



中等专业学校试用教材

数字电子技术基础实验

河北化工学校 张维莉 编

化学工业出版社

中等专业学校试用教材

数字电子技术基础实验

河北化工学校 张维莉 编

电子工业出版社

内 容 简 介

本书是根据1987年化工部电类编委会在南宁会议上制定的《数字电子技术基础实验大纲》编写的，作为中等专业学校仪表和电类专业的实验教材。

书中共编写了十一个实验，其中一到十是大纲要求的基本实验，实验十一是综合性实验。在实验安排上，考虑到当前微电子技术的发展趋势，在原小规模集成电路的基础上，适当扩大了中规模集成电路的比例。旨在使本书对读者使用集成电路有一定的指导意义。

中等专业学校试用教材 数字电子技术基础实验

河北化工学校 张维莉 编

责任编辑：徐世峰

封面设计：郑小红

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

豆各庄装订厂装订

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092¹/₃₂印张2³/₄字数61千字

1991年11月第1版 1991年11月北京第1次印刷

印 数 1-3,900

ISBN 7-5025-0929-1/G·250

定 价 0.72元

前 言

本教材是根据化工部电类编委会1987年制定的初中四年制《数字电子技术基础实验大纲》编写的，可作为中等专业学校仪表和电类专业的实验教材。

本教材力求突出中等专业学校教学特点，把实验的重点放在掌握数字集成器件的功能和使用方法上。通过本实验教程的训练，可以使学生初步掌握数字电路的测试技能，并能了解一些典型数字集成器件的型号、功能和使用方法，增强对理论课内容的理解，提高学生的实际应用能力。

本教材共编写了十一个实验，其中实验一到十是按大纲要求的基本实验，实验十一作为综合性实验，可酌情参考。这些实验除了介绍所用器件的使用方法外，对实验原理作了较为详细的说明，保证了实验课程的系统性。在实验安排上，有些电路仍用小规模集成器件构成，但考虑到微电子技术的发展，适当扩大了中规模集成器件的比例，旨在对学生今后工作有一定的指导意义。对于内容较多的实验，教师可根据实际情况适当删节。

这是一本通用教材，书中所列出的实验仪器都是常用的电子仪器，虽然各校使用的数字逻辑机型号品种不同，但性能基本上大同小异，这里以SL-2A为例，将各测试电路的名称统一起来，没有数字逻辑机的学校可参照“自制数字逻辑机”的实验自行制作。

为了保证实验顺利进行，达到预期目的，对各项实验必须做到以下几点。

1. 认真预习实验指导书，填写好应该设计和计算的内容，并交实验教师审核。

2. 实验前必须对实验所使用的每一个元器件进行测试,尤其是集成器件的功能,要重点测试,保证其完好性。

3. 实验时,争取一人一组独立完成实验,并能够处理实验中所出现的一些故障。

4. 实验后,认真整理实验数据,分析实验结果,及时完成实验报告。

本书是1989年10月在湖南省化工学校召开的审稿会上审定的,由上海市化工学校庄慕华老师主审,参加审稿的有:南宁化工学校周静益、福建机电学校郑慰萱、湖南省化工学校徐润德、邓允等。根据审稿会提出的意见又作了大幅度的修改后定稿。

在教材编写过程中,得到河北化工学校朱新民老师和电子实验室康长基老师的大力协助,在此特表感谢。

由于编者水平有限,难免有错误及不妥之处,敬请各校在使用中提出宝贵意见。

编者

一九九〇年一月

目 录

实验一	仪器使用	1
实验二	测试TTL与非门的参数	13
实验三	门电路的功能测试及应用	19
实验四	译码显示电路	25
实验五	加法运算电路	33
实验六	触发器的功能测试及功能转换	37
实验七	测试寄存器的功能	45
实验八	计数器的功能测试	52
实验九	RC环形振荡器和单稳态触发器	62
实验十	集成定时器的应用	66
实验十一	计数、译码、显示电路	70
附录 I	我国TTL集成电路型号命名规则	77
附录 II	本实验所用国内外集成电路同类产品型号对照表	78
附录 III	书中所用逻辑电路的部标符号和国标符号对照表	79

