

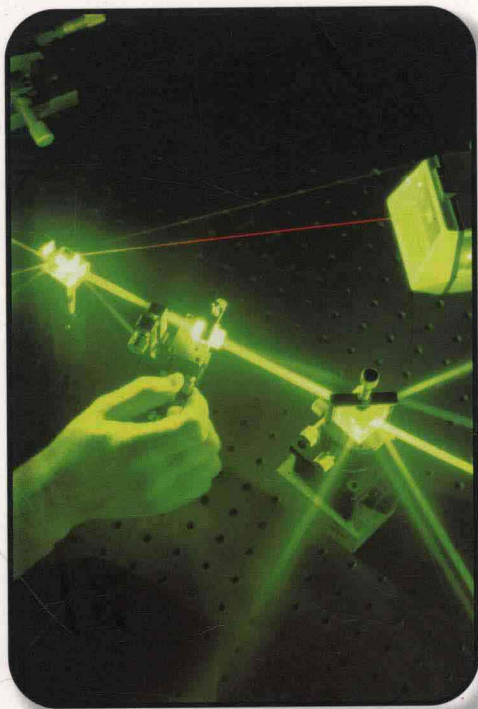
工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育财经类规划教材 **(物流管理专业)**



射频识别 (RFID) 技术与应用

SHEPIN SHIBIE (RFID)
JISHU YU YINGYONG

米志强 主 编
杨 曙 王 武 刘丽军 副主编
黄友森 主 审



内容新颖，知识面广，强调新技术应用，实用性强
逻辑清晰，在内容编排上由浅入深，由简到繁
突出技能，“教、学、做”一体化，技能训练突出，
彰显高职教学特色

LOGISTICS

电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

工业和信息产业职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育财经类规划教材（物流管理专业）

射频识别（RFID）技术与应用

米志强 主编

杨 曙 王 武 刘丽军 副主编

黄友森 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书全面地介绍了射频识别技术(RFID技术)的技术概述和技术基础,RFID的频率标准与技术规范,RFID系统的构成及工作原理,RFID系统的体系结构和中间件,RFID系统中的安全和隐私管理,RFID系统关键技术中的防碰撞技术、定位技术、测试技术及贴标技术,EPC与物联网技术,基于RFID的数字化仓库管理系统的设计与实现,基于RFID无线传感网的供应链物流管理的应用,还比较全面地介绍了物流业务过程中常用关键技术的基本原理及其应用。本书的编写始终坚持理论与实践相结合的原则,各章均配有案例分析,并安排了实训环节,避免“只讲技术,不讲应用”的弊病;坚持基础理论以应用为目的,够用为度,强化应用、培养技能为重点的原则,编入了RFID技术的最新进展,特别是EPC与物联网新技术,还有丰富的相关案例知识等阅读资料,开阔了学生的视野。

本书可以作为高职高专院校物流管理专业、物流信息技术专业、物联网工程专业、信息管理及相关专业的教材和参考书,也可以作为物流企业物流信息管理者相关人员的培训教材和物流行业从业人员的参考读物。

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

射频识别(RFID)技术与应用/米志强主编. —北京:电子工业出版社,2011.8

高等职业教育财经类规划教材(物流管理专业)

ISBN 978-7-121-14259-8

I. ①射… II. ①米… III. ①射频—无线电信号—信号识别—高等职业教育—教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第156160号

策划编辑:张云怡

责任编辑:谭丽莎

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

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:24.25 字数:590千字

印 次:2011年8月第1次印刷

印 数:4000册 定价:39.80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,联系及邮购电话:(010)88254888。

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

服务热线:(010)88258888。

前 言

在未来的 8 到 10 年内，几乎所有的东西都会被贴上感应标签，而这些感应标签将会得到广泛的应用——甚至可能贴在家里的大部分物件上。也许有一天，想象终将变成现实：当你走在下班回家的路上时，你们家的智能冰箱会提醒你别忘了买牛奶。

射频识别（Radio Frequency IDentification, RFID）技术被公认为本世纪最有前途的信息技术之一，它作为前端的自动识别与数据采集技术在物流的各主要作业环节中应用，可以实现物品跟踪与信息共享，极大地提高物流企业的运行效率，实现可视化供应链管理，还能强化企业的核心价值，降低经营管理成本，使商品实现按需生产、快速配送、可视化跟踪；它在物流行业有着巨大的应用空间和发展潜力，在物流信息化中占有举足轻重的地位。

