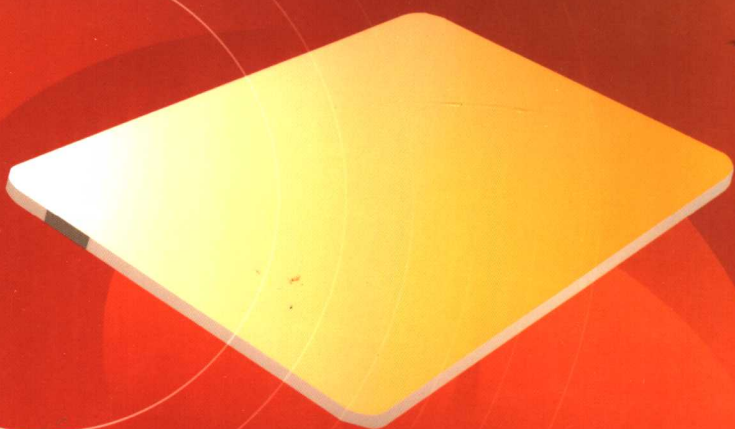


<http://www.phei.com.cn>

非接触 IC 卡 原理与应用

陆永宁 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

非接触 IC 卡原理与应用

陆永宁 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是国内撰写出版的第一部以非接触 IC 卡（含标准非接触 IC 卡和电子标签）的原理与应用为主题的专业化技术读物，全书共 3 篇（19 章），其中：基础篇首先介绍了非接触 IC 卡的发展、现状与未来，以及非接触 IC 卡的特点分类和国际标准概况；然后论述了非接触 IC 卡的系统结构，卡机通信原理，卡片和读写器的构成机理与内部结构；最后结合 ISO/IEC14443-3 和 ISO/IEC15693-3 国际标准，介绍了非接触 IC 卡的“反碰撞”问题。原理篇逐一介绍了 AT24RF08 非接触存储卡，Mifare 系列非接触 IC 卡和读写器，FeliCa 系列非接触 CPU 卡和读写器，以及数种双界面卡和 Tag-it、I-CODE1、AT88RF256、T5557 电子标签及相应读写器的性能和原理。应用篇则首先概述了非接触 IC 卡的应用市场，然后重点介绍了非接触 IC 卡的 4 种应用形式：“校园卡与校园一卡通”、“路桥隧自动收费”、“城市公共交通自动收费”及“ICC 和 GPS 技术与大型体育赛事的安全防卫和管理控制”。

该书的主要阅读对象为从事非接触 IC 卡芯片、卡片、机具和系统集成及使用维护工作的工程技术人员以及高等院校相关专业师生，也可供物流管理、过程控制、智能交通、文体场馆和校园信息化建设等领域的科技工作者及对非接触 IC 卡感兴趣的自学者参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

非接触 IC 卡原理与应用 / 陆永宁编著. —北京：电子工业出版社，2006.9

ISBN 7-121-02921-9

I. 非… II. 陆… III. 智能卡—基本知识 IV. F830.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 082689 号

责任编辑：宋 梅

印 刷：北京市天竺颖华印刷厂

装 订：三河市金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：38 字数：969 千字

印 次：2006 年 9 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：66.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系电话：（010）68279077；邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

前 言

集成电路卡又称 IC 卡 (Integrated Circuit Card, ICC), 是 20 世纪 70 年代问世、80 年代尝试商业化应用、90 年代迅速发展, 并终将在 21 世纪现代人类生活中发挥重要作用的又一信息化技术手段。近两年, IC 卡对中国城市居民已不再陌生, 都市街头随处可见的 IC 卡电话亭, 深入千家万户的水、电、气 IC 卡计量仪表, 出租车、地铁、轮渡和公共汽车上的各种城市交通卡, 以及与民众生息休戚相关的医疗保险卡、社会保障卡和居民身份证卡等, 都是其最贴近寻常百姓的最普遍应用形式。IC 卡已成为现代信息社会不可或缺的重要前端接口, 其影响面之广前所未有, 必将不可阻挡地深入人们工作和生活的方方面面, 形成名副其实的“卡世界”; 对其知识和技术的普及推广, 无疑也成当务之急。

