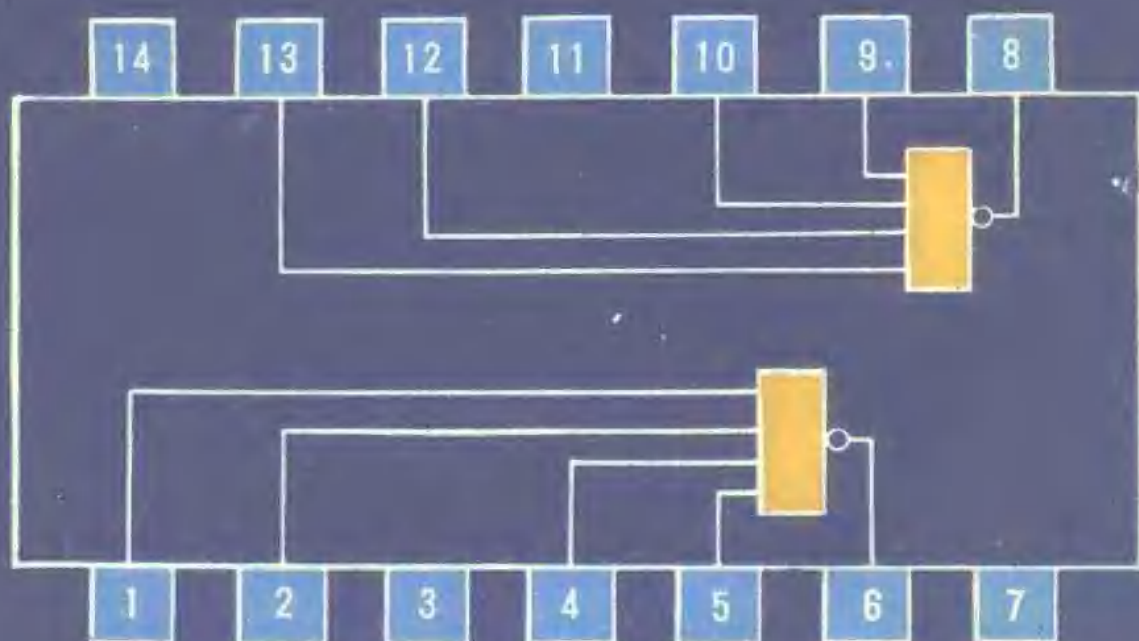


高等学校教材

脉冲与数字电路实验

（第三版）

方九如 编



高等教育出版社

TH 78
—

高等学校教材

脉冲与数字电路实验

(第二版)

方九如 编



高等教育出版社

本书在1982年出版的《脉冲与数字电路实验》(第一版)的基础上,根据国家教委高等学校工科电工课程教学指导委员会电子线路课程教学指导小组审定的《脉冲与数字电路基本要求》修订而成。经电子线路课程教学指导小组委托张端编委审阅,同意作为高等学校教材出版。

全书分四篇。第一篇教学实验,共包括11个基本实验;第二篇综合实验,选编了4个实验课题;第三篇实验基础知识,着重介绍了集成电路器件的命名规则、使用规则、逻辑符号及检查、排除故障方法等;第四篇实验仪器,主要介绍了二踪示波器、数字式频率计、脉冲信号发生器的工作原理、特点及使用方法。并附有一附录,介绍部分集成电路器件型号对照及引出端排列图。

本书可供高等学校工科电子类、通信类各专业作实验教材,也可供工程技术人员参考。

责任编辑 姚玉洁

高等学校教材

脉冲与数字电路实验

(第二版)

方九如 编

高等教育出版社出版

高等教育出版社照排中心照排

新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 10 字数 230 000

1982年10月第1版 1989年3月第2版 1989年5月第1次印刷

印数 0001—4 730

ISBN7-04-002135-8/TN·113

定价 2.15 元

第二版前言

本书是根据高等学校工科电工课程教学指导委员会制定、并经国家教委批准的《脉冲与数字电路实验基本要求》，结合近年来科技发展和实验教学实践进行修改而成的，可作为高等院校通信类、电子类专业的实验教材。

本书第一版出版近六年来，各种中、大规模集成电路在数字系统中得到了广泛的应用，迫切要求学生熟悉和掌握常用中、大规模集成电路功能及其在数字系统中应用的方法。我们认为，除通过实验教学，培养学生掌握数字电路的基本实验方法、故障检查方法以及二踪示波器等常用仪器使用方法等基本实验技能外，还必须培养学生工程设计和组织实验的能力。因此本修订版把全书分为四篇，除保留第一篇教学实验和第四篇实验仪器外，还增加了第二篇综合实验和第三篇实验基本知识。其中综合实验篇的目的是培养学生初步掌握小型数字系统的设计能力，包括选择设计方案，进行电路的设计、安装、调试等环节，它是运用所学知识进行工程设计、提高基本实验技能的一次实践。实验基本知识篇中，提供了学生必须掌握的实验过程中经常遇到的一些基本知识，包括器件的使用规则、检查和排除电路故障的一般方法等。

