



高等学校电子信息类“十三五”规划教材

数字电子技术实验

主编 李文联 李杨 吴学军



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类“十三五”规划教材

数字电子技术实验

主编 李文联 李杨 吴学军

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是根据当前高等学校数字电子技术实验教学的需要编写而成的。全书内容分为三部分：第一部分为数字电子技术实验基础知识，第二部分为数字电子技术基础性实验，第三部分为数字电子技术设计性实验。

本书可作为高等学校电子信息工程、通信工程、电子科学与技术、自动化、机械电子工程等理工科相关专业本科和高职、高专学生数字电子技术实验的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术实验/李文联,李杨,吴学军主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2017.5

高等学校电子信息类“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-4436-3

I. ①数… II. ①李… ②李… ③吴… 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(2017)第 075471 号

策 划 杨丕勇

责任编辑 董柏娴 杨丕勇

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 6.5

字 数 149千字

印 数 1~3000册

定 价 16.00元

ISBN 978-7-5606-4436-3/TN

XDUP 4728001-1

如有印装问题可调换

前 言

本书是根据当前本科、大专、高职、高专等各类学校的数字电子技术实验教学的需要编写而成的。

编写本书的目的是为实验指导教师提供一个参考，使他们在开设实验项目时有所借鉴。因此，指导教师应结合各学校的教学及实验要求选用合适的项目和内容或在此基础上设计自己的实验。

本书由湖北文理学院组织编写，主编为李文联、李杨、吴学军。参加编写的还有李凯、胡晗、刘向阳、孙艳玲、吴何畏、王正强、王培元、李敏等。

本书参考了许多同仁的编写经验和资料，在此向参考文献中的所有作者表示感谢。限于编者的水平，本书一定还存在着许多不妥之处，恳请广大读者和专家、学者来电来函指正，以便再版时得以修正和完善。

2016年11月

目 录

绪论	1
第一部分 数字电子技术实验基础知识	3
1.1 实验的基本过程	4
1.2 实验操作规范和常见故障检查方法	5
1.3 数字集成电路概述、特点及使用须知	7
1.4 数字逻辑电路的测试方法	10
1.5 常用电子仪器简介	10
第二部分 数字电子技术基础性实验	15
实验一 集成逻辑门电路逻辑功能的测试	16
实验二 集成逻辑门电路的参数测试	22
实验三 组合逻辑电路的实验分析	28
实验四 数据选择器	32
实验五 触发器	36
实验六 计数器	41
实验七 中规模集成电路计数器的应用	45
实验八 数/模转换器	51
实验九 模/数转换器	54
实验十 计数、译码、显示综合实验	59
实验十一 计数、译码、显示电路设计(仿真实验)	63
实验十二 利用 TTL 集成逻辑门构成脉冲电路	65
实验十三 555 时基电路的测试	68
实验十四 555 时基电路的应用	72
第三部分 数字电子技术设计性实验	77
实验一 简易数字控制电路设计	78
实验二 简易数字计时电路设计	79
实验三 电梯楼层显示电路设计	80
实验四 循环灯电路设计	82
实验五 楼梯照明电路的设计	84
实验六 三人表决器的设计	86
实验七 简易交通灯控制电路的设计	88
实验八 数字电子技术课程设计——数字钟的设计	90
附录 常用数字集成电路	92
参考文献	98

绪 论

“数字电子技术实验”是“数字电子技术”理论教学的重要补充和继续。通过实验，学生可以对所学的知识进行验证，加深对理论的认识；可以提高分析和解决问题的能力，提高实际动手能力。本实验课的主要目的有三个：使学生熟悉电子技术实验室的工作环境和实验方式，比较熟练地掌握常用电子仪器和电子元器件的使用方法；使学生加深对数字电子技术相关理论和概念的理解，熟悉各单元电路的工作原理、各集成器件的逻辑功能和使用方法，培养学生在数字电路方面的分析、设计能力；使学生在科学态度、诚信精神、互助合作、遵纪守法等多方面的综合素质有所提高。学生在完成指定的实验后，应具备以下能力：

