

第 1 章

RFID 技术概述



导教——教学导航

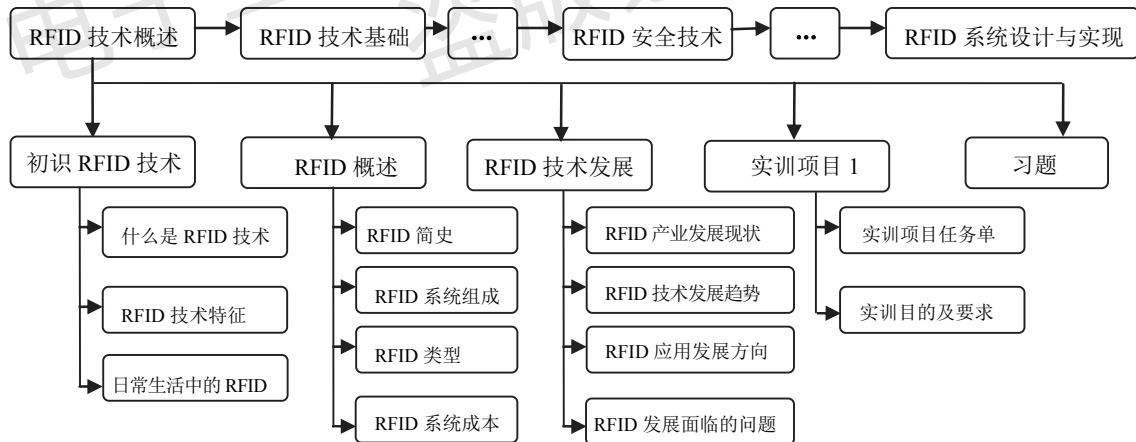
职业能力要求

- 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。

学习任务



导读 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】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”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）

【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 初识 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。

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。

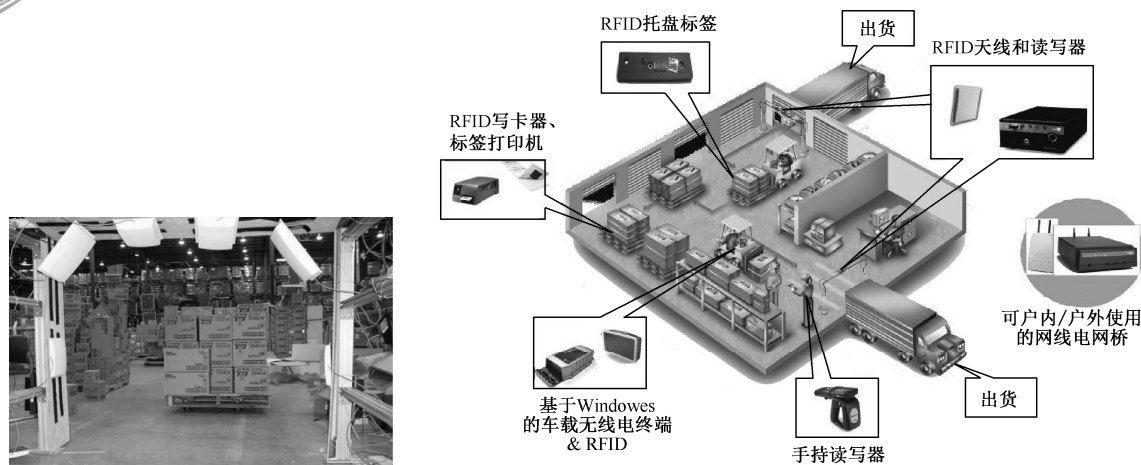


图 1-2 RFID 技术在仓储中的应用

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存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。

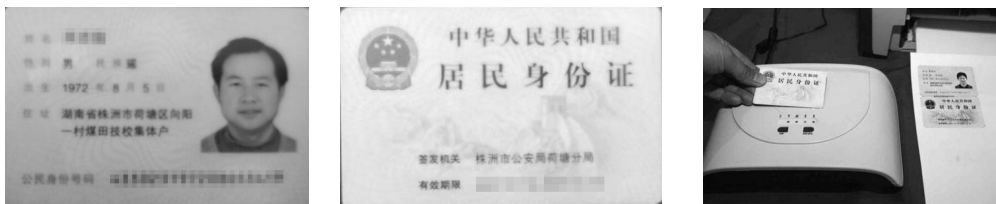


图 1-3 带有 RFID 芯片的二代证及读写设备

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。

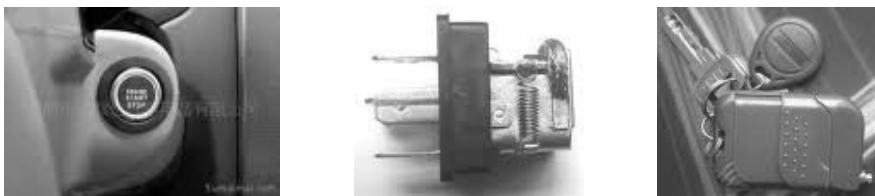


图 1-4 RFID 汽车防盗系统

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 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，假如司机将该应答器带离汽车，则阅读器不能读到有效 ID，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 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。

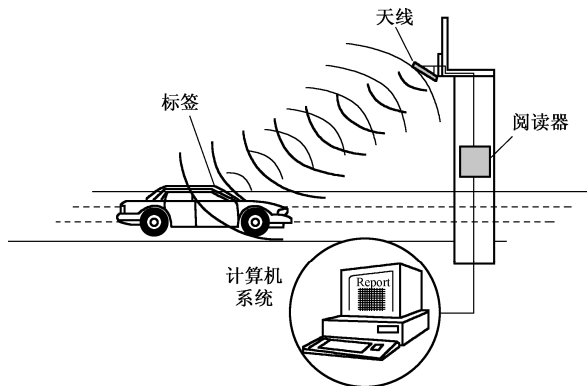


图 1-5 基于 RFID 技术的远距离识别停车场管理系统示意图

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 月举行的供应厂商会议上已明确提出采用 RFID 的时间：前百大供应商自 2005 年 1 月起需在包装箱和货箱架上加入 RFID 标签，2006 年年底将逐步扩大到所有供货商，并采用 Auto-ID Center 所发展的

EPC 为其识别编码。随后,英国大型零售商塔斯科(Tesco)便于 2003 年 12 月开始,在 2006 年正式引进进行实证实验;英国马莎百货(Marks & Spencer)也在 2004 年 2 月表示扩大了 RFID 试验。



(a) 带有 RFID 支付卡的手机

(b) 超市支付

(c) 公交支付

图 1-6 RFID 应用于零售流通产业的结账卡的示例

(2) 医疗产业。在非典期间, SARS 疫情在全世界造成极大的恐慌, 当一个人受到感染时, 如何迅速地找到他曾经接触过的人? 如何在最短的时间内快速隔离患者和可能的病例呢? RFID 可以做到。RFID 应用于医疗产业的示例如图 1-7 所示。



图 1-7 RFID 应用于医疗产业的示例

中国台湾地区的台湾工研院与竹北市的东元医院合作进行了“医疗院所接触史 RFID 追踪管制系统”的实验。在医院内各出口装设 RF 接收器, 透过人员身上携带的电子标签(RFID 卡)所发出的信号被装设在医院的定点标示器接收后, 标示器便会发送位置及人员资料至读取机, 并将资讯转存到应用系统, 这项追踪管制系统未来将推广至各大医院。未来若有 SARS 的可疑案例, 20 分钟即可掌握接触史。

这种设备同时也可以避免医生开错刀或护士拿错药品的状况发生, 让人的生命安全多了一层保障。其他如初生婴儿的识别, 老人的健康状况监控等都是 RFID 在医疗产业里的应用。

(3) 汽车产业。在汽车产业中, 裕隆日产汽车于 2004 年 6 月 30 日举行记者会, 宣告其将与工研院合作, 开发 RFID 晶片制造技术, 以提升 RFID 的相关能力, 并将其应用于汽车产业之中, 以提升物流管理与汽车服务品质, 提供给消费者更佳汽车使用体验。RFID 应用于汽车产业的生产流程的示例如图 1-8 所示。

