

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业



电子技术实验 实训指导

李金明 刘伟 主编 邹益民 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

电子技术实验实训指导

李金明 刘 伟 主编
邹益民 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是高职高专教材《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》、《高频电子技术》等课程教学的实践训练教材。

本书内容分为5章,第1章介绍电子测量与实验操作的基础知识和基本技能、常用电子仪器的使用与测量练习、常用电子元器件的认识及简易测试;第2、3章分别是模拟电子电路实验、数字电子电路实验;第4章是高频电子电路实验;第5章是电子技术实训。

本书适用于高职高专电类专业电子应用技术的实践训练,也可用于机电、仪表、自动控制等专业的相关教学,还可作为突出实践教学的相关人员的培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验实训指导/李金明,刘伟主编. —北京:电子工业出版社,2008.8
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业
ISBN 978-7-121-06495-1

I. 电… II. ①李…②刘… III. 电子技术—实验—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第114918号

策划编辑:程超群

责任编辑:陈心中

印 刷:北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:280千字

印 次:2008年8月第1次印刷

印 数:4000册 定价:20.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

电子技术是当今迅速发展的学科之一，它在自动控制、通信、计算机及家用电器等各领域应用日益广泛。技能实验实训是电子技术的一个重要实践性环节，它是专业技能实训、技术应用与创新能力实训等许多后续课程的基础。基本技能实验实训的目的，就是让学生了解电子方面的基本知识，掌握常用器件的识别与测试方法，熟悉常用工具和仪器设备的使用，使学生能够独立运用它们分析和解决在后续专业课学习及电子产品的制作与调试过程中出现的一些问题。

本书是根据电类各专业对电子技能的基本要求，结合电子技能教学实践和当前电子技术发展的新形势，并针对学生实践能力和创新能力的培养目标编写的，目的在于培养学生的实践技能和创新精神，使学生逐步掌握电子技能的基础知识和实践技能。

本书立足于高职高专教育人才培养目标，遵循“以市场需求为导向，以职业能力为本位，以培养应用型高技能人才为中心”的原则，主动适应社会发展需要、突出应用性和针对性，注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容，增强认知结构与能力结构的有机结合，强调培养对象对职业岗位（群）的适应程度，集实验、设计与实习、技能训练与应用能力培养为一体，力求深入浅出，将知识点与能力点紧密结合，内容可操作性强、可选择性强，注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。实验内容的编排以设计为主，做到验证、测量、探索、设计、综合应用和技能训练相结合。在内容上注意了广泛性、科学性和实用性，选题难易兼顾，电路新颖、实用，力求突出工程技能训练的思想，从电子技能实训的角度出发，培养学生的动手能力、分析和解决实际问题的能力、电子电路的设计能力和创新意识。

本教材内容由5章组成，第1章介绍电子测量与实验操作的基础知识和基本技能；第2章是模拟电子电路实验；第3章是数字电子电路实验；第4章是高频电子电路实验；第5章是电子技术实训。

本书可与高职教材《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》、《高频电子技术》等理论教材配套使用，也可单独使用，可作为高职院校实验、实训教材，也可作为课程设计参考指导书和电子技能培训教材。本书力求内容和编排的可选择性，方便于不同学时的高职高专强电、弱电、计算机以及机电一体化专业的选用。也可作为非电类专业电工电子学一体化实践教学的教材或参考书。书中标“*”的为选修内容。

本书由李金明、刘伟主持编写，参加本书编写的还有李荣（编写第1章、第2章、附录）、汪霞、马芙蓉、张治军。

邹益民博士担任本书主审，在审稿过程中提出了许多宝贵的修改意见，为提高本书的质量起到很好的作用，在此表示深切的谢意。

在编写过程中编者参考了许多图书和杂志，由于篇幅有限，书后的参考文献中只列举了主要的参考书目，在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于时间紧迫和编者水平有限，书中的错误和缺点在所难免，热忱欢迎读者对本书提出批评与建议。

编 者

2008年4月于兰州

目 录

第 1 章 基础知识和基本技能	(1)
1.1 常用仪器的使用与测量练习	(1)
1.1.1 COS-620 双踪示波器	(1)
1.1.2 毫伏表	(5)
1.1.3 低频电子仪器使用练习	(6)
1.2 常用电子元器件的认识及简易测试	(8)
1.2.1 电阻器	(8)
1.2.2 电容器	(11)
1.2.3 电感器	(14)
1.2.4 半导体器件	(16)
1.2.5 集成电路	(21)
1.3 电路的设计、安装与调试	(24)
第 2 章 模拟电子电路实验	(28)
2.1 单管共发射极放大电路实验	(28)
2.2 负反馈放大电路实验	(30)
2.3 基本运算电路	(32)
2.4 RC 正弦波振荡器	(36)
2.5 整流、滤波电路及测试	(38)
2.6 *串联型晶体管直流稳压电源	(41)
2.7 三端可调集成稳压电源	(44)
第 3 章 数字电子电路实验	(46)
3.1 基本逻辑门的功能测试	(46)
3.2 加法器	(50)
3.3 编码器与译码器	(55)
3.4 触发器实验	(60)
3.5 计数器逻辑功能及应用	(63)
3.6 移位寄存器的功能测试及应用	(68)
*3.7 555 定时器的应用	(72)
3.8 波形发生器	(76)
3.9 利用二极管函数电路实现波形转换	(80)
第 4 章 高频电子电路实验	(82)
4.1 调谐放大器	(82)
4.2 LC 电容反馈式三点式振荡器	(84)
4.3 石英晶体振荡器	(86)
4.4 高频功率放大器(丙类)	(87)
4.5 振幅调制器(利用乘法器)	(89)

