


第2版



# RFID重大工程 与国家物联网

宁焕生

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”电子信息类规划教材

# RFID 重大工程与国家物联网

第2版

宁焕生 编著

附录 (CD) 目录

附录 1

附录 2

附录 3

附录 4

附录 5

附录 6

附录 7

附录 8

附录 9

附录 10

附录 10

附录 11

附录 12

附录 13

附录 14

附录 15

附录 16

附录 17

附录 18

附录 19

附录 20

附录 21

附录 22

附录 23



机械工业出版社

本书分三章介绍了 RFID 内容, 包括: 基础概念、系统关键技术和工程应用举例。

分五章介绍了物联网内容。其中第 4 章物联网概述, 系统地阐述了物联网概念的各种定义, 物联网和相关概念的关系, 从“物联感知”的角度统一了各种物联网的定义, 综述了国内外发展现状; 第 5 章介绍了当前物联网的一些典型应用; 第 6 章介绍了早期的物联网 (EPC) 系统模型和关键技术; 第 7 章介绍了未来物联网发展的核心技术; 第 8 章介绍了物联网的规划与运营, 即作者对于物联网建设提出的一些新的个人看法。附录系统地介绍了和物联网相关的国内外大事件, 包括标准制定、重要活动、近年我国政府支持的物联网项目以及中欧合作交流等内容。

本书从技术、管理及决策等方面提供了详尽、生动的资料和作者本人的一些观点, 对关心和从事物联网工作的政府决策人员、企业经营人士、研发和爱好者具有很好的参考价值。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

RFID 重大工程与国家物联网/宁焕生编著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-111-31466-0

I. ①R… II. ①宁… III. ①无线电信号—射频—信号识别—应用—物流 IV. ①F253.9②TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 150227 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: 林春泉 责任编辑: 赵 任 版式设计: 张世琴

责任校对: 李秋荣 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 15 印张 · 288 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-31466-0

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

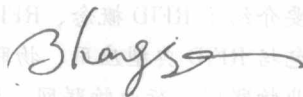
封面无防伪标均为盗版

# 言 序 前

“物联网”的问世，打破了之前的传统思维。在“物联网”时代，道路、房屋、电缆、管道、车辆等各类物品，甚至是动物，将与芯片、宽带等连接起来，这个巨大的网络不仅可以实现人与物的通信和感知，而且还可以实现物与物之间的感知、通信和相互控制。在我国，自2009年8月温家宝总理提出“感知中国”战略后，“物联网”一时成为国内热点，迅速得到了政府、企业和学术界的广泛关注。由于物联网建设涉及未来网络和信息资源的掌控与利用，并且建设物联网还能够带动国内一系列相关产业的自主创新能力和国际竞争力的提高，因此加快物联网技术的研发，促进物联网产业的快速发展已成为国家战略的需求。

目前，美国、欧盟、日本等国家都在投入巨资深入研究物联网，我国政府也高度重视物联网的建设，希望通过积极参与国际物联网的概念设计、框架规划和标准制定，掌握一定的物联网时代的世界话语权，占领下一代信息技术领域的制高点。为此，2010年初，国内正式成立了传感(物联)网技术产业联盟。同时，工信部也宣布将牵头成立一个全国推进物联网的部级领导协调小组，以加快物联网产业化进程。针对物联网技术的研发和应用，国家发改委、科技部、工业和信息化部等都设立了专项资助。2010初，在九七三计划国家重大基础研究中首次明确列出了物联网申报指南，支持物联网基础研究。同时，在“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项中也对传感网研究给予了大力支持。此外，还有其他很多部委和地方政府的科技及产业化资金申报指南中都列入了RFID、物联网和云计算的内容。在不久的将来，物联网有望在空中交通管理、空天地网络通信与应用、低空空域安全管理与救援、机场安全管理、大飞机制造和维修、航空物流等航空领域得到大规模应用，这将是工信融合，尤其是空天信融合的典型范例。

基于物联网的广阔应用前景，其被冠以第三次信息产业浪潮，有望成为下一个万亿级信息产业引擎。结合中国发展物联网的特色和需求，以及技术和产业发展动态，本书以共性技术和典型应用为出发点，详尽地描述了RFID和物联网的概念、发展现状、技术和应用，可为从事本领域的研发人员和企事业单位提供参考。



