

Experiments in College Physics

大学物理实验

主编 李秀珍 张东升



 中国科学技术出版社

大学物理实验

主编 李秀珍 张东升

中国科学技术出版社

• 北京 •

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验/李秀珍,张东升主编. —北京:
中国科学技术出版社,2005.1

ISBN 7-5046-3964-8

I.大... II.李... III.张... IV.物理学-实验-
高等学校-教材 V.04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 142317 号

中国科学技术出版社出版

北京海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 010-62183872

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

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

山东农业大学印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:10.5 字数:243 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-1000 册 定价:16.20 元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

编 委 名 单

主编 李秀珍 张东升

主审 仲伟纲

编者(以姓氏笔画为序)

王晓艳 王翠英 丰建淑

仲伟纲 李秀珍 张东升

张勤英 袁桂芹 董克江

薛 美

内 容 提 要

全书内容包括绪论、预备性实验、基础性实验、交叉性实验、研究性实验等 5 章,选编 30 个实验项目,其中预备性实验 4 个、基本实验 18 个、交叉性实验 4 个、研究性实验 4 个。

本书适合高等院校医学、医药、理工各专业用,也可供高等院校非物理专业的师生和研究工作者作为参考。

前 言

科学发展的历史长河证明物理学的起源和发展促进了科学在各个领域的发展和各个学科的建立,物理学的思维和观念渗透在各个学科、各个领域。因此,大学物理是培养学生科学素质的重要课程。近几年,我们在不断地探索大学物理教学的新模式,对物理实验的内容进行了较大调整与改革,本书是结合我们多年实验教学实践改革的经验编写而成的。

本书编写的指导思想是:把教材的先进性、科学性、实用性结合在一起,有一个较完整的物理实验结构体系,突出物理实验的基本理论、基本方法和基本技能,注重反映物理学在生命科学、医学上应用的实验内容,强化对学生创新思维、科学态度和科学作风的培养。

本书有以下特点:①强化物理学实验的理论、方法、技能;②30个实验项目,分为预备性实验、基础性实验、交叉性实验和研究性实验4个板块。这种结构具有较大弹性,在教学实践中可根据具体情况,达到不同的教学目标;③本书所涉及的物理量和单位的名称、符号均按《中华人民共和国国家标准——量和单位》(GB3100~3102-93)进行了修订。

本书由李秀珍、张东升主编。各参编作者分工如下:李秀珍(第一章、3.10、3.11、3.12、3.17)、丰建淑(第二章)、王翠英(3.1、3.2、3.3)、袁桂芹(3.6)、张勤英(3.7)、董克江(3.8、3.9、5.1、5.2)、薛美(3.13、3.16、3.18)、王晓艳(3.14、3.15)、张东升(第四章、3.4、3.5)、仲伟纲(5.3、5.4)。全书由仲伟纲教授审订。

本书得到泰山医学院各级领导的关心和支持,在此表示衷心谢意。

限于编者水平,脱稿仓促,书中疏误不当之处,在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2004年10月

物理实验规则

1. 按照预先的分组进入相应的实验室。进入实验室要穿隔离衣,不准穿拖鞋和背心。
2. 实验前必须预习实验内容,熟悉实验目的、实验原理、操作步骤,认真做好实验预习。
3. 开始实验时首先检查实物、仪器是否与该实验相符,如不相符立即报告教师,不得私自挪用其他组的器材。
4. 实验要按操作步骤进行,并在指定的时间内做好指定的实验。对仪器的使用,电路的连接,要按规定及注意事项进行,有问题要及时报告老师。
5. 要养成科学的、实事求是的态度,认真操作,仔细观察,按照有效数字的读数规则读数,如实记录实验的原始数据和实验现象,交教师指导并签字。
6. 爱护实验仪器和器材,如有损坏、遗失要及时主动报告老师,并把损坏原因、损坏情况填入登记表,按有关规定赔偿。
7. 做完实验后应将仪器、器材清理复原,待老师检查后方可离开实验室。
8. 每次实验完毕,须派值日生打扫卫生。

