



国际信息工程先进技术译丛

CRC Press  
Taylor & Francis Group

# 无线传感器及元器件： 网络、设计与应用

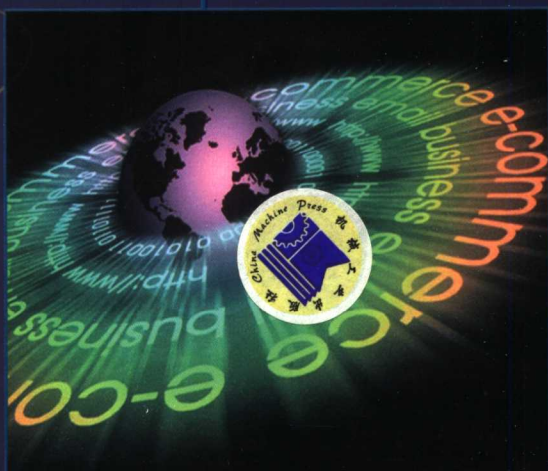
**Wireless Sensors and  
Instruments Networks,  
Design, and Applications**

(美) Halit Eren 著

纪晓东 赵北雁 彭木根 译



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



TP212/160

2008

国际信息工程先进技术译丛

# 无线传感器及元器件： 网络、设计与应用

(美) Halit Eren 著

纪晓东 赵北雁 彭木根 译

机械工业出版社

本书介绍了无线传感器、元器件以及网络研究领域中的研究成果和应用技术,描述了所有能有效计划、设计与实施无线元器件与传感器网络所必需的内容。从基本概念到实践应用共划分成5章,前3章概括了元器件、测量、传感器技术、通信系统与网络的基础;后2章通过实例的方式主要说明了构造传感器与元器件的具体操作以及传感器网络在各种领域中的应用。

本书反映了当前无线传感器与元器件技术的发展水平,可作为传感技术和传感网络等专业的研究生教材,也可供从事测量与元器件应用领域的专业技术人员、科研人员及大专院校相关专业的学生阅读参考。

Halit Eren: Wireless Sensors and Instruments: Networks, Design, and Applications.

Copyright © 2006 by Taylor & Francis Group, LLC.

All Rights Reserved.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, Part of Taylor & Francis Group LLC. All rights Reserved.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版,未经出版者书面允许,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有,翻印必究。

本书版权登记号:图字 01-2007-2955 号

## 图书在版编目(CIP)数据

无线传感器及元器件:网络、设计与应用/(美)厄恩(Eren, H.)著;纪晓东等译. —北京:机械工业出版社,2008.1  
(国际信息工程先进技术译丛)  
ISBN 978-7-111-23058-8

I. 无… II. ①厄…②纪… III. ①无线电通信-传感器-电子元件②无线电通信-传感器-电子器件 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 193594 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑:张俊红 责任编辑:刘星宁 责任校对:李秋荣  
封面设计:马精明 责任印制:李 妍  
北京蓝海印刷有限公司印刷  
2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷  
169mm×239mm · 7.75 印张·298 千字  
0001—4000 册  
标准书号:ISBN 978-7-111-23058-8  
定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
销售服务热线电话:(010) 68326294  
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话:(010) 88379768  
封面无防伪标均为盗版

## 译者序

目前,国际上新型传感器正从模拟式向数字式、从集成化向智能化的方向发展。无线传感器及元器件网络因其巨大的应用前景越来越受到学术界和工业界的广泛关注。传感器的应用极其广泛,而且种类繁多,涉及的学科也很多,将无线功能应用到元器件及传感器系统中,使得它们具有无比的灵活性、健壮性与智能性。

元器件应用需要具有广泛知识,例如测量科学,电子电路的设计与制造,集成电路技术,无线通信系统理论与实践,组网技术,通信协议与标准等。无线传感器网络的通信协议,包括网络拓扑控制、路由协议、介质访问协议和短距离低功耗无线通信标准。Halit Eren 博士已经研究无线及便携式元器件 17 年之久,具有丰富的理论基础与实践经验。他的著作《无线传感器及元器件:网络、设计与应用》对需具备的一些基本原理和必要概念进行了详细阐述,为从事元器件及元器件应用的工程师及科研人员提供了技术性指导。本书也可作为未来可能从事现代元器件及网络的设计与运用的本科生及研究生的教科书。

