

普通高等学校仪器科学与技术专业系列教材

仪器科学与技术 概论

张 玘 刘国福 等 编著
Zhang Qi Liu Guofu

**Introduction to Instrument
Science and Technology**

清华大学出版社

普通高等学校仪器科学与技术专业系列教材

仪器科学与技术概论

Introduction to Instrument Science and Technology

张 玑 Zhang Qi

刘国福 Liu Guofu

王光明 Wang Guangming

吴石林 Wu Shilin

熊九龙 Xiong Jiulong

编 著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书为普通高等学校仪器科学与技术专业系列教材之一。书中对仪器科学与技术学科的历史与现状、内涵与组成、基础理论与技术,仪器仪表的设计与制造、应用与发展等相关知识进行了全面阐述,内容广泛,深入浅出,条理分明。

全书内容共分7章,内容包括仪器科学与技术学科专业教育的历史与现状、学科内涵、学科组成与研究范围、学科发展需求与趋势;测量、计量、测量误差和测试系统等学科基础理论;传感器与测试技术、模拟信号调理技术、数字信号处理技术、通信技术、控制技术、信号输出技术等学科基础技术;虚拟仪器、网络化仪器和自动测试设备等现代测试系统;仪器仪表应用领域及相关技术;仪器仪表设计与制造技术等基础知识。

本书适合于仪器仪表类、机电类、自动化类、信息类等在校本科生以及相关学科的师生和工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

仪器科学与技术概论/张玘,刘国福等编著.--北京:清华大学出版社,2011.3

(普通高等学校仪器科学与技术专业系列教材)

ISBN 978-7-302-24435-6

I. ①仪… II. ①张… ②刘… III. ①仪器—高等学校—教材 IV. ①TH7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 260374 号

责任编辑:张占奎

责任校对:赵丽敏

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18 字 数:435 千字

版 次:2011年3月第1版 印 次:2011年3月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.80 元

产品编号:034653-01



普通高等学校仪器科学与技术专业系列教材

编 委 会

主 任 丁天怀

副 主 任 陈祥光 张 玘

委 员 (按姓氏笔划排列)

王跃科 王光明 邓 焱

安志勇 张文娜 李东升

赵 军 蒋秀珍 魏 彪

责任编辑 张占奎

在高技术迅速发展的信息时代,我国仪器科学与技术学科在理论研究、计量基准、产品制造技术、新器件、新材料、新工艺的研究和应用等方面已日趋完善,并形成门类品种比较齐全、布局较为合理、具有相当技术基础和生产规模的仪器仪表产业体系。作为仪器科学与技术学科唯一的本科专业——测控技术与仪器专业的发展速度很快,在近 10 年的时间内,其办学规模大约翻了两番,呈现出招生和分配两头热的良好状态,顺应了信息技术蓬勃发展的趋势。

在学科的建设和发展中,教材建设始终是关注的焦点。鉴于此,2008 年,经清华大学出版社建议,由清华大学牵头组织国内一些在本领域有丰富教学科研经验的专家学者编写一套体系合理、知识实用、内容涵盖面较广的仪器科学与技术学科本科专业系列教材,以满足各兄弟院校本科专业人才培养的需求。

2008 年 7 月,在广泛征求意见的基础上,清华大学、北京理工大学、国防科技大学联合召开会议,讨论仪器科学与技术专业教材的编写思路,并参考“高等学校仪器科学与技术学科本科专业教学规范”初步确定教材定位与结构。为使教材具有代表性并保证更高的编写质量,决定邀请重庆大学、哈尔滨工业大学、中国计量大学、长春理工大学等高校的老师共同组成“普通高等学校仪器科学与技术专业系列教材”编委会,一起完成教材的组织和编写工作。

2008 年 11 月,编委会正式成立,并在北京召开编委会第 1 次工作会议,进一步明确了本系列教材的具体编写任务和计划。

本系列教材旨在为普通高等学校仪器科学与技术学科本科专业以及其他相关专业的本科生提供一套教学参考书,希望突破传统编写思维的束缚,建立一个新体系。教材内容注重新理论、新技术的应用。每本教材拟采取一校为主、多校合作的方式编写,以保证“新颖性、前沿性和实用性”。