张彦

Group Leader, Simula Research Laboratory, Norway

2010年5月

# 前 言

近年来，RFID(射频识别技术)技术作为新兴产业的一座里程碑，正发挥着越来越大的作用。Sanford C. Bernstein 公司的零售业分析师估计：“采用 RFID 可为沃尔玛每年节省 83.5 亿美元，其大部分是因为节省了人工查看进货的条码劳动成本”。因此，国家各部委对 RFID 关键技术的研究和典型应用系统的推广都给予了很大的支持，这给 RFID 产业的发展和国家物联网的建设提供了一个很好的发展契机。

“物联网”概念一经提出，立即受到了各国政府、企业和学术界的重视，在需求和研发的相互推动下，迅速热遍全球。由于物联网涉及未来网络和信息资源的掌控与利用，我国非常重视物联网的研究和建设，为物联网的发展创造了良好的政策环境，《国家中长期科学与技术发展规划(2006—2020)》、2010 年“新一代宽带移动无线通信网”和“核高基”重大专项、国家重点基础研究发展计划(九七三计划)以及国家自然科学基金等都将“物联网”相关技术列为重点研究和支撑对象。如何与国际接轨，形成具有自主知识产权的物联网标准和掌握核心技术是我国物联网发展所面临的主要问题，这就需要早谋划、抓重点、迈实步。

“物联网”概念发展很快，综合各种提法的优点，当前我们不妨将物联网的定义归纳为：利用各种终端信息感知手段(感知万物)，如 RFID、红外、全球定位系统、激光扫描、视频监控、雷达及各类传感器等，与各种通信网络结合而形成一个巨大网络并达到信息可靠传输(可靠传输)，同时建立强大的后台信息管理与决策系统，如基于云计算的处理系统等，其目的是让所有的物品都与网络连接在一起，以方便识别、管理和决策(智能处理)，这其中既包括“物”与“物”之间的感知，也包括“物”与“人”之间的感知。

在本书第 1 版推出后，我们从读者那里获得了很多有益的反馈，结合发展现状，以及此间作者对 RFID 与物联网的研究和体会，编写了第 2 版。本书将从技术、应用与运营三个方面入手，力求较全面地展现 RFID 及物联网相关知识。技术方面主要介绍了 RFID 概念、RFID 关键技术、物联网概念、物联网关键技术；应用方面包括 RFID 典型应用、物联网典型应用和早期典型物联网；运营方面主要包括企业物联网、行业物联网、国家物联网和国际物联网建设等。

相比第 1 版，RFID 部分的内容修改为

由于 RFID 的概念和应用日趋成熟，本书对 RFID 的基础概念(第 1 章)和工

程应用举例(第3章)进行了精简;在第2章RFID关键技术中增补了空中接口安全性、碰撞算法和射频网络管理的内容。

与第1版相比,物联网部分的内容修改如下:

由于物联网的概念更新很快,在第4章增加了物联网概述,系统阐述了物联网概念的各种定义,物联网和传感网、M2M和云计算等概念的关系,并从“物联感知”的角度统一了各种物联网的定义。综述了物联网在国内外的发展现状和对未来的影响。

在政府的大力支持下,我国关于物联网的应用正在迅速地开展,物联网产业链也正在逐渐形成,因此在第5章增加了当前物联网的一些典型应用。

目前,全球针对物联网的架构和核心技术尚未明确,为了避免混淆,本书将早期的物联网系统和技术单列一章,以EPC为例,集中在第6章进行介绍。而将未来物联网发展的可能核心技术单列一章作为第7章,包括架构、感知、通信、网络、处理、管理和安全等。

本书第8章介绍了物联网规划与运营,其内容是在第1版的基础上根据最新物联网发展动态进行修改的。尤其在我国政府的重视与支持,以及运营商、学术界和产业界积极参与的背景下,作者对物联网的建设提出了一些新的个人看法以供参考。

本书附录对第一版的附录进行了系统更新,并增补了传感网标准制定、2010年我国对物联网项目的支持指南、物联网国内外大事记、物联网重要参考资料清单、欧盟与中国的物联网合作交流等内容。

本书的大部分内容都是作者和研究生们在近两年来最新收集和研究的成果,可为从事RFID及物联网工作的人员提供参考。在编写过程中,参考了许多国内外新近的相关资料,引用了本领域已有的一些研究成果和文献资料,在此向原作者表示由衷的谢意。

本书由宁焕生主持编写,研究生徐群玉、刘虹、张亭亭、王嘉康等参加了本书第2版修订资料的收集整理、研发和编写等工作,在此对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢。同时还要感谢机械工业出版社电子电工分社林春泉副编审对本书的出版和再版给予的指导和支持。