本书是为了满足高职院校物流信息技术的高新型人才培养的需求，为了培养既掌握物流信息技术的基础知识，又具有解决问题能力的物流人才编写而成的。本书全面地介绍了物流业务过程中常用 RFID 关键技术的基本原理及其应用，在编写过程中，本书始终坚持理论与实践相结合的原则，各章均配有案例分析，具体介绍和分析信息技术在物流企业中的应用，避免“只讲技术，不讲应用”的弊病；坚持基础理论以应用为目的，够用为度，强化应用、培养技能为重点的原则，每章前面都有职业能力要求和学习目标，明确了本章的学习内容、重点、难点，便于教学；融入了新技术、新应用，以及大量案例分析等阅读资料，开阔了学生的视野。

全书共包括 10 章，第 1 章为 RFID 技术概述，第 2 章为 RFID 技术基础，第 3 章为 RFID 的频率标准与技术规范，第 4 章为 RFID 系统的构成及工作原理，第 5 章为 RFID 系统的体系结构和中间件，第 6 章为 RFID 系统中的安全和隐私管理，第 7 章为 RFID 系统的关键技术，第 8 章为 EPC 与物联网技术，第 9 章为基于 RFID 的数字化仓库管理系统的设计与实现，第 10 章为基于 RFID 无线传感网的供应链物流管理的应用。

本书由米志强主编，杨曙、王武、刘丽军任副主编，其中第 1、6、7 章由杨曙编写，第 2 章由王武编写，第 3、4、9、10 章由米志强编写，第 5、8 章由刘丽军编写，全书由米志强统稿，黄友森教授主审。

本书的编写者是湖南省物流信息技术省级教学团队核心成员，可以作为高职高专院校物流管理专业、物流信息技术专业、物联网工程技术专业、信息管理及相关专业的教材和参考书，也可以作为物流企业物流信息管理者相关人员的培训教材和物流行业从业人员的参考读物。

在本书的编写过程中，大连海事大学李向文教授对 RFID 实验室建设方案提出了宝贵建议，北京京胜世纪科技有限公司提供了“物联网技术”资料，深圳艾富迪公司提供了 RFID Demo 读写程序，李凤玲同学为本书的排版及绘图工作付出了辛勤的劳动。另外，本书还参考了大量的国内、外作者的有关研究成果，在此一并表示衷心的感谢。最后特别感谢我的爱人及女儿在我编写这本书过程中对我的精心照顾。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请各位专家与读者批评指正。

作者联系方式：mzq_008@163.com。

米志强

2011 年 1 月于长沙月牙山

第1章 RFID 技术概述

1.1 认识 RFID 技术	(3)
1.1.1 什么是 RFID?	(3)
1.1.2 RFID 技术的特征	(4)
1.1.3 日常生活中的 RFID 技术	(4)
1.2 RFID 识别技术与其他自动识别技术	(9)
1.3 RFID 概述	(13)
1.3.1 RFID 简史	(13)
1.3.2 RFID 系统的组成	(14)
1.3.3 RFID 的类型	(15)
1.3.4 RFID 系统成本的构成	(18)
1.4 RFID 技术的发展	(19)
1.4.1 全球 RFID 产业发展现状	(19)
1.4.2 RFID 技术的发展趋势	(22)
1.4.3 RFID 应用的发展方向	(27)
1.4.4 RFID 技术面临的问题	(28)
1.5 实训与实践	(29)
1.5.1 实训目的及要求	(29)
1.5.2 实训任务	(29)
1.6 习题	(30)

第2章 RFID 技术基础

2.1 RFID 技术基础之频谱基础知识	(32)
2.1.1 无线电信号的特性	(32)
2.1.2 电磁波的应用	(33)
2.1.3 电磁波频谱的划分与分配	(34)
2.1.4 RFID 工作频率的分类	(36)
2.1.5 RFID 的技术特点及相关管理规则	(38)
2.2 RFID 技术基础之天线的基本知识	(40)
2.2.1 RFID 天线概述	(40)
2.2.2 RFID 天线基础知识	(41)

2.2.3	RFID 天线的分类	(42)
2.2.4	RFID 天线的性能要求	(48)
2.2.5	RFID 天线的应用部署	(56)
2.2.6	RFID 天线的制造工艺	(57)
2.2.7	RFID 天线的设计	(57)
2.3	实训与实践	(60)
2.3.1	实训目的及要求	(60)
2.3.2	实训任务	(60)
2.3.3	实验步骤	(60)
2.4	习题	(61)

