



物联网物联网技术论文

物联网技术论文

第一章 物联网的简介

1.1 研究背景

21 世纪是一个以网络计算机为核心的信息时代。数字化、网络化与信息化、经济全球化是 21 世纪的时代特征。随着信息技术的飞速发展,经济全球化不断加快。通过计算机技术、数据通讯和互联网技术实现现代化物流和电子商务已是大势所趋。

而现代物流和电子商务的实施离不开信息化的支持。信息化是现代物流及电子商务发展的基础。在物流信息交换、供应链管理等方面,由于信息传递的不及时、信息失真、信息交换错误所造成的损失每年高达数千亿美元。以全球零售业巨头沃尔玛为例,每年由于信息传递问题所造成的缺货率大约是 8%左右。如果可以减少 1%的缺货率,仅此一项每年就可以给沃尔玛增加 10 亿美元的收入[1]。

另外,在社会信息化过程中,信息资源剧增,各类信息内容呈爆炸式增长。庞大的信息资源和昂贵的信息成本,使得人们无法独立生产所需要的数据,而必须通过共享来获取资源和必要的信息。那么如何实现实时地信息交流呢?

1999 年由美国麻省理工学院 Auto ID 中心提出的 EPC (Electronic product code, 产品电子代码) 给人们提供了新的启迪。人们将每一件物品赋予一个唯一的编号, EPC 标签是这一编号的载体。当 EPC 标签贴在物品上或内嵌在物品中的时候,即将该物品与 EPC 标签中的唯一编号(标准说法是“产品电子代码”或“EPC 代码”)建立起了唯一的对应关系[1]。

基于互联网和射频技术的 EPC 系统,即实物物联网(简称物联网)是在计算机互联网的基础上,利用 RFID(Radion Frequency Identification, 射频识别)、天线数据通讯等技术,构造了一个实现全球物品信息实时共享的“Internet of things”。它将成为条形码技术之后,再次变革商品零售结算、物流配送及产品跟踪管理模式的新技术。

EPC 标签从本质上来讲是一个电子标签,通过射频识别系统的电子标签读写器可以实现对 EPC 标签信息的读取。读写器获取的 EPC 标签信息,并把标签信息送入互联网 EPC 体系中 PML(Physical Mark Up Language, 实体标记语言)服务器后[2],就实现了对物品信息的采用和追踪。然后利用 EPC 体系中的网络中间件等,可实现对所采集的 EPC 标签信息的利用。

1.2 目前的发展现状[4]

随着 RFID 技术以及无线局域网技术的日渐成熟,标准逐渐统一, EPC 系统也不断完善, EPC 技术为更广大的人所了解,所使用。

1.2.1 国外 EPC 的发展现状

20 世纪中期产生的射频识别技术,由于射频标签本身的价格昂贵,阻碍了它的推广和应用。1999 年,美国麻省理工学院成立 Auto-ID 中心,进行射频识别技术的研发。通过创建 RFID 标准,并利用网络技术,形成 EPC 系统,目的是建设全球实物互联网。

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致,下载高清无水印

具体来讲，EPC 系统在国际上的测试可分为三个阶段：

试验第一阶段(货堆)：2001 年 9 月，Auto-ID 中心成功读取了宝洁公司位于密苏里州 Cape Girardeau 工厂中手纸货堆上的 EPC 代码。10 月，该厂有一批货物要发往位于 Oklahoma, Tulsa Sam's 俱乐部，当货物离开工厂时，货堆上的 EPC 代码在异地被成功的读取。

试验第二阶段(货箱)：2002 年 2 月，联合利华、宝洁、卡夫、可口可乐、吉列、沃尔玛和强生等公司将包装盒上配有 EPC 标签的货物在全美 8 个州中选定的配送中心和零售商之间运输，尽管从货堆试验到包装盒试验大大增加了传输的数据量，系统运行仍然良好。

试验第三阶段(单个物品)：2002 年底，Auto-ID 中心测试系统处理更大数据量的能力，标签被加载到单个物品上。

EPC 可为每一个商品建立全球的，开放的标识标准，以 EPC 软硬件技术构成的“EPC 物联网”，能够使产品的生产、仓储、采购、运输、销售、及消费的全过程发生根本性的变化，从而大大提高全球供应链的性能。虽然目前 EPC 系统还没有真正地应用在企业的管理行为中，但却引起了全球的关注和兴趣。目前，在全球共有 90 个终端用户和 75 个系统集成商进行 EPC 系统的测试，他们一起合作，整合 EPC 系统的产品标识，建立 EPC 实施方案。EPC 系统的研发，可以说是如火如荼。

在美国，全球零售巨头沃尔玛表示从 2005 年 1 月起，沃尔玛将让他们的前 100 位主要供应商在他们的货物中放入 EPC 标签，应用到 1 个关键配送中心。从 2006 年 1 月起，应用到所有配送中心。制造业如吉列、强生、宝洁以及知名的物流企业如联合包裹服务公司 (United Parcel Service)也都承诺要尽可能将 EPC 系统引入企业的供应链管理过程中。

在日本，EPC 系统国家发展战略已经制定。在其战略中强调要进行 EPC 系统研究，由经济产业省和总务省，推广电子标签的普及，力争将标签价格降至 3-5 日元。同时，在该战略中也指出要建立 EPC 系统标准体系，制定相关国家标准，并与 ISO 和 EPC Global 接轨；建立技术产业联盟(由 NTT 集团、KDDI、索尼、日立、东芝、NEC、丰田汽车、东京电力、日本通运、日本铁道货物、京滨电气铁道公司、三菱—沃尔玛等 100 家企业组成)；建立行业试点(2003 年要在家电、图书、服装、食品流通业进行试点；2004 年拓展到 10 多个应用领域)。

在加拿大，EPCglobal 加拿大已经产生，由该组织负责本国 EPC 系统的研发和推广。2004 年其主要举措有：代表加拿大工业界参与制定全球 EPC2.0 标准；建立与加拿大基础技术和系统相兼容的 EPC 标准；制定 EPC 商业计划，在加拿大推广该技术；为 EPC 网络的发展提供有利的公共政策；培训终端用户、技术方案解决商(包括：出版 EPC 商业应用案例；建立 EPC 培训机制，举办论坛、演讲进行交流；宣传 EPC 网络的商业价值)；建立加拿大应用方案服务商及用户委员会；引导加拿大各行业应用。

在英国，Tesco 已于 2003 年 9 月进行了该公司物流中心“National Distribution Centre (NDC)”和英国的两家商店(St. Neots 与 Peterborough)进行 EPC 系统的应用测试，使用 915MHz 频带，对 NDC 和两家商店之间的包装盒及货盘的流通过程进行追踪。

2003 年底，Tesco 使用与 2003 年 9 月测试基本相同的系统，同著名日用品公司美国金佰利、美国宝洁、英国联合利华、美国吉列、著名饮料公司英国 Diageo 等 5 家供货商展开进一步测试，以验证已在欧洲获得批准的 UHF 频带的 868/869MHz 的通信中使用无线标签的效果。Auto ID 中心研发 EPC 系统，在国际物品编码协会的主导下，为了通过采纳开放的全

球标准和产品标识来提高商业的贸易效率 实现 EPC 系统的宗旨 EAN 和 UCC 成立 EPCglobal, 来管理全球 EPC 标准、开发并实施市场和通信、管理有关 EPC 的知识产权、与 Auto ID 中心就未来的改善进行合作、管理 EPC 系统。EPC 网络的商业化给各国的编码组织提供了发展新业务的绝好机会, 同时由于 EAN 已经建立了遍布全球的编码组织, 对于开展这一项新的业务提供了组织保障。通过 EAN 的世界成员组织和美国 UCC, 负责 EPC 系统的全球教育、信息传播、教育工具和推动, 可以利用他们超过 100 万的成员公司的全球用户基础推动 EPC 技术的应用。自此, EPC 系统的研发力量在全球范围内得以整合, 并进入了有计划的推广阶段。

1.2.2 国内 EPC 的发展现状

国内研究人员对 EPC 的研究基本上是从空白开始的, 已有的技术积累也较低, 但这方面的研究一直在继续, 基本属于跟踪发达国家的研究, 参与这方面研究的有中国物品编码中心、中国标准协会等机构非营利机构以及复旦大学、北京大学等一些大学的科研机构, 目前已经取得了一些初步的成果, EPC 处于宣传和推广的起步阶段。

作为 EPC 系统的关键之一的射频识别技术的研究, 中国物品编码中心早在 1996 年就开始了。1999 年, 中国物品编码中心完成了原国家技术监督局的科研项目《新兴射频识别技术研究》, 制定了射频识别技术规范。2002 年中国物品编码中心开始积极跟踪国际 EPC 的发展动态, 2003 年完成了《EPC 产品电子代码》课题的研究, 出版了《条码与射频标签应用指南》一书。Auto-ID 中国试验室依托于复旦大学, 是 EPCglobal 组织所属的六所学术研究机构之一, 在中国负责标签和识读器的研发。

2003 年 9 月, 为了促进国内对 EPC 的了解, 中国物品编码中心邀请 UCC 董事会成员、全球宝洁的首席信息官 Steve David 来中国就有关 EPC 技术及其在供应链的应用情况进行交流。2003 年 12 月, 由国家标准化委员会主办、中国物品编码中心牵头, 全国物流信息管理标准化技术委员会承办, 在北京举行第一届中国 EPC 联席会。此次会议, 统一了 EPC 产品电子代码和物联网的概念, 协调了各方的关系, 将 EPC 技术纳入标准化、规范化的管理, 为 EPC 在我国快速、有序的发展奠定了坚实的基础。从此, EPC 技术的研究纳入标准化、规范化管理的范畴, EPC 在中国的发展走向正轨。

1.3 研究的意义

1.3.1 物联网的用途

物联网用途广泛, 遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康、花卉栽培、水系监测、食品溯源、敌情侦查和情报搜集等多个领域。文献[6]-[11]列举了物联网技术在各行各业中的应用。

国际电信联盟于 2005 年的一份报告曾描绘“物联网”时代的图景: 当司机出现操作失误时汽车会自动报警; 公文包会提醒主人忘带了什么东西; 衣服会“告诉”洗衣机对颜色和水温的要求等等。亿博物流咨询生动的介绍物联网在物流领域内的应用, 例如一家物流公司应用了物联网系统的货车, 当装载超重时, 汽车会自动告诉你超载了, 并且超载多少, 但空间还有剩余, 告诉你轻重货怎样搭配; 当搬运人员卸货时, 一只货物包装可能会大叫“你扔疼我了”, 或者说“亲爱的, 请你不要太野蛮, 可以吗?”