由于作者的学识水平有限以及时间仓促,加之物联网技术发展迅速,书中很多不完善和不合理之处,敬请读者批判地参考。希望本书的出版能够起到一个抛砖引玉的作用,并因此和海内外专家学者、产业界和相关机构建立起合作交流的渠道。

编者 刘文彦

2010年5月于北航

# 目 录

序	4.1 物联网概念及内涵	102
前言	4.2 物联网的国内外现状	104
第1章 RFID概述	4.3 物联网对未来的影响	107
1.1 了解RFID	参考文献	107
1.2 RFID国内外发展现状	第5章 物联网的典型应用	109
参考文献	5.1 物联网在大飞机制造及其	
第2章 RFID系统关键技术	物流中的应用	109
2.1 读写器	5.2 航空物流物联网	110
2.2 标签	5.3 基于空天地网络的航空	
2.3 RFID编码及转换	支撑物联网	111
2.4 RFID空中接口协议及系统	5.4 民航乘客服务物联网	114
安全性	5.5 机场安全与运营物联网	116
2.5 RFID防撞技术	5.6 物联网在低空空域安全	
2.6 RFID射频网络管理	救援中的应用	117
参考文献	5.7 稀疏路网监控与救援	
第3章 RFID技术在典型重大工	物联网	118
程中的应用	5.8 内河航运物联网	119
3.1 RFID食品安全管理	5.9 远洋运输物联网	120
3.2 基于RFID的医药卫生管理	5.10 物联网与城市交通动态	
3.3 危险品管理与RFID	监控	121
3.4 RFID畜牧业管理	5.11 电力监控物联网	122
3.5 RFID在票证防伪领域的	5.12 移动通信基站机房运行	
应用	监控物联网	123
3.6 RFID用于烟酒防伪及管理	5.13 冷链物联网	124
3.7 RFID技术的民航行李管理	5.14 烟花爆竹监控物联网	125
3.8 RFID在交通方面的应用	5.15 垃圾监控物联网	126
3.9 RFID在邮政领域的应用	5.16 特种货物物流物联网	127
3.10 RFID在身份识别中的应用	5.17 国家粮食监控物联网	128
参考文献	5.18 物联网在地质灾害监测	
第4章 物联网概述	预警领域的应用	129

5.19 物联网在环境监测领域的 应用 .....	130	附录 A 中国射频识别(RFID) 技术政策白皮书 .....	190
5.20 物联网在天气预报及遥感 领域的应用 .....	131	A.1 前言 .....	190
5.21 物联网在国土边境安全中的 应用 .....	132	A.2 RFID 技术发展的现状与 趋势 .....	191
5.22 物联网在其他领域的应用 ..	132	A.3 中国发展 RFID 技术 战略 .....	193
5.23 小结 .....	133	A.4 中国 RFID 技术发展及 优先应用领域 .....	195
参考文献 .....	133	A.5 中国推进 RFID 产业化 战略 .....	196
<b>第6章 早期典型物联网—EPC 介绍 .....</b>	<b>135</b>	A.6 中国发展 RFID 技术的 宏观环境建设 .....	<b>197</b>
6.1 早期物联网概述 .....	135	附录 B 国家各部委近年来资助 RFID 相关技术发展的 项目清单 .....	198
6.2 EPC 系统 .....	138	B.1 国家发改委资助项目 .....	199
参考文献 .....	148	B.2 八六三计划 RFID 项目 .....	200
<b>第7章 物联网关键技术 .....</b>	<b>149</b>	B.3 工业与信息化部电子信息 产业发展基金项目 .....	203
7.1 物联网感知技术 .....	149	B.4 国家科技支撑计划 RFID 项目 .....	204
7.2 物联网体系架构 .....	152	B.5 国家自然科学基金资助 项目 .....	205
7.3 物联网通信技术 .....	156	B.6 科技型中小企业技术创新 基金项目 .....	207
7.4 物联网网络技术 .....	158	附录 C 国内 RFID 产业链相关 介绍 .....	212
7.5 物联网网络发现及 搜索引擎 .....	163	附录 D 传感网标准制定状况 .....	214
7.6 物联网数据处理技术 .....	165	D.1 传感器网络标准制定的 国际现状 .....	214
7.7 物联网管理 .....	168	D.2 传感器网络标准制定的 国内现状 .....	215
7.8 物联网的安全与隐私 .....	169	附录 E 2010 年我国对物联网项目的 支持指南 .....	216
7.9 未来物联网技术发展趋势 .....	173	E.1 2010 年科技部九七三计划	
参考文献 .....	176		
<b>第8章 物联网规划与运营 .....</b>	<b>179</b>		
8.1 我国物联网建设面临的 主要挑战 .....	179		
8.2 企业与物联网 .....	180		
8.3 行业物联网 .....	181		
8.4 国家物联网 .....	182		
8.5 小结 .....	188		
参考文献 .....	189		
<b>附录 .....</b>	<b>190</b>		





