

2002/2003 传感器与执行器大全(年卷)

——传感器·变送器·执行器

中国电子学会 敏感技术分会 编
北京电子学会



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

2002/2003

传感器与执行器大全(年卷)

—— 传感器 · 检测器 · 执行器

中国电子出版社 中国机械出版社
北京电子出版 北京机械出版

中国电子出版社

2002/2003
传感器与执行器大全(年卷)

——**传感器 · 变送器 · 执行器**

中国电子学会 敏感技术分会 编
北京电子学会

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是中国电子学会敏感技术分会和北京电子学会年卷编委会编写的连续性出版物,每年一卷。本卷分三部分,第一部分介绍电容式传感器基础及其应用;第二部分介绍传感器、变送器和执行器产品;第三部分介绍研究、生产和销售这些产品的技术支持。

本书是选用传感器、变送器与执行器的必备手册,可供传感器、变送器与执行器生产、研制和应用的厂商及科技工作者阅读,也可供高等院校有关专业的师生参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

2002/2003 传感器与执行器大全(年卷)——传感器·变送器·执行器/中国电子学会敏感技术分会,北京电子学会编. —北京:电子工业出版社,2004. 1

ISBN 7-5053-9496-7

I. 传… II. ①中… ②北… III. ①传感器—手册 ②变送器—手册 ③执行器—手册 IV. ①TP212-62
②TH86-62

中国版本图书馆CIP数字核字(2003)第119070号

责任编辑: 龚三力

印 刷: 北京大华山印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 47.25 字数: 1531千字

印 次: 2004年1月第1次印刷

印 数: 1000册 定价: 88.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前言

传感器、变送器与执行器年卷已连续出版六卷,《2002/2003 传感器与执行器大全》(年卷)已是第七卷。为了方便科技人员掌握传感器基础知识,从《1999/2000 传感器与执行器大全》(年卷)开始,增加传感器基础部分,本卷介绍电容式传感器基础及其应用。本书主要分为如下三部分:

第一部分电容式传感器基础及其应用,计21章。重点内容包括静电学原理、电容式传感器基础、电路基础、接近觉传感器、运动编码器、多电极系统、电路与元件、噪声与稳定性、驻极体麦克风、加速度计、螺栓传感器、游标卡尺、图形输入板、摄像机定位器和数字水平仪。

第二部分分三篇,计40章。第1篇传感器,计29章,全面、系统地介绍了2002/2003 各类传感器敏感元器件的原理、结构、性能和用途。第2篇变送器,计3章,介绍2002/2003 各类变送器的原理、结构、性能和用途。第3篇执行器,计8章,介绍电机、泵、阀、接近开关、继电器、转换器、显示器、控制器及报警器等执行器的原理、结构、性能和用途。全书共介绍产品985种,其中国内产品909种。

第三部分是研制、生产和销售传感器、变送器与执行器的国内外厂商的技术支持资料,计5018家,其中国内厂商1261家。

电容式传感器基础及其应用是根据 Larry K. Baxter 著的《Capacitive Sensors》改编。北京信息工程学院的缪旻提供了中文译稿,张永康教授在译稿基础上改编了全文。这种处理得到原作者的确认。

传感器与执行器的种类和企事业单位很多,鉴于篇幅有限,已在《实用传感器手册》、《传感器敏感元器件实用指南》以及《1996/1997 传感器与执行器大全》至《2001/2002 传感器与执行器大全》中编入的产品介绍,对此本书一般不再编入,敬请产品介绍未被编入本书的传感器企事业单位谅解。此外,编入本书的产品介绍基本上保持各厂商的特色,这样就出现了有的产品命名、所用术语、图形符号及单位不符合国家标准的规定,为了方便读者查阅厂家产品,这里不做标准的统一工作,在此也请读者注意。

为了适应传感器、变送器和执行器市场的需要,计划每年编辑出版《传感器与执行器大全》(年卷)。新卷本一般仅编入市场前景好的产品,欢迎国内外企事业单位和个人向编者推荐新的传感器、变送器与执行器产品。

由于编著者水平有限,书中谬误难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 电容式传感器基础 及其应用

第1章 引言	1
1.1 传感器的发展趋势	1
1.1.1 市场	1
1.1.2 技术	1
1.1.3 集成化	2
1.1.4 智能化	2
1.1.5 传感器总线	2
1.2 电容式传感器的应用	2
1.2.1 接近觉传感器	3
1.2.2 测量	3
1.2.3 开关	3
1.2.4 通信	3
1.2.5 计算机图形化输入	3
第2章 静电学原理	4
2.1 近似条件	4
2.2 电荷和电场	4
2.2.1 库仑定律	5
2.2.2 传导电流和位移电流	6
2.2.3 感应电荷	7
2.2.4 电场的叠加方法	8
2.2.5 电荷镜像	8
2.3 电容	9
2.3.1 电容的计算	9
2.3.2 多电极电容器	12
2.4 解析解	13
2.4.1 间隙宽度的影响	13
2.4.2 平板式几何结构	14
2.4.3 圆柱形结构	16
2.5 近似解	16
2.5.1 电场线轮廓图	16
2.5.2 导电纸法	17
2.6 有限元分析方法	18
2.6.1 FEA 绘图	18

