

RFID
TECHNOLOGY
BOOKS

RFID 技术丛书

无线射频识别 (RFID) 系统技术与应用

》》 慈新新 王苏滨 王硕 编著

RFID



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TN911.23

18

2007

RFID 技术丛书

无线射频识别 (RFID) 系统技术与应用

慈新新 王苏滨 王 硕 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

无线射频识别 (RFID) 系统技术与应用 / 慈新新, 王苏滨, 王硕编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2007.7

(RFID 技术丛书)

ISBN 978-7-115-16004-1

I. 无... II. ①慈...②王...③王... III. 无线电信号—射频—信号识别 IV. TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 040768 号

内 容 提 要

无线射频识别技术 (RFID) 是一种综合了无线电、芯片制造及计算机技术而产生的一种崭新的自动识别形式, 它正在迅速走进我们的日常生活。本书介绍了无线射频识别技术的工作原理和应用领域, 介绍了 RFID 系统的组件、协议和标准, 特别侧重于阐述 RFID 技术的项目实施。通过当前物流业最基本的“贴一发” (slap and ship) 型应用实例, 由浅入深地引领读者从设计、确定标准和选型、制订实施方案到实现, 逐步了解实施一个实际 RFID 项目的具体过程和步骤, 对可能遇到的问题提出了解决方法。

本书内容丰富, 实用性强, 可供从事射频识别工作的工程技术人员作为工作中的参考书, 也可以作为高等院校物流、通信、自动识别专业高年级学生和研究生教学参考用书。

RFID 技术丛书

无线射频识别 (RFID) 系统技术与应用

- ◆ 编 著 慈新新 王苏滨 王 硕
责任编辑 王小明
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.5
字数: 306 千字
印数: 1—4 000 册
- 2007 年 7 月第 1 版
2007 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16004-1/TN

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

《RFID 技术丛书》编委会

主 任

张胜利

委 员

刘 岩 谢飞波 谢远生 李海清

王晓丹 尹纪新 李景春 郑维强

杜廷山 李 建 周鸿顺 阚润田

周晓光 慈新新

前 言

无线射频识别 (RFID) 技术也许是人们对其前景最为看好的技术之一, 有人称其为一项具有革命性的技术。RFID 的应用领域广泛, 发展迅速, 正在逐步走向成熟。2004 年初, 美国 CNN 公布当年对人类生活产生巨大影响的十项技术中, RFID 位列第三。2005 年 RFID 被著名 IT 技术咨询公司 Gartner 列为当年十大热门技术之一。

著名咨询机构 In-Stat2006 年的调查报告显示, 2005 年中国市场使用的 RFID 标签 (电子标签) 数量超过 1 亿个。2006 年仅第 3 季度国内 RFID 市场整体规模就达到 7.78 亿人民币, 与去年同期相比增长 37%。据 IDC 最新发布的报告《中国 RFID 跨行业解决方案市场 2006—2010 预测与研究》显示, 2005 年 RFID 跨行业应用总体市场规模为 14.77 亿元人民币。IDC 预测, 到 2010 年 RFID 跨行业应用总体市场规模将达到 298.37 亿元人民币, 2005~2010 年的复合年平均增长率高达 82.4%。IDC 的分析师指出, 中国的 RFID 应用市场已经经过了导入期, 进入初级应用阶段。在这一阶段 RFID 的频率以低频和高频为主, 应用多种多样并且技术已经成熟。我国国内目前 RFID 的应用覆盖了政府、物流行业 (含邮政)、制造业、交通运输业、通信业等多个行业, 超高频 RFID 主要应用领域包括供应链 (含制造、交通运输与物流、零售)、人员票据管理、资产管理和车辆管理等。

RFID 技术带来的经济效益也开始呈现在世人面前。产品包装带有 RFID 标签的企业在国际上具有明显的竞争优势。是否具有“RFID 能力”已经成为衡量企业竞争力的新标准。美国大型零售商沃尔玛 (Walmart) 每年在中国要采购数十亿美元的商品, 但供货商要供货给它, 必须在外包装上使用 RFID 标签。随着 RFID 应用规模的扩大, RFID 标签的价格也在不断下降。沃尔玛货箱及托盘上的 RFID 标签现在已经降到 13 美分至 15 美分之间, 其最终目标是降至 5 美分以下。中国作为世界制造大国, 为适应与国际接轨的需要, 越来越多的厂商都需要关注 RFID 这项技术的实施和应用情况。

