

脉冲与数字电路实验

陈立万 谭进怀 主编

中国物资出版社

脉冲与数字电路实验

陈立万 谭进怀 主编

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

脉冲与数字电路实验/陈立万,谭进怀主编. —北京:中国物资出版社,2004.1
ISBN 7-5047-2035-6

I.脉... II.①陈...②谭... III.①脉冲电路-实验 ②数字电路-实验
IV.①TN78-33②TN79-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 000967 号

责任编辑 印丽
封面设计 武宾
责任印制 印丽
责任校对 刘建芬

中国物资出版社出版发行

网址: <http://www.clph.cn>

社址:北京市西城区月坛北街 25 号

电话:(010)68589540 邮编:100834

全国新华书店经销

河北省欣航测绘院印刷厂印刷

开本:787×1092mm 1/16 印张:9.5 字数:231 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-5047-2035-6/TP·0051

印数:0001—2500 册

定价:16.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

数字电子技术是电子技术的发展,是电子技术的重要组成部分,数字电路应用的广度和深度标志着现代电子技术发展的水平。

实验和课程设计是电子技术基础课程中重要的实践性环节,对培养学生理论联系实际的能力起到了很重要的作用。

本书编写的宗旨:根据“教学基本要求”,结合目前各校实验和课程设计的实际需要,做到适应性强,便于学生阅读、有利于学生的动手能力培养和因材施教。本书有以下特点:

(1)本书分为六个层次,第一个层次是基础性实验,其目的是帮助学生真正理解所学的数字电路基础知识,在感性和理性两方面均得到认识,加深所学数字电路知识的印象,便于理解。第二个层次是设计性实验,其目的是能让学生将所学的单一的基础知识应用到实践中,具有初级设计应用能力。第三个层次是综合性实验,其目的是使学生将所学的基础知识应用到实际中去,培养学生将所学知识前后融会贯通,达到教学的真正效果。第四个层次是应用性实验,其目的是让学生结合所学知识,自行设计日常生活中的电路,让知识能学有所用,用有所获,进而培养学生的实践能力。第五个层次是 CPLD 电路设计,能让学生对当今流行的数字电路设计有所了解,为进一步深造打下基础。本书这样做既体现了循序渐进,又有利于能力的培养和因材施教。实验中所采用的仪器设备都是通用的,便于各校根据实际情况进行选择,适应性强。

(2)每个实验都包括实验目的、实验仪器和设备、实验步骤、报告要求、预习要求和思考题六个方面,能让学生从头至尾养成严谨的科学态度和好的学习方法。思考题更是为学生提供了想象的空间,易于素质教育的实现。

(3)为了满足设计型实验的需要,在本书第六部分“参考资料”中,介绍了常用仪器的使用和测试技术、数字电路安装调试技术、抗干扰技术以及设计实验中注意的事项和解决的办法,供学生设计电路时参考。本部分编排在书后,便于学生在思维枯竭时予以引导,培养学生积极思考的能力。

(4)书后提供的常用数字电路集成块引脚图,给学生查阅带来了极大的方便。

本书是作者在总结多年指导实验教学、毕业设计、电子电路设计竞赛、挑战杯竞赛、自编讲义和科学实践经验的基础上,不断改进、创新、提高后编写而成的。

开设《脉冲与数字电路实验》课程,其主要目的是为了训练学生对数字电子电路的综合设计能力,组装调试和创新能力,经过查资料,选方案,设计电路,安装调试,写报告的过程,使学生学到一项科学研究的工作的启蒙训练。

本书在编写过程中,得到了唐建国教授的指导,聂祥飞、宋金燕、赵威、廖祥学等老师的大力支持和帮助,重庆大学的曾国泰教授对该书进行了认真审改,提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示衷心感谢。