2.6.2 边缘电场	19
2.6.3 串扰	20
2.6.4 移动的屏蔽	22
2.6.5 接近检测器	23
第3章 电容式传感器基础	24
3.1 基本的电极构形	24
3.2 运动敏感结构	24
3.2.1 间距变化型传感器	24
3.2.2 面积变化型传感器	25
3.3 传感器与电路间的匹配	26
3.3.1 间距变化型传感器和低阻抗放大器	26
3.3.2 间距变化型传感器和高阻抗放大器	27
3.3.3 面积改变型传感器和低阻抗放大器	27
3.3.4 面积改变型传感器和高阻抗放大器	28
3.3.5 面积变化型传感器和反馈放大器	28
3.3.6 电极构形列表	29
3.4 精度的限制因素	30
3.4.1 噪声	30
3.4.2 稳定性	30
第4章 电路基础	31
4.1 线性化问题	31
4.2 电容的测量	31
4.2.1 测量电路的比较	31
4.2.2 直接式直流检测电路	33
4.2.3 振荡器型检测电路	33
4.2.4 同步解调器型检测电路	35
4.3 放大器	35
4.3.1 高阻抗放大器	35
4.3.2 低阻抗放大器	35
4.3.3 反馈放大器	36

4.3.4 直流恢复电路	36	7.4 卷积	60
4.4 单端电路	37	7.4.1 卷积积分	60
4.5 桥式电路	37	7.4.2 采样数据的卷积	61
4.5.1 惠斯通电桥	37	7.4.3 反卷积运算的实例	62
4.5.2 电容式电桥	37	7.4.4 直角坐标到极坐标的变换	65
4.5.3 桥式电路与单端电路的比较	38	7.5 电极的几何形状	65
4.6 激励	38	7.5.1 间距改变带来的影响	66
4.6.1 正弦波	38	7.5.2 无连线耦合	68
4.6.2 方波	38	第8章 多电极系统	69
4.7 滤波	38	8.1 电容式多电极系统	69
4.7.1 低通滤波器	38	8.2 多电极计数	71
4.7.2 带通滤波器	39	8.3 去除信号抖动	73
第5章 电容式测微计	40	8.4 跟踪电路	74
5.1 电路	40	8.4.1 跟踪算法	74
5.1.1 双电极测微计	40	8.4.2 三相驱动	74
5.1.2 三电极测微计	41	8.5 电极的制作	75
5.2 各种测微计放大器电路的比较	42	8.5.1 印刷电路板方法	75
第6章 接近觉传感器(检测器)	43	8.5.2 其他方法	76
6.1 应用	43	8.6 电介质基底	78
6.2 技术	43	第9章 其他种类的电容式传感器	82
6.2.1 电感式接近觉传感器	43	9.1 压力传感器	82
6.2.2 磁接近觉传感器	44	9.1.1 差分压力传感器	82
6.2.3 光学接近觉传感器	44	9.1.2 绝对压力传感器	82
6.2.4 超声接近觉传感器	44	9.1.3 硅压力传感器	83
6.3 电容式接近觉传感器	45	9.2 3cm 线运动传感器	83
6.3.1 接近觉传感器性能的限制因素	46	9.3 多电极线运动传感器	85
6.3.2 最大检测距离	47	9.4 电机换向器	87
6.3.3 接近觉敏感等效电路	48	9.4.1 换向	87
6.3.4 杂散(寄生)电场	49	9.4.2 脉动转矩	87
6.3.5 相位检测电路	50	9.5 水/油混合物探针	89
6.4 电容式限位开关	51	9.5.1 简易型探针	89
6.4.1 叶片	51	9.5.2 改进后的探针	89
6.4.2 限位开关电路	52	9.6 触摸开关	90
第7章 运动编码器	54	9.7 键盘	91
7.1 应用领域	54	9.7.1 CMOS 和 ESD(静电泄放)	92
7.1.1 绝对型编码器	54	9.7.2 键盘的接口软件	93
7.1.2 增量型编码器	54	9.8 触摸板	93
7.2 敏感技术	54	9.8.1 敏感技术	94
7.3 电容式运动编码器	57	9.8.2 精确的二维传感器	94
7.3.1 电位测量型传感器	57	9.9 间距测量	95
7.3.2 产生线性变化电场的不同方法	57	9.10 液位敏感	95

