



教育部高职高专规划教材

化工仪表及自动化

(化工类专业适用)

第三版

► 厉玉鸣 主编



化学工业出版社

教材出版中心

号020字登第(京)

教育部高职高专规划教材

化工仪表及自动化

(化工类专业适用)

第三版

厉玉鸣 主编



化学工业出版社
教材出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

林姓收赋寺高翠高皓育姓

外 自 自 自 外 工 外

图书在版编目 (CIP) 数据

化工仪表及自动化 (化工类专业适用)/厉玉鸣主编.
—3 版. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7048-9

I. 化… II. 厉… III. 化工仪表-高等学校: 技
术学院-教材 IV. TQ056

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 046393 号

教育部高职高专规划教材

化工仪表及自动化

(化工类专业适用)

第三版

厉玉鸣 主编

责任编辑: 唐旭华

文字编辑: 徐雅妮

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 438 千字

2005 年 6 月第 3 版 2005 年 6 月北京第 15 次印刷

ISBN 7-5025-7048-9

中 定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书内容分为两篇。第一篇是化工检测仪表，在讲述检测仪表基本知识的基础上，重点介绍工业生产过程中压力、流量、物位、温度的检测原理及相应仪表的结构、特点、选型、使用方法，并简单介绍了相应的显示仪表。第二篇是化工自动化基础，除定性介绍自动控制系统的基础知识外，重点介绍了被控生产过程的特性、控制仪表及装置，并介绍了各种简单、复杂控制系统和计算机控制系统，及其在生产过程中的应用。

本书可作为各种高等职业技术学院、大专和成人继续教育的化工类专业相关课程的教材，也可作为化工、炼油、冶金、轻工、林业等院校及有关企业、单位的职工教育学校、函大、业大等的教材，并可供广大化工行业中的工艺技术人员参考。

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

1985年根据教育部审定的教学大纲而编写的《化工仪表及自动化》适用于职工高等专科学校化工类专业，并同时被选定为中央电视广播大学该课程的教学用书。该书自1987年2月出版以来，多次印刷，被许多学校及单位选用。20世纪末，对该书进行了修订，作为高职高专的适用教材出版了该书的修订版。在使用过程中，得到广大师生及读者的好评，并提出了许多宝贵的意见。在此向广大师生及读者表示衷心的感谢。

近年来，由于教育事业的发展与改革，以及社会主义市场经济的发展，社会对人才的需求呈现多层次、多规格、多样化的局面。为了更好地为高等职业技术教育服务，满足高等职业技术学院及高等专科学校的教学需求，在听取了有关学校老师的意见与要求后，决定对该书再次进行修订，编写第三版《化工仪表及自动化》。

这次修订的总体思路是在基本保持原书体系结构的基础上，对内容作了较大的改动。改写了原书中某些显得烦琐或工艺类人员较少接触的内容，增加了大量反映当前自动化水平的新内容，特别对一些新型检测仪表、智能变送器、新型显示仪表、计算机控制系统、现场总线技术、可编程控制器及新型控制系统的内容都作了简明的、深入浅出的介绍，使工艺类人员对工业自动化的新发展、新技术有比较全面的了解，以满足培养21世纪工艺技术人才的需要。

该书内容由原来的15章增加到17章。全书共分两篇。第一篇是化工检测仪表（第一章到第六章），第二篇是化工自动化基础（第七章到第十七章）。为了帮助广大师生与读者学习，在该书的每章中都有“例题分析”及“习题与思考题”。另外，我们与北京服装学院、北京林业大学、河北科技大学、河北理工学院等院校联合编写出版了《化工仪表及自动化例题习题集》，该书收集了大量的例题与习题，给出了例题分析、题解与习题答案，欢迎广大师生及读者选用，相信会对学习化工仪表及自动化课程有很大的帮助。

本书由北京化工大学厉玉鸣教授主编。参加编写的还有北京林业大学、北京服装学院、北京市化工学校等单位。其中张谦老师编写了第二章、第七章、第九章，李慧老师编写了第六章、第十章，陈亚男老师编写了第五章、第十一章，黄玉洁老师编写了第三章、第四章，蔡夕忠老师编写了第十五章、第十六章，厉玉鸣老师编写其余章节，并进行了全书的统稿及审定。

