

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

电子测量

主 编 胡祥青 吕爱华

副主编 叶华杰



北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

电子测量

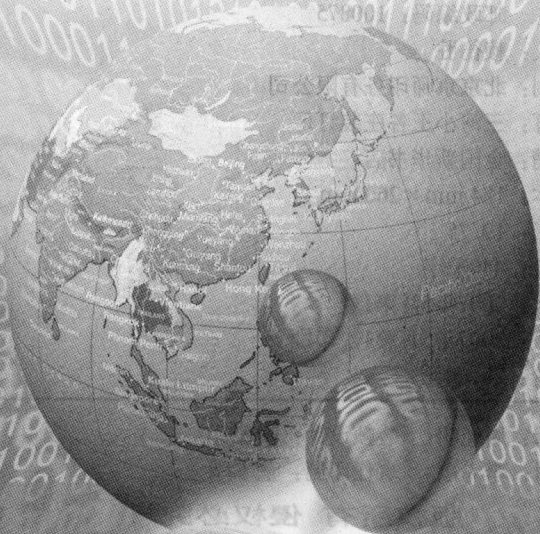
主 编 胡祥青 吕爱华

副主编 叶华杰

参 编 张世花 李荣治 袁贵民



北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS



图书在版编目(CIP)数据

电子测量/胡祥青等编. —北京: 北京师范大学出版社,
2007.6

(21世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 978-7-303-08546-0

I. 电… II. 胡… III. 电子测量—高等学校: 技术学校
—教材 IV. TM93

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第064192号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街19号

邮政编码: 100875

出 版 人: 赖德胜

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 三河小王各庄装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 184 mm × 260 mm

印 张: 19.75

字 数: 440千字

版 次: 2007年5月第1版

印 次: 2007年5月第1次印刷

定 价: 28.00元

责任编辑: 周光明 装帧设计: 李葆芬

责任校对: 李 菡 责任印制: 董本刚

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

本书如有印装质量问题, 请与出版部联系调换。

出版部电话: 010-58800825

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业院校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等高等职业院校的文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入的研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明、哈尔滨、天津召开高职高专教材研讨会,对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资培养等进行了深入的探讨,同时推出了一批公共素质教育、商贸、财会、旅游类高职教材。这些教材的特点如下。

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以3年制为基础,

兼顾2年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2.教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材,并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机、工商管理等专业教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业教育与教师教育分社全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	襄樊职业技术学院
山东劳动职业技术学院	九江职业技术学院
济宁职业技术学院	青岛远洋船员学院
辽宁省交通高等专科学校	无锡科技职业学院
浙江机电职业技术学院	广东白云职业技术学院
杭州职业技术学院	三峡大学职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	西安欧亚学院实验中心
西安科技大学通信学院	天津机电职业技术学院
西安科技大学机械学院	漯河职业技术学院
天津渤海职业技术学院	济南市高级技工学校
天津渤海集团公司教育中心	沈阳职业技术学院
连云港职业技术学院	江西新余高等专科学校
景德镇高等专科学校	赣南师范学院
徐州工业职业技术学院	江西交通职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院	河北农业大学城建学院
江西信息应用职业技术学院	华北电力大学
浙江商业职业技术学院	北京工业职业技术学院
内蒙古电子信息职业技术学院	湖北职业技术学院
济源职业技术学院	河北化工医药职业技术学院
河南科技学院	天津电子信息职业技术学院
苏州经贸职业技术学院	广东松山职业技术学院
浙江工商职业技术学院	常州轻工职业技术学院
温州大学	北京师范大学
四川工商职业技术学院	山西大学工程学院
常州轻工职业技术学院	平顶山工学院
河北工业职业技术学院	黄石理工学院
太原理工大学轻纺学院	广东岭南职业技术学院
浙江交通职业技术学院	青岛港湾职业技术学院
保定职业技术学院	郑州铁路职业技术学院
绵阳职业技术学院	北京电子科技职业学院
北岳职业技术学院	北京农业职业技术学院
天津职业大学	宁波职业技术学院
石家庄信息工程职业学院	宁波工程学院

