

物联网与云计算关键技术丛书

NITE 国家信息技术紧缺人才培养工程
National Information Technology Education Project
国家信息技术紧缺人才培养工程系列丛书

物联网

射频识别 (RFID) 核心技术详解 (第3版)

Radio Frequency Identification Development Internals

■ 黄玉兰 编著

系统架构 工作原理 应用实例



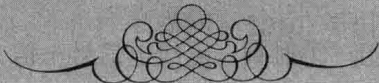
中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

物联网与云计算关键技术丛书

NITE 国家信息技术紧缺人才培养工程
National Information Technology Education Project
国家信息技术紧缺人才培养工程系列丛书



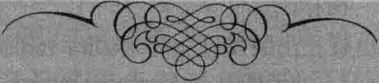
物联网

射频识别 (RFID) 核心技术详解

(第3版)

Radio Frequency Identification Development Internals

■ 黄玉兰 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

物联网：射频识别 (RFID) 核心技术详解 / 黄玉兰
编著. — 3版. — 北京：人民邮电出版社，2016.12
ISBN 978-7-115-43818-8

I. ①物… II. ①黄… III. ①射频—无线电信号—信
号识别 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第278676号

内 容 提 要

本书内容共 6 篇 18 章，全面介绍了物联网 RFID 系统及其工作原理。系统架构篇介绍了物联网 RFID 的概念、产生背景、发展历程、基本组成和系统架构。无线传输篇、射频前端篇、数字通信篇和体系标准篇讲解了物联网 RFID 工作流程、工作原理、理论数据、工程举例、各国规范和标准体系，主要内容包括 RFID 使用频率、无线传播、电磁能量收发、天线技术、射频前端电路、编码与调制、数据完整性、数据安全性、电子标签体系结构、读写器体系结构、中间件和标准体系。应用实例篇介绍了物联网 RFID 在各个领域的典型应用实例。书中每篇均有内容导读，每章都配有小结、思考题和练习题，列举了具有实用价值和工程数据的例题，书末附有习题答案，便于学习。

本书分篇细致介绍，内容丰富详实，论述系统全面，同时具有可读性，不仅讲解了物联网 RFID 基础知识和基本原理，给出了理论认知和理论计算，而且介绍了国内外发展现状、实践切入点、技术数据、仿真设计和解决方案。

对于从事物联网 RFID 工作的工程师，本书是一本很好的参考书。本书适合作为高等院校通信、电子、物联网和自动控制类学生的教材。

-
- ◆ 编 著 黄玉兰
责任编辑 李永涛
责任印制 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：28
字数：698 千字 2016 年 12 月第 3 版
印数：10 601—13 100 册 2016 年 12 月北京第 1 次印刷
-

定价：59.00 元

读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316
反盗版热线：(010)81055315

第3版前言

第3版说明

《物联网：射频识别（RFID）核心技术详解》2010年出版，2011年11月荣获陕西省普通高等学校优秀教材一等奖，2012年修订完成第2版，已经重印7次。

为适应物联网与射频识别的迅速发展，对第2版又进行了修订。本版保留了原书中心明确、层次清楚、论述流畅的特点，在保持原书基本风格不变的前提下，对全书进行了全面更新和完善。本版在第2版的基础上做了如下修订。