本书在此次修订过程中，得到了许多院校的支持。南京化工职业技术学院王永红老师、湖南石油化工职业技术学院厉鼎熙老师、辽宁石化职业技术学院王琦老师等都提出了许多宝贵的意见，对他们的支持和帮助深表感谢。

本书的前两版分别由华东理工大学章先楼教授和北京化工大学沈承林教授担任主审，他们对本书的编写和出版付出了辛勤的劳动，并提出了许多宝贵的意见，在此我代表本书编者对他们深表感谢。

目 录

绪论	1
一、化工自动化的意义及目的	1
二、化工自动化的发展概况	1
三、化工仪表及自动化系统的分类	2
第一篇 化工检测仪表	
第一章 检测仪表基本知识	5
一、测量过程与测量误差	5
二、检测仪表的品质指标	6
三、检测系统中的常见信号类型	9
四、检测系统中信号的传递形式	9
五、检测仪表与测量方法的分类	10
六、化工检测的发展趋势	11
例题分析	12
习题与思考题	13
第二章 压力检测	14
第一节 压力单位及测压仪表	14
第二节 弹性式压力计	15
一、弹性元件	15
二、弹簧管压力表	16
第三节 电气式压力计	17
一、应变片式压力传感器	18
二、压阻式压力传感器	18
三、电容式压力传感器	19
第四节 智能式变送器	19
一、智能变送器的特点	19
二、智能变送器的结构原理	20
第五节 压力计的选用及安装	21
一、压力计的选用	21
二、压力计的安装	22
例题分析	23
习题与思考题	24
附录 常用弹簧管压力表型号与规格	25
第三章 流量检测	26

第一节 差压式流量计	27
一、节流现象与流量基本方程式	27
二、标准节流装置	28
三、力矩平衡式差压变送器	29
四、差压式流量计的测量误差	31
第二节 转子流量计	34
一、工作原理	34
二、电远传式转子流量计	35
第三节 漩涡流量计	37
第四节 质量流量计	38
一、直接式质量流量计	38
二、补偿式质量流量计	39
第五节 其他流量计	40
一、靶式流量计	40
二、椭圆齿轮流量计	41
三、涡轮流量计	42
四、电磁流量计	43
例题分析	44
习题与思考题	45
第四章 物位检测	46
第一节 物位检测的意义及主要类型	46
第二节 差压式液位计	47
一、工作原理	47
二、零点迁移问题	47
三、用法兰式差压变送器测量液位	49
第三节 其他物位计	50
一、电容式物位计	50
二、核辐射物位计	51
三、雷达式液位计	52
四、称重式液罐计量仪	53
例题分析	54
习题与思考题	57
第五章 温度检测	58
第一节 概述	58
一、测温仪表的分类	58
二、温度检测的基本原理	58
第二节 热电偶温度计	60
一、热电偶	60
二、补偿导线与冷端温度补偿	65
第三节 热电阻温度计	68

101	一、测温原理	68
102	二、常用热电阻	68
103	第四节 温度变送器	69
104	一、电动温度变送器	69
105	二、一体化温度变送器	70
106	三、智能式温度变送器	70
107	例题分析	71
108	习题与思考题	73
109	附录一 铂铑 ₁₀ -铂热电偶分度表	74
110	附录二 镍铬-铜镍热电偶分度表	76
111	附录三 镍铬-镍硅热电偶分度表	76
112	附录四 铂电阻分度表	78
113	附录五 铜电阻分度表(一)	80
114	附录六 铜电阻分度表(二)	80
115	第六章 显示仪表	82
116	第一节 模拟式显示仪表	82
117	一、自动平衡电子电位差计	82
118	二、电子自动平衡电桥	85
119	第二节 数字式显示仪表	87
120	一、数字式显示仪表的原理及其特点	87
121	二、模-数变换器	88
122	三、电子计数器	88
123	四、显示器	89
124	五、数字式显示仪表的基本组成	90
125	六、数字模拟混合记录仪	90
126	第三节 新型显示仪表	91
127	一、无纸记录仪	91
128	二、虚拟显示仪表	92
129	例题分析	93
130	习题与思考题	93