北京化工大学成教学院
天津交通职业技术学院
济南电子机械工程学院
山东职业技术学院
天津中德职业技术学院
天津现代职业技术学院
天津青年职业技术学院
无锡南洋学院
北京城市学院
北京经济技术职业学院
北京联合大学
大红鹰职业技术学院
广东华立学院
广西工贸职业技术学院
贵州商业高等专科学校
桂林旅游职业技术学院
河北司法警官职业学院
黑龙江省教科院
湖北财经高等专科学校
华东师范大学职成教所
淮南职业技术学院
淮阴工学院
黄河水利职业技术学院
南京工业职业技术学院
南京铁道职业技术学院
黔南民族职业技术学院
青岛职业技术学院
陕西财经职业技术学院
陕西职业技术学院
深圳信息职业技术学院
深圳职业技术学院
石家庄职业技术学院
四川建筑职业技术学院
四川职业技术学院
太原旅游职业技术学院
泰山职业技术学院
温州职业技术学院
无锡商业职业技术学院

武汉商业服务学院
杨凌职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
郑州旅游职业技术学院
淄博职业技术学院
云南机电职业技术学院
云南林业职业技术学院
云南国防工业职业技术学院
云南文化艺术职业学院
云南农业职业技术学院
云南能源职业技术学院
云南省交通职业技术学院
云南司法警官职业学院
云南热带作物职业技术学院
西双版纳职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
云南科技信息职业学院
昆明艺术职业学院
云南经济管理职业学院
云南农业大学
云南师范大学
昆明大学
陕西安康师范学院
云南水利水电学校
昆明工业职业技术学院
云南财税学院
云南大学高职学院
山西综合职业技术学院
温州科技职业技术学院
昆明广播电视大学
天津中德职业技术学院
天津职教中心
天津现代职业技术学院
天津师范大学
武警昆明指挥学院
天津工业大学
天津开发区职业技术学院

前 言

按照高职高专培养面向生产、管理第一线的技术型人才的指导思想,本书编写以立足基础、侧重技能、突出实用为原则。在内容上,以常规的测试技术和测量仪器为主,以掌握概念、强化应用为教学重点,注重基本概念、基本原理和基本应用的阐述;补充了新技术的发展和新器件的应用,如大规模数字集成电路的 JTAG 测试、虚拟仪器等;同时还尽量避免烦琐的数学推导。本书注重技能训练,每章都安排实训内容,并专门安排第 10 章进行电子测量技术的综合应用,切实加强实践教学环节。

本书由景德镇高等专科学校胡祥青、襄樊职业技术学院吕爱华担任主编,浙江工商学院叶华杰担任副主编。其中第 1、3、5 章由胡祥青编写,第 6、10 章由吕爱华编写,第 2、7 章由叶华杰编写,第 4、8、9 章由景德镇高等专科学校张世花编写,天津电子信息职业技术学院李荣治和袁贵民分别参加了第 3、4 章与第 5、6 章的编写。全书由胡祥青统稿。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请同行及读者指正。

编 者

2006 年 12 月

目 录

第1章 绪 论 (1)

1.1 测量与计量 (1)

1.1.1 测量及其意义 (1)

1.1.2 计量的基本知识 (3)

1.1.3 计量与测量的关系 (5)

1.2 电子测量 (6)

1.2.1 电子测量的特点 (6)

1.2.2 电子测量的内容 (6)

1.2.3 电子测量的基本方法 (7)

1.2.4 测量的基本实现技术 (9)

1.3 电子测量仪器 (14)

1.3.1 电子测量仪器的分类 (14)

1.3.2 电子测量仪器的发展概述 (14)

本章小结 (15)

习题与思考题 (16)

实验与实训 常用电子测量仪器的使用 (16)

第2章 测量误差理论与实验数据处理 (21)

2.1 概 述 (21)

2.1.1 误差的概念 (21)

2.1.2 测量误差的来源 (21)

2.1.3 测量误差的分类 (21)

