

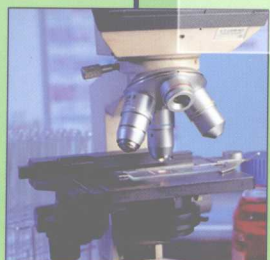
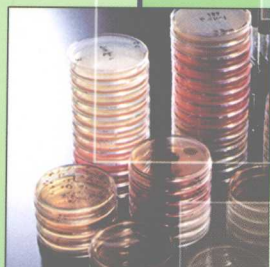
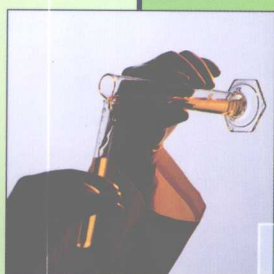


卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校配套教材★供医学检验专业用

临床检验仪器 实验指导



主 编 / 曾照芳



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

全国高等学校配套教材

供医学检验专业用

临床检验仪器实验指导

主 编 曾照芳

副主编 贺志安 鲁卫平

编 委 (按姓氏笔画排序)

全连信	牡丹江医学院	张学宁	昆明医学院
向 华	重庆医科大学	易 斌	中南大学湘雅医院
江新泉	泰山医学院	孟庆勇	广东医学院
李 东	温州医学院	贺志安	新乡医学院
李 莉	上海交通大学医学院瑞金医院	秦 雪	广西医科大学第一附属医院
李 霞	武汉大学医学院	徐德选	江苏大学化工学院
李光迪	兰州大学第二临床医学院	鲁卫平	第三军医大学大坪医院
张 超	广州医学院	谢国明	重庆医科大学
张明亮	山西医科大学汾阳学院	曾照芳	重庆医科大学

临床检验仪器实验指导

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

临床检验仪器实验指导/曾照芳主编. —北京: 人民卫生出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-117-11452-3

I. 临… II. 曾… III. 医用分析仪器-实验-教材
IV. TH776-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 103310 号

门户网: www.pmph.com

出版物查询、网上书店

卫人网: www.hrhexam.com

执业护士、执业医师、

卫生资格考试培训

临床检验仪器实验指导

主 编: 曾照芳

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市文林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 插页: 1

字 数: 248 千字

版 次: 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-11452-3/R·11453

定 价: 20.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

前言

近年来,随着高新科学技术和临床医学的飞速发展,大大促进了医学检验仪器和相应分析技术的创新发展。高灵敏度、多功能、智能化、自动化的检测仪器不断涌现,并广泛应用于临床医学和检验的各个领域,检测仪器已经成为临床不可缺少的重要诊断工具。由于检验仪器换代更新周期短,现代化程度越来越高,作为未来医学检验高层次的专业人才,能否正确掌握和使用这些现代化的检验仪器,将直接影响到现代医疗的诊断与治疗水平。

《临床检验仪器》课程是检验医学中的一门实践性很强且与临床检验实际结合紧密的专业必修课程。它涉及多项检验专业基础学科和临床学科,是联系基础与临床之间的纽带,也是检验专业多门后继课程的基础。由于医学检验的各种检测结果对疾病的诊断、治疗、预后判断和健康评价起着越来越重要的作用,因此,学习本课程将为学生学习后续课程和毕业后到临床检验科工作打下坚实的基础。学生只有通过对各种临床检验仪器的实际操作,才能充分领会本学科的基本理论、掌握相关技能,成为真正适应临床检验仪器不断更新换代需要的人才。为此,紧接着《临床检验仪器》理论课教材的出版发行使用,我们又集全国同行的智慧和力量,重新编写了这本与理论课教材配套、以能力培养为主线的《临床检验仪器实验指导》。所选编的实验从顺序到内容都与理论课教材相对应,方便教师教学、学生与理论课内容对照学习,对培养学生的科学探索精神和创新能力更为有利。