物联网把新一代 IT 技术充分运用在各行各业之中。具体地说,就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中。然后将“物联网”与现有的互联网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合,在这个整合的网络当中,存在能力超级强大的中心计算机群,能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制。在此基础上,人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活,达到“智慧”状态,提高资源利用率和生产力水平,改善人与自然间的关系。

毫无疑问,如果“物联网”时代来临,人们的日常生活将发生翻天覆地的变化。然而,不谈什么隐私权和辐射问题,单把所有物品都植入识别芯片这一点现在看来还不太现实。人们正走向“物联网”时代,但这个过程可能需要很长的时间。

1.4.2 物联网的效益

业内专家认为,物联网一方面可以提高经济效益,大大节约成本;另一方面可以为全球经济的复苏提供技术动力。目前,美国、欧盟、中国等都在投入巨资深入研究探索物联网。我国也正在高度关注、重视物联网的研究。工业和信息化部会同有关部门,在新一代信息技术方面正在开展研究,以形成支持新一代信息技术发展的政策措施。

中国移动总裁王建宙反复提及,物联网将会成为中国移动未来的发展重点。他表示将会邀请台湾生产 RFID、传感器和条形码的厂商和中国移动合作。据他介绍,运用物联网技术,上海移动已为多个行业客户度身打造了集数据采集、传输、处理和业务管理于一体的整套无线综合应用解决方案。最新数据显示,上海移动目前已将超过 10 万个芯片装载在出租车、公交车上,形式多样的物联网应用在各行各业大显神通,确保城市的有序运作。在上海世博会期间,“车务通”将全面运用于上海公共交通系统,以最先进的技术保障世博园区周边大流量交通的顺畅;面向物流企业运输管理的“e 流”,将为用户提供实时准确的货况信息、车辆跟踪定位、运输路径选择、物流网络设计与优化等服务,大大提升物流企业综合竞争能力。

此外,在“物联网”普及以后,用于动物、植物和机器、物品的传感器与电子标签及配套的接口装置的数量将大大超过手机的数量。物联网的推广将会成为推进经济发展的又一个驱动器,为产业开拓了又一个潜力无穷的发展机会。按照目前对物联网的需求,在近年内就需要按亿计的传感器和电子标签,这将大大推进信息技术元件的生产,同时增加大量的就业机会。

据介绍,要真正建立一个有效的物联网,有两个重要因素。一是规模性,只有具备了规模,才能使物品的智能发挥作用。例如,一个城市有 100 万辆汽车,如果我们只在 1 万辆汽车上装上智能系统,就不可能形成一个智能交通系统;二是流动性,物品通常都不是静止的,而是处于运动的状态,必须保持物品在运动状态,甚至高速运动状态下都能随时实现对话。

美国权威咨询机构 FORRESTER 预测,到 2020 年,世界上物物互联的业务,跟人与人通信的业务相比,将达到 30 比 1。因此,“物联网”被称为是下一个万亿级的通信业务。

物联网热浪为什么在中国会迅速壮大呢?物联网在中国迅速崛起得益于我国在物联网方面的几大优势。

第一,我国早在 1999 年就启动了物联网核心传感网技术研究,研发水平处于世界前列;第二,在世界传感网领域,我国是标准主导国之一,专利拥有量高;第三,我国是目前能够实现物联网完整产业链的国家之一;第四,我国无线通信网络和宽带覆盖率高,为物联网的

发展提供了坚实的基础设施支持;第五,我国已经成为世界第三大经济体,有较为雄厚的经济实力支持物联网发展。

1.3.3 物联网的发展趋势^[4]

物联网不是科技狂想,而是又一场科技革命。

物联网使物品和服务功能都发生了质的飞跃,这些新的功能将给使用者带来进一步的效率、便利和安全,由此形成基于这些功能的新兴产业。

物联网需要信息高速公路的建立,移动互联网的高速发展以及固话宽带的普及是物联网海量信息传输交互的基础。依靠网络技术,物联网将生产要素和供应链进行深度重组,成为信息化带动工业化的现实载体。据业内人士估计,中国物联网产业链今年就能创造 1000 亿元左右的产值,它已经成为后 3G 时代最大的市场兴奋点。

有业内专家认为,物联网一方面可以提高经济效益,大大节约成本;另一方面可以为全球经济的复苏提供技术动力。目前,加拿大、英国、德国、芬兰、意大利、日本、韩国等都在投入巨资深入研究探索物联网。同时,有专家认为,物联网架构建立需要明确产业链的利益关系,建立新的商业模式,而在新的产业链推动矩阵中,核心则是明确电信运营商的龙头地位。

物联网的发展,也是以移动技术为代表的普适计算和泛在网络发展的结果,带动的不仅仅是技术进步,而是通过应用创新进一步带动经济社会形态、创新形态的变革,塑造了知识社会的流体特性,推动面向知识社会的下一代创新(创新 2.0)形态的形成^[3]。移动及无线技术、物联网的发展,使得创新更加关注用户体验,用户体验成为下一代创新的核心。开放创新、共同创新、大众创新、用户创新成为知识社会环境下的创新新特征,技术更加展现其以人为本的一面,以人为本的创新随着物联网技术的发展成为现实。

作为物联网的积极推动者的欧盟则梦想建立“未来物联网”。欧盟信息社会和媒体司 2009 年 5 月公布的《未来互联网 2020:一个业界专家组的愿景》报告指出,欧洲正面临经济衰退、全球竞争、气候变化、人口老龄化等诸多方面的挑战,未来互联网不会是万能灵药,但我们坚信,未来互联网将会是这些方面以及其他方面解决方案的一部分甚至是主要部分。报告谈及的未来物联网的四个特征:未来互联网基础设施将需要不同的架构,依靠物联网的新 Web 服务经济将会融合数字和物理世界从而带来产生价值的新途径,未来互联网将会包括物品,技术空间和监管空间将会分离。涉及物联网的就有两项。作者认为,当务之急是:摆脱现有技术的束缚,价值化频谱,信任和安全至关重要,用户驱动创新带来社会变化,鼓励新的商业模式。

第二章 EPC 的基础知识

2.1 Web 服务

2.1.1 web 服务的概念^[5]

W3C Web Services Architecture 小组达成一致意见的 Web 服务的暂行定义如下所示: Web 服务是由 URI(Uniform Resource Identifier,统一资源标识符)标识的软件应用程序,

其接口和绑定可以通过 XML 构件进行定义、描述和发现,Web 服务支持通过基于因特网的协议使用基于 XML 的消息与其他软件应用程序直接交互。简单来说,Web 服务是松散耦合的、可重用的软件模块,从语义上看,它封装了离散的功能,在 Internet 上发布后能通过标准的 Internet 协议在程序中访问。

首先,Web 服务是可重用的软件模块,Web 服务是对软件开发中面向对象设计的发展和升华。基于组件的模型允许开发者复用他人创建的代码模块,组成或扩展它们,形成新的软件。

其次,这些软件模块是松散耦合的。传统的应用软件设计模式要求各个单元之间紧密连接,这种连接形成的复杂性要求开发者必须对连接的两端元素有完全的了解和控制能力。而且,这种连接一旦建立后,很难从中把一个元素抽出,用另外一个元素代替。相反,松散耦合的系统,只需要很简单的协调,并允许更加自由的配置。

第三,从语义上看,Web 服务封装了离散的功能。一个 Web 服务就是一个自包含的“小程序”,完成单个的任务。Web 服务的模块使用其他软件可以理解的方式描述输入和输出,其他软件知道它能做什么,如何调用它的功能以及返回什么样的结果。

第四,Web 服务可以在程序中访问。和 Web 网站或桌面程序不同,Web 服务不是为直接与人类交互设计的,它们不需要有图形化的用户界面。Web 服务是在代码级工作的,它们被其他软件调用,并与其他软件交换数据。不过 Web 服务最终的目的还是形成一个能够与用户交互的应用软件。

最后,Web 服务是在 Internet 上发布的。Web 服务使用现有的并广泛使用的传输协议,比如 HTTP。使用与传输 Web 内容相同的并广泛使用的协议,不需要调整现有的 Internet 架构,Web 服务就可以通过防火墙进行通信。

由于 Web 服务是一种部署在 Web 上的对象(Web Object),因此具有对象技术所承诺的所有优点;同时,Web 服务的基石是以 XML 为主的,开放的 Web 规范技术,因此具有比任何的对象更好的开放性。

2.1.2 Web 服务的体系架构和实现模型

Web 服务的实现模型是:服务的提供者拥有一个可以通过网络访问的软件模块(Web 服务的实现),它为此 Web 服务定义服务说明,并把它发布给服务的请求者或服务的注册处。服务的请求者使用查找操作从本地或服务的注册处得到服务说明,并使用服务说明中的信息与服务的提供者实现绑定,然后与 Web 服务交互,调用其中的操作。