- 本版分6篇详细介绍。本书第2版分为系统架构、工作原理和应用实例3篇。本版分为系统架构、无线传输、射频前端、数字通信、体系标准和应用实例6篇，将工作原理进行细化，视角更全面，内容更详实，并给出了每篇的内容导读。
- 修订了系统架构的部分内容。本版更换并增加了部分电子标签和读写器的实物插图，完善了RFID基本组成的内容，完善了EPC系统的内容，将RFID标准化组织的内容并入体系标准篇。
- 新增了无线传输的部分内容。本版增加了各国以e.i.r.p和e.r.p功率计的RFID辐射功率的内容，增加了发射与接收关系的弗里斯方程，增加了电磁场计算和能量转换的内容，增加了传输距离和环境影响的内容，增加了标签散射、雷达截面和反向接收功率的内容。
- 调整了射频前端的部分内容。本版将天线基础和RFID天线这2章的内容合并为1章，缩减了RFID谐振电路的内容，调整了微波RFID射频前端电路的内容。
- 新增了数字通信的部分内容。本版增加了PIE和FM0编码的内容，增加了编码预期性能和RFID标准的编码类型，增加了调制目的和RFID标准的调制方式，增加了CRC和LRC校验例题，增加了RFID标准的误码检测内容，增加了RFID防碰撞算法和防碰撞协议，增加了RFID单信道体制和通信资源利用，增加了RFID安全和隐私举例，增加了DES加密算法，增加了RFID物理、相互对称鉴别和基于哈希函数的安全机制。
- 新增和修订了体系标准的部分内容。本版增加了声表面波计算和基衬材料的内容，增加了声表面波标签使用频段和干扰计算的内容，完善了电子标签基本功能模块的内容，增加了标签信息编码规则和编码结构的内容，增加了“主-从”原则中读写器的内容，完善了读写器基本功能模块的内容，增加了微波读写器实例，完善了RFID标准化组织的内容。
- 新增和修订了应用实例的部分内容。本版增加了物联网RFID在铁路领域应用的实例，增加了物联网RFID在安全领域应用的实例，并调整了部分实例内容。
- 为便于学习，增加了每篇的内容导读和每章的小结，还增加了几十个例题和一部分习题，并提供了习题答案。



行业背景

“物联网”是在“互联网”的基础上，将用户端延伸和扩展到任何物品，进行信息交换和通信的一种网络。当物联网最初在美国被提出时，还只是停留在给全球每个物品一个编码，实现物品跟踪与信息传递的设想。如今，物联网被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮，物联网已经上升为国家战略，成为下一阶段 IT 产业的任務。在物联网时代，人类在信息与通信的世界里将获得一个新的沟通维度，从任何时间、任何地点人与人之间的沟通和连接，扩展到任何时间、任何地点人与物、物与物之间的沟通和连接。

射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）通过无线射频方式获取物体的相关数据，并对物体加以识别，是一种非接触式的自动识别技术。RFID 通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可以识别高速运动的物体，可以同时识别多个目标，可以实现远程读取，并可以工作于各种恶劣环境。RFID 技术无须与被识别物体直接接触，即可完成物体信息的输入和处理，能快速、实时、准确地采集和处理物体信息，是 21 世纪十大重要技术之一。

在物联网中，RFID 技术是实现物联网的关键技术。RFID 技术与互联网、移动通信等技术相结合，可以实现全球范围内物体的跟踪与信息的共享，从而给物体赋予智能，实现人与物体及物体与物体的沟通和对话，最终构成联通万事万物的物联网。

关于本书

编写本书的初衷有 3 方面。一是介绍物联网的系统架构，给出物联网与 RFID 之间的关系，使读者领悟 RFID 在物联网中所处的地位和作用；二是给出工作原理，这些工作原理可以构成完整的物联网 RFID 解决方案；三是给出物联网 RFID 的应用实例，使读者认识到物联网的时代即将来临，物联网 RFID 将对社会经济的各个领域产生重大影响。

本书内容组织方式

本书分为 6 篇，共 18 章内容。第 1 篇（第 1 章～第 3 章）为物联网 RFID 系统架构篇，介绍了物联网 RFID 概念、产生背景、发展历程、基本组成和系统架构。第 2 篇～第 5 篇详述了物联网 RFID 的工作原理，其中，第 2 篇（第 4 章～第 5 章）为物联网 RFID 无线传输篇，介绍了 RFID 使用频率、无线传播和电磁能量收发；第 3 篇（第 6 章～第 8 章）为物联网 RFID 射频前端篇，介绍了 RFID 天线和射频前端电路；第 4 篇（第 9 章～第 11 章）为物联网 RFID 数字通信篇，介绍了 RFID 编码、调制、数据校验、防碰撞算法、安全与隐私解决机制；第 5 篇（第 12 章～第 15 章）为物联网 RFID 体系标准篇，介绍了电子标签体系结构、读写器体系结构、中间件和标准体系；第 6 篇（第 16 章～第 18 章）为物联网 RFID 应用实例篇，介绍了物联网 RFID 在航空、铁路、公路、制造、物流、防伪和安全领域的典型应用实例。