本书广泛参阅了各类有关的文献,从国内实情出发,紧密结合相关专业发展的需求,重点涉及检验仪器的基本结构、工作原理、性能测试、拆装调校、质量评估、常见故障及排除、临床实际应用等多种实验模式,以临床常规检验仪器为主,兼顾一定数量的现代检验仪器与技术。全书涉及的内容主要包括:**电子基础实验**,主要介绍后续实验必需的物理学、电子学等相关基础知识和基本操作方式,补充学生的相关知识和培养他们严谨的思维。如电子元器件、光电传感器的相关实验。**经典验证性实验**,介绍一些常用检验仪器的基本结构、原理、性能和操作方法,培养学生的观察、分析能力和训练他们的基本操作能力。如显微镜、离心机、分光光度计、电泳仪的相关实验。**综合性实验**,除了介绍仪器的调试、拆装、维护外,还要求学生能对设置的故障予以排除,按照标准对仪器进行校准,设置仪器的相关参数并对性能进行评价,培养学生的科学思维方法和综合分析能力。如气相色谱仪、生化分析仪、流式细胞仪、血细胞分析仪、酶标仪、血气分析仪的相关实验。**创新性实验**,提供一些实验方法平

台,要求学生根据所掌握的知识,结合临床检验的实践,分组查阅文献资料、进行设计、论证与确定实验方案、组织实施实验,最后得出相关结论并进行讨论,重在培养学生的创新思维和动手能力。如荧光定量 PCR、基因测序仪、微量移液器的相关实验。模拟实验,利用计算机仿真技术,采用虚拟软件,开设出模拟实验,可提高实验效率、降低实验教学成本。如模拟光电型血细胞计数器、临床检验仪器温度稳定控制系统的模拟等实验。

全书内容丰富、通俗易懂,涉及临床检验仪器面广,坚持理论联系实际和少而精的原则,力求语言精练易懂,体现专业特色,各校可根据相关教学设备情况,供36~126 学时的教学选用。

本教材可供高等医学院校检验、预防专业本科学生、研究生使用,兼顾成人、高职教育相关专业专、本科学生学习使用,也可供从事临床相关专业工作的技术人员继续教育学习使用。

本教材在卫生部教材办公室的领导和 16 所参编院校的大力支持下,由 18 位编者辛勤工作编写而成。在编写的过程中,得到了《临床检验仪器学实验教程》的全体编者,特别是重庆医科大学的郑军老师的大力相助。在此,本教材的全体编委向以上同志表示衷心感谢。

由于临床检验技术的飞速发展,尽管全体编者尽心努力,本实验指导仍难免存在疏漏与错误之处。谨将此书奉献给为高等医学教育的发展而努力奋斗以及在临床医学实验室第一线工作的同行们,殷切期望各位专家、读者给予批评指正,我们也将与时俱进,在教学中不断完善和创新。

本书编委会

2009 年 3 月

目 录

绪论	1
实验一 常用电子测量仪器的使用	5
实验二 常用电子元器件的测试与使用	9
实验三 光电传感器件特性测试	13
实验四 临床检验仪器温度稳定控制系统的模拟	16
实验五 模拟光电型血细胞计数器的使用	19
实验六 普通光学显微镜的拆装与调试	21
实验七 摄影显微镜的使用与调节	25
实验八 自动显微镜的使用	28
实验九 荧光显微镜的使用与调校	31
实验十 普通离心机的使用、调校及维护	36
实验十一 高速冷冻离心机的参数设置及维护	40
实验十二 可见分光光度计的使用与调校	44
实验十三 紫外可见分光光度计的性能指标调校	48
实验十四 荧光分光光度计的使用	51
实验十五 气相色谱仪的使用与性能测试	55
实验十六 高效液相色谱仪的使用及运行性能测试	63
实验十七 全自动琼脂糖凝胶电泳仪的使用与调校	69
实验十八 垂直板电泳仪的应用	72
实验十九 毛细管电泳仪的性能调试	76
实验二十 血气分析仪的使用及常见故障排除	80
实验二十一 全自动血培养仪的使用和校准	85

目 录

实验二十二	自动微生物鉴定及药敏分析系统的应用	88
实验二十三	血细胞分析仪的校准	91
实验二十四	血细胞分析仪小孔管和内部电极的清理	95
实验二十五	锥-板式血液黏度计的使用	99
实验二十六	旋转式血液黏度计的校准	103
实验二十七	尿液自动分析仪的使用与调校	107
实验二十八	流式细胞仪的使用与常见故障的排除	110
实验二十九	流式细胞术尿沉渣分析仪的使用与维护	115
实验三十	自动血沉分析仪的使用	118
实验三十一	生化分析仪的波长测试	120
实验三十二	生化分析仪的参数设置及性能评价	123
实验三十三	酶标仪性能评价指标测试	127
实验三十四	自动洗板机的操作和维护	135
实验三十五	散射浊度分析仪的使用及校正	140
实验三十六	荧光定量 PCR 仪的光路校准	143
实验三十七	全自动 DNA 测序仪的使用	146
实验三十八	基因芯片阅读仪的使用	149
实验三十九	基因测序仪的使用和调校	153
实验四十	微量移液器的正确使用和校准	158
实验四十一	微量移液器不同加样方式对检验结果的影响	163
参考文献		166

