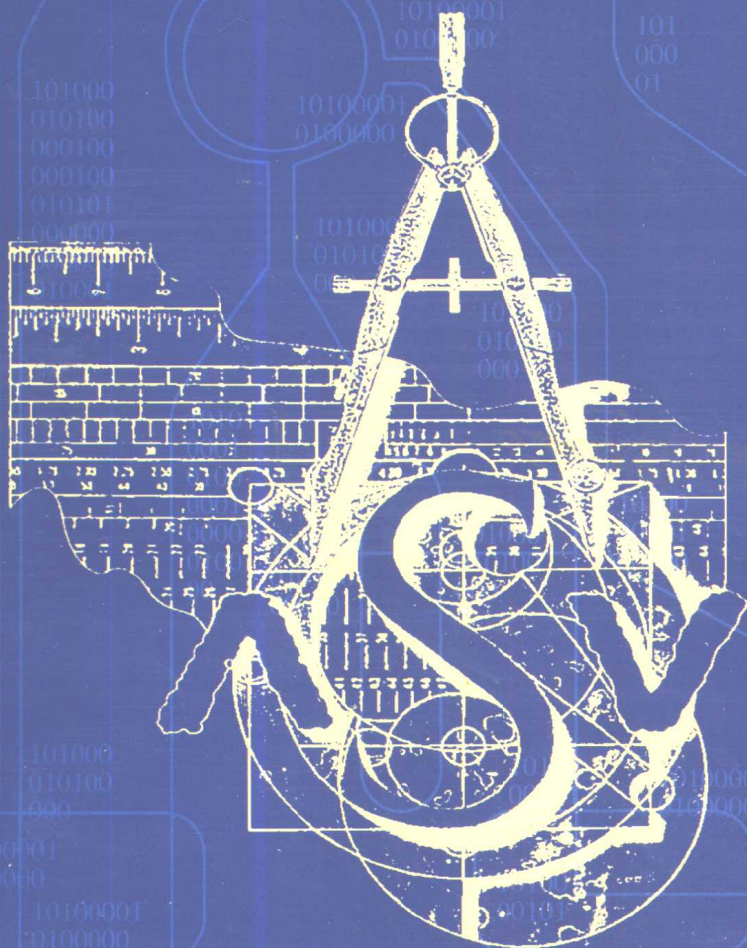


高职高专机电类系列教材

# 机电检测技术

GAOZHIGAOZHUANJIDIANLEI  
XILIEJIAOCAI

金捷 主编



中国  
人民  
大学  
出版  
社

高职高专机电类系列教材

# 机电检测技术

金 捷 主 编

刘江红  
肖伸平 副主编

中国人民大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

机电检测技术/金捷主编.  
北京:中国人民大学出版社,2001  
高职高专机电类系列教材

ISBN 7-300-03790-9/F·1140

I. 机…

II. 金…

III. 机电工程-检测-高等学  
校:技术学校-教材

IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 038425 号

高职高专机电类系列教材

**机电检测技术**

金 捷 主 编

刘江红 肖伸平 副主编

---

出版发行:中国人民大学出版社

(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)

邮购部:62515351 门市部:62514148

总编室:62511242 出版部:62511239

E-mail:rendafx@public3.bta.net.cn

经 销:新华书店

印 刷:北京东方圣雅印刷有限公司

---

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:16.25

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

字数:368 000

---

定价:20.00 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

## 内容提要

本书为高职高专机电类系列教材之一。全书共八章,前六章着重介绍在机械电子工程中从事检测技术工作所必需的基础知识,包括:信号分析基础、测试装置的基本特性、信息的获取与转换、信号的变换、信号的处理初步和信号记录装置;第七章介绍常见的典型非电参量的测量方法;第八章介绍计算机辅助测试等先进的检测技术。在每章后都配有习题。本书取材广泛,内容丰富,并注重知识的基础性、系统性和适用性,同时尽量反映检测技术领域内的新技术、新动向。

本书可供高职高专及成人高校机械、电子、自动化等专业选作教材,也可供从事检测技术工作的工程技术人员参考。

2006/02

# 前言

本书是根据教育部积极发展高等职业教育,大力推进高等专科教育人才培养模式的改革,按照教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》而编写的,是高职高专机电类系列教材之一。

