

《电工学（电子技术）》
实 验 指 导 书

张 丹 主 编

电工电子实验中心

2025.10

实验前必读

为保证实验教学的质量与水平，维护实验室仪器设备的完好，保证同学人身安全，希望同学认真阅读以下内容：

一、凡进入实验室进行实验的学生必须严格遵守实验室的各项规章制度；

二、每次实验前，必须认真阅读实验指导书和实验教材，听从指导教师的指导，在了解仪器设备的性能之后，严格按照规程进行操作；

三、严格遵守实验室纪律，爱护仪器设备和实验设施；

四、珍惜实验时间，重视实验技能训练；

五、实验结束后，做好仪器设备和实验器材的整理，经教师验收仪器设备和实验数据后方可离开实验室；

六、提倡严谨科学的实验作风，如实做好实验记录，认真完成实验报告，注意培养分析问题和解决问题的能力；

七、注意人身安全，爱护仪器设备，因不按规定程序操作而造成人身伤害或造成仪器设备损坏者按规定作出严肃处理或赔偿经济损失；

八、实验过程中应保持安静，遵守秩序，维护实验室的清洁整齐。

目录

实验一	常用电子仪器的使用.....	1
实验二	单级放大电路.....	6
实验三	门电路逻辑功能及测试.....	11
实验四	组合逻辑电路.....	17
实验五	数字电子秒表.....	20
附 录	实验视频二维码.....	25

实验一 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

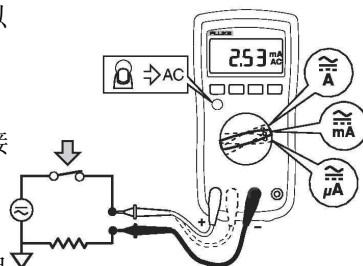
在电子技术实验中，经常使用的电子仪器示波器、信号发生器、万用表、交流毫伏表等，在实验台上，与电子电路相互连接，可以完成对电子电路的各种测试。在实验中要对各种电子仪器进行综合使用，可按照信号的流向，以连线简捷，调节顺手，观察和读数方便的原则合理布局。接线时注意各仪器的公共接地端应连接在一起，称为共地。

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”。

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”来改变自动量程。要退出手动选择只要按住“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

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 $10\text{mHz} \sim 10\text{MHz}$ ，分辨率为 $1\mu\text{Hz}$ ，频率误差 $\leq \pm 5 \times 10^{-5}$ 。

幅度范围为 $2\text{mV} \sim 20\text{V}_{\text{p-p}}$ （高阻）、 $1\text{mV} \sim 10\text{V}_{\text{p-p}}$ （ 50Ω ），最高分辨率为 $2\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ （高阻）、 $1\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ （ 50Ω ）。

其中 $V_{\text{p-p}}$ 表示为电压的峰-峰值。

例如，设置输出“ $20\text{mV}_{\text{p-p}}$ ， 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“ $20\text{mV}_{\text{p-p}}$ ”；
- 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“ $f=1\text{kHz}$ ， $50\text{mV}_{\text{p-p}}$ ”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

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，详悉情况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、实验思考题

1. 整理测试数据，画出用示波器观察到的实验波形；
2. 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。

实验二 单级放大电路

一、 实验目的

1. 熟悉电子元件和实验台模拟电路装置。
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 Q 点、放大倍数 A_v 、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

