

工业自动化仪表手册

机械工业出版社

工 业 自 动 化 仪 表 手 册

第 二 册 产 品 部 分 (一)

《工业自动化仪表手册》编辑委员会 编



机 械 工 业 出 版 社

工业自动化仪表手册

第二册 产品部分 (一)

《工业自动化仪表手册》编辑委员会 编

*

责任编辑 秦起佑

封面设计 王 伦

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $66\frac{3}{4}$ · 插页 2 · 字数 1920 千字

1987年10月北京第一版·1987年10月北京第一次印刷

印数 0,001—6,400 · 定价: 17.60 元

*

统一书号: 15033 · 5987

《工业自动化仪表手册》册目

册 次	篇 名
第一册 基础部分	总论 1. 工业自动化常用术语 2. 常用数据和资料 3. 标准和标准化 4. 检测基础 5. 数字信号处理 6. 流体力学、传热学及气动自动基础 7. 自动控制理论基础 8. 自动调节系统 9. 系统工程方法 10. 可靠性基础 11. 仪表防护 12. 仪表用材料 13. 仪表常用元件和机构 14. 仪表造型设计基础 15. 仪表结构的工艺基础 16. 仪表主要加工工艺
第二册 产品部分 (一)	17. 温度检测仪表 18. 压力检测仪表 19. 流量检测仪表 20. 物位检测仪表 21. 机械量检测仪表 22. 过程分析仪器 23. 物性检测仪表 24. 指示调节仪表 25. 自动平衡显示仪表 26. 数字显示仪表 27. 屏幕显示器
第三册 产品部分 (二)	28. 气动基地式调节仪表 29. 简易电动调节仪表 30. 气动单元组合仪表 31. 电动单元组合仪表 32. 巡回检测装置 33. 组装式电子综合控制仪表 34. 程序控制装置 35. 遥测、通讯、遥调装置 36. 安全连锁报警装置 37. 过程工业控制机及外围设备 38. 过程工业控制机外部设备 39. 过程工业控制机软件 40. 集散型综合控制装置 41. 流体控制元件及装置 42. 气动执行器 43. 电动执行器 44. 工业自动化仪表盘
第四分册 应用部分	45. 自动化仪表在冶金工业中的应用 46. 自动化仪表在电力工业中的应用 47. 自动化仪表在煤炭工业中的应用 48. 自动化仪表在化学工业中的应用 49. 自动化仪表在石油工业中的应用 50. 自动化仪表在轻工业中的应用 51. 自动化仪表在纺织工业中的应用 52. 自动化仪表在机械工业中的应用 53. 自动化仪表在建筑材料工业中的应用 54. 自动化仪表在其他行业中的应用

《工业自动化仪表手册》

编辑说明

(一) 为了总结我国工业自动化仪表行业的科学技术成就和吸收国外的成熟经验, 发展我国的仪器仪表事业, 努力为四个现代化服务, 我们在机械工业部仪器仪表工业局和机械工业部科学技术情报研究所的指导下, 组织编写了这部《工业自动化仪表手册》。

(二) 这是一部专业手册。主要供工业自动化仪表行业的科研、设计、制造方面的工程技术人员查阅, 也可供工业自动化仪表的使用、教育、管理和其他有关部门的人员参考。

(三) 《工业自动化仪表手册》共有五十四篇, 分四个分册出版, 第一分册是基础部分; 第二、三分册是产品部分; 第四分册是应用部分。由于我们缺乏编辑出版专业手册的经验, 漏误之处, 热忱希望广大读者提出批评和建议。

在手册的编写过程中, 许多单位和科技人员对本手册的有关工作给予了大力支持和帮助, 在此表示衷心感谢。

(四) 参加本手册编辑委员会、总编辑、副总编辑工作的单位是:

机械工业部仪器仪表工业局、机械工业部科学技术情报研究所、北京市电子仪表工业局、上海市仪器仪表工业公司、机械工业部上海工业自动化仪表研究所、机械工业部重庆工业自动化仪表研究所、北京自动化技术研究所、西安工业自动化仪表研究所、天津市工业自动化仪表研究所、北京分析仪器研究所、冶金工业部自动化研究所、上海工业大学、北京工业大学、哈尔滨工业大学、浙江大学、天津大学、清华大学、华东化工学院、北京化工学院、上海机械学院、西安仪表厂、上海自动化仪表一厂、云南仪表厂、广东仪表厂。

(五) 各分册编辑工作负责单位是:

