



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

传感器电路制作与调试 项目教程

★ 第2版 ★

主编 王 迪
副主编 林卓彬 徐志成 孙会勇
主审 聂辉海 隋秀梅

本书配有丰富的教辅资源，
请登录华信教育资源网下载



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

传感器电路制作与调试 项目教程

(第2版)

主 编 王 迪

副主编 林卓彬 徐志成 孙会勇

参 编 李宝泉 裴 蓓 吕国策

主 审 聂辉海 隋秀梅

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是职业院校工科类教材,以培养学生实践动手能力为主线,主要介绍了各种传感器的类型及应用。本书包含 22 个项目,每个项目的知识点随着实际工作的需要引入,项目内容包括“任务引入”、“原理分析”、“任务实施”等环节。除此之外,教材中还提供了电路原理图、元器件清单、元器件实物照片、电路制作技巧及电路制作注意事项等内容,每节均配有启发性的思考题及相应的阅读材料。本书附带多媒体教辅资源(www.hxedu.com.cn),便于教师和学生使用。

本书适用于职业院校学生,也可供对传感器技术感兴趣的自学者参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

传感器电路制作与调试项目教程 / 王迪主编. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2015.8

ISBN 978-7-121-26174-9

I. ①传… II. ①王… III. ①传感器—电子电路—制作—高等职业教育—教材②传感器—电子电路—调试方法—高等职业教育—教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 116078 号

策划编辑:白楠

责任编辑:白楠

印刷:涿州市京南印刷厂

装订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:352 千字

版次:2011 年 8 月第 1 版

2015 年 8 月第 2 版

印次:2015 年 8 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

职业教育肩负着“为生产、建设、管理、服务第一线培养高级技术应用型人才”的使命，基于职业教育的特定性，其教材必须有自己的体系和特色。

本教材为工科类职业院校应用电子技术、电气自动化技术、机电一体化技术、城市轨道交通车辆等专业的一门必修专业课程。该书打破学科体系对知识内容的序化，以能力培养为主线，依据技术领域和职业岗位（群）的任职要求，对原有的课程内容进行重构和优化。依据课程教学目标，将“电子技术”、“传感器技术”、“电子电气 CAD”和“电子技能实训”综合在一起，根据传感器的种类及应用将教材分为两篇，其中第一篇包含 9 章，对应 22 个项目，第二篇包含 3 章，内容涵盖了各种常见传感器及其应用领域的相关知识。每个项目以实例为引，采用“任务引入—分析—设计—制作—调试”的工作流程。以此增强学生在校学习与实际工作的一致性，凸显课程的职业特色。

本书编写特点：

1. 以传感器为中心设计电路，力求以少的元器件数目、以简单的电路设计，实现传感器的功能；
2. 本书大部分项目均在光盘中配备了教学指南、电子教案、习题答案、Protel 文件以及项目演示视频供读者参考；
3. 书中选取的项目具有很强的扩展性，在原有电路的基础上进行功能扩展之后就能实现其他应用。

本教材由长春职业技术学院工程技术分院王迪任主编，由长春职业技术学院工程技术分院林卓彬、徐志成，长春市轨道交通集团有限公司高级工程师孙会勇任副主编，吉林工业职业技术学院自动化系李宝泉，长春职业技术学院工程分院裴蓓、吕国策任参编。其中第一篇“传感器电路制作与调试”部分中的绪论由裴蓓编写，第一章、第二章、第三章由王迪编写，第四章由吕国策编写，第五章、第六章、第七章、第八章由林卓彬编写，李宝泉参与了第七章的编写工作，第九章由孙会勇编写，第二篇“传感器典型应用”由徐志成编写，全书由王迪统稿，由长春职业技术学院工程技术分院隋秀梅担任主审。电子工业出版社还聘请了聂辉海老师对书稿进行了审阅。

本书在编写过程中，得到了编者所在单位各部门工作人员的大力协助，在此一并表示感谢。由于作者水平有限，疏漏之处在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇

绪论 传感器的应用	2
第一章 测量	7
项目 1 电阻的测量	11
第二章 温度传感器	14
项目 2 温度报警电路	20
项目 3 多点温度声光报警电路	24
项目 4 简易热电偶	37
项目 5 火灾报警电路	41
项目 6 简易室内温度计	47
第三章 光电传感器	52
项目 7 简易自动照明装置	58
项目 8 简易照度计	62
项目 9 光电池的应用	65
项目 10 红外遥控测试仪	70
第四章 气体传感器	74
项目 11 酒精检测仪	78
项目 12 瓦斯报警器	82
第五章 湿度传感器	87
项目 13 婴儿尿湿报警器	90
项目 14 湿度测试仪	94
第六章 磁敏传感器	99
项目 15 磁控电路	102
项目 16 入侵报警器	114
第七章 超声波传感器	120
项目 17 超声波测距仪	125