目 录

第一章 绪论.....	(1)
1.1 怎样做好物理实验	(1)
1.2 物理实验方法	(2)
1.3 实验仪器的基本调整与操作技术	(5)
1.4 物理实验基本规则	(8)
1.5 测量误差和数据处理.....	(10)
第二章 预备性实验	(20)
2.1 基本测量.....	(20)
2.2 多用电表的使用.....	(30)
2.3 电子示波器的原理与使用.....	(34)
2.4 薄透镜焦距的测定.....	(39)
第三章 基础性实验	(44)
3.1 气轨上的力学实验.....	(44)
3.2 用拉伸法测金属丝的杨氏弹性模量.....	(52)
3.3 转动惯量的测量.....	(56)
3.4 液体黏度的测定.....	(58)
3.5 液体表面张力系数的测定.....	(63)
3.6 用惠斯登电桥测电阻.....	(67)
3.7 静电场的描绘.....	(71)
3.8 线性与非线性电阻的伏安特性曲线.....	(76)
3.9 电表的改装与校正.....	(81)
3.10 电位差计的使用	(84)
3.11 用霍耳元件测磁场	(89)
3.12 光波波长的测定	(91)
3.13 用分光计测定棱镜折射率	(97)
3.14 牛顿环测透镜的曲率半径.....	(101)

3.15	密立根油滴实验.....	(106)
3.16	医用换能器的研究和使用的.....	(112)
3.17	核磁共振.....	(115)
3.18	A 型超声仪的使用	(125)
第四章	交叉性实验.....	(131)
4.1	常用医用溶液物理参数的测定	(131)
4.2	人耳听阈曲线的测定	(138)
4.3	生物膜电位的测量	(141)
4.4	测量人体阻抗的频率特性	(145)
第五章	研究性实验.....	(149)
5.1	非正常眼的模拟与纠正	(149)
5.2	电场的研究与心电的模拟	(153)
5.3	模拟直流电离子透入疗法	(156)
5.4	激光散斑测量透镜焦距	(158)

第一章 绪 论

§ 1.1 怎样做好物理实验

一、明确做物理实验的意义

物理学是一门以实验为基础的科学。物理学中每个概念的确立、原理和定律的发现,无不有坚实的实验基础。诺贝尔物理学奖从 1901 年第一次获奖至今已有近百年的历史,已有得主近 150 名,实验物理方面重大发现或发明占 73%。在物理学的发展史上,伽利略用实验否定亚历士多德“力是维持物体运动的原因”的论断,麦克斯韦根据电磁学的实验定律建立电磁场理论,并预言了电磁波的存在,但这些也只有在赫兹进行了电磁波的实验后才被人们所公认。实验还是物理理论演变、发展的动力。20 世纪初,光电效应、黑体辐射等一系列的物理实验事实与经典理论发生了矛盾,导致了相对论和量子力学的产生。实验又是理论付诸于应用的桥梁。热核聚变理论指出,通过热核聚变可以获得巨大的能量,但是要想很好地利用它,还需要通过许多艰苦的实验才能实现。当然,科学实验离不开理论的指导。实验研究课题的选择、实验的构思和设计、实验方法的确定、实验数据的处理,以及实验结果中提出的科学假设和科学结论等等,都始终受理论所支配。

物理实验不仅在物理学的发展中占有重要的地位,而且在推动其他自然学科、工程技术的发展中也起着重要的作用。物理实验的构思、方法和技术,与化学、生物学、天文学等学科的相互结合,已取得了丰硕的成果。例如,1953 年生物学家沃森和物理学家克里克利用 X 射线衍射的方法在卡文迪许实验室成功地确定了 DNA 的双螺旋结构。此外,物理实验还是众多高新技术发展的源泉。原子能、半导体、超导、核磁共振、激光、空间技术等科研成果,都与物理实验息息相关。

