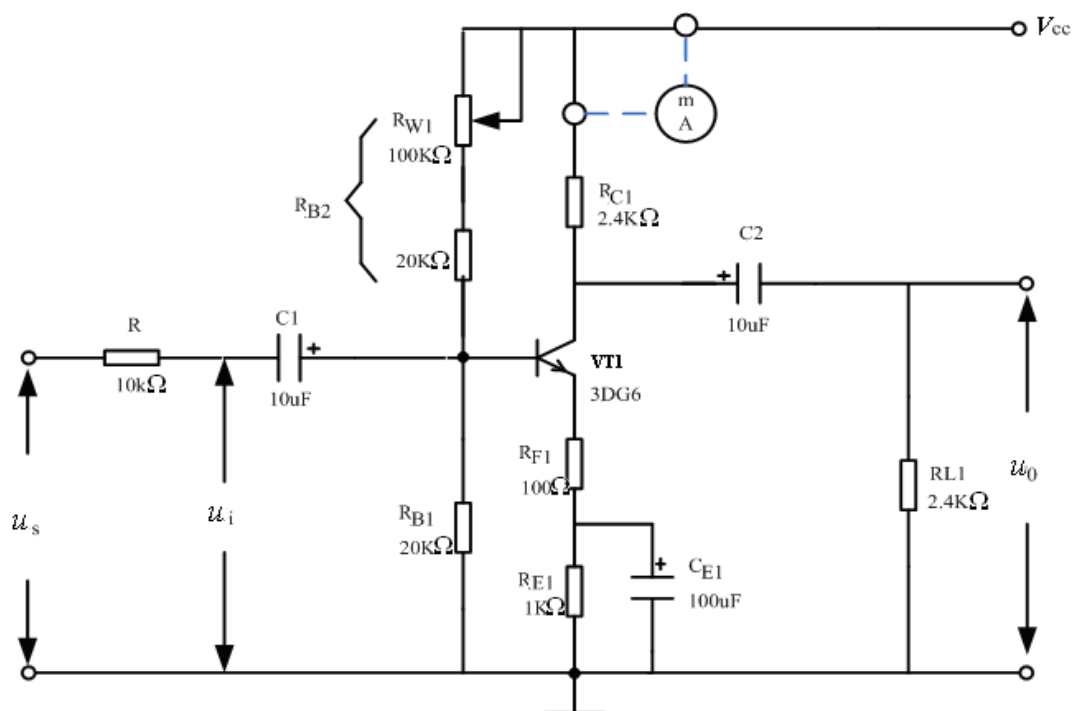


图 1 单级放大电路电路

四、实验内容及实验步骤

原理图如图 1 所示。

(1) 静态调试

1) 用万用表判断三极管好坏；

2) 设置放大电路的静态工作点：

检查电路连接无误后接通+12V 电源 (u_i 和 u_s 不接)，调节电位器 R_{B1} 使 $V_E=2.2V$ ，测量 U_{BEQ} 、 U_{CEQ} 和 R_{B2} 的值，并填入表 1。

表 1 静态工作点测量结果

U_{BEQ}/V	U_{CEQ}/V	$R_{B2}/K \Omega$

3) 改变电位器 R_{B1} 的值，使 $V_E=2.2V$ ，记录 I_C 值，测量三极管 VT₁ 的基极电压 V_B 、基极电阻 R_{B2} 和 R_{B1} 的值并填入表 1.1.2，计算三极管 VT₁ 的基极电流 I_B 和共射电流放大倍数 β 。

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_B}{R_{B2}} - \frac{V_B}{R_{B1}}, \quad \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

注意：测量电阻值时一定要断开外电路及电源；

表 2 中的电流 I_B 和放大倍数 β 是根据测量数据计算出来的。

表 2 静态工作点结果

I_C /mA	V_B/V	$R_{B2}/k \Omega$	$R_{B1}/k \Omega$	I_B /mA	β

(2) 动态调试

1) 调节信号发生器，输出一个频率为 $f=1KHz$ 、峰-峰值为 50mV 的正弦波，接到放大器输入端 u_i ，观察输入 u_i 和输出 u_o 波形，并比较它们的相位，将 u_i 和 u_o 的值填入表 3 中。

2) 保持 u_i 频率为 $f=1KHz$ 不变，逐渐增大 u_i 的幅度，用示波器观察 u_o 波形变化，测量 u_o 不失真时的最大值，填入表 3。

表 3

实测值		实测计算值	理论计算值
u_i/mV	u_o/V	A_u	A_u
50mV _{P-P}			

注意： u_i 和 u_o 的波形可以用示波器观察，也可以用“智能真有效值数字毫伏表”测量其有效值，表 3 中需要注明是峰-峰值 (U_{P-P}) 还是有效值 (U_{RMS})。

3) 保持 u_i 的峰-峰值为 50mV， $f=1\text{kHz}$ ，放大器接入负载 R_{L1} ，在改变 R_{L1} 数值的情况下测量，并将结果填入表 4。

表 4

给定参数		实测值		实测计算值	理论计算值
R_{C1}	R_{L1}	u_i (V) / V_{P-P}	u_o (V) / V_{P-P}	A_u	A_u
2.4k Ω	2.4K Ω				
2.4k Ω	10K Ω				

4) 保持 u_i 的峰-峰值为 50mV， $f=1\text{kHz}$ ，增大和减小 R_{w1} ，用示波器观察 u_o 波形变化，用万用表（直流）分别测量 U_b 、 U_c 和 U_e ，将结果填入表 5。

表 5

R_{w1}	U_b/V	U_c/V	U_e/V	u_o 是否失真？何种失真？
最大值				
合适值（即静态工作点附近的值）				
最小值				

注意：如果输出波形的失真不明显，可以增大或者减小 U_i 的幅值重测。

5) 测量放大电路的输入电阻

在输入端串接一个 10k Ω 的电阻，如图 5 所示。测量 u_s 和 u_i ，将输入电阻计算出来，填入表 6。

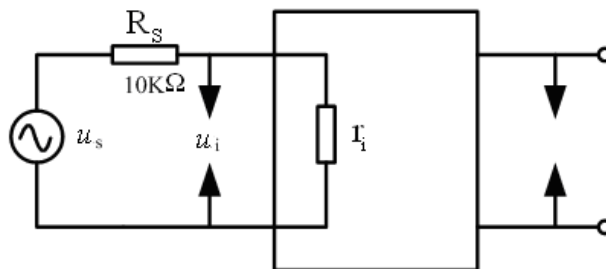


图 5 输入电阻测量

6) 测量放大电路的输出电阻

在输出端接入一个可调电位器作为负载，如图 6 所示，调节 $R_L=2.4\text{k}\Omega$ ，使得放大器输出不失真，测量放大电路带负载 R_L 和空载时的输出电压 u_o ，将输出电阻计算出来，填入表 6。

