

21



高等学校信息工程类“十二五”规划教材

# 电路与电子学实验教程

蔡良伟 主编

DIANLUYU  
DIANZIXUE  
SHIYANJI  
JIAOCHENG



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

高等学校信息工程类“十二五”规划教材

# 电路与电子学实验教程

蔡良伟 主编

胡媛媛 李苑玲 刘淑萍 参编

**此教材受深圳大学教材出版基金资助**

西安电子科技大学出版社

## 内 容 简 介

本书从培养学生的实践动手能力出发, 详略得当地介绍了电路分析实验、数字电路实验、模拟电路实验的方法、步骤和过程, 旨在加深学生对相应课程的理解和兴趣。全书共六章, 包括基本测量仪器、实验报告的撰写、电路分析实验、数字电路实验、模拟电路实验和电子学设计性实验附录中介绍了相关实验箱等内容。

本书简明易懂, 可操作性强, 可作为高等院校电子、通信、计算机、软件类及相关专业电路分析、数字电路、模拟电路课程的实验教材, 也可作为从事电子技术研究和开发的工程技术人员以及广大电子爱好者的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路与电子学实验教程/蔡良伟主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2012.8  
高等学校信息工程类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2843-1

I. ① 电… II. ① 蔡… III. ① 电路理论—实验—高等学校—教材  
② 电子学—实验—高等学校—教材 IV. ① TM13-33 ② TN01-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 146714 号

策 划 马晓娟

责任编辑 马晓娟 陈洪艳

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 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 高陵县印刷厂

版 次 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 13

字 数 304 千字

印 数 1~3000 册

定 价 21.00 元

ISBN 978-7-5606-2843-1/TM · 0092

**XDUP 3135001-1**

\*\*\*如有印装问题可调换\*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

# 前 言

电路分析、模拟电路和数字电路是电子学领域的三门非常重要的专业基础课程，而实验对于学生理解这三门课程的理论知识及进行创新应用来说是至关重要的。作者多年来一直承担相关课程的教学和相关实验室的建设管理工作，积累了较丰富的实验教学经验和体会。从提升学生创新及实践动手能力的目的出发，结合自己多年的经验和体会，作者编写了本实验教程。本书从最初的编写目的、编写思路以及材料的收集和整理到最后的完稿都以学习者为本，力求具有良好的可读性和可操作性，希望能对学生加深理解相关课程的理论知识、培养较强的实践动手能力起到帮助作用。

本书从实践出发，首先以具体仪器为例，详细地介绍了电路与电子学实验过程中常用仪器的使用方法，接着给出了电子学实验报告的撰写要求和格式。在此基础上，介绍了10个电路分析实验、18个数字电路实验、14个模拟电路实验以及9个电子学设计性实验。附录中不仅介绍了电路与电子学相关实验箱，而且对电阻、电容、半导体器件、常用显示器件和集成电路等的有关常识进行了介绍，还介绍了放大器噪声抑制和自激消除的方法。

本书由蔡良伟主编，胡媛媛、李苑玲、刘淑萍参编。在本书的编写过程中，王娜、陈田明、卢元元对书稿进行了认真的审核，指出了初稿中的错误和不妥之处，并提出了详细的修改意见，谨对以上老师的指导和帮助表示诚挚的谢意。

本书的编写得到了深圳大学教材出版基金的资助。在编写过程中，作者也得到了深圳大学信息工程学院领导和同事的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者  
2012年5月

# 目 录

<b>第 1 章 基本测量仪器</b> .....	1
1.1 数字万用表 .....	1
1.2 低频信号发生器 .....	5
1.3 模拟双踪示波器 .....	7
1.4 数字双踪示波器 .....	17
1.5 交流毫伏表 .....	22
1.6 函数信号发生器 .....	24
1.7 直流稳压电源 .....	27
<b>第 2 章 实验报告的撰写</b> .....	30
2.1 撰写实验报告的基本要求 .....	30
2.2 电路分析实验指南 .....	30
2.3 数字电路实验指南 .....	36
2.4 模拟电路实验指南 .....	43
<b>第 3 章 电路分析实验</b> .....	45
3.1 直流基本实验 .....	45
3.2 受控源研究 .....	49
3.3 电表改装设计 .....	54
3.4 电路定理的验证 .....	56
3.5 一阶电路 .....	60
3.6 交流电路元件参数的测定 .....	64
3.7 功率因数的提高 .....	67
3.8 <i>R</i> <i>L</i> <i>C</i> 串联谐振 .....	70
3.9 三相电路电压、电流、功率的测量 .....	73
3.10 互感电路 .....	77
<b>第 4 章 数字电路实验</b> .....	80
4.1 矩形脉冲参数测试 .....	80
4.2 与非门参数测量 .....	82
4.3 门电路逻辑功能及测试 .....	87
4.4 译码器 .....	89
4.5 数据选择器 .....	92
4.6 全加器 .....	94
4.7 组合电路中的竞争冒险现象 .....	96
4.8 集成触发器功能测试及转换 .....	97
4.9 四人智力抢答电路 .....	101

