

“十二五”高职高专精品规划教材
高等职业教育课程改革项目研究成果



SHUZI DIANZI JISHU SHIYAN YU KETI SHEJI

数字电子技术实验 与课题设计

主 编 张祥丽

副主编 王亚兰



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

“十二五”高职高专精品规划教材
高等职业教育课程改革项目研究成果

数字电子技术实验与 课题设计

主 编 张祥丽
副主编 王亚兰

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术实验与课题设计/张祥丽主编. —北京:北京理工大学出版社,2011. 12

ISBN 978 - 7 - 5640 - 5392 - 5

I. ①数… II. ①张… III. ①数字电路-电子技术-实验-高等学校-教材 IV. ①TN79 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 265081 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州富达印刷厂

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 7.5

字 数 / 140 千字

版 次 / 2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷 责任编辑 陈莉华

印 数 / 1~4 000 册 责任校对 周瑞红

定 价 / 15.00 元 责任印制 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

现在社会需求的应用型人才,不仅要求掌握基本理论知识,更需要掌握基本实验技能和具有一定的科研创新能力。而实践教学是高等教育本质的必然要求,是培养应用型人才的必然之法。本教材围绕“以素质教育为主线,以能力培养为核心”的教育思想,将理论和实践相结合,培养学生逻辑思维能力、设计能力和实际动手能力。

作者所在学院(重庆电子工程职业学院)的“数字电子技术”课程获得“国家级精品课程”建设项目称号,并出版了配套教材,但缺乏一本让教师和学生都适合的实训实验教材。本书实验安排了与“数字电子技术”课程紧密结合的基础技能训练和逻辑电路系统设计的创新技能训练,符合数字电子技术理论课的教学基本要求,在内容上不仅包括基础性测试和验证性实验,还涉及了综合设计性实验,从而在实践教学中巩固、加深学生对基础理论知识的理解,培养学生分析问题、解决问题的能力 and 实际动手能力。

作者在编写过程中借鉴了澳大利亚职业教育的一些先进理念,力图采用新的模式、新的思路,让学生在实践学习中能轻松入手,逐步提高操作、创新能力。具体表现在以下几个方面:

(1) 内容实用。选取和理论教材配套以及电子技术中最常用的技术进行技能训练,在基础性、验证性、设计性实验之外,还增加了拓展训练部分,有利于学生独立分析、创新能力的提高。内容精炼,详略得当,文字通俗易懂,图表与正文密切配合。

(2) 目的明确。彻底打破学科课程的设计思路,紧紧围绕工作任务完成的需要来选择和组织课程内容,突出工作任务与知识的联系。

(3) 适应性强。本书配带有各项技能训练的操作、设计方案,并在各项技能训练中,强调了学生在该项训练中要完成的任务进度和资料数据表格的填写,明确实验教学所要达到的目的,体现以学生操作为主,教师指导为辅的模式。

(4) 层次性强。该书的基础、验证性实验部分编写配合了“数字电子技术”课程的教学,而课题设计部分按照由浅入深、循序渐进的原则缩写,并给出了几个课题项目的设计思路供学生自主学习提高。