本书作者

本书由西安邮电大学黄玉兰教授编著。中国科学院西安光学精密机械研究所、中国科学院大学通信与信息系统专业的博士生夏璞协助完成了本书的插图工作，并协助整理了物联网



和 RFID 的技术资料，在此表示感谢。本书受到西安邮电大学的资助（JGA201502）。

由于作者时间和水平有限，书中难免会有缺点和错误，敬请广大专家和读者予以指正。
(电子邮箱: huangyulan10@sina.com)。

编者

2016 年 10 月



第2版前言

第2版说明

《物联网：射频识别（RFID）核心技术详解》自2010年出版以来，受到广大读者的一致好评，已经多次印刷。2011年11月荣获陕西省普通高等学校优秀教材一等奖。

为适应物联网与射频识别的迅速发展，对第1版进行了修订。第2版修订如下。

- 修订了与物联网相关的内容。自2009年我国大力提倡物联网以来，物联网已经上升为7个国家战略性新兴产业之一，得到政府、学术和产业界的关注，近3年来，物联网的概念、起源、架构和技术日渐清晰。第2版在第1篇增加了物联网的概念和起源等具体内容，增加了物联网EPC系统的架构等具体内容，并更换了部分实物插图，以适应物联网的迅速发展。
- 增加了RFID技术的内容。本书增加了“我国800/900MHz频段射频识别（RFID）技术应用规定”，增加了数据完整性的基础理论，增加了IBM和微软公司中间件产品的介绍，并增加了部分实物插图。
- 调整了物联网RFID应用实例的内容。本书修改了第3篇部分章节的题目，更换了部分插图，并调整了部分实例内容。
- 为便于学习，各章后都增加了习题。

本书内容组织方式

本书内容分为3篇，共17章。其中，第1篇（第1章~第3章）为物联网RFID系统架构篇，系统地介绍了物联网的概念、RFID的概念、RFID的发展历程、物联网RFID的系统架构和5个组成部分；第2篇（第4章~第14章）为RFID工作原理篇，系统地介绍了RFID的工作频率、电子标签和读写器的天线、电子标签和读写器的射频前端电路、编码与调制、数据的完整性与数据的安全性、电子标签的体系结构、读写器的体系结构、中间件和RFID标准体系；第3篇（第15章~第17章）为物联网RFID应用实例篇，介绍了物联网RFID在不同领域的典型应用实例。

本书作者

本书由西安邮电大学黄玉兰撰写。中国科学院西安光学精密机械研究所通信与信息系统专业的研究生夏璞协助完成了本书的插图工作，并协助整理了物联网和RFID的技术资料，在此表示感谢。夏岩提供了一些物联网和RFID的应用资料，夏岩在西门子工作多年，实践经验丰富，在本书的编写中给出了一些建议，在此表示感谢。

由于作者时间和水平有限，书中难免会有缺点和错误，敬请广大专家和读者予以指正。（电子邮件：huangyulan10@sina.com）。

编者

2012年11月

目录

第 1 篇 物联网 RFID 系统架构.....	1
第 1 章 物联网与 RFID 技术.....	2
1.1 物联网起源于射频识别 (RFID) 领域.....	2
1.1.1 物联网和 RFID 的概念.....	2
1.1.2 RFID 的发展历程	3
1.1.3 物联网的历史与未来.....	5
1.2 RFID 是一种自动识别技术.....	7
1.2.1 自动识别技术的概念.....	7
1.2.2 自动识别技术的分类.....	7
1.2.3 条码识别技术.....	8
1.2.4 磁卡识别技术.....	10
1.2.5 IC 卡识别技术.....	10
1.2.6 RFID 技术	11
1.3 物联网 RFID 的应用领域和应用前景.....	12
1.3.1 物联网 RFID 的应用领域.....	12
1.3.2 物联网 RFID 的应用前景.....	13
1.4 本章小结	14
1.5 思考与练习	14
第 2 章 RFID 系统的基本构成	15
2.1 RFID 系统概述	15
2.1.1 RFID 系统的基本组成.....	15
2.1.2 RFID 系统的“主-从”原则	16
2.1.3 RFID 系统的技术流程.....	17
2.1.4 RFID 系统的分类方法.....	17
2.2 电子标签	21
2.2.1 电子标签的基本组成.....	21
2.2.2 电子标签的结构形式.....	22
2.2.3 电子标签的工作频段和功能特点.....	25
2.2.4 电子标签的技术参数.....	28
2.2.5 电子标签的封装.....	30
2.2.6 电子标签的发展趋势.....	30
2.3 读写器	32
2.3.1 读写器的基本组成.....	32
2.3.2 读写器的结构形式.....	32
2.3.3 读写器的工作特点.....	34