绪 论

临床检验仪器学是一门主要介绍检验仪器的基本原理、结构、性能以及使用方法的学科。同时也是一门实践性很强的学科。因此,其实验课有极强的针对性,除了可以进一步巩固大课所学的理论知识,还可培养学生的动手能力。在所有实验进行前,通过几个相关方面的讲述拟达到下述的目的。

1. 加深对所学知识的理解。
2. 学会正确使用常用的检验仪器,熟悉仪器的性能,掌握对个别仪器的简单故障的排除方法。
3. 培养学生严肃认真、细致严谨、实事求是的科学态度和循序渐进、不懈努力的求知精神。

要完成好每一个实验,必须按照预习内容、进行认真操作、处理数据、计算和分析结果、实事求是地进行总结、写出报告等几个环节进行。

一、测量误差及其计算

要测定任何一个数据,就是将它与一个被选作单位的同类进行比较,求出它是单位同类量的多少倍。但是这种直接测出量,往往不是实验中最后要取的量。实验中许多要求的量,必须用直接测出的量通过一些定律和公式推算求出。当然,随着各种相关仪器的更新换代、性能的提高,将会有许多数据可以直接由仪器读出来。应用任何一种仪器进行测量时,其结果的准确度都有一定的限制,这个限制度是决定于仪器的最小测量单位与被测量的数值的。

在应用仪器时,除了必须正确地读出它的最小分度所示的量值外,为了保证能达到应有的准确度,还必须再估计一位,即可读到最小分度的 $1/10$,由于这一位数字

已是不可靠的数字,因此再多估计下去也不可能真正提高所得结果的准确度,反而会增加运算上的麻烦。

若在同一实验中,要用几种不同的仪器分别测量一些不同的值,而使用这些仪器进行测量时能达到的准确度的限度又各不相同,那么在分别测量时,其准确度不必过分地超过各检测量中准确度最低的那一限度。

在测量时,由于测量仪器性能的限制和我们感官的缺陷,不论是进行直接测量还是间接测量,在相同的条件下反复进行测量所得到的每个数据都不会相同,只能得出所要求的真值的近似值。正确而严密的测量方法、小心细致的操作以及使用较精密的测量仪器,只能提高所得结果的准确程度,始终还会存在一定程度的误差。

根据误差性质及产生的原因,可将误差分为系统误差、偶然误差和过失误差。

1. 系统误差 又称恒定误差。是指在测量中未被发现或未确认的因素所引起的误差。例如仪器调校不准确,周围环境变化的影响,个人习惯与偏向,理论和测量方法本身不严格等原因所造成的。由于这些因素的影响,测得的数值总是朝一个方向偏离,即总是偏大或偏小。其特征是偏离的确定性,即使增加测量次数也不能有所改变。但如果根据其产生的原因分别加以校正,则系统误差是能尽可能减小或消除的。

2. 偶然误差 或称随机误差。是由一些无法控制,纯属偶然因素所引起的误差。其特征是时而偏大、时而偏小,时正时负,方向不一定。其发生纯属偶然。减少偶然误差的方法是进行多次重复测量。

3. 过失误差 这是人为的误差。实验者只要有严肃认真的精神,实事求是的科学态度和一丝不苟的科学作风,过失误差是可以避免的。

测量值的误差可用下面几种方法表示。

1. 算术平均误差 各次测量值 A_i 与算术平均值 $\bar{A}$ 的差 ΔA_i ($i=0, 1, \dots, n$) 的平均值,它反映各次测量的误差。把算术平均误差定义为

$$\overline{\Delta A} = (|\Delta A_1| + |\Delta A_2| + |\Delta A_3| + \dots + |\Delta A_k|) / k = \sum_{i=1}^k |\Delta A_i| / k$$

$\overline{\Delta A}$ 又称为平均绝对误差,它表明被测量平均值的误差范围,即被测量的值在 $\bar{A} + \overline{\Delta A}$ 和 $\bar{A} - \overline{\Delta A}$ 之间,因此测量结果应表示为 $\bar{A} \pm \overline{\Delta A}$ 。

