

高等学校物理实验教学示范中心系列教材

# 大学物理实验 I

主编 李海洋      副主编 陈水桥 陈红雨 鲍德松 刘才明

 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校物理实验教学示范中心系列教材

# 大学物理实验 I

DAXUE WULI SHIYAN I

主编 李海洋

副主编 陈水桥 陈红雨 鲍德松 刘才明

 高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS · BEIJING

## 内容提要

本书是参照教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会编制的《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》(2010年版)编写而成的。教材在强调实验的规范化操作和与理论的联系,突出科学实验理念和方法的同时,倡导自主学习和实验内容的拓展,着力解决实际问题和创新能力的培养。本书将先进测量技术和计算机技术引入到物理实验中,同时在部分实验中提供二维码链接实验操作视频,辅助学生利用移动智能终端进行预习。

本书由绪论、力学实验(10个)、热学实验(8个)、电磁学实验(11个)和光学实验(8个)组成,适合作为高等学校理、工、农、医各个大类学生48学时左右的大学物理实验课程教材,也可供社会读者阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验. I / 李海洋主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2014.1

ISBN 978-7-04-039045-2

I. ①大… II. ①李… III. ①物理学-实验-高等学校-教材 IV. ①O4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第300296号

策划编辑 高聚平  
插图绘制 尹莉

责任编辑 高聚平  
责任校对 张小镝

封面设计 于文燕  
责任印制 韩刚

版式设计 范晓红

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 保定市中国画美凯印刷有限公司  
开本 787mm×960mm 1/16  
印张 18.75  
字数 340千字  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landrac.com>  
<http://www.landrac.com.cn>  
版次 2014年1月第1版  
印次 2014年1月第1次印刷  
定价 29.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 39045-00

# 前 言

历史上,物理学是自然科学发展的火车头。当今,物理学仍然是理、工、农、医等学科的重要基础之一,“大学物理”和“大学物理实验”也被高等学校列为重要必修课程。

结合我国中学教育在实验技能方面培养欠缺的实际情况,各高校给理工科类大学生开设了“大学物理实验”课程,这是培养能够结合实践、具有综合和创新能力的优秀大学生的重要环节。因此,我们参照教育部高等学校物理学与天文教学指导委员会、物理基础课程教学指导分委员会编制的《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》(2010年版)编写完成本书。

浙江大学以“求实创新,整合培养,以人为本,追求卓越”为培养理念,试行本科大类招生、基础课大类培养的模式。物理实验教学示范中心为大类学生开设“大学物理实验 I”和“大学物理实验 II”两门大类课程。《大学物理实验 I》是适合理、工、农、医各个大类学生物理实验课程体系(即 48 课时,1.5 学分)的教材,《大学物理实验 II》是适合理、工大类中对物理实验课程有提高要求的专业(即再修 48 课时,1.5 学分)的教材。本教材适合高等学校理工科类学生选用。

《大学物理实验 I》内容由绪论、力学实验(10 个)、热学实验(8 个)、电磁学实验(11 个)和光学实验(8 个)组成。《大学物理实验 II》内容由综合探究类实验(13 个)和设计创新类实验(16 个)组成。教材强调实验的规范化操作和与理论的联系,突出科学实验的理念和方法,指导学生掌控实验过程,倡导自主学习和实验内容的拓展,着力于解决实际问题和创新能力的培养。教材将先进测量技术和计算机技术引入物理实验中,为后继课程和今后工作打好了实验基础。

在部分实验内容中引入二维码,可链接到相应的视频课件,有利于学生更好地预习。在每章前增设了基础知识的内容,以弥补在高中阶段对实验教学重视不够的影响,为学生更好地理解 and 做好实验提供帮助。在不同的实验中可能会有少许重复,这是为了学生在每个实验预习中相对独立和完整地获取信息。

本书主编为李海洋,副主编为陈水桥、陈红雨、鲍德松、刘才明,参编人员有

厉位阳、陈星、张建华、杨慧、王琨、王宙洋、殷立明等老师,在此还要感谢浙江大学物理实验教学中心其他同事的重要贡献,感谢高等教育出版社各位同志对本书付出的努力,感谢浙江大学和物理系领导的大力支持。