经过编委会认真讨论,本系列共设 15 本教材,分别是《仪器科学与技术概论》、《信号分析与处理》、《自动控制原理及应用》、《误差及不确定度理论与数据处理》、《计量技术》、《测量原理》、《传感器技术》、《工程光学基础及应用》、《测量技术基础》、《精密机械结构设计》、《仪器嵌入式系统技术》、《精密测控仪器设计》、《测控系统工程技术》、《仪器测控电路设计》、《测控系统集成技术》。在内容的组织和编排上,与学生已学过的专业基础课程的内容成先后关系,一般要求学生进入本系列的专业课程学习之前,应先修诸如“电路原理”、“电子技术”等课程。

2009 年 7 月,编委会第 2 次会议在北京召开,对各教材大纲逐一进行了审查,并明确了编写进度以及编写过程中需要注意的问题,整个教材编写工作进展顺利。

这套教材基本涵盖了仪器科学与技术学科本科专业的主要知识领域,同时也反映了仪器科学与技术学科的发展趋势,不仅适用于普通高等学校测控技术与仪器、机电工程、信息技术、自动化等专业的本科生使用,对研究生、高职学生以及相关专业的工程技术人员也有很好的参考价值。

因水平所限,加之仪器科学与技术学科发展迅速,教材中不妥之处在所难免,欢迎批评指正,以便再版时修改、完善。

编委会

2010年12月于北京

前言

FOREWORD

“科学是从测量开始的。”“测量技术是信息技术的重要组成部分,是信息技术的源头。”“仪器不是机器,仪器是认识和改造物质世界的工具,而机器只能改造却不能认识物质世界。”“仪器仪表是工业生产的‘倍增器’,科学研究的‘先行官’,军事上的‘战斗力’和社会生活中的‘物质法官’。”“科学技术是第一生产力,而现代仪器设备则是第一生产力的三大要素之一。”……这些至理名言和精辟的阐述,既强调了仪器仪表在当今社会所具有的重要作用和地位,也是仪器科学与技术学科内涵的高度概括,因而成为加快发展仪器仪表科技和产业的科学依据。

在现代科学技术和生产力的推动下,仪器仪表与测量控制已成为完整的仪器科学与技术学科,成为信息技术的三大组成部分之一。仪器科学与技术作为工程性学科,承担着各类仪器研究、开发、制造、应用的任务,包括有关新仪器的设计、制造,各类仪器运行、应用的基础理论研究,新技术、新器件、新材料、新工艺的开发研究以及相关的传感器、元器件和材料等领域的研究工作。

我国教育部多年来已经围绕着仪器科学与技术学科设立了一级学科教育体系,全国近250所高校设置了相应的专业,8万多名本科生和1万多名研究生在校学习。我国高校为仪器科学与技术学科制定了专业培养目标和规范,已经为仪器仪表与测量控制领域培养了几十万学科技术人才。

“仪器科学与技术概论”课程为测控技术及仪器专业的引导性课程,旨在介绍仪器科学与技术学科的基本概念、内涵、专业划分、相关领域、专业知识组成与课程体系结构,使学生从总体上了解该学科专业基本知识结构与所要掌握的基本专业技能,激励学生对专业课程学习的兴趣与积极性,并从概念上建立起专业课程之间的纵、横向联系。为适应仪器科学与技术学科的发展,满足课程建设和教学改革的需要,作者在整理多年教学与科研成果的基础上参考了大量的最新文献,撰写了此书,奉献给广大读者。