1. 数字示波器。
2. 数字万用表。
3. 信号发生器。

三、 预习要求

1. 单级放大电路的工作原理。
2. 放大器动态及静态测量方法。

四、 实验内容及实验步骤

1. 电路原理图,如图 2-1 所示。

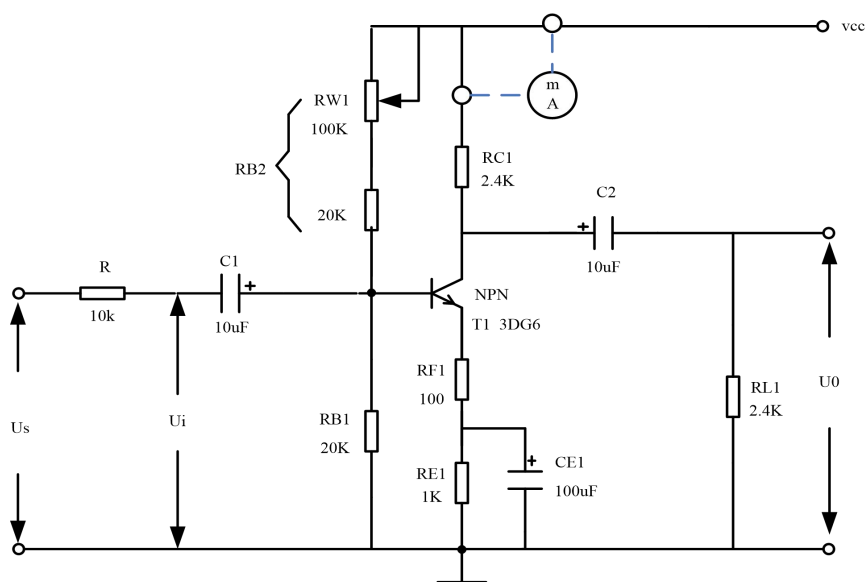


图 2-1 单级放大电路

2. 静态调试

- a) 用万用表判断三极管好坏。
- b) 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_{W1} 使 $V_E = 2.2V$ ，测量 V_{BE} 、 V_{CE} 和 R_{B2} 的值，并填入表 2.1。

表 2.1

V_{BEQ} (V)	V_{CEQ} (V)	R_{B2} (K Ω)

- c) 改变电位器 R_{W1} 的值，使 $V_E = 2.2V$ ，记录 I_C 值，测量三极管 T1 的基极电压 V_B 、基极电阻 R_{B2} 和 R_{B1} 的值并填入表 2.2，计算三极管 T1 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，电流 I_B 的计算方法：

表 2.2 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 2.2

I_C (mA)	V_B (V)	R_{B2} (K Ω)	R_{B1} (K Ω)	I_B (mA)	β

3. 动态调试

(1) 调节信号发生器，输出一个频率为 $f=1\text{KHZ}$ 、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 2.3 中。

(2) 保持 U_i 频率为 $f=1\text{KHZ}$ 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 2.3。

表 2.3

实测值		实测计算值	理论计算值
$U_i(\text{mV})$	$U_o(\text{V})$	A_v	A_v
$50\text{mV}_{\text{P-P}}$			

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 2.3 中需要注明是峰-峰值 ($V_{\text{P-P}}$) 还是有效值 (V_{RMS})。

(3)保持 $U_i=50\text{ mV}$ ， $f=1\text{kHz}$ ，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 2.4。

表 2.4

给定参数		实测值		实测计算值	理论计算值
R_{C1}	R_{L1}	$U_i(\text{mV})/$ V_{P-P}	$U_o(\text{V})/$ V_{P-P}	A_v	A_v
2.4k	2.4K	50mV _{P-P}			
2.4k	10K	50mV _{P-P}			

(4)保持 $U_i=50\text{ mV}$ ， $f=1\text{kHz}$ ，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 2.5。（选做）

表 2.5

R_{W1}	$U_B(\text{V})$	$U_C(\text{V})$	$U_E(\text{V})$	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。

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. 总结试验过程中存在的问题及解决的方法；

实验三 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。

二. 实验仪器及器件

1. 数字实验台；数字万用表；数字示波器
2. 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

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 5-1 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 5-1 置位，分别测出输出电压值，并将其逻辑状态结果填入表 5-1 中。

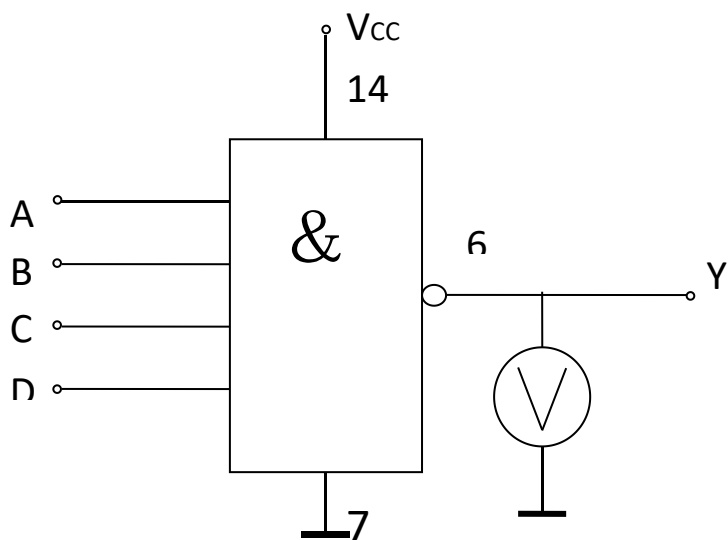


图 5-1

表 5-1

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 5-2 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。

