

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材

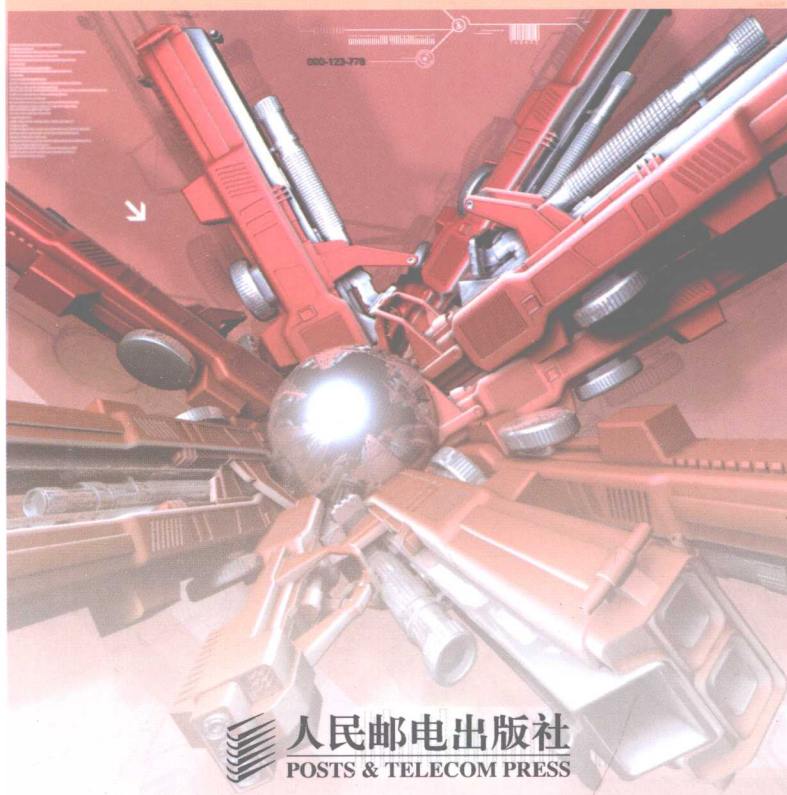
21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuān Diānzi Xīnxīlei Guīhuà Jiāocái

电路与 电子技术实验

张桂芬 主编 潘慧 王贺珍 田洪 李莉 编

- “电路与电子技术”课程内容为基础
- 精选实验内容，紧扣相应理论知识点
- 联系实际情况，提高学生的实验兴趣



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材

21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

电路与 电子技术实验

张桂芬 主编 潘慧 王贺珍 田洪 李莉 编



人民邮电出版社

北京

人民邮电出版社

样书

专用章

图书在版编目 (C I P) 数据

电路与电子技术实验 / 张桂芬主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.3
21世纪高职高专电子信息类规划教材
ISBN 978-7-115-19327-8

I. 电… II. 张… III. ①电路—实验—高等学校: 技术学校—教材②电子技术—实验—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM13-33 TN01-33

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第005581号

内 容 提 要

本书共分5章, 主要介绍电子测量基础知识、常用仪器仪表及其使用方法、电路部分实验、电子技术部分实验以及综合实训。其中电路部分共安排了11个实验、电子技术部分安排了5个实验, 实训部分包括常用元件的认识、常用电工工具认识及其使用、万用表的安装与调试等。

本书以实际操作为主, 每一个实验包括实验目的、实验仪器、实验预习要求、实验原理与步骤以及实验报告与思考题。本书可作为高职高专通信、电子、非计算机专业教材, 也可以供相关技术人员参考。

21世纪高职高专电子信息类规划教材

电路与电子技术实验

-
- ◆ 主 编 张桂芬
编 潘 慧 王贺珍 田 洪 李 莉
责任编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京楠萍印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 6.5
字数: 157千字 2009年3月第1版
印数: 1—3000册 2009年3月北京第1次印刷

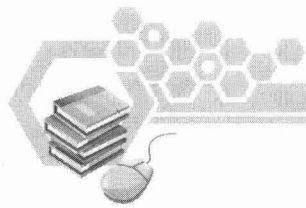
ISBN 978-7-115-19327-8/TN

定价: 14.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言



为了更好地培养应用型技术人才，提高学生的动手能力和综合素质，作者在多年实验教学的基础上编写了本教材。

本书是根据高职高专电子信息类规划教材《电路与电子技术》一书编写的实验教材。电路与电子技术实验是学生进入高校以后接触到的第一门专业基础课实验，提高学生对实验的兴趣是其课程学习的动力，因此在实验的选取上我们以《电路与电子技术》课程的主要内容为基础，根据教材进度编写，目的是加深对理论课的理解，同时在理论的指导下分析和解决实验中遇到的问题。