9.10.1 介电性液体的液位测量	96	11.4.2 低通滤波器与开关电容	129
9.10.2 导电性液体的液位测量	96	11.5 积分器	130
9.10.3 低阻抗放大器	97	11.6 仪表放大器	130
9.11 液位开关	98	11.7 解调电路	131
9.12 六轴变速器	98	11.8 开关电容电路元件	132
9.12.1 解调电路	99	11.8.1 开关	132
9.13 倾斜仪	99	11.8.2 运算放大器	132
第10章 电路和元件	101	11.9 精度	134
10.1 电容器电介质	101	11.9.1 电容比	134
10.1.1 经典电介质模型	101	11.9.2 放大器精度	134
10.1.2 改进后的电介质模型	102	11.9.3 寄生效应	134
10.1.3 其他电介质	103	11.9.4 电荷注入	134
10.2 电容的测量	105	11.10 平衡差分输入解调器	136
10.2.1 电容的模型	105	11.11 其他的平衡解调器	137
10.2.2 电桥电路	106	第12章 噪声和稳定性	139
10.3 读取放大器	107	12.1 噪声的类型	139
10.3.1 高阻抗放大器	107	12.1.1 电阻噪声	140
10.3.2 上升时间的影响	111	12.1.2 FET(场效应管)噪声	141
10.3.3 分立元件构成的放大器	111	12.1.3 低阻抗放大器	143
10.3.4 低阻抗放大器	114	12.1.4 高阻抗放大器	144
10.3.5 反馈放大器	114	12.2 极限位移	145
10.3.6 无引线连接	115	12.2.1 三电极式测微计的极限位移	145
10.4 噪声性能	117	12.2.2 改善极限位移性能	145
10.5 电路元件	119	12.3 屏蔽	146
10.6 载波	120	12.4 接地	148
10.7 解调器	121	12.5 稳定性	150
10.7.1 180°驱动电路	121	12.5.1 温度稳定性	150
10.7.2 90°驱动电路	123	12.5.2 时间稳定性	150
第11章 开关电容技术	124	12.5.3 湿度稳定性	150
11.1 不同的设计方法	124	第13章 容易忽视的潜在问题	152
11.1.1 数字信号处理	124	13.1 漏电	152
11.1.2 电荷耦合器件和斗链式器件	125	13.2 静态放电	154
11.1.3 封装好的开关电容滤波器	125	13.3 静态充电	155
11.2 元件精度	125	13.4 硅片上制作电路中的串扰问题	156
11.2.1 MOS和双极型集成电路工艺的比较	125	第14章 驻极体麦克风	157
11.2.2 Bi-CMOS工艺	126	14.1 驻极体麦克风的构造	157
11.2.3 MOS与分立元件的精度比较	126	14.2 等效电路	158
11.3 采样信号	127	第15章 加速度计	160
11.4 滤波器	128	15.1 加速度计的设计	160
11.4.1 RC低通滤波器	128	15.1.1 表面微机械加工工艺与体硅加工	160
		工艺的比较	160

15.1.2 力平衡原理	161	20.2.3 永磁步进电机	185
15.1.3 在硅基加速度计中的电容式反馈	161	20.2.4 混合步进电机	185
15.2 模拟器件 ADXL50	161	20.2.5 传动	186
第16章 螺栓传感器	164	20.3 伺服系统	186
16.1 原理框图	164	第21章 数字水平仪	188
16.2 电路图	164	21.1 性能指标	188
16.2.1 低成本显示	165	21.2 传感器	189
16.2.2 提高灵敏度	165	21.3 电路	191
16.2.3 自校准	166	21.4 校准	191
16.3 改进后的电路	166		
第17章 接近检测器	167	第二部分 传感器、送变器和执行器	
17.1 原理框图	167	第1篇 敏感元器件与传感器	
17.1.1 有损耗的电容	167	第1章 角速度、角度和角加速度陀螺	192
17.1.2 结构	168	1.1 压电射流陀螺	192
17.1.3 载波	168	1.1.1 PFRS 型压电射流角速度传感器	192
17.2 电路原理	168	1.1.2 CJSYS 型压电射流角速度传感器	195
17.2.1 激励	169	1.1.3 CJSYS-A 01 型压电射流角速度传感器	196
17.2.2 输入放大器	169	1.1.4 CJSYS-A 02 型高可靠、低功耗压电射流角速度陀螺	197
17.2.3 解调器	170	1.1.5 CJSYS-A 03 型压电射流角速度传感器	198
17.2.4 电源	170	1.1.6 二维压电射流角速度陀螺	198
17.2.5 噪声和稳定性	171	1.1.7 三维压电射流角速度陀螺	200
17.3 性能	171	1.2 CJAYS 型压电射流角加速度传感器	201
第18章 游标卡尺	172	1.3 惯性测量装置及垂直陀螺 DMU 产品	202
18.1 723 型游标卡尺	172	1.4 CWT 100 遥测系统	208
18.2 电路分析	174	1.5 X-VIEW 和 X-ANALYZE 数据采集与分析软件	209
18.3 问题	175	第2章 倾角传感器	210
第19章 图形输入板	177	2.1 HB-ZSB 系列转速表	210
19.1 性能	177	2.2 HG-1800 系列高精度转速表	210
19.2 电场的产生	177	2.3 数字转速表	211
19.2.1 一维情形	177	2.4 光电/激光转速表	211
19.2.2 二维情形	177	2.5 数显光电/接触转速表	211
19.2.3 电位差丝	178	2.6 ZSL 04 磁电式转速传感器	212
19.3 感应	179	第3章 编码器	213
19.4 激励	180		
19.5 解调	180		
第20章 摄像机定位器	182		
20.1 技术指标	182		
20.2 电机	182		
20.2.1 直流有刷电机	183		
20.2.2 直流无刷电机	185		

