

# 安全检测与监控技术

陈海群 陈 群 王新颖 主编

ANQUAN JIANCE  
YU JIANKONG JISHU

1.2

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

# 安全检测与监控技术

陈海群 陈 群 王新颖 主编

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书介绍了安全检测与监控技术的基本原理、常用设备和测试方法。全书共分为13章。第1章简述了检测技术的发展、检测系统的组成、功能及其主要特性；第2~8章详细介绍了压力、温度、液位、气体成分、粉尘、振动、噪声的检测方法、原理及常用设备；第9章介绍了工业生产安全监控的主要方法及安全监控系统的组成；第10、11章介绍了自动控制系统的功能、特性、类型等；第12章阐述了火灾监测控制系统，最后一章着重讨论了安全检测与监控系统的设计及应用实例。

本书可供化学、化工、采矿、交通、航空航天等部门从事安全检测或监控的技术人员和管理人员使用，也可作为高等学校相关专业高年级学生、研究生和教师的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

安全检测与监控技术 / 陈海群, 陈群, 王新颖主编.  
—北京: 中国石化出版社, 2013. 8  
ISBN 978 - 7 - 5114 - 2292 - 7

I. ①安… II. ①陈… ②陈… ③王… III. ①安全监测 - 技术 IV. ①X924. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 184711 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行  
地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号  
邮编: 100011 电话: (010)84271850  
读者服务部电话: (010)84289974  
<http://www.sinopec-press.com>  
E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)  
北京科信印刷有限公司印刷  
全国各地新华书店经销



\*  
787 × 1092 毫米 16 开本 11.5 印张 279 千字  
2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷  
定价: 35.00 元

# 前 言

安全生产是我国的一项基本国策，是保护劳动者安全健康、保证经济建设持续发展的基本条件。目前我国正处于经济转型的重要时期，受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响，安全生产的基础薄弱，安全生产的形势依然严峻。党的十八大明确提出要“强化公共安全体系和企业安全生产基础建设，遏制重特大安全事故”。安全生产是社会文明和进步的重要标志，是国民经济稳定运行的重要保障，是坚持“以人为本”安全理念的必然要求。因此，尽快改变我国安全生产相对落后的局面，为安全生产提供足够的技术支撑和保障，已成为我国安全科学界的共识。

安全检测与监控技术的主要任务是及时、准确地为安全管理的决策提供丰富、可靠的现场安全因素信息，为采取安全技术措施，预防伤害事故的发生提供数据依据。它为职业健康安全状态进行评价、为安全技术及设施进行监督、为安全技术措施的效果进行评价等提供可靠而准确的信息，从而达到改善劳动作业条件，改进生产工艺过程，控制系统或设备的事故(故障)发生。在现代工业生产中，新产品、新技术、新工艺、新材料不断出现，生产过程的大规模化、自动化和复杂化，以及各种有毒有害物质品种和数量的增多，对安全生产的检测与监控提出了更高、更严的要求。

安全检测与监控技术包括自动检测、自动控制、自动保护等内容。本书系统地阐述了安全检测的基本理论、技术原理、检测方法以及发展趋势，主要介绍了检测信号、检测系统的组成、功能及其主要特性；压力、温度、液位、气体成分、粉尘、振动、噪声等常见参数的检测技术；自动控制原理以及实现工业生产安全检测的技术工具和防火防爆装置；自动报警系统的功能、特性、类型等；火灾的消防联动控制系统；安全检测与监控系统的设计及应用实例。在编写过程中，编者力求将自动控制的理论基础和分析方法与工业生产中的具体实践相结合，并结合了目前国内化学化工发展的实际情况以及最新研究成果，

使读者了解现代检测技术正以计算机为核心、以传感器为重点向数字化、网络化发展的趋势。本书涉及到化学、物理学、电子学、计算机科学、检测技术等学科领域，注重解决工业安全监控中的实际问题，编者同时也期望本书能给化学、化工、采矿、交通、航空航天等工业部门从事工程设计、技术开发、事故分析与评价、安全管理等工程技术人才提供借鉴和参考。

本书由陈海群、陈群、王新颖任主编，负责全书的编写立项和统稿。在编写的过程中得到了常州大学教务处、安全工程系全体老师以及王丹丹、张锦晖、冯琳琳等的大力帮助。书中参考并引用了许多相关的教材、书籍、期刊、产品样本及技术手册，在此对引用文献的有关作者表示衷心的感谢！安全检测与监控技术涉及面广，专业性强，由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者和同行多多赐教，不胜感激！