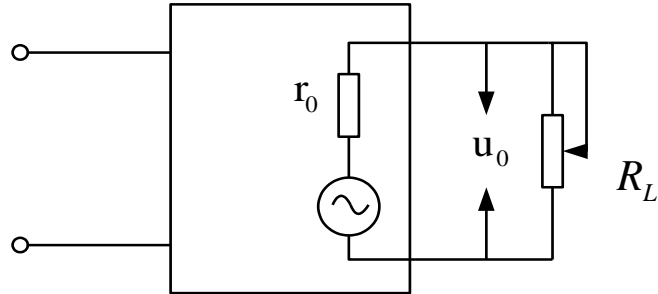


图 6 输出电阻测量

表 6 测量输入电阻输出电阻

测量输入电阻				测量输出电阻			
实测值		测量值	理论值	实测值		测量值	理论值
U_s/mV	U_i/mV	$R_i/\text{k}\Omega$	$R_i/\text{k}\Omega$	U_o/V $R_L=\infty$	U_o/V $R_L=2.4\text{k}\Omega$	$R_o/\text{k}\Omega$	$R_o/\text{k}\Omega$

五. 实验报告

- (1) 完成测量数据，画出实验波形；
- (2) 写出用测量数据计算输入电阻和输出电阻的公式，并计算出输入电阻和输出电阻；
- (3) 总结实验过程中存在的问题及解决的方法。

实验七 门电路逻辑功能及测试

一、实验目的

- (1) 熟悉门电路逻辑功能；
- (2) 熟悉数字电路实验装置及示波器的使用方法；
- (3) 熟悉集成门电路的工作原理和主要参数；
- (4) 熟悉集成门电路的外型、引脚排列及应用事项。