RFID 是结合了无线电、芯片制造及计算机等多学科的新技术, 是自动识别技术的一种全新形式。RFID 小可用于门禁控制、文件管理; 大可用于提高供应链的可视化程度, 确保国家、军队的物资供应; 日常生活中可用于身份识别、电子付费; 生产中可用于装配线的自动化。

目前, 我国国内有关射频识别方面的书籍相对较少, 特别是涉及到射频识别应用实施方面的图书更少, 而本书作为一本实用的 RFID 技术实施指南方面的图书, 可以较好地满足读者这方面的需求。

本书介绍了无线射频识别技术的基本工作原理、应用领域, 并通过大量国内外应用案例, 说明如何实施射频识别项目。

本书分为三个部分。第一部分包括第 1 章到第 4 章, 这部分内容结合射频识别的发展历程和组成说明 RFID 的基本技术原理。强调 RFID 技术必须能够解决企业工作流程中当前存在的迫切需要解决的实际问题, 如降低人力成本及提高数据采集的可靠性。这部分还将给出一些 RFID 应用实例及它们为企业和最终用户带来的实际效益。

第二部分包括第 5 章到第 9 章, 这部分内容说明如何实施 RFID 项目。介绍了怎样将射

频识别技术与业务结合，哪些类型的 RFID 应用能够给企业带来实际收益；并通过目前使用最广泛的标签“贴一发”型应用的具体实现使读者对 RFID 实施有明确的认识。这部分还阐述了 RFID 成本估算、效益分析及实施方法、相关标准、产品及厂商选择等。此外，还给出了完成 RFID 项目的有效方法步骤。这部分是本书的重点。

第三部分包括第 10 章到第 12 章，这部分内容从现实的角度出发讨论发展前景，阐明了各种外部因素对 RFID 技术发展的影响，这些因素包括文化、习惯、条例以及消费者关注的安全、工作频率和隐私等。另外，还对当前国内在 RFID 技术应用方面遇到的主要问题进行了分析。这部分也提供了一些围绕 RFID 实施的趋势预测，包括标签功能设计到企业应用模式的创新等内容。

为了方便读者，本书还在附录中提供了国内 RFID 相关单位与部分厂商名录、国外部分 RFID 厂商以及 RFID 英文术语。

美国明尼苏达大学慈向荣博士对本书编写提供了非常有价值的建议和资料，并对第二部分的一些章节给出了详细的意见，在此表示衷心的感谢。

谨将本书献给所有对射频识别技术有兴趣的人们。

由于本书的编写时间有限，书中难免存在谬误，敬请各位读者指正。电子邮件请发到：
xinxinci@hotmail.com。

作 者
2007.1

目 录

第一部分 无线射频识别技术概述

第 1 章 无线射频识别技术介绍	2
1.1 什么是无线射频识别技术	2
1.2 RFID 的应用实例	3
1.3 无线射频识别技术的发展过程	6
第 2 章 无线射频识别系统的组成和原理	9
2.1 无线射频识别系统的基本原理	9
2.2 RFID 系统中的硬件组件	11
2.2.1 RFID 标签	11
2.2.2 识读者	13
2.2.3 天线	15
2.2.4 主机	15
2.3 RFID 系统中的软件组件	16
2.3.1 RFID 系统软件	16
2.3.2 RFID 中间件	17
2.3.3 主机应用程序	17
2.3.4 EPC Global 网络	18
2.4 RFID 识读者简单应用示例	19
第 3 章 无线射频识别技术在应用方面的限制	22
3.1 RFID 技术在应用中受到的限制	22
3.2 影响无线射频识别系统工作的因素	22
3.2.1 开放电磁环境的影响	22
3.2.2 材料对 RFID 应用的影响	23
3.2.3 识读者之间的相互影响	24
3.2.4 标签识读率问题	25
3.2.5 技术不成熟的影响	25
第 4 章 无线射频识别技术相关标准	27
4.1 RFID 标准体系与相关组织	27
4.1.1 标准的作用	27
4.1.2 3 个主要的 RFID 技术标准体系	28
4.1.3 其他标准化组织	30
4.2 ISO/IEC 相关标准	30
4.3 EPC Global 相关标准	33
4.3.1 EPC Global 概述	33
4.3.2 电子产品编码 (EPC)	38

