

数字集成电路 基础实验

中央电大《数字集成电路基础实验》编写小组编

中央广播电视大学出版社

31.2

数字集成电路基础实验

中央电大《数字集成电路基础实验》

编写小组编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

●
开本 787×1092 1/16 印张 4 千字 100

1987年7月第1版 1987年10月第1次印刷

印数 1—31,000

定价 0.75 元

ISBN 7-304-00004-X/TP·1

前 言

本书是根据中央广播电视大学电子技术基础课教学大纲的要求,配合《数字集成电路基础教程》一书编写的数字电路实验指导书,供电视大学学生进行数字集成电路基础实验时使用。

“数字电子技术基础”是实践性很强的技术基础课。实验是它不可缺少的重要教学环节。实验的目的在于帮助学生更好地掌握数字电路的性能和原理,加深对基本知识的理解,了解常用集成组件的功能和特点,学会正确使用电子仪器的方法,培养学生综合运用所学知识进行电子电路实验以及分析实验结果、撰写实验报告和解决实际电路问题的能力。

为了加强实践教学环节,提高实验效果,我们在几年来教学实践的基础上,重新编写了数字电路的实验内容和要求。全书安排了实验仪器使用、门电路、触发器、组合电路和时序电路等五个必做实验,还安排了定时电路、A/D转换电路和数字秒表等三个选做实验。实验中除保留了必要的基本原理的验证内容之外,还增加了电路性能测试、集成电路的使用和综合设计方面的训练。要求学生至少完成五个必做实验,而且每次实验前必须做好预习,实验中要自己动手连接电路,进行测试,独立完成实验报告。

每个实验均写明了实验目的、实验原理、实验内容与步骤、实验报告要求、实验仪器及器材、预习要求和思考题等内容。为了使学生逐步熟悉实验方法,循序渐进地培养独立工作的能力,前面的实验均作了较详细的介绍,后面的实验渐趋简略,有的还要求学生自拟实验步骤。考虑到各地条件和学生情况的差异,有些实验内容不一定要全部完成,凡注有*的内容可选做。

数字集成电路发展迅速,集成组件的种类、型号日新月异,书中实验电路所选器件的种类和型号仅供参考。各地实验室可根据自己的条件任选CMOS或TTL电路,型号亦可自定。但是在同一个实验中CMOS和TTL最好不要混用,并注意选用合适的电源电压。本书八个实验均可在轻便的TVU-1型电子教学实验箱中进行,只需配备示波器和万用表即可。书后附录对实验箱、SR8二踪示波器以及常用数字集成电路型号作了简要介绍,供大家在实验中参考。

本书在编写过程中,听取了部分省市电大老师的意见,努力吸收几年来各地电大进行数字电路实验的经验,由中央电大数字集成电路基础实验编写组集体编写。其中沈雅芬编写实验一,武建新编写实验二、七,宁晨编写实验三、五,孙忠诚编写实验四、六,任为民编写实验八,由宁晨同志统稿。张金山老师审阅了全部实验内容。在本书编写过程中,本课主讲教师、清华大学自动化系余孟尝副教授自始至终给予了热情关心和指导,并对全书进行了认真审阅和修改。在此一并致以诚挚的感谢。

我们刚刚开始进行改革实验教学的工作,由于经验不足,时间仓促,书中可能会有不少错误和不妥之处,敬请批评指正。

编 者

1987.4

目 录

实验一	常用仪器设备的使用及晶体管开关特性的测试	(1)
实验二	集成逻辑门电路	(7)
实验三	触发器	(12)
实验四	组合逻辑电路	(17)
实验五	时序逻辑电路	(22)
实验六	555 定时器	(27)
实验七	A/D转换器	(29)
实验八	数字秒表	(33)
附录一	TVU-1 型实验箱的结构及使用方法	(36)
附录二	SR8 型二踪示波器的使用方法	(40)
附录三	常用数字集成电路汇编	(46)

实验一 常用仪器设备的使用及晶体管开关特性的测试

一、实验目的

1. 了解 TVU-1 型电子教学实验箱和 SR8 型二踪示波器的基本工作原理和使用方法。
2. 学会分立元件门电路逻辑功能的测试方法。

二、实验原理

1. TVU-1 型电子教学实验箱是专门为电视大学数字电子技术基础课程进行基本实验而设计制作的。它可提供 TTL、CMOS 电路及各种集成组件实验所需的 5V 和 10V 电源, 备有供数字电路实验的逻辑开关、单脉冲和连续脉冲信号以及电平显示装置, 128 线电路实验插座板可根据需要任意插接成各种电路, 结构简单, 使用方便, 是进行数字电路实验的良好装置。各部分结构及工作原理请参考附录一。

2. 在数字电路实验中, 经常需要观测各种脉冲波形, 有时还要观测两个信号间的时间或相位关系。因此, SR8 型二踪示波器也是进行数字电路实验经常使用的仪器之一。

