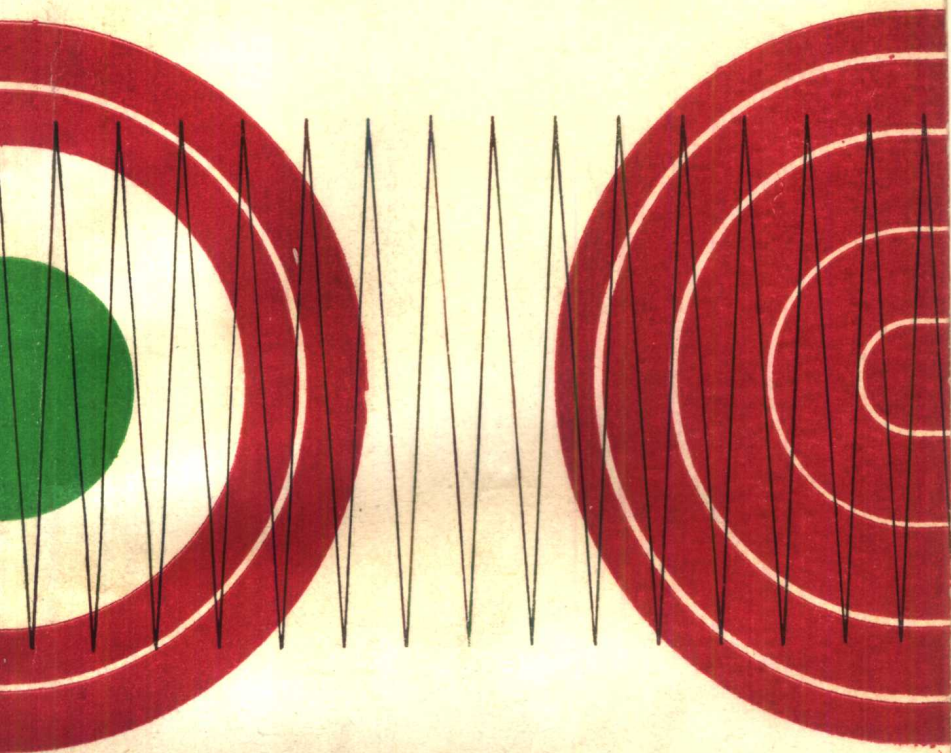




[美]H.N. 诺顿 著 李新 任秀桦 译

传感器 与分析器手册

上海科学技术出版社

传感器与分析器手册

〔美〕 H. N. 诺顿 著

李 新 译
任秀桦

上海科学技术出版社

内 容 提 要

《传感器与分析器手册》是汇集了固体力学、流体力学、声学、热学、光学、核辐射、电磁学和化学八个学科领域中的传感器和分析器的一本专著。原著于1982年由美国 Prentice Hall 公司出版,是美国这一领域中最新的具有权威性的著作。

本书内容全面,取材新颖,可作为高等院校和专科学校有关专业的师生、工业生产和科学实验领域的计测工作者以及从事传感器设计或应用的工程技术人员的参考书。

Sensor and Analyzer Handbook

Harry N. Norton

1982

Prentice-Hall, Inc.

传感器与分析器手册

[美] H. N. 诺顿 著

李 新 译
任秀桦

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

本书由上海发行所发行 常熟兴隆印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张 19.75 字数433,000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数: 1—4,700

ISBN 7-5323-0001-3/TP·1

定价: 6.50元

译者的话

本书作者 Harry N. Norton 曾是美国仪表协会主席(现任指导),也是美国 ANSI MC 6.1—1975 标准(关于传感器名称和术语)的制定者。1969 年,他出版了《电子测量系统传感器手册》。在此基础上,又经十余年的经验与新技术资料的积累,于 1982 年出版了本书。