4.3.3 EPC 网络架构	39
4.3.4 标签与空中接口	39
4.3.5 EPC Global GEN2 空中接口协议	40
4.4 泛在 ID 中心相关标准	42
4.4.1 Ucode 编码	42
4.4.2 Ucode 标签	43
4.5 国内相关标准	44
4.6 RFID 频率使用现状	45

第二部分 无线射频识别系统的实现

第 5 章 标签与标签协议	48
5.1 标签功能、特性与接口	48
5.1.1 标签的基本功能	48
5.1.2 物理特性	49
5.1.3 电源	49
5.1.4 空中接口	49
5.1.5 信息存储和处理能力	52
5.2 标签协议	53
5.2.1 标签内的数据	53
5.2.2 单一化和防冲突过程	57
5.2.3 标签的安全与隐私功能	63
5.2.4 标签通信的故障定位	64
第 6 章 识读器和识读者协议	65
6.1 RFID 识读器的组成与配置	65
6.1.1 RFID 识读器的物理组件	65
6.1.2 RFID 识读者逻辑部件	66
6.1.3 识读器的类型	67
6.1.4 识读器和天线的布局	67
6.1.5 配置识读者	69
6.2 识读者协议	69
6.2.1 识读器的组成部分	69
6.2.2 开发商协议	70
6.2.3 EPC Global 协议概况	71
6.2.4 未来的协议	74
第 7 章 中间件与信息服务	76
7.1 RFID 中间件	76
7.1.1 使用 RFID 中间件的原因	76
7.1.2 中间件的逻辑结构	77
7.1.3 ALE 规范说明书	78
7.2 信息服务	85

7.2.1	RFID 数据	85
7.2.2	EPC Global 网络	86
7.2.3	对象名服务 (ONS)	87
7.2.4	EPC 信息服务	90
7.3	系统的配置方式	91
7.3.1	3 种配置方式的选择	92
7.3.2	周边管理的能力需求	94
7.3.3	标准和技术	95
第 8 章	射频识别系统技术实施框架	96
8.1	RFID 实施框架	96
8.1.1	RFID 实施框架介绍	96
8.1.2	确定商业性问题	97
8.1.3	定义指导方案	98
8.1.4	制定解决方案与实施	100
8.1.5	维护与改进	102
8.2	成本效益分析	103
8.2.1	效益类型与获益水平	103
8.2.2	成本的组成	104
8.2.3	特定应用的成本效益描述	106
第 9 章	无线射频识别应用的设计与实现	110
9.1	RFID 业务分析	110
9.1.1	贴—发类型应用	110
9.1.2	构造业务案例	111
9.1.3	制订实施方案	119
9.1.4	射频识别应用技术选择的考虑	120
9.2	RFID 应用系统的设计与实现	121
9.2.1	系统结构	121
9.2.2	技术因素	122
9.2.3	经验与建议	137

第三部分 无线射频识别技术的应用与发展

第 10 章	无线射频识别技术的应用实例	142
10.1	射频识别在商业物流中的应用	142
10.2	远距离电子标签的应用	144
10.3	单品标签与业务再造	146
10.3.1	单品标签	146
10.3.2	业务再造与效益	147
10.4	射频识别技术在军事领域的应用	148
10.4.1	目前使用的一些射频识别系统	148
10.4.2	注重实用性	149