(5) 操作性强。本书选取学生熟悉的电子系统进行技能训练,提高学生操作兴趣,以培养应用型人才为主,具有较强的实践性、启发性和实用性。

(6) 体现职教特色。本书借鉴了澳大利亚职业教育的一些先进理念,在编写过程中力求做到以能力为目标,从实际出发,突出最新的技术技能应用,培养学生

分析、设计和调试数字电路的能力。

本书的第1、2章和附录部分由重庆电子工程职业学院张祥丽老师编写,第3章由重庆电子工程职业学院王亚兰老师编写。全书统校由张祥丽老师完成。重庆电子工程职业学院李转年教授、夏西泉教授参与策划并审阅了全书。在此向为本书出版作出贡献和支持的朋友表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在纰漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 实训操作的基础知识	1
1.1 数字集成电路简介	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 TTL 集成电路	2
1.1.3 CMOS 集成电路	2
1.2 常用的电子仪器	3
1.2.1 数字电路实验箱	3
1.2.2 万用表	5
1.2.3 双踪示波器	7
1.3 实训操作的注意事项	11
1.4 常见故障的检查与排除	12
第 2 章 数字电子技术实验训练	14
2.1 电路实验的基本要求	14
2.1.1 实验的操作程序	14
2.1.2 实验电路的测试	15
2.1.3 实验记录	15
2.1.4 实验报告要求	16
2.2 数字电路基本实验	16
2.2.1(实验一) 门电路的功能测试与应用	16
2.2.2(实验二) TTL/CMOS 门电路参数测试	20
2.2.3(实验三) 集电极开路(OC)门与三态门	24
2.2.4(实验四) 编码器、译码器及其应用	28
2.2.5(实验五) 译码与显示	33
2.2.6(实验六) 数据选择器、数据分配器及其应用	37
2.2.7(实验七) 全加器、半加器	41
2.2.8(实验八) 触发器功能测试及其应用	44
2.2.9(实验九) 计数器的应用	49
2.2.10(实验十) 寄存器的应用	54
2.2.11(实验十一) 555 定时器的应用	58
2.2.12(实验十二) D/A、A/D 转换器	61

第3章 课题设计	68
3.1 电路设计制作	68
3.1.1 电路设计的目的与要求	68
3.1.2 电路设计的基本原则与基本方法	68
3.1.3 电路的制作工艺	70
3.1.4 电路的调试与检测	70
3.1.5 实训报告要求	71
3.2 课题设计方案	72
3.2.1(课题一) 汽车尾灯控制电路	72
3.2.2(课题二) 4人智力竞赛抢答器	75
3.2.3(课题三) 节日彩灯控制电路	79
3.2.4(课题四) 数字频率计	82
3.2.5(课题五) 交通灯控制电路	87
3.3 课题设计拓展训练	92
3.3.1(课题六) 数字电子钟	92
3.3.2(课题七) 定时控制器逻辑电路	94
3.3.3(课题八) 家用电风扇控制逻辑电路	96
3.3.4(课题九) 十翻二运算电路	100
3.3.5(课题十) 复印机控制逻辑电路	102
3.3.6(课题十一) 乒乓游戏机逻辑电路	106
附录 常见芯片管脚图	110
参考文献	113

1.1 数字集成电路简介

1.1.1 概述

数字集成电路是将元器件和连线集成于同一半导体芯片上而制成的数字逻辑电路或系统。根据数字集成电路中包含的门电路或元、器件数量,可将数字集成电路分为小规模集成电路(集成度为1~10门/片)、中规模集成电路(集成度为10~100门/片)、大规模集成电路(集成度为100门/片以上)、超大规模集成电路(集成度为1000门/片以上)。最简单的数字集成电路是集成门电路。

集成电路按照其组成的有源器件的不同分为两大类:一类是晶体管构成的集成电路,主要有TTL、ECL、 I^2L 等;另一类是MOS场效应管构成的集成电路,主要有COMS、NMOS、PMOS等。其中TTL和COMS集成电路围绕速度、功耗等关键性指标展开竞争,因此发展迅速、应用最广泛。

数字集成电路的型号组成一般由前缀、编号、后缀三大部分组成,前缀代表制造厂商,编号包括产品系列号、器件系列号,后缀一般表示温度等级、封装形式等。例如:SN74LS00P——SN指制造商TI公司,74指民用系列,LS指低功耗肖特基系列TTL电路,00指二输入四与非门,P指塑料双列直插形式封装。

如何识别集成电路的管脚序号,集成芯片上都有一个定位标记,用来确定芯片的管脚序号。最常见的标记是在集成芯片上做出一个半圆形的缺口,如图1.1.1-1(a)所示,若将缺口朝上,从芯片正面(标有芯片名称的那一面)俯视,则左上角(有标记的一端)为第1引脚,管脚序号沿逆时针方向依次递增。图1.1.1-1(b)所示为一块14引脚的管脚序号。

