

高等学校教学用书

自动检测和过程控制

(第3版)

刘元扬 主编

冶金工业出版社

内 容 提 要

与第2版相比,本次修订无论是在篇幅上还是在内容上,都做了较大的改动,删去了陈旧的内容,补充了新内容。

全书分上、下两篇,共14章。上篇为自动检测,包括过程检测技术基础、温度检测仪表、压力与真空度检测仪表、流量检测与仪表、物位与厚度检测仪表、应变与重量检测仪表、过程分析仪器、显示(记录)仪表;下篇为过程控制,包括过程控制系统的基本概念、控制器、执行器、单回路控制系统、复杂控制与先进控制系统、计算机控制系统。

本书除可作为高等学校相关专业教材外,还可作为工程技术人员的参考用书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

自动检测和过程控制/刘元扬主编.—3版.—北京:
冶金工业出版社,2005.8
高等学校教学用书
ISBN 7-5024-3752-5

I. 自… II. 刘… III. ①自动检测—高等学校—
教学参考资料 ②过程控制—高等学校—教学参考资料
IV. TP27

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第045616号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)
责任编辑 俞跃春 美术编辑 李 心
责任校对 侯 璐 李文彦 责任印制 牛晓波
北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
1980年10月第1版,1987年6月第2版,2005年8月第3版,2005年8月第10次印刷
787mm×1092mm 1/16;20.75印张;498千字;312页;64101~68100册
36.00元
冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893
冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081
(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第1版前言

随着现代科学技术的进步,生产自动化的水平在不断提高。生产过程自动化不仅能保证产品质量,提高产量,降低成本,改善劳动条件,而且能保证安全生产。生产过程自动化,实际上就是用一些技术工具——自动控制装置来代替人工操作或人们的重复劳动。

从生产过程自动化的发展情况来看,首先是应用一些自动检测仪表来监视生产;进一步就是应用自动控制仪表及一些控制机构,代替部分人工操作,按工艺要求自动控制生产过程正常进行;在此基础上又进一步发展,使用电子计算机以实现生产过程的全部自动化。可见,要全部实现生产过程自动化,首先就要使用各种自动化仪表,对生产过程实现仪表控制。

编写本书的目的就是重点介绍自动检测与过程控制的基本知识,作为冶炼类及材料类专业设置仪表控制方面有关课程的通用教材,使学生掌握常用检测与控制仪表的原理和性能,以及一般使用、维护知识,对如何实现生产过程自动化的问题,有一定程度的了解。关于电子计算机应用于过程控制方面的知识,则由另一课程“电子计算机原理”讲授。由于各专业要求与课程学时存在较大差别,在使用本教材时,各校可根据各专业的具体要求加以选择。

本书第一、二、六章由昆明工学院曾祥镇编写,第三、四、五章由重庆大学朱林章编写,第七章由中南矿冶学院刘德溥编写,第八、九、十章由中南矿冶学院张壮辉、刘元扬编写,第十一章由刘德溥、朱林章、曾祥镇编写。全书由刘元扬、刘德溥共同主编,由朱林章主审。在本书编写过程中,兄弟单位有关同志提供了不少资料与宝贵意见,在此一并表示感谢。由于编者水平的限制,本书难免有错误或不当之处,敬希读者提出批评指正。

编者

1979年9月

第2版前言

本教材自1980年出版以来,已经使用了六年。为了提高教材质量,适应教学改革的需要,按照1984~1988年冶金高等院校教材编写、出版规划,对本教材第一版进行了修订。在修订过程中,我们认真总结了几年来的教学经验,广泛征求了兄弟院校及使用单位的意见,对本教材第一版的内容作了较大的调整、充实与提高。主要有如下几个方面:

1. 对全书总篇幅进行了调整。增加了下篇在全书中的比重,由原来约占全书的 $\frac{1}{3}$ 增加到 $\frac{1}{2}$,以适应过程控制技术发展的需要。全书字数有所减少。