3.1 旋转编码器	213	5.6 加速度计及相关产品	247
3.2 激光编码器	213	5.6.1 通用型 M 系列加速度计	247
3.3 单转绝对型光电编码器	213	5.6.2 高稳定型 LF 系列加速度计	249
3.4 多转绝对型光电编码器	214	5.6.3 震动型 HF 系列加速度计	250
3.5 超高精度编码器	215	5.6.4 封装外壳尺寸及引线分配	252
3.6 HLC 2705 编码检测器	216	5.6.5 加速度计附件: CXBNC BNC 适配盒	253
3.7 ME 型编码器	217	5.6.6 加速度计附件: ADI28 数据记录系统	254
第 4 章 倾角传感器	218	5.6.7 加速度计附件	256
4.1 气体摆式倾角传感器	218	5.6.8 运用 CXLM 加速度计进行震动分析以及机 械监测方法	258
4.1.1 CJRS-A 型气体摆式倾角传感器	218	第 6 章 振动加速度和速度传感器	260
4.1.2 CJRS-A 01 型气体摆式倾角传感器	219	6.1 VA-80 型便携式测振仪	260
4.1.3 CJRS-B 型二维气体摆式倾角传感器	220	6.2 HG-2510 轴承振动检测仪	260
4.1.4 CJRS-B 01 型两维气体摆式倾角传感器	221	6.3 TV100 便携式测振仪	260
4.1.5 有角速度输出的 CZTQL 型气体摆式水 平姿态传感器	222	6.4 YD 系列加速度/力传感器/阻抗头	261
4.1.6 052 型全方位水平姿态传感器	224	6.5 高稳定剪切式内装 ICP 压电加速度传感器	262
4.2 CZT-YD 型压电石英倾斜仪	225	6.6 YSD-1 型压电式速度传感器	262
4.3 倾角传感器	227	6.7 流速传感器	263
4.3.1 CXITLT 系列双轴数字式倾角传感器	227	第 7 章 线性位移传感器	264
4.3.2 CXTA 系列模拟式倾角传感器	231	7.1 高精度 LVDT 位移传感器	264
4.3.3 CXTSW 双轴倾角开关	232	7.2 MCW-L/D 直流位移传感器	266
4.4 光电测角传感器	234	7.3 8500 系列电涡流位移传感器	266
4.5 激光自动安平水准仪	235	7.4 ST-1 型非接触式电涡流位移振动传感器	267
4.6 测倾仪	235	7.5 磁致伸缩线性位移传感器	267
第 5 章 线性加速度传感器	236	7.6 CII 线位移传感器	268
5.1 CAJZS-40 型压电石英加速度传感器	236	第 8 章 厚度、距离、长度和高度传感器	269
5.2 CARS 型气体摆式线性加速度传感器	237	8.1 厚度仪	269
5.3 1210 型模拟式加速度计传感器	238	8.1.1 26MG 超声波测厚仪	269
5.4 2430 型三轴模拟式加速度计	241	8.1.2 DC 系列智能型超声波测厚仪	269
5.5 其他加速度计及相关产品简介	243	8.1.3 QuinSonic 超声波涂层测厚仪	269
5.5.1 1010 型数字式单轴加速度计, 1110 型门 限式单轴加速度计	243	8.1.4 DM4 超声波测厚仪	270
5.5.2 开架式三轴加速度计	243	8.1.5 T-GAGE4 超声测厚仪	270
5.5.3 2210 型模拟式加速度计模块	244	8.1.6 麦考特自动涂镀层测厚仪	270
5.5.4 用于模拟式加速度计模块的 2230 型组 合安装件	244	8.1.7 4100/2100/1100 电脑精密涂层测厚仪	271
5.5.5 带连接器的测试板	245	8.2 测距仪	271
5.5.6 评测板	246	8.2.1 瑞士 leica 公司手持工精密激光测距仪	271
5.5.7 3310 型加速度数据采集系统	246	8.2.2 Impulse 激光测距仪	272
		8.2.3 超声测距传感器	272