第3章 RFID 的频率标准与技术规范

3.1	RFID 标准概述	(63)
3.1.1	RFID 标准简介	(64)
3.1.2	RFID 标准的分类	(65)
3.1.3	常用的 RFID 标准	(65)
3.1.4	RFID 标准化组织	(66)
3.1.5	制定 RFID 标准的推动力	(67)
3.1.6	RFID 标准多元化的原因	(67)
3.1.7	各国的 RFID 频段规范	(68)
3.2	ISO/IEC 的相关标准	(69)
3.2.1	ISO/IEC 的相关标准概述	(69)
3.2.2	UHF 频段空中接口标准的 ISO/IEC 18000 标准系列	(71)
3.3	EPC 的相关标准	(73)
3.3.1	EPCglobal 概述	(73)
3.3.2	EPC 系统的特点	(74)
3.3.3	EPCglobal 标准总览	(74)
3.3.4	EPCglobal 标签的分类	(81)
3.4	UID 的相关标准	(82)
3.4.1	UID 中心简介	(82)
3.4.2	T-engine 论坛	(82)
3.4.3	泛在 ID	(83)
3.4.4	UID 电子标签体系	(85)
3.5	各标准之间的关系与比较	(86)
3.6	我国 RFID 标准的现状	(89)
3.7	RFID 标准化存在的问题	(89)
3.8	实训与实践	(90)
3.8.1	实训目的及要求	(90)
3.8.2	实训任务	(90)

3.8.3 实验分析	(91)
3.9 习题	(91)

第4章 RFID系统的构成及工作原理

4.1 RFID系统构架	(94)
4.2 RFID编码、调制与数据校验	(99)
4.2.1 RFID编码	(99)
4.2.2 RFID调制	(104)
4.2.3 RFID数据校验	(110)
4.3 RFID系统的基本原理	(113)
4.3.1 基本工作原理	(113)
4.3.2 电感耦合系统	(114)
4.3.3 电磁反向散射系统	(116)
4.3.4 声表面波电子标签的识别原理	(117)
4.4 实训与实践	(120)
4.4.1 实训目的及要求	(120)
4.4.2 实训任务	(120)
4.4.3 实验步骤	(121)
4.4.4 实验分析数据	(124)
4.5 习题	(126)

第5章 RFID系统的体系结构和中间件

5.1 RFID系统的体系结构	(128)
5.1.1 RFID体系结构的组成元素	(129)
5.1.2 RFID系统的体系结构的功能	(129)
5.1.3 RFID体系结构的标准	(132)
5.1.4 读写器的管理	(134)
5.2 RFID软件系统	(135)
5.2.1 RFID系统的前端软件	(135)
5.2.2 RFID系统的后端软件	(136)
5.2.3 RFID系统的其他软件	(137)
5.3 RFID中间件	(138)
5.3.1 RFID技术的神经中枢——中间件	(138)
5.3.2 RFID网络框架及中间件的系统功能	(139)
5.3.3 RFID中间件系统的实现原理	(146)
5.3.4 RFID应用层事件规范	(151)
5.4 RFID中间件产品	(158)
5.4.1 SUN RFID中间件解决方案	(158)
5.4.2 IBM RFID中间件解决方案	(163)

5.4.3 国内 RFID 中间件的发展情况	(166)
5.5 实训与实践	(167)
5.5.1 实训目的及要求	(167)
5.5.2 实训任务	(167)
5.5.3 实验步骤	(167)
5.6 习题	(171)

第 6 章 RFID 系统中的安全和隐私管理

6.1 RFID 的安全和隐私问题	(174)
6.1.1 RFID 系统的安全和隐私威胁涉及的对象	(175)
6.1.2 RFID 系统的安全威胁	(176)
6.1.3 RFID 系统的隐私威胁	(177)
6.2 RFID 的安全技术基础	(178)
6.2.1 密码学基础	(178)
6.2.2 射频识别中的认证技术	(184)
6.3 RFID 的安全及隐私分析	(185)
6.4 RFID 系统的攻击方式	(188)
6.5 RFID 的安全层次分析及安全解决方案	(191)
6.5.1 RFID 的安全与隐私技术	(191)
6.5.2 当前各种技术之间的比较	(196)
6.5.3 在 RFID 安全与隐私的关键技术中存在的几个限制因素	(196)
6.6 基于分级的 RFID 隐私保护	(197)
6.7 实训与实践	(200)
6.7.1 实训目的及要求	(200)
6.7.2 实训任务	(200)
6.7.3 RFID 门禁管理系统的安装与管理	(200)
6.8 习题	(207)

第 7 章 RFID 系统的关键技术

7.1 RFID 系统中的防碰撞技术	(210)
7.1.1 RFID 防碰撞技术简介	(210)
7.1.2 ALODA 的防碰撞技术	(213)
7.1.3 二进制树搜索防碰撞技术	(215)
7.1.4 UHF 频段 RFID 系统的防碰撞方案	(218)
7.1.5 阅读器的防碰撞技术	(223)
7.2 RFID 系统中的定位技术	(229)
7.2.1 RFID 定位技术概述	(229)
7.2.2 RFID 无线定位方法	(231)
7.2.3 改进 Monte Carlo 定位算法	(234)