教学实验篇与第一版比较，删去了锯齿电压波发生器、晶体管张弛振荡器和 m 序列发生器等晶体管和小规模集成电路的实验；压缩和归并了集电极开路门与三态门、CMOS 集成电路的测试、集成触发器和同步时序电路逻辑设计等小规模集成电路的实验；增加和扩充了组合功能件的应用、时序功能件的应用、脉冲信号产生电路、随机存取存储器的应用和模/数转换器的应用等中、大规模集成电路的实验，以及计算机逻辑模拟的实验。把原来 17 个实验减少到 11 个实验。其中实验一~实验八是基本实验，实验九~实验十一是提高性实验。每个实验中，实验任务分为两部分，一是基本要求的内容，二是进一步要求的内容，最后还提供了一定数量的练习题。上述的 11 个实验及其相应内容，各校可以根据不同专业、不同层次和不同教学要求自行选定。

综合实验篇共提供了 4 个较典型的课题，它们较系统地反映了中、大规模集成电路在数字系统中的应用，供各校参考。随着数字技术的发展和科研工作的开展，各校还可选择其他各种合适的课题。

全书一律采用正逻辑规定；即高电平为逻辑 1，低电平为逻辑 0。书中使用的是目前国内常用(原部颁标准)逻辑图形符号，同时也介绍了最近颁布的国家标准(GB)逻辑图形符号，并在第三篇第二章中对国标逻辑图形符号的有关规定做一简单介绍。

在实验一~实验八中使用的 TTL 器件可以用相应的 CMOS 器件代替，书末附录中列出了它们的对照表。为了使实验设备兼用，在采用 CMOS 器件时，电源电压应使用 +5V。本书对脉冲信号发生器提供的信号波形参数也做了具体规定(详见实验一的实验原理四)。

实验教学中，为了保证教学质量，指导教师必须在每一个实验环节对学生严格要求。学生必须十分重视实验。每次实验前认真做好预习，弄清实验原理、内容和方法，并预期可能得到的实验结果；实验中，要实事求是、一丝不苟、充分发挥主观能动性、独立完成实验；实验

后，认真撰写实验报告，报告应内容完整、字迹工整、图表整齐。我们相信，按照上述要求进行实验，学生在理论知识和实验技能方面均会有较大的提高。

本书蒙高等学校工科电工课程教学指导委员会电子线路课程教学指导小组委托西安交通大学张端刚教授负责审阅，对本书提出了许多极其宝贵的意见。

在本书修改过程中，谢嘉奎教授做了具体指导，黄正峰副教授对修改稿进行了初审，提出了许多具体意见。朱福利、顾家昌、团雪民以及东南大学无线电工程系电子线路教研组的其他同志，对内容均提出了宝贵的意见。编者对他们表示深切的谢意。

书中的错误与不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1988.8

第一版前言

本书主要根据1980年6月教育部在成都召开的高等学校工科电工教材编审委员会扩大会议审定的《脉冲与数字电路教学大纲(草案)》和1981年10月在南京召开的电子线路实验交流会提议的《脉冲与数字电路实验教学实施方案》编写,可作为高等工科院校无线电技术专业的实验教材,也可作为电子类各专业的实验参考书。

《脉冲与数字电路实验》应同脉冲与数字电路课程密切配合,目的是巩固和扩充课堂讲授的理论知识,培养科学实验的基本技能和严谨的工作作风。要求通过实验使学生初步具备基本电路的分析和设计能力;了解实验仪器的基本工作原理,并掌握其使用方法;初步具备自行拟定实验步骤、检查与排除故障、分析和综合实验结果以及撰写实验报告的能力。

本书根据脉冲与数字电路的基本内容和常用电路,共编写了十七个实验。其中十五个属小型实验,每个实验课内学时为2—3学时,两个是大型实验,每个实验课内学时在4—6学时以上。实验一至五、七至九、十一、十二属基本实验,建议优先选用。