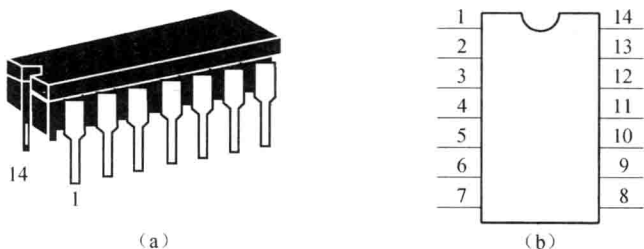


图 1.1.1-1 14 集成芯片管脚图

(a) 外形; (b) 管脚图

1.1.2 TTL 集成电路

一、TTL 集成电路系列类别

TTL 集成电路有 74 系列(民用)和 54 系列(军用)两大系列。其中,74 系列集成电路大致可分为 6 大类:

- 74 × × (标准型);
- 74L × × (低功耗);
- 74S × × (肖特基);
- 74LS × × (低功耗肖特基);
- 74AS × × (先进肖特基);
- 74ALS × × (先进低功耗肖特基)。

在选用 74 系列时主要考虑集成电路的速度和功耗,由于 74LS 系列综合性能较佳,是 TTL 应用较广的子系列。54 系列具有和 74 系列相同的子系列,参数基本相同,但在电源电压和工作温度范围内,54 系列适应的范围更广。全部的 TTL 集成电路都采用 +5 V 电源供电,逻辑电平为标准 TTL 电平。

二、TTL 集成电路使用规则

(1) 使用集成电路时,首先要认清定位标记:集成块正面向上,缺口朝向实验者左边,然后将该电路安插在相同引脚数的实验箱插槽中。

(2) TTL 正电源允许的工作电压范围是 +4.5 ~ +5.5 V,实验中使用 +5 V 电源,负电源端“GND”接地。TTL 电路对电源电压的要求比较严格,如果工作电压过高会损坏 TTL 集成电路,电压过低,电路将不能正常工作。

(3) 多余输入端的处理:

① 可将多余的输入端与使用的输入端并接同一个输入信号。

② 根据“与”运算和“或”运算的特点,与门的多余输入端可接“1”电平,或门的多余输入端可接“0”电平。

③ 通过设计接地电阻的大小,可以使多余的输入接上相应的“0”电平或“1”电平。当接地电阻 $R \geq 2 \text{ k}\Omega$,相当于接上“1”电平;当接地电阻 $R \leq 0.7 \text{ k}\Omega$,相当于接上“0”电平。特殊情况下,输入端直接连接到地,此时的 $R = 0$,相当于接“0”电平;当输入端悬空,相当于 $R = \infty$,此时相当于接上“1”电平,但一般情况下,多余的输入端不要悬空,防止信号从空端引入,使电路工作不稳定。

(4) 输出端处理:不能直接接电源或直接接地,否则将导致器件损坏。

1.1.3 CMOS 集成电路

一、CMOS 集成电路的系列类别

CMOS 集成电路相对于 TTL 集成电路,具有功耗低、集成度高等优点,其速度

比以前也有了很大提高。因此,CMOS 集成电路获得了广泛的应用,特别是在大规模集成电路和微处理器中占据重要地位。

CMOS 集成电路供电电源可以为 $3 \sim 18\text{ V}$,但为了与 TTL 集成电路的逻辑电平兼容,一般采用 $+5\text{ V}$ 电源。另外还有 3.3 V CMOS 集成电路,其功耗比 5 V CMOS 集成电路低。CMOS 集成电路也有 54 系列和 74 系列两大系列。74 系列的 CMOS 集成电路和 74 系列的 TTL 集成电路具有相同的功能和引脚排列。74 系列的 5 V CMOS 集成电路的子系列有:

74C $\times \times$ (CMOS);

74HC $\times \times$ 和 74HCT $\times \times$ (高速 CMOS,T 表示和 TTL 兼容);

74AC $\times \times$ 和 74ACT $\times \times$ (先进 CMOS,提供了比 TTL 系列更高的速度和更低的功耗);

74AHC $\times \times$ 和 74AHCT $\times \times$ (先进高速 CMOS)。

二、CMOS 集成电路使用规则

由于 CMOS 电路有很高的输入阻抗,使得外来的干扰信号很容易在一些悬空的输入端感应出较高的电压,以致损坏器件。在使用 CMOS 时要注意以下几点:

(1) 工作电压:CMOS 的正电源端“ V_{DD} ”允许的工作电压范围是 $3 \sim 18\text{ V}$,负电源端“ V_{SS} ”常接地,不得接反。

(2) 多余输入端的处理:输入端一律不准悬空,输入端接电阻到地,不论阻值多少都相当于输入“0”电平。多余的输入端最好不并联到使用的输入端上,而应根据与门输入端接高电平或“ V_{DD} ”,或门的输入端接低电平或“ V_{SS} ”。

(3) 输出端的处理:CMOS 的输出端不能直接接“ V_{DD} ”或“ V_{SS} ”,以免损坏器件。

(4) 输入电路的静电防护:在储存与运输 CMOS 器件时,应采用金属屏蔽层作包装材料,不能用容易产生静电的化工材料或化纤织物。在组装和调试时,所有仪器设备应接地良好。

(5) 输入电路的过流保护:在可能出现大输入电流的场合、在输入线较长或在输入端接有大电容时,都应在输入端加过流保护电阻。

1.2 常用的电子仪器

1.2.1 数字电路实验箱

数字电路实验箱广泛用于以集成电路为主要器件的数字电子电路实验中,也可用于数字电路的设计中。目前,市场上有很多不同型号产品的数字实验箱,本书介绍使用的是 RXS-1C 数字电路实验箱。该系统采用组合式结构,具有多种功能。

一、系统结构

RXS-1C 数字电路实验箱的连接采用自锁紧接插件,接触非常可靠。实验系统面板如图 1.2.1-1 所示,其系统组成如下:

- (1) 直流源: $\pm 5\text{ V}$, $\pm 12\text{ V}$ 。
- (2) 手动单次脉冲源: 按动一次按钮即产生一个上升沿或下降沿。
- (3) 固定频率脉冲源 12 路: 1 Hz , 10 Hz , 100 Hz , 500 Hz , 1 kHz , 10 kHz , 100 kHz , 200 kHz , 500 kHz , 1 MHz , 2 MHz , 4 MHz 。
- (4) 函数信号发生器: 可产生矩形波、三角波、正弦波 3 种波形。频段可调范围为 $10\text{ Hz} \sim 100\text{ kHz}$, 可进行幅度调节, 具有输出幅度可衰减 20 dB 的选择按钮。
- (5) 16 位逻辑电平输入开关 $K_0 \sim K_{15}$: 绿灯表示输入低电平“0”, 红灯表示输入高电平“1”。
- (6) 8 位无自锁功能的逻辑电平开关 $K_0 \sim K_7$ 。
- (7) 16 位逻辑状态显示灯: 指示灯红灯表示输出高电平“1”, 指示灯绿灯表示输出低电平“0”。
- (8) 数码管显示: 6 个由七段 LED 数码管组成的 BCD 码译码显示电路, 从 D、C、B、A 输入二进制 BCD 码, 则显示相应的十进制数字。两个七段共阴极 LED 数码管。
- (9) 可变电位器 4 只: 阻值分别为 $1\text{ k}\Omega$, $10\text{ k}\Omega$, $47\text{ k}\Omega$, $100\text{ k}\Omega$ 。