- (1) 熟悉并掌握基本实验设备、测试仪器的性能和使用方法；
- (2) 学会常用集成电路的识别、使用及检测方法，掌握常用集成电路参数的测试方法，具备查阅电子器件手册的能力；
- (3) 具备电子电路的设计、组装和调试能力，掌握电子系统调试、排错、检错的一般方法；
- (4) 能够运用理论知识对实验现象、结果进行分析和处理，解决实验中遇到的问题；
- (5) 能够综合实验数据，解释实验现象，编写实验报告。

第一部分

数字电子技术实验基础知识

随着科学技术的发展,脉冲与数字技术在各个科学领域中都得到了广泛的应用,掌握数字电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能对于培养学生的应用能力是非常必要的。数字电子技术实验是配合数字电子技术课程而单独开设的一门实践性很强的技术基础课程,在学习中不仅要掌握基本原理和基本方法,更重要的是学会灵活应用。因此,需要配有一定数量的实验,才能让学生掌握这门课程的基本内容,熟悉各单元电路的工作原理、各集成器件的逻辑功能和使用方法,有效地提高理论联系实际和解决实际问题的能力,树立科学的工作作风。

1.1 实验的基本过程

实验的基本过程,应包括确定实验内容,选定最佳的实验方法和实验线路,拟出较好的实验步骤,合理选择仪器设备和元器件,进行连接安装、调试和测试,最后写出完整的实验报告。

在进行数字电路实验时,充分掌握和正确利用集成元件及其构成的数字电路独有的特点和规律,可以收到事半功倍的效果。要完成每一个实验,应做好实验预习、实验记录和实验报告等环节。

1.1.1 实验预习

认真预习是做好实验的关键。预习的好坏,不仅关系到实验能否顺利进行,而且直接影响实验效果。预习应按教材的实验预习要求进行,在每次实验前首先要认真复习有关实验的基本原理,掌握有关器件的使用方法,对如何着手实验做到心中有数。通过预习还应做好实验前的准备,写出一份预习报告,其内容包括:

(1) 绘出设计好的实验电路图,该图应该是逻辑图和连线图的混合,既便于连接线,又反映电路原理,并在图上标出器件型号、使用的引脚号及元件数值,必要时还需用文字说明。

(2) 拟定实验方法和步骤。

(3) 拟好记录实验数据的表格和波形坐标。

(4) 列出元器件清单。

1.1.2 实验记录

实验记录是实验过程中获得的第一手资料,测试过程中所测试的数据和波形必须和理论基本一致,所以记录必须清楚、合理、正确,若不正确,则现场要及时进行重复测试,找出原因。实验记录应包括如下内容:

(1) 实验任务、实验名称及实验内容。

(2) 实验数据和波形以及实验中出现的现象,从记录中应能初步判断实验的正确性。

(3) 记录波形时,应注意输入、输出波形的时间和相位关系,在坐标中上下对齐。

(4) 实验中实际使用的仪器型号和编号以及元器件的使用情况。

1.1.3 实验报告

编写实验报告是培养学生科学实验的总结能力和分析思维能力的有效手段,也是一项重要的基本功训练,它能很好地巩固实验成果,加深对基本理论的认识和理解,从而进一步扩大知识面。

实验报告是一份技术总结,要求文字简洁,内容清楚,图表工整。报告内容应包括实验目的、实验内容和实验结果、实验使用仪器和元器件以及分析讨论等。其中,实验内容和实验结果是报告的主要部分,应包括实际完成的全部实验,并且要按实验任务逐个书写。每个实验任务应有如下内容:

(1) 实验课题的方框图、逻辑图(或测试电路)、状态图、真值表以及文字说明等,对于设计性课题,还应有整个设计过程和关键的设计技巧说明。

(2) 实验记录和经过整理的数据、表格、曲线及波形图。其中,表格、曲线和波形图应充分利用专用实验报告简易坐标格,并用三角板、曲线板等工具描绘,力求画得准确,不得随手示意画出。

(3) 实验结果分析、讨论及结论。对讨论的范围没有严格要求,一般应对重要的实验现象、结论加以讨论,以进一步加深理解。此外,对实验中的异常现象可作一些简要说明,实验中有何收获,可谈一些心得体会。