实验一 仪器使用

一、SL-2A型数字逻辑机使用说明

1. 用途

便携式数字逻辑机是进行各种数字集成电路实验的主要设备。可以很方便地直接观察各种门电路的逻辑功能，可以灵活地用门电路、触发器组成寄存器、计数器、全加器等多种电路进行实验。操作简便，直观性强，是完成数字电路学习的较好助手。

2. 逻辑机面板布置

SL-2A逻辑机由两大部分组成。

(1) 集成电路组件 与非门49个，集电极开路与非门4个，异或门4个，D触发器5个，与或非门6个，JK触发器5个。

(2) 控制板 逻辑机控制面板见图1-1。

3. 使用说明

(1) 电源 电源插座设在控制板上方，接220V交流电压，本机带有电源线。

(2) 电源开关 开关扳到“开”，电源指示灯亮，控制部分工作；开关扳到“关”，电源指示灯灭，控制部分不能工作。

(3) 集成组件电源 集成组件装在两大块板上（面、底），每块板的电源为“ V_{CC} ”、“地”。集成组件工作时，要将“ V_{CC} ”和“地”与控制板上的“ V_C ”和“地”用插头的连线

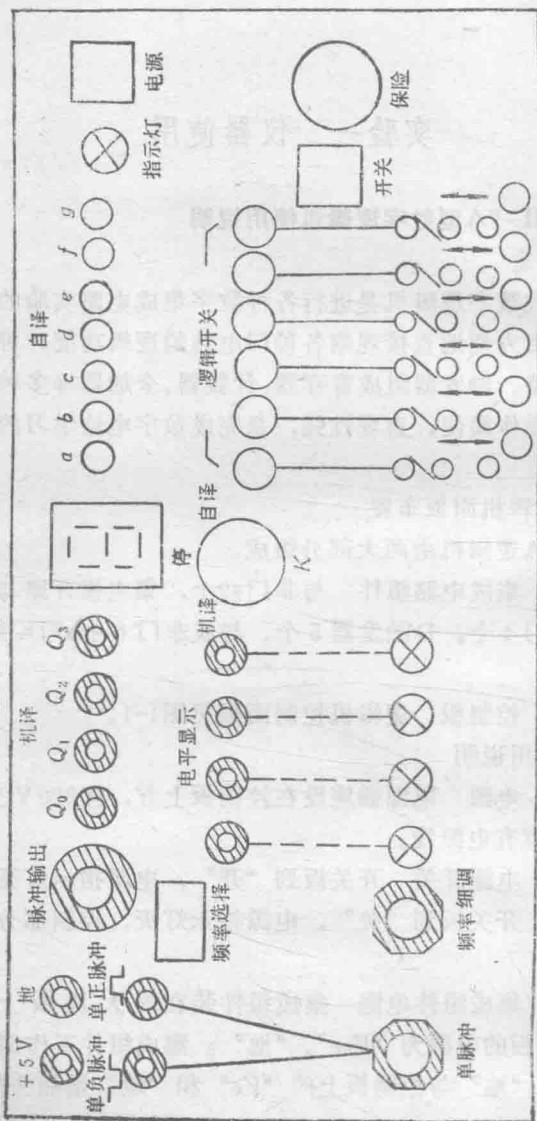


图 1-1 SL-2A逻辑学习机面板图

接通。

(4) 脉冲源 单脉冲源：供单次触发时使用。用手按一下，就有一个单(正或负)脉冲输出。

连续脉冲：供连续触发时使用。频率由频率选择及频率细调控制。频率选择开关扳向左，输出最高频率为154Hz；频率选择开关扳向右，输出频率为154Hz~25kHz。

(5) 电平显示器 将被测信号用导线和显示灯插座相连，高电平“1”时，显示灯亮，低电平“0”时，显示灯不亮。

(6) 数码显示器 数码显示器是用来显示数字、文字或符号的。

机译：将数码选择开关 K 置机译档，并在 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 插孔处输入二进制代码，数码管显示对应的十进制数(所用二进制代码为8421码)。

自译：将数码选择开关 K 置于“自译”档，在 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 、 g 插孔处输入信号，由数码管显示对应的数字、文字或符号。

