

邮电中等专业学校试用教材

脉冲与数字 电路实验

向多凯 编



人民邮电出版社

邮电中等专业学校试用教材

脉冲与数字电路实验

向多凯 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是根据1983年邮电中等专业学校电子电路教材编审组拟定的“实验指导书编写大纲”的要求编写的。内容包括十个脉冲与数字电路的基本实验、三个常用仪器的说明和使用。在讲述实验原理时,本书只是简要地介绍了实验电路的工作原理,实际上是课堂理论教学内容的简要概括。本书是邮电中等专业学校或工科电子类中等专业学校的“脉冲与数字电路”实验课教材,也可供其它学习脉冲与数字电路的学生和工作人员参考。

脉 冲 与 数 字 电 路 实 验

向多凯 编

责任编辑 张 晏

人 民 邮 电 出 版 社

北京东长安街27号

河北邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32 1986年8月第 一 版
印张: 2.5 页数: 40 1986年8月河北第一次印刷
字数: 54 千字 印数: 1—28,000册

统一书号: 15045总3223—教730

定价: 0.45 元

前 言

本书是邮电中等专业学校用书。为了适应邮电教育事业发展的需要，我局自1978年以来，先后成立了邮电中专教材编审委员会及基础课和专业课教材编审组（或小组），全面开展了教材编审活动。到目前为止第一轮邮电中专试用教材已基本上出齐。自1982年开始了各编审组（或小组）对试用几年的教材进行了总结，对原教学大纲进行了修订，并在此基础上，对各课程的邮电中专试用教材作了比较全面的修改和补充，以适应当前邮电技术的发展。我们在几年内，将修改后的教材和补充有关专业的教材，将陆续出版，以满足邮电中等专业学校的教学需要。编写教材，是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和同学在使用过程中，把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮电部教育局
一九八四年十月

编 者 的 话

脉冲与数字电路随着电子学的迅速发展,而在各种电子技术领域中得到了广泛地应用,这样,不仅需要掌握该门课程的理论基础知识,而且还必须具有一定的实际工作能力。因此在学习该课程时,做好实验则是一个重要的环节。实验的目的就是进一步巩固和加深理论知识,培养基本实验技能,从而逐步提高运用理论解决实际问题的能力。具体要求如下:

1. 正确和比较熟练地使用常用的电子仪器。
2. 初步掌握对单元电路的基本特性的测量方法。
3. 能运用基础理论知识正确地分析实验中所发生的各种现象、正确记录、整理、分析实验结果和数据。
4. 培养实验中应具有的科学态度和踏实细致的工作作风。

为了达到上述的要求,本书又根据1983年邮电中等专业学校电子电路教材编审组制定的“实验指导书编写大纲”的要求,选取了脉冲与数字电路中最基本的内容和常用的电路,共编写了十个实验,每个实验的课内学时数均安排为2小时。此外本书还编写了三个常用仪器的说明和使用(均编入附录中)。

在实验指导书中,每个实验均包括实验目的、实验原理、实验内容、实验电路、实验步骤、实验报告和实验器材七个部分。其中实验原理部分只简要地介绍了实验电路的工作原理,实际上是课堂理论教学内容的简要概括。本实验指导书是与邮电部中等专业学校统编教材——“脉冲与数字电路”配套使用的。为了更有效地培养学生的基本实验技能,编写实验时,在

前几个实验中，实验步骤介绍得比较详细，而在以后的几个实验中，逐步进行了简略，目的是让学生能根据实验内容，练习自拟部分实验步骤，从而得到更好的效果。

由于编者水平不高，加上实验条件的限制，又因编写仓促，书中一定存在不少缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

编 者

一九八四年 月

目 录

实验一	脉冲信号发生器和脉冲示波器的使用.....	(1)
实验二	反相器.....	(8)
实验三	集—基耦合双稳态触发器.....	(13)
实验四	射极耦合双稳态触发器.....	(18)
实验五	多谐振荡器.....	(23)
实验六	锯齿波电压发生器.....	(28)
实验七	单结晶体管振荡器.....	(34)
实验八	TTL “与非”门电路外特性的测量	(39)
实验九	J-K集成触发器参数的测试	(46)
实验十	二—十进制计数器.....	(53)
附录一	XC-16型脉冲信号发生器的说明与使用	(59)
附录二	SR8型二踪示波器的说明与使用	(63)
附录三	DA16-1型晶体管毫伏表的说明与使用	(69)

