

传感器与信号处理

吴兴惠 王彩君 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

TP212
W76-2

414145

传感器与信号处理

吴兴惠 王彩君 编著



00414145

電子工業出版社

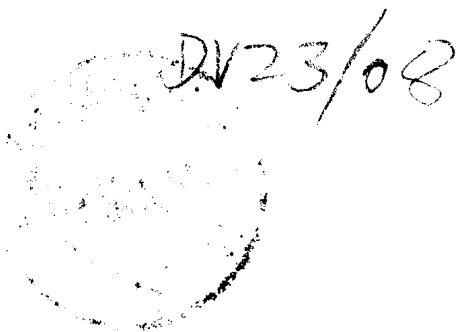
Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书详细介绍了光传感器、激光传感器、光纤传感器、射线及微波传感器、各类化学传感器及生物传感器等近年来发展较快的各类新型传感器的原理、应用及发展趋势。系统地阐述了传感器信号处理的有关理论和信号放大、处理、转换的有关技术。

本书的特点是对各类新型传感器进行了较全面系统的论述,有不少内容是至今我国出版的有关书中难以找到的。在信号处理方面既注重理论也注重实际,既可使读者在理论上受益非浅,也可获得必要的实际电路的知识和技能。

本书可作为高等院校电子元器件、无线电、材料、物理、检测技术与自动化仪表等专业的大学本科高年级学生和研究生的教学参考书,也可供从事上述领域工作的国防、工业、农业、医学等方面的科研和工程技术人员参考。



书 名: 传感器与信号处理

编 著: 吴兴惠 王彩君

责任编辑: 魏永昌

印 刷 者: 北京兴华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

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

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 36.25 字数: 930 千字

版 次: 1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4261-4
TN·1087

定 价: 50.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

随着科学技术的进步和国防及工农业发展的要求，近几年来传感技术获得了飞速的发展。新原理、新材料、新技术、新器件不断涌现，应用领域不断扩大。因此，不断总结已有的研究成果，介绍新的传感器，对于推动传感技术的发展，特别是对于传感元器件的研究开发将是有益的。另外，鉴于传感器应用的迅猛增加，应用领域不断扩大，较重点、系统地总结、介绍传感器及其信号处理不仅是传感技术工作者的迫切要求，而且也是从事自动控制、仪器仪表、通讯、航天、化工、工农业生产，生物工程、医疗仪器等科技工作者的迫切要求。本书的编写正是在这样的背景下进行的。我们将以尽量达到上述两方面的要求为编写本书的宗旨。本书若能对上述两方面的有关人员有一点点帮助，那我们也就颇感欣慰了。

根据上面宗旨，在传感器方面，因目前一般地论述这方面的书已不少，故我们将着眼于全面系统，而要求重点突出。重点介绍目前传感器研究开发较活跃的领域，即物性传感器领域，特别是对目前介绍较少的生物传感器，离子敏传感器，光纤及激光传感器等新型传感器作重点介绍。而对于人们较熟悉，应用较多的结构型传感器则涉及不多。在信号处理方面，因这方面的书不多，或论述不够系统深入，则本书力求弥补这一不足，既介绍信号处理的基础理论，也介绍信号处理的实际技术。

本书共分三篇，第一篇为新型传感器；第二篇为信号处理基础；第三篇为信号处理技术。其中第一、二篇由吴兴惠编写，第三篇由王彩君编写，吴兴惠对全书的文字作了统一处理，王彩君校阅了全书。