做好物理实验,可以使我们对物理现象获得具体、明确的认识,了解概念和规律是怎样在实验的基础上得出的,从而加深对概念和规律的理解;可以提高我们分析和解决问题的能力;可以使我们体会如何探究问题,有助于提高我们的观察能力和实验能力;可以培养我们严肃、认真和实事求是的科学态度,养成良好的工作作风。

二、做好实验前的准备工作

实验前要认真仔细地阅读实验内容,做到以下几点。

- (1)明确实验目的、要求,弄清实验原理。
- (2)明确所用仪器装置,熟悉操作步骤及注意事项,特别是注意事项,不仅要仔细看,还要牢记,否则会造成仪器损坏,甚至引发人身事故。
- (3)设计好记录数据的表格。此外,根据实验内容,准备好实验中所需的绘图工具、计

算器等。

三、手脑并用,正确操作、观测和记录

实验过程中,首先要了解仪器装置的性能、规格、使用方法。要仔细安装和调整实验装置,使之符合实验条件,如多用电表测电阻时的调零、螺旋测微器的调零、光路调共轴等,以减小测量误差。

在实验操作时,要在实验原理的指导下,对实验在心中形成一个整体的物理情景,对所测内容做到心中有数。在可能的情况下,对数据的数量级和走向做出定性估计后,再定量地读取测量数据。测量时,要集中精力、细心操作、仔细观察,以获得所用仪器可能达到的最佳效果。

原始数据是宝贵的第一手资料,是今后计算和分析问题的依据,应按有效数字的规则正确记录。实验记录的内容应包括:日期、时间、地点、合作者、仪器的编号、名称和规格、原始数据及有关现象。实验数据是否合理,学生应首先自查,然后交给指导教师审查。对不合理的和错误的实验结果,应分析原因,及时补测或重做。

四、正确分析和处理数据,写好实验报告

实验报告应包括实验名称、实验目的、实验原理、实验步骤、原始数据、数据处理和讨论等内容。对于实验原理应在理解的基础上用自己的语言来阐述,做到简明扼要。实验步骤要写出关键性的仪器调整方法和测量技巧。原始数据一般要求以列表的形式出现。数据处理要写出数据计算的主要过程、图表和最后结果的误差分析。对实验过程和结果的讨论要具体深入,有分析、有见解,不要泛泛而谈。可以是对观察到的实验现象进行分析,对结论误差原因进行分析,也可以对实验方案提出改进意见。

实验报告要求文字通顺、字迹端正、数据完整、图表规范、结果正确。特别强调,严禁伪造实验数据。

§ 1.2 物理实验方法

物理实验方法是人们根据一定的目的和计划,利用仪器、设备等物质手段,在人为控制、变革或模拟自然现象的条件下获取科学事实的方法。而测量方法是指测量某一物理量时,如何根据测量要求,在给定的条件下,尽可能地消除或减小系统误差以及减小随机误差,使测量值更为精确的方法。由于现代物理实验离不开定量的测量,所以实验方法和测量方法两者之间相辅相成、相互依存,甚至无法予以严格区分。

一、比较法

比较法是测量方法中最基本、最常用的方法。它分为直接比较法和间接比较法。

1. 直接比较法

将待测量与经过校准的仪器或量具进行直接比较,测出其量值,称为直接比较法。这种方法的测量精度,受到测量仪器或量具自身的局限。此外,它还有如下特点:同量纲,待

测量与标准量的量纲相同,如用米尺测量某物体的长度,同为长度的量纲;直接可比,待测量与标准量直接进行比较而获得待测量的量值,如用天平称量物体的质量,当天平平衡时,砝码的示数就是待测量的量值;同时性,待测量与标准量的比较是同时发生的,没有时间的超前与滞后,如用秒表测量某过程的时间。

2. 间接比较法

借助于一个中间变量,或将待测量进行某种变换,来间接实现比较测量,这种方法称为间接比较法。例如,磁电式电流表是利用通电线圈在磁场中受到的磁力矩与游丝的扭转力矩平衡时,电流与电流表指针的偏角成正比制成的。通过电流表指针的偏转角的间接比较,测出电路中的电流强度。