第一分册: 北京自动化技术研究所、天津市工业自动化仪表研究所

第二、四分册: 机械工业部上海工业自动化仪表研究所

第三分册：机械工业部重庆工业自动化仪表研究所、西安工业自动化仪表研究所

(六) 编辑委员会成员：

主任委员：苏 天

副主任委员：王良楣、张成效、马少梅、庄德润、杨振业、
罗灼明、赵景春、潘苏民

委 员：王桂雨、王典训、王世杰、王银焕、关士雄、
李光泉、张德琛、夏焕彬、秦永烈、谢新民、路致林

(七) 总编辑、副总编辑、编辑：

总编辑：王良楣

副总编辑：

全手册技术协调：汪时雍、罗命钧、秦起佑

第一分册：何国森、朱良漪、王骥程、刘豹

第二分册：谭祖根、吴钦炜

第三分册：马少梅、严志良

第四分册：蒋慰荪、申济湘

编辑：

第一分册：虞承中、张嘉祥、王宗楷、沙建庚、张铁忠、
侯承福

第二、四分册：黄关祥、张永江、史美纪、阮伯如

第三分册：李连雨、项义炳、田彝芳、石金波、刘铁椎、
江志道、严立坤、陈惠生、崔敬悌

编辑部日常工作负责：张永江

常用法定计量单位及其换算

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单 位 换 算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
力；重力	牛〔顿〕	N	达 因 千 克 力 吨 力	dyn kgf tf	1 dyn = 10^{-5} N 1 kgf = 9.80665 N 1 tf = 9.8065×10^3 N
压力，压强； 应力	帕〔斯卡〕	Pa	巴 千克力每平方厘米 毫米水柱 毫米汞柱 托 工程大气压 标准大气压	bar kgf/cm ² mmH ₂ O mmHg Torr at atm	1 bar = 10^5 Pa 1 kgf/cm ² = 0.0980665 MPa 1 mmH ₂ O = 9.80665 Pa 1 mmHg = 133.322 Pa 1 Torr = 133.322 Pa 1 at = 98066.5 Pa = 98.0665 kPa 1 atm = 101325 Pa = 101.325 kPa
能量；功；热	焦〔耳〕 电子伏 千瓦小时	J eV kW·h	尔 格 千克力米 卡 马力小时	erg kgf·m cal	1 erg = 10^{-7} J 1 kW·h = 3.6 MJ 1 kgf·m = 9.80665 J 1 cal = 4.1868 J 1 马力小时 = 2.64779 MJ
功率，辐射通 量	瓦〔特〕	W	千克力米每秒 马力，米制马力 英 马 力 电工马力 卡 每 秒 千卡每小时	kgf·m/s 法 ch, CV, 德 PS hp cal/s kcal/h	1 kgf·m/s = 9.80665 W 1 ch = 735.499 W 1 hp = 745.700 W 1 电工马力 = 746 W 1 cal/s = 4.1868 W 1 kcal/h = 1.163 W
电 导	西〔门子〕	S	姆 欧	Ω	1 Ω = 1 S
磁通量	韦〔伯〕	Wb	麦克斯韦	Mx	1 Mx = 10^{-8} Wb
磁通量密度， 磁感应强度	特〔斯拉〕	T	高 斯	Gs, G	1 Gs = 10^{-4} T
力矩	牛顿米	N·m	千克力米	kgf·m	1 kgf·m = 9.80665 N·m
动力粘度	帕斯卡秒	Pa·s	泊 厘泊 千克力秒每平方米	P, Po cP kgf·s/m ²	1 P = 10^{-1} Pa·s 1 cP = 10^{-3} Pa·s 1 kgf·s/m ² = 9.80665 Pa·s
运动粘度，热 扩散率	二次方米每秒	m ² /s	斯托克斯 厘斯托克斯	St cSt	1 St = 10^{-4} m ² /s 1 cSt = 10^{-6} m ² /s
旋转速度	转每分	r/min		rpm	1 rpm = 1 r/min
质量	千克	kg	市斤		1 市斤 = 0.5 kg
长度	微米	μm	微米	μ	1 μ = 1 μm

目 录

第17篇 温度检测仪表

常用符号表

第1章 概 论

- 1 接触式与非接触式测温17-3
- 2 温度检测仪表分类及各类仪表的
测量范围17-3

第2章 国际实用温标

- 1 IPTS-68 规定的温标符号和单位17-4
- 2 IPTS-68 的定义17-4
 - 2.1 定义固定点17-5
 - 2.2 分度用的标准仪器及定点间的
插补17-5
 - 2.3 次级参考点17-6
- 3 EPT-76 的内容17-7
- 4 我国温标传递系统17-8

第3章 膨胀式温度计

- 1 压力式温度计17-10
 - 1.1 作用原理17-10
 - 1.2 结构17-10
 - 1.3 压力式温度计的基本参数17-13
 - 1.4 压力式温度计的校验17-13
 - 1.5 压力式温度计的用途及使用
注意事项17-15
- 2 玻璃温度计17-15
 - 2.1 作用原理17-15
 - 2.2 玻璃材料和感温液体的特性17-15
 - 2.3 玻璃温度计的结构17-17
 - 2.4 玻璃温度计的基本参数17-18
 - 2.5 玻璃温度计的校验17-19
 - 2.6 玻璃温度计的使用注意事项17-19
- 3 双金属温度计17-19
 - 3.1 作用原理17-19
 - 3.2 双金属片的结构及材料17-19