2. 精选了内容。按照教学要求,对重点的典型仪表进行了较大修改或重新编写,例如节流式流量计以及基本控制作用与模拟调节器等章节,使原有内容得到充实提高。对某些次要内容则进行了删减,例如全辐射高温计及控制系统的稳定性等等。

3. 增加了新的内容。例如增加了国际标准型热电偶与热电阻、热流计、气相色谱仪、数字显示仪表及数字调节器等内容;此外还新增加了一章微型电子计算机在过程控制中的应用,以适应当前技术发展的需要。

4. 采用了国家法定计量单位以及有关的国家专业标准,对教材中的计量单位及公式图表进行了整理和换算,并按国家的规定统一了控制流程图中的图形及文字符号。

本书修订版上篇(自动检测)由刘元扬主编,下篇(过程控制)由刘德溥主编。第一、二、六章由昆明工学院曾祥镇编写,第三、四、五章由重庆大学朱林章编写,第七、十二章由中南工业大学刘德溥编写,第八、九章由中南工业大学张壮辉编写,上篇概述及第十、十一章由中南工业大学刘元扬编写。在本书修订及审稿过程中,兄弟单位有关同志提供了不少资料与宝贵意见,在此表示衷心的感谢。由于编者水平所限,错误或不当之处在所难免,敬希读者指正。

编者

1986年9月

第3版前言

本书自1980年第1版出版后,曾于1987年进行了修订再版,至今已有25年。为了提高教材质量,适应教育改革的需要,以及跟上科学技术发展的步伐,我们在认真总结教学经验,广泛征求了兄弟院校和使用单位意见的基础上,本着吐故纳新,与时俱进的精神,再次对本书进行了修订。本次修订的内容主要有如下几方面:

(1) 对全书总篇幅进行了较大的调整。由第2版的12章增加到14章,全书字数由40余万字增加到约50万字,各个章节内容分工明显,便于教学。

(2) 对原有内容作了充实提高,去掉了与当前形势不相符的旧内容,并补充了新内容,以适应当前过程检测与自动控制技术的发展。例如上篇删除了机械式差压变送器与动圈表等内容,增加了新型热电偶、红外温度计、新型物位计、特殊节流装置、威尔巴流量计、质量流量计、应变测量仪表、数字显示仪表等内容;下篇去掉了所有的DDZ-II型仪表章节,对智能控制器、新型控制阀、智能控制系统以及计算机控制系统(包括PLC、DCS、FCS等类型)等内容进行了扩充。

(3) 加强了基础理论的叙述。例如测量误差与数据处理、仪表工作原理、控制规律、仪表控制系统、计算机控制系统等。

(4) 注意采用国家有关标准。例如对热电偶、节流装置、堰式流量计、专业术语等,本书按照国家有关标准进行了修订。

本次修订工作由中南大学能源与动力工程学院组织,中南大学刘元扬任主编,刘玉长、黄学章任副主编,重庆大学朱麟章任主审。

参加本次修订工作的有:中南大学杨莺(第1、7章)、宁练(第2、10章)、彭好义(第3、11章)、易正明(第8章)、黄学章(第9、13章)、刘玉长(第12、14章)、邓胜祥参与了14章部分内容编写);重庆大学朱钢(第4、5、6章)。

昆明理工大学曾祥镇同志因故没参加本书第3版编写,但对本书的编写大纲和内容提出了许多宝贵意见。在编写过程中,得到了广州万德威尔自动化系统有限公司龚德君同志的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2005年2月