由于物理学实验涉及的知识广博,而编者水平有限,书中难免存在不足和纰漏之处,衷心期望同行和同学们提出建议和批评。

编 者

2013年8月

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	(1)
<b>2 力学实验</b> .....	(30)
力学实验基础知识 .....	(30)
实验 2.1 牛顿第二定律的验证 .....	(40)
实验 2.2 抛体运动的照相法研究 .....	(47)
实验 2.3 力传感器在冲量测量中的应用 .....	(55)
实验 2.4 碰撞实验 .....	(61)
实验 2.5 用扭摆法测定物体转动惯量 .....	(68)
实验 2.6 金属材料杨氏模量的测定 .....	(76)
实验 2.7 动态法测量材料杨氏模量 .....	(82)
实验 2.8 固定均匀弦振动的研究 .....	(87)
实验 2.9 声速的测定 .....	(93)
实验 2.10 环状法测量液体表面张力 .....	(99)
<b>3 热学实验</b> .....	(103)
热学实验基础知识 .....	(103)
实验 3.1 空气密度和普适气体常量的测定 .....	(107)
实验 3.2 麦克斯韦速率分布函数的实验验证 .....	(114)
实验 3.3 测定气体热导率 .....	(119)
实验 3.4 线膨胀系数实验 .....	(125)
实验 3.5 用闪光法测定不良导体的热导率 .....	(129)
实验 3.6 动态法测量良导热体的热导率 .....	(134)
实验 3.7 稳态法测定不良导体的热导率 .....	(141)
实验 3.8 液体黏性系数的测定 .....	(145)
<b>4 电磁学实验</b> .....	(149)
电磁学实验基础知识 .....	(149)
实验 4.1 示波器的使用 .....	(160)

实验 4.2	惠斯登电桥	(169)
实验 4.3	非平衡直流电桥	(174)
实验 4.4	直流双臂电桥	(180)
实验 4.5	简易万用表的设计与制作	(186)
实验 4.6	组装整流器	(190)
实验 4.7	用霍尔传感器测量磁场	(196)
实验 4.8	铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线	(203)
实验 4.9	电子比荷的测量	(209)
实验 4.10	密立根油滴实验	(214)
实验 4.11	日光灯的组装及交流电路功率因数的提高	(220)
<b>5</b>	<b>光学实验</b>	(225)
	光学实验基础知识	(225)
实验 5.1	分光计的调整和使用	(234)
实验 5.2	等厚干涉	(241)
实验 5.3	双棱镜干涉	(247)
实验 5.4	光速测量	(253)
实验 5.5	迈克耳孙干涉仪的应用	(257)
实验 5.6	光电效应测定普朗克常量	(263)
实验 5.7	棱镜偏向角特性	(268)
实验 5.8	旋转液体综合实验	(272)
附录 1	基本物理常量	(278)
附录 2	国际单位制	(279)
附录 3	不同温度下水的饱和蒸汽压	(281)
附录 4	常用单位换算	(285)
附录 5	不同温度下水的黏度系数	(286)
附录 6	海平面上不同纬度处的重力加速度	(287)
附录 7	不同温度、压强下干燥空气的密度	(288)
附录 8	不同温度时干燥空气中的声速	(289)
附录 9	20℃时某些固体和液体的密度	(290)
附录 10	常用材料的热导率	(290)
附录 11	20℃时部分液体对空气接触面的表面张力系数	(291)
附录 12	20℃时某些物质相对空气的折射率	(291)
附录 13	常用光源的谱线波长	(292)
	参考资料	(293)



# 1

## 绪论

实验是观察的一种形式,是人们通过观察探索科研对象有关规律和机制的一种研究方法。它是人类获取知识、检验知识的一种实践形式。因此科学实验越来越广泛地被人类所应用,并且在现代科学中占有越来越重要的地位。在现代科学中,人们需要解决的研究课题日益复杂和多样,使得科学实验的形式也不断丰富和多样。

### (一) 物理实验课的教学目的

普通物理实验是理工类大学生必修的一门基础课程。通过多元化的实验教学过程,学生接受到系统的实验基础理论和基本技能的训练,初步掌握基础物理实验的基本内容;观察、研究有关的物理过程,提高用实验方法研究物理规律的能力,从而加深对物理现象及其规律的认识;培养独立进行实验操作和从事科学实验工作的能力,严肃认真的科学态度和工作作风,为今后的科研和工作打下良好的基础。