- 3.3 双金属温度计的结构17-20
- 3.4 感温元件的设计与计算17-21
- 3.5 工业双金属温度计的基本参数17-22
- 3.6 双金属温度计的制造工艺17-23
- 3.7 工业双金属温度计的校验17-23

第4章 热 电 偶

- 1 热电偶的作用原理17-23
 - 1.1 作用原理17-23
 - 1.2 热电偶的四个定则17-24
- 2 热电偶材料17-25
 - 2.1 对热电偶材料的要求和选用17-25
 - 2.2 定型热电偶材料17-25
 - 2.3 未定型热电偶材料17-25
- 3 特性及基本参数17-25
 - 3.1 热电偶的热电势与温度关系特性17-25
 - 3.2 热电偶的基本参数17-26
- 4 普通工业热电偶17-28
 - 4.1 普通工业热电偶的基型结构17-28
 - 4.2 普通工业热电偶的变型结构17-28
 - 4.3 接线盒的结构17-31
 - 4.4 安装固定装置的结构17-32
 - 4.5 保护管的结构17-33
 - 4.6 绝缘管的结构17-37
- 5 铠装热电偶17-38
 - 5.1 概述17-38
 - 5.2 铠装热电偶的结构17-38
 - 5.3 铠装热电偶的基本参数17-41
- 6 专用热电偶17-44
 - 6.1 钢水温度测量用消耗式热电偶17-44
 - 6.2 多点式热电偶17-44
 - 6.3 薄膜热电偶17-45
 - 6.4 表面热电偶温度计17-45
 - 6.5 防爆热电偶17-45
- 7 工业热电偶感温元件的制造工艺17-46

7.1 热电偶测量端常用的焊接工艺	17-46
7.2 热电偶的清洗	17-47
7.3 热电偶的退火	17-47
8 热电偶参比端的温度补偿和补偿导线	17-48
8.1 参比端的温度补偿	17-48
8.2 补偿导线	17-49
9 热电偶的校验	17-52

第5章 热电阻

1 热电阻的作用原理	17-52
2 热电阻感温元件的材料	17-52
2.1 热电阻丝材料	17-52
2.2 感温元件骨架材料	17-54
2.3 感温元件的引出线材料	17-54
3 热电阻感温元件的结构与制造	17-55
3.1 概述	17-55
3.2 铂热电阻感温元件的结构与制造	17-55
3.3 铜热电阻感温元件的结构与制造	17-57
4 热电阻感温元件的特性和基本参数	17-58
4.1 热电阻感温元件的电阻与温度关系特性	17-58
4.2 热电阻感温元件的基本参数	17-58
5 热电阻的结构	17-60
5.1 普通工业热电阻的基型结构	17-60
5.2 热电阻的基本参数	17-60
6 铠装热电阻	17-61
6.1 铠装热电阻的结构	17-61
6.2 铠装热电阻的基本参数	17-61
7 热敏电阻温度计	17-61
7.1 特点	17-61
7.2 热敏电阻的特性	17-61
7.3 热敏电阻的参数	17-62
7.4 热敏电阻温度计感温元件的结构	17-62
7.5 热敏电阻温度计的结构	17-63
8 低温热电阻	17-64
8.1 概述	17-64
8.2 低温铂热电阻	17-64
8.3 镨热电阻	17-65
8.4 渗碳玻璃热电阻	17-66
8.5 铈铁热电阻	17-67
工业热电阻的校验	17-67

第6章 辐射测温仪表

1 辐射测温的基本定律和方法	17-67
1.1 辐射测温专用名词的物理概念及黑体辐射的基本定律	17-67
1.2 黑体辐射普朗克函数表	17-71
1.3 非黑体的发射率	17-72
1.4 辐射测温方法分类和比较	17-77
2 辐射测温仪表分类及各类仪表主要优缺点和用途	17-77
3 光学高温计	17-78
3.1 原理	17-78
3.2 隐丝式光学高温计	17-78
3.3 恒亮式光学高温计	17-80
3.4 各种光学高温计的主要性能指标	17-80
4 辐射温度计	17-81
4.1 原理	17-81
4.2 分类	17-81
4.3 简易式辐射温度计	17-83
4.4 偏差式辐射温度计	17-87
4.5 零平衡式辐射温度计	17-89
5 比色温度计	17-92
5.1 原理	17-92
5.2 实现比值的基本方法	17-92
5.3 分类	17-92
5.4 单通道比色温度计	17-95
5.5 双通道比色温度计	17-96
6 特殊场合辐射测温装置	17-97
6.1 透明体测温	17-97
6.2 低发射率的表面测温	17-99
6.3 太阳灶测温	17-102
6.4 瞬变温度场测温	17-103