4.6	调幅波信号的解调	(91)
4.7	变容二极管调频振荡器	(93)
4.8	相位鉴频器	(95)
4.9	集成电路(压控振荡器)的构成和频率调制器	(97)
4.10	集成电路(锁相环)构成的频率调节器	(99)
第5章	电子技术实训	(101)
5.1	电子产品焊接技术	(101)
5.1.1	电子焊接的常用工具	(101)
5.1.2	电子焊接的焊料	(102)
5.1.3	助焊剂与阻焊剂	(103)
5.1.4	电子元件焊接的基本要求与方法	(104)
5.2	调光台灯的制作	(107)
5.3	楼道触摸式延时开关	(110)
5.4	智力竞赛抢答器的安装与调试	(111)
5.5	水塔自动供水装置的安装与调试	(113)
5.6	射频发射/接收模块	(116)
5.7	49.67MHz 窄带调频发射器的制作	(119)
5.8	49.67MHz 窄带调频接收器的制作	(120)
5.9	收音机的安装与调试	(123)
5.9.1	无线电的发展史	(123)
5.9.2	收音机的输入电路	(124)
5.9.3	磁性天线	(127)
5.9.4	超外差式收音机的变频电路	(127)
5.9.5	变频电路的调整及元件选择	(129)
5.9.6	中频放大器	(130)
5.9.7	检波电路	(133)
5.9.8	增益控制(AGC)电路	(134)
5.9.9	调试	(136)
附录A	常用电子元器件的识别	(138)
附录B	二极管、三极管参数表	(142)
附录C	部分常用集成电路引脚图	(146)
附录D	中级维修电工理论知识复习参考题	(149)
附录E	中级维修电工理论知识复习参考题答案	(168)
参考文献	(170)

