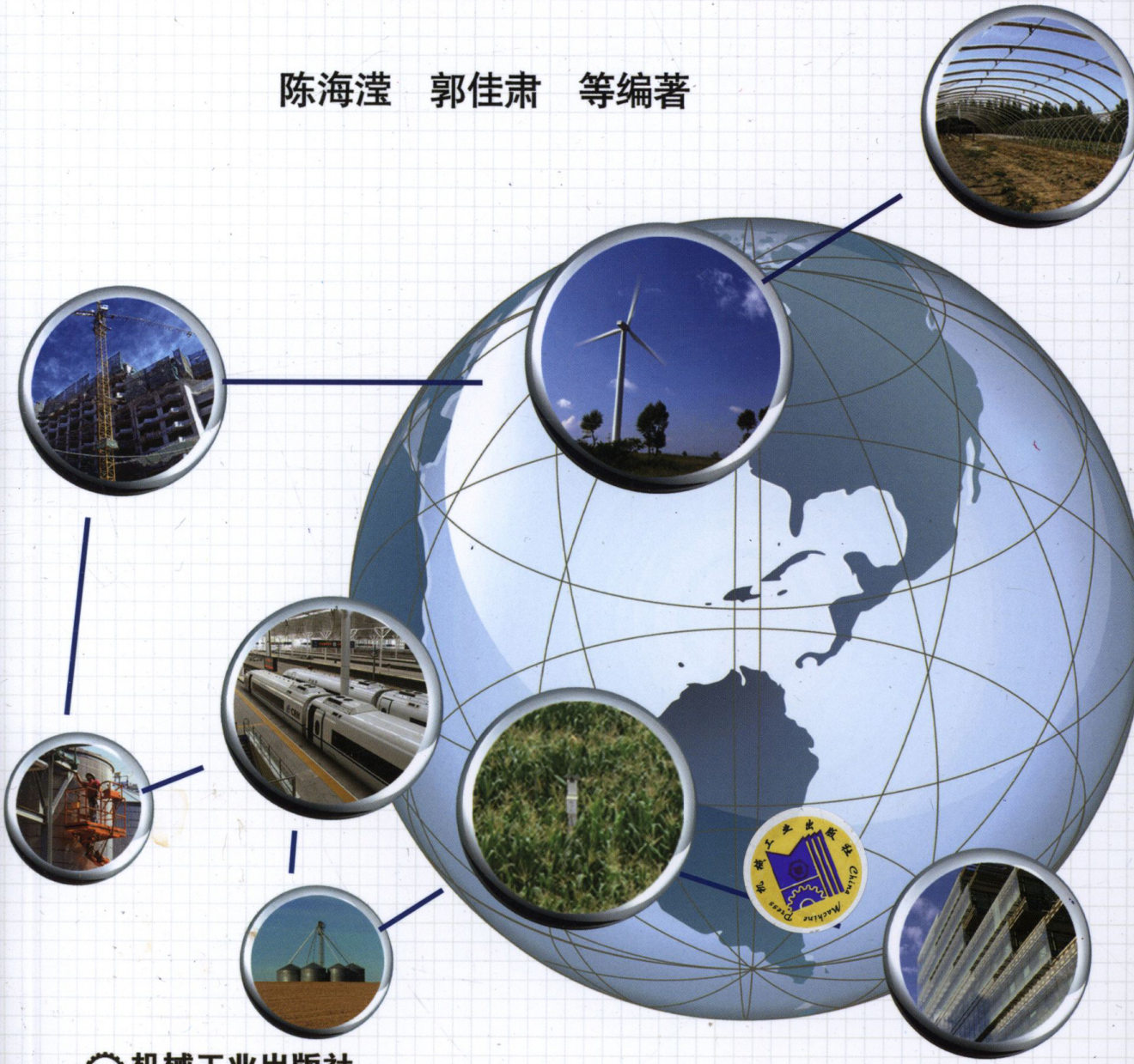
物联网应用启示录

——行业分析与案例实践

陈海滢　郭佳肃　等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

物联网应用启示录

——行业分析与案例实践

陈海滢　郭佳肃　等编著

机 械 工 业 出 版 社

本书从多个角度系统地介绍了物联网的概念、主要技术体系、发展现状及趋势，并以产业应用为重点，详尽分析了物联网在各个行业的应用需求和技术应用架构，给出了典型的应用案例。

本书内容重点突出，与产业实践结合紧密，可供物联网企业以及政府机构等从事物联网研发、产业规划和应用推广的人士阅读，尤其对各行业的物联网潜在用户具有重要的参考意义。此外，对物联网相关专业的教师和学生，本书也是良好的参考材料。

图书在版编目（CIP）数据

物联网应用启示录：行业分析与案例实践/陈海滢，郭佳肃等编著. —北京：机械工业出版社，2011.4（2014.1 重印）

ISBN 978-7-111-33817-8

Ⅰ.①物… Ⅱ.①陈…②郭… Ⅲ.①计算机网络-应用-物流 Ⅳ.①F253.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 046204 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：吕 潇 责任编辑：吕 潇 版式设计：张世琴
责任校对：袁凤霞 封面设计：路恩中 责任印制：乔 宇
三河市国英印务有限公司印刷
2014 年 1 月第 1 版第 5 次印刷
169mm×239mm · 12.75 印张 · 246 千字
7701—8900 册
标准书号：ISBN 978-7-111-33817-8
定价：39.80 元

序

物联网被称为继计算机和互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮，代表着当前和今后相当一段时间内信息网络的发展方向。从一般的计算机网到互联网，从互联网到物联网，信息网络已经从人与人之间的沟通发展到人与物、物与物之间的沟通，功能和作用日益强大，对社会的影响也越发深远。

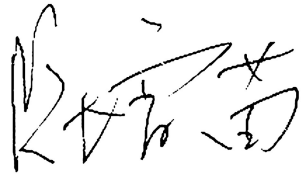
物联网不仅是我国争夺国际经济科技制高点，实现“建设创新型国家”战略性目标的重要抓手，也对国家转变经济发展方式、促进社会转型和产业升级具有重大意义。尤其在温家宝总理2009年作出加快物联网产业发展的重要指示后，物联网更是普遍受到了社会各界的高度重视。

物联网的发展将帮助我们实现社会生产生活中信息感知能力、信息互通性和智能决策能力的全面提升，具有广阔的行业应用需求，但整体来看，中国物联网产业发展仍处于起步阶段，技术、标准、产品等诸多要素有待成熟，尤其重要的是，由于不同行业在物联网应用方面的实际需求、技术架构和应用条件都有较大差别，物联网的各个细分市场并不明晰，存在着双向的信息不对称，即一方面，潜在客户对物联网技术的功能和作用认识不足，而另一方面，物联网企业又普遍对客户的实际需求缺乏了解。这使领域中出现了概念炒作多、应用推进少，新瓶装旧酒多、技术突破少的现状，与国家推进物联网产业发展的战略思路是不相符的，而寻找到符合各行业需求的物联网应用，既是推进物联网市场发展的关键，也是中国物联网产业目前必须解决的问题。

本书从产业实践的角度入手，仔细发掘并剖析了物联网在多个行业的应用切入点，深入探讨了物联网为生产生活等各方面带来的巨大实际价值，并引用了大量第一手的素材，这些直接经验只能来自于本书作者在物联网行业多年实践的积累和沉淀。

中国电子科技集团公司作为科技创新“国家队”，非常重视物联网产业的发展，集团公司已经在全国多个地区推进了物联网产业应用，并在无锡建立了物联网创新研发中心，开展有关物联网系统技术的研究。我们始终把技术进步和自主创新放在首要位置，并在此基础上注重产业的应用推广，努力为引领国家物联网信息技术和产业的发展，支撑国家战略性新兴产业核心竞争力的有效提升发挥重要作用。

物联网的发展前景是巨大而美好的，同时，物联网的产业推进也是任重而道远的，这需要产业链各个环节的共同协作，需要大批求真务实、不尚空谈的从业者，尤其需要踏踏实实进行应用推广的企业，各方携手努力，方能使物联网真正为人类社会创造巨大价值。希望物联网行业中能有更多像清远华程这样的公司，将自身的经验积累无私分享出来，为推动我国物联网行业发展做出越来越多的贡献。



中国电子科技集团
物联网创新研发中心主任

前　言

物联网这一概念，自从1995年比尔·盖茨在《未来之路》中首次提及开始，便受到了世界范围内的广泛关注。而在以物联网为代表的世界信息产业第三次浪潮中，我国首次站在了发展和改革的最前沿，以2009年温家宝总理提出加快我国物联网产业发展为起点，近两年来，在各级政府的大力推进下，中国物联网的发展迈入了新纪元，物联网不仅成为牵动多个行业的产业焦点，更成为民众普遍接触和关注的社会热点。

同时，我们也必须看到，物联网在蓬勃发展的同时也逐渐暴露出了一些问题，如社会各方更多地将注意力集中于物联网概念而轻视其实际应用，更多地展望物联网发展前景而忽视其产业中亟待解决的问题，更多地进行传统项目包装移植而较少真正具有物联网意义的创新等，这都在一定程度上阻碍了我国物联网产业的发展。尤其是在产业规模迅速壮大，企业如雨后春笋般涌现的同时，我国物联网的应用推广却严重不足，这也抑制了企业的研发创新和核心技术的发展演进。

本书的编著者多年来一直走在物联网产业前沿，五年来，我们经历过艰辛和坎坷，也体味过成功的喜悦，借此机会，我们愿意将公司所积累的点滴实践经验以及对物联网应用的认识与体会，以本书的形式与广大同行们分享与讨论，也希冀能通过此书，让更广大范围内关心物联网产业发展的朋友们对物联网、尤其对物联网的产业应用有更直观更具体的认识，从而为中国物联网产业的壮大乃至国家经济社会的发展尽自己的绵薄之力。

本书在内容上由理论推及应用，与产业实践结合紧密，重点较为突出，可供物联网企业以及政府机构等从事物联网研发、产业规划和应用推广的人士阅读，尤其对各行业的物联网用户和潜在用户具有直接借鉴意义，也可供物联网相关专业的教师和学生作为参考。

感谢中国电子科技集团物联网创新研发中心（中国物联网创新研发中心）在本书写作过程中给予的大力帮助支持。

欢迎对本书内容及物联网产业抱有兴趣的各界朋友与我们共同探讨。

陈海滢　郭佳肃

2013年12月

于北京恒升科创科技有限公司

目　　录

第 1 章　物联网的定义及主要技术方向

1.1　物联网的定义

物联网（The Internet of Things）的概念是在无线传感网（Wireless Sensor Network，WSN）的基础上延伸扩展而来的，经过十余年的发展历程，物联网对社会的多角度全方位推动作用已形成广泛共识。

物联网可以推动经济的广泛发展。以传感网为核心，物联网能够结合现有技术，形成新兴产业，其庞大的产业规模，放射性的产业结构，较长的产业链，决定了物联网不仅能够带动农业、能源、制造、运输等传统行业的进一步发展，还能创造对传感器、芯片、通信等相关软硬件产品的需求。同时，通过将制造与服务融合以及物联网与包括互联网在内的多种现有网络的整合，开辟更广阔的发展空间。