2.3.4 读写器的技术参数.....	35
2.3.5 读写器的发展趋势.....	35
2.4 系统高层	36
2.5 本章小结	36
2.6 思考与练习	37
第3章 物联网 RFID 体系架构	38
3.1 物联网 RFID 体系的基本构成.....	38
3.2 全球物品编码	39
3.2.1 物品编码概述.....	39
3.2.2 条码编码	40
3.2.3 EPC 码	42
3.3 电子标签与读写器构成的 RFID 识别系统.....	44
3.3.1 EPC 标签	44
3.3.2 EPC 读写器	47
3.3.3 EPC 读写器与电子标签构成的系统	48
3.4 中间件	48
3.4.1 中间件的特性.....	49
3.4.2 中间件的基本构成.....	49
3.4.3 中间件的发展阶段.....	50
3.4.4 中间件的应用和发展方向.....	50
3.5 物联网名称解析服务和信息发布服务.....	51
3.5.1 物联网网络服务概述.....	51
3.5.2 物联网名称解析服务.....	52
3.5.3 物联网信息发布服务.....	53
3.6 基于物联网的 RFID 在我国的实施政策.....	55
3.7 本章小结	55
3.8 思考与练习	56
第2篇 物联网 RFID 无线传输.....	57
第4章 RFID 使用的频率及电磁波的辐射	58
4.1 频率及其分类	58
4.1.1 电磁波谱	58
4.1.2 无线电波的频谱分段法.....	59
4.1.3 频谱分配和 ISM 频段	60
4.1.4 RFID 使用的频段	62
4.1.5 我国 800/900MHz 频段射频识别 (RFID) 技术应用规定	65
4.1.6 我国微功率 (短距离) 无线电设备的技术要求.....	68
4.2 电磁波的电参数.....	68



4.2.1 电磁波的传播速度.....	68
4.2.2 RFID 的工作波长.....	70
4.2.3 波阻抗和能流密度矢量.....	71
4.2.4 波的极化.....	73
4.2.5 反射系数和折射系数.....	74
4.3 电磁波的辐射.....	76
4.3.1 赫兹偶极子产生的场.....	76
4.3.2 磁基本振子产生的场.....	80
4.3.3 任意长度偶极子天线产生的场.....	82
4.3.4 不同波段 RFID 的电磁场特性.....	84
4.3.5 各国 RFID 辐射功率.....	87
4.4 本章小结.....	89
4.5 思考与练习.....	89
第 5 章 RFID 电磁波传播及接收功率恢复.....	91
5.1 RFID 电磁波的传播.....	91
5.1.1 自由空间的传输损耗.....	91
5.1.2 弗里斯方程.....	93
5.1.3 RFID 工作环境对电波传播的影响.....	95
5.2 电磁波的接收.....	102
5.2.1 互易定理.....	102
5.2.2 有效接收面积.....	102
5.2.3 接收的电场强度.....	104
5.2.4 失配与损耗.....	107
5.2.5 RFID 标签的最大工作距离.....	110
5.3 电磁波的反向散射.....	111
5.3.1 标签散射的功率.....	111
5.3.2 雷达截面.....	112
5.3.3 反向接收的功率.....	113
5.3.4 RFID 失配对反向接收的影响.....	115
5.4 本章小结.....	118
5.5 思考与练习.....	119
第 3 篇 物联网 RFID 射频前端.....	120
第 6 章 RFID 天线技术.....	121
6.1 天线概述.....	121
6.1.1 天线的定义.....	122
6.1.2 天线的分类.....	122
6.1.3 天线的研究和设计方法.....	122