8.3 裂纹测深仪	273	11.3.1 LUGB 型旋涡流量计	288
8.3.1 RMG4015 高精度裂纹测深仪	273	11.3.2 LWGY 液体涡轮流量传感器	288
8.3.2 RMG4015 高精度裂纹测深仪	273	11.4 LL 型腰轮流量计	289
8.4 JD25-C 数据处理万能测长仪	273	11.5 超声流量计	289
8.5 测高仪	273	11.5.1 8SCL-640 网络式数字超声流量计	289
8.5.1 DIGIMAR CX1 高度测量仪	273	11.5.2 超声波流量计	289
8.5.2 TRIMOS VERTICAL3 电子测高仪	274	11.5.3 超声波(明渠)流量计	290
第9章 孔径、圆度、螺纹和对中仪	275	11.5.4 SUMPIFM 分离式超声波明渠流量计	291
9.1 卡尺和圆度测量仪	275	11.5.5 MTPCL-5G 超声波流量计	291
9.1.1 卡尺测量仪	275	11.6 浮子流量计	292
9.1.2 TALYROUD 31 圆度仪	275	11.6.1 LZ 智能金属管浮子流量计	292
9.2 圆柱内、外螺纹测试仪	275	11.6.2 TDF 系列智能金属管浮子流量计	293
9.3 大量程内/外径测量仪	276	11.7 LZS 塑管型转子流量计	293
9.4 Easy-laser 激光对中仪	276	11.8 标准 π 形管段式传感器	293
第10章 液位和物位传感器	277	11.9 高精度、低功耗电脑流量计	294
10.1 Symprobe RF 电容液位计	277	11.10 LUGB 型温压补偿式智能气体流量计	294
10.2 UHZ-58/C 型系列侧装式磁性液位计	277	11.11 HOFFER 透平流量计	295
10.3 M 系列液位计(罐群专用液位计)	278	11.12 梅克罗尼流量计	295
10.4 UMJ 系列液浆液位计	278	11.13 质量流量计	295
10.5 USBY-A 型不粘油双色石英玻璃管 液位计	279	11.13.1 LZK1 系列智能质量流量计	295
10.6 LU30 三线制超声连续液位计	279	11.13.2 气体质量流量计	296
10.7 SLM-300C/800C 超声波液位计	280	11.13.3 RHEONIK 质量流量计	296
10.8 非接触式超声物位计	280	11.13.4 RHM 质量流量计	296
10.9 WH321 系列料位计	281	11.14 流量积算仪	297
10.10 K-M 超声料位、液位传感器及测量系统	281	11.14.1 可编程天然气流量积算仪	297
10.11 雷达物位计	282	11.14.2 MIM50-1A 型智能流量积算仪	298
10.12 多功能物位计	283	11.14.3 HC 系列智能流量积算仪	299
10.13 DLM-50 系列超声波物位计	284	11.15 防盗用流量积算控制仪	299
第11章 流量计	285	第12章 荷重传感器	301
11.1 电磁流量计	285	12.1 皮带秤	301
11.1.1 LD 和 LDG 型电磁流量计	285	12.1.1 ICS-C 系列皮带配料秤	301
11.1.2 智能电磁流量计	285	12.1.2 GGP-87 型电子皮带秤	302
11.1.3 DTI-3100 系列插入式电磁流量计	286	12.2 天平	302
11.2 涡街流量计	286	12.2.1 DT-100A 型单盘精密天平	302
11.2.1 LUGB-3 涡街流量计	286	12.2.2 电子精密天平	302
11.2.2 LUGB 型涡街流量传感器	287	12.2.3 日本 AD 精密电子天平	303
11.2.3 FLUH 系列 HART 协议智能涡街流量计	287	12.3 BHR-4M 电阻应变荷重传感器	305
11.3 旋涡流量计	288	12.4 微机核子秤	305
		12.5 便携式称重板	305
		第13章 力敏传感器	306