第二篇 化工自动化基础

131	第七章 自动控制系统概述	94
132	第一节 自动控制系统的组成	94
133	第二节 自动控制系统的方块图	97
134	一、信号和变量	97
135	二、自动控制系统方块图	97
136	三、反馈	99
137	四、自动控制系统的分类	100
138	第三节 过渡过程和品质指标	101

80	一、控制系统的静态与动态	101
80	二、控制系统的过渡过程	102
80	三、控制系统的控制指标	103
80	四、影响控制指标的主要因素	107
07	例题分析	107
07	习题与思考题	108
第八章 对象特性和建模		110
87	第一节 数学模型及描述方法	110
87	一、被控对象数学模型	110
86	二、数学模型的主要形式	111
87	第二节 机理建模	113
87	一、一阶对象	114
80	二、积分对象	115
88	三、时滞对象	116
88	第三节 描述对象特性的参数	117
88	一、放大系数 K	118
88	二、时间常数 T	119
88	三、滞后时间 τ	121
87	第四节 实测建模	123
87	例题分析	125
88	习题与思考题	125
第九章 基本控制规律		127
89	第一节 位式控制	127
89	一、双位控制	127
89	二、具有中间区的双位控制	128
89	三、多位控制	129
89	第二节 比例控制	129
89	一、比例控制规律及其特点	130
89	二、比例度及其对控制过程的影响	131
89	第三节 积分控制	134
	一、积分控制规律及其特点	134
	二、比例积分控制规律与积分时间	136
89	三、积分时间对系统过渡过程的影响	136
89	第四节 微分控制	137
89	一、微分控制规律及其特点	137
89	二、实际的微分控制规律及微分时间	138
89	三、比例微分控制系统的过渡过程	139
89	四、比例积分微分控制	140
0	例题分析	141
0	习题与思考题	143

第十章 自动控制仪表	144
第一节 控制仪表的作用与分类	144
一、控制仪表的能源形式.....	144
二、控制仪表的结构形式.....	144
三、控制仪表的信号形式.....	146
第二节 模拟式控制仪表	146
一、概述.....	146
二、DDZ-III型电动调节器.....	147
第三节 数字式控制仪表	149
一、概述.....	149
二、可编程调节器的主要特点.....	149
三、可编程调节器的基本构成及原理.....	150
四、KMM 可编程调节器.....	151
例题分析.....	155
习题与思考题.....	156
第十一章 执行器	157
第一节 气动执行器	158
一、气动执行器的组成与分类.....	158
二、控制阀的流量特性.....	160
三、控制阀的选择.....	165
四、控制阀的安装和维护.....	166
第二节 阀门定位器与电-气转换器	167
一、气动阀门定位器.....	167
二、电-气阀门定位器.....	167
三、电-气转换器.....	168
第三节 电动执行器	168
一、概述.....	169
二、角行程电动执行机构.....	169
三、直行程电动执行机构.....	170
例题分析.....	170
习题与思考题.....	170
第十二章 简单控制系统	171
第一节 概述	171
第二节 被控变量的选择	172
第三节 操纵变量的选择	174
第四节 控制器控制规律的选择及参数整定	176
一、控制规律的选择.....	176
二、控制器参数的工程整定.....	176
第五节 控制系统的投运及操作中的常见问题	180
一、控制系统的投运.....	180