在实验内容的选取上，既紧扣相应的理论知识点，又尽可能的联系实际情况；针对不同的实验内容合理设计实验结果的表格；同时每一个实验加上预习要求，可以指导学生有针对性地预习相关内容。

实验教学受多方面因素限制，除了实验内容以外还有实验设备。我院采用的实验箱是清华大学科教仪器厂的产品，所以有些电路图选用的是实验箱上的电路图。

本教材由张桂芬、潘慧、王贺珍、田洪、李莉共同编写，张桂芬担任主编。其中，第1章由田洪执笔；第2章由潘慧执笔；第3章电路实验分头编写；第4章由李莉执笔；第5章由王贺珍执笔。

在本教材的编写过程中得到了石家庄邮电职业技术学院电信工程系孙青华主任、杨延广副主任的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，真诚地希望广大读者给以批评指正。

编者

2008年12月

目录

第1章 测量及误差的基础知识	1	2.7.1 技术性能	28
1.1 测量及误差的基本概念	1	2.7.2 使用方法	28
1.1.1 测量的基本概念	1	2.8 模拟电子实验箱	29
1.1.2 误差的概念及分类	2	第3章 电路部分基本实验	31
1.2 测量数据的处理	4	实验1 元件伏安特性的测试	31
1.2.1 有效数字及数据运算	4	一、实验目的	31
1.2.2 实验数据的记录与整理	5	二、实验仪器	31
1.3 安全用电常识	6	三、实验预习要求	31
1.3.1 防止触电	7	四、实验原理	32
1.3.2 防止引起火灾	7	五、实验内容与步骤	33
1.3.3 防止短路	7	六、实验报告	34
1.3.4 电器仪表的安全使用	7	七、思考题	34
第2章 常用仪器仪表及其使用	9	实验2 电源外特性的测试	34
2.1 JMY-30B 直流稳压电源	9	一、实验目的	34
2.1.1 简述	9	二、实验仪器	34
2.1.2 使用说明	10	三、实验预习要求	35
2.2 函数信号发生器	11	四、实验原理	35
2.2.1 低频信号发生器	11	五、实验内容与步骤	36
2.2.2 函数信号发生器	11	六、实验注意事项	37
2.3 万用表	13	七、实验报告	37
2.3.1 机械指针式万用表	14	实验3 电位的测量和基尔霍夫定律	37
2.3.2 数字万用表	16	一、实验目的	37
2.4 GVT-427B 双踪交流毫伏表	17	二、实验仪器	37
2.4.1 前面板说明	18	三、实验预习要求	37
2.4.2 后面板说明	19	四、实验原理	38
2.4.3 使用方法	19	五、实验内容	38
2.4.4 使用注意事项	20	六、实验报告	40
2.5 COS5020 型示波器	20	七、思考题	40
2.5.1 面板开关及旋钮作用	21	实验4 叠加定理	40
2.5.2 使用方法	24	一、实验目的	40
2.5.3 使用注意事项	26	二、实验仪器	40
2.6 电阻箱	27	三、实验预习要求	40
2.7 电路分析实验箱	27	四、实验原理	40



五、实验内容	41	五、实验内容与步骤	57
六、实验报告要求	42	六、实验报告	58
实验 5 戴维南定理	42	七、思考题	58
一、实验目的	42	实验 10 RLC 串联谐振电路的研究	58
二、实验仪器	42	一、实验目的	58
三、实验预习要求	42	二、实验仪器	58
四、实验原理	43	三、实验预习要求	59
五、实验内容	43	四、实验原理	59
六、实验报告与思考题	44	五、实验内容及步骤	60
实验 6 示波器的使用	45	六、实验报告要求	61
一、实验目的	45	七、思考题	61
二、实验仪器	45	实验 11 RLC 并联电路谐振的研究	61
三、实验预习要求	45	一、实验目的	61
四、实验原理与说明	45	二、实验仪器	61
五、实验内容和步骤	46	三、实验预习要求	62
六、实验报告	48	四、实验原理	62
实验 7 一阶动态电路的测试	48	五、实验内容及步骤	62
一、实验目的	48	六、实验报告要求	64
二、实验仪器	48	第 4 章 电子技术部分实验	65
三、实验预习要求	48	实验 1 晶体二极管、三极管的测量	65
四、实验原理	48	一、实验目的	65
五、实验内容和步骤	50	二、实验仪器	65
六、实验报告要求	51	三、实验预习要求	65
七、思考题	51	四、实验原理	66
实验 8 RLC 串联电路的研究		五、实验内容	67
(频率特性)	52	六、实验报告与思考题	68
一、实验目的	52	实验 2 晶体管共射单管放大电路	69
二、实验仪器	52	一、实验目的	69
三、实验预习要求	52	二、实验仪器	69
四、实验原理	52	三、实验预习要求	69
五、实验内容	53	四、实验原理	69
六、实验报告	54	五、实验内容及步骤	71
七、思考题	54	六、实验报告	72
实验 9 RLC 并联电路的研究		实验 3 集成运算放大器的基本应用	72
(频率特性)	55	一、实验目的	72
一、实验目的	55	二、实验仪器	72
二、实验仪器	55	三、实验预习要求	72
三、实验预习要求	55	四、实验原理及内容	73
四、实验原理	55	五、实验报告	75