13.1	CYG 1600/0600 系列中高温压力变送器/传感器	306	第 18 章 磁敏传感器	329	
13.2	SY-1 系列数字压力测控仪	307	18.1	CXCOMPASS 方位传感器	329
13.3	先行测控系统有限公司压力传感器	308	18.2	HB-TYH 铋化铟(InSb)霍尔元件	330
13.4	压电力敏元件	309	18.3	强磁体磁阻元件	331
13.5	DYTF 系列全不锈钢压力表	310	18.4	7000 系列高斯计	331
13.6	压力传感器	310	第 19 章 电流传感器与电导仪	332	
13.7	溅射薄膜压力传感器	311	19.1	HD 系列高精度直流大电流传感器	332
13.8	应变式大输出压力传感器	312	19.2	KT 300A 电流传感器	333
13.9	CPS 181/182 陶瓷压阻压力传感器	312	19.3	有源交流电流传感器/变送器	333
13.10	BT 9100 微硅表压传感器	312	19.4	电流传感器/变送器(夹钳型)	334
13.11	硅蓝宝石压力传感器	313	19.5	四通牌 ST-A 系列电流、电压传感器/变送器	334
13.12	CST 202C 数字压力计	314	19.6	数字电导率检测仪	340
第 14 章	光敏传感器	315	19.7	DDSJ-308 型电导率仪	340
14.1	CR-300 色彩色差计	315	19.8	CyberScan CON10 手持式测量仪系列	341
14.2	CR/800 系列比色计	315	第 20 章	气敏传感器	342
14.3	1790 气相色谱仪	315	20.1	微结构气敏传感器与电子鼻	342
14.4	便携式 80 型黑度监测仪	316	20.1.1	ZOC 系列工业炉氧化锆氧分析仪	342
14.5	内含放大器的光电传感器	316	20.1.2	CD-003A 磁道式氧分析器	343
14.6	矩形光电传感器	317	20.2	A 15/64 臭氧测定仪	343
14.7	WLD-1C 光电直读光谱仪	318	20.3	QRD-1102A 型氢分析器	343
第 15 章	功率计与光度计	319	20.4	4600 型烟道气 SO ₂ /O ₂ 分析仪	344
15.1	微结构型微波功率传感器	319	20.5	OX11/TX 2000 氧气/毒气检测仪	344
15.2	光功率计	319	20.6	HJK-15 系列火焰监测器	345
15.3	可见分光光度计	320	20.7	WDG-INSITU 型插入式烟道氧分析仪	345
15.4	AFS 系列氢化物发生原子荧光光度计	320	20.8	MQK-FN 型天然气敏感元件	345
15.5	原子吸收分子光度计系统	320	20.9	甲醛检测仪	346
15.6	LX-102 型数字照度计	321	20.10	红外线气体分析器	346
第 16 章	红外测温仪与热像仪	322	20.11	便携式气体检测仪	347
16.1	3I 系列远距离红外测温仪	322	20.12	920 型多种气体分析仪	347
16.2	3i 便携式红外测温仪	322	第 21 章	湿敏(水分)传感器与露点仪	349
16.3	线扫描仪红外测温仪	323	21.1	新型 Al ₂ O ₃ 湿度传感器	349
16.4	红外线测温仪	324	21.2	Humirel 相对湿度传感器	349
16.5	红外热像仪	324	21.3	高分子膜电容式湿敏元件	349
第 17 章	温度传感器与热敏器件	326	21.4	XPDM 便携式快速露点仪	350
17.1	精密铂电阻温度传感器	326	21.5	XPDM 型便携式露点仪	350
17.2	铠装式铂热电阻	326	21.6	露点仪	351
17.3	热电偶热电阻自动检定系统	327	第 22 章	离子敏传感器	352
17.4	压力式温度计系列	327	22.1	离子敏场效应管型 pH/mV 计	352
17.5	双金属温度计	327	22.2	pH 值检测仪	354
17.6	机电一体化热电偶和热电阻	328	22.3	PHS-3C 型酸度计	354