SR8 型二踪示波器的主要特点是触发扫描和双踪显示。

一般示波器采用的是连续扫描的方法, 用以观测连续变化的电信号, 对窄脉冲信号则不适用。假设信号脉冲宽度 M 只有周期 T 的千分之一, 如图 1-1(a) 所示。为了在荧光屏上看到一个稳定的脉冲波形, 要求连续扫描频率与脉冲信号频率一致, 见图 1-1(b)。若荧光屏直径为 10cm, 那么被显示的脉冲过程只占荧光屏很小的一部分, 约为 $0.001 \times 100 = 0.1\text{mm}$, 可见波形太窄, 无法看清。若将连续扫描信号频率提高, 使其周期与所观察的脉冲宽度时间相同, 如图 1-1(c) 所示。这样

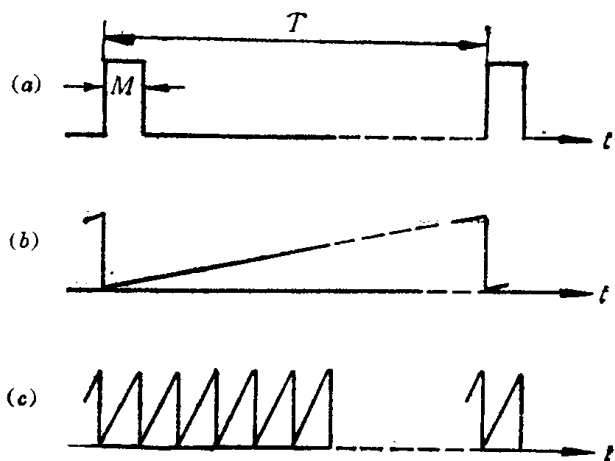


图 1-1 示波器显示原理

要经过很多次扫描才出现一次脉冲波形, 脉冲波形亮度就会减弱, 甚至看不清楚。SR8 示波器具有触发扫描的功能, 即没有信号时不扫描, 脉冲到来瞬间才开始扫描, 从而可以方便地观测脉冲信号。

SR8 二踪示波器的另一个特点是双踪显示。它可以同时输入两个信号, 通过一个电子开关的切换, 控制示波管的电子枪, 在荧光屏上同时显示两个波形, 从而可以比较两个信号的时间或相位关系, 也可实现两个信号的叠加或相减等。其工作原理及使用方法的参阅附录二。

三、实验内容与步骤

(一) TVU-1 型电子教学实验箱实验

1. 观察实验箱插件板的结构,熟悉电源的正极、负极、信号源输出、逻辑开关的电平输出、发光二极管显示输入、单脉冲、连续脉冲输出及数码显示输入插孔的位置。

2. 开机后用万用表检查电源电压是否符合电路或集成组件的要求(一般 TTL 电路为 5V, CMOS C000 系列组件为 10V)。

3. 测试逻辑开关和发光二极管显示功能

取一根导线,一端插入逻辑开关的输出插孔,一端插入二极管显示输入插孔。拨动逻辑开关,输出高电平时(开关向上),二极管亮;输出低电平时(开关向下),二极管灭。

4. 测试单脉冲及连续脉冲输出端功能

取一根导线,一端插入单脉冲输出端插孔“P”,一端插入发光二极管输入端,按动单脉冲按键,每按动一下,发光二极管亮一次。

取一根导线,一端插入连续脉冲输出端插孔“J”,一端插入发光二极管输入端,将频率控制开关置 1Hz 处,发光二极管每秒闪亮一次。

5. 测试数码显示功能

按图 1-2 所示电路接线,改变逻辑开关的状态(开关向上为“1”状态,向下为“0”状态),观察发光二极管显示(亮为“1”状态,灭为“0”状态)和数码管显示情况,并填入表 1-1。

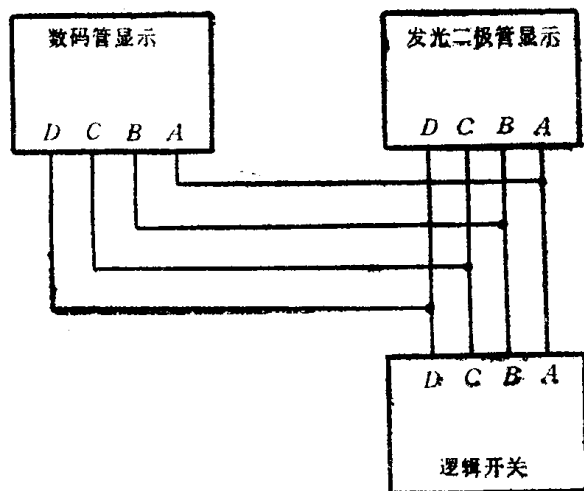


图 1-2 实验箱显示部分实验框图

表 1-1

逻辑开关				发光二极管显示				数码管显示
D	C	B	A	D	C	B	A	
0	0	0	0					
0	0	0	1					
0	0	1	0					
0	0	1	1					
0	1	0	0					
0	1	0	1					
0	1	1	0					
0	1	1	1					
1	0	0	0					
1	0	0	1					