物联网有助于提高资源利用率和保护环境。通过智能环境监测、智能交通系统、智能电网等物联网技术的应用，可以协助我们保护环境，提高对有限资源的使用效率，实现可持续发展，进而可以推动人类生产、生活方式的变革。通过物联网技术的应用，使得物与物之间的互动和人与人之间的联系完全融合，并将深入渗透到各个行业及人们的日常生活中，改变社会经济传统的运行模式，使社会全面进入物联网时代。

在物联网广受关注的同时，其具体定义一直是业界所争论的话题，各利益相关方均提出其对物联网的解读，使得市场各环节对物联网概念的内涵及外延产生混淆，对商业投资、政策支持均产生了不良的影响。经过对技术方向和产业环节的周密分析以及对概念的严格辨析，作者认为，物联网应作如下准确定义：

物联网，是指以客观信息的交互、处理为目的，通过各种感知设备、网络传输手段将信息采集并传输至特定的信息处理平台，并在此基础上构建应用服务体系，以期实现全方位信息交互和决策优化的综合性网络架构。

为了进一步明确物联网的涵盖范围，并与当前的产业实践相结合，在本书中，我们为物联网的感知范围、传输手段、智能应用作出如下划定：

物联网的感知范围包括了温度、湿度、浓度、压力、位置、速度、亮度等物理量；事物开关、进出、是否正常、是否存在、是否完成等 0/1 量；客观的音频、视频、运转情况等状态量；以及身份、数量、历史记录等客观信息。

物联网的传输手段是以无线传感网为核心的通信网络。目前，物联网的传输已不再局限于无线传感网，更包括了 WiFi、WiMax、2G 及 3G 移动通信网、万维网，甚至公共电话交换网等多种有线和无线网络传输手段。

物联网的智能应用发展至今，主要包括了监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策优化等方面。随着以云计算、专家系统等代表性智能信息处理技术的发展，物联网的智能应用队伍还在迅速扩大，向着更加智能化、自动化的方向发展。

如图 1-1 所示，物联网作为一种新型综合性网络架构，其核心网络传感网决定了物联网既是一种独立于各种固有网络之外的，具有自有网络架构，通信协议的新型网络，同时，因其开放性的接口，物联网又可与互联网、移动通信网等网络架构相对接，将故有网络为物联网所用，从而形成广域综合性网络架构。

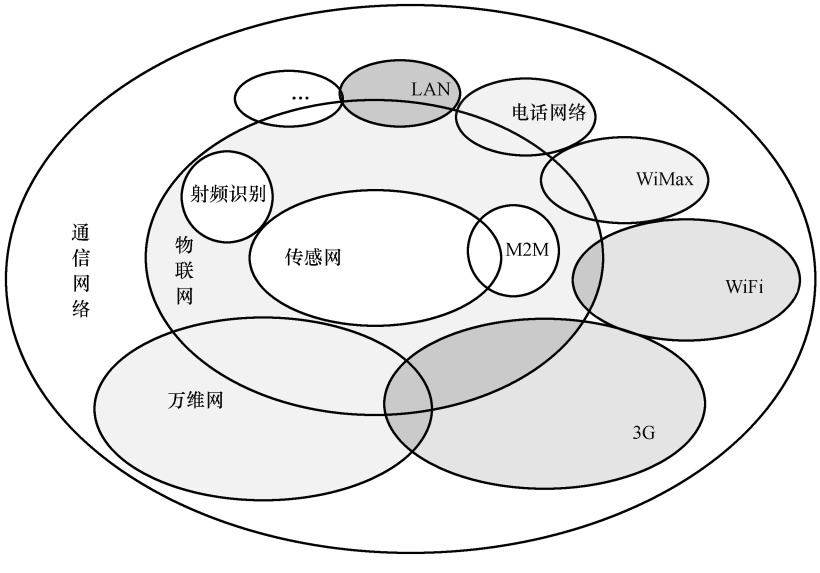


图 1-1　物联网相关技术与其他网络架构的关系

目前，物联网还处于高速发展的过程中，随着产业实践的不断深入，物联网的定义也在不断地发展和变化。随着物联网的逐步发展，可以预见到，其与互联网、通信网的融合将进一步加深，进而形成人、物之间自由流畅的信息交互的场景，从而形成“泛在网”。

具体来说，物联网由感应末梢、传输网络和应用单元三个部分组成。其中感应末梢即利用条码、射频标签、传感器、全球定位系统（Global Positioning System，GPS）、激光扫描仪等信息感应设备实现实时全方位数据采集；传输网络是通过传感网技术与多种联网技术融合，将物品的信息实时准确地交互；应用单元

是指利用云计算、反馈控制等各种智能处理技术，对海量信息进行分析和处理，同时使物品能依照环境状况自动分析，判断所获取信息并执行相应操作。

结合物联网的组成，可以看出物联网本身的三大特性：

透彻的感知和度量

通过物联网连接的数据采集端涉及范围非常广泛，包括手机、电脑等已经具备强大计算、存储和通信能力的终端，家电、铁路、桥梁、建筑等嵌入传感器的任何装置，射频识别（RFID）装置、传感器、全球定位系统、激光扫描仪等，可以对实现信息的全面感知。

泛在的介入与互连

将各种各样的数据采集端通过包括互联网、移动互联网等网络互连，实现随时即时采集外部环境信息、物体动态信息，并将其转化为适合网络传输的数据格式，通过网络传输到数据中心。

深入的智能分析与回控

在处理中心［包括家庭电脑或手机的分布式处理中心和互联网数据中心（Internet Data Center，IDC）等集中式处理中心］利用云计算等技术及时对海量信息进行处理，真正达到了人与人的对话、人与物的对话和物与物的对话。

1.2　物联网的体系架构

从结构上来说，物联网的体系架构可分为三层：感知层、网络层和应用层，如图 1-2 所示。

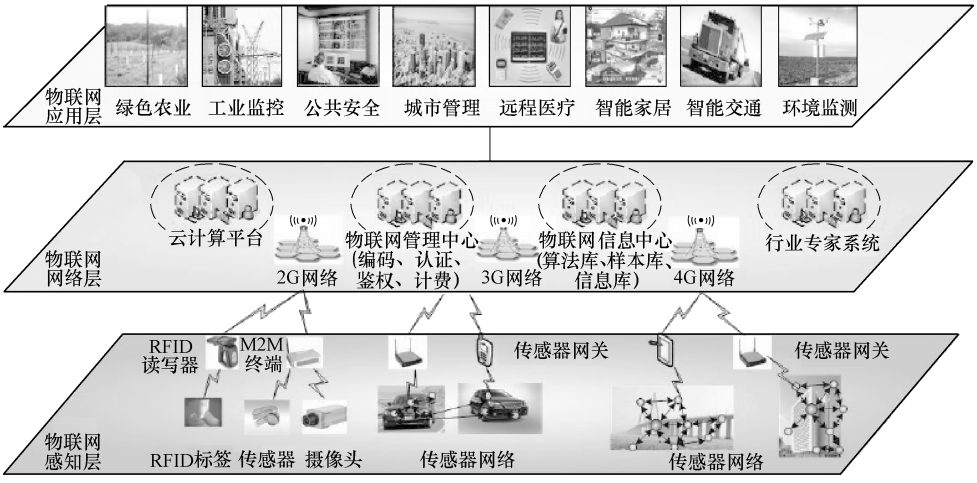


图 1-2　物联网的体系架构

1.2.1 物联网感知层

感知层将大范围内的现实世界中的各种物理量通过各种手段，实时并自动化地转化为虚拟世界可处理的数字化信息。

感知层是物联网的基层——识别物体、采集信息，主要实现智能感知功能，包括信息采集，捕获和物体识别。感知延伸层的关键技术包括传感器、RFID、自组织网络、短距离无线通信、低功耗路由等。

感知层采集的信息主要分为环境信息、属性信息、状态信息三类。其中传感网方面采集的信息主要包括如温度、湿度、压力、气体浓度等状态信息；而基于 RFID 所采集的大多属于物品的属性信息，如物品名称、型号、特性、价格等；状态信息也是感知层所采集的范畴，如仪器、设备的工作参数或者物品所处的地理位置等；对各种信息进行标记，并通过传感等手段，将这些标记的信息和现实世界的物理信息进行采集，将其转化为可供处理的数字化信息。

1.2.2 物联网网络层

网络层主要实现信息的传送和通信以及相关部分的处理，包括接入层和核心层。网络层可以依托企业或行业的专用网，也可以依托电信网和互联网等公用网，一般兼而有之。

从技术实现方式来看，网络层的传输手段可以分为无线通信和有线通信两大类。

有线通信可分为相对短距离的现场总线和相对长距离的可支持 IP 的网络等。现场总线（一般属于窄带网）作为有线通信技术的重要技术类别，是为满足节能、减排、工业信息化、市政、楼宇等领域的需要而产生的，并已经在这些领域（体现在 RTU、DTU、PLC、DCS 等控制器，传动装置（Actuator），或通信模块中）得到广泛应用，是 M2M 主要通信手段之一。

由于现场总线一般是由各类组织、公司所提出来的标准，且这些组织、公司之间存在着包括商业因素在内的多种竞争关系，因此目前存在着多种现场总线共存的现状。

无线通信：也可分为短距离接入技术的无线网状网（Mesh、ZigBee 等十多种）、RFID、WiFi/WiMax 等和中长距离的 GSM、CDMA（2G/3G/4G）、卫星通信技术等两大类。

All-IP 融合：在物联网应用中，用无线网状网和现场总线网络做最后一公里接入，用 GPRS/CDMA 网络和 IP 网等广域网络做长距离主干传输的组合方式是一种常用的组合。

1.2.3　物联网应用层

应用层实现物联网与行业专业技术的深度融合，与行业需求结合，实现行业智能化，并且最终提供应用服务。

应用层包括中间件层和应用服务层。

中间件层主要实现网络层与应用服务间的接口和能力调用，包括对业务的分析整合、共享、智能处理、管理等，具体实现为一系列业务支撑平台、管理平台、信息处理平台等。随着物联网技术的发展，专家系统与云计算等技术将取代现有简单单一化的信息管理与处理，在中间件层占据更大的比重。

应用服务层则包括各类具体应用，例如监控服务、智能电网、工业监控、绿色农业、智能家居、环境监控、公共安全等。本书第 5 章即是以应用层所涉及行业和所提供服务的种类去进行划分的。物联网应用既包含局部区域的独立应用，也包含广域范围的统一应用。局部区域的独立应用主要指如楼宇内的控制系统，特定区域的环境监测系统这一类局部区域内自主进行采集传输以及反馈控制的应用。该类应用大多不需要各个区域的协同管理，也不需要在远端构建统一的管理平台。而广域范围的统一应用，则是像手机支付，全球性的 RFID 物流和供应链系统等需要大规模协同管理，统一控制平台的应用。