本书的编写是在所列论著及文献的基础上完成的，可以说没有这些论著及文献，本书的完成是不可能的，在此对有关作者表示衷心的感谢，对他们的辛勤工作表示崇高的敬意。

由于作者水平有限，书中谬误难免，殷切希望读者批评指正。

编 者

1997. 1. 14

目 录

第一章 传感器物理	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 传感器的运作	(1)
1.2.1 测量对象与传感器	(1)
1.2.2 传感器的活性化	(2)
1.2.3 转换原理	(2)
1.2.4 多重变换	(3)
1.2.5 电输出	(3)
1.3 传感器与物理定律	(3)
1.3.1 基本结构型传感器	(3)
1.3.2 物性型基本传感器	(5)
第二章 传感器系统的基础特性	(9)
2.1 输入、输出特性	(9)
2.1.1 灵敏度	(9)
2.1.2 阻抗	(9)
2.2 动特性	(10)
2.2.1 传感器动特性的数学模型	(10)
2.2.2 传递函数	(11)
2.2.3 时间常数	(11)
2.2.4 固有振动频率	(12)
2.3 噪声	(13)
2.3.1 噪声的种类及其表示方法	(14)
2.3.2 噪声源	(14)
2.3.3 电路元件和外部噪声耦合产生的噪声	(15)
2.3.4 信噪比的改善	(16)
2.4 选择性	(18)
第三章 光传感器	(19)
3.1 半导体的光学性质	(19)
3.1.1 光在介质中的传播和光学常数	(19)
3.1.2 光子和半导体中的光吸收	(25)
3.2 半导体光传感器的性能参数	(29)
3.2.1 响应度、线性度和量子效率	(29)
3.2.2 噪声等效功率和探测度	(31)

3.3 光电导探测器	(36)
3.3.1 光电导效应及光电导	(36)
3.3.2 光电导探测器及其特性	(38)
3.4 光伏型检测器	(41)
3.4.1 光电二极管	(41)
3.4.2 雪崩光电二极管	(44)
3.4.3 光电晶体管	(47)
3.5 集成光敏器件和特种光敏器件	(50)
3.5.1 光敏二极管阵列	(50)
3.5.2 光敏三极管阵列	(54)
3.5.3 光敏二极管与放大器件的组合	(55)
3.5.4 半导体色敏器件	(57)
3.5.5 结型场效应光敏管	(61)
3.6 热型光检测器	(64)
第四章 激光传感器	(66)
4.1 激光器	(66)
4.2 激光雷达	(67)
4.3 激光干涉测长仪	(69)
4.4 小型磁盘	(69)
4.5 激光衍射传感器	(71)
4.5.1 转镜扫描式激光衍射测径仪	(71)
4.5.2 激光衍射振幅测量	(72)
4.6 激光扫描传感器	(72)
4.6.1 基本工作原理	(72)
4.6.2 具体实例	(73)
第五章 光导纤维传感器	(75)
5.1 引言	(75)
5.2 光纤传感器的构成	(77)
5.2.1 光导纤维	(77)
5.2.2 光在普通光导纤维内的传输	(78)
5.2.3 光在特殊光导纤维内的传输	(80)
5.2.4 转换方式	(81)
5.3 传输通路型光纤传感器	(82)
5.3.1 光纤探针型	(82)
5.3.2 光强度变化型	(83)
5.3.3 偏光面变化型	(85)
5.3.4 其它类型	(88)
5.4 功能型光导纤维传感器	(91)
5.4.1 光导纤维干涉仪	(91)

5.4.2 其它类型	(96)
5.4.3 光导纤维与放射线	(98)

第六章 压电式和超声波传感器 (100)