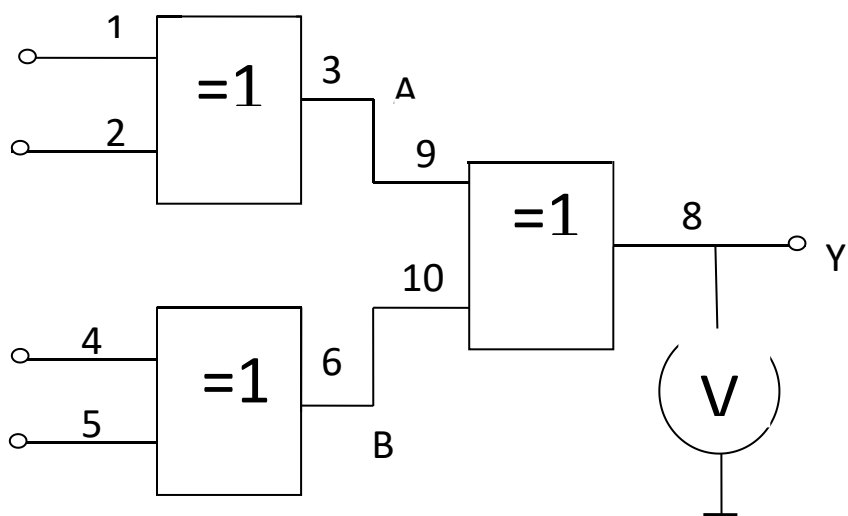


图 5-2

(2) 将电平开关按表 5-2 置位, 分别测出输出电压值, 并将其逻辑状态填入表 1-2 中。

表 5-2

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 5-3 和 5-4 接线, 将输入和输出的逻辑关系分别填入表 5-3 和 5-4 中。

(2) 写出上面两个电路的逻辑表达式。

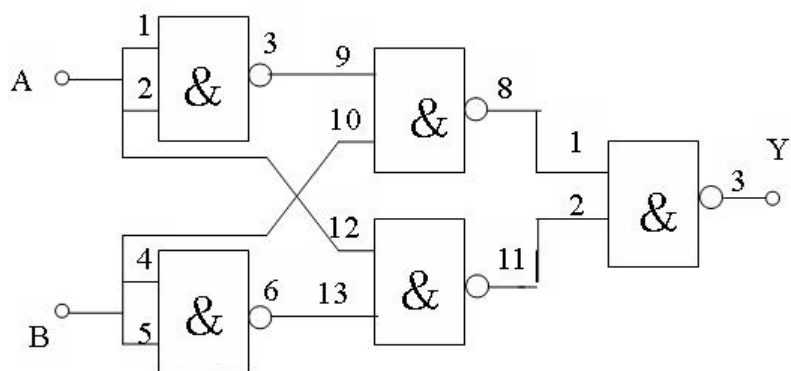


图 5-3

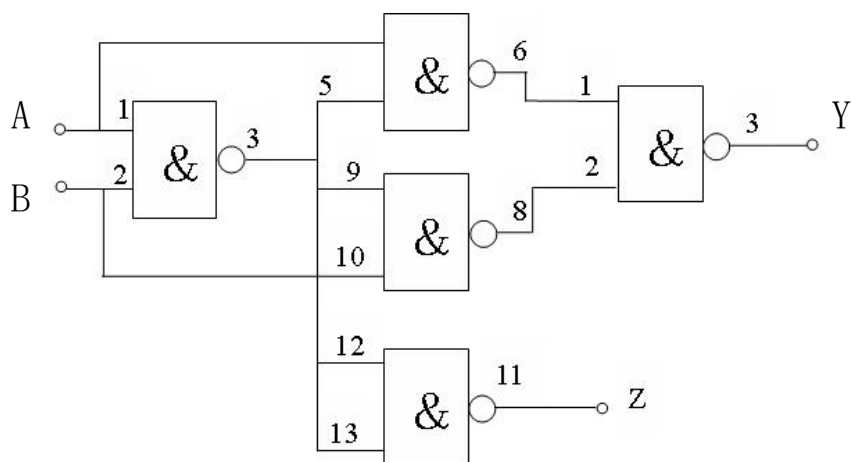


图 5-4

表 5-3

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

表 5-4

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

$F = \overline{\overline{A + B}} = \overline{\overline{A} \bullet \overline{B}}$ 画出电路图，测试并填表 5-5。

表 5-5

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 5-6。

表 5-6

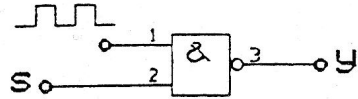
输入		输出
A	B	F
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