在上述十七个实验中,脉冲电路实验四个,数字电路实验十三个。数字电路以TTL小规模集成电路为主,中规模集成电路为辅,还安排了一个CMOS集成电路实验。

本书有其自身的系统性,也可作为实验独立设课的基本教材。

每个实验均包括实验目的、实验原理、实验前准备、实验任务与步骤、实验设备与器材、实验报告要求和思考题等部分。实验原理中主要结合实验内容概括介绍基本工作原理和实验方法。根据循序渐进的原则,在开头的几个实验中对实验步骤列举得较为详细,以后渐趋简略,部分实验还要求实验者自行拟定实验步骤。实验任务中凡是有*的部分均为选做内容。仪器仅列出仪器名称,具体型号由各校自行确定。为了便于实验者学习仪器的工作原理与使用办法,在本书第二篇介绍了几种型号的常用仪器。

为了达到实验的预期目的,要求学生在实验前按每个实验的具体要求认真预习,在实验过程中严格按照科学的操作方法进行实验,做好原始数据记录,实验结束后认真撰写实验报告。

撰写实验报告是培养科学实验基本技能的重要环节,报告内容应包括实验目的、实验任务、实验所用仪器、实验电路、实验数据与波形、实验结果的分析与讨论以及每个实验对实验报告的具体要求等。报告还必须附有实验数据与波形的原始记录。

本书是在南京工学院无线电工程系数字电路教研组多年来教学实践的基础上编写的。在编写过程中,实验十、十四和十六吸取了清华大学的部分实验内容,实验六和八分别吸取了上海交通大学和西安交通大学的部分实验内容,实验三吸取了西北电讯工程学院和华中工学院的部分实验内容。此外,还参考了浙江大学等许多兄弟院校的实验指导书。编写工作在何振亚、谢嘉奎两同志的组织与具体指导下进行,黄正瑾同志对本书全部内容做了初审与修改,袁世平、曹秀英、马锦屏、汤焕锡、朱定保、叶敏峰、韩晓江以及教研组其他同志毫无保留地提供了他们在长期指导实验和准备实验过程中所积累的资料和意见。

书稿承高等学校工科电工教材编审委员会电子线路编审小组委托西安交通大学张瑞同志负

黄审问，对本书提出了许多极其宝贵的意见。

编者在此对上述同志表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，错误与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 教学实验

实验一	二踪示波器及其使用	1
实验二	晶体管开关特性 限幅器与钳位器	1
实验三	TTL 集成门的测试与使用	1
附录一	非门接互路门和三态门的使用方法	19
附录二	CMOS 集成电路及其接口电路	22
实验四	用 SSI 设计组合电路和冒险现象观察	25
实验五	MSI 组合功能件的应用	25
实验六	集成触发器和用 SSI 设计同步时序电路	34
实验七	MSI 时序功能件的应用	41
附录三	显示译码器和数码管	47
实验八	脉冲信号产生电路	52
实验九	随机存取存储器的应用	60
实验十	模/数转换器的应用	63
实验十一	计算机逻辑模拟	70
附录四	PLS——逻辑模拟程序	78

第二篇 综合实验

课题一	模拟乒乓球游戏机(设计举例)	85
课题二	数字闹钟	94
课题三	自动量程转换的数字式频率计	96
课题四	全自动电梯控制电路	98

第三篇 实验基本知识

第一章	集成电路命名规则	101
第二章	逻辑图形符号	104
第三章	TTL 集成电路与 CMOS 集成电路的使用规则	110
第四章	通用实验底板及其使用方法	112
第五章	实验电路故障的检查与排除指南	116

第四篇 实验仪器

第一章	SR8 型二踪示波器	118
-----	------------	-----

第二章 E312 型电子计数式频率计	126
第三章 脉冲信号发生器	136
第一节 XC-13 型脉冲信号发生器	136
第二节 XD11 型多用信号发生器	139
第三节 简易脉冲信号发生器	140
附录 常用集成电路型号对照表与引出端排列图	143
主要参考书目	152

第一篇 教学实验

实验一 二踪示波器及其使用

一、实验目的

1. 熟悉二踪示波器的基本工作原理;
2. 掌握用二踪示波器测量脉冲波形参数的方法;
3. 熟悉脉冲信号发生器的使用方法。

二、实验原理

(一) 示波器的工作特性

1. 示波器是脉冲与数字电路实验的常用仪器之一,其主要技术指标是示波器Y轴放大器的频带宽度 B 。

一个理想的方波,通过线性网络时,由于受网络频带宽度的限制,将使波形发生畸变。目前大多数通用示波器,Y轴放大器的低频响应已达到或接近直流,因此,Y轴放大器的高频响应将直接影响波形的失真。使用一个Y轴放大器频带宽度为 B 的示波器,观察一个理想的阶跃信号,示波器荧光屏上将显示一个具有边沿时间 t_{10} 的阶跃信号,称 t_{10} 为示波器的建立时间。示波器的频带宽度 B 和建立时间 t_{10} 存在着如下的近似关系(波形的上升量 $p=5\%$):