本书内容以仪器科学与技术一级学科为背景,以学科的发展脉络贯穿始终,按照仪器和测试系统中信息流为中心展开论述,内容分为7章。第1章为绪论,介绍仪器仪表的概念、结构与组成、分类、作用和地位,仪器仪表产业现状与发展趋势,仪器科学与技术学科概况。第2章介绍测量、计量、误差和测试系统等仪器科学与技术学科基础理论。第3章介绍传感器与测试技术、模拟信号调理技术、数字信号处理技术、通信技术、控制技术、信号输出技术等学科基础技术。第4章介绍工业自动化仪表与系统、科学仪器、电子与电工测量仪器和医疗仪器等典型仪器仪表系统及相关技术。第5章介绍虚拟仪器、网络化仪器和自动测试设备等现代测试系统。第6章介绍现代仪器仪表的设计与制造技术。第7章介绍测控技术与

仪器专业的培养目标、课程知识结构与制定专业规范的原则和主要参考指标等。

本书由张玘教授和刘国福副教授主编。参加编写的有张玘教授、刘国福副教授、王光明副教授、吴石林副研究员和熊九龙博士,其中张玘教授编写了第1章和第7章,刘国福副教授编写了第2章和第3章,熊九龙博士编写了第4章,王光明副教授编写了第5章,吴石林副研究员编写了第6章。张玘教授对全书进行了统稿,熊艳讲师完成了本书的排版与插图绘制工作。

在本书内容策划与撰写过程中,清华大学丁天怀教授、北京理工大学陈祥光教授、国防科技大学王跃科教授对我们的工作给予了热情的支持与帮助,提供了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书编写中参考了许多文献,在此谨向参考文献的作者们表示衷心感谢。

本书的内容选材、编写形式是一种新的尝试,由于作者水平有限,且成书时间仓促,书中难免疏漏甚至错误,恳请广大读者批评指正,我们将不胜感激。

编者

2010年10月于长沙

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 仪器仪表基础	1
1.1.1 仪器仪表的概念与认识	1
1.1.2 仪器仪表的基本结构与组成	2
1.1.3 仪器仪表的分类	3
1.1.4 仪器仪表的作用与地位	4
1.2 仪器仪表产业现状与发展方向	6
1.2.1 国外仪器仪表产业特点和发展趋势	6
1.2.2 我国仪器仪表产业现状与发展方向	8
1.3 仪器科学与技术学科概况	12
1.3.1 仪器科学与技术学科专业教育的历史与现状	12
1.3.2 仪器科学与技术学科内涵	13
1.3.3 仪器科学与技术学科组成与研究范围	14
1.3.4 仪器科学与技术学科的发展	15
1.3.5 我国仪器科学与技术学科发展的需求与研究方向	17
思考题	19
第 2 章 仪器科学与技术学科基础	21
2.1 测量基础	21
2.1.1 测量过程	21
2.1.2 测量方法	23
2.1.3 测量信息论	26
2.2 计量基础	28
2.2.1 测量、计量与测试	29
2.2.2 量的概念和分类	29
2.2.3 单位制	32
2.2.4 量值的传递与溯源	35
2.3 误差理论与数据处理	38
2.3.1 误差的基本概念与性质	38

2.3.2	测量不确定度的概念与评定	45
2.3.3	数据处理的基本方法	52
2.4	测试系统特性分析基础	54
2.4.1	线性系统及其主要性质	55
2.4.2	测试系统的静态响应特性	55
2.4.3	测试系统的动态响应特性	56
2.4.4	实现不失真测量的条件	59
2.4.5	测量控制与仪器仪表的评价	60
	思考题	62

第3章	仪器仪表信息技术	64
3.1	仪器仪表系统的基本结构	64
3.1.1	仪器仪表的功能模块	64
3.1.2	功能模块间的相互作用	65
3.2	传感器技术	66
3.2.1	传感器定义与分类	66
3.2.2	传感器的应用	68
3.2.3	传感器的发展趋势	70
3.3	测试技术	74
3.3.1	测试技术基础	74
3.3.2	精密测试技术	78
3.4	模拟信号调理技术	82
3.4.1	信号调理的基本概念与分类	82
3.4.2	典型模拟信号调理技术	83
3.4.3	模拟信号调理技术的发展趋势	87
3.5	数字信号处理技术	91
3.5.1	数字信号处理技术概论	91
3.5.2	微处理器与控制器	94
3.6	通信技术	101
3.7	控制技术	104
3.7.1	过程控制技术	104
3.7.2	计算机控制技术	107
3.7.3	智能控制技术	109
3.8	信号输出技术	112
3.8.1	概述	112
3.8.2	信号输出形式与分类	113
3.8.3	显示和指示类信号输出	114
3.8.4	记录类信号输出	115
	思考题	118