从 20 世纪 90 年代中期开始, 国内有识之士已敏锐地洞察到此点, 《智能卡与电子标签》(原《金卡工程》) 和《卡市场》等一系列媒体脱颖而出, 国内正式出版的专著和译著亦近 20 本, 为我国 IC 卡芯片、机具及系统的研究、教学、设计制造、开发使用和维护提供了便利。在前人工作的基础上和启迪下, 笔者也曾撰写了《IC 卡应用系统》一书, 由东南大学出版社于 2000 年 6 月正式出版。该书出版后, 陆续收到不少读者来信来电。这些来自不同高等院校、研发机构和企业的读者, 在对书中他们各自感兴趣的问题进行交流探讨的同时, 常常不约而同地提出一个共同愿望: 希望更多了解当今国内外市场 IC 卡产品的种类、型号、原理及特性甚至具体应用方法, 以满足其所从事项目、工程和研究的需要。

这种愿望的产生, 对每一个研发者、每一个对此小小卡片在现代社会的巨大效能有兴趣者 (包括笔者), 都是正常的、合情合理的; 但另一方面, 由于商业机密和安全防卫的需要, 这类信息往往控制在少数制造商手中, 即便是直接承担项目实施的系统集成商等, 也必须在保证不泄密前提下, 方能获取有限信息。以技术的模糊换安全, 已成为诸多厂商多年奉行的基本营销策略, 这对卡应用将更为普及的 21 世纪的市场拓展和技术推广的不利影响是不言而喻的。在此不容乐观的信息环境中, 作者仅仅凭借往往充满商业色彩的有限资料, 进行相关著述, 其难度可想而知。可能这就是为什么 IC 卡虽然被称为 21 世纪人类的最重要、最不可缺少的工具, 但对其知识的普及推广有重要作用的著作相对于浩瀚若海的其他计算机书籍, 仅属凤毛麟角的重要原因。可喜的是, 部分厂商包括某些世界著名大电子公司, 已注意此点。

正是广大读者的推动鼓励, 使笔者萌生以满足读者上述需求为目标的写作“构想”。前述《IC 卡应用系统》一书在对必不可少的 IC 卡相关知识稍加介绍的基础上, 尽可能多地介绍了各种典型、实用的应用系统, 以便供读者在构思设计其自身系统时借鉴参考; 而此“构想”则拟重点介绍卡 (包括部分读写部件) 的原理、结构、系统集成和应用案例, 其中在系统集成和应用案例部分则侧重于某些前沿热点 (如智能卡与电子商务、基因存储、生物特征识别、电子标签与物联网) 和社会影响较大 (如城市公交一卡通、公用事业收费、医疗和社会保障、与奥运会有关的大型体育赛事以及校园卡、路桥隧自动收费、物流管理和过程控制等) 的应用形式的论述。因此, 后者将作为前者的姊妹篇, 力求在表述内容上相辅相承, 相互补充。

本书即为该“构想”的第一部，也是国内撰写出版的第一本以非接触 IC 卡为主题的专著。书中不少内容在国内正式出版物中尚属首次披露，希望它们对从事非接触 IC 卡芯片、卡片、机具和系统的研究、制造、使用及维护的工程技术人员以及相关专业高等院校师生能有裨益，也希望本书的问世，能为更多、更好的同类著作的出版，起到抛砖引玉之效。

本书共 3 篇 19 章，其中：

基础篇为第 1~7 章。第 1 章系该篇及全书的引言，概述了非接触 IC 卡的发展、现状与未来，以及其特点分类和国际标准概况。第 2 章在对非接触 IC 卡的系统结构稍加概述后，重点介绍了卡-机间的通信原理。第 3、第 4 章则分别介绍了非接触 IC 卡的卡片和读写器的构成机理与内部结构。第 2 至 4 章内容是阅读后述章节的公共基础知识，对读者深入了解非接触 IC 卡（含标准非接触 IC 卡和电子标签）系统的基本原理有一定帮助。

“反碰撞”是非接触 IC 卡的重要特性，也是各国产品的关键技术之一。因此，第 5~7 章在对射频识别中的几种多路存取-反碰撞方法稍加介绍的基础上，结合 ISO/IEC14443-3 和 ISO/IEC15693-3 国际标准，阐述了非接触 IC 卡的反碰撞机理，以期能有助于读者理解此类制造商避讳莫深而工程设计者却不得不经常面对的难题。