本实验课程的主要教学目的如下:

- ① 培养学生自学能力:通过阅读教材和查阅相关资料,能理解实验原理和方法;
- ② 培养学生动手能力:学会正确使用基本实验仪器,掌握基本物理量的测量方法和实验操作技能;
- ③ 培养学生解决问题能力:掌握正确记录和处理数据的方法,能独立分析实验结果和撰写实验报告;
- ④ 培养学生科学研究能力:通过分析实验现象,探究实验规律,培养学生的研究能力;
- ⑤ 培养学生严谨的科学态度:培养学生在实验室里实事求是、严谨踏实的工作作风,坚韧不拔的钻研精神;

⑥ 培养学生优良的品质:遵守实验室规章制度,养成团结协作的精神。

物理实验主要包括力学、热学、电磁学和光学四大类实验。通过系统的实验训练有助于学生掌握物理实验的思路、方法和技巧,使学生养成良好的实验习惯,并具有一定的独立观察物理现象和独立完成实验的能力。

## (二) 测 量

测量是指按照某种规律,用数据来描述观察到的现象,从而对事物作出量化的描述。测量学是从人类生产实践中发展起来的一门历史悠久的科学,是人类与大自然作斗争的一种手段。测量最基本的方式是比较,即将被测的未知物理量和预定的标准量进行比较而确定物理量的量值。由测量所得到的被测物理量的量值表示为数值和计量单位的乘积。

根据被测物理量的性质,物理实验的测量结果大体分为两类:一是定性反映客观事物本质属性的概念,如机械运动、分子运动、热平衡、磁场、交流电等;二是定量反映客观事物本质属性的概念,这种概念就是物理量,如长度、速度、热量、功、电流等。

### 2.1 测量四要素

测量四要素主要是指被测对象、测量程序、测量准确度和计量单位。通常将它们统称为测量过程四要素。

**被测对象:**包括长度、角度、形状、相对位置等。

**测量程序:**测量程序是指根据给定的测量原理,对测量过程中使用的操作安排,测量结果的数据处理的详细描述。

**测量准确度:**是指被测量的值与其真值相一致的程度。在测量过程中,由于各种因素的影响,不可避免地会产生或大或小的测量误差。测量误差小,则测量准确度高;测量误差大,则测量准确度低。

**计量单位:**是指用以定量表示同类量值的标准量。比如,几何量中长度的基本单位为米,平面角的角度单位为弧度,等等。

### 2.2 直接测量与间接测量

测量可分为直接测量和间接测量。

直接测量是指被测量直接与标准量比较而得到测量值的方法。简单地说是指无需经过函数关系的计算,直接通过测量仪器得到被测量的值。例如,测量物体的长度,可以选用游标卡尺或螺旋测微器直接测量;称量物体的质量,可以选

用分析天平或电子天平称量。

间接测量是指已知被测量与某一个或若干个其他量具有一定的函数关系,通过直接测量这些相关量值,然后用函数式计算出被测量值的测量方法。简单地说是把直接测量的量经过函数关系的计算得到被测量值。如单摆法测重力加速度  $g$  时,其中  $T$ (周期)、 $L$ (摆长)是直接测量值,而  $g$  就是间接测量值。

一般情况下直接测量准确度会更高,但是多数物理量不是直接测量就能得到的,所以在一定条件下的间接测量就变得非常重要了。

如图 1-2-1 所示,圆柱体的质量  $m$ 、直径  $d$  和高度  $h$  可以直接测量,圆柱体密度  $\rho$  可以用下面公式间接测量:

$$\rho = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

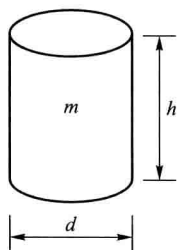


图 1-2-1

### (三) 误 差

#### 3.1 误差概念

测量值与真值之差称为误差。物理实验离不开对物理量的测量,测量有直接测量,也有间接测量。但是由于仪器、实验条件、环境等因素的限制,测量不可能无限准确,物理量的测量值与客观存在的真实值之间总会存在着一定的差异,这种差异就是测量误差。误差与错误不同,错误是可以避免的,而误差是不可能绝对避免的。