第 1 章 基础知识和基本技能

1.1 常用仪器的使用与测量练习

1.1.1 COS-620 双踪示波器

双踪示波器的型号与种类很多，本书以型号为 COS-620 的双踪示波器为例说明其一般使用方法。

COS-620 的前面板如图 1-1-1 所示，先对其面板上的各个操作部件按图中编号进行介绍（下面的数字表示图中的按钮、旋钮编号）。

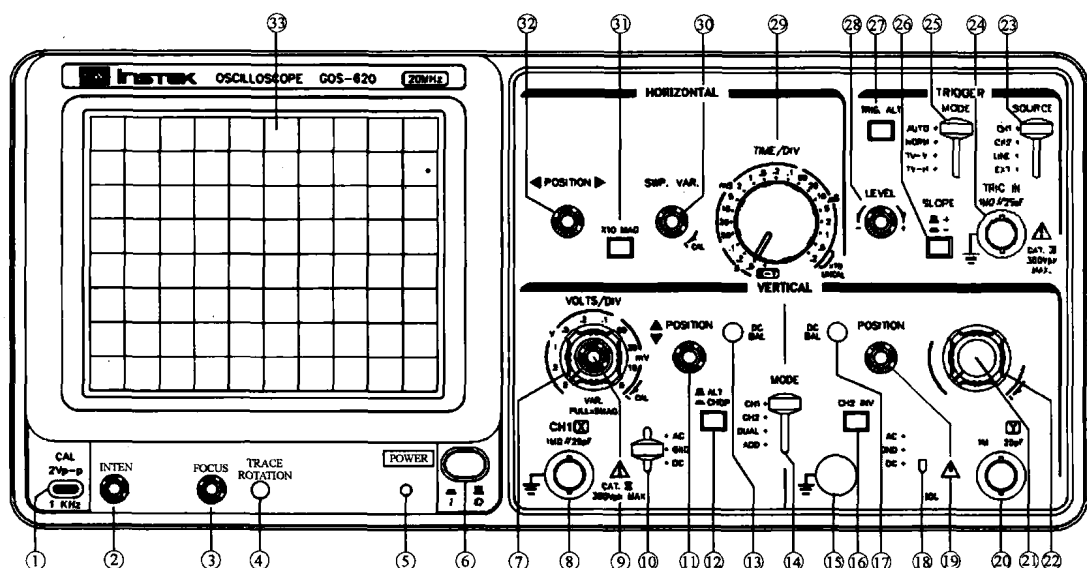


图 1-1-1 COS-620 的前面板

一、CRT 显示屏

① 校准信号输出端子 CAL ($2V_{PP}$)：此端子会输出一个 $2V_{PP}$ 、1kHz 的方波，用以校正测试棒及检查垂直偏向的灵敏度。

② 辉度旋钮 (INTEN)：控制光点和扫描线的亮度，顺时针方向旋转旋钮，亮度增加。

③ 聚焦旋钮 (FOCUS)：用辉度旋钮将亮度调至合适，然后调节聚焦旋钮直至光迹达到最细的程度。一般应将辉度旋钮与聚焦旋钮配合调节，光迹才能达到最细。

④ 光迹旋钮 (TRACE ROTATION)：当光迹在水平方向轻微倾斜时，可用该旋钮调节光迹与水平刻度平行。

⑤ 电源指示灯：电源接通，电源指示灯亮，否则相反。

⑥ 电源主开关 (POWER)：压下此钮可接通电源，电源指示灯⑤会发亮；再按一次，开关凸起时，则切断电源。

③ FILTER：滤光镜片，可使波形易于观察。

二、VERTICAL 垂直偏向

⑦、② 衰减器开关 (VOLTS/DIV)：垂直衰减选择钮，以此钮选择 CH1 及 CH2 的输入信号衰减幅度，范围为 5mV/DIV~5V/DIV，共 10 挡。

⑩、⑬ 交流—接地—直流 (AC-GND-DC)：输入信号耦合选择按键组。

拨到 AC：垂直输入信号电容耦合，截止直流和极低频信号输入。

拨到 GND：按下此键则隔离信号输入，并将垂直衰减器输入端接地，产生一个零电压参考信号。

拨到 DC：垂直输入信号直流耦合，AC 与 DC 信号一齐输入放大器。

⑧ 通道 1 输入端 CH1 (X)：CH1 的垂直输入端；在 X—Y 模式中，为 X 轴的信号输入端。

⑨、⑳ 扫描微调旋钮 (VARIABLE)：灵敏度微调控制，至少可调到显示值的 1/2.5。在 CAL 位置时，灵敏度即为挡位显示值。当此旋钮拉出时 (×5MAG 状态)，垂直放大器灵敏度增加 5 倍。

㉑ 通道 2 输入端 CH2 (Y)：CH2 的垂直输入端；在 X—Y 模式中，为 Y 轴的信号输入端。

⑪、⑲ 位置 Y 轴调整旋钮 (◆ POSITION)：轨迹及光点的垂直位置调整钮。

⑫ 模式选择旋钮 (VERT MODE)：CH1 及 CH2 选择垂直操作模式。CH1：设定本示波器以 CH1 单一频道方式工作。CH2：设定本示波器以 CH2 单一频道方式工作。DUAL：设定本示波器以 CH1 及 CH2 双频道方式工作，此时并可切换 ALT/CHOP 模式来显示两轨迹。ADD：用以显示 CH1 及 CH2 的相加信号；当 CH2 INV 键⑯为压下状态时，即可显示 CH1 及 CH2 的相减信号。

⑬、⑰ CH1&CH2 DC BAL：调整垂直直流平衡点。

⑬ 双轨迹模式选择按钮 (ALT/CHOP)：当在双轨迹模式下，放开此键，则 CH1&CH2 以交替方式显示（一般使用于较快速之水平扫描文件位）。当在双轨迹模式下，按下此键，则 CH1&CH2 以切割方式显示（一般使用于较慢速之水平扫描文件位）。

⑯ CH2 INV 模式选择按钮：此键按下时，CH2 的信号将会被反向。CH2 输入信号于 ADD 模式时，CH2 触发截选信号 (Trigger Signal Pickoff) 亦会被反向。

三、TRIGGER 触发

㉒ 斜率触发按钮 (SLOPE)：触发斜率选择，凸起时 (+) 为正斜率触发，当信号正向通过触发准位时进行触发。压下时 (-) 为负斜率触发；当信号负向通过触发准位时进行触发。

㉓ 外部触发输入端子 (EXT TRIG. IN)：TRIG. IN 输入端子，可输入外部触发信号。欲用此端子时，须先将 SOURCE 选择器㉔置于 EXT 位置。

㉔ 触发源交替设定键 (TRIG. ALT)：当 VERT MODE 选择器⑫在 DUAL 或 ADD 位置，且 SOURCE 选择器㉔置于 CH1 或 CH2 位置时，按下此键，本示波器会自动设定 CH1 与 CH2

的输入信号以交替方式轮流作为内部触发信号源。

⑳ 信号源选择器 (SOURCE)：内部触发源信号及外部 EXT TRIG. IN 输入信号选择器。

拨到 CH1：当 VERT MODE 选择器⑭在 DUAL 或 ADD 位置时，以 CH1 输入端的信号作为内部触发源；拨到 CH2：当 VERT MODE 选择器⑭在 DUAL 或 ADD 位置时，以 CH2 输入端的信号作为内部触发源；拨到 LINE：将 AC 电源线频率作为触发信号；拨到 EXT：将 TRIG. IN 端子输入的信号作为外部触发信号源。

㉑ 触发模式选择开关 (TRIGGER MODE)

拨到 AUTO：当没有触发信号或触发信号的频率小于 25Hz 时，扫描会自动产生。

拨到 NORM：当没有触发信号时，扫描将处于预备状态，屏幕上不会显示任何轨迹。本功能主要用于观察 $\leq 25\text{Hz}$ 的信号。

拨到 TV-V：用于观测电视信号的垂直画面信号（场信号）。

拨到 TV-H：用于观测电视信号的水平画面信号（行信号）。

㉒ 同步波形（触发准位）调整旋钮 (LEVEL)：旋转此钮以同步波形，并设定该波形的起始点。将旋钮向“+”方向旋转，触发准位向上移；将旋钮向“-”方向旋转，触发准位向下移。