实验4 OTL 功率放大器.....	75	5.1.1 电阻器.....	81
一、实验目的.....	75	5.1.2 电容器.....	83
二、实验仪器.....	75	5.1.3 电感器.....	83
三、实验预习要求.....	75	5.2 常见电工工具及其使用.....	84
四、实验原理.....	76	5.2.1 试电笔.....	84
五、实验内容.....	77	5.2.2 电工剥线钳.....	84
六、实验报告与思考题.....	78	5.2.3 导线的连接与绝缘的恢复.....	85
实验5 LC 正弦波振荡与 LC 选频放大.....	78	5.3 手工焊接技术.....	85
一、实验目的.....	78	5.4 MF47 型万用表的组装.....	87
二、实验仪器.....	78	一、实训目的.....	87
三、实验预习要求.....	78	二、MF47 型万用表工作原理.....	87
四、实验原理及内容.....	79	三、万用表的组装.....	91
五、实验报告要求.....	80	四、实训报告要求.....	94
第5章 综合实训.....	81	五、组装注意事项.....	94
5.1 电路元器件的认识.....	81	参考文献.....	95

第1章

测量及误差的基础知识

【本章内容简介】 本章主要介绍了测量的基本概念；误差的概念及分类；测量数据的处理，包括：有效数字及数据运算、实验数据的记录与整理；安全用电常识，其中介绍防止触电、防止引起火灾、防止短路；电器仪表的安全使用。

【本章重点难点】 重点掌握测量数据的处理方法，实验数据的记录与整理以及安全用电常识。

1.1 测量及误差的基本概念

电路和电子技术实验的主要目的是验证学过的定理、定律以及一些结论，即在给定电路中测量出各处的电压、电流等，然后进行分析和计算。所以在实验过程中必须要用到测量的基本知识。由于各种原因，测量过程中有可能出现误差，这就要用到误差的知识。

1.1.1 测量的基本概念

人们在研究各种事物过程中，要想深入地了解其本质属性及其规律，除了要对它作一定程度的定性分析以外，还必须从数量概念上对它作一定程度的定量研究。所谓“测量”就是通过物理实验的方法，对被研究的对象进行定量分析与研究的过程。由于测量工作能够给人们提供准确可信的数量概念，这就使人类在认识自然和改造自然方面必然发生质的飞跃。

一个物理量的测量可以用各种不同的方法来实现，但是在一定的情况下，这些测量方法的选择取决于被测物理量的性质、特点、测量条件和对测量准确度的要求等许多因素。因而，可以根据各种测量的性质和特点对测量加以适当地分类。

一般将测量方法分为两类：直接测量方法和间接测量方法。



直接测量方法：测量结果从测量的实测数据中直接得到。例如：用电流表测量某一条支路的电流、用欧姆表测量某一个电阻的电阻值、用电压表测量某一个元件（或某一条支路）两端的电压等。

间接测量方法：测量结果不是从测量的实测数据中直接得到，而是通过直接测量若干个与被测量有一定函数关系的物理量之后，经过数据处理或运算而得到。例如：用伏安法测量电阻器的电阻值、戴维南定理中常用的两次电压法测量有源二端网络的等效电阻等。

1.1.2 误差的概念及分类

在实际测量过程中，由于测量器具或测量仪器的准确度有限，测量方法的不完善以及其他各种因素的影响，将会使测量结果与实际物理量本身有一定的偏差，这种偏差就称为误差。

一般说来，任何测量都存在测量误差。无论使用的仪器多么精密、准确，采用的方法多么严密、完善，测量者多么细心、负责，外界条件控制得多么完美，都不可能得到被测量的真值。可以说，误差存在于一切测量过程之中。