(7) 逻辑开关 能够输出高电平“1”和低电平“0”两种电位。可用带插头的导线连接至电路。

二、自制数字逻辑机

数字逻辑机是测试数字电路不可缺少的仪器。如果没有数字逻辑机，可以自制一些简单的电路来代替逻辑机。下面列出所需自制电路的名称和功能。

1. 集成组件插座

集成组件插座是用来固定集成电路器件的。可以用面包板，也可以把几个插座焊在一块板上作为测试板。

2. 直流稳压电源

直流稳压电源是集成组件的供电电源。一般用5V电压。

3. 单脉冲源

单脉冲源为集成组件提供单脉冲。一次只发出一个矩形脉冲，供集成组件单次触发使用。单脉冲源又分为单正脉冲和单负脉冲，单正脉冲一次发出一个正矩形脉冲，单负脉冲一次发出一个负矩形脉冲。单脉冲源可以用基本RS触发器组成。

4. 连续脉冲源

连续脉冲源为数字电路提供一个频率连续可调的矩形脉冲。连续脉冲源可以用多谐振荡器组成。

5. 逻辑开关

逻辑开关在一些逻辑机中也称为模拟电位，通过开关可以为电路提供高电平“1”和低电平“0”两种电位。

6. 电位显示器

电位显示器是用来显示电路中某点的电位，该点电位为“1”时，显示灯亮；该点电位为“0”时，显示灯不亮。电位显示器可以用发光二极管和指示灯组成。

7. 数码显示器

数码显示器用来显示数字、文字或符号。用七段译码器和七段显示器连接起来即可组成数码显示器。若从译码器输入端 $Q_1 \sim Q_4$ 输入信号即为机译；若从显示器输入端 $a \sim g$ 输入信号即为自译。

三、SR8双踪示波器的原理及使用

(一) 实验目的

1. 熟悉SR8示波器的功能和使用方法。
2. 熟悉用SR8示波器测量直流电压。
3. 熟悉用SR8示波器测量脉冲波形的幅度、周期、宽度等参数。

4. 熟悉使用“双踪”显示两个波形。

(二) 实验仪器及设备

- | | |
|-----------------|----|
| 1. SR8双踪示波器 | 1台 |
| 2. 数字逻辑机 | 1台 |
| 3. XD-11多用信号发生器 | 1台 |

(三) 实验内容及步骤

SR8双踪示波器可用于同时观察和测定两种不同的信号，以便于比较与分析。SR8示波器的面板图如图1-2所示，各旋钮的作用在模拟电路实验中已说明，这里不再赘述。

1. 光点及时基线的调节

(1) 先将各控制件置于表1-1所列位置，然后接通电源寻找光点。

如果看到了光点，可调整“辉度”旋钮，使光点亮度适度。如果看不到光点，则可按下“寻迹”键，判断光点所在位置，适当调节Y轴和X轴“移位”旋钮，使荧光屏上出现光点。

(2) 调Y轴和X轴“移位”旋钮，将光点移到荧光屏中心位置，然后调“聚焦”及“辅助聚焦”旋钮，使光点最小，最圆。

(3) 将触发方式开关置于“高频”（这时屏幕上可能只有光点），调节X轴扫描速度“t/div”于适当档级（例如1ms/div），调节触发“电平”旋钮，使屏幕上出现时基线。