二、实验设备与器件

- (1) 数字示波器；
- (2) 数字万用表；
- (3) 数字实验台；
- (4) 信号发生器；
- (5) 器件：

74LS00	二输入端四与非门	2片
74LS20	四输入端双与非门	1片
74LS86	二输入端四异或门	1片

三、预习要求

- (1) 复习门电路逻辑功能；
- (2) 熟悉所用集成电路各引脚的用途；
- (3) 了解双踪示波器使用方法。

四、实验内容及实验步骤

检查实验台电源是否正常，选择实验用集成电路。按自己设计好的电路接线，经指导教师检查后方可通电实验。注意，在改动接线时要先断开电源。

(1) 与非门逻辑功能测试

1) 选 74LS20 一只，按图 1 接线。输入端分别接电平开关，输出端接电平显示发光二极管。

2) 将电平开关按表 1 置位，分别测出输出电压值，并将其逻辑状态结果填入表 1 中。

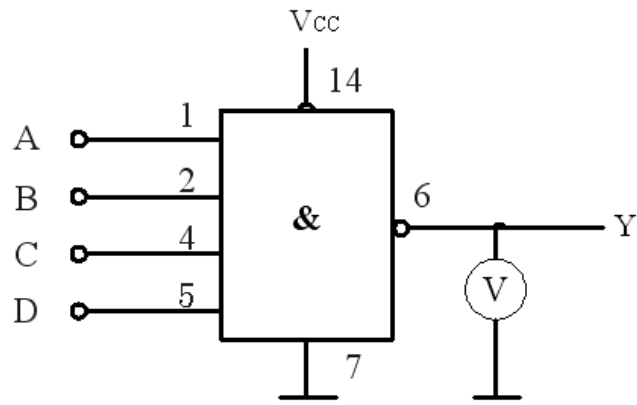


图 1

表 1

输入 (管脚号)				输出	
1	2	4	5	Y	电压 (V)
H	H	H	H		
L	H	H	H		
L	L	H	H		
L	L	L	H		
L	L	L	L		

(2) 异或门逻辑功能测试

1) 选 74LS86 一只, 按图 2 接线。输入端分别接电平开关, 输出端 A, B, Y 接电平显示发光二极管。

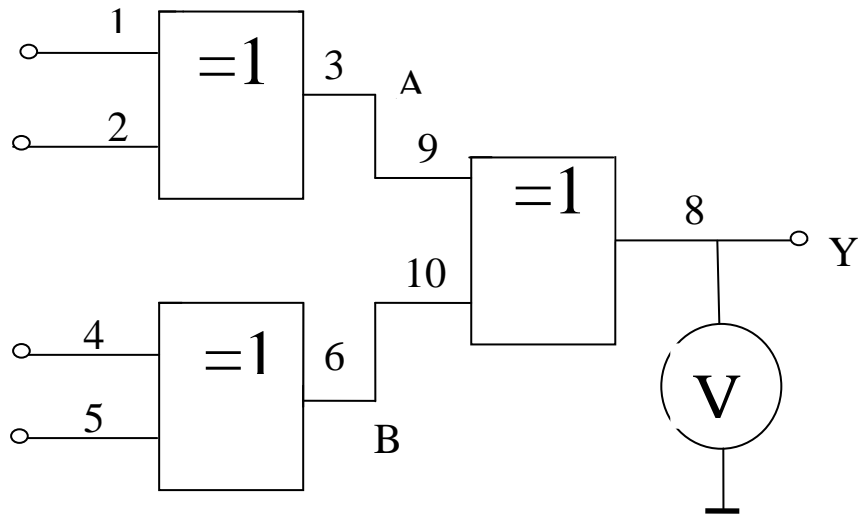


图 2

2) 将电平开关按表 2 置位, 分别测出输出电压值, 并将其逻辑状态填入表 2 中。

表 2

输入 (管脚号)				输出	
1	2	4	5	Y	电压 (V)
H	H	H	H		
L	H	H	H		
L	L	H	H		
L	L	L	H		
L	L	L	L		

(3) 逻辑电路的逻辑关系

(1) 用 74LS00, 按图 3 和 4 接线, 将输入和输出的逻辑关系分别填入表 3 和 4 中。

(2) 写出下面两个电路的逻辑表达式。

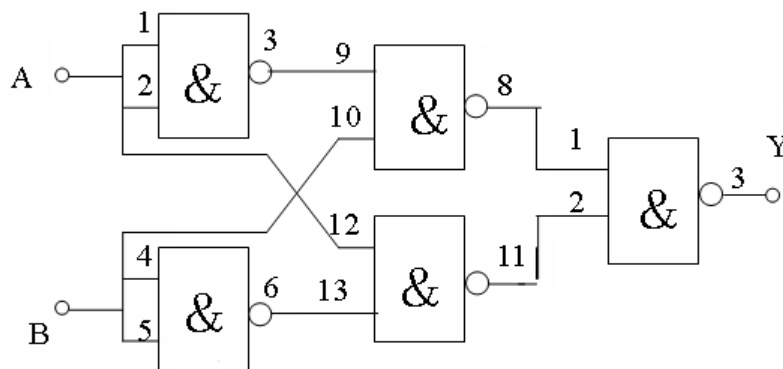


图 3

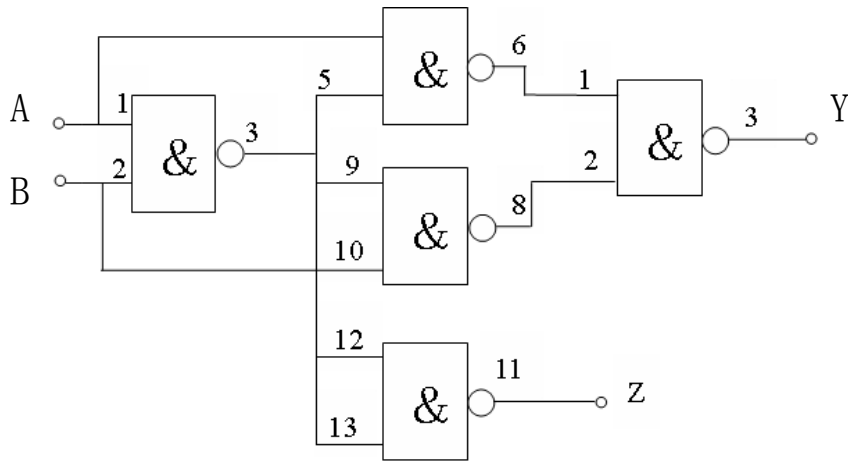


图 4

表 3

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

表 4

输入		输出	
A	B	Y	Z
L	L		
L	H		
H	L		
H	H		

(4) 用与非门实现其它门电路

1) 用与非门组成或门

用 74LS00 组成或门, $F = \overline{\overline{A+B}} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$ 画出电路图, 测试并填表 5。

表 5

输入		输出
A	B	F
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

2) 用与非门组成异或门

用 74LS00 组成异或门，写出表达式，画出电路图，测试并填表 6。

表 6

输入		输出
A	B	F
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

(5) 用与非门控制输出

用一片 74LS00 按图 5 接线，S 接任一电平开关，用示波器观察 S 对输出脉冲的控制作用。

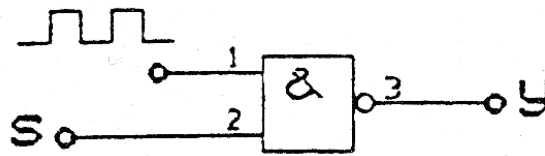


图 5 用与非门控制输出

五、实验报告

(1) 按各步骤填写表格；

(2) 回答问题：

怎样判断门电路逻辑功能是否正常？

实验八 数字电子秒表

一、实验目的

- 1) 掌握 555 时基电路的分析和测试方法。
- 2) 掌握集成计数器的功能测试及应用。
- 3) 掌握译码显示电路的分析测试方法。
- 4) 掌握多谐振荡器，计数器，译码显示等电路的综合应用。
- 5) 学习电子秒表的调试方法。

二、实验仪器

- 1) 双踪数字示波器。
- 2) 数字万用表。
- 3) 数字电路实验台。

三、预习要求

- 1) 复习集成 555 时基电路构成的多谐振荡电路、集成计数电路、译码和显示电路等内容。
- 2) 列出电子秒表单元电路整体框图。
- 3) 设计好测试记录表格。
- 4) 拟出实验步骤。

四、实验内容

在数字实验台上或面包板上设计完成二位数码显示的秒表，要求脉冲源采用 555 定时器构成的多谐振荡器，计数器选用集成计数器，显示选用七段数码管完成；

1) 译码器测试

电路如图 1 所示，将测试结果填入表 1 内。

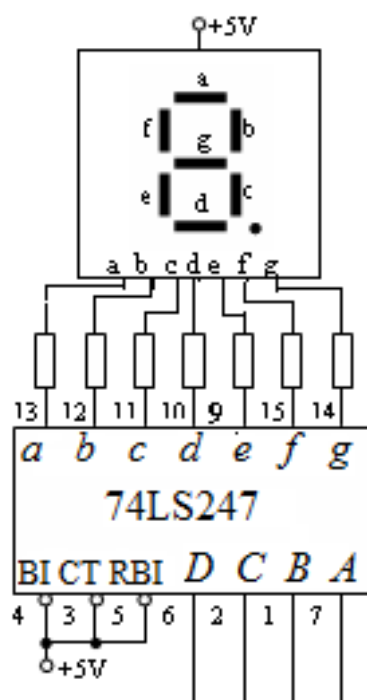


图 1 译码器测试

表 1 74LS247 功能测试表

<i>CT</i>	<i>RBI</i>	<i>BI/RBO</i>	<i>D C B A</i>	<i>a b c d e f g</i>	显示
0	X	1	X X X X		
x	X	0	X X X X		
1	1	1	0 0 0 0		
...		
1	1	1	1 0 0 1		
...		
1	1	1	1 1 1 1		

