



普通高等教育实验实训规划教材

模拟电子技术 实验指导书

范秀香 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

普通高等教育实验实训规划教材



模拟电子技术 实验指导书

范秀香 编
孙淑艳 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育实验实训规划教材。本书共分三章，主要内容包括模拟电子技术基础实验、模拟电子技术验证型实验及模拟电子技术综合型与设计型实验。注重基础知识精选内容，力求理论联系实际。可根据专业及学时的不同，对实验内容进行选择。

本书采用实验报告原始数据便撕式设计，学生在写实验报告时直接粘贴原始数据，节省时间，实用性强。

本书可作为高等院校电气、电子、信息、通信、自动化、测控等专业的本、专科教材，同时也可供从事电工电子技术的有关人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

模拟电子技术实验指导书/范秀香编. —北京: 中国电力出版社, 2015. 8

普通高等教育实验实训规划教材

ISBN 978-7-5123-8063-9

I. ①模… II. ①范… III. ①模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 163311 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 4.5 印张 104 千字

定价 10.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

模拟电子实验是高等院校电子信息类及相关专业的重要实践性环节,是针对模拟电子技术课程设置的—门独立的实践课程。近年来,模拟电子技术课程的理论教学改革取得很大的进展,但是实验课教学改革却相对滞后,缺少比较系统的、完整的、有针对性的实验教材。为此,我们以极大的热情编写本教材,希望该教材的出版有助于实验教学的推进。

本书编写的指导思想是通过实验使学生掌握模拟电子技术的基本知识与基本技能,培养和提高当代大学生的动手能力、综合能力、分析问题和解决问题的能力以及创新能力。

本书共分为三章,第一章为模拟电子技术基础实验,主要介绍仪器仪表的使用方法,常用元器件的认识与测量。第二章为模拟电子技术验证型实验,共有八个实验,采用模拟电路板和模拟电子实验箱为工作平台进行实验。第三章为模拟电子技术综合型与设计型实验,采用在面包板上插接电路来进行实验。

本书由湖北工业大学范秀香主编,华北电力大学孙淑艳老师主审。本书编写过程中,编者借鉴了许多优秀教材、网络上资料,以及技术专家的宝贵经验,同时得益于学院各个时期从事模拟电子实验教学的老师们教学成果的启示,在此向他们表示衷心感谢。

限于编者水平,加上时间仓促,书中错误和不妥之处恳请读者指出,可将问题、意见及时反馈给我们。编者邮箱为:fanxxhbut@sina.com。

编 者

2015 年 2 月

目 录

前言	
第一章 模拟电子技术基础实验	1
实验一 仪器仪表的使用方法	1
实验二 电阻、电容的认识与测量	9
实验三 二极管、三极管的认识与测量	15
第二章 模拟电子技术验证型实验	19
实验一 基本放大电路	19
实验二 多级放大电路	25
实验三 差动放大器实验	29
实验四 负反馈放大器	33
实验五 文氏电桥振荡器	39
实验六 集成运算放大器的基本应用	43
实验七 功率放大电路	49
实验八 直流稳压电源	53
第三章 模拟电子技术综合型与设计型实验	57
实验一 扩音机集成功放电路	57
实验二 音响放大器的装配	63
参考文献	66

第一章 模拟电子技术基础实验

实验一 仪器仪表的使用方法

一、实验目的

- (1) 了解基本电子仪器的主要技术指标、主要性能以及面板上各种旋钮的功能。
- (2) 掌握实验室主要仪器的使用方法。

二、实验仪器

- (1) 数字万用表一块。
- (2) 函数信号发生器一台。
- (3) 数字示波器一台。
- (4) 直流稳压电源一台。
- (5) 模拟电子实验仪一台。

三、实验内容

在模拟电子技术实验中,通常会使用到数字万用表、函数信号发生器、数字示波器、直流稳压电源等。下面我们来了解一下常用仪器仪表的使用方法。

1. 数字万用表(见图1-1)

(1) 操作前注意事项。

1) 将POWER开关按下,检查9V电池,如果电池电压不足,“ ⏏ ”将在显示器上显示,这时则需要更换电池。

2) 测试笔插孔旁边的“ Δ ”符号,表示输入电压或电流不应超过显示值,这是为了保护内部线路免受损坏。

3) 测试之前,功能开关应置于所需的量程。

(2) 万用表的使用。

1) 测直流电压(用DCV挡)。将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入V插孔。将

功能开关置于V—量程,将测试表笔并联在待测电源或负载两端,红表笔所接端子极性将同时显示,直接从屏幕上读数。如果不知被测电压的范围,应该选择高量程挡,若读数偏小,再逐渐下调量程。