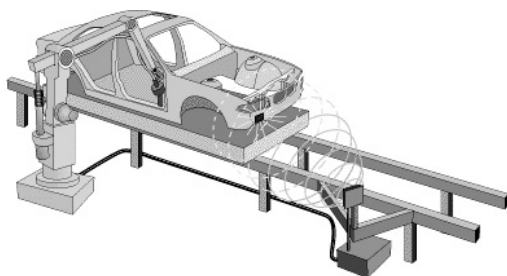


图 1-8 RFID 技术应用于汽车产业的生产流程的示例

RFID 系统能在制造及汽车服务的流程之中提升整体服务品质。车辆从制造开始便配置了专属的 RFID 晶片，在厂内密布的读取机网络下，人们便能随时掌握车辆的制造进度，而 RFID 内存的记忆体也能储存制造过程之中所有的资讯，方便制造管理使用。而在随后的销售、配送流程中，也能在紧密的读取网络之下，为管理者提供最即时的监控管理。甚至在售后服务上，保修厂也能透过读取 RFID 的方式，即时辨识进厂车辆，取得其过去的维修保养记录，甚至可取得车主个人的偏好及预约事项，并在维修时提供即时的监控管理能力，让汽车产业的服务品质得到全面的提升。

(4) 物流产业。除了之前提过的公交一卡通之外，RFID 也可以应用在物流产业中，使业者在运送快递物品时能随时掌握目前的进度及各货物所在位置。RFID 应用于物流产业的示例如图 1-9 所示。

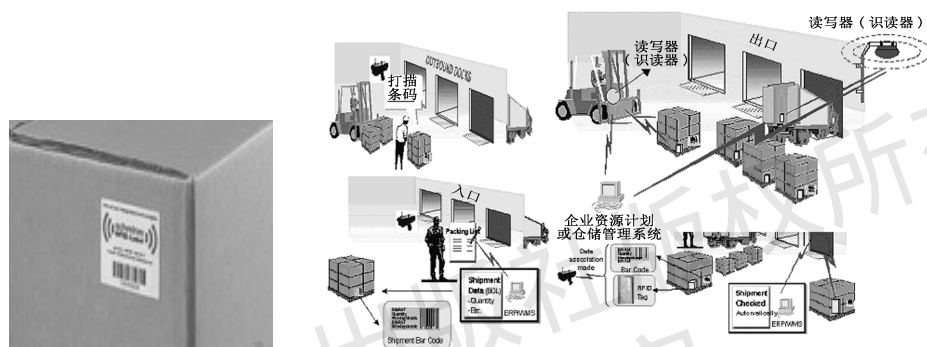


图 1-9 RFID 应用于物流产业的示例

此外，如高速公路的收费站，如果使用类似一卡通的 RFID 收费方式，既可减少许多人力，也能大幅提升车辆通过收费站的速度。

(5) 服饰业。美国的一家 PRADA 服饰店也引进了 RFID 的技术，但是该技术并非用于一般的物流管理方面，而是有比较特殊的用途。当客人一进入试衣间，就可看到里面备有大、小柜状的 RFID 读取机。当客人把衣服连同衣架挂在大柜子中，而将手提包或小饰物等放入小柜子中时，读取机就会自动读取商品编码，使客人可以了解如材料、颜色、饰品的尺寸或外观的种类等产品资讯，以及与其他服装搭配时的感觉等时尚资讯；甚至在触控式荧幕中，还会播放时装展示会中模特穿着该服装走秀时的情景。RFID 应用于服饰业的示例如图 1-10 所示。



图 1-10 RFID 技术应用于服饰业的示例

在卖场的衣服的展示架上，也挂着可隐藏在上衣内尺寸的触控式荧幕；如把商品 RFID 标签对准脚下的小型读取机扫描一下，则不用进入试衣间也可在荧幕中看到类似前述的内

容。此外，在小型读取机上也会显示黑白影像。在该店中设有 7 间 RFID 试衣间；许多顾客常会一边说着“去感受一下 RFID CLOSET”，一边拿着衣服走入试衣间；显然对于常客而言，RFID 系统已经是个耳熟能详的名词。

RFID 在服饰业很有用，若每件衣服都加上 RFID-Tag（RFID 标签），则店员可以很快地利用感测器找出客人所要的尺寸；当某件衣服缺货时，店员也可以立即查知附近的分店有没有多余的存货，以增加消费时的便利性。

（6）智能图书馆。其实 RFID 还有很多的应用，如在图书馆，如果每本书上都能贴上 RFID 标签，那么读者将不再需要透过柜台借书与还书，而可以直接利用专用的机器进行。读者也不用担心因书乱放而找不到想要的书，因为每个书架上的 RFID 接收器可以清楚地告诉读者书放在哪个柜子上。RFID 应用于图书馆的示例如图 1-11 所示。



图 1-11 RFID 技术应用于图书馆的示例



1.2 RFID 概述

1.2.1 RFID 简史

RFID 直接继承了雷达的概念，并由此发展出一种生机勃勃的 AIDC 新技术——RFID 技术。1948 年，哈里·斯托克曼发表的“利用反射功率的通信”奠定了射频识别 RFID 的理论基础。

RFID 被称为一种新的技术，是无线电技术与雷达技术的结合。奠定 RFID 基础的技术最先在第二次世界大战中得到发展，当时是为了鉴别飞机，又称为“敌友”识别技术，该技术的后续版本至今仍在飞机识别中使用。在第二次世界大战中，为了在空战中能在实施攻击前，确认被攻击的目标不是自己的战友，人们曾经开发并应用了一种雷达，称为敌我识别器，也称应答器（transponder）。这可以认为是目前 RFID 系统的最早应用。但是由于成本高，它在很长的一段时期内未能在民用产品中推广应用。

近年来，由于半导体制造业和无线技术的发展，RFID 的成本得以进一步降低，特别是在多目标识别、高速运动物体识别和非接触识别方面，RFID 技术显示出其在各个领域的巨大发展潜力。在 20 世纪中期，无线电技术的理论与应用研究是科学技术发展最重要的成就之一。表 1-1 列举了 RFID 技术发展历史上的一些重要事件。

表 1-1 RFID 技术发展历史上的一些重要事件

年 份	事 件
1941~1950 年	雷达的改进和应用催生了 RFID 技术，1948 年奠定了 RFID 技术的理论基础
1951~1960 年	早期 RFID 技术的探索阶段，主要处于实验室实验研究阶段
1961~1970 年	RFID 技术的理论得到了发展，开始了一些应用尝试
1971~1980 年	RFID 技术与产品研发处于一个大发展时期，各种 RFID 技术测试得到加速，出现了一些最早的 RFID 应用
1981~1990 年	RFID 用于标记动物
1991~2000 年	RFID 技术及产品进入商业应用阶段，各种规模应用开始出现
2001 年至今	标准化问题日趋为人们所重视，RFID 产品种类更加丰富，有源电子标签、无源电子标签及半无源电子标签均得到发展，电子标签成本不断降低，规模应用行业扩大

1.2.2 RFID 系统的组成

一套典型的 RFID 系统由电子标签 (Tag)、读写器 (Reader)、中间件和应用系统 Middle ware & A.P.构成，如图 1-12 所示。当带有射频识别标签 (以下简称电子标签) 的物品经过特定的信息读取装置 (以下简称读写器) 时，标签被读写器激活并通过无线电波开始将标签中携带的信息传送到读写器及计算机系统中，以完成信息的自动采集工作。电子标签可以做成身份证般大小，由人携带并当做信用卡使用，也可以像商品包装上的条形码一样贴附在商品等物品上。计算机系统则根据需求承担相应的信息控制和处理工作。

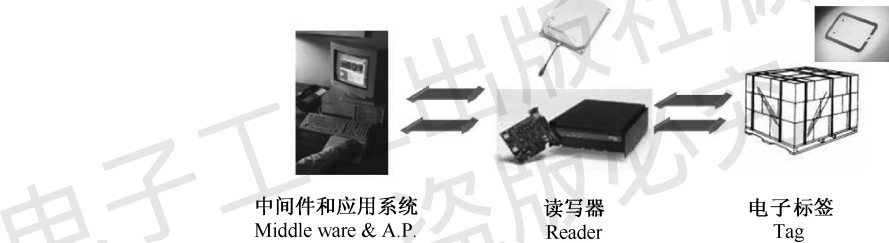


图 1-12 RFID 系统的组成

1. 读写器

读写器 (其内部结构如图 1-13 所示，示意图如图 1-14 所示) 用于接收主机 (Host) 端的命令，对于储存在感应器的数据则将其以有线或无线方式传送回主机，它内含 Controller (控制器) 及 Antenna (天线)，如果读取距离较长，则天线会单独存在。