2.2 测量误差的估算 (24)

2.2.1 测量误差的估算 (24)

2.2.2 测量结果的评定 (25)

2.3 测量误差的分析 (26)

2.3.1 系统误差的分析 (26)

2.3.2 随机误差的分析 (28)

2.3.3 粗大误差的分析 (29)

2.4 误差数据的处理方法 (30)

2.4.1 有效数字的概念 (30)

2.4.2 有效数字的处理 (31)

2.4.3 测量数据的整理 (33)

2.4.4 测量结果的表示方法 (33)

2.4.5 等精度测量结果的数据处理 (33)

本章小结 (36)

习题与思考题 (36)

第3章 示波器 (37)

3.1 概 述 (37)

3.2 示波测试原理 (39)

3.2.1 阴极射线示波管 (CRT) (39)

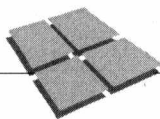
3.2.2 波形显示的基本原理 (42)

3.3 通用示波器 (46)

3.3.1 通用示波器的组成 (46)

3.3.2 示波器的垂直通道 (Y通道) (46)

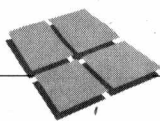
3.3.3 示波器的水平通道 (X通道) (48)



3.3.4 示波器的主机系统 (Z 通道)	(53)
3.4 示波器的多波形显示	(54)
3.4.1 多线显示和多踪显示	(54)
3.4.2 双时基扫描显示	(55)
3.5 取样示波器	(57)
3.5.1 概述	(57)
3.5.2 取样示波器的组成及工作原理	(59)
3.6 存储示波器	(63)
3.6.1 记忆示波器	(63)
3.6.2 数字存储示波器	(64)
3.7 示波器的选用和使用	(69)
3.7.1 示波器选用的一般原则	(69)
3.7.2 示波器的正确使用	(71)
3.7.3 示波器的基本测量方法	(73)
3.7.4 示波器功能扩展实例	(80)
本章小结	(82)
习题与思考题	(83)
实验与实训 (一) 示波器测量技术	(85)
实验与实训 (二) 数字示波器的使用	(87)
第4章 频率、时间和相位的测量	(91)
4.1 时间与频率的概述	(91)
4.1.1 时间、频率的基本概念	(91)
4.1.2 时频测量的特点	(92)
4.2 频率测量的基本方法	(93)
4.2.1 直读法	(94)
4.2.2 比较法	(95)

4.3 电子计数器	(95)
4.3.1 电子计数器的分类	(96)
4.3.2 电子计数器的主要技术性能	(97)
4.3.3 通用电子计数器的基本组成	(98)
4.4 通用电子计数器的测量原理	(100)
4.4.1 测量频率	(100)
4.4.2 测量周期	(101)
4.4.3 频率比测量	(102)
4.4.4 测量时间间隔	(103)
4.4.5 累加计数	(104)
4.4.6 自检	(104)
4.4.7 E-312 型通用电子计数器介绍	(105)
4.5 测量误差	(111)
4.5.1 测量频率的误差	(112)
4.5.2 测量周期的误差	(114)
4.5.3 测量时间间隔的误差	(115)
4.6 相位的测量	(116)
4.6.1 比较法测量相位差	(117)
4.6.2 直接法测量相位差	(118)
本章小结	(118)
习题与思考题	(119)
实验与实训 (一) 测量彩电的行扫描信号、场扫描信号	(119)
实验与实训 (二) 测量彩电的彩色副载波恢复振荡信号、遥控微处理器时钟信号及字符形成振荡信号	(120)
第5章 电压测量	(122)
5.1 概述	(122)