(二) SR8 型(或其它型号)二踪示波器实验

1. 光点及时基线的调节

(1) 将面板控制旋钮置于表 1-2 所指定的位置,打开开关寻找光点(或时基线),若没有光

表 1-2

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
辉度	适当	内触发拉 Y _B	常态(按下位置)
显示方式	Y _A	触发方式	常态
极性拉-Y _A	常态(按下位置)	Y 轴移位	居中
DC-接地-AC	接地	X 轴移位及微调	居中

点,可按下“寻迹”键,判断光点所在位置,适当调节 X 或 Y 位移旋钮,使光点或时基线出现在荧光屏的中间位置。适当调节“亮度”、“辉度”、“聚焦”、“辅助聚焦”等旋钮,使光点(或时基线)达到最清晰程度。

(2) 将触发方式开关置于“高频”,这时荧光屏上可能只出现光点,调节“电平”旋钮,使荧光屏上出现时基线。

(3) 若将触发方式开关置于“自动”,观察时基线变化情况。

(4) 改变扫描速度,观察时基线变化情况,将扫描速度开关(t/div)拨到 50ms,观察时基线上光点扫描情况,若将扫描速度改为 2ms、0.5ms、0.5μs 时,观察光点移动情况。

2. 脉冲波形的单踪显示及测量

(1) 将各控制件置于表 1-3 所指定的位置,然后将示波器内产生的 1V、1kHz 方波经同轴电缆线接入 Y_A,屏幕上可能出现两点,调节“电平”旋钮,使波形稳定。

表 1-3

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
触发方式	常态	扫速 t/div	1ms
触发源开关	内	扫速微调	校准
触发耦合方式	AC	灵敏度 V/div	0.2V
Y 轴耦合 DC-⊥-AC	DC	微调	校准
极性拉-Y _A	常态	显示方式	Y _A
内触发拉·Y _B	常态		

(2) 观察矩形波的幅度(在荧光屏上纵向占几格)和周期(横向占几格)。

(3) 改变扫描速度,使 t/div 为 0.5ms 和 0.2ms,观察波形变化情况。

(4) 改变触发极性,观察信号扫描沿。将触发极性置于“+”,观察示波器是否从信号上升沿开始扫描;将触发极性置于“-”时,观察示波器是否从信号下降沿开始扫描。

(5) 脉冲波形周期、频率的测量。将扫描速度开关“t/div”的“微调”旋到“校准”位置(即红色旋钮右旋满刻度),选择合适的扫描速度档级,要求在荧光屏上显示两个周期的稳定波形,然后按公式

$$T = t/\text{div} \times D$$

直接算出信号周期 T 。其中 t/div 为扫速指示数值, D 为一个周期波形所占的荧光屏方格数。

根据公式

$$f = \frac{1}{T}$$

即可算出信号的频率。

3. 直流电压的测量

将触发方式置于“自动”,Y 轴输入耦合选择开关“DC-⊥-AC”置于“接地”,Y_A的极性为“常态”,观察时基线的位置,并将它移至屏幕中线位置,作为零电位的参考基准线。然后将 Y 轴输入耦合选择开关从“接地”拨向“DC”,示波器的灵敏度选择开关“V/div”位于 1V 档,其“微调”

(即红色旋钮)右旋到“校准”位置,将实验箱上的“+5V”电压经探头接入示波器Y_A, (此时实验箱和示波器要“共地”)观察时基线由基准线上移了几格,用公式

$$V = V/\text{div} \times D$$

计算直流电压的数值 V 。其中 V/div 为灵敏度选择指示数值, D 为时基线纵向移动的格数。但要注意: 信号若经探头输入, 则应把衰减了 10 倍的因素考虑进去。