限于编者水平,加之编写时间仓促,缺点和错误在所难免,诚恳希望各兄弟院校的老师
和读者提出批评和改进意见。

编者
2003年9月

目 录

实验室规则·····	(1)
对实验预习报告和实验报告的要求·····	(2)
第一部分 基础性实验·····	(4)
1.1 数字仪器的使用及脉冲波形参数的测量·····	(4)
1.2 逻辑门电路的逻辑功能的测量·····	(8)
1.3 集成三态门、OC 门·····	(11)
1.4 MSI 组合逻辑电路·····	(14)
1.5 随机存储器 RAM·····	(16)
1.6 数模 D/A 转换实验·····	(19)
1.7 用 555 定时器构成的脉冲产生与整形电路·····	(23)
1.8 脉冲分配器及其应用·····	(26)
第二部分 设计性实验·····	(29)
2.1 用 SSI 设计组合逻辑电路和冒险现象的观察与消除·····	(29)
2.2 用 SSI 设计半加、全加及比较器电路·····	(35)
2.3 触发器的逻辑功能测试及相互间转换电路的设计·····	(36)
2.4 N 进制计数器的设计($M \leq 30$)·····	(37)
2.5 可变进制计数译码显示器的设计·····	(38)
第三部分 综合性实验·····	(39)
3.1 (A/D)转换器·····	(39)
3.2 移位寄存器的设计·····	(42)
3.3 数字频率计的设计、安装与测试·····	(43)
3.4 数字石英钟的设计、安装与测试·····	(44)
3.5 电压表的设计、安装与测试·····	(45)
3.6 数据采集系统的设计·····	(46)
3.7 乘法器的设计·····	(48)
3.8 模拟打乒乓游戏的设计·····	(50)
3.9 锁相环技术·····	(52)
第四部分 应用性实验·····	(58)
4.1 数字式电容测试仪器·····	(58)
4.2 交通灯控制器·····	(59)
4.3 电子抢答器·····	(60)
第五部分 CPLD 的应用设计·····	(62)

5.1 通用阵列逻辑 GAL	(62)
5.2 常用 GAL 器件	(63)
5.3 GAL 的工作原理	(75)
5.4 用 GAL16V8 设计 6 位通用移位寄存器	(90)
5.5 用 GAL20V8 设计 4:1 多路转换器	(91)
第六部分 参考资料	(93)
6.1 数字电路的一般设计方法	(93)
6.2 常用电子仪器及测试技术	(97)
6.3 电子电路的安装技术	(103)
6.4 电子电路的调试及故障分析处理	(107)
6.5 电子电路的抗干扰技术	(109)
6.6 译码驱动及显示器简介	(111)
6.7 V/F 变换	(115)
6.8 单片不发声语音录放集成电路 ISD1400 系列	(120)
6.9 数字遥控电路	(125)
附录 实验中使用的集成电路管脚图及功能表	(129)
参考文献	(144)

实验室规则

一、实验前必须预习实验讲义及与实验相关的教材内容,明确实验目的、要求、步骤,有计划地进行实验,做好实验原始记录,不许盲目实验和从事计划外的实验活动。

二、爱护实验室的一切设备、工具、器材,节约水电,妥善保管各组配备的仪器、工具、器材,不得自行拆卸、改装、调换,不准搬出实验室,若发现有损坏应立即报告。

三、仪器设备使用应在教师指导下严格按照操作规程进行,发生意外事故,应立即关断电源,报告教师处理。

四、实验完后,必须整理好仪器设备、工具,做清洁卫生,关好门窗、水电,避免事故发生。

五、严格遵守作息時間,不得无故迟到、早退和旷课。

六、以上规则应严格遵守,若有违反,应给予批评教育,必要时应给予一定程度的赔偿、罚款或纪律处分。

对实验预习报告和实验报告的要求

在实验前应做实验准备工作,写出相应实验的准备报告,实验完成后要认真写出所做实验的实验报告。报告要书写清楚,字迹工整,电路中所画的元器件要符合国家标准,元件参数应符合系列化标称值,所有曲线必须画在坐标纸上。

实验前必须预习实验讲义及脉冲与数字电路教材相关的内容,明确实验目的、要求及步骤,写出或设计出规定方案的实验准备报告,即预习报告,交指导教师审阅其可行性。经指导教师同意后,方可进实验室按设计或测试方案报告进行实验,做好实验记录。在做实验过程中,不许盲目进行实验和操作与实验无关的内容。实验后要认真写好实验报告,检查实验结果正误,总结实验经验,分析解释实验中出现的各个现象,要在实验后的一周内将实验报告交给指导教师审阅。

1. 对实验准备报告的要求

(1) 基础实验

①首先搞清楚实验目的,熟悉所用的仪器设备,根据《脉冲与数字电路》所学的知识,弄清电路的工作原理及各元器件的作用。根据器件手册查出所用的器件的外部引脚排列、主要参数、逻辑功能等。