$$Bt_{10} \approx 0.35$$

SR8型二踪示波器的频带宽度 B : DC~15MHz,建立时间 $t_{10} \approx 24\text{ns}$ 。

2. 连续扫描和触发扫描

为了在荧光屏上显示稳定的信号波形,要求X轴的扫描信号必须与被测信号同步。通用示波器一般有两种扫描工作方式。一种是连续扫描工作方式(SR8型示波器触发方式开关置于自动挡),此时示波器的扫描电路产生自激扫描信号,荧光屏显示扫描线。在观察波形时,扫描信号能在一定范围内与外加被测信号同步,使显示的波形稳定。连续扫描工作方式通常用来观测工作频率不高的正弦波信号。另一种是触发扫描工作方式(SR8型示波器触发方式开关置于常态挡),此时示波器扫描受触发信号控制,在无触发信号时扫描停止,荧光屏上无扫描线;在触发信号作用下,电平旋钮调在合适的位置时,示波器才进行扫描,显示稳定的波形。触发扫描工作方式用来观察包括脉冲信号在内的各种信号波形。

SR8型二踪示波器在触发扫描工作方式时的调节方法如下:首先使仪器无触发信号输入(若使用内触发,应将Y轴输入耦合开关置于 $\perp$ 位置),调节稳定性旋钮,使荧光屏上的扫描线刚好消失(调整后此旋钮无需经常调节),然后输入触发信号和被测信号,调节电平旋钮,直至显示稳定的波形。

3. 触发源的选择

通常示波器触发源有外触发和内触发两种。

外触发是指扫描的触发信号由机外直接加入。触发信号可以是被测信号，也可以是与被测信号有固定时间关系且边沿较陡的信号，因而扫描不受机内 Y 通道信号波形的影响。这种方式的优点是触发灵敏度高、触发点稳定，缺点是对被测信号系统影响较大，通常在观察缓慢变化的信号或有特殊要求的情况下使用。

内触发是指扫描的触发信号取自机内 Y 通道的被测信号。这种方式的优点在于操作简便，对被测系统的影响小，因此一般情况下都采用内触发方式；其缺点是触发灵敏度较低，触发点不稳定，当信号幅度或信号边沿的斜率变化时，触发点也随之变化。

SR8 型示波器有 Y_A 和 Y_B 两个独立的输入通道。通过显示方式开关可以控制示波器进行单踪显示或二踪显示（二踪显示的工作原理详见第四篇第一章）。不同显示方式在使用内触发源时，可以通过内触发选择开关选择合适的内触发信号。当内触发选择开关置于按下（常态）时，示波器显示 Y_A 或 Y_B 信号是分别利用它们本身信号进行触发扫描，它适用于单踪显示，若用于二踪（交替）显示，由于显示的两个波形使用各自的触发信号，其扫描的起始时间就不同，它们之间在时间上没有一定的关系，无法进行时间与相位的分析和比较。当内触发选择开关置于拉出位置时，触发信号仅取自 Y_B 输入通道，它适用于二踪（交替）显示。由于所显示的两个波形扫描受同一个 Y_B 信号触发，因而可以对波形进行时间与相位的分析和比较。表 1-1-1 列出了在内触发扫描时，不同显示方式通常要求的内触发选择开关应处的位置。

（二）脉冲波形参数及其测量

1. 脉冲波形参数

表 1-1-1 各显示功能时有关开关位置

显示功能 \ 开关名称	显示方式开关	内触发选择开关
单踪显示 Y_A 波形	Y_A	常态
单踪显示 Y_B 波形	Y_B	常态
单踪显示 Y_A 和 Y_B 的叠加波形	$Y_A + Y_B$	常态
二踪显示, 观察频率较高的信号	交替	拉 Y_B
二踪显示, 观察频率较低的信号	断续	拉 Y_B