1. 按误差的表示方法分类

按误差的表示方法，测量误差分为3类：绝对误差、相对误差和引用误差。

(1) 绝对误差

绝对误差是指对被测物理量经过测量所得到的结果与其真值之差。即

$$\text{绝对误差} = \text{测得值} - \text{真值}$$

或者用符号表示成

$$\Delta x = x - x_0$$

其中： Δx 表示测量过程中的绝对误差；

x 表示被测物理量的标称值、名义值或测量值；

x_0 表示被测物理量的真值。所谓真值是指在规定的时间和空间条件下，被测物理量的真实大小。

但是，在现实的一切测量过程中，任何物理量的真值都是测量不到的，因为一切测量都存在误差。一般情况下人们用相对真值来近似地代替真值，所谓相对真值是指在我们所研究的领域内，用标准设备对被测物理量所测得的量值，常称之为实际值。

测量中还常用到修正值的概念，若修正值用 c 来表示，则

$$c = -\Delta x = x_0 - x$$

即修正值和绝对误差相差一个负号。测得值加修正值后可以消除误差的影响，但必须注意，一般情况下难以得到真值，因为修正值本身也有误差，修正后只能得到较测定值更为准确的结果。

例如，一只标称值为 1000Ω 的标准电阻，用标准设备对其进行测定，测定结果的实际值为 999.9Ω ，则此标准电阻的绝对误差为

$$\Delta x = 1000 - 999.9 = 0.1\Omega$$

$$\text{修正值 } c = -\Delta x = -0.1\Omega$$

根据不同仪器、仪表的特点，修正值常以曲线、公式或表格等不同形式给出，在一些智能仪器仪表中，往往把修正值存入程序，在测量过程中进行自动修正。

(2) 相对误差

为了表达测量结果的准确程度，经常采用相对误差的概念。相对误差是指某一物理量的绝对



误差与其真值或实际值之比值。由于绝对误差可能为正值或负值，因此相对误差也可能为正值或负值，通常都以百分比的形式来表示，即

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{实际值}} \times 100\%$$

用符号表示为

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_0} \times 100\%$$

一般被测物理量的真值 x_0 和测量仪表的指示值 x 相差不大，当在工程上不能确定真值时，常用测试仪表的指示值 x 近似代替真值进行计算，为此定义指示值相对误差为

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$$

指示值相对误差在实际测量中应用比较广泛。在相对误差的计算中，一般只要求保留 1~2 位有效数字即可。相对误差可以为正值，也可以为负值。

例如，上例中标准电阻的相对误差为

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x} \times 100\% = \frac{0.1}{1000} \times 100\% = 0.01\%$$

对于相同的被测物理量，例如用不同的仪器仪表测量同一电压值，其绝对误差可以评定测量精度的高低；但是对于不同的被测量或不同的物理量，例如测量一个电阻值和一个电压值，用绝对误差就难以评定这两个测量值的测量精度高低，而采用相对误差来评定就较为确切。

(3) 引用误差

在某些测量仪器，例如指示仪表中，它在各点指示值的绝对误差基本上是一样的，如果用相对误差来表示其误差大小，则一块指示仪表在不同的工作点，其相对误差的差别很悬殊，为了表示这类误差的特点，提出了引用误差的概念。引用误差是相对误差的一种特殊形式，用指示值的绝对误差与测量范围上限或量程之比的百分数表示，即

$$\text{引用误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{测量上限}} \times 100\%$$

用符号表示为

$$\gamma_n = \frac{\Delta x}{x_m} \times 100\% = \frac{x - x_0}{x_m} \times 100\%$$

其中： γ_n 为引用误差；

x_m 为测量范围上限值或量程值。

由上式可知， x 越接近 x_m ，其 γ_n 越小。

例如：有一块电压表，其量程为 0~300V，经检定后知道，其在 60V 的指示值处，绝对误差为 $\Delta U = 1.5V$ ，则电压表在指示值为 60V 处的引用误差为

$$\gamma_n = \frac{\Delta U}{U_m} \times 100\% = \frac{1.5}{300} \times 100\% = 0.5\%$$