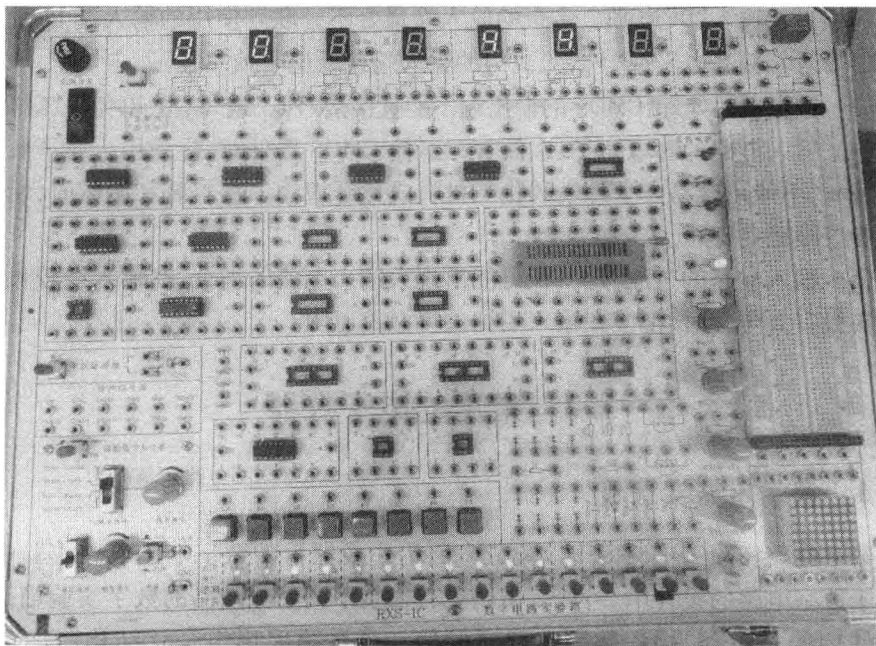


图 1.2.1-1 RXS-1C 型数字电路实验箱实体面板

(10) 阻容元件:电阻 $1\text{ k}\Omega$ (1 只), $5.1\text{ k}\Omega$ (2 只), $10\text{ k}\Omega$ (2 只); 电容 $0.01\text{ }\mu\text{F}$ (3 只), $10\text{ }\mu\text{F}$ (1 只); IN4148 二极管 (2 只)。

(11) 开放实验区,用于扩展实验、课程设计使用。

① 提供 40 芯锁紧插座 1 只。

② IC 插座 20 个;40 引脚插座 1 个,20 引脚插座 2 个,18 引脚插座 1 个,16 引脚插座 6 个,14 引脚插座 7 个,8 引脚插座 3 个。

③ 分立元件接插区,可接插电阻、电容、稳压管、二极管、三极管等元器件,方便扩展。

④ 提供一块面包板,便于搭接实验电路。

二、数字电路实验箱使用注意事项

(1) 使用前应检查实验箱电源是否正常。先关闭实验箱电源,连接 220 V 交流电,然后打开电源开关,用电压表测量电源电压是否符合要求。

(2) 检查实验箱的输入与输出是否正常。

(3) 按实验操作规范完成实验。实验时,导线长度的选择要合理。

(4) 不能带电插、拔器件,只能在断开电源的情况下进行。

1.2.2 万用表

万用表是一种多功能、多量程的便携式电工仪表。万用表分为指针式万用表和数字万用表。

一、指针式万用表

1. 面板结构

万用表面板上主要有表头和转换开关,还有欧姆挡调零旋钮和表笔插孔。

(1) 表头。万用表的表头是灵敏电流计,表头上的表盘印有多种符号、刻度线和数值。符号 $A-V-\Omega$ 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线:电阻读数标度尺——电阻刻度线,右端为零,左端为 ∞ ,所读取的读数必须与挡位开关所指的倍数相乘才是实际阻值数;交、直流电压与交、直流电流读数标度尺。刻度线下的几行数字是与转换开关的不同挡位相对应的刻度值。

表头上还设有机机械调零旋钮,用以校正指针在左端对齐零位。

(2) 转换开关。转换开关一般有两个,用来选择被测电量的测量项目和量程。一般万用表测量项目包括:直流(DC 或—)电压、电流;交流(AC 或~)电压、电流;电阻。每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。

(3) 表笔和表笔插孔。万用表有红、黑两只表笔。使用时应将红色表笔插入标有“+”号的插孔,测量时接被测电路的高电位点。黑色表笔插入标有“-”号或

“COM”的插孔,测量时接被测电路的低电位点。

2. 万用表的使用方法

(1) 万用表水平放置。

(2) 应检查表针是否停在表盘左端的零位。如有偏离,可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮,使表针指零。

(3) 将表笔按上面要求插入表笔插孔。

(4) 将选择开关旋到相应的项目和量程上,就可以使用了。

(5) 测量电压、电流:测量电压(或电流)时要选择合适的量程,如果用小量程去测量大电压,则会有烧表的危险;如果用大量程去测量小电压,那么指针偏转太小,无法读数。量程的选择应尽量使指针偏转到满刻度的 $2/3$ 左右。如果事先不清楚被测电压的大小时,应先选择最高量程挡,然后逐渐减小到合适的量程。

