

第 1 章 绪 论

1.1 测量仪器简介

测量仪器的功能在于用物理、化学和（或）生物的方法，获取被检测对象运动或变化的信息，通过信息转换的处理，使其成为易于人们阅读和识别表达（信息显示、转换和运用）的量化形式，或进一步信号化、图像化，以利观测、入库存档，或直接进入自动化、智能运转控制系统。

测量仪器研究的对象是测量各种物理量所用的仪器仪表。测量的物理量包括长度、力学、热工、电磁、光学、无线电、时间/频率、电离辐射等。而一个完整的测量系统往往由各种测量电路组成，如图 1.1.1 所示。其中，传感器将各种物理量转换为电信号。由于传感器的输出信号一般都很微弱，需通过放大器将信号放大。另外，采集的信号往往夹杂着各种噪声，需要进行滤波处理。为了节约成本，一套测量系统往往公用一个 A/D 转换器，此时需要多路模拟开关分时将各路信号送至 A/D 转换器进行采样，然后送往计算机进行进一步分析处理。

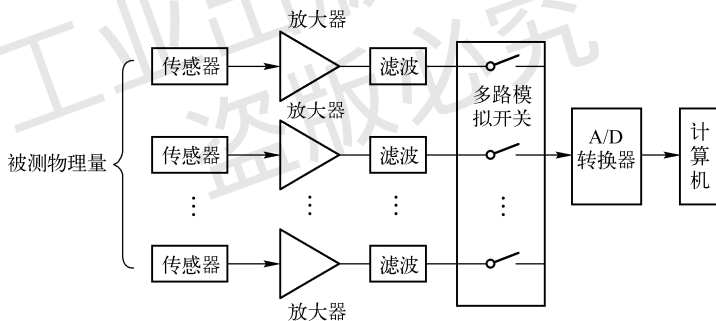


图 1.1.1 测量系统的组成

俄国著名科学家门捷列夫曾经说过：“没有测量就没有科学”。科学的发展和突破往往以检测仪器和技术方法上的突破为先导。例如，人类在光学显微镜出现以前，只能用肉眼来观察物质，16 世纪光学显微镜的出现，使人们能够更精细地观察细胞，从而大大推动了生物学的发展。20 世纪 30 年代出现了电子显微镜，使人们的观察能力进入微观世界，进一步推动了生物学、电子科学和材料科学的发展……在诺贝尔物理和化学奖中，大约 1/4 属于测量方法和仪器创新。这些事实都说明了测量仪器在科学研究中的重要作用。

今天，世界正在从工业化时代进入信息化时代，并向知识经济时代迈进。这个时代的特征是以计算机为核心，延伸人的大脑功能，扩展人的脑力劳动，使人类逐渐走出机械化，进入以物质手段扩展人的感官神经系统及脑力的智力时代。测量仪器是信息时代的“信息获取→处理→传输”链条中的源头技术。钱学森院士在对新技术革命的论述中说：“新技术革命的关键是信

息技术。信息技术是由测量技术、计算机技术和通信技术三部分组成的。测量技术则是关键和基础”。现在提到信息技术通常想到的只是计算机技术和通信技术，而关键的基础性的测量技术往往被人们所忽视。综上所述可以看出，测量仪器技术是信息的源头技术，测量仪器工业是信息工业的重要组成部分。

1.2 仪器分类

按照系統工程的观点，可以认为：仪器是以信息流和信息变换为主的技术系统，如测量仪器、控制仪器、电影机、照相机、计算仪器、天文仪器和导航仪器等。用信息流可以控制能量流和材料流，因此仪器的应用十分广泛。随着新技术不断地涌现，仪器新产品不断产生，且种类繁多。因此要对仪器进行细致的分类是相当复杂的，目前尚无统一的分类方法。

1. 从产品角度

按产品的不同，仪器可分为工业自动化仪表与装置、电工仪器仪表、分析仪器、光学仪器、材料试验机、气象海洋仪器、照相机械、电影机械、办公机械、生物医疗仪器、无线电电子测量仪器、航空仪表、船用导航仪表、地震仪器、汽车仪表、拖拉机仪表和轴承测试仪表等。

2. 从计量测试角度

从计量测试角度，可将仪器分为计量仪器和非计量仪器两大类。

(1) 计量仪器

它是用仪器将被测量取出并与计量标准进行比较，准确地表示被测量的真实数值。计量仪器分为：(1) 长度计量仪器；(2) 时间/频率计量仪器；(3) 力学计量仪器；(4) 热工计量仪器；(5) 电磁计量仪器；(6) 光学计量仪器；(7) 电离辐射计量仪器；(8) 标准物质计量仪器。