目 录

上篇 自动检测

1 过程检测技术基础	1
1.1 过程检测的基本概念	1
1.1.1 检测	1
1.1.2 检测的基本方法	1
1.1.3 检测仪表的组成	2
1.1.4 检测仪表的主要性能指标	2
1.1.5 检测仪表的分类	3
1.1.6 检测技术及仪表的发展	4
1.2 测量误差及处理方法	4
1.2.1 测量误差	4
1.2.2 误差分类	5
1.2.3 误差的分析与处理	5
1.3 测量不确定度的评定	8
1.3.1 测量不确定度的定义与分类	9
1.3.2 标准不确定度的定义与评定	9
1.3.3 合成标准不确定度 u_c 的定义与评定	10
1.3.4 扩展不确定度 U 或 U_p 的定义与评定	11
1.3.5 测量结果与测量不确定度的表示	11
1.3.6 应用举例	12
复习思考题	14
2 温度检测仪表	15
2.1 温标及测温方法	15
2.1.1 温标	15
2.1.2 测温方法及其分类	16
2.2 热电偶	16
2.2.1 热电偶测温原理	17
2.2.2 热电偶的基本定律	19
2.2.3 热电偶的结构	20
2.2.4 热电偶的分类	21

2.2.5	热电偶的冷端补偿	25
2.2.6	热电偶的实用测温线路	26
2.2.7	热电偶的检定	28
2.3	热电阻测温	29
2.3.1	热电阻测温原理	29
2.3.2	常用热电阻	30
2.3.3	热电阻基本结构	31
2.3.4	热电阻的引线方式	31
2.3.5	接触式温度计的选择及安装	32
2.4	温度变送器	33
2.4.1	DDZ-Ⅲ型温度变送器	33
2.4.2	一体化温度变送器	35
2.4.3	智能温度变送器	36
2.5	非接触式测温	37
2.5.1	辐射测温的理论基础	37
2.5.2	光学高温计	38
2.5.3	光电高温计	40
2.5.4	全辐射高温计	41
2.5.5	比色测温法	42
2.5.6	红外温度计	44
2.5.7	热像仪	45
2.6	新型温度传感器及其测温技术	46
2.6.1	单总线数字式智能型温度传感器	46
2.6.2	集成温度传感器	48
2.6.3	光纤温度计	49
2.6.4	特殊及实用测温技术	50
	复习思考题	52
3	压力与真空度检测仪表	53
3.1	概述	53
3.1.1	压力的概念及单位	53
3.1.2	压力的表示方法	53
3.1.3	压力检测的基本方法	54
3.2	常用压力检测仪表	54
3.2.1	液柱式压力计	54
3.2.2	弹性式压力计	55
3.2.3	压力传感器	56
3.3	差压变送器	61
3.3.1	电容式差压变送器	61

3.3.2	扩散硅压力(差压)变送器	64
3.3.3	智能型压力(差压)变送器	65
3.4	压力检测仪表选用	67
3.4.1	压力仪表的选择	67
3.4.2	压力计的安装	68
3.4.3	压力计的校验	69
3.5	真空计	70
3.5.1	压缩式真空计	70
3.5.2	热电偶式真空计	71
3.5.3	电离式真空计	71
	复习思考题	72
4	流量检测与仪表	74
4.1	节流式流量计	74
4.1.1	节流装置测量原理及流量方程	74
4.1.2	标准节流装置	76
4.1.3	标准节流装置的使用条件	81
4.1.4	节流装置的安装	81
4.1.5	节流式流量计的不确定度	83
4.1.6	非标准节流装置	85
4.1.7	节流式流量计的选用	90
4.1.8	标准节流装置计算	92
4.2	均速管流量计	94
4.2.1	阿牛巴(Annubar)流量计	95
4.2.2	热线均速管流量计	97
4.2.3	威尔巴(Wellbar)流量计	97
4.3	电磁流量计	99
4.3.1	工作原理	99
4.3.2	电磁流量传感器	100
4.3.3	电磁流量转换器	101
4.3.4	电磁流量计的选用	102
4.4	容积式流量计	103
4.4.1	椭圆齿轮流量计	103
4.4.2	腰轮流量计	103
4.4.3	容积式流量计的选用	104
4.5	质量流量计	104
4.5.1	科里奥利质量流量计	104
4.5.2	热式质量流量计	106
4.5.3	推导式质量流量计	107