在 Web 服务体系中,所有的应用实体都被抽象成服务。其中包括三种角色、三种操作和两种构件。

(1) 服务体系架构中的三种角色是:

①服务的提供者:从商业的角度看,这是服务的拥有者;从 Web 服务的架构看,这是拥有服务的平台。

②服务的请求者:从商业的角度看,这是需要某种功能的商业机构;从 Web 服务的架构看,这是查找、调用服务的应用程序。服务请求可以使用浏览器完成,也可以是没有用户界面的应用程序发出。

③服务的注册处:这是可搜索的服务描述注册中心,服务的提供者向这里发布他们的服务说明,而服务的请求者在这里找到服务,并得到与服务绑定的信息,在开发时刻实现静态绑定或在运行时刻实现动态绑定。对于静态绑定的服务请求者,服务注册处是体系结构中的可选角色,因为服务提供者可以把描述直接发送给服务请求者。同样,服务请求者可以从服务注册处以外的其它来源得到服务描述,例如本地文件、FTP 站点、Web 站点、广告或发现 Web 服务(Discovery of Web Services, DISCO)。

(2) Web 服务体系架构中的三种操作是:

①发布:服务提供者需要首先将服务进行一定描述并发布到注册服务器上,服务的请求者才能够找到它。在发布操作中,服务提供者需要通过注册服务器的身份验证,才能对服务描述信息进行发布和修改。到底把服务说明发布到哪里,或者以什么方式发布,这是由应用程序的具体要求决定的。

②查找:在查找中,服务的请求者可能会直接得到服务说明,也可能会向服务的注册处查询服务说明的位置。对于服务请求者,可能会在两个不同的生命周期阶段中牵涉到查找操作:在设计时为了程序开发而检索服务的接口描述,而在运行时为了调用而检索服务的绑定和位置描述。在查找操作中,一般包含两种查找模式:一种是浏览模式(Browse Pattern),即服务请求方可以根据通用的分类标准来浏览或者通过一些关键字来搜索,并逐步缩小查找的范围,直到找到满足需要的服务,查找结果是一系列服务的集合;另一种是直接获取模式(Drill down Pattern),即通过唯一的关键字直接得到特定服务的描述信息,其查找结果是唯一的。③绑定:在绑定操作中,服务的请求者在运行时一刻使用服务说明中的绑定信息,包括服务的访问路径、服务调用的参数、返回结果、传输协议、安全要求等来定位、连接和调用服务,启动与服务的交互,调用服务的方法。

(3) Web 服务体系架构中的两种构件是:

①服务:Web 服务是由服务说明定义的接口,而这个接口的实现就是服务本身。服务是服务提供者在网络上发布可供不同平台使用的软件模块。服务的请求者可以调用它,或者与之交互。服务本身也可以是请求者,在它的实现过程中使用其他的 Web 服务。

②服务说明:包含服务接口和实现的详细细节,包括数据类型、操作、绑定信息和网络位置等。也可能包括分类和其他元数据信息,这些信息通常是为了协助服务请求者发现和使用服务。服务的提供者可以把服务说明直接发送给服务的请求者,也可以发送到服务的注册处。

2.1.3 Web 服务的技术要素

Web 服务充分利用了现有的网络技术、标准或协议,并在必要的时候增加了一些新的技术或标准,用于接口定义、方法调用、基于 Internet 的构件注册以及各种应用的实现。构筑 Web 服务的 Web 服务技术家族的主要成员有 XML、SOAP、WSDL 和 UDDI。XML (Extensible Markup Language, 可扩展标记语言) 是 Web 服务体系的基础, SOAP (Simple Object Access Protocol, 简单对象访问协议) 使用 XML 作为其数据编码格式, WSDL (Web Services Description Language, Web 服务描述语言) 使用 XML 来描述 Web 服务的结构,而 UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration, 通用发现与发布规范) 使用 XML 定义注册表的结构,使用 SOAP 指定与注册表的通信。SOAP 为在不同系统之间实施平台无关的交互定义了一套基本的元规则,是 Web 服务体系中服务交互的基础架构。WSDL 是描述 Web

服务界面的基本工具，依靠 WSDL, Web 服务的交互界面就能被系统自动处理。UDDI 则是在动态服务集成解决方案中的首次尝试。

(1) XML—Web 服务技术的基石

XML 是一套定义语义标记的规则，这些标记将文档分成许多部件并对这些部件加以标记。它也是元标记语言，即定义了用于其他与特定领域有关的、语义的、结构化的标记语言的句法语言。

正像 HTML 一样，可扩展置标语言也是一种标记语言。但 XML 是可扩展的 (eXtensible) 标记语言，它着重描述的是数据本身，而 HTML 着重描述的是 Web 页面的显示格式。另外在 HTML 中所有的标记和文档结构都是预先定义的，而 XML 不再是固定的标识任意内容文档的任意结构，可以根据实际需要定义自己的新的置标语言，并为这个置标语言规定它特有的一套标签。XML 因具有更多的语义、良好的可扩展性、简单易用、自描述等特点而特别适用于 Web 上的数据交换。XML 数据模型与半结构化的数据模型有很多相似性。

XML 具有以下主要特性：

①扩展性。XML 是一种用于设计标记语言的原语言，而不是像 HTML 那样，是一种只有一个固定标记集的特定标记语言。XML 允许用户根据其需要创建自己的标记，这些标记可通过 XML DTD (Document Type Definition) 加以定义，XML 的可扩展性就在于此。②灵活性。XML 提供了一种结构化的数据表现方式，从而使用户界面与结构化数据相分离。

③自描述性。XML 文档通常包含一个文档类型 (DTD) 表明，从而便于机器理解数据的意义。XML 文档中的数据可被任何能够对 XML 数据进行解析的应用程序所提取、分析和处理，并以所需格式显示。

(2) SOAP—Web 服务的调用

SOAP (Simple Object Access Protocol) 是 Web 服务交换 XML 消息的标准协议，实际上是一个遵循 HTTP 的远程过程调用 (RPC) 协议，最终目的是在应用程序之间实现通信。首先，SOAP 建立在 HTTP 之上意味着 SOAP 消息可以作为 HTTP 请求或响应的一部分传递，任何允许 HTTP 通信的网络都可以通过 SOAP 消息。由于 HTTP 就象 Web 浏览器一样，已经遍及到各种计算机平台和设备，并且能够通过代理和防火墙，所以，建立在 HTTP 上的 SOAP 可以让所有连接到 Internet 的应用程序实现通信。

其次，SOAP 使用 XML 作为数据格式，几乎所有的计算机平台都能处理，即使不能，也可以方便地建立 XML 解析器支持它。使得 SOAP 可以在千差万别的系统和平台间交换数据。使用 HTTP 和 XML, SOAP 可以基于现有的 Internet 基本结构，让运行在不同平台上的应用程序实现程序级的通信。SOAP 为在一个松散的、分布的环境中使用 XML 对等地交换结构化和类型化的信息提供了一个简单且轻量级的机制。其实 SOAP 本身并不定义任何应用语义，如编程模型或特定语义实现，它只是定义了一种简单的机制，通过一个模块化的包装模型和对模型中特定格式编码的数据的重编码机制来表示应用语义。

(3) WSDL—描述 Web 服务

WSDL (Web Service Description Language) 是一种用于描述 Web 服务的规范，使用 XML 语法定义了用于描述 Web 服务各个方面的元素，这些方面包括 Web 服务所在的位置、它支持的传输协议、其中包含的接口、接口中的方法以及方法的参数类型等。

WSDL 与 SOAP 和 UDDI 一起工作,支持 Web 服务与 Internet 上的其他 Web 服务、应用程序和设备的交互作用。WSDL 首先对访问的操作和访问时使用的请求/响应消息进行抽象描述,然后将其绑定到具体的传输协议和消息格式上,以最终定义具体部署的服务访问点。

(4) UDDI—Web 服务的注册和发布

UDDI(Universal Description,Discovery and Integration,统一描述、发现与集成)是 Web 服务登记、查找和调用的组合。它是 Ariba、IBM 和微软公司共同制订的基于分布式 Web 服务信息注册的规范,也是一套执行规范的实施办法,其目的是让 Web 服务的提供者注册他们的 Web 服务信息,以便 Internet 上的其他用户能够方便地找到这些信息。这是一个彻底的新计划,意图建立一个全球化的、与平台无关的、开放式的架构,使企业能:

- ①发现彼此
- ②定义如何通过 Internet 交互
- ③使用一个全球性的商业注册中心,以共享信息、,并加速全球 B2B 的电子商务应用

2.2. net 架构^[16]

Microsoft. net 是微软的 XML Web 服务平台,包含了建立和运行基于 XML 的软件所需要的全部部件。. net 解决了当今软件开发中的一些核心问题:

(1) 应用程序的互操作性、集成性和应用程序的可扩展性是很难实现的,而. net 依靠 XML 消除了数据共享和软件集成的障碍,使得问题得以容易地解决;

(2) 无数具有相当竞争力的私有软件技术使得软件的集成变得非常复杂,而. net 是建立在一个开放的标准上的,它包含了几乎所有的编程语言;

(3) 当终端用户使用软件时,他们总觉得不够简便。因为他们无法在程序之间方便地共享数据或无法对能访问的数据进行操作。XML 使数据交换变得更加容易,. net 软件可以使得用户只要一得到数据就能对他们进行操作;

(4) 终端用户在使用 Web 的时候,无法对自己的个人信息和数据进行控制,这导致了个人隐私和安全的泄漏问题。而. net 提供了一套服务,使用户可以管理他们的个人信息,并且控制对这些信息的访问;

