

WUTP

普通高等学校
自动化类专业新编系列教材

Measurement Technology and Automation Instrumentation

检测技术与仪表

主 编 王俊杰

主 审 王家桢

武汉理工大学出版社

普通高等学校自动化类专业新编系列教材

Measurement Technology and
Automation Instrumentation

检测技术与仪表

主 编 王俊杰
主 审 王家桢

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

内 容 提 要

本书首先介绍了参数检测及仪表中的一些基本概念和定义、各种技术指标、测量不确定度的评定与表示方法以及防爆与防护的有关知识。然后按照测量参数的分类,分别介绍了温度、压力、流量、物位、机械量和成分分析的各种传感器、变送器的原理结构和应用。其后介绍了模拟和数字调节器以及气动和电动执行器、现场总线控制系统的有关知识以及检测领域中的新技术。本书可作为高等院校信息、控制和自动化及相关专业的本科生教材,同时也供从事自动化仪器仪表研究和应用方面的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

检测技术与仪表/王俊杰主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2002.9

普通高等学校自动化类专业新编系列教材

ISBN 7-5629-1852-X

I. 检…

II. 王…

III. ①检测-技术 ②检测仪表

IV. TH89

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路122号 邮编:430070

HTTP://www.whut.edu.cn/chuban1

E-mail:wutp@public.wh.hb.cn wutpbook@163.net

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:27.75

字 数:693千字

版 次:2002年9月第1版

印 次:2003年1月第2次印刷

印 数:5001—8000册

定 价:37.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换

本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

普通高等学校自动化类专业新编系列教材

出版说明

世纪之交,我国高等学校的人才培养工作正处在一个关键的历史时期。为了适应我国改革开放和社会主义现代化建设特别是社会主义市场经济体制对高等教育人才培养工作的新要求,为了适应世界科学技术发展的新趋势和新特点,原国家教育委员会组织对普通高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订,并于1998年7月由教育部正式颁布实施。修订后的专业目录中,自动化类专业的专业面大大拓宽,相应的专业培养目标、业务培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。要适应新的专业培养目标和教学要求,组织一套新的自动化类专业系列教材就成了当务之急。为此,武汉理工大学出版社在广泛调研的基础上,组织国内近30所大学的近100位教授共同编写了这套系列教材。

本套教材定位于普通高等学校自动化类专业本科层次,遵照教育部颁发的《普通高等学校本科专业介绍》中所提出的培养目标和培养要求,依据2000年5月全国23所高等院校的70多位专家教授在武汉共同确定的指导思想和编写大纲进行编写,具有如下特点:

观念新——主动适应教学改革的需要和市场经济对人才培养的要求;

内容新——自动化技术在近20年来进展巨大,并与计算机技术、航空航天技术、建筑工程、生物工程、社会科学(社会系统与经济系统)联系越来越紧密,这套教材尽可能反映了这些内容,以适应21世纪自动化与控制工程人才的培养要求;

体系新——在以前的基础上重构和重组,而非重建。各门课程及内容的组成、顺序、比例更加优化,避免遗漏和不必要的重复;

与国际接轨——自动化类专业教育要面向世界,面向未来,面向区域经济。在借鉴发达国家高等教育的专业模式和课程设置的同时,适当兼顾当前各地区经济文化发展不平衡的现状;

教学手段现代化——本套教材力求具有网络化、电子化、数字化的特色,大力推进电子讲稿和多媒体课件的出版工作。

本系列教材是在21世纪初推出的目前系统优化、品种较全、作者阵容最强的一套普通高等学校自动化类(本科)系列教材。我们将高度重视,兢兢业业,保证质量,恳请选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议,以便我们不断修订、补充、完善全套教材。