4.6 其他流量计	107
4.6.1 转子流量计	107
4.6.2 涡轮流量计	108
4.6.3 涡街流量计	109
4.6.4 弯管流量计	110
4.6.5 超声波流量计	111
4.6.6 冲板式流量计	113
4.6.7 空腔振荡流量计	115
4.6.8 明渠流量计	115
复习思考题	117
5 物位与厚度检测仪表	119
5.1 浮力式液位计	119
5.1.1 浮子式液位计	119
5.1.2 磁翻转浮标液位计	120
5.1.3 浮筒式液位计	121
5.2 差压式液位计	121
5.2.1 敞口容器的液位检测	121
5.2.2 密闭容器的液位检测	122
5.3 电容式物位计	123
5.3.1 电容传感器工作原理	124
5.3.2 电容物位传感器	124
5.3.3 射频导纳电容物位计	126
5.4 雷达物位计	126
5.4.1 反射式雷达物位计	126
5.4.2 调频式雷达物位计	127
5.4.3 导波式雷达物位计	127
5.5 核辐射物位检测	127
5.5.1 检测原理	127
5.5.2 物位检测方法	128
5.5.3 放射性物位仪表的特点	129
5.6 其他物位计	130
5.6.1 超声波液位计	130
5.6.2 磁致伸缩物位计	130
5.7 厚度检测仪表	131
5.7.1 涡流式厚度检测仪	131
5.7.2 射线式厚度测量仪	133
复习思考题	134

6 应变与重量检测仪表	135
6.1 应变检测原理.....	135
6.1.1 金属电阻丝应变片.....	135
6.1.2 半导体应变片.....	136
6.2 应变电阻传感器.....	137
6.2.1 圆柱(筒)形传感器.....	137
6.2.2 梁形传感器.....	138
6.2.3 环形传感器.....	139
6.2.4 S形传感器.....	140
6.3 应变传感器的应用.....	140
6.3.1 拉杆应变测量.....	141
6.3.2 弯曲应变测量.....	141
6.3.3 弯曲剪应力测量.....	142
6.3.4 材料的弹性模量与泊松比的测量.....	142
6.3.5 拉、压力及其应力测量.....	143
6.3.6 扭矩测量.....	143
6.3.7 疲劳寿命检测.....	144
6.3.8 裂纹扩展速度检测.....	145
6.4 电子秤.....	145
6.4.1 皮带电子秤.....	145
6.4.2 吊车秤.....	146
6.4.3 料斗秤.....	147
复习思考题.....	148
7 过程分析仪器	149
7.1 红外线气体分析仪.....	149
7.1.1 红外气体分析仪的检测原理.....	149
7.1.2 红外气体分析仪的结构组成.....	150
7.1.3 取样系统.....	151
7.2 氧化锆氧量分析仪.....	152
7.2.1 工作原理.....	152
7.2.2 基本组成.....	153
7.2.3 分析仪的应用.....	154
7.3 气相色谱分析仪.....	155
7.3.1 工作原理.....	155
7.3.2 基本组成.....	156
7.4 其他气体分析仪.....	156
7.4.1 质谱成分分析仪.....	156

7.4.2	激光在线气体分析仪	157
7.5	溶液成分分析	158
7.5.1	电导式浓度仪	158
7.5.2	电磁式浓度计	159
7.5.3	密度式浓度计	159
7.5.4	核辐射式浓度计	160
7.6	物性测量仪表	161
7.6.1	工业酸度计	161
7.6.2	湿度检测仪表	163
7.7	成分在线检测注意事项	165
7.7.1	取样及预处理	165
7.7.2	滞后问题	166
7.7.3	分析仪的标定	166
7.7.4	仪器的维护	166
	复习思考题	166
8	显示(记录)仪表	167
8.1	概述	167
8.2	模拟式显示仪表	167
8.2.1	电子电位差计	167
8.2.2	电子自动平衡电桥	171
8.3	数字式显示仪表	172
8.3.1	概述	172
8.3.2	数字显示仪表的构成	173
8.3.3	模-数(A/D)转换	174
8.3.4	非线性补偿(线性化)	175
8.3.5	信号标准化及标度变换	177
8.4	新型显示仪表	179
8.4.1	显示仪表发展趋势	179
8.4.2	屏幕显示仪表	179
8.4.3	虚拟显示仪表	180
	复习思考题	180