第八章 力传感器 135

 项目 18 应变片的应用 140

 项目 19 声控玩具娃娃 146

 项目 20 保险柜防盗报警电路 151

 项目 21 声音传感器电路 160

第九章 电涡流传感器 169

 项目 22 金属检测仪 175

第二篇

第一章 机器人传感器相关知识简介 181

第二章 汽车传感器基础知识阅读 185

第三章 家居传感器 196

布局设计用纸 201

第一篇

绪论 传感器的应用

传感器技术是信息技术的三大支柱之一，广泛应用在工业自动化、能源、交通、灾害预测、安全防卫、环境保护、医疗卫生等方面，具有举足轻重的作用。人类的日常生活中也离不开传感器，可以说现代生活中传感器是无时不在，无处不在。如果将自动控制设备的功能与人体相比较，则传感器就相当于人的眼、耳、鼻等感觉器官，生活中如果感觉器官不灵敏，人就不会得心应手地行动；同样，对于自动控制系统，如果不能准确地检测被控量，则不能进行有效的控制。因此，传感器是自动控制系统的重要组成部分。

传感器是将各种输入物理量（非电量）转变为电量的器件或机构，它是获取电信号的关键部件。某些传感器不仅能够转换物理量，同时还具有摄取、传输和识别的功能。

一、什么是传感器

人们为了从外界获取信息，必须借助于感觉器官。人的感官——眼、耳、鼻、舌、皮肤分别具有视、听、嗅、味、触觉，人的大脑通过感官就能感知外部信息。人的行动受大脑支配，而大脑发出各种行动指令的依据，则是人的感官。没有感官的帮助，高度发达的大脑将毫无用武之地。现代信息技术包括计算机技术、通信技术和传感器技术。计算机相当于人的大脑，通信相当于人的神经，而传感器相当于人的感官。计算机发出各种指令的依据是对各被控制量的测量结果，而对被控制量的测量一般是由传感器来完成的。传感器既能够感受指定的被测量，并将其按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，也可以将传感器理解成一感二传，即感受被测信息并传送出去。

二、传感器有什么作用

传感器的应用越来越广泛，例如家用电冰箱是用温控器来控制压缩机的开关而达到温度控制的目的。如果温控器中的温度传感器损坏，则电冰箱就无法正常工作了。再比如一架现代波音飞机中的各种传感器达到上千只。目前，传感器已应用到诸如工业生产、宇宙探索、海洋探测、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程和文物保护等极其广泛的领域。总之，从茫茫的太空到浩瀚的海洋，以及各种复杂的工程系统，几乎每一个现代化项目都离不开各种各样的传感器。由此可见，传感器技术在发展经济、推动社会进步方面具有十分重要的作用。

三、传感器的分类

传感器的种类繁多、原理各异，检测对象几乎涉及各种参数，通常一种传感器可以检测多种参数，一种参数又可以用多种传感器测量。所以传感器的分类方法至今尚无统一规定，

主要按工作原理、输入信息和应用范围来分类。

1. 按工作原理分

传感器按工作原理大体上可分为物理型、化学型及生物型三大类。

物理型传感器是利用某些变换元件的物理性质以及某些功能材料的特殊物理性能制成的传感器，它又可以分为物性型传感器和结构型传感器。

物性型传感器是利用某些功能材料本身所具有的内在特性及效应将被测量直接转换为电量的传感器。结构型传感器是以结构（如形状、尺寸等）为基础，在待测量作用下，其结构发生变化，利用某些物理规律，获得比例于待测非电量的电信号输出的传感器。

化学型传感器是利用敏感材料与物质间的电化学反应原理，把无机和有机化学成分、浓度等转换成电信号的传感器，如气体传感器、湿度传感器和离子传感器等。

生物型传感器是利用材料的生物效应构成的传感器，如酶传感器、微生物传感器、生理量（如血液成分、血压、心音、血红蛋白、激素、筋肉强力等）传感器、组织传感器、免疫传感器等。