5. 利用与非门控制输出。

用一片 74LS00 按图 1.6 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。



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？

实验四 组合逻辑电路

实验目的

1. 掌握组合逻辑电路的功能测试。
2. 验证半加器和全加器的逻辑功能。
3. 学会二进制数的运算规律。

实验仪器及材料

器件

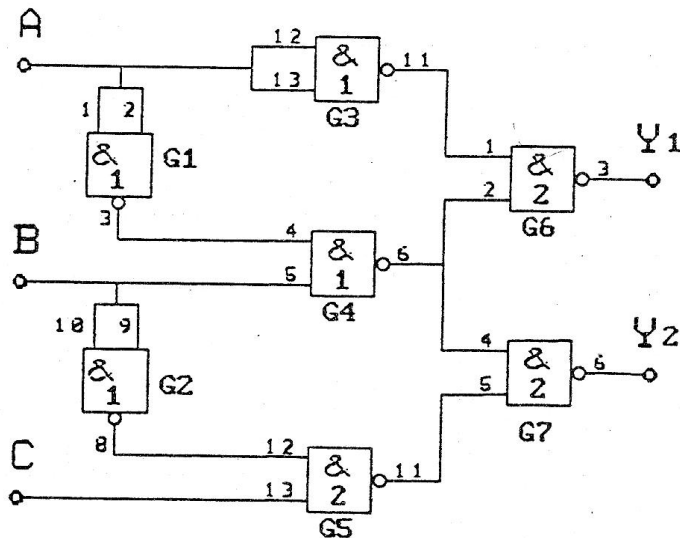
74LS00	二输入端四与非门	3 片
74LS86	二输入端四异或门	1 片
74LS54	四组输入与或非门	1 片

预习要求

1. 预习组合逻辑电路的分析方法。
2. 预习用与非门和异或门构成的半加器、全加器的工作原理。
3. 预习二进制数的运算。

实验内容

1. 组合逻辑电路功能测试。



(1). 用 2 片 74LS00 组成图 6.1 所示逻辑电路。为便于接线和检查,在图中要注明芯片编号及各引脚对应的编号。

(2). 图中 A、B、C 接电平开关,Y1,Y2 接发光管电平显示。

(3). 按表 6.1 要求,改变 A、B、C 的状态填表并写出 Y1,Y2 逻辑表达式。

(4). 将运算结果与实验比较。

表 6.1

输入			输出	
A	B	C	Y ₁	Y ₂
0	0	0		
0	0	1		
0	1	1		
1	1	1		
1	1	0		
1	0	0		
1	0	1		
0	1	0		

2. 测试用异或门(74LS86)和与非门组成的半加器的逻辑功能。

根据半加器的逻辑表达式可知,半加器 Y 是 A、B 的异或,而进位 Z 是 A、B 相与,故半加器可用一个集成异或门和二一个与非门组成如图 6.2。

(1). 在学习机上用异或门和与门接成以上电路。A、B 接电平开关 S,Y、Z 接电平显示。

(2). 按表 6.2 要求改变 A、B 状态,填表。

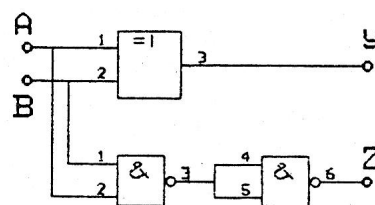


图 6.2

表 6.2

输入端	A	0	1	0	1
	B	0	0	1	1
输出端	Y				
	Z				

3. 测试用异或、与或非和非门组成的全加器的逻辑功能。

全加器可以用两个半加器和两个与门一个或门组成。在实验中,常用一块双异或门、一个与或非门和一个与非门实现。

- (1). 画出用异或门、与或非门和非门实现全加器的逻辑电路图,写出逻辑表达式。
- (2). 找出异或门、与或非门和与门器件按自己画出的图接线。接线时注意与或非门中不用的与门输入端接地。
- (3). 当输入端 A_i 、 B_i 及 C_{i-1} 为下列情况时,用万用表测量 S_i 和 C_i 的电位并将其转为逻辑状态填入下表。

表6.3

A_i	B_i	C_{i-1}	C_i	S_i
0	0	0		
0	1	0		
1	0	0		
1	1	0		
0	0	1		
0	1	1		
1	0	1		
1	1	1		

输入端	A_i	0	0	0	0	1	1	1	1
	B_i	0	0	1	1	0	0	1	1
	C_{i-1}	0	1	0	1	0	1	0	1
输出端	S_i								
	C_i								

五、实验报告

1. 整理实验数据、图表并对实验结果进行分析讨论。
2. 总结组合逻辑电路的分析方法。

实验五 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. 数字学习实验台

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、实验内容及要求

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 8-1 所示，当译码器 74LS247 的 DCBA 分别是 0101, 1001, 0011 等，显示器显示数据填入表 7-1