原理篇为第 8~14 章。该篇侧重于具体器件的介绍，首先从缤纷荟萃的非接触 IC 卡产品中，择选 AT24RF08 存储卡、Mifare 系列非接触 IC 卡及读写器和 FeliCa 系列非接触式 CPU 卡及读写器逐一论述，然后介绍更高层次的双界面卡；最后，以德州仪器的 Tag-it、飞利浦半导体的 I-CODE1 和 Atmel 的 AT88RF256、T5557 为例，对在原理和技术上与标准非接触 IC 卡息息相通，但具备较前者更大潜在市场并已呈现越来越诱人发展和应用前景的电子标签及其读写器给予较详尽的论述。即便是遵循同一国际标准的同类型产品，在技术和实施细节上亦常常各有千秋。通过对这些器件的学习，读者可触类旁通地了解当今世界非接触 IC 卡的技术水准及工作原理。

应用篇为第 15~19 章。第 15 章结合国内外应用实例，用较大篇幅概述了非接触 IC 卡在各相关领域的应用状况。想必通过该章的阅读，读者将再一次感受到非接触 IC 卡（含标准非接触 IC 卡和电子标签）对未来人类生活的巨大影响。第 16~19 章则重点介绍了“校园卡与校园一卡通”、“路桥隧自动收费”、“城市公共交通自动收费”及“ICC 和 GPS 技术与大型体育赛事的安全防卫和管理控制”4 大类非接触 IC 卡应用形式，其中前 3 章基本是国内外已有成果的归纳汇总，稍有个人见解；第 19 章内容在国内尚无应用先例，在国外也未全面运用，属个人观点的前瞻性论述，但所选取的知识和信息，多源于其他领域和学科的成熟技术，读者在阅读本章前，最好对卫星全球定位系统（GPS）等知识有一定了解。

需要说明的是：本书以目前应用最广泛的标准非接触 IC 卡（如城市公交卡、校园卡和居民身份证卡等）为主线进行阐述，同时兼顾拥有更大潜在市场的电子标签。即遵循“标准非接触 IC 卡和电子标签是非接触 IC 卡的两个子集”的表述原则和分类方法（详见第 3 章）。从理论基础、原理结构、工艺技术、应用领域和表现形式上看，二者既具共性，又存差异。在小于或等于 13.56 MHz 频段（目前运用最普遍形式），这类共性得以相当多地体现，这也正是笔者将它们置于同一著作论述的缘由；但在特高频（UHF）和微波（MW）段，则更多地呈现出差异甚至大相径庭。正在开展中的用人工聚合物等新兴材料替代硅制作芯片甚至完全借助磁性的“无芯片标签”等理论与技术的研究和未来成功应用，都将使标签的研发理念和应用思路萌生更大变迁，进一步增大此差异。实际上，许多电子标签早已跳出“卡”的桎

桔，部分甚至已超越“标签”的概念。

科技在飞速发展，人类在不断进步，非接触 IC 卡自身（包括卡片、机具和其他支撑技术）及其应用的广度和深度都在令人瞩目地突飞猛进，期望用一本或数本著述囊括所有这些成果，将极不现实。但是尽可能地跟踪和反映当今世界的发展、现状和水准，还是必要和可能的。

系统、深入的科学著述，也是一项科学研究，一种意志和能力的考验与磨练，一场时间、速度与智慧的竞争。毫不隐讳地讲，科技飞速发展带来的信息爆炸，使笔者在写作过程中始终有一种无以摆脱的紧迫感和危机感。总希望尽快、尽多地汲取国内外最新研究成果，充实书稿，以飨读者。但由于表述内容覆盖面广，时间跨度大，可供借鉴资料匮乏，更由于自身知识面和水平所限，书中仍有众多欠缺甚至谬误，敬请广大读者不吝赐教，批评指正。