4.10	三态输出触发器及锁存器 .....	102
4.11	常用 MSI 时序逻辑部件功能测试 .....	104
4.12	MSI 时序逻辑电路应用 .....	109
4.13	交通信号灯 .....	111
4.14	彩灯流水电路的设计 .....	112
4.15	彩灯系列循环电路 .....	113
4.16	555 定时器功能测试 .....	114
4.17	555 定时器应用(一) .....	116
4.18	555 定时器应用(二) .....	119
<b>第 5 章</b>	<b>模拟电路实验 .....</b>	<b>121</b>
5.1	常用实验仪器的使用 .....	121
5.2	单级交流放大电路 .....	124
5.3	射极跟随电路 .....	127
5.4	两级交流放大电路 .....	130
5.5	负反馈放大电路 .....	132
5.6	比例、求和、积分、微分电路 .....	135
5.7	有源滤波电路 .....	139
5.8	集成功率放大电路 .....	142
5.9	直流差动放大电路 .....	145
5.10	电压比较电路 .....	148
5.11	串联稳压电路 .....	150
5.12	RC 正弦波振荡电路 .....	153
5.13	互补对称功率放大电路 .....	154
5.14	音响放大器的设计与制作 .....	156
<b>第 6 章</b>	<b>电子学设计性实验 .....</b>	<b>158</b>
6.1	数字钟 .....	158
6.2	电子锁 .....	159
6.3	声控开关 .....	160
6.4	电子秤 .....	161
6.5	万用表 .....	162
6.6	函数信号发生器 .....	163
6.7	直流稳压电源 .....	164
6.8	防盗报警器 .....	166
6.9	温度测量及控制器 .....	167
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>169</b>
附录 A	MES-II 现代电工实验系统 .....	169
附录 B	RXS-1B 型数字电路实验箱 .....	172
附录 C	TPE-A5 II 型模拟电路实验箱 .....	174
附录 D	集成电路型号命名方法及产品系列 .....	180

附录 E 部分常用数字集成电路引脚排列图.....	184
附录 F 常用显示器件.....	189
附录 G 常用电阻、电容的标号识别和检测.....	191
附录 H 半导体器件型号的命名方法及参数.....	195
附录 I 放大器噪声抑制和自激消除.....	198
<b>参考文献</b> .....	<b>200</b>

# 第1章 基本测量仪器

## 1.1 数字万用表

### 1.1.1 概述

实验中常用的数字万用表是三位半液晶显示小型数字万用表，此处以 VC9808<sup>+</sup>为例。VC9808<sup>+</sup>数字万用表(以下简称万用表)可以测量交、直流电压和交、直流电流及电阻、电容、三极管  $\beta$  值、二极管导通电压和电路短接等；可由一个旋转波段开关来改变测量功能和量程，共有 30 挡；最大显示值为  $\pm 1999$ ，可自动显示“0”和极性，过载时显示“1”或“-1”，电池电压过低时显示“←”标志，短路检查用蜂鸣器。

### 1.1.2 技术特性

#### 1. 交、直流电压

万用表的交、直流电压量程分为 200 mV、2 V、20 V、200 V 和 1000 V 五挡，直流精度不小于  $\pm$ (读数的 1.0%+5 个字)，交流精度不小于  $\pm$ (读数的 1.2%+5 个字)。

测量交流电压时，200 V 以下量程的频率响应为 40 Hz~400 Hz；1000 V 量程的频率响应为 40 Hz~100 Hz；显示值为正弦波的有效值。

直流挡所有量程的输入阻抗均为 10 M $\Omega$ ；交流挡的输入量程在 200 mV、2 V 时的输入阻抗为 1 M $\Omega$ ，其余量程下的输入阻抗为 10 M $\Omega$ 。

#### 2. 交、直流电流

万用表的交、直流电流量程分为 2 mA、20 mA、200 mA 和 20 A 四挡，直流精度不小于  $\pm$ (读数的 2.0%+5 个字)，交流精度不小于  $\pm$ (读数的 3.0%+10 个字)，最大测量压降均为 200 mV(交流有效值)。