四、水平偏向

㉓ TIME/DIV：扫描时间选择钮，扫描范围从 $0.2\mu\text{s}/\text{DIV}$ 到 $0.5\text{ms}/\text{DIV}$ 共 20 个挡位。X—Y 设定为 X—Y 模式。此旋钮可用来控制所要显示波形的周期数，假如所显示的波形太过于密集时，可将此旋钮转至较快速扫描挡位；假如所显示的波形太过于扩张，或当输入信号时呈现一条直线，则可将此旋钮转至低速挡，以显示完整的周期波形。

㉔ 可变控制旋钮 (SWP. VAR.)：扫描时间的可变控制旋钮，指示数值将被校准。

㉕ $\times 10 \text{ MAG}$ ：水平放大键，按下此键可将扫描放大 10 倍。

㉖ 水平位置调整钮 (\blacktriangleleft POSITION \blacktriangleright)：轨迹及光点的水平位置调整钮。

㉗ 接地 (GND)：示波器接地端子。

五、单一频道基本操作法

本节以 CH1 为范例，介绍单一频道的基本操作法。CH2 单频道的操作程序是相同的，仅需注意要改为设定 CH2 的旋钮及按键组。

插上电源插头之前，务必确认后面板上的电源电压选择器已调至适当的电压挡位。确认之后，依照表 1-1-1 所示，顺序设定各旋钮及按键。

表 1-1-1 单一频道基本操作按钮设定

项 目	引 脚	设 定	
POWER	⑧	OFF 状态	
INTEN	②	中央位置	
FOCUS	③	中央位置	
VERT MODE	⑭	CH1	
ALT/CHOP	⑫	凸起 (ALT)	
CH2 INV	⑮	凸起	
POSITION \blacktriangleleft	⑪	⑬	中央位置

续表

项 目	引 脚		设 定
VOLTS/DIV	⑦	⑳	0.5V/DIV
VARIABLE	⑨	㉑	顺时针转到底 CAL 位置
AC-GND-DC	⑩	⑱	GND
SOURCE	㉒		CH1
SLOPE	㉓		凸起 (+斜率)
TRIG. ALT	㉔		凸起
TRIGGER MODE	㉕		AUTO
TIME/DIV	㉖		0.5ms/DIV
SWP. VAR	㉗		顺时针转到底 CAL 位置
◀ POSITION ▶	㉘		中央位置
×10 MAG	㉙		凸起

按照表 1-1-1 设定完成后，插上电源插头，继续表 1-1-2 步骤。

表 1-1-2 单一频道基本操作步骤

①	按下电源主开关⑥，并确认电源指示灯⑤亮起。约 20s 后 CRT 显示屏上应会出现一条轨迹，若在 60s 之后仍未有轨迹出现，请检查上列各项设定是否正确
②	转动 INTEN②及 FOCUS③钮，以调整出适当的轨迹亮度及聚焦
③	调 CH1 POSITION 钮⑪及 TRACE ROTATION④，使轨迹与中央水平刻度线平行
④	将探棒连接至 CH1 输入端⑧，并将探棒接上 2V _{P-P} 校准信号端子①
⑤	将 AC-GND-DC⑩置于 AC 位置，此时，CRT 上会显示如图 1-1-2 所示的波形
⑥	调整 FOCUS③钮，使轨迹更清晰
⑦	欲观察细微部份，可调整 VOLTS/DIV⑦钮及 TIME/DIV⑨钮，以显示更清晰的波形
⑧	调整 ◀ POSITION ⑪钮及 ▶ POSITION ⑫钮，以使波形与刻度线齐平，并使电压值 (V _{P-P}) 及周期 (T) 易于读取

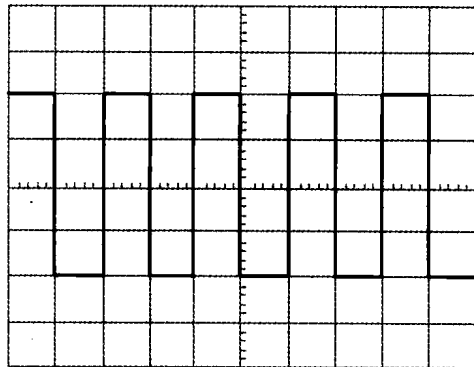


图 1-1-2 AC 位置时 CRT 显示波形

六、双频道操作法

双频道操作法与单频道操作的步骤大致相同，仅需按照表 1-1-3 所列的说明略作修改。

表 1-1-3 双频道操作法的步骤修改说明

●	将 VERT MODE⑭置于 DUAL 位置。此时，显示屏上应有两条扫描线，CH1 的轨迹为校准信号的方波；CH2 则因尚未连接信号，轨迹呈一条直线
●	将探棒连接至 CH2 输入端⑯，并将探棒接上 2V _{P-P} 校准信号端子⑰
●	按下 AC-GND-DC 置于 AC 位置，调 POSITION 钮⑱，以使两条轨迹如图 1-1-3 所示