2. 按输入信息分类

传感器按输入量分类有位移传感器、速度传感器、加速度传感器、温度传感器、压力传感器、力传感器、色传感器、磁传感器等，以输入量（被测量）命名。这种分类对传感器的应用很方便。

3. 按应用范围分类

根据传感器的应用范围不同，通常可分为工业用、农业用、民用、科研用、医用、军用、环保用和家电用传感器等。若按具体使用场合，还可分为汽车用、舰船用、飞机用、宇宙飞船用、防灾用传感器等。如果根据使用目的的不同，又可分为计测用、监视用、检查用、诊断用、控制用和分析用传感器等。

四、传感器的选用

现代传感器在原理与结构上千差万别，如何根据具体的测量目的、测量对象以及测量环境合理地选用传感器，是在进行某个量的测量时首先要解决的问题。当传感器确定之后，与之相配套的测量方法和测量设备也就可以确定了。测量结果的成败，在很大程度上取决于传感器的选用是否合理。

1. 根据测量对象与测量环境确定传感器的类型

要进行一项具体的测量工作，首先要考虑采用何种原理的传感器，这需要分析多方面的因素之后才能确定。因为，即使是测量同一物理量，也有多种原理的传感器可供选用，哪一种原理的传感器更为合适，则需要根据被测量的特点和传感器的使用条件考虑以下一些具体问题：量程的大小；被测位置对传感器体积的要求；测量方式是接触式还是非接触式；信号的引出方法是有线还是无线；传感器的来源是国产还是进口，价格能否承受，还是自行研制。

在考虑上述问题之后就能确定选用何种类型的传感器，然后再考虑传感器的具体性能

指标。

2. 灵敏度的选择

通常，在传感器的线性范围内，希望传感器的灵敏度越高越好。因为只有灵敏度高时，与被测量变化对应的输出信号的值才比较大，有利于信号处理。但要注意的是，传感器的灵敏度高，与被测量无关的外界噪声也容易混入，也会被放大系统放大，影响测量精度。因此，要求传感器本身应具有较高的信噪比，尽量减少从外界引入的干扰信号。

传感器的灵敏度是有方向性的。当被测量是单向量，而且对其方向性要求较高时，则应选择其他方向灵敏度小的传感器；如果被测量是多维向量，则要求传感器的交叉灵敏度越小越好。

3. 频率响应特性

传感器的频率响应特性决定了被测量的频率范围，必须在允许频率范围内保持不失真的测量条件，实际上传感器的响应总有一定延迟，希望延迟时间越短越好。

传感器的频率响应高，可测的信号频率范围就宽，而由于受到结构特性的影响，机械系统的惯性较大，因而频率低的传感器可测信号的频率较低。

在动态测量中，应根据信号的特点（稳态、瞬态、随机等）选择响应特性，以免产生过大的误差。

4. 线性范围

传感器的线性范围是指输出与输入成正比的范围。理论上讲，在此范围内，灵敏度保持定值。传感器的线性范围越宽，则其量程越大，并且能保证一定的测量精度。在选择传感器时，当传感器的种类确定以后首先要看其量程是否满足要求。

但实际上，任何传感器都不能保证绝对的线性，其线性度也是相对的。当要求的测量精度比较低时，在一定的范围内，可将非线性误差较小的传感器近似看作线性的，这会给测量带来极大的方便。

5. 稳定性

传感器使用一段时间后，其性能保持不变化的能力称为稳定性。影响传感器长期稳定性的因素除传感器本身结构外，主要是传感器的使用环境。因此，要使传感器具有良好的稳定性，传感器必须要有较强的环境适应能力。

在选择传感器之前，应对其使用环境进行调查，并根据具体的使用环境选择合适的传感器，或采取适当的措施，减小环境的影响。

传感器的稳定性有定量指标，在超过使用期后，在使用前应重新进行标定，以确定传感器的性能是否发生变化。

在某些要求传感器能长期使用而又不能轻易更换或标定的场合，所选用传感器的稳定性要求更严格，要能够经受住长时间的考验。

6. 精度

精度是传感器的一个重要的性能指标,它是关系到整个测量系统测量精度的一个重要环节。传感器的精度越高,其价格越昂贵。因此,传感器的精度只要满足整个测量系统的精度要求就可以,不必选得过高,这样就可以在满足同一测量目的的诸多传感器中选择比较便宜和简单的传感器。