2) 测交流电压(用ACV挡)。将黑表笔插入COM插孔,红表笔插入V插孔。将功能开关置于V~量程,将测试表笔并联在待测电源或负载两端,直接从屏幕上读数。如果不知被测电压的范围,应该选择高量程挡,若读数偏小,再逐渐下调量程。

3) 测直流电流(用DCA挡)。将黑表笔插入COM插孔,当测量最大值为2A以下的电

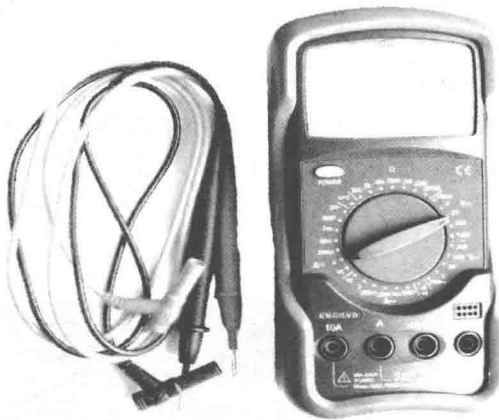


图1-1 数字万用表

流时,红表笔插入 A 插孔。当测量最大值为 10A 的电流时,红表笔插入 10A 插孔。将功能开关置于 A—量程,并将测试表笔串联接入待测负载回路里,电流值显示的同时将显示红表笔的极性,直接从屏幕上读数。如果不知被测电流的范围,应该选择高量程挡,若读数偏小,再逐渐下调量程。

4) 测交流电流(用 ACA 挡)。将黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 2A 以下的电流时,红表笔插入 A 插孔。当测量最大值为 10A 的电流时,红表笔插入 10A 插孔。将功能开关置于 A~量程,并将测试表笔串联接入待测负载回路里,直接从屏幕上读数。如果不知被测电流的范围,应该选择高量程挡,若读数偏小,再逐渐下调量程。

5) 测电阻(用 Ω 挡)。将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 Ω 插孔。将功能开关置于 Ω 量程,将测试笔并联接到待测电阻上。如果屏幕显示为“1...”,则表示量程选小了,逐渐上调量程。

6) 二极管测试及蜂鸣通断测试。

a. 将黑色表笔插入 COM 插孔,红色表笔插入 V Ω 插孔(红表笔极性为“+”),将功能开关置于“、 $\rightarrow$)”挡,并将表笔连接到待测二极管上,读数为二极管正向压降的近似值。

b. 将表笔并联接到待测线路的两端,如果两端之间电阻值低于约 70 Ω ,内置蜂鸣器发声。

7) 晶体管 hFE 测试。

a. 将功能开关置 hFE 量程。

b. 确定晶体管是 NPN 或 PNP 型,将基极、发射极和集电极分别插入面板上相应的插孔,显示器上将显示 hFE 的近似值。

2. 函数信号发生器

键盘说明:如图 1-2 所示,仪器前面板上共有 20 个按键,键体上的黑色字表示该键的基本功能,直接按键执行基本功能。键上方的蓝色字表示该键的上挡功能,首先按蓝色键[shift],屏幕右下方显示“S”,再按某一键可执行该键的上挡功能。其他功能键可参考使用指南。



图 1-2 函数信号发生器

(1) 开机状态。由微电脑控制的预置开机状态:输出 A 路频率 1000Hz 正弦波,幅度 1V(峰—峰值)在此状态下,可直接改变频率大小。

(2) 调整频率。按“频率”键,进入频率调整状态。

- a. 间断调节：直接按所需要频率的数字，再按“Hz”或者“kHz”键。
- b. 连续调节：按“<”或者“>”，数字上方会出现一个黑三角，继续按“<”或者“>”键，将黑三角移动到所需改变的位数上，旋动“电子调节”大旋钮，可以连续调节频率。