22.4	PLF 型磷酸根分析仪	354	28.6	DIGISCHMIDT 混凝土回弹仪	375
22.5	酸度计/离子浓度计	354	28.7	DZY-C 型电场治疗仪	375
22.6	智能传感器与分析仪器	355	第 29 章	传感器试验用设备仪器	377
第 23 章	生物传感器	356	29.1	YE 系列液压式压力试验机	377
23.1	石英晶振生物传感器	356	29.2	CST 2002 智能数字压力校验仪	377
23.2	电分析传感器微系统	357	29.3	液晶电子拉力试验机	378
23.3	表面等离子体谐振 (SPR) 生化分析仪	357	29.4	YBS-WT 自动压力校验装置	378
23.4	基于 MEMS 技术的 PCR、CE 生物芯片	358	29.5	多量程压力校准器	379
第 24 章	声敏传感器	359	29.6	TC 1200 温度校验仪	380
24.1	灵敏度可调式水听器	359	29.7	ITC 系列工业型干体式温度校准仪	380
24.2	CYMBAL-A 型压电换能器	360	29.8	热老化试验箱	380
24.3	S4001 数字声级计	361			
第 25 章	硬度、密度、浊度、粗糙度、粉尘度及其他物理传感器	362	第 2 篇	变 送 器	
25.1	硬度计	362	第 30 章	物位、液位和流量变送器	381
25.1.1	HR-150A 型洛氏硬度计	362	30.1	UYB 型电容式物位变送器	381
25.1.2	便携式内孔硬度计	362	30.2	CYG 2316 型强抗雷击投入式液位变送器	382
25.2	悬浮颗粒浓度计	362	30.3	液位变送器	382
25.3	哈纳便携式浊度计	363	30.3.1	WIDEPLUS 系列智能静压液位变送器	382
25.4	HOMMEL T 500 便携式粗糙度仪	364	30.3.2	BHB 系列数字显示液位变送器	382
25.5	压电天平式粉尘计	364	30.3.3	防腐带压容器液位变送器	383
25.6	淤泥界面检测仪	365	30.3.4	法兰式液位变送器 STK 634	383
25.7	在线水中油份监测仪	366	30.3.5	BPY 800 系列液位变送器	384
第 26 章	多功能传感器	367	30.3.6	静压式液位变送器	384
26.1	多功能电子微压计	367	30.3.7	CND 核子液面计	384
26.2	RHAT-301 型数字式风速/温度表	367	30.3.8	CYG 2300 系列液位变送器	385
26.3	温湿度变换器	368	30.4	流量变送器	386
26.4	温度、湿度传感器和变送器	368	30.4.1	MFT-I 型质量流量变送器	386
26.5	XPDM 便携式快速露点湿度计	369	30.4.2	DBLB 靶式流量变送器	386
第 27 章	风速计	370	第 31 章	压力、差压和绝压变送器	388
27.1	多参数通风测试仪	370	31.1	压力变送器	388
27.2	PWM 系列叶轮式风速计	371	31.1.1	CYG 1000 系列真空度及高度压力变送器	388
27.3	TESTO 435 风速计	371	31.1.2	CYG 122 型高过载微压传感器/CYG 1122 型高过载微压变送器	389
27.4	热式风速计	372	31.1.3	CYG 400/1400 系列高频动态压力传感器/变送器	389
27.5	风速测量仪	372	31.1.4	CYG 500/1500 系列微型、薄型及特型压力传感器/变送器	391
第 28 章	电量隔离、扭矩及其他传感器	373			
28.1	CE 系列电量隔离传感器/变送器	373			
28.2	CYB-801 型静止扭矩传感器	374			
28.3	JN 338 系列扭矩仪	374			
28.4	MGT 数显扭矩测量仪	375			
28.5	钢筋混凝土测试仪	375			

35.4	ZJ 型罗茨真空泵	426	39.4	1/8 DIN 双色高精度显示仪	449
35.5	IHF ₄ 型化工泵	428	39.5	RHLOG-T-I 型温度自记仪	450
第 36 章	接近开关	429	第 40 章	报警器	452
36.1	CYG 3000 系列压力变送器及压力开关	429	40.1	SV-7 数字射线报警器	452
36.2	无触点霍尔接近开关	429	40.2	XXS 系列闪光信号报警器	452
36.3	HB-CKH 型接近开关	430	40.3	XLA 系列 8 点智能数码显示闪光 报警器	452
36.4	E2E 圆柱形接近开关	430	40.4	气体检测报警仪	453
36.5	GU 系列放大器内藏式光电接近开关	431	40.5	SP-211 型复合式气体检测报警仪	453
36.6	T 481 单叉液位开关	432	40.6	Compur Statox 501 模块式在线报警 系统	453
36.7	浮球式小型液位开关	432	40.7	ES 2000 系列可燃气体报警装置	454
36.8	LS-B 浮球液位开关	432			
36.9	带灯式按钮开关	433			
36.10	铁氧体锁式开关系列	433			
36.11	光电开关	434			
36.12	光开关	435			
第 37 章	调节器与连接器	436			
37.1	人工智能多段可编程调节仪	436			
37.2	LS-6 D 数字调节器	437			
37.3	LU-906-D 6 三相全控可控硅移相调节仪	437			
37.4	单/多模光纤旋转连接器	437			
37.5	KBS 6 继电保护系统电连接器	438			
第 38 章	控制器	439			
38.1	气体质量流量控制器	439			
38.2	LK 系列液位控制器	441			
38.3	UHZ-58/S-UK 系列插入式磁性液位 控制器	441			
38.4	KATES 在线流量控制器	422			
38.5	SP-1003 型八通道盘装式气体检测报警 控制器	443			
38.6	ZSK-101 烧嘴控制器	443			
38.7	DLC 系列定量控制仪	444			
38.8	1/16DIN 程序控制器	444			
38.9	JKQ 3000 集成控制器	445			
38.10	VMC 800 中小型控制系统	445			
38.11	MX 型系列控制器	446			
38.12	WP 系列 8 路声光报警控制仪	446			
第 39 章	显示器与记录器	448			
39.1	XLF-60M 型智能流量显示仪	448			
39.2	KZ-400IV 元素显示仪	448			
39.3	WT-400 智能数显表	449			