众所周知,物理实验包括实验方案设计、实际测量操作和数据处理过程。在这些过程中,测量误差是普遍存在的。测量误差是相对于真值而言的,一般地,真值是未知的,为了要对测量结果的可靠性给予标度,人们引进了不确定度的概

念。而不确定度的计算又借用了误差计算的理论。因此,了解测量误差的来源,分析测量误差的性质是十分必要的,这样才能做到正确处理数据和评估测量结果。了解测量误差的目的是为了更好地优化实验,合理选择测量仪器,提高实验的准确度并给出正确、无歧义的实验结果。

误差理论是计量科学的基础,也是物理实验中数据处理的依据,其中包含了许多概率和数理统计方面的知识,考虑到本科低年级学生一般不具有这方面的知识背景,在本教材中只对所用到的一些基本概念以及在本课程中的基本使用方法作一一介绍,并从可操作的角度出发,在某些地方还做了简化和限制处理。

物理实验按其性质可分为验证性实验和测量性实验,其共同特点都是通过测量来获得被测量的量值。在实验测量中,由于设计方案的不完善、仪器性能的局限、环境的不稳定等因素,得到的结果只能是真值的近似。为了评估测量结果的质量,人们定义了绝对测量误差、相对测量误差和标准误差。

#### (1) 绝对误差

绝对误差指测量结果与被测量真值之差,表明了误差本身的大小。绝对误差是有符号、有单位的量。

$$\text{绝对误差} = \text{测量值} - \text{真值}$$

#### (2) 相对误差

相对误差表明了误差的严重程度。相对误差是无符号、无单位的量,常用百分数表示,又称为百分误差。

$$\text{相对误差} = \frac{|\text{测量值} - \text{真值}|}{\text{真值}} \times 100\%$$

#### (3) 标准误差(又称标准差或均方根差,在实验教学中指有限次测量)

$$\text{标准误差} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n |\text{绝对误差}|^2}$$

在实际测量中,任何测量所得的结果都必定存在一定的测量误差。从设计方案开始,每一步都会有测量误差,因此,尽管提高仪器的准确度可以缩小测量误差,但是测量误差永远存在,测量误差伴随着测量的全过程。因此,有必要对这一普遍现象的规律做一简单的讨论。我们讨论测量误差的目的和要求是为了了解测量误差的来源和性质,寻求减小测量误差的途径和合理地评估、科学地表达实验结果。

### 3.2 误差分类

习惯上将测量误差简称为误差,根据误差的性质,把误差主要分为系统误

差、随机误差和粗大误差。

### (1) 系统误差(装置误差)

在同等条件下,对同一个待测量进行多次测量,测量值和真值的偏离总是相同的那一部分误差分量称作已定系统误差。引起这部分误差的原因有:实验方案和依据的理论公式的不完善,例如实验中依据的公式忽略了某些影响因素;仪器的准确度不够,例如测量器具的刻度不准,灵敏电流计的游丝弹性偏大或偏小、电子元件老化、机械零件移位、仪表零点漂移;环境温度和湿度等条件发生变化;测量者的心理和习惯等人为因素等。由此可见,对同等条件下的测量,已定系统误差是不变的,不会因测量次数的多少而改变。要减小测量误差,首先就必须发现和了解实验中的已定系统误差并修正它。系统误差有规律性,可通过实验方法或引入修正值方法进行修正。

在有些情况下,并不知道确切的系统误差值,只知道它处于一个范围,这种系统误差称作未定系统误差。例如仪器的允差,以游标卡尺为例,有的给出允差为 $\pm 0.02\text{ mm}$ 或 $\pm 0.05\text{ mm}$ 等。未定系统误差的处理方法将在后面有关测量不确定度的内容中介绍。

### (2) 随机误差(偶然误差)

随机误差又称偶然误差,在符合重复性或复现性条件下,对同一被测量进行多次测量,每次测量值相对于真值有一个无规律的涨落(大小,方向),这就是随机误差。在对涨落进行足够多次测量后,发现它们服从一定的统计规律,如单峰性:误差小的出现的概率大;对称性:正负误差出现的概率相等;有界性:在一定的测量条件下,误差大的出现概率为零。随机误差是变差,但存在规律,大多数实验测量的误差集合符合正态分布。随机误差是不可修正的,但可通过多次测量来减小它的影响。