1.2 实验操作规范和常见故障检查方法

1.2.1 实验操作规范

实验中操作的正确与否对实验结果影响甚大。因此,实验者需要注意按以下规程进行:

(1) 搭接实验电路前,应对仪器设备进行必要的检查校准,对所用集成电路进行功能测试。

(2) 搭接电路时,应遵循正确的布线原则和操作步骤(即要按照先接线后通电,做完后先断电再拆线的步骤)。

(3) 掌握科学的调试方法,有效地分析并检查故障,以确保电路工作稳定可靠。

(4) 仔细观察实验现象,完整准确地记录实验数据并与理论值进行比较分析。

(5) 实验完毕,经指导教师同意后,可关断电源拆除连线,整理好实验设备并放在实验箱内,将实验台清理干净、摆放整洁。

1.2.2 布线原则

布线应便于检查、排除故障和更换器件。

在数字电路实验中,由错误布线引起的故障常占很大的比例。布线错误不仅会引起电路故障,严重时甚至会损坏器件。因此,注意布线的合理性和科学性是十分必要的。正确的布线原则大致有以下几点:

(1) 接插集成电路时,先校准两排引脚,使之与实验底板上的插孔对应,轻轻用力将电路插上,然后在确定引脚与插孔完全吻合后,再稍用力将其插紧,以免集成电路的引脚弯曲、折断或者接触不良。

(2) 不允许将集成电路方向插反,一般 IC 的方向是缺口(或标记)朝左,引脚序号从左下方的第一个引脚开始,按逆时针方向依次递增至左上方的第一个引脚。

(3) 导线应粗细适当,一般选取直径为 0.6~0.8 mm 的单股导线,最好采用各种色线以区别不同用途,如电源线用红色,地线用黑色等。

(4) 布线应有序地进行,随意乱接容易造成漏接错接,较好的方法是接好固定电平点,如电源线、地线、门电路闲置输入端、触发器异步置位/复位端等,然后再按信号源的顺序从输入到输出依次布线。

(5) 连线应避免过长,避免从集成元件上方跨接,避免过多的重叠交错,以利于布线、更换元器件以及故障检查和排除。

(6) 当实验电路的规模较大时,应注意集成元器件的合理布局,以便得到最佳布线。布线时,顺便对单个集成元件进行功能测试。这是一种良好的习惯,实际上这样做不会增加布线工作量。

(7) 应当指出,布线和调试工作是不能截然分开的,往往需要交替进行,对大型实验,元器件很多,可将总电路按其功能划分为若干个相对独立的部分,逐个布线、调试(分调),然后将各部分连接起来调试(联调)。

1.2.3 故障检查

实验中,如果电路不能完成预定的逻辑功能,则称电路有故障。产生故障的原因大致可以归纳为以下四个方面:

- (1) 操作不当(如布线错误等)。
- (2) 设计不当(如电路出现险象等)。
- (3) 元器件使用不当或功能不正常。
- (4) 仪器(主要指数字电路实验箱)和集成元件本身出现故障。

因此,上述四点应作为检查故障的主要线索。以下介绍几种常见的故障检查方法。

1. 查线法

由于在实验中大部分故障都是由于布线错误引起的,因此,在故障发生时,复查电路连线为排除故障的有效方法。应着重注意:有无漏线、错线,导线与插孔接触是否可靠,集成电路是否插牢、集成电路是否插反等。

2. 观察法

用万用表直接测量各集成块的 V_{CC} 端是否加上电源电压;输入信号、时钟脉冲等是否加到实验电路上,观察输出端有无反应。重复测试并观察故障现象,然后对某一故障状态用万用表测试各输入/输出端的直流电平,从而判断出是否是插座板、集成块引脚连接线等原因造成的故障。