(4) 将触发方式开关置“自动”，观察是否无须调节触发“电平”旋钮，就能在荧光屏上出现时基线。

(5) 将扫描速度开关（t/div）拨到50ms/div，观察时基线上光点的扫描过程；再拨到0.5ms/div，还能看到光点的运动吗？

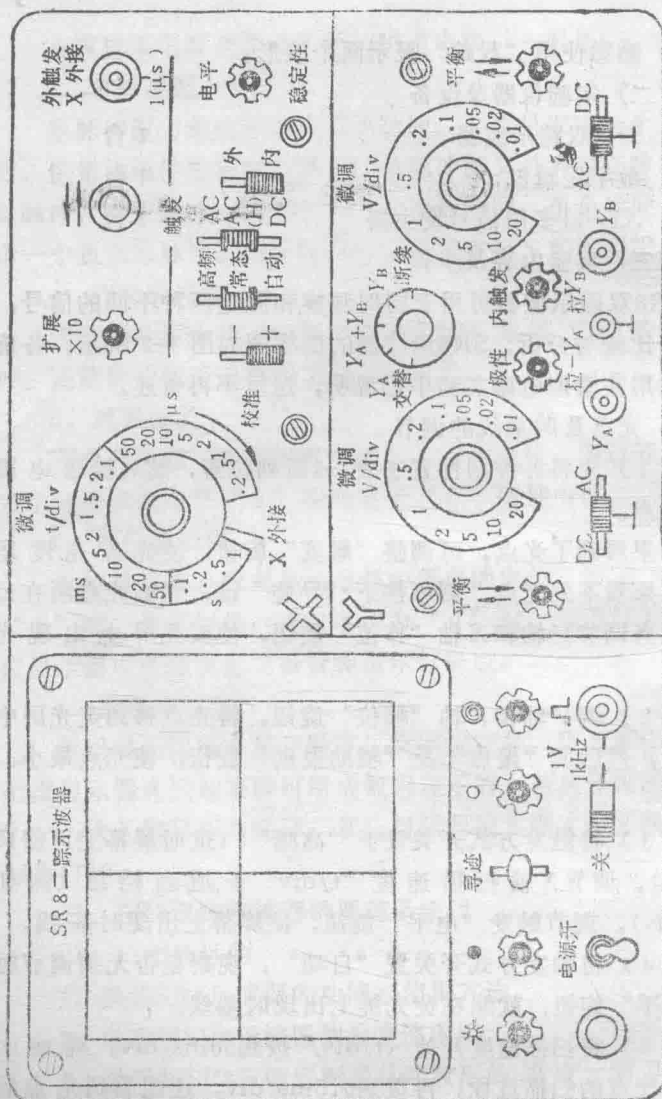


图 1-2 SR8 双踪示波器面板图

表 1-1 各旋钮的位置

控制件名称	作用位置
辉 度	适 当
显示方式	Y _A
极性拉-Y _A	常态 (按下位置)
DC-接地-AC	接 地
内触发拉Y _B	常态 (按下位置)
触发方式	常 态
Y轴移位	居 中
X轴移位	居 中
X轴扫描速度t/div	外 接

2. 单踪显示脉冲波形

(1) 先将部分控制件置于表1-2位置, 其它控制件位置同表1-1。然后将示波器内产生的“校准信号”(1V, 1kHz方波)经同轴电缆接入Y_A, 调节触发“电平”旋钮, 使波形稳定。

(2) 观察荧光屏上方波幅度所占的格数和水平方向每格的周期数。若再将“t/div”置0.5ms/div, 观察波形的每个周期横向所占格数。

(3) 观察触发极性置于“+”时, 屏上波形是否从信号的上升沿开始扫描, 显示波形。当触发极性开关置于“-”时, 屏上波形是否从信号的下降沿开始扫描, 显示波形。

3. 测量直流电压

将“触发方式”置于“自动”, “Y轴输入耦合选择”开关(DC-接地-AC)置于“接地”, 观察时基线的位置, 并将其移至屏幕的中心, 此时时基线的位置作为零电位的参考基准线(Y_A的极性为常态位置)。

表 1-2 旋钮位置

控制件名称	作用位置
触发方式	常 态
触 发 源	内
触发耦合方式	AC
Y轴耦合(DC-接地-AC)	AC
X轴扫描速度t/div	1ms/div
X轴扫描微调	校准
Y轴灵敏度V/div	0.2V/div
Y轴灵敏度微调	校准

然后将“Y轴输入耦合选择”开关由“接地”转至“DC”位置，示波器的灵敏度选择开关“V/div”置于“0.1V/div”档，其“微调”置于“校准”位置，把逻辑机的“+5V”电源经探头接入 Y_A ，观察时基线由中心位置（基准位置）向上移动几格。把经探头衰减10倍的因素考虑在内，此时测得电压可根据下式计算：

$$V = V/\text{div} \times H \times 10 (\text{V})$$

式中 H ——表示加电压后，时基线向上移动的格数；

10——测试探头衰减倍数。

将测试数据填入表1-3中。

表 1-3 测试直流电压

V/div	H(格)	V(V)

4. 脉冲波形的测量

(1) 脉冲波形的主要参数 在脉冲数字电路中, 为了表明矩形脉冲的特性, 经常使用图1-3中标明的参数。

脉冲周期 T ——周期性重复的脉冲序列中, 两个相邻脉冲间的时间间隔;

脉冲频率——表示周期性脉冲序列在每秒内脉冲重复的次数;

脉冲幅度 V_m ——脉冲电压的最大变化值;