(3) 调整幅度。按“幅度”键，进入幅度调整状态。

- a. 间断调节：直接按所需要幅度的数字，再按“V”或者“mV”键。
- b. 连续调节：按“<”或者“>”，数字上方会出现一个黑三角，继续按“<”或者“>”键，将黑三角移动到所需改变的位数上，旋动“电子调节”大旋钮，可以连续调节幅度。

(4) 函数信号发生器按需要可以输出正弦波、方波、三角波等信号波形。输出的电压最大可达 $20V_{p-p}$ ，输出信号幅度的有效值和峰峰值可以互相切换，在屏幕上可以直接读出数据。

3. 数字示波器

示波器是一种用途很广的电子测量仪器，不仅可以对电信号进行各种参数的测量，还可以显示出电信号的各种波形。示波器可分为两大类：模拟式示波器和数字式示波器。模拟式示波器以连续方式将被测信号显示出来；数字示波器首先将被测信号抽样和量化，变为二进制信号存储起来，再从存储中取出信号的离散值，通过算法将离散的被测信号以连续的形式在屏幕上显示出来。现在主要以数字示波器为例，面板图如图 1-3 所示。



图 1-3 数字示波器

(1) 工作方式选择。

“CH1”通道：信号从左下方 CH1 通道输入，内触发选择“CH1”，切换面板上的黄色按钮使屏幕上黄色波形的颜色出现，再按一下此按钮，黄色波形消失。

“CH2”通道：信号从右下方 CH2 通道输入，内触发选择“CH2”，切换面板上的蓝色按钮使屏幕上蓝色波形的颜色出现，再按一下此按钮，蓝色波形消失。

“组合”方式即按白色“MATH”键。

(2) 幅度调整（Y 轴方向调整，VOLTS/DIV 旋钮）。

1) 当垂直方向信号过大或者过小时，需要进行幅度调整。左旋幅度减小，右旋幅度增大。

2) 示波管垂直方向每一大格代表的幅度，与幅度旋钮的指示相对应。

(3) 时间调整 (X 轴方向调整, TIME/DIV 旋钮)。

1) 当水平方向信号过大或者过小时, 需要进行时间调整。左旋减小, 右旋增大。

2) 示波管水平方向每一大格代表的时间, 与时间旋钮的指示相对应。

(4) 垂直位移。旋动上下移动箭头可以上下平移波形, 便于观察。

(5) 水平位移。旋动左右移动箭头可以左右平移波形, 便于观察。

(6) Autoset 键, 可以进行刷新, 置位复位, 使输入信号位于最好的观测位置, 可以自动设定以下参数: 水平刻度、水平波形、垂直刻度、垂直波形等。

(7) 标准信号。2V (p-p)、1000Hz、方波信号。可以用于校准仪器、比较波形。

4. 直流稳压电源

直流稳压电源具有稳压、稳流连续可调, 两路或多路输出可实现串联、并联工作, 简单而功能明晰的前面板及双电压表和双电流表显示功能。还可实现主、从两路电源串联、并联、主从跟踪等功能。如图 1-4 所示。