第 11 章 制约发展的瓶颈与技术的发展动向 152

11.1 制约瓶颈 152

11.2 RFID 技术发展的对策 154

11.3 RFID 技术发展动向 155

11.3.1 新型标签 155

11.3.2 RFID 对应的网络结构 158

第 12 章 个人隐私与系统安全 161

12.1 关于隐私和安全的问题 161

12.2 RFID 隐私 162

12.2.1 隐私保护措施 163

12.2.2 隐私保护技术 164

12.3 RFID 安全 165

12.3.1 标签 166

12.3.2 识读器 167

12.3.3 RFID 服务 168

12.3.4 企业信息系统 168

附录一 RFID 国内相关单位名录 170

附录二 国外 RFID 部分厂商 175

附录三 RFID 英文术语 180

参考文献 189

第一部分

无线射频识别技术 概述

第 1 章 无线射频识别技术介绍

无线射频识别技术近年来在全球得到了迅速发展，在我们的日常生活中已经出现并且悄悄地产生着影响。那么什么是无线射频识别技术？它有什么用处？它是怎样发展起来的？本书将由浅入深地介绍有关知识，并通过各章的内容使读者逐步了解应如何考虑无线射频识别系统的建设。

1.1 什么是无线射频识别技术

无线射频识别（RFID, Radio Frequency Identification）技术通常是以微小的无线收发器为标签（Tag）来标志某个物体，这个物体在 RFID 技术中常称为对象（Object）。标签上携带有一些关于这个对象的数据信息。作为标签的无线收发器通过无线电波将这些数据发射到附近的识读器（Reader）。识读器可以对这些数据进行收集和处理，并且可以通过计算机和网络处理和传送它们。

射频识别技术的特点是利用无线电波来传送识别信息，不受空间限制，可快速地进行物体追踪和数据交换。工作时，这种电子“标签”与“识读器”的作用距离近可以小于 1cm，远可以达到数十米甚至上百米。通过这种对对象进行非接触式信息采集处理的方式，可实现对各类物体（如设备、车辆和人员）在不同状态（高速移动或静止）下的自动识别，从而实现对对象的自动化管理或控制。由于采用 RFID 电子标签的技术可免除物体跟踪过程中的人工干预，在节省大量人力的同时可以大大提高工作效率，因此对物流和供应链管理具有巨大的吸引力。

射频识别以无线方式进行双向通信，其最大的优点在于非接触，可实现批量读取和远程读取，可识别高速运动物体，可实现真正的“一物一码”。这种系统可以大大简化物品的库存管理，满足信息流量不断增大和信息处理速度不断提高的需要。在物流业飞速发展的今天，无线射频识别技术正以其特有的优势，成为一个耀眼的亮点。

由于在 RFID 标签与识读器之间的这种无接触方式的通信，使得众多需要有效探测、识别、跟踪某些物体的应用成为可能。这些应用已经存在于许多行业中。2004 年，RFID 标签的数量已经达到 15 亿个。而人们预期 RFID 的应用在未来的几年中还将有大幅度的增长。根据预测，到 2008 年全球 RFID 标签的使用将达到 120 亿以上，年增长率将超过 65%，保守一点的估计也认为年增长率可能会超过 45%。

射频识别技术是革命性的，有人称为“在线革命”，即可将所有可能的物品信息通过 RFID 连接到网络上。在可以预见的时间内，RFID 标签将广泛使用，但它可能会与其他的识别方式（如条形码）长期共存。这种射频标签和条形码适用于不同场合，各具优势。对极低成本物品的标识，条形码优势显著。对高速、多目标同时识别的环境，对于实现自动化，无线射

频识别技术则具有明显的优势。

下面将介绍一些如今已经存在于各行业中的 RFID 应用，以帮助读者了解 RFID 技术的用途，评估它的能力，思考 RFID 技术是否可以应用于自己的行业中。

1.2 RFID 的应用实例

本节所述的 RFID 应用实例是从现实生活中选取的一部分典型的应用，它们是已经在实际中应用的，并且正在不断发展。当然，RFID 技术在不同应用中所起的作用是不同的。

1. 电子商品监视（EAS, Electronic Article Surveillance）

这是 RFID 发展早期就开始的一种应用，也是 RFID 技术在安全监控领域最基本的应用之一。在商品上贴附上非常便宜的、只有 1bit 的标签。当商品在特定的安装有识读器的范围内出现时，就会引起报警器报警，或者触发照相机摄像头进行拍摄。在这种应用中，RFID 标签并不需要得到惟一性识别。每年从商店、超市、库房等场所因失窃而遭受的损失据说达数十亿美元，由于失窃造成的缺货还使客户转向其他的商店、其他的制造商，影响到厂商的竞争能力。电子商品监视（EAS）可有效减少或防止盗窃。