②认真预习实验、实验步骤和测试方法,设计实验数据记录表格等。

③回答有关的思考题。

(2) 应用型实验

①在搞清实验目的、实验内容及要求的基础上,列出本次实验所需要的仪器、仪表等设备。

②拟定详细的实验步骤,包括调试步骤和测试步骤,设计实验数据记录表格。

③回答实验后面的思考题。

(3) 设计型实验

①根据教师对本次实验提出的设计要求,结合自己学习的实际情况,认真选择实验题目。

②根据题目要求,设计或选用实验电路和测试电路。设计电路时,计算要正确,步骤要清楚,画出的电路要整洁,元器件符号要标准化,参数要符合系列化标准。

③列出本次实验所需要的实验仪器和仪表等设备的详细清单,在实验前一天交实验室。

④拟定详细的实验步骤,包括实验电路的调试步骤和测试步骤,设计实验数据记录表格。

⑤认真回答实验后的思考题。

2. 对实验报告的要求

①认真整理和处理实验数据,并列出表格或画出曲线。

②对实验结果进行理论分析,找出产生误差的原因,提出减少实验误差的措施。

③详细记录组装、调试和测试过程中发生的故障和问题,进行故障分析和说明故障排除的过程和方法。

④认真写出对本次实验的心得体会以及改进实验的具体方法和建议。

第一部分 基础性实验

1.1 数字仪器的使用及脉冲波形参数的测量

一、实验目的

1. 熟悉数字实验箱的功能。
2. 学习用 VP-5220A 型示波器测量直流电压值。
3. 学习用 VP-5220A 型示波器测量脉冲波形的幅值、周期、宽度等参数。
4. 学习用 VP-5220A 型示波器的“双踪”显示两个脉冲波形。

二、实验仪器及设备

VP-5220A 型双踪示波器 TPE-D 型数字电路实验箱

三、实验内容及步骤

1. TPE-D 型数字电路实验箱板面功能块介绍：

单脉冲	电位器	LED 电平显示	DC 显示	AC 显示
可调连续脉冲 周期脉冲		译码/显示 数码显示		
S1 ~ S8 逻辑 电平		200K, 50K, 100K, 25K, A1 ~ A14 集成电路块插座。		

2. VP-5220A 型双踪示波器的板面图如图 1.1-1 所示。

以上数字说明：

- (1) 电源开关：按进去为开(ON)，释放为关(OFF)。
- (2) 电源开关指示灯：灯(LED)亮表示电源接通。

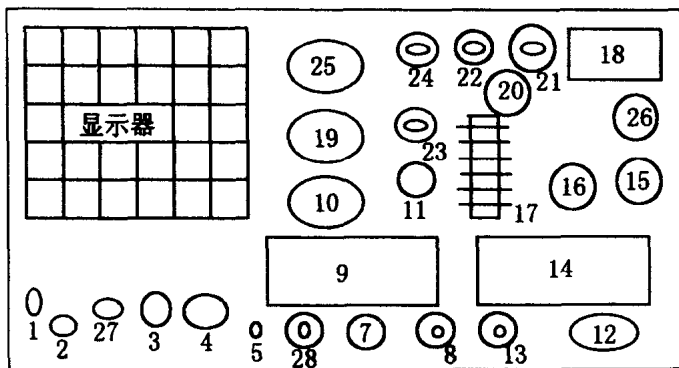


图 1.1-1

(3) 辉度控制: 控制屏幕上迹线的亮度, 将旋钮顺时针转动, 亮度增加, 在观测信号时将辉度调整到适当的位置。

(4) 聚焦控制: 控制屏幕上迹线的清晰度, 辉度改变聚焦要随之调整。

(5) 基线调整: 补偿地磁对于迹线的影响, 调整迹线的斜率。

(6) 显示器

(7) CH_1/X 输入: 由 BNC 电缆或探头将信号输入通道 1, 当在 X-Y 方式时, 作为 X 轴输入。

(8) $CH_1 AC - GND - DC$ 开关: 是 CH_1 输入耦合选择开关。根据频率及直流电压选择不同的耦合方式, 以保证便于观测。

AC: 在信号源与放大器间串接一只电容, 以抑制直流成分可方便观测到叠加成分上交流信号, 低频抑制约 5Hz。

GND: 使垂直放大器输入端接地, 为此提供零电平基线, 在进行 DC 分量测量时, 此基线作为参考基线。

DC: 输入信号直接馈至放大器。

(9) $CH_1 V/DIN$ 衰减开关: 将输入信号衰减到一定幅度观测。使用 10:1 电缆观测时, 测得的幅度必须 $\times 10$ 。观测时将微调旋钮 CAL 顺时针旋到底为校准位置。

