

《电工与电子技术》

实验指导书

电子信息与电气技术实验中心

2014年10月

第 12 章 电工电子技术实验

12.1 实验一 直流电路实验

一、实验目的

1. 通过实验进一步了解电路中电位和电压的概念；
2. 掌握测量电路中各点电位的方法；
3. 验证基尔霍夫电压定律。

二、实验设备

设备名称	型号规格	数量	备注
直流稳压电源			
交流电压表			
交流电流表			
直流电压表			
直流电流表			
直流电路实验板			

三、实验原理

1. 在电路中任意选定一点为参考点，令参考点的电位为零，电路中其他各点的电位就是各点与参考点间的电压。参考点不同，各点的电位也不同（电位的相对性）。

电路中任意两点间的电压等于该两点间的电位差，电压与参考点的选择无关（电压的单值性）。

2. 基尔霍夫电压定律指出，在任何时刻，沿电路中任一闭合回路绕行一周，各段电压的代数和恒为零，即 $\sum U=0$ ，它说明了电路中各段电压的约束关系，并与电路中元件的性质无关。

四、实验步骤

（一）认识实验

1. 测量交流电压

用交流电压表测量三相电源的 3 个线电压及 3 个相电压，并记录于表 12.1.1 中。

表 12.1.1 交流电压测量数据

$U_{AB}(V)$	$U_{BC}(V)$	$U_{CA}(V)$	$U_{AN}(V)$	$U_{BN}(V)$	$U_{CN}(V)$

2. 测量直流电压

用直流电压表测量直流稳压电源的输出电压值，并记录于表 12.1.2 中。

表 12.1.2 直流电压测量数据

直流稳压电源	3V	5V	10V	15V	12V
实际测量值					

(二) 电位的测量及验证基尔霍夫电压定律

1. 测量电位

(1) 将直流电路板上的开关 S_1 、 S_2 置于短路状态， S_3 置于接入电阻状态（向上拨）。电路中电源采用稳压电源中的 A 组和 B 组，分别调节电源输出电压，并用直流电压表测量，使其输出 A 组为 $U_{S1}=12V$ ，B 组为 $U_{S2}=15V$ 。

(2) 按如图 12.1.1 所示的电路接线，注意电流表量程和极性的选择。将 S_1 、 S_2 置向电源输入端，读取电流值并记录。

(3) 在电路中选定 e 点为参考点，令其电位为 0，将直流电压表置于电压挡（V）的适当量程，“-”端接参考点，“+”端接被测点，测该点的电位值，注意此时电位的正负，并记录于表 12.1.3 中。

(4) 在电路中选定 f 点为参考点，重测各点的电位并记录于表 12.1.3 中。

(5) 测等电位点：将直流电压表的测试棒接至 a 与 g 之间。旋转电位器，使直流电压表 1V 挡上的指示为零（注意量程切换），则 a 与 g 两点为等电位点。

(6) 关闭稳压电源，将 a、g 两点用导线短接，再接通电源，注意电流表读数有无变化，并以 f 点为参考点，重测各点电位，记录于表 12.1.3 中。

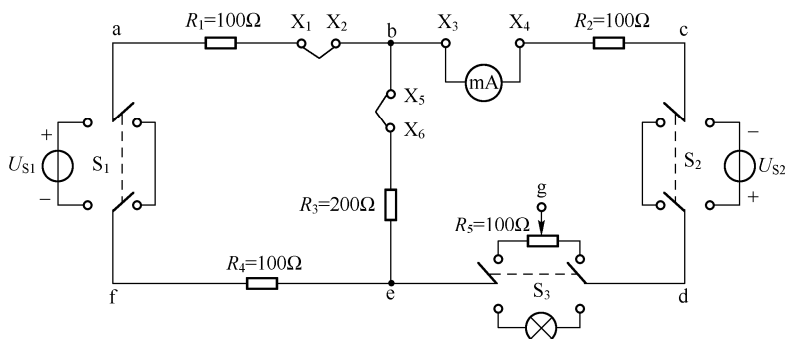


图 12.1.1 直流电路实验的电路图

表 12.1.3 电位测量数据

参 考 点	电 流 (mA)	电 位 (V)					
	I	V_a	V_b	V_c	V_d	V_e	V_f
e 点							
f 点							
f 点 (a、g 等电位) (a、g 等电位后短接)							

2. 验证基尔霍夫电压定律 (KVL)