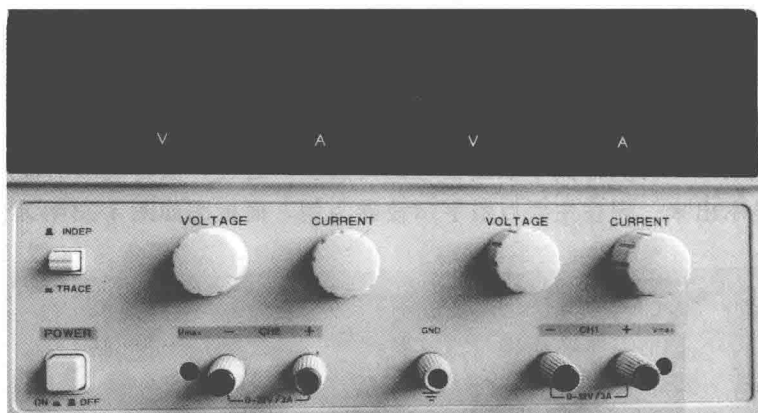


图 1-4 直流稳压电源

(1) 电源开关 POWER: 置“OFF”为电源关, 置“ON”为电源开。

(2) 跟踪  TRACE/独立  INDEP: 跟踪独立工作方式选择键。

(3) “-”输出端子: 每路输出的负极输出端子 (黑色)。

(4) “+”输出端子: 每路输出的正极输出端子 (红色)。

(5) 从路 CH2 调压旋钮 VOLTAGE: 电压调节, 调节从路稳压输出值。

(6) 从路 CH2 调流旋钮 CURRENT: 电流调节, 调节从路稳流输出值。

(7) GND 端子: 电源保护接地端子 (绿色)。

(8) 主路 CH1 调压旋钮 VOLTAGE: 电压调节, 调节主路稳压输出值。

(9) 主路 CH1 调流旋钮 CURRENT: 电流调节, 调节主路稳流输出值。

CH1 和 CH2 电源供应器在额定电流时, 分别可供给零至额定值的电压输出。当设定在独立模式时, CH1 和 CH2 为完全独立的两路电源, 可单独或两路同时使用。

四、实验练习

(1) 打开实验箱和万用表的开关, 按下表调整、测试、记录于表 1-1。

(2) 开启函数信号发生器、数字示波器电源开关, 按表 1-2 调整、测试并记录于表中。

五、预习后回答如下问题

(1) 当使用数字万用表测量电压到测量电流时，万用表的表笔如何接插孔，万用表的量程应该打到哪一位置？

(2) 当数字示波器显示屏上的波形高度超过显示屏或者波形不明显时应该调整哪个旋钮？

(3) 如何得到 9V 的直流稳压电源？

六、实验报告

- (1) 测量实验箱上的直流电源时，数字万用表的功能开关应放在什么位置上？挡位打到什么值上？
- (2) 如何得到频率 $f=500\text{Hz}$ ，幅度为 200mV （有效值）的正弦信号？
- (3) 通过本次实验，掌握了哪些实验仪器的操作和使用仪器时需要注意的地方？
- (4) 将原始数据和上述问题综合起来分析。

原始数据记录表格

表 1-1 数字万用表的测量值

	实验箱显示值	万用表测量值	实验箱显示值	万用表测量值
实验箱直流电源	+12V		+5V	
实验箱直流电源	-12V		-5V	

表 1-2 示波器的测量值

信号发生器输出	示波器显示的周期	示波器显示的幅度	衰减 20dB 示波器 显示的幅度	衰减 40dB 示波器 显示的幅度
正弦波 1000Hz 1V _{P-P}				
正弦波 200Hz 2V _{P-P}				

指导教师：
实验日期：

实验二 电阻、电容的认识与测量

一、实验目的

- (1) 学会用色标法读出电阻的阻值。
- (2) 掌握判断电解电容的极性。
- (3) 学会电容标称的读值法。

二、实验仪器

- (1) 数字万用表一块。
- (2) 电阻若干。
- (3) 电容若干。

三、电阻

1. 电阻概述及符号

电阻是电子电器设备使用最多的元件之一，在电路中主要起着限流、分压的作用，电阻的国际单位为欧姆 (Ω)，常用单位有 $k\Omega$ (千欧)、 $M\Omega$ (兆欧)。电阻的文字符号为“R”，电阻按照是否可变，分为固定电阻和可变电阻 (即电位器)，电位器的文字符号是“RP”。电阻按材料和工艺可以分成薄膜类、合金类、合成类、敏感类四类。电阻接入电路后，通过电流时便会发热，当温度过高时将会烧毁电阻，所以不仅要选择电阻阻值，还要正确选择电阻额定功率。在电路中，通常不加功率标注的电阻均为 $0.125W$ ，常用的还有 0.25 、 0.5 、 1 、 2 、 5 、 $10W$ 等。

如果电路对电阻的功率值有特殊要求，就要用文字说明。一般情况下所选用的电阻值应使额定功率大于实际消耗功率的两倍左右，以确保电阻的可靠性。电阻的电路符号如图 1-5 所示。

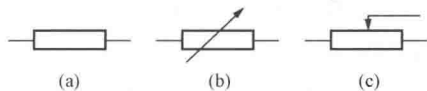


图 1-5 电阻的电路符号

2. 电阻的标称

电阻标有的电阻值就是电阻的标称值，有直标法、文字符号法和色标法，前面两种标法比较直观，不详细讲解，这里主要以色列法为例。

(a) 固定电阻；(b) 可变电阻；(c) 电位器

小功率碳膜和金属膜电阻，一般都用色环表示电阻阻值的大小。色环电阻分为四色环和五色环。四色环就是用四条有颜色的环代表阻值的大小，不同色标的含义见图 1-6 色环的电阻一律以欧姆为单位。以四道环为例。