二、放大法

在试验中,常常会遇到一些微小量,直接测量,会带来很大误差,甚至无法进行。因此,需要把待测的物理量按一定规律加以放大,再进行测量,这种方法称为放大法。它分为累计放大法、机械放大法、电磁放大法和光学放大法等。

1. 累计放大法

在待测物理量能够简单重叠的条件下,将它展延若干倍再进行测量的方法,称为累计放大法。例如,测单摆的周期时,先测出 100 次全振动的时间 t ,则周期为 $t/100$ 。

在使用累计放大法时要注意两点。一是展延过程中待测量不能发生变化;二是在展延过程中应尽可能避免引入新的误差。

2. 机械放大法

利用机械部件之间的几何关系,使标准单位量在测量过程中得到放大的方法,称为机械放大法。机械放大法可以提高测量仪器的分辨率,增加测量结果的有效数字位数。例如,螺旋测微器利用螺杆鼓轮机构,使仪器的最小刻度从 1mm 变为 0.01mm,从而提高测量精度。

3. 电磁放大法

要对微弱的电信号有效地进行观察和测量,常借助于电子学中的放大线路。例如,在用光电效应法测普朗克常量中,将微弱的光电流通过微电流测量放大器放大后,进行测量。

4. 光学放大法

光学放大法大体分两种,一种是使被测物体通过光学仪器(如测微目镜、读数显微镜等)形成放大的像,便于观察判别;另一种是通过测量放大的物理量来获得本身较小的物理量。例如,光杠杆法就是一种常用的光学放大法。光学放大法不易受环境的干扰,它被广泛地应用于各个科技领域。

三、平衡法与补偿法

1. 平衡法

平衡状态是物理学中一个重要概念,在平衡状态下,许多复杂的物理现象可以简单化,便于进行定性与定量研究。利用平衡状态测量待测物理量的方法,称为平衡法。例

如,用等臂天平测量物体的质量,用惠斯登电桥测电阻就是用的平衡法。

2. 补偿法

根据某一测量原理,在提供一种可调的标准量来抵消所显现的的作用的条件下,对待测量进行测量的方法,称为补偿法。例如,利用电势差计测电动势就是用的补偿法。此方法经常与平衡法、比较法结合使用。

四、转换法

根据物理量之间的各种效应和定量的函数关系,通过对有关物理量的测量求出待测物理量的方法,称转换法。大致分为两种:参量换测法与能量换测法。

1. 参量换测法

利用各种参量在一定条件下的相互关系及其变化规律来实现待测量的变换测量,称为参量换测法。例如,“测定金属丝的杨氏弹性模量”、“用光栅测波长”的实验方法就是此方法。

2. 能量换测法

电测方法具有控制方便、反应速度快、灵敏度高并能进行自动记录和动态测量等优越性,因此在实验中可以利用物理学中物理量间存在的各种效应与关系,把被测的非电量转化成电量进行测量,最后求出非电量物理量。这种利用能量变换器将一种形式的能量转换成另一种形式的能量进行测量的方法,称为能量换测法。此方法的核心是换能器。下面介绍几种典型的能量换测方法。

(1)热电换测。这是将热学量转换成电学量再进行测量的一种方法。例如在导热系数的测定中,将温度的测量转换成热电偶温差电动势的测量。

(2)压电换测。通过压力与电压之间的变换进行测量。例如,产生超声波的“探头”(晶体换能器)具有压电效应。话筒和扬声器,话筒能把声波的变化转换成相应的电压变化;扬声器则把电信号转换成声波。医用心电图,心脏跳动对压电陶瓷(换能器)产生的压力转换成电压输出。

(3)光电换测。通过光学量的变化转换为电学量变化的测量称为光电换测。其变换原理是光电效应。因其机理不完全相同,光电效应又可分为外光电效应、内光电效应和光生伏特效应。利用外光电效应做成的转换器有光电管、光电倍增管等。在“光电效应法测普朗克常量”的实验中,我们已用到过光电管;利用内光电效应做成的转换器有光敏电阻、光敏二极管和光敏三极管;利用光生伏特效应的转换器就是光电池,光电池可把光能直接转换为电能,因此可作电源用。