#### 3. 电阻

万用表的电阻量程分为 200  $\Omega$ 、2 k $\Omega$ 、20 k $\Omega$ 、200 k $\Omega$ 、2 M $\Omega$ 、20 M $\Omega$  和 2000 M $\Omega$  七挡，精度不小于  $\pm$ (5.0%  $\times$  (读数-10) + 20 个字)，开路电压小于 3 V。

#### 4. 电容

万用表的电容量程分为 20 nF、200 nF、2  $\mu$ F、20  $\mu$ F、200  $\mu$ F 五挡，精度不小于  $\pm$ (读数的 5.0% + 5 个字)，测试频率为 100 Hz。



## 5. 电感

万用表的电感量程分为 2 mH、20 mH、200 mH、2 H、20 H 五挡，精度为  $\pm$ (读数的 2.5% + 5 个字)，测试频率为 100 Hz。

## 6. 频率

万用表的频率量程为 10 MHz，精度为  $\pm$ (读数的 0.5% + 4 个字)，输入灵敏度为 1 V 有效值。

## 7. 二极管及通断测试

数字万用表上的显示值为二极管正向压降。蜂鸣器发声长响表示所测试两点间的阻值小于  $(70 \pm 20) \Omega$ 。

## 8. 晶体三极管 $h_{FE}$ 参数测试

测试的三极管为 NPN 或 PNP 型， $h_{FE}$  参数的显示范围为 0~1000。

### 1.1.3 面板及操作说明

VC9808<sup>+</sup> 的面板及表笔如图 1-1 所示。

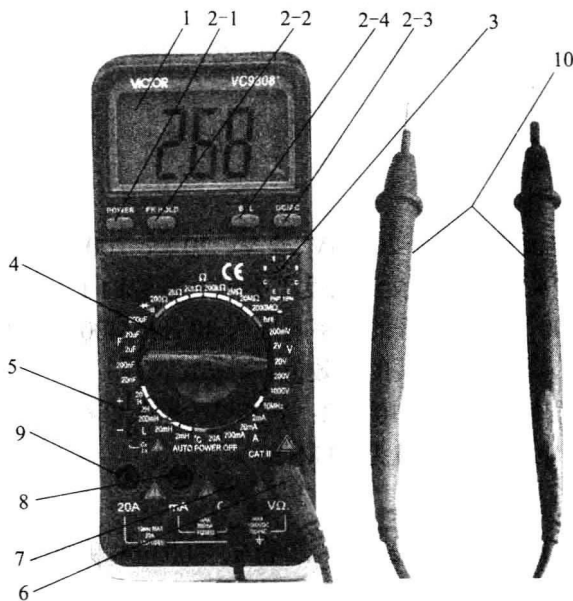


图 1-1 VC9808<sup>+</sup> 的面板及表笔图

图中：

- 1 为液晶显示器，用来显示仪表测量的数值及单位。
- 2 为功能键。其中，2-1 为 POWER 键，即电源开关，用来开启及关闭电源；2-2 为 PK HOLD 键，即峰值保持开关，按下此功能键，可将仪表当前所测数值的最大值保持在液晶显示器上，并出现“PH”符号，再次按下，“PH”符号消失，并退出峰值保持功能状态；2-3 为 DC/AC 键，用来选择 DC 或 AC 工作方式；2-4 为 B/L 键，即背光开关，用来开启及关闭背光灯。

• 3 为  $h_{FE}$  测试插座，用于测量晶体三极管的  $h_{FE}$  数值大小。测量时，将被测三极管的集电极、基极和发射极分别插入“C”、“B”、“E”插孔内，要注意区分三极管是 NPN 型还是 PNP 型。

• 4 为旋钮开关，用于改变测量功能及量程。

• 5 为电容(Cx)或电感(Lx)插座，测量电容或电感时，将其引脚插入插座中。

• 6 为电压、电阻及频率插孔，测量电压、电阻及频率时，将红色表笔插入插孔中。

• 7 为公共地插孔，黑表笔始终插入此接地插孔中。

• 8 为小于 200 mA 电流测试插孔，当测量不大于 200 mA 的电流时，将红色表笔插入此插孔中。

• 9 为 20 A 电流测试插孔，当测量超过 200 mA 但不大于 20 A 的电流时，将红色表笔插入此插孔中。

• 10 为一对万用表表笔。

### 1.1.4 使用方法

#### 1. 准备

按下电源开关，观察液晶显示是否正常、有无电池缺电标志出现，若有则先更换电池。

#### 2. 使用

(1) 交、直流电流的测量：根据测量电流的大小选择适当的电流测量量程和红表笔的插入孔。测量直流电流时，先使“DC/AC”键弹起，将之置于 DC 测量方式，然后用红表笔接触电压高的一端，黑表笔接触电压低的一端，这样正向电流从红表笔流入万用表，再从黑表笔流出。测量交流电流时，按下“DC/AC”键，将之置于 AC 测量方式。当要测量的电流大小不清楚时，先用最大的量程来测量，然后再逐渐减小量程进行较精确测量。