本书以培养学生从事实际工作的基本能力和基本技能为目的,本着理论知识以必需、够用为度,少而精的原则,注重知识的基础性、适用性和针对性,并注意知识的连贯性和理论知识与工程实践的有机结合,同时尽量反映检测技术领域内的新技术、新成果、新动向。

全书共八章,前六章介绍了检测技术中需要掌握的一些基础知识,内容包括:有关测试信号的描述及基本特征;测试装置的静态和动态特性分析,不失真测试的条件;常用传感器的基本原理和选用原则,几种新型传感器的介绍;几种常用的信号变换、处理、记录等。第七章着重介绍了机电检测工程中常见的典型非电参量的检测方法,包括应力测量、扭矩测量、振动测量、位移测量、压力测量、噪声测量和速度测量等。第八章介绍了计算机辅助测试的先进检测技术。本书内容从基本概念入手,以信息的传感、转换、处理为核心,阐述热工量、机械量等有关参数的检测原理及方法。内容精炼,主次分明,应用性强,通俗易懂,易于自学,方便教学。

本书为高职高专及成人高校机械、电子、自动化等工程类专业的教学用书,不同的学校和专业选用该教材时,可根据具体情况删节部分内容,以适应不同学时的教学要求。本书也可作为从事检测技术工作的工程技术人员自学、进修用的参考书。

本书由鄂州大学金捷任主编、鄂州大学刘江红、株洲职业技术学院肖伸平任副主编。绪论和第三、四章由金捷编写,第一、二、八章由刘江红编写,第五章由刘江红、黄冈职业技术学院李雪早共同编写,第六、七章由株洲职业技术学院周勇、肖伸平共同编写。全书由金捷、刘江红统稿,并由何超教授主审。

本书在编写过程中得到中国人民大学出版社和鄂州大学校长胡国铭教授的大力支持和帮助,并且参考了一些兄弟院校的有关资料和反馈意见,得到了许多同志的帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请专家与读者批评指正。

编者

2001年3月

# 目 录

|                |       |
|----------------|-------|
| 绪论             | (1)   |
| 第一章 信号分析基础     | (6)   |
| 第一节 信息与信号的基本知识 | (6)   |
| 第二节 信号分类与描述    | (12)  |
| 第三节 周期信号的特征    | (13)  |
| 第四节 非周期信号的特征   | (20)  |
| 第五节 随机信号的特征    | (35)  |
| 习题一            | (49)  |
| 第二章 检测装置的基本特性  | (51)  |
| 第一节 概述         | (51)  |
| 第二节 检测装置的静态特性  | (53)  |
| 第三节 检测装置的动态特性  | (55)  |
| 第四节 不失真检测的条件   | (61)  |
| 第五节 负载效应       | (62)  |
| 习题二            | (63)  |
| 第三章 信息的获取与转换   | (65)  |
| 第一节 传感器的概述     | (65)  |
| 第二节 电阻式传感器     | (70)  |
| 第三节 电容式传感器     | (77)  |
| 第四节 电感式传感器     | (83)  |
| 第五节 磁电式传感器     | (88)  |
| 第六节 磁敏传感器      | (91)  |
| 第七节 热敏传感器      | (94)  |
| 第八节 压电式传感器     | (101) |
| 第九节 光电传感器      | (109) |
| 第十节 光纤与激光传感器   | (118) |
| 第十一节 其他类型传感器   | (128) |
| 习题三            | (149) |
| 第四章 信号的变换      | (151) |
| 第一节 电桥电路       | (151) |
| 第二节 信号的调制与解调   | (159) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第三节 滤波器.....         | (167) |
| 第四节 模拟—数字转换原理.....   | (175) |
| 习题四.....             | (181) |
| 第五章 信号的处理初步.....     | (182) |
| 第一节 模拟信号的处理.....     | (182) |
| 第二节 数字信号的处理.....     | (186) |
| 习题五.....             | (193) |
| 第六章 信号的记录.....       | (194) |
| 第一节 笔式记录仪.....       | (194) |
| 第二节 光线示波器.....       | (196) |
| 第三节 磁带记录仪.....       | (198) |
| 习题六.....             | (200) |
| 第七章 典型非电参量的测量方法..... | (201) |
| 第一节 应力的测量.....       | (201) |
| 第二节 传动扭矩的测量.....     | (208) |
| 第三节 振动的测量.....       | (212) |
| 第四节 位移的测量.....       | (217) |
| 第五节 压力的测量.....       | (222) |
| 第六节 噪声的测量.....       | (228) |
| 第七节 速度的测量.....       | (232) |
| 习题七.....             | (240) |
| 第八章 计算机辅助测试.....     | (241) |
| 第一节 概述.....          | (241) |
| 第二节 计算机检测系统的组成.....  | (242) |
| 第三节 计算机检测系统的应用.....  | (248) |
| 习题八.....             | (250) |
| 参考文献.....            | (251) |