7.3 RFID 系统的测试技术	(235)
7.3.1 RFID 系统的测试技术概述	(235)
7.3.2 RFID 系统测试的流程、规范和方法	(237)
7.3.3 RFID 测试中心	(243)
7.4 RFID 贴标技术	(245)
7.4.1 RFID 标签贴标的影响因素	(245)
7.4.2 RFID 标签贴标的位置要求	(249)
7.4.3 智能标签“打印粘贴(Print & Apply)”方法	(251)
7.4.4 自动化的工业生产	(251)
7.4.5 智能标签检验	(252)
7.4.6 人工贴标出货	(252)
7.5 习题	(253)

第 8 章 EPC 与物联网技术

8.1 EPC 的基础知识	(256)
8.1.1 EPC 的基本概念	(256)
8.1.2 EPC 系统的构成	(256)
8.1.3 EPC 技术的优势	(257)
8.1.4 EPCglobal 组织	(258)
8.2 EPC 编码	(259)
8.2.1 EPC 编码原则	(260)
8.2.2 EPC 编码关注的问题	(260)
8.2.3 EPC 编码结构	(261)
8.2.4 EPC 编码类型	(261)
8.2.5 EPC 编码数据结构	(264)
8.2.6 EPC 数据的 URI 表示	(273)
8.2.7 EAN 编码和 EPC 编码的相互转换	(276)
8.3 EPC 系统的网络技术	(278)
8.4 EPC 系统中的对象名称解析服务	(281)
8.4.1 ONS 概述	(281)
8.4.2 ONS 的工作原理与层次结构	(282)
8.4.3 ONS 的工作流程与查询步骤	(284)
8.4.4 ONS 查找算法的设计	(288)
8.5 EPC 系统中的实体标记软件语言 PLM	(289)
8.5.1 PML 的概念及组成	(290)
8.5.2 PML 服务器	(291)
8.5.3 PML 的设计	(294)
8.5.4 PML 的应用	(295)
8.6 物联网技术与应用	(297)

8.6.1	物联网概述	(297)
8.6.2	物联网的体系架构	(302)
8.6.3	物联网的关键技术	(304)
8.6.4	物联网的应用	(305)
8.6.5	物联网仍然存在的技术问题	(306)
8.7	习题	(307)

第9章 基于RFID的数字化仓库管理系统的设计与实现

9.1	现代仓储管理系统	(311)
9.2	基于RFID的数字化仓库管理系统的原理	(314)
9.2.1	基于RFID的数字化仓库管理系统的体系结构	(314)
9.2.2	基于RFID的数字化仓库管理系统的组成	(314)
9.2.3	基于RFID的数字化仓库管理系统的功能	(315)
9.2.4	基于RFID的数字化仓库管理系统的业务流程	(316)
9.3	基于RFID的数字化管理系统的设计	(319)
9.3.1	系统设计目标	(319)
9.3.2	系统结构设计	(320)
9.3.3	系统功能设计	(323)
9.3.4	系统业务流程设计	(324)
9.4	基于RFID的数字化卷烟仓库管理系统的实现	(327)
9.4.1	系统开发工具	(327)
9.4.2	服务器消息处理子系统的实现	(327)
9.4.3	出库管理模块的实现	(329)
9.4.4	叉车电子货位导航子系统的实现	(332)
9.5	实训与实践	(336)
9.5.1	实训目的及要求	(336)
9.5.2	实训任务	(337)
9.5.3	基于RFID技术的超市收银应用系统的构建	(337)
9.6	习题	(339)

第10章 基于RFID无线传感网的供应链物流管理的应用

10.1	无线传感网与供应链管理	(341)
10.1.1	供应链管理概述	(341)
10.1.2	无线传感网概述	(345)
10.2	RFID与无线传感网技术的融合	(347)
10.2.1	RFID与无线传感网技术	(347)
10.2.2	基于无线传感网和分级RFID技术融合的物流跟踪监控	(350)
10.3	基于RFID无线传感网的供应链物流管理的集成	(353)
10.3.1	RFID技术对供应链管理的影响	(353)

10.3.2	RFID 和 UCR 技术对全球供应链的透明化管理	(355)
10.4	基于 RFID 无线传感网的肉制品加工可追溯管理系统	(361)
10.4.1	系统概述	(361)
10.4.2	系统实现流程	(362)
10.4.3	系统实施的意义	(363)
10.5	基于 RFID 无线传感网的酒类防伪系统	(364)
10.5.1	系统概述	(364)
10.5.2	系统意义	(365)
10.5.3	系统方案设计	(365)
10.6	实训与实践	(367)
10.6.1	实训目的及要求	(367)
10.6.2	实训任务	(368)
10.6.3	基于 RFID 技术集装箱堆场管理系统的应用	(368)
10.7	习题	(372)