2) 连上十进制加法计数器 160，电路如图 2 所示，给 2 引脚单脉冲，查看数码管显示结果，自行设计数据表格并记录显示结果。

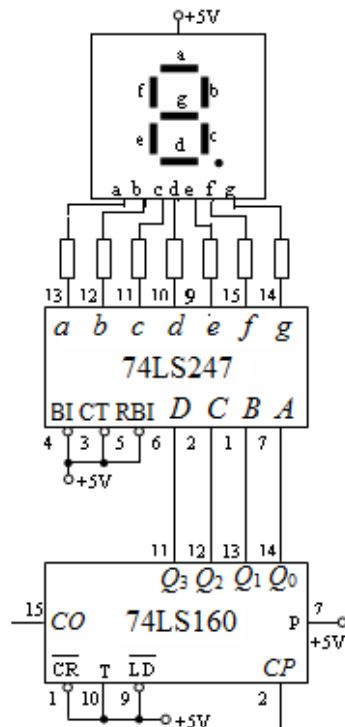


图 2 十进制加法计数器 74LS160

3) 用 74LS160 和 74LS00 组成五进制或六进制等各种进制加法计数器，设计并画出电路。给 CP 端加单脉冲，看数码管显示结果，并记录显示结果。六进制加法计数器参考电路如图 3 所示。自行设计数据表格并记录显示结果。

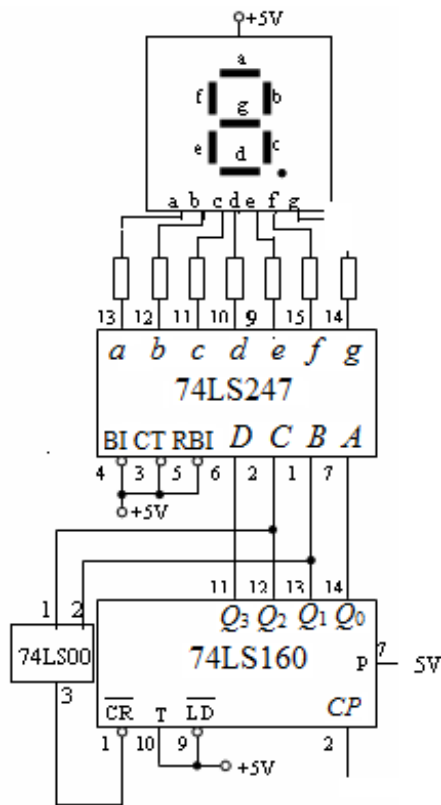


图 3 六进制加法计数器

4) 用 555 定时器组成多谐振荡器，画出实验电路，参考电路如图 4 所示，理论计算输出频率，用示波器观察输出的波形，记录所观察的波形。

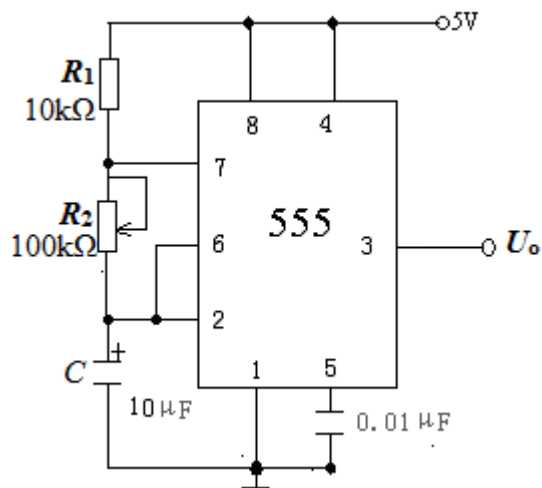


图 4 多谐振荡器

5) 连接两位的电子时钟整机电路，参考电路如图 5 所示，写出调试步骤及实验过程中遇到的困难及解决方法。

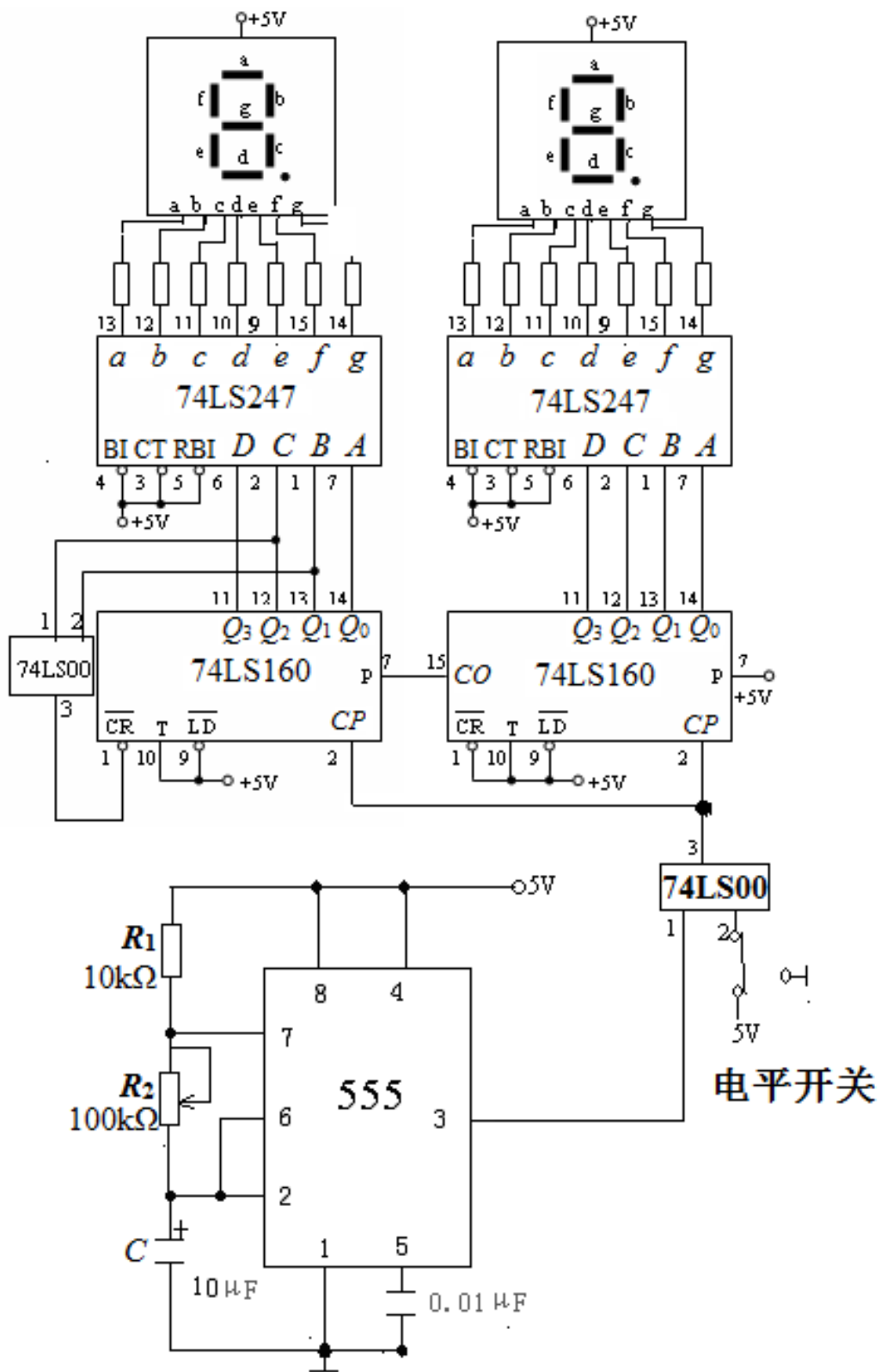
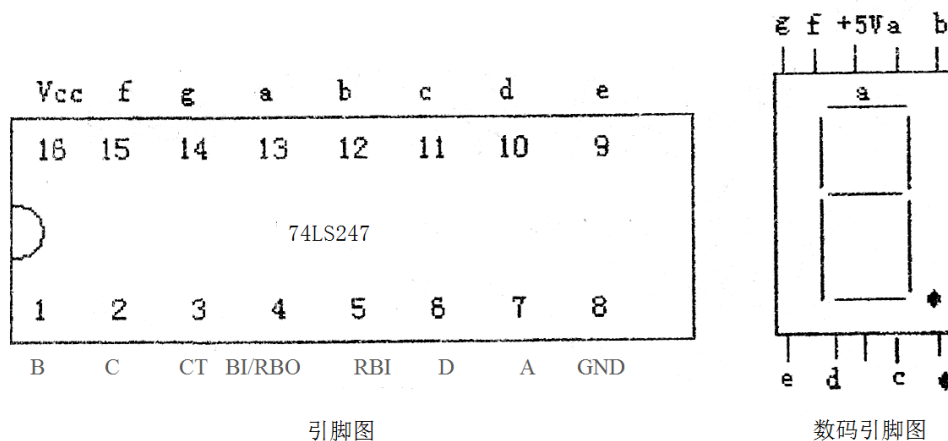