(6) 测电阻:选择合适的倍率挡,应使指针停留在刻度线较稀的部分为宜,一般应使指针指在刻度尺的 $1/3 \sim 2/3$;欧姆调零,测量电阻之前,应将两个表笔短接,同时调节“欧姆调零旋钮”,使指针刚好指在欧姆刻度线右边的零位,并且每换一次倍率挡,都要再次进行欧姆调零,以确保测量准确。

3. 注意事项

(1) 在测电流、电压时,不能带电换量程。

(2) 选择量程时,要先选大的,后选小的,尽量使被测值接近于量程。

(3) 测电阻时,不能带电测量。因为测量电阻时,万用表由内部电池供电,如果带电测量则相当于接入一个额外的电源,可能损坏表头。

(4) 使用完后,应使转换开关在交流电压最大挡位或空挡上。

二、数字万用表

数字式仪表灵敏度高,准确度高,显示清晰,过载能力强,便于携带,使用更简单。

1. 面板结构

(1) 液晶显示屏:显示被测量的具体数值。

(2) 拨盘开关:用于选择被测量及量程。

(3) 插孔:一般有“COM”“ V/Ω ”“mA”“20 A”——万用表黑表笔插入“COM”插孔;在测电阻、电压、二极管时,红表笔插入“ V/Ω ”插孔;测量小电流 200 mA 以下时,红表笔插入“mA”插孔;超过 200 mA,低于 20 A 时红表笔插入“20 A”插孔。

一般液晶显示屏下方有个圆插孔,用于测量三极管直流放大倍数。分别把 NPN 和 PNP 两种三极管 c、b、e 插入对应插孔中,开关拨到 h_{FE} 挡位,就可直接读数。

(4) 总开关:ON/OFF。

2. 数字万用表使用方法

首先根据被测量对象是电流、电压、电阻、电容、三极管、二极管及被测对象参数大小选择相应的挡位和表笔插孔。

3. 使用注意事项

(1) 如果无法预先估计被测电压或电流的大小,则应先拨至最高量程挡测量一次,再视情况逐渐把量程减小到合适位置。测量完毕,应将量程开关拨到最高电压挡,并关闭电源。

(2) 满量程时,仪表仅在最高位显示数字“1”,其他位均消失,这时应选择更高的量程。

(3) 当误用交流电压挡去测量直流电压,或者误用直流电压挡去测量交流电压时,显示屏将显示“000”,或低位上的数字出现跳动。

(4) 禁止在测量高电压(220 V 以上)或大电流(0.5 A 以上)时换量程,以防止产生电弧,烧毁开关触点。

(5) 当显示“ ”、“BATT”或“LOW BAT”时,表示电池电压低于工作电压。

1.2.3 双踪示波器

双踪示波器是用来观测电压波形的设备,具有两路输入端,可接入两路电压信号同时显示在示波器的屏面上,便于进行两路信号的观测比较。其功能用途广,可以用来观察正弦波信号和脉冲信号,也可以测量各种交流信号的周期、幅度及交流电压中的直流成分等。

双踪示波器种类、型号很多,功能也不同。数字电路实验中使用较多的是20 MHz 或者40 MHz 的双踪示波器。这些示波器用法大同小异。本书以YB4320A 型为例介绍示波器在数字电路实验中的常用功能。

一、双踪示波器面板结构

1. 荧光屏

荧光屏是示波器的显示部分。屏上水平方向和垂直方向各有多条刻度线,指示出信号波形的电压和时间之间的关系。水平方向指示时间,垂直方向指示电压。水平方向分为10格,垂直方向分为8格,每格又分为5份。根据被测信号在屏幕上占的格数乘以适当的比例常数(V/DIV, TIME/DIV)就能得出电压值与时间值。

2. 示波器和电源系统

(1) 电源:示波器主电源开关。按此开关,电源指示灯亮,表示电源接通。

- (2) 辉度:能改变光点和扫描线的亮度。
- (3) 聚焦:调节电子束截面大小,将扫描线聚焦成最清晰状态。
- (4) 刻度照明:调节荧光屏后面的照明灯亮度。