编 者

# 目 录

第 1 章 安全检测概述	( 1 )
1.1 安全检测在安全科学中的地位与任务	( 1 )
1.2 安全检测与工业运行状态信息的关系	( 2 )
1.3 安全检测系统的组成和分类	( 4 )
1.4 安全检测技术的发展趋势	( 6 )
第 2 章 压力检测	( 10 )
2.1 压力检测的概念与分类	( 10 )
2.2 液柱式压力计	( 11 )
2.3 弹性式压力计	( 12 )
2.4 电气式压力计及变送器	( 14 )
2.5 单光纤传输光推动便携式压力测量仪	( 15 )
2.6 超声压力检测仪	( 15 )
2.7 压力表的选择、安装与校验	( 16 )
第 3 章 温度检测	( 19 )
3.1 概述	( 19 )
3.2 接触式温度检测	( 21 )
3.3 非接触式温度检测	( 27 )
3.4 温度测量仪表的选用	( 37 )
第 4 章 液位检测	( 39 )
4.1 玻璃液位计	( 39 )
4.2 差压式液位计	( 41 )
4.3 电接点液位计	( 41 )

# 目 录

4.4	热学法	(42)
4.5	超声波法	(43)
4.6	微波法	(44)
4.7	磁电法	(46)
4.8	光学法	(46)
4.9	其他液位计	(47)
4.10	液位计的选用	(48)
<b>第5章 气体成分检测</b> (49)		
5.1	气体传感器的基本内容	(49)
5.2	半导体气体传感器	(50)
5.3	红外吸收式气敏传感器	(53)
5.4	接触燃烧式气敏传感器	(56)
5.5	热导率变化式气体传感器	(57)
<b>第6章 粉尘检测</b> (58)		
6.1	粉尘的分类及危害	(58)
6.2	滤膜重量测定法	(60)
6.3	压电晶体差额法	(62)
6.4	$\beta$ 射线吸收法	(63)
6.5	光散射法	(64)
6.6	显微镜法	(65)
6.7	自然沉降法	(65)
6.8	粉尘的可燃性及爆炸性测定	(66)
<b>第7章 机械振动检测</b> (70)		
7.1	振动的类型及其表征参数	(71)
7.2	测振传感器	(72)
7.3	常用的测振放大器	(79)

7.4	振动的激励与激振器 .....	( 79 )
7.5	振动允许标准 .....	( 81 )
<b>第 8 章</b>	<b>噪声检测 .....</b>	<b>( 84 )</b>
8.1	噪声测量的主要参数 .....	( 84 )
8.2	噪声的分析方法与评价 .....	( 85 )
8.3	噪声测量仪器 .....	( 87 )
8.4	噪声测量及其应用 .....	( 89 )
<b>第 9 章</b>	<b>安全监控概述 .....</b>	<b>( 93 )</b>
9.1	安全监控系统的发展 .....	( 93 )
9.2	安全监控的方法 .....	( 95 )
9.3	安全监控系统分类及其组成 .....	( 95 )
<b>第 10 章</b>	<b>开关信号的获取 .....</b>	<b>( 100 )</b>
10.1	开关量信息 .....	( 100 )
10.2	开关量变送器 .....	( 102 )
<b>第 11 章</b>	<b>控制执行装置 .....</b>	<b>( 111 )</b>
11.1	自动控制仪表的分类 .....	( 111 )
11.2	自动控制仪表的构成 .....	( 113 )
11.3	防爆泄压装置 .....	( 114 )
11.4	防火控制装置 .....	( 124 )
11.5	紧急制动装置 .....	( 130 )
<b>第 12 章</b>	<b>火灾监测 .....</b>	<b>( 132 )</b>
12.1	火灾信息 .....	( 132 )
12.2	火灾探测方法 .....	( 133 )
12.3	火灾自动报警系统 .....	( 142 )





# 第 1 章

## 安全检测概述

### 1.1 安全检测在安全科学中的地位与任务

工业革命给人类带来了无穷的财富，但是，工业事故和工业灾难与科技发展和社会进步伴随而来，从泰坦尼克号到切尔诺贝利核泄漏，人类经历了无数次危险和灾难。现代化学工业、高能技术、高新技术、航空航天技术、核工业技术、探海技术的发展以及规模装置、大型联合装置的出现，使技术密集性、物质高能性和过程高参数性更为突出，使得当代工业生产、科学探索、经济运行中的事故更具突发性、灾难性、社会性。由于事故现象越来越复杂，损失越来越惨重，迫使人们必须认真地去分析事故现象，研究事故规律，建立安全科学，发展安全工程学科。