21世纪已经到来,知识经济的曙光已经初现。面向新世纪的中国高等教育正在经历前所未有的变革和发展,人文与理工相通,科学与技术相融,教学与研究并重,知识与智慧同尊,以培养社会经济文化发展所需要的复合型人才,这是我国建立知识创新体系的重大挑战和空前机遇。我社愿与各位专家、读者真诚合作,共同努力,为新世纪的中国高等教育事业做出更大的贡献。

武汉理工大学出版社

2001年8月

普通高等学校自动化类专业新编系列教材

编审委员会

顾问:

郑大钟 熊有伦 戴冠中 萧德云 陈伯时 周祖德
项国波 席裕庚 褚 健

主任委员:

萧蕴诗 张崇巍 陈大钦 吴 坚 陈福祥 高鸣涵

委员(按姓氏笔画顺序):

马建国 王 辉 王孝武 王明阳 王建华 王俊杰
文 方 方康玲 卢京潮 龙 伟 申功璋 叶春生
全书海 吕 锋 刘 泉 刘涤尘 刘京南 李汉强
李磊民 宋靖雁 林 都 林 辉 林锦国 杨 波
杨天怡 杨家本 周泽义 胡 超 赵英凯 赵曾贻
侯朝桢 钟 珞 须文波 翁维勤 夏承铨 郭圣权
徐科军 黄席樾 章卫国 彭容修 程耕国 温阳东
曾庆军 谢克明 熊前兴 黎明森 戴文进

编委会秘书:

黄 春

总责任编辑:

杨学忠 徐秋林

前 言

检测技术与仪表是自动化学科的重要组成部分。随着科学技术的迅速发展,尤其是微电子、计算机和通信技术日新月异的变化,以及新材料、新工艺的大量出现,使得检测技术与仪表这个学科方向无论在基础理论、系统结构还是在设计程序、实验方法等方面都发生了根本性的变革,向着数字化、网络化和智能化的方向发展。当前迫切需要把这些新的知识和方法引入到教学中来,以使我们的教学内容能与全球技术发展同步,使我们的教材能与世界教材接轨。

为了克服我国大学本科教育存在的专业口径过窄、教学模式单一和教学内容偏旧的突出问题,教育部组织对高等学校本科专业目录进行了第四次修改,其中对专业培养目标、主干学科、主要课程和实践教学环节都进行了很多新的规定,因此也要求使我们的教材能适应新的专业培养目标和教学组织的要求。

为了适应以上要求,本书努力突出以下特点:

1. 适用范围要广 全书以参数检测技术为主,把原有的《自动检测技术》和《自动化仪表》两本教材的有关内容经过取舍之后进行了重新编排,合成为一本书,以适应当前课程改革的要求。书中内容既考虑了过程控制系统,也照顾了运动控制系统对各类检测技术与仪表知识的要求,因此它适用于目前我国大学本科各类信息、控制和自动化类专业教学的要求。

2. 体系内容要新 全书在体系结构方面以参数检测为主线,以传感器、变送器和执行器为主要内容,广泛介绍了在这个领域中各种传统的、典型的以及新近快速发展的有关技术内容。为了弥补不足,特别增加了“调节器与执行器”一章,介绍了模拟式与数字式调节器以及气动和电动执行器。在新技术内容方面,除各章都有所介绍外,还增加了“现场总线技术”和“检测领域新技术”两章,较系统全面地介绍了现场总线控制系统的发展及特点,以及虚拟仪器、软测量、模糊传感器和多传感器数据融合的理论和技术,以使读者对目前快速发展的新概念、新理论和新技术有一个入门的了解。此外在第一章“绪论”内容中,删去了有关误差部分的概念,引入了测量不确定度的评定与表示方法的新内容。

3. 知识系统要完整 由于检测技术与仪表学科的技术特点,书中各章基本自成体系。每章中对所讲述的内容从原理、结构、技术特点和使用方法等方面分别加以阐述,力求完整准确。书中所介绍的传统知识应该是典型的和常用的,所介绍的新技术应该是先进的和有发展前途的。全书力争叙述清楚、重点突出、体系完整、内容丰富。因为要照顾到各方面的要求,书中内容较多,在使用中可选择讲授一部分,其余内容可供学生阅读。