第7章 温度检测仪表的分度和校验

1 分度和校验	17-105
1.1 定点法	17-105
1.2 比较法	17-105
2 检定设备	17-107
2.1 定点法的检定设备	17-107
2.2 比较法的检定设备	17-108
3 标准温度计	17-111

附 录

附录17-1 常用热电偶材料的主要特 点和用途·····	17-112	附录17-7 某些材料在给定温度范围内的 全发射率·····	17-148
附录17-2 热电偶分度表·····	17-115	附录17-8 有效波长为 $0.65\mu\text{m}$ 、 $0.66\mu\text{m}$ 的 亮度温度修正为真实温度的 换算表·····	17-148
附录17-3 热电阻分度表·····	17-136	附录17-9 辐射温度修正为真实温度 的换算表·····	17-150
附录17-4 黑体辐射普朗克函数 $f(\lambda \cdot T)$ 表·····	17-141	附录17-10 有效波长为 $0.4\sim 9\mu\text{m}$ 的表观温度 修正为真实温度的换算表 ·····	17-151
附录17-5 黑体辐射普朗克函数 $F(\lambda \cdot T)$ 表·····	17-144	参考文献 ·····	17-161
附录17-6 某些材料的光谱发射率·····	17-147		

第18篇 压力检测仪表

常用符号表

第1章 概 论

1 概述 ·····	18-3
2 分类 ·····	18-3

第2章 液柱式压力计

1 分类 ·····	18-7
2 原理与结构 ·····	18-7
2.1 U型管压力计 ·····	18-7
2.2 单管压力计 ·····	18-7
2.3 斜管压力计 ·····	18-8
2.4 补偿微压计 ·····	18-8
2.5 自动液柱式压力计 ·····	18-9
3 设计要点 ·····	18-9
3.1 工作液体 ·····	18-9
3.2 测量玻璃管·····	18-10
3.3 截面比·····	18-10
3.4 倾斜角·····	18-10
4 修正·····	18-10
4.1 误差·····	18-10
4.2 修正·····	18-10

第3章 弹性式压力表

1 概述·····	18-11
2 设计要点·····	18-14
2.1 弹性元件常用材料·····	18-14
2.2 常用传动机构·····	18-15

2.3 弹簧管压力表·····	18-15
2.4 精密压力表结构特点·····	18-17
2.5 特殊压力表·····	18-17
2.6 石英弹簧管压力计·····	18-18
3 压力表附件·····	18-19

第4章 负荷式压力计

1 概述与分类·····	18-21
1.1 概述·····	18-21
1.2 分类·····	18-21
2 活塞式压力计·····	18-22
2.1 原理与结构·····	18-22
2.2 设计与计算·····	18-26
2.3 活塞缸与活塞杆的研配·····	18-29
3 浮球式压力计·····	18-30
3.1 原理与结构·····	18-30
3.2 设计与计算·····	18-30
4 钟罩式微压计·····	18-32
4.1 原理与结构·····	18-32
4.2 设计要点·····	18-33

第5章 压力传感器

1 概述·····	18-33
2 电阻式压力传感器·····	18-35
2.1 电位器式压力传感器·····	18-35
2.2 应变式压力传感器·····	18-39
3 压阻式压力传感器·····	18-46
3.1 原理与结构·····	18-46

3.2 电桥	18-46	8.4 设计要点	18-63
3.3 硅膜片设计	18-47	9 压力传感器特性测试方法	18-64
3.4 传感器的温度补偿	18-48	9.1 静态特性测试方法	18-64
3.5 设计、工艺要点	18-48	9.2 动态特性测试方法	18-65
4 电感式压力传感器	18-49		
4.1 概述	18-49	第6章 远传压力表与压力开关	
4.2 气隙式压力传感器	18-49	1 概述	18-66
4.3 差动变压器式压力传感器	18-52	2 电位器式远传压力表	18-68
4.4 涡流式压力传感器	18-53	2.1 原理与结构	18-68
5 电容式压力传感器	18-54	2.2 设计要点	18-68
5.1 原理与结构	18-54	3 差动变压器式远传压力表	18-69
5.2 特性	18-54	3.1 原理与性能	18-69
5.3 变换电路	18-56	3.2 结构特征	18-69
5.4 设计原则	18-57	3.3 设计要点	18-71
6 压电式压力传感器	18-58	3.4 差动变压器式远传压力表与动圈式 仪表的配用	18-71
6.1 原理与结构	18-58	4 编码远传压力表	18-72
6.2 设计要点	18-59	4.1 原理与结构	18-72
7 振频式压力传感器	18-60	4.2 数码盘与光电管	18-72
7.1 振弦式压力传感器	18-60	5 压力开关	18-72
7.2 振筒式压力传感器	18-61	5.1 位移式压力开关	18-72
8 霍尔式压力传感器	18-63	5.2 力平衡式压力开关	18-73
8.1 原理与特点	18-63	参考文献	18-73
8.2 结构	18-63		
8.3 磁钢组件	18-63		