矩形脉冲是常见的一种脉冲波，其波形图如图 1-1-1 所示，其主要参数有：

T ——脉冲重复周期；

t_w ——脉冲宽度，工程上通常是指在 $0.5V_m$ 处，波形的前沿到后沿之间的时间间隔；

t_r ——上升边沿时间，指信号由 $0.1V_m$ 上升至 $0.9V_m$ 的时间间隔；

t_f ——下降边沿时间，指信号由 $0.9V_m$ 下降至 $0.1V_m$ 的时间间隔；

V_m ——脉冲幅度；

V_H ——正脉冲顶部的直流电位，称为高电平电压值；

V_L ——正脉冲底部的直流电位，称为低电平电压值。

尖脉冲是另一种常见的脉冲波。它的脉冲宽度是指在 $0.1V_m$ 处，波形的前沿到后沿之间的时间间隔。

2. 电压测量方法

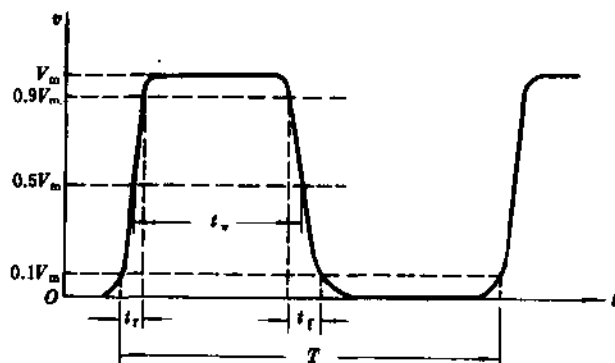


图 1-1-1 实际的矩形脉冲波形

示波器的电压测量实际是对被显示波形 Y 轴方向的幅度测量。SR8 型示波器用直接读数法测量电压，因此，测量时必须把灵敏度微调旋钮置于校正位置。调节示波器，使被测波形稳定地显示在荧光屏中央，一般要求被测部分在 Y 轴方向占 4~6 大格 (div)，以减少测试误差。

(1) 交流电压与脉冲幅值的测量

若灵敏度选择开关所处挡的标称值为 V_0 (V/div)，被测波形在荧光屏 Y 轴上所占尺寸为 H div，则被测波形的电压幅值为

$$V = HV_0 \text{ (V)}$$

(2) 直流电压测量

测量步骤如下：

① 显示波形。将 Y 轴输入耦合开关“DC- $\perp$ -AC”置于 DC 位置，极性 拉- Y_A 开关置于常态（按下），使被测波形大小适中、位置合适。

② 确定零电压基准线。将 Y 轴输入耦合开关置于 $\perp$ 位置（触发方式开关置于自动），荧光屏上出现扫描基线，适当调节 $\uparrow \downarrow$ 旋钮，移动基线与邻近的水平标尺刻度重叠，此刻度即作为零电压线。

③ 读直流电压值。将 Y 轴输入耦合开关重新置于 DC 位置，此时被测波形的光迹与零电压线刻度之间的距离即为直流电压值。被测波形位于零电压线上方的为正电压值，位于零电压线下方的为负电压值。

(3) 高频探头的使用

实际测量时，必须考虑示波器输入阻抗对被测电路的影响，特别在测量高速脉冲时，示波器输入电容的影响很大，严重时甚至会破坏被测电路的正常工作。

使用高频探头测量，示波器的输入阻抗提高到 $10M\Omega // 15pF$ ，但同时也引进了 10:1 的衰减。使测量的灵敏度下降到不使用高频探头时的 $1/10$ 。所以，在使用高频探头测量电压时，被测电压的实际数值应是荧光屏上直接读得数值的 10 倍，即

$$V = HV_0 \times 10 \text{ (V)}$$

在使用探头测量快速变化的信号时，必须注意探头的接地点应选在被测点附近。

3. 时间测量方法

时间测量是指对脉冲波形的重复周期、脉冲宽度和边沿时间等参数的测量。SR8 型二踪

示波器的时间测量采用直接读数法。在测量时，必须把扫描时间的微调开关置于校准位置，扩展拉×10开关置于常态（按下）。调节示波器，使被测波形稳定地显示在荧光屏中央。一般要求被测部分在荧光屏上X轴方向占4~6div。

(1) 脉冲重复周期和宽度的测量

如果扫描时间开关所处挡的标称值是 $t_0 \mu s / \text{div}$ ，被测波形在X轴方向所占的水平距离为 $L \text{div}$ 时（例如，在图1-1-2中 $L=4.45 \text{div}$ ），则测得的时间量为

$$t = Lt_0 (\mu s)$$

若被测的时间很小，在扫描时间开关置于 $0.2 \mu s / \text{div}$ 时，还无法读出X轴距离时，则可借助于示波器的扩展拉×10开关，使波形在X轴方向放大10倍。若此时荧光屏上测得的距离为 $L \text{div}$ ，则测得的时间为

$$t = L \text{div} \times 0.2 \mu s / \text{div} \times \frac{1}{10}$$

$$= 20 L n s$$

必须注意，使用扩展拉×10开关后，将使测量误差增加到10~15%。

(2) 脉冲边沿时间的测量

测量步骤如下：

① 合理选择示波器的触发极性（用触发极性选择开关控制）。若观测波形的上升边沿，应使用+极性触发；若观测波形的下降边沿，应使用-极性触发。

② 调节Y轴灵敏度选择开关及其微调旋钮，使被测信号的波形幅度占满荧光屏中间6大格（顶部与底部各空1大格）。改变扫描时间选择开关，使被测边沿稳定地显示在荧光屏上，并在X轴方向有足够的格数。