2. 连上十进制加法计数器 160，电路如图 7-2 所示，给 2 管脚单脉冲，看数码管显示结果，并记录显示结果。
3. 用 160 和 74LS00 组成 5 进制或 6 进制等各种进制加法计数器，设计并画出电路。给 2 管脚单脉冲，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 7-3 所示。

表 7-1

D	C	B	A	显示
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	1	
0	1	0	1	
0	1	1	1	
1	0	0	1	

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。
5. 连接两位的电子表整机电路，参考电路如图 7-5，写出调试步骤及实验过程遇到的困难及解决方法。
6. 简谈有何收获和体会。

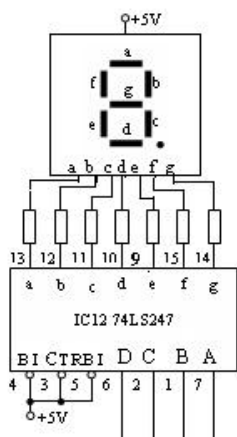


图 7-1 译码器测试

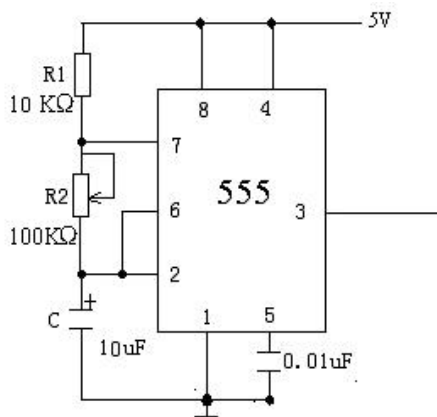


图 7-4 多谐振荡器

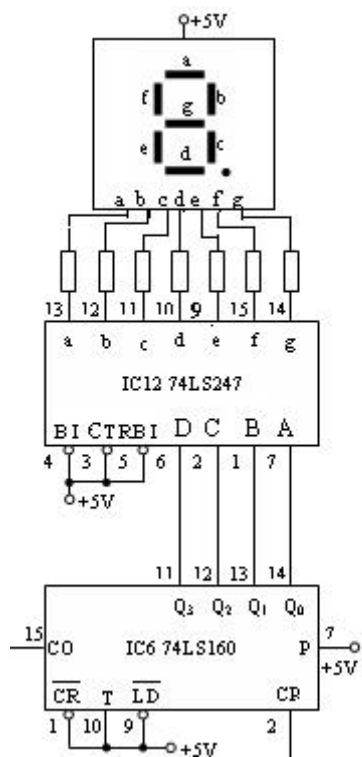


图 7-2 计数器

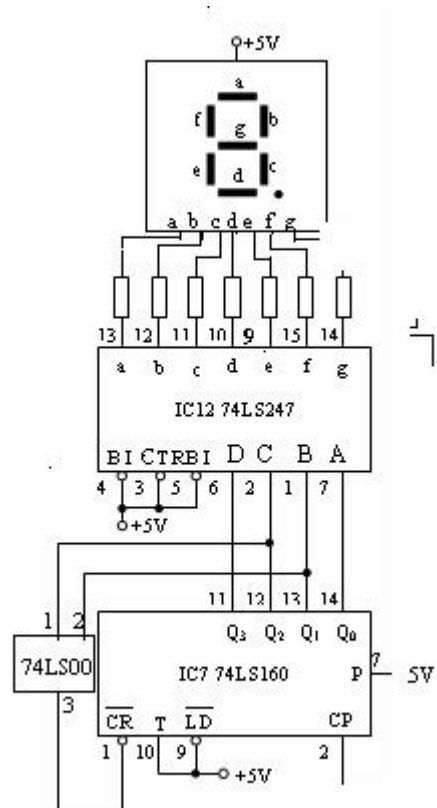


图 7-3 六进制加法计数器

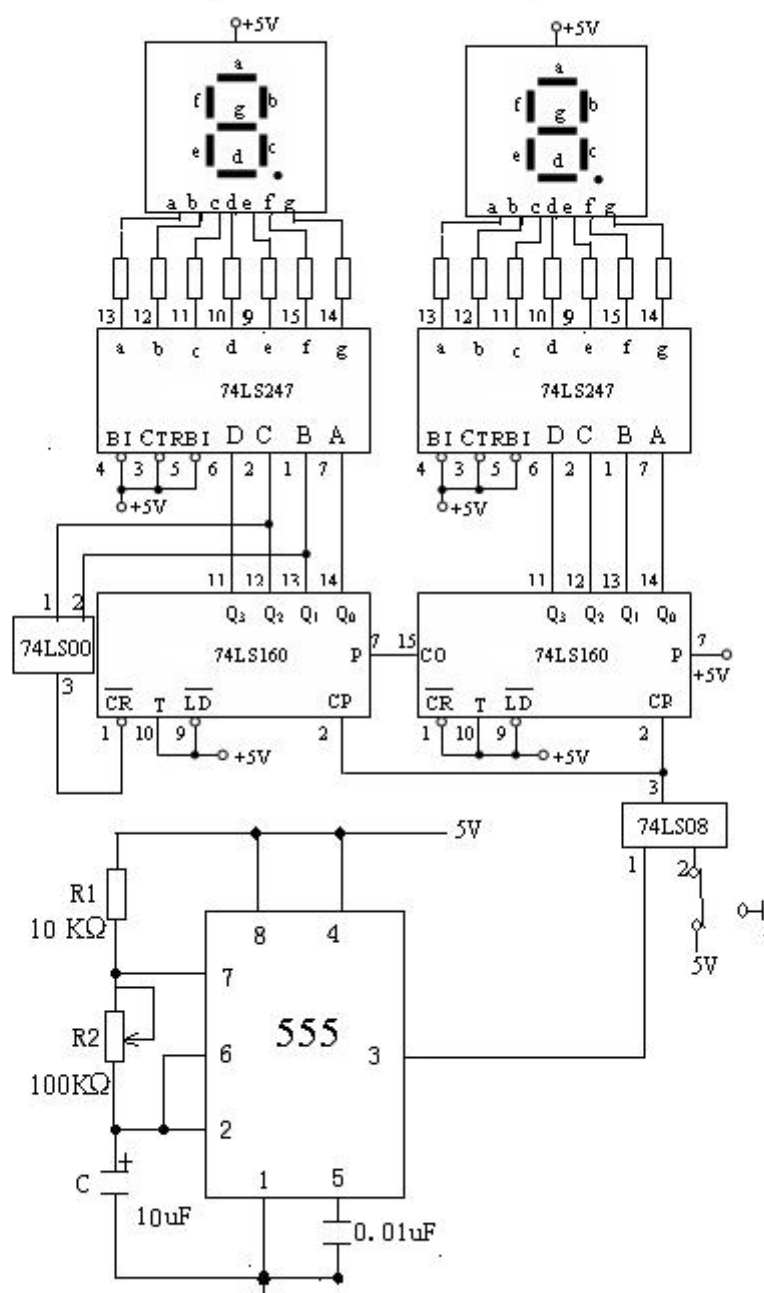
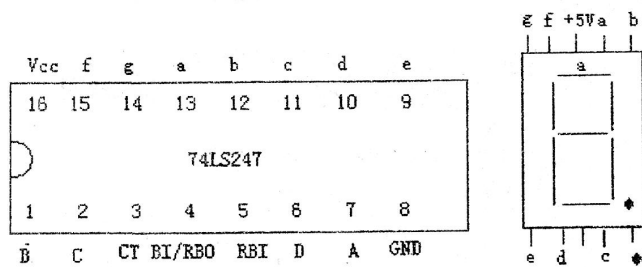


图 7-5 整机电路

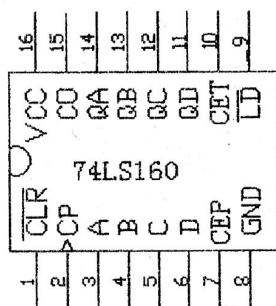
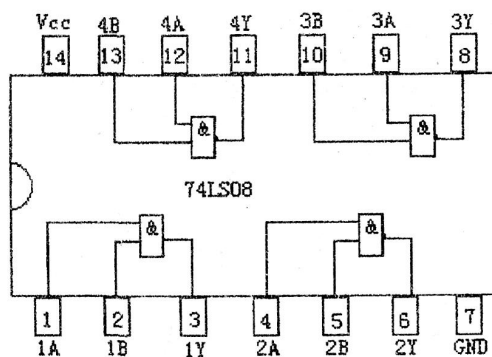