参加本书编写的有:北京化工大学莫德举教授(第4、8章);贵州工业大学文方副教授(第3章);清华大学王家桢教授(第5章);顾利忠副教授(第6章);王俊杰教授(第1、2、7、9、10章)。全书由王俊杰教授主编,王家桢教授主审。

由于编者的水平有限,书中难免会有不妥、错漏之处,欢迎读者批评、指正。

编 者

2002年6月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 序言	(1)
1.2 典型控制系统	(2)
1.2.1 仪表控制系统	(2)
1.2.2 数字直接控制系统	(4)
1.2.3 分布式控制系统	(5)
1.2.4 现场总线控制系统	(5)
1.3 基础知识和基本概念	(6)
1.3.1 测量	(6)
1.3.2 量值	(6)
1.3.3 真值	(6)
1.3.4 约定真值	(7)
1.3.5 测量准确度	(7)
1.3.6 测量误差	(7)
1.3.7 相对误差	(8)
1.3.8 测量仪表的引用误差和精度等级	(8)
1.3.9 仪表的零点迁移和量程迁移	(8)
1.3.10 测量仪表的滞环、死区和回差	(8)
1.3.11 测量仪表的灵敏度和分辨率	(9)
1.3.12 测量仪表的可靠性	(10)
1.3.13 敏感元件	(10)
1.3.14 传感器	(11)
1.3.15 变送器	(11)
1.4 测量不确定度的评定与表示方法	(12)
1.4.1 预备知识	(12)
1.4.2 测量不确定度的定义及与测量误差的比较	(14)
1.4.3 u , u_c 和 $U(U_p)$ 值的评定	(15)
1.4.4 测量不确定度的评定	(18)
1.4.5 测量结果和测量不确定度的表示	(19)
1.4.6 例题	(19)
1.4.7 节流式差压流量计相对合成标准不确定度的评定	(21)

1.5 典型的检测方法与检测系统	(22)
1.5.1 串联型(开环)检测和反馈型(闭环)检测	(23)
1.5.2 直接测量与间接测量	(24)
1.5.3 能量变换型与能量控制型检测	(25)
1.5.4 接触式和非接触式检测	(25)
1.5.5 静态检测与动态检测	(25)
1.6 仪表的防爆等级与标志	(27)
1.7 仪表防护等级标准	(30)
习题和思考题	(32)
2 温度测量	(34)
2.1 温度标尺	(35)
2.1.1 经验温标	(35)
2.1.2 热力学温标	(36)
2.1.3 理想气体温标	(37)
2.1.4 国际温标	(37)
2.1.5 1990 年国际温标	(38)
2.1.6 温度量值的传递	(39)
2.2 接触式测温	(40)
2.2.1 膨胀式与压力式温度计	(40)
2.2.2 热电偶温度计	(44)
2.2.3 热电阻温度计	(55)
2.2.4 热敏电阻温度计	(58)
2.2.5 热电偶和热电阻的安装方式及注意事项	(59)
2.3 非接触式测温	(59)
2.3.1 辐射理论基础	(60)
2.3.2 光学高温计	(65)
2.3.3 光电高温计	(67)
2.3.4 辐射温度计	(70)
2.3.5 比色温度计	(71)
2.4 温度变送器	(73)
2.4.1 仪表系列的温度变送器单元	(73)
2.4.2 一体化温度变送器	(77)
2.5 新型温度传感器	(78)
2.5.1 单总线数字温度传感器 DS 1820	(78)
2.5.2 光纤温度计	(83)
习题和思考题	(85)
3 压力和差压测量	(86)