二、控制系统操作中的常见问题	183
例题分析	186
习题与思考题	186
第十三章 复杂控制系统	188
第一节 串级控制系统	188
一、串级控制系统概述	188
二、串级控制系统的特点及应用	190
三、主、副控制器控制规律的选择	193
四、主、副控制器正反作用的选择	193
五、控制器参数整定与系统投运	194
第二节 其他复杂控制系统	195
一、均匀控制系统	195
二、比值控制系统	197
三、前馈控制系统	199
四、取代控制系统	200
五、分程控制系统	201
六、多冲量控制系统	202
例题分析	203
习题与思考题	205
第十四章 高级控制系统	206
第一节 自适应控制系统	206
一、参考模型自适应控制系统	206
二、具有被控对象数学模型在线辨识的自适应控制系统	207
第二节 预测控制系统	208
第三节 智能控制系统	209
第四节 神经网络控制	210
第五节 模糊控制系统	211
第六节 最优控制系统	213
第七节 控制管理一体化	214
习题与思考题	215
第十五章 计算机控制系统	216
第一节 计算机控制简述	216
一、计算机控制系统的特点	216
二、计算机控制系统的组成	216
三、计算机控制系统的类型	217
四、计算机控制系统的发展	219
第二节 集散控制系统概述	220
一、集散控制系统的基本构成	220
二、集散控制系统的特点	221
第三节 CENTUM-CS 集散控制系统	221

088	一、CENTUM-CS 系统的构成	222
088	二、ICS 的组成及功能	222
088	三、CRT 显示画面的显示格式	225
168	四、CENTUM-CS 系统中的字母代号	225
088	五、基本操作方法	227
078	六、显示画面及操作	228
171	第四节 现场总线控制系统	232
855	一、现场总线系统的产生和特征	232
	二、现场总线国际标准化	234
	三、主要的现场总线系统简介	234
	例题分析	235
	习题与思考题	236
	第十六章 可编程控制器	237
	第一节 可编程控制器概述	237
	一、可编程控制器 (PLC) 的发展过程	237
	二、可编程控制器的功能与特点	237
	第二节 可编程控制器的基本构成及工作原理	239
	一、可编程控制器的基本组成	239
	二、可编程控制器的软件系统	240
	三、可编程控制器的分类	242
	第三节 OMRON C 系列 PLC	244
	一、简介	244
	二、OMRON PLC 指令	244
	第四节 应用示例	248
	一、水箱液位控制	248
	二、变量超限报警控制	249
	三、自动包装机控制	250
	习题与思考题	252
	第十七章 典型化工单元的控制方案	253
	第一节 流体输送设备的自动控制	253
	一、离心泵的自动控制方案	253
	二、往复泵的自动控制方案	254
	三、压气机的自动控制方案	255
	第二节 传热设备的自动控制	257
	一、两侧均无相变化的换热器控制方案	257
	二、载热体进行冷凝的加热器自动控制	259
	三、冷却剂进行汽化的冷却器自动控制	260
	第三节 精馏塔的自动控制	262
	一、精馏塔的干扰因素及对自动控制的要求	262
	二、精馏塔的控制方案	263