改变灵敏度选择开关, 将其置于 0.5V 档和 2V 档, 用同样的方法测量直流电压值, 比较所得结果是否基本相同。

4. 脉冲波形的双踪显示

将示波器显示方式置“交替”位置, “内触发拉Y_B”置“拉出”位置, 适当调节扫描速度开关, 可在荧光屏上出现两条时基线。

将实验箱产生的 1kHz 连续脉冲信号接至二踪示波器的 Y_A, 将示波器校准信号接至 Y_B, 比较两个波形的频率、幅度等参数。

(三) 分立元件门电路性能测试

1. 二极管开关特性的测试

(1) 按图 1-3(a) 所示在实验箱上接线, 输入端接逻辑开关, 输出端接发光二极管。

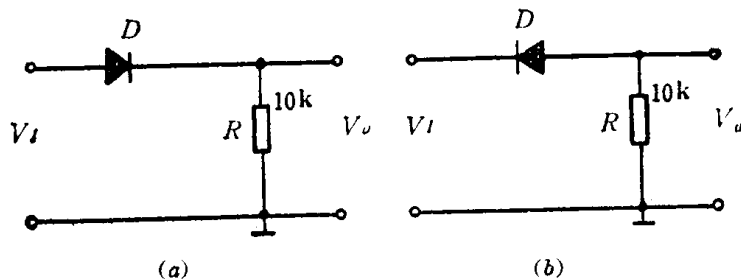


图 1-3 二极管开关特性实验电路

(2) 拨动逻辑开关, 使之输入逻辑 1 (约 5V) 和逻辑 0 (约 0V) 电平, 用万用量测电压 V_D 和 V_o , 并分别将结果记录于表 1-4(a) 中。

(3) 改变 D 的方向, 按图 1-3(b) 电路连线, 重复上述测试并将结果记录于表 1-4(b) 中。

表 1-4(a)

V_I (V)	V_D (V)	V_o (V)	D 的状态
逻辑“1”			
逻辑“0”			

表 1-4(b)

V_I (V)	V_D (V)	V_o (V)	D 的状态
逻辑“1”			
逻辑“0”			

2. 三极管开关特性的测试

(1) 按图 1-4 所示在实验箱上接好线, 输入端接逻辑开关 (若自选参数, 则要求当输入分别为高、低电平时, T 能可靠地饱和与截止)。

(2) 在输入端分别加入高 (逻辑 1) 和低 (逻辑 0) 电平时, 按表 1-5 要求用万用表测量和记录有关电压、电流值。

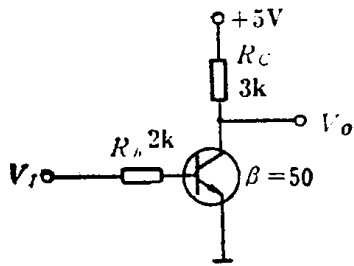


表 1-5

V_I (V)	I_B (mA)	I_C (mA)	V_B (V)	V_O (V)	T 的状态
逻辑“1”					
逻辑“0”					

图 1-4 三极管开关特性实验电路

(3) 用二踪示波器观察输入、输出信号的相位关系。

电路输入端接实验箱连续脉冲(1kHz)同时接示波器 Y_A ; 电路输出端接示波器 Y_B , 显示方式置“交替”, 适当调节“电平”和“扫描速度”开关, 观察输入、输出信号的相位关系。

* 3. 分立元件与门、或门逻辑功能的测试

(1) 与门逻辑功能测试

① 在实验箱上按图 1-5 所示电路连线。

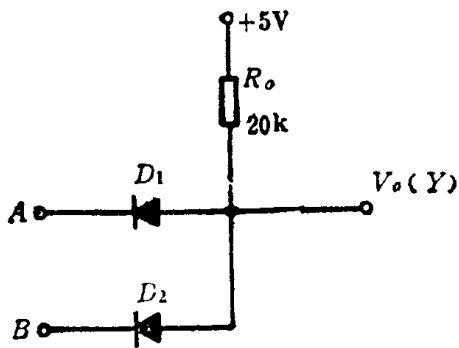


表 1-6(a)

A	B	V_O	Y 状态
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

表 1-6(b)

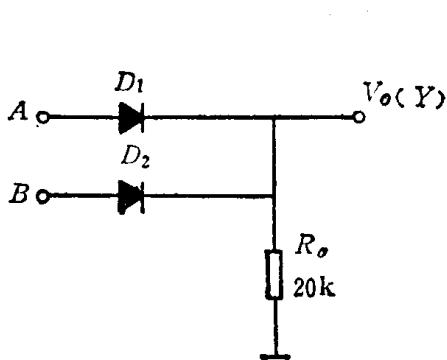
A	V_B	V_O	Y 状态
悬空			
接地			

图 1-5 二极管与逻辑电路

② 输入端接逻辑开关, 输出端接发光二极管显示器和万用表。按表 1-6(a) 要求测试并记录 V_O 端的逻辑状态。写出 Y 逻辑表达式。

③ 若将某一输入端悬空或接地, 测量另一输入端和输出端的电压并记录于表 1-6(b) 中。

表 1-7



A	B	V_O	Y 状态
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		
-5V	0		
	1		
接地	0		
	1		

图 1-6 二极管或逻辑电路

(2) 或门逻辑功能测试

测试方法同上。按表 1-7 要求测试并记录有关结果。

四、实验报告要求

1. 按要求填写各实验表格。
2. 说明半导体二极管导通和截止、三极管饱和与截止的条件及其特点。
3. 在分立元件与门电路中,若将一个输入端接地或接高电平,对其它输入端和输出端的状态有什么影响,为什么?
4. 在分立元件或门电路中,若将一个输入端接地或接高电平,对输出有什么影响,为什么?