第4章 仪器仪表的应用领域	119
4.1 工业自动化仪表与系统	119
4.1.1 综合自动化技术	119
4.1.2 现场总线控制系统技术	121
4.1.3 先进自动化软件技术	124
4.2 科学仪器	127
4.2.1 科学仪器概述	127
4.2.2 “嫦娥一号”携带的科学仪器	134
4.3 电子与电工测量仪器及系统	138
4.3.1 电子与电工测量仪器概述	138
4.3.2 电子测量仪器的特点与分类	139
4.3.3 典型电子测量仪器介绍	141
4.3.4 典型电工测量仪器仪表介绍	147
4.3.5 电子与电工测量仪器发展趋势	151
4.4 医疗仪器	154
4.4.1 医疗仪器的作用、特点与发展现状	154
4.4.2 典型医疗仪器介绍	156
4.4.3 医疗仪器技术与产业发展趋势	161
4.5 其他各类测量仪器及系统	162
4.5.1 环境监测设备	162
4.5.2 食品品质快速测定系统	169
思考题	173
第5章 虚拟仪器与自动测试系统	175
5.1 虚拟仪器	175
5.1.1 虚拟仪器的概念与特点	175
5.1.2 虚拟仪器的硬件平台	177
5.1.3 虚拟仪器的软件结构	182
5.1.4 虚拟仪器开发环境	183
5.1.5 虚拟仪器的发展趋势	184
5.2 网络化仪器	186
5.2.1 网络化仪器概述	186
5.2.2 网络化仪器的组成	187
5.2.3 网络化仪器示例	189
5.2.4 网络化仪器发展趋势	190
5.3 自动测试系统	190
5.3.1 自动测试系统的概念	190
5.3.2 自动测试系统的发展	192

5.3.3	自动测试设备的组成、功能与分类	195
5.3.4	自动测试系统的应用领域	197
5.3.5	下一代自动测试系统涉及的关键技术	198
5.4	测试系统设计技术	200
5.4.1	测试系统的顶层设计	200
5.4.2	测试接口适配器设计	206
5.4.3	测试软件的设计与开发	206
5.4.4	测试系统设计实例	209
	思考题	216

第6章	现代仪器仪表的设计与制造技术	217
6.1	仪器仪表总体设计	217
6.1.1	设计任务分析	217
6.1.2	确定主要参数与技术指标	218
6.1.3	总体方案的制定	218
6.1.4	仪器仪表设计原则	219
6.2	仪器仪表精度设计	220
6.2.1	测量误差的合成	220
6.2.2	误差分配与仪器精度设计	222
6.2.3	仪器精度设计中的微小误差取舍	223
6.3	仪器仪表可靠性设计	224
6.3.1	可靠性特征参数与技术指标	224
6.3.2	系统可靠性模型与可靠性预测	225
6.3.3	系统可靠性分配与设计	229
6.3.4	提高系统可靠性的方法	232
6.4	仪器仪表人机工程设计	234
6.4.1	显示装置	234
6.4.2	操纵装置	238
6.4.3	作业空间与作业用具	242
6.4.4	作业环境和作业安全	243
6.5	仪器仪表现代设计方法	243
6.6	仪器仪表的制造技术	247
6.6.1	仪器仪表制造概述	247
6.6.2	制造自动化技术	248
6.6.3	先进制造生产模式	250
	思考题	252