参考文献

第1章

RFID 技术概述

职业能力要求

- 专业能力：掌握 RFID 技术的概念及在日常生活中的典型应用；掌握 RFID 系统的组成及类型；了解 RFID 技术的产业发展现状，了解 RFID 技术的发展趋势及主要应用方向；掌握 RFID 技术应用面临的问题。
- 社会能力：能敏感观察日常生活中的新技术的应用，能快速应用新技术。
- 方法能力：良好的自学能力，对新技术有学习、钻研精神，有较强的实践能力。

学习目标

- 掌握日常生活中应用的 RFID 技术；
- 掌握 RFID 系统的组成及其特点；
- 了解 RFID 技术的发展现状及趋势；
- 了解 RFID 技术发展面临的问题。



引导案例 1-1 门票高效防伪打击造假，“世博芯”带你畅游

上海世博会自开幕以来，累计接待游客已突破 1200 万人次，这意味着已经有 1200 多万张世博门票经过验票闸机，带领游客们展开世界之旅。主办方统计显示，仅有几位游客因门票弯折或损害得特别厉害而被挡在门外。世博门票设计制造方上海华虹集团的副总裁陈剑波说：“可以说，是‘世博芯’这一具有自主知识产权的核心技术，让世博门票通过了入园大考。”

更令人高兴的是，“世博芯”是首次对射频识别技术（RFID 技术）进行大规模的综合应用，这也为“后世博时代”提供了各种可能性。在上海世博会组织者举办的一次主题活动上，专家们一起畅想了“世博芯”的未来。

（1）假票，无处可藏。

【现场】昨天一开园，在后滩出入口处，游客将世博门票（如图 1-1 所示）轻轻插入闸机，不到 1 秒钟，闸机吐出的门票两侧便出现了条状的“2010EXPO”压痕，闸机随即打开，游客顺利入园。

这么普通的场景，背后却是门票内“世博芯”所含的高科技，其中，高度防伪是它最大的特点。陈剑波表示，防伪关键在于每张门票内的“世博芯”都有唯一一组编码，验票闸机通过识别编码来验证门票、开启闸机。“有人说，只要破解编码程序，就能造出门票——但这也是不可能的。”华虹智能卡系统公司总经理范恒补充，“每张门票的编码加密方式都不一样，这样不仅能保证门票的独一无二，更能有效防止恶意破解和篡改”。依靠编码的双重防伪措施，上海世博会迄今为止没有出现真正意义上的假票。

【未来】“将来，也许就不会有假的演唱会门票了。”专家表示，通过此次“世博芯”

射频识别 (RFID) 技术与应用

的大范围使用,证明我国的 RFID 技术已经相当成熟,可以运用到其他门票中,尤其适用于演唱会、音乐会等单价较高的票务。据介绍,目前不法分子伪造门票的手段千奇百怪,而且有些伪造手段的成本并不低。但因为演唱会等门票的本身价格就比较高,加上市场需求又大,使得不法分子觉得有利可图,从而铤而走险。但 RFID 的技术门槛很高,编码方式又复杂,令不法分子望尘莫及,而且有关方面已经开发出针对含 RFID 技术门票的验票终端机,购买者只要将票在终端机上一刷,不用使用门票就能分辨出真伪来。



图 1-1 上海世博门票

(2) 人流,及时疏导。

【现场】9 时刚过,乘坐地铁 7 号线前往世博园的房女士一家听到地铁广播:“目前长清北路出入口人流拥挤,建议游客选择其他出入口入园。”每天,不论在家中、公交车内还是地铁上,公众都能通过电视、广播获取世博园的实时入园人数及各大出入口情况。但在园区出入口,从没见过安检人员清点人数。这些数据又是怎么得到的呢?

“这也是‘世博芯’的功劳。”陈剑波解释“世博芯”的另一个功能是统计,可以将入园信息即时传递到园区指挥部,然后发布给公众。依靠这些数据还能疏导客流,“当一个大型的旅行团安检入园时,指挥中心会收到团队票内的‘世博芯’从入园闸机传回的数据;如果此时同一出口的散客较多,指挥部就会立刻安排大巴将游客运往较为清闲的入口。”

【未来】“地铁出入口不再拥堵”或许也能在 RFID 技术的帮助下成为可能。目前,上海对部分地铁站在部分时段实行限流,一个重要原因在于没有其他疏导方式,只能采取不让进站的“一刀切”模式。但如果将统计功能加入交通卡,有关方面就能通过用广播提醒、短驳车转移等方式让游客从不同出入口进站。专家表示,交通卡内已经采用了 RFID 技术,实现非接触刷卡进站。以后,只要稍稍对进出闸机和芯片进行完善,就能实现地铁出入闸机的数据实时统计功能,且 2 分钟刷新一次,将数据及时发送至服务中心,可为运营单位采取疏导措施提供依据。