2. 方均根误差 把各次测量值 A_i 与算术平均值 $\bar{A}$ 的差,取其平方的平均值然后开方,这样得到的结果称为方均根误差。即

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^k (\Delta A_i)^2 / k}$$

方均根误差在正式的误差分析和计算中常作为偶然误差大小的量度。被测量的结果可表示为 $\bar{A} \pm \sigma$ 。

3. 相对误差 将平均绝对误差 $\overline{\Delta A}$ 与测量的算术平均值 $\bar{A}$ 的比值 $E = \overline{\Delta A} / \bar{A}$ 称为平均相对误差,用以表示测量精确度。

相对误差还可以用百分数表示,称为百分误差。写作 $\frac{\overline{\Delta A}}{\bar{A}} \times 100\%$ 。

二、有效数字及其计算

要对某一量(如电流)进行测量都必须使用仪器,但是每种仪器由于其结构及生

产技术条件等各方面因素的限制,都有一定的精确度。因此使用不同精密仪器测量结果的精确度也各不相同。

所谓仪器的精确度,除有特殊标明的仪器外,一般定义为最小格所代表的量为该仪器的精密度。仪器的精密度限制了测量的精确度。直接测量有效数字决定于仪器的精密度,所以直接测量应根据仪器条件写出应有的有效数字。有效数字的位数不能任意增删,因为它不但反映测量值的大小,也反映了测量的精确程度,因而也表示了测量的误差范围。

间接测量值是根据直接测量值计算出来的,它的有效数字位数取决于各直接测量值,一般可按下述规则进行计算。

1. 加法与减法 诸数进行相加或相减时,所得结果的有效数字位数,应该取到诸数中绝对误差最大的那个数的最后一位,后面的数字按四舍五入法处理。

2. 乘法和除法 诸数进行乘法或除法运算时,所得结果的有效数字位数,应以参加运算的诸数中相对误差最大的那个数的位数来决定。即要和参加运算诸数中有效数字位数最少的那个数相同。

3. 乘方和开方 乘方和开方结果的有效数字与其底的有效数字相同。

关于有效数字,还应注意几点。

(1) 有效数字的位数与小数点的位置无关。

(2) 数字前的“0”不能算作有效数字,在数字后的“0”要算作有效数字,在数字后的“0”不能随便增加或删除。

(3) 自然数或常数在运算中所取的位数,与测量值的位数一样就行了。

(4) 实验数据很大时,要用科学表示法,小数点前位一律取一位有效数字,并采用“四舍五入尾留”法则。

(5) 为避免由于舍入过多带来较大的附加误差,在运算过程中,可多保留一位数字,但最后结果只能有一位可疑数字。

三、实验结果的数据处理

1. 列表法 实验所得的测量数据,必须列出表格记录。因为它可把所测数据之间的对应关系表示得清楚明了。还可随时检查测量数据是否合理,及时发现和纠正错误,提高处理数据的效率。

设计记录表格一定要合理,表中每行(或列)之首应标明测量值所用单位,然后将测量数据分别填于表格中。若为间接测量,还应列出计算公式。

2. 图示法 许多情况下,实验所得数据是表示一个因变量随一个自变量的改变而改变的关系,这些对应关系的变化情况,通常用图示法将它们以图形的形式表示出来。

在正确描绘实验曲线时,必须注意以下几点:

(1) 一般以横坐标表示自变量,纵坐标表示因变量。在坐标轴末端要标明所示量的名称、单位,并在图下方标出图名。

(2) 根据测量数据的范围选定坐标分度,应尽量使曲线占据图纸的大部或全部。为了调整图形的大小和位置,在某些情况,横轴和纵轴的刻度可以不同,两轴交点的

标度也不一定从零开始。轴上的标度应隔一定间距用整数标出,以便寻找和计算。

(3) 将实验数据用符号“+”在坐标上标出其位置,若在同一图纸上作几条曲线,则每条曲线用不同符号标出,以免混淆。

(4) 各实验点标出后,用直尺或曲线将这些点连接起来绘出曲线。由于实验过程中不可避免地会产生误差,因此不可能将每一点都包括在曲线上,而是有一定的偏离。要经过细心处理,使绘出的直线或曲线是平滑的而不是弯折的,同时使偏离曲线两侧的点数差不多相等,以至于曲线上每个点更接近于所要求的平均值。