5.1.1 对电压测量的基本要求	(122)	本章小结	(160)
5.1.2 电压测量仪器的分类	(123)	习题与思考题	(161)
5.1.3 电压测量的方法和分类	(124)	实验与实训 (一) 交流电 压测量	(163)
5.2 交流电压的测量	(124)	实验与实训 (二) 多用表 的使用	(165)
5.2.1 表征交流电压的基本 参量	(124)	第 6 章 电子元件测量仪器	(168)
5.2.2 峰值电压表	(126)	6.1 集中参数元件简介	(168)
5.2.3 均值电压表	(129)	6.1.1 电阻器	(168)
5.2.4 有效值电压表	(131)	6.1.2 电容器	(168)
5.2.5 实例分析	(133)	6.1.3 电感器	(169)
5.3 分贝的测量	(134)	6.2 万用电桥	(169)
5.3.1 数学定义	(134)	6.2.1 电桥的平衡条件	(169)
5.3.2 宽频电平表	(135)	6.2.2 QS18A 型万用电桥	(171)
5.3.3 外差式选频电平表	(136)	6.2.3 ZL-6 型 LCR 自动测量仪	(174)
5.3.4 电压表的使用	(137)	6.3 Q 表	(176)
5.4 电压测量的数字化方法	(138)	6.3.1 Q 表的组成及测量原理	(176)
5.4.1 数字电压表 (DVM) 的组成原理及主要性能 指标	(138)	6.3.2 Q 表的应用	(177)
5.4.2 A/D 转换原理	(140)	6.3.3 QBG-3D 型 Q 表简介	(179)
5.4.3 DVM 的误差分析	(147)	6.4 晶体管特性图示仪	(183)
5.4.4 DVM 中的自动功能	(150)	6.4.1 晶体管特性图示仪测 量原理	(183)
5.4.5 电压测量的干扰及抑 制技术	(152)	6.4.2 晶体管特性图示仪的组成 及电路功能	(184)
5.5 数字多用表	(157)	6.4.3 XJ4810 型半导体管特 性图示仪	(186)
5.5.1 电流、电压、阻抗变 换技术	(158)	6.5 集成电路的测试	(196)
5.5.2 数字多用表	(159)	6.5.1 中小规模集成电路的 一般测试	(197)
		6.5.2 集成电路测试仪	(201)



6.5.3 大规模数字集成电路的 JTAG 测试	(206)
本章小结	(208)
习题与思考题	(209)
实验与实训 (一) 万用电桥和 Q 表的使用	(210)
实验与实训 (二) 半导体管特性图示仪的基本操作和晶体管的测量	(212)
实验与实训 (三) 场效应管的测量	(215)
第 7 章 测量用信号源	(216)
7.1 概述	(216)
7.2 正弦信号发生器	(216)
7.2.1 正弦信号发生器的分类和基本组成	(216)
7.2.2 正弦信号发生器的主要性能指标	(218)
7.3 低频信号发生器	(220)
7.4 高频信号发生器	(222)
7.5 函数信号发生器	(224)
7.5.1 函数发生器的分类	(225)
7.5.2 其他类型函数发生器	(226)
7.5.3 函数发生器的性能和应用	(226)
7.6 脉冲信号发生器	(227)
7.6.1 脉冲信号发生器的特点和分类	(227)
7.6.2 脉冲信号发生器的工作原理	(227)
7.7 频率合成信号源	(228)
7.7.1 频率合成信号源的组成	(229)
7.7.2 频率合成器的原理	(230)
7.7.3 频率合成信号源的主要	

技术指标	(232)
本章小结	(234)
习题与思考题	(234)
实验和实训 信号发生器的使用	(234)
第 8 章 自动测试系统	(238)
8.1 概述	(238)
8.2 自动测试系统	(239)
8.2.1 自动测试系统的组成和特点	(239)
8.2.2 自动测试系统的发展和应用领域	(240)
8.2.3 自动测试系统中的通信技术	(242)
8.2.4 自动测试系统中的总线标准	(243)
8.3 个人仪器系统	(248)
8.3.1 个人仪器产生的背景	(248)
8.3.2 个人仪器及系统的组成	(248)
8.3.3 个人仪器的发展及其特点	(249)
8.4 虚拟仪器	(250)
8.4.1 虚拟系统的组成及其分类	(251)
8.4.2 虚拟仪器的开发	(252)
8.4.3 用 LabVIEW 设计虚拟仪器的方法	(254)
8.5 图形化软件编程平台 LabVIEW	(255)
8.5.1 LabVIEW 简介	(255)
8.5.2 LabVIEW 的主要特点	(255)
8.5.3 LabVIEW 运行机制	(256)