(3) 卡纸,环保耐用。

【现场】下午,零星飘起的细雨打湿了游客手中的纸质世博门票,却没有影响他们的入园速度。很多游客说,门票上的两道压痕不仅能帮助区别门票是否使用过,也给他们留下了上海世博会的特有标记,实用又美观。

但在专家眼里,采用纸质的门票及压痕的区别方式还有另一层含义,那就是绿色环保技术在票证上的使用。“世博芯”的大小只有 1 平方毫米,厚度更是和打印纸差不多,因此就能将它藏在硬卡纸中。选用能在自然环境中自然降解的硬卡纸,放弃传统票证的塑料材质,通过小身材的“世博芯”为上海世博会带来了更加绿色的门票。而压痕的设计不同于以往的打洞方式,一个重要的原因在于能避免产生纸屑,既保持入口处的环境整洁,又减轻保洁人员的负担。

【未来】如今，各种票证五花八门，一些商场、餐馆也提供打折卡、优惠卡、购物卡等消费卡。这些消费卡往往受限于芯片的大小和厚度，即使是一次性使用的卡也采用了塑料材质，废弃后会产生大量污染物。但世博门票的实践为消费卡提供了新的可能，即不论是制作材料还是印证方式，都能采取更加绿色的手段。专家还透露，世博门票的制作成本并不高，甚至低于一些考究的塑料消费卡，这也为绿色卡的全面推广提供了基础。

（资料来源：解放日报）

【案例分析与讨论】

- (1) “世博芯”是采用什么技术实现的？
- (2) “世博芯”的门票是如何进行防伪打假的？请设想一下未来的演唱会门票会是怎样的？

1.1 认识 RFID 技术

1.1.1 什么是 RFID？

RFID 是 Radio Frequency Identification 的缩写，即无线射频识别。它常称为感应式电子晶片或近接卡、感应卡、非接触卡、电子条码等，俗称电子标签或应答器。

一套完整的 RFID 系统通常由三部分组成：电子标签（Tag），读写器（Reader）及数据库系统或数据控制与管理中心。电子标签也称应答器（Transponder），或称数据载体（Data Carrier）。读写器通过通信技术和网络系统与数据库系统相连接。数据库系统主要完成数据信息的储存及管理，可能是简单的小型数据库，也可能是通过网络连接的，分布在全球各地的、多级分层次的大型集中 ERP 数据库。RFID 系统将电子标签安置在被追踪的对象内，电子标签带有各个被追踪对象的唯一的、不可更改的编码和相关数据。读写器则通过电子信号完成对电子标签的识别与信息获取，实现对被追踪对象的追踪、检测、识别、采集数据和控制。

RFID 是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，可快速地进行物品追踪和数据交换，且其识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便，为 ERP、CRM 等业务系统的完美实现提供了可能，并且能对业务与商业模式有较大的提升。

RFID 是一种具有突破性的技术。第一，它可以识别单个且非常具体的物体，而不是像条形码那样只能识别一类物体；第二，它采用无线电射频，可以透过外部材料读取数据，而条形码必须靠激光来读取信息；第三，它可以同时对多个物体进行识读，而条形码只能一个一个地读。此外，它储存的信息量也非常大。

RFID 的应用非常广泛，目前其典型应用有动物晶片、汽车晶片防盗器、门禁管制、停车场管制、生产线自动化、物料管理等。RFID 技术在仓储中的应用如图 1-2 所示。

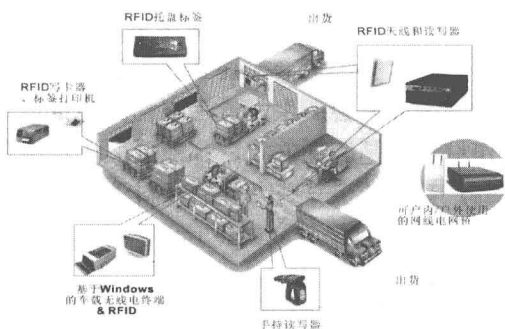


图 1-2 RFID 技术在仓储中的应用

1.1.2 RFID 技术的特征

(1) 数据的无线读写 (Read Write) 功能。只要通过 RFID Reader 即可不需接触, 直接读取信息至数据库内, 且可一次处理多个标签, 并可以将物流处理的状态写入标签, 供下一阶段物流处理使用。

(2) 形状容易小型化和多样化。RFID 在读取上并不受尺寸大小与形状的限制, 不需为了读取精确度而配合纸张的固定尺寸和印刷品质。此外, RFID 电子标签更可往小型化发展并应用于不同产品中, 因此, 它可以更加灵活地控制产品的生产, 特别是在生产线上的应用。