需要指出，该书的写作是建立在前人工作的基础之上的，大量借鉴、参阅了国内外已有文献。没有原作者的努力和成功，没有前人丰厚的知识沉淀和成果积累，将不会有本书的问世。此外，本书在写作过程中，还得到张敏先生、王卓人先生、清华大学王爱英教授和王广志教授、东南大学精密仪器学院万德钧教授和王庆教授、东南大学教育部智能运输系统工程研究中心陈里得教授、南京邮电大学吴志忠教授和姚锡林副教授、解放军理工大学聂典教授、中国人民大学网络与教育技术中心主任顾涛副研究员、苏州大学计算机科学与技术学院刘晓升副教授、南京农业大学王家胜工程师和阙智华工程师、南京公用事业研究发展中心杨孝同总工程师、南京公用事业 IC 卡公司副总经理蒋海高级工程师、南京地铁工程指挥部王健高级工程师、南京公交总公司指控中心李军工程师、南京市公安局交通管理局指挥室宓枢存工程师、江苏省移动通信有限责任公司张晶工程师、江苏省技术监督情报研究所许峰副研究员、广东虎门大桥李希文先生、《卡市场》杂志郑志涛主编、荷兰 PHILIPS 半导体公司智能识别产品部中国区高级销售和市场经理郭彤汉先生和姜波工程师、美国德州仪器半导体技术（上海）有限公司上海分公司胡洪洲工程师、日本 SONY（中国）有限公司上海分公司靳宇华先生、亿利兴电子贸易（上海）有限公司熊利小姐、上海华虹集成电路公司童世芬和殷新女士、深圳威力姆公司王磊先生和南京分公司袁滨先生的热情指导帮助。在此一并向他（她）们表示诚挚谢意！

最后要提及的是：如果没有母亲、妻子和儿子陆阳等所有家人的理解和数年如一日的支持，笔者将不可能以羸弱之躯投身此工作量浩大的系列化写作。谨将此书，作为对他们多年付出和牺牲的一点慰藉，献给他们！也献给所有为该书的写作、出版作出贡献的人们！

陆永宁

目 录

基 础 篇

第 1 章 绪论	(3)
1.1 非接触 IC 卡的发展与现状	(3)
1.1.1 非接触 IC 卡在国外的发展与现状	(3)
1.1.2 非接触 IC 卡在国内外的发展与现状	(7)
1.2 非接触 IC 卡的未来发展趋势	(9)
1.3 非接触 IC 卡的特点与分类	(14)
1.3.1 特点	(14)
1.3.2 分类	(15)
1.4 非接触 IC 卡国际标准概况	(17)
1.4.1 相关国际组织和机构	(17)
1.4.2 相关国际标准概况	(19)
1.4.3 ISO/IEC14443 的 Type A 与 Type B 差别	(20)
参考文献	(23)
第 2 章 非接触 IC 卡的系统结构和卡-机通信原理	(26)
2.1 非接触 IC 卡的系统结构	(26)
2.2 标准非接触 IC 卡系统的卡-机间能量传输	(27)
2.3 标准非接触 IC 卡系统的卡-机间信息传输	(28)
2.3.1 编码类型	(29)
2.3.2 调制方式	(40)
2.3.3 读写器→卡片的信息传输	(46)
2.3.4 卡片→读写器的信息传输	(46)
2.4 高频远距离电子标签的能量和信息传输	(50)
2.4.1 信息传输	(50)
2.4.2 能量传输	(51)
参考文献	(52)
第 3 章 非接触 IC 卡的卡片原理与结构	(54)
3.1 频率范围	(55)
3.2 物理结构	(56)
3.2.1 芯片模块	(56)
3.2.2 天线	(57)
3.2.3 卡体	(58)
3.3 非接触存储卡与逻辑加密卡	(58)
3.3.1 高频界面	(59)

3.3.2	地址与安全逻辑	(60)
3.3.3	存储器	(61)
3.4	非接触 CPU 卡与双界面卡	(62)
3.5	电子标签的特点及其与标准非接触 IC 卡的差别	(63)
3.5.1	封装形式	(64)
3.5.2	遵循协议	(64)
3.5.3	工作频率	(65)
3.5.4	传输距离	(65)
3.5.5	天线	(65)
3.5.6	功能结构	(66)
	参考文献	(66)
第 4 章	非接触读写器的原理与结构	(68)
4.1	高频接口	(68)
4.2	控制单元	(69)
4.3	读写芯片与模块	(70)
4.3.1	SHC150X 与 SHC170X	(70)
4.3.2	MF RC530	(71)
4.3.3	SLF9000	(74)
4.3.4	U2270B	(77)
4.4	天线	(82)
4.4.1	卡机耦合方式	(82)
4.4.2	最佳电感耦合效果的获取	(83)
4.5	发展趋势	(89)
	参考文献	(91)
第 5 章	射频识别中的多路存取与反碰撞	(92)
5.1	纯 ALOHA 法	(93)
5.2	时隙 ALOHA 法	(93)
5.3	动态时隙 ALOHA 法	(94)
5.4	二进制搜索法	(94)
5.5	动态二进制搜索法	(97)
	参考文献	(99)
第 6 章	ISO/IEC14443-3 国际标准: 初始化与反碰撞	(100)
6.1	轮询	(100)
6.2	Type A 类型 PICC 的初始化与反碰撞	(100)
6.2.1	字节和帧格式	(100)
6.2.2	PICC 状态	(103)
6.2.3	PCD 命令集	(104)
6.2.4	初始化和反碰撞流程	(107)
6.2.5	反碰撞示例	(109)