74LS247 管脚图

数码管脚图

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



附图 74LS08 与 74LS160 的管脚图

附录：实验视频

一、常用电子仪器的使用

常用电子仪器使用.mp4



二、单级放大电路

单级放大电路.mp4

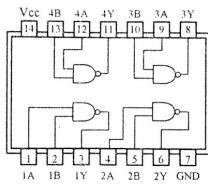


二、门电路逻辑功能与测试

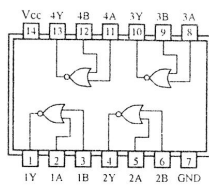
门电路逻辑功能与测试.mp4



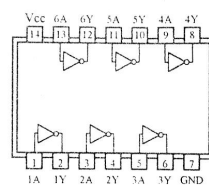
常用数字集成电路引脚图



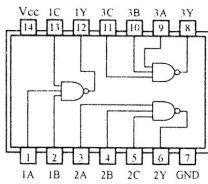
74LS00



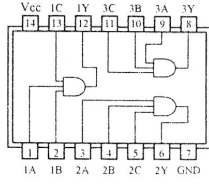
74LS02



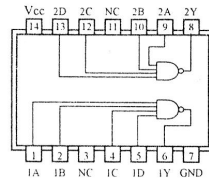
74LS04



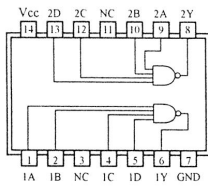
74LS10



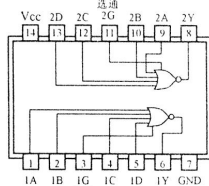
74LS11



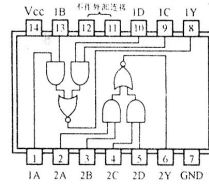
74LS20



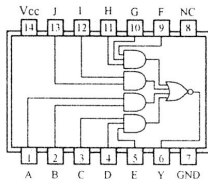
74LS22



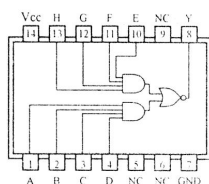
74LS25



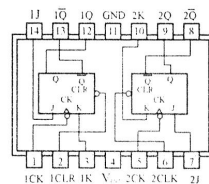
74LS51



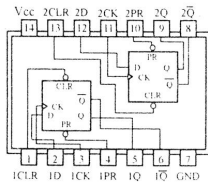
74LS54



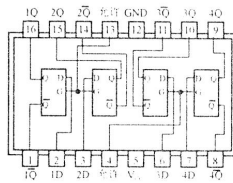
74LS55



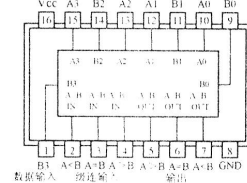
74LS73



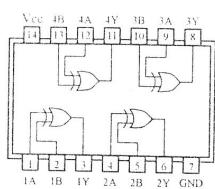
74LS74



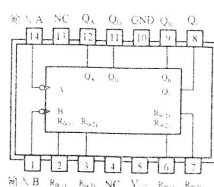
74LS75



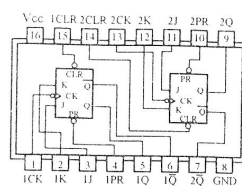
74LS85



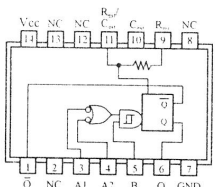
74LS86



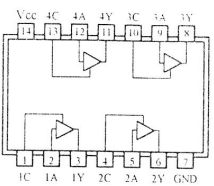
74LS90



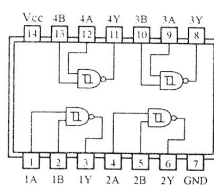
74LS112



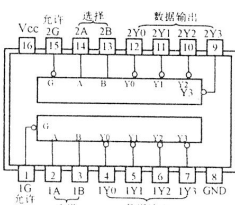
74LS121



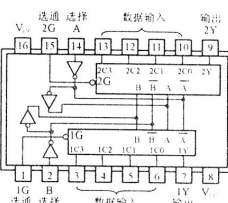
74LS126



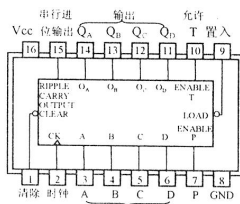