### (3) 粗大误差(过失误差)

粗大误差是明显超出规定条件下预期的误差。粗大误差产生的原因主要有读错、写错、结果求错、仪器有缺陷和使用不正确、环境有非常大的干扰等。在实验数据中如出现异常数据,应对其进行科学的评估,以决定是否剔除。

在大部分物理实验中系统误差是测量误差的主要分量,在进行误差分析时应予以充分重视。

## 3.3 测量误差分布

测量误差分布表示测量误差随被测量的观测值的变化关系,从误差理论可知,对于不同的测量误差分布,测量结果落在相同置信区间中所对应的置信概率不一定相同。也就是说给出测量结果的同时,还应给出测量误差的分布类型。

但是决定某类物理实验的测量误差属于哪种误差分布是一个非常复杂的过程,在本教材的范围内测量误差分布只分析正态分布或均匀分布,这是两种常见的测量误差分布。

### (1) 正态分布

正态分布又称为 Gauss 分布,其分布曲线如图 1-3-1 所示。正态分布一般表述为:对被测量  $X$ ,在重复性条件(相同的测量条件)或复现性条件(改变了的测量条件)下进行  $n$  次重复观测,观测值为  $x_i (i=1,2,3,\dots,n)$ ,若其满足正态分布,则当观测次数  $n \rightarrow \infty$  时,有概率密度函数

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (-\infty < x < +\infty)$$

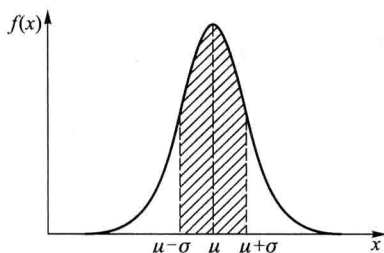


图 1-3-1

其中  $\mu = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  称为数学期望或均值,  $x_i = \mu$  为分布的中心点,此点对应的分布最大。 $f(x)$  为测量值的概率密度。

$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$  称为正态分布的标准偏差,它表征了测量值的分散程度。 $\sigma$  越大,正态分布曲线就越平坦,即曲线越矮宽,测量值的离散性就越大,反映测量的精密度越低。曲线与  $x$  轴之间所包围的面积表示置信概率。测量值落在区间  $[-\sigma, \sigma]$  之内的置信概率  $P$  为:

$$P = \int_{\mu-\sigma}^{\mu+\sigma} f(x) dx = 0.683$$

这表示测量值落在  $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$  区间的概率是 68.3%。若把区间范围扩大到  $[\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]$ ,则测量值落到此区域的概率为 95.5%,落到  $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$  区间的概率为 99.7%。

随机误差正态分布的性质如下:

① 单峰性:绝对值小的误差出现的可能性(概率)大,绝对值大的误差出现的可能性小。

② 对称性:大小相等的正误差和负误差出现的机会均等,对称分布于真值的两侧。

③ 有界性:非常大的正误差或负误差出现的可能性几乎为零。

④ 抵偿性:当测量次数非常多时,正误差和负误差相互抵消,于是误差的代数和趋向于零。

对于正态分布中测量次数有限时,一般用贝塞尔公式来表示实验的标准偏差。其公式为:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$

## (2) 均匀分布

均匀分布又称矩形分布,其分布曲线如图 1-3-2 所示,若被测量服从均匀分布,则有概率密度函数为:

$$f(x) = K \quad (-a < x < +a)$$

测量值落在区间  $[-a, +a]$  中的概率

$$P = \int_{-a}^{+a} f(x) dx = \int_{-a}^{+a} K dx = 1$$

即得  $f(x) = K = \frac{1}{2a}$ ,可以证明均匀分布的标准偏差  $\sigma = \frac{a}{\sqrt{3}}$ ,均匀分布表示测量值