四、实验时应注意的事项

1. 进入实验室前,应该对这次实验的主要内容、使用的仪器和进行步骤能基本上了解。为此必须先预习,熟悉本实验所用仪器的构造,使用方法和将要进行实验要达到的目的。
2. 在开始试验前,必须先检查进行本实验所需的全部器材是否都已齐备。
3. 应当小心地使用仪器,不要任意拆散和不按规定使用仪器。
4. 在做与电有关的实验时,更应注意只有在指导老师对线路作了检查后,才可连接电源开始测量和进行其他步骤;若发现电路中某一部分过于发热甚至发出焦味时,应迅速断开电源,并报告指导教师进行检查。
5. 实验完备后应当把仪器收拾整齐。待指导教师检查认为测量结果合格并同意后方能离开。

思考题

1. 误差产生的原因有哪些?
2. 根据误差性质及产生的原因,可将误差分为哪几类?
3. 间接测量值的有效数字位数一般可按哪些规则进行计算?
4. 实验结果的数据处理一般有哪几种方法?在正确描绘实验曲线时,应注意哪些方面?
5. 实验时应注意的事项有哪些?

1

实验一

常用电子测量仪器的使用

实验目的

1. 了解常用电子测量仪器的原理，学会正确调校和使用方法。
2. 掌握指针式万用表、直流稳压电源、示波器、函数发生器等仪器的正确使用

实验器材

指针式万用表一台，示波器一台，直流稳压电源一台，函数发生器一台，电阻、导线若干。

实验原理

直流稳压电源将 220V 的交流电经过降压、整流、滤波和稳压后，可以得到在 0~30V 范围内连续输出的直流电压。

指针式万用表是一种磁电式电表，是利用位于永久磁铁间的线圈的电流的变化带动指针偏转来进行测量的工具，可测量电压、电流和电阻值等。外界输入的电参数（电阻、电压、电流等）通过红、黑两支表笔引入到万用表的内电路，对应的内电路将其转换为电流提供给位于永久磁铁间的线圈，内电路可以按照外接电参数的性质和大小，通过万用表转换开关（即选择适当的测量挡位）来调节。永久磁铁形成一个固定的磁场，而通电的线圈也要形成随电流大小变化的电磁场。两个磁场相互作用，可使线圈发生偏转，进而带动指针的偏转。即外界输入电参数的变化最终引起指针偏转角度的变化，通过标定、刻度，就可以从表盘上指针对应的位置读出各电参数的具体

实验一 常用电子测量仪器的使用

数值。

示波器采用普通的单踪或者双踪示波器,用来观察交流电压信号的波形图像。工作时示波器的电子枪连续地发射电子,形成一电子束打在涂有荧光物质的屏幕上,荧光物质在电子的作用下使荧光屏中央形成一个固定的亮点。在水平方向(X扫描方向)加上正弦扫描信号后,电子会向正极方向移动。由于是正弦信号,其正极在不断地左右转换,因而电子束也会不断地左右移动,通过“视觉暂留”现象,电子束在荧光屏上形成的一系列荧光亮点就会变成一条在水平方向的扫描亮线。当垂直方向(Y外接输入方向)加入输入信号后,在垂直方向的两个电极间形成随外界输入信号变化的电场。在此电场的作用下,电子束在原有的水平运动的基础上又要做垂直运动。调节好水平正弦信号的频率,就可将输入信号的变化反映在荧光屏上,即在荧光屏上形成输入信号波形图像。调节正弦扫描信号的频率,可以改变水平扫描的速度,观察不同频率的输入信号。垂直方向的调节,可以观察不同幅度的输入信号。

仪器描述

1. EM1713A 型直流稳压电源 EM1713A 型直流稳压电源是可提供两路 0~32V、0~3A 范围内的连续直流输出的稳压电源。有两个电压/电流输出指示表。工作时按照所要求的电压信号的大小,通过电压调节旋钮连续调节,观察电压表得到所要求的电压值。

2. MF-47 型指针式万用表 MF-47 型指针式万用表有电阻挡、直流电流挡、交流电压挡,直流电压挡和测三极管 β 值的 hFE 挡等五挡可供使用选择。工作时先用表盘上小螺丝调表针“0”(此为电压、电流的零点)。测电阻时注意必须先机械调零后再测量。