本章小结	(259)	习题与思考题	(282)
习题与思考题	(259)	实验与实训 频谱分析仪原	
实验与实训 虚拟仪器的设		理及应用研究	(282)
计实例	(260)	第 10 章 电子测量技术的综合应用	
第 9 章 数据域分析测试技术 ..	(267)		(289)
9.1 数据域分析测试的特		10.1 科学制订测量方案 ..	(289)
点、方法与仪器	(267)	10.1.1 测量任务的分析	(289)
9.1.1 数据域分析测试的特点		10.1.2 测量工具的选择	(289)
.....	(267)	10.1.3 测量环境的准备	(289)
9.1.2 数据域分析测试的仪器		10.1.4 测量系统的建立	(290)
.....	(268)	10.1.5 测量流程的设定	(290)
9.2 数据域测试系统	(268)	10.2 正确使用和维护电子测量	
9.2.1 系统的组成	(268)	仪器	(291)
9.2.2 数字信号源	(270)	10.2.1 电子测量仪表的基本运用	
9.3 数字电路的简易测试		和基本操作	(291)
.....	(270)	10.2.2 电子测量仪表的变通使用	
9.3.1 基本逻辑部件的测试		与功能扩展	(292)
.....	(271)	10.2.3 电子测量仪器的检查、	
9.3.2 逻辑笔	(272)	校准与维护	(292)
9.3.3 逻辑夹	(272)	10.3 综合测试实例	(293)
9.4 逻辑分析仪	(273)	10.3.1 功率放大器的测试	
9.4.1 逻辑分析仪的特点 ..	(273)		(293)
9.4.2 逻辑分析仪的分类与		10.3.2 AM 中波段收音机主要	
组成原理		指标的测试	(295)
.....	(274)	10.3.3 电视机行扫描电路部分	
9.4.3 逻辑分析仪的触发方式和		参数的测量	(297)
显示方式	(276)	本章小结	(298)
9.4.4 逻辑分析仪的主要技术		习题与思考题	(299)
指标及功能	(279)	参考文献	(300)
9.4.5 逻辑分析仪的应用 ..	(280)		
本章小结	(282)		

第1章 绪论

本章要点

1. 测量的定义、意义、组成;
2. 计量的基本知识、计量与测量的关系;
3. 电子测量的特点、内容、基本方法;
4. 电子测量仪器的分类及发展。

1.1 测量与计量

1.1.1 测量及其意义

1. 测量的意义

日常生活中处处离不开测量,而建立在严格数量观念之上的科学,就更加离不开测量了。为了解释一个现象或验证一个理论,必须进行大量的实验和精确的测量,只有通过对数和量关系的分析推断,才能得出科学的结论。

科学的进步同测量技术的发展是相辅相成、密切相关的。有人说,没有望远镜就没有天文学,没有显微镜就没有细胞学,没有指南针就没有航海事业。而科学的进步和发展离不开测量,离开测量就不会有真正的科学。著名的科学家门捷列夫用一句话概括了测量对科学的作用,这就是“没有测量,就没有科学”。

在现代化的工业生产中,处处离不开测量。测量是精细加工和生产过程自动化的基础,因此没有测量就没有现代化的制造业。在产品设计和生产过程中,为了检查、监督、控制生产过程和产品质量,必须对生产过程中的各道工序和产品的各种参数进行测量,以便进行在线实时监控。生产水平越是高度发达,测量的规模就越大,需要的测量技术与测量仪器也就越先进。