2. 按误差的性质和特点分类

按照误差的性质和特点分类，误差可以分为系统误差、随机误差和粗大误差 3 类。



(1) 系统误差

在完全相同的条件下多次重复测量同一物理量时, 如果测量结果的误差大小和符号都保持不变, 或者当条件有所改变时, 测量结果的误差是按某一确定规律而改变的, 这类误差称为系统误差。系统误差是由于测量仪器仪表不准、环境影响、测量方法不完善以及实验者感觉器官差异等因素造成的。

由于系统误差的规律可以被人们掌握, 所以在测量结果中可以用修正值消除系统误差的影响。但有些系统误差并不容易被发现, 因此在实验前应该全面、详细地研究与分析系统误差。

系统误差表现形式也不同, 如果在外界条件不变的时候其值恒定, 不随时间而变, 称作恒定系统误差。如果误差随时间按一定规律变化, 称为变化的系统误差。

(2) 随机误差

随机误差又称为偶然误差。它是指在相同条件下多次测量同一物理量时, 误差的绝对值和符号以不可预定方式变化着的误差。随机误差主要是由于各种互不相关的独立因素, 对测量所产生综合影响造成的。这些独立因素包括空气扰动、大地微震、热起伏、空间电磁场变化、测量人员的生理条件限制等。所以它们对某一系列测量的影响是没有一定规律的。

单次测量的随机误差不可估计, 但作为多次测量来说, 随机误差在整体上也服从统计规律。因此, 可以取多次测量结果的算术平均值作为最终的测量结果, 这样做可以减少随机误差对测量结果的影响。

(3) 粗大误差

超出在规定条件下预期的误差界限, 明显歪曲测量结果的误差, 称为粗大误差。这种误差主要是由于测量操作人员的疏忽大意或错误操作造成的, 有时也可能是因为测量条件发生突变所造成的。例如: 采用已经失准的仪器进行测量, 读数时读错数据或记错记录与算错数据等都属于造成粗大误差的原因。

含有粗大误差的测量结果应予剔除。

系统误差和随机误差虽然有本质区别, 但在一定条件下可以互相转换。对某一具体误差而言, 在某种条件下属于系统误差, 在另一种条件下则可能是随机误差。例如: 电压表的刻度误差, 对于制造厂来说, 在进行分度时是具有随机性质的, 故可以看做是随机误差, 但是, 当某一块电压表被制造出来后, 对于检定人员或用户来说, 它的刻度指示值误差就是确定的了, 因此成为系统误差。

系统误差和随机误差之间并不存在绝对的界限。随着对误差性质认识的深化和测量技术的发展, 有可能把过去作为随机误差的某些误差分离出来作为系统误差处理, 或把某些系统误差当作随机误差来处理。

1.2 测量数据的处理

1.2.1 有效数字及数据运算

1. 有效数字

数有正确数和近似数之分, 例如, 2、0.3、 $1/5$ 等均为正确数, 因为它们不带有近似性或不确定性。而 π 、 e 、 $\sqrt{2}$ 等数虽然也是正确数, 但是它们不能用有限个数表示出来, 若分别用 3.141、2.713、1.414 来表示, 这些数只能是 π 、 e 、 $\sqrt{2}$ 的近似数。



对于任何测量过程中的测量值及其算术平均值, 由于它们都有一定的误差, 故都是近似数。任何近似数, 如果其绝对误差界是最末位数的半个单位, 那么从这个近似数左方起的第一个非零的数字, 称为第一位有效数字。从第一位有效数字起到最末一位数字止的所有数字, 不论是零或非零的数字, 都称为有效数字。若具有 n 个有效数字, 则称是 n 位有效位数。例如取 $\pi=3.14$, 第一位有效数字是 3, 共有 3 位有效位数; 又如 0.0027, 第一位有效数字为 2, 共有 2 位有效位数; 而 0.00270, 则为 3 位有效位数。

若近似数的右边带有若干个零的数字, 通常把这个近似数写成 $a \times 10^n$ 的形式, 而 $1 \leq a < 10$ 。利用这种写法, 可以从 a 含有几个有效数字来确定近似数的有效位数。如 2.400×10^3 表示 4 位有效位数; 2.40×10^3 和 2.4×10^3 , 分别表示 3 位和 2 位有效位数。

2. 近似数的舍入规则

这里介绍的舍入规则与通常说的“四舍五入”规则略有区别。它是指“小于五就舍入”, 而“恰等于五时应采取偶数法则”。偶数法则的含意是将保留数的末位凑成偶数。

例如, 将下列数据进行舍入化整到小数点后第一位。

12.344 化成 12.3 (因为 $0.044 < 0.050$, 故舍去);