第19篇 流量检测仪表

常用符号表

第1章 概 论

1 流量、总量和流量检测仪表	19-3
2 流量检测仪表的分类和选用	19-3
2.1 分类	19-3
2.2 选用	19-3
3 流量检测仪表的主要技术参数	19-9

第2章 差压流量计

1 概述	19-13
2 流量测量用节流装置的测量原理和 基本方程式	19-13
3 标准节流装置	19-14
3.1 使用条件、使用范围和选择依据	19-14

3.2 标准孔板	19-15
3.3 标准喷嘴	19-18
3.4 标准圆锥形文丘利管	19-20
3.5 标准文丘利喷嘴	19-22
3.6 用标准节流装置测量流量的 基本误差	19-23
3.7 标准节流装置设计计算的一般 方法	19-24
4 非标准节流装置	19-27
4.1 用于低雷诺数流量测量的非标准 节流装置	19-27
4.2 用于脏污介质和两相流的非标准 节流装置	19-28
4.3 低压损非标准节流装置	19-30
4.4 其他特殊的节流装置	19-32

X 目 录

5 节流装置的安装要求	19-33
6 流量测量用测速管	19-34
6.1 皮托管	19-34
6.2 均速管	19-39
7 差压计	19-39
7.1 各类差压计的性能和特点	19-39
7.2 双〔玻璃〕管差压计	19-39
7.3 单膜盒差压变送器	19-40
7.4 双膜盒差压计	19-42
7.5 双波纹管差压计	19-42

第3章 浮子(转子)流量计

1 测量原理和流量方程	19-46
1.1 测量原理和流量方程	19-46
1.2 流量与浮子高度的关系式	19-46
1.3 流量系数和雷诺数的关系	19-46
2 玻璃管浮子流量计	19-47
2.1 结构	19-47
2.2 设计	19-48
3 金属管浮子流量计	19-49
3.1 指示型金属管浮子流量计	19-51
3.2 气远传金属管浮子流量计	19-53
3.3 电远传金属管浮子流量计	19-54
4 刻度换算和粘度修正方法	19-56
4.1 液体流量测量的刻度换算	19-56
4.2 气体流量测量的刻度换算	19-57
4.3 蒸汽流量测量的刻度换算	19-57
4.4 浮子质量变化时的流量刻度换算	19-58
4.5 应用换算图进行液体和气体流量的 刻度换算	19-58

第4章 容积式流量计

1 容积式流量计的特点和应用	19-60
2 椭圆齿轮流量计	19-60
2.1 原理和结构	19-60
2.2 设计	19-64
3 腰轮流量计	19-66
3.1 原理和结构	19-66
3.2 设计	19-67
4 其他容积式流量计	19-73
4.1 刮板流量计	19-73

4.2 旋转活塞流量计	19-73
4.3 往复活塞流量计	19-74
4.4 摆盘式流量计	19-74
4.5 伺服流量计	19-74
4.6 湿式流量计	19-75
4.7 煤气表	19-75
5 传动机构	19-75
6 附属装置	19-78
6.1 过滤器	19-78
6.2 消气器	19-80
7 安装使用和维护	19-80
7.1 安装	19-81
7.2 使用和维护	19-81

第5章 速度式流量计

1 水表	19-82
1.1 原理与结构	19-82
1.2 设计	19-83
1.3 水表的特性	19-84
2 涡轮流量计	19-85
2.1 原理与结构及其分类	19-85
2.2 设计	19-86
2.3 特性与整流器	19-89

第6章 电磁流量计

1 传感器	19-92
1.1 原理与结构	19-92
1.2 磁路设计	19-95
2 转换器	19-96
2.1 设计要求	19-96
2.2 原理	19-96
3 其它电磁流量计	19-97
3.1 铁矿浆电磁流量计	19-97
3.2 非均匀磁场电磁流量计	19-98
3.3 方波励磁式电磁流量计	19-98
3.4 潜水型电磁流量计	19-100
3.5 电容检出式电磁流量计	19-100

第7章 漩涡流量计

1 涡列式漩涡流量计	19-101
1.1 原理和结构	19-101

1.2 结构设计和检出元件	19-103
2 旋进式漩涡流量计	19-105
2.1 原理和结构	19-105
2.2 结构参数的确定	19-106

第8章 固体物料流量的测量

1 固体物料流量测量方法的种类	19-107
1.1 称量法	19-108
1.2 力学法	19-108
1.3 差压法、相关法、电气法和 其他方法	19-109
2 冲量式流量计	19-109