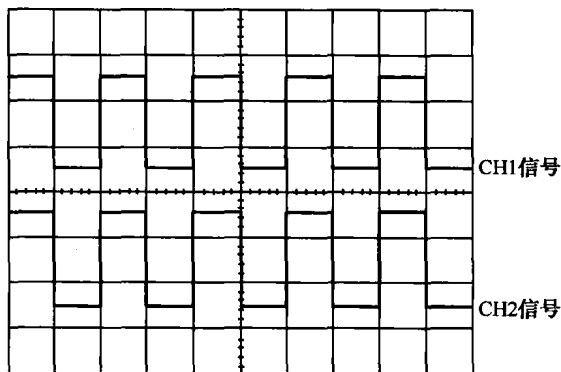


图 1-1-3 两条轨迹波形

当 ALT/CHOP 放开时（ALT 模式），则 CH1 和 CH2 的输入信号将以交替扫描方式轮流显示，一般使用于较快速之水平扫描挡位；当 ALT/CHOP 按下时（CHOP 模式），则 CH1&CH2 的输入信号将以大约 250kHz 的斩切方式显示在屏幕上，一般使用于较慢速的水平扫描挡位。

在双轨迹（DUAL 或 ADD）模式中操作时，SOURCE 选择器⑳必须拨向 CH1 或 CH2 位置，选择其一作为触发源。若 CH1 及 CH2 的信号同步，二者的波形皆是稳定的；若不同步，则仅有选择器所设定的触发源的波形稳定，此时，若按下 TRIG.ALT 键㉑，则两种波形皆会同步稳定显示。

注意：请勿在 CHOP 模式时按下 TRIG.ALT 键，因为 TRIG.ALT 功能仅适用于 ALT 模式。

1.1.2 毫伏表

毫伏表是测量正弦交流电压有效值的电子仪器。与一般交流电压表相比，毫伏表的量程多，频率范围宽，灵敏度高，适用范围更广；毫伏表的输入阻抗高，输入电容小，对被测电路影响小。因此，在电子电路的测量中毫伏表得到了广泛的应用。

目前电子技术实验中常用的毫伏表有 CB-9B 型真空毫伏表和 DA-1 型超高频毫伏表等。

CB-9B 型真空毫伏表为真空管放大检波式电压表。被测电压经过仪器内部放大和整流后再送至磁电系测量机构，表面示值均按正弦交流电压的有效值刻度。

1. 主要技术指标

- (1) 测试电压范围：10mV~300V，共分 10 挡。
- (2) 频率范围：20Hz~1MHz。
- (3) 输入阻抗：频率为 1kHz 时，1MΩ，70pF。
- (4) 仪器基本误差：不超过满刻度的±5%。

CB-9B 型真空毫伏表的面板如图 1-1-4 所示。

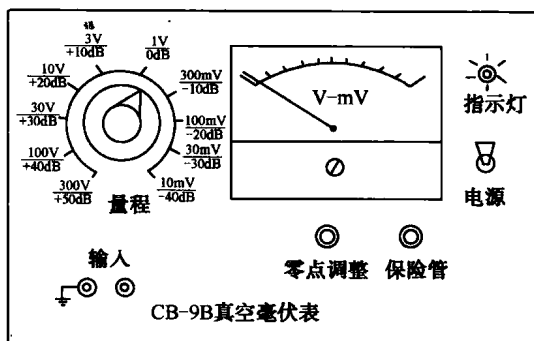


图 1-1-4 CB-9B 型真空毫伏表的面板

2. 使用说明

(1) 接电方式：本仪器为真空毫伏表，一般需要预热。由于灵敏度高，在测量接线时，应该先将量程拨到最大量程 300V/+50dB，之后接输入地线，再接入另一根输入信号线。测量时，顺时针逐步减小电压量程，使指针处于大于 1/2 的位置，此时读出数据；记录量程（旋钮位置）（如 1V/0dB）。

(2) 调零：先将量程拨回最大量程 300V/+50dB，之后将输入两端短接，再将旋钮旋转到（1）所记录量程的位置（如 1V/0dB），进行零点调整，使表针和零刻度对齐，再拨回最大量程 300V/+50dB，分开输入两端，零点调整结束。

(3) 精确测量：接输入地线，再接入另一根输入信号线；顺时针逐步减小电压量程直到（1）所记录量程的位置（如 1V/0dB），读出的示值即为精确测量数据。

(4) 断电方式：测量结束后，应该先将量程拨到最大量程 300V/+50dB，断开信号输入线，再断开接地线，以免因感应电压使仪表过载，打断表针。

注意：由于真空毫伏表的过载能力较差，使用中应特别注意避免过载。

1.1.3 低频电子仪器使用练习

在电子电路的设计、调试和维修过程中，电路的主要参数和基本波形的调试是一项重要而基本的工作。因此，掌握测量仪器的使用是每个电子技术人员的一项基本技能。在电子电路实验中，常用测量仪器包括低频信号发生器、示波器、交流毫伏表和晶体管特性图示仪等。