目前计算机已广泛地渗入人类活动的各个领域。这些领域中很多是需要将其物理量或化学量转换为电学量(这就是通常说的非电量电测)后,计算机才能参与处理,而这种转换恰是通过传感器、换能器以及分析器来实现的。在美国,航天技术领域传感器的发展促进了其他科技领域的传感器的发展。在我国,从七十年代开始,科学技术及工农业生产领域对传感器的需要日感迫切。不仅计算机涉及的有关领域需要传感器,即使不甚复杂的自动控制和自动测试领域也舍此不可。故而需要一本比较系统而权威的有关传感器的书。

本书编著的特点是取材新颖,全面,虽取名为手册,但却很象一部传感器与分析器的百科全书。它按学科分章讲述。对每类传感器与分析器均根据实际应用的需要说明了技术性能指标、安装使用特点,列出了必要的数字、图表及曲线,给出了实物照像图、结构剖视图、结构示意图。在每章的开始部分对基本概念和有关原理作了简单扼要的说明。

本书在技术术语和名称的翻译方面尽量采用了各有关专业的英汉技术词汇的译名，并参考了各有关学科的大学教材及参考书。

译文中纠正了原文中的若干处错误。对原文中陈述不确切或含糊之处，参考了有关资料进行了改译，有的加了注释。

译者在翻译中虽然力图使各章的译文符合各学科的表达习惯，但因水平所限，不足之处在所难免。恳请读者不吝赐教。

译 者

作 者 序

1969年Prentice-Hall出版了我的《电子测量系统传感器手册》，至今已十年有余。六十年代里，传感器和其他敏感装置的应用日见增多，航空领域尤为突出。此增长趋势延至七十年代，其规模则更为广泛。新型传感器的应用开发了新的敏感技术；新的数据获取方法促进了更新的传感器的设计。

市场的需要促使人们将近代技术应用到敏感装置；数字数据处理系统的激增使人们不得不用电子系统代替气动或机械系统去获取、处理并显示数据。电子系统不仅用于控制，也用于测量。政府部门有关环境保护新法则进一步促进了电子检测与分析装置的发展，人们用它测量并控制各种污染——化学的、物理的（如噪音、振动）。为了满足人们对传感器的需要，设计者们正在改革和创新。

今天，许多工程师、科学家、教师、管理人员都接触到传感器。各种新型传感器和分析器不断出现，有的正用于新学科领域。毋庸置疑，需要一本新的传感器手册。这本手册应是全面的、面向应用的，使具有高中以上文化程度从事自然科学的人员都可以读懂。它要概括各种传感器和分析装置并涉及广泛的学科领域。它要详尽地说明那些最常用的设计并梗概介绍涉及的物理与化学的基本概念及单位（须知：除美国以外

的发达国家大都使用 SI——国际单位制, 而美国或迟或早也会实现这种单位制的)。此手册还介绍了各种传感器的基本原理、结构及性能。这对使用者来说也是十分重要的。

本手册尽可能把上述全部内容包括在有限的篇幅内。此手册可作为工业生产和科学研究领域的计测工作者, 从事传感器设计、应用以及处理传感器转换数据的工程技术人员及销售人员的参考书。此外, 本书还可以作为职业学校和高等院校有关专业的参考书, 对大学生尤为适用。

Harry N. Norton

目 录

译者的话	1
作者序	1
导言 I 测控系统	1
I.1 引言	1
I.2 测量系统	1
I.2.1 基本电子测量系统	2
I.2.2 多路数据测量系统	3
I.2.3 遥测系统	6
I.3 分析系统	13
I.4 数据调节、处理和显示	14
I.4.1 模拟数据	14
I.4.2 数字数据	14
I.5 控制系统	19
导言 II 传感器基础	21
II.1 名称和术语	21
II.2 传感器的转换原理	23
II.3 一般特性	28