第9章 超声流量计

1 利用超声波测量流量的各种方法	19-114
1.1 各种测量原理简介	19-114
1.2 超声换能器	19-117
1.3 超声流量计的误差及修正	19-119
2 锁相环 (TLL) 式超声流量计	19-119
2.1 工作原理	19-119
2.2 确保稳定工作的电路	19-120
2.3 主要性能及应用	19-121
3 超声多普勒流量计	19-121
3.1 工作原理	19-121
3.2 换能器的结构特点	19-121
3.3 主要性能及应用	19-122
4 小管径夹装式超声流量计	19-122
4.1 测量原理	19-122
4.2 宽声束发射	19-123
4.3 特点与应用	19-124

第10章 质量流量计

1 质量流量计的分类及基本方程式	19-124
2 直接式质量流量计	19-125
2.1 差压式质量流量计	19-125
2.2 动量矩式质量流量计	19-125
2.3 双涡轮质量流量计	19-127
3 间接式质量流量计	19-127
3.1 ρQ^2 变送 (传感) 器和密度 (ρ) 计组合	19-127
3.2 流量 (Q) 变送 (传感) 器和密度	

(ρ) 计组合	19-128
3.3 ρQ^2 变送器和 Q 变送器组合	19-128
3.4 温度、压力补偿式质量流量计	19-128

第11章 其他流量测量方法

1 靶式流量变送器	19-131
1.1 工作原理	19-131
1.2 结构	19-132
2 热式流量计	19-133
2.1 热线风速计	19-133
2.2 热式质量流量计	19-134
3 激光多普勒流速计	19-135
4 电容式流量计	19-137
5 利用相关技术测量流量	19-137
5.1 基本原理	19-137
5.2 结构型式和应用	19-138

第12章 流量仪表的校验和校验装置

1 流量仪表的校验	19-139
2 流量校验装置	19-139
2.1 标准器	19-139
2.2 流量校验装置	19-141

附 录

附录19-1 角接取压标准孔板适用的最小雷 诺数 Re_{Dmin} 推荐值	19-146
附录19-2 法兰取压标准孔板适用的最小雷 诺数 Re_{Dmin} 推荐值	19-146
附录19-3 角接取压标准喷嘴适用的最小雷 诺数 Re_{Dmin} 推荐值	19-146
附录19-4 法兰取压标准孔板适用的雷诺数 范围	19-147
附录19-5 角接取压标准孔板的光管流 量系数 α_0	19-148
附录19-6 各种常用材质的管内壁绝对平均 粗糙度 K 值	19-149
附录19-7 采用角接取压标准孔板时的流 束膨胀系数 ϵ 值	19-149
附录19-8 法兰取压标准孔板的流量 系数 α	19-150
附录19-9 使用法兰取压标准孔板时的流	

XII 目 录

束膨胀系数 ε 值	19-154
附录19-10 标准喷嘴的光管流量系数 α_0	19-155
附录19-11 采用标准喷嘴时的流束膨胀系	

数 ε 值	19-156
-------------------	--------

参考文献	19-156
------	--------

第20篇 物 位 检 测 仪 表

常用符号表

第 1 章 结 论

1 液位、料位和相界面测量	20-3
2 物位仪表的分类和性能	20-3
3 物位测量的特点	20-4
4 物位仪表的选用	20-4

第 2 章 直读式物位计

1 玻璃管式液位计	20-4
2 玻璃板物位计	20-5

第 3 章 差压式物位计

1 概述	20-5
2 压力式液位计	20-5
2.1 静压式液位计	20-6
2.2 吹气式液位计	20-6
2.3 压力式水深仪	20-7
2.4 利用测压法测量物位的特点比较	20-7
3 差压式物位计	20-8
3.1 利用差压法测量液位	20-8
3.2 法兰式差压液位计	20-9
3.3 称重式油罐计量仪	20-11
3.4 差动电容法测液位	20-12
3.5 利用测差压方法测量物位的原理 简图、计算公式及适用场合	20-14

第 4 章 浮力式物位仪表

1 概述	20-16
2 杠杆带浮子式液位仪表	20-16
2.1 电动、气动式液位信号器	20-16
2.2 杠杆带浮子液位计的设计	20-18
3 沉筒式液位变送器	20-19
3.1 位移平衡式电容筒液位变送器	20-19
3.2 位移平衡式气沉筒液位变送器	20-22
3.3 力平衡式气动沉筒液位变送器	20-23

3.4 带差动变压器的沉筒式液位计	20-24
3.5 沉筒相界面调节变送器	20-25
4 钢丝绳(或钢带)浮子液位计	20-25
4.1 机械式现场指示和远传指示 液位计	20-25
4.2 船用气动浮子式液位计	20-27
4.3 防爆浮子式液位计	20-28
4.4 浮子式钢带液位计	20-29
4.5 磁耦合浮子式液位计	20-30
4.6 各种随动浮子式液位计的主要 技术指标	20-31
4.7 翻板液位计	20-31