一、知识目标

1. 了解低频信号发生器、示波器、交流毫伏表的基本结构及用途。

2. 了解上述三种仪器的主要技术指标及使用范围。

二、技能目的

1. 掌握低频信号发生器、示波器、交流毫伏表面板上各旋钮的作用和调节方法。
2. 学会使用低频信号发生器输出一定频率和幅度的正弦波信号。
3. 学会使用示波器测量信号的幅度和频率。
4. 学会使用交流毫伏表测量信号的幅度。

三、实验原理与说明

1. 低频信号发生器为电路提供各种频率和幅度的正弦波输入信号，信号的频率为 20Hz~1MHz，幅度为 1mV~5V。
2. 示波器用来观察电路中各点的波形，以监视电路是否正常工作，同时还用于测量小型电路的周期、幅度及电路的特性曲线。示波器所测量的信号幅度为信号的峰-峰值。
3. 交流毫伏表用于测量电路中正弦波信号的有效值，其电压测量范围为 1mV~300V，频率范围为 20Hz~1MHz。

四、实验仪器与设备

低频信号发生器（模拟实验箱）1 台、示波器（COS-620）1 台、交流毫伏表（GB-9）1 台。

五、实验内容和步骤

1. 示波器校准

- (1) 接通示波器的电源开关，调节“辉度”、“聚焦”、“辅助聚焦”、“标尺亮度”及 X 轴、Y 轴移位旋钮，使扫描时基线处于屏幕中心位置。
- (2) 显示方式选择开关置于“YA”，Y 轴输入选择开关置于“AC”，触发源选择置于“内”，触发耦合开关置于“AC”，触发方式置于“自动”。
- (3) 将微调“t/div”旋钮置于“0.2ms”，YA 通道的微调“V/div”旋钮置于“0.2V”，示波器探头接在校准信号的输出端和 YA 通道的输入端之间。
- (4) 调整微调“t/div”旋钮里层的微调（红色）旋钮，使显示的方波在水平方向恰好占 5 个格，完成频率校准。
- (5) 调整 YA 通道的微调“V/div”旋钮里层的微调（红色）旋钮，使显示的方波在垂直方向恰好占 5 个格，完成幅度校准。

2. 用示波器和交流毫伏表测量信号参数。

- (1) 调整低频信号发生器（模拟实验箱）有关旋钮，使其输出频率分别为 100Hz、1kHz、10kHz、100kHz，有效值分别为 1V、100mV、10mV、1mV 的正弦波信号。
- (2) 改变示波器的微调“t/div”和微调“V/div”旋钮，测量信号源的输出电压频率和峰-峰值，填入表 1-1-4 中。
- (3) 改变交流毫伏表的量程，测量信号源输出电压有效值，填入表 1-1-4 中。

表 1-1-4 示波器和毫伏表测量练习

信号电压频率	示波器测量值		信号电压毫伏表读数/V	示波器测量值	
	周期/ms	频率/Hz		峰-峰值/mV	有效值/mV
100Hz					
1kHz					
10kHz					
100kHz					

六、注意事项

1. 注意各仪器的连接方法及接地问题。
2. 在使用交流毫伏表时，应先将输入端短路，调节“调零”旋钮使指针指示为零再开始测试。
3. 拨动仪器面板各旋钮时，用力要适当，不可用力过猛，以免造成机械损坏。

七、实验报告要求

1. 认真整理测试记录，并将测试数据填入表格。
2. 比较示波器测量的信号参数与低频信号发生器输出信号参数之间的差异。
3. 说明示波器所测信号电压的峰-峰值与交流毫伏表测量的有效值之间的关系。

八、思考题

1. 欲测量一个 20Hz 以内的正弦波信号，应选用万用表、毫伏表、示波器中的哪一种仪器？为什么？
2. 若用万用表测量实验中信号源输出的信号，会出现怎样的测量结果？

1.2 常用电子元器件的认识及简易测试

电子元器件是组成电路的基本要素，正确地选择和使用元器件是保证电路良好运行的重要条件。这里主要介绍电阻器、电容器、电感器、晶体管及集成电路等常用电子元器件的结构特点、性能参数及测试方法，使读者能够科学地选用。

知识目标：

1. 了解电阻器、电容器、电感器、晶体管及集成电路等常用电子元器件的结构特点和性能作用。
2. 了解元器件的型号命名、性能参数及测试方法。

技能目标：

1. 学会测试、判断元器件的好坏。
2. 能够正确地选择和使用元器件。

1.2.1 电阻器

电阻器的主要作用是限流、分流、降压、分压、负载、阻抗匹配、阻容滤波等。电阻器是电路元件中应用最广泛的一种。

一、电阻器的类别

电阻器有多种分类方式，按结构可分为固定式电阻器、可变式电阻器和敏感电阻器；按其材料和工艺可分为碳膜式电阻、实心式电阻、金属线绕电阻等。常用电阻器的外形如图 1-2-1 所示。