电路如图 12.1.1 所示，其中 $U_{S1}=12V$ ， $U_{S2}=15V$ 。取两个验证回路：回路 1 为 abefa，回路 2 为 bcdeb。用直流电压表分别测量两个回路中各支路的电压，将测量结果记录于表 12.1.4 中。参考方向可选顺时针方向，在测量过程中应注意直流电压表取值的正与负。

表 12.1.4 KVL 测量数据

	U_{ab}	U_{bc}	U_{ef}	U_{fa}	回路 1 $\sum U$	U_{bc}	U_{cd}	U_{de}	U_{cb}	回路 2 $\sum U$
计算值										
测量值										

五、预习要求

1. 复习电位、电压和等电位的概念及基尔霍夫电压定律；
2. 计算数据表格中各待测数值（计算值），以供实验时选择直流电流表、直流电压表的极性。

六、总结要求

1. 根据表 12.1.3 的测量数据，说明在电路中选择不同参考点对各点的电位有无影响，并验证电位的相对性；
2. 根据表 12.1.3 的实验数据，说明电路中等电位点的特点；
3. 利用表 12.1.4 的测量结果，验证基尔霍夫电压定律；
4. 写出实验收获和存在的问题。

12.2 实验二 交流串联电路实验

一、实验目的

1. 加深对交流感性电路和交流容性电路特性的理解；
2. 学习使用功率因数表法与电压表法测定电压与电流的相位差。

二、实验设备

设备名称	型号规格	数量	备注
单相调压器			
单相功率因数表			
交流电压表			
交流电流表			
电容箱			
电感线圈			
固定电阻			
滑线变阻器			

三、实验步骤

(一) RC 串联电路

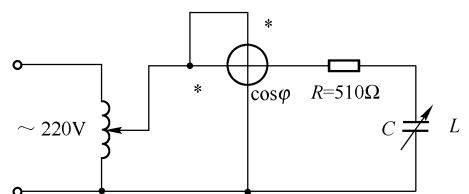


图 12.2.1 RC 串联电路

- 按如图 12.2.1 所示的电路接线。调压器输出电压调至 100V，电容箱电容 C 取 $4\mu\text{F}$ ，电阻 R 为 510Ω 固定电阻。依照数据表 12.2.1 测量各值并记录于表中。
- 将步骤 1 中电容取值改为 $10\mu\text{F}$ ，其余参数均不变，重复步骤 1 的测试，并记录于表 12.2.1 中。

(二) RL 串联电路

- 将图 12.2.1 中电容换为 3000 匝、0.52H 的空心电感线圈，重复上述步骤 1 的测试，并记录于表 12.2.1 中。
- 将步骤 1 中的电感线圈插入铁心，重复步骤 1 的测试，并记录于表 12.2.1 中。

表 12.2.1 RC、RL 串联电路测量数据

电路		$U(\text{V})$	$U_R(\text{V})$	$U_L(\text{V})$	$U_C(\text{V})$	$\cos\varphi$	
						测量值	计算值
RC 串联	$C=4\mu\text{F}$						
	$C=10\mu\text{F}$						
RL 串联	空心线圈						
	铁心线圈						

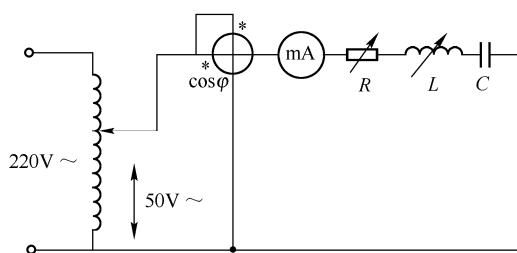


图 12.2.2 RLC 串联电路

(三) RLC 串联电路

- 按如图 12.2.2 所示的电路接线。调压器输出电压调至 100V，电容箱电容 C 取 $7\mu\text{F}$ ，电阻 R 为 110Ω 滑线变阻器。
- 在线圈无铁心的情况下，依照数据表 12.2.2 测量各值，并记录于表中。
- 在空心电感线圈中逐渐插入铁心，观察在铁心插入过程中电路电流及各电压的变化规律，并将电路产生谐振时的电流及各电压记录于表 12.2.2 中(应特别注意接近串联谐振时，电路具有哪些特点)。

表 12.2.2 RLC 串联电路测量数据

电路		$U(\text{V})$	$U_C(\text{V})$	$U_R(\text{V})$	$U_L(\text{V})$	$I(\text{mA})$	$\cos\varphi$
RLC 串联	空心线圈						
	线圈插入铁心谐振						

