

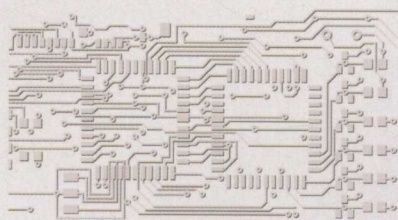


普通高等教育“十二五”规划教材

# 电路分析实验教程

DIANLU FENXI SHIYAN JIAOCHENG

主编 王 涛  
参编 刘文博 蔡 宁



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)



普通高等教育“十二五”规划教材

# 电路分析实验教程

主 编 王 涛  
参 编 刘文博 蔡 宁



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书分为5部分。绪论部分主要介绍进行电路实验所必须了解的预备知识;第1章是常用电子仪器仪表的使用,主要介绍了电路分析实验中用到的数字万用表、交流毫伏表、函数信号发生器、示波器等仪器的原理和使用;第2章是常用电子器件的识别与测试,介绍了电阻、电容、电感、二极管和三极管等基本的元器件;第3章是实用电子测量技术,介绍了实验中各种数据的测量方法;第4章是电路基础实验,也是实际的操作部分,介绍了20个具体的实验,通过这部分内容使学生掌握常用的电子仪器仪表的使用以及基本电路的搭建和测量。

本书可作为电气信息类和测控技术与仪器专业“电路分析”课程的实验教材。不同学科专业根据实际情况,可选择不同项目、不同内容的实验。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路分析实验教程 / 王涛主编. --北京:北京邮电大学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-5635-4394-6

I. ①电… II. ①王… III. ①电路分析—实验—教材 IV. ①TM133-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第129423号

---

书 名: 电路分析实验教程

著作责任者: 王 涛 主编

责任编辑: 张珊珊

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 8.5

字 数: 216千字

版 次: 2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

---

ISBN 978-7-5635-4394-6

定 价: 19.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

电路分析是实践性很强的专业基础课,实验占有重要的地位。通过实验,学生能够验证和巩固所学的理论知识,提高动手能力,并培养严谨的科学作风。

本书分为5部分。绪论部分主要介绍进行电路实验所必须了解的预备知识;第1章是常用电子仪器仪表的使用,主要介绍了电路分析实验中用到的数字万用表、交流毫伏表、函数信号发生器、示波器等仪器的原理和使用;第2章是常用电子器件的识别与测试,介绍了电阻、电容、电感、二极管和三极管等基本的元器件;第3章是实用电子测量技术,介绍了实验中各种数据的测量方法;第4章是电路基础实验,也是实际的操作部分,介绍了20个具体的实验,通过这部分内容使学生掌握常用的电子仪器仪表的使用以及基本电路的搭建和测量。

本书可作为电气信息类和测控技术与仪器专业“电路分析”课程的实验教材。不同学科专业根据实际情况,可选择不同项目、不同内容的实验。

本书由王涛任主编,负责全书的编写和定稿,刘文博和蔡宁负责对全书进行整理和校对。在教材的编写过程中,得到了西北民族大学电气工程学院各位老师的支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中不当之处望广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

绪 论	1
0.1 实验的意义与方法	1
0.2 实验的基本要求	2
第 1 章 常用电子仪器仪表的使用	7
1.1 数字万用表	7
1.2 交流毫伏表	10
1.3 函数信号发生器/计数器	13
1.4 模拟示波器	21
1.5 数字示波器	29
1.6 直流稳定电源	45
第 2 章 常用电子器件的识别与测试	49
2.1 电阻器	49
2.2 电容器	51
2.3 电感器	57
2.4 二极管	63
2.5 三极管	65
第 3 章 实用电子测量技术	68
3.1 电子测量技术	68
3.2 电压的测量	69
3.3 电流测量	71
第 4 章 电路基础实验	73
实验一 电工实验装置和万用表的使用	73
实验二 电路元件伏安特性的测定	75
实验三 基尔霍夫定律和叠加原理的验证	79