6.1.4 天线的电参数.....	124
6.1.5 天线阵	132
6.2 RFID 天线应用及设计现状.....	135
6.2.1 RFID 天线的应用现状.....	135
6.2.2 RFID 天线的设计现状.....	137
6.3 低频和高频 RFID 天线技术.....	138
6.3.1 低频和高频 RFID 天线的结构和图片	139
6.3.2 低频和高频 RFID 天线的磁场.....	140
6.3.3 低频和高频 RFID 天线的最佳尺寸	143
6.4 微波 RFID 天线技术	143
6.4.1 微波 RFID 天线的结构和图片	143
6.4.2 微波 RFID 天线的应用方式.....	145
6.4.3 多种类型的微波 RFID 天线.....	145
6.5 RFID 天线的制造工艺	152
6.5.1 线圈绕制法.....	152
6.5.2 蚀刻法	153
6.5.3 印刷法	154
6.6 本章小结	156
6.7 思考与练习	156
第 7 章 RFID 电感耦合方式的射频前端	158
7.1 线圈的自感和互感.....	158
7.1.1 磁通量	158
7.1.2 线圈的电感.....	159
7.1.3 线圈间的互感.....	159
7.2 RFID 读写器的射频前端	160
7.2.1 RFID 读写器射频前端的结构.....	160
7.2.2 串联谐振电路.....	161
7.3 RFID 电子标签的射频前端.....	165
7.3.1 RFID 电子标签射频前端的结构.....	166
7.3.2 并联谐振电路.....	166
7.4 RFID 读写器与电子标签之间的电感耦合	168
7.4.1 电子标签的感应电压.....	168
7.4.2 电子标签的直流电压.....	171
7.4.3 负载调制	171
7.5 本章小结	174
7.6 思考与练习	174
第 8 章 RFID 电磁反向散射方式的射频前端	176
8.1 微波 RFID 射频前端的基本构成.....	176



8.2 射频滤波器的设计.....	177
8.2.1 滤波器的基本类型.....	178
8.2.2 低通滤波器原型.....	178
8.2.3 滤波器的变换及集总参数滤波器的设计.....	180
8.2.4 分布参数滤波器的设计.....	183
8.3 射频低噪声放大器的设计.....	186
8.3.1 放大器的稳定性.....	186
8.3.2 放大器的功率增益.....	187
8.3.3 放大器输入、输出驻波比.....	188
8.3.4 放大器的噪声.....	188
8.4 射频功率放大器的设计.....	189
8.4.1 A 类放大器的设计.....	189
8.4.2 交调失真.....	190
8.5 射频振荡器的设计.....	191
8.5.1 振荡器的基本模型.....	192
8.5.2 射频低频频段振荡器的设计.....	192
8.5.3 微波振荡器的设计.....	194
8.6 混频器的设计.....	196
8.7 本章小结.....	199
8.8 思考与练习.....	199
第 4 篇 物联网 RFID 数字通信.....	201
第 9 章 RFID 编码与调制.....	202
9.1 信号与信道.....	202
9.1.1 信号.....	203
9.1.2 信道.....	204
9.2 编码与调制.....	208
9.2.1 编码与解码.....	208
9.2.2 调制和解调.....	209
9.3 RFID 常用的编码方法.....	210
9.3.1 编码应具有的预期性能.....	210
9.3.2 编码格式.....	211
9.3.3 RFID 常用标准的编码方式.....	216
9.3.4 编码方式 MATLAB/Simulink 仿真.....	217
9.4 RFID 常用的调制方法.....	219
9.4.1 调制的目的和方式.....	219
9.4.2 载波.....	220
9.4.3 振幅键控.....	221
9.4.4 频移键控.....	222