3. YB4328D 型二踪示波器 YB4328D 型二踪示波器可以观察两路输入信号,有扫描速率选择、Y 输入衰减等挡和输入接头等装置。工作时应调整到亮度适当、聚焦清晰。通过调整不同的频率可以使扫描信号在水平方向拉开或压缩波形,微调帮助固定波形。衰减挡(Y 方向)可成整数倍衰减外接输入信号,在垂直方向压缩波形。

4. EM1643 型函数发生器 M1643 型函数发生器通过频率调节改变输出波形的频率,输出调节改变输出波形的幅度。能够提供正弦波、方波、三角波、脉冲波、锯齿波等波形。频率范围 0.2Hz~2MHz。具有直流电平调节、占空比调节、单次脉冲输出等功能。可以和示波器配合使用,用于检测电子线路。

实验步骤

1. 直流稳压电源输出 10V 的结果

(1) 接通交流电源,打开 EM1713A 型直流稳压电源的开关,指示灯亮。

(2) 任选一组电压输出接头端作为输出。如以“I”组作为输出,则把选择开关拨向“I”边。注意显示选择开关弹起为电压显示,按入为电流显示,两组输出在跟踪开关弹起时相互独立,第“I”组的输出电压值,并不影响第“II”组的输出。

(3) 慢慢调节电压调节旋钮,使电压表指针恰好指示到所需的 10V 上,即此时“I”组电压输出为 10V。

(4) 其他电压输出可按相同方法获得。

2. 用万用表测电压值和电阻值

(1) 用万用表测电压值和电阻值时,先观察指针是否在 0,若不在则调节表盘上的小螺丝,调好“0”后再测量(注意:调节好后可以连续测量,平时尽量少动此螺丝,以免造成调节游丝的不可逆损坏)。若未知被测电压或电流的数值应先选择较大范围挡,测得数值后再选择与之相适应的挡,以提高测量精度。测直流电压与电流时必须注意表头的接法为“红正黑负”,切不可用电流挡直接测电源电压,以免烧坏万用表。读数时垂直于指针方向读数,注意挡数和表盘刻度间的换算。

(2) 按待测电阻的大小选择适当的电阻挡,如 $1\text{k}\Omega$ 挡。将红黑两表笔短路,此时万用表指示电阻值应恰好为 0。若实际指示值不为 0,则应调节调零旋转,使万用表指针恰好指到 0,这时才能用来测量电阻值,否则会产生静态偏差。而每更换一个电阻挡,必须先机械调零后再测量。测量所给 5 种电阻阻值,与其标称值比较,计算其误差。

(3) 用万用表测量按照步骤 1 所得到的 10V 电压。如果其结果不恰好是 10V ,必须调整 EM1713A 型直流稳压电源的微调旋钮,使其实际电压值恰好为 10V 。

3. 示波器的使用

(1) 接通电源控制板的输入电源,将耦合方式接地,此时 Y 输入为零电位。选择示波器“Y 轴衰减”和“X 扫描速率”至适当位置。荧光屏上会出现一条水平方向的“亮线”。

(2) 调节“亮度”使亮线亮度适中,调节“X 移位”和“Y 移位”将亮线移到荧光屏中央,调节“聚焦”使亮线成一细而清晰的线,注意光点不可太亮,也不能停留在荧光屏同一点,以免损伤荧光物涂层造成暗斑。

(3) 用探头连接直流稳压电源输出端,用示波器结合所选择的垂直轴偏转系数测电压值。

(4) 用探头连接函数发生器输出端,调节函数发生器,观察各种波形。

数据记录及处理 (表 1-1~表 1-3)

表 1-1 用万用表测量电阻

电阻 项目	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
标称值 (Ω)					
测量值 (Ω)					
绝对误差 (Ω)					
相对误差					

表 1-2 用万用表和示波器测直流电压

稳压电源指示值 (V)	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
万用表测量值 (V)						
示波器测量值 (V)						

表 1-3 用示波器观察函数发生器输出波形

波形名称	正弦波	方波	三角波	脉冲波	锯齿波
观察到的波形					

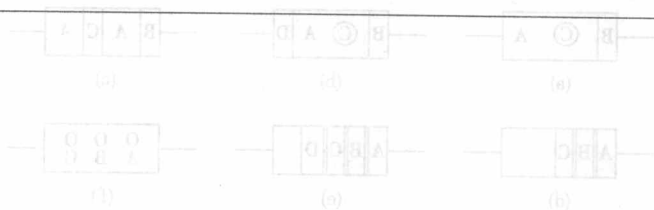
思考题

- 1. 用直流稳压电源如何得到-5V 电压?
- 2. 每次测量电阻阻值时为什么必须先机械调零后再测量?
- 3. 示波器中为什么需要 X 方向扫描信号?