如图 1-3 所示，与物联网的体系架构相对应的是物联网的系统架构。

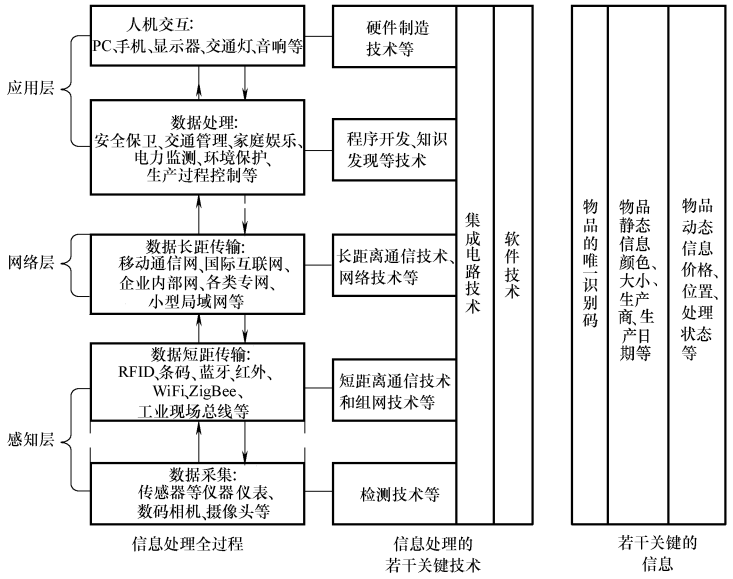


图 1-3　物联网的系统架构

1.3 物联网的主要技术方向

1.3.1 无线传感网

无线传感网（WSN）的基本功能是将一系列在空间上分散的传感器单元通过自组织的无线网络进行连接，从而将各自采集的数据进行传输汇总，以实现对空间分散范围内的物理或环境状况的协作监控，并根据这些信息进行相应的分析和处理。表 1-1 为无线传感网的典型特征。

表 1-1 无线传感网的典型特征

分　类	特　征
组织结构	通过大量传感节点和少量数据汇聚节点组成
传输媒介	无线传输
组网方式	Ad-hoc(多跳移动无线网络)自动组网
系统功能	物理和环境数据采集汇总及分析处理
技术特点	大范围、低成本、实时采集、铺设灵活

无线传感网技术最早起源于冷战时期美国军方的反潜需求，此后逐渐被应用到越来越多的领域，引起了许多科研单位以及商业机构的投入与研究。2003 年 2 月，美国的《技术评论（Technology Review)》杂志评选出了对人类未来生活产生深远影响的十大新兴技术，无线传感网技术在其中名列第一。时至今日，无线传感网技术的研究已经初具规模，在理论和实际应用方面都有了许多进展。随着以 ZigBee 为代表的一系列标准的推出和 TI、Cisco 等大型的有经验的芯片供应商和系统集成商的介入，无线传感网技术在国际上已经广泛应用于各种场合，并被认为在 2008 年为各领域企业累计节约成本超过 10 亿美元。

2008 年 2 月，欧洲第一届无线传感网论坛召开，与会的科研院所和商业机构都表示出了对这一领域的浓厚兴趣。各国政府也加大了对无线传感网研发的投资力度，美国的多家工程院校都开展了政府支持的无线传感网相关研究项目，而亚洲国家如韩国等，也已经成立了无线传感网科研国家计划。目前，无线传感网技术在我国已经由科研机构的理论研究为主向商业机构的应用研究转型，并且在矿山安全、精准农业、精细加工、物流管理、个人医疗监测、智能建筑等许多行业取得应用，为改善人民生产、生活条件，建设环保、节能、高科技、自动化的工农业生产体系，贡献出越来越大的力量。

无线传感网是面向应用的，贴近客观物理世界的网络系统，其产生和发展一直都与应用相联系。多年来经过不同领域研究人员的演绎，无线传感网技术在军事领域、精细农业、安全监控、环保监测、建筑领域、医疗监护、工业监控、智

能交通、物流管理、自由空间探索、智能家居等领域的应用都得到了充分的肯定和展示。

在环境监控和精细农业方面，无线传感网系统最为广泛。2002 年，英特尔（Intel）公司率先在俄勒冈建立了世界上第一个无线葡萄园，这是一个典型的精准农业、智能耕种的实例。在我国，杭州齐格科技有限公司与浙江农科院合作研发了远程农作管理决策服务平台，该平台利用无线传感器技术实现了对农田温室大棚温度、湿度、露点、光照等环境信息的监测。

在民用安全监控方面，英国的一家博物馆利用无线传感网设计了一个报警系统，他们将节点放在珍贵文物或艺术品的底部或背面，通过侦测灯光的亮度改变和振动情况来判断展览品的安全状态。中科院计算所在故宫博物院实施的文物安全监控系统也是无线传感网技术在民用安防领域中的典型应用。

现代建筑的发展不仅要求为人们提供更加舒适、安全的房屋和桥梁，而且希望建筑本身能够对自身的健康状况进行评估。无线传感网技术在建筑结构健康监控方面将发挥重要作用。2004 年，哈工大在深圳某大厦实施部署了监测环境噪声和震动加速度响应测试的无线传感网网络系统。

中科院系统的研究团队也正在积极开展无线传感网在城市交通中的应用，实现了基于无线传感网技术的细粒度智能车位管理系统，使得停车信息能够迅速通过发布系统推送给附近的车辆，大大提高了停车效率。

物流领域是无线传感网技术发展最快、最成熟的应用领域。尽管在仓储物流领域，RFID 技术还没有被普遍采纳，但基于 RFID 的传感器节点在大粒度商品物流管理中已经得到了广泛应用。宁波某公司与宁波港合作，实现了基于 RFID 网络的集装箱和卡车的智能化管理；另外，还使用无线传感网技术实现了封闭仓库中托盘粒度的货物定位。

智能家居领域是无线传感网技术能够大展拳脚的地方。浙江大学计算机系的研究人员开发了一种基于无线传感网网络的无线水表系统，能够实现水表的自动抄录。复旦大学、电子科技大学等单位研制了基于无线传感网网络的智能楼宇系统，其典型结构包括了照明控制、警报门禁以及家电控制的 PC（个人电脑）系统。各部件自治组网，最终由 PC 将信息发布在互联网上。人们可以通过互联网终端对家庭状况实施监测。

无线传感网在应用领域的发展可谓方兴未艾，要想进一步推进该技术的发展，让其更好地为社会和人们的生活服务，不仅需要研究人员开展广泛的应用系统研究，更需要国家、地区，以及优质企业在各个层面上的大力推动和支持。

1.3.2　M2M

M2M 是将数据从一台终端传送到另一台终端，也就是就是机器与机器（Ma-

chine to Machine）的对话。但从广义上 M2M 可代表机器对机器（Machine to Machine）、人对机器（Man to Machine）、机器对人（Machine to Man）、移动网络对机器（Mobile to Machine）之间的连接与通信，它涵盖了所有实现在人、机器、系统之间建立通信连接的技术和手段。

依托巨大的市场机遇，M2M 有望成为移动连接领域的又一个重要前沿。据统计，截至 2008 年底，全球无线连接数量已超过 40 亿，而普遍认为，未来将多达 500 亿的潜在“连接数量”会形成一个庞大的市场。

通信网络技术的出现和发展，给社会生活面貌带来了极大的变化。人与人之间可以更加快捷地沟通，信息的交流更顺畅。但是目前仅仅是计算机和其他一些 IT 类设备具备这种通信和网络能力。众多的普通机器设备几乎不具备联网和通信能力，例如家电、车辆、自动售货机、工厂设备等。M2M 技术的目标就是使所有机器设备都具备连网和通信能力，其核心理念就是网络一切（Network Everything）。M2M 技术具有非常重要的意义，有着广阔的市场和应用，推动着社会生产和生活方式新一轮的变革。

M2M 是一种理念，也是所有增强机器设备通信和网络能力的技术的总称。人与人之间的沟通很多也是通过机器实现的，例如通过手机、电话、电脑、传真机等机器设备之间的通信来实现人与人之间的沟通。另外一类技术是专为机器和机器建立通信而设计的。如许多智能化仪器仪表都带有 RS-232 接口和 GPIB 通信接口，增强了仪器与仪器之间、仪器与电脑之间的通信能力。目前，绝大多数的机器和传感器不具备本地或者远程的通信和联网能力。

从数据流的角度考虑，在 M2M 技术中，信息总是以相同的顺序流动，图1-4 所示为 M2M 基本系统框架。

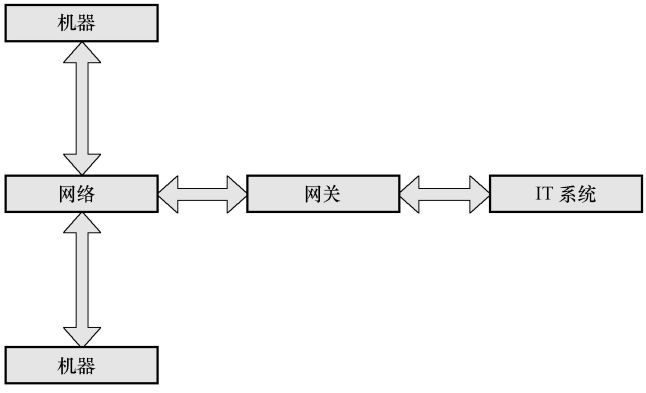


图 1-4　M2M 系统框架

无论哪一种 M2M 技术与应用，都涉及五个重要的技术部分：机器、M2M 硬件、通信网络、中间件、应用，如图 1-5 所示。

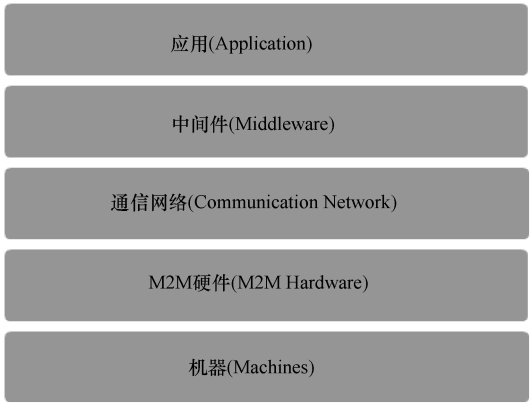


图 1-5　M2M 系统组成

实现 M2M 的第一步就是从机器/设备中获得数据，然后把它们通过网络发送出去。使机器具备“说话（talk）”能力的基本方法有两种：生产设备的时候嵌入 M2M 硬件；对已有机器进行改装，使其具备通信/联网能力。

M2M 硬件是使机器获得远程通信和联网能力的部件。现在的 M2M 硬件产品可分为五种：

（1）嵌入式硬件：嵌入到机器里面，使其具备网络通信能力。常见的产品是支持 GSM/GPRS 或 CDMA 无线移动通信网络的无线嵌入数据模块。典型产品有 Nokia 12 GSM 嵌入式无线数据模块；Sony Ericsson 的 GR 48 和 GT 48；Motorola 的 G18/G20 for GSM，C18 for CDMA；Siemens 的用于 GSM 网络的 TC45、TC35i、MC35i 嵌入模块。