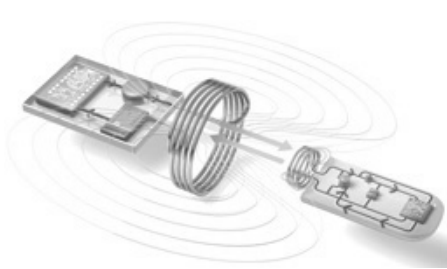


图 1-13 读写器的内部结构



图 1-14 读写器的示意图

2. 电子标签

电子标签 (其内部结构如图 1-15 所示) 是射频识别系统的数据载体，它由标签天线和标签专用芯片组成。每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上以标识目标对象。RFID 阅读

器（读写器）通过天线与电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。

一个RFID电子标签的组成包含RFID芯片、天线(Antenna)及电力来源(Power Source)

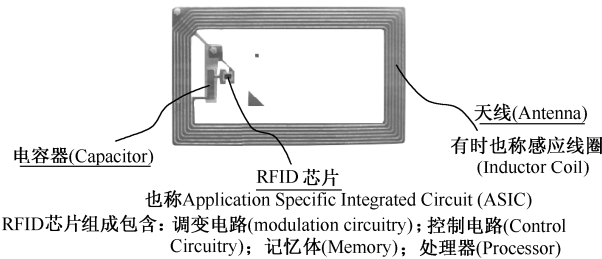


图 1-15 标签的内部结构

1.2.3 RFID 的类型

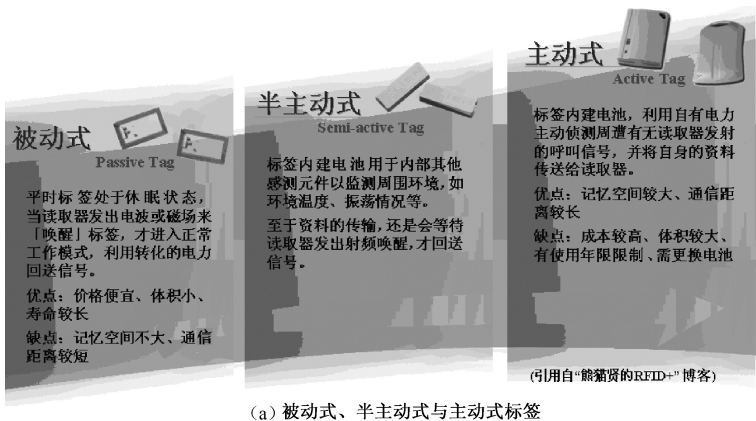
依据电子标签供电方式的不同，电子标签可以分为有源电子标签（Active Tag，也称主动式标签）、无源电子标签（Passive Tag，也称被动式标签）和半无源电子标签（Semi-Passive Tag，也称半主动式标签）。有源电子标签有内装电池，无源电子标签没有内装电池，半无源电子标签部分依靠电池工作。依据频率的不同，电子标签又可分为低频电子标签、高频电子标签、超高频电子标签和极高频/微波电子标签。依据封装形式的不同，电子标签还可分为信用卡标签、线形标签、纸状标签、玻璃管标签、圆形标签及特殊用途的异形标签等，常见的RFID 分类形式见表 1-2。

表 1-2 常见的 RFID 分类形式

序号	分类	命名	主要特征及用途
1	供电形式	有源/无源/半有源	有源成本高，距离远，重量体积较大； 无源成本低，距离近，重量体积较小
2	调制方式	主动式/半主动式/被动式	主动式标签用自身的射频能量主动地发送数据，在有障碍物的情况下，只需要一次穿越障碍，因此主动式标签主要用于有障碍物的 RFID 系统中，距离可达 30m 以上； 被动式 RFID 标签必须利用读写器的载波来调制自身的信号，在有障碍物的情况下，读写器的能量必须来去二次穿越障碍物
3	工作频率	低频/高频/超高频/微波	具体特点详见 RFID 的类型（以频率分类）
4	读写方式	只读（RO）/可读写（RW）/一次写入多次读出（WORM）	多次可读写式标签成本最高，一般用于需要随机读写的系统，如收费系统； 一次性写入多次读出的标签成本较低，且使用灵活，一般生产管理、过程控制、物流及供应链管理系统大都选用这种标签； 只读式标签内地信息在集成电路生产时即将信息写入其成本最低数据也最安全，一般用于大批量生产的单品防伪管理
5	通信时序	主动唤醒（RTF）/自报家门（TTF）	RTF（Reader Talk First）读写器主动唤醒标签——读写器先讲类型 TTF（Tag Talk First）自报家门——标签先讲类型

1. RFID 的类型（以电力来源分类）

RFID 的类型（以电力来源分类）如图1-16 所示。



(a) 被动式、半主动式与主动式标签



(b) 有源与半有源电子标签

图 1-16 RFID 的类型 (以电力来源分类)

2. RFID 的类型 (以频率分类)

RFID 的类型 (以频率分类) 如图1-17 所示。

1) 低频 (Low Frequency, LF)

低频的最大优点在于其标签靠近金属或液体物品时能够有效发射信号，不像其他较高频率标签的信号会被金属或液体反射回来，但其缺点是读取距离短、无法同时进行多标签的读取及资讯量较小。

低频的主要特点有：

- (1) 常见的主要规格有 125kHz、135kHz；
 - (2) 都是被动式感应耦合，读取距离为 10~20cm；
 - (3) 应用于门禁系统、动物芯片、畜牧或宠物管理、衣物送洗、汽车防盗器和玩具；
 - (4) 技术门槛低，门禁将被 13.56MHz 取代，动物芯片市场也已成熟；
- 鉴于它有上述特点，因此建议不发展此领域技术。

低频标签如图1-18 所示。

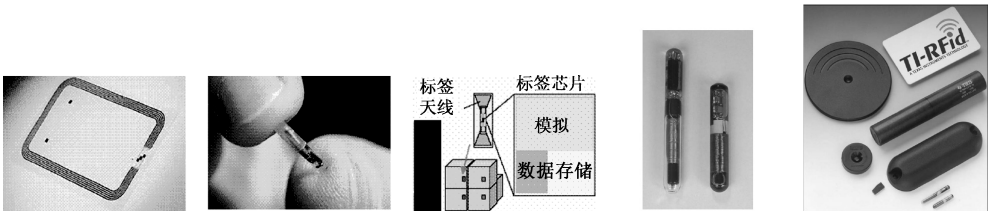


图 1-17 RFID 的类型 (以频率分类)

图 1-18 低频标签

2) 高频 (High Frequency, HF)

和低频相比, 其传输速度较快且可以进行多标签的辨识, 最大的应用就是公交卡, 还有图书馆管理、商品管理、Smart Card 等。

高频标签的主要特点有:

- (1) 常见的主要规格为 13.56MHz;
- (2) 主要标准有 ISO-14443A Mifare 和 ISO-15693;
- (3) 都是被动式感应耦合, 读取距离为 10~100cm;
- (4) 对于环境干扰较为敏感, 在金属或较潮湿的环境下的读取率较低;
- (5) 应用于门禁系统、公交卡、电子钱包、图书管理、产品管理、文件管理、栈板追踪、电子机票、行李标签;
- (6) 技术最成熟, 应用和市场最广泛且接受度高。

鉴于它有上述特点, 因此建议现阶段应大力发展此领域技术和进行应用。如图 1-19 所示为门禁管理和电子钱包 (高频 HF ISO-14443 Mifare)。



图 1-19 门禁管理和电子钱包

高频 HF 防伪管理 (如图 1-20 所示) 的主要特点有:

- (1) 运用最新 RFID 专利技术;
- (2) 可以记录个人学籍数据或产品制造商信息;
- (3) 配合专用读码机制, 可杜绝各种仿冒, 有效达到防伪效果。

高频 HF 电子钱包如图 1-21 所示。

高频 HF 病患识别 (如图 1-22 所示) 的主要特点有:

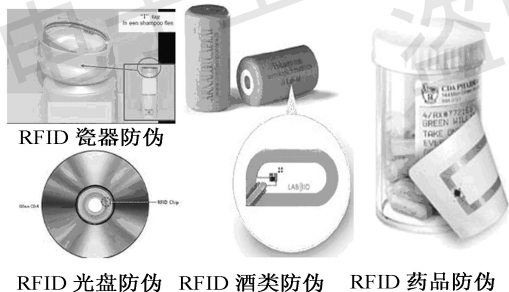


图 1-20 高频 HF 防伪管理



图 1-21 高频 HF 电子钱包

- (1) 减少数据流, 减少错误率;
- (2) 改变操作模式, 缩短操作时间;
- (3) 及时准确提供病史, 随时掌握病患最新情况。

3) 超高频 (Ultra High Frequency, UHF)