(10) CH_1 位移调整: 调整通道 1 扫描线位移。

(11) CH_1 微调: 供垂直灵敏度细调, 顺时针旋到底为校准位置。

(12) CH_2/Y 输入: 用电缆或探头把信号输入到通道 2, 当工作在 X-Y 方式时, 作为 Y 轴输入。

(13) $CH_2 AC - GND - DC$ 开关如(8)所述。

(14) $CH_2 V/DV$ 开关如(9)所述。

(15) CH_2 位移极性转换, 调整通道 2 扫描线位移, 当旋钮拉出时, CH_2 极性变反。

(16) CH_2 微调: 如(11)所述。

(17) 垂直方式选择开关:

CH_1 : 显示 CH_1 通道信号。

CH_2 : 显示 CH_2 通道信号。

CHOP: 振荡器给出重复频率信号控制垂直开关电路, 使在慢扫描时能便利观测两个通道的信号。

ALT:CH₁:CH₂ 通道信号交替显示,这种方式适用于快扫描。

ADD:CH₁:CH₂ 输入信号波形以单踪代数和显示,当 CH₂ 旋钮(15)拉出时,则以两信号的代数和显示。

(18)TIME/DIV:水平时基开关调节扫速,0.5s/DIV 至 0.2 μ s/DIV 共 20 档。

(19)水平位移及 $\times 10$ 扩展:调整基线水平方向移动,当旋钮拉出扫描扩展 10 倍。

(20)VARIABLE:顺时针旋尽为校准位置,逆时针旋转,扫速在 TIME/DIV 开关各档间连续变化。

(21)AUTO - NORM - X - Y 开关:扫描方式开关

AUTO(自动):在触发信号不足以触发工作时,自动扫描,触发信号频率超过 100Hz,触发扫描开始。

NORM(常态):当有足够大频率信号提供给扫描电路时,触发扫描,若信号频率不足无基线显示。

注:TV - V(24)工作于这种方式。

X - Y:X 信号由 CH₁ 通道输入。

Y 信号由 CH₂ 通道输入。

注:工作在这种方式时,垂直方式开关应在 CH₂ 方式。

(22)触发源选择开关:

INT:用 CH₁ 或 CH₂ 信号作为触发源。

LINE:用电网频率信号作为触发源。

EXT:从外触发输入端子输入信号作为触发源。

(23)内触发源选择开关:

当触发源开关置于“INT”时,可选择如下信号作为触发信号。

NORM:屏幕上所显示的信号用做触发信号。

CH₁:CH₁ 信号作为触发源。

CH₂:CH₂ 信号作为触发源。

(24)触发耦合开关:在触发电路之前,把触发信号转换到滤波电路。

AC:触发信号通过一个电容接到触发电路,以隔离 DC 成分。

TV - V:从视频信号中分离出垂直同步信号做为触发源。

TU - H:从视频信号中分离出水平同步信号做为触发源。

DC:将触发信号直接馈至触发电路。

(25)LEVEL:调节触发信号波形上的起始电平使信号稳定触发。

FIX:旋钮旋到 FIX 位置,触发电平被固定在最佳电平位置为全自动触发,这个旋钮置于 IN + 触发极性为正,拉出触发极性为负。

(26)外触发输入端:输入外触发信号。

(27)校准:该端输出校准信号,用于探头电容补偿,及 5mV/DIV 灵敏度调整。该信号为方波,频率 1kHz 幅度约为 0.3V。

(28)地:该端将内部电路地接到机壳,在测试低频信号 ≤ 50 kHz 时,探头接地端不接到这个端子上。

3. 直流电压的测量

将方式开关置于“GND”,调节 $\uparrow \downarrow$ 旋钮,使零电平基线对准坐标 X 轴,取数字实验箱上

表 1.1-1

序号	测量值(V)
1	
2	
3	
平均值	

的 +5V 作被测信号,经通道 CH₁ 或 CH₂,然后将方式开关置于“DC”,读出 Y 轴衰减开关上 V/cm 值 × 偏值 Y 轴的厘米值(探头衰减倍数)。即为被测量的直流电平的电平值,反复三次,将结果记录在表 1.1-1 中。