74LS132



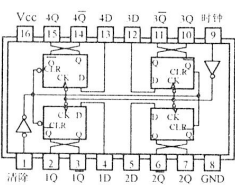
74LS139



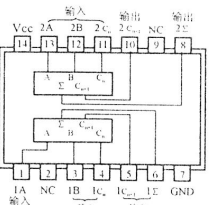
74LS153



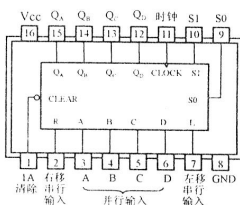
74LS160 74LS161



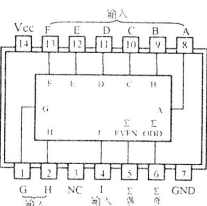
74LS175



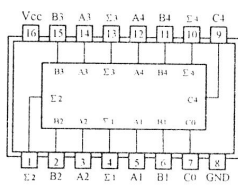
74LS183



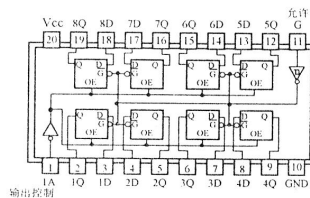
74LS194



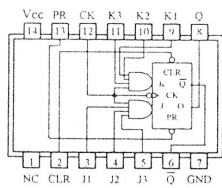
74LS280



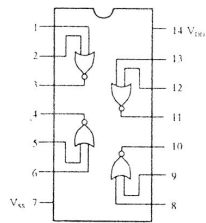
74LS283



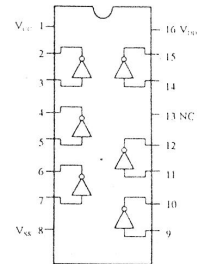
74LS373



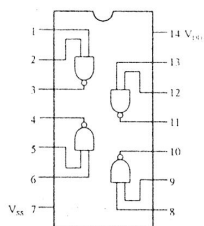
74H72



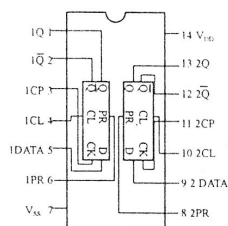
CD4001B



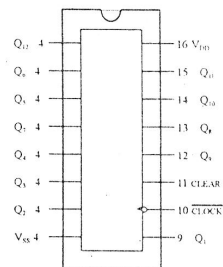
CD4009B



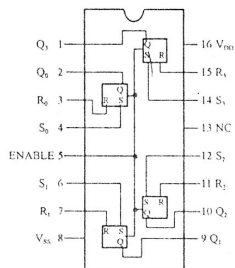
CD4011B



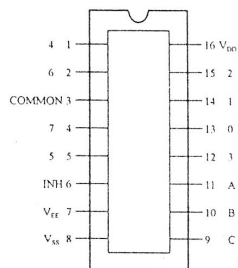
CD4013B



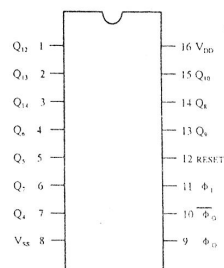
CD 4040B



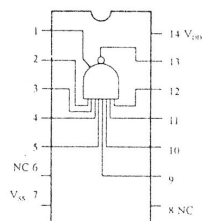
CD4043



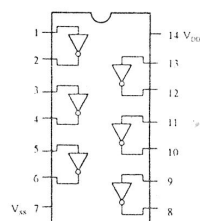
CD4051B



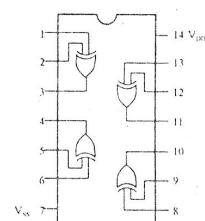
CD4060B



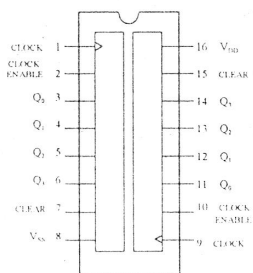
CD4068B



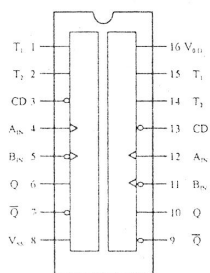
CD4069B



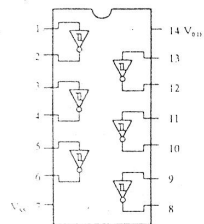
CD4070B



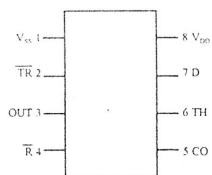
CD4520B



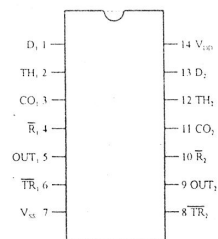
CD4528B



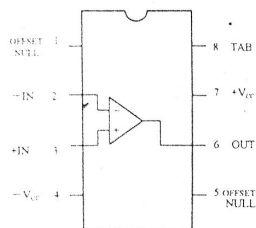
CD40106B



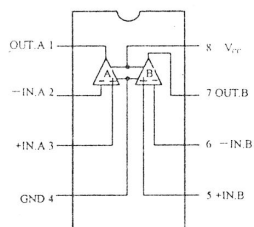
NE555



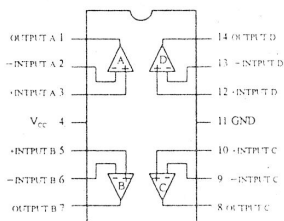
NE556



CA3140



LM358



LM324