本书重点叙述了无线传感器及元器件网络的基本知识,共包括 5 章。第 1 章简要讲述了测量、元器件、元器件应用、传感器技术、通信系统以及网络方面的背景知识;第 2 章主要集中讲述现代通信系统,对数字通信技术的基础进行了详细讨论;第 3 章对与无线通信网络相关的网络拓扑结构的类型、协议以及标准进行了讲解;第 4 章介绍了无线传感器及元器件的构造,并给出了具体实例;第 5 章介绍了无线传感器及元器件的应用领域以及网络的实例,具体包括商业应用、研究开发、工业应用、人类健康、环境应用、无线频率识别、用户产品及其他应用等。每一章都为从事测量与控制的专业人员、学生及技术工人提供了基础性知识。文中提供了许多公式和图片来帮助工程师与科研人员理解,以便读者能够根据书中内容解决非本专业领域中的各种技术问题。

需要说明的是,本书是译者在尽量忠实于原书的基础上翻译的,书中的观点并不代表译者本人及其所在单位的意见,这点请广大读者注意。另外,本书的翻译还受到国家高技术研究发展计划(863 计划)“异构无线接入网协同机理研究”(编号 2006AA01Z257)资助,在此特别感谢。

参与本书翻译工作的还有程昱、何鹏、靳頔、洪伟、杨常青、陈宜杰、纪江峰、王月新、张倩倩、刘铁军、王番、娄贞欢、郭欣、孔佳等。由于译者水平有限,译稿中难免存在错误之处,恳请读者批评指正。

译者

# 前 言

元器件及元器件应用技术的发展演进过程被划分成了两大分支：其中一个分支代表独立元器件，来履行需要专门测量的任务；另一个分支所代表的元器件能够被组网，从而与其他元器件协同工作来测量复杂系统的变量。这两个分支都不是新的，新颖点在于元器件在不需要物理硬接线连接时仍然能够组网。无线连接与网络技术给我们提供了许多研究、开发及应用的可能性，这些是我们过去都不敢想的。现在元器件能够通过新颖的技术进行组网，同时它们继续在各自的环境中执行它们的任务。

大多数人对无线通信设备都非常熟悉，无线通信设备主要有移动与无线电话、寻呼机、车库开门机、远程控制器、家庭娱乐设备控制器等。无线通信系统在用户产品及工业应用中的发展非常迅速，这对于许多政府及工业部门积极参与技术发展以维持竞争力来说是至关重要的。本书对于突出无线通信系统在元器件应用及测量方面的扩展是非常有益的。

元器件应用需要具有涉及大量原理的广泛知识，例如测量科学、电子电路的设计与制造、集成电路技术的理解、无线通信系统理论与实践的评估、网络、协议与标准。本书的目的主要是为了提供足够的知识，使得读者能够理解无线元器件应用与网络的基本原理。特别强调了无线通信系统这一部分，因为它是科学与技术发展中非常重要的部分。无线通信的发展非常迅速，对我们日常生活的各个方面都产生了影响。无线通信也是研发中最有前途的领域之一。

无线通信技术已经广受欢迎，已有成百上千个无线通信设备制造商和同样数量的无线标准。理解每种设备和相应标准的优缺点能使选择与实施更加容易。本书对无线技术的发展及其相关技术进行了专门介绍。无线技术的引入能够为测量应用提供许多好处，例如降低有线通信成本、简化数据传输、扩展通信距离、发展远程监控，以及提供灵活的设备组网等。

《无线传感器及元器件：网络、设计与应用》一书的目的是为从事测量与元器件应用领域的工程师、研发人员、设计师、研究员及学生提供知识及指导。本书涉及到的知识有元器件及其应用、电磁波传播、无线工程、数字网络、无线传感器与元器件的设计与应用。每一章为从事测量与控制的专业人员、学生及技术工人提供了基础性知识。文中提供了许多公式，用来帮助工程师与科研人员理解，以便读者能够根据书中内容解决非本专业领域中的各种技术问题。