固定式电阻器简称电阻。可变式电阻器分为滑线式变阻器和电位器，常用于调节电路。敏感电阻有光敏电阻、热敏电阻、气敏电阻等，它们均是利用材料电阻率随物理量变化而变化的特性制成，多用于控制电路。例如，熔断电阻会因电路达到超负荷时间限制而熔断开路，从而起到保护电路的作用。片状电阻器是新型的电阻元件，也称表面安装元件，是由陶瓷基片、电阻膜、玻璃釉保护层和端头电极组成的无引线结构电阻元件，这种片状的新型元件具有体积小、重量轻、性能优良、温度系数小、阻值稳定及可靠性强等优点，但其功率一般都不大。

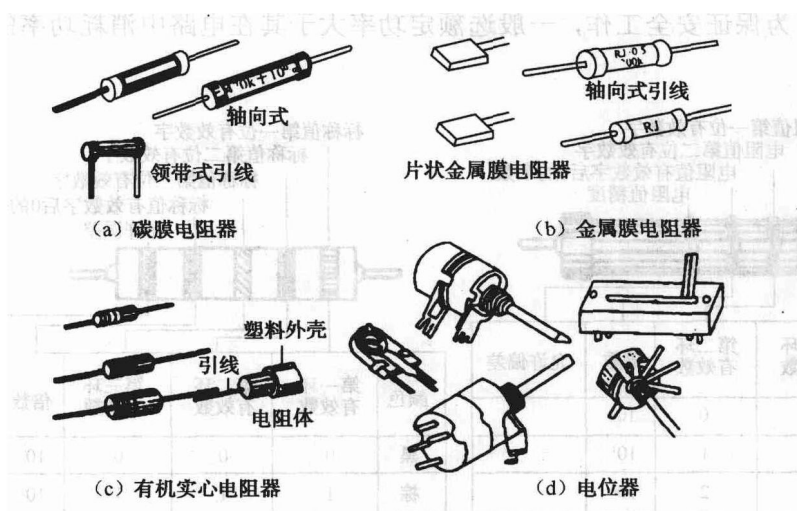


图 1-2-1 各类电阻器

二、电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值、阻值误差、额定功率、最高工作温度、最高工作电压、噪声、温度特性和高频特性等。通常在选用电阻器时，只考虑标称阻值、阻值误差和额定功率 3 项。对有特殊要求的电阻器，需考虑其他指标。

1. 标称阻值

电阻器上所标的阻值即标称阻值。标称阻值是按国家标准标注的，可参阅附录 A。

2. 阻值误差

阻值误差也称允许误差，阻值误差为电阻器的实际值与标称值的差值除以标称阻值所得的百分数。普通电阻器的误差分为 3 个等级，即阻值误差 $\leq \pm 5\%$ 称为 I 级；阻值误差 $\leq \pm 10\%$ 称为 II 级；阻值误差 $\leq \pm 20\%$ 称为 III 级。误差越小，表明电阻器的精度越高。由于制造技术的发展，目前电阻器的阻值误差一般在 $\pm 5\%$ 以内。

标志电阻器的阻值和误差的方法有两种：一是直标法，二是色标法（固定电阻器用）。直标法是用数字直接标注在电阻上（图 1-2-2）。

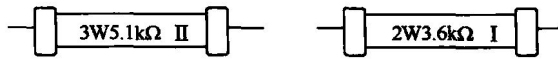


图 1-2-2 电阻器直标法

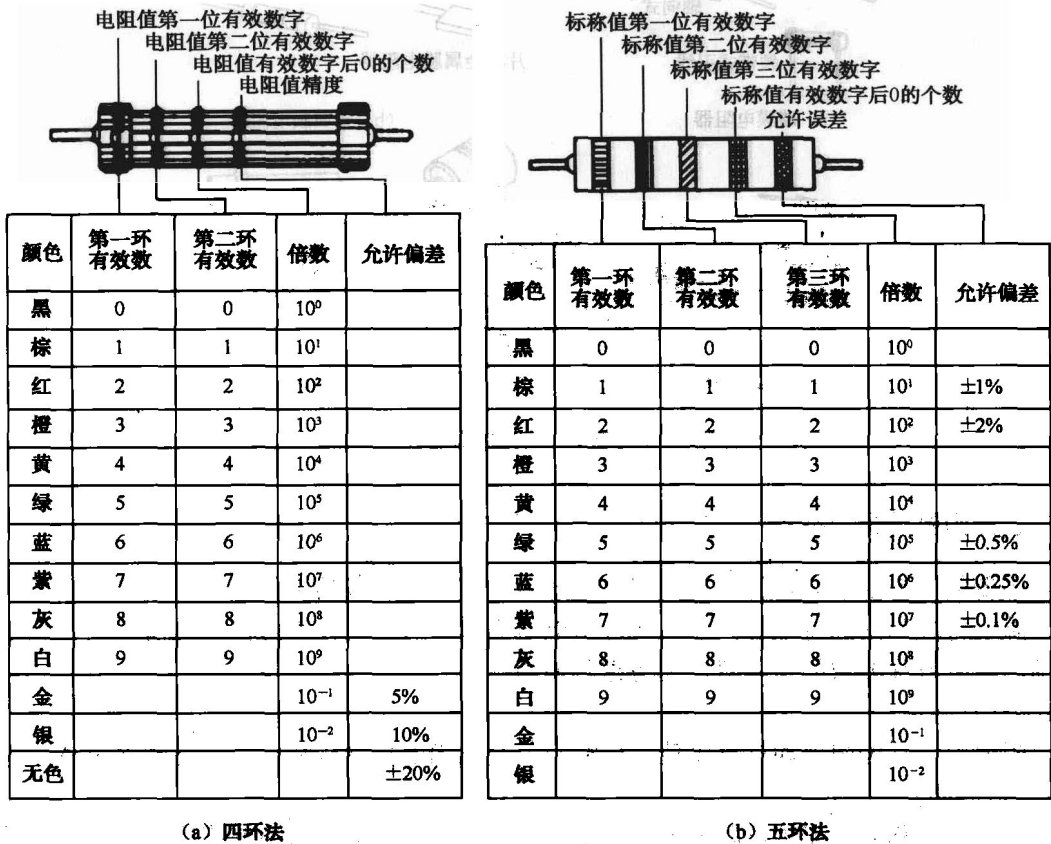
色标法是用不同颜色的色环来表示电阻的阻值和误差，各色环颜色所代表的含义如图 1-2-3 所示，色标法表示的电阻单位为欧姆。例如，图 1-2-3 (a) 中第一色环为红、第二色环为黄、第三色环为绿、第四色环为银，则电阻阻值为 $24 \times 10^5 \Omega = 2400k\Omega$ ，阻值误差 10%。