6.3	Type B 类型 PICC 的初始化与反碰撞	(111)
6.3.1	字节与帧格式	(111)
6.3.2	PICC 状态与反碰撞原理	(112)
6.3.3	PCD 命令集	(115)
6.3.4	反碰撞示例	(121)
	参考文献	(122)
第 7 章	ISO/IEC15693-3 国际标准: 反碰撞与传输协议	(123)
7.1	要素定义	(123)
7.2	协议原理	(125)
7.3	工作模式	(126)
7.4	格式、标志和错误代码	(126)
7.4.1	请求格式和标志	(126)
7.4.2	应答格式、标志和错误代码	(128)
7.5	VICC 状态及转换	(129)
7.6	反碰撞	(130)
7.6.1	请求参数	(130)
7.6.2	VICC 对请求的处理	(131)
7.6.3	VCD 的反碰撞伪码	(132)
7.6.4	反碰撞序列说明	(133)
7.7	命令	(134)
7.7.1	命令类型	(134)
7.7.2	命令代码	(135)
7.7.3	必备命令	(136)
7.7.4	可选命令	(137)
7.7.5	自定义命令	(145)
7.7.6	专用命令	(146)
	参考文献	(146)

原 理 篇

第 8 章	AT24RF08 非接触式（双端口）存储卡	(149)
8.1	主要特点	(150)
8.2	存储空间	(150)
8.3	访问保护与 ID 识别	(150)
8.3.1	访问保护	(151)
8.3.2	ID 页	(153)
8.4	串行口访问	(153)
8.5	RF 端口访问	(156)
8.6	RF 信号编码	(159)
8.7	特性参数	(160)

参考文献	(161)
第9章 Mifare 系列非接触 IC 卡	(162)
9.1 非接触式逻辑加密卡芯片 MF1 IC S50	(162)
9.1.1 系统结构及工作过程	(162)
9.1.2 主要特性	(163)
9.1.3 功能框图	(163)
9.1.4 E ² PROM 存储结构	(165)
9.1.5 操作指令与交易流程	(167)
9.1.6 初始化和反碰撞	(169)
9.1.7 安全可靠	(172)
9.2 MF RC500 高集成度读写芯片	(173)
9.2.1 主要特性	(173)
9.2.2 功能框图	(174)
9.2.3 引脚配置	(175)
9.2.4 并行接口	(176)
9.2.5 控制寄存器组	(181)
9.2.6 E ² PROM 存储结构	(199)
9.2.7 FIFO 缓存器	(202)
9.2.8 中断请求系统	(203)
9.2.9 定时单元	(204)
9.2.10 节电模式	(206)
9.2.11 发送端口配置	(208)
9.2.12 接收电路	(208)
9.2.13 串行信号转换开关	(209)
9.2.14 测试信号	(210)
9.2.15 指令系统	(212)
9.2.16 典型应用	(221)
9.3 MF RC522 低功耗读写芯片	(230)
9.3.1 主要特性	(230)
9.3.2 功能框图	(231)
9.3.3 封装形式及引脚配置	(232)
9.3.4 控制寄存器组	(236)
9.3.5 指令系统	(237)
9.3.6 应用	(239)
参考文献	(240)
第10章 FeliCa 系列非接触式智能卡	(242)
10.1 Felica 卡片	(243)
10.1.1 概述	(243)
10.1.2 功能结构	(245)