## 致 谢

许多人都直接或间接地为本书作出了贡献，我要感谢他们，还要感谢我的同事和曾在工作生活中指导过我的良师益友。我尤其要感谢的是香港理工大学的 Kit Po Wong 教授，当我应邀到学校拜访他时，他鼓励我写好本书。撰写本书是一件孤独的事情，需要承担很大的压力，同时也需要有很大的耐心与决心。在我非常迷茫时，Kit Po Wong 教授的鼓励对我非常有价值。我还要感谢在 Gazi 大学电子与计算机工程系一起工作的同事 Ankara，在我写作前期及后期为我提供了办公与计算机设备。

我要感谢一些公司，他们不仅向我提供了他们产品的信息，还允许我重印他们设备的图片。我要特别感谢的公司有 Steven Arms of Microstrain Inc. ; Wayne Magnes of Oak Ridge National Laboratory; Graham Moss of Elprotech; Randy Culpeper of Texas Instruments; Colleen Cronin of Analog Devices, Inc. ; Colin Pickard of Oregon Scientific; Shana Jacob of CrossBow Inc.

向 CRC 出版社为本书做出贡献的员工们表示由衷的感谢，尤其是 Nora Konopka，他从始至终都在指导着本书的撰写；也要感谢编辑项目开发经理 Helena Redshaw；还要感谢项目编辑 Jay Margolis，正是他们的耐心及专业才促使本书能顺利完成。

## 作者简介

Halit Eren 博士毕业于英国谢菲尔德大学, 1973 年获得电子工程专业的工程学士学位; 1975 年获得电子工程专业的硕士学位, 并获得控制工程专业的博士学位; 1998 年获得位于西澳大利亚州的科廷理工大学的工商管理硕士, 主修课程为国际管理与领导。

Halit Eren 博士自 1983 年以来一直在科廷理工大学授课, 一开始是在位于 Kalgoorlie 的采矿学院, 然后是在位于澳大利亚西部 Perth 的电子与计算机工程学院。他曾有一段时间是电子与通信系的领导。

Eren 博士擅长的领域有: 元器件、元器件应用系统及网络; 电子便携式元器件、信号处理; 工程数学。他已经研究无线及便携式元器件达 17 年之久, 主要研究领域是电磁场、超声波、红外线技术、现场总线网、遥感勘测与电子控制器。他是许多工业及政府组织的咨询顾问。Eren 博士至今已对 150 多次会议, 很多杂志与学报, 以及各种 CRC 与 John Wiley&Sons 出版的书籍做出过贡献。

Eren 博士是 CRC 出版社在 2004 年出版的书名为《电子便携式元器件: 设计及应用》的作者。现代技术的应用正在生产大量的便携式及无线元器件, 本书为他的第二本著作, 书名为《无线传感器及元器件: 网络、设计及应用》, 与第一本著作相结合使用会受益更多。

# 目 录

译者序

前言

致谢

作者简介

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 绪论 .....                       | 1  |
| 第 1 章 元器件及其应用 .....            | 4  |
| 1.1 测量 .....                   | 5  |
| 1.2 元器件架构和元器件应用 .....          | 5  |
| 1.2.1 信号和信号调理 .....            | 6  |
| 1.2.2 元器件的种类 .....             | 8  |
| 1.3 数字元器件的硬件和软件 .....          | 10 |
| 1.3.1 数字元器件的组成单元 .....         | 11 |
| 1.3.2 微处理器和微控制器 .....          | 12 |
| 1.3.3 输入和输出 .....              | 14 |
| 1.3.4 信号转换 .....               | 15 |
| 1.3.5 数字信号处理 .....             | 18 |
| 1.4 传感器技术和先进的传感器 .....         | 19 |
| 1.4.1 传感材料 .....               | 19 |
| 1.4.2 传感器的生产过程 .....           | 21 |
| 1.4.3 传感器技术和 IC 传感器的发展趋势 ..... | 23 |
| 1.4.4 传感器分布和多传感器系统 .....       | 25 |
| 1.4.5 智能传感器 .....              | 26 |
| 1.5 元器件及传感器通信和传感器网络 .....      | 28 |
| 1.5.1 无线元器件通信 .....            | 30 |
| 1.5.2 元器件信号的调制和编码 .....        | 31 |
| 1.5.3 无线通信系统实例 .....           | 33 |
| 1.5.4 无线传感器和元器件实例 .....        | 34 |
| 1.6 工业元器件系统 .....              | 34 |
| 1.6.1 工业通信系统 .....             | 36 |
| 1.6.2 工业传感器网络的基本元素 .....       | 36 |
| 1.6.3 工业网络协议 .....             | 37 |
| 1.6.4 以太网和现场总线 .....           | 38 |