实验一 脉冲信号发生器和 脉冲示波器的使用

一、实验目的

1. 初步学会脉冲信号发生器和脉冲示波器的使用方法；
2. 掌握用脉冲示波器观测信号波形及校准脉冲信号发生器波形的方法。

二、实验原理

本实验用的仪器，除常用的真空管电压表外，还有SR8型二踪示波器和XC-16型脉冲信号发生器，其连接方式，如图1-1所示。

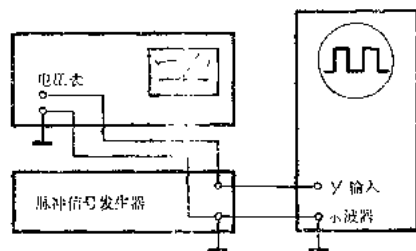


图 1-1 三种仪器间的连线图

示波器的输入信号由脉冲信号发生器提供，并能产生频率为 $10\text{Hz}\sim 1\text{MHz}$ 、最大幅度为 20V 的脉冲信号。

示波器是一种观察和测量各种周期电压（或电流）波形的

仪器，其中SR8型二踪示波器，可观测频率在16MHz以下的各种周期信号，并可同时观测两路不同的输入信号，以便进行比较。

为了减小示波器的输入阻抗对被测信号的影响，可将被测信号通过探头加到Y轴的输入端，这时信号将有10:1的衰减。探头的基本结构形式和等效电路，如图1-2所示。

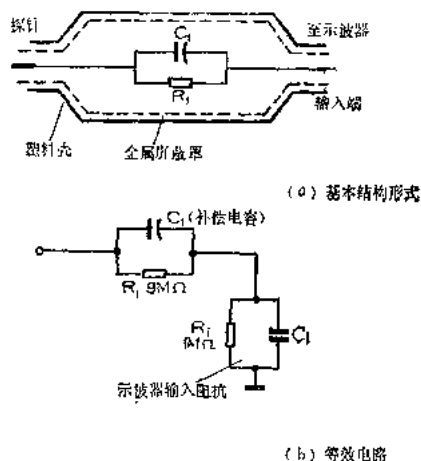


图 1-2 示波器高频探头

电压表用来测量信号电压的大小，本实验选用DA16型晶体管毫伏表，它可测量频率为20Hz~1MHz、幅度为0.1mV~300V的信号电压。

三、实验内容

1 了解所用仪器的技术性能，熟悉仪器各主要旋钮开关的位置及其作用；

2 熟悉仪器的基本使用方法。

四、实验电路

实验电路，如图1-3和图1-4所示。

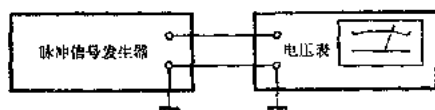


图 1-3 测量信号电压线路图

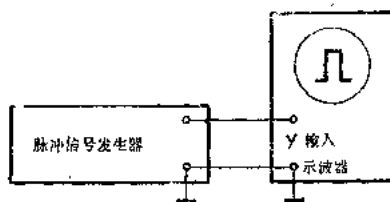


图 1-4 观测信号波形线路图

五、实验步骤

1. 仪器的技术性能和使用调节方法，参看附录一、二、三；
2. 对照附录说明和仪器面板，熟悉各旋钮和接线柱的位置及其作用；
3. 用毫伏表测量信号发生器的电压
(1) 首先将XC-16型信号发生器“延迟”旋钮逆时针旋到底（不用），并置“频率”旋钮于10kHz位置，“脉冲选择”置“正A脉冲”位置，而后调节输出“幅度”旋钮，测出在不同“输出衰减”位置时的输出电压值，记入表1-1中（注：当“衰减”在“0”位置时，使幅度为满刻度5V）。

表 1-1

信号发生器“输出衰减旋钮”	0	2	4	6	16
所在位置(dB)					
电压表读数(V)					