如果测量目的是定性分析,选用重复精度高的传感器即可,不宜选用绝对量值精度高的;如果是为了定量分析,必须获得精确的测量值,就需选用精度等级能满足要求的传感器。对某些特殊使用场合,无法选到合适的传感器,则需自行设计制造传感器。自制传感器的性能应满足使用要求。

五、传感器的保养与维修

1. 传感器的使用保养

传感器的种类很多,使用范围也很广,使用前应注意仔细阅读说明书及相关资料。传感器的使用注意事项主要有以下几点。

- (1) 精度较高的传感器都需要定期校准,一般每 3~6 个月校准一次。
- (2) 传感器通过插头与供电电源和仪表连接时,应注意引线不能接错。
- (3) 各种传感器都有一定的过载能力,但使用时应尽量不要超过量程。
- (4) 在搬运和使用过程中,注意不要损坏传感器的探头。
- (5) 传感器不使用时,应存放在温度为 10~35℃、相对湿度不大于 85%、无酸、无碱、无腐蚀性气体的室内。

例如,打印机中的光电传感器被污染,会导致打印机检测失灵,如手动送纸传感器被污染后,打印机控制系统检测不到有、无纸张的信号,手动送纸功能便失效。因此,遇到这样的情况,我们应当仔细阅读说明书和使用注意事项,一旦出现这种情况应用脱脂棉把相关的各传感器表面擦拭干净,使它们保持洁净,始终具备传感灵敏度。

2. 传感器的维修

传感器故障分析与维修是一线操作和维护人员经常遇到的问题,如下是一些常用的处理方法。

(1) 调查法。

调查法是通过故障现象和它产生发展过程的调查了解,分析判断故障原因的方法。

(2) 直观检查法。

直观检查法是不用任何测试仪器,通过人的感官(眼、耳、鼻、手)去观察发现故障的方法。直观检查法分外观检查和开机检查两种。

(3) 替换法。

替换法是通过更换传感器件或线路板以确定故障在某一部位的方法。用规格相同、性能良好的元器件替下怀疑故障的元器件,然后通电试验,如故障消失,则可确定该元器件是故障所在。若故障依然存在,可对另一被怀疑的元器件或线路板进行相同的替代试验,直到确定故障部位。

在传感器出现不可修复的故障时，坚持以“替换”为修理方法。当手头没有相同型号的传感器可供替换时，就进行相关参数的调整。调整后的系统需调试合格后才能运行。

说到传感器就不能不提测量的相关概念。检测与转换技术是自动检测技术和自动转换技术的总称，它是以研究自动检测系统中的信息提取、信息转换以及信息处理的理论和技术为主要内容的一门应用技术学科。本书将在第一章介绍有关测量的基础知识。

第一章 测 量

测量就是通过一定的实验方法、借助一定的实验器具将待测量与选做标准的同类量进行比较的实验过程。测量结果应包括数值、单位以及结果可信赖的程度（不确定度）三部分。本章介绍测量和误差的相关知识。

一、测量方法

对于测量方法，从不同的角度出发，有不同的分类方法。

1. 静态测量和动态测量

根据被测量是否随着时间变化，可分为静态测量和动态测量。例如，用尺子测量桌子的长度属于静态测量（图 1-1）；又如，当乘坐飞机时，气流从机头前方流向飞机，飞机速度越快，气流速度越大，用测量气流速度的方法来测量飞机速度就属于动态测量（图 1-2）。



图 1-1 静态测量



图 1-2 动态测量

2. 直接测量和间接测量

根据测量的手段不同，可分为直接测量和间接测量。用标定的仪表直接读取被测量的测量结果，该方法称为直接测量。比如，用电压表直接测量电阻值，如图 1-3 所示。间接测量是利用直接测量的量与被测量之间的函数关系（可以是公式、曲线或表格等）间接得到被测量量值的测量方法。例如伏安法测电阻，利用电压表和电流表分别测量出电阻两端的电压和通过该电阻的电流，然后根据欧姆定律计算出被测电阻的大小。



图 1-3 直接测量

3. 模拟式测量和数字式测量

根据测量结果的显示方式，可分为模拟式测量和数字式测量。如图 1-4 所示为模拟式测量，如图 1-5 所示为数字式测量。通常情况下，要求精密测量时均采用数字式测量。