# 第 1 章 RFID 概述

## 1.1 了解 RFID

RFID(射频识别)技术是一种无线自动识别技术,又称为电子标签技术,是自动识别技术的一种创新。RFID 技术具有众多优点,广泛应用于交通、物流、安全、防伪等领域,其在很多应用领域作为条形码等识别技术的升级换代产品。下面简述 RFID 的基本原理、分类以及典型应用。

### 1. RFID 的基本原理

典型 RFID 的应用系统相对简单而清晰,其基本的组成如图 1-1 所示。

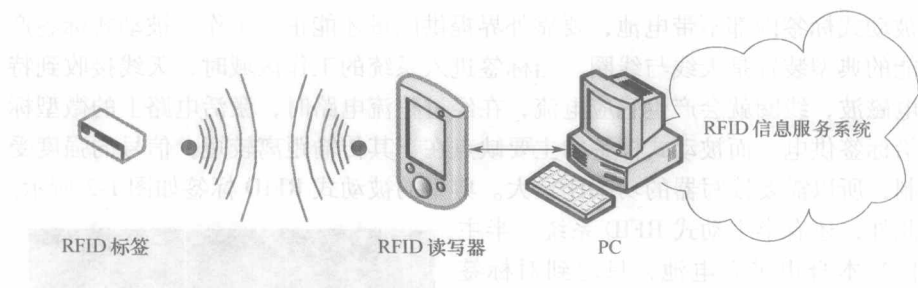


图 1-1 RFID 前端系统简图

通常的 RFID 系统包括前端的射频部分和后台的计算机信息管理系统。射频部分由读写器和标签组成,如图 1-1 所示。标签中植有 IC 芯片,标签和读写器通过电磁波进行信息的传输和交换。因此,标签用于存储所标识物品的身份和属性信息;读写器作为信息采集终端,利用射频信号对标签进行识别并与计算机信息系统进行通信。在 RFID 的实际应用中,电子标签附着在被识别的物体表面或者内部。当带有电子标签的物品通过读写器的识读范围时,读写器自动地以非接触的方式将电子标签中的约定识别信息读取出来,依据需要可以对标签中信息进行改动,从而实现非接触甚至远距离自动识别物品功能。有关 RFID 射频关键技术将在本章后续内容加以详述。

### 2. 分类与应用

RFID 系统中,标签和读写器是核心部件。依据两者不同的特点,可以对 RFID 进行以下分类。

### (1) 按照标签的供电形式

按照标签的供电形式,射频标签可以分为有源和无源两种形式。有源标签使用标签内电源提供的能量,识别距离较远(可以达到几十米甚至上百米),但寿命相对有限并且价格相对较高。无源标签内不含电源,工作时从读写器的电磁场中获取能量,其重量轻、体积小,可以制作成各种薄片或者挂扣的形式,寿命很长且成本很低,但通信距离受到限制,需要较大功率的读写器。

### (2) 按照标签的数据调制方式

根据标签数据调制方式的不同,可以分为主动式、被动式和半主动式。主动式的射频标签用自身的射频能量主动发送数据给读写器,调制方式可以是调幅、调频或者调相。被动式的射频标签使用调制散射的方式发送数据,必须利用读写器的载波来调制自身基带信号,读写器可以保证只激活一定范围内的射频标签。

在实际应用中,必须给标签提供能量才能工作。主动式标签内部自带电池进行供电,因而工作可靠性高,信号传输的距离远,但其主要缺点是因为电池的存在,其使用寿命受到限制,随着电池电力的消耗,数据传输的距离也会越来越短,从而影响系统的正常工作。

被动式标签内部不带电池,要靠外界提供能量才能正常工作。被动式标签产生电能的典型装置是天线与线圈。当标签进入系统的工作区域时,天线接收到特定的电磁波,线圈就会产生感应电流,在经过整流电路时,激活电路上的微型标签以给标签供电。而被动式标签的主要缺点在于其传输距离较短,信号的强度受到限制,所以需要读写器的功率比较大。典型的被动式 RFID 标签如图 1-2 所示。