# 绪 论

## 一、检测技术的作用和地位

在人类的各项生产活动和科学实验中,为了了解和掌握整个过程的进展及其最后结果,经常需要对各种基本参数或物理量进行检查和测量,从而获得必要的信息,并以之作为分析判断和决策的依据。随着人类社会进入信息时代,以信息的获取、转换、显示和处理为主要内容的机电检测技术已经发展成为一门完整的技术学科,在促进生产发展和科技进步的广阔领域内发挥着重要作用。其主要应用如下。

### 1. 检测技术是产品检验和质量控制的重要手段

借助于检测工具对产品进行质量评价是人们十分熟悉的,这是检测技术重要的应用领域。但传统的检测方法只能将产品区分为合格品和废品,起到产品验收和废品剔除的作用。在传统检测技术基础上发展起来的主动检测技术或称在线检测技术,使检测和生产加工同时进行,及时、主动地用检测结果对生产过程进行调节和控制,使其达到最佳运行状态,生产出合格产品。

### 2. 检测技术在大型设备安全经济运行监测中得到广泛应用

电力、石油、化工、机械等行业的一些大型设备通常在高温、高压、高速和大功率状态下运行,保证这些关键设备安全运行在国民经济中具有重大意义。为此,通常设置故障监测系统对温度、压力、流量、转速、振动和噪声等多种参数进行长期动态监测,以便及时发现异常情况,并对故障进行诊断。这样可以避免严重的突发事件,保证设备的正常和人员的安全,提高经济效益。随着计算机技术的发展,这类监测系统已经发展为故障自诊断系统,可以采用计算机来处理检测信息,进行分析、判断,及时诊断出设备故障并自动报警,或采取相应的对策。

### 3. 检测技术和装置是自动化系统中不可缺少的组成部分

人们为了有目的地进行控制,首先必须通过检测获取有关信息,然后才能进行分析判断,以便实现自动控制。所谓自动化,就是用各种技术工具与方法代替人工来完成检测、分析、判断和控制工作。一个自动化系统通常由多个环节组成,分别完成信息获取、信息转换、信息处理、信息传送及信息执行等功能。在实现自动化的过程中,信息的获取与转换是极其重要的组成环节,只有精确及时地将被控对象的各项参数检测出来并转换成易于传送和处理的信号,整个系统才能正常地工作。因此,自动检测与转换是自动化技术中不可缺少的组成部分。

### 4. 检测技术的完善和发展推动着现代科学技术的进步

人们在自然科学各个领域内从事的研究工作,一般是利用已知的规律对观测、试验的

结果进行概括、推理,从而对所研究的对象取得定量的概念并发现它的规律性,然后上升到理论。因此,现代化检测手段所达到的水平在很大程度上决定了科学研究的深度和广度。检测技术达到的水平愈高,所提供的信息愈丰富、愈可靠,科学研究取得突破性进展的可能性就愈大。此外,理论研究的一些成果,也必须通过实验或观测来加以验证,这同样离不开必要的检测手段。

从另一方面看,现代化生产和科学技术的发展也不断地对检测技术提出新的要求和课题,成为促进检测技术向前发展的动力。科学技术的新发现和新成果不断应用于检测技术中,也有力地促进了检测技术自身的现代化。

检测技术与现代化生产和科学技术的密切关系,使它成为一门十分活跃的技术学科,几乎渗透到人类的一切活动领域,发挥着愈来愈大的作用。

## 二、检测系统的工作范围

检测技术的应用非常广泛,几乎在所有的行业中都有应用。特别是现代检测技术,几乎应用了所有近代新技术和新理论。从广义的角度来讲,其工作的范围涉及到试验设计、模型理论、传感器、信号加工与处理、控制工程、系统辨识、参数估计等诸学科的内容;从狭义的角度来讲,是指对物理信号的获取、变换、传输、处理直至显示、记录或以电量输出测试结果的工作。