12.351 化成 12.4 (因为 $0.051 > 0.050$, 所以进上一位);

12.350 化成 12.4 (因为 5 前为奇数 3, 所以进位成为偶数);

12.450 化成 12.4 (因为 5 前为偶数 4, 所以舍去 50)。

由此可见, 经过舍入法则处理后的数据, 只有最末位是欠准的, 且其舍入误差不大于末位数的半个单位。

3. 数据运算规则

在近似数运算中, 为了保证最后结果有尽可能高的精度, 所有参与运算的数据, 在有效数字后可多保留一位数字作为参考数字, 或称为安全数字。

(1) 在近似数加减运算时, 各运算数据以小数位数最少的数据位数为准, 其余各数据可多取一位小数, 但最后结果应该与小数位数最少的数据小数位相同。

例如, 求 $2643.0+987.7+4.187+0.2354$ 。

$$2643.0+987.7+4.187+0.2354 \approx 2643.0+987.7+4.19+0.24=3635.13 \approx 3635.1$$

(2) 在近似数乘除运算时, 各运算数据以有效位数最少的数据位数为准, 其余各数据要以有效位数最少的数据位数多取一位数字, 而最后结果应与有效位数最少的数据位数相同。

例如, 求 15.13×4.12 。

$$15.13 \times 4.12 = 62.3356 \approx 62.3$$

(3) 在近似数平方或开方运算时, 平方相当于乘法运算, 开方是平方的逆运算, 故可按乘除运算处理。

1.2.2 实验数据的记录与整理

实验中测得的数据都包含有误差, 说明它是一个近似数, 其精度有一定的限度, 在记录测量结果的数据位数或进行数据运算的时候, 数据位数的取值多少, 皆应该以测量所能达到的精度为



依据。用几位数字来表示测量或数据运算的结果,就涉及有效数字的问题。

在测量结果中,最末一位有效数字取到哪一位,是由测量精度来决定的,即最末一位有效数字应与测量精度是同一数量级的,那么实验数据也应记录到有误差的那位数字或称为存疑数为止。例如,用精度为0.2的电压表测电压,实验数据记录到小数点后第一位即可,如测得数据为8.0V,而不能记录为8V。又如,在测量电压时,测量结果可能记为6mV,也可能记为6.00mV,从数值的角度看,它们似乎没有区别,但从测量的意义来看,它们有根本的不同。记为6mV表示6以后的小数位的数是没有测出来的量,它完全可能不是“0”。而6.00mV表明6以后的小数测量到了,而且第一位小数确实就是“0”,第二位为存疑数。由此可见,对测量结果的数字记录应该有严格的要求。在测量中判断哪些数据应该记录哪些数据不应该记录,应以有误差的那位数字为界。有误差的那位数字前面的各位数字都是可靠数字,均应该记录;有误差的那位数字为存疑数,也应该记录;而有误差的那位数字后面的各位数字都是不确定的,是无意义的,都不应该记录。因此,从第一位非零数字起到那位存疑数字为止的所有各位数字都为有效数字。

用有效数字记录测量结果时应该注意以下几点。

① 用有效数字表示测量结果时,可以从有效数字的位数估计测量的误差。一般规定误差不超过有效数字末位单位数字的一半。例如,测量结果记为1.000A,小数点后第三位为末位有效数字,其单位数字为0.001A,单位数字的一半即0.0005A,测量误差可能为正或负,所以1.000A这一记法表示测量误差为 $\pm 0.0005A$ 。由此可见,记录测量的结果有严格的要求,不要少记有效数字位数,少记会带来附加误差;也不要多记有效数字位数,多记则夸大了测量精度。

② 有关“0”是否为有效数字的问题。非零数字中间的“0”是有效数字,“0”在最左边是非有效数字,“0”在最右边应为有效数字。若测量精度达不到,不能在数字右面随意加“0”,如上例中记为1000mA或1.000A,说明测量误差达到 $\pm 0.0005A$,若测量误差是 $\pm 0.005A$,那就只能记为1.00A。

③ 有效数字不能因采用的单位不同而增加或减少。例如,在测量电流时,用A作单位,记作1.000A;用mA作单位,记作1000mA,二者均为4位有效数字。又如,有一个测量结果记为1A,它是一位有效数字,若用mA为单位,不能记为1000mA,因为1000是4位有效数字,这样记就夸大了测量精度,这时应记为 $1 \times 10^3 mA$,它仍是一位有效数字。再如,在测量电阻时,一个记录数字为 $13.5 \times 10^5 \Omega$,它表示3位有效数字,若用k Ω 为单位,应该记作 $13.5 \times 10^2 k\Omega$,不能记作1350k Ω ,若用M Ω 作单位,应记作1.35M Ω 。总之,单位变化时,有效数字位数不应该变化。