21 世纪是人类安全和地球环境的世纪，这句话说得不过分。我们先来看一个事故的教训，1965 年 11 月 9 日下午，加拿大的昂特略州的某一个发电厂的小小继电器发生故障，几分钟内美国重要工商业区（东北部）和加拿大的一部分地区送电完全停止，使得纽约、波士顿等城市三千多万人陷入黑暗的世界。这时正是下班的时候，成千上万的人被关在地铁和摩天大楼的电梯里。一切通讯都中断了，暖气不热了，饭也不能吃了。大家处于极度的慌乱之中。这就是现代人与现代技术互相依赖、不能分割的事实。这次大停电，使人们懂得技术给人们带来幸福，但它又是那么脆弱，一旦出了问题也能给人类带来一场灾难，给人们生活带来烦恼。封建时代是一室一户，资本主义初期是一个工厂一个公司，而现在是一个社会一个国家，技术影响范围扩大了，整体性更强了。科学、技术、社会一体化的现实正在改变人们的认识，改变活动空间，改变可能遇到的各种危险。

当代安全已成为生产过程、科学实验、经济运行的前提条件。不能设想，在当今社会中有哪一种装置、单元、过程、系统能在事故状态下实现自己的目的；哪一个企业、哪一种经济活动、哪一项科学探索能在不解决安全问题的前提下实现自己的快速发展、经济效益、科学目标。亿万资金砌筑的装置、几十年建成的基地、高智能策划的实验系统、多少代向往的一种设施，会因为一次事故毁于一旦。印度博帕尔市的一家农药厂的爆炸事故造成了一座城市的灾难；前苏联切尔诺贝利核电站的一次核泄漏，使整个欧洲震惊，成为地球上一个几乎永久性的危险源。近代所有已经发生的各类火灾、爆炸、空难、海难、撞车、颠覆等灾难性事故所带来的严重后果和社会效应已经超过了事故本身，灾难性事故已经成为社会生活、经济发展中的一个十分敏感的问题。当代社会活动中，还没有一种社会现象能像一次灾难性事

故那样牵动亿万人的心。在科技越来越密集、经济规模越来越宏大的今天，安全问题在许多时候往往成为重大社会经济决策的核心问题，解决安全技术工程问题不得不成为人们的自觉行动和聪明的表现。人类曾经盼望有一种“神”的力量能够避免各种灾害，20世纪初的泰坦尼克号没有解决这个问题，几十年后的切尔诺贝利和博帕尔也没有解决这个问题，人们寄希望于21世纪安全科学的发展和应。

第二次世界大战以后，人们在激烈的竞争中总结出，发展产品要满足三个要素，即经济性、操作性、安全性，以经济性为核心。但是在以后的发展中人们逐渐认识到，许多领域尤其是特别危险的技术领域，以经济性为核心的初期开发，到头来要受到安全问题的制约。核技术、航空航天技术、有机合成技术、高能技术等无不遇到这种问题，安全已经成为社会安定、人们安居乐业的一种象征。技术装备的进步和高能储备的密集，使过程、系统的安全紧密关联着高额的经济利益，安全所带来的效益如同装置、工艺、技术带来效益那样直接、关键，甚至更为重要，这就是安全科学必定要发展，必定会快速发展的社会现实。

科学技术产生和发展的规律必定将事故的技术性、隐蔽性、规律性作为研究安全问题的主要内容。事故的技术性表现在任何技术领域都有自己的安全问题；任何技术过程都存在安全技术问题；任何事故的发生都有自己的技术原因；任何危险的存在都有自己的技术状态。现代生产装置和系统对工程技术的严格性和严密性提出更高的要求，这就使不太重要的技术缺陷对于现代装置和系统往往成为灾难性隐患。工业过程的微小温度或压力的变化、高速流体系统的流量流速的变化、快速运转机械平衡条件的微小变化、物料配比系统的微小失误、高压装置的细小裂纹、爆炸危险体系的微小触发能量等，对于现代装置、高能过程和高技术系统都会导致毁灭性的灾难。这些安全管理决策的基础信息都需要通过安全检测来提供，以使生产过程或特定系统按预定的指标运行，避免和控制系统因受意外的干扰或波动而偏离正常运行状态并导致故障或事故。