10.1.3	存储器逻辑格式	(246)
10.1.4	PICC 模式转换	(253)
10.1.5	交易过程	(253)
10.1.6	不同命令格式下的命令重试	(256)
10.2	Felica 读写器	(260)
10.2.1	概述	(260)
10.2.2	工作流程与认证	(261)
10.2.3	通信协议	(264)
10.2.4	PCD 模式转换	(264)
10.2.5	反碰撞处理	(264)
10.3	FeliCa 指令系统	(265)
10.3.1	PCD 与 PICC 间的卡操作与管理命令	(265)
10.3.2	控制器与 PCD 间的卡操作与管理命令	(270)
10.3.3	读写器内部操作与管理命令	(275)
10.4	系统构成	(278)
	参考文献	(280)
第 11 章	双界面 IC 卡	(281)
11.1	结构类型	(281)
11.2	芯片范例	(281)
11.2.1	PHILIPS 半导体公司产品	(282)
11.2.2	Infineon 公司产品	(287)
11.2.3	ST 半导体公司产品	(292)
11.2.4	AT05SC4808RF	(297)
11.2.5	中同双界面 CPU 卡	(299)
11.3	技术发展与市场应用	(300)
11.3.1	国外概况	(300)
11.3.2	国内概况	(301)
	参考文献	(302)
第 12 章	TI 公司的电子标签系统	(304)
12.1	Tag-it HF 系列 Inlays	(304)
12.1.1	主要特性	(305)
12.1.2	存储结构	(305)
12.1.3	通信方式	(306)
12.1.4	请求 / 应答帧结构与请求 / 应答协议帧	(310)
12.1.5	指令系统	(312)
12.2	Tag-it HF-I Inlays	(321)
12.2.1	主要特点	(321)
12.2.2	存储结构	(321)
12.2.3	通信方式	(323)

12.2.4	指令系统	(324)
12.3	S6700 多协议收发 IC	(329)
12.3.1	主要特性	(329)
12.3.2	功能结构	(329)
12.3.3	引脚配置及功能	(332)
12.3.4	命令结构	(333)
12.3.5	操作模式	(337)
12.3.6	通信	(338)
12.3.7	电源管理	(341)
	参考文献	(342)
第 13 章	PHILIPS 公司的电子标签系统	(343)
13.1	I-CODE1 智能标签 IC	(343)
13.1.1	基本特性	(343)
13.1.2	逻辑框图与存储器结构	(344)
13.1.3	通信方式	(346)
13.1.4	通信帧结构	(348)
13.1.5	状态流程	(350)
13.1.6	指令系统	(352)
13.1.7	利用散列值计算时隙	(361)
13.1.8	利用散列值计算 Quit 值	(364)
13.1.9	读写命令序列示例	(367)
13.2	SL RC400 高集成度读写芯片	(368)
13.2.1	主要特性	(369)
13.2.2	功能框图和引脚配置	(369)
13.2.3	控制寄存器组	(369)
13.2.4	E ² PROM 存储结构	(383)
13.2.5	串行信号转换开关	(385)
13.2.6	指令系统	(385)
13.2.7	典型应用电路	(386)
13.3	SL RM900 长距离阅读器组件	(388)
13.3.1	基本特性	(388)
13.3.2	功能结构	(388)
13.3.3	碰撞检测与数据辨识	(389)
	参考文献	(393)
第 14 章	Atmel 公司的几种 RFID 芯片	(394)
14.1	AT88RF256 RFID 应答器芯片	(394)
14.1.1	125 kHz 芯片 AT88RF256-12	(394)
14.1.2	13.56 MHz 芯片 AT88RF256-13	(400)
14.2	T5557 330 位射频读写 IDIC	(406)

14.2.1 主要特点	(406)
14.2.2 逻辑结构	(407)
14.2.3 模式字	(416)
14.2.4 芯片操作和命令格式	(420)
参考文献	(424)