现在的电子商品监视中还开始使用专用标签，这些标签在生产时就“放入”产品中。这就创造出了可以自我识别的产品，降低了产品被伪造假冒的风险。这些产品可能会因为使用专用的能认证产品的标签而增加一些成本，所以这种专用标签常用于比较昂贵的商品，如名牌服装、贵重药品等。

2. 文件认证

文件认证使用能进行惟一性识别的标签，以确认附有标签的文件的真实性。例如，会议的邀请函可以附有一个不显眼的嵌入式的 RFID 标签，这就减少了伪造的可能性，也使受邀者能快捷方便地进入会场。

重要的文件使用 RFID 标签进行管理，提高了查找的准确性和查找的速度，也减少了文件丢失的风险。RFID 标签可以记录文件的授权和处理情况。

从邮件包裹的投递到身份证件的识别都可以使用 RFID 标签。它提供了防伪、防造假的措施，也防止了错领错拿的失误。可以预见，这些技术不仅可以用于各级政府部门和军事单位，也能用于企业的日常工作。

3. 门禁控制

RFID 标签可嵌入卡中，如制成标准信用卡的形式或其他类型卡的形式，也可以嵌入钥匙链甚至钥匙中，或其他的载体中。这种标签能进行编程，能对持有者进行惟一性识别，这就可以实现对办公大楼、停车场或者汽车等场所区域的门禁控制。进入这些区域的许可由识读器进行识别、确认和操作。例如，有的人允许进入办公大楼的大厅和某些办公室，却不能进入库房和计算机房。

用于门禁控制的 RFID 标签提供了一种有效的授权方式的访问。这种标签不能被轻易地复制或不经意地毁坏，而对访问规则却可以通过对识读器的编程方便地进行修改，而不需要重新对标签编程。

4. 对儿童、老年人或残疾人的监护

现在，有的游乐园开始提供一种让父母可以跟踪孩子的 RFID 服务，给孩子带上有 RFID

标签的腕带，安装在游乐园内各处的识读器可以监视到这些标签的位置，跟踪标签的移动。父母可以用与孩子 RFID 标签对应的 RFID 标签查询、了解自己的孩子在什么位置，避免孩子走失。

RFID 技术也可以用于对老年人或残疾人的监护，仅在我国北京市，每年都会发生多起老年人离家走失的事情，使用 RFID 标签可以在被监护人离开监护区域时，提醒有关人员及时给予必要的照顾。

RFID 技术可以为医院的病人创造一个更为安全舒适的环境，例如，在医护人员的移动终端上可以通过病人带的有 RFID 标签的腕带，看到数据库中病人的相关数据，如血型、过敏情况、治疗情况，避免发生拿错药或其他失误。

5. 环境的监视

RFID 技术可以与传感器集成在一起用于监视环境条件。RFID 标签与温度传感器集成在一起，可以在肉类运输时感知监视温度的变化，如果温度高于预定的上限，可以向识读器发出警告信息，以防产品变质。RFID 标签与光敏、压力传感器集成在一起，可以探测重要产品的包装完整性。这些标签可以编程、记录环境变化，提供报警信息，以监视货物的运输存储条件。

带有压力传感器的 RFID 标签可用于感知、监视汽车轮胎的气压，汽车仪表板上可显示识读器读出的轮胎气压。

带有传感器的 RFID 标签正在快速变成通用的工具，测量、监视并报告那些影响我们日常生活的环境条件。

6. 电子付费

RFID 技术可用于公路电子收费系统。当装有电子标签的车辆通过收费站时，不需要停车就可自动收取费用，这是非常方便快捷的方法。几年前我国北京的首都机场高速路已经使用了这种技术，2006 年 12 月 31 日起，北京八达岭和京津塘高速路 15 个收费站也开始试用这种基于 RFID 技术的不停车收费系统。由于 RFID 无接触的特点，也可用于公共交通或其他收费情况，不需要找零钱，也减少或消除了排队等候现象。