（2）可组装硬件：在 M2M 的工业应用中，厂商拥有大量不具备 M2M 通信和联网能力的设备仪器，可组装硬件就是为满足这些机器的网络通信能力而设计的。实现形式也各不相同，包括从传感器收集数据的 I/O 设备（I/O Devices）；完成协议转换功能，将数据发送到通信网络的连接终端（Connectivity Terminals）；有些 M2M 硬件还具备回控功能。典型产品有 Nokia 30/31 for GSM 连接终端。

（3）调制解调器（Modem）：上面提到嵌入式模块将数据传送到移动通信网络上时，起的就是调制解调器的作用。如果要将数据通过公用电话网络或者以太网送出，分别需要相应的 Modem。典型产品有 BT-Series CDMA、GSM 无线数据 Modem 等。

（4）传感器：传感器可分为普通传感器和智能传感器两种。智能传感器（Smart Sensor）是指具有感知能力、计算能力和通信能力的微型传感器。由智能传感器组成的传感器网络是 M2M 技术的重要组成部分。一组具备通信能力的智

能传感器以 Ad-hoc 方式构成无线网络，协作感知、采集和处理网络覆盖的地理区域中感知对象的信息，并发布给观察者。也可以通过 GSM 网络或卫星通信网络将信息传给远方的 IT 系统。典型产品如英特尔（Intel）公司的基于微型传感器网络的新型计算的发展规划——智能微尘等。

（5）识别标识：识别标识如同每台机器、每个商品的“身份证”，使机器之间可以相互识别和区分。常用的技术有条码技术、RFID 技术等。标识技术已经被广泛用于商业库存和供应链管理。

网络技术彻底改变了我们的生活方式和生存面貌，我们生活在一个网络社会。今天，M2M 技术的出现，使得网络社会的内涵有了新的内容。网络社会的成员除了原有人、计算机、IT 设备之外，数以亿计的非 IT 机器/设备正要加入进来。随着 M2M 技术的发展，这些新成员的数量和其数据交换的网络流量将会迅速地增加。

通信网络在整个 M2M 技术框架中处于核心地位，包括广域网、局域网、个域网。

在 M2M 技术框架中的通信网络中，有两个主要参与者，他们是网络运营商和网络集成商。尤其是移动通信网络运营商，在推动 M2M 技术应用方面起着至关重要的作用，他们是 M2M 技术应用的主要推动者。第三代移动通信技术除了提供语音服务之外，数据服务业务的开拓是其发展的重点。随着移动通信技术向 3G 的演进，必定将 M2M 应用带到一个新的境界。国外提供 M2M 服务的网络有 AT&T Wireless 的 M2M 数据网络计划，Aeris 的 MicroBurst 无线数据网络等。

中间件包括两部分：M2M 网关、数据收集/集成部件。网关是 M2M 系统中的“翻译员”，它获取来自通信网络的数据，将数据传送给信息处理系统。其主要的功能是完成不同通信协议之间的转换。其典型产品如诺基亚的 M2M 网关。数据收集/集成部件是为了将数据变成有价值的信息。对原始数据进行不同加工和处理，并将结果呈现给需要这些信息的观察者和决策者。这些中间件包括数据分析和商业智能部件，异常情况报告和工作流程部件，数据仓库和存储部件等。

美国最大的水处理产品供应商 BioLab 公司开始在全世界首次应用 M2M 技术，远程监视游泳池中水的 pH 值和消毒剂的水平，并自动添加化学清洁药品。该项目中所采用的诺基亚的无线通信解决方案 Nokia 30 和 Opto 22 的数据采集设备 Ultimate I/O 是目前在 M2M 领域中较为领先的方案及设备。

目前，国内也有部分系统集成商准备采用 M2M 技术和成套产品，结合 GIS 系统，用于下面各领域的数据采集与监测控制系统：主要包括城市内的自来水管网、煤气管网、污水管网的监控；城市内的路灯监控；城市内的电网监控；河流的水文监测；输油管线的监控等。

1.3.3　RFID

RFID（射频识别）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，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。

最基本的 RFID 系统由三部分组成：

标签（Tag）：由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象；

阅读器（Reader）：读取（有时还可以写入）标签信息的设备，可设计为手持式或固定式；

天线（Antenna）：在标签和读取器间传递射频信号。

RFID 标签与阅读器之间进行无线通信的频段有多种，常见的工作频率有 135kHz 以下、13.56MHz、433MHz、840 ~ 960MHz（UHF）、2.45GHz 及 5.8GHz。根据电子标签工作频率的不同通常可分为低频、高频、超高频和微波。

低频系统的工作频率一般为 125 ~ 134kHz。高频系统工作频率一般低于 30MHz，典型的工作频率有 13.56MHz 等，这些频点应用的射频识别系统一般都有相应的国际标准予以支持。其基本特点是电子标签的成本较低、标签内保存的数据量较少、阅读距离较短（无源情况，典型阅读距离为 10cm）、电子标签外形多样（卡状、环状、纽扣状、笔状）、阅读天线方向性不强等。

超高频系统一般指其工作频率高于 400MHz，典型的工作频段有 433MHz、840 ~ 845MHz 和 920 ~ 925MHz 等。RFID 微波频段主要是指 2.45GHz、5.8GHz。在这些频段上也有众多的国际标准予以支持。基本特点是电子标签及阅读器成本均较高、标签内保存的数据量较大、阅读距离较远（可达几米至十几米），适应物体高速运动性能好，外形一般为卡状，阅读天线及电子标签天线均有较强的方向性。

各种频段有其技术特性和适合的应用领域，世界各国对于 RFID 使用频段均制定各国的规范要求，尤其在 UHF 频段，各国均有差异，覆盖了 840 ~ 960MHz 范围，而其他频段差异性较小。此外，除频段分配范围外，各国的规范中还包括了最大发射功率、信道带宽、跳频参数等频率相关要求。

业界普遍认为 RFID 是一种突破性的技术，首先和条码比较，可以识别单个物体，但条码仅能识别一类物体；其次 RFID 采用无线电射频，透过外材料读取数据，可以同时对各物体进行识读，而条码必须靠激光来读信息，故只能一个一个地读取；此外，RFID 存储的技术也比条码多得多。

1.3.4 条码

条码是将宽度不等的多个黑条和空白，按照一定的编码规则排列，用以表达一组信息的图形标识符。常见的条码是由反射率相差很大的黑条（简称条）和白条（简称空）排成的平行线图案。条码可以标出物品的生产国、制造厂家、商品名称、生产日期、图书分类号、邮件起止地点、类别、日期等许多信息，因而在商品流通、图书管理、邮政管理、银行系统等许多领域都得到了广泛的应用。从技术角度来说，条码技术已经很成熟，并且应用也很广泛。在物联网中，条码技术主要被应用于感知层，起到的作用类似于 RFID 技术，来进行物品的识别和标志。

现在市场上主要是一维和二维条码，其存储信息量低于 RFID 标签，但是由于其实现成本低，所以在物联网的发展初期得到了较大的发展。

一维条码由一组规则排列的条、空以及对应的字符组成的标记，“条”指对光线反射率较低的部分，“空”指对光线反射率较高的部分，这些条和空组成的数据表达一定的信息，并能够用特定的设备识读，转换成与计算机兼容的二进制和十进制信息。通常对于每一种物品，它的编码是唯一的，对于普通的一维条码来说，还要通过数据库建立条码与商品信息的对应关系，当条码的数据传到计算机上时，由计算机上的应用程序对数据进行操作和处理。因此，普通的一维条码在使用过程中仅作为识别信息，它的意义是通过在计算机系统的数据库中提取相应的信息而实现的。

二维码是用某种特定的几何图形按一定规律在平面（二维方向上）分布的黑白相间的图形记录数据符号信息的；在代码编制上巧妙地利用构成计算机内部逻辑基础的“0”、“1”比特流的概念，使用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息，通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理；二维条码/二维码能够在横向和纵向两个方位同时表达信息。

目前在物联网各项技术应用当中，RFID 和条码是应用最为普遍和广泛的，也最为人们所熟知。在此便不一一列举。总体来看，RFID 和条码的应用可谓包罗万象，其主要应用在物流和供应管理、生产制造和装配、航空行李处理、邮件、快运包裹处理、文档追踪、图书馆管理、动物身份标识、运动计时、门禁控制、电子门票、道路自动收费等领域。从大型远距离标签到细小的标签，可以为客户做定制化生产，满足各种要求。

1.3.5 云计算

云计算（Cloud Computing）是网格计算（Grid Computing）、分布式计算（Distributed Computing）、并行计算（Parallel Computing）、效用计算（Utility Com

puting）、网络存储（Network Storage Technologies）、虚拟化（Virtualization）、负载均衡（Load Balance）等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。它旨在通过网络把多个成本相对较低的计算实体整合成一个具有强大计算能力的完美系统，并借助先进的商业模式把这强大的计算能力分布到终端用户手中。云计算的一个核心理念就是通过不断提高“云”的处理能力，进而减少用户终端的处理负担，最终使用户终端简化成一个单纯的输入输出设备，并能按需享受“云”的强大计算处理能力。图 1-6 所示为云计算示意图。

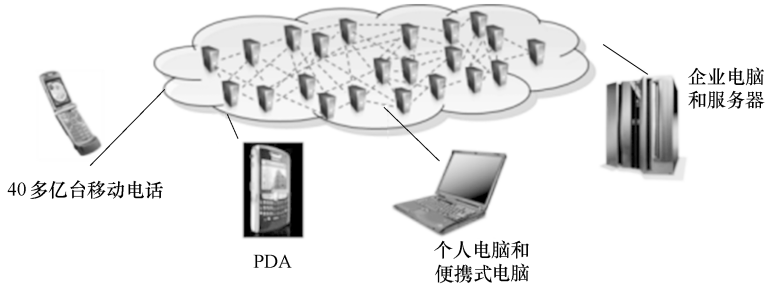


图 1-6　云计算示意图

近几年，云计算成为人们关注重点。在由大量个人电脑、移动电话等设备构建成的云端形成后，云计算的体系架构也日趋完整。其特点包括：

数据在云端：不怕丢失，不必备份，可以任意点的恢复；

软件在云端：不必下载自动升级；

无所不在的计算：在任何时间，任意地点，任何设备登录后就可以进行计算服务；

无限强大的计算：具有无限强大的计算，无限速度的数据处理。

云计算提供的服务主要分为如下几点：服务式软件、服务式平台、服务式基础设施、云存储、商业服务平台。

基于其提供服务的方式，可以看出云计算是物联网应用层的技术架构之一，并且将是未来形成泛在网络的计算趋势。由于云端的出现，使得软件、平台和基础设施的形态都将发生巨大的改变。人们调用云端软件、运用云端平台，所触及的不再是软件、平台、基础设施本身，而是它们所提供的服务。但是由于现阶段，云计算的应用主要集中在互联网中数据终端的云存储方面，在物联网中应用还尚显早，并且其与前四者不在一个分析维度上，故在本书中将不再过多涉及这方面内容。