下篇 过程控制

9	过程控制系统的基本概念	182
9.1	过程控制系统的组成与分类	182
9.1.1	过程控制系统	182
9.1.2	控制系统的组成	183

9.1.3 控制系统方框图	183
9.1.4 过程控制系统的分类	185
9.2 过程控制系统的发展概况	185
9.3 过程控制系统的过渡过程和品质指标	186
9.3.1 自动控制系统的静态与动态	186
9.3.2 自动控制系统的过渡过程	186
9.3.3 控制系统的品质指标	187
9.4 过程特性	189
9.4.1 对象特性的类型	189
9.4.2 描述对象特性的参数	191
9.5 被控过程的数学模型	195
9.5.1 概述	195
9.5.2 建立机理模型	196
9.5.3 实验建模	197
复习思考题	199
10 控制器	201
10.1 控制规律	201
10.1.1 比例(P)控制规律	201
10.1.2 比例积分(PI)控制规律	203
10.1.3 比例微分(PD)控制规律	204
10.1.4 比例积分微分(PID)控制规律	206
10.2 模拟控制器	207
10.2.1 概述	207
10.2.2 DDZ-III型控制器	207
10.3 数字控制器	209
10.3.1 概述	209
10.3.2 数字控制器的控制算法	210
10.3.3 数字控制器的构成原理	212
复习思考题	214
11 执行器	215
11.1 电动执行器	215
11.1.1 基本组成	215
11.1.2 伺服放大器(DFC)	216
11.1.3 执行机构	216
11.1.4 电子式控制阀	217
11.2 气动执行器及控制阀	217
11.2.1 组成及特点	217

11.2.2	气动执行机构	218
11.2.3	控制阀	219
11.2.4	电/气转换器与阀门定位器	229
11.3	智能执行器	230
11.3.1	智能电动执行器	230
11.3.2	智能控制阀	232
	复习思考题	232
12	单回路控制系统	234
12.1	概述	234
12.1.1	换热器的温度控制	234
12.1.2	离心泵的流量控制	235
12.2	被控量和操纵量的选择	236
12.2.1	被控量的选择	236
12.2.2	操纵量的选择	237
12.3	检测及变送环节的考虑	238
12.4	控制阀的选择	240
12.4.1	控制阀流量特性的选择	240
12.4.2	控制阀结构形式的选择	241
12.4.3	控制阀开闭形式的选择	242
12.4.4	控制阀口径的选择	243
12.5	控制器控制作用的选择	244
12.5.1	位式控制器	244
12.5.2	比例控制器	244
12.5.3	比例积分控制器	244
12.5.4	比例积分微分控制器	245
12.6	控制器参数的工程整定	245
12.6.1	经验凑试法	245
12.6.2	临界比例带法	246
12.6.3	衰减曲线法	247
12.6.4	响应曲线法	248
12.6.5	工程整定方法比较	249
12.7	自动控制系统的投运	249
12.7.1	投运的步骤	249
12.7.2	系统运行中的故障判别	250
	复习思考题	250
13	复杂控制与先进控制系统	252
13.1	串级控制系统	252