6.1 压电转换元件的工作原理	(100)
6.1.1 压电效应表达式	(101)
6.1.2 石英晶体和压电陶瓷的压电效应	(102)
6.1.3 压电元件的基本变形	(103)
6.1.4 其它压电常数和耦合系数	(105)
6.2 压电材料	(105)
6.2.1 石英晶体	(105)
6.2.2 铌酸锂晶体	(106)
6.2.3 压电陶瓷	(106)
6.3 压电元件常用结构形式	(108)
6.4 压电元件的等效电路及测量电路.....	(109)
6.4.1 等效电路	(109)
6.4.2 测量电路	(110)
6.5 压电式力传感器和加速度传感器.....	(114)
6.5.1 压电式力传感器	(114)
6.5.2 压电式加速度传感器	(115)
6.6 压电声表面波传感器	(117)
6.6.1 基本工作原理	(118)
6.6.2 SAW 力和加速度传感器	(119)
6.7 高分子压电材料及应用	(121)
6.7.1 PVDF 的结构	(122)
6.7.2 PVDF 的工作原理和基本特性	(123)
6.7.3 PVDF 传感器设计的一般方法	(124)
6.7.4 应用举例	(125)
6.8 超声波传感器	(127)
6.8.1 超声波及其在检测中的工作原理	(127)
6.8.2 压电型超声波传感器	(128)
6.8.3 磁致伸缩型超声波传感器	(130)
6.8.4 电磁型超声波传感器	(130)
6.8.5 有振动板的超声波传感器	(130)
6.8.6 弹性表面波传感器	(130)
6.8.7 光纤超声波传感器	(131)
6.9 超声波在检测中的应用	(131)
6.9.1 声纳	(131)
6.9.2 超声波探伤	(132)
6.9.3 超声波测温	(133)
6.9.4 医学用超声检测	(135)
6.9.5 油井超声成像测试	(138)

第七章 形变规	(140)
7.1 引言	(140)
7.2 金属形变规	(140)
7.3 半导体形变规	(143)
第八章 磁敏元件	(146)
8.1 霍尔元件	(147)
8.2 磁阻元件	(149)
8.3 SQUID 磁通计	(151)
8.3.1 电子对波的可干涉性	(152)
8.3.2 约瑟夫逊效应	(152)
8.3.3 RF-SQUID	(155)
8.3.4 DC-SQUID	(156)
第九章 温度传感器	(160)
9.1 热电偶	(160)
9.2 测温电阻	(161)
9.2.1 电阻温度计	(161)
9.2.2 热敏电阻	(161)
9.3 pn 结温度计	(163)
9.4 热释电型温度传感器	(164)
9.5 谐振型温度计	(165)
9.5.1 晶体温度传感器	(165)
9.5.2 NQR 温度计	(165)
9.6 热噪声温度计	(166)
9.7 辐射温度计与热辐射传感器	(167)
9.8 光纤温度传感器	(169)
第十章 湿度传感器	(171)
10.1 陶瓷湿度传感器	(171)
10.1.1 陶瓷湿度传感器的感湿机理	(171)
10.1.2 MgCr_2O_4 系湿敏传感器	(173)
10.1.3 $\text{ZnO-Cr}_2\text{O}_3$ 系湿度传感器	(174)
10.1.4 湿度传感器的温度补偿和线性化	(176)
10.2 氧化物膜状湿度传感器	(178)
10.2.1 Fe_3O_4 膜状湿度传感器	(178)
10.2.2 Al_2O_3 膜状湿度传感器	(179)
10.3 高分子感湿膜湿度传感器	(182)
10.3.1 复合材料感湿膜湿度传感器	(182)
10.3.2 高分子电解质薄膜湿度传感器	(183)