第 2 章　物联网产业现状及发展分析

2.1　物联网的发展历程

与所有新技术的发展道路相似，物联网也经历了从概念设想到理论分析，从学术研究到产业应用的发展过程。在这一过程中，如下具有代表性的事件是非常值得关注的。

1995 年，物联网的概念最早出现于比尔·盖茨《未来之路》一书，在《未来之路》中，比尔·盖茨已经提及 Internet of Things 的概念，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展，并未引起世人的重视。

1999 年，MIT Auto-ID Center 提出物联网的概念，即把所有物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化识别和管理。

2003 年，美国的《技术评论》杂志提出无线传感网技术将是未来改变人们生活的十大技术之首。

2004 年，日本正式提出了以发展泛在网络社会（Ubiquitous Network Society）为目标的 u-Japan 构想，以实现所有人与人、物与物和人与物之间的泛在网络连接。与此同时，韩国信息和通信部公布 u-Korea 战略，旨在使所有人可以在任何地点任何时间享受现在信息技术带来的便利。

2005 年 2 月，新加坡资讯通信发展局发布名为“下一代 I-Hub”的新计划，旨在通过一个安全、高速、无所不在的网络，实现下一代的联络。

2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，正式提出了“物联网”的概念。报告中指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有的物体，从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过因特网主动进行交换。RFID 技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将到更加广泛的应用。

2006 年，中国在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020）》中将传感器网络列入重点研究领域；中国移动公司建成了集团 M2M 平台，研发了无线传感应用协议、终端标准规范等一系列规范和标准，提出了成熟的网络框架，并实现了 TD 的融合，该标准得到了国家重大传信转向工作的支持。

2008 年 11 月，无锡市政府与中科院上海微系统所共同组建中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心，成为国内唯一的专业微纳产业研究所。

2009 年 1 月 28 日，IBM 首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”这一概念，建议政府投资新一代的智慧型基础设施。同年 2 月 24 日，IBM 大中华区首席执行官钱大群在 2009 IBM 论坛上公布了名为“智慧的地球”的最新策略。

2009 年 8 月，温家宝总理在无锡考察传感网产业时，明确指示要早一点谋划未来，早一点攻破核心技术，并明确要求尽快建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心。

2009 年 9 月，由全国信息技术标准化技术委员会牵头的中国传感网络标准工作组（WGSN）正式成立。

2010 年 3 月，温家宝总理在政府工作报告中提及“加快物联网的研发应用”，意味着物联网已经被提升到国家战略。

2.2　全球物联网产业发展现状

在全球范围内，物联网都获得了政府和产业界的高度关注，相当数量的国家和地区都在力图通过与自身社会发展、产业结构和资源禀赋等条件相适应的方式，推动物联网产业的发展。一些较完善的业务已经得到持续推广，商业模式也日益成熟。

2.2.1　欧美物联网产业发展现状

1. 美国：提出“智慧地球”的理念，掀起全球对物联网的关注热潮

美国是物联网技术的倡导者和先行者之一，在较早的时期就开展了物联网及相关技术的研究与应用。

2009 年 1 月 7 日，IBM 公司与美国智库机构信息技术与创新基金会（ITIF）共同向奥巴马政府提交了名为“The Digital Road to Recover：A Stimulus Plan to Create Jobs，Boost Productivity and Revitalize America”的报告，提出通过信息通信技术（ICT）投资可在短期内创造就业机会，美国政府只要新增 300 亿美元的 ICT 投资（包括智能电网、智能医疗、宽带网络三个领域），便可以为民众创造出 94.9 万个就业机会；1 月 28 日，在奥巴马就任总统后的首次美国工商业领袖圆桌会上，IBM 首席执行官建议政府投资新一代的智慧型基础设施。上述提议得到了奥巴马总统的积极回应，奥巴马把“宽带网络等新兴技术”定位为振兴经济、确立美国全球竞争优势的关键战略，并在随后出台的总额 7870 亿美元《经济复苏和再投资法》（Recovery and Reinvestment Act）中对上述战略建议具体加以落实。《经济复苏和再投资法》希望从能源、科技、医疗、教育等方面着手，透过政府投资、减税等措施来改善经济、增加就业机会，并且同时带动美国长期发展，其中鼓励物联网技术发展政策主要体现在推动能源、宽带与医疗三大领域

开展物联网技术的应用。

2. 欧盟：制定“欧洲行动计划”，科学规划未来发展路线

2007 年，欧盟出台了《RFID 在欧洲——迈向政策框架的步骤》，称 RFID 是信息社会发展进入新阶段的新入口，是经济增长和就业的动力。欧盟委员会采取一系列行动，设立 RFID 方面的专项研究项目，有力地促进 RFID 在智能汽车、移动系统、微纳米系统、有机电路和未来网络中的应用，着力解决 RFID 发展中面临的安全和隐私、国际治理、无线频率和标准等问题。

2009 年 6 月，欧盟委员会向欧洲议会、理事会、欧洲经济和社会委员会及地区委员会递交了《欧盟物联网行动计划（Internet of Things-An action plan for Europe）》，以确保欧洲在建构物联网的过程中起主导作用。行动计划共包括 14 项内容，主要有管理、隐私及数据保护、“芯片沉默”的权利、潜在危险、关键资源、标准化、研究、公私合作、创新、管理机制、国际对话、环境问题、统计数据和进展监督等一系列工作。

2009 年 9 月，欧盟发布《欧盟物联网战略研究路线图》，提出到 2010 年、2015 年、2020 年三个阶段物联网研发路线图，并提出物联网在航空航天、汽车、医药、能源等 18 个主要应用领域和识别、数据处理、物联网结构等 12 个方面需要突破的关键技术。

2009 年 10 月，欧盟委员会以政策文件的形式对外发布了物联网战略，提出要让欧洲在基于互联网的智能基础设施发展上领先全球，除了通过 ICT 研发计划投资 4 亿欧元，启动 90 多个研发项目提高网络智能化水平外，欧盟委员会还计划将于 2011 ~ 2013 年间每年新增 2 亿欧元进一步加强研发力度，同时拿出 3 亿欧元专款，支持物联网相关公私合作短期项目建设。

2.2.2 日本物联网产业发展现状

日本早在 2004 年，就由总务省召开了“实现泛在网络社会政策座谈会”，并向日本经济财政咨询会议正式提出了 u-Japan 构想。此构想于 6 月 4 日正式被日本内阁所通过，在年度 ICT 政策大纲中把“u-Japan”列为重点发展项目。

对于实现 u-Japan 战略，日本政府寄予 ICT 产业很大期望，一是希望通过大幅提高技术，从整体上彻底提高日本全体产业的技术水平，维持并巩固其国际竞争力地位；二是希望充分利用 ICT 技术来解决其医疗、福利、治安和防灾等种种社会问题。

同时，日本政府希望 ICT 产业界在 u-Japan 实施战略中朝两方面努力，一是通过推进信息化引起社会结构的变化，使日本成为创造新技术和商业模式最先进的温床，出现“日本开发”的技术开发和新商业模式的良性循环；二是进行 ICT 产业自身的变革。开展通信和广播的协作，发展内容服务等，确保竞争优势，发

挥日本现有优势领域的作用，不断开发泛在终端和泛在网络，扩大泛在网络市场。根据 2004 年度日本信息通信白皮书，预计到 2010 年，泛在网络相关市场规模将达到 87.6 万亿日元，扩大到全体产业界将达到 120.5 万亿日元的市场规模。

为了实现 u-Japan 战略，日本将进一步加强官、产、学、研的有机联合，在具体政策实施上，将以民、产、学为主，政府的主要职责就是所谓“环境整合”，形成民、产、学、官共同参与政策实施的开放性的组织管理模式，为加强在基础设施建设和标准化等各方面的联合协作，将考虑给 NPO、个人等不同社会阶层分担各自相应的任务。

2009 年 7 月，日本 IT 战略本部颁布了日本新一代的信息化战略——i-Japan 战略，为了让数字信息技术融入每一个角落，首先将政策目标聚焦在 3 大公共事业：电子化政府治理、医疗健康信息服务、教育与人才培育，战略提出到 2015 年，透过数位技术达到“新的行政改革”，使行政流程简单化、效率化、标准化、透明化，同时推动电子病历、远程医疗、远程教育等应用的发展。

进入 21 世纪以来，日本积极推进 IT 战略，取得了令人瞩目的成就。从追赶到领先，其 IT 发展历程经历了 3 个主要阶段，即“e-Japan”到“u-Japan”再到“i-Japan”（见图 2-1）。从 2001 年 1 月开始实施的 e-Japan 战略以宽带化为核心大力进行基础设施建设，在提前完成预定任务后，日本 IT 战略本部于 2004 年制定了“u-Japan”战略，战略则是通过建立更高层次的无处不在的网络连接，实现所谓源自日本的“价值创造”。2009 年，新的战略目标“i-Japan”则是让数字信息化融入到了每一个角落。从“e-Japan”到“u-Japan”再到“i-Japan”的 IT 战略转变，是日本在 IT 基础建设达到世界领先水平和应用高度化后的必然选择。通过实施 i-Japan 战略，日本希望开创前所未有的网络社会，并成为未来

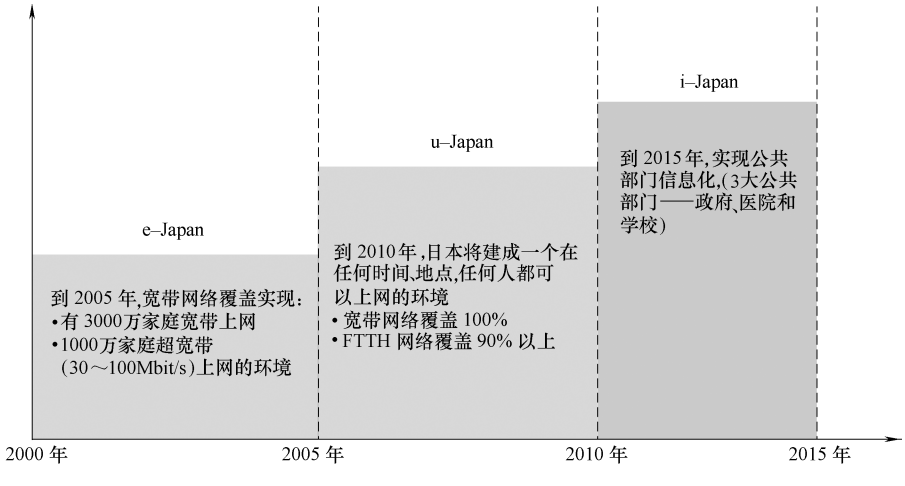


图 2-1　日本 IT 发展历程

全世界信息社会发展的楷模和标准，确保在国际竞争中的领先地位。

2.2.3 韩国物联网产业发展现状

韩国政府自1997年起出台了一系列推动国家信息化建设的产业政策，包括RFID先导计划、RFID推动计划、无线传感网领域测试计划等。实现建设数字化社会的愿景，韩国政府持续推动各项相关基础建设、核心产业技术发展，RFID/无线传感网（传感器网）就是其中之一。