3.1 压力、差压的概念及单位	(86)
3.1.1 压力和差压的概念	(86)
3.1.2 压力的单位	(86)
3.2 液柱式压力计	(87)
3.2.1 U形管压力计	(87)
3.2.2 单管压力计	(88)
3.2.3 斜管压力计	(89)
3.3 弹性元件及弹性压力表	(90)
3.3.1 弹性元件	(90)
3.3.2 弹簧管式压力计	(91)
3.3.3 波纹管压力计	(92)
3.3.4 膜盒式微压计	(92)
3.3.5 弹性式远传压力计	(93)
3.4 应变电阻和压电式传感器	(96)
3.4.1 应变电阻传感器	(96)
3.4.2 压电式传感器	(102)
3.5 压力和差压变送器	(105)
3.5.1 电容式差压变送器	(105)
3.5.2 扩散硅型压阻式传感器及变送器	(112)
3.6 活塞式压力计及压力计的校验和使用	(115)
3.6.1 活塞式压力计及压力计校验	(115)
3.6.2 压力计的使用	(116)
习题和思考题	(118)
4 流量测量	(119)
4.1 流量的概念和流量计分类	(119)
4.2 差压式流量计	(120)
4.2.1 差压式流量计测量原理	(121)
4.2.2 实用流量公式及有关系数的确定	(123)
4.2.3 节流装置	(126)
4.2.4 差压式流量计	(131)
4.2.5 标准节流装置的设计计算	(132)
4.2.6 安装注意事项	(138)
4.3 电磁流量计	(141)
4.3.1 测量原理	(141)
4.3.2 电磁流量计的结构	(142)
4.3.3 电磁流量计的选用与安装	(146)
4.4 涡街流量计	(147)
4.4.1 测量原理	(147)

4.4.2 涡街流量计的结构	(148)
4.5 质量流量计	(153)
4.5.1 概述	(153)
4.5.2 科里奥利式质量流量计	(157)
4.6 热式质量流量计	(162)
4.7 流量校验系统	(164)
4.7.1 校验方法	(164)
4.7.2 校验装置	(165)
习题和思考题	(167)
5 物位测量	(169)
5.1 概述	(169)
5.2 压力式液位变送器	(170)
5.2.1 单法兰及双法兰	(170)
5.2.2 吹气法	(172)
5.3 浮力式液位传感器及变送器	(172)
5.3.1 恒浮力式	(172)
5.3.2 变浮力式	(177)
5.4 电容式物位传感器及变送器	(178)
5.4.1 电极结构及工作原理	(179)
5.4.2 位式作用传感器电路	(182)
5.4.3 连续作用传感器电路	(183)
5.5 电导式及电感式物位传感器	(184)
5.5.1 电接点液位传感器	(184)
5.5.2 简易连续指示液位计	(185)
5.5.3 跟踪式液位变送器	(185)
5.5.4 超导液位变送器	(185)
5.5.5 电感式液位传感器	(186)
5.6 阻力式料位传感器及变送器	(186)
5.6.1 重锤探索法	(186)
5.6.2 旋桨或推板法	(187)
5.6.3 音叉法	(187)
5.7 超声式物位传感器	(189)
5.7.1 窄缝式超声液位开关(透射式)	(189)
5.7.2 气介式超声液位传感器(反射式)	(190)
5.7.3 液介式超声液位传感器(反射式)	(191)
5.7.4 磁致伸缩式液位仪表	(192)
5.8 微波式及 γ 射线物位仪表	(193)
5.8.1 微波物位测量	(193)