II.3.1 所测物理量的特性	28
II.3.2 电特性	29
II.3.3 机械特性	31
II.3.4 工作特性	31
II.4 选择传感器的一般依据	55
第一章 固体力学量	59
1.1 基本概念	59
1.1.1 长度、角度和运动	59
1.1.2 振动	61
1.1.3 质量、力和转矩	62
1.1.4 弹性、应变和扭转	63
1.1.5 测量单位	64
1.2 加速度和振动	67
1.2.1 敏感方法	67
1.2.2 设计和工作原理	68
1.2.3 工作性能指标	80
1.3 姿态和姿态率	83
1.3.1 敏感方法	83
1.3.2 设计和工作原理	84
1.3.3 工作性能指标	94
1.4 位置、位移和运动	95
1.4.1 敏感方法	95
1.4.2 设计与工作原理	95
1.4.3 结构与工作特性	127
1.5 力、质量和重量	130
1.5.1 敏感方法	130

1.5.2	结构与工作原理	132
1.5.3	工作特性	140
1.6	转矩	142
1.6.1	敏感方法	142
1.6.2	设计与工作原理	144
1.6.3	工作性能指标	156
1.7	速率与速度	156
1.7.1	敏感方法	156
1.7.2	设计与工作原理	158
1.7.3	结构与工作特性	169
1.8	应力与应变	171
1.8.1	敏感方法	171
1.8.2	设计与工作原理	172
1.8.3	结构与工作特性	180
1.8.4	应变仪的安装	182
1.8.5	应变测量电路	183
第二章	流体力学量	188
2.1	基本概念	188
2.1.1	流动、密度和粘度	188
2.1.2	湿度和水分	189
2.1.3	压力、真空和液位	190
2.1.4	测量单位	191
2.1.5	压深和压高	193
2.2	密度	193
2.2.1	敏感方法	193
2.2.2	结构与工作原理	194

2.2.3	工作特性	195
2.3	流量	195
2.3.1	敏感方法	195
2.3.2	结构与工作原理	206
2.3.3	工作特性	224
2.3.4	安装注意事项	225
2.4	湿度和水分	225
2.4.1	敏感方法	225
2.4.2	结构与工作原理	232
2.4.3	工作特性	238
2.5	液位	240
2.5.1	敏感方法	241
2.5.2	结构与工作原理	252
2.5.3	工作特性	266
2.6	压力	267
2.6.1	敏感方法	267
2.6.2	设计与工作原理	274
2.6.3	工作特性	297
2.7	真空	300
2.7.1	敏感方法	300
2.7.2	结构与工作原理	309
2.7.3	工作特性	315
2.8	粘度	317
第三章	声学量	319
3.1	基本概念	319
3.1.1	名词解释	319

3.1.2 定义关系式	321
3.1.3 测量单位	322
3.2 敏感方法	323
3.3 结构与工作原理	323
3.3.1 传声器	323
3.4 传声器的工作特性	327
3.5 声压测量	330
3.6 声级测量	331
3.7 水下声检测	333
3.8 超声波	334
 第四章 热学量	 336
4.1 基本概念	336
4.1.1 名词解释	336
4.1.2 有关定律	338
4.1.3 温标与测量单位	340
4.2 温度测量法	358
4.2.1 敏感方法	358
4.2.2 结构与工作原理	372
4.2.3 工作特性	391
4.2.4 选择温度传感器的依据	400
4.2.5 测量电路	413
4.3 辐射高温测量	417
4.3.1 敏感方法	417
4.3.2 结构与工作原理	421
4.3.3 工作特性	428
4.4 热通量	429

4.4.1	量热计	430
4.4.2	辐射计	433
4.4.3	表面热流传感器	437
第五章	光学量	438
5.1	基本概念	438
5.1.1	光强	438
5.1.2	色	440
5.1.3	光与物质的相互作用	443
5.1.4	测量单位	444
5.1.5	光传感器的工作特征	444
5.2	可见、紫外和红外光强	447
5.2.1	敏感方法	447
5.2.2	结构与工作原理	453
5.2.3	技术条件	476
5.2.4	敏感系统	478
5.3	色	486
5.3.1	敏感方法	486
5.3.2	结构与工作原理	486
5.3.3	性能准则	487
5.4	光与物质的相互作用	488
5.4.1	敏感方法	488
5.4.2	设计与工作原理	492
5.4.3	工作特性	501
第六章	核辐射量	503
6.1	基本概念	503