(2) 交、直流电压的测量：红表笔尾端插入“V/ $\Omega$ ”插孔中，并根据电压的大小选择适当的电压测量量程，黑表笔接触电路“地”端，红表笔接触电路中待测点。测量直流电压时，使“DC/AC”键弹起，将之置于 DC 测量方式；测量交流电压时，按下“DC/AC”键，将之置于 AC 测量方式。特别要注意的是，数字万用表测量交流电压的频率很低(200 V 以下量程的频率响应为 40 Hz~400 Hz；1000 V 量程的频率响应为 40 Hz~100 Hz)，故中高频信号的电压幅度应采用交流毫伏表来测量。

(3) 电阻的测量：红表笔尾端插入“V/ $\Omega$ ”插孔中，并根据电阻的大小选择电阻测量量程，红、黑两表笔分别接触电阻两端，观察读数即可。特别要注意的是，测量在路电阻(在电路板上的电阻)时，应先将电路的电源关断，以免引起读数抖动。禁止用电阻挡测量电流或电压(特别是交流 220 V 电压)，否则容易损坏万用表。如果电阻值超过所选的量程值，则显示器会显示“1”，这时应将开关转高一档。

另外，利用电阻挡可以定性判断电容的好坏。先将电容两极短路(用一支表笔同时接触两极，使电容放电)，然后将万用表的两支表笔分别接触电容的两个极，并观察显示的电阻读数。若一开始时显示的电阻读数很小(相当于短路)，而当电容开始充电后，显示的电阻读数逐渐增大，且最后显示的电阻读数为“1”(相当于开路)，则说明该电容是好的。若按上述步骤操作，显示的电阻读数始终不变，则说明该电容已损坏(开路或短路)。特别要注

意的是，测量时要根据电容的大小来选择合适的电阻量程，如 47  $\mu\text{F}$  电容用 200  $\text{k}\Omega$  挡，而 4.7  $\mu\text{F}$  电容则要用 2  $\text{M}\Omega$  挡，等等。

(4) 电容的测量：先将量程开关置于相应的电容量程上，然后将测试电容插入“Cx”插孔。需要注意的是，在测试电容容量之前，电容应充分放电，以防止损坏仪表。

(5) 电感的测量：先将量程开关置于相应的电感量程上，然后将被测电感插入“Lx”插孔。需要注意的是，同一电感量在不同阻抗时测得的电感值不同。在使用 2  $\text{mH}$  量程时，应先将表笔短路，以测得引线电感值，然后将其在实测值中减去。

(6) 二极管导通电压的检测：先将旋钮开关置于“ $\rightarrow$ ”挡位，再将红表笔尾端插入“V/ $\Omega$ /Hz”插座中，黑表笔尾端插入“COM”插座中，两表笔与二极管的接法如图 1-2 所示。

若按图 1-2(a)接法测量，则被测二极管正向导通，万用表显示二极管的正向导通电压，单位是  $\text{mV}$ 。通常，好的硅二极管的正向导通电压应为 500  $\text{mV}$ ~800  $\text{mV}$ ，好的锗二极管的正向导通电压应为 200  $\text{mV}$ ~300  $\text{mV}$ 。若显示“000”，则说明二极管已被击穿短路；假若显示“1”，则说明二极管正向不通。若按图 1-2(b)接法测量，则应显示“1”，说明该二极管反向截止；若显示“000”或其他值，则说明二极管已被反向击穿。

此挡也可以用来判断三极管的好坏以及进行管脚的识别。测量时，先将一支表笔接在某一认定的管脚上，另外一支表笔则先后接到其余两个管脚上，如果这样两次测得均导通或均不导通，那么对换两支表笔再测，若这两次均不导通或均导通，则可以确定该三极管是好的，而且可以确定该认定的管脚就是三极管的基极。若将红表笔接在基极，黑表笔分别接在另外两极时均导通，则说明该三极管是 NPN 型；反之则为 PNP 型。最后比较两个 PN 结正向导通电压的大小，读数较大的是 be 结，读数较小的是 bc 结，由此集电极和发射极都识别出来了。