综上所述，安全检测与监控是安全管理工作的“眼睛和耳朵”，是安全管理工程的重要组成部分。它是安全科学技术的三级学科，是确定安全生产及系统安全运行的重要技术手段，与安全工程、测量检验技术、自动控制技术、信息工程、仪器仪表、环境科学、系统工程等紧密相连。借助于仪器、仪表、传感器、探测设备等工具迅速而准确地了解生产系统及作业环境中危险因素与有毒有害因素的类型、危害程度、范围及动态变化，对职业安全与卫生状态进行评价，对安全技术及设施进行监督，对安全技术措施的效果进行检测，提供可靠而准确的信息。以改善劳动作业条件，改进生产工艺过程，控制系统或设备的事故（故障）发生。所有这些运作过程被称为安全检测与监控技术。通过这种检测和监控技术，使生产过程或特定系统按预定的指标运行，避免和控制系统因受意外的干扰或波动而偏离正常（安全）运行状态并导致故障或事故。它是现代化工业安全生产不可缺少的技术手段，化工、石油、石化、矿山、航空、航天、航海、铁路、电业、建筑、冶金、核工业等部门都存在安全检测与监控技术的问题。

### 1.2 安全检测与工业运行状态信息的关系

工业事故属于工业危险源，通常指“人（劳动者）-机（生产过程和设备）-环境（工作场所）”有限空间的全部或一部分，属于“人造系统”，正常运行条件下，绝大多数具有可观测

性和可控性。表征工业危险源状态的可观测参数称为危险源的“状态信息”。状态信息是一个广义的概念,包括对安全生产和人员身心健康有直接或间接危害的各种因素,例如,表征生产过程或设备的运行状况正常与否的参数,作业环境中化学和物理危害因素的浓度或强度等。安全状态信息出现异常,说明危险正在从相对安全的状态向即将发生事故的临界状态转化,提示人们必须及时采取措施,以避免事故发生或将事故的伤害和损失降至最小强度。

工业过程中,为了准确鉴别和评价危险,更好地指导生产和安全管理工作,从而达到控制和消除危险的目的,常把危险因素分为物理现象、化学现象、结构设计和人为差错四大类,如表1.1所示。

表1.1 工业危险的分类表

危险类别	危险类型	危险因素
物理现象	热学	热、冷、温度的急剧变化、太阳、风
	压力	气压、液压、热变冷或冷变热的急剧变化过程中产生的压力(在密闭容器内)
	加速度	质量、时间、二次加速
	振动	高频、低频、传输、诱发
	噪声	强噪声、连续噪声
	辐射	电离辐射(X、 $\gamma$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、中子射线)、非电离辐射(紫外线、红外线、射频辐射、激光辐射)
化学现象	毒性	全身性毒素、窒息性毒素、刺激性毒素、气体毒素、液体毒素、固体毒素
	污染	化合、杂质、霉菌、分解、粉尘
	化学反应	腐蚀、分解反应、化合反应、置换反应
	火	燃料、氧化剂、可燃混合气、点火源
	爆炸	爆炸品、可燃性气体、可燃性粉尘、可燃性液体
结构设计	材料变质	持久应力、老化、耗损、疲劳、环境效应
	电气	电击、引燃易燃品、加热或过热、意外启动、未按要求动作、电气爆炸、静电
	机械	稳定性、锐角边、棱角、运动部件、容差
人为差错	生理、心理性	负荷超限、辨别功能缺陷、健康状况异常、情绪异常、冒险心理、过度紧张
	行为性	误操作、违章作业、监护失误、指挥失误、违章指挥

为了获取工业运行或危险源的状态信息,需要将这些信息通过物理的或化学的方法转化为可观测的物理量(模拟的或数字的信号),这就是通常所说的安全检测。它是作业环境安全与卫生条件、特种设备安全状态、生产过程危险参数、操作人员不规范动作等各种不安全因素检测的总称。担负信息转化任务的器件称为传感器或检测器,由传感器或检测器及信号处理、显示单元便组成了“安全检测仪器”。如果将传感器或检测器及信号处理、显示单元集于一体固定安装于现场,对安全状态信息进行实时检测,则称这种装置为安全监测仪器。如果只是将传感器或检测器固定安装于现场,而信号处理、显示、报警等单元安装在远离现场的控制室内,则称为安全监测系统。