5.8.2 γ 射线物位测量	(194)
习题和思考题	(194)
6 机械量测量	(195)
6.1 机械量的测量范围和所用的传感器	(195)
6.2 位移测量仪表	(195)
6.2.1 电容式位移传感器	(195)
6.2.2 电感式位移传感器	(200)
6.2.3 光栅传感器	(205)
6.2.4 CCD 图像传感器	(209)
6.2.5 光纤位移传感器	(214)
6.3 厚度测量仪表	(217)
6.3.1 涡流式测厚仪	(217)
6.3.2 射线式测厚仪	(219)
6.4 转速测量仪表	(221)
6.4.1 离心力法	(221)
6.4.2 光电码盘转速检测法	(222)
6.4.3 空间滤波器式检测法	(223)
6.5 力学量测量仪表	(224)
6.5.1 力的测量	(224)
6.5.2 振动和加速度的测量	(226)
习题和思考题	(228)
7 过程分析仪器	(229)
7.1 概述	(229)
7.2 热导式气体分析仪	(230)
7.2.1 测量原理	(231)
7.2.2 热导池的原理和结构	(232)
7.2.3 测量桥路	(234)
7.3 磁性氧量分析仪	(236)
7.3.1 热磁式氧分析仪测量原理	(236)
7.3.2 发送器结构	(239)
7.3.3 磁力机械式氧分析仪的原理及结构	(239)
7.4 氧化锆氧量表	(241)
7.4.1 测量原理	(242)
7.4.2 仪器的结构和安装	(243)
7.5 红外线气体分析器	(245)
7.5.1 测量原理	(245)
7.5.2 仪器的结构和原理	(247)

7.6 气相色谱仪	(250)
7.6.1 色谱分析方法的由来	(250)
7.6.2 色谱分析的原理	(251)
7.6.3 气相色谱仪的结构和特点	(252)
7.6.4 基本概念	(253)
7.6.5 检测器	(255)
7.6.6 柱切换技术	(258)
7.6.7 取样阀和柱切阀	(260)
7.6.8 工业过程色谱仪实例	(262)
7.7 工业质谱仪	(263)
7.7.1 测量原理	(264)
7.7.2 质谱仪的原理和结构	(265)
7.7.3 仪器技术指标和应注意的问题	(267)
7.7.4 四极质谱仪	(268)
7.7.5 磁扇形质谱仪	(269)
7.8 物性测量仪表	(270)
7.8.1 含水量和湿度测量	(270)
7.8.2 粘度测量	(273)
7.8.3 密度测量	(278)
7.8.4 酸度测量	(279)
7.9 过程分析仪器的取样与预处理系统	(286)
7.9.1 取样装置	(286)
7.9.2 除尘装置	(289)
7.9.3 除湿装置	(290)
7.9.4 有害物质过滤装置	(290)
7.9.5 稳压稳流调节器	(291)
7.9.6 流路、管线及气体分配	(291)
7.9.7 液体取样	(292)
7.9.8 取样与预处理系统	(292)
7.9.9 标准试样和自动标定	(294)
习题和思考题	(295)
8 调节器与执行器	(296)
8.1 模拟式电子调节器	(296)
8.1.1 调节器的调节规律	(296)
8.1.2 模拟式电子调节器	(301)
8.2 数字式可编程调节器	(312)
8.2.1 概述	(312)
8.2.2 电路构成	(312)

8.2.3 存储区分配	(316)
8.2.4 指令	(317)
8.3 气动调节阀	(335)
8.3.1 气动调节阀的用途与构成	(335)
8.3.2 气动调节阀的流量系数、流量特性	(338)
8.3.3 阀门定位器	(342)
8.3.4 电气转换器	(344)
8.4 电动执行器	(345)
8.4.1 电动执行器的用途和特点	(345)
8.4.2 电动执行器的组成和工作原理	(345)
8.4.3 手操作器	(346)
8.4.4 智能电动执行器	(347)
8.4.5 智能调节阀	(349)
习题和思考题	(350)
9 现场总线技术	(352)
9.1 现场总线技术概论	(352)
9.1.1 现场总线技术的发展和标准	(353)
9.1.2 现场总线控制系统的特点	(354)
9.2 HART 通信协议	(355)
9.2.1 HART 协议的层次结构	(355)
9.2.2 HART 通信协议的应用	(358)
9.2.3 AMS 管理软件	(363)
9.2.4 HART 通信协议的特点	(363)
9.2.5 开发HART 通信协议智能仪表的工作步骤	(364)
9.3 AS-i 总线	(364)
9.3.1 概论	(364)
9.3.2 AS-i 总线的信号传输系统	(371)
9.3.3 AS-i 从站的结构和工作流程	(376)
9.3.4 AS-i 主站和通信协议	(380)
9.3.5 AS-i 的可靠性	(385)
习题和思考题	(388)
10 检测领域新技术	(389)
10.1 虚拟仪器	(389)
10.1.1 虚拟仪器的发展历史	(389)
10.1.2 虚拟仪器的结构和硬件	(390)
10.1.3 虚拟仪器的软件开发平台	(392)
10.1.4 虚拟仪器的应用	(392)