第7章 现代仪器科学与技术教育	254
7.1 学科专业的培养目标	254
7.1.1 学科与专业	254
7.1.2 仪器科学与技术专业的培养目标和规格	258
7.1.3 课程的设置及体系	259
7.1.4 专业课程知识结构	261
7.2 仪器科学与技术专业的教学条件	269
7.3 制定仪器科学与技术专业规范的主要参考指标	270
7.3.1 制定专业人才培养方案的原则	270
7.3.2 制定仪器科学与技术专业规范的主要参考指标	271
思考题	271
参考文献	272

仪器科学与技术是信息科学与技术的重要组成部分,是信息技术的源头。仪器科学与技术是对客观事物提供检测、计量、监测与控制的理论方法和技术手段,是为人类社会法制化提供统一计量标准和规范性测量方法的一门知识密集、技术密集的综合学科。随着高新技术的研究与发展,各类基础研究与实验工作,国民经济建设中的现代国防、现代工业、现代农业和人类的社会生活,都离不开仪器仪表及其技术。因此,仪器科学与技术在国民经济中起着十分重要的作用。

1.1 仪器仪表基础

1.1.1 仪器仪表的概念与认识

仪器是人类认识物质世界的工具,是人们用来对物质(自然界)实体及其属性进行观察、监视、测定、验证、记录、传输、变换、显示、分析处理与控制的各种器具与系统的总称;仪表是用于测量各种自然量(如压力、温度、速度、电压、电流等)的一种仪器。仪器和仪表的界线从来就不是非常清楚。随着科学技术的发展,仪器仪表功能的增加,这种界线就越来越模糊了,人们已习惯将仪器、仪表统称为仪器仪表或简称为仪器。

仪器是认识世界的工具,这是相对机器是改造世界的工具而言的。而改造世界是以认识世界为基础的。认识世界有两个方面:一是探索自然规律,积累科学知识;二是对生产现场的了解,用以指导生产。认识世界和改造世界同等重要,而且认识世界往往是改造世界的先导,所以仪器与机器同等重要。

仪器的作用主要体现在测量和控制两个方面。测量是以确定量值为目的的一种操作,是认识物质世界的一种方法。用数量表达客观世界的特性,就需要测量。测量涉及国民经济各个领域,如航天航空、工业农业、军事民用、物理、化学、生物。控制是针对信息获取、变送传输、数据处理和执行控制等的需要,研究在相关的信号产生、对象跟踪、状态反馈、信息

传送、动作控制、结果输出等技术环节中应用的控制技术与方法。

著名科学家门捷列夫说过，“科学是从测量开始的”，“没有测量，就没有科学”。最初作为测量器具的仪器在促进科技和生产发展的同时，在现代科学技术和生产力推动下，已形成较完整的仪器科学与技术学科。它是当今社会人类对物质世界(包括人类创造的各种工具和人类本身)进行测量，并使人类能方便监控物质世界使之达到最佳目标的基本手段和技术，是人类认识世界、改造世界的重要工具，是现代科技的重要学科之一，并与现代科学技术的许多学科有着紧密联系。

仪器仪表在学科分类上属于信息获取技术的范畴，它与信息传输技术和信息处理技术共同构成当代信息科学技术的三大组成部分。如何获得自然界的的信息，是人类在认识世界、改造世界的过程中需要解决的首要问题。信息获取是信息传输、信息处理工作的重要基础，而仪器仪表则是人类获得自然界信息的工具，是对物质世界的信息进行测量与控制的基础手段和设备，因此仪器仪表是信息产业的源头和组成部分。高度发展的仪器仪表科学技术，成为信息时代的一个重要特征。