|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 1.6.5 现场总线的实现 .....        | 39        |
| 1.6.6 现场总线设计和应用示例 .....    | 40        |
| 1.6.7 遥测和 SCADA 系统 .....   | 42        |
| 1.7 噪声和失真 .....            | 45        |
| 1.7.1 电子系统中的内部噪声 .....     | 45        |
| 1.7.2 干扰 .....             | 47        |
| 1.7.3 通信系统中的噪声和失真 .....    | 47        |
| 1.7.4 数字系统中的噪声 .....       | 49        |
| 1.8 小结 .....               | 49        |
| <b>第2章 无线通信</b> .....      | <b>50</b> |
| 2.1 无线通信原理 .....           | 50        |
| 2.2 电磁波传播 .....            | 52        |
| 2.2.1 自由空间传播的功率和链路分析 ..... | 53        |
| 2.2.2 天线特性 .....           | 54        |
| 2.2.3 近场、远场和衰落 .....       | 54        |
| 2.2.4 电场矢量叠加 .....         | 55        |
| 2.2.5 自由空间路径损耗 .....       | 55        |
| 2.2.6 额外路径损耗和大气衰减 .....    | 55        |
| 2.2.7 电磁波的反射 .....         | 56        |
| 2.2.8 大气折射 .....           | 56        |
| 2.2.9 电磁波的衍射 .....         | 56        |
| 2.2.10 电磁波的室内传输 .....      | 57        |
| 2.2.11 频段分配 .....          | 57        |
| 2.3 RF 组成 .....            | 58        |
| 2.3.1 放大器 .....            | 60        |
| 2.3.2 衰减器 .....            | 62        |
| 2.3.3 滤波器 .....            | 62        |
| 2.3.4 振荡器 .....            | 62        |
| 2.3.5 频率乘法器 .....          | 63        |
| 2.3.6 混频器 .....            | 64        |
| 2.3.7 调制器和检测器 .....        | 65        |
| 2.3.8 解调器 .....            | 67        |
| 2.3.9 复用器 .....            | 68        |
| 2.3.10 天线 .....            | 70        |
| 2.3.11 相位检测器和移相器 .....     | 71        |
| 2.3.12 功率分配器和功率合成器 .....   | 71        |
| 2.3.13 RF 变压器 .....        | 72        |
| 2.3.14 EMI 和 RFI 滤波器 ..... | 73        |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 2.3.15 其他组件 .....          | 73  |
| 2.3.16 RF 收发机 .....        | 74  |
| 2.3.17 无线调制解调器 .....       | 74  |
| 2.4 模拟调制和复用 .....          | 75  |
| 2.4.1 幅度调制 .....           | 76  |
| 2.4.2 频率调制 .....           | 77  |
| 2.4.3 相位调制 .....           | 78  |
| 2.4.4 频分复用和时分复用 .....      | 79  |
| 2.5 数字信号的调制和复用 .....       | 80  |
| 2.5.1 振幅键控 .....           | 80  |
| 2.5.2 移频键控 .....           | 81  |
| 2.5.3 移相键控 .....           | 81  |
| 2.5.4 二进制移相键控 .....        | 82  |
| 2.5.5 差分移相键控 .....         | 82  |
| 2.5.6 四进制移相键控 .....        | 83  |
| 2.5.7 偏移 QPSK .....        | 85  |
| 2.5.8 差分 QPSK .....        | 85  |
| 2.5.9 八进制移相键控 .....        | 86  |
| 2.5.10 数字复用 .....          | 86  |
| 2.6 扩频和多路接入技术 .....        | 86  |
| 2.6.1 直接序列扩频 .....         | 87  |
| 2.6.2 跳频扩频 .....           | 90  |
| 2.6.3 多路接入技术 .....         | 92  |
| 2.6.4 频分多址 .....           | 94  |
| 2.6.5 时分多址 .....           | 94  |
| 2.6.6 扩频多址 .....           | 96  |
| 2.6.7 码分多址 .....           | 96  |
| 2.6.8 跳频多址 .....           | 97  |
| 2.6.9 混合扩频技术 .....         | 98  |
| 2.6.10 空分多址 .....          | 99  |
| 2.6.11 载波监听多路接入 .....      | 99  |
| 2.6.12 分组无线 .....          | 100 |
| 2.7 小结 .....               | 101 |
| 第3章 数据传输、网络、协议和标准 .....    | 102 |
| 3.1 数据传输 .....             | 102 |
| 3.1.1 串行和并行数字通信 .....      | 103 |
| 3.1.2 同步和异步传输 .....        | 103 |
| 3.1.3 单工、半双工、全双工数据传输 ..... | 105 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 3.1.4 无线数据传输 .....                 | 106 |
| 3.1.5 无线电频段数据传输 .....              | 106 |
| 3.1.6 红外数据传输 .....                 | 107 |
| 3.1.7 微波数据传输 .....                 | 108 |
| 3.2 数据流的安全性 .....                  | 108 |