实验四	电压源与电流源的等效变换 .....	83
实验五	受控源 VCVS、VCCS、CCVS、CCCS 的研究 .....	86
实验六	戴维南定理和诺顿定理的验证 .....	89
实验七	典型电信号的观察与测量 .....	93
实验八	一阶电路过渡过程的研究 .....	95
实验九	$RLC$ 二阶串联电路暂态响应 .....	98
实验十	交流电桥测参数 .....	100
实验十一	回转器的应用 .....	101
实验十二	二端口网络测试 .....	105
实验十三	日光灯电路及功率因数的提高 .....	108
实验十四	交流电路参数的测定 .....	112
实验十五	$RLC$ 串联谐振电路的研究 .....	114
实验十六	互感电路的研究 .....	116
实验十七	$RC$ 选频网络特性测试 .....	120
实验十八	一阶电路过渡过程的研究 .....	122
实验十九	三相电路功率的测量 .....	125
实验二十	负阻抗变换器的应用 .....	127
参考文献	.....	130

# 绪 论

## 0.1 实验的意义与方法

### 0.1.1 实验的重要意义

实验工作在科学发展的过程中起着重大的作用,它不仅仅是验证理论的客观标准,还常常是新发明和新发现的线索或依据。1820年,奥斯特在—项实验中观察到放置在通有电流的导线周围的磁针会受力偏转,他由此认识到电流能产生磁场。从此使原来分立的电与磁的研究结合起来,开拓了电磁学这一新领域。1873年,麦克斯韦建立了完整的电磁场方程(即麦克斯韦方程组),预言了电磁波,并提出光的本质也是电磁波的论点。1887年,赫兹做了电磁波产生、传播和接收的实验,这项实验的成功不仅为无线电通讯创造了条件,还从电磁波传播规律上确认了它和光波—样具有反射、折射和偏振的特性,终于证实了麦克斯韦的论点。在门捷列夫之前,化学已有相当的发展,从大量实验中对已发现的化学元素(如氢、氧、钾、钠等)都有—定认识,确定了这些元素各自具有的化学性质。但是,这种认识是孤立的,只是肯定了各元素的个性。门捷列夫整理了前人的大量实验结果,研究诸元素之间性质上的联系,终于发现了元素周期律,并预言了—些当时尚未发现的元素的存在和它们应有的性质。他的这些预言后来都被实验所证实,元素周期律大大推进了化学理论的进展。

传统的教学体制以理论教学为主,20世纪末,尤其是进入21世纪后,随着社会经济体制的转变和社会对人才培养需求的变化,国家先后颁布了相关文件,加大对教育的投入幅度,实验室建设规模空前扩大。教育界普遍认为,应把实践教学环节提高到与理论教学同等重要的地位,使得承前启后的实践教学与理论教学有机地紧密结合在—起,使学生通过实践教学过程的训练,深化对基础理论的认识,同时加强培养学生的动手操作能力、实践创新能力和科研创新能力,从而培养出适合社会需要的优秀人才。

### 0.1.2 实验方法

实验在科学技术工作中所具有的重要意义是很明显的。然而要做好实验工作,还需要注意—下—些方面的问题。

—般讲,—次完整的实验应包括定性与定量—方面的工作。做实验首先要强调观察,集中

精力于研究对象,观察它的现象、它对某些影响因素的响应、它的变化规律和性质等,这些属于定性;对研究对象本身的量值、它响应外部条件而变化的程度以及做数量上的测量和分析,这些属于定量。定性是定量的基础,定量是定性的深化,二者互为补充。

在完成定性观察和定量测量取得实验数据之后,实验工作并未结束。实验工作的重要一环是对数据资料进行认真的整理与分析,去粗取精,去伪存真,由此及彼,由表及里,以求对实验的现象和结果得出正确的理解和认识。

### 0.1.3 实验的目的

对于学校教学计划中安排的实验,因其内容是成熟的,目的是明确的,结果是预知的,又有教师的指导,所以任务是不难完成的。但是,为了使学生较为系统地获得有关实验的理论和有重点地培养有关实验的基本技能,实验课的设置又是必不可少的。我们的目的不是要学生完成多少个实验,而是希望学生在完成实验的过程中,在知识的增长和能力的培养上有最多的收获。