继日本提出u-Japan战略后，韩国也在2006年确立了u-Korea战略。u-Korea旨在建立无所不在的社会（ubiquitous society），也就是在民众的生活环境里布建智能型网络（如IPv6、USN）、最新的技术应用（如DMB、Telematics、RFID）等先进的信息基础建设，让民众可以随时随地享受科技智慧服务。其最终目的，除了运用IT科技为民众创造衣、食、住、行、娱乐各方面无所不在的便利生活服务外，同时希望扶植IT产业发展新兴应用技术，强化产业优势与国家竞争力。

2009年10月，韩国通信委员会出台了《物联网基础设施构建基本规划》，将物联网市场确定为新增长动力。该规划提出，到2012年实现“通过构建世界最先进的物联网基础设施，打造未来广播通信融合领域超一流信息通信技术强国”的目标，并确定了构建物联网基础设施、发展物联网服务、研发物联网技术、营造物联网扩散环境等4大领域、12项详细课题。

韩国政府的“国家ITS21计划（National ITS 21 Plan）”中表明，从2007年到2020年间，将总共投入32亿美元。韩国政府的目标是在所有公交车上安装车辆运行管理系统和交通信息终端，并在2011年的年底，实现在大多数机动车上安装电子支付系统。

2.2.4 我国物联网产业发展现状

- 江苏：政府推动、聚焦无锡

江苏省积极采取各项措施，注重发展政府功能，全力将无锡市打造为“感知中国”中心。一是加强规划引领，编制《江苏省传感网产业发展规划纲要》，确定以无锡为核心区、苏州和南京为支撑区的产业布局，并提出了2012年、2015年的具体发展目标；二是注重以用促产，率先推出传感网产业十大示范工程，创造需求，牵引产业发展；三是营造良好的技术环境，支撑产业发展。先后与中科院、中国电子科技集团公司进行战略合作，在无锡联合共建中国物联网研究发展中心，并成功推动中国移动、中国联通和中国电信到江苏无锡设立物联网技术研究机构。

- 北京：致力于打造中国物联网产业发展中心

北京市政府高度重视物联网产业的建设与发展，着手打造国内物联网产业发

展中心。一是率先成立产学研用相结合的行业组织，2009 年 11 月 1 日，包括企业、科研机构和应用机构在内的 40 余家单位联合成立中关村物联网产业联盟，通过加强企业间的协作、创新与联动，推动产业发展壮大；二是制定北京市物联网产业规划，统筹协调产业发展与示范应用，不断完善物联网产业发展体系，确保其在国内的中心地位；三是加强与智囊机构的战略合作。北京市先后与中科院高技术局、北京邮电大学签署战略合作协议，充分发挥多学科、跨部门、跨行业的综合优势，为北京物联网发展提供战略咨询服务。

• 浙江：努力将先发优势转化为领先优势

浙江省是国内开展物联网技术研发和应用研究最早的地区之一。早在 2004 年，嘉兴市政府就与中科院上海微系统与信息技术研究所联合成立了中科院嘉兴无线传感网工程中心，先于无锡高新微纳传感网工程研发中心。浙江省上下高度重视物联网产业发展，力争将先发优势转化为领先优势。一是将物联网产业作为战略性新兴产业予以培育。省委书记曾先后多次考察物联网相关研究院所和骨干企业，并多次在物联网有关汇报材料上做出重要批示，明确将物联网产业摆在浙江省的战略性新兴产业的重要地位；二是省政府已着手开展物联网产业发展规划编制和扶持意见的制定工作，有望在 2011 年出台；三是杭州、嘉兴、宁波、温州、绍兴等市积极主动推动物联网产业发展，个别地区也出台了有关物联网产业的发展规划；四是进一步加强与中科院、中国电子科技集团公司的战略合作，增强技术实力、提升全国影响力。

• 上海：统筹规划、示范先行

上海市注重物联网产业发展与信息化建设相结合，加快实现物联网对产业升级和信息化建设的带动作用。一是加强政府的统筹规划工作，上海市发改委和科委等相关部门已联合开展《上海市物联网产业三年行动计划（2010—2012 年）》编制工作，以现有产业发展和信息化建设为基础，通过规划引领，加强物联网体系建设，力争使上海在打造“感知中国”的过程中发挥引领作用；二是抓住世博会的契机，大力推进物联网示范工程建设，推动物联网技术产业化应用，使物联网技术尽早融入上海经济社会发展的各个领域。

• 广东：构筑物联网产业发展高地

广东省政府通过应用引导、市场驱动、政府扶持以及标准体系建设等措施，积极培育和发展物联网技术研发、设备制造、软件和信息等相关产业，着力打造物联网产业发展高地。一是成立 RFID 标准化技术委员会，推进标准化体系建设，提升在全国的话语权；二是推进智慧城市试点，与 IBM 合作推进传感器在智能通、桥梁建筑、水资源利用、电力设施、环境监测、公共安全等领域的应用；三是建设珠江三角洲一带无线城市群，打造“随时随地随需”的珠江三角洲信息网络。

• 福建：政府推动、迎头赶上

据2009年公开数据显示，福建省已集聚了以新大陆、厦门信达为代表的一批物联网企业，产业已初具规模，但优势仍不突出。面对物联网巨大的发展潜力和强大的带动作用，福建省政府积极采取措施，大力推进物联网产业发展。一是编制物联网产业发展三年行动方案，发挥后发优势，高站位、高起点地加快物联网发展，争取迎头赶上；二是积极打造一批示范应用工程，结合福州市“数字鼓楼”建设，在交通车辆管理、大型超市、物流企业等领域先行先试一批示范项目，以试点应用为产业培育打基础。

• 四川：成都市的物联网产业务实起步

目前，成都市在前段传感器、短距离无线网、电子标签等领域有令人瞩目的科研成果，形成了一定的产业规模和科学研发体系。成都市出台了国内首个中心城市的物联网产业发展规划，确定高新区为高端研发区，终点打造物联网关键技术研发和产业孵化基地，双流县为制造产业区，重点打造物联网产品制造基地和技术成果转化中心。成都市目前已在智能交通、现代物流、食品安全等领域实现了物联网技术的示范应用方案，并初具规模。

此外，山东、重庆、黑龙江等也在积极推进物联网技术及产业发展的相关工作。

综合来看，以物联网产业发展为重点的新兴产业培育与发展，已成为后经济危机时代，主要国家和地区振兴经济、把握未来经济发展命脉的重要着力点。物联网将会成为下一阶段国内外竞相争夺的战略焦点，物联网发展热潮也将继续高涨。

2.3 我国物联网产业环境分析

2.3.1 政策环境分析

物联网的发展离不开政府的引导与支持。除了政府高层领导人多次在国内公开场合明确对物联网发展的指示，更出台了多项相关政策来为物联网的发展提供良好环境，并将物联网的发展上升到国家战略的高度。

如今政府主要从以下三个方面来扶持物联网的发展：一是完善对物联网产业的规划，确定总体发展思路，构建整体框架，让参与物联网建设的各方力量有章可循；二是在财政、信贷等多方面对物联网进行扶持，大力培育市场对于物联网的需求，帮助物联网渡过发展之初面临的瓶颈期；三是加快制定与完善物联网相关法规标准体系，使物联网成为一个开放、安全、可信任的网络。

在应对全球金融危机中，各国正在进行抢占经济科技制高点的竞赛，全球将

进入空前的创新密集和产业振兴时代。要推动中国经济在更长时期内全面协调可持续发展，走上创新驱动、内生增长的轨道，就必须把建设创新型国家作为战略目标，把可持续发展作为战略方向，把争创经济科技制高点作为战略重点，逐步使新兴战略性产业成为经济社会发展的主导力量。我国发展新型战略性产业，具备一定的比较优势和广阔的发展空间，完全可以有所作为。党中央、国务院高度重视物联网产业的发展，已从把握科技至高点，引领国家科技进步，实现国家跨越式发展的战略高度对物联网产业进行规划和引领。

2009 年 8 月 7 日，温家宝总理在无锡考察物联网产业发展时，提出了三件事情可以尽快去做：

一是把传感系统和 3G 中的 TD 技术结合起来；

二是在国家重大科技专项中，加快推进物联网的发展；

三是尽快建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心。

要早一点谋划未来，早一点攻破核心技术，要依靠科技和人才，占领科技和经济发展制高点，保证我国具有可持续发展的能力和可持续发展的竞争力。

2009 年 11 月 3 日，温家宝总理发表《让科技引领中国可持续发展》的讲话中指出，要着力突破传感网物联网关键技术，及早部署后 IP 时代相关技术研发，是信息网络产业成为推动产业升级，迈向信息社会的“发动机”。

国务院对物联网发展的高度重视和战略规划为该产业的发展创造了良好的政策环境，将有力地促进该产业的快速发展。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》和“新一代宽带移动无线通信网”重大专项中均将传感网列入重点研究领域。

2010 年初，国内正式成立了传感（物联）网技术产业联盟。同时，工信部也宣布将牵头成立一个全国推进物联网的部际领导协调小组，以加快物联网产业化进程。2010 年 3 月 2 日，上海物联网中心正式揭牌。这些都将促进物联网技术的推广和应用。

《2010 年政府工作报告》中明确提出，“今年要大力培育战略性新兴产业。要大力发展新能源、新材料、节能环保、生物医药、信息网络和高端制造产业。积极推进新能源汽车、‘三网’融合取得实质性进展，加快物联网的研发应用。加大对战略性新兴产业的投入和政策支持。”

政府工作报告明确提出加快物联网研发应用，以及加大对战略性新兴产业的投入和政策支持，预计将从四方面对物联网产业带来推动作用。一是加快标准制定进度，二是国家级的研发中心和平台的技术研发投入也会加强，三是相关企业、产业园区可能获得优惠政策，四是下游应用也可能得到扶持。此次政府工作报告对物联网的重视，将对产业发展带来积极影响。而物联网国家标准的尽早建立将助于物联网研发应用踏上快车道。

政策上的举动对我国物联网的发展给出了非常明确的指示：

第一，信息技术的空间从虚拟空间向人人互联，再到向物质领域的方向延伸；

第二，物联网的核心技术关键设备应早一点谋划；

第三，要大力推进 TD 与传感网的两网融合；

第四，要加大三专项中传感网或物联网的力度。

我国物联网发展的特点就是政府来统筹规划、协调相关部门、制定相关扶持政策、促进政府信息化进程。

2.3.2 经济及社会环境分析

全球金融危机、全球化、能源地缘政治和全球变暖等一系列趋势都在世界格局的重塑过程中发生重要作用，正在深度融入全球经济的我国也将不可避免地受到影响，在这一过程中，我国在经济及社会环境方面，主要有如下目标。

1. 产业转型重构

全球金融危机引发了信贷紧缩和市场需求萎缩。一度为我国经济的顶梁柱的出口导向型制造业，如今也受到了严重的打击。制造业在国内市场进一步进行产业升级和结构重组的步伐在日益加快。