五、实验仪器及元器件

1. TVU-1 型电子逻辑实验箱 1 台
2. SR8 型(或其它型号)二踪示波器 1 台
3. 万用表 1 只
4. 参考元器件: 2CK1 型二极管 2 只, 3DK4 型三极管 1 只, 10 k 电阻 1 只, 20 k 电阻 1 只。

六、预习要求及思考题

1. 预习要求

- (1) 二极管的单向导电特性及三极管的开关特性。
- (2) “与”、“或”、“非”等逻辑功能的意义。
- (3) TVU-1 型数字教学实验箱的结构、各部分的工作原理以及使用方法(见附录一)。
- (4) SR8 型二踪示波器面板各旋钮的作用和使用方法(见附录二)。

2. 思考题

- (1) 给你一个 NPN 或 PNP 三极管,你能否用万用表检查其好坏?
- (2) 若用示波器观察实验箱上连续脉冲的波形时荧光屏上出现的是一条直线,可能的原因是什么,应怎样调节?
- (3) “常态”、“自动”、“高频”三种触发方式有什么不同?
- (4) 五种显示方式“断续”、“交替”、“ Y_A ”、“ Y_B ”、“ $Y_A + Y_B$ ”各用于什么场合?若要观察两个幅度不同、频率相同信号相加和相减的波形,显示方式各应置于什么位置?

实验二 集成逻辑门电路

一、实验目的

1. 掌握 CMOS 及 TTL 门电路逻辑功能的测试方法。
2. 了解与非门主要电气特性的测试方法。
3. 熟悉三态门的逻辑功能及特点。

二、实验原理

1. 本实验使用三种集成块：CMOS 与非门 (CC4012)、TTL 与非门 (T063) 和三态门 (T081)。它们的管脚排列如图 2-1 所示。

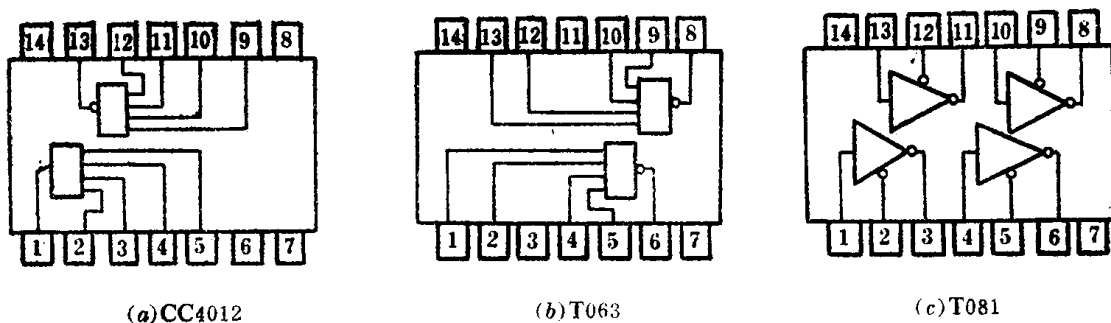


图 2-1 CC4012、T063 和 T081 的管脚排列图

由图可见，T063 和 CC4012 两种集成块的内部均有两个与非门，T081 内部有四个三态门。它们的共同之处是管脚排列顺序相同，即以左边缺口为标志，管脚号从左下角开始逆时针方向按顺序排列。集成块的第 7 脚接地，第 14 脚接电源 V_{CC} 或 V_{DD} 。

做实验前将集成块缺口标志向左插到实验板上，然后按电路要求进行连线，注意 CMOS 电路输入端不能悬空。接通电源前应检查连线是否有误，以防集成块通电后被烧坏。

2. TTL 与非门的主要参数

(1) 输出电平

- ① 门电路输出为逻辑状态“1”时的电平 V_{OH} 。
- ② 门电路输出为逻辑状态“0”时的电平 V_{OL} 。

(2) 输入电流

- ① 门电路输入为高电平时的输入电流 I_{IHc} 。
- ② 门电路输入为低电平时的输入电流 I_{ILc} 。

(3) 电源电流

与非门工作时间电源索取的电流为电源电流。在手册中只给出与非门输出为低电平时的电源电流(用 I_{CCL} 表示)。

(4) 开门电平

在与非门输出为额定低电平时，输入信号电平的最小值为 V_{ON} ，当 $V_I > V_{ON}$ 时 $V_O = V_{OL}$ 。

(5) 关门电平

在与非门输出为额定高电平的 0.9 倍时，输入信号电平的最大值为 V_{OFF} ，当 $V_I < V_{OFF}$ 时 $V_O = V_{OH}$ 。

其它参数这里不再列举，使用时可查阅有关资料。

三、实验内容及步骤

1. CMOS 及 TTL 与非门逻辑功能测试

(1) 将 CMOS 与非门输入端 A 、 B 、 C 分别接至三个逻辑开关 K_0 、 K_1 、 K_2 ，输入端 D 接高电平，输出端 Y 接至发光二极管显示器。电路如图 2-2 所示。根据表 2-1 所列的输入变量取值组合测试并记录对应的输出状态。