基于上述原因,在本书的实验中,有些是基础实验,有些则是综合实验,同时也编写了实验所需的基本理论知识。在教学过程中,可根据教学情况进行选择。

## 0.2 实验的基本要求

### 0.2.1 实验目的

电类课程是一本实践性很强的技术基础课,实验是课程不可缺少的重要教学环节。要求学生在实验前认真做好预习;实验中大胆细心地进行实验操作,正确连线,读取实验数据,并注意人身和设备的安全;实验后要按要求编写实验报告。

通过实验课学生应在实验技能方面达到以下要求:

- (1) 会正确使用常用的电工仪表、电子仪器,掌握基本的电工测试技术;
- (2) 按实验要求独立进行实验操作;
- (3) 能正确读取实验数据,描绘波形曲线,分析实验结果,按要求编写实验报告;
- (4) 掌握实验误差分析和数据处理方法;
- (5) 学生具有初步电路实验线路设计、实验仪器仪表选择和仪表量程选择的能力;
- (6) 有安全用电的基本常识。

### 0.2.2 实验的要求

#### 1. 实验前的准备工作

学生在每次实验前,必须认真预习。预习情况要通过教师检查,达不到要求的不准做实验。

- (1) 认真阅读实验指导书,明确实验目的和实验要求,复习有关理论,搞清楚实验原理;
- (2) 熟悉完成实验的方法和步骤,设计好实验数据记录表格;



- (3) 理解并记住实验指导书中的注意事项；
- (4) 查看附录有关内容,掌握实验仪表的正确使用方法；
- (5) 完成预习报告。

## 2. 实验过程中的工作

- (1) 接线前,首先了解各种仪器设备和元器件的额定值、使用方法。
- (2) 实验中用到的仪器、仪表和电路元器件等连线要可靠、清晰,保证仪器仪表调节或读数方便,布局合理。

(3) 电路连线可按先串联后并联的原则,先连无源电路,后连有源电路,两者之间应串联控制开关。连线时应将所有电源开关断开,并将可调设备的旋钮、手柄置于安全位置。连好线要仔细检查无误后才能接通电源。初合开关时要注意观察各仪表的偏转是否正常。

(4) 实验进行中要大胆细心,认真观察现象,仔细读取数据,随时分析实验结果是否合理。如发现异常现象,应及时查找原因并进行处理。

(5) 改接电路时要先切断电源,再拆线、连线,不要带电操作,注意安全。

(6) 实验完毕时,先切断电源,然后分析实验数据、核对结果,确定实验结果无问题,让老师签字后,再进行拆线,整理好连线并将仪器设备归位后方可离开。

## 3. 实验后的整理工作

整理工作主要是编写实验报告,这不仅是实验的总结,也是工程技术报告的模拟训练,应按要求认真完成。

基础实验报告包括预习情况、实验情况两部分。实验结束时,应按要求完成。

实验情况主要包括:

- (1) 实验名称；
- (2) 实验目的；
- (3) 实验原理图；
- (4) 主要实验仪器设备；
- (5) 数据处理:包括实验数据及计算结果的整理、分析,误差原因的估计、分析等；
- (6) 实验中出现的问題、现象及事故的分析,实验的收获及心得体会等,并回答预习思考题。

## 0.2.3 实验设计方法

实验设计是指给定某个实验题目和要求,确定实验方案,组合实验仪器设备进行实验并解决实验中遇到的各种问题。

### 1. 实验方案的确定

根据实验题目、任务、要求,选择可行的实验方案,不仅要考虑可靠的理论依据,还要考虑有无实现的可能。实验方案能否正确地确定,是实验设计成败的关键。

确定实验方案要做的工作如下。

(1) 实验原理的研究。包括与实验题目有关的理论知识的掌握和了解,实验电路、实验方法的选择等。

(2) 元器件与仪器设备的选择。包括元器件参数的确定、仪器仪表的选择等。

(3) 实验条件的确定。包括信号源电压、频率的选择,测量范围的确定等。

## 2. 实验方案的实施

实验方案确定后,通过实验不仅可以检验方案是否正确,而且也是对实验能力的考核。实验时可能出现如下情况。

(1) 得不到预期的实验结果。这时需要检查电路、仪器设备、实验方法、实验条件等,如果这些都没有问题则需要检查实验方案,必要时要对实验方案进行修改或重新制订实验方案。