在机械工程中,测试的量主要是一些非电的物理量,如长度、位移、速度、噪声等;用现代测试技术测量非电量的方法主要是电测法,即将非电量先转换为电量,然后用各种电测仪表和装置乃至电子计算机对电信号进行处理和分析。在电量中有电能量和电参量之分,电能量如电流、电压、电功率等;电参量如电阻、电容、电感、相位等。由于电参量不具有能量,在测试过程中还需将其进一步转换为电能量。

电测法的主要优点如下:

- (1) 能够连续、自动地对被测量进行测量和记录。
- (2) 不仅能适用静态测量,还能适用动态测量和瞬态测量。
- (3) 电信号可以远距离传输,便于实现远距离测量和集中控制。
- (4) 电子测量装置能方便地改变量程,因此测量的范围广。
- (5) 可以方便地与计算机相联,进行数据的自动运算、分析和处理。

## 三、检测系统的组成

一个完整的检测系统或检测装置通常是由传感器、测量电路和显示记录装置等部分组成,分别完成信息获取、转换、显示和处理等功能。当然,其中还包括电源和传输通道等不可缺少的部分。图 0-1 示出了检测系统的组成框图。

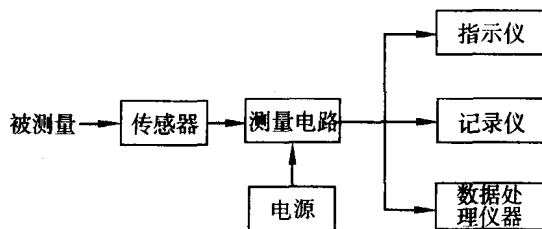


图 0-1 检测系统的组成框图

### (一) 传感器

传感器是把被测量(如物理量、化学量、生物量等)变换为另一种与之有确定对应关系,并且便于测量的量(通常是电学量)的装置。显然,传感器是检测系统与被测对象直接发生联系的部分。它处于被测对象和检测系统的接口位置,构成了信息输入的主要窗口,为检测系统提供必需的原始信息。它是整个检测系统最重要的环节,检测系统获取信息的质量往往是由传感器的性能一次性确定的,因为检测系统的其他环节无法添加新的检测信息,并且不易消除传感器所引入的误差。

### (二) 测量电路

测量电路的作用是对传感器输出的信号进行加工,是把传感器输出的微弱信号变成具有一定功率的电压、电流或频率信号,以满足显示记录装置的要求。根据需要,测量电路还能进行阻抗匹配、微分、积分、线性化补偿等信号处理工作。

应当指出,测量电路的种类和构成是由传感器的类型决定的,不同的传感器所要求配用的测量电路经常具有自己的特色。在以后有关章节中,我们将针对不同的传感器作详细介绍。

### (三) 显示记录装置

显示记录的作用是将测量电路输出的被测信号转换成人们可以感知的形式,如指针的偏转、数码管的显示、荧光屏上的图像等。还可以将此电信号记录在适当的介质上,如磁带、记录纸等,以提供人们观测和分析。目前常用的显示器有四类:模拟显示、数字显示、图像显示及记录仪等。

模拟显示是利用指针对标尺的相对位置表示被测量数值的大小。如各种指针式电气测量仪表,常见的有毫伏表、微安表、模拟光标等。其特点是读数方便、直观,结构简单,价格低廉,在检测系统中一直被大量应用。但这种显示方式的精度受标尺最小分度限制,而且读数时易引入主观误差。

数字显示则直接以十进制数字形式来显示读数,实际上是专用的数字电压表,它可以附加打印机,打印记录测量数值,并且易于和计算机联机,使数据处理更加方便。这种方式有利于消除读数的主观误差。

图像显示是采用显示装置以图像显示被测量的变化。如果被测量处于动态变化之

中,用一般的显示仪表读数十分困难,这时可以将输出信号送至显示装置,用示波管(CRT)或液晶显示器(LCD)屏幕来显示被测参数的变化曲线或读数,有时还可用图表、彩色图等形式来反映整个生产线上被测量的多组数据。

记录仪主要用来记录被测量随时间变化的曲线,作为检测结果,供分析使用。常用的记录仪有笔式记录仪、光线示波器、磁带记录仪、快速打印机等。

## 四、检测技术的发展方向

检测技术是随着现代科学技术的发展而迅速发展起来的一门新兴学科。现代科学技术的发展离不开检测技术,而且不断对检测技术提出新的要求。另一方面,现代检测技术的不断完善、提高又是科学技术发展的结果,两者是互相促进的。由于科学技术的发展,使检测技术达到了一个新的水平,其主要表现在以下几个方面。