表 2-1

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

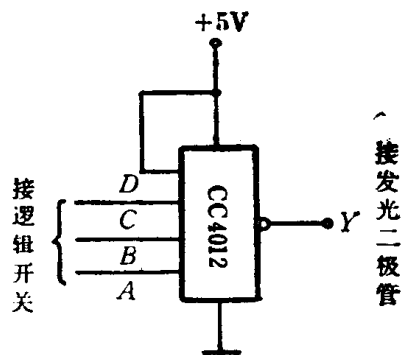


图 2-2 与非门逻辑功能测试电路图

(2) 将图 2-2 中与非门的输入端 D 通过电阻 R 接地，其它各输入端同前，如图 2-3 所示。按表 2-2 要求分别测试并记录 $R=10k\Omega$ 和 150Ω 时对应输入变量取值的输出状态。

表 2-2

输入			输出 Y	
A	B	C	$R=10k$	$R=150\Omega$
0	0	0		
0	1	0		
0	1	1		
1	1	1		

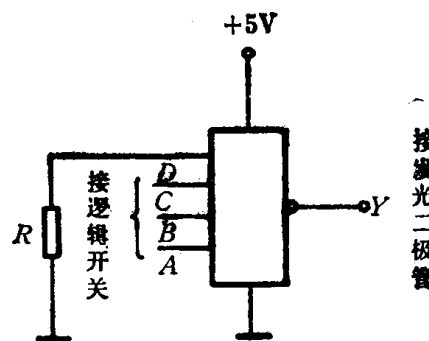


图 2-3 与非门输入负载特性测试电路图

(3) 将图 2-3 所示电路中的 CMOS 与非门 CC4012 换成 TTL 与非门 T063 (注意管脚排列不同，不要接错)。按表 2-3 要求测试并记录输出状态。

(4) 观察与非门对脉冲的控制作用。电路如图 2-4 所示。用示波器观察 Y 的波形。将与非门的一个输入端接连续脉冲信号，其余输入端接逻辑开关 K 。当逻辑开关 K 置“1”和置“0”时，记录输出波形。

表 2-3

输入			输出 Y	
A	B	C	R=10k	R=150Ω
0	0	0		
0	1	0		
0	1	1		
1	1	1		

表 2-4

输入	逻辑开关 K 的状态	输出波形
连续脉冲	1	
连续脉冲	0	

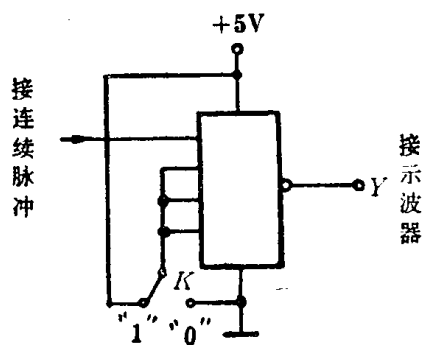
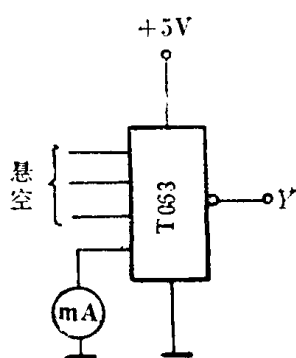
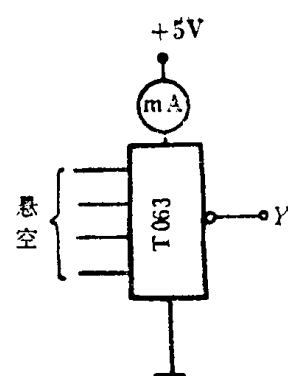


图 2-4 测试与非门对脉冲信号的控制作用



(a)



(b)

图 2-5 与非门参数测试电路图

2. 测试 TTL 与非门的主要参数

(1) 低电平输入电流 I_{IL} 和空载导通电源电流 I_{CCL} 的测试。接线如图 2-5 所示，其中图 (a) 为 I_{IL} 的测试电路，图 (b) 为 I_{CCL} 的测试电路。记录实验结果。

(2) TTL 门电路的转移特性测试。接线如图 2-6 所示。在表 2-5 中记录实验结果。

表 2-5

V_I (V)	0.5	1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2	3
V_o (V)										