超高频虽然在金属与液体的物品上应用较不理想,但由于其读取距离较远、资讯传输速率较快,而且可以同时进行大量标签的读取与辨识,所以目前已成为市场主流,未来将广泛应用于航空旅客与行李管理系统、货架及栈板管理、出货管理、物流管理等。

超高频 UHF 的主要特点有:



图 1-22 高频 HF 病患识别

(1) 常见的主要规格有 430~460MHz、860~960MHz;

(2) 主要标准有 ISO-18000、EPC Gen2;

(3) 都是被动式天线,可采用蚀刻或印刷的方式制造,因此成本较低,其读取距离为 5~6m;

(4) 应用于航空旅客与行李管理系统、货架及栈板管理、出货管理、物流管理、货车追踪、供应链追踪;

(5) 技术门槛高,是未来发展的主流且 EPC Gen2 是美国主推,其应用范围广。

鉴于它有上述特点,因此建议现阶段应切入发展此领域技术和进行应用。如图 1-23 所示为超高频电子标签。

4) 极高频/微波 (Super High Frequency, SHF) /Microwave (uW)

极高频/微波的特性与应用和超高频段相似,但是对环境的敏感性较高,如易被水汽吸收,实施较复杂,未完全标准化,普及率待观察,一般应用于行李追踪、物品管理、供应链管理。其主要规格为 2.4GHz 和 5.8GHz。如图 1-24 所示为极高频/微波电子标签。

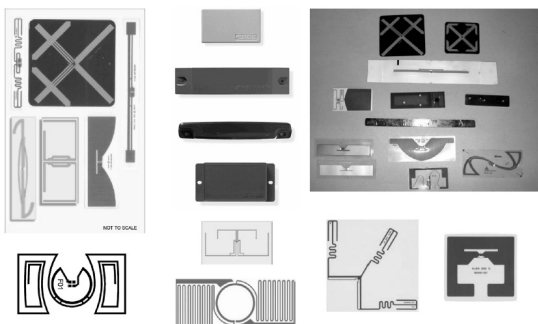


图 1-23 超高频电子标签

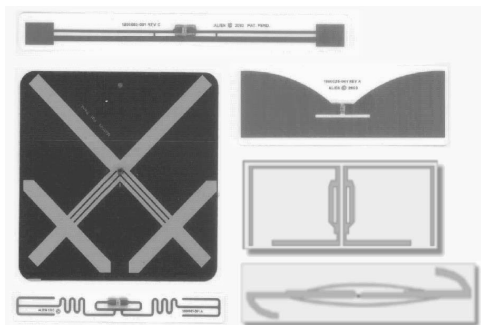


图 1-24 极高频/微波电子标签

3. RFID 的类型 (以封装形式分类)

采用不同的天线设计和封装可制成多种形式的 RFID 标签,不同的标识对象需要不同形式的 RFID 标签,常见的 RFID 标签封装形式与应用示例见表 1-3。

表 1-3 常见的 RFID 标签封装形式与应用示例

制作模式	RFID 嵌体	“签物合一”形式	应用示例
内置式	预置于标识对象中或其包装内	镶嵌在产品或商品标签中	如酒类、光盘等
		镶嵌在运输工具或物流单元化器具的材质中或固定于其表面	如托盘、车笼、周转箱等
卡式	封装在专用的 PVC 卡中	镶嵌于可单独使用的信用卡状的 RFID 标签卡	如工卡、门禁卡、公交卡等
粘贴式	封装在打印机层（常见为纸质）与粘贴层之间	无可视信息，直接粘贴于标识对象或其包装上	如图书标签
		有可视信息，如智能标签	供应链管理的零售、配送和物流单元
悬挂式	封装在吊牌中	吊附在标识对象上	如服装、珠宝、资产等
异型式	封装于塑料、树脂、陶瓷等不同的材料中	动物标签：用耳标签钳打入动物的耳廓上	种畜繁育、疫情防控、肉类食品安全追踪
		车辆标签：直接粘贴于汽车挡风玻璃上部或插于标签卡座内	海关管理、高速公路收费等
		金属标签：固定在机车、拖车等标识物的底盘	机车、矿山机械等重型物品等
		集装箱封签标签：固定在集装箱及货车的门禁处	海关管理、物流管理等
		柔性标签：固定在需要重复回收使用的纺织品上	医疗用品清洗、干洗等

1.2.4 RFID 系统成本的构成

1. RFID 建置成本

一套完整的 RFID 系统的构建成本由标签成本、阅读器成本、天线与复用器成本、电缆成本、安装成本、控制器成本、测试费用、软件与中间件费用、整合费用、维护费用、人力资源成本构成。简单的 RFID 建置成本示意图如图1-25 所示。

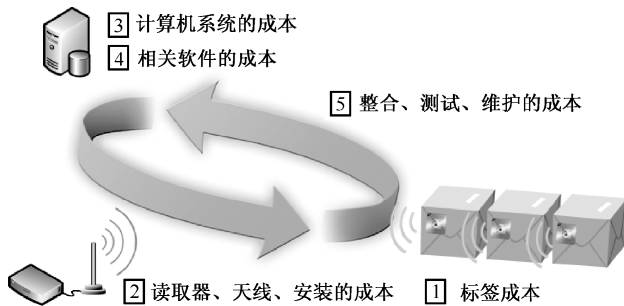


图 1-25 简单的 RFID 建置成本示意图

2. RFID 标签类型与成本的关系

RFID 标签类型与成本的关系如图 1-26 所示。

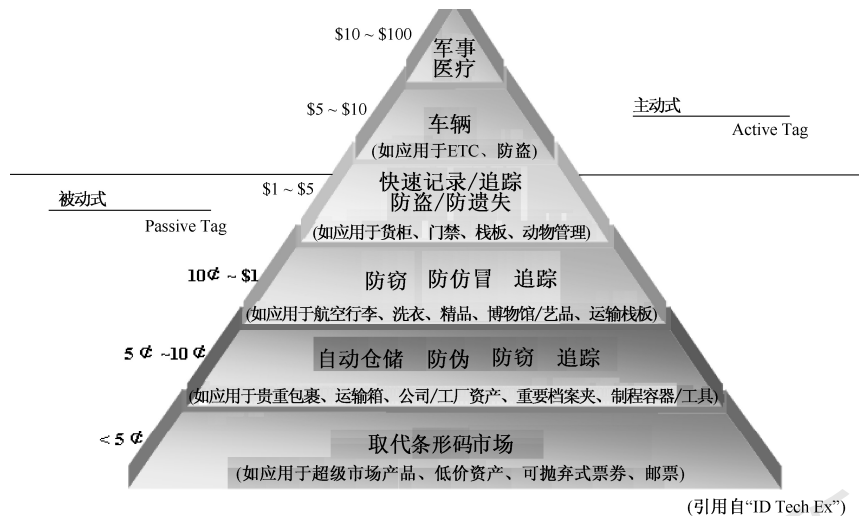


图 1-26 RFID 标签类型与成本的关系



1.3 RFID 技术的发展

RFID 的应用前景广阔是众所周知的。由于应用频段的灵活性和不同应用环境下的适应能力，如今它在如制造、物流、公共安全、零售、资产管理、医疗等，行业得到了较大的发展，而从长期来看，它可以用“泛在”（无所不在）来形容。

RFID 的应用除了在量上有了长足的发展之外，业界的领导企业们也开始了对其质上的精雕细琢。这类企业在以下两个纬度上进行着 RFID 应用在企业内部的深入展开：

(1) 在应用的广度上，企业逐步倾向于打通企业的“任督二脉”，实现生产制造和物流运输的全程跟踪；

(2) 在应用的深度上，企业已逐步从技术验证的阶段过渡到实施企业级的 RFID 应用，由此引发了对 RFID 中间件、企业应用架构和企业级实施经验的强大需求。

1.3.1 全球 RFID 产业发展现状

由于 RFID 技术具有高速移动物品识别、多目标识别定位跟踪和非接触识别等特点，所以它日益显示出巨大的发展潜力与应用空间，被认为是 21 世纪最有发展前途的信息技术之一。

随着 RFID 技术的不断完善和成熟，它在发达国家已经应用于车辆自动识别电子收费系统、公共交通、医药、零售、物流、金融等领域。特别是自 2003 年开始，美国国防部、美国食品及药物管理局、世界零售巨头沃尔玛和麦德龙等纷纷强制其供应商应用 RFID 技术，更是极大地推动了 RFID 技术与应用的发展进程。据世界级专业权威机构 IDG 预测，RFID 技术将在未来 2~5 年开始大规模应用，截至 2010 年全球 RFID 市场规模已达到 270 亿美元。