(2) 出现与理论不一致的情况。这时需要观察实验现象,分析数据并找出原因。

(3) 误差偏大。这时需要分析产生误差的原因,找出减小误差的方法。

## 3. 实验结果的分析

实验结果分析主要包括:实验结果的理论分析、实验的误差分析、实验方案的评价与修改、解决实际问题的体会等。

实验设计是对实验能力、独立工作能力的综合锻炼,也是理论与实践结合能力的检验。要较好地完成实验设计,必须要有坚实的理论基础,有一定的实验技能和实践经验,并且要有认真细致的作风和对工作高度负责的责任感。

### 0.2.4 注意事项

#### 1. 注意人身和设备安全

(1) 不得擅自接通电源。

(2) 不触摸带电体,严格遵守“先接线后通电,先断电后拆线”的操作程序。

(3) 发现异常现象(如声响、发热、焦臭味等)应立即切断电源,保持现场,报告指导老师。

(4) 注意仪器设备的规格,量程和实用方法,做到不了解性能、用法的仪器,不盲目使用。

(5) 搬动仪器设备时,必须轻拿轻放,并保持设备表面的清洁。

#### 2. 线路连接

在连接线路时应注意以下几个方面。

(1) 在熟悉并掌握各设备正确使用的基础上注意设备的容量、参数要适当,工作电压、电流不能超过额定值;仪表种类、量程、准确度等级要合适。

(2) 合理布局,按照拟定的实验线路,桌面上合理放置仪器设备。布局的原则是安全、方便、整齐,避免互相影响。

(3) 正确连线的方法:

① 先弄清楚电路图上的节点与实验电路元器件的接头的对应关系;

② 根据电路图的结构特点,选择合理的接线步骤,一般是“先串后并”、“先分后合”或“先主后辅”;

③ 养成良好的接线习惯,走线要合理,导线的长短、粗细要适当,防止连线短路;接线片不宜过多地集中在某一点上,每个接线柱原则上不要多于2个接线片,尤其是电表接头尽量不要接2根导线,并且接线的松紧要适当;

④ 调节时要仔细认真,实验时一般需要调节的内容有:电路参数要调到实验所需值,分压器、调压器等可调设备的起始位置要放在最安全处,仪表要调零。

### 3. 操作、观察、读取和记录数据

操作、观察、读取和记录数据时要注意:

- (1) 操作前应做到心中有数,目的明确;
- (2) 操作时应手合电源,眼观全局,先看现象,后读数据;
- (3) 读取数据时要弄清仪表量程及刻度,读数时要求“眼、针、影成一线”,以便得到较准确的读数。

### 4. 图表、曲线的描绘

实验报告中的所有图表、曲线均按工程图要求绘制,波形、曲线一律画在坐标纸上,并且比例要适当,坐标轴应注意物理量的单位和符号,标明比例和波形、曲线的名称;做曲线时要用曲线板绘制,以求曲线平滑。

## 0.2.5 常用故障及查找方法

实验中常用会遇到由于断线、接错线、接触不良、元器件损耗等造成的故障,使电路不能正常工作,严重时损坏仪器设备,甚至危及人身安全,因此,应及时查找,排除故障。

排除故障是锻炼实际工作能力的一个重要途径,需具备一定的理论基础和熟练的实验技能及丰富的实践经验。

### 1. 排除故障的一般原则

- (1) 出现故障应立即切断电源,避免故障扩大。
- (2) 根据故障现象判断故障性质。实验故障大致可分为两类:一类属破坏性故障,可使仪器、设备、元器件等造成损坏;另一类属非破坏性故障,其现象是无电流、无电压,或者电压、电流值不正常,波形不正常。
- (3) 根据故障的性质确定故障检查方法。对破坏性故障,不能采用通电检查的方法,应先切断电源检查有无短路、断路或阻值不正常等。对非破坏性故障,可采用断电检查,也可采用通电检查,还可采用两者结合的方法。
- (4) 进行检查时,首先应对电路各部分的正常电压、电流、电阻值等心中有数,然后才能用仪表进行检查,逐步缩小故障区域,直到找出故障点。