此外,还有半主动式 RFID 系统。半主动式标签本身也带有电池,只起到对标签内部数字电路供电的作用,标签并不利用自身能量主动发送数据,只有被读写器发射的电磁信号激活时,才能传送自身的数据。

### (3) 按照工作频率

按照工作频率分为低频、中高频、超高频和微波系统。低频系统的工作频率一般为 30 ~ 300kHz。低频系统典型的工作频率是 125kHz 和 133(134) kHz,有相应的国际标准。其基本特点是标签的成本较低,标签内保存的数据量较少,读写距离较短(通常是 10cm 左右)。电子标签外形多样,阅读天线方向性不强,这类标签在畜牧业和动物管理方面应用较多。

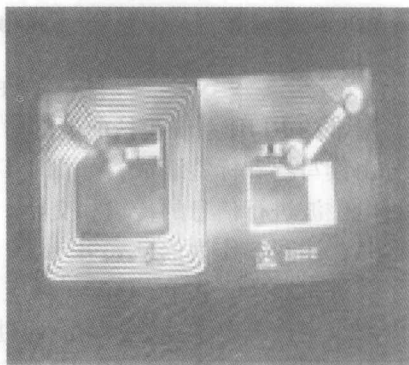


图 1-2 13.56MHz 含有天线的被动式 RFID 标签实例

中高频系统的工作频率一般为 3 ~ 30MHz。这个频段典型的 RFID 的工作频率为 13.56MHz，在这个频段上有众多的国际标准予以支持。其基本特点是电子标签及读写器成本比较低，标签内保存的数据量较大，读写距离较远(可达到 1m 以上)，适应性强，性能能够满足大多数场合的需要，外形一般为卡状，读写器和标签天线均有一定的方向性。目前在我国，13.56MHz 的 RFID 产品应用相当广泛，例如，我国的第二代居民身份证系统、北京公交“一卡通”、广州“羊城通”及大多数校园一卡通等都是该频段 RFID 系统。如图 1-3 所示为一款双天线 13.56MHz 门禁系统，其作用距离可达 1.2m。

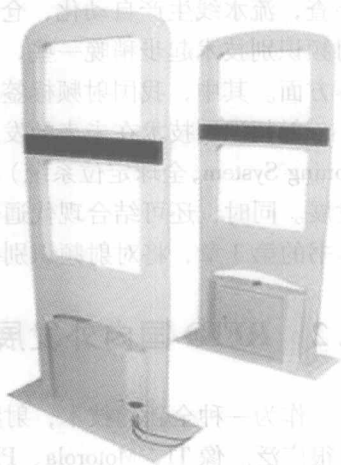


图 1-3 13.56MHz RFID 无障碍通道识别设备

超高频和微波频段典型 RFID 系统的工作频率一般为 300MHz ~ 3GHz 或者大于 3GHz。典型的工作频率为 433.92MHz、862(902) ~ 928MHz、2.45GHz 和 5.8GHz。根据各频段电磁波传播的特点可适用于不同的应用需求，例如 433MHz 有源标签常用于近距离通信及工业控制领域；915MHz 无源标签系统是物流领域的首选；2.45GHz 除广泛应用于近距离通信之外，还广泛地应用于我国的铁道运输识别管理中；5.8GHz 的 RFID 系统更是作为我国 ETC (Electronic Toll Collection, 电子收费系统) (高速公路不停车收费系统) 的工作频段，并率先制定了国家 ETC 标准。

#### (4) 按照耦合类型

按照耦合类型分为电感耦合系统和电磁反向散射耦合系统。在电感耦合系统中，读写器和标签之间的信号传输类似变压器模型，其原理是通过电磁感应定律实现空间高频交变磁场的耦合。

电感耦合方式一般使用于中、低频工作的近距离射频识别系统，其典型频率有 125kHz、134kHz 和 13.56MHz。其识别距离一般小于 1m，系统的典型作用距离为 10 ~ 20cm。

在电磁反向散射耦合系统中，读写器和电子标签之间的通信实现依照雷达系统模型，即读写器发射出去的电磁波，碰到标签目标后，由反射信号带回标签信息，依据的是电磁波的空间传输规律。

电磁反向散射耦合系统一般使用于高频及微波频段工作的远距离 RFID 系统，典型频率为 433MHz、915MHz、2.45GHz 和 5.8GHz。其识别距离一般在 1m 以上，例如，915MHz 无源标签系统，典型作用距离为 3 ~ 15m，广泛应用于物