图5 数字电子秒表

五、实验报告

- 1) 简谈有何收获和体会。
- 2) 附 74LS160, 74LS247 引脚图如图 6 所示。



74LS247 功能表:

CT	RBI	BI/RBO	D	C	B	A	abcdefg	显示
0	×	1	×	×	×	×	0000000	测试
×	×	0	×	×	×	×	1111111	全灭
1	1	1	0	0	0	0	0000001	0
1	1	1	1	0	0	1	0000100	9

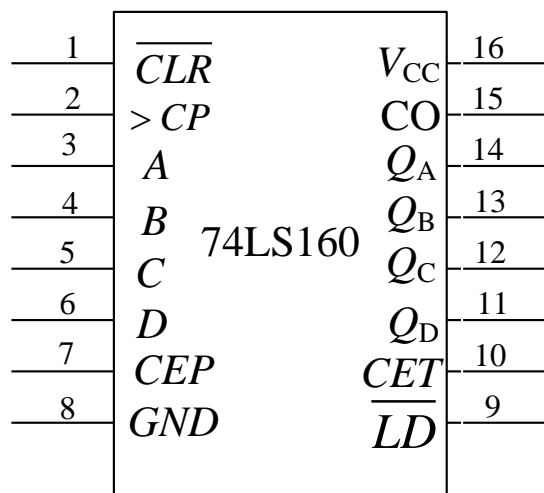
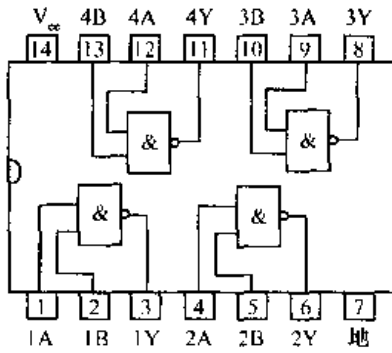
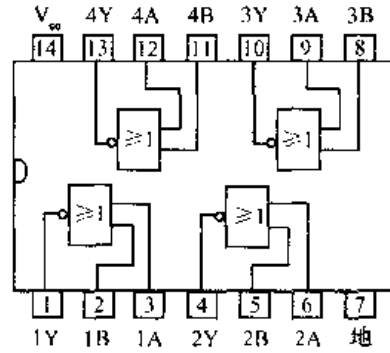


图 6 74LS160 引脚图

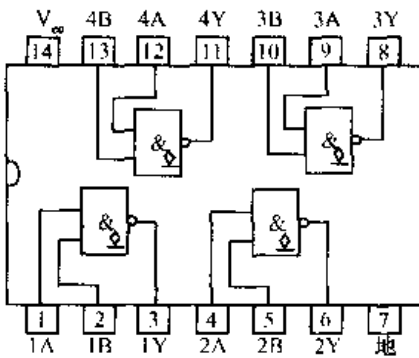
附录 常用半导体集成电路引脚图



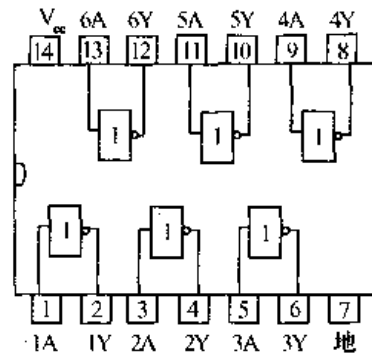
74LS00 (2 输入 4 与非门)



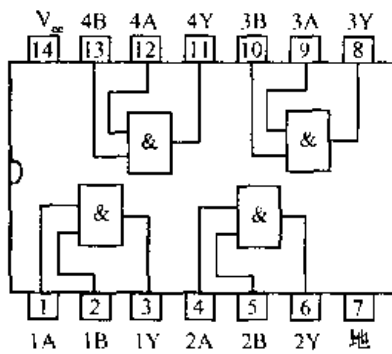
74LS02 (2 输入 4 或非门)



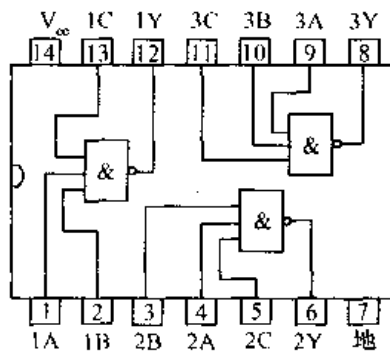
74LS03 (2 输入与非型 4OC 门)