在高新技术和国防现代化建设中更是离不开测量。例如,作为现代科学技术尖端之一的火箭发动机,从开始设计到成功飞行,都离不开现代测控技术。

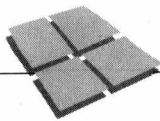
在农业、医学、生物、气象、环境、勘探等各学科的研究中也都要应用测量技术。

总之,测量技术已渗透到工业、农业、国防、科学研究及人类生活的各个领域,其应用的广泛性和重要性也越来越为人们所认识。

2. 测量的定义

(1) 狭义测量的定义

狭义测量是指为了确定被测对象的量值而进行的实验过程。在这个过程中,人



们借助专门的设备,把被测对象直接或间接地与同类已知单位进行比较,并取得用数值和单位共同表示的测量结果。

测量的基本原理是通过比较来识别被测对象,测量就是比较。比较可采用直接或间接的方法进行,且通常需要用专门的设备(测量仪器)才能实现。

直接比较测量和间接比较测量的狭义测量原理,可以用图 1-1 所示的典型例子来说明。

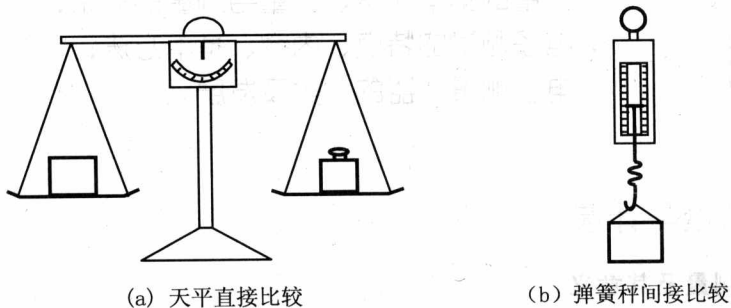


图 1-1 测量的比较原理

(2) 广义测量的定义

广义测量是指为了获取被测对象的信息而进行的实验过程。在这个过程中,人们借助专门的设备去感知和识别有关的信息,取得关于被测对象的属性和量值的信息,并以便于人们利用的形式表示出来。信息获取的基本原理如图 1-2 所示。

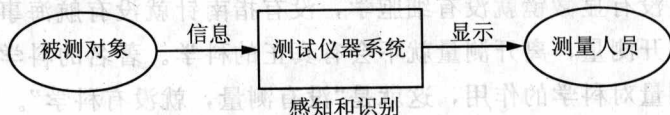


图 1-2 测量的基本原理图

所谓获得某事物的信息,即获得该事物(系统)的运动状态及变化方式。世间万物,无不在运动。事物运动的状态也总会随着时间的推移而依照某种方式发生变化或转移,这就是说,世界随时随地产生着巨量的信息。人们要认识世界,首先必须获取事物的信息。

广义地讲,测量不仅包括对被测物理量进行定量的测量,还包括对更广泛的被测对象进行定性、定位的测量,例如故障诊断、无损探伤、遥感遥测、矿藏勘探、地震源测定、卫星定位等。而测量结果也不仅仅是由量值和单位表征的一维信息,还可以用二维或多维的图形、图像来显示被测对象的属性特征、空间分布、拓扑结构等。

3. 测量的组成

(1) 测量的基本要素

从测量的定义可知,测量要有对象(测量的客体),要由人(测量主体)来实施,需要专门的仪器设备(硬件)作工具,要有理论和方法(软件)作指导,且总是在一个

特定的环境中进行。因此构成测量的基本要素是：被测对象、测量仪器、测量技术、测量人员和测量环境。

(2) 测量过程——基本要素之间的互动关系

测量过程是测量的主体(测量人员)获取测量客体(被测对象)的量值信息的过程。它包括, 论证阶段: 测量的主体根据测试任务的要求, 被测对象的特点、属性及现有仪器设备状况, 拟定合理的测试方案。设计阶段: 选择测试仪器, 组建测试系统, 制定出测试策略(测量算法)和操作步骤(测试程序)。实施阶段: 对仪器和系统实施测试操作(发控制命令), 按照逻辑和时序完成测量过程, 取得测量数据。总结阶段: 分析测量误差并显示测量结果。