| 3.2.1 信道编码 .....                   | 108 |
| 3.2.2 加密 .....                     | 110 |
| 3.3 网络的基本要素和拓扑结构 .....             | 111 |
| 3.3.1 网络软件 .....                   | 112 |
| 3.3.2 网络拓扑结构 .....                 | 113 |
| 3.3.3 互联网 .....                    | 115 |
| 3.3.4 Internet 和 Intranet .....    | 117 |
| 3.4 协议 .....                       | 118 |
| 3.4.1 OSI 模型 .....                 | 119 |
| 3.4.2 OSI 模型的结构 .....              | 119 |
| 3.4.3 IEEE802 网络模型 .....           | 122 |
| 3.5 标准 .....                       | 123 |
| 3.5.1 IEEE802 标准 .....             | 124 |
| 3.5.2 无线以太网概念 .....                | 125 |
| 3.5.3 IEEE802.16 无线城域网 .....       | 127 |
| 3.5.4 基于码分多址的标准 .....              | 127 |
| 3.5.5 基于时分多址的标准 .....              | 127 |
| 3.5.6 GSM 和 GPRS 标准 .....          | 128 |
| 3.5.7 其他无线通信网络标准 .....             | 129 |
| 3.5.8 支持智能传感器接口的 IEEE1451 标准 ..... | 129 |
| 3.6 无线通信网络、PAN、LAN 和 WLAN .....    | 132 |
| 3.6.1 频谱分配的近来发展 .....              | 133 |
| 3.6.2 无线通信网络的类型 .....              | 134 |
| 3.6.3 无线通信网络的拓扑结构 .....            | 134 |
| 3.6.4 无线扩展局域网技术 .....              | 135 |
| 3.6.5 IEEE802.11 无线局域网标准 .....     | 135 |
| 3.6.6 HIPERLAN 标准 .....            | 137 |
| 3.6.7 蓝牙 .....                     | 137 |
| 3.6.8 工业传感器总线和网络 .....             | 139 |
| 3.7 网络、数据和信息管理 .....               | 142 |
| 3.8 小结 .....                       | 143 |
| 第4章 无线元器件和传感器网络 .....              | 144 |
| 4.1 无线传感器架构和网络设计 .....             | 145 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 4.1.1 无线传感器和转换器 .....            | 145        |
| 4.1.2 无线传感器网络架构 .....            | 151        |
| 4.1.3 IEEE1451 标准对传感器网络的影响 ..... | 152        |
| 4.2 无线元器件架构和网络设计 .....           | 153        |
| 4.2.1 无线元器件的必要元件 .....           | 155        |
| 4.2.2 无线网桥、路由器、网关和中继器 .....      | 158        |
| 4.2.3 无线数据记录仪 .....              | 159        |
| 4.2.4 无线元器件的功率考虑 .....           | 160        |
| 4.2.5 无线元器件的其他问题 .....           | 162        |
| 4.3 无线传感器和元器件网络设计 .....          | 165        |
| 4.3.1 移动无线元器件和传感器网络 .....        | 167        |
| 4.3.2 无线传感器网络的能量问题 .....         | 169        |
| 4.3.3 蓝牙传感器网络 .....              | 170        |
| 4.3.4 蓝牙网络的应用 .....              | 172        |
| 4.3.5 IEEE802 传感器和元器件网络 .....    | 174        |
| 4.4 无线集成网络传感器 .....              | 176        |
| 4.4.1 WINS 功率需求 .....            | 178        |
| 4.4.2 WINS 的应用 .....             | 179        |
| 4.5 即插即用传感器和网络 .....             | 180        |
| 4.6 工业无线通信网络和自动控制 .....          | 183        |
| 4.6.1 无线现场总线 .....               | 183        |
| 4.6.2 工业无线 Mesh 网络 .....         | 184        |
| 4.7 小结 .....                     | 187        |
| <b>第5章 无线传感器和设备的应用 .....</b>     | <b>188</b> |
| 5.1 特定应用场合的无线传感器和设备 .....        | 188        |
| 5.1.1 特定应用场合的无线传感器和网络 .....      | 189        |
| 5.1.2 特定应用场合的嵌入式无线通信设备和网络 .....  | 190        |
| 5.1.3 特定应用的模块及附加无线通信设备和网络 .....  | 193        |
| 5.2 商用无线传感器和元器件 .....            | 196        |
| 5.3 研发中的无线元器件和传感器网络 .....        | 198        |
| 5.3.1 应用层和物理层上的软硬件问题 .....       | 198        |
| 5.3.2 物理层和网络层上的效率 .....          | 200        |
| 5.3.3 通信协议和网络管理方面的问题 .....       | 202        |
| 5.4 工业化无线传感器和元器件网络 .....         | 203        |
| 5.4.1 无线通信系统和现场总线的集成 .....       | 206        |
| 5.4.2 无线内置检测和基于条件的维护 .....       | 211        |
| 5.5 无线人类健康监测和环境应用 .....          | 212        |