(5) COM 公司和 Web 站点开发者们很难为用户提供足够的有价值的数据,部分原因是由于他们的应用程序和服务无法很好地和其他程序和服务合作,只是一个不和外界连接的信息孤岛。而. net 的设计宗旨就是为了使来自于多个站点和公司的数据或服务能够整合起来。在. net 中,程序员设计编写的是 XMLWeb 服务,而不再是服务器或客户端的独立应用程序。他们把这些服务组合成松散耦合、相互协作的软件群,XMLWeb 服务之间使用 XML message 进行通信。

2.2.1. net 平台

Microsoft 的平台是由用于创建和运行 XML Web 服务组成的,它包含了下面四个组件: Microsoft. net 框架和 Visual Studio. net: 这些是开发人员用来生产 XML Web 服务的工

具。.net 框架是 Microsoft .net 平台核心中的一套编程接口，而 Visual Studio .net 是一套多语言系列的编程工具。

服务器基本结构：.net 的服务器基本结构是一系列用于生成、发布和操作 XML Web 服务的基础程序，包括 Windows 和各种 .net 企业服务器。主要的技术包括对 XML、scale-out 及跨程序和服务的商务流程的支持。

块构建服务：块构建服务是一套以用户为中心的 XMLWeb 服务，它把用户数据的控制权从应用程序移到了用户手上，使 Web 有了一个翻天覆地的变化，做到了程序、服务和设备之间的简单性及一致性，这保证了所有的交易都必须得到用户的同意。这些服务包含了 passport（用于用户身份验证）、服务之间的消息传递、文件存储、用户个性设置的管理、日历管理和其他一些功能。Microsoft 将在那些对 .net 基本结构起至关重要作用的领域内提供一些块构建服务。大量的合作伙伴和开发商将对这些块构建服务做重要的扩展。

2.2.2. .net 的特性

Microsoft .net 为程序员、商业领导、IT 部门以及消费者带来了很多好处。

(1) Microsoft .net 使编程工作变得更加容易，开发投资的回报率趋于最大化。开发者们可以创建能重用的 XMLWeb 服务，而不再是单一的程序；这些 Web 服务易于编写和调试，彼此之间相互独立，通过 XML message 通信及合作。所以对某一个服务的修改不会影响到其他的 service。

(2) 由于 XMLWeb 服务可以被很多 .net 客户端共同使用，所以对一个服务模块的有效更新，也即更新了所有使用这个模块的 .net 客户端。任何编程语言都可以用来编写 XML Web 服务，程序员可以选择他们最熟悉的语言来编程，这大大提高了开发效率。更值得一提的是，他们并没有因为使用了不同的语言而失去跨服务或跨组件的调试能力。

(3) Microsoft .net 减少了程序员要写的代码量，一个 XMLWeb 服务能适用于所有的设备，不必再去为每一个设备编写一个不同的版本。另外，将显示特性于 .net 体验分开以便以后加入新的接口技术，比如语音或手写识别，而不必去重写程序。

(4) Microsoft .net 开创了全新的商业模式，它使得一个公司可以用多种方法来把自己的技术商品化。举个例子来说，一个通信公司可以使用 XMLWeb 服务的方式提供语音信件和呼叫者 ID 的访问，让用户从一个即时消息程序、电子邮件或用户所选的其他信息编译器中访问到上诉信息。技术提供商可以把他们现有的软件包转变为 XMLWeb 服务，并把这些服务出售给需要这些功能的第三方或是给 .net 客户端提供商，用以构建新的软件包。

(5) Microsoft .net 允许 IT 部门使用其他提供商的 XML Web 服务，减少内部研发的开销，并能提高工作效率。

(6) Microsoft .net 对“用户界面友好”作了重新定义。终端用户能够享受一个智能化的、个性化的 Internet，它能记住用户的个人设置，并再适当的时候，向用户使用智能设备上发送适当的数据。

2.2.3. net 下的 Web 服务开发

.net Framework 中构筑 Web 服务的功能被安置在 ASP.net 体系中，这是因为 Web 服务技术带来的将是一个“可编程的 Web”(a programmable Web)。ASP.net Web 服务提供了一层抽象，使得开发人员不必专注于 Web 服务中使用到的各种底层技术，例如 HTTP, SOAP, WSDL 等细节问题，而可以将注意力集中在服务本身提供的功能上。

在 ASP.net 中，一个 Web 服务被实现为一个类，通过指定该类的某些成员函数为接口，来将 Web 服务暴露给 Web 服务的请求者，从而为请求者提供服务。这些类被放置在 IIS 虚拟目录下的扩展名为 .asmx 的文本文件中，这个扩展名告诉 IIS 使用 aspnet_isapi.dll，让 ISAPI 过滤器知道我们要定义一个 Web 服务。使用基于文本的编辑器，比如 Notepad，或者功能全面的集成开发环境 Visual Studio.net，就可以像创建标准的 ASP.net 页面那样来创建 Web 服务。

Web Service 的请求者有两种：浏览器和程序逻辑代码。我们可以直接访问 Web Service 的 URL，在页面上通过单击调用该服务提供的方法。也可以在程序逻辑中访问 Web Service，将远程的 Web Service 作为程序的一个组件看待。为了做到后者，ASP.net 提供了一个 Web Service Proxy Class 层，程序员可以使用 .net Framework SDK 中附带的 wsdl.exe 工具，使用要访问的 Web Service 的 WSDL 描述来产生一个与该服务对应的 Proxy Class(代理类)。在 Web Service 客户端，程序逻辑只需像使用本地对象一样使用代理类，就可以访问远程的 Webservice 了。代理类可以由 Web Service 的提供者生成并以 Assembly 的形式提供给外界，也可以由服务的使用者根据服务的 WSDL 描述生成。

第三章 物联网系统及技术

3.1 EPC 系统

EPC 概念的提出源于射频识别技术的发展和计算机网络技术的发展。射频识别技术的优点在于可以无接触的方式实现远距离、多标签甚至在快速移动的状态下进行自动识别。计算机网络技术的发展，尤其是互联网技术的发展使得全球信息传递的即时性得到了基本保证。在此基础上，人们大胆设想将两项技术结合起来应用于物品标识和物流供应链的自动追踪管理。由此，诞生了 EPC。

EPC 系统是一个非常先进的、综合性的和复杂的系统。其最终目标是为每一单品建立全球的、开放的标识标准。主要包括六个方面，见表 3-1。

系统构成	名称	注释
全球产品电子代码的编码体系	EPC 编码标准	识别目标的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上或内嵌物品之中
	识读器	识读 EPC 标签

信息网络系统	Savant(神经网络软件)	
	对象名称解析服务(ons)	
	实体标记语言(PML)	

表 3-1 EPC 系统的构成

通过 EPC 系统的发展不仅能够对货品进行实时跟踪,全球物品信息的实时共享,而且能够通过优化整个供应链给用户提供支持,从而推动自动识别技术的快速发展并能够大幅度提高全球消费者的生活质量。

有人说 EPC 系统是未来 E 时代的转折点,也有人说是供应链管理的革命,将给人类社会生活带来巨大的变革,还有人说 EPC 系统是引发互联网二次革命的导火索,还有人说进入 E 时代的桥梁,也有人说这是世界上万事万物的实物互联网……,我们暂且不讨论哪种说法更为准确,但是 EPC 系统是当前 e 时代的新发展新趋势却是不争的事实。

3.2 EPC 与自动识别技术

EPC 的出现有其历史必然,在 EPC 出现之前,条码作为一种最常见的自动识别技术,在全世界得到了广泛的推广和应用。20 世纪 70 年代,商品条码的出现引发了商业的第一次革命,实现了数据的准确采集、信息的及时交换,几乎每个人都享受到了条码技术带来的便捷和好处,员工的劳动强度大大减轻,顾客购物的自由度和舒适度大大提高,商家管理水平大幅度提高的同时也获得了巨大的经济效益。

EPC 代码作为产品信息沟通的纽带,通过识别承载 EPC 代码信息的 RFID 标签,利用计算机互联网,实现整个供应链中物品的自动识别和信息交换与共享,进而实现对物品的透明化管理。EPC 与自动识别之间有着密切的联系。

3.2.1 EPC 与条码技术^[25]

商品条码(Bar Code for Commodity)现在已经深入到日常生活的每个角落,以商品条码为核心的 EAN·UCC 全球统一标识系统,已成为全球通用的商务语言。

EAN·UCC 系统是全球多行业供应链进行有效管理的一套开放式的国际标准。随着世界经济一体化进程的不断推进以及信息技术的蓬勃发展,世界各国的贸易往来也日益密切。EAN·UCC 系统这一“全球通用的商业语言”,可以帮助实现对产品和服务的唯一标识,简化贸易信息交换过程,改善商务流程,实现对供应链中的物品、资产、位置及服务等的全面跟踪,提高信息处理水平,从而达到降低交易成本,提高供应链效率,最大程度满足客户需求的目的。

目前已有 100 多个国家和地区的 120 多万家企业 and 公司加入了 EAN·UCC 系统,上千万种商品应用了条码标识。EAN·UCC 系统在全球的推广加快了全球流通领域信息化、现代化物流及电子商务的发展进程,提升了整个供应链的效率,为全球经济及信息化的发展起到了举足轻重的推动作用。

商品条码的编码体系是对每一种商品项目进行编码,信息编码的载体是条码。随着市场的发展,对某些商品进行唯一的标识越来越重要,如食品、危险品和贵重物品的跟踪与追溯。为了更加方便、快速、准确地跟踪单品,随着网络技术和信息技术的飞速发展以及射频技术的日趋成熟,EPC 系统适时诞生了。