3. 信号注入法

在电路的每一级输入端加上特定信号,观察该级输出响应,从而确定该级是否有故

障,必要时可以切断周围连线,避免相互影响。

4. 信号寻迹法

在电路的输入端加上特定信号,按照信号流向逐线检查是否有响应和是否正确,必要时可多次输入不同的信号。

5. 替换法

对于多输入端器件,如有多余端则可调换另一输入端试用。必要时可更换器件,以检查器件功能不正常所引起的故障。

6. 动态逐线跟踪检查法

对于时序电路,可输入时钟信号按信号流向依次检查各级波形,直到找出故障点为止。

7. 断开反馈线检查法

对于含有反馈线的闭合电路,应该设法断开反馈线进行检查,或进行状态预置后再进行检查。

以上检查故障的方法,是指在仪器工作正常的前提下进行的,如果实验时电路功能测不出来,则应首先检查供电情况。若电源电压已加上,便可把有关输出端直接接到0-1显示器上检查。若逻辑开关无输出,或单次CP无输出,则是开关接触不好或是内部电路损坏造成的,一般就是集成器件损坏。

需要强调指出,实验经验对于故障检查是大有帮助的,但只要充分预习,掌握基本理论和实验原理,就不难用逻辑思维的方法较好地判断和排除故障。

1.3 数字集成电路概述、特点及使用须知

1.3.1 数字集成电路概述

当今,数字电子电路几乎已完全集成化了,因此,充分掌握和正确使用数字集成电路,用以构成数字逻辑系统,就成为数字电子技术的核心内容之一。

集成电路可分为模拟集成电路和数字集成电路两大类。

(1) 模拟集成电路是处理模拟信号的电路。此类电路又可分为线性和非线性集成电路。输出信号与输入信号成线性关系的称为线性集成电路,如电视机、收录机等用的集成电路就属于这种。输出信号不随输入信号变化的电路称为非线性集成电路,如对数放大器、检波器、变频器等。

(2) 数字集成电路是以“开”和“关”两种状态或以高低电平来对应“1”和“0”两个二进制数字,并进行数字的运算或存储、传输及转换的电路。数字集成电路又可分为TTL电路、HTL电路、ECL电路、CMOS电路、存储器、微型机电路等。

集成电路按集成度可分为小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路等。

(1) 小规模集成电路(SSI)是指芯片上的集成度为100个元件以内或10个门电路以内

的集成电路。小规模数字集成电路通常为逻辑单元电路,如逻辑门、触发器等。

(2) 中规模集成电路(MSI)是指芯片上的集成度为 100~1000 个元件或 10~100 个门电路的集成电路,通常是逻辑功能电路,如译码器、数据选择器、计数器、寄存器等。

(3) 大规模集成电路(LSI)是指芯片上的集成度为 1000 个元件以上或 100 个门电路以上的集成电路。

(4) 超大规模集成电路(VLSI)是指芯片上集成度为十万个元器件以上或一万个门电路以上的集成电路,通常是一个小的数字逻辑系统。

现已制成规模更大的极大规模集成电路。

数字集成电路还可分为双极型电路和单极型电路两种。双极型电路中有代表性的是 TTL 电路,单极型电路中有代表性的是 CMOS 电路。国产 TTL 集成电路的标准系列为 CT54/74 系列或 CT0000 系列,其功能和外引线排列与国际 54/74 系列相同。国产 CMOS 集成电路主要为 CC(CH)4000 系列,其功能和外引线排列与国际 CD4000 系列相对应。高速 CMOS 系列中,74HC 和 74HCT 系列与 TTL74 系列相对应,74HC4000 系列与 CC4000 系列相对应。

部分数字集成电路的逻辑表达式、外引线排列图列于附录中。逻辑表达式或功能表描述了集成电路的功能以及输出与输入之间的逻辑关系。为了正确使用集成电路,应该对它们进行认真研究,深入理解,充分掌握。还应对使能端的功能和连接方法给予充分的注意。

必须正确了解集成电路参数的意义和数值,并按规定使用。特别是必须严格遵守极限参数的限定,因为即使瞬间超出,也会使器件遭受损坏。

下面具体说明集成电路的特点和使用须知。

1.3.2 TTL 器件的特点及使用须知

TTL 器件的特点:

- (1) 输入端一般有钳位二极管,减少了反射干扰的影响。
- (2) 输出电阻低,增强了带容性负载的能力。
- (3) 有较大的噪声容限。
- (4) 采用+5 V 的电源供电。

为了正常发挥器件的功能,应使器件在推荐的条件下工作。对 CT0000 系列(74LS 系列)器件,主要条件有:

- (1) 电源电压应在 4.75~5.25 V 的范围内。
- (2) 环境温度在 0℃~70℃之间。
- (3) 高电平输入电压 $V_{IH} > 2$ V,低电平输入电压 $V_{IL} < 0.8$ V。
- (4) 输出电流应小于最大推荐值(查手册)。
- (5) 工作频率不能高,一般的门和触发器的最高工作频率约为 30 MHz 左右。

TTL 器件使用须知:

(1) 电源电压应严格保持在 5V±10% 的范围内,过高易损坏器件,过低则不能正常工作。实验中一般采用稳定性好、内阻小的直流稳压电源。使用时,应特别注意电源与地线不能错接,否则会因电流过大而造成器件损坏。

(2) 多余输入端最好不要悬空,虽然悬空相当于高电平,并不影响与门(与非门)的逻

辑功能,但悬空时易受干扰。为此,与门、与非门的多余输入端可直接接到 V_{CC} 上,或通过一个公用电阻(几千欧)连到 V_{CC} 上。若前级驱动能力强,则可将多余输入端与使用端并接。不用的或门、或非门输入端直接接地,与或非门不用的与门输入端至少有一个要直接接地,带有扩展端的门电路其扩展端不允许直接接电源。

(3) 输出端不允许直接接电源或接地(但可以通过电阻与电源相连);不允许直接并联使用(集电极开路门和三态门除外)。

(4) 应考虑电路的负载能力(即扇出系数),要留有余地,以免影响电路的正常工作,扇出系数可通过查阅器件手册或计算获得。

(5) 在高频工作时,应通过缩短引线、屏蔽干扰源等措施,抑制电流的尖峰干扰。

1.3.3 CMOS 数字集成电路的特点及使用须知

CMOS 数字集成电路的特点:

(1) 静态功耗低:电源电压 $V_{DD}=5\text{ V}$ 的中规模电路的静态功耗小于 $100\ \mu\text{W}$,从而有利于提高集成度和封装密度,降低成本,减小电源功耗。

(2) 电源电压范围宽:4000 系列 CMOS 电路的电源电压范围为 $3\sim 18\text{ V}$,从而使电源的选择余地变大,电源设计要求降低。

(3) 输入阻抗高:正常工作的 CMOS 集成电路,其输入端保护二极管处于反偏状态,直流输入阻抗可大于 $100\ \text{M}\Omega$,在工作频率较高时,应考虑输入电容的影响。

(4) 扇出能力强:在低频工作时,一个输出端可驱动 50 个以上的 CMOS 器件的输入端,这主要是因为 CMOS 器件的输入电阻高的缘故。

(5) 抗干扰能力强:CMOS 集成电路的电压噪声容限可达电源电压的 45%,而且高电平和低电平的噪声容限值基本相等。

(6) 逻辑摆幅大:空载时,输出高电平 $V_{OH}>V_{DD}-0.05\text{ V}$,输出低电平 $V_{OL}<V_{SS}+0.05\text{ V}$ 。

CMOS 集成电路还有较好的温度稳定性和较强的抗辐射能力。不足之处是,一般 CMOS 器件的工作速度比 TTL 集成电路低,功耗随工作频率的升高而显著增大。

CMOS 器件的输入端和 V_{SS} 之间接有保护二极管,除了电平变换器等一些接口电路外,输入端和正电源 V_{DD} 之间也接有保护二极管,因此,在正常运转和焊接 CMOS 器件时,一般不会因感应电荷而损坏器件。但是,在使用 CMOS 数字集成电路时,输入信号的低电平不能低于 $(V_{SS}-0.5\text{ V})$,除某些接口电路外,输入信号的高电平不得高于 $(V_{DD}+0.5\text{ V})$,否则可能引起保护二极管导通甚至损坏,进而可能使输入级损坏。

CMOS 器件使用须知:

(1) 电源连接和选择: V_{DD} 端接电源正极, V_{SS} 端接电源负极(地)。绝对不许接错,否则器件会因电流过大而损坏。对于电源电压范围为 $3\sim 18\text{ V}$ 系列器件,如 CC4000 系列,实验中 V_{DD} 通常接 $+5\text{ V}$ 电源, V_{DD} 电压选在电源变化范围的中间值,例如电源电压在 $8\sim 12\text{ V}$ 之间变化,则选择 $V_{DD}=10\text{ V}$ 较恰当。