### 2. 实验故障产生的原因

- (1) 电路连接点接触不良,导线内部断线;
- (2) 元器件、导线裸露部分相碰造成短路;
- (3) 电路连线错误;
- (4) 测试条件错误;
- (5) 元件参数不适当;
- (6) 仪器或元件损坏。

### 3. 检查故障的常用方法

(1) 电阻法:若电路出现严重短路或其他可能损坏设备的故障时,首先应立即切断电源,然后用万用表电阻挡检查不该连通的支路是否连通、元件是否良好。最后找到故障点给予排除。

(2) 电压法:若电路故障不是上述情况,可通电用电压表测量可能产生故障部分的电压,根据电压的大小和有无判断电路是否正常。

(3) 信号循迹法:用示波器观察电路的电压和电流波形中幅值大小变化、波形形状、频率高低及各波形之间的关系,分析、判断电路中的故障点。

## 1.1 数字万用表

### 1.1.1 数字万用表的结构和工作原理

数字万用表主要由液晶显示屏、模拟(A)/数字(D)转换器、电子计数器、转换开关等组成。其测量过程如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 数字式万用表测量过程图

被测模拟量先由 A/D 转换器转换成数字量,然后通过电子计数器计数,最后把测量结果用数字直接显示在显示屏上。可见,数字万用表的核心部件是 A/D 转换器。目前,教学、科研领域使用的数字万用表大都以 ICL7106、7107 大规模集成电路为主芯片。该芯片内部包含双斜积分 A/D 转换器、显示锁存器、七段译码器、显示驱动器等。双斜积分 A/D 转换器的基本工作原理是在一个测量周期内用同一个积分器进行两次积分,将被测电压  $U_x$  转换成与其成正比的时间间隔,在此间隔内填充标准频率的时钟脉冲,用仪器记录的脉冲个数来反映  $U_x$  的值。

### 1.1.2 VC98 系列数字万用表操作面板简介

VC98 系列数字万用表具有  $3\frac{1}{2}$  (1999) 位自动极性显示功能。该表以双斜积分 A/D 转换器为核心,采用 26 mm 字高液晶(LCD)显示屏,可用来测量交直流电压和电流、电阻、电容、二极管、三极管、通断测试、温度及频率等参数。图 1-1-2 为其操作面板。

- (1) LCD 液晶显示屏:显示仪表测量的数值及单位。
- (2) POWER(电源)开关:用于开启、关闭万用表电源。
- (3) B/L(背光)开关:开启及关闭背光灯。按下“B/L”开关,背光灯亮,再次按下,背光取消。
- (4) 旋钮开关:用于选择测量功能及量程。
- (5)  $C_x$ (电容)测量插孔:用于放置被测电容。

(6) 20 A 电流测量插孔:当被测电流大于 200 mA 而小于 20 A 时,应将红表笔插入此孔。

(7) 小于 200 mA 电流测量插孔:当被测电流小于 200 mA 时,应将红表笔插入此孔。

(8) COM(公共地):测量时插入黑表笔。

(9) V(电压)/Ω(电阻)测量插孔:测量电压/电阻时插入红表笔。

(10) 刻度盘:共 8 个测量功能。“Ω”为电阻测量功能,有 7 个量程挡位;“DCV”为直流电压测量功能,“ACV”为交流电压测量功能,各有 5 个量程挡位;“DCA”为直流电流测量功能,“ACA”为交流电流测量功能,各有 6 个量程挡位;“F”为电容测量功能,有 6 个量程挡位;“hFE”为三极管 hFE 值测量功能;“▷·|)”)为二极管及通断测试功能,测试二极管时,近似显示二极管的正向压降值,导通电阻 $<70\ \Omega$ 时,内置蜂鸣器响。

(11) hFE 测试插孔:用于放置被测三极管,以测量其 hFE 值。

(12) HOLD(保持)开关:按下“HOLD”开关,当前所测量数据被保持在液晶显示屏上并出现符号  $\boxed{H}$ ,再次按下“HOLD”开关,退出保持功能状态,符号  $\boxed{H}$  消失。