应 用 篇

第 15 章 非接触 IC 卡的应用市场	(427)
15.1 城市公共交通	(427)
15.2 路桥隧自动收费	(429)
15.3 汽车加油	(431)
15.4 电子身份证卡	(431)
15.5 电子护照	(433)
15.6 专业人员从业资格证	(435)
15.6.1 导游智能卡	(436)
15.6.2 会计从业资格证 IC 卡	(436)
15.7 电子钱包	(437)
15.7.1 小额支付卡	(437)
15.7.2 手机付费	(438)
15.7.3 交通卡电子钱包功能	(439)
15.8 票务运用	(439)
15.8.1 空运	(439)
15.8.2 铁路	(440)
15.8.3 其他	(441)
15.9 生物跟踪与识别	(441)
15.9.1 动物的识别与跟踪	(441)
15.9.2 对人的识别与跟踪	(445)
15.10 物流追踪与定位	(448)
15.10.1 交通运输	(448)
15.10.2 医药界	(451)
15.10.3 食品行业	(453)
15.10.4 服装业	(453)
15.10.5 废弃物处理	(454)
15.10.6 零售业	(455)
15.10.7 出版物	(456)
15.10.8 大型物流仓储	(457)
15.10.9 军事部门	(458)
15.10.10 其他	(460)
15.11 防伪防盗	(461)

15.11.1 防伪	(461)
15.11.2 防盗	(462)
15.12 工业控制	(463)
15.13 小结	(467)
参考文献	(468)
第 16 章 校园卡与校园一卡通	(472)
16.1 系统结构	(472)
16.1.1 卡管理中心与卡结算中心	(473)
16.1.2 网络	(474)
16.1.3 终端	(474)
16.1.4 卡片	(477)
16.2 系统功能	(480)
16.2.1 食堂售饭	(480)
16.2.2 机房管理	(481)
16.2.3 图书馆管理	(481)
16.2.4 门禁控制	(481)
16.2.5 小额消费	(482)
16.2.6 打水洗浴	(483)
16.2.7 校医院管理	(483)
16.2.8 金融服务	(483)
16.2.9 教务管理	(484)
16.2.10 中小學生管理	(484)
16.3 小结	(485)
参考文献	(486)
第 17 章 路桥隧自动收费	(488)
17.1 半自动收费 (MTC)	(489)
17.1.1 系统构成	(489)
17.1.2 工作过程	(492)
17.2 全自动收费 (ETC)	(493)
17.2.1 系统构成	(493)
17.2.2 加拿大 407 高速公路 ETC 系统	(499)
17.2.3 澳大利亚墨尔本都市连接线 ETC 系统	(500)
17.3 组合式收费 (MTC+ETC)	(501)
17.3.1 组合式收费系统的技术特点	(501)
17.3.2 组合式收费系统的服务功能	(502)
17.3.3 组合式收费系统的密钥管理与应用	(502)
17.3.4 广东虎门大桥组合式收费系统	(506)
17.4 小结	(508)
参考文献	(509)

第 18 章 城市公共交通自动收费 (AFC)	(511)
18.1 公共汽车 AFC	(511)
18.1.1 卡型选择	(511)
18.1.2 遵循标准	(513)
18.1.3 读写机具	(513)
18.1.4 售卡 / 充值	(518)
18.1.5 数据采集	(521)
18.1.6 收费模式	(523)
18.2 城市轨道交通 AFC 一卡通	(524)
18.2.1 收费模式	(525)
18.2.2 系统结构	(525)
18.2.3 票卡类型和介质选取	(529)
18.2.4 运营模式	(532)
18.3 城市公共交通 AFC 一卡通	(533)
18.3.1 “一卡通”与“一卡多用”的差别	(533)
18.3.2 公交一卡通建设的必要性	(534)
18.3.3 公交一卡通的体系结构	(535)
18.3.4 公交一卡通的安全技术	(536)
18.3.5 区域公共交通 AFC 一卡通	(539)
18.4 小结	(542)
参考文献	(544)
第 19 章 ICC、GPS 技术与大型体育赛事的安全防卫、管理控制	(546)
19.1 该类应用的必然必要性	(546)
19.1.1 社会发展和科学管理的需要	(546)
19.1.2 安全保卫的需要	(546)
19.2 集成电路卡 (ICC) 的应用形式及作用	(547)
19.2.1 参会人员证卡	(547)
19.2.2 专用安控卡	(549)
19.2.3 辅助竞赛	(550)
19.2.4 入场证券	(553)
19.3 卫星全球定位系统 (GPS) 的应用系统结构与功能	(554)
19.3.1 系统结构	(555)
19.3.2 主要功能	(559)
19.4 小结	(560)
参考文献	(561)
附录 A 世界部分非接触 IC 卡芯片特性参数	(563)
附录 B 世界部分非接触读写芯片及模块特性参数	(579)
附录 C 缩略语	(584)

基 础 篇