EPC 与条码有着不可分割的渊源,条码推广应用的成就为 EPC 的推广奠定了坚实的基础。EPC 系统的提出,丰富了全球统一标识系统(EAN·UCC 系统)。它通过对实体对象的唯一标识,并借助计算机网络系统,完成对单个物体的访问,突破性的实现了 EAN·UCC 系统中 GTIN 体系所不能完成的对单品的跟踪和管理任务。EPC 系统的产生为供应链提供前所未有的近乎完美的解决方案。

(1) EPC 与条码的联系

现行的 GTIN 条码体系在各国已经普遍应用,而且在产品识别与物流领域起到了重要作用,正因为如此,EPC 编码体系在技术突破与结构创新的同时,将 GTIN 的编码结构整合到 EPC 编码结构中,实现了对 GTIN 编码的兼容,保证了 EAN·UCC 系统的连续性。EPC 与条码有一定的对应关系,具体来说,主要是 EPC 编码与 GTIN、EPC 编码与 SSCC、EPC 编码与 GLN 之间可以通过一定的规则相互进行转换。

从应用上来讲,EPC 与条码各有特点,在许多领域可以联合应用,例如 EPC 系统所应用的 RFID 技术在提高识读率和迅速发现漏读对象上还比较困难,条码技术可以成为解决这些问题的必要补充;由于 EPC 推广应用还有一个相对较长的过程,实施 ERP 管理的企业原有数据库的调整和改变必然有一个过程,因为现有的 ERP 基本上是基于条码技术开发的,信息源发生改变,必然影响整个系统的设计。因此在这些领域就需要条码技术和 RFID 技术的共存,以便相互弥补。

(2) EPC 与条码的区别

EPC 是联通现实世界与虚拟世界的桥梁,条码在产品识别、商品结算和物流领域起到了重要作用。然而,EPC 与条码二者在许多方面还是存在一些重要的差异。

首先,GTIN 标准在产品识别领域得到了广泛应用,但是新一代的 EPC 编码革命性地解决了 GTIN 无法做到的单个商品识别问题,再加上网络化的背景,因此,能在更广泛的领域得到深入的应用。

其次,EAN/UPC 条码可以满足销售业的各种需求,但不同领域的应用对条码的数据结构有不同的要求,因此就出现了 EAN·UCC 系统中的多种编码方案,并且不同的编码结构要存储不同的数据信息。然而,EPC 编码结构则适合描述几乎所有的货品,同时通过 IP 地址可以识别网络节点上存有货品信息的计算机。

最后,GTIN 体系无法依赖于网络资源。在许多情况下,GTIN 体系必须在没有任何外部连接甚至没有计算机系统的情况下进行有效的工作。许多外部数据比如价格和保质期等都必须存储在条码结构中,增加了复杂性。EPC 编码中则不包含有关识别货品的具体信息,而只提供指向这些目标信息的有效网络指针。我们只需要识别拥有这些目标参考信息的组织及其计算机服务器即可。

3.2.2 EPC 与射频技术^[25]

射频识别技术是利用射频信号及其空间耦合和传输特性进行非接触双向通信,实现对静止或移动物体的自动识别,并进行数据交换的一项自动识别技术。20 世纪 90 年代开始应用于物品跟踪等民用领域。RFID 具有识读距离远、识读速度快、不受环境限制、可读写性好、可同时识读多个物品等优点,随着 RFID 技术的不断进步,成本的不断降低,RFID 技术开始进入物流、供应链管理领域。目前 RFID 在汽车、火车等交通监控,高速公路自动收费系统,仓储管理,安全检查,车辆防盗等方面得到应用,从而引起全球各界的广泛关注。

射频识别系统的数据存储在射频标签之中,其能力供应以及与读写器之间的数据交换不是通过电流而是通过磁场或电磁场进行的。射频识别系统包括射频标签和读写器两部分。射频标签贴在产品或安装在产品或物品上,由射频读写器读取存储于标签中的数据。由于 RFID 可以用来追踪和管理几乎所有物理对象,越来越多零售商和制造商都在关心和支持这项技术的发展与应用。

采用 RFID 最大的好处是可以对企业的供应链进行高效管理,以有效地降低成本。因此对于供应链管理应用而言,射频技术是一项非常适合的技术。但由于标准不统一等原因,该技术在市场中并未得到大规模的应用。

EPC 产品电子代码及 EPC 系统的出现,使 RFID 技术向跨地区、跨国界物品识别与跟踪领域的应用迈出了划时代的一步。

从技术上来讲,EPC 系统包括物品编码技术、RFID 技术、无线通信技术、软件技术、互联网技术等多个学科技术,而 RFID 技术只是 EPC 系统的一部分,主要用于 EPC 系统数据存储与数据读写,是实现系统其他技术的必要条件;而对 RFID 技术来说,EPC 系统应用只是 RFID 技术的应用领域之一,EPC 的应用特点,决定了射频标签的价格必须降低到市场可以接受的程度,而且某些标签必须具备一些特殊的功能。换句话说,并不是所有的 RFID 射频标签都适合做 EPC 射频标签,只有符合特定频段的低成本射频标签才能应用到 EPC 系统。

成熟的 RFID 技术应用于新生的 EPC 系统,将极大拓展 RFID 技术的应用领域,使 RFID 技术特别是 RFID 技术特别是 RFID 标签市场带来迅猛增长。

3.3.1 EPC 编码的特点^[5]

(1) 唯一标识 (Unique Identification)

与当前广泛使用的 EAN、UCC 代码不同的是,EPC 提供对物理对象的唯一标识。换句话说一个 EPC 编码分配给一个且仅一个物品使用。

(2) 嵌入信息 (Embedded Information)

是否在 EPC 中嵌入信息,一直颇有争议。当前的编码标准,如 UCC/EAN-128 应用标识符(AI)的结构中就包含数据。这些信息可以包括如货品重量、尺寸、有效期、目的地等。

AUTO-ID 中心建议消除或最小化 EPC 编码中嵌入的信息量。其基本思想是利用现有的计算机网络和当前的信息资源来存储数据,这样 EPC 便成了一个信息引用者,拥有最小的信息量,当然也需要和实际要求相平衡,如易于使用、与系统兼容等。

无论 EPC 中是否存储信息，AUTO-ID 中心的目标是用它来标识物理对象。根据这一原则定义 EPC 是唯一标识贸易项的编码方案的一部分。

(3) 参考信息 (Information Reference)

产品电子代码的首要作用是作为网络信息的参考。换句话说，EPC 本质上是在线数据的“指示器”。

使用 Internet 的一个普遍参考就是统一资源标识符 (URI)，它包括以前的统一资源定位符 (URL) 和统一资源名称 (URN)。这些标识符都被域名服务 (DNS) 翻译为相关的网络协议 (IP) 地址，这些地址就是网络信息的地址。

同样，AUTO-ID 中心提供的对象名称解析服务 (ONS) 直接将 EPC 代码翻译成 IP 地址。IP 地址标识的后台就储存了相关的产品信息，然后由 IP 地址标识的主机将发送存储产品的相关信息。ONS 本质上相当于 EPC 编码和网络信息之间的“胶水”。因此编码的结构应能促进主机地址的查找，并且通过对象“黄页”来提高查找效率。

3.3.2 EPC 编码结构

EPC 编码是由一个版本号和另外三段数据 (依次为域名管理、对象种类、序列号) 组成的一组数字。其中版本号标识 EPC 的版本号，它使得以后的 EPC 可有不同的长度或类型；域名管理是描述与此 EPC 相关的生产厂商的信息，例如“可口可乐公司”；对象种类记录产品精确类型的信息，例如：“美国生产的 330ml 罐装减肥可乐 (可口可乐的一种新产品)”；序列号唯一标识货品，它会精确的告诉我们所说的究竟是哪一罐 330ml 罐装减肥可乐。至今已经推出 EPC-96 I 型、EPC-64 I 型、II 型、III 型，EPC-256 I 型、II 型、III 型等编码方案^[5]。下面给出 EPC-96 I 型的编码结构，如表 3-2。

表 3-2 EPC-96I 型编码结构^[5]

EPC-96I 型序列号			
01	000A89	00016F	000169DC0
版本号字段	域名管理	对象分类	序列号
8 位	28 位	24 位	36 位

EPC 目标是为所有实体提供唯一标识，除了物理实体，还可用来标识服务、组织等非物理实体。它通过计算机网络来标识和访问单个物体，就如在互联网中使用 IP 地址来标识、组织和通信一样。

EPC 编码设计中，曾经存在这样一个误区，认为 EPC 标签的功能越多越好，嵌入其中的信息越多越好。这势必增大标签尺寸，增加了成本，不利于其推广。因此自动识别技术实验室提出一种解决方案，那就是把更多的信息放到网络上，EPC 仅仅提供一个信息的检索号。

目前自动识别实验室正在设计、建设、测试、部署一种全球性的基础设施——它是叠加在互联网上的一层通讯网络。它可使电脑在世界任何地方实时辨认出任何物件，被称作物联

网。该网络不仅能提供一种途径将可靠、准确、实时的资讯传回给现有的商业应用程序之中，同时还将会带来一个革新与机会的新时代。这将是下一场网络革命。

射频识别 (RFID) 系统由电子标签和电子标签读写器组成。其中，电子标签是射频识别 (RFID) 系统的关键。从无线收发系统的角度来看，电子标签本身即为一个无线收发系统。