### 1. 不断提高检测系统的测量精度、量程范围,延长使用寿命,提高可靠性

随着科学技术的不断发展,对检测系统测量精度的要求也相应地提高。近年来,人们研制出许多高精度的检测仪器以满足各种需要。例如,人们已研制出能测量小至几十个帕的微压力和大到几吉帕高压的压力传感器;开发了能够测出极微弱磁场的磁敏传感器。现在许多检测系统可以在极其恶劣的环境下连续工作数万小时,使得检测系统的可靠性及寿命大幅度地提高。目前人们正在不断努力进一步提高检测系统的各项性能指标。

### 2. 应用新技术和新的物理效应,扩大检测领域

检测原理大多以各种物理效应为基础,人们根据新原理、新材料和新工艺研究所取得的成果,将研制出更多品质优良的新型传感器。例如光纤传感器、液晶传感器、以高分子有机材料为敏感元件的压敏传感器、微生物传感器等。近代物理学的成果如激光、红外、超声、微波、光纤、放射性同位素等的应用,都为检测技术的发展提供了更多的途径,如激光测距、红外测温、超声波无损探伤、放射性测厚等非接触测量的迅速发展。另外,代替视觉、嗅觉、味觉和听觉的各种仿生传感器和检测超高温、超高压、超低温和超高真空等极端参数的新型传感器,将是今后传感器技术研究和发展的方向。

### 3. 发展集成化、功能化的传感器

随着超大规模集成电路技术的发展,硅电子元件的集成化有可能大量地向传感器领域渗透。人们将传感器与测量电路制作在同一块硅片上,得到体积小、性能好、功能强的集成传感器,使传感器本身具有检测、放大、判断和一定的信号处理功能。例如,已研制出高精度的PN结测温集成电路。又如,人们已能将排成阵列的成千上万个光敏元件及扫描放大电路制作在一块芯片上,制成CCD摄像机。今后,还将在光、磁、温度、压力等领域开发新型的集成化、功能化的传感器。

### 4. 采用计算机技术,使检测技术智能化

计算机技术应用到检测系统中,使检测仪器智能化,从而扩展了功能,提高了精度和可靠性。计算机技术在检测技术中的应用,还突出地表现在整个检测工作可在计算机控制下,自动按照给定的检测实验程序进行,并直接给出检测结果,构成自动检测系统。其他诸如波形存储、数据采集、非线性校正和系统误差的消除、数字滤波、参数估计等方面,

也都是计算机技术在检测领域中应用的重要成果。目前新研制的检测系统大都带有微处理器。

## 五、本课程的特点和学习要求

本课程是一门专业基础课程,研究对象主要是机电工程中动态物理量的检测原理、方法及常用的检测装置。通过本课程的学习,使学生能较正确地选用检测装置和初步掌握进行动态测试所需要的基本理论、基本知识和基本技能。

学生在学完本课程后,应具有以下几个方面的知识:

(1) 掌握信号的分类及其在时域和频域内的描述方法,建立明确的信号频谱概念;掌握信号的时域分析、相关分析和功率谱分析方法。

(2) 基本掌握检测系统静、动态特性的评价方法和不失真检测条件。

(3) 基本掌握常用传感器的工作原理、基本特性、使用范围,传感器的选用原则。

(4) 掌握常用信号变换方法的原理及应用。

(5) 了解常用记录装置的工作原理及应用。

(6) 掌握各种典型非电量的测量方法和初步学会常用的检测仪器在工程中的应用。

本课程涉及的学科面广,需要有较广泛的基础知识和专业知识,学好这门课的关键在于理论联系实际。要富于设想,善于借鉴,应创造条件加强实验环节。学生只有通过足够和必要的实验才能受到应有的实验能力的训练,才能获得关于动态检测工作的比较完整的概念,也只有这样,才能初步具有处理实际检测工作的能力。

# 第一章 信号分析基础

在科学技术高速发展的今天,人们已普遍认识到,科学技术发展的三大支柱(能源、材料、信息)之一——信息科学,占有头等重要的地位。

在检测技术领域,被测物理量往往通过测量装置转变成电信号并加以记录。记录的信号是分析事物的依据,其中蕴藏着大量的有用信息。信号分析的任务,就是从信号中提取各种信息。