电阻器色环助记口诀：

棕 1 红 2 橙 3，4 黄 5 绿 6 是蓝，7 紫 8 灰 9 雪白，黑色是 0 须记牢。

3. 额定功率

额定功率是指电阻器在规定的环境温度和湿度下长期连续工作，电阻器所允许消耗的最大功率。为保证安全工作，一般选额定功率大于其在电路中消耗功率的 2~3 倍的电阻器。



(a) 四环法

(b) 五环法

图 1-2-3 电阻器色标法

三、电阻器的型号命名

根据中国国家标准，电阻器的型号由 4 部分组成：第一部分用汉语拼音字母表示主称，

用 R 表示电阻器，用 W 表示电位器，第二部分用汉语拼音字母表示材料，第三部分用汉语拼音字母或阿拉伯数字表示特征，第四部分用阿拉伯数字表示序号。

例如，高功率碳膜电阻器的型号组成如图 1-2-4 所示。

电阻器的型号命名，可参阅附录 A。

四、电阻器的选用和测量

几种常见电阻器的结构与特点如表 1-2-1 所示，可供选用时参考。

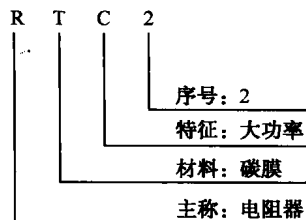


图 1-2-4 高功率碳膜电阻器的型号组成

表 1-2-1 几种常用电阻器的结构与特点

电阻器的类型	型 号	应用特点
碳膜电阻器	RT 型	性能一般，价格便宜，大量应用于普通电路中
金属膜电阻器	RJ 型	与碳膜电阻相比，体积小，噪声低，稳定性好，但成本较高，多用于要求较高的电路中
金属膜氧化膜电阻器	RY 型	与金属膜电阻器相比，性能可靠、过载能力强、功率大
实心碳质电阻器	RS 型	过负荷能力强，可靠性较高，但噪声大、精度差、分布电容电感大，不适宜要求较高的电路
线绕电阻器	RX 型	阻值精确、功率范围大、工作稳定可靠、噪声小、耐热性能好，主要用于精密和大功率场合。但其体积较大、高频性能差、时间常数大、自身电感较大，不适用于高频电路
碳膜电位器	WT 型	阻值变化和中间触头位置的关系有直线式、对数式和指数式 3 种，并有大型、小型、微型几种，有的和开关组成带开关电位器。碳膜电位器应用广泛
线绕电位器	WX 型	用电阻丝在环状骨架上绕制而成。其特点是阻值变化范围小、寿命长、功率大

测量电阻的方法很多，可用欧姆表、电阻电桥和万用表欧姆挡直接测量，也可通过测量电阻的电流和电压，再由欧姆定律算出电阻值。

用万用表欧姆挡测量电阻的方法是：① 选挡——拨功能开关到“Ω”挡位，量程开关拨至适当挡；② 调零；③ 测量电阻（实验前实验教师准备各种电阻以备测量）。

1.2.2 电容器

电容器是一种储能元件，在电路中用于调谐、滤波、耦合、隔直、旁路、能量转换和延时等。

一、电容器的类别

电容器按其容量是否可调分为固定式电容、半可变式电容、可变电容器 3 种。按其所用介质分为金属化纸介质电容器、钽电解电容器、云母电容器、薄膜介质电容、瓷介质电容器等。几种常见电容器的外形如图 1-2-5 所示。

固定电容器简称电容。半可变电容器又称微调电容器或补偿电容器，其特点是容量可在小范围内变化（几皮法至几十皮法，最高可达 100 皮法）。可变电容器的电容量可在一定范围内连续变化，它们由若干片形状相同的金属片并接成一组（或几组）定片和一组（或几组）动片，动片可以通过转轴转动，以改变动片插入定片的面积，从而改变电容量（图 1-2-6）。