10.4	元素半导体湿度传感器	(185)
10.4.1	Ge 薄膜湿度传感器	(185)
10.4.2	Si 烧结型湿度传感器	(185)
10.5	半导体器件型湿度传感器	(186)
10.5.1	结型湿敏传感器	(186)
10.5.2	硅 MOS 型湿度传感器	(187)
10.5.3	FET 湿度传感器	(188)
10.6	晶振式湿度传感器	(188)
10.7	结露传感器	(189)
10.8	湿度传感器的主要特性参数及标定	(190)
10.8.1	湿度传感器的主要特性参数	(190)
10.8.2	湿度传感器的标定	(191)
10.8.3	湿度传感器使用注意事项	(192)
第十一章 气敏传感器		(193)
11.1	概述	(193)
11.2	固态电解质气敏传感器	(193)
11.2.1	固态电解质材料	(193)
11.2.2	电位式气敏传感器	(196)
11.2.3	安培式气敏传感器	(201)
11.2.4	氧化锆氧传感器	(203)
11.3	氧化物半导体气敏传感器	(206)
11.3.1	半导体电阻式气敏元件	(206)
11.3.2	接触燃烧式气敏元件	(211)
11.3.3	气敏机理	(213)
11.3.4	组合型气敏元件	(214)
11.3.5	集成薄厚膜及复合型气敏传感器	(219)
11.4	金属栅 MOS 气敏元件	(222)
11.4.1	金属栅 MOS 元件基本原理	(222)
11.4.2	Pd-MOS 氢敏元件	(227)
11.4.3	其它 MOS 气敏元件	(230)
11.5	声表面波气敏传感器	(230)
11.5.1	传感器结构及材料	(231)
11.5.2	传感器工作原理	(232)
11.5.3	气敏选择膜	(236)
第十二章 离子敏传感器		(238)
12.1	概述	(238)
12.1.1	离子敏传感器及其分类	(238)
12.1.2	离子选择电极的发展及特点	(238)
12.2	电化学基本概念	(240)
12.2.1	离子淌度与离子迁移数	(240)

12.2.2	浓度与活度	(241)
12.2.3	化学位与电化学位	(241)
12.2.4	电极电位与双电层	(242)
12.2.5	扩散电位	(246)
12.2.6	道南电位	(247)
12.2.7	膜电位	(247)
12.3	离子选择电极的结构及工作原理	(248)
12.3.1	离子选择电极的结构	(248)
12.3.2	离子选择电极的工作原理	(248)
12.3.3	参比电极	(249)
12.4	常用的离子选择电极	(251)
12.4.1	玻璃电极	(251)
12.4.2	固体膜电极	(252)
12.4.3	活动载体膜电极	(256)
12.5	离子选择场效应晶体管	(262)
12.5.1	ISFET 的结构与性能	(263)
12.5.2	ISFET 的性能表征	(265)
12.5.3	ISFET 的等效电路	(270)
12.5.4	温度对 ISFET 的影响	(271)
12.5.5	固态参比电极	(272)

第十三章 生物传感器

13.1	生物传感器的主要技术	(274)
13.1.1	生物传感器的基本结构	(274)
13.1.2	生物传感器的生物活性元件的制作技术	(274)
13.1.3	信号变换装置与生物活性元件的一体化技术	(275)
13.1.4	生物传感器高性能化的外围技术	(278)
13.2	酶传感器及其应用领域	(281)
13.2.1	酶传感器在医疗领域中的应用	(281)
13.2.2	过程测量中酶传感器的利用	(289)
13.2.3	酶传感器的未来课题	(292)
13.3	酶热敏电阻	(292)
13.3.1	酶热敏电阻的测量原理	(292)
13.3.2	酶热敏电阻的基本结构	(294)
13.3.3	酶热敏电阻的测量特性	(301)
13.3.4	对各种测量的应用	(303)
13.3.5	酶热敏电阻的新发展	(304)
13.4	酶 FET	(306)
13.4.1	ISFET	(307)
13.4.2	差动型酶 FET	(308)
13.4.3	单片酶 FET	(309)
13.4.4	酶膜的形成	(309)

13.4.5 智能酶 FET	(312)
13.4.6 酶 FET 的应用	(312)
13.5 光生物传感器	(312)
13.5.1 光生物传感器的原理与构成	(313)
13.5.2 光学 pH 传感器	(313)
13.5.3 光学气体传感器	(314)
13.5.4 光学酶传感器	(314)
13.5.5 光学生物亲和性传感器	(315)
13.5.6 光学免疫传感器	(317)
13.5.7 利用光学生物敏感的人工味觉的探索	(317)
13.6 免疫传感器	(318)
13.6.1 免疫传感器的基本构成	(319)
13.6.2 非标识免疫传感器	(320)
13.6.3 标识免疫传感器	(321)

第十四章 放射线和微波传感器 (326)