安全检测包含两方面的含义,一是指获取被检测对象某时刻数据的过程,另一是指对目的物进行长时间连续测试的过程。根据检测性质不同,安全检测可分为研究性检测、监视性检测和特定目的的检测。研究性检测是为研究危险、有害因素的发生、发展规律而进行的检测,通常是研究技术人员为特定研究目的而专门设计的检测;监视性检测是为了了解危险、

有害因素变化状况,进行安全评价、产品安全卫生性能评定、劳动安全监督所进行的检测,它既是企业安全管理的重要内容,也是国家安全监察的依据。我国建有省、地、县三级国家检测站,负责安全卫生监察机构指派的检测检验任务;特定目的检测是指因意外事件、事故发生毒物泄漏、放射性污染等而进行的检测。

### 1.3 安全检测系统的组成和分类

#### 1.3.1 检测系统的组成

检测系统由传感器、信号调理、信号传输、信号处理、显示记录等环节组成,它的复杂程度取决于被测信息检测的难易程度以及所采用的实验方法,对检测系统的基本要求是可靠、实用、通用、经济,这亦应成为考虑检测系统组成的前提条件。

所谓检测系统,是指为完成某项测量所使用的一系列仪器,即指由相关的器件、仪器和测量装置有机组合而成的具有获取某种信息之功能的整体,典型组成见图 1.1。测试对象的信息总是通过一定的物理量——信号表现出来。信号通过不同的系统或环节传输,流入时被称为输入,流出时被称为输出。有些信息可以在测试对象处于自然状态时显现出来,而有些信息无法显现或不明显。在后一种情况下,需要通过激励装置作用于被测对象,使之产生便于测量的输出信号。

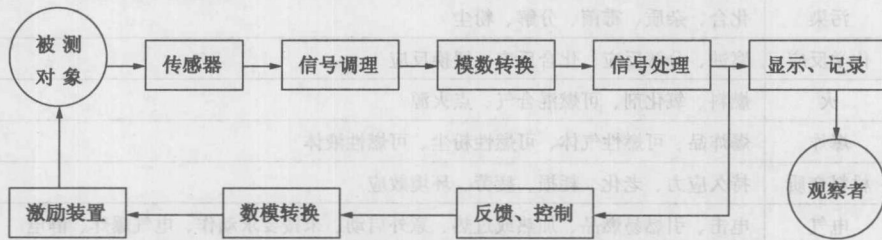


图 1.1 检测系统的典型组成

传感器是可将被测测量转换成某种电信号的器件。它包括敏感器和转换器两部分,敏感器可以把温度、压力、位移、振动、噪声等被测测量转换成某种物理量,然后通过转换器,把这些物理量转换成某种容易检测的电量,例如电阻、电容、电感的变化。

信号调理环节把传感器的输出信号转换成适合于进一步传输和处理的形式。这种信号的转换多数是电信号之间的转换,例如,把阻抗变化转换成电压变化,还有把滤波幅值放大或者把幅值的变化转换成频率的变化等。

信号处理环节对来自信号调理环节的信号进行各种运算、滤波和分析。

信号显示、记录环节将来自信号处理环节的信号,即测试的结果,以易于观察的形式显示或存储。

反馈、控制环节主要用于闭环控制系统中的测试系统。

图 1.1 中的模数(A/D)转换和数模(D/A)转换环节是在采用计算机、PLC 等测试、控制系统时进行模拟信号与数字信号相互转换的环节。

测量的对象包罗万象,而达到同一个测量目的所用的仪器又可以是各种各样的。因此实际的测量系统是千差万别的。尽管如此,测量系统的组成还是有一定规律的,它可以按功能

分为几种“功能环节”或叫“功能单元”。无论怎样复杂的测量系统总是由许多这样的功能环节组合而成的。

需要指出的是,任何测量结果都存在误差,必须把误差限制在允许范围内。为了准确获得被测对象的信息,要求测试系统中每一个环节的输出量与输入量之间必须具有一一对应关系,并且输出的变化在给定的误差范围内,反映输入的变化,即实现不失真的测试。系统的传输特性确定了输出与输入之间的关系,若通过理论分析或测试确定了其中两者的数学描述,则可以求出第三者的数学描述,所以工程测试问题都可以归结为输入、输出和系统传输特性三者之间的关系问题。