以等概率落入区间  $[-\sqrt{3}\sigma, +\sqrt{3}\sigma]$  中,而落在该区间外的概率为零。

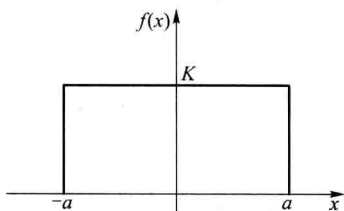


图 1-3-2

## 3.4 测量结果表达式

测量结果的完整表达式包括三个要素:测得值( $\bar{X}$ )、不确定度  $u$  和单位。即:

$$X = \bar{X} \pm u (\text{单位})$$

国际单位制(SI)中有七个基本单位:长度(米)、质量(千克)、时间(秒)、电流强度(安培)、热力学温标(开尔文)、物质的量(摩尔)、发光强度(坎德

拉)。由基本单位可以推导出的单位称为导出单位,相对应的物理量称为导出量。

### 3.5 精密度、准确度和正确度

精密度、准确度和正确度是物理实验教学中经常用到的几个概念。这几个概念有的是对仪器而言的,有的既是对仪器又是对测量而言的。

#### (1) 精密度

精密度是指经多次取样测定同一个均匀样品,各测定值彼此接近的程度。精密度一般以标准偏差表示。精密度表现了测量的重复性和再现性。

#### (2) 准确度

准确度是指测定值与真实值符合的程度,仪器的准确度等级一般是指在规定的条件下测量它指针满偏时出现的最大相对误差的百分数值。比如某电表的准确度等级是 2.5 级,其意义是指相对误差不超过满偏度的 2.5%,即最大绝对误差 = 量程 × 准确度等级%。显然用同一电表的不同量程测量同一被测量时,其最大绝对误差是不同的。因此使用电表时,就存在一个选择适当量程挡的问题。

#### (3) 正确度

正确度是指用相同方法对同一试样进行多次测定,各测定值的平均值与一个参考量值间的一致程度。正确度不是一个量,不能用数值表示。正确度与系统误差有关,与随机误差无关,参考量值指用作与同类量的值进行比较的基础的量值。

### 3.6 测量的精密度、测量的正确度和测量的准确度

#### (1) 测量的精密度

测量的精密度是指对某一量测量时,各次测量的数据大小彼此接近的程度。测量精密度越高,说明各次测量数据比较接近的程度高。它是偶然误差的反映,但由于系统误差情况不确定,故测量精密度高不一定测量准确度就高。

#### (2) 测量的正确度

测量的正确度是指测量数据的平均值偏离真值的程度。测量的正确度高,说明测量的平均值与真值偏离较小。它是系统误差的反映,但由于偶然误差情况不确定,故测量正确度高不一定测量精密度就高。

#### (3) 测量的准确度

测量的准确度是指测量数据集中于真值附近的程度。测量的准确度高,说明测量的平均值接近真值,且各次测量数据又比较集中,即测量的系统误差和偶



然误差都比较小,测量既准确又精密。因此,测量的准确度才是对测量结果的综合评价。

为了更好地说明测量的精密度、测量的正确度、测量的准确度,下面以打靶时弹着点为例子来说明三者之间的关系和不同之处。图 1-3-3 表示射击的精密度比较高,但是正确度比较低;图 1-3-4 表示射击的正确度比较高,但是精密度比较低;图 1-3-5 表示射击的精密度比较高,正确度也比较高,所以准确度较高。

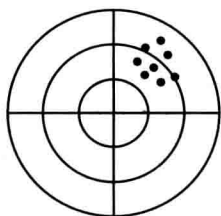


图 1-3-3

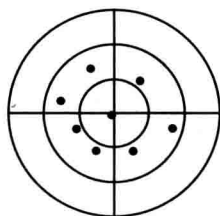


图 1-3-4

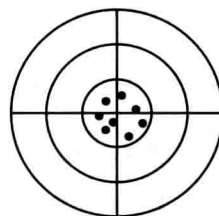


图 1-3-5

### 3.7 常用仪器误差

**仪器分辨力:**仪器的分辨力常指它能分辨的物理量的最小值。分辨力越高,它的分度越细,允许的偏差越小。

**仪器示值误差:**它表示仪器在正常使用下,仪器示值与对应输入量的参考值之差。一般写在仪器标牌上或说明书上。有的仪器直接给出准确度等级。

**仪器的标尺间隔:**又称分度值,指对应两相邻标尺标记的两个值之差。

**仪器的灵敏阈:**它表示仪器指示有了刚刚可以观察到的变化时,对应物理量的变化的大小。

下面是几种常用仪器的误差。

(1) 钢尺(见表 1-3-1)

表 1-3-1

量程	最小分度值	示值误差
150 mm	1 mm	0.10 mm
500 mm	1 mm	0.15 mm
1 000 mm	1 mm	0.20 mm