③ 根据波形上升边沿（或下降边沿）时间的定义可知，波形的光迹分别与荧光屏中间6格的第一与第六格中的虚线相交，两交点在X轴方向上的距离为 $L \text{div}$ （例如，图1-1-3中所示， $L=5 \text{div}$ ），若此时扫描时间开关所处挡的标称值是 $t_0 \mu s / \text{div}$ ，则测得的边沿时间为

$$t_r = Lt_0 (\mu s)$$

为了不失真地显示被测波形边沿，要求被测边沿时间应大于 t_{r0} 的3倍。

若测得的边沿时间 $t < 3t_{r0}$ 时，被显示的波形已失真，波形的实际边沿时间值 t_r （或 t_f ）应由下式校正：

$$t_r = \sqrt{t^2 - t_{r0}^2}$$

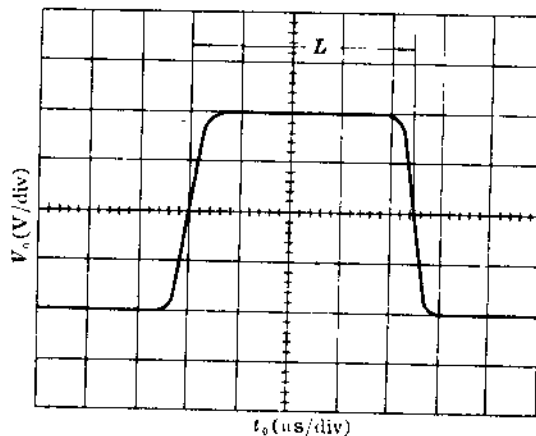


图1-1-2 时间(脉冲宽度)测量

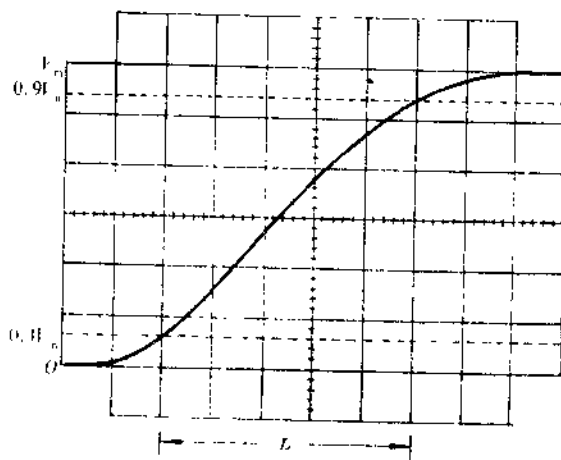


图1-1-3 边沿时间测量

上述测量边沿时间的方法同样可以用来测量尖脉冲的脉冲宽度。

(三) 二踪显示测量方法

二踪显示可以用来直接观测和比较周期成简单整数比的两个信号波形的时间和相位关系, 在使用内触发方式工作时, 必须把内触发选择开关“内触发 拉 Y_B ”置于拉 Y_B 位置, 此时示波器的触发信号取自 Y_B 输入通道, 荧光屏上显示出 Y_A 信号和 Y_B 信号之间的时间和相位关系。为了稳定地显示被测波形, 必须在两路被测信号中选择其中一个较合适的信号, 作为示波器的触发信号, 从 Y_B 输入端输入, 其选择的基本方法如下。