(4)磁电换测。这是磁学量与电学量之间的转换测量。磁感应强度 B 直接测量很困难,利用磁电换测后,可使测量变得简便、快速。在具体测量中,可根据被测磁场的类型和强弱来选择合适的方法。例如,实验“用霍尔元件测螺线管磁场”中,是利用霍尔效应,把对磁感应强度的测量转换为对霍尔元件的工作电流和电压的测量。此外,常用的方法还有冲击法和感应法。冲击法是将磁感应强度的测量转化为冲击电流计最大偏转刻度的测量;感应法是将磁感应强度的测量转换为交变感应电动势有效值的测量。

五、模拟法

在科学研究中,有很多课题是不能实际地反复实验,如要设计一项水利工程,不可能对设计的工程进行实地的测试,只能首先模拟。这种依相似理论为基础,不直接研究某物理现象或过程本身,而是用与该现象或过程相似的模型来进行研究的方法,称为模拟法。它分为物理模拟和数学模拟。

1. 物理模拟

保持同一物理本质的模拟方法即为物理模拟法。例如,用风洞(高速气流装置)中的飞机模型模拟实际飞机在大气中的飞行;用流槽模型预演河流的冲击作用等都属于物理模拟。

2. 数学模拟

两个不同本质的物理现象和过程,如果具有相同的数学表达式来反映它们的规律,可以根据数学形式的相似而进行模拟,这种模拟方法称为数学模拟法。例如,在实验“用模拟法描绘静电场”中,由于反映稳恒电流场性质的场方程与反映静电场性质的场方程相似,所以用稳恒电流场来模拟静电场。

§ 1.3 实验仪器的基本调整与操作技术

在物理实验中,正确的调整和操作不仅可将系统误差减小到最低限度,而且对提高实验结果的准确度有直接的影响,另外还可以保护仪器,可以延长仪器的使用寿命。

一、水平、垂直调整

有些仪器和实验装置必须在水平或垂直状态下才能正常地进行实验,否则就会产生附加误差。例如,需要水平放置的电表,若垂直或倾斜放置,就会因增大表针转轴的摩擦或产生附加力矩等原因而产生附加误差。因此,在实验中经常要对仪器进行水平、垂直调整。对于天平、气垫导轨、三线摆等,常借助水准仪或悬锤进行。凡是要做水平、竖直调整的仪器或装置,在其底座上大多数设有三个底脚螺丝(或一个固定脚,两个可调脚),通过调节底脚螺丝,借助于水准仪或悬锤,可将仪器调整到水平或垂直状态。对于电表等可目测调整至水平、竖直或与水平面成一定角度。

二、零位调整

绝大多数测量工具及仪表,如游标卡尺、螺旋测微器、检流计、电流表、电压表、万用表等都有其零位(零点)。在使用它们之前,都必须检查或校正仪器零位。对于一些特殊的仪器或精度要求较高的实验,还必须在每次测量前校正仪器零位。

零位校正的方法一般有两种。一种是测量仪器本身带有零位校正装置,应使用零位校正装置使仪器在测量前处于零位。例如,万用表有两个调零旋钮,一个是机械调零旋钮,用于机械调零,一个是电子调零旋钮,用于欧姆调零;另一种仪器本身不能进行零位调整,如端点已经磨损的米尺、钳口已被磨损的游标卡尺,对于这类仪器,则应先记下零点读