EPC 标签是产品电子代码的信息载体，由天线、集成电路、连接集成电路与天线的部分、天线所在的底层四部分构成 96 位或者 64 位 EPC 码是存储在 RFID 标签中的唯一信息。EPC 标签有主动型、被动型和半主动型三种类型。主动型 RFID 标签有一个电池，这个电池为微芯片的电路运转提供能量，并向读写器发送信号（同蜂窝电话传送信号到基站的原理相同）；被动型标签没有电池，相反，它从读写器获得电能。读写器发送电磁波，在标签的天线中形成了电流；半主动型标签用一个电池为微芯片的运转提供电能，但是发送信号和接受信号时却是从读写器处获得能量。主动和半主动标签在追踪高价值商品时非常有用，因为它们可以远距离的扫描，扫描距离可以达到 100 英尺，但这种标签每个成本要 1 美元或更多，这使得他不适合应用于低成本的商品上。Auto-ID 中心正在致力研发被动标签，它们的扫描距离不像主动标签那么远，通常少于 10 英尺，但它们比主动标签便宜得多，目前成本已经降至 5 美分左右（还要进一步降低），而且不需要维护。

EPC 标签的高成本成为这一技术大规模推广的一个最大障碍，因此 EPC 标签能在单品追踪中发挥作用的关键之一就是大幅度降低标签的成本，为达到以上目的，现已采取了以下措施：缩小芯片、开发新型天线和寻找硅的替代品。

3.4.2 EPC 读写器^[25]

读写器是用来识别 EPC 标签的电子装置，与信息系统相连实现数据的交换。读写器使用多种方式与标签交互信息，近距离读取被动标签中信息最常用的方法就是电感式耦合。只要贴近，盘绕读写器的天线与盘绕标签的天线之间就形成了一个磁场。标签就是利用这个磁

场发送电磁波给读写器。这些返回的电磁波被转换为数据信息，即标签的 EPC 编码。

目前，一个读写器成本大约为 1000 美元甚至更多，而且大多数只能读取单一频率芯片中的信息。Auto-ID 中心已经设计了灵敏读写器的详细参考规格，这种读写器能够读取不同频率芯片中的信息。通过这种途径，公司能够在不同的情况下利用不同种类的标签，且不必为每一种频率的标签都购买一个读写器。因为公司将需要购买许多读写器以覆盖他们运营的各个领域，所以读写器价格一定要能够为他们所接受。Auto-ID 的规格说明将使得生产商在大批量生产的情况下能生产出成本大约为 100 美元的灵敏读写器。

读写器读取信息的距离取决于读写器的能量和使用的频率。通常来讲，高频率的标签有更大的读取距离，但是它需要读写器输出的电磁波能量更大。一个典型的低频标签必须在一英尺内读取，而一个 UHF 标签可以在 10 到 20 英尺的距离内被读取。在某些应用情况下，读取距离是一个需要考虑的关键问题，例如有时需要读取较长的距离。但是较长的读取距离并不一定就是优点，如果你在一个足球场那么大的仓库里有两个读写器，你也许知道有哪些存货，但是读写器不能帮你确定某一个产品的具体位置。对于供应链来讲，在仓库中最好有一个由许多读写器组成的网络，这样它们能够准确地查明一个标签的确切地点。Auto-ID 中心的设计是一种在 4 英尺距离内可读取标签的灵敏读写器。

3.5 EPC 系统网络技术^[16]

信息网络系统由本地网络和全球互联网组成，是实现信息管理、信息流通的功能模块。EPC 系统的信息网络系统是在全球互联网的基础上，通过 SAVANT 管理软件系统以及对象命名解析服务（ONS）和实体标记语言（PML）实现全球“实物互联”。

3.5.1 神经网络软件

每件产品都加上 RFID 标签之后，在产品的生产、运输和销售过程中，识读器将不断收到一连串的产品电子编码。整个过程中最为重要、同时也是最困难的环节就是传送和管理这些数据。自动识别产品实验室于是开发了一种名叫 Savant 的软件技术，相当于该新式网络的神经系统。

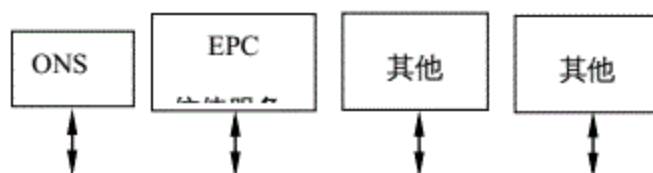


图 3-1 Savant 与其他组件之间的通讯

不同应用程序对 EPC 处理的需求大相径庭。而且 EPC 仍然处在发展的初期，随着它的不断成熟，会对应用程序进行各种改进和变动。Savant 被定义成具有一系列特定属性的“程序模块”或“服务”，并被用户集成以满足他们的特定需求。这些模块设计的初衷是能够支持不同群体对模块的扩展，而不是能满足所有应用的简单的集成化电路。Savant 是连接标签识读器和企业应用程序的纽带，代表应用程序提供一系列计算功能，在将数据送往企业应用程序之前，它要对标签数据进行过滤、汇总和计数，压缩数据容量。为了减少网络流量，Savant 也许只向上层转发它感兴趣的某些事件或事件摘要。图 3-1 描述了 Savant 的组件与其他应用程序的通讯。

Savant 是程序模块的集成器，程序模块通过两个接口与外界交互——识读器接口和应用程序接口。其中识读器接口提供与标签识读器，尤其是 RFID 识读器的连接方法。尽管 Savant 也允许采用其他的协议与识读器通讯，在《Auto-ID 识读器通讯协议 1.0》中，对接口的细节做了详细说明。应用程序接口使 Savant 与外部应用程序连接，这些应用程序通常是现有的企业采用的应用程序，也可能有新的具体 EPC 应用程序甚至其他 Savant。应用程序接口是程序模块与外部应用的通用接口。如果有必要，应用程序接口能够采用 Savant 服务器本地协议与以前的扩展服务进行通讯。应用程序接口也许采用与识读器协议类似的分层方法来实现。其中高层定义命令和抽象的语法，底层实现与具体语法和协议的绑定。除了 Savant 定义的两个外部接口（识读器接口和应用程序接口）外，程序模块之间用它们自己定

义的 API 函数交互。也许会通过某些特定接口与外部服务进行交互，一种典型情况就是 Savant-to-Savant 的通讯。

至今还没有统一的关于 Savant 之间通讯方式的定义，现在存在多种实现方式，SOAP 接口是比较常见的一种。利用这种接口用户可以设置接收器，定义 Savant-to-Savant 的通讯协议，包括通讯是否采用 TCP/IP 或 SSL 协议，通讯的内容等等，这些都可以在接收器中由用户自己定义。接收器可以是过滤器也可以是记录器。

程序模块可以由 Auto-ID 标准委员会定义，或者用户和第三方生产商来定义。Auto-ID 标准委员会定义的模块叫做标准程序模块。其中一些标准模块需要应用在 Savant 的所有应用实例中，这种模块叫做必备标准程序模块；其他一些可以根据用户定义包含或者排除于一些具体实例中，这些就叫做可选标准程序模块。其中事件管理系统(EMS)、实时内存数据结构(RIED)和任务管理系统(TMS)，都是必需的标准程序模块。其中 EMS 用于读取识读器或传感器中的数据，对数据进行平滑、协同和转发，将处理后的数据写入 RIED 或数据库。RIED 是 Savant 特有的一种存储容器，是一个优化的数据库，为了满足 Savant 在逻辑网络中的数据传送速度而设立，它提供与数据库相同的数据接口，但访问速度比数据库快得多。TMS 的功能类似于操作系统的任务管理器，它把由外部应用程序定制的任务转为 Savant 可执行的程序，写入任务进度表，使 Savant 具有多任务执行功能。Savant 支持的任务包括三种类型：一次性任务、循环任务、永久任务。

3.5.2 ONS 对象名解析服务^[23]

(1) ONS 概要^[17]

读写器可以识别标签中的 EPC 编码，特别在人工无法识别的情况下。例如，一台无线射频传感器可以侦测到周围一定范围内的所有 RFID 标签。实体对象可以通过自带的 EPC 标签与网络服务模式相关联。网络服务模式是一种基于 VPN 专线或者 Internet 的远程服务模式，可以提供与存储指定对象的相关信息。典型的网络服务模式可以提供特定对象的产品信息。ONS 架构可以帮助识读器或识读器信息处理软件定位这些服务。

当前，ONS 用来定位某一 EPC 对应的 PML 服务器。PML 服务器是一种简单的 Web 服务器，用 PML 语言来描述与物理对象相关的信息。ONS 服务是联系前台 SAVANT 软件和后台 PML 服务器的网络枢纽，并且 ONS 设计与架构都以因特网域名解析服务 DNS 为基础，因此，可以使整个 EPC 网络以因特网为依托，迅速架构并顺利延伸到世界各地。

在一个局域网内的标签识读器在物理空间上分布在多个地方，用于识读不同环境的 EPC 标签，识读器再将读到的 EPC 编码信息通过局域网上传到本地服务器，由服务器所带 Savant 软件对这些数据进行集中处理，然后，再由本地服务器通过查找本地 ONS 服务或通过路由器到达远程 ONS 服务器查找所需 EPC 编码对应的 PML 服务器地址，本地服务器就可以与找到的 PML 服务器建立通讯了。

对象名解析服务将处理比万维网上的域名解析服务更多的请求，因此，公司需要在局域网中有一台存取信息速度比较快的 ONS 缓冲存储器。这样一个生产商可以将他现在的供应商的 ONS 数据存储在自己的局域网中，而不是每次货物到达组装工厂，都需要到万维网上去寻找这个产品的信息。这个系统也会有内部的冗余。例如，当一个包含某种产品信息的服务器崩溃时，ONS 将能够引导 Savant 系统找到存储着同种产品信息的另一台服务器。

(2) ONS 系统架构

ONS 体系结构是一个分布式的系统架构，主要由以下几部分组成：

①映射信息

映射信息是分布式存储在不同层次的 ONS 服务器里，这种信息可以便于管理。

②ONS 服务器

如果某个查询请求要求查询一个 EPC 对应的 PML 服务器的 IP 地址，则 ONS 服务器可以对此作出响应并解决这一问题。每一台 ONS 服务器拥有一些 EPC 的权威映射信息和另一些 EPC 的缓冲存储映射信息。