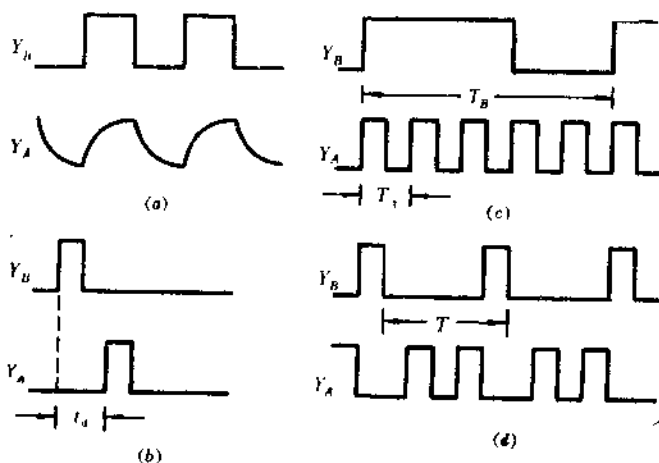


图 1-1-4 二踪显示时选择 Y_B 信号的方法

1. 选取较稳定的、边沿较陡的信号。因此通常把被测电路的输入信号送入 Y_B 输入端[见图 1-1-4 (a)]。
2. 测量两个波形相对延迟时间时, 应把时间导前的信号从 Y_B 输入端输入[见图 1-1-4 (b)]。
3. 显示周期比大于 1 的两信号时, 宜把周期较长的信号从 Y_B 输入端输入[见图 1-1-4 (c)]。
4. 若被测信号在一个周期内出现不同时间间隔的多次变化, 存在有两个以上的触发边沿(上升沿或下降沿)时, 应采用断续显示方式进行观察。如果必须使用交替显示方式时, 尽量不选用这类信号从 Y_B 输入, 而选用另一个在一个周期内只有一次变化的信号从 Y_B 输入[见图 1-1-4 (d)]。

(四) 用示波器监测脉冲信号发生器输出信号的波形参数

实验使用的方波信号由脉冲信号发生器提供。本书全部实验使用的信号应满足 TTL 电路(包括电源电压+5V 的 CMOS 电路)要求, 其主要参数如下:

1. 方波信号(即 $t_w \approx \frac{1}{2} T$) 的周期应在 1Hz 到 100kHz 范围内可调。信号边沿时间应小 F 或等 F 100ns。方波的低电平电压值 $V_L \approx 0V$ ($0V < V_L < 0.4V$), 高电平电压值 $V_H \approx 4.5V$ ($3.2V < V_H < 5V$)。
2. 单次脉冲或阶跃信号等其他脉冲信号输出, 其边沿时间和高、低电平电压值要求同上。

本书第四篇第三章介绍的简易脉冲信号发生器与通常使用的函数发生器、逻辑实验箱提供的信号源等相似，输出信号的边沿时间、 V_L 与 V_H 等值是不可调的，并完全符合实验要求。对于那些上述参数可调的信号发生器，在使用前必须将参数调节在要求的范围内，方可接入电路进行实验。

大多数脉冲信号发生器的信号周期必须在示波器的监测下调节。例如，要求信号发生器输出周期 $T=10\mu s$ 的方波信号，应把示波器的扫描时间开关置于 $2\mu s/\text{div}$ 挡（扫描微调置于校准位置，扩展拉 $\times 10$ 开关置于常态），调节信号发生器的周期（频率）旋钮，使荧光屏上显示波形的周期在 X 轴方向占 5div。

三、实验前准备

1. 阅读第四篇第一章，了解 SR8 型二踪示波器的基本工作原理，了解面板上各控制开关的名称、作用和使用方法；

2. 阅读第四篇第三章，了解有关脉冲信号发生器的使用方法。

3. 预习思考题

(1) 示波器开机后无光迹显示，应怎样进行调整，才能使其正常显示？

(2) 欲使示波器显示的光迹清晰，应怎样调节聚焦才正确？

(3) 一个理想的阶跃信号，通过一个时间常数 $\tau=RC$ 的简单阻容网络所出现的暂态过程如图 1-1-5 所示，幅值与时间的关系见表 1-1-2。由此分析实验任务 3 和 4 可能得到的结果。

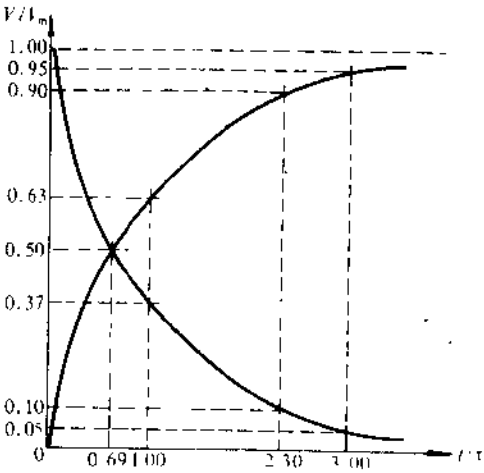


图 1-1-5 信号的暂态过程

表 1-1-2 信号幅值与时间关系

$\frac{t}{\tau}$	0	0.69	1.00	2.30	3.00
上升 $\frac{V}{V_m}$	0	0.50	0.63	0.90	0.95
下降 $\frac{V}{V_m}$	1.00	0.50	0.37	0.10	0.05

四、实验任务

(—)

1. 测量示波器的校正信号

将示波器校正信号输出端通过开路电缆线与 Y_A 输入端的高频探头相连，把示波器的有关控制开关按表 1-1-3 要求置位。

(1) 记录波形的高电平电压值 V_H 、低电平电压值 V_L 和周期 T 。

(2) 进行操作和观察，并回答有关问题：

① 在触发极性开关置于+或-时，荧光屏上光迹分别从波形的哪个边沿开始扫描？方波信

号的边沿为什么在荧光屏上不易被看清?