流、跟踪及识别领域。

射频识别技术在北美、欧洲、澳洲以及日本、韩国等国家和地区已经被广泛地应用于工业自动化、商业自动化、交通运输管理等众多领域,如汽车、火车等交通监控,高速公路自动收费系统,停车场管理系统,特殊物品管理,安全出入检查,流水线生产自动化,仓储管理,动物管理,车辆防盗等领域。在我国由于射频识别技术起步稍晚一些,目前主要应用于公共交通、地铁、校园、社会保障等方面。其中,我国射频标签应用最大的项目是第二代居民身份证。

射频识别技术在未来的发展中还可以结合其他高新技术(如 GPS(Global Positioning System,全球定位系统)、生物识别等技术),由单一识别向多功能识别方向发展。同时,还可结合现代通信及计算机技术,实现跨地区、跨行业的应用。在本书的第3章,将对射频识别技术在几个典型国家重大工程中的应用进行详述。

## 1.2 RFID 国内外发展现状

作为一种全新的技术,射频识别在国外发展很快,产品种类较多,因此应用也很广泛。像 TI、Motorola、PHILIPS 等世界著名厂商都生产 RFID 产品,并且各厂商的产品各具特色。在国外的应用中,RFID 已经形成了从低频到高频,从低端到高端的产品系列,并逐步出现了相对比较成熟的产业链。

由于发展迅猛,RFID 市场潜力巨大。2008 年,全球 RFID 市场总价值达到了 52.5 亿美元。RFID 在国外的应用正在迅速发展,国内在低频 RFID 技术应用方面比较成熟,市场规模较大;在高频 RFID 应用上,国内在铁道、航空以及海关、物流和制造业等领域得到了小规模的应用。5.8GHz 的 ETC 系统自国标出台后,正在蓬勃地发展。

近年来,RFID 低频产业规模增长幅度很大,市场规模增长较快。继 2006 年 6 月科技部联合 14 家部委发布了《中国射频识别(RFID)技术政策白皮书》之后,同年 10 月,科技部“863”计划先进制造技术领域办公室正式发布《国家高技术研究发展计划先进制造技术领域“射频识别技术与应用”重大项目 2006 年度课题申请指南》,投入了 1.28 亿元扶持 RFID 技术的研究和应用,对我国 RFID 产业的发展起到了重要的推动作用。据报道,2009 年中国 RFID 产业全年市场规模达 115 亿元,2010 年有望达到 300 亿元。2005~2010 年的 RFID 市场规模复合年平均增长率高达 82.4%,可以说 RFID 已是 IT 产业发展的一个新的增长点。

### 参考文献

- [1] 中国 RFID 产业将实现跳跃式发展,但需提防超高频“短板效应”[EB/OL]. <http://zhang1016.jiancess.com/archives/874857>.

- [2] 2006-2007 中国 RFID 市场研究年度报告[EB/OL]. <http://it.ocn.com.cn/20075/1200753322.html>.
- [3] <http://www.rfidworld.com.cn>[J/OL]. RFID 世界网.
- [4] <http://www.rfidchina.org> [J/OL]. RFID 中国论坛.
- [5] <http://www.antlab.com.cn/> [DB/OL]. 北京安特磊博科技有限公司.
- [6] 游战清, 李苏剑, 等. 无线射频识别技术(RFID)理论与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [7] 游战清, 刘克胜, 等. 无线射频识别技术(RFID)规划与实施[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [8] 周晓光, 王晓华. 射频识别(RFID)技术原理与应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [9] 谭民, 刘禹, 等. RFID 技术系统工程及应用指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [10] 甘琳. RFID 技术在图书馆的创新应用[J]. 图书馆论坛, 2007(6)
- [11] 2008 年全球 RFID 市场分析及 2009 年预测[EB/OL]. 科印网. <http://www.keyin.cn/magazine/yinshuajishu--baozhuang/200907/28-229726.shtml>.
- [12] 2009 年第 4 季度 RFID 市场规模将达到 32.3 亿元[EB/OL]. RFID 世界网, [http://www.rfidworld.com.cn/news/2009\\_11/200911161436433668.html](http://www.rfidworld.com.cn/news/2009_11/200911161436433668.html).
- [13] 2010 年中国 RFID 市场规模将达 298.37 亿元[EB/OL]. 电脑商网, <http://www.cpw.com.cn/article/2006-11/20061122105031917143.Htm>.