本章在介绍信息与信号基本知识的基础上,着重介绍检测中常用的一些信号描述和信号分析方法。

## 第一节 信息与信号的基本知识

信息论是信息科学的理论基础,是运用数理统计方法研究信息的获取、变换、传输与处理的一门新兴学科。广义信息论已广泛地渗透于各种科学领域。将信息论引入工程测试领域,对于促进工程技术的发展,拓宽和深入理解工程技术的各种问题,具有十分重要的意义。

### 一、测试、信息和信号的定义

#### (一) 测试的定义

测试(measurement and test)是具有试验性质的测量。试验是对迄今未知事物的探索性认识过程,测量是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。

测试是人类认识自然、掌握自然规律的实践途径之一,是从科学研究中获得感性材料、接受自然信息的途径,是形成、发展和检验自然科学理论的实践基础。

#### (二) 信息的定义

信息比较抽象,有关信息的概念及其数学模型的研究,还在不断深入;有关信息的定义,也是一个值得进一步探讨的问题。

信息的定义有多种,但其中经典的、有代表性的定义有两条。其一是控制论的创始人之一,美国数学家维纳(N. Wiener)指出的:“信息就是信息,不是物质也不是能量。”他的

这个论断在信息与物质和能量之间划了一条界线。其二信息论奠基人、美国科学家香农(C.E.Shannon)指出的,信息是“能够用来消除不定性的东西。”所谓不定性,就是“具有多种可能而难以确断”。熵是不定性程度的度量,熵的减少就是不定性的减少。香农的信息定义虽然得到了度量信息的方法,但是这个定义也有局限性,它只描述了信息的功能,并没有正面回答“信息是什么”的问题。后来,被波里昂(L.Brilloun)等人引申为“信息就是负熵”,并且他们进一步提出:“信息是系统有序性和组织程度的度量。”

随着对信息认识的不断深入,信息的定义也被推广。事物运动的状态和方式具有不定性,而要消除这种不定性,惟一的办法就是要了解事物运动的具体状态和方式,也就是说,要得到信息。因此,广义的信息定义为:描述事物运动的状态和方式。这种广义的定义,统一了维纳、香农等人的定义,既能从概念上抓住信息的本质,又能为定量描述和度量提供可行的方法。

### (三) 信号的定义

一般地说,传输信息的载体称为信号(signal),信息蕴涵于信号之中,例如古代烽火,人们观察到的是光信号,它蕴涵的信息是“敌人来进攻了”;防空警笛,人们听到的是声信号,其含义则是“敌机空袭”或“敌机溃逃”,等等。

信号是物理性的,是物质,具有能量。人类获取信息,需要借助信号的传播。

## 二、测试、信息处理的基本内容

人类认识世界,是以感官感知自然信息开始的,物质的颜色、形状、声响及温度变化,可以由人的视觉、听觉、触觉等器官感知,但人的感官感知事物的变化有局限性,人类感官的延伸——传感器,是近代信息探测工程学中的重要内容,传感技术的发展,扩展了人类感知信息的智能。科学家预告,如果有一天,信息探测技术发展原子、分子水平,那么,人们将得知各种物质的特性,并制造出人类所需的任何一种物质。

信息探测涉及任何一项工程领域,无论是生物、海洋、气象、地质、雷达、通信以及机械、电子等工程,都离不开测试与信息处理。

工程中的信号描述了物理量的变化过程,在数学上可表示为1个或几个独立变量的函数,可取为时间或空间变化的图形。例如,机床的振动、发动机的声响、切削过程的温度等,都可表示为一个时间函数;加工零件的表面粗糙度,机床部件的热分布等,则可表示一个二元空间变量的高度函数。

工程中的信息处理,是指从传感器等一次敏感元件获取转换、变换、分析处理、显示及应用等过程。因为信息是以信号形式传输的,故而信息处理又可称之为信号处理;而把研究信号的构成和特征值称为信号分析。信号处理和信号分析没有明确的界限。所以,信号分析和处理是密切关联的,有时作为同义语看待。图1-1概略地表示出信息——信号的转换、传输与处理过程。