四、预习要求

1. 熟悉 RL、RC 和 RLC 串联电路的电压相位关系，画出相量图；
2. 复习电路串联谐振时的特点。

五、实验总结

1. 根据实验测量数据作出各串联电路的电压相量图，并得出相应结论；
2. 根据步骤（二），分析线圈在有铁心和无铁心两种情况下各电压变化的原因；
3. 根据步骤（三），说明 RLC 串联电路谐振时的特点；
4. 写出心得、收获及存在的问题。

12.3 实验三 日光灯电路

一、实验目的

1. 掌握日光灯线路的连接；
2. 了解日光灯电路中灯管和镇流器的电压分配及其相量关系；
3. 了解改善电路功率因数的方法。

二、实验设备

设备名称	型号与规格	数量	备注
交流电压表			
交流电流表			
单相功率表			
单相功率因数表			
日光灯实验板			
电容箱			
电流插座			
电流插头			

三、实验原理

1. 日光灯电路由灯管 R、镇流器 L_r 和启辉器 S 组成，电路如图 12.3.1 所示，其工作原理如下：当接通 220V 交流电源时，电源电压通过镇流器施加在启辉器的两电极上，使极间气体导电，可动电极（双金属片）与固定电极接触。由于两电极接触不再产生热量，双金属片冷却复原，使电路突然断开，此时镇流器产生一较高的自感电势，经回路施加在灯管两端，使灯管迅速起燃，电流经镇流器、灯管而流通。灯管起燃后，两端压降较低，起辉器不在动作，日光灯正常工作。

2. 在电力系统中多数负载为感性，如动力设备感应

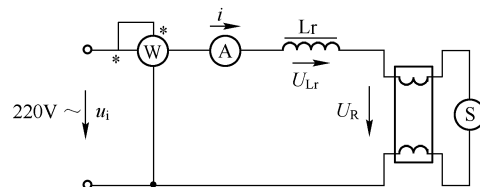


图 12.3.1 日光灯实验线路

电动机和高效照明器、日光灯等。当负载吸收的有功功率为定值时，其功率因数越低，总电流 I 就越大，线路上的电能损耗和电压损耗也就越大，发电、变电等设备的容量利用率也就越低，因此，必须采取必要的措施来提高功率因数。

四、实验内容

1. 日光灯线路接线与测量

按如图 12.3.1 所示的电路接线。经指导教师检查后接通电源，测量日光灯电流、电压及功率，记录于表 12.3.1 中。

表 12.3.1 日光灯线路测量数据

测量值				计算值			
$P(W)$	$I(A)$	$U(V)$	$U_{Lr}(V)$	$U_R(V)$	$P_R(W)$	$P_{Lr}(W)$	$\cos\varphi$

注： P_R 指灯管消耗的功率， P_{Lr} 指镇流器内阻上消耗的功率。

2. 感性电路功率因数的改善

按如图 12.3.2 所示的电路接线。经指导老师检查后接通电源，通过一只电流表和 3 个电流插孔分别测得 3 条支路的电流。改变电容箱电容量为表 12.3.2 所示各值时，测量表中各相应值，记录于表中。

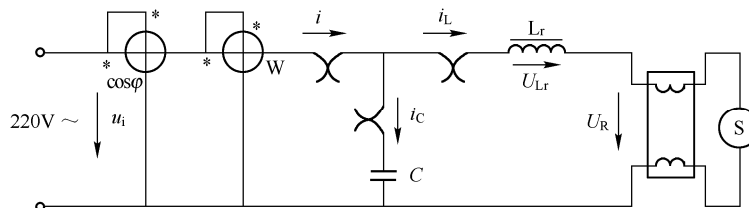


图 12.3.2 日光灯并联电容实验线路

表 12.3.2 日光灯并联电容测量数据

电 容 值	$C(\mu F)$	3	4.5	5	5.5	6	7
测 量 值	$P(W)$						
	$\cos\varphi$						
	$I(A)$						
	$I_L(A)$						
	$I_C(A)$						

五、实验注意事项

1. 本实验用交流市电 220V，务必注意用电和人身安全；
2. 功率表要正确接入电路，在读数时要注意量程和实际读数的折算关系；
3. 当线路接线正确但日光灯不能启辉时，应检查启辉器及其接触是否良好。