7. 电子票务

在旅游胜地或体育场馆，使用 RFID 标签，就不需要工作人员用眼睛逐个验票，而且游客可以通过预付款的方式使用带有 RFID 标签的票来购物消费。例如，在西班牙巴塞罗那的巴加海滩俱乐部（Baja Beach Club），一些贵宾（VIP，Very Important Person）成员可以选择通过局部麻醉在左臂上部皮下植入一个小芯片，这个小芯片不仅使这些 VIP 们能快速通过入口，也如同借记卡，可使他们在海滩上无需携带任何钱币或信用卡就能进行消费。

8. 物品跟踪

对物品进行跟踪是 RFID 最常见的应用之一，在工业或商业活动中有助于改进生产处理过程、减少管理成本。库存目录管理是用于工厂、商店、仓库自动记录库存情况的管理手段，虽然也可以采用其他技术手段进行管理，如使用条形码，但是 RFID 标签不用人工扫描就能识别，这就大大减少了操作时间。RFID 标签的识读距离更远，识读可以自动进行。有的 RFID 标签还可以写入新的数据，记录下它的经历。图 1-1 所示是一瓶苏格兰威士忌上的 RFID 标签，

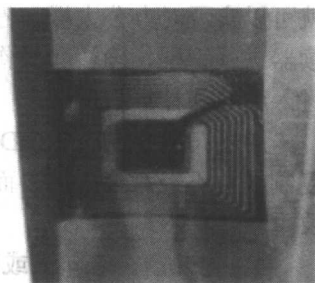


图 1-1 酒瓶上的 RFID 标签

由于酒瓶和液体的光学放大作用使它清晰可见。

使用 RFID 标签，可以在旅客办理行李托运时进行行李跟踪。行李在传送带上自动得到分类，自动转向不同的地方。标签不需人工识读，减少了手工操作，提高了分拣速度和准确性。

使用 RFID 标签可以实现对猪、牛、羊等牲畜从生产到销售全过程中的个体追溯，由一块肉就可以了解到它来自哪个市场、经过谁运输、在哪里加工、曾在哪里饲养以及防疫状况等。

9. 工业的自动化

在制造领域，一个复杂产品要经过很多道工序才能完成。RFID 标签可以记录未完成品经过的每一道工序，确保其准确无误地进入下一道工序。RFID 标签用于自动化的生产线、装配线，可以减少手工操作和人工失误。

智能货架可以通过货架上的识读器和天线探测货架上的项目。当进货、出货、增加或减少项目时，可以自动更新库存目录。用于超市，可以自动提醒有关人员及时上货。

10. 供应链的集成

这实际是对象跟踪应用的扩展，RFID 技术可用于跟踪供应链中的各种东西。从产品制造的原材料阶段开始，经过制造、包装、运输、库存管理、销售，直至产品到用户的手中，在这个过程中涉及到大量似乎毫不相干的实体、公司、厂商。RFID 技术将它们联系在一起，跟踪产品的移动，捕捉收集数据，有助于创建更有效的无差错的工作流程。RFID 标签可以进行惟一性识别，而在以往的供应链中使用条形码技术只能识别一类项目，不能识别到每一个项目。例如，图 1-2 所示的 3 支笔上的条形码是相同的，而采用 RFID 标签则可以区别它们是同一类型的 3 个不同的个体，可以区分它们不同的经历，如在不同的销售点、不同的时间分别售出的。运用 RFID 技术，每一个项目、每一个个体都可以惟一地得到识别。RFID 技术能实现数据的同步，产品与项目数据可完全、准确、实时地进行更新和报告，各厂商、合作伙伴可共享信息数据。因此美国国防部 (DoD)、世界最大的连锁超市集团美国沃尔玛公司 (Wal-Mart) 等都在供应链中使用了 RFID 标签。沃尔玛公司每年在中国要采购数十亿至上百亿美元的商品，许多厂商都将不得不采用 RFID 标签。