在测量过程中, 为避免接入被测电压后, 出现表头过载现象, 应先将电压表“量程”旋钮置于大量程档位, 接入被测信号电压后, 再逐渐向小量程档位拨动, 为使读数精确, 要求调好档位, 使表头指针指示在满刻度三分之一以上的区域。

(2) 首先将信号发生器“输出衰减”旋钮置于0dB档, 其输出幅度为5V, 而后, 改变信号发生器输出信号的频率, 用电压表测量出相应的电压值, 记入表1-2中。

表 1-2

信号频率 (Hz)	30	100	300	1 k	3 k	10 k	30 k	100 k	300 k	1M
电压表读数(V)										

4. 用示波器观测信号

用示波器观测信号波形的线路, 如图1-4所示。

(1) 观测信号波形

接通电源, 在加入被测信号之前, 首先应调节示波器的“辉度”、“聚焦”和“辅助聚焦”各旋钮, 使屏幕上显示一条细而清晰的扫描基线; 调节x轴和y轴“位移”旋钮, 使其基线居于屏幕中央。x轴触发开关置于“内”(正或负)同步, 而后, 将被测信号从y轴输入端加入(Y_A、Y_B均可, 若

从 Y_A 加入, 则显示方式开关应置于 Y_A 位置)。调节 Y 的灵敏度选择开关“ V/div ”及其“微调”旋钮, 以控制显示波形的高度(“ div ”表示荧光屏上显示波形的格数)。最后, 调节扫描速度选择开关“ t/div ”及其“微调”旋钮, 改变扫描电压周期, 使屏幕上显示稳定的波形。

本实验要求输入信号为4V(用电压表测量)。调节示波器的灵敏度选择开关“ V/div ”及其“微调”旋钮和扫描速率开关“ t/div ”及其“微调”旋钮, 分别观察频率为100Hz、1kHz、10kHz、100kHz、1MHz的脉冲波形, 要求在屏幕上显示高度为6格并有2-3个完整周期的波形, 并描绘在方格纸上。

(2) 用示波器测量信号电压

先使信号发生器输出信号的频率固定为10kHz, 并保持其输出幅度为5V, 将示波器灵敏度“微调”(红色)旋钮至“校准”位置。在此位置上灵敏度选择开关“ V/div ”的刻度值, 就表示屏幕上纵向每一格的电压伏特数。这样根据显示波形高度所占的格数, 便能直接读出电压数值。为了保证测量精度, 在屏幕上应显示足够高度的波形, 为此, 应将灵敏度选择开关选在合适的档位, 并将测量结果, 记入表1-3中。

表 1-3

信号发生器“输出衰减”旋钮所在位置(dB)	0	2	4	8	16
示波器灵敏度选择开关所在档位(V/div)					
波形高度(格数)					
信号电压值(V)					

注: 使用探头测量时, 在计算中应考虑其10:1的衰减。

(3) 用示波器测量信号周期

先使信号发生器输出信号固定为3V，将示波器扫描速率“微调”（红色）旋钮至“校准”位置。在此位置上扫描速率选择开关“ t/div ”的刻度值，就表示屏幕上横向每一格的时间值，这样根据示波器屏幕上所显示的一个周期的波形在水平轴上所占的格数就能直接读出信号的周期。为了保证测量精度，屏幕上一个周期应占有足够多的格数。为此，应将扫描速率开关置于合适的档位，并将测量结果，记入表1-4中。

表 1-4

信号频率 $f(kHz)$	1	10	30	100	300	1000
扫描速率开关位置 (t/div)						
一个周期所占水平格数						
信号周期 (μs)						

(4) 用示波器测量信号频率

信号频率 f 可由信号周期 T 的倒数来求得，即 $f = \frac{1}{T}$ ，故测量方法同(3)。

六、实验报告

1 根据实验记录，列表整理，计算实验结果，并描绘观察到的波形图。

2. 思考题

用示波器观察波形时，要达到下列要求，应调节哪些旋钮？

(1) 波形清晰；

- (2) 波形稳定;
- (3) 移动波形位置;
- (4) 改变波形个数;
- (5) 改变波形高度。

七、实验仪器

- | | |
|---------------------|----|
| 1. 脉冲信号发生器 (XC-16型) | 1台 |
| 2. 示波器 (SR8型) | 1台 |
| 3. 真空管毫伏表 (DA16-1型) | 1块 |
| 4. 连接导线 | 若干 |