六、预习要求

1. 了解日光灯的工作原理；
2. 为了提高电路的功率因数，在感性负载上并联电容器，增加了一条电流支路，此时感性元件上的电流和功率是否改变？

七、实验总结

1. 完成数据表格中的计算，进行误差分析；
2. 根据实验数据，分别绘出电压、电流相量图；
3. 写出心得、体会。

12.4 实验四 常用电子仪器的使用

一、实验目的

1. 明确信号发生器、交流电压表、示波器的用途；
2. 了解以上仪器面板上各旋钮的作用，掌握正确的使用方法。

二、实验仪器

设备名称	型号与规格	数量	备注
信号发生器			
交流电压表			
示波器			

三、实验仪表的用途

1. 信号发生器
输出基本信号为正弦波、方波、三角波、脉冲波、锯齿波。
2. DF2170B 交流电压表
用于测量 $100\mu\text{V}\sim 300\text{V}$ ， $10\text{Hz}\sim 8000\text{kHz}$ 交流电压的有效值。

注意：接通电源，按下电源开关，预热 10min 后再使用；将量程开关置于适当量程，再加入被测信号，若被测电压未知，应将量程开关置于最大挡，然后慢慢减小量程；使用结束，关断电源，将量程置于 10V 挡。

3. 示波器

用于观察交流信号波形和测量电压、周期。

四、实验内容

1. 用交流电压表测量信号发生器的输出电压，并填于表 12.4.1 中。

表 12.4.1 信号发生器的测量数据

信号发生器	输出正弦波信号	电压 (V)	7	5	0.5
		频率 (Hz)	50	5k	100k
	频率量程选择				
	输出衰减选择				
交流电压表	量程旋钮位置				
	电压表头示值				

2. 示波器的使用

(1) 屏幕显示扫描基线

打开电源，示波器工作在自动扫描状态，通道 1 和 2 输入为 0。

(2) 观察正弦波信号

① 将信号发生器的输出频率为 1kHz、有效值为 3V 的正弦波信号接到示波器的输入通道，输入耦合开关置于 AC，触发源置于 VERT，调节电平，得到稳定的正弦波。

② 调节 V/DIV、T/DIV 两个旋钮及其微调旋钮，使屏幕显示表 12.4.2 中的要求。

表 12.4.2 示波器使用的测量数据

正弦波信号	V/DIV	T/DIV	调节旋钮
3 个周期 峰峰值 5 格			
6 个周期 峰峰值 8 格			

(3) 观察两个正弦波波形

将信号发生器的输出频率为 1kHz、有效值为 3V 的正弦波信号接到示波器的输入通道 1 和输入通道 2，输入耦合开关置于 AC，触发源置于 VERT，显示方式选择双踪 DUAL，调节电平，得到稳定的正弦波，并画出波形。

五、实验总结

1. 整理实验记录；

2. 要实现下列要求，应该如何调节有关旋钮；

(1) 改变波形位置；

(2) 改变波形个数；

(3) 改变波形幅度。

3. 写出心得、体会。

12.5 实验五 晶体管电压放大电路

一、实验目的

1. 进一步熟悉常用电子仪器的使用方法；
2. 学会单管电压放大电路静态工作点的测量方法，并观察静态工作点对输出波形失真的影响；
3. 学会电压放大倍数的测量方法，并观察负载电阻对电压放大倍数的影响。

二、实验仪器

设备名称	型号与规格	数量	备注
信号发生器			
交流电压表			
示波器			
万用表			
模拟电子实验箱			

三、实验原理

1. 静态测试：在放大器无外加输入信号的情况下，测量电路的直流参数；
2. 动态测试：当放大器外加输入信号时，测量电路的动态参数并观察输出波形。

四、实验内容

1. 测量静态工作点

- (1) 按如图 12.5.1 所示的电路连接；
- (2) 调节 R_{W1} 或 R_{W2} ，使 $U_{CE} \approx 5V$ ；
- (3) 测量 U_B 、 U_C 、 U_E ，并记录于表 12.5.1 中。