14.1 射线源	(326)
14.1.1 放射性同位素	(326)
14.1.2 放射线(核辐射)的种类和性质	(327)
14.1.3 常用放射线同位素和放射源	(329)
14.2 射线和物质的作用	(329)
14.2.1 带电粒子和物质的作用	(329)
14.2.2 α 射线和物质的作用	(330)
14.2.3 中子和物质的作用	(332)
14.3 利用气体电离的传感器	(333)
14.3.1 电离室	(334)
14.3.2 正比计数管	(335)
14.3.3 盖格计数管	(336)
14.4 利用物质发光的传感器	(337)
14.4.1 闪烁计数器	(337)
14.4.2 切伦科夫计数器	(339)
14.5 半导体传感器	(339)
14.5.1 p-n 结型传感器	(340)
14.5.2 表面势垒型传感器	(341)
14.5.3 锂漂移型传感器	(341)
14.5.4 非晶硅传感器	(341)
14.6 其它放射线传感器	(342)
14.7 核辐射传感器测量电路	(342)
14.7.1 用于电离室的前置放大电路	(342)
14.7.2 用于正比计数管的前置放大电路	(343)
14.7.3 用于闪烁计数器的前置放大电路	(343)
14.8 放射性辐射的保护	(344)

14.9 微波传感器	(345)
14.9.1 微波检测用二极管	(346)
14.9.2 视频检波	(347)
14.9.3 混频二极管	(348)
14.9.4 微波辐射计和多卜勒雷达	(349)
第十五章 信号处理概要	(350)
15.1 信号处理的目的	(350)
15.2 信号的形态	(351)
15.3 信号处理技术基础	(351)
15.3.1 信号和系统的数学表示及解析	(351)
15.3.2 信号的取样及取样定理	(352)
15.3.3 离散性傅里叶变换及其快速算法	(352)
15.3.4 数字滤波器电路的构成与设计	(352)
15.3.5 不规则信号的解析	(353)
15.3.6 声音信号处理	(353)
15.3.7 二维信号处理	(353)
第十六章 连续时间信号和连续时间系统	(354)
16.1 连续时间信号	(354)
16.2 三角级数	(354)
16.3 傅里叶级数	(355)
16.4 正交函数系	(356)
16.5 正交级数	(357)
16.6 均方差近似	(358)
16.7 傅里叶变换	(358)
16.8 δ 函数	(360)
16.9 拉普拉斯变换	(361)
16.10 连续时间系统的输入输出关系和脉冲响应	(362)
16.11 传递函数	(363)
16.12 频率特性	(365)
第十七章 离散时间信号和离散时间系统	(366)
17.1 离散时间信号	(366)
17.2 Z 变换	(367)
17.3 离散时间付里叶变换	(368)
17.4 能量谱	(370)
17.5 对数倒频谱	(370)
17.6 脉冲响应	(371)
17.7 传递函数	(372)
17.8 频率特性	(372)

17.9	稳定系统	(373)
17.10	因果性系统	(374)
17.11	因果性稳定系统	(375)
17.12	最小相位系统	(376)
17.13	全带通系统	(377)
17.14	直线相位系统	(378)
第十八章 信号的取样和离散性付里叶变换		(379)
18.1	连续时间信号的取样	(379)
18.2	由取样获得的离散时间的付里叶变换	(379)
18.3	取样定理	(381)
18.4	离散时间信号的再取样	(383)
18.4.1	等价于连续时间信号的离散时间信号	(383)
18.4.2	利用数据间拔的取样频率变换	(384)
18.4.3	利用数据内插的取样频率变换	(384)
18.5	模拟信号与数字信号间的相互变换	(386)
18.5.1	信号形态的直接变换	(386)
18.5.2	利用再取样的信号形态变换	(386)
18.6	离散性傅里叶变换	(387)
18.7	DFT 与离散时间傅里叶变换的关系	(388)
18.8	DFT 与 Z 变换的关系	(389)
18.9	快速付里叶变换	(390)
18.10	信号的短时间功率	(393)
第十九章 数字滤波器		(394)
19.1	滤波	(394)
19.2	子系统的连接	(394)
19.2.1	串联连接	(394)
19.2.2	并联连接	(395)
19.3	数字滤波器的直接构成	(395)
19.3.1	全零型滤波器的构成	(395)
19.3.2	全极型滤波器的构成	(396)
19.3.3	极零型滤波器的直接构成	(397)
19.4	数字滤波器的串联构成和并联构成	(397)
19.4.1	串联构成	(398)
19.4.2	并联构成	(398)
19.5	以模拟滤波器为基础的数字滤波器的设计	(398)
19.5.1	脉冲不变法	(399)
19.5.2	双一次变换法	(399)
19.6	线性相位 FIR 滤波器的设计	(400)
19.7	利用最小相位系统的脉冲响应滤波器的设计	(402)