第四节	化学反应器的自动控制.....	266
一、	化学反应器的控制要求.....	266
二、	釜式反应器的温度自动控制.....	267
三、	固定床反应器的自动控制.....	267
四、	流化床反应器的自动控制.....	269
	例题分析.....	270
	习题与思考题.....	271
	参考文献.....	273
二、	无级变速控制.....	383
一、	变频调速控制.....	383
三、	变频调速控制.....	383
四、	变频调速控制.....	383
五、	变频调速控制.....	383
六、	变频调速控制.....	383
七、	变频调速控制.....	383
八、	变频调速控制.....	383
九、	变频调速控制.....	383
十、	变频调速控制.....	383
十一、	变频调速控制.....	383
十二、	变频调速控制.....	383
十三、	变频调速控制.....	383
十四、	变频调速控制.....	383
十五、	变频调速控制.....	383
十六、	变频调速控制.....	383
十七、	变频调速控制.....	383
十八、	变频调速控制.....	383
十九、	变频调速控制.....	383
二十、	变频调速控制.....	383
二十一、	变频调速控制.....	383
二十二、	变频调速控制.....	383
二十三、	变频调速控制.....	383
二十四、	变频调速控制.....	383
二十五、	变频调速控制.....	383
二十六、	变频调速控制.....	383
二十七、	变频调速控制.....	383
二十八、	变频调速控制.....	383
二十九、	变频调速控制.....	383
三十、	变频调速控制.....	383
三十一、	变频调速控制.....	383
三十二、	变频调速控制.....	383
三十三、	变频调速控制.....	383
三十四、	变频调速控制.....	383
三十五、	变频调速控制.....	383
三十六、	变频调速控制.....	383
三十七、	变频调速控制.....	383
三十八、	变频调速控制.....	383
三十九、	变频调速控制.....	383
四十、	变频调速控制.....	383
四十一、	变频调速控制.....	383
四十二、	变频调速控制.....	383
四十三、	变频调速控制.....	383
四十四、	变频调速控制.....	383
四十五、	变频调速控制.....	383
四十六、	变频调速控制.....	383
四十七、	变频调速控制.....	383
四十八、	变频调速控制.....	383
四十九、	变频调速控制.....	383
五十、	变频调速控制.....	383
五十一、	变频调速控制.....	383
五十二、	变频调速控制.....	383
五十三、	变频调速控制.....	383
五十四、	变频调速控制.....	383
五十五、	变频调速控制.....	383
五十六、	变频调速控制.....	383
五十七、	变频调速控制.....	383
五十八、	变频调速控制.....	383
五十九、	变频调速控制.....	383
六十、	变频调速控制.....	383
六十一、	变频调速控制.....	383
六十二、	变频调速控制.....	383
六十三、	变频调速控制.....	383
六十四、	变频调速控制.....	383
六十五、	变频调速控制.....	383
六十六、	变频调速控制.....	383
六十七、	变频调速控制.....	383
六十八、	变频调速控制.....	383
六十九、	变频调速控制.....	383
七十、	变频调速控制.....	383
七十一、	变频调速控制.....	383
七十二、	变频调速控制.....	383
七十三、	变频调速控制.....	383
七十四、	变频调速控制.....	383
七十五、	变频调速控制.....	383
七十六、	变频调速控制.....	383
七十七、	变频调速控制.....	383
七十八、	变频调速控制.....	383
七十九、	变频调速控制.....	383
八十、	变频调速控制.....	383
八十一、	变频调速控制.....	383
八十二、	变频调速控制.....	383
八十三、	变频调速控制.....	383
八十四、	变频调速控制.....	383
八十五、	变频调速控制.....	383
八十六、	变频调速控制.....	383
八十七、	变频调速控制.....	383
八十八、	变频调速控制.....	383
八十九、	变频调速控制.....	383
九十、	变频调速控制.....	383
九十一、	变频调速控制.....	383
九十二、	变频调速控制.....	383
九十三、	变频调速控制.....	383
九十四、	变频调速控制.....	383
九十五、	变频调速控制.....	383
九十六、	变频调速控制.....	383
九十七、	变频调速控制.....	383
九十八、	变频调速控制.....	383
九十九、	变频调速控制.....	383
一百、	变频调速控制.....	383

绪论

一、化工自动化的意义及目的

化工生产过程自动化,就是在化工设备、装置及管道上,配置一些自动化装置,替代操作工人的部分直接劳动,使生产在不同程度上自动地进行。这种部分地或全部地用自动化装置来管理化工生产过程的办法,就称为化工生产过程自动化,简称为化工自动化。

自动化是提高社会生产力的有力工具之一。实现化工生产过程自动化的主要目的如下。

① 加快生产速度、降低生产成本、提高产品产量和质量。在人工操作的生产过程中,由于人的五官、手、脚,对外界的观察与控制的精确度和速度是有一定限度的。而且由于体力关系,人直接操纵设备的力量也是有限的。如果用自动化装置代替人的操作,则以上情况可以得到避免和改善,并且通过自动控制系统,使生产过程中最佳条件下进行,从而可以大大加快生产速度、降低能耗、实现优质高产。

② 减轻劳动强度、改善劳动条件。多数化工生产过程是在高温、高压或低温低压下进行,还有的是易燃、易爆或有毒、有腐蚀性、有刺激性气味。实现了化工自动化,工人只要对自动化装置的运转进行监控,而不需要再直接从事大量而又危险的现场操作。