(3) 耐环境性。RFID 对水、油和药品等物质具有很强的抗污性, RFID 在黑暗或脏污的环境之中, 也可以读取数据。

(4) 可重复使用。由于 RFID 为电子数据, 可以反复被读写, 所以可以回收标签进行重复使用。

(5) 穿透性。RFID 若被纸张、木材和塑料等非金属或非透明的材质包覆, 也可以进行穿透性通信, 但若是铁质金属, 则无法进行通信。

(6) 数据的记忆容量大。数据容量会随着记忆规格的发展而扩大, 未来物品所需携带的资料量越来越大, 对卷标所能扩充容量的需求也增加, 而 RFID 不会受到限制。

(7) 系统安全。将产品数据从中央计算机中转到工件上将为系统提供安全保障, 从而大大地提高系统的安全性。

(8) 数据安全。通过校验或循环冗余校验的方法可保证射频标签中存储数据的准确性。

1.1.3 日常生活中的 RFID 技术

1. RFID 防伪技术在第二代身份证上的应用

第一代身份证采用印刷和照相翻拍制作的卡芯塑封而成, 防伪能力极差, 虽然经过改良, 但是仍然不能满足社会发展的需求, 因此在使用了一段时间以后停止发行。现在使用的是由我国自主研发的专用 RFID 芯片技术制成的第二代居民身份证 (以下简称二代证)。二代证给我们的生活带来了许多便捷, 同时也增加了多种防伪技术, 彻底杜绝了非法个人或组织造假行为, 可维护和谐的社会秩序, 有利于预防和打击违法犯罪活动。

相比于一代证的视读方式, 二代证最根本的变革是拥有视读和机读两种方式, 其机读功能是通过嵌入在身份证中的微晶芯片模块实现的, 由多个芯片封装集成。这种芯片可以适应零下几十摄氏度到零上四十多摄氏度的温差跨度; 它具有良好的兼容性, 可在商场、

酒店、机场及公安系统中顺利通过机器读取其芯片内的数据库内容；它同时还具有很强的耐磨性，可以满足天天使用的强度，还能应付人为或非人为的破坏等。

二代证实际上是符合 ISO/IEC14443 TYPE B 协议的射频卡，公安部门可以通过阅读器对卡内信息进行更新而不必重新制卡，二代证的另一个重要优势在于防伪性好，它和阅读器之间的通信是经过加密的，其破解的技术和资金门槛都相当高，从而可以在相当大的程度上防止对它的伪造和篡改。如图 1-3 所示为带有 RFID 芯片的二代证及读写设备。

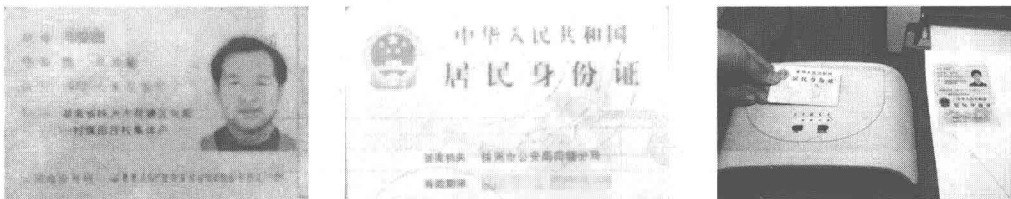


图 1-3 带有 RFID 芯片的二代证及读写设备

2. 典型应用——汽车防盗

用 RFID 技术可以保护和跟踪财产。例如，将应答器（也称电子标签）贴在物品（如计算机、文件、复印机或其他实验室用品）上面，使得公司可以自动跟踪、管理这些有价值的财产，如可以跟踪发现一个物品从某一建筑里离开，或是用报警的方式限制物品离开某地，结合 GPS 系统，利用应答器还可以对货柜车、货舱等进行有效跟踪。

汽车防盗是 RFID 技术的较新应用。现已开发出足够小的应答器，且能够将其封装到汽车钥匙里。该钥匙中含有特定的应答器，而在汽车上装有阅读器（也称读写器或读取器）。当钥匙插入到点火器中时，阅读器能够辨识钥匙的身份。如果阅读器接收不到射频卡（也称电子标签）发送来的特定信号，汽车的引擎将不会发动，使用这种电子验证的方法，汽车的中央计算机也就能容易地防止短路点火。目前，很多品牌的汽车已经应用了 RFID 汽车防盗系统，如图 1-4 所示。