② 在触发方式开关分别置于自动、常态(触发)或高频时,调节电平旋钮,观察被显示图形的变化情况,说明电平旋钮在不同触发方式时的作用。

③ 把内触发选择开关(内触发 拉 Y_B)置于拉 Y_B 位置,荧光屏图形将出现什么现象?为什么?

表 1-1-3 观察校正信号时控制开关的作用位置

控制开关名称	作用位置
显示方式	Y_A
极性 拉 $-Y_A$	常态(按下)
内触发 拉 Y_B	常态(按下)
Y_A 输入耦合	DC
扩展 拉 $\times 10$	常态(按下)
触发方式	自动
触发源	内

2. 测量脉冲信号发生器输出的方波信号

调节方波信号的周期,使 $T=10\mu s$ (如果信号发生器输出的方波信号其他参数可调,则要求信号的 $t_w \approx \frac{1}{2}T$, $V_L \approx 0V$, $V_H \approx 4.5V$, t_r (或 t_f) $\leq 100ns$, 符合实验对方波信号要求)。测量与记录信号发生器实际输出的方波信号的参数 T 、 t_w 、 V_H 、 V_L 、 t_r 和 t_f 等值。

3. 测量 RC 网络对方波信号的响应

利用二踪显示进行测量,将显示方式开关置于交替位置,内触发选择开关置于拉 Y_B 位置,按图 1-1-6 连接电路。用示波器的 Y_B 探头观察网络的输入端信号 v_i ,用 Y_A 探头观察网络输出端信号 v_o ,网络输入 $T=100\mu s$ 的方波信号,按表 1-1-4 要求记录在 $R=10k\Omega$, C 分别为 $0.1\mu F$ 、 $3000pF$ 和 $510pF$ 时的输入、输出工作波形图。

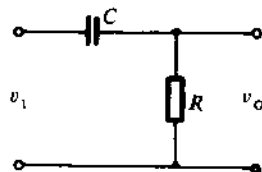


图 1-1-6 RC 网络实验电路

- (1) 计算电路的时间常数 τ 。
- (2) 记录输入与输出波形,注意它们间的时间与相位关系,时间坐标必须对齐。
- (3) 画出各波形的直流零电压轴线位置。
- (4) 读出各波形的脉冲宽度 t_w 值。

(二)

4. 把图 1-1-6 RC 网络中 R 与 C 的位置对换,取 $R=10k\Omega$, C 分别取 $0.1\mu F$ 、 $3000pF$ 和 $510pF$,输入 $T=100\mu s$ 方波信号,记录输入与输出波形,并测量与记录在 $R=10k\Omega$, $C=510pF$ 时的输出波形的上升边沿时间。

五、实验设备与器材

1. SR8 型二踪示波器 1 台
2. 脉冲信号发生器 1 台
3. 通用实验底板 1 块
4. 器材: 电阻器 $10\text{k}\Omega$ 1 只, 电容器 $0.1\mu\text{F}$ 、 3000pF 和 510pF 各 1 只

六、实验报告要求

1. 按任务要求记录实验结果, 并回答有关问题。
2. 波形图必须画在方格坐标纸上, 并贴在相应内容中, 输入、输出工作波形图要求竖直排列, 时间必须对齐, 并标出直流零电压线位置。

七、练习题

1. 若示波器的建立时间是 24ns , 荧光屏显示的边沿时间为 50ns , 试问波形的实际边沿时间是多少?
2. 为了不失真地观察边沿时间为 40ns 的信号, 选用 Y 轴放大器频带宽度为多少的示波器较合理?
3. 显示方式开关 Y_A+Y_B 挡表示的是单踪显示还是二踪显示? 此时若将极性 拉 $-Y_A$ 开关拉出, 显示的将是什么波形?
4. 为什么测量两频率较高的信号时, 用交替工作方式; 测量两频率较低的信号时, 用断续工作方式? 当显示方式开关置断续位置, 触发方式开关置自动位置, Y_A 与 Y_B 输入耦合开关置 1 位置, 扫描时间开关置于 $5\mu\text{s}/\text{div}$ 时, 荧光屏上将出现什么波形? 请解释这种现象。
5. 使示波器处在外触发工作状态, 完成任务 3 的输入与输出波形的测量。

表 1-1-4 RC 网络测试记录

电路参数			波 形 图							$t_w (\mu\text{s})$
R	C	$\tau (\mu\text{s})$	v_i							
$10\text{k}\Omega$	$0.1\mu\text{F}$		v_{O1}							
$10\text{k}\Omega$	3000pF		v_{O2}							
$10\text{k}\Omega$	510pF		v_{O3}							
			t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	