19.7.1 最小相位对数倒频谱	(402)
19.7.2 最小相位系统的脉冲响应	(403)
19.7.3 极零型滤波器的系数与脉冲响应的关系	(403)
19.7.4 脉冲响应的修正最小二乘法近似	(404)
19.7.5 滤波器系数的确定	(404)

第二十章 不规则信号分析 (406)

20.1 概率过程	(406)
20.2 概率过程的低维动量	(406)
20.2.1 概率过程的低维动量	(406)
20.2.2 相关函数和共分散函数	(407)
20.3 恒定过程	(407)
20.4 共分散函数的谱表现	(408)
20.5 低维瞬时值和谱密度函数的推断	(408)
20.6 平均值的推断	(409)
20.7 共分散函数或相关函数的推断	(410)
20.8 谱密度函数的推断	(410)
20.8.1 利用子样共分散函数的变换进行谱推断	(410)
20.8.2 采用变形周期图的谱推断	(410)
20.8.3 采用 LPC 法的谱推断	(411)
20.9 对数谱的推断	(413)
20.9.1 对数周期图	(413)
20.9.2 准同形法	(414)
20.9.3 对数谱的不偏推断法	(415)

第二十一章 声音信号处理 (417)

21.1 声音信号处理的目的	(417)
21.2 声音生成模型	(417)
21.2.1 人的声音生成	(417)
21.2.2 声音生成的数字模型	(418)
21.2.3 声音的参数表示	(419)
21.3 声音的分析合成	(419)
21.3.1 采用 PARCOR 法的声音分析合成	(419)
21.3.2 利用改良对数倒频谱法的声音分析合成	(421)
21.4 声音的规则合成	(425)
21.4.1 韵律符号生成	(425)
21.4.2 音韵符号系列的生成	(426)
21.4.3 声源参数的生成	(426)
21.4.4 谱包络参数系列的生成	(426)
21.4.5 声源信号的生成	(427)
21.5 声音识别	(427)

21.5.1 特定说话者小词汇单词声音识别系统	(428)
21.5.2 以音素为识别基本单位的连续声音识别系统	(430)

第二十二章 二维信号处理 (432)

22.1 二维信号处理的目的	(432)
22.2 二维信号	(432)
22.3 二维信号的 Z 变换	(432)
22.4 二维信号的付里叶变换	(433)
22.5 二维系统的脉冲响应和传递函数	(433)
22.6 可循环计算的二维系统	(434)
22.7 二维系统的稳定性	(435)
22.8 二维信号的离散性付里叶变换	(437)
22.9 离散性余弦变换	(437)
22.9.1 一维信号的离散性余弦变换	(437)
22.9.2 二维离散性余弦变换	(438)
22.10 沃尔什-阿达玛变换	(438)
22.10.1 沃尔什函数	(438)
22.10.2 二维信号的沃尔什-阿达玛展开	(439)
22.11 图像处理	(439)
22.11.1 图像的数据压缩	(439)
22.11.2 图像复原	(440)
22.11.3 图像增强	(440)
22.11.4 图像再构	(441)