## 第 2 章 RFID 系统关键技术

本章对 RFID 系统涉及的关键技术分别进行介绍,包括读写器、标签、编码、空中接口、防碰撞和网络管理等。

### 2.1 读写器

在 RFID 系统中,读写器是核心部件,起到了举足轻重的作用。作为连接后端系统和前端标签的主要通道,读写器主要完成以下功能:1)读写器和标签之间的通信功能。在规定的技术条件和标准下,读写器与标签之间可以进行无线通信。2)读写器和计算机之间可以通过各种接口(如 RS-232, TCP/IP, USB, 红外, GPRS 等)进行通信。有的读写器还可以通过网络接口直接与互联网连接,并提供如下信息以实现多个读写器在网络中运行:本读写器的识别码、读出标签的时间和信息。3)能够在有效读写区域内实现多标签的同时识读,具备防碰撞的功能。4)能够进行固定和移动标签的识读。5)能够校验读写过程中的错误信息。6)对于有源标签,往往能够识别和电池相关的信息,如电量等。

对于多数 RFID 应用系统,读写器和标签的行为一般由后端应用系统控制来完成。在后端应用程序与读写器的通信中,应用系统作为主动方向读写器发出若干命令,获取应用所需的数据,而读写器作为从动方做出回应,建立与标签的通信。在读写器和标签的通信中,读写器又作为主动方触发标签,并对所触发的标签进行认证、数据读取等,进而读写器将获得的标签数据作为回应传给应用系统(注:有源标签也可以作为主动方与读写器通信)。

由此可以看到,读写器的基本作用相当于一个核心交换环节,将标签中所含的信息传递给后端应用系统。从这个角度来看,读写器可以被看作是一种数据采集设备。

RFID 系统的基本工作原理如图 2-1 所示。

图 2-1 中,读写器的硬件通常由三部分组成:射频通道模块、控制处理模块和天线。其硬件结构图如图 2-2 所示。

射频通道模块主要完成射频信号的处理,将信号通过天线发送出去,标签接收信号并做出响应,并将自身信息返回给读写器。

在射频通道模块中一般有两个分开的信号通道,称为发送电路和接收电路。传送到标签上的数据经过发送电路发送,而来自于标签的数据则通过接收电路来

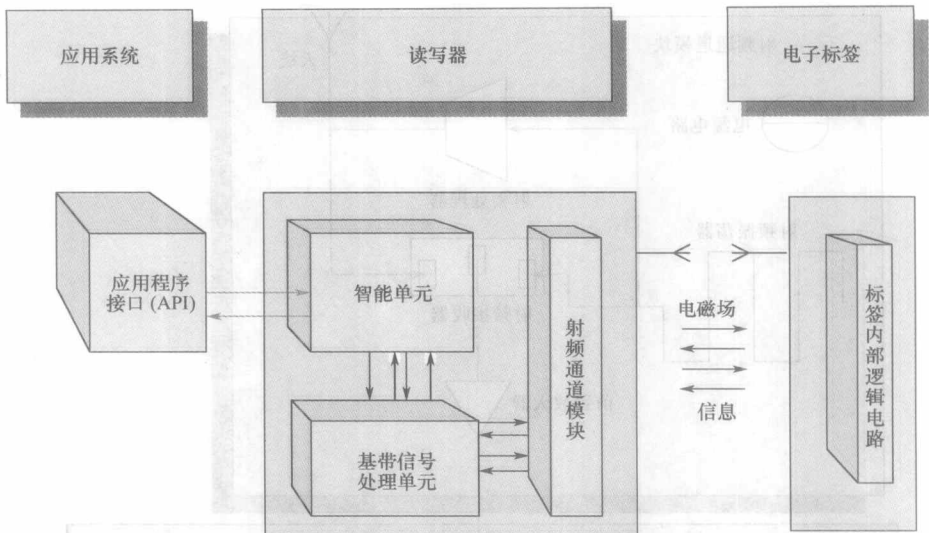


图 2-1 RFID 系统的基本工作原理

处理。

控制处理模块主要由基带信号处理单元和智能单元组成。基带信号处理单元实现的任务主要有两个：第一，将读写器智能单元发出的命令编码变为便于调制到射频信号的编码调制信号；第二，对经过射频通道模块解调处理的标签回送信号进行处理，并将处理后的结果送入读写器的智能单元中。

智能单元从原理上讲是读写器的控制核心；从实现角度来讲，通常采用 MPU(嵌入式微处理器)，并通过编制相应的 MPU 控制程序实现以下功能：

实现与后端应用程序之间的 API 规范；控制与电子标签的通信过程；执行防碰撞算法，实现多标签识别；对读写器与标签之间传送的数据进行加密和解密；进行读写器和标签之间的身份验证。