13.1.1	串级控制系统组成	252
13.1.2	串级控制系统的工作过程	253
13.1.3	串级控制系统的特点及应用	254
13.1.4	串级控制系统设计	254
13.2	前馈控制系统	257
13.2.1	前馈控制基本概念	257
13.2.2	前馈控制系统的主要形式	258
13.2.3	前馈控制的特点和应用	260
13.3	其他复杂控制系统	260
13.3.1	比值控制系统	260
13.3.2	多冲量控制系统	264
13.3.3	选择性控制系统	266
13.3.3	分程控制系统	267
13.3.4	均匀控制系统	269
13.4	先进控制系统	270
13.4.1	预测控制	270
13.4.2	软测量技术	272
13.4.3	推断控制	273
13.4.4	自适应控制系统	274
13.4.5	故障检测诊断	275
13.5	智能控制	276
13.5.1	智能控制的发展	276
13.5.2	模糊控制	276
13.5.3	专家控制系统	277
13.5.4	神经网络控制	279
	复习思考题	280
14	计算机控制系统	282
14.1	概述	282
14.1.1	计算机控制系统的发展概况	282
14.1.2	计算机控制系统的组成与特点	283
14.1.3	计算机控制系统的类型	284
14.2	过程通道与接口	286
14.2.1	模拟量输入通道	286
14.2.2	数字量输入通道	287
14.2.3	模拟量输出通道	288
14.2.4	数字量输出通道	289
14.3	可编程控制器(PLC)	289
14.3.1	可编程序控制器的基本组成	290

14.3.2	可编程序控制器的工作过程	291
14.3.3	PLC 应用系统的设计	291
14.3.4	烧结过程 PLC 控制系统	292
14.4	集散控制系统(DCS)	294
14.4.1	概述	294
14.4.2	DCS 控制系统的工程化设计与实施	295
14.4.3	160t/h 锅炉 DCS 控制系统	296
14.5	现场总线控制系统(FCS)	299
14.5.1	现场总线技术简介	300
14.5.2	现场总线控制系统实例	301
14.6	组态(自动化)软件	302
14.6.1	组态(自动化)软件的发展历史及定义	303
14.6.2	组态(自动化)软件特点	303
14.6.3	组态软件与 SCADA	304
14.7	流程控制系统发展趋势	308
	复习思考题	309
附 录	310
参考文献	312

上篇 自动检测

1 过程检测技术基础

在工业生产中,为了保证生产过程正常、高效、经济地运行,需对工艺过程中的主要参数(如温度、压力、流量、液位、成分等)进行实时检测与优化控制。为此,就要选择合适的检测仪表,采用正确的检测方法进行测量。对这些参数的检测构成了过程检测的基本内容。

1.1 过程检测的基本概念

1.1.1 检测

测量是为准确获取被测对象特征参数的定量信息,利用专门的量具如直尺、卷尺、量规、量角器、秤与天平等标准技术工具,运用适当的实验方法,将被测量与同种性质的标准量(即单位量)进行比较,确定被测量对标准量的倍数,从而准确获取表征被测对象特征的某些参数的定量信息,即找到被测量数值大小的过程。

检测是利用敏感元件与被测物体或生产过程直接或间接接触,捡拾其反映物理的、化学的、热学的、电学的、力学的、生物的或各种综合的过程信息,有的将所拾取的信息直接在其所附标尺上显示,有的将信息进行必要的转换并传递到显示器上显示出来;前者通称为传感器(包括转换器),后者通称为显示器。这是人类揭示物质运动规律,定性了解与定量掌握事物本质,从事生产等人类活动所不可缺少的手段。

随着人类社会进入信息时代,以信息获取、转换和处理为主要内容的检测技术已经发展成为一门完整的技术科学,检测技术已成为产品检测与质量控制、设备运行监测、生产过程自动化等系统的重要组成部分,随着在线检测技术、故障自诊断系统的发展,检测技术将在现代工业生产领域发挥更大的作用。

1.1.2 检测的基本方法

检测方法是实现检测过程所采用的具体方法。检测方法与检测原理具有不同的概念,检测方法是指被测量与其单位进行比较的实验方法。检测原理是指仪器、仪表工作所依据的物理、化学等具体效应。根据检测仪表与被测对象的特点,检测方法主要有以下几种分类方法。