1. 国外 RFID 产业发展现状

从全球来看，美国已经在 RFID 标准的建立，相关软硬件技术的开发、应用领域等方面走在世界的前列；欧洲的 RFID 标准紧紧追随着美国主导的 EPCglobal 标准，在封闭系统应用

方面,欧洲与美国基本处在同一阶段;日本虽然已经提出 UID 标准,但主要得到的是本国厂商的支持,如要成为国际标准还有很长的路要走。

1) 美国

在产业方面, TI、Intel 等美国集成电路厂商目前都在 RFID 领域投入了巨资进行芯片开发, Symbol 等已经研发出同时可以阅读条形码和 RFID 的扫描器, IBM、微软和 HP 等也在积极开发相应的软件及系统来支持 RFID 的应用。目前,美国的交通、车辆管理、身份识别、生产线自动化控制、仓储管理及物资跟踪等领域已经开始应用 RFID 技术。在物流方面,美国已有 100 多家企业承诺支持 RFID 应用,其中包括零售商沃尔玛,制造商吉列、强生、宝洁,物流行业的联合包裹服务公司及国防部的物流应用等。

美国政府是 RFID 应用的积极推动者。按照美国国防部的合同规定,2004 年 10 月 1 日或者 2005 年 1 月 1 日以后,所有军需物资都要使用 RFID 标签;美国食品及药物管理局(FDA)建议制药商从 2006 年起利用 RFID 跟踪最常造假的药品;美国社会福利局(SSA)于 2005 年年初正式使用 RFID 技术追踪 SSA 的各种表格和手册。

美国 RFID 市场发展预期如图 1-27 所示。

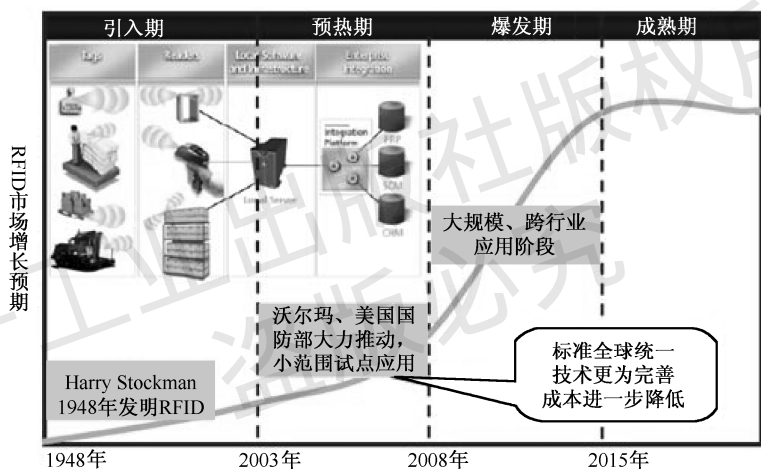


图 1-27 美国 RFID 市场发展预期

2) 欧洲

在产业方面,欧洲的 Philips、STMicroelectronics 在积极开发廉价 RFID 芯片; Checkpoint 在开发支持多系统的 RFID 识别系统; 诺基亚在开发能够基于 RFID 的移动电话购物系统; SAP 则在积极开发支持 RFID 的企业应用管理软件。在应用方面,欧洲在交通、身份识别、生产线自动化控制、物资跟踪等封闭系统与美国基本处在同一阶段。目前,欧洲的许多大型企业纷纷进行 RFID 的应用实验。例如,英国的零售企业 Tesco 最早于 2003 年 9 月结束了第一阶段试验。此试验由该公司的物流中心和英国的两家商店进行,试验内容主要是对物流中心和两家商店之间的包装盒及货盘的流通路径进行追踪,使用的是 915MHz 频带。

3) 日本

日本是一个制造业强国,它在电子标签研究领域起步较早,日本政府也将 RFID 作为一项关键的技术来发展。MPHPT 在 2004 年 3 月发布了针对 RFID 的《关于在传感网络时代运用先进的 RFID 技术的最终研究草案报告》。报告称, MPHPT 将继续支持测试在 UHF 频段的被动及主动的电子标签技术,并在此基础上进一步讨论管制的问题; 2004 年 7 月,日本经济产业省 METI 选择了包括消费电子、书籍、服装、音乐 CD、建筑机械、制药和物流在内的七

大产业进行 RFID 应用试验。从日本的 RFID 动态来看,与行业应用相结合的基于 RFID 技术的产品和解决方案开始集中出现,这为 2005 年 RFID 在日本应用的推广,特别是在物流等非制造领域的推广,奠定了坚实的基础。

4) 韩国

韩国主要通过国家的发展计划及联合企业的力量来推动 RFID 的发展,具体而言,主要是由产业资源部和情报通信部来推动 RFID 的发展计划。在韩国政府的高度重视下,韩国关于 RFID 的技术开发和应用试验正在快速开展。与日本类似,韩国也出现了将 RFID 引入开放系统的趋势。2005 年 3 月,韩国政府耗资 7.84 亿美元在仁川新建技术中心,主要从事电子标签技术(包括 RFID)的研发及生产,以帮助韩国企业快速确立在全球 RFID 市场的主流地位。该中心的建设在 2007 年已完成,RFID 标签和传感器在 2008 年已批量出货。

2. 我国 RFID 产业发展与政策支持现状

近年来,RFID 产业已成为我国电子信息产业中最具发展潜力的新的经济增长点。在国家有关政策和资金的支持下,RFID 产业在我国取得了迅速发展。

1) 我国 RFID 产业发展现状

相较于欧美等发达国家或地区,我国在 RFID 产业上的发展还较为落后。目前,我国 RFID 企业总数虽然超过 100 家,但是缺乏关键核心技术,特别是在超高频 RFID 方面,从包括芯片、天线、标签和读写器等硬件产品来看,低高频 RFID 技术门槛较低,国内发展较早,技术较为成熟,产品应用广泛,目前处于完全竞争状况;超高频 RFID 技术门槛较高,国内发展较晚,技术相对欠缺,从事超高频 RFID 产品生产的企业很少,更缺少具有自主知识产权的创新型企业。

仅以 RFID 芯片为例,它在 RFID 的产品链中占据着举足轻重的位置,其成本占到整个电子标签的 1/3 左右。对于广泛用于各种智能卡的低频和高频频段的 RFID 芯片而言,以复旦微电子、上海华虹、清华同方等为代表的中国集成电路厂商已经攻克了相关技术,打破了国外厂商的统治地位,但在 UHF 频段,RFID 芯片设计面临巨大困难:苛刻的功耗限制;片上天线技术;后续封装问题;与天线的适配技术。目前,国内 UHF 频段的 RFID 芯片市场几乎被国外企业垄断。

2) 产业政策支持助推我国 RFID 产业高速成长

在国家产业政策方面,利好政策不断出台,为 RFID 产业健康快速发展提供了强有力的保障和支持。为指导和促进我国 RFID 产业发展,2006 年 6 月 9 日,我国 15 个部委联合编写的《中国射频识别(RFID)技术政策白皮书》正式以国家技术产业政策的形式对外公布。作为我国第一次针对单一技术发表的政策白皮书,《中国射频识别(RFID)技术政策白皮书》为我国 RFID 技术与产业未来几年的发展提供了系统性指南。随后,科技部确定了国家先进制造技术“863 计划”中的 19 个方面课题的专项资金,共计 1.28 亿元,支持 RFID 技术在我国的研究与应用;国家发改委在 2006 年、2007 年、2008 年连续三年确定 RFID 产业为信息领域重点支持的关键产业,并给予项目支持;工业和信息化部在 2007 年正式发布《800/900MHz 频段射频识别(RFID)技术应用规定》的通知,规划了 800/900MHz 频段 RFID 技术的具体使用频率,扫除了 RFID 正式商用的技术障碍,为 RFID 的大规模普及提供了重要保障。国家切实可行的政策指导规划和实实在在的项目支持,极大地促进了 RFID 产业的发展,使我国 RFID 发展进入了快车道。