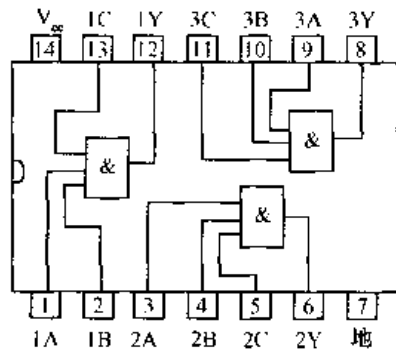
74LS04 (6 反相器)



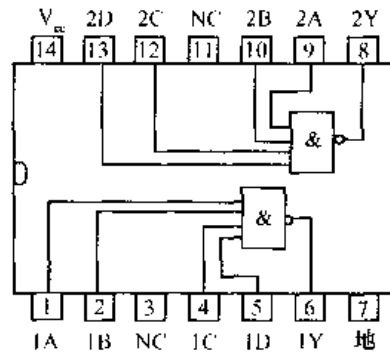
74LS08 (2 输入 4 与门)



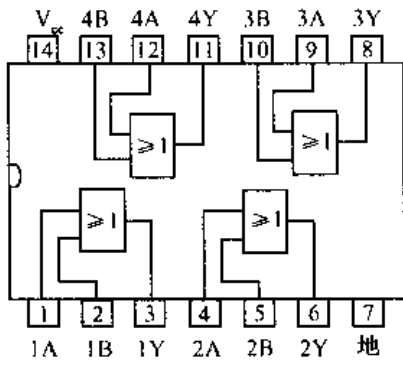
74LS10 (3 输入与 3 非门)



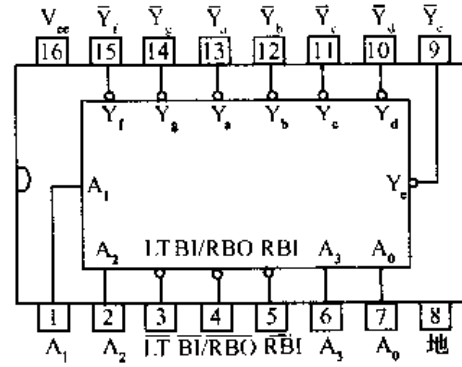
74LS11 (3 输入 3 与门)



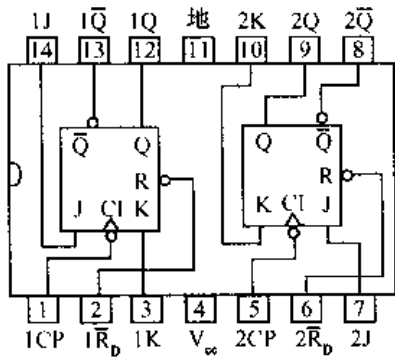
74LS20 (4 输入 2 与非门)



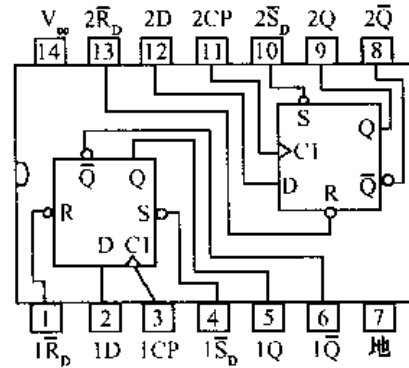
74LS32(2输入4或门)



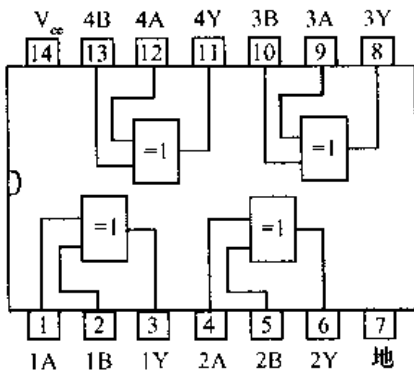
74LS247(BCD—七段译码/驱动器)



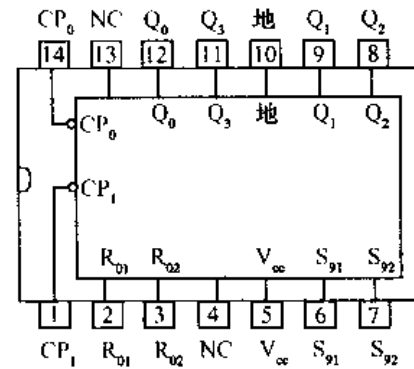
74LS73(双JK触发器)



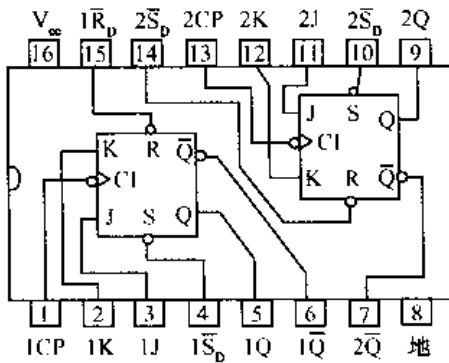
74LS74(双D触发器)



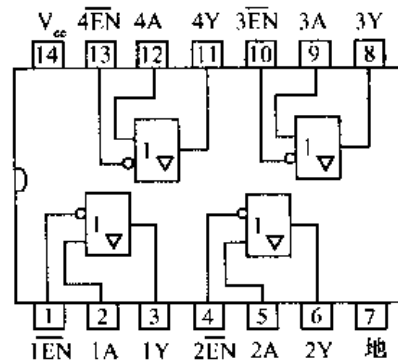
74LS86(4异或门)



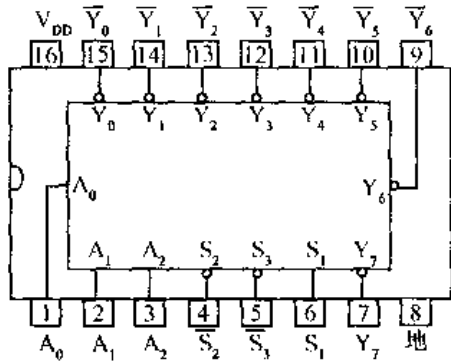
74LS90(异步十进制计数器)