10.2	软测量技术	(394)
10.2.1	软测量建模方法	(394)
10.2.2	模型实时演算的工程化实施技术	(396)
10.2.3	软测量模型的自校正及维护	(396)
10.2.4	软测量技术在工业中的应用	(397)
10.3	模糊传感器	(398)
10.3.1	模糊传感器的原理	(399)
10.3.2	模糊温度传感器实例	(400)
10.4	多传感器数据融合	(403)
10.4.1	分类及特点	(404)
10.4.2	基本原理、过程及关键技术	(405)
10.4.3	结构及功能模型	(407)
10.4.4	数据融合方法	(408)
10.4.5	应用	(411)
10.4.6	研究方向和存在的问题	(412)
	习题和思考题	(415)
	附录	(416)
	参考文献	(426)

1 绪 论

本章提要

本章是全书的基础部分,首先分析了检测技术和测量仪器在人类认识自然、改造自然中的重要作用;介绍了控制系统的发展以及对仪器仪表提出的新要求;在基础知识和基本概念一节中介绍了关于测量和仪表的多种概念和定义;然后介绍了有关测量不确定度的评定与表示方法的新规范,以及检测方法和检测系统的分类及它们的特点;最后是仪表的防爆和防护的有关知识。

1.1 序 言

回顾近百年来人类科技的进步史可以看到,机器是人类改造世界的工具,而改造世界是以认识世界为基础的。人类认识世界,探索自然规律,这就需要用检测技术和测量仪器来增强人的视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉。我国著名科学家、光学仪器和测试技术的老前辈、两院院士王大珩先生强调,“仪器仪表是人们认识世界的工具。”没有这个工具我们就无法去探索自然界新的奥秘。“工欲善其事,必先利其器”,科研工作是要对未知进行探索,则必然要借助实验方法和仪器设备,往往科研的创新工作都是从研究新的测试方法和实验仪器开始的。在近一个世纪以来,在诺贝尔物理学和化学奖中大约有 1/4 是属于在测试方法和测量仪器上有所发明、有所创新而获奖的。现以分析仪器为例,1922 年阿斯通(Aston)发明了质谱技术,产生了质谱仪,可用来测定同位素。1952 年马丁(Martin)发明了分配色谱法,产生了色谱仪,它可以对复杂的有机物进行多组分、快速的定性定量分析。1979 年荷马克(Cormark)发明了计算机控制的扫描层析诊断法,产生了医用和工业用的 CT 扫描仪,它能够深入人体和物体内部进行观察。1991 年埃伦斯特(Ernst)发明了高分辨率的核磁共振法,产生了核磁共振波谱仪,它可完成分子成像,为分子结构和分子运动的研究创造了条件。这些成果都获得了诺贝尔奖,目前这些技术已广泛地应用在科学研究和工农业生产中,使我们能够发现新的物质,观察新的结构,探索新的规律,极大地推动了科学技术的进步。因此,可以说检测技术和仪器仪表的发展代表着科技进步的前沿,是科技发展的支柱。