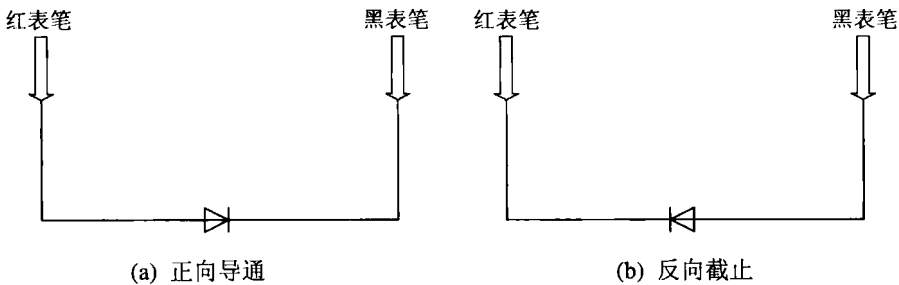


图 1-2 测量二极管

(7) 三极管  $\beta$  值的测试：首先要确定待测三极管是 NPN 型还是 PNP 型，然后将其管脚正确地插入对应类型的测试插座中，接着将功能量程开关转到  $h_{FE}$  挡，即可以直接从显示屏上读取  $\beta$  值。若显示“000”，则说明三极管已坏。

(8) 短路的检测：将旋钮开关置于“ $\rightarrow$ ”位置，两表笔分别接触测试点。若有短路(测试两点间的阻值小于  $(70 \pm 20)\Omega$ )，则蜂鸣器响。

### 1.1.5 注意事项

(1) 注意正确选择量程及红表笔插孔。对未知量进行测量时，应首先把量程调到最大，

然后从大向小调,直到合适为止。若显示“1”,则表示过载,应加大量程。

- (2) 不测量时,应随手关断电源。
- (3) 改变量程时,表笔应与被测点断开。
- (4) 测量电流时,切忌过载。
- (5) 不允许用电阻挡和电流挡测电压。

## 1.2 低频信号发生器

### 1.2.1 概述

本节以 AS1033 型低频信号发生器为例说明低频信号发生器的使用方法。AS1033 型低频信号发生器采用中央处理器控制面板的操作方式,具有良好的人机界面。其输出正弦波信号频率从 2 Hz 到 2 MHz 连续可调;输出正弦波信号幅度从 0.5 mV 到 5 V(开路电压)连续可调;并设有 TTL 输出方波功能,频率从 2 Hz 到 2 MHz 连续可调,占空比从 20%到 80%连续可调。

AS1033 的面板显示清晰明了,操作简单方便,输出频率可采用频率段调节(轻触开关粗调)和数码开关调节(段内细调)两种。其中,数码开关调节又分快调和慢调两种,五位数码管直接显示频率;输出幅度可采用轻触粗调(20 dB、40 dB、60 dB)和电位器细调(20 dB 以内)两种,三位数码管直接显示输出电压有效值或衰减电平。

中央处理器控制整机各部分,并采用了数/模、模/数转换电路,应用数码开关作为频率调谐输入。振荡电路采用压控振荡与稳幅放大相结合的方式,具有良好的稳幅特性。电路中还加入了输出保护、TTL 输出、方波占空比可调电路等。

### 1.2.2 技术特性

(1) 频率范围。输出信号的频率范围为 2 Hz~2 MHz,共分五个频段:第一频段为 2 Hz~30 Hz;第二频段为 30 Hz~450 Hz;第三频段为 450 Hz~7 kHz;第四频段为 7 kHz~100 kHz;第五频段为 100 kHz~2 MHz。

(2) 正弦波输出特性包括三个方面:

- ① 输出电压幅度(有效值): 0.5 mV~5 V(开路电压);
- ② 幅频特性: 不大于  $\pm 0.3$  dB(最大幅度);
- ③ 失真度: 2 Hz~20 Hz 时,不大于 0.3%; 20 Hz~200 kHz 时,不大于 0.1%; 200 kHz~2 MHz 时,谐波分量不大于 -46 dB。

(3) 方波输出特性包括三个方面:

- ① 最大输出电压(空载,中心电平为零):  $14V_{p-p}$ ;
- ② 占空比(连续可调): 20%~80%;
- ③ 逻辑电平输出: TTL 电平,上升、下降沿小于 100 ns。

(4) 输出电抗: 600  $\Omega$ 。

(5) 频率显示准确度:  $1 \times 10^{-4} \pm 1$  个字。

(6) 正常工作条件包括下面四个方面:

- ① 环境温度:  $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ;
  - ② 相对湿度: 小于 90%( $40^{\circ}\text{C}$ );
  - ③ 大气压:  $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ ;
  - ④ 电源电压:  $220\pm 22\text{ V}$ ,  $50\pm 2.5\text{ Hz}$ 。
- (7) 消耗功率: 小于 10 W。

### 1.2.3 面板及操作说明

面板示意图及配套双夹连线如图 1-3 所示, 具体操作方法说明如下:

- A 为整机电源开关(Power), 按下此键将接通电源, 同时面板上指示灯亮。
- B 为频段选择手动按钮, 每按一次, 会转换一个频段, 且指示灯上移一格。
- C 为频率调谐开关(FREQ), 此旋钮为数码开关, 转动此旋钮, 频率会跟着自动换挡。
- D 为频率调节快慢选择按钮, 每按此键一次, 快与慢转换一次, 频率调节快慢指示灯亮为快挡, 否则为慢挡。
- E 为输出波选择按钮, 每按此键一次, 将转换一种波形; 可在正弦波、方波、可调方波之间转换, 指示灯同时切换指示。

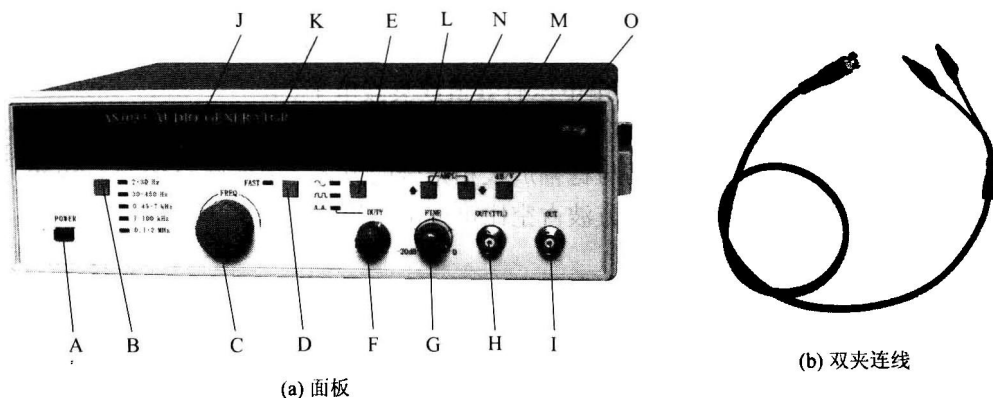


图 1-3 AS1033 型低频信号发生器面板及双夹线图

- F 为方波占空比调节器(DUTY), 用来调节方波占空比, 占空比可为 20%~80%。
- G 为输出幅度调节电位器(FINE), 该旋钮按顺时针方向旋转时, 输出幅度增加; 反之则减少。总幅度为 20 dB。
- H 为逻辑电平输出端口(TTL), 此输出端是单独的逻辑电平输出端。
- I 为信号输出端口(OUT), 输出阻抗为  $600\ \Omega$ 。
- J 为输出频率显示器, 五位数码管显示频率有效数字。
- K 为频率单位显示灯, 显示 Hz 或 kHz。
- L 为输出幅度显示器, 三位数码管显示输出幅度有效值或 dB 值。
- M 为幅度单位显示灯, 指示当前显示幅度的单位是 dBV、mV 或 V。
- N 为输出幅度粗调按钮, 每隔 20 dB 一档, 向下每按一次, 增加衰减量 20 dB, 依次为 20 dB、40 dB、60 dB; 向上每按一次, 减少衰减量 20 dB, 依次为 60 dB、40 dB、20 dB。

• O 为 dB/V 转换按钮，每按一次，三位数码管 L 显示的输出幅度将在有效值和 dB 值之间切换。

## 1.2.4 使用方法

### 1. 准备

将电源线接入 220 V/50 Hz 电源，接通电源，预热 15 分钟；将双夹连线的输入端连接到相应的输出端口 H(逻辑电平输出端)或 I(输出端)。

### 2. 使用

(1) 选择波形：通过输出波形选择开关 E 选择需要的输出波形。

(2) 频率调谐：首先按频段选择手动按钮 B 粗调频段，然后转动频率调谐开关 C 细调频率，同时观察输出频率显示数码管 J 是否达到所需频率。

(3) 输出电压调节：首先根据所要求的输出电压有效值或输出衰减电平按一次 dB/V 转换按钮，以选择显示电压有效值或衰减电平，然后按输出幅度粗调按钮 N 粗调幅度，再转动输出幅度调节电位器 G 细调，同时观察输出显示数码管 L 是否达到所需电压幅度有效值或衰减电平。