1.3 安全用电常识

实验室是用电比较集中的地方,人员多、设备多、线路多,实验室的安全用电是一个非常重要的问题。违章用电常常可能造成人员伤亡,火灾,损坏仪器设备等严重教学事故。为保证学生、教师和国家财产的安全,保证教学、科研工作的正常开展,在做实验时,必须严格遵守实验室安全用电制度和操作规程。



1.3.1 防止触电

- (1) 不要用潮湿的手接触各种电子仪器仪表及其各种电器，更不要用湿布擦拭所有电器。
- (2) 插拔电源插头时不要用力拉拽电线，以防止电线的绝缘层受损造成触电；电线的绝缘皮剥落，要及时更换新线或者用绝缘胶布包好。
- (3) 所有仪器仪表及其各种电器的金属外壳都应该保护接地。
- (4) 在实验过程中，如果发现仪器的电源插头有松动现象或插头不能完全插入插座内，禁止带电私自修理，应该立即报告老师，由老师处理。
- (5) 实验时，应该在连接好电路后，经同组人检查无误后再接通电源，实验结束时，应先切断电源再拆线。
- (6) 在连接电路或更改电路时，应该先断开仪器仪表的电源，当电路连接完毕或更改完毕后，经同组人检查无误后方可接通电源。
- (7) 实验中，如果人体接触到仪器外壳，接触部位有发麻状况，说明仪器有轻微漏电现象，应立即切断仪器电源，并报告老师。
- (8) 不能用试电笔去试高压电，使用高压电源应该有专门的防护措施。
- (9) 如果发现有人触电要设法及时关断电源，或者用干燥的木棍等绝缘物品将触电者与带电的电器分开，不要用手去直接去救人。

1.3.2 防止引起火灾

- (1) 使用的保险丝要与实验室允许的用电量相符。
- (2) 电线的安全通电量应该大于用电功率。
- (3) 室内如果有氢气、煤气等易燃、易爆气体，应该避免产生电火花。继电器工作和开关电闸时，容易产生电火花，要特别小心。电器接触点（如电源插头）接触不良时，应该及时修理或更换。
- (4) 如果遇到电线起火，应该立即切断电源，用沙子或二氧化碳、四氯化碳灭火器灭火，禁止用水或泡沫灭火器等导电液体灭火。

1.3.3 防止短路

- (1) 线路中各连接点应该牢固，电路元件两端接头不要互相接触，以防短路。
- (2) 电线、电器不要被水淋湿或浸在导电液体中，例如实验室加热用的灯泡接口不要浸在水中。

1.3.4 电器仪表的安全使用

仪器仪表在使用之前，首先要了解仪表要求使用的电源是交流电还是直流电，是三相电还是单相电，以及电压的大小（380V、220V、110V 或 6V）和频率。还必须弄清电器功率是否符合要



求以及直流电器仪表的正、负极性等。

仪表量程应该大于待测量。若待测量大小不明确时，应该从最大量程开始测量，以防止电流过大将万用表的指针打弯。在使用万用表测量电压或电流时，应该牢记测量电压时万用表应该并联在被测电路两端，测量电流时万用表应该串入被测电路中，若连接错误，容易烧毁万用表。

实验测量之前要检查线路连接是否正确，经仔细检查无误后方可接通电源，进行实验。

实验中若出现异常现象，如焦糊味、冒烟或元器件发烫，应该立即切断电源，将情况向老师汇报，由老师检查原因并处理。

第2章

常用仪器仪表及其使用

【本章内容简介】 本章介绍了实验时经常使用的仪器仪表的功能及其使用方法。其中,包括 JMY-30B 直流稳压电源、GFG-8016G 函数信号发生器、MF-500 型万用表、GVT-427B 双踪交流毫伏表、COS5020 型双踪示波器、电阻箱、TPE-DG2 型电路分析实验箱和 SXJ-3A 型模拟电子实验箱。