9.4.5	相移键控	223
9.4.6	副载波调制	224
9.4.7	RFID 常用标准的调制方式	227
9.5	本章小结	227
9.6	思考与练习	228
第 10 章 RFID 的数据完整性		229
10.1	差错控制	229
10.1.1	差错的分类和衡量指标	229
10.1.2	差错控制的方式和原理	230
10.1.3	检纠错码的分类	233
10.2	常用的数据校验方法	234
10.2.1	奇偶校验	234
10.2.2	纵向冗余校验 (LRC)	236
10.2.3	循环冗余校验 (CRC)	236
10.2.4	RFID 标准的误码检测方式	238
10.3	数据传输中的碰撞问题及防碰撞机制	239
10.3.1	标签碰撞和读写器碰撞	239
10.3.2	防碰撞机制	241
10.4	防碰撞算法及防碰撞协议	242
10.4.1	碰撞的判别	242
10.4.2	防碰撞算法	242
10.4.3	RFID 标准的防碰撞协议	246
10.5	数据完整性实施策略	248
10.5.1	RFID 中数据完整性的实施策略	248
10.5.2	编解码电路和校验电路 FPGA 设计	249
10.5.3	RFID 通信资源利用	252
10.6	本章小结	255
10.7	思考与练习	256
第 11 章 RFID 的数据安全性		257
11.1	RFID 的安全与隐私问题	257
11.1.1	RFID 的安全问题举例	257
11.1.2	RFID 的隐私问题举例	258
11.1.3	RFID 系统面临的安全攻击	258
11.1.4	RFID 系统的安全需求	259
11.2	RFID 系统的安全解决策略	261
11.2.1	物理安全机制	262
11.2.2	密码学基础	262
11.2.3	基于加密算法的安全机制	264



11.2.4 基于共享秘密和相互对称鉴别的安全机制	267
11.2.5 基于哈希函数的安全机制	268
11.3 RFID 电子标签和应用系统的安全设计	268
11.3.1 RFID 电子标签的安全设计	269
11.3.2 RFID 应用系统的安全设计	271
11.3.3 RFID 安全策略举例	272
11.4 本章小结	274
11.5 思考与练习	275
第 5 篇 物联网 RFID 体系标准	276
第 12 章 标签的体系结构	277
12.1 一位电子标签	277
12.2 采用声表面波技术的标签	279
12.2.1 声表面波的形成及计算	279
12.2.2 声表面波器件概述和特点	281
12.2.3 声表面波标签	282
12.2.4 声表面波技术的发展方向	284
12.3 含有芯片的电子标签	285
12.3.1 电感耦合标签的基本功能模块	285
12.3.2 电磁反向散射标签的基本功能模块	286
12.3.3 控制部分的电路结构	287
12.4 具有存储功能的电子标签	288
12.4.1 地址和安全逻辑	289
12.4.2 存储器	290
12.4.3 具有密码功能和分段存储的电子标签	291
12.4.4 非接触式 IC 卡和 ID 卡芯片介绍	292
12.4.5 MIFARE 技术	295
12.5 含有微处理器的电子标签	297
12.5.1 微处理器	298
12.5.2 操作系统命令的处理过程	298
12.5.3 含有微处理器的电子标签实例	299
12.6 标签信息编码规则	300
12.6.1 EPC 码的标识类型	300
12.6.2 EPC 码的编码结构	301
12.7 本章小结	303
12.8 思考与练习	304
第 13 章 读写器的体系结构	305
13.1 RFID 系统“主-从”原则中的读写器	305



13.2 读写器的组成与设计要求.....	306
13.2.1 读写器的组成.....	306
13.2.2 读写器的设计要求.....	309
13.3 低频读写器	309
13.3.1 基于 U2270B 芯片的读写器	309
13.3.2 考勤系统的读写器.....	311
13.3.3 汽车防盗系统的读写器.....	312
13.4 高频读写器	314
13.4.1 MF RC500 芯片	314
13.4.2 基于 MF RC500 芯片的读写器.....	317
13.5 微波读写器	319
13.5.1 微波 RFID 系统射频前端的一般结构.....	319
13.5.2 用于声表面波标签的微波读写器.....	319
13.5.3 微波读写器的一个实例.....	320
13.5.4 射频电路与 ADS 仿真设计.....	322
13.6 本章小结	327
13.7 思考与练习	328
第 14 章 物联网 RFID 中间件	329
14.1 RFID 中间件概述	329
14.1.1 中间件的概念.....	329
14.1.2 RFID 中间件的分类	330
14.1.3 RFID 中间件的发展历程.....	331
14.1.4 RFID 中间件的特征与作用.....	332
14.2 RFID 中间件的接入技术和业务集成技术.....	333
14.2.1 RFID 硬件设备与中间件架构.....	333
14.2.2 RFID 中间件的接入技术.....	334
14.2.3 RFID 中间件业务集成技术.....	335
14.3 RFID 中间件的基本结构	337
14.3.1 中间件的系统框架.....	337
14.3.2 中间件的处理模块.....	338
14.4 RFID 中间件实例	341
14.4.1 IBM 的 RFID 中间件	341
14.4.2 微软的 RFID 中间件.....	342
14.4.3 国内的 RFID 中间件.....	343
14.5 本章小结	345
14.6 思考与练习	345
第 15 章 物联网 RFID 标准体系	347
15.1 物联网 RFID 标准体系简介.....	347