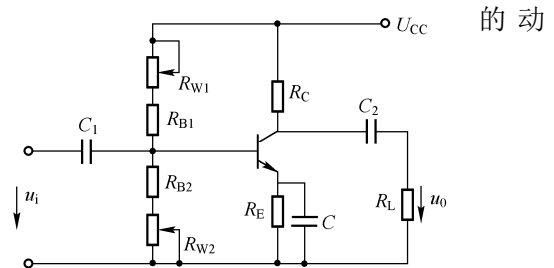


图 12.5.1 实验原理图

表 12.5.1 静态工作点测量数据

测量值			计算值			
U_B	U_C	U_E	U_{CE}	U_{BE}	I_C	I_B

2. 测量电压放大倍数

- (1) 将信号发生器的输出频率为 1kHz，有效值为 6mV 的正弦波信号加入放大器输入端，调节 R_{W1} 或 R_{W2} ，使输出波形不失真，用交流电压表测量输入电压和输出电压，并记录于表 12.5.2 中。
- (2) 观察 U_i 和 U_o 的相位关系，并绘出其波形。

3. 观察静态工作点对放大器输出波形失真的影响

在空载情况下，调节 R_{W1} 或 R_{W2} ，观察输出波形的失真情况，并记录于表 12.5.3 中。

表 12.5.2 电压测量数据

R_L	U_i	U_o	A_o
空载			
$R_L=2k\Omega$			
$R_L=10k\Omega$			

表 12.5.3 输出波形的失真记录

失真类型	U_o 波形
截止失真	
饱和失真	

五、实验总结

1. 整理实验记录；
2. 分析负载电阻对放大倍数的影响；
3. 写出心得、体会。

12.6 实验六 组合逻辑电路

一、实验目的

1. 认识集成数字电路器件，了解其型号和引脚连接；
2. 建立数字电子电路的基本概念；
3. 学会用“与非”门、“异或”门组成半加器和全加器电路。

二、实验设备和器件

设备名称	型号与规格	数量	备注
直流稳压电源			
数字逻辑实验箱			
万用表及工具			
集成电路器件			

三、实验内容

本实验所使用的器件 74LS00、74LS86 和 74LS20 的引脚排列如图 12.6.1 所示。

1. 半加器电路

- (1) 用一片“与非”门 74LS00 和一片“异或”门 74LS86 连接成如图 12.6.2 所示的半加器电路；
- (2) 电路连接检查无误后，接通电源+5V，改变输入 A 、 B 的状态，观察输出端 S 、 C 的状态，并记录于表 12.6.1 中。

2. 全加器电路

- (1) 用一片“与非”门 74LS00、一片双“与非”门 74LS20 和一片“异或”门 74LS86 连接成如图 12.6.3 所示的全加器电路。

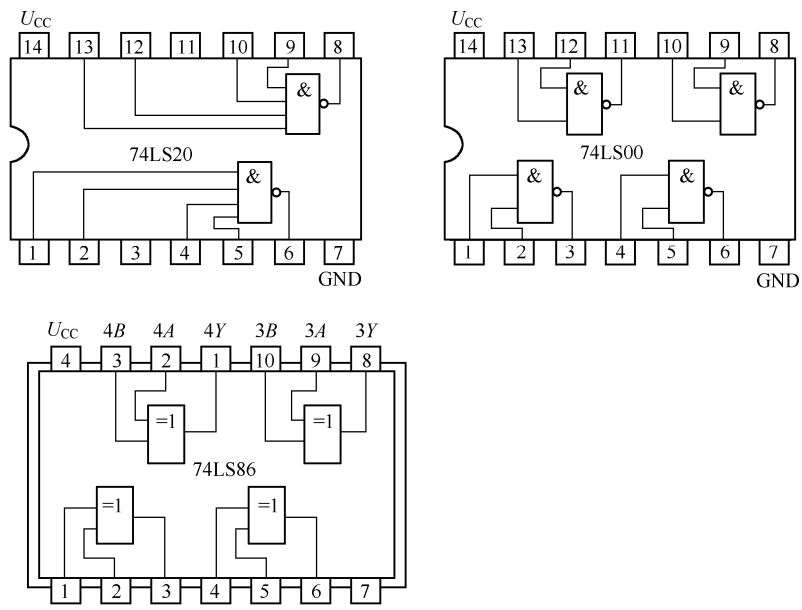


图 12.6.1 74LS00、74LS86 和 74LS20 的引脚排列

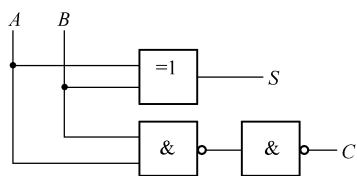


图 12.6.2 半加器实验电路

表 12.6.1 半加器测量数据

A	B	S	C
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

(2) 电路连接检查无误后，接通电源+5V，改变输入 A_i 、 B_i 、 C_{i-1} 的状态，观察输出端 S_i 、 C_i 的状态，并记录于表 12.6.2 中。