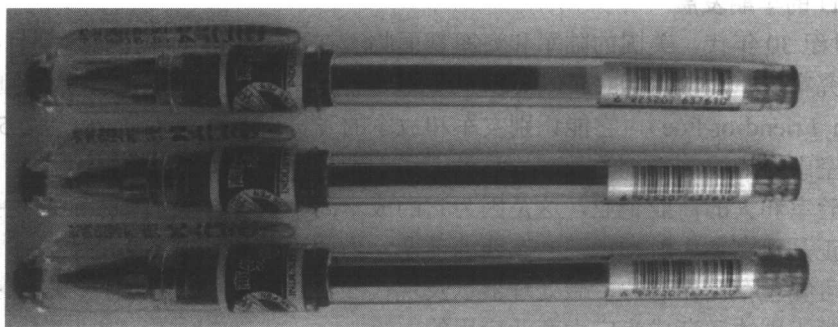


图 1-2 条形码不能进行惟一性识别

以上只是 RFID 技术的一部分已开始在实际中出现的应用。在未来的几年中，RFID 技术将会更普遍地应用于我们的生活中：当我们进入办公大楼，会遇到 RFID 技术确认身份；当我们开车经过收费站，会遇到 RFID 技术自动收费；当我们在商店买东西，也会通过 RFID 技术识别真伪、自动计费。RFID 技术可以用于阻止过期的食品放上货架，可以用于防止病人拿错药，可以定位和保护儿童、老人或残疾人，甚至可以使被抢走的物品失去功效。RFID

技术更普遍、更大量的使用可能是在供应链中。RFID 技术能在整个供应链过程中有效工作，加速处理过程、改善成本结构、提高效率、降低管理费用、实现可视化管理，集成全部的供应链及其各有关的方方面面。

下面将叙述有关 RFID 的发展历史，通过了解这一技术的发展过程，可以帮助读者理解 RFID 技术应用的潜力和今后的发展。

1.3 无线射频识别技术的发展过程

1. 无线射频技术与无线电

射频技术的历史可以追溯到 20 世纪 30 年代，但是，它的基础可以追溯到 19 世纪无线电的发明。RFID 技术应用的物理原理与无线电广播所使用的原理是相同的。无线电波是一种电磁能量，可以用于发射和接收各种类型的数据。

当通过无线电台广播声音或音乐时，实质上是将音频信号用特定频率进行调制后用无线电波发射出去。在远离无线电台的地方，接收者使用收音机收听广播时，实质上是对无线电台传送来的无线信号（声音或者音乐）进行解调并恢复原音频信号。当人们坐在汽车上接收广播电台的节目时，可能会发现，收音机的接收质量是变化的。一般离发射台越远，信号就越弱。无线电台发射所覆盖的区域，是由通信链路双方的环境条件和天线的形状、发射信号的功率所决定的。在使用无线射频识别技术时，情况是类似的：无线电台发射器的功能就像 RFID 标签，收音机就像识读者，而天线、无线电波频率、发射功率决定了 RFID 可达到的识别范围。

标签或者无线发射器、接收器或者识读者和天线这 3 个组件，是所有射频识别系统建设的基本构件。而功率、尺寸、天线设计、工作频率、数据处理能力、管理软件和数据内容的变化创造了 RFID 技术无限的可能的应用，从而使得射频识别技术能解决世界上的许多实际的商业问题。

2. RFID 的早期发展

在 20 世纪 30 年代，美国的陆军和海军都面临着在地面、海上和空中识别目标的问题。美国海军研究实验室(NRL, Naval Research Laboratory)在 1937 年开发了敌我识别系统(IFF, Identification Friend-or-Foe)，它能识别友军和敌军的飞机。这个技术在 20 世纪 50 年代后期成为了世界空中交通控制系统的基础。这种无线识别技术在 20 世纪 50 年代一般只能用于军事上或者实验室和大的商业企业，这是因为它的成本高、设备体积大。然而，这些昂贵的大块头的设备正是现在称为射频识别的东西的前辈。当体积更小、成本更低的技术出现后，如集成电路、可编程存储器芯片、微处理器以及现代的软件应用程序和编程语言这些技术发展起来后，射频识别才逐渐成为广大商业应用的主流。

在 20 世纪 60 年代和 70 年代早期，一些公司引入了无线射频识别技术，他们开始开发电子商品监视设备来保护财产，如商店的衣服、图书馆的书等。早期的无线射频识别系统是只有 1 bit 的标签系统，易于建立，使用便宜。标签不需要电池，简单地附加在商品上，一旦靠近一个识读者就会触发报警。识读者通常放在门口，用于探测标签的存在。