不论金融危机将何去何从，全球化仍将继续成为全球格局重组的重要力量。中国公司仍将面临来自国内和国际市场日趋激烈的竞争。而与此同时，全球化也将为中国公司带来新的机遇：中国企业将可以更好地利用全球资源、人才和资产，与海外企业建立全球化战略合作关系以及开展海外投资。经济整合和信息交换将使中国人民对生活质量、工作环境和商业实践的期望越来越高。

2. 能源问题与经济的可持续发展

近年来，国际油价的振荡不能掩盖其整体攀升的趋势，确保能源安全的稳定、可靠和可持续供应，以及提高能源使用效率仍然是我国亟待解决的问题。另外，我国也将面临着更大的国际压力去承担环境责任，减少温室气体的排放，竭尽全力减轻全球变暖所造成的危害。

21 世纪经济的可持续发展是在不损害环境以及以人民的福祉为中心的前提下实现持续稳定的经济增长。要达成此目标，我国还必须在短期内解决众多社会和环境问题，其中包括医疗改革、社会安全改革、食品和产品安全，以及饮用水安全。

3. 建设和谐社会

过去几十年来，我国的经济发展令世人瞩目，但是在技术、工业结构、基础设施和生活水平等方面还远远落后于其他发达国家。我国发展的长期目标是实现经济的快速可持续发展，并提高其在国际舞台的竞争力。2005 年至 2010 年的第

11 个五年计划即是对这个长期目标做出了更详细的阐述和先后顺序的规划：确保高质量的发展、建设资源节约型环境友好型社会、推动人才开发建设创新型国家、支持内陆和农村地区的发展和改革医疗系统为所有人民提供基本医疗服务。

4. 增强企业竞争力

全球金融危机引起的实体经济危机使部分国际制造业巨头逐渐走向式微，这对一些具有领先竞争力的中国公司来说，无疑是一个填补市场空白的巨大商机。现在，很多中国公司已开始迈出在海外市场开疆拓土的步伐。培养全球竞争力成为中国企业能否真正拓展全球业务的关键，这需要中国企业提供更先进的产品和服务，进一步完善业务和运营。

日渐萎缩的全球需求暴露出我国经济中存在的问题。首先，在经济高速增长的年份，制造业公司普遍采用薄利多销的策略来谋生存。其次，基础设施和交通运输发展远远落后于业务增长的步伐，导致物流成本极其高昂。在过去经济增长稳定和需求庞大的时代，所有这些问题并未严重影响到中国企业的竞争力。但是在新的全球市场形势下，这些问题将成为关系公司存亡的关键。

总体看来，中国政府的长期目标将主要集中在经济建设方面，而社会和经济的导向也将为这个大前提所左右。而物联网能为解决当前面临的社会经济问题提供全新的解决思路，有利于实现政府的长期目标。

2.3.3　产业标准发展分析

1. 国内物联网标准制定

中国物联网标准联合工作组筹备会议于 2010 年 3 月 9 日在北京召开，联合工作组旨在整合国内物联网相关标准化资源，联合产业各方共同开展物联网技术的研究，积极推进物联网标准化工作，加快制定符合我国发展需求的物联网技术标准，为政府部门的物联网产业发展决策提供全面的技术和标准化服务支撑。

中国物联网标准联合工作组由工信部电子标签标准工作组、资源共享协同服务标准工作组，以及全国信息技术标准化技术委员会传感器网络标准工作组、全国工业过程测量和控制标准化技术委员会共同倡导、发起。

物联网联合工作组将紧紧围绕物联网发展需求，统筹规划，整合资源，坚持自主创新与开放兼容相结合的标准战略，加快推进物联网国家标准体系的建设和相关国家标准的制定，同时积极参与相关国际标准的制定，以掌握发展的主动权。

在 2010 年的两会上，物联网是热点问题之一。如果不能尽快制定标准体系，则会带来人与物、物与物、平台信息利用的效果和效率问题，物联网产业发展越快后续问题越难解决。政府首先要考虑并尽快着手制定物联网相关标准体系，坚持国际标准和国内标准同步推进的原则，着手研究和制定我国物联网标准，统一

技术和接口标准，进一步确立并扩大我国在物联网领域国际标准制定上的发言权；其次，政府要明确物联网涵盖的范畴及定位，出台物联网发展关键技术、关键应用软件的相关产业发展配套扶持政策。

2009 年 9 月 11 日，中国传感网标准工作组正式成立。目前，传感网国家标准工作组正在开展六项传感网标准制定工作，分别是标准体系与系统架构、协同信息处理、通信与信息交互、标识、安全和接口。中国移动、中国电信、中国联通三大运营商及中兴、华为等电信设备商已参与到此六项标准的相应制定工作中。

2010 年 1 月，工业和信息化部批准了“机场围界传感器网络防入侵系统技术要求”和“面向大型建筑节能监控的传感器网络系统技术要求”两项行业应用规范标准的立项。此两项标准由中科院上海微系统所、工业和信息化部电子工业标准化研究所、中科院嘉兴无线传感网工程中心于 2009 年共同起草。

2010 年 3 月 2 日，工业和信息化部也表示将大力推动标准和知识产权战略，推广自主知识产权标准的研发和产业化，推进物联网、TD 及其演进技术、网络电视等标准的制定和产业化进程。

2. 中国是国际物联网标准制定的主导国之一

2010 年 3 月上旬，由工业和信息化部牵头的 9 人工作小组前往英国伦敦参加了传感器网络国际标准工作组（WGSN）成立后的第一次会议，角逐相应国际标准。WGSN 于 2009 年 10 月在以色列成立，前身为传感网国际标准研究组（SGSN），是国际标准化组织（ISO）及国际电工委员会（IEC）第一联合技术委员会下直属的第七工作组。在 WGSN 大会上，各国代表就相关技术提出制定标准的建议，并将自己国家的标准提交到国际标准接受投票，同时对相关国家提交的标准进行投票。

因此，国际标准的产生是一个博弈的过程。由于刚刚成立不久，到目前为止，WGSN 确立的国际标准还非常少。

此次会议上，我国代表团就传感网中间件等内容做出报告，获得了与会单位的良好反响。中间件是非常关键的因素，统一的中间件平台将有利于传感网后期应用的开发，因为其可以将不同的网络条件屏蔽掉，使得大家在统一的平台上进行应用开发。

目前，我国在传感器网络国际标准的制定中具有一定话语权，报告受 WGSN 重视。因为，此前 SGSN 向国际标准化组织（ISO）第一联合技术委员会提交报告时，采用了大量我国研究机构为主体提交的研究成果，如传感器标准化网络的一些顶层设计，包括参考模型、系统架构等。

因此，我国有可能会成为有关中间件标准的主导者。如果该标准由我国来主导，届时国家标准和国际标准将同步进行。一旦国家标准成为国际标准，不仅有

利于我国企业打开国际市场，也将推动物联网应用的发展，拉动整个产业链前进。

除传感网中间件有关内容外，我国代表团还就传感网名词、术语等的使用，提议制定相应标准。事实上，作为成立后第一次会议，本次会议讨论的议程较少，内容包括传感器网络的参考架构、智能电网标准等有关内容。

其中，由美国等国家提出的智能电网标准，在投票时获得通过。因为智能电网标准所涉及的内容非常多，且属于跨领域的标准，国际上其他标准工作组对此标准的通过意见很大。此外，此次会议讨论的传感器网络的参考架构的标准此前是由韩国提出，因为标准制定进程较慢，之前由其他国际标准工作组转到了WGSN 下，目前我国是此项标准的编辑。

2.4　我国物联网产业结构分析

2.4.1　物联网技术发展结构

在物联网包含的各项技术中，RFID 和条码等围绕属性信息的技术由于研究和应用均比较早，所以在现阶段物联网实际应用中占据较大的比重。从长远来看，以无线传感网为代表的围绕传感信息的技术将是物联网发展的重要增长点。

1. RFID

2009 年，我国政府有关部门对 RFID 的政策扶持力度持续加大，为 RFID 的发展创造了一个良好的环境。随着技术的进一步成熟和成本的进一步降低，我国 RFID 的应用从政府主导项目逐步向各行各业扩散。

2009 年我国 RFID 产业的市场规模达到了 85.1 亿元，比 2008 年增长了 29.3%。我国已经初步形成较完善的 RFID 产业链，2009 年我国 RFID 产业链各环节，如射频芯片、封装、软件/中间件、系统集成的逐渐壮大，促使我国 RFID 市场迅速发展。

由于我国已将促进物联网发展提升到国家战略高度，受物联网发展热潮的带动，预计 2012 年，随着 RFID 应用领域的不断拓展、标签成本的不断下降，RFID 行业应用的快速发展，各行业应用需求的拉动在 RFID 市场发展中将发挥愈加重要的作用，而在 RFID 市场增长中，政府的拉动作用逐渐减弱，RFID 市场发展将进入更加稳定而良性的发展轨道。

2. 无线传感网

目前，国内的无线传感网市场处于发展期，根据易观国际的数据，2009 年的无线传感网市场规模约为 2.6 亿元人民币。

2010～2011 年间，受政府直接支持以及技术进步、需求扩张等因素的综合

作用，我国无线传感网市场规模将增长接近 15 倍；此后，产业进入自主发展，并始终保持较高的增长速度，市场规模将在 2015 年超过 200 亿人民币。在这一阶段中，市场的年均复合增长率超过 210%，如图 2-2 所示。