测量系统在一定程度上是人类感官的某种延伸。但它比人的感官能获得更客观、更准确的量值,更为宽广的量限,更为迅速的反应。不仅如此,测量系统经过对所测结果的处理和分析把最能反映研究对象运动本质的特征量提取出来,并加以诊断,这就不仅是单纯的感官的延伸了,而是具有了选择、加工、处理以及判断的能力,也可以认为这是一种智能的复制和延长。

### 1.3.2 检测系统的分类

随着科技和生产的迅速发展,检测系统(仪表)的种类不断增加,其分类方法也很多,工程上常用的几种分类法如下。

#### 1. 按被测参量分类

常见的被测参量可分为以下几类:

- (1) 电工量 电压、电流、电功率、电阻、电容、频率、磁场强度、磁通密度等;
- (2) 热工量 温度、热量、比热容、热流、热分布、压力、压差、真空度、流量、流速、物位、液位、界面等;
- (3) 机械量 位移、形状、力、应力、力矩、重量、质量、转速、线速度、振动、加速度、噪声等;
- (4) 物性和成分量 气体成分、液体成分、固体成分、酸碱度、盐度、浓度、黏度、粒度、密度、相对密度等;
- (5) 光学量 光强、光通量、光照度、辐射能量等;
- (6) 状态量 颜色、透明度、磨损量、裂纹、缺陷、泄漏、表面质量等。

严格地说,状态量范围更广,但是有些状态量由于已按习惯归入热工量、机械量、成分量中,因此在这里不再重复列出。

#### 2. 按被测参量的检测转换方法分类

被测参量通常是非电物理或化学成分量,需用某种传感器把被测参量转换成电量,以便于处理。被测量转换成电量的方法很多,最主要的有下列几类:

- (1) 电磁转换 电阻式、应变式、压阻式、热阻式、电感式、互感式(差动变压器)、电容式、阻抗式(电涡流式)、磁电式、热电式、压电式、霍尔式、振频式、感应同步器、磁栅等;
- (2) 光电转换 光电式、激光式、红外式、光栅、光导纤维式等;
- (3) 其他能/电转换 声/电转换(超声波式)、辐射能/电转换(X射线式、自射线式、 $\gamma$ 射线式)、化学能/电转换(各种电化学反应)等。

### 3. 按使用性质分类

按检测仪表使用性质通常可分为标准表、实验室表和工业用表三种。顾名思义，“标准表”是各级计量部门专门用于精确计量、校准送检样品和样机的标准仪表。标准表的精度等级必须高于被测样品、样机所标称的精度等级；而其本身又根据量值传递的规定，必须经过更高级法定计量部门的定期检定、校准，由更高精度等级的标准表检定，并出具该标准表重新核定的合格证书，方可依法使用。

“实验室表”多用于各类实验室中，它的使用环境条件较好，往往无特殊的防水、防尘措施。对于温度、相对湿度、机械振动等的允许范围也较小。这类检测仪表的精度等级虽较工业用表为高，但使用条件要求较严，只适于实验室条件下的测量与读数，不适于远距离观察及传送信号等。

“工业用表”是长期使用于实际工业生产现场的检测仪表与检测系统。这类仪表为数最多，根据安装地点的不同，又有现场安装及控制室安装之分。前者应有可靠的防护，能抵御恶劣的环境条件，其显示也应醒目，工业用表的精度一般不很高，但要求能长期连续工作，并具有足够的可靠性。在某些场合下使用时，还必须保证不因仪表引起事故，如在易燃、易爆环境条件下使用时，各种检测仪表都应有很好的防爆性能。

此外，按检测系统的显示方式可分为指示式(主要是指针式)显示、数字式显示、屏幕式显示等几类。还有的分成模拟式、数字式、智能型(以 CPU 为核心，具有常规数字系统所没有的性能)等。

## 1.4 安全检测技术的发展趋势

人类最初的检测手段主要依赖人的感官功能，其识别与检测过程基本上与图 1.2 所示的认识论模型相类似。对外部事物运动和方式所产生的信息，靠人的感觉器官来提取并转换成信号，然后经过神经系统传输到思维器官——大脑，作出分析、判别及修正，最后发出指令，再由神经系统将这些指令反馈传输给人体的执行器官，对外部事物作出相应的反应，直到实现“改造外部事物”为止。