1.1.2 仪器仪表的基本结构与组成

仪器仪表测量系统的结构可用图 1.1 所示的框图来表达。

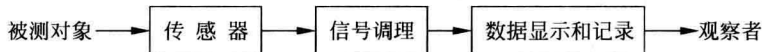


图 1.1 仪器仪表测量系统的结构框图

传感器是测试系统的第一个环节，用于从被测对象获取信息或能量，并将其转换为适合测量的变量或信号。如在测量物体受力时，采用弹簧秤，其中的弹簧秤便是一个传感器或敏感元件，它将物体所受的力转换成弹簧的变形——位移量。又如在测量物体的温度变化时，采用水银温度计作传感器，将热量或温度的变化转换为汞柱位移的变化。同样，可采用热敏电阻来测温，此时温度的变化被转换为电参数——电阻率的变化。再如在测量物体振动时，采用磁电式传感器，将物体振动的位移或振动速度通过电磁感应原理转换成电压变化量。由此可见，对于不同的被测物理量要采用不同的传感器，由此所依据的构成传感器作用原理的物理效应也是千差万别的。对于一个测量任务来说，第一步便是要能够有效地从被测对象来取得能用于测量的信息，因此传感器在整个测量系统中的作用是十分重要的。

信号调理部分是对从传感器所输出的信号做进一步的加工和处理，包括对信号的转换、放大、滤波、储存、重放和一些专门的信号处理。这是因为从传感器输出的信号往往除了有用信号外，还夹杂各种有害的干扰和噪声，因此在进一步处理之前必须要将干扰和噪声去除掉。另外，传感器的输出信号往往具有光、机、电等多种形式，而对信号的后续处理往往都采取电的方式和手段，因而有时必须对传感器的输出信号进一步地转换为适合电路处理的电信号，其中也包括信号的放大。通过信号调理部分的处理，最终获得便于传输、显示和记录以及可进行进一步后续处理的信号。

数据显示和记录部分是将经信号调理部分处理过的信号用便于人们观察和分析的对象

和手段进行记录或显示。

图 1.1 所示三个方框中的功能都是通过传感器和不同的测量仪器和装置来实现的,它们构成了一个仪器仪表系统的核心部分。但是,被测对象和观察者也是仪器仪表系统的组成部分,它们同传感器、信号调理部分以及数据显示和记录部分一起构成了一个完整的测试系统。这是因为在用传感器从被测对象获取信号时,被测对象通过不同的连接或耦合方式也对传感器产生了影响和作用。同样地,观察者通过自身的行为和方式也直接或间接地影响着系统的传递特性。因此在评估一个测试系统的性能时也必须考虑这两个因素的影响。

对于不同的被测参量,仪器或测量系统的构成和作用原理可以不同。另外,根据测试任务的复杂度,一个仪器仪表也可以有简单和复杂之分。较复杂的系统可以包括数个功能部件,而一个简单的系统可能仅包括传感器本身。系统中变化的各种物理量,如力、位移、加速度、电压、电流、光强等称为信号。根据不同的作用原理,仪器仪表系统可以是机械的、电的、液压的等。尽管这些系统所处理的对象有所不同,但它们都可能具有相同的信号传递特性。实际中,在对待属性各异的各种仪器或测试系统时,常略去系统具体的物理含义,而将其抽象为一个理想化的模型,目的是为了得到一类系统共性的规律,客观地研究信号作用于测试系统的变化规律,来揭示系统对信号的传递特性。因此,信号与系统是紧密相关的。信号按一定的规律作用于系统,而系统在输入信号的作用下,对它进行“加工”,并将“加工”后的信号进行输出。通常将输入信号称为系统的激励,而将系统的输出称为系统的响应。

1.1.3 仪器仪表的分类

仪器仪表有多种分类方法,目前还没有公认的分类法。应该说,根据不同的场合、对象、需求及视角,不同的分类法具有其相对的合理性。

1. 技术范围

根据国际发展潮流和我国的现状,仪器仪表科学技术的范围主要包括:

- ① 工业自动化仪表、控制系统及相关测控技术;
- ② 科学仪器及相关测控技术;
- ③ 医疗仪器及相关测控技术;
- ④ 信息技术电测、计量仪器及相关测控技术;
- ⑤ 各类专用仪器仪表及相关测控技术;
- ⑥ 相关传感器、元器件、制造工艺和材料及其基础科学技术。