---

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 5.5.1 无线人类健康系统 .....      | 213        |
| 5.5.2 无线环境和生活环境监测系统 ..... | 215        |
| 5.5.3 环境观察和预测系统 .....     | 217        |
| 5.6 射频识别 .....            | 218        |
| 5.7 用户产品和其他应用 .....       | 221        |
| 5.7.1 无线用户产品 .....        | 221        |
| 5.7.2 其他无线应用 .....        | 222        |
| 5.8 小结 .....              | 224        |
| <b>参考文献</b> .....         | <b>225</b> |

# 绪 论

在工业实施、用户产品、环境监控、研究开发、运输、军事、太空探险、电子设备等方面，必须使用元器件来测量系统的物理变量。元器件集构成了一个元器件应用系统，这个系统负责复杂过程中的无数次测量。元器件通过组建一个网络来直接进行通信，或通过中间设备如计算机、微处理器或控制器来间接进行通信。如今，传统的元器件应用系统还主要通过有线媒质进行相互通信。然而，元器件间的无线通信技术正在迅速发展并被广泛接受，在不远的将来，无线元器件将替代它们所对应的有线部分。

近几年，由于集成电路技术、模拟数字部件、高效低功率微处理器、智能传感器、无线射频通信技术和支持网络的协议标准的使用，元器件及其应用系统已经取得了巨大的进步。尤其是有成本优势的射频产品的发展非常迅速，已经超乎人们的预料程度。一些设备诸如蜂窝通信系统和无绳电话，私有和公共电话系统，无线调制器，无线频率识别器，以及无线传感器和元器件，已经迅速渗透到了人们生活的方方面面。起初这些设备大多数被认为是罕见且昂贵的奢侈品，但现在非常普及，被个人、工业应用、科学研究及其他行业和组织普遍使用。随着需求的增长，小的和大的半导体生产与系统供应商通过引入各种各样的射频产品来参与竞争，从而取得更大的市场份额。