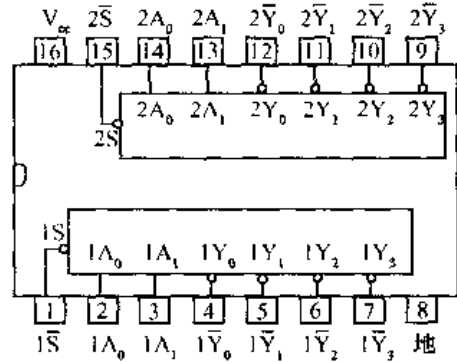
74LS112(双JK触发器)



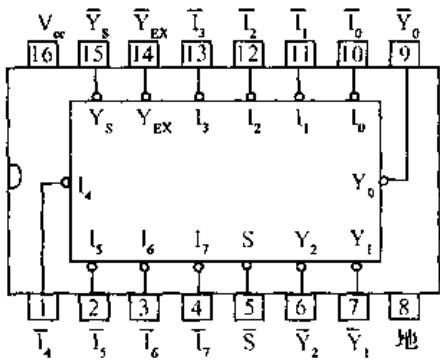
74LS125(4同相3态门)



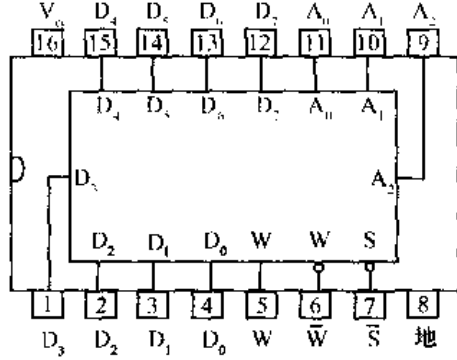
74LS138(3线—8线译码器)



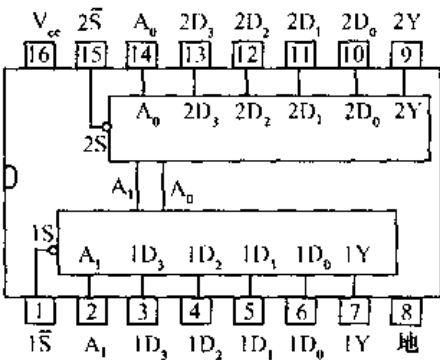
74LS139(双2线—4线译码器)



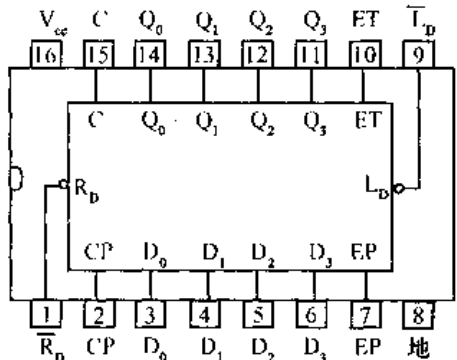
74LS148(8线—3线编码器)



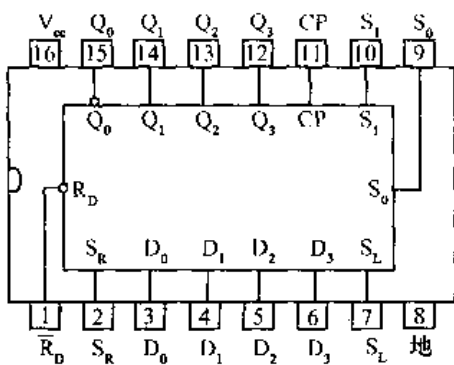
74LS151(8选1数据选择器)



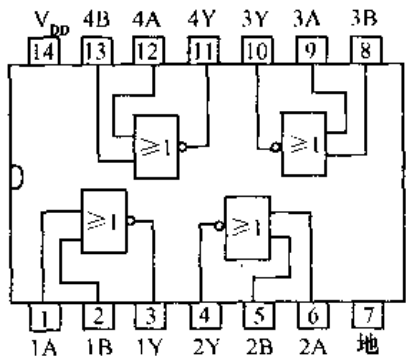
74LS153(双4选1数据选择器)



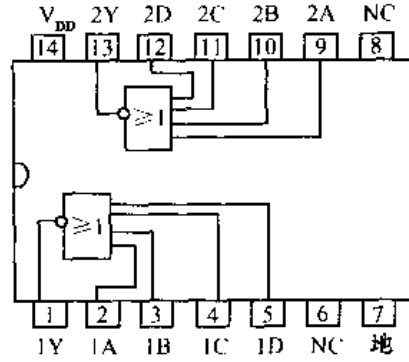
74LS160/74LS161(同步10/16进制计数器)



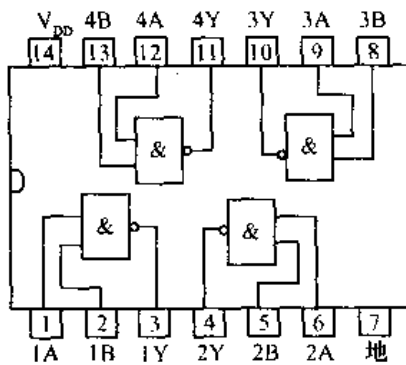
74LS194(双向移位寄存器)



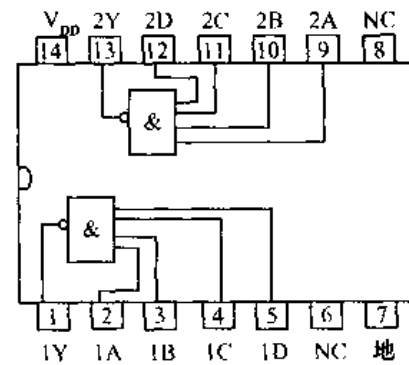
CC4001(2 输入 4 或非门)



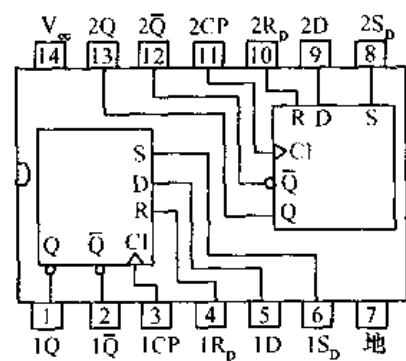
CC4002(4 输入 2 或非门)