实验二 反相器

一、实验目的

1. 了解反相器的工作原理，掌握反相器的性能以及电路中相关元件的变化对反相器性能的影响；
2. 进一步学会脉冲信号发生器和脉冲示波器的使用方法。

二、实验原理

反相器既是一种重要的脉冲基本单元电路，又是一种重要的基本逻辑门电路。

反相器就是将信号的极性变反的电路。其实质就是一个三极管开关电路。其特点是：当输入电压为低电平（或“0”）时，三极管截止，则输出为高电平（或“1”）；当输入电压为高电平（或“1”）时，三极管饱和，则输出为低电平（或“0”）。

对反相器的基本技术要求是：①开关速度要高，从而保证波形无畸变地传输；②带负载能力应足够大。

由于晶体管分布电容等因素的存在，故开关总有一定的开关时间 t_{on} 和 t_{off} ，这就使输出信号不能跟随输入信号作相应的变化，于是输出信号的边沿便产生了畸变，而且输入信号频率越高，所受的影响也就越严重，因此提高晶体管的开关速度，以保证信号无畸变地传输就变成了一个十分重要的问题。提高开关速度的方法有两种：其一是在输入支路采用加速电容。加

速电容只在瞬变过程中起到加速作用，加快管子从饱和和截止之间的转换，以使 t_{on} 和 t_{off} 缩短，波形边沿变的陡峭。加速电容的大小与信号频率有关，频率越高，要求加速电容的值越小；其二是在输出支路加入二极管箝位电路，其目的是充分利用电容充电电压的起始部分，使输出信号具有陡峭的上升沿，从而缩短上升时间。输出端加入箝位电路后，不仅能使上升沿时间缩短，而且更可以使反相器的输出高电平限制在规定的电平上，以保证有更加稳定的高电平输出。

三、实验内容

1. 反相器的静态测试，并确定晶体管的工作状态；
2. 反相器的动态测试
 - (1) 观测输入信号和输出信号的波形；
 - (2) 观察加速电容对输出波形的影响；
 - (3) 观察输出加箝位电路后对输出波形的影响。

四、实验电路

实验电路，如图2-1和图2-2所示。

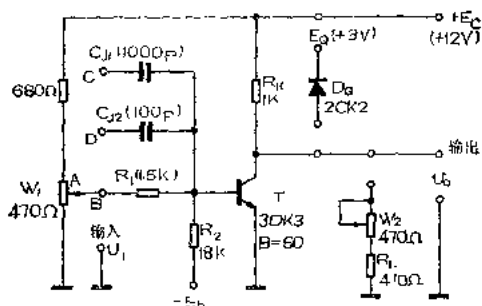


图 2-1 反相器的基本电路

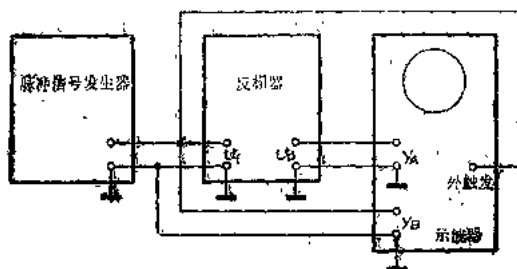


图 2-2 反相器的动态测试线路图

五、实验步骤

1. 在实验板上，按图2-1接好线路；
2. 接通电源，调 $+E_c$ 、 $-E_b$ 为实验电路上所规定的数值（用万用表直流电压档测量），而后，进行下述实验；

3 反相器的静态测试

(1) 调节电位器 W_1 ，用万用表量得直流电压 $3.4V$ 作为输入信号送入反相器的输入端；

(2) 用万用表直流电压档测量晶体管的基极电压 V_{BE} 和集电极电压 V_{CE} （即输出电压），并记录测量结果，填入表2-1中；

表 2-1

输入电平(V_i)	$V_{BE}(V)$	$V_{CE}(V)$	BG所处工作状态
$3.4V$			
$0V$			

(3) 将反相器输入端短路（即输入电压为 $0V$ ），重复(2)