【本章重点难点】 重点认识各种仪器仪表,并能够正确使用这些仪器仪表完成实验。要求熟练使用各种仪器仪表。

2.1 JMY-30B 直流稳压电源

直流稳压电源是电路和电子技术实验中必不可少的仪器,它可以为实验提供所需要的直流电源。

2.1.1 简述

在电子电路和电气设备中,通常都需要电压稳定的直流电源供电。直流电源可以分为两大类:一类是化学电源,如各种各样的干电池、蓄电池、充电电池等,其优点是,体积小、重量轻、携带方便等,缺点是,成本高,易污染;另一类是直流稳压电源,它是把交流电网 220V、50Hz 的市电,降为所需要的电压值,然后通过整流、滤波和稳压,得到稳定的直流电压,这是目前现实生活中应用比较广泛的一类直流稳压电源。

一般情况下,实验室里对所有直流稳压电源有如下要求。

- (1) 输出直流电压连续可调。
- (2) 在电网电压或负载变化时,能够保持其输出电压基本稳定不变。
- (3) 可以提供一定的输出电流,所含的交流成分小。
- (4) 内阻小,一般为 $10^{-2} \sim 10^{-4} \Omega$,在向负载提供功率输出时,可以把它近似的看成



一个理想电压源，其电源内阻接近于零。

(5) 使用方便，便于观测。

2.1.2 使用说明

直流稳压电源的种类很多，下面以 JMY-30B 晶体管直流稳压电源为例介绍其使用方法。

1. 基本结构

JMY-30B 直流稳压电源输出采用双路独立输出，正负极性输出。双路输出均可以独立工作，互不影响。二组不同的额定输出分别为 $0\sim 30\text{V}/1\text{A}$ (即输出电压为 $0\sim 30\text{V}$ 连续可调，输出电流为 1A) 和 $0\sim 30\text{V}/0.5\text{A}$ 。面板设置了电压表、电流表、粗调旋钮、微调旋钮、转换开关等。JMY-30B 直流稳压电源面板图如图 2-1 所示。

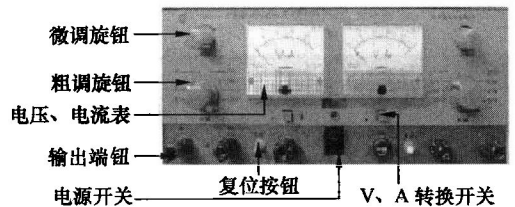


图 2-1 JMY-30B 直流稳压电源面板图

2. 面板说明

- (1) “电源”开关：控制直流稳压电源是否接入市电。
- (2) 指示灯：指示是否接入市电，指示灯亮表明已经接入市电。
- (3) 电源输出控制（量程）开关：又称粗调，用来选择输出电压的范围。
- (4) 电压调节旋钮：又称微调或细调，用来连续调节输出电压。
- (5) “V”、“A”转换开关：控制电压表指示输出电压或电流表指示流过负载的电流。
- (6) 复位按钮：当负载电流超过额定值时，稳压电源的保护电路工作，输出立即为零，排除故障后，按下复位按钮，恢复正常输出。
- (7) 电压（电流）表：指示输出电压或流过负载的电流，面板上装有电压表（ $0\sim 30\text{V}$ ）、电流表（ $0\sim 1\text{A}$ ），由 A—V 开关的切换选择显示电压或电流读数（一般准确度较低，只能作为监视仪表）。
- (8) 输出端钮：有两组，为两个独立电源输出，红接线端为电源电压的正极，黑接线端为电源电压的负极。
- (9) 接地接线柱：它与机壳相连，使用时接地，以保证安全。

3. 使用方法

- (1) 接通 220V 交流电压，闭合电源开关，电源指示灯亮。
- (2) 根据所需要的电压先调节“电压粗调”旋钮，将其置于所需要的电压段，再调节“电压微调”旋钮得到所需要的准确电压值。
- (3) JMY-30B 型稳压电源每一路粗调开关共有 8 个挡位，分别是： $0\sim 5\text{V}$ 、 $5\sim 10\text{V}$ 、 $10\sim 15\text{V}$ 、 $15\sim 18\text{V}$ 、 $18\sim 21\text{V}$ 、 $21\sim 24\text{V}$ 、 $24\sim 27\text{V}$ 、 $27\sim 30\text{V}$ 。细调旋钮在粗调范围内进行调节，如粗调开关放在 5V 挡，细调旋钮只能在 $0\sim 5\text{V}$ 调节；再如粗调开关放在 10V ，则细调旋钮只能在 $5\sim 10\text{V}$ 调节。所以，调节所需要的输出电压时，应该注意粗调开关与细调开关配合使用。
- (4) 用万用表等精密仪器，准确测量输出电压值。