- (1) 观察色环标注电阻，色环紧密一端为开始端。
- (2) 观察第一道、第二道色环，其代表的数字为阻值的前两位有效数字。
- (3) 写下前两位有效数字，再乘以第三道色环所代表的乘数。
- (4) 第四道色环为误差。
- (5) 五道色环的前三位为有效数字，读数方法同四道色环。



图 1-6 电阻的色标对照表

3. 电阻的测量

用万用表测量电阻阻值时，先将万用表的功能选择开关旋转到适当量程的电阻挡，测量时将万用表两表笔分别与电阻的两端相接即可测出实际电阻值。

测量操作注意事项：

- (1) 测试时，特别是在测几十千欧以上阻值的电阻时，手不要触及表笔和电阻的导电部分。
- (2) 被检测的电阻必须从电路中焊下来，至少要焊开一个头，以免电路中的其他元器件对测试产生影响，造成测量误差。
- (3) 色环电阻的阻值虽然能以色环标志来确定，但在使用时最好还是用万用表测试其实际阻值。

四、电容

1. 电容的概述

两个金属电极，中间夹上一层电介质（绝缘层），在金属电极的两端引出电极就构成了电容。电容容量的大小表示能储存电能的大小。电容的主要特性是隔直流通交流。电容在电路中主要用于调谐、滤波、隔直、交流旁路和能量转换等。电容的基本单位为法拉（F）。常用单位还有 mF、 μ F、nF、 μ μ F（pF）。按结构不同，可分为固定电容、半可变电容和可

变电容。电容有两个基本参数：容量和耐压值。

电容在电路中的符号如图 1-7 所示。

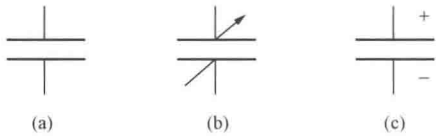


图 1-7 电容在电路中的符号

(a) 固定电容器；(b) 可变电容器；(c) 电解电容器

- (1) 耐压值。常用电容器的耐压值有以下几个档次：6.3、10、16、25、40、63、100、160、250、400V 等。

(2) 标称电容值。电容器的容量都是直接标在器件的表面，但是有两种表示方法，一种是直接表示容量，如：2200pF、0.01 μ F 等。另一种是用 3 位数字来表示，第一位表示十位数，第二位表示个位，第三位表示“0”的个数，单位是 $\mu\mu$ F (pF)，如：101 表示 100pF，103 表示 10000pF，(0.01 μ F)，222 表示 2200pF 等。

电容器在外壳上标有“+、-”极性，其引线长的是正极，短的是负极，这种电容器叫作电解电容器，它的绝缘介质是电解液，这种电容器必须在正确的电场下才能呈现低损耗，否则相当于一个大电阻并接在电容器的两端。电解电容器的特点是电容量大、耐压高、体积大，适用于低频段的滤波、耦合。

2. 电容的检测

(1) 用万用表电容挡直接检测：某些数字万用表具有测量电容的功能，测量时可将已放电的电容引脚直接插入万用表面板上的 CX 插孔，选取适当的量程后就可以读取显示数据。

(2) 用万用表电阻挡检测：将数字万用表拨至合适的电阻挡，红表笔和黑表笔分别接触被测电容的两极，这时显示值将从“000”开始逐渐增加，直至显示溢出符号“1.”。若始终显示“000”，说明电容内部短路；若始终显示溢出，则可能是电容内部极间开路，也可能是所选择的电阻挡不合适。检查电解电容时需注意，红表笔（带正电）接电容正极，黑标笔接电容负极。

(3) 用蜂鸣器挡检测：利用数字万用表的蜂鸣器挡可以快速检查电解电容的质量好坏。将数字万用表拨至蜂鸣器挡，用两支表笔分别与被测电容 CX 的两个引脚接触，应能听到一阵短促的蜂鸣声，随即声音停止，同时显示溢出符号“1.”。接着，再将两支表笔对调测量一次，蜂鸣器应再发声，最终显示溢出符号“1.”，此种情况说明被测电解电容基本正常。

五、预习后回答下面问题

(1) 如何快速判断电阻的阻值范围及阻值，你有什么好的方法？

(2) 如何表示电容器的容量，你有几种方法？