《中国射频识别(RFID)技术政策白皮书》为我国 RFID 技术与产业的未来发展指明了道路。我国 RFID 产业的发展将分为以下三个阶段实施。

第一阶段为培育期(2006—2008 年):在产业化核心技术研发、标准制定等方面取得突

破，通过典型行业示范应用，初步形成 RFID 产业链及良好的产业发展环境。

第二阶段为成长期（2008—2012 年）：扩展 RFID 应用领域，形成规模生产能力，建立公共服务体系，推动规模化市场形成，促进 RFID 产业持续发展。

第三阶段为成熟期（2012 年以后）：整合产业链，适应新一代技术的发展，辐射多个应用领域，提高 RFID 应用的效率和效益。

目前，我国正处于 RFID 行业发展的成长期，RFID 技术应用领域不断拓展，产业规模迅速扩大。在这一过程中，业内优势企业将以更高的速度成长，为投资者提供良好的投资机会。

1.3.2 RFID 技术的发展趋势

就技术而言，在未来的几年中，RFID 技术将继续保持高速发展的势头。随着关键技术的不断进步，RFID 产品的种类将越来越丰富，应用和衍生的增值服务也将越来越广泛。

RFID 芯片设计与制造技术的发展趋势是芯片功耗更低，作用距离更远，读写速度与可靠性更高，RFID 标签封装技术将和印刷、造纸、包装等技术结合，导电油墨印制的低成本标签天线、低成本封装技术将促进 RFID 标的大规模生产，芯片技术将与应用系统整体解决方案紧密结合，RFID 技术与条码、生物识别等自动识别技术，以及与互联网、通信、传感网络等信息技术融合，构筑一个无所不在的网络环境。海量 RFID 信息处理、传输和安全对 RFID 的系统集成和应用技术提出了新的挑战。RFID 系统集成软件将向嵌入式、智能化、可重组方向发展，通过构建 RFID 公共服务体系，将使 RFID 信息资源的组织、管理和利用更为深入和广泛。

1. RFID 结合感测装置，让无线传感网络成为 RFID 的“翅膀”

RFID 自身存在一些不足之处，如成本高、需借助读取器收集数据、抗干扰性较差且有效距离一般小于 10m 等，这些对它的应用构成一定的限制。而无线传感网络 WSN（Wireless Sensor Network）刚好可以弥补 RFID 的这些缺点，这无疑为 RFID 的实施插上了“翅膀”，如图 1-28 所示。

1) RFID 与 WSN 结合的契机

从通信产业发展的角度来看，对 RFID 应用需求的产生直接源于通信技术的发展，属于设备与设备之间的通信市场的开拓。通信技术发展的直接结果是一个结构更加复杂和功能更加强大的通信系统，因此从根本上看，RFID 与通信系统 WSN 的结合存在很大的契机。

首先，因为 WSN 可以监测四面八方感应到的资料，其与 RFID 技术结合后，可进一步确保数据的完整性，这将能弥补 RFID 高成本及须借助读取器收集数据的缺点。形象地说，通过 RFID 标签，物品会发出信号表示“我在呢”，这就是它能发出的全部信息；而通过 WSN，物品会告诉你一些其他信息，如它现在的温度等。如果将 RFID 与 WSN 结合起来，那么物品发出的信号就不仅仅是“我在呢”，还包括一些其他信息。

其次，由于 RFID 的抗干扰性较差，而且其有效距离一般小于 10m，这对它的应用是个限制。如果将 WSN 同 RFID 结合起来，利用前者高达 100m 的有效半径形成 WSN 网络，那么其应用前景不可估量。简单来说，RFID 技术可以看成是一个短距离的 WSN 网络；而 WSN 可以看成是一个长距离的 RFID 通信网络。基于这种趋势，将 RFID 与 WSN 整合起来就可以形



图 1-28 RFID 与感测装置结合示意图

成一个覆盖全部范围的网络。

一个 RFID 与 WSN 结合应用的成功案例是位于中国台湾地区台南市的大山鸡场应用 WSN 与 RFID 辅助雏鸡养育, 即通过 WSN 监控影响鸡蛋质量的变因, 如二氧化碳浓度、温度、湿度及风力等, 将环境维持在最佳状态, 再结合 RFID 改善上游的饲料厂、鸡舍及下游蛋品运输等作业流程。

2) RFID 协同 WSN、RTLS 驱动数字化供应链

在传统的供应链中, 重要的流通信息的收集工作会比较慢, 不仅耗费很多人力, 而且容易出现错误, 严重阻碍了企业及时做出决策和开展合作, 从而会产生非常不利的负面影响。随着需求的拉动, 企业的供应链状况正在发生着非常大的变化。由于 RFID 能为供应链管理及物流业创造很高的价值, 所以它在这些领域大行其道是理所当然的。例如, 沃尔玛在使用 RFID 方案后, 其手工订货工作量减少了 10%~15%、缺货情况降低了 30%、促销产品的销售量增加了 25%, 而更重要的是顾客满意度得到了大幅度提高。

利用 RFID 和 WSN 方面的专业知识与技术, 网络边缘设备的技术融合, 可使企业从传统供应链向数字化供应链进行转变。供应链终端的产品和环境也是非常重要的影响因素, WSN 能够用于具有条件感应功能的基础设施和交通环境, 面向资产和货物有确认功能。实时定位系统 (Real-time Location System, RTLS) 则可帮助对供应链的各个环节中的产品进行位置跟踪, 确定供应链终端产品的位置。所有这些促使其能够更快速地获取信息, 更迅速地采取行动, 并更明智地做出决策。这些企业能够获得更高的产品回报率和客户满意度, 并降低不必要的库存和销售损失。

射频标签已经和许多传感器连接了, 包括能记录温度、湿度的传感器。当环境条件发生变化时, 标签能够得到提示, 尤其是当变化对物品的储存和使用有重要影响时。

2. RFID 结合人体, RFID 芯片蕴藏在人体中神奇钥匙

世界的一些知名企业家正在尝试着将 RFID 芯片植入手臂 (或者身体的其他部位), 充当门禁的通行证, 即 VeriChip (植入式感测装置), 如图 1-29 所示。

在过去, 携带钥匙和计算机密码是必不可少的, 可是现在就大不同了。贝林汉姆是华盛顿的一名企业家, 他和他的女朋友简佛·汤姆毕丽均在手中植入了芯片, 他们通过这个芯片便可以进入办公室及打开计算机, 由此就不需要钥匙和密码了。

植入他们手中的芯片是 RFID 芯片, 这种

芯片由于可在商品的跟踪中代替条形码而被经常用到。RFID 芯片也经常被用来付款和用做交通卡, 还有很多被植入宠物或牲畜的身体中, 最近已经测试成功并植入人体内了。

加拿大温哥华的 29 岁企业家格阿夫斯特拉在身体内也植入了芯片, 他现在正在美国纽约推广这种新科技, 旨在告诉大家植入芯片给生活带来的种种方便, 而且芯片永远不会遗失或被人盗去, 有需要时更可从身体上移除。他说植入身体内并不意味着会引起机场的安全问题, 他在他的博客中这样写道: 我从来都很顺利地通过了飞机安检。如果人们希望通过植入芯片的方式保护他们的安全, 是完全可以做到的, 美国政府已经同意人们使用 RFID 芯片了。

在欧洲, 有许多将 RFID 芯片植入人体的试验。例如, 西班牙巴塞罗那的 Vaja 俱乐部的成员就其身体内植入 RFID 芯片, 以此进入俱乐部并且能够用来付款等。大部分俱乐部成员选择将这种芯片植入胳膊里, 这样他们进入俱乐部时就不需要携带其他任何证件了。

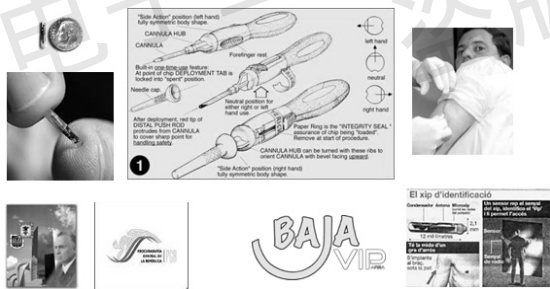


图 1-29 RFID 与人体结合示意图

英国 Reading 大学的 Cybernetics 教授在 1999 年就在胳膊里植入了一个 RFID 芯片。他在接受新浪访问时，向人们展示了已经植入 RFID 芯片的手臂。

Gartner 集团的副主席和研究主管 Avivah Litan 说：“在人的身体内植入芯片的花费是比较昂贵的，即使这项技术被大众接受，因为其成本较高，也不会有太多的人愿意使用。”

RFID 芯片确实存在安全问题，如果仅仅是为了单个私人的保密，这种方法已经足够了，但要实现大量的大范围的使用，其安全问题就不能忽视。例如，一个人用石头打破我的玻璃进入房间要比破译我的 RFID 芯片简单得多。