仪器仪表的功能是利用物理、化学和生物的方法来获取被测对象的组分、状态、运动和变化的信息,通过转换和处理,使这些信息成为易于人们阅读和识别的量化形式。仪器仪表是现代信息链(信息获取—处理—传输—应用)中的源头技术。著名科学家钱学森院士在对新技术革命的论述中讲到:“新技术革命的关键是信息技术,信息技术由测量技术、计算机技术和通信技术三部分组成,测量技术则是关键和基础。”

检测技术和仪器仪表除在科学研究中的重要作用外,在工农业生产、环境保护和能源节约中都发挥着重要的作用。它担负着对生产过程的监测和控制,是保证生产连续、高效、安全 and 无污染运行的关键。此外,在产品质量评估、计量标准实施中则起着技术监督的“物质法

官”的作用。

仪器仪表工业还是国民经济的“倍增器”。应用仪器仪表是使生产从“粗放型”转变为“集约型”的必然条件,是改造传统产业的重要手段。检测技术和仪器仪表在国民经济的各个领域都具有重大的影响。以美国为例,根据美国国家标准技术研究院(NIST)的统计,美国为了完成质量认证、工业控制和流程分析,每天要完成2.5亿个检测,这需要大量的种类繁多的检测及分析仪器。美国商业部国家标准局(NBS)于20世纪90年代初在评估仪器仪表工业对美国国民生产总值的影响作用时所提出的报告中称,虽然仪器仪表工业总产值约占工业总产值的4%,但它对国民经济的影响却达到66%。

随着信息化时代的到来,为了提高竞争力,企业信息化成为企业立足于市场的基础。发达国家是在实现工业化的基础上进入信息化发展阶段的,而我国目前并没有完成工业化的发展阶段,因此继续完成工业化是我国现代化进程中艰巨的历史任务。但新的历史机遇使我们可以把工业化与信息化结合起来,以信息化带动工业化,发挥后发优势,实现生产力的跨越式发展。而工业自动化正是信息化带动工业化的结合点,是企业信息化的基础。检测技术和仪器仪表的研制、生产和应用必将有力地推动我国企业信息化带动工业化的进程。企业信息化就是利用现代的信息获取技术(传感器、检测方法)、信息处理技术(计算机、数据处理方法)和信息传输技术(网络总线技术)对企业进行全方位、多角度、高速安全的检测和控制,实现以信息流控制物质流和资金流。通过信息资源的开发和有效利用来提高企业的生产能力和经营管理水平,最终建立以生产过程为核心的自动化系统,以财务成本管理为核心的企业管理信息系统和以电子商务为核心的发展决策支持和现代营销系统三个层面。因此总的来讲,企业信息化的内涵即为生产过程自动化、管理网络化和决策智能化三者的结合,而生产过程自动化是信息化的基础和前提。

目前检测技术和仪器仪表已发展成为集光、机、电为一体,综合了物理、化学、生物、材料等多种学科发展的高新技术领域。新一代的传感器和仪器仪表正在向微型化、智能化、集成化和网络化方向发展。采用微机械电子技术(MEMS)、纳米技术、功能材料、仿生学技术和网络通信技术领域中的最新成果已成为检测技术和仪器仪表的发展方向。目前各工业发达国家在这一领域都投入了大量的人力和物力,使该领域中的新技术、新产品日新月异飞速发展。我国在这个领域与先进水平还有较大差距,我们必须加大对基础研究、基础加工和基础元器件的投入,学习先进的设计方法和经营管理理念,尽快缩小差距,支持国家信息化带动工业化的跨越式发展。

1.2 典型控制系统

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展,自动化控制系统也经历了四个发展阶段,即仪表控制系统、数字直接控制系统(DDC, Direct Digital Control)、分布式控制系统(DCS, Distributed Control System)和现场总线控制系统(FCS, Fieldbus Control System)。