15.1.1	RFID 标准化组织	347
15.1.2	RFID 标准体系构成	349
15.1.3	标准的本质与作用	350
15.1.4	标准与知识产权	351
15.2	ISO/IEC RFID 标准体系	351
15.2.1	ISO/IEC 技术标准	352
15.2.2	ISO/IEC 数据结构标准	354
15.2.3	ISO/IEC 性能标准	354
15.2.4	ISO/IEC 应用标准	355
15.2.5	ISO/IEC 其他标准	357
15.2.6	ISO/IEC 的 RFID 标准汇总表	358
15.3	EPCglobal RFID 标准体系	361
15.3.1	EPC 系统的框架结构	362
15.3.2	EPC 系统的标准体系框架	364
15.3.3	EPC 系统的工作流程	365
15.4	日本泛在识别 UID 标准体系	366
15.4.1	UID 标准体系的架构	366
15.4.2	泛在识别码	367
15.4.3	Ucode 标签	367
15.4.4	泛在通信器	368
15.4.5	信息系统服务器	369
15.4.6	Ucode 解析服务器	369
15.5	我国物联网 RFID 技术标准	370
15.5.1	制订我国 RFID 标准的必要性和基本原则	370
15.5.2	我国 RFID 标准体系框架	371
15.5.3	我国 RFID 的关键技术及标准	373
15.5.4	我国 RFID 应用标准	374
15.6	本章小结	376
15.7	思考与练习	377
第 6 篇	物联网 RFID 应用实例	378
第 16 章	物联网 RFID 在交通领域的应用	379
16.1	物联网 RFID 在民航领域的应用	379
16.1.1	RFID 在机场管理系统的应用优势	379
16.1.2	RFID 在机场管理系统的应用前景	380
16.1.3	RFID 在机场管理系统各个环节中的应用	381
16.1.4	实施 RFID 需要考虑的几个问题	384
16.1.5	RFID 在世界各国机场的应用案例	384
16.2	物联网 RFID 在铁路领域的应用	385



16.2.1 RFID 在铁路车号自动识别系统中的应用.....385

16.2.2 RFID 在京津城际列车系统中的应用.....388

16.3 物联网 RFID 在公路领域的应用.....391

16.3.1 RFID 在公交管理系统中的应用.....391

16.3.2 美国双子城 RFID 公交车库定位和管理系统.....393

16.3.3 RFID 不停车收费智能化管理系统.....394

16.4 本章小结.....396

16.5 思考与练习.....396

第 17 章 物联网 RFID 在制造与物流领域的应用.....397

17.1 物联网 RFID 在制造领域的应用.....397

17.1.1 物联网 RFID 在制造业中的作用.....397

17.1.2 物联网 RFID 在德国汽车制造领域的应用实例.....400

17.1.3 物联网 RFID 在美国电路板制造领域的应用实例.....402

17.1.4 各国用于制造业的 RFID 产品实例.....403

17.2 物联网 RFID 在物流领域的应用.....406

17.2.1 物联网 RFID 在物流领域的实施效果.....406

17.2.2 物联网 RFID 在日本物品配送领域的应用实例.....407

17.3 本章小结.....410

17.4 思考与练习.....411

第 18 章 物联网 RFID 在防伪和安全领域的应用.....412

18.1 物联网 RFID 在防伪领域的应用.....412

18.1.1 物联网 RFID 电子票证在防伪系统中的作用.....412

18.1.2 南非世界杯预选赛 RFID 电子门票系统.....413

18.1.3 五粮液酒 RFID 防伪系统.....415

18.2 物联网 RFID 在安全领域的应用.....417

18.2.1 中国 RFID 门禁控制系统.....417

18.2.2 德国 RFID 医院信息系统.....422

18.2.3 RFID 智能汽车钥匙防盗系统.....425

18.3 本章小结.....427

18.4 思考与练习.....427

习题答案.....429

参考文献.....431