第三部分 传感器、变送器与 执行器技术支持

一、中国	456
(1) 北京市	456
(2) 上海市	474
(3) 广东省	480
(4) 江苏省	487
(5) 陕西省	491
(6) 浙江省	494
(7) 天津市	497
(8) 辽宁省	500
(9) 四川省	502
(10) 山东省	504
(11) 安徽省	506
(12) 湖北省	508
(13) 河北省	509
(14) 湖南省	511
(15) 黑龙江省	512
(16) 重庆市	513
(17) 吉林省	515
(18) 河南省	516
(19) 香港特别行政区	517
(20) 福建省	518
(21) 山西省	518
(22) 台湾省	519
(23) 广西壮族自治区	520
(24) 甘肃省	521

(25) 贵州省	521	十五、爱尔兰	731
(26) 江西省	522	十六、芬兰	731
(27) 云南省	522	十七、土耳其	732
(28) 宁夏回族自治区	523	十八、挪威	732
(29) 青海省	523	十九、以色列	733
(30) 内蒙古自治区	523	二十、斯洛文尼亚	733
(31) 新疆维吾尔自治区	524	二十一、澳大利亚	733
(32) 海南省	524	二十二、新加坡	734
二、美国	525	二十三、匈牙利	734
三、日本	626	二十四、南非	735
四、德国	690	二十五、希腊	735
五、法国	706	二十六、葡萄牙	735
六、意大利	713	二十七、白俄罗斯	735
七、瑞士	717	二十八、捷克	736
八、英国	721	二十九、新西兰	736
九、荷兰	724	三十、西班牙	736
十、瑞典	726	三十一、克罗地亚	736
十一、比利时	727	三十二、爱沙尼亚	736
十二、丹麦	728	三十三、卢森堡	737
十三、加拿大	729	三十四、波兰	737
十四、奥地利	730		

第一部分 电容式传感器基础 及其应用

第1章 引言

电容式传感器可以通过电子技术方法测量处于介电性环境(通常是空气或某种液体)中的两个或多个导体构成的电容。与之类似的技术是静电场测量,它利用探针和高阻抗放大器来检测介电性环境中的导体所产生的静电场。

由于在声频时,空气中的小型电极板间的阻抗高达数百兆欧,故常采用高频激励信号。激励信号频率在 100kHz 左右或更高时,相应的阻抗将降至千欧级,此时信号处理起来更为方便。

有些系统由环境构成电容电流的返流路径,例如人体与建筑物或土地的耦合电容就达数百皮法。一般来说,返流路径用导线构成。

电容式传感器所包括的范围极其广泛,小到与硅集成电路集成在一起的、由微机械加工工艺制成的硅悬臂梁所形成的电容(可以敏感微米级的位移),其结构尺寸约为 $100\mu\text{m}$ 的量级,而间隙约为 $1\mu\text{m}$ 或者更小;大到人体和车辆构成的电容,其极板尺寸达数米。在早期的视盘存储技术中,电容式传感器被用于与视频信号有关的操作。据一位研究者报导,利用电容原理制成的一种极其灵敏的仪器,甚至可检测 10^{-11}mm 的移动。

1.1 传感器的发展趋势

1.1.1 市场

世界传感器市场在 23 亿美元以上(1993 年的统计结果),并以每年 10% 的速度增长。消费类产品,包括图像传感器,占整个市场的 64%,加速度计占 19%,其余的是各种各样的专用传感器。

美国的风险发展公司(Venture Development Corp Natick, MA)在 1995 年发表的题为“接近觉、光电和线位移传感器在美国的市场”的报告中预测,市场容量将从 1995 年的 4.296 亿美元增长到 1999 年的 5.48 亿美元,1999 年各种传感器所占市场份额预计为:

磁传感器	1.2%	电容式传感器	3.1%	电感式传感器	42.2%
超声传感器	1.9%	磁激励式传感器	4.7%	光电传感器	46.9%

1.1.2 技术

传感器技术正从分立的、“笨重”的、昂贵且没有灵活性的仪器缓慢地演变为智能化的、可自动校准的硅基单元,同时硅敏感器件,以及分立的仪器所选用的测量方法也从原来的多种变换原理,如磁、光和压电等,向电容式原理演变。

电容式传感器可用于多种不同的应用场合。简单的电容式传感器用于有或无的检测,这方