(4) 方波输出：使用逻辑电平输出端(TTL)H，调节占空比电位器 F，然后用示波器观察输出方波的波形，直至达到所需方波。

## 1.2.5 注意事项

(1) 使用前请先仔细阅读使用说明。

(2) 开机先预热 15~30 分钟方能进入稳定工作状态。

(3) 输出小信号时，连接线不宜太长，否则会影响输出信号的幅频特性。

(4) 使用时应避免剧烈振动、高温和强磁场。

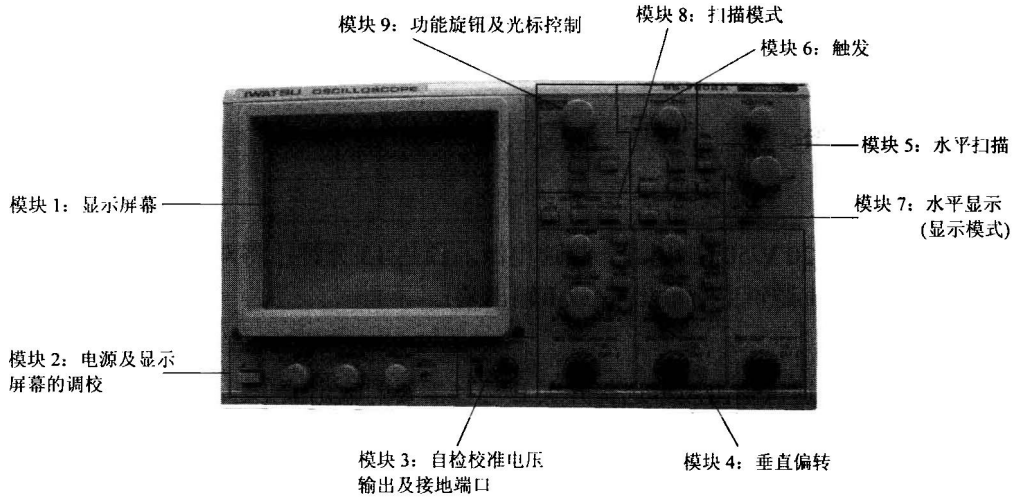
## 1.3 模拟双踪示波器

### 1.3.1 概述

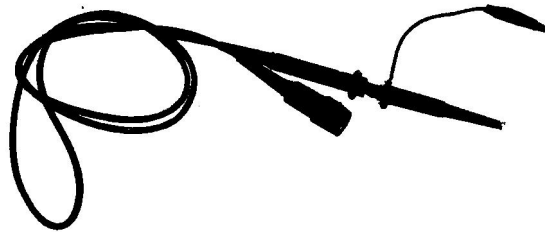
本节以 SS-7802 型双踪示波器为例说明模拟示波器的使用方法。SS-7802 型双踪示波器是一种双通道示波器，带宽为 20 MHz，最小灵敏度为 2 mV/DIV，最大水平扫描速度为 20 ns/DIV。其面板控制采用数字开关旋钮和轻触按键，较为经久耐用；内部由中央处理器控制各部分工作。该示波器还有光标读数功能，可以移动水平和垂直光标，从而直接读取电压幅度和频率；除了显示电压波形外，该示波器还能在显示屏上显示与波形相关的一些内容，方便直观。

### 1.3.2 面板及控制部分

SS-7802 型双踪示波器的面板及专用线如图 1-4 所示。图中，将该面板分成了九大模块。



(a) SS-7802 面板



(b) 示波器专用线

图 1-4 SS-7802 型双踪示波器面板及专用线图

### 1. 显示屏幕

SS-7802 型双踪示波器的显示屏幕位于整机面板的左上部分。显示屏幕除显示输入信号波形外，还显示许多与波形相关的内容，它们分别位于显示屏幕的各个特定位置，如图 1-5 所示。

A 扫描速度	A 触发来源			A 触发电平	A 触发耦合	A 触发电平	休止时间		
显示波形							功能旋钮		
							电压变化( $\Delta V$ )或时间变化( $\Delta t$ )测量		
CH1	灵敏度	耦合	相加	CH2	反相	灵敏度	耦合	水平放大	频率限制

图 1-5 显示屏幕内容分布

## 2. 电源及显示屏幕的调校

**【POWER】**: 开关按钮, 用于开启电源(ON)或进入预备(STBY)状态;

**【INTEN】**: 亮度旋钮, 用于调整扫描线亮度;

**【READOUT】**: 文字显示旋钮, 用于调整与波形相关的信息内容文字的显示亮度;

**【FOCUS】**: 聚焦旋钮, 用于调整焦点;

**【TRACE ROTATION】**: 扫描线旋转旋钮, 用于调整扫描的磁偏。

## 3. 自检校准电压输出及接地端口

CAL 连接器: 输出自检校准电压信号, 此信号用于示波器自检操作及调整探头波形;