③ 能够保证生产安全,防止事故发生或扩大,达到延长设备使用寿命、提高设备利用率、保障人身安全的目的。

④ 生产过程自动化的实现,能根本改变劳动方式,提高工人文化技术水平,以适应当代信息技术革命和信息产业革命的需要。

二、化工自动化的发展概况

在化工生产过程自动化的发展初级阶段,首先是应用一些自动检测仪表来监视生产。在20世纪40年代以前,绝大多数化工生产处于手工操作状况,操作工人根据反映主要工艺参数的仪表指示情况,用人工来改变操作条件,生产过程单凭经验进行。对于那些连续生产的化工厂,在进出物料彼此联系中装设了大的贮槽,起着克服干扰(扰动)影响及稳定生产的作用,显然生产的效率很低,花在设备上的投资很大。

20世纪50年代至60年代,人们对化工生产的各种单元操作进行了大量的开发工作,使得化工生产过程朝着大规模、高效率、连续生产、综合利用方向迅速发展。因此,要使这类工厂生产运行正常,如果没有先进的自动检测仪表和控制系统,几乎是不可能的事。此时,在实际生产中应用的自动控制系统主要是压力、流量、液位和温度四大参数的简单控制。同时,串级、比值、多冲量等复杂控制系统也得到了一定程度的发展。所应用的自动化技术工具主要是基地式电动、气动仪表及膜片式的单元组合仪表。此时期由于对化工对象的动态特性了解不够深入,因此,半经验、半理论的设计准则和整定公式,在自动控制系统设计和参数整定中起了相当重要的作用,解决了许多实际问题。

20世纪70年代以来,化工自动化技术水平得到了很大的提高。在自动化技术工具方面,新产品像雨后春笋,气动Ⅱ型和电动Ⅱ型单元组合式仪表刚投入生产不久,气动Ⅲ型和电动Ⅲ型单元组合式仪表就相继问世,并已进一步发展到具有多功能的组装仪表、智能式仪

表,为实现各种特殊控制规律提供了条件。新型智能传感器和控制仪表的问世使仪表与计算机之间的直接联系极为方便。在自动控制系统方面,由于控制理论和控制技术的发展和进步,给自动控制系统的发展创造了各种有利的条件,各种新型控制系统相继出现,控制系统的设计与整定方法也有了新的发展。近年来,科学技术的发展与革新极为迅速,特别是电子计算机在自动化中发挥越来越巨大的威力,这对常规仪表产生了一系列的影响,促进常规仪表不断变革,以满足生产过程中对能量利用、产品质量、收率等各个方面的越来越高的要求。

20世纪70年代,计算机开始用于控制生产过程,出现了计算机控制系统。最初是用计算机代替常规控制仪表,实现集中控制,这就是直接数字控制系统(DDC)。由于集中控制的固有缺陷,很难取得显著的社会效益和经济效益,因此很快就被集散控制系统(DCS)所代替。集散控制系统一方面将控制回路分散化,另一方面又将数据显示、实时监督等功能集中化,这种既集中又分散的控制系统在20世纪80年代得到了很快的发展和广泛的应用。DCS不仅可以实现许多复杂控制系统,而且在DCS的基础上还可以实现许多先进控制和优化控制。随着计算机及网络技术的发展,DCS还可以实现多层次计算机网络构成的管控一体化系统(CIPS)。

20世纪80年代末至90年代,现场总线和现场总线控制系统得到了迅速的发展。现场总线是顺应智能现场仪表而发展起来的一种开放型的数字通信技术,它是综合运用微处理器技术、网络技术、通讯技术和自动控制的产物。采用现场总线作为系统的底层控制网络,构造了新一代的网络集成式全分布计算机控制系统,这就是现场总线控制系统(FCS)。FCS的最显著特征是它的开放性、分散性和数字通讯,较DCS而言,更好地体现了“信息集中,控制分散”的思想,因此有着更加广泛的应用基础。

化工生产过程自动化是一门综合性的技术学科。它是利用自动控制学科、仪器仪表学科及计算机学科的理论和技术服务于化学工程学科。随着现代科学技术的进步,本学科将不断发展并日益被人们所重视。在化工生产过程中,由于实现了自动化,人们通过自动化装置来管理生产,自动化装置与工艺及设备已结合成为有机的整体。因此,越来越多的工艺技术人员认识到:学习仪表及自动化方面的知识,对于管理与开发现代化化工生产过程是十分必要的。