CMOS 器件在不同的 V_{DD} 值下工作时,其输出阻抗、工作速度和功耗等参数都有所变化,设计中须考虑。

(2) 输入端处理:多余输入端不能悬空,应按逻辑要求接 V_{DD} 或接 V_{SS} ,以免受干扰造

成逻辑混乱,甚至还会损坏器件。对于工作速度要求不高,而要求增加带负载能力时,可把输入端并联使用。

对于安装在印刷电路板上的 CMOS 器件,为了避免输入端悬空,在电路板的输入端应接入限流电阻 R_P 和保护电阻 R ,当 $V_{DD} = +5\text{ V}$ 时, R_P 取 $5.1\text{ k}\Omega$, R 一般取 $100\text{ k}\Omega \sim 1\text{ M}\Omega$ 。

(3) 输出端处理:输出端不允许直接接 V_{DD} 或 V_{SS} ,否则将导致器件损坏,除三态(TS)器件外,不允许两个不同芯片输出端并联使用,但有时为了增加驱动能力,同一芯片上的输出端可以并联。

(4) 对输入信号 V_i 的要求: V_i 的高电平 $V_{IH} < V_{DD}$, V_{IL} 的低电平 V_{IL} 小于电路系统允许的低电压;当器件 V_{DD} 端末接通电源时,不允许信号输入,否则可能使输入端保护电路中的二极管损坏。

1.4 数字逻辑电路的测试方法

1.4.1 组合逻辑电路的测试

组合逻辑电路测试的目的是验证其逻辑功能是否符合设计要求,也就是验证其输出与输入的关系是否与真值表相符。

1. 静态测试

静态测试是在电路静止状态下测试输出与输入的关系。将输入端分别接到逻辑开关上,用发光二极管分别显示各输入和输出端的状态。按真值表将输入信号一组一组地依次送入被测电路,测出相应的输出状态,与真值表相比较,借以判断此组合逻辑电路静态工作是否正常。

2. 动态测试

动态测试是测量组合逻辑电路的频率响应。在输入端加上周期性信号,用示波器观察输入、输出波形。测出与真值表相符的最高输入脉冲频率。

1.4.2 时序逻辑电路的测试

时序逻辑电路测试的目的是验证其状态的转换是否与状态图相符合。可用发光二极管、数码管或示波器等观察输出状态的变化。常用的测试方法有两种。一种是单拍工作方式:以单脉冲源作为时钟脉冲,逐拍进行观测。另一种是连续工作方式:以连续脉冲源作为时钟脉冲,用示波器观察波形,来判断输出状态的转换是否与状态图相符。

1.5 常用电子仪器简介

电子测量仪器仪表按工作原理和用途大体可分为万用表、示波器、信号发生器、集成电路测试仪、LCR 参数测试仪、频谱分析仪等。

1. 多用电表

模拟式电压表、模拟多用电表(即指针式万用表 VOM)、数字电压表、数字多用电表(即数字万用表 DMM)都属于多用电表,是经常使用的仪表。它们分别可以用来测量交流/直流电压、交流/直流电流、电阻阻值、电容器容量、电感量、音频电平、频率、NPN 或 PNP 晶体管电流放大倍数 β 值等。

模拟式万用表的面板结构图如图 1-1 所示。

数字式万用表的面板结构图如图 1-2 所示。

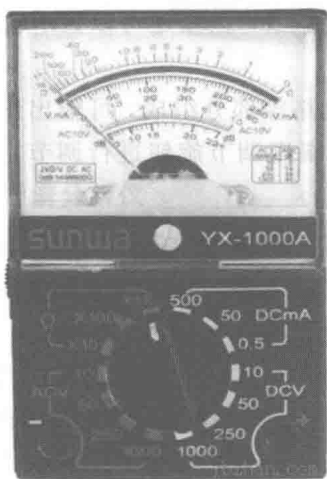


图 1-1 模拟式万用表的面板结构图



图 1-2 数字式万用表的面板结构图

2. 示波器

示波器是一种测量电压波形的电子仪器,它可以把被测电压信号随时间变化的规律用图形显示出来。使用示波器不仅可以直观而形象地观察被测物理量的变化全貌,而且可以通过它显示的波形测量电压和电流,进行频率和相位的比较,以及描绘特性曲线等。