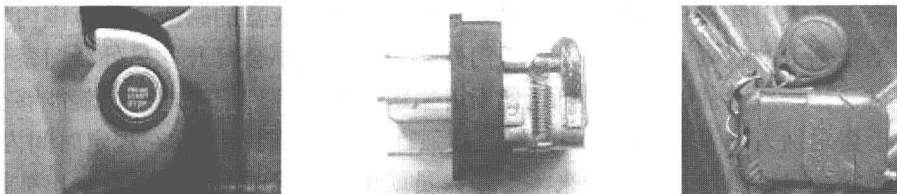


图 1-4 RFID 汽车防盗系统

在另一种汽车防盗系统中，司机自己带有一个应答器，其作用范围在司机座椅的 44~45cm 以内，而阅读器安装在座椅的背部。当阅读器读取到有效的 ID 号时，系统将发出信号，然后汽车引擎才能启动；该防盗系统还有另一个强大功能，即如果司机离开汽车，并且车门敞开、引擎也没有关闭，那么这时阅读器就需要读取另一个有效的 ID 号，假如司机将该应答器带离汽车，则阅读器不能读到有效 ID 号，引擎便会自动关闭同时触发报警装置。这种应答器也可用于家庭和办公室。

RFID 技术还可应用于寻找丢失的汽车。在城市的各个主要街道装载 RFID 系统，只要车辆带有应答器，当其路过时，该汽车的 ID 号和当时时间都将被自动记录下来，并被送至城市交通管理中心的计算机。除此之外，警察还可驾驶若干带有阅读器的流动巡逻车，以便更加方便地监控车辆的行踪。

3. 基于 RFID 技术的远距离识别停车场管理系统

该停车场管理系统(如图1-5所示)借助远距离无源射频识别技术,可有效防止人为因素给停车场管理带来的破坏和干扰,实现大厦、物业小区停车场的智能化科学管理,并可控制费用流失,提高运营效率,确保车辆安全。

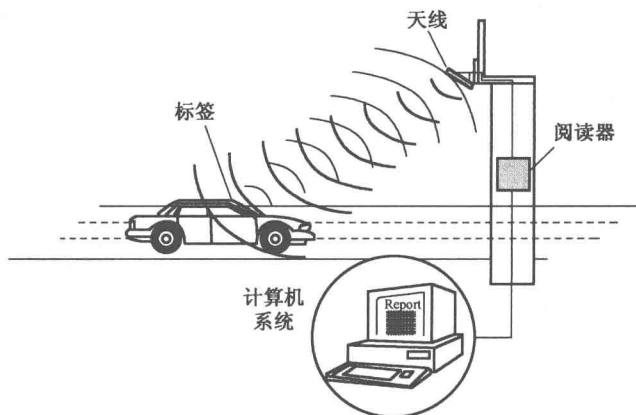


图 1-5 基于 RFID 技术的远距离识别停车场管理系统示意图

基于 RFID 技术的远距离识别停车场管理系统是目前世界上最先进的停车场自动化管理方式之一,是停车场管理方式发展的趋势,它的安全、稳定、自动化程度是人工管理或近距离识别系统无法达到的。其不可仿制性、抗干扰性、抗击打性、快速识别性、智能鉴别性毫无疑问地会给各类停车场的管理提供一个全新的解决方案。本系统能够实现进出完全不停车,自动识别、自动登记、自动放行等功能,其后台管理软件具备实施查看进出车辆信息、进出时间查询、报表、缴费记录查询、信息提醒等多项功能。

4. 门禁管理系统

门禁管理系统安装在厂内各主要部门的门上,每个部门可设定进入该部门的工作人员范围。只要工作人员凭授权的感应卡在需要通过的门的感应器的感应距离范围内晃过,系统就会自动识别卡的权限,如权限允许,门开启,否则门不会打开。另外,门禁管理系统上还有键盘,在感应卡被读写后,可让使用者用键盘密码开启门锁,这样就能够有效地防止不法分子盗用别人的卡非法进入。如果门被强行打开,或门打开后在规定时间内未关上,门禁管理系统会自动报警。这样一来,工作人员就可凭自己的感应卡任意进出被授权的通道,而对于外来的访客,则建议通过内部出门按钮开门。

5. RFID 适用的行业

其实在目前的一般消费市场上已经有大量 RFID 的应用了,其中最具代表性的就是公交一卡通。公交一卡通可以用做地铁、公车、部分停车场的收费机制,预计以后它还可以有更多的应用。但公交一卡通其实并未将 RFID 的便利性发挥到极致,以下将介绍目前及未来 RFID 可能得到发展的应用场合。

(1) 零售流通产业。常常受不了在大卖场结账时大排长龙吗?如果每个商品上都贴有 RFID 标签,只要将整个购物车推过一道装有感应器的门,即可瞬间完成结账,既方便又有效率。RFID 应用于零售流通产业的结账卡的示例如图1-6所示。

虽然这种便利的付费方式因为成本原因尚未普及,但零售业者及制造商已经开始在这方面尝试应用 RFID 技术了。全球最大的零售商 Wal-Mart 在 2003 年 11 月举行的供应厂商