目前，人们对日常生活中的许多无线控制和通信系统耳濡目染，如移动蜂窝电话、无绳电话、手持无线电话机、寻呼机、车库开门机、远程控制器、家庭娱乐设备控制器等。由于无线通信系统在用户产品及工业应用上的增长速度非常迅速，故对政府及工业界来说，如果要想在瞬息万变的无线通信系统及应用领域保持竞争力，则必须紧跟技术发展趋势、保持技术水平同步。

当今的无线通信网络主要是为支撑语音业务的移动电话和相关业务所开发的。然而，随着对无线数据传输和无线接入因特网需求变得强烈，这种现状正在迅速改变。例如，第三代移动通信系统使得用户能随时随地获得个人通信服务，它提供因特网接入、视频业务等。类似地，对于测量和元器件应用来说，引入无线技术后，能在许多行业配置无线元器件网络，例如从智能大楼到用于提高人类健康的可移植无线传感器等，都是无线元器件网络的具体应用实例。

无线元器件应用需要包含各种各样的基本原理和广泛的技术知识，这些原理包括测量科学，设计和电子电路结构，集成电路技术，无线通信系统理论与实践的评估，网络，以及协议和标准等。本书将对这些概念进行深入讲解，使

得读者能够理解无线元器件与网络中的基本原理。尤其要强调的是无线通信系统，正是它的飞速发展，才促进了科学与技术的发展。无线通信系统也是一个有前途的研究领域，有成千上万个研究者都在关注该课题。

国际标准正迅速地出现在应用于传感器及元器件中的无线技术上。一些重要的标准是蓝牙（Bluetooth）技术、高性能无线局域网（HIPERLAN）、用于通信与网络的 IEEE802 标准，以及用于传感器的 IEEE1451 标准。这些标准正在被广泛地接受，设备之间采用点到点或点到多点的通信方式。采样这样的通信方式使得网络配置具有很大的灵活性，并且通信算法也能进行修改，从而提高系统的可靠性和适应性。

本书是对无线传感器、元器件以及网络方面最新技术的阐述。没有接受过电子工程技术学习的工程师和科研人员能从本书受益，本书并没有不必要的难以理解的繁琐知识内容和理论性强的内容。

本书是为那些非常熟悉技术概念的学生、科研人员和工程师编写的，涉及的技术概念有电子学、概率论、通信理论、基本电磁场理论、网络以及网络的操作。需要注意的是，与本书所阐述的内容相关的技术原理在本书中不可能都涉及，因而不可能让所有的读者都能从本书中获得必要的基本知识。本书介绍了一些基本原理和必要概念，使具有不同知识背景的读者能容易理解。这种内容的介绍对于那些从事元器件及元器件应用的工程师及科研人员来说是非常重要的。本书也被推荐作为未来可能从事现代元器件及网络的设计与运用的本科生及研究生的教科书。

本书包括 5 章。前 3 章讲述的内容主要有测量学、元器件、传感器、通信系统和网络。这 3 章所提供的内容与第 4 章和第 5 章的内容形成一个整体。

第 1 章简要讲述了测量、元器件、元器件应用、传感器技术、通信系统和网络方面的背景知识。基于元器件的无线通信发展非常迅速，正逐渐成为工业及许多其他行业上的一种通用应用。无线通信技术能够满足所有类型的元器件及实际系统中的有效通信需求。本章突出强调了数字元器件及其相关的理论、方法和组件。由于数字传感器技术是现代所有类型元器件的支柱，因此本章对这个主题进行了广泛的讨论和介绍。本章也专门研究了无线元器件的通信及其在工业环境中的应用，研究表明噪声、干扰和失真对元器件及相关网络的运维会产生重要影响。

第 2 章主要集中讲述现代通信系统。本章首先讲述的是电磁波传播原理，接着扩展到电磁波辐射的重要特征，如损耗、衰落、反射、折射和衰减。同时，对一个成功的射频通信系统所必需的电子元器件进行了讨论。由于数字通信技术的应用使得无线传感器、元器件使用与组网成为了可能，因而对数字通信技术的基础进行了详细的讨论。对现代通信方法、调制、复用技术、频率扩展和