1.2.1 仪表控制系统

根据控制系统的要求,可选用多种单元组合仪表构成单回路控制系统。现以精馏塔控制系统为例,说明仪表控制系统的结构和组成。

精馏过程是化工、炼油生产中广泛用来使液体混合物组分分离并提纯的工艺手段。它主要是利用了各组分挥发难易程度不同的原理。其典型的操作设备是精馏塔,如图1.1所示。混合组分的液体由进料口进入精馏塔后被加热,易挥发的轻组分变为蒸汽向上升,进入精馏段。不易挥发的重组分仍为液体向下流,进入提馏段。在整个塔内易挥发组分浓度由下向上逐渐增加,而难挥发组分由下而上逐渐减少,最终在塔顶部获得较纯的易挥发组分。其中一部分经过冷凝器和冷凝储罐及泵后作为产品流出,还有一部分必须返回塔内称为顶回流,用以补充各层塔板上的轻组分含量以便建立稳定的操作条件。而难挥发的重组分经过提馏段塔板的提纯,也作为产品由塔底部流出。为了维持精馏塔的连续运行,塔的底部必须有热量加入,所以有部分的重组分经过加热器后又返回塔内。

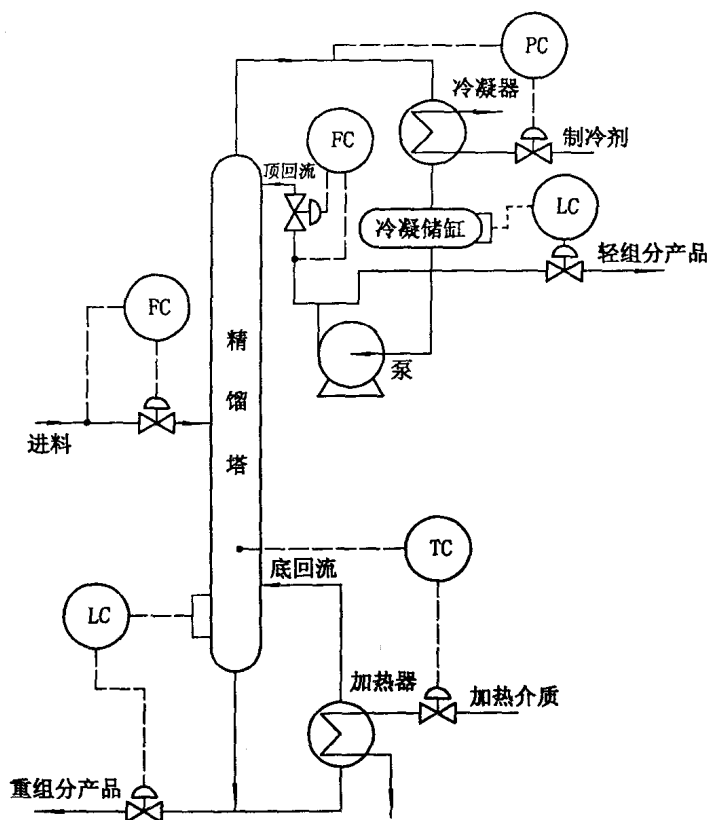


图 1.1 精馏塔仪表控制系统

为了维持塔压的恒定,在塔顶管线上设计了压力调节回路,由压力变送器把塔顶压力转变为电流信号传送给压力调节器(PC),压力调节器根据压力值与给定值的偏差输出一个调节信号给调节阀,用来改变冷凝器中制冷剂的流量,进而改变了顶回流所携带热量的大小,因而也就改变了塔顶的压力值。为了减少进料对塔平衡工况的影响,对进料量采用了流量定值调节。为了防止塔底液面和冷凝储罐内物料液面产生大的波动,设计了液位调节系统。温度控制是提高精馏产品纯度和提高生产效率的关键,为此设计了提馏段温度控制系统。测温元件安装在精馏塔进料口的下方即提馏段上,而调节阀则安装在加热器加热介质进口管线上,用以调节加热量的大小,进而控制塔内温度值。而塔顶轻组分的回流也采用了流量定值调节系统。在精馏塔的6个典型单回路控制系统中包括了温度、压力、流量和液位控制系统,