信号分析的经典方法有时域分析法与频域分析法。时域分析又称波形分析,是用信号的幅值随时间变化的图形或表达式来分析,可以得到信号任一时刻的瞬时值或最大值、

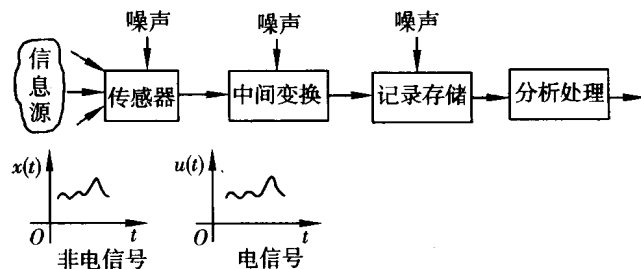


图 1-1 信息—信号的转换、传输与处理过程

最小值、均值、均方根值等；也可以通过信号的时域分解，研究其稳定分量与波动分量；对信号的相关分析，可以研究信号本身或相互间的相似程度；研究信号的幅值取值的分布状态，可以了解信号幅值取值的概率及概率分布情况，此又称为幅值域分析。

测试信号的频域分析，是把信号的幅值、相位或能量变换为以频率表示的函数，进而分析其频率特性的一种方法，又称为频谱分析。例如，幅值谱、相位谱、功率谱密度等。对信号进行频谱分析，可以获取更多的有用信息，是近代信息技术发展中的一个重要手段。

### 三、测试、信息处理的发展概况

传感器是测试、控制系统中的信息敏感和检测部件，它感受被测信息并输出与其成一定比例关系的物理量（信号），以满足系统对信息处理、记录、显示和控制的要求。

早期发展的传感器，是利用物理学场的定律（电场、磁场、力场等）所构成的“结构型”传感器，其基本特征是以其结构的部分变化或变化后引起场的变化来反映待测量（力、位移等）的变化。

利用物质特性构成的传感器称为“物性型”传感器或“物性型”敏感元件。新的物理、化学、生物效应应用于物性型传感器，是传感技术的重要发展方向之一。每一种新的物理效应的应用，都会出现一种新型的敏感元件，或者能测量某种新的参数。新材料与新元件的应用，有力地推动传感器的发展，因为物性型敏感元件全赖于敏感功能材料。

现阶段传感器是向多功能、集成化、智能化发展，进行快变参数和动态测量，是自动化过程控制系统中的重要一环，其主要支柱是微电子与计算机技术。传感器与微计算机结合，产生了智能传感器。它能自动选择量程和增益，自动校准与实时校准，进行非线性校正、漂移等误差补偿和复杂的计算处理，完成自动故障监控和过载保护等。

人们常常习惯于把传感器比作人的感官，计算机比作人的大脑。因此，传感与计算机技术的发展促进了测试系统的智能化。从信息化角度出发，“智能”应体现在三个方面，即感知，信息的获取；思维，信息的处理；行为，信息的利用。

信息处理已应用于多种学科。目前它已成为信息科学中一种不可少的工具手段。

20 世纪 50 年代以前，信号分析技术已应用于多种学科，进入 20 世纪 50 年代，大型通用数字计算机在信号分析中有了实际应用。

进入 20 世纪 60 年代，人造卫星、宇航探测及通信、雷达技术的发展，对信号分析的速

度、分辨能力提出了更高的要求。

20 世纪 70 年代以后,大规模集成电路的发展以及微型机的应用,使信号分析技术具备了广阔的发展前景,许多新的计算方法不断出现。

此外,信号处理芯片是近年来出现的一种用于快速处理信号的器件。它的出现,对简化信号处理系统的结构,提高运算速度,加快信号处理的实时能力等,有很大影响。

目前信号分析技术的发展目标是:① 在线实时能力的进一步提高;② 分辨率和运算精度的提高;③ 扩大和发展新的专用功能;④ 专用机结构小型化,性能标准化,价格低廉。

## 四、信息与信息技术

### (一) 信息的作用

#### 1. 信息是一种资源

正像物质和能量是人类生存和发展所必须的资源一样,信息也是一种不可缺少的资源。物质提供各种各样有用的材料;能源提供各种形式的动力;而信息向人类所提供的则是无穷无尽的知识 and 智慧。

人类生存没有必须的材料和动力不行,没有信息更不行,其他各种生物也是如此。如果人类不能获得外部世界变化的信息,他就无法认识世界,当然更谈不上有效地改造世界了,没有信息,就没有生存的希望。可见,信息对于人类是一种多么重要的资源! 在这种意义上完全可以说,信息是生命的资源。