第 5 章 机械接触式料位计

1 概述	20-33
2 重锤式料位计	20-33
2.1 仪表工作原理	20-33
2.2 主要技术指标	20-34
3 旋翼式料位计	20-34
3.1 工作原理	20-34
3.2 主要技术指标	20-34
4 音叉式物位计	20-34
4.1 工作原理	20-34
4.2 结构特点	20-35
4.3 设计与制造	20-35
4.4 放大电路	20-36
4.5 音叉物位计主要技术指标	20-36

第 6 章 电测法物位计

1 概述	20-37
2 电阻式物位信号器	20-37
3 电阻式物位计	20-38
4 锅炉电极式水位计	20-38
5 电感式物位计	20-38
5.1 分类	20-38
5.2 高频谐振式液位计	20-39

6 电容式物位计	20-40	2.4 气介穿透式超声物位信号器	20-64
6.1 电容物位信号器	20-40	2.5 几种超声物位信号器的主要 技术性能和特点	20-65
6.2 电容物位计	20-41	3 液介导声超声液位计	20-65
6.3 深低温介质的物位测量	20-48	3.1 工作原理与结构	20-65
6.4 利用电容法测量界面和料位	20-48	3.2 声速校正	20-66
6.5 利用压力-电容法测量液位	20-48	3.3 特点与应用	20-66
6.6 随动式电容液位计	20-48	4 气介导声超声物位计	20-66
第7章 核辐射式物位计		4.1 工作原理与结构	20-66
1 概述	20-50	4.2 特点与应用	20-67
2 测量原理及基本组成	20-51	5 带声波导管的气介导声声波液位计	20-67
2.1 γ 射线放射源及防护容器	20-51	5.1 工作原理与结构	20-67
2.2 检出器	20-52	5.2 特点与应用	20-68
3 安装方式	20-53	6 固介导声超声液位计	20-68
4 放射源强度计算	20-55	6.1 工作原理与结构	20-68
5 定点监测式核辐射物位仪表的可靠性	20-57	6.2 特点与应用	20-68
6 核辐射式物位仪表用于相界面测量	20-57		
7 应用	20-58	第9章 其它原理的物位 测量仪表	
第8章 超声波式物位计		1 激光物位测量	20-69
1 概述	20-59	1.1 激光料位计	20-69
1.1 超声波物位计利用的声学特性	20-59	1.2 激光液位信号器控制熔融 玻璃液位	20-69
1.2 超声波物位计的结构	20-59	2 射流物位计	20-70
1.3 超声物位仪表的分类及特点	20-59	3 微波、红外线物位计	20-70
2 定点式超声物位信号器	20-63	参考文献	20-70
2.1 声阻式液位信号器	20-63		
2.2 液介穿透式超声液位信号器	20-63		
2.3 液-液分界面信号器	20-64		

第21篇 机械量检测仪表

常用符号表

第1章 概 论

1 机械量检测仪表的构成	21-3
2 机械量检测仪表的分类	21-3

第2章 力和重量检测仪表

1 概述	21-4
1.1 分类和特点	21-4
1.2 应用和技术发展	21-5
2 电阻应变式称重仪表	21-5

2.1 工作原理	21-5
2.2 传感器的结构与计	21-6
2.3 电阻应变式称重传感器的 基本参数	21-12
2.4 传感器的互联	21-13
2.5 测量电路	21-13
3 磁弹性式力检测仪表	21-15
3.1 工作原理	21-15
3.2 导磁体的片形与传感器结构	21-15
3.3 传感器设计要点	21-16
3.4 磁弹性式力传感器的基本参数	21-17

XIV 目 录

3.5 测量电路	21-18	5.1 工作原理	21-38
4 压电式力检测仪表	21-19	5.2 振弦传感器结构	21-39
4.1 工作原理	21-19	5.3 转矩和轴功率计算	21-39
4.2 传感器结构	21-19	5.4 测量电路	21-39
4.3 主要技术性能	21-20	5.5 特点	21-40
4.4 测量电路	21-20	5.6 主要技术性能	21-40
5 测力称重传感器的校准	21-21	6 相位差式转矩检测仪表	21-41
5.1 用标准测力设备校准	21-21	6.1 工作原理	21-41
5.2 用标准传感器校准	21-22	6.2 转矩传感器	21-41
6 测力称重仪表的工业应用	21-22	6.3 测量电路	21-42
6.1 电子吊车秤	21-23	6.4 主要技术性能	21-43
6.2 电子料斗秤与电子液罐秤	21-24	6.5 传感器的安装和使用	21-43
6.3 轧制力测量仪	21-26	7 转矩检测仪表的校准与校准设备	21-44
7 物料的连续计量与电子皮带秤	21-27	7.1 校准的目的	21-44
7.1 工作原理	21-27	7.2 传感器的静态校准及校准设备	21-44
7.2 设计特点	21-28		
7.3 主要技术指标	21-29		