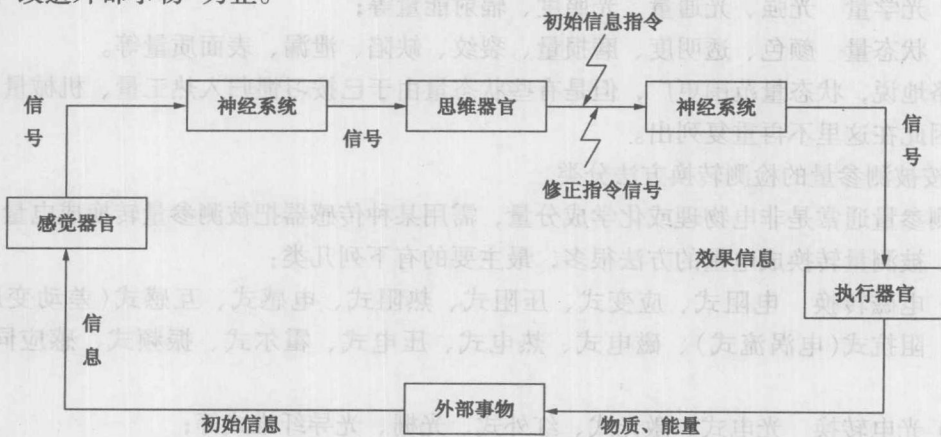


图 1.2 认识论模型

然而单靠人的感觉器官眼、耳、鼻、舌、身来感知事物变化的有关信息往往具有很大的局限性。例如人的眼睛只能看到  $0.38 \sim 0.78\mu\text{m}$  的可见光信号；波长大于  $0.78\mu\text{m}$  的红外光和低于  $0.38\mu\text{m}$  的紫外光信号人眼是看不到的；人的耳朵只能听到  $20 \sim 20000\text{Hz}$  的声波信号，高于  $20000\text{Hz}$  的超声和低于  $20\text{Hz}$  的次声，人的耳朵是无能为力的；人的身体对温度、压力以及滑动的感觉，不但感知的范围有限，而且得不到这些非电量变化的确切值。至于人的嗅觉和味觉对各种气味和酸、甜、苦、辣等滋味的判别也只能是定性的感觉，即使经过专门训练的烟、茶、酒、香料等的鉴别人员也很难做到定量的鉴别。现代检测技术是随着电子技术和计算机技术的发展而发展起来的。由于计算机的普及，用计算机控制的检测系统发展十分迅速，目前已较普遍地应用于各个学科领域。其构成如图 1.3 所示。

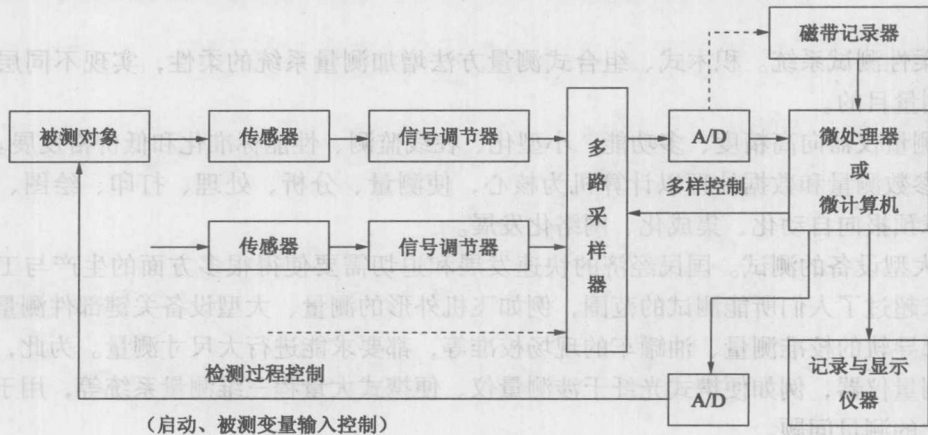


图 1.3 微机控制的检测系统

由于采用微机进行自动检测，可以根据要求检测多路（多种）信号。目前采用的微处理机或微机系统都是数字机，所以需要配有模拟数字转换器（A/D）及数字模拟转换器（D/A）。把模拟信号转换为数字形式（离散化）之后输入计算机进行实时处理，然后由计算机作出相应的判断，发出相应的指令，这些指令经过数字模拟转换器转换为模拟量，可以实现过程控制或对被测量进行调节控制。也可将通过 A/D 后的离散信号用磁带机记录下来，需要时输入计算机进行实时处理。现在又向智能化方向发展，已经研制出各种不同程度的智能化检测系统。测试技术的水平标志科学技术的发展水平，作为信息科学的重要组成部分，它与计算机技术、通讯技术和自动控制技术一起日新月异地发展和进步。从软件技术的角度，不断拓展新的测量原理和测试方法，开发新的信号分析理论。从硬件技术的角度，不断开发新型的、高性能的测量仪器和设备，其中传感器技术、测试信息处理技术占有极其重要的地位。测试系统的发展具体体现在以下几方面：