多址接入方法也进行了讨论并给出了具体实例。

第3章讨论了网络、协议、标准及拓扑结构。网络是相互作用设备的集合,这些设备通过通信媒质被连接在一起,并需要合适的软件支持。将多种设备连接在一起,并实施软硬件资源的网络化是非常重要的,通过相互间信息交流,建立协同运行机制,并共享设备功能,从而提高整个网络的性能。在本章中,对与无线通信网络相关的网络拓扑结构的类型、协议及标准进行了讲解。本章对无线通信网络的安全机制进行了特别描述,并对其方法进行了讨论。有线通信网络中使用的一些技术和知识,能直接应用到无线通信网络中。本章对最新出现的无线技术,如 IEEE802 系列标准和蓝牙技术也进行了讨论。

第4章介绍了无线传感器及元器件的构造,并给出了具体实例。元器件通信协议正在重新制定,本章对应用在无线元器件及传感器方面的现代技术进行了讲解。可以使用嵌入式或组合设计来生产现代无线传感器和元器件网络。这些网络能够通过使用网桥、路由器和中继器进行覆盖范围的扩展。本章讨论了无线传感器和元器件的构造,并提供了许多实例;也讲解了无线通信网络的功率问题。同时,对无线传感器网络和无线集成传感器网络也进行了详细阐述。另外,对蓝牙技术和 IEEE802 标准的应用进行了说明。

第5章着重阐述了无线传感器及元器件的应用,涉及范围从复杂的工业车间应用到在荒郊野外跟踪野生动植物。无线传感器及元器件的供应商们通过提供各种各样的无线通信设备来满足用户需求,这样将会催生新的应用。本章介绍了无线传感器及元器件的应用领域以及网络实例,具体包括特殊应用、商业应用、研究开发、工业应用、人类健康、环境应用、无线频率识别、用户产品和其他应用等。本书反映了当前无线传感器与元器件技术的发展水平,并且给在校学生、研究人员、实践工程师和科研人员提供了指导。希望你能够喜欢本书,能从中获得有价值的知识,并能将书中讲解的知识应用到你所感兴趣的领域中。



# 第1章 元器件及其应用

元器件的研发是为了感知和测量一些物理变量，这些物理变量是工业生产、环境应用、研发、运输、军事设备以及我们日常生活的基本组成部分。元器件应用系统是一些互连的元器件的集合，它们或者通过一些中间媒介设备，比如计算机或微处理器，或者直接进行信息互通。大部分的元器件通信系统是基于有线媒介的，但是当今无线通信发展迅速，其在工业和其他领域得到了日益广泛的应用。本章主要介绍一些与测量、元器件、元器件应用、传感技术、通信系统和网络等相关的、简单但必要的背景知识。

如果物理变量的行为方式是已知的，那么它的性能就能被监测和评估。元器件的应用范围很广，例如从实验室的理想条件到恶劣的复杂环境，比如在原子反应堆中，到远程定位，比如卫星系统或者太空船。制造商为了满足不同的需求，生产了一系列的元器件。大部分现代化的元器件在使用范围、显示类型，以及与其他设备通信方面具有极大的适应性。

在元器件通信方面，信息源产生的信息被传送到接收器。源将测量或感知到的变量转换成电信号。然后电信号被处理转化成能够以有用的信息或消息的形式通过通信信道传输的信号。接收到的信号在接收端又被转化成原始信号。通过一系列的技术，信息能够通过无线或者有线的媒介传输。

近几年，由于集成电路技术的高速发展，低成本的模拟和数字元件的普及，以及高效率的微处理器的出现，测量、元器件以及元器件系统产生了巨大的进步。因此，由于在线和离线分析的应用，先进的信号处理技术的使用，以及国内和国际标准的制订，测量和监控元器件的性能得到了很大的提高。如今，无线通信技术有能力满足所有元器件及其应用的通信要求。

本章简要介绍了测量问题，并且解释了什么是元器件架构。对于数字元器件及其相关理论、方法和组成，将着重给予介绍。由于传感器技术是所有元器件的基础，所以本章将详细讲解传感器的基础知识。另外，本章还将对元器件通信进行概述，涉及到普通元器件和工业应用元器件。对元器件系统以及相关的标准、协议也将有所讨论。从总体上来看，本章内容主要集中在信息源及其相关的问题上，比如噪声、失真和通信中的干扰等。