3. 垂直偏转因数和水平偏转因数

(1) 垂直偏转因数选择(VOLTS/DIV)和微调:双踪示波器中每个通道各有一个垂直偏转因数选择波段开关,波段开关指示的值代表荧光屏上垂直方向一格的电压值。波段开关上有一个小旋钮即微调,将它沿顺时针方向旋到底,处于“校准”位置,此时垂直偏转因数值与波段开关所指示的值一致。逆时针旋转,能够微调垂直偏转因数。当微调旋钮被拉出时,垂直灵敏度扩大若干倍(偏转因数缩小若干倍)。例如,如果波段开关指示的偏转因数是1 V/DIV,采用“ $\times 5$ ”扩展状态时,垂直偏转因数是0.2 V/DIV。

(2) 时基选择(TIME/DIV)和微调:时基选择和微调的使用方法与垂直偏转因数选择和微调类似。波段开关的指示值代表光点在水平方向移动一个格的时间值。“微调”旋钮用于时基校准和微调。沿顺时针方向旋到底处于校准位置时,屏幕上显示的时基值与波段开关所示的标称值一致。逆时针旋转旋钮,则对时基微调。旋钮拔出后处于扫描扩展状态。通常为“ $\times 10$ ”扩展,即水平灵敏度扩大10倍,时基缩小到1/10。例如在1 μs /DIV挡,扫描扩展状态下荧光屏上水平一格代表的时间值等于 $1 \mu\text{s} \times (1/10) = 0.1 \mu\text{s}$ 。

4. 位移旋钮

位移旋钮用来调节信号波形在荧光屏上的位置。旋转水平位移旋钮(标有水平双向箭头)左右移动信号波形,旋转垂直位移旋钮(标有垂直双向箭头)上下移动信号波形。

5. 校准

校准示波器的标准信号源 CAL,专门用于校准示波器的时基和垂直偏转因数。信号源提供一个频率为1 kHz、电压幅度为0.5 V的方波信号。

6. 输入通道和输入耦合选择

(1) 输入通道选择:有3种选择方式,即CH1、CH2、叠加。选择“CH1”时,示波器仅显示通道1的信号。选择“CH2”时,示波器仅显示通道2的信号。选择“叠加”通道时,示波器同时显示通道1信号和通道2信号。

(2) 输入耦合方式:有3种选择方式,即交流(AC)、地(GND)、直流(DC)。当选择“地”时,扫描线显示出“示波器地”在荧光屏上的位置。直流耦合用于测定信号直流绝对值和观测极低频信号。交流耦合用于观测交流和含有直流成分的交流

信号。在数字电路实验中,一般选择“直流”方式,以便观测信号的绝对电压值。

7. 触发源选择

通常有3种常见选择:内触发、电源触发和外触发。

“内触发”使用被测信号作为触发信号,CH1和CH2都可以选作触发信号,是经常使用的一种触发方式。

“电源触发”使用交流电源频率信号作为触发信号,在测量与交流电源频率有关的信号时有效。

“外触发”使用外加信号作为触发信号,从外触发输入端引入信号,要求该信号与被测信号间具有周期性关系。

触发器还有一些更复杂的功能,如极性选择、X—Y工作方式、交替触发等,在此就不一一介绍了。

二、双踪示波器的使用方法

测试信号时,首先要将示波器的“地”与被测电路的“地”连接在一起。根据输入通道的选择,将示波器探头插到相应通道插座上,示波器探头上的“地”与被测电路的“地”连接在一起,示波器探头接触被测点。示波器探头上有一双位开关。此开关拨到“ $\times 1$ ”位置时,被测信号无衰减送到示波器,从荧光屏上读出的电压值是信号的实际电压值。此开关拨到“ $\times 10$ ”位置时,被测信号衰减为 $1/10$,然后送往示波器,从荧光屏上读出的电压值乘以10才是信号的实际电压值。