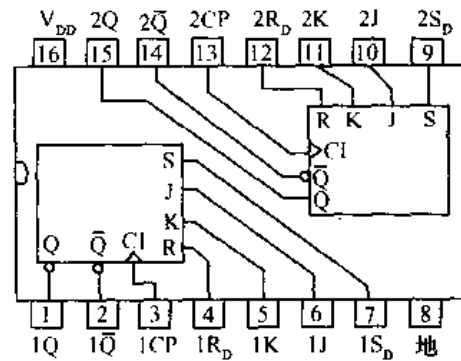
CC4011(2 输入 4 与非门)



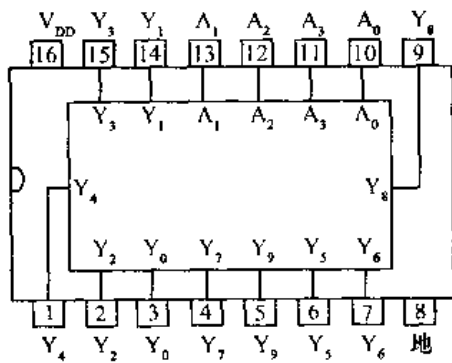
CC4012(4 输入 2 与非门)



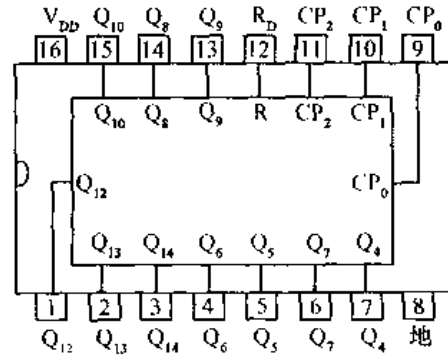
CC4013(双 D 触发器)



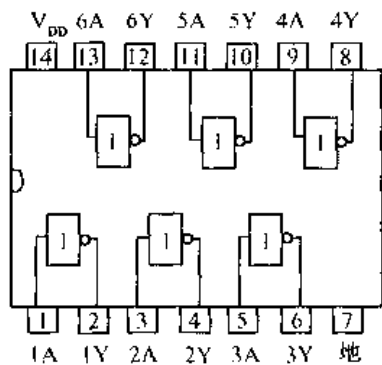
CC4027(双 JK 主从触发器)



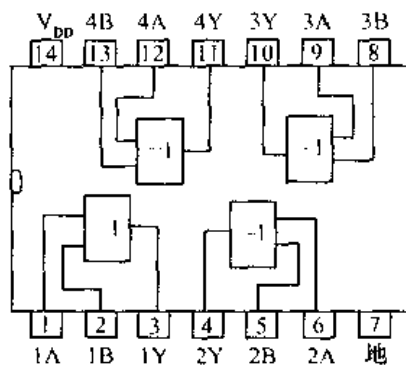
CC4028(BCD—十进制译码器)



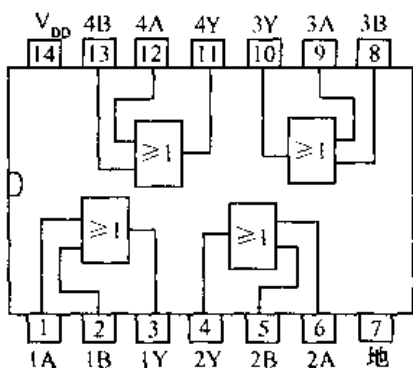
CC4060(14 位串行计数器/振荡器)



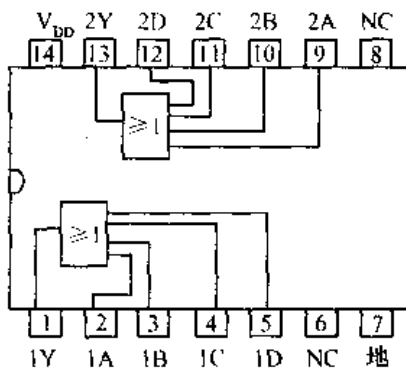
CC4069(6反相器)



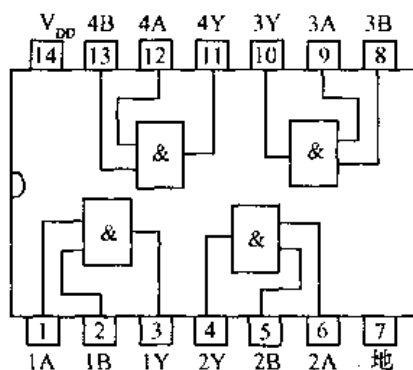
CC4070(4异或门)



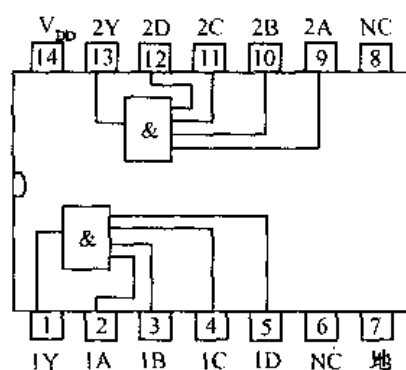
CC4071(2输入4或门)



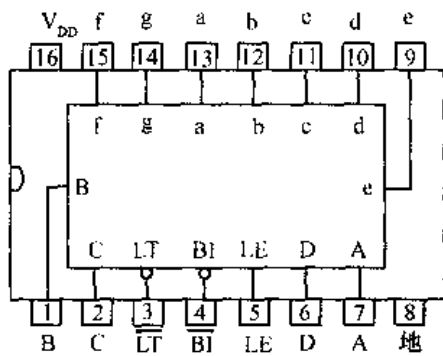
CC4072(4输入2或门)



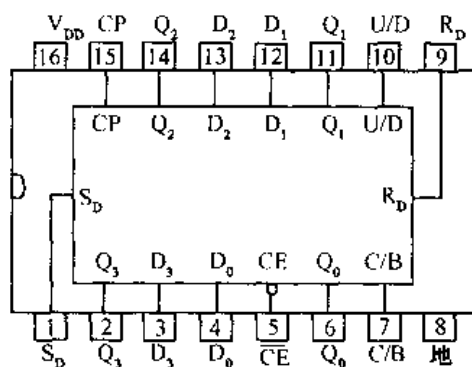
CC4081(2输入4与门)



CC4082(4输入2与门)



CC4511(BCD—七段译码/驱动器)



CC4516(4510)(可逆十六/十进制计数器)