数,然后对测量数据进行零点修正。

三、光路调整

1. 直线光路调整

在由两个或两个以上的光学元件组成的光学系统中,为了获得好的像质,满足近轴光线的条件,必须进行共轴调整。调整一般分为两步,第一步进行粗调——目测调整。将各光学元件紧靠在一起,使元件的中心(光心)重合于一条直线上,并使该直线与仪器的调整基线(如光具座的导轨)平行,将各元件的光轴也与其平行;第二步根据光学成像规律进行细调,常用的方法有自准法和共轭法(参见实验“非正常眼的模拟与纠正”)。如果在光具座上进行实验,为了获得正确的读数,还必须把光轴调整到与光具座的导轨的距离等高,并且光学元件的截面与导轨垂直。

2. 折线光路调整

折线光路调整的首要问题是垂轴调整。在可能的情况下,先将部分直线光路进行调整,然后放置折光器件进行垂轴调整,最后根据折光方向寻找光路,观察折光后光现象。例如,分光计的调整,首先将望远镜和平行光管调整好,并垂直,然后放置棱镜或光栅再进行垂轴调整,最后根据棱镜或光栅的折光方向寻找光路,并调整成像。再如,牛顿环干涉的调整,首先将显微镜和光源调整好,再将半反射镜(玻璃片)法线调整于垂直测量显微镜的移动方向上,转动半反射镜,找到反射光路,即可进行牛顿环条纹的清晰度调整。

四、消视差调节

在实验中,经常会遇到仪器的读数标线(指针、叉丝)和标尺平面不重合的情况。例如,电表的指针和刻度面总是离开一定的距离,因此当眼睛在不同的位置观察时,读得的指示值有时会有差异,这一现象称为视差。为了获得准确的测量结果,实验时必须消除视差。消除视差的方法有两种:一是使视线垂直标尺平面读数,如1.0级以上的电表的表盘上均附有平面镜,当观察到指针与其像重合时,保持眼睛位置不动去读指针示数,才能得到正确的读数,否则会引入视差。二是使读数标线与标尺平面密合于同一平面内,如游标卡尺上的游标尺加工成斜面,便是为了使游标尺的刻线下端与主尺接近于同一平面,以减小视差。

光学实验中的视差问题较为复杂,影响因素除了观测者的读数方法外,还有因仪器没有调节好而造成的较大视差。下面分析光学仪器测量时的误差。

在用光学仪器进行非接触式测量时,常使用带有叉丝的望远镜或读数显微镜,其基本光路如图1所示。它们的共同点是在目镜焦平面内侧附近装有一个十字叉丝(或带有刻度的分划板),若待测物体经物镜后成像(A_1B_1)在叉丝所在的位置处,人眼

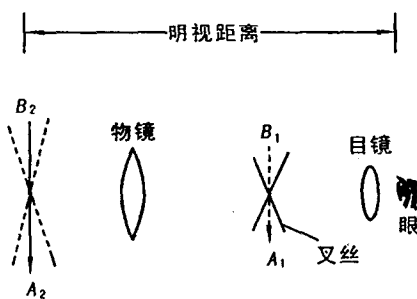


图1 望远镜基本光路示意图

经目镜观察到叉丝与物体的最后虚像(A_2B_2)都在明视距离处的同一平面上,这样便无视差。

要消除视差,可仔细调节目镜(连同叉丝)与物镜之间的距离,使待测物体经物镜成像在叉丝所在的平面上。一般是一边调节一边稍稍左右、上下移动眼睛,看看待测物体的像与叉丝像之间是否有相对运动,直至两者无相对运动为止。

五、逐次逼近调节

在物理实验中,仪器的调节大多不能一步到位。例如,电桥达到平衡状态、电势差计达到补偿状态、灵敏电流计零点的调节、分光计中望远镜光轴的调节等等,都要经过反复多次调节才能完成。“逐次逼近调节”是一个能迅速、有效地达到调整要求的调节技巧。

依据一定的判断标准,逐次缩小调整范围,较快地获得所需状态的方法称为逐次逼近调节法。判断标准在不同的仪器中是不同的,如天平是观察其指针在标度前来回摆动,左右两边的振幅是否相等;平衡电桥是看检流计的指针是否指零。逐次逼近调节不仅在天平、电桥、电势差计等仪器的平衡调节中用到,而且在光路的共轴调整、分光计的调节(参见实验“用分光计测定棱镜折射率”)中也要用到,它是一种经常使用的调节方法。