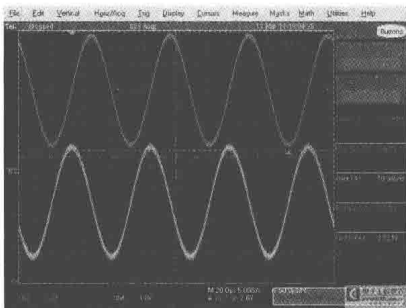


图 1-4 模拟式测量



图 1-5 数字式测量

4. 接触式测量和非接触式测量

根据测量时是否与被测对象接触，可分为接触式测量和非接触式测量。例如，用红外体温测试仪测量体温属于非接触式测量，而用传统的水银体温计测体温则属于接触式测量，如图 1-6 所示。非接触式测量不影响被测对象的运行工况，是目前发展的趋势。



(a) 非接触式测量



(b) 接触式测量

图 1-6 体温测量

5. 在线测量和离线测量

根据检测过程是否与生产过程同时进行，可分为在线测量和离线测量。例如，为了监视生产过程，在生产流水线上检测产品质量的测量称为在线测量，如图 1-7 所示，它能保证产品质量的一致性。而离线测量则是在产品生产完成后的测量形式，虽然能测量出产品的合格与否，但无法实时监控生产质量。



图 1-7 在线测量

二、测量误差

要取得任何一个量的值，都必须通过测量完成。任何测量方法测出的数值都不可能是绝对准确的，即总是存在所谓的“误差”。这是因为测量设备、仪表、测量对象、测量方法、测量者本身都不同程度受到自身和周围各种因素的影响，并且这些影响因素也在经常不断地变化着；其次，被测量对象对仪器施加作用，才能使仪器

给出测量结果，但是被测量对象和测量仪器之间的作用是相互的，测量仪器对被测量对象的反作用不可避免地会改变被测对象的原有状态。

测量值与真实值之间的差值称为测量误差。测量误差按误差的表示方法不同可分为绝对误差和相对误差；按误差出现的规律可分为系统误差、随机误差和粗大误差；按误差是否随时间变化可分为静态误差和动态误差。

1. 绝对误差和相对误差

所谓绝对误差 Δx 是指某一物理量的测量值 x 与真值 A_0 的差值。

$$\Delta x = x - A_0 \quad (1-1)$$

例如，一个采购员买了 100kg 大米、10kg 苹果、1kg 巧克力，回来称重发现大米是 99.5kg，苹果是 9.5kg，巧克力是 0.5kg。试问：购买这三样东西的绝对误差分别是多少？根据公式可以得出，购买大米、苹果和巧克力的绝对误差都是 0.5kg，但假如你是采购员，你对这三个卖家的意见能一样吗？

虽然绝对误差相同，但是对卖巧克力的卖家意见最大。产生这一情况的因素是相对误差。

相对误差可以用来表示测量值偏离真实值的程度，也就是测量精确度的高低。相对误差有两种：一种是示值相对误差，另一种是满度相对误差。

示值相对误差 δ_A ：示值相对误差是用绝对误差 Δx 与被测量实际值 A_0 的百分比来表示的相对误差，即

$$\delta_A = \frac{\Delta x}{A_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

回到刚才有关采买的问题，利用公式分别计算购买大米、苹果、巧克力的示值相对误差得到的值为 $\frac{0.5}{99.5}$ 、 $\frac{0.5}{9.5}$ 、 $\frac{0.5}{0.5}$ ，可见购买巧克力的示值相对误差最大，因此对卖巧克力的商家意见最大。

再来说说另一种相对误差——满度（或引用）相对误差 δ_m ：满度相对误差是用绝对误差 Δx 与仪器的满度值 A_m 的百分比值表示的相对误差，即

$$\delta_m = \frac{\Delta x}{A_m} \times 100\% \quad (1-3)$$

上述相对误差在多数情况下均取正值。对测量下限不为零的仪表而言，可用最大量程减去最小量程（ $A_{\max} - A_{\min}$ ）来代替分母中的 A_m ，当 Δ 取最大值 Δm 时，满度相对误差常被用来确定仪表的准确度等级 S

$$S = \left| \frac{\Delta x}{A_m} \right| \times 100 \quad (1-4)$$

准确度等级也被称作精度等级，在测量仪器上经常可以看到精度等级。我国模拟仪表有下列 7 种等级：0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0（表 1-1）。它们分别表示对应仪表的满度相对误差所不应超过的百分比。一般来说，等级的数值越小，仪表的价格就越贵。根据仪表的精度等级可以确定测量的满度相对误差和最大绝对误差。

表 1-1 仪表的准确度等级和基本误差

等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差	±0.1	±0.2%	±0.5%	±1.0%	±1.5%	±2.5%	±5.0%