3. RFID 结合显示装置，拉伸了视角

将 RFID 技术与终端显示装置结合起来，通过 RFID 技术采集到的相关数据利用网络技术传输到用户的终端，在用户终端前探测显示结果；大型显示装置具有传感器，可侦测周围的环境与人、人与人的感觉和互动，这样拉伸了人的视角，便于对物流、医疗等实施远程实时的透明化管理，如图1-30 所示。

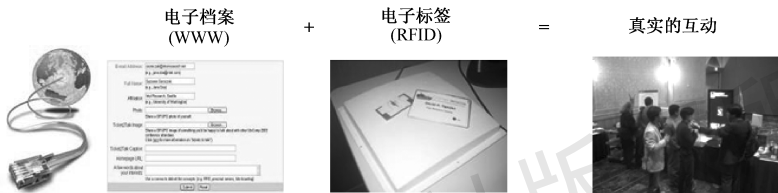


图 1-30 RFID 与显示装置结合示意图

假如现在需要进行抗震救灾，肯定要涉及救援设备的管理、救援物资的管理，以及救援现场机械和通信设备、运输能力的调度等。为了做好物流管理，人们给设备贴上 RFID 标签，然后在运输中再加上 GPS 跟踪在途情况。RFID 标签的数据，如日期、时间或序列号可以集成到任何视频图像里，可使物品在进出的时候被扫描。视频图像也可提供由于物品损坏而需补偿的运输费用的确切信息，记录的数据和图像数据由数字记录系统保存，以确保图像数据和包裹数据可以清楚地匹配。RFID 技术与视频图像的结合不仅可提供产品的位置，也提供产品目前的状况，直至产品交付，可实现一路追踪。利用管理软件，可自动地记录供应链里产品的位置；通过集成视频图像，包裹和甚至所有的托盘都可以在任何特定的点被识别，这样用户不仅可以读取标签，还可以实时地看到产品。

4. RFID 结合定位技术，准确快速定位

RFID 技术结合定位技术，可以实现准确快速定位。

采用 RFID 技术进行非接触自动管理，当出入人员佩戴装有射频识别芯片的身份卡通过门口时，无须任何操作，便可完成从身份识别、身份验证到通行记录的全过程操作；该技术还可以和后台管理系统进行通信，为井下人员的安全管理提供实时、可靠的技术保证。井下人员管理系统属于煤矿安全管理系统范畴。该系统采用计算机多任务分布式处理方式，能够对各通道口的位置、通行对象及通行时间等情况进行实时控制或设定程序自动控制。这项技术已经广泛应用于政府机关、企业、金融、公安部门、军事基地、智能小区、学校、高级酒店等出入口保安管理，并起到了重要的作用。

井下人员管理系统的架设和工作原理：首先在井下需要进行人员跟踪的区域和巷道中根据现场具体需要放置一定数量的无线标识传感器，通常情况下一个地点只需要放置一个即可跟踪此地点进出人员的情况。然后将无线标识传感器通过传输总线与地面计算机连接，同时为多功能分站与无线标识传感器连接提供工作电源，这样就完成了一个由井上计算机通过电缆连接井下无线标识传感器的系统架设。接着为需要进行人员跟踪定位的下井人员佩戴一个

无线标识卡, 当下井人员进入井下以后, 只要通过或接近放置在巷道内的任何一个无线标识传感器, 它便会马上感应到信号, 并将其上传到中心站主机上, 这样中心站主机的软件就可判断出具体信息 (如身份、位置、具体时间), 同时可把信息显示在控制中心的大屏幕或计算机显示屏上, 并做好备份。

5. 印刷技术应用于标签制造, 突破标签成本的限制

RFID 标签封装技术将和印刷、造纸、包装技术结合, 导电油墨印刷的低成本标签天线及低成本封装技术将促进 RFID 标签的大规模生产, 并成为未来一段时间内决定产业发展速度的关键因素之一。

标签的结构一般由基材、芯片和内置天线 (线圈) 组成。目前线圈的制造方法有铜丝绕制法、化学腐蚀法、电镀法和直接印刷法。这四种方法中值得重点发展的是直接印刷法, 因为该方法具有天线的高速印刷、耗材成本低的优点, 这样可以明显降低 RFID 标签的成本。在直接印刷天线技术中, 导电油墨是一个重要的推动力。没有导电油墨的发展, 就没有印刷技术在 RFID 标签制造中的应用。导电油墨由一些易传导性的粒子、树脂或更为特殊的原材料组成, 如传导聚合物。导电油墨经印刷到基材上干燥后, 由于导电粒子间的距离变小, 自由电子沿外加电场方向移动形成电流, 具有良好的导电性能, 从而使油墨担当天线的作用。油墨质量对于提高导电性能, 降低油墨消耗有着重要的意义。一个好的导电油墨配方, 要求具有良好的印刷适应性, 印刷后具有附着力强、电阻率低、固化温度低、导电性能稳定等特性。

目前, 用于标签印刷的数字印刷机既有单色的, 如 Nipson 的 VaryPress200 和 400; 也有彩色的, 如常见的富士施乐 Docu ColoriGen3、柯达的 NexPress2100、奥西的 CPS700 等, 但目前市场上最常见的标签数字印刷机主要来自 HPIndigo 和 Xeikon 两大供应商。

尽管采用数字印刷机印刷标签的时间不算很长, 但随着技术、市场的成熟, 它将会有更大的发展。

6. 在水或金属中读取标签技术, 破解标签应用限制

RFID 技术和金属相结合似乎不太现实, 许多人认为电子标签不可能在水或金属中读取, 只有 HF 标签能满足这些试验, 但是新的 UHF Gen2 标签却可以在水或金属中读取, 这是一个真正的突破。

在冷冻食品上应用 RFID 标签会影响标签的读取性能, 这是因为水会吸收无线射频信号。例如, 一个装有冰淇淋的箱子, 其内部会有湿气, 外部会有水珠或结霜, 因此在读取 RFID 标签时常常会遇到困难。尽管如此, 冷冻食品供应商及其他冷藏物品 (如医药品) 的制造商, 也开始对沃尔玛和其他要求它们在托盘和包装箱上使用 RFID 标签的零售商做出响应。为了给这些制造商提供 RFID 测试和增值标签服务, 一家位于 Ontario 的 Markham 的物流软件及专业服务公司已经成立了一个 RFID 研发联盟。

金属和多水环境也是阻止 RFID 大量使用的重要因素。无线电波会从金属物体上反射回来, 会被水吸收, 这会使跟踪金属物体或含水较高的物体时产生困难。但是精心设计的系统能解决这些问题, 选择贴标位置或改变包装材料等。

(1) 抗金属电子标签是用一种特殊的防磁性吸波材料封装成的电子标签, 从技术上解决了电子标签不能附着于金属表面使用的难题。将抗金属电子标签贴在金属上能获得良好的读取性能, 甚至比在空气中读的距离更远。采用特殊的电路设计, 该电子标签能有效防止金属对射频信号的干扰。真正的抗金属电子标签的良好性能是其贴在金属上时的读取距离比不贴时更远, 这就是整体设计的优秀成果。

新型抗金属电子标签, 要解决的技术问题是使电子标签在金属环境下可靠使用, 降低成本。此时可采用以下技术方案: 首先在标签天线基板 (采用聚四氟乙烯制成) 正面设置标签天线和芯

片，并将其正面粘贴在有机玻璃的标签基板正面，标签天线至标签基板背面的高度为 1~7mm。然后选取合适的标签基板高度，利用被粘贴物体的金属面为反射面板，使金属反射的电磁场与标签天线的电磁场在垂直标签的远场实现叠加，从而使标签的读写性能进一步提高。该电子标签尺寸小，应用范围广，性能稳定，成本低，易批量加工，安装方便。

(2) RFID 抗金属电子标签 (13.56MHz) 如图 1-31 所示，它是采用特制橡胶磁贴膜和电子标签芯片封装而成的特殊标签，该标签的芯片的尺寸大小可以按照客户实际需求定制，而且其质量性能好。它适合用在露天电力设备巡检、铁塔电线杆巡检、电梯巡检、压力容器钢瓶汽瓶、各种电力家用设备的产品跟踪方面。