3. 从探测到识别

在 20 世纪 70 年代，制造业、畜牧业、运输业倡导研究和开发基于集成电路(IC, Integrated

Circuit) 的无线射频识别系统, 用于工业自动化、动物识别、车辆跟踪, 等等。在这个时期, 基于集成电路的标签不断发展, 并且具有了可写的内存, 读取速度更快, 识别的范围更远。许多这类应用都是基于专用的设计, 而没有涉及到标准化的问题。

在 20 世纪 80 年代早期, 无线射频识别技术更为成熟。从美国的铁路车辆识别到欧洲的跟踪家畜, 都使用了无线射频识别系统。无线射频识别系统也用于野生动物的研究, 用 RFID 标签跟踪罕见的或濒危的物种, 同时又尽可能最少地影响它们的自然习惯。

在 20 世纪 90 年代, 电子收费系统在大西洋两岸流行起来。在意大利、法国、西班牙、葡萄牙、挪威和美国的达拉斯、纽约、新泽西都得到应用。这些系统具有更为成熟的访问控制, 因为要通过它们付费。

从 20 世纪 90 年代起, 在美国东北的几个地区性的收费机构联合形成了 E-ZPass Interagency Group(IAG), 并联合开发了对各地兼容的收费系统。这是一个重要的里程碑, 它标志着走向创建用于互操作的应用层标准。而在此之前, 大多数标准化的努力还在关注于技术属性, 如工作频率和硬件通信协议。

E-ZPass 使得一个 RFID 标签对应于每辆汽车的一个交费账户。于是, 带有 RFID 标签的车辆能够在公路上经过多个收费机构而不需在收费站停车, 它使得交通通行更为方便, 并大大减少了用于收费的人力和对现金的处理。

也是在 20 世纪 90 年代, 使用无线射频识别的钥匙流行起来。它们是作为传统的门禁控制方法(如金属钥匙和密码锁)的替代物。这些所谓的无接触智能卡, 可以提供关于用户的信息, 于是提供了更加人性化的门禁控制方法, 而且其生产和编程的成本都不高。

采用无线射频识别的门禁控制方法不断得到新的应用。近 10 年来, 汽车制造商在车辆上使用 RFID 标签控制车门, 甚至直接控制汽车点火系统, 从而大大减少了汽车被盗。使用无线射频识别的门禁系统也得到普遍应用。

4. RFID 在全球的发展

到了 20 世纪末, 许多无线射频识别应用系统在全球开始扩展, 无线射频识别卡、无线射频识别标签在全球得到使用。

在 20 世纪 90 年代, 被动标签(Passive Tags)迅速发展。被动标签的应用包括: 门禁控制系统、航班行李识别、汽车防盗、动物识别、电子商品监视、文件跟踪、电子付费及运动计时等。直到几年前, 被动标签的大多数应用使用的是射频频谱范围的低频(LF, Low Frequency)和低频(HF, High Frequency)段。这样, 系统在读取范围和数据传输速度上都受到限制。这些系统的读取范围在几厘米到十几厘米, 读取速度也不高。从应用的角度考虑, 几百甚至上千的标签可能同时出现在识读器的范围内, 读取速度的限制阻碍了应用时对于标签的读取。到了 20 世纪 90 年代末, 超高频(UHF, Ultra High Frequency)被动标签的出现把标签的读取速度和读取范围结合得更好, 并且以较低的价格使得被动标签能走出原来的限制。正因为如此, 基于超高频的射频识别系统在供应链的应用中成为主流, 如货箱跟踪、货架控制、仓库管理等。

在 20 世纪 90 年代和本世纪初, 一些国家的零售商(如世界最大的连锁超市集团美国沃尔玛公司)和政府机构(如美国国防部)都开始推进射频识别技术的应用, 要求他们的供应商提供射频识别的使用。与此同时, EPC Globe 开始形成了电子产品码网络(Electronic Product Code Network), 这成为全世界供应链中的自动识别的标准。

从历史上看, 一般要花 20~30 年的时间, 才能使一种技术得到商业的应用。要使其变得