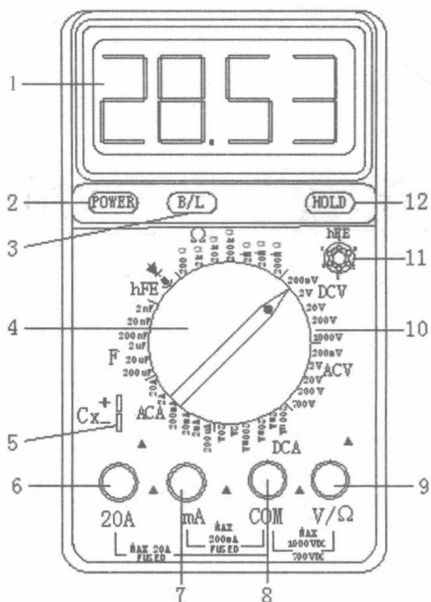


图 1-1-2 VC98 系列数字万用表操作面板

### 1.1.3 VC98 系列数字万用表的使用方法

#### 1. 直流电压的测量

- (1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/Ω”插孔。
- (2) 将旋钮开关转至“DCV”(直流电压)相应的量程挡。
- (3) 将表笔跨接在被测电路上,其电压值和红表笔所接点电压的极性将显示在显示屏上。

#### 2. 交流电压的测量

- (1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/Ω”插孔。
- (2) 将旋钮开关转至“ACV”(交流电压)相应的量程挡。
- (3) 将测试表笔跨接在被测电路上,被测电压值将显示在显示屏上。

#### 3. 直流电流的测量

- (1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“200 mA”或“20 A”插孔。
- (2) 将旋钮开关转至“DCA”(直流电流)相应的量程挡。
- (3) 将仪表串接在被测电路中,被测电流值及红表笔点的电流极性将显示在显示屏上。

#### 4. 交流电流的测量

- (1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“200 mA”或“20 A”插孔。
- (2) 将旋钮开关转至“ACA”(交流电流)相应的量程挡。
- (3) 将仪表串接在被测电路中,被测电流值将显示在显示屏上。

## 5. 电阻的测量

- (1) 黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ $\Omega$ ”插孔。
- (2) 将旋钮开关转至“ $\Omega$ ”(电阻)相应的量程挡。
- (3) 将测试表笔跨接在被测电阻上,被测电阻值将显示在显示屏上。

## 6. 电容的测量


将旋钮开关转至“F”(电容)相应的量程挡,被测电容插入  $C_x$ (电容)插孔,其值将显示在显示屏上。

## 7. 三极管 hFE 的测量

- (1) 将旋钮开关置于 hFE 挡。
- (2) 根据被测三极管的类型(NPN 或 PNP),将发射极 e、基极 b、集电极 c 分别插入相应的插孔,被测三极管的 hFE 值将显示在显示屏上。

## 8. 二极管及通断测试

(1) 红表笔插入“V/ $\Omega$ ”孔(注意:数字万用表红表笔为表内电池正极;指针万用表则相反,红表笔为表内电池负极),黑表笔插入“COM”孔。

(2) 旋钮开关置于“·))”(二极管/蜂鸣)符号挡,红表笔接二极管正极,黑表笔接二极管负极,显示值为二极管正向压降的近似值(0.55~0.70 V 为硅管;0.15~0.30 V 为锗管)。