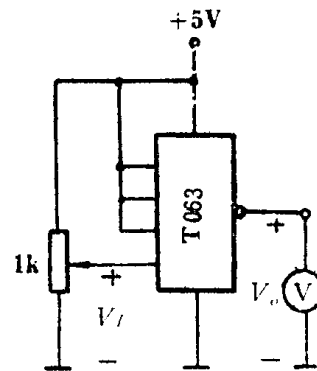


图 2-6 与非门转移特性测试电路图

3. 三态门逻辑功能的测试

(1) 将三态门 T081 插入实验箱，接线电路如图 2-7 所示。根据表 2-6 进行测试并记录实验结果。

(2) 将三态门 (T081) 和与非门 (T063) 按图 2-8 所示电路相连接，按表 2-7 要求进行测试并记录实验结果。

表 2-6

C (控制)	A (输入)	Y (输出)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

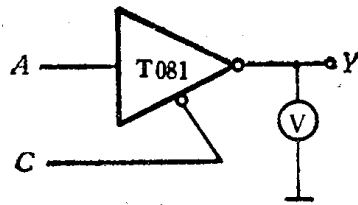


图 2-7 三态门逻辑功能测试图

表 2-7

C	A	B	Y
0	0	0	
	0	1	
	1	1	
1	0	0	
	0	1	
	1	1	

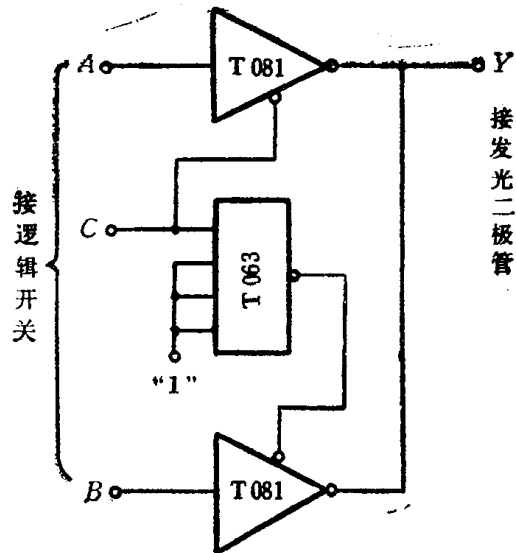


图 2-8 三态门控制电路逻辑功能测试

四、实验报告要求

1. 整理实验数据,分析实验结果与理论值是否相符。

2. 用坐标纸画出与非门转移特性曲线。

3. CMOS 和 TTL 与非门电路多余输入端的处理方法有几种? 各种方法有何特点? CMOS

电路与 TTL 电路相比,处理方法有何不同?

五、实验仪器及元器件

1. TVU-1 型实验箱 1 台

2. SR 8 型二踪示波器 1 台

3. 万用表 1 只

4. 参考元器件: CC 4012 型、T 063 型、T 081 型集成块各 1 块, 1 kΩ 电位器 1 个(可使用实验箱内电位器 W_1), 5.1 k、150 Ω 电阻各 1 只, CMOS 电路如果选用 C 034, 电源需用 10 V。

六、预习要求与思考题

1. 预习要求

(1) 复习 TTL 与非门主要参数的定义。

(2) 了解 TTL 与非门、三态门和 CMOS 与非门的特点。

2. 思考题

(1) 在图 2-9 所示电路中, 若要实现 $Z_1 = \overline{AB}$ 和 $Z_2 = \overline{AB+CD}$ 的逻辑关系, 图中电路多余输入端应如何处理?

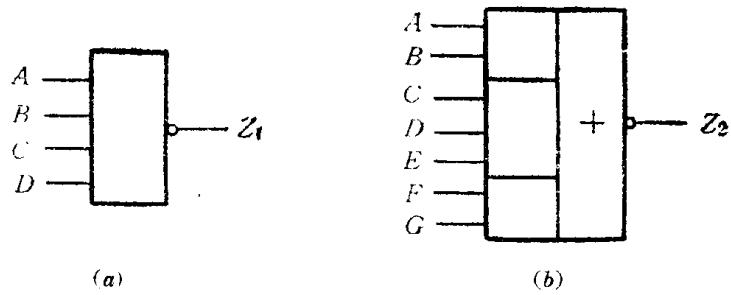


图 2-9 门电路示意图

(2) 为什么 TTL 与非门的低电平输入电流绝对值 $|I_{IL}|$ 比高电平输入电流 I_{IH} 大?

实验三 触发器

一、实验目的

1. 了解时钟脉冲的触发作用。
2. 掌握常用触发器的逻辑功能。
3. 熟悉各类触发器间的相互转换。

二、实验原理

1. 基本 RS 触发器

基本 RS 触发器是最简单的触发器。它由两个门交叉耦合而成。使用 T 065 型四 2 输入与非门中的两个门便可构成电路。它的特性方程是

$$\begin{cases} Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n \\ RS = 0 \text{ (约束条件)} \end{cases}$$

2. D 触发器

D 触发器是一种边沿触发器。T 077 中有两个相互独立的 D 触发器，其管脚图见附录三。

D 触发器广泛应用于数据锁存、控制电路中，是组成移位、计数和分频电路的基本逻辑单元，它的特性方程是

$$Q^{n+1} = D$$

3. JK 触发器

JK 触发器是最主要的触发器之一，它功能完备，使用灵活性、通用性强。T 078 是 TTL 型单 JK 触发器，它有呈与逻辑关系的 3 个 J 端和 3 个 K 端，即 $J = J_1 \cdot J_2 \cdot J_3$, $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$, CP 端需要短接起来才能正常地工作，管脚图及功能表见附录。