### 1. 高速数据采集系统

对多个参数或同一参数的多个测量点进行测量，以获取流场随时间和空间变化的信息。广泛应用以微型机为核心的多路数据采集系统。

数据采集系统是以微型机为核心的，可以对多个参数或同一参数的多个测量点同时或巡回检测、采集数据、处理数据，并以一定格式，如以图形和数据在阴极射线管（CRD）上显示出来，或以一定的格式由打印机打印出所需的图表。



虽然应用时间采集系统的对象不同,数据处理的要求不同,但是从采集数据的角度看,都是由传感器或测量系统感受被测参数,并将其转换成模拟量、频率量或开关量信号,然后经过相应的转换接口转换成数字量信号,输出给微型机。

### 2. 先进技术的发展

根据各学科技术发展的要求以及测量技术自身的发展规律,不断拓展新的测量原理和测量方法,以及测量信息处理技术。具体体现在:

① 传感器向新型、微型、智能型方向发展和多传感器融合技术的应用。多传感器融合是测量过程中获取信息的新方法,它可以提高测量信息的准确性。由于多传感器以不同的方法或从不同的角度获取信息,因此,可以通过它们之间的信息融合,去伪存真,提高测量精度。

② 柔性测试系统。积木式、组合式测量方法增加测量系统的柔性,实现不同层次不同目标的测量目的。

③ 测量仪器向高精度、多功能、小型化、在线监测、性能标准化和低价格发展。

④ 参数测量和数据处理以计算机为核心,使测量、分析、处理、打印、绘图、状态显示及故障预报向自动化、集成化、网络化发展。

⑤ 大型设备的测试。国民经济的快速发展和迫切需要使得很多方面的生产与工程中测试的要求超过了人们所能测试的范围,例如飞机外形的测量、大型设备关键部件测量、高层建筑电梯导轨的校准测量、油罐车的现场校准等,都要求能进行大尺寸测量。为此,开发了便携式测量仪器,例如便携式光纤干涉测量仪、便携式大量程三维测量系统等,用于解决现场大尺寸的测量问题。

⑥ 微观系统的测试。大型设备测量的另一个极端就是对微机械的测试。近年来,微电子技术、生物技术的快速发展对探索物质微观世界提出了迫切要求,为了提高测量精度,又要求进行微米、纳米级的测试。

⑦ 视觉测试技术。视觉测试技术是建立在计算机视觉研究基础上的新兴测试技术。与计算机视觉研究的视觉模式识别、视觉理解等内容不同,它重点研究物体的几何尺寸及物体的位置测量,如三维面形的快速测量、大型工件同轴度测量、共面性测量等。它可以广泛应用于在线测量、逆向工程等主动、实时测量过程。

⑧ 智能结构。它属于结构检测与故障诊断,是融合智能技术、传感技术、信息技术、仿生技术、材料科学等的一门交叉学科,使监测的概念过渡到在线、动态、主动的实时监测与控制。

### 3. 虚拟仪器的应用

虚拟仪器是虚拟现实技术在精密测量领域的应用,一种是将多种数字化的测量仪器虚拟成一台以计算机为硬件支撑的数字式的智能化测量仪器,另一种是研究虚拟制造中的虚拟测量,如虚拟量块、虚拟坐标测量机等。

随着高技术的发展,高度现代化的自动加工与生产系统正向柔性加工系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和无人化工厂的方向发展,如果没有检测系统是很难想象的。而检测系统就是从大量的物质流、信息流和管理流中识别有关信息,以便实现状态监测与设备故障诊断。在这大量的信息中包括了运转是否正常和是否将要出现故障等有关安全的信息。从安全检测的角度来讲,尚需对环境的振动、噪声、辐射、空气的污染、粉尘的浓度与颗粒的