(3) 测量二极管正、反向压降时,若只有最高位均显示“1”(超量限),则二极管开路;若正、反向压降均显示“0”,则二极管击穿或短路。

(4) 将表笔连接到被测电路两点,如果内置蜂鸣器发声,则两点之间电阻值低于 70  $\Omega$ ,电路通,否则电路为断路。

### 1.1.4 VC9801A<sup>+</sup> 数字式万用表使用注意事项

- (1) 测量电压时,输入直流电压切勿超过 1 000 V,交流电压有效值切勿超过 700 V。
- (2) 测量电流时,切勿输入超过 20 A 的电流。
- (3) 被测直流电压高于 36 V 或交流电压有效值高于 25 V 时,应仔细检查表笔是否可靠接触、连接是否正确、绝缘是否良好等,以防电击。
- (4) 测量时应选择正确的功能和量程,谨防误操作;切换功能和量程时,表笔应离开测试点;显示值的“单位”与相应量程挡的“单位”一致。
- (5) 若测量前不知被测量的范围,应先将量程开关置到最高挡,再根据显示值调到合适的挡位。
- (6) 测量时若只有最高位显示“1”或“-1”,表示被测量超过了量程范围,应将量程开关转至较高的挡位。
- (7) 在线测量电阻时,应确认被测电路所有电源已关断且所有电容都已完全放完电时,方可进行测量,即不能带电测电阻。
- (8) 用“200  $\Omega$ ”量程时,应先将表笔短路测引线电阻,然后在实测值中减去所测的引线电阻;用“200 M $\Omega$ ”量程时,将表笔短路仪表将显示 1.0 M $\Omega$ ,属正常现象,不影响测量精度,实测时应减去该值。

(9) 测电容前,应对被测电容进行充分放电;用大电容挡测漏电或击穿电容时读数将不稳定;测电解电容时,应注意正、负极,切勿插错。

(10) 显示屏显示 $\square$ 符号时,应及时更换 9 V 碱性电池,以减小测量误差。



### 思考与练习

1. 简述 VC98 系列数字万用表操作面板上各开关和插孔的作用。
2. 用万用表“ $\nabla$ · $\cdot$ ”挡对二极管进行正、反向测试时,其显示值是什么?用“ $\Omega$ ”挡对二极管进行正、反向测试时,其显示值又是什么?
3. 能否用万用表测量频率为 10 kHz 的正弦信号的有效值?
4. 使用 VC98 系列万用表应主要哪些事项?

## 1.2 交流毫伏表

交流毫伏表是电工、电子实验中用来测量交流电压有效值的常用电子测量仪器。其优点是:测量电压范围广、频率宽、输入阻抗高、灵敏度高。交流毫伏表种类很多,现以 AS2294D 型交流毫伏表为例介绍其结构特点、测量方法及使用注意事项等。

### 1.2.1 AS2294D 型交流毫伏表的结构特点及面板介绍

AS2294D 型双通道交流毫伏表由两组性能相同的集成电路及晶体管放大电路和表头指示电路组成,如图 1-2-1 所示。

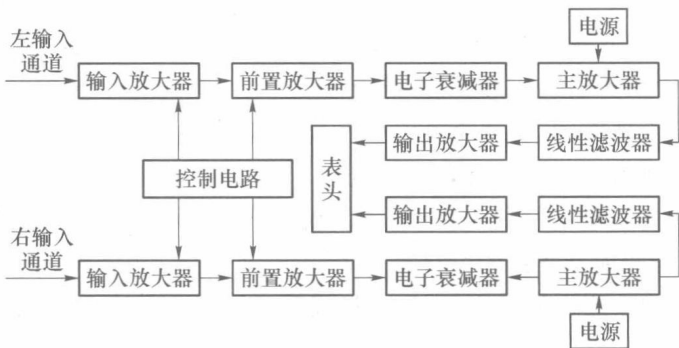


图 1-2-1 AS2294D 型双通道交流毫伏表组成及工作原理图

其表头采用同轴双指针式电表,可进行双路交流电压的同时测量和比较,“同步/异步”操作给立体声双通道测量带来方便。该表测量电压范围为  $30 \mu\text{V} \sim 300 \text{V}$  共 13 挡;测量电压频率范围  $5 \text{Hz} \sim 2 \text{MHz}$ ;测量电平范围  $-90 \sim +50 \text{dBV}$  和  $-90 \sim +52 \text{dBm}$ 。