第 3 章 转矩检测仪表

1 概述	21-30
1.1 转矩的检测方法	21-30
1.2 分类和特点	21-30
1.3 扭轴的基本计算公式	21-30
1.4 轴功率的测量	21-31
2 电阻应变式转矩检测仪表	21-31
2.1 测量原理	21-31
2.2 结构和特点	21-31
2.3 电阻应变式转矩传感器	21-32
2.4 集流环	21-32
3 磁弹性式转矩检测仪表	21-34
3.1 工作原理	21-34
3.2 环形转矩传感器	21-35
3.3 环形转矩传感器设计要点	21-35
3.4 测量电路	21-36
3.5 性能和特点	21-36
4 光电式转矩检测仪表	21-36
4.1 工作原理	21-36
4.2 结构	21-37
4.3 设计要点	21-37
4.4 主要技术性能	21-38
5 振弦式转矩检测仪表	21-38

第 4 章 位移检测仪表

1 位移检测仪表的分类和特性	21-45
2 电阻式位移检测仪表	21-45
2.1 电位器式位移检测仪表	21-45
2.2 电阻应变式位移检测仪表	21-47
3 电容式位移检测仪表	21-49
3.1 类型	21-49
3.2 结构和特性	21-49
4 电感式位移检测仪表	21-51
4.1 类型与转换电路	21-51
4.2 传感器设计要点	21-51
4.3 主要特性和技术性能	21-55
4.4 测量电路	21-56
5 涡流式位移检测仪表	21-59
5.1 涡流法测量的原理和分类	21-59
5.2 调幅式涡流位移检测仪表	21-59
5.3 涡流式大位移检测仪表	21-60
6 光电式位移检测仪表	21-63
6.1 分类	21-63
6.2 非扫描式光电位移检测仪表	21-63
6.3 扫描式光电位移检测仪表	21-64
6.4 应用光导纤维的位移检测仪表	21-65
6.5 应用电荷耦合摄像器件 (CCD) 的位移检测仪表	21-67
7 计量光栅	21-69

7.1 工作原理	21-69
7.2 计量光栅的类型与常用光路	21-69
7.3 莫尔条纹光栅	21-70
7.4 直光栅	21-71
7.5 结构举例	21-71
7.6 设计要点	21-72
7.7 细分(倍频)法	21-72
8 感应同步器	21-74
8.1 工作原理	21-74
8.2 分类与结构	21-75
8.3 测量方式	21-76
8.4 设计要点	21-77
9 磁栅	21-78
9.1 工作原理	21-78
9.2 分类	21-78
9.3 设计要点	21-78
9.4 测量电路	21-79

第5章 厚度检测仪表

1 电感式测厚仪	21-81
2 涡流式测厚仪	21-82
2.1 高频涡流测厚仪	21-82
2.2 低频涡流测厚仪	21-84
3 电容式测厚仪	21-85
3.1 工作原理	21-85
3.2 测量电路	21-85
3.3 设计要点	21-86
3.4 主要技术性能	21-87
4 微波测厚仪	21-87
4.1 工作原理	21-87
4.2 微波自动平衡电桥	21-87
4.3 设计要点	21-88
4.4 主要技术性能	21-89
5 超声波测厚仪	21-90
5.1 超声波测厚的基本原理	21-90
5.2 袖珍数字式超声波测厚仪	21-91
5.3 高精度超声波测厚仪	21-92
5.4 高温钢板超声波测厚仪	21-93
6 核辐射穿透式厚度计	21-94
6.1 工作原理	21-94
6.2 误差因素	21-94

6.3 主要构成部分	21-95
6.4 几种穿透式厚度计	21-97
7 核辐射反射式厚度计	21-98
7.1 γ 射线反射式厚度计	21-98
7.2 β 射线反射式厚度计	21-99
7.3 X荧光镀层(或涂层)厚度计	21-100
8 X射线测厚仪	21-101
8.1 特点	21-101
8.2 测量方式	21-101

第6章 速度检测仪表

1 离心式转速表	21-103
1.1 工作原理	21-103
1.2 主要技术性能与使用范围	21-103
2 磁性式转速表	21-103
3 频闪观察式测速仪	21-104
3.1 原理和分类	21-104
3.2 视线遮断法	21-104
3.3 光源明灭法	21-105
3.4 特点	21-105
4 转速传感器	21-106
4.1 光电式转速传感器	21-106
4.2 磁阻式转速传感器	21-107
5 电子转速表的测量电路	21-108
5.1 模拟式电子转速表	21-108
5.2 数字式电子转速表	21-108
6 多普勒速度计	21-109
6.1 工作原理	21-109
6.2 差分式多普勒速度计	21-109
6.3 特点	21-110
7 相关速度计	21-110
7.1 相关测速原理	21-110
7.2 相关线速度计	21-111
7.3 相关转速表	21-112

第7章 振动检测仪表

1 概述	21-113
1.1 弹簧质量系统的特性	21-113
1.2 振动传感器的分类	21-114
1.3 振动传感器的选用	21-114
2 机械式测振仪	21-115