#### 2. 物质、能量、信息三者的关系

现代科学认为,物质、能量、信息是物质世界的三大支柱,是科学史上三个最重要的概念,而这三者之间存在着密切的联系。物质运动的动力是能量,而信息是关于物质运动状态的特征,只要有运动的事物,就需要有能量,也会存在信息。信息是普遍的,因此也可以说,信息描述了客观事物变化的时空特性,即无时不有,无地不存。

物质、能量和信息作为物质世界的三种资源,具有三位一体相辅相成的关系。例如,一个现代化的自动防空体系,如图 1-2 所示,雷达监视着空间的特定区域,一旦发现目标,就立即发出信号,把目标物的运动状态和方式,以无线电波的一系列参数形式,通过通信系统传递给计算中心。计算中心对所收到的信号作分析处理,估计出目标物的坐标、方位、仰角、运动速度、加速度等参数,并计算出拦截目标时导弹的发射参数。然后,控制系统根据这些参数控制武器的发射。发射出导弹以后,雷达系统又监视着导弹与目标物之间的误差关系,并把这一误差信息再由通信系统传递给计算中心,经过计算及时调整导弹的飞行参数,并由控制系统指挥导弹,直到拦截击毁目标为止。

显然,在这个防空体系中,如果没有材料,就不存在雷达、计算机、导弹;如果没有能量,计算机、控制系统就不能工作。然而,在这三者之中,驾驭全局的是信息。物质使系统

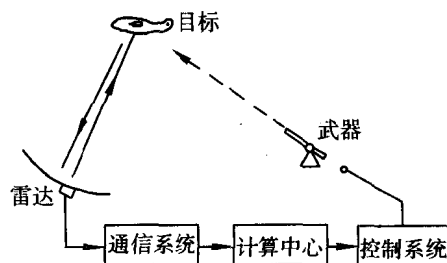


图 1-2 自动化防空体系

具有形体,能量使系统具有力量,而信息则使系统具有了“灵魂”。

### 3. 信息的基本性质

由信息的定义,可以概括出信息具有以下一些重要的性质:

- (1) 可以识别。信息可以通过人的感官直接识别,也可以通过各种探测器间接识别。
- (2) 可以转换。信息可以从一种形态转换成另一种形态,如语言、文字、图像、图表等信号;也可以转换成计算机代码及广播、电视等电信号,而电信号和代码又可以转换成语言、文字、图像等。
- (3) 可以存储。人用脑神经细胞存储信息(称为记忆);计算机用内存储器 and 外存储器存储信息;录音机、录像机用磁带存储信息等。
- (4) 可以传输。人与人之间的信息传递依靠语言、言情、动作;社会信息的传输借助报纸、杂志、广播;工程中的信息则可以借助机械、光、声、电等传输。
- (5) 信息来源于物质运动,又不等同于物质。
- (6) 信息与能量息息相关,又互相异质。获取信息需要能量,控制能量又需要信息。

一般来说,信息是比较抽象的。虽然它很抽象,却可以被观察者所感知、检测、提取、识别、存储、显示、分析、处理和利用,且为众多的观察者所共享。由于信息具有这些性质,因此它对于人类和人类社会具有十分重要的意义。

## 五、信息科学

信息科学是以信息为主要研究对象,以信息的运动规律和应用方法为主要研究目标的综合性科学。它包括两个方面的内容:一是信息本身有关的规律;二是有关利用信息方面的规律。因此,也可以说,信息科学是关于如何认识信息以及如何利用信息的科学。

以扩展人的信息功能作为主要的研究目标,这是信息科学区别于其他现代的和传统的科学的又一个根本特点。人类认识世界和改造世界的全部活动,始终贯穿着信息的过程,而且,人的一生也一直都在同信息打交道,把人同信息打交道的本领(包括提取信息、传递信息、处理信息和产生信息的本质)称为人的信息功能。然而,人的信息功能主要是由他的一系列信息器官来承担的。而信息科学的目的和任务,就是在分析、探索和掌握这些功能的机制的基础上,运用信息科学提供的原理和方法以及各种技术(包括机械、电子、激光、生物等),综合出新的人工系统,来延长、增强、补充和扩展人的信息器官的功能。它包括感觉器官感受信息的功能,神经系统传递信息的功能,大脑处理及产生信息的功能,等等。

## 六、信息技术

按照对信息和信息科学的理解,可以认为,凡是能够扩展人的信息功能的技术,都是信息技术。

信息技术的主要内容包括传感技术、通信技术和计算机技术。传感技术主要包括信