AS2294D 型双通道交流毫伏表前后面板如图 1-2-2 所示。

(1) 左通道(L IN)输入插座:输入被测交流电压。



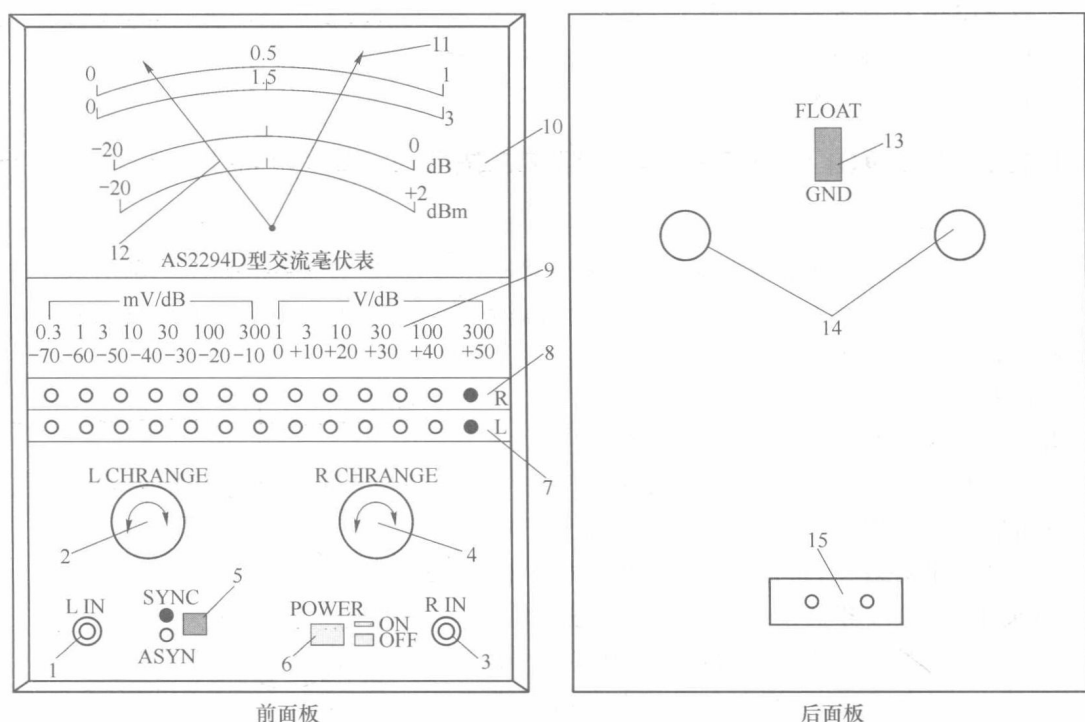


图 1-2-2 AS2294D 型双通道交流毫伏表前后面板图

- (2) 左通道(L CHRange)量程调节旋钮(灰色)。
- (3) 右通道(R IN)输入插座:输入被测交流电压。
- (4) 右通道(R CHRange)量程调节旋钮(橘红色)。
- (5) “同步/异步”按键:“SYNC”即橘红色灯亮,左右量程调节旋钮进入同步调整状态,旋转两个量程调节旋钮中的任意一个,另一个的量程也跟随同步改变;“ASYN”即绿灯亮,量程调节旋钮进入异步状态,转动量程调节旋钮,只改变相应通道的量程。
- (6) 电源开关:按下,仪器电源接通(ON);弹起,仪器电源被切断(OFF)。
- (7) 左通道(L)量程指示灯(绿色):绿色指示灯所亮位置对应的量程为该通道当前所选量程。
- (8) 右通道(R)量程指示灯(橘红色):橘红色指示灯所亮位置对应的量程为该通道当前所选量程。
- (9) 电压/电平量程挡:共 13 挡,分别是:0.3 mV/-70 dB,1 mV/-60 dB,3 mV/-50 dB,10 mV/-40 dB,30 mV/-30 dB,100 mV/-20 dB,300 mV/-10 dB,1 V/0 dB,3 V/+10 dB,10 V/+20 dB,30 V/+30 dB,100 V/+40 dB,300 V/+50 dB。
- (10) 表刻度盘:共 4 条刻度线,由上到下分别是 0~1、0~3、-20~0 dB、-20~+2 dBm。测量电压时,若所选量程是 10 的倍数,读数看 0~1 即第一条刻度线;若所选量程是 3 的倍数,读数看 0~3 即第二条刻度线。当前所选量程均指指针从 0 达到满刻度时的电压值,具体每一大格及每一小格所代表的电压值应根据所选量程确定。
- (11) 红色指针:指示右通道(R IN)输入交流电压的有效值。
- (12) 黑色指针:指示左通道(R IN)输入交流电压的有效值。