图 1-31 RFID 抗金属电子标签

7. RFID 标签与 RFID 读取器的发展趋势

1) RFID 标签的发展趋势

- (1) 无源系统是未来主流趋势；
- (2) 标签多元化；
- (3) 性能更加优越：有效距离更远、读写性能更加完善、高速移动物品识别、体积更小、快速读写、环境适应性更好；
- (4) 新技术的应用，使标签成本更加低廉。

2) RFID 读取器的发展趋势

- (1) 小型化、嵌入式；
- (2) 多频段、多制式相容，可读取多种兼容协议的电子标签；
- (3) 智能多天线接口，采用相位控制技术；
- (4) 多种自动识别技术的整合，如条形码与 RFID 的整合；
- (5) 更多新技术的应用，如智能通道分配技术、扩展技术、分码多址技术等。

1.3.3 RFID 应用的发展方向

1. 与移动信息化有机结合，实现物流、信息流、资金流的“三流合一”

RFID 技术与移动信息化有机结合，其应用范围更广阔：由目前“B-B”（企业-企业电子商务）应用拓展至“B-B-B”（企业-企业-企业电子商务）及“B-B-C”（企业-企业-客户电子商务）应用；由生产流通领域拓展至商贸、服务及消费领域。

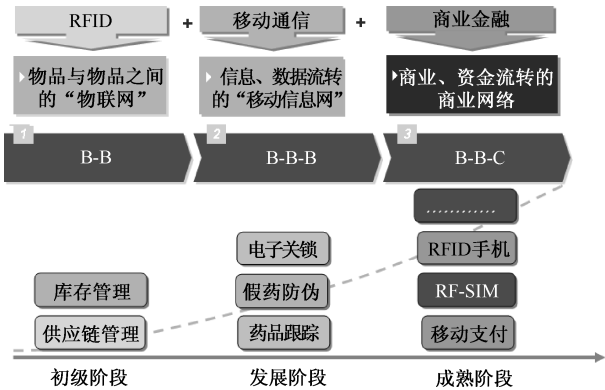


图 1-32 RFID 实现物流、信息流、资金流“三流合一”示意图

RFID 实现物流、信息流、资金流“三流合一”的示意图如图 1-32 所示。

2. RFID 与移动信息化的结合：电子关锁

RFID 产品的应用及与 GPS 的联动，能够监控车辆和货物，有效地掌握车辆和货物的实时情况，有效减少物流运输车辆的安全风险。例如，利用电子关锁（如图 1-33 所示）和 GPS 定位监控系统技术，货物在起运地海关预报关后会同时向指定口岸海

关发送电子数据，等运载该批货物的指定车辆到达指定地点海关后，只要电子数据对碰成功、关锁没有异样，不用查验就可直接放行，并启动 GPS 定位监控系统，待货物运送到机场海关后才进行最后的查验。

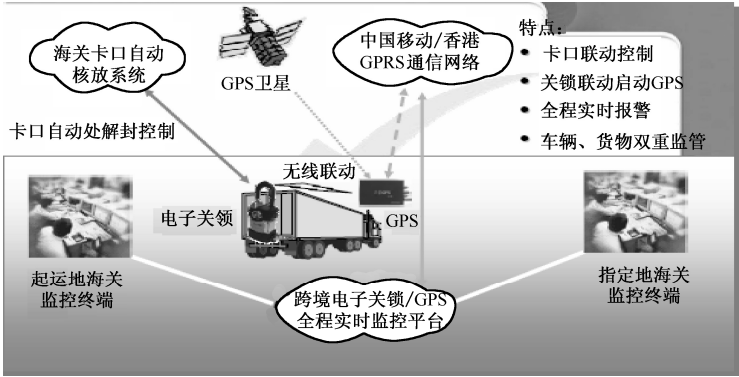


图 1-33 电子关锁

3. 构建优质网络社会的生活情境

RFID 产业的发展规划为：以构建 RFID 技术、产业与应用服务体系为目标，从实际出发探讨符合我国国情的创新发展模式，提升 RFID 应用水平，真正实现“科技改善我们的生活”的美好愿景；主要突破 RFID 的芯片设计与制造技术、天线设计与制造技术、读写器开发与生产技术、应用软件、中间件与系统集成技术，以及基于 RFID 的信息服务技术，打造完整产业链，建立支持 RFID 技术应用的跨部门（行业）的第三方信息服务体系，促进我国 RFID 产业与应用的科学发展、创新发展与可持续发展，为提高城市现代化管理及服务水平，方便百姓生活，构建和谐社会作出新贡献。如图1-34 所示为优质网络社会的生活情境。



图 1-34 优质网络社会的生活情境

1.3.4 RFID 技术面临的问题

在现阶段，RFID 技术推广应用仍有一些关键性的问题需解决，具体包括以下几方面。

1. 成本问题

成本会影响 RFID 技术的拓展速度。美国号称电子标签的目标价格为 5 美分，日本也正朝着推出 5 日元的标签而努力。但是改善制造流程与提高市场规模才是 RFID 降价的关键。

2. 信号干扰问题

RFID 技术主要是基于无线电波传送原理的，当无线电波遇到金属或液体时，信号传导会产生干扰与衰减，进而影响数据读取的可靠性与准确度。在一些特殊环境中，如将 RFID 标签贴于装饮料的铝罐外或计算机金属外壳上，都会遇到这类问题。

3. 频段管制问题

目前，各国电磁波管制频段的范围不尽相同，尤其是在超高频和微波频段，各国开放的频率不一，使得 RFID 在跨国应用时产生了许多问题。RFID 设备制造商正朝着提供多频段功能的方式来解决此问题，但此举会增加设备成本，不利于应用推广。

4. 国际标准的制定问题

目前，RFID 技术及标准的制定机构包括 EPCglobal 与 ISO，其中，EPCglobal 制定了 EPC（Electronic Product Code）标准，使用 UHF 频段；ISO 制定了 ISO14443A/B、ISO15693 与 ISO18000 标准，前两者采用 13.56MHz，后者采用 860~930MHz。在当前主要应用的 UHF 频段，两大标准势必有一番争斗。同时，由于各国开放的频段不同，特别是 UHF 频段，美国为 902~928MHz、欧洲为 868MHz、日本为 950~956MHz，而且各国还有其他应用在分享无线频率的不同频段，标准与频率不一，所以将导致 RFID 读写器与标签的互通性降低，影响精确度，难以统一适用。

5. 隐私权问题

RFID 具有追踪物品的功能，尤其是在消费性商品的使用上。但当消费者在超市中购买商品时，商品的 RFID 信息存在着被少部分人刻意收集，从而侵犯他人隐私权的可能性。该项质疑使 RFID 的大量应用存在不确定性，还需各国主管机关制定法规来加以解决。



1.4 实训项目

1.4.1 实训项目任务单

日常生活中 RFID 技术的应用分析实践项目任务单

任务名称	日常生活中 RFID 技术的应用分析
任务要求	观察日常生活中的 RFID 技术应用，并记录它们的使用具体情况，撰写观察实践分析报告
任务内容	1. 观察日常生活中使用的 RFID 技术； 2. 分析日常生活中相关的 RFID 技术，指明该 RFID 技术的应用领域，说明该 RFID 技术的频率属于哪种类型，分析其系统构成及成本构成； 3. 完成实训任务分析报告表； 4. 分析与汇报
提交资料	1. 提交实训任务分析报告表； 2. PPT 演示文稿
相关网站资料	大学城空间： http://www.worlduc.com/SpaceShow/Index.aspx?uid=256484 RFID 世界网： http://tech.rfidworld.com.cn/2010_09/fbab9eb5cb992db9.html
思考问题	1. 日常生活中的 RFID 技术给我们的生活带来什么改变？ 2. 对 RFID 技术的应用前景进行分析

1.4.2 实训目的及要求

1. 实训目的

RFID 已涉及人们日常生活的各个方面，并被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等众多领域，如火车的交通监控系统、高速公路自动收费系统、物品管理、流水线生产自动化、门禁系统、金融交易、仓储管理、畜牧管理、车辆防盗等，因此 RFID 技术将成为未来信息社会建设的一项基础技术。观察日常生活中的 RFID 技术，思考和了解其系统构成与类型。

2. 实训要求

实训任务分析报告表

序 号	观察日常生活中的 RFID 应用技术	该 RFID 技术的应用领域	该 RFID 技术的频率类型	该 RFID 系统构成	该 RFID 的成本构成
1					
2					
3					
4					
5					



1.5 习题

1. 什么是 RFID 技术，它与其他自动识别技术有什么区别，主要优势在哪里？
2. 简述 RFID 系统的组成及类型。
3. 简述 RFID 技术的发展趋势及对未来生活的影响。