脉冲宽度 T_w ——从脉冲前沿的 $0.5V_m$ 到脉冲后沿的 $0.5V_m$ 所需的时间;

上升时间 t_r ——脉冲从 $0.1V_m$ 上升到 $0.9V_m$ 所需的时间;

下降时间 t_f ——脉冲从 $0.9V_m$ 下降到 $0.1V_m$ 所需的时间。

利用这些参数, 就可以把一个矩形脉冲的基本特征大体上表示清楚。

用示波器测量这些参数时, 要注意被测波形在荧光屏上水平方向和垂直方向的展开程度, 为了清楚地观测一个脉冲信号的完整波形, 这个波形在荧光屏上至少应占有3格以上的宽度。例如, 被观测

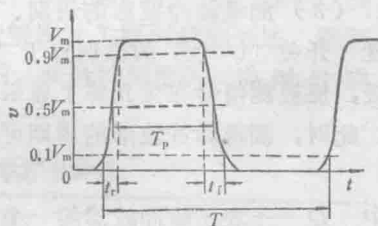


图1-3 脉冲波形参数

的脉冲信号宽度(周期)为 $120\mu\text{s}$, 则扫描速度应选择 $40\mu\text{s}/\text{div}$ 。同样, 为了清楚地观测脉冲信号的边沿, 被测信号的边沿也应在荧光屏上占有3格以上的宽度。因此要根据被测信号的特点选择控制件的合适位置。

(2) 测量脉冲波形的幅度及低电平和高电平值 脉冲波

形的幅度在示波器上的读数方法与直流电压的测量方法相同。调节信号发生器，输出频率为10kHz、脉宽为10 μ s的脉冲信号，并将脉冲幅度旋钮顺时针旋到底，用示波器测出这个信号的幅度。改变信号发生器的衰减档次，将数据填入表1-4。脉冲幅度 V_m 可用下式计算：

$$V_m = V/\text{div} \times H_m \times 10$$

式中 H_m ——脉冲电压低电平到高电平所占格数。

触发方式开关置“自动”，“触发耦合方式”置“AC”。记住时基线的参考位置（若测试时位置不合适可重调），在Y轴耦合开关置“DC”时，将逻辑机“连续脉冲”输出插孔与2000pF备用电容连接，电位器顺时针旋到头，把连续脉冲经探头输入 Y_A ，选择适当的V/div档级（微调置“校准”位置），测量该脉冲的幅度及高、低电平的值。

（3）测量脉冲波形的周期、频率和脉冲宽度 将“扫描速度”开关“t/div”的微调置于“校准”位置，选择适当的档级，使被测信号在荧光屏上显示两个周期的稳定清晰的波形。此时，测得脉冲波形的周期可用下式计算：

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

式中 D ——表示脉冲波形的一个完整周期在屏幕上横向所占格数。

脉冲的频率可由下式计算：

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

测量脉冲宽度时，为了便于观察，可调节“扫描速度”开关（t/div）和“Y轴灵敏度”开关（V/div），使被测信号在荧光屏上显示一个完整周期、Y轴幅度占2~4格的脉冲波形。此时，测得脉冲宽度可用下式计算：

表 1-4 测试脉冲幅度

XD-11衰减档次	V/div	H_m (格)	V_m (V)

$$T_w = t/\text{div} \times D_L$$

式中 D_L ——表示被测脉冲从前沿中心点到后沿中心点在横轴所占格数。

测量练习

将信号发生器功能开关置于单正脉冲档，在输出插口接 50Ω 负载后，再接输出同轴电缆，然后输到示波器。频率范围调节开关置于 10kHz 档，正脉冲幅度开关顺时针旋到底，粗调开关置于“ $3\mu\text{s}$ ”档或“ $10\mu\text{s}$ ”档，负脉冲幅度开关逆时针旋到底。将测量及计算结果填入表1-5中。

表 1-5 测量脉冲参数

脉宽粗调	t/div	D_L (格)	D (格)	T_w	T	f
$10(\mu\text{s})$						
$3(\mu\text{s})$						

(4) 上升时间 t_r 和下降时间 t_f 的测量

将数字逻辑机产生的连续脉冲输入示波器 Y_A 。“扫描速度 t/div”为校准位置，在荧光屏上显示稳定波形。调节示波器“ Y_A 灵敏度V/div”旋钮，使方波在屏幕中央显示为 ± 3 格，