③ONS 缓冲存储器

如果某个查询请求要求查询一个 EPC 对应的 PML 服务器的 IP 地址，则 ONS 服务器可以对此作出响应并解决这一问题。每一台 ONS 服务器拥有一些 EPC 的权威映射信息和另一些 EPC 的缓冲存储映射信息。

第四章 物联网的原理及构建

4.1 物联网的原理简介

物联网是在计算机互联网的基础上，利用 RFID、无线数据通信等技术，构造一个覆盖世界上万事万物的“Internet of Things”。在这个网络中，物品(商品)能够彼此进行“交流”，而无需人的干预。其实质是利用射频自动识别(RFID)技术，通过计算机互联网实现物品(商品)的自动识别和信息的互联与共享。

物联网中非常重要的技术是射频识别(RFID)技术。RFID 是射频识别(Radio Frequency Identification)技术英文缩写，是 20 世纪 90 年代开始兴起的一种自动识别技术，是目前比较先进的一种非接触识别技术。以简单 RFID 系统为基础，结合已有的网络技术、数据库技术、中间件技术等，构筑一个由大量联网的读者器和无数移动的标签组成的，比 Internet 更为庞大的物联网成为 RFID 技术发展的趋势。

而 RFID，正是能够让物品“开口说话”的一种技术。在“物联网”的构想中，RFID 标签中存储着规范而具有互用性的信息，通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统，实现物品(商品)的识别，进而通过开放性的计算机网络实现信息交换和共享，实现对物品的“透明”管理。

“物联网”概念的问世，打破了之前的传统思维。过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开：一方面是机场、公路、建筑物，而另一方面是数据中心，个人电脑、宽带等。而在“物联网”时代，钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，在此意义上，基础设施更像是一块新的地球工地，世界的运转就在它上面进行，其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。

4.2 物联网的构建

物联网在实际应用上的开展需要各行各业的参与，并且需要国家政府的主导以及相关法规政策上的扶助，物联网的开展具有规模性、广泛参与性、管理性、技术性、物的属性等等

特征，其中，技术上的问题是物联网最为关键的问题，亿博物流咨询介绍，物联网技术是一项综合性的技术，是一项系统，目前国内还没有哪家公司可以全面负责物联网的整个系统规划和建设，理论上的研究已经在各行各业展开，而实际应用还仅局限于行业内部。关于物联网的规划和设计以及研发关键在于 RFID、传感器、嵌入式软件以及传输数据计算等领域的研究。

一般来讲，物联网的开展步骤主要如下：

(1) 对物体属性进行标识，属性包括静态和动态的属性，静态属性可以直接存储在标签中，动态属性需要先由传感器实时探测；

(2) 需要识别设备完成对物体属性的读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式；

(3) 将物体的信息通过网络传输到信息处理中心（处理中心可能是分布式的，如家里的电脑或者手机，也可能是集中式的，如中国移动的 IDC），由处理中心完成物体通信的相关计算。

第五章 物联网中存在的问题及研究前景

5.1 物联网中存在的问题^[20]

(1) 国家安全问题。中国大型企业、政府机构，如果与国外机构，进行项目合作，如何确保企业商业机密、国家机密不被泄露？这不仅是一个技术问题，而且还涉及到国家安全问题，必须引起高度重视。

(2) 隐私问题。在物联网中，射频识别技术是一个很重要的技术。在射频识别系统中，标签有可能预先被嵌入任何物品中，比如人们的日常生活物品中，但由于该物品（比如衣物）的拥有者，不一定能够觉察该物品预先已嵌入有电子标签以及自身可能不受控制地被扫描、定位和追踪，这势必会使个人的隐私问题受到侵犯。因此，如何确保标签物的拥有者个人隐私不受侵犯便成为射频识别技术以至物联网推广的关键问题。而且，这不仅仅是一个技术问题，还涉及到政治和法律问题。这个问题必须引起高度重视并从技术上和法律上予以解决。造成侵犯个人隐私问题的关键在于射频识别标签的基本功能：任意一个标签的标识（ID）或识别码都能在远程被任意的扫描，且标签自动地，不加区别地回应阅读器的指令并将其所存储的信息传输给阅读器。这一特性可用来追踪和定位某个特定用户或物品，从而获得相关的隐私信息。这就带来了如何确保嵌入有标签的物品的持有者个人隐私不受侵犯的问题。

(3) 商业模式。物联网商用模式有待完善

(4) 物联网的政策和法规。物联网不是一个小产品，也不是只是一个小企业可以做出来，做起来，它不仅需要技术，它更是牵涉到各个行业，各个产业，需要多种力量的整合。这就需要国家的产业政策和立法上要走在前面，要制定出适合这个行业发展的政策和法规，保证行业的正常发展。

我们都知道，汽车业是经济发展中的一个重大行业，很长一段时间，中国汽车行业的政策制订，把持在一些利益集团手中，象一汽、上汽这些汽车制造厂，很大程度借着国有企业，重要产业的名义，影响了国家的政策制订，把持了这个行业，导致新的力量无法进入中国汽车业，这些获得利益的集团却不思进取，根本不努力进行研发，把合资作为发展的唯一一条路，结果是为外国企业赚了钱，自己的汽车业没有发展起来，而中国消费者十多年一直买远

远高于国际市场的汽车。而产业政策一变，奇瑞、吉利、比亚迪这些企业进入汽车业，中国汽车业马上高速度发展起来，新车型不断推出，价格也大大降低。

二战后，美国在经济上一度并不特别强大，但是到了上世纪90年代，美国的信息高速公路计划，不但是政府进行投资，而且在产业政策上给予了很多支持，导致美国的信息产业高速度发展，现在全世界基于PC和互联网的信息产业完全控制在美国人手中，不但获得了巨大利益，甚至政治利益、文化的传播、价值观的传播都起了巨大作用。

因此对于复杂的物联网，必须要有政府的政策支持，政府必须要有专门人和专门的机构来研究和协调，物联网才能有真正意义的发展，否则，它只能小有成就，而不会大有作为。

(5)技术标准的统一与协调。我们都知道互联网发展到今天，有一件事是解决的非常好，就是标准化问题解决的非常好，全球进行传输的协议TCP/IP协议，路由器协议，终端的构架与操作系统，这些都解决的非常好，因此，我们可以在全世界任何一个角落，使用每一台电脑连接到互联网中去，可以很方便的上网。物联网发展过程中，传感、传输、应用各个层面会有大量的技术出现，可能会采用不同的技术方案。如果各行其是，那结果是灾难的，大量的小而破的专用网，相互无法连通，不能进行联网，不能形成规模经济，不能形成整合的商业模式，也不能降低研发成本。因此，尽快统一技术标准，形成一个管理机制，这是物联网马上就要面对问题，开始时，这个问题解决得好，以后就很容易，开始解决不好，积重难返，那么以后问题就很难解决。

这个问题和第一问题又是相关联，如果政府没有专门的部门来管理和协调，没有相应的政策和法规，何来标准的统一与协调？

(6)管理平台的形成。物联网是什么？我们经常会说RFID，这只是感知，其实感知的技术已经有，虽然未必说成熟，但是开发起来并不难。但是物联网的价值在什么地方？在于网，而不在于物。传感是容易的，但是感知的信息，如果没有一个庞大的网络体系，不能进行管理和整合，那这个网络就没有意义。因此，建立一个全国性的，庞大的，综合的业务管理平台，把各种传感信息进行收集，进行分门别类的管理，进行有指向性的传输，这就是一个大问题。一个小企业甚至都可以开发出传感技术，开发出传感应用。但是一个小企业没有办法建立起一个全国性高效率的网络。没有这个平台，各自为政的结果一定是效率低，成本高，很难发展起来，也很难起到效果。

这个平台，电信运营商最有力量与可能来建设，也可能这个过程中，会有新的管理平台建设与提供者出现。我也相信，这个平台的建设者会在未来的物联网发展中，取得较好的市场地位，甚至是最大的受益者。

(7)安全体系的建立与形成。物联网目前的传感技术主要是RFID，植入这个芯片的产品，是有可能被任何人进行感知的，它对于产品的主人而言，有这样的一个体系，可以方便的进行管理。但是，它也存在着一个巨大的问题，其他人也能进行感知，比如产品的竞争对手，那么如何做到在感知、传输、应用过程中，这些有价值的信息可以为我所用，却不被别人所用，尤其不被竞争对手所用。这就需要在安全上下功夫，形成一套强大的安全体系。现在应该说，会有哪些安全问题出现，如何应对这些安全问题，怎么进行屏蔽都是一些非常复杂的问题，甚至是不清晰的。但是这些问题一定值得注意，尤其是这个管理平台的提供者。安全问题解决不好，有一天可能有价值的物联网会成为给竞争对手提供信息方便的平台，那么它的价值就会大大的打折扣，也不会有企业愿意和敢于去使用。

(8)应用的开发。物联网的价值不是一个可传感的网络,而是必须各个行业参与进来进行应用,不同行业,会有不同的应用,也会有各自不同的要求,这些必须根据行业的特点,进行深入的研究和有价值的开发。这些应用开发不能依靠运营商,也不能仅仅依靠所谓物联网企业,因为运营商和技术企业都无法理解行业的要求和这个行业具体的特点。很大程度上,这是非常难的一步,也是需要时间来等待。需要一个物联网的体系基本形成,需要一些应用形成示范,更多的传统行业感受到物联网的价值,这样才能有更多企业看清楚物联网的意义,看清楚物联网有可能带来的商业价值,也会把自己的应用与业务与物联网结合起来。