在每次测量中是不是选用精度等级越小的仪表越好呢？例如有 0.5 级的 0~300℃ 的和 1.0 级的 0~100℃ 的两个温度计，要测量 80℃ 的温度，试问用哪一个温度计好？要想知道用哪一个温度计更好，就应求出哪一个温度计测量后的示值相对误差更小，根据公式可得：

用 0.5 级表测量时，可能出现的最大示值相对误差为

$$\delta_x = \frac{\Delta m_1}{A_x} \times 100\% = \frac{300 \times 0.5\%}{80} \times 100\% = 1.875\%$$

若用 1.0 级表测量时，可能出现的最大示值相对误差为

$$\delta_x = \frac{\Delta m_2}{A_x} \times 100\% = \frac{100 \times 1.0\%}{80} \times 100\% = 1.25\%$$

计算结果表明，用 1.0 级表比用 0.5 级表的示值相对误差反而小，所以更合适。由上例可知，在选用仪表时应兼顾精度等级和量程，通常情况下希望示值落在仪表满度值的 2/3 左右。

2. 按误差出现的规律分类

（1）系统误差：其变化规律服从某种已知函数。系统误差主要由以下几方面因素引起：材料、零部件及工艺缺陷；环境温度、湿度、压力的变化以及其他外界干扰等。例如，机械手表和老式的挂钟就需要定期进行校准，如图 1-8 所示。

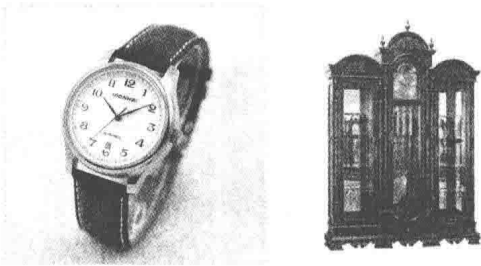


图 1-8 机械手表及机械挂钟

系统误差表明了一个测量量偏离真值或实际值的程度。在一个测量系统中，测量的精度由系统误差来表征，系统误差越小，测量就越正确，所以还经常用正确度一词来表征系统误差的大小。

（2）随机误差：也称偶然误差，其变化规律未知。随机误差是由很多复杂因素的微小变化的总和所引起的，因此分析起来比较困难。但是，随机误差具有随机变量的一切特点，在一定条件下服从统计规律。因此，通过多次测量后，对其总和可以用统计规律来描述，也可从理论上估计对测量结果的影响，如图 1-9 所示。

随机误差表现了测量结果的分散性。在误差理论中，常用精密度一词来表征随机误差的大小。随机误差越小，精密度越高。如果一个测量结果的随机误差和系统误差均小，则表明测量既精密又正确。

(3) 粗大误差：是指在一定条件下测量结果显著偏离其实际值所对应的误差。在测量及数据处理中，如发现某次测量结果所对应的误差特别大或特别小时，应认真判断该误差是否属于粗大误差，如属粗大误差，该值应舍去不用。

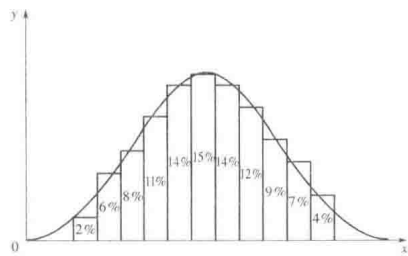


图 1-9 随机误差

3. 按误差是否随时间变化分类

- (1) 静态误差：是指被测量不随时间变化时所产生的误差。
- (2) 动态误差：是指被测量随时间变化时所产生的误差。即被测量随时间迅速变化时，系统的输出量在时间上不能与被测量的变化精确吻合。例如用水银温度计测量 100℃ 的液体温度，水银温度计不可能一下上升到 100℃，如果此时读取数据势必会产生误差，而该误差即为动态误差。

项目 1 电阻的测量

任务引入

如何能够测量出更为准确的数据？怎样才能判别使用哪个仪表测量更合适？测量时应尽量避免哪些引起误差的现象？

任务实施

任务一 电阻的测量

准备如下工具：

- 模拟万用表一块；
- 电阻三个（阻值分别为 120Ω，100kΩ，150kΩ）。

测量电阻，并填写表 1-2。

表 1-2 电阻测量值

电阻				
测量值				
读数值				
测量值 1				
测量值 2				
测量值 3				