2. 行业内容及分类

按照我国国民经济行业分类标准,仪器仪表大行业包括 20 多个专业类别,即工业自动化仪表、电工仪器仪表、光学仪器、计时仪器、导航制导仪器、分析仪器、试验机、实验室仪器、通用仪器仪表、农林牧渔仪器仪表、地质地震仪器、气象海洋及水文天文仪器、核仪器、医疗仪器及设备、电子测量仪器、传递标准用计量仪器、衡器、船用仪表、汽车用仪表及其他通用仪器仪表等。

按其应用领域和自身技术特性,仪器仪表大致划分为6大类,即工业自动化仪表与控制系统、科学仪器、电子与电工测量仪器、医疗仪器、各类专用仪器、传感器与仪器仪表元器件及材料。工业自动化仪表与控制系统,主要指工业,特别是流程产业生产过程中应用的各种检测仪表、执行机构与自动控制系统装置。科学仪器主要指应用于科学研究、教学实验、计量测试、环境监测、质量和安全检查等各个方面的仪器仪表。电子与电工测量仪器,主要指低频、高频、超高频、微波等各个频段测试计量专用和通用仪器仪表。医疗仪器主要指用于生命科学研究和临床诊断治疗的仪器。各类专用仪器指农业、气象、水文、地质、海洋、核工业、航空、航天等领域的专用仪器。科学仪器可以细分为14小类,即电子光学仪器、离子光学仪器、X射线仪器、光谱仪器、色谱仪器、波谱仪器、电化学仪器、生化分离分析仪器、气体分析仪器、显微镜和成像系统、化学反应及热分析仪器、声学振动仪器、力学性能测试仪器(材料试验机)和光电测量仪器。传感器与仪器仪表元器件及材料,主要指应用于工业自动化控制过程、基础科学研究和军事领域等种类繁多的各类传感器、相关元器件及材料。现代仪器仪表虽然作了大致分类,实际上存在着许多交叉,比如专用仪器中许多都可以归入科学仪器。

国际上仪器仪表是一个独立行业和产品领域,不属于机械,也不属于电子,内容还包括钟表行业;我国仪器仪表按行业行政归口,长期将电影机械、照相机、复印机等文化办公设备行业也归入仪器仪表行业。

1.1.4 仪器仪表的作用与地位

马克思曾说过,制造和使用工具,是区分人和动物的根本标志。人类也正是在制造和使用工具的不断发展中加快认识世界、改造世界(包括人类本身)的进程。“工欲善其事,必先利其器。”在人类进化和社会发展的历史长河中,在创造、制作、使用工具改变生活环境和自身的过程中,仪器作为计量器具、疾病诊疗辅助器械和观天测地器件,是人类智慧的结晶,是直接扩展人类感知、操作能力的工具,为人类建立和发展科学研究、扩展生产规模创造了有利条件。

在现代化的国民经济活动中,仪器有着比以前更为广泛的用途,它涉及人类各种活动的需求,在国民经济建设中意义重大,在工业生产中起着把关者和指导者的作用。

在国民经济运行中,仪器仪表是“倍增器”,对国民经济有着巨大的辐射作用和影响力。美国商业部国家标准局在20世纪90年代发布的一份调查报告表明,美国仪器仪表产业的产值约占工业总产值的4%,而它拉动的相关经济的产值却达到社会总产值的66%,仪器仪表发挥出了“四两拨千斤”的巨大倍增作用。事实上,现代化大生产,如发电、炼油、化工、冶金、飞机和汽车制造等,离开了只占企业固定资产大约10%的各种测量与控制仪器仪表装置,就不能正常安全生产,更难以创造巨额的产值和利润。现代仪器仪表已成为促进当代生产的主流环节,在现代工业投资中占相当比重。例如:重大工程项目的投入中,仪器仪表平均占设备投资的8%~12%,运载火箭的试制费用有一半用于购置仪器仪表。专家们形象地把仪器仪表比喻为国民经济中的“卡脖子”产业。

在科学研究中,仪器仪表是“先行官”。离开了科学仪器,一切科学研究都无法进行。发展高新技术必须要有先进的仪器仪表做依托,现代仪器仪表是发展高新技术必需的重要手