JK 触发器广泛应用于计数、分频、时钟脉冲发生等电路中，它的特性方程是

$$Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n$$

4. 触发器的传输延迟时间 t_{PLH} 和 t_{PHL}

触发器的传输延迟时间 t_{PLH} (t_{PHL}) 是衡量触发器传输速度的参数。从时钟脉冲 CP 的触发沿到输出状态由低电位变成高电位 (或由高电位变成低电位) 所经过的一段时间就称作传输延迟时间 t_{PLH} (或 t_{PHL})。以 TTL 型 D 触发器为例，它的传输延迟时间如图 3-1 所示。如果 CP 和 Q 端的信号波形都不是理想矩形波，计算 t_{PLH} 和 t_{PHL} 应是输入信号触发沿的中点 ($\frac{1}{2}V_{Im}$) 至输出信号跳变沿的中点 ($\frac{1}{2}V_{om}$) 所需的时间，如图中虚线所示。

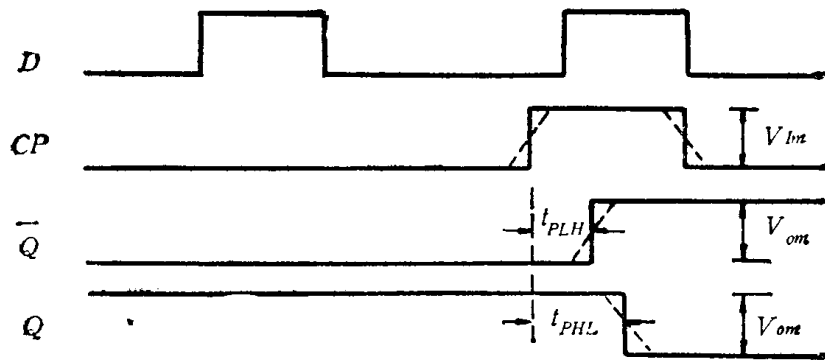


图 3-1 D 触发器的脉冲特性

三、实验内容及步骤

1. 基本 RS 触发器

将门电路连接成基本 RS 触发器, 输入端 \bar{R} 、 \bar{S} 分别接实验箱逻辑开关, 输出端 Q 、 \bar{Q} 分别接发光二极管显示器。图 3-2 为连线参考示意图。改变输入端状态, 测试并记录结果。

表 3-1

\bar{R}	\bar{S}	Q	\bar{Q}	输出状态
1	1			
1	0			
0	1			
0	0			

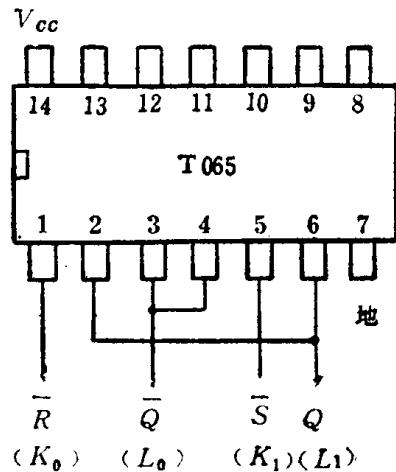


图 3-2 RS 触发器连线参考示意图

2. D 触发器

(1) 测试异步置位端 \bar{S}_d 和异步复位端 \bar{R}_d 的功能

将 D 、 \bar{S}_d 、 \bar{R}_d 端分别接逻辑开关 K_0 、 K_1 、 K_2 , CP 端接单脉冲输出端 P , Q 、 \bar{Q} 端接发光二极管显示器 L_1 、 L_2 , 连线参考示意图如图 3-3 所示。按表 3-2 要求, 在 \bar{S}_d 、 \bar{R}_d 作用期间改变 D 和 CP 的状态, 测试并记录 \bar{S}_d 和 \bar{R}_d 对输出状态的控制作用。

表 3-2

D	CP	\bar{S}_d	\bar{R}_d	Q	\bar{Q}
×	×	0	1		
×	×	1	0		

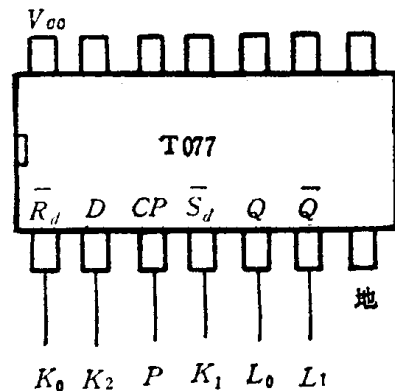


图 3-3 D 触发器测试连线参考示意图