六、先定性、后定量原则

在测量某一物理量随另一物理量变化的关系时,为了避免测量的盲目性,应采用“先定性、后定量的原则”进行测量,即在定量测量前,先对实验的全过程进行定性观察,在对实验数据的变化规律有一初步了解的基础上,然后进行定性测量。例如,在测绘晶体二极管的伏安特性曲线时,对于电流 I 随电压 U 变化的情况先进行定性观察,然后在分配测量间隔时,采用不等间距测量,在电压增量 ΔU 相等的两点之间,如果电流 I 的变化较大时,就应多测几个点。这样采用由不同间隔测得的数据来作图就比较合理。

七、回路接线法

在电磁学实验中,常遇到按电路图接线问题。一张电路图可分解为若干个闭合回路,接线时,由回路 I 的始点(往往为高电势点或低电势点)出发,依此首尾相连,最后仍回到始点,再依此连接回路 II、回路 III……这种接线方法称为回路接线法。按此法接线或查线,可确保电路连接正确(参见实验“热敏电阻的特性及其应用”)。

八、先串联后并联的原则

在电磁学实验中,经常把一些仪表连接到电路中测量数据,为了使仪表能准确地连到电路中或能使电路准确、快速地连好,应采取先串联后并联的原则。例如,先把电流表连同其他元件串联到电路中,再把电压表并联进去,或把仪表的电流部分先串联到电路中,再并联电压部分(如功率表的使用)。

九、避免空程误差

由丝杠和螺母构成的传动与读数机构,由于螺母与丝杠之间有螺纹间隙,往往在测量

刚开始或刚反向转动时,丝杠需要转过一定的角度(可能达几十度),才能与螺母啮合。结果与丝杠连结在一起的鼓轮已有读数改变,而由螺母带动的机构尚未产生位移,造成虚假读数而产生空程误差。为了避免产生空程误差,使用这类仪器(如螺旋测微器、读数显微镜)时,必须待丝杠与螺母啮合后,才能进行测量,且只能向一个方向旋转鼓轮,切忌反转。

§ 1.4 物理实验基本规则

一、电磁学实验基本规则

在电磁学实验中,为了防止元器件、仪器、仪表的损坏和人身触电事故,确保实验顺利进行,必须注意以下几点。

(1)使用元器件、仪器和仪表前,必须结合说明书(或实验指导书)了解该器件、仪器和仪表的面板结构(见表 1)和使用方法,了解各开关、插口、旋钮、按钮和接线柱的位置和功能。切不可在不了解(或不甚了解)仪器性能和操作规程的情况下,抱着试试看的心态,随意使用操作。

表 1 常见电气仪表面板上的标记

名称	符号	名称	符号
指示测量仪表的一般符号	○	整流式仪表	
检流计		电动式仪表	
安培表	A	电动式比率表	
毫安表	mA	感应式仪表	
微安表	μA	静电式仪表	
伏特表	V	直流	—
毫伏表	mV	交流	~
千伏表	kV	交流、直流	— ~
欧姆表	Ω	三相交流	3N~
兆欧表	MΩ	以标度尺量程百分数表示的精确度等级,例如 1.5 级	1.5
负端钮	—	以标度尺长度百分数表示的精确度等级,例如 1.5 级	1.5
正端钮	+	以指示值的百分数表示的精确度等级,例如 1.5 级	
公共端钮	*	标度尺位置为垂直	⊥
接地端钮		标度尺位置为水平	
调零器		标度尺与水平倾角为 30°	∠30°
磁电式仪表		不进行绝缘耐压试验	
磁电式比率表		绝缘强度试验电压为 500V	☆
电磁式仪表		绝缘强度试验电压为 2kV	
电磁式比率表		Ⅱ级防外磁场及电场	Ⅱ Ⅱ

(2)根据实验线路和具体设备,在接线前,首先估计电路中可能出现的电流和电压的