第二十三章 信号的测量及放大 (442)

23.1 电桥与电桥放大器	(442)
23.1.1 电桥	(442)
23.1.2 电桥放大器	(444)
23.2 高输入阻抗放大器	(446)
23.2.1 自举反馈型高输入阻抗放大器	(447)
23.2.2 高阻抗专用集成放大器	(449)
23.3 电荷放大器	(450)
23.4 频率/电压变换器	(451)
23.5 仪器放大器	(453)
23.5.1 同相串联差动放大器	(454)
23.5.2 同相并联差动放大器	(454)
23.5.3 增益线性可调差动放大器	(455)
23.5.4 高共模抑制比线性放大器	(455)
23.5.5 集成仪器放大器	(456)
23.6 低漂移放大器	(458)
23.6.1 闭环状态斩波稳零放大器	(458)

23.6.2	开环状态斩波稳零放大器	(460)
23.6.3	双通道放大器	(461)
23.6.4	斩波式集成放大器	(462)
23.7	可编程增益放大器	(466)
23.8	隔离放大器	(468)
第二十四章 信号处理电路		(471)
24.1	绝对值转换电路	(471)
24.1.1	线性检波(半波整流)电路	(471)
24.1.2	绝对值(全波整流)电路	(472)
24.2	有效值转换电路	(474)
24.2.1	有效值检测的意义	(474)
24.2.2	有效值检测的原理和方法	(474)
24.2.3	应用对数-反对数技术的有效值转换电路	(478)
24.2.4	模拟式有效值转换电路	(479)
24.2.5	集成有效值芯片	(480)
24.3	峰值保持电路	(483)
24.3.1	峰值测量的意义	(483)
24.3.2	峰值保持电路的工作原理	(484)
24.3.3	低漂移率峰值保持电路	(485)
24.3.4	高速峰值保持电路	(485)
24.3.5	峰-峰值保持电路	(486)
24.4	微弱信号处理	(487)
24.4.1	微弱信号检测的意义	(487)
24.4.2	锁定放大器	(487)
24.4.3	取样积分器	(495)
第二十五章 数据转换及控制		(500)
25.1	D/A 转换器及接口	(500)
25.1.1	D/A 转换器原理	(500)
25.1.2	D/A 转换电路的主要参数	(502)
25.1.3	D/A 集成芯片及其典型的输出电路	(503)
25.1.4	D/A 转换器与 CPU 的接口设计	(504)
25.2	A/D 转换器及接口	(507)
25.2.1	A/D 转换器原理	(508)
25.2.2	A/D 转换电路的主要参数	(511)
25.2.3	A/D 集成芯片及应用特性	(511)
25.2.4	A/D 转换器与 CPU 的接口设计	(520)
25.2.5	双积分 A/D 转换器的典型应用	(524)
第二十六章 传感器非线性特性的线性化		(526)
26.1	非线性的类型及表达方式	(526)

26.1.1	指数曲线型非线性特性	(526)
26.1.2	有理代数函数型非线性特性	(527)
26.2	非线性特性的补偿原理	(528)
26.2.1	开环式非线性补偿原理	(528)
26.2.2	闭环式非线性补偿原理	(530)
26.2.3	增益控制式非线性补偿原理	(532)
26.3	工程实用线性化器	(534)
26.3.1	非线性函数放大器	(534)
26.3.2	多功能转换器	(542)
26.3.3	利用微型机的运算器	(545)
第二十七章 传感器的温度补偿		(548)
27.1	温度补偿原理	(548)
27.2	自补偿法	(549)
27.3	并联式温度补偿法	(549)
27.4	电桥温度补偿法	(551)
27.5	热敏电阻温度补偿法	(554)
27.5.1	灵敏度温度补偿	(554)
27.5.2	零电平温度补偿	(555)
27.6	反馈式温度补偿法	(556)
参考文献		(560)