(1)测量脉冲波形的低电平和高电平

测量 V_H 和 V_L 类同直流电压的测量(脉冲波形 f = 1kHz,从数字实验箱上取),把测量结果记录下来。

低电平 V_L = _____ V,高电平 V_H = _____ V。

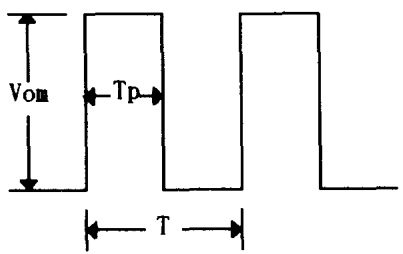


图 1.1-2

(2)测量脉冲的幅度(V_{om}),脉宽(T_p),周期(T),见图 1.1-2。

a. 测量脉冲的幅度 V_{om}

将方式开关置于“AC”,从数字实验箱上取 F = 1kHz,脉冲信号经 CH₁ 或 CH₂,调节 Y 轴衰减开关,使屏上呈现波形,读出峰对峰 V/cm × Y 轴数值 × 10(探头衰减) = 被测信号值。并记录在表 1.1-2 中。

b. 测量 T_p,T

改变扫描,使屏上显示一个周期波形,按读出 ms/cm 值 × 波形(T_p 或 T)在 X 轴上的厘米值 = 被测量信号的 T_p 值或 T 值,记录在表 1.1-3 中,并根据周期求 f = 1/T 值。

表 1.1-2

序号	测量值
1	
2	
3	
平均值	

表 1.1-3

序号	测量值 T _p ,测量值 T	计算值 F
1		
2		
3		
平均值		

(3)测量脉冲波形的上升沿时间 T_r 和下降时间 T_f:

表 1.1-4

序号	测量值 T _r	测量值 T _f
1		
2		
3		
平均值		

a. 改变脉冲频率为 f = 100kHz,经 CH₁

探头输入,调节扫描旋钮,使屏上显示一个脉宽,然后改变 Y 轴衰减开关,使屏上显示高度为 1cm 的波形,将 Y 轴衰减微调开关左旋,幅度扩展为 5 倍,调节“↑ ↓”旋钮,使上峰与屏上刻度 100% 重合,下峰与屏上刻度 0% 重合,调节扫描开关,至到屏上显示 Tr,如图 1.1-3 所示,读出被测量值(us/cm) × 波

形 T_r 和在 X 轴上的厘米值 ÷ 扩展倍数,填入表 1.1-4。

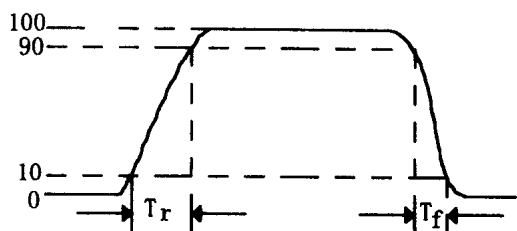


图 1.1-3

b. 测量 T_r

将触发极性开关由“+”→“—”,即屏上显示出(参考图 1.1-3),若 T_r 不明显,可将扫描微调拉出,即在 X 轴方向扩展 10 倍,测量周期 T_r ,读出被测量值 T_r 。

(4) 双踪显示及波形间相位关系:

将 Y 方式置于“交替”(ALT),调节“ $\uparrow \downarrow$ ”旋钮,使二扫描线位于屏幕中央,再将被测量信号经探头接入 CH_1, CH_2 ,调整 Y 衰减,使二信号幅度基本相等,记录二信号,观察它们之间的相位关系。

四、报告要求:

1. 整理分析实验数据,并根据结果在 X-Y 坐标上画出脉冲波形,将所测量数据标示在图 1.1-4。

2. 写出电压测量和时间测量的要点。

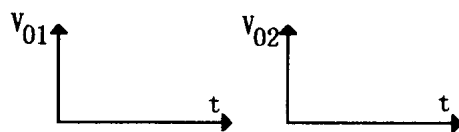


图 1.1-4

五、预习要求:

1. 预习实验讲义。
2. 熟悉描述矩形脉冲的特性指标。

1.2 逻辑门电路的逻辑功能的测量

一、实验目的

1. 掌握 CMOS 与 TTL 门电路逻辑功能的测试方法
2. 熟悉三态的逻辑功能及特点

二、实验仪器及器件

双踪示波器 数字实验箱 CC4012 或 C036 TTL 与非门 74LS20(T063)
74LS00 三态门 74LS125

三、实验内容及步骤

1. CMOS 及 TTL 与非门逻辑功能测试

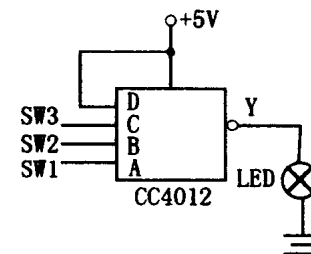
(1) 将 CMOS 与非门输入端 A、B、C 分别接逻辑电平开关 SW1-SW3, 输入 D 接高电平, 输出 Y 接至发光二极管显示器, 电路图如 1.2-1, 按表 1.2-1 记录对应的输出状态。

表达式为: $Y = \underline{\hspace{2cm}}$, 若 D 改接低电平时, 表达式为: $Y = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 测试 TTL 与非门输入负载特性, 电路如图 1.2-2, 按表 1.2-2 记录对应的输出状态。

表 1.2-1

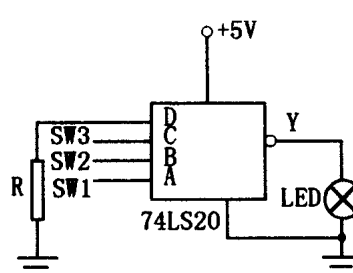
A	B	C	D = 0	D = 1
			Y = ?	Y = ?
0	0	0		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		



(图 1.2-1)

表 1.2-2

A	B	C	R = 10K	R = 150
			Y = ?	Y = ?
0	0	0		
0	1	0		
0	1	1		
1	1	1		



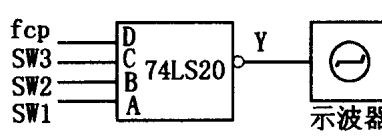
(图 1.2-2)

表达式为 $Y = ?$

(3) 观察与非门对脉冲的控制作用, 与非门一个输入端接连续脉冲信号 $f_{cp} = 1\text{kHz}$, 其余输入端接逻辑电平开关, 用示波器观察并记录 Y 的波形, 电路如图 1.2-3, 按表 1.2-3 记录对应的波形。

表 1.2-3

D	A	B	C	Y = ?
$f_{cp} = 1\text{kHz}$	0	0	0	
	0	0	1	
	0	1	0	
	0	1	1	
	1	0	0	
	1	0	1	
	1	1	0	
	1	1	1	



(图 1.2-3)

(4)用 TTL 与非门 74LS20 完成“与”、“或”、“非”异或逻辑功能,画出逻辑电路,按表 1.2-4 记录输出所得数据:

表 1.2-4

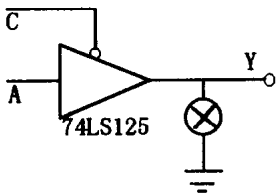
A	B	与	或	非	异或
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

2. 三态门逻辑电路功能的测试

(1)三态门 74LS125,按电路图 1.2-4 连接,根据表 1.2-5 记录结果:

表 1.2-5

C(控制)	A	Y = ?
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

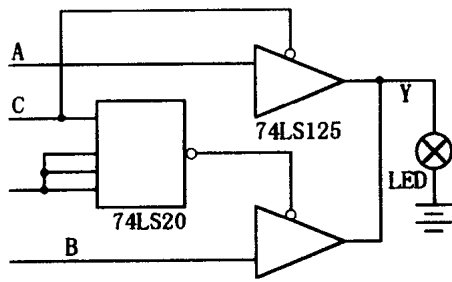


(图 1.2-4)

(2)三态门控制电路逻辑功能测试,按电路图 1.2-5 连接 A,B,C 分别接逻辑电平开关,Y 接 LED 显示器,按表 1.2-6 记录结果:

表 1.2-6

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



(图 1.2-5)

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. TTL 与非门,三态门和 CMOS 与非门的特点。