1.1.2 计量的基本知识

1. 计量

一个可以测量的被测量必须满足两个基本的前提条件: 一是被测量必须有明确的定义; 二是测量标准必须建立, 并被大家公认。

为使在不同的地方、用不同的手段测量同一量时, 所得的结果一致, 就要求有统一的单位、基准、标准、测量器具。

计量是一种特殊形式的测量, 它将被测量与国家计量部门作为基准或标准的同类单位量进行比较, 以确定是否合格, 并给出具有法律效力的《检定证书》。

计量的3个主要特征是统一性、准确性和法制性。它包含了为达到统一和准确一致所进行的全部活动, 如单位的统一、基准和标准的建立, 以及进行量值传递、计量监督管理、测量方法及其手段的研究等。1984年2月国务院颁布了《中华人民共和国法定计量单位》。

计量按具体内容可分为科学计量、法制计量、工程计量3部分。

2. 基准、标准、工作用计量器具

(1) 基准

基准用来复现某一基本测量单位的量值, 它只用于鉴定各种量具的精度, 而不直接参加测量。

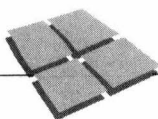
一级基准, 又称主基准和国家基准, 它是具有最高水平的基准, 一个国家只有一个。

二级基准, 又称副基准, 副基准的量值精度由主基准确定, 用以代替主基准向下传递或代替主基准参加国际比对。

三级基准, 又称工作基准, 用来直接向下属计量标准量具进行量值传递, 还可以用以检定下属计量标准量具的精确度。

(2) 标准

根据工作基准复现出不同等级的便于经常使用的计量标准量具或仪器, 简称标准。



计量标准的准确度等级在工作基准之下，工作计量器具之上。

按精度高低又分为一级标准、二级标准和三级标准。通过这些标准经常性地对日常工作仪器进行检定，以确定其量值的精确度大小。除标准器具外，还有标准物质。

(3) 工作用计量器具

不用于检定工作而只用于日常测量的计量器具称为工作用计量器具。但是工作用计量器具要定期用计量标准来检定，即由计量标准来评定它的计量性能(准确度、稳定度、灵敏度)是否合格。

(4) 几个术语

① 比对：在规定条件下，对相同准确度等级的同类基准、标准或工作计量器之间的量值进行比较，其目的是考核量值的一致性。

② 检定：是用高一等级准确度的计量器具对低一等级的计量器具进行比较，以达到全面评定被检计量器具的计量性能是否合格的目的。一般要求计量标准的准确度为被检者的 $1/3$ 到 $1/10$ 。

③ 校准：校准是指将被校的计量器具与高一等级的计量标准相比较，以确定被校计量器具的示值误差(有时也包括确定被校器具的其他计量性能)的全部工作。一般而言，检定要比校准包括更广泛的内容。

④ 量值的传递：是指一个物理量单位通过各级基准、标准及相应的辅助手段准确地传递到日常工作中所使用的测量仪器、量具，以保证量值统一的全过程。

3. 测量基准的权威性和相对性

(1) 基准的权威性

测量准确度的高低，与测量标准的准确度直接相关。某类物理量的最高测量准确度，不可能超过人们建立的基准的准确度，测量基准显然是至高无上的。为了维护基准的权威性，人们以严格的科学理论为依据来定义基准，以最高的科学技术水平来实现基准器，并且国家还通过立法来维护基准的权威性。

基准的权威性体现在，基准的理论定义是最严格的，制作工艺技术是最先进的。

(2) 基准的相对性

人类对客观事物的认识，总是一个由粗到精，由表及里，由片面到全面的逐步深入的过程。一个时期的测量基准只能反映当时人类的认识水平和科学水平，随着时代的前进和科学的进步，认识总在不断深入，它永远不会停止在某一个水平上，也永远不会完结。因此，各种测量标准总是不断变化，不断向前发展的。

任何测量基准的精确度都是相对的，只能反映当时的科学技术水平，永远也不会有绝对的测量基准存在。纵然如此，人们仍然期望使用当时最先进最精确的测量基准去认识客观事物。如何根据一个时期的科学技术水平，去定义和确立测量基