随着微电子技术的发展，以 DSP(数字信号处理器)为核心的，辅助以必要的外围电路，基带信号处理和控制的软件化等方法，可以实现读写器对不同协议标签的兼容以及改善读写器的多标签读写性，既方便了读写器设计，又改善了读写器的性能。

读写器射频通道模块与处理模块之间的接口主要处理调制、解调信号和控制信号。由于接口位于读写器设备内部，各厂家的约定可能并不相同。实际上在接口的归属上业内有不同的意见，不过一般的情况是将射频通道模块集成化，提供单芯片的射频通道模块，比如 TI(德州仪器公司)的 S6700 模块等。

后端应用系统与读写器智能单元之间的数据交换通过读写器接口来完成。读



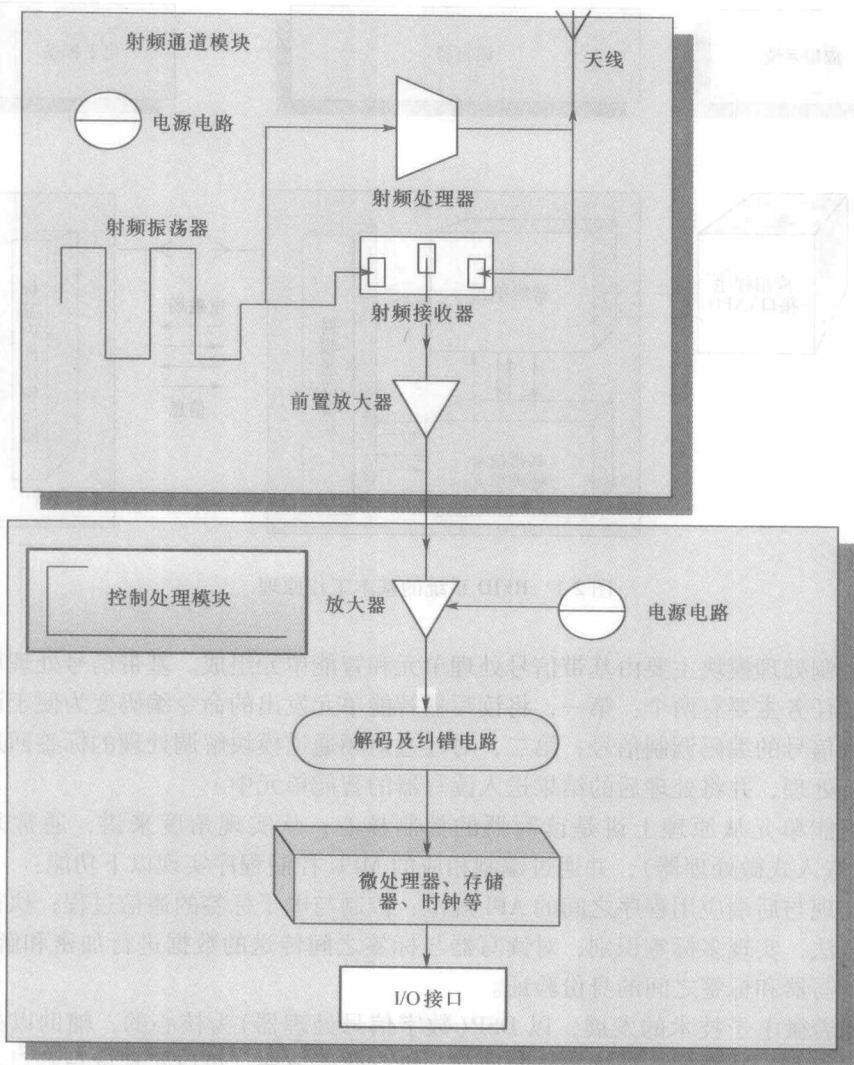


图 2-2 读写器硬件结构图

写器接口可以采用串口 RS-232 或 RS-485、以太网、USB 接口，还可以采用无线通信接口。从当前发展看，其趋势是采用集成多通信接口方式，包括 GSM、GPRS、CDMA 等无线通信接口。

根据应用系统的功能需求以及不同厂商的产品接口，读写器具有各种各样的结构和外观形式。例如，天线和读写器模块可以分开（分离式），也可以集成到一起（集成式）；读写器有便携式，也有固定式的。以下对几种形式的读写器详细加以介绍。