1.1.2.1 接触式测量与非接触式测量

接触式测量指仪表检测元件与被测对象直接接触,直接承受被测参数的作用或变化,从而获得测量信号,并检测其信号大小的方法。

非接触式测量指仪表不直接接触被测对象,而是间接承受被测参数的作用或变化,达到检测目的的方法。其特点是不受被测对象影响,使用寿命长,适用于某些接触式检测仪表难以胜任的场合,但一般情况下,测量准确度较接触式仪表低。

1.1.2.2 直接测量、间接测量与组合测量

直接测量指应用测量仪表直接读取被测量的方法;间接测量指先对与被测量有确定函数关系的几个量进行测量,然后将测量值代入函数关系式,经过计算获得被测量的方法;组合测量是指为了同时确定多个未知量,将各个未知量组合成不同函数形式,用直接或间接测量方法获得一组数据,通过方程组的求解来求得被测量的方法。

1.1.2.3 偏差式、零位式与微差式测量

偏差式测量指在测量过程中,利用仪表指针相对于刻度线的位移来直接指示被测量的大小的测量方法。该类仪表测量方式直观,测量过程简单、迅速,但测量精度较低。

零位式测量也称平衡式测量,在测量过程中,用指零机构的零位指示检测测量系统的平衡状态;通过比较被测量与已知标准量差值或相位,调节已知标准量的大小,使两者达到完全平衡或全部抵消,从而得出测量值大小的方法。

微差式测量综合了偏差式和零位式测量的优点,通过将被测量与已知标准量进行比较,取得差值,再用偏差法测得此差值。由于测量过程中无需调整标准量,因此,对被测量的反应较快。微差式仪表特别适用于在线控制参数的检测。

1.1.3 检测仪表的组成

检测仪表是实现检测过程的物质手段,是测量方法的具体化,其将被测量经过一次或多次的信号或能量形式的转换,再由仪表指针、数字或图像等显示出量值,从而实现被测量的检测。检测仪表原则上都具有传感器、变换器、显示仪及传输通道这几个基本环节,从而实现信号获取、转换、显示及传输等功能。

(1) 传感器。它也称敏感元件,一次元件,是检测仪表与被测对象的接口装置,其作用是感受被测量的变化并产生一个与被测量呈某种函数关系的输出信号。检测系统获取信号的质量往往取决于传感器的性能,因此,传感器一般要求:输入与输出关系为严格单值函数关系,且这种关系不随时间和温度变化,具有较好的抗干扰性与复现性及较高的灵敏度。

传感器分类方式繁多,根据被测量性质可将传感器分为机械量传感器、热工量传感器、化学量传感器及生物量传感器等;根据输出量性质则可将传感器分为无源电参量型传感器,如电阻式传感器、电容式传感器、电感式传感器等;发电型传感器,如热电偶传感器、光电传感器、压电传感器等。

(2) 变换器。其作用是将敏感元件输出信号转换成既保存原始信号全部信息又更易于处理、传输及测量的变量,因此要求变换器能准确稳定的实现信号的传输、放大和转化。

(3) 显示仪表。它也称二次仪表,其将测量信息转变成人感官所能接受的形式,是实现人机对话的主要环节。显示仪表可实现瞬时或累积量显示,越限和极限报警,测量信息记录,数据自动处理,甚至参量调节功能。一般有模拟显示、数字显示与屏幕显示三种形式。

(4) 传输通道。它包括导线、导管及信号所通过的空间,为各个环节的输入、输出信号提供通路。传输通道的合理选择、布置与匹配可有效防止信号损失、失真和外界干扰,提高测量的准确度。

1.1.4 检测仪表的主要性能指标

仪表的性能指标是评价仪表性能好坏、质量优劣的主要依据,也是正确地选择仪表和使用仪表,达到准确测量目的所必须具备和了解的知识。通常可用以下指标进行衡量。