1. 开机前示波器面板上有关控制旋钮应做的预置

亮度、聚焦适中,垂直、水平位移居中,输入通道需选择“CH1”,触发方式选择“自动”,触发电平处于锁定,触发源选择“内触发”,输入耦合选择开关接地,VOLTS/DIV拨到5 V/DIV,TIME/DIV拨到0.5 ms/DIV。

以上没有提到的控制键均弹出,所有的控制键如上设定后,打开电源,指示灯亮,待半分钟左右后,在示波器荧光屏上应出现一条水平(X轴)扫描线。调节聚焦旋钮直到轨迹最清晰。一般情况下,垂直微调旋钮、水平扫描微调设定到“校准”位置。

2. 双踪示波器的一般检查

1) 屏幕上显示信号波形

完成上述设定后,高于20 Hz频率的大多数信号可以同步显示。由于触发方式为自动,即使没有信号,屏幕上也会出现光迹。如果被测信号的频率低于20 Hz,或被测信号为直流电压,或被测的交流信号中带有直流成分时,则触发方式开关选择常态,并且输入耦合开关选择DC。

2) 观察校准信号

该信号是仪器本身产生的频率为 1 kHz、电压幅度为 0.5 V 的方波信号,如图 1.2.3-1 所示。将探头与校准信号相连,此时应将 X 轴扫描速度开关 TIME/DIV 置于 1 ms/DIV 挡(或 0.5 ms/DIV),Y 轴灵敏度开关 V/DIV 置于 0.5 V/DIV 挡(或 0.2 V/DIV)。调节 Y 轴和 X 轴位移,可以将波形显示在荧光屏适当的位置。若波形不稳定,可以旋转右上角的微调旋钮,得到稳定的方波信号。这说明示波器状态已经调试好,可以准备测量信号了。

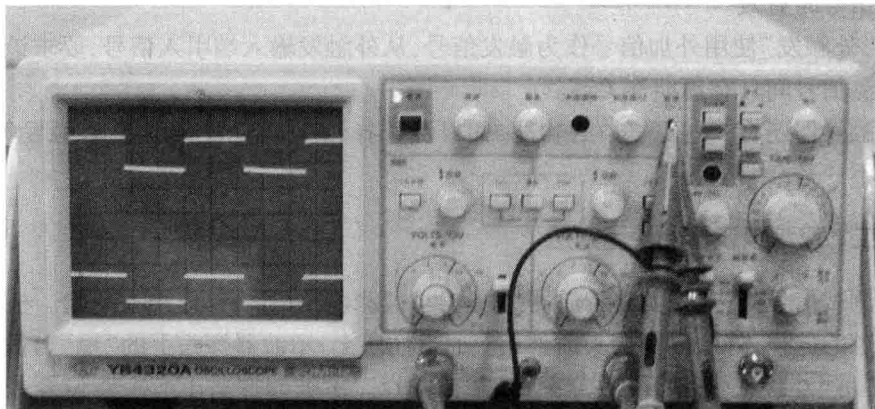


图 1.2.3-1 双踪示波器校准

3. 信号的测量

将测试线接在 CH1 或 CH2 输入插座,测试探头触及测试点,即可在示波器上观察到波形。如果波形幅度太大或太小,可调整 VOLTS/DIV 量程旋钮;如果波形周期显示不适当,可调整扫描速度 TIME/DIV 旋钮。

1) 直流电压的测量

选择 AC - GND - DC 开关至 GND,将零电平定位到屏幕上的最佳位置,这个位置不一定在屏幕的中心。将 VOLTS/DIV 设定到合适的位置,然后将 AC - GND - DC 开关拨到 DC。直流信号将会产生偏移,直流电压可通过偏移刻度的总数乘以 VOLTS/DIV 值得到。

2) 交流电压的测量

与测量直流电压一样,将零电平定位到屏幕上任一方便的位置,再根据屏幕上显示的波形进行测量。例如,电压信号的峰 - 峰值 V_{pp} 共占了 3 格,如果 VOLTS/DIV 选择为 2 V/DIV,电压峰 - 峰值计算为:

$$2 \text{ V/DIV} \times 3 \text{ DIV} = 6 \text{ V}$$

有效值计算为:

$$V = (V_{pp}/2) \times 0.707$$