示波器可以分为模拟示波器和数字示波器,对于大多数的电子应用,无论模拟示波器还是数字示波器都可以胜任,只是对于一些特定的应用,由于模拟示波器和数字示波器所具备的不同特性,才会出现适合和不适合的情况。

数字示波器的外形如图 1-3 所示。

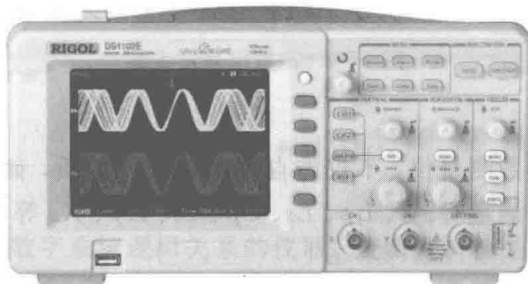


图 1-3 数字示波器

模拟示波器的工作方式是直接测量信号电压，并且通过从左到右穿过示波器屏幕的电子束在垂直方向描绘电压。

数字示波器的工作方式是通过模拟转换器(ADC)把被测电压转换为数字信息。数字示波器捕获的是波形的一系列样值，并对样值进行存储，存储限度是判断累计的样值是否能描绘出波形为止，随后，数字示波器重构波形。

3. 函数信号发生器

函数信号发生器是一种可以提供精密信号源的仪器，也就是俗称的波形发生器，最基本的应用就是通过函数信号发生器产生正弦波/方波/锯齿波/脉冲波/三角波等具有某些特定周期性(或者频率)的时间函数波形来供大家作为电压输出或者功率输出等，它的频率范围跟它本身的性能有关，一般情况可以从几毫赫甚至几微赫，甚至还可以显示输出超低频直到几十兆赫频率的波形信号。

函数信号发生器主要由信号产生电路、信号放大电路等部分组成，可输出正弦波、方波、三角波三种信号波形。输出信号电压幅度可由输出幅度调节旋钮进行调节，输出信号频率可通过频段选择及调频旋钮进行调节。

函数信号发生器的外形如图 1-4 所示。

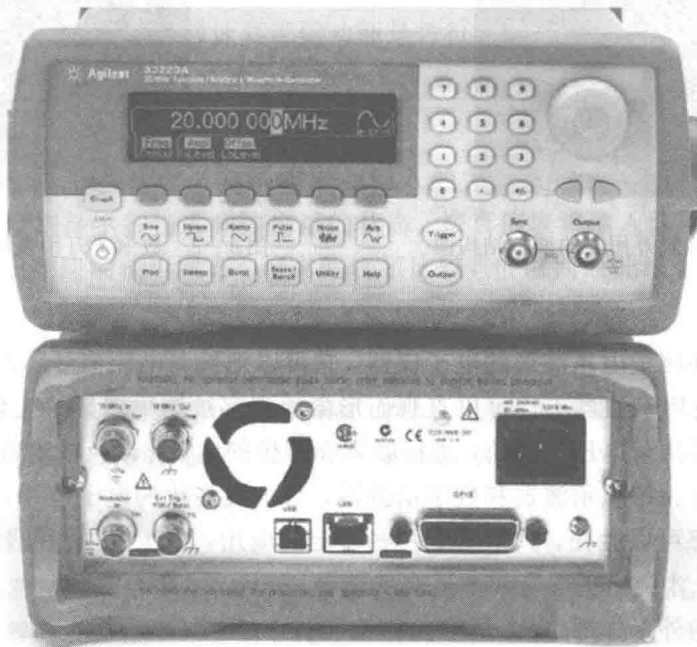


图 1-4 函数信号发生器

4. LCR 参数测试仪

电感、电容、电阻参数测量仪，不仅能自动判断元件性质，而且能将符号图形显示出来，并显示出其值，还能测量 Q 、 Z 、 L_p 、 L_s 、 C_p 、 C_s 、 K_p 、 K_s 等参数，且显示出等效电路图形。