2

实验二

常用电子元器件的测试与使用



实验目的

1. 了解常用电子元器件的基本特性、型号。
2. 学会识别各种常用电子元器件。
3. 掌握各种常用电子元器件的正确使用方法。

实验器材

直流稳压电源一台，指针式万用表一台，面包板一块，电阻（数值、色码表示两种）、电容、电位器若干，导线若干。

仪器描述

1. 面包板、印刷电路板 面包板是一种用于调试电子线路的常用器件，其上下两端横向每 15 或 20 格连通，中间纵向为每 5 格连通，如图 2-1 所示。使用时将所需元件按照电路插在上面，利用导线连通，即可进行调试、测量。

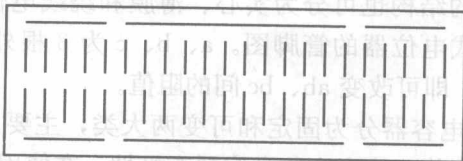


图 2-1 面包板示意图

印刷电路板就是在电路设计完成后制作在一块平面绝缘板上的印刷导线。焊接上

实验二 常用电子元器件的测试与使用

元器件，便形成所需电路。印刷电路板常以绝缘材料作基线，在其上面黏附一层铜箔。制作时先设计好元器件的布局，然后在板面铜箔上布线，再用保护层（如漆）将布线保护好，利用氯化铁腐蚀掉没有保护层的铜箔，用香蕉水去掉保护层，成为印刷电路板。元器件布局时应考虑将所有元器件安排在底板不焊接的一面，并按电路图顺序成直线排列，力求紧凑、密集。布线时一般把公共地线布置在最边缘并注意导线不能交叉，同时要考虑减少干扰，满足绝缘、屏蔽等要求。

2. 电阻器、电位器 电阻器按导电体的结构可分为实心、薄膜和绕线电阻器。其阻值表示法有两种，一种是将电阻值及精度直接用数字印在电阻器上，称为数值表示法。另一种为色码表示法，一般用在碳质或有些小型表面积电阻器上，若未给出精度等级，则允许偏差均为±20%。

色码表示法一般以 3、4 或者 5 个色点或色环表示阻值和精度。在图 2-2 中，(a)、(b) 为身、头、点色码制；(c) 为身、头带色码制；(d)、(e) 为环带色码制；(f) 为三点色码制。环带色码制最常用。

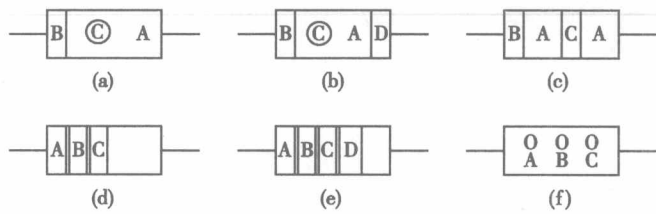


图 2-2 色码表示法

字母符号所代表的意义，如表 2-1 所示。

表 2-1 色码表示法中字母符号所代表的意义

颜色 符号	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	无色
A 第一位数		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
B 第二位数		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
C 倍乘数	×1	×10	×10 ²	×10 ³	×10 ⁴	×10 ⁵	×10 ⁶	×10 ⁷	×10 ⁸	×10 ⁹	×10 ⁻¹	×10 ⁻²	
D 允许偏差	±1%	±2%	±3%	±4%							±5%	±10%	±20%

注：表中无数数字的地方表示此种情况不会出现

电位器按照导电体的结构也可分为实心、薄膜和绕线电位器。常用旋转式电位器，图 2-3 所示为旋转式电位器的管脚图。a、b、c 为 3 根外接引线，d 为旋转轴。ac 间阻值固定，旋转 d，即可改变 ab、bc 间的阻值。

3. 电容器、电感 电容器分为固定和可变两大类，主要用作隔直流、耦合、旁路、滤波、谐振及贮存电能。注意有些电容器有极性，在使用时不要接反，否则会击穿损坏电容器。同时还应注意电容器的耐压等特性。

电感器分为电感线圈（自感作用）和变压器（互感作用），主要作用是稳压、滤