6.1.1	有关的基本常数	506
6.1.2	有关的定律	506
6.1.3	测量单位	507
6.2	敏感方法	508
6.2.1	电离法辐射检测	508
6.2.2	闪烁法辐射检测	510
6.2.3	电子检测	511
6.3	结构与工作原理	511
6.3.1	电离室	512
6.3.2	比例计数器	514
6.3.3	盖革计数器	516
6.3.4	半导体检测器	517
6.3.5	闪烁计数器	522
6.3.6	电子倍增器	524
6.3.7	中子检测器	528
6.3.8	信号调节和显示设备	530
6.4	工作特性	532
6.5	选择辐射检测器的依据	534
第七章	电学量与磁学量	536
7.1	基本概念和单位	536
7.2	敏感方法与器件	538
7.2.1	电压传感器	538
7.2.2	电流传感器	538
7.2.3	功率传感器	541
7.2.4	静电荷传感器	542
7.2.5	频率敏感器件和时间敏感器件	543

7.2.6	磁通量密度传感器	544
第八章 化学性质与化学成分547		
8.1	基本概念	547
8.1.1	测量单位与基本概念	548
8.2	电测分析器	549
8.2.1	电导传感器	549
8.2.2	pH 传感器	557
8.2.3	氧化还原电势传感器	560
8.2.4	特定离子传感器	561
8.2.5	库仑计	562
8.2.6	极谱仪	564
8.2.7	气体电测分析器	565
8.3	电阻气体传感器	567
8.4	热分析器	567
8.4.1	差接热分析器、差示扫描量热计和热重分析器	568
8.4.2	热导电池	569
8.4.3	燃烧热传感器	570
8.5	电离分析器	571
8.6	光度分析器	573
8.6.1	火焰光度计	573
8.6.2	非扩散红外分析器	574
8.6.3	化学发光分析器	576
8.6.4	偏振计	576
8.7	色谱分析器	577
8.7.1	气相色谱仪	577

8.7.2 液相色谱仪.....	580
8.8 分光辐射谱分析器.....	581
8.8.1 分光光度计.....	588
8.8.2 红外分光辐射谱仪.....	590
8.8.3 干涉分光仪.....	591
8.8.4 β 射线、 γ 射线和 X 射线分光仪	593
8.8.5 X 射线荧光分光仪	597
8.8.6 原子吸收分光仪和火焰发射分光仪.....	598
8.8.7 亚毫米波分光仪和微波分光仪.....	599
8.8.8 喇曼(Raman)分光仪	601
8.9 磁共振分光仪.....	602
8.9.1 核磁共振(NMR)分光仪	603
8.9.2 电子自旋共振分光仪.....	603
8.10 质谱仪	604
8.11 表面分析器	606
附录 英文缩写词表	611

导 言 I

测 控 系 统*

I.1 引 言

测控系统包括测量系统与控制系统。在测量系统中测定“量”或“性质”，并将测定的值显示出来。在控制系统中，将测量到的量或性质的信息用于控制，以达到预期目的。分析系统是用于显示物质(或某一个量)组分的性质和比例的测量系统。控制系统中要使用测量装置和分析装置，后者主要是在要控制物质的规定组分比例时使用。

I.2 测 量 系 统

最简单的测量系统是直接显示所测值的测量装置。如果所测值在一定的时间内需要记录，则可由工作人员来进行，或者利用自动摄影机拍摄带有时钟的测量/指示装置所提供的一系列照片。

如果显示所测值的地方远离测量点，就需要在系统中增加由测量装置到显示(或记录)装置传送信息的设备。如，机械

* 测控系统:原文为 instrumentation systems。——译者注