上述多为基本量的计量仪器，其他还有些导出计量仪器，如速度、加速度计等。

(2) 非计量仪器

它是指除计量仪器外，借助仪器的作用完成一定任务和程序的各种光、电精密机械。主要包含：(1) 观察仪器；(2) 显示仪器；(3) 记录仪器；(4) 计算仪器；(5) 调节仪器。

1.3 仪器的发展趋势

20 世纪中期以后，随着自动控制理论的完善和自动控制技术的成熟，以 A/D 环节为基础的数字式仪器得到了快速的发展。伴随着计算机、通信、软件、新材料和新技术等的快速发展与成熟，人工智能、在线测控成为可能，使仪器走向智能化、虚拟化和网络化。数字仪器、智能仪器、个人计算机仪器、虚拟仪器和网络仪器代表了 20 世纪现代科学仪器发展的主流和方向。

进入 21 世纪以来，网络、在线、智能等高科技化已成为现代仪器最主要的特征和发展趋势。高新技术研究成果的广泛采用、跨学科的综合设计、高精尖的制造技术等使仪器仪表领域发生了根本性的变革。现代仪器仪表作为典型的高科技产品，完全突破了传统的光、

机、电构架,向着计算机化、网络化、智能化、多功能化的方向迅速发展,向着更高速、更灵敏、更可靠、更简捷地获取被分析、检测、控制对象全方位信息的方向迈进。随着微机技术、网络通信技术的不断拓展,新世纪的测试仪器将是一个开放的系统概念。科学测试仪器正由单台智能化逐步走向通用模块化,并实现即插即用,灵活方便地组成针对不同对象的自动测试系统;难于实现网络化的大型科学仪器,向高测量精度、高可靠性和环境适应性方向发展,其自动化水平不断提高,并普遍具有自补偿、自诊断、自故障处理等功能。近年来,纳米级的精密机械、分子层次的现代化学、基因层次的生物学,以及高精密超性能特种功能材料研究成果等最新技术成果的问世,使仪器仪表不断向更深领域发展。

总的来说,现代仪器的发展趋势可以概括为以下几个方面:

- (1) 仪器仪表产品结构正在加速电子化;
- (2) 仪器仪表的显示和控制系统的构成正在加速数字化,并向三维形象化方向发展;
- (3) 仪器仪表在实现自动化的同时,日趋智能化;
- (4) 仪器仪表整机所具备的能力正实现多参数测量和多功能化;
- (5) 检测仪表、传感器品种系列多样化;
- (6) 针对不同用户的需要,仪器仪表正在系统地、成套地发展。

1.4 课程的性质、内容和学习方法

本课程是测控技术与仪器专业的一门专业课,它是电路分析、模拟电路、数字电路、微机原理等课程的后续课程。与这些课程不同的是,本课程并不着重研究各电路模块本身的工作原理,而是主要介绍各仪器的应用电路,并介绍如何把这些电路或模块组建成一个完整的测量系统。通过本课程的学习,学生能对测量系统与仪器的概念有比较全面的理解,并学会怎样运用电子技术来解决测量中的任务。

本书共分为10章,第1章介绍了精密仪器与测控系统的基本概念,第2~8章分别介绍了放大器、滤波器、多路模拟开关、集成基准电压源、模数转换器、数模转换器和信号波形发生器。其中,放大器用来对传感器采集到的微弱信号进行放大,滤波器对被测信号中夹杂的各种噪声进行滤除,多路模拟开关将被测信号分时接到模数转换器进行采样,集成基准电压源为模数/数模转换器提供参考电压,模数/模数转换器分别对模拟和数字信号进行采样并转换,信号波形发生器则讲述如何用电路模块构建信号源。第9章主要介绍精密仪器抗干扰技术。第10章以两个实例来介绍测量仪器的应用。

在学习本课程之前,需要学习电路分析、模拟电路和数字电路等相关基础课程,了解各仪器或电路的基本工作原理。另外,本课程是一门实践性很强的课程,在理论学习的同时,希望读者能通过自己动手搭建电路进行实验,学以致用,加深对本书理论知识的理解。

习题 1

- 1-1 测量系统通常由哪几部分构成?
- 1-2 仪器通常有哪几种类型?
- 1-3 简述仪器的发展趋势。