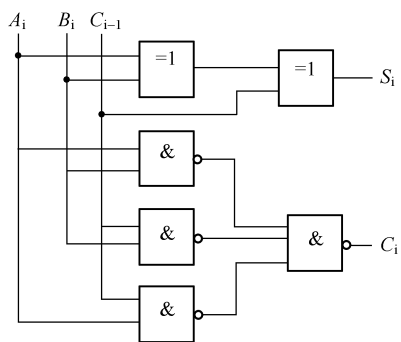


图 12.6.3 全加器实验电路

表 12.6.2 全加器测量数据

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

四、预习要求

1. 熟悉 74LS00、74LS20 和 74LS86 的工作原理及接线方法；
2. 复习半加器、全加器电路的工作原理；
3. 画出实验线路图及有关记录表格。

五、实验总结

1. 画出实验线路图，整理实验记录；
2. 写出实验收获和存在的问题。

12.7 实验七 计数、译码、显示电路

一、实验目的

1. 进一步熟悉数字集成电路的应用和半导体数码管的使用方法；
2. 掌握计数、译码、显示电路的组成，并验证其逻辑功能。

二、实验设备和器件

设备名称	型号与规格	数量	备注
直流稳压电源			
数字逻辑实验箱			
万用表及工具			
集成电路器件			
显示器			

三、实验内容

1. 电路连接

本实验所使用的器件 74LS90、74LS48 和 BS205 的引脚排列如图 12.7.1 所示，其中 74LS90 通过外部接线将 QA 和 CP₂ 连接，便构成了一个十进制计数器，CP₁ 是计数脉冲输入端，QA~QD 是计数器的输出端，R0(1)、R0(2) 是两个置 0 端，R9(1)、R9(2) 是两个置 1 端，均为高电平有效，BS205 显示器的地端已接地。

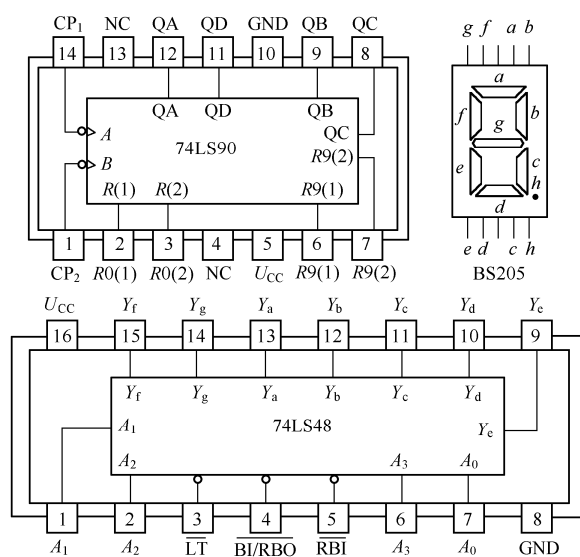


图 12.7.1 74LS90、74LS48 和 BS205 的引脚排列

2. 验证逻辑功能

按如图 12.7.2 所示的电路接线，电路连接检查无误后，接通电源+5V。

(1) 验证计数器置 0 和置 9 功能；

(2) 验证计数器的计数功能。

将计数器置 0 端 R0(1)、R0(2)和置 9 端 R9(1)、R9(2)接高电平，在 CP₁ 端输入适当频率的脉冲信号，观察显示器的显示情况。

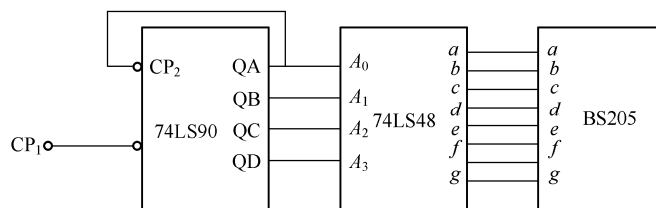


图 12.7.2 计数、译码、显示电路工作原理图

四、预习要求

1. 熟悉 74LS90、74LS48 和 BS205 的工作原理及接线方法；
2. 复习计数、译码、显示电路工作原理；
3. 画出实验线路图及有关记录表格。

五、实验总结

1. 画出实验线路图，整理实验记录；
2. 写出实验收获和存在的问题。