三、化工仪表及自动化系统的分类

在化工生产过程中,需要测量与控制的参数是多种多样的,但主要的有热工量(压力、



图 0-1 各类仪表之间的关系

1. 自动检测系统

利用各种仪表对生产过程中主要工艺参数进行测量、指示或记录的,称为自动检测系

统。它代替了操作人员对工艺参数的不断观察与记录，因此起到对过程信息的获取与记录作用。这在生产过程自动化中，是最基本的也是十分重要的内容。

图 0-2 的热交换器是利用蒸汽来加热冷液的，冷液经加热后的温度是否达到要求，可用测温元件配上平衡电桥来进行测量、指示和记录；冷液的流量可以用孔板配上流量计进行检测；蒸汽压力可以用压力表来指示。这些就是自动检测系统。

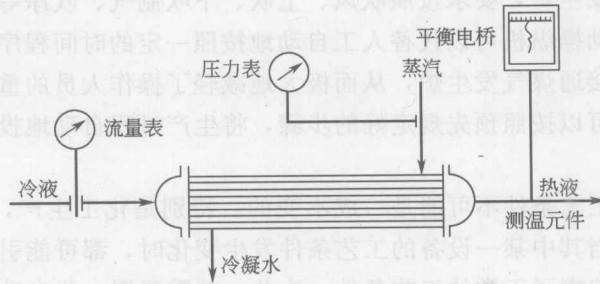


图 0-2 热交换器自动检测系统示意图

自动检测系统中主要的自动化装置为敏感元件、传感器与显示仪表。

敏感元件亦称检测元件，它的作用是对被测的变量作出响应，把它转换为适合测量的物理量。图 0-2 所示系统中可用孔板将流量转换为差压信号，用热电偶将温度转换为电（毫伏）信号。

传感器可以对检测元件输出的物理量信号作进一步信号转换，当转换后的信号为标准的统一信号（例 $0\sim 10\text{mA}$ 、 $4\sim 20\text{mA}$ 、 $0.02\sim 0.1\text{MPa}$ 等）时，此时的传感器一般称为变送器。例流量变送器常采用差压变送器。

显示仪表的作用，是将检测结果以指针位移、数字、图像等形式，准确地指示、记录或储存，使操作人员能正确了解工艺操作情况和状态。例图 0-2 所示系统中的平衡电桥就属于显示记录仪表。

2. 自动信号和联锁保护系统

生产过程中，有时由于一些偶然因素的影响，导致工艺参数超出允许的变化范围而出现不正常情况时，就有可能引起事故。为此，常对某些关键性参数设有自动信号联锁保护装置。当工艺参数超过了允许范围，在事故即将发生以前，信号系统就自动地发出声光信号警报，告诫操作人员注意，并及时采取措施。如工况已到达危险状态，联锁系统立即自动采取紧急措施，打开安全阀或切断某些通路，必要时紧急停车，以防止事故的发生和扩大。它是生产过程中的一种安全装置。例如某反应器的反应温度超过了允许极限值，自动信号系统就会发出声光信号，报警给工艺操作人员以及时处理生产事故。由于生产过程的强化，往往靠操作人员处理事故已成为不可能，因为在一个强化的生产过程中，事故常常会在几秒钟内发生，由操作人员直接处理是根本来不及的。而自动联锁保护系统可以圆满地解决这类问题。如当反应器的温度或压力进入危险限时，联锁系统可立即采取应急措施，加大冷却剂量或关闭进料阀门，减缓或停止反应，从而可避免引起爆炸等生产事故。

自动信号联锁保护电路按其主要构成元件的不同，可分为有触点式和无触点式两类（有时可采用混合式）。有触点式电路是由各种继电器、按钮、开关等电器组成的继电线路，它是依靠各种电器的触点开合来完成电路的通断和切换。无触点式电路是利用由二极管、晶体管以及集成电路等电子器件构成具有一定功能的电子线路，利用电子器件的导通或阻断特性