行业的要求和这个行业具体的特点。很大程度上,这是非常难的一步,也是需要时间来等待。需要一个物联网的体系基本形成,需要一些应用形成示范,更多的传统行业感受到物联网的价值,这样才能有更多企业看清楚物联网的意义,看清楚物联网有可能带来的商业价值,也会把自己的应用与业务与物联网结合起来。

5.2 物联网的研究

5.2.1 中国拥有话语权^[18]

2009年10月24日,在中国第四届中国民营科技企业博览会上,西安优势微电子有限公司宣布:中国的第一颗物联网的中国芯——“唐芯一号”芯片研制成功,中国已经攻克了物联网的核心技术。唐芯一号芯片是一颗2.4G超低功耗射频可编程片上系统PSoC,可以满足各种条件下无线传感网、无线个域网、有源RFID等物联网应用的特殊需要,为我国的物联网产业的发展奠定了基础。左图是“唐芯一号”的显微照片。

“与计算机、互联网产业不同,中国在‘物联网’领域享有国际话语权!”中科院上海微系统与信息技术研究所副所长、中科院无锡高新微纳传感网工程中心主任刘海涛自豪的说。

目前,我国的无线通信网络已经覆盖了城乡,从繁华的城市到偏僻的农村,从海岛到珠穆朗玛峰,到处都有无线网络的覆盖。无线网络是实现“物联网”必不可少的基础设施,安置在动物、植物、机器和物品上的电子介质产生的数字信号可随时随地通过无处不在的无线网络传送出去。“云计算”技术的运用,使数以亿计的各类物品的实时动态管理变得可能。

而在“物联网”这个全新产业中,我国的技术研发水平处于世界前列,具有重大的影响力。中科院早在1999年就启动了传感网研究,与其它国家相比具有同发优势。该院组成了2000多人的团队,先后投入数亿元,在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机、移动基站等方面取得重大进展,目前已拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链。在世界传感网领域,中国与德国、美国、韩国一起,成为国际标准制定的主导国之一。

业内专家表示,掌握“物联网”的世界话语权,不仅仅体现在技术领先,更在于我国是世界上少数能实现产业化的国家之一。这使我国在信息技术领域迎头赶上甚至占领产业价值链的高端成为可能。

中科院无锡微纳传感网工程技术研发中心(以下简称“无锡传感网中心”),是国内目前研究物联网的核心单位。2009年8月7日,温家宝总理在江苏无锡调研时,对微纳传感器研发中心予以高度关注,提出了把传感网络中心设在无锡、辐射全国的想法。温家宝总理指出“在传感网发展中,要早一点谋划未来,早一点攻破核心技术”,“在国家重大科技专项中,加快推进传感网发展”,“尽快建立中国的传感信息中心,或者叫‘感知中国’中

心”。江苏省委省政府接到指示后认真落实总理的要求，热情拥抱“物联网”，突出抓好平台建设和应用示范工作，并迅速形成了研发安全感与产业突破的先发优势。无锡市则作出部署：举全市之力，抢占新一轮科技革命制高点，把无锡建成传感网信息技术的创新高地、人才高地和产业高地。

2009年，无锡传感网中心的传感器产品在上海浦东国际机场和上海世博会被成功应用，首批价值1500万元的传感安全防护设备销售成功，这套设备由10万个微小的传感器组成，散布在墙头墙角墙面和周围道路上。传感器能根据声音、图像、震动频率等信息分析判断，爬上墙的究竟是人还是猫狗等动物。

多种传感手段组成一个协同系统后，可以防止人员的翻越、偷渡、恐怖袭击等攻击性入侵。由于效率高于美国和以色列的防入侵产品，国家民航总局正式发文要求，全国民用机场都要采用国产传感网防入侵系统。至2009年8月，仅浦东机场直接采购传感网产品金额为4000多万元，加上配件共5000万元。刘海涛称，若全国近200家民用机场如果都加装防入侵系统，将产生了上百亿的市场规模。

5.2.2 高校的研究

物联网在中国高校的研究，当前的聚焦点在北京邮电大学和南京邮电大学。作为“感知中国”的中心，无锡市2009年9月与北京邮电大学就传感网技术研究和产业发展签署合作协议，标志中国“物联网”进入实际建设阶段。协议声明，无锡市将与北京邮电大学合作建设研究院，内容主要围绕传感网，涉及光通信、无线通信、计算机控制、多媒体、网络、软件、电子、自动化等技术领域，此外，相关的应用技术研究、科研成果转化和产业化推广工作也同时纳入议程。

为积极参与“感知中国”中心及物联网建设的科技创新和成果转化工作，保持、扩大学校在物联网研究领域的优势，近日，南京邮电大学召开物联网建设专题研讨会，及时调整科研机构和专业设置，新成立了物联网与传感网研究院、物联网学院。2009年9月10日，全国高校首家物联网研究院在南京邮电大学正式成立。[2]新华日报记者探访了南邮的“无线传感器网络研究中心”，这里的研究者与“物联网”打交道已有五六年。在实验室，一些“物联网”产品已经初见雏形。此外，南邮还有系列举措推进物联网建设的研究：设立物联网专项科研项目，鼓励教师积极参与物联网建设的研究；启动“智慧南邮”平台建设，在校内建设物联网示范区等[24]。

5.2.3 政府的措施[18]

中国将采取四大措施支持电信运营企业开展物联网技术创新与应用。这些措施包括：

1. 突破物联网关键核心技术，实现科技创新。同时结合物联网特点，在突破关键共性技术时，研发和推广应用技术，加强行业和领域物联网技术解决方案的研发和公共服务平台建设，以应用技术为支撑突破应用创新。

2. 制订中国物联网发展规划，全面布局。重点发展高端传感器、MEMS、智能传感器和传感器网节点、传感器网关；超高频RFID、有源RFID和RFID中间件产业等，重点发展物联网相关终端和设备以及软件和信息服务。

3.推动典型物联网应用示范,带动发展。通过应用引导和技术研发的互动式发展,带动物联网的产业发展。重点建设传感网在公众服务与重点行业的典型应用示范工程,确立以应用带动产业的发展模式,消除制约传感网规模发展的瓶颈。深度开发物联网采集来的信息资源,提升物联网的应用过程产业链的整体价值。

4.加强物联网国际国内标准,保障发展。做好顶层设计,满足产业需要,形成技术创新、标准和知识产权协调互动机制。面向重点业务应用,加强关键技术的研究,建设标准验证、测试和仿真等标准服务平台,加快关键标准的制定、实施和应用。积极参与国际标准制定,整合国内研究力量形成合力,推动国内自主创新研究成果推向国际。

参考文献

- [1] 李文清,郭宗良.物联网的成长与发展综述,网络与信息:2010.2,27
- [2] 封松林,叶甜春.物联网/传感网发展初探,后IP时代与物联网:2010.01,10-13
- [3] 孟祥茹,张金刚.EPC及物联网在我国推广应用的对策分析,现代物流:2009.1,41-42
- [4] 朱仲英.传感网与物联网的紧张与趋势,微型电脑应用:2010.1,1-3
- [5] 田晓芳.EPC物联网与信息共享技术的研究与实现,中国地质大学硕士毕业论文,2005.6
- [6] 苏艳,董琳媛.EPC技术及其在零售业中的应用研究,商场现代化:2010.4,9-10
- [7] 向明尚,刘兴伟.EPC物联网在车辆管理系统中的应用,大庆石油学院学报:2010-2:89-102
- [8] 石灵云.EPC系统在物流中的应用实现,物流平台,2005-12,124-124
- [9] 解冲锋,孙颖,高歆雅.物联网与电信网融合策略探讨,电信科学:2009-12,9-12
- [10] 周建良.物联网在电子商务中的应用,电子商务:2009-12,7-7
- [11] 瞿德智,黄河.自动识别技术在烟草行业中的应用,企业科技与发展:2009-11,98-100
- [12] 张云勇,房秉毅,陈清金.运行商物联网发展建议,电信工程技术与标准化:2009-12,3-5
- [13] 李卢一,郑燕林.物联网在教育中的应用,现代教育技术:2010.2,8-10
- [14] 刘建生,林自葵,王慧.基于物联网的药品流通流程再造研究,物流技术:2007-12,204-114
- [15] 田玲,李劲,孙洪.基于中国电信普及版视频健康系统的智能家庭方案探讨,信息通信:2009.6,56-59
- [16] 焦宗东.EPC物联网中流通信息的研究,合肥工业大学硕士学位论文:2007.12
- [17] 张应福.物联网技术与应用,通信与信息技术:2010.1,50-53
- [18] 宁焕生,张瑜等.中国物联网信息服务系统研究,电子学报,2006.12:2514-2516
- [19] 王保云.物联网技术研究综述,电子测量与仪器学报:2009.12,1-7
- [20] 李德仁,龚健雅,邵振峰.从数字地球到智慧地球,武汉大学学报(信息科学版),2010.2,127-134
- [21] 陈宝震,焦宗东.物联网中的通信语言PML,2007国际RFID技术高峰论坛会
- [22] 刘志硕等.关于我国物联网发展的思考,综合运输:2010.2,37-40

-
- [23] 宫学, 刘慧, 陈峥, 对象名解析服务的技术架构, 物流技术: 2006.4, 62-64
- [24] 石军, 感知中国促进中国物联网加速发展, 通信管理与技术: 2009.10, 1-3
- [25] 任志宇, 任沛然, 物联网与 EPC/RFID 技术, 森林工程: 2006.1, 67-69

The image features a white background with a light gray dotted grid. In the top-left and bottom-right corners, there are decorative clusters of overlapping triangles in various colors: pink, green, purple, yellow, and orange. The text "谢谢阅读" is centered in the middle of the page in a bold, orange, sans-serif font.

谢谢阅读