⊥(接地)连接器: 测量时与其他实验仪器共地的接地点。

## 4. 垂直偏转

**【CH1】、【CH2】**: 信号输入端, 连接输入信号;

**【VOLTS/DIV】(CH1、CH2)**: 该旋钮用于选择通道 1、2 的电压灵敏度;

**【POSITION】(CH1、CH2)**: 该旋钮用于垂直位置移动的调整;

**【DC/AC】(CH1、CH2)、【GND】(CH1、CH2)**: 这两个按钮用于选择输入耦合;

**【CH1】、【CH2】**: 这两个按钮用于通道选择;

**【ADD】**: 该按钮按下时, 通道 1(CH1)及通道 2(CH2)的信号相加;

**【INV】**: 该按钮按下时, 通道 2(CH2)信号反相显示。

## 5. 水平扫描

**【TIME/DIV】**: 该旋钮用于选择水平扫描速度;

**【POSITION】、【FINE】**: 该组合用于调整信号的水平位置;

**【MAG × 10】**: 该按钮按下时, 水平扫描放大十倍;

**【ALT CHOP】**: 该按钮用于选择交替(ALT)或断续(CHOP)扫描方式。

## 6. 触发

**【TRIG LEVEL】**: 该旋钮用于调整触发电平;

**【SLOPE】**: 该旋钮用于选择触发电平(+、-);

**【SOURCE】**: 该旋钮用于选择触发信号来源(CH1、CH2 或 LINE);

**【COUPL】**: 该旋钮用于选择触发耦合模式(AC、DC、HF、REJ 或 LF REJ);

**【TV】**: 该旋钮用于视频信号触发选择;

**【TRIG'D】**: 指示灯, 当触发脉冲产生时灯亮;

**【READY】**: 指示灯, 等待触发信号时灯亮。

## 7. 水平显示(显示模式)

**【A】、【X-Y】**: 这两个按钮用于选择显示模式。

## 8. 扫描模式

**【AUTO】、【NORM】**: 这两个按钮用于选择重复扫描方式;

**【SGL/RST】**: 该按钮用于选择单次扫描方式。



## 9. 功能旋钮与光标控制

【FUNCTION】: 可用此旋钮设定延迟时间、光标位置等。旋转此旋钮作为微调; 粗调可单次或连续压下此旋钮, 两光标移动方向为之前此旋钮转动的方向。

光标控制由三个小按钮完成。

【 $\Delta V-\Delta t-OFF$ 】: 用于选择  $\Delta V$ (电压变化测量)、 $\Delta t$ (时间变化测量)或 OFF(关闭测量);

【TCK/C2】: 用于选择光标移动形式(C2 或 TRACKING);

【HOLDOFF】: 用于选择休止时间。

### 1.3.3 基本操作

#### 1. 自检及实测

##### 1) 自检

(1) 按下电源开关【POWER】键以接通电源, 扫描线及文字将显示于屏幕上;

(2) 以探头连接通道 1 输入端与自检校准信号输出端 CAL 及相应地端, 具体连接为:

探头连接器  $\leftrightarrow$  通道 1 信号输入端

探头  $\leftrightarrow$  校准连接器及相应地端

(3) 设定的测量条件如下。

模块 4:

【VOLTS/DIV】(CH1): 500 mV/DIV, 幅度在  $1\frac{1}{5}$  格;

【CH1】、【CH2】: 选择 CH1, 关闭 CH2(不显示);

【ADD】: 关闭;

【DC/AC】(CH1): AC;

【GND】(CH1): 关闭(接地解除);

【POSITION】(CH1): 单通道显示, 位于屏幕正中间。

模块 5:

【TME/DIV】: 1 ms/DIV(方波周期正好占横向一大格);

【POSITION】、【FINE】: 水平位置移动、正中;

【MAG $\times 10$ 】: 关闭(水平扫描不放大);

【ALT CHOP】: 选择 ALT 扫描方式(指示灯不亮)。

模块 6:

【TRIG LEVEL】: 调整触发电平, 使指示端尽量接近“0”(指示端垂直), TRIG'D 指示灯亮;

【SOURCE】: 选择触发信号来源 CH1;

【TV】: 关闭;

【COUPL】: 选择触发耦合模式 AC;

【SLOPE】: 选择触发电平“+”。

模块 7: 选择 A。