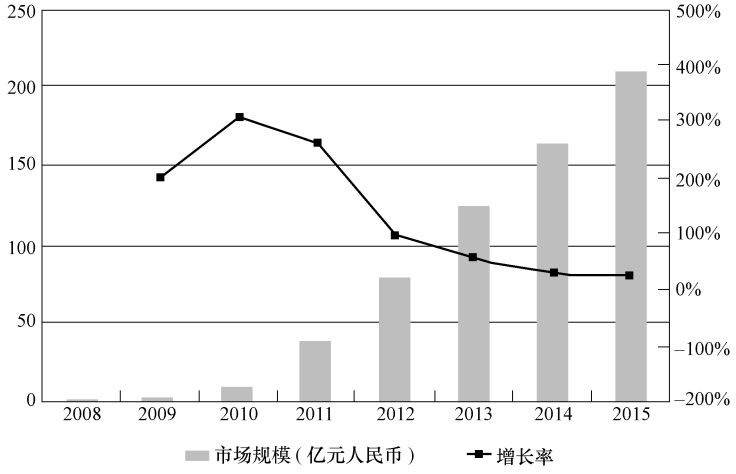


图 2-2　我国无线传感器网络市场规模数据及预测

2.4.2　物联网区域发展结构

从区域结构上来看，物联网的分布呈现明显的区域层级特性，如图 2-3 所示。

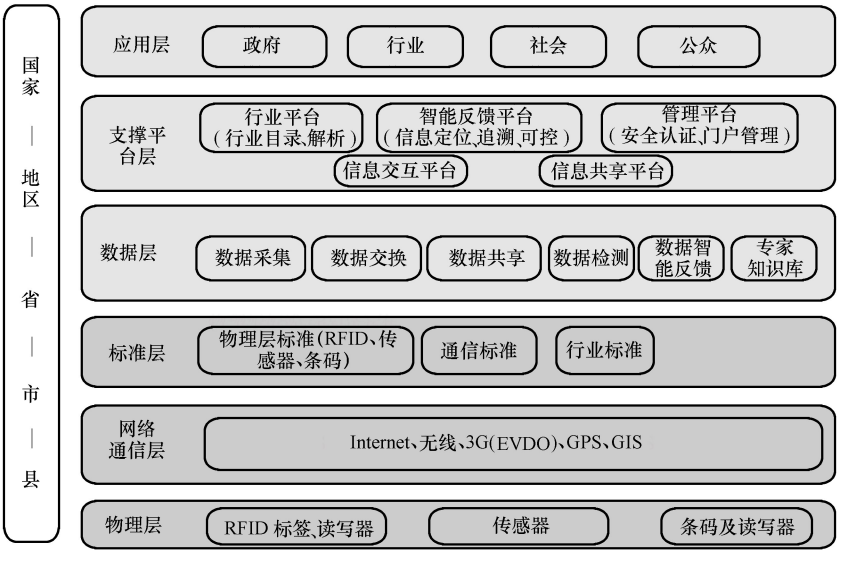


图 2-3　物联网分层结构图

处于最顶层的是国际物联网，这一层的竞争主要体现在标准的决定权和信息的主导权方面。其下是国家物联网，协调各行业与地区的网络信息汇集以及资源调配。再往下，随着地域的进一步细分，物联网的内容也更多地从整体应用细化到到具体的结构实现。在国家以下的各地区层级，各行业与各地区物联网的发展也呈现出较高的交互性。

面对物联网的巨大发展空间，以及中央将要出台的一系列支持政策，“长三角”、“珠三角”、京津等各地政府都开展了紧急调研，纷纷把物联网列入重点培育的新兴产业，并从产业政策制定到研究课题规划，确定了各地方的物联网发展方略。

从地域上来看，全国物联网发展主要集中在如下四个地区：环渤海的京津唐地区；以成都和重庆为代表的西南地区；以无锡、上海、杭州为主体的“长三角”地区；以广州和深圳为代表的“珠三角”地区。这四个地区又以“长三角”地区对物联网的研究开始的最早，且由于其地域经济优势而在四个地区中发展的较为成熟。

从产业的技术结构上来看，上海和武汉的物联网产业以 RFID 产业驱动为主；北京和无锡主要致力于研究和联盟性质的工作，其发展以政策驱动为主；重庆、杭州、深圳、广州等地主要力量集中在 M2M 平台的推进，其发展主要驱动因素是运营商。

下面列举各发展地的发展情况。

1. 北京市

在 2009 年 12 月 3 ~ 4 日举办的“2009 信息城市高层论坛”上，北京市经济和信息化委员会科技标准处处长林绍福表示，北京将着力打造世界级城市，初步目标计划用三到五年的时间，让北京市物联网产业规划能基本成型，产业链和产业群初步形成。在北京市经济和信息化委员会的支持下，由 40 余家企业、机构发起的中关村物联网产业联盟正式成立。该联盟聚集了 IT、通信、基础平台、传感等领域的众多知名企业和科研机构。

针对物联网产业的规划，北京市提出了建设物联网示范工程、以示范工程带动整体发展的思路，目前产业布局的重点在芯片、核心元器件 M2M 服务等产业，并计划借示范工程推特色产业园区建设。

预计到 2012 年，北京将建成首个物联网应用资源共享服务平台，物联信息交换平台、传感信息网络平台、超级计算中心和云计算中心等共性基础支撑平台。完成政府、社会、企业三个方面涉及公共安全、城市交通、生态环境、流通供应链、社区综合服务等领域的一批示范应用和区县级、园区级综合示范。另外，还将基本建成物联网关键技术研发基地和产业化基地，促进 RFID、传感器、二维码、短距无线通信、IPv6、云计算、云存储、云服务等一批关键技术及自主

创新产品的研发和成果产业化。产生一批传感网、物联网相关技术专利和重要标准。就目前情况来看，北京市在传感网、物联网应用有非常好的基础。物联网技术应用在城市网格管理、视频监控、智能交通、食品溯源、水质检测等方面有全国领先的成功典型应用，并逐步形成了一个产业链。

同时，北京市在传感网、物联网的技术研发资源这一领域，也有一定的优势，目前，北京产学研单位，都参与到国际标准，包括国家标准的研制工作中。

2. 长三角地区

（1）无锡市：2009 年 8 月 7 日温家宝总理到无锡微纳传感网工程技术研发中心视察，并发表“尽快建立中国的传感信息中心，或者叫‘感知中国’中心”的讲话之后，无锡市加快了对物联网发展的推进并开展“感知中国”中心建设。

整个无锡市在发展物联网方面的优势比较明显，一是无锡制造业比较发达，另外，无锡的产业在国内排名靠前，比如无锡 IC 制造业占江苏省的 40%，占全国的 16%，在国内排名第一。无锡的 IC 封装测试处于全国第三，技术水平和单体规模全国第一，有 70 多家 IC 设计企业。按照无锡市委市政府要求，无锡要把 IC 设计产业作为一个先导性产业，通过几年努力，把无锡市打造成国内 IC 设计高地、世界 IC 设计基地。现在无锡正打造国家级的传感网创新示范区和国家传感信息中心。从这个角度来讲，无锡正在做一些规划，一个是空间布局规划，规划面积 $20km^2$，先期启动 $10.8km^2$ 的空间，来建设无锡的传感网创新示范区。

同时从产业角度出发，无锡也做了一些规划，现在无锡涉及传感网的企业有 100 家左右，产值达 150 亿左右，计划通过近几年的努力，3 年内产值能达到 1000 亿元，2015 年能达到 2500 亿元左右产值规模。由于物联网正在不断发展中，目前无锡规划的量是否达到，要看今后的推进力度和凝聚力度；空间规划大小是否合适，要通过专家的论证，通过反复探讨，目前的规划会随时间的变化而做不断更新和调整。无锡高新区的微纳传感网工程技术研发中心（以下称研发中心）致力于传感网标准化工作，研发中心以网络带动系统、器件、材料等的需求为牵引，从而带动无锡整个微纳产业链的发展，形成微纳产业集群。无锡则提出要建成中国首个“感知城市”。无锡国际创新园于近期向国务院申报建设“国家传感网创新示范区”，获批后，无锡将在环保、交通等领域率先展开传感网应用示范工程。

无锡新区从成立到现在，一直致力于打造高科技产业园区，一直在准备，不仅在资金的投入，企业的孵化，人才储备，更主要的是一直在培养创新意识。物联网将成为无锡新区未来打造高科技产业园的亮点。以太科园为核心、依托创新园、产业园、信息服务园三大板块，“感知中国”中心的轮廓已浮出水面。

目前，传感类应用已经在无锡城市运行的方方面面发挥着作用，包括无锡市公安局交通指挥中心、无锡交通运营指挥调度系统、景宜桥水质自动监测站、浮

标水质自动监测系统、太湖应急监测船、南京邮电大学无锡物联网/传感网研究中心等。由于无锡的传感网产业起步较早，已经初步形成了包括研发、生产、应用等各环节在内的产业聚集区，目前传感网产业及相关产业规模约为 150 亿元。基于这些良好的基础，无锡得以率先建立国家级传感信息中心。

建立传感信息中心，就是为了实现聚合效应而加快产业的成熟和规模化发展。传感网作为继计算机、互联网和移动通信之后的新一轮信息技术革命，呈现出前所未有的融合特性，需要之前独立运行的行业进行跨行业的合作，对于产业价值链的打造以及各环节的互动、合作，也相应有着更高的要求。而在中国整体传感网产业起步之初，产业链的打造和产业基地的建设，必须由政府来主导完成，任何一个环节都不具有这样的能力，而无锡市政府无疑承担了这一责任，并且以此为契机，加快了建设创新型经济领军城市的步伐。

辐射全国的“感知中国”中心必将有力支持整个中国传感网产业的发展。按照无锡市政府的规划，将通过 4 年左右的时间，将无锡“感知中国”中心建设成为产业规模化发展集聚区；到 2012 年，完成传感网产业示范基地建设，形成全市产业发展的空间布局和功能定位，在新型传感器、系统集成、应用软件开发、网络运营及信息服务等领域集聚具有较大规模的各类传感网企业 500 家以上。目前，无锡正加快建设国家传感网创新示范区步伐，中科院、清华大学、北京邮电大学、东南大学等 20 多家科研院所和大学已在无锡设立机构；中国移动、中国联通、中国电信三大移动运营商也先后“登陆”，各种传感网、各类资源要素已聚集无锡。预计到 2012 年，无锡将完成传感网产业示范基地建设，同时建成集引领中国传感网技术创新、标准制定和示范应用三大优势的中国传感网研究发展中心。

按照温家宝总理作出的“迅速建立中国的传感信息中心”的重要指示和江苏省委、省政府的部署要求，江苏省科技系统积极行动，全力推进无锡“感知中国”中心示范区的科技创新载体建设，加快形成无锡传感网产业的创新集群。

目前，江苏省、无锡市与中科院投资 5 亿元共建的“中国物联网研究发展中心”已经全面启动，筹建中的“中国物联网研究发展中心”分别与中科院微系统所、无锡中科传感器网络信息技术中心、无锡中科环境监测技术研发中心和无锡中科智能信息处理研发中心等传感网产业技术链创新机构展开合作。近日，江苏省政府、无锡市又与中国电子科技集团公司签署了共建“国家传感信息中心”协议，无锡清华高新技术研究院智能传感网研发中心、东南大学传感器网络技术研究中心等也纷纷入驻，围绕传感网产业的技术创新集群正在迅速形成，无锡国家传感网创新示范区也因此被科技部确定为“国家（无锡）传感网国际科技合作基地”。围绕传感网产业创新服务，江苏省市各方联合投入 4.2 亿元，主要依托无锡微纳产业发展有限公司和中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发

中心建设的“无锡传感网产业产学研联合创新服务平台”正在抓紧实施，将建成设计与仿真、工程化专用测试、外场测试、器件系统环境试验和柔性中试线等产业技术开发平台和20多万平方米的创业孵化基地等，面向传感网产业各类创新发展机构提供全面的技术创新和创业孵化服务。

（2）杭州市：杭州市委市政府已认识到培育和发展物联网产业，对于加快杭州工业转型升级、大力发展新兴产业、走产业高端化道路具有重要的战略意义。杭州东部软件园内的杭州家和智能控制有限公司、杭州星软集团、杭州紫钺科技有限公司以及中国电子科技集团公司第五十二研究所，都是杭州市具有代表性的物联网企业。杭州市物联网技术研究和应用研究总体走在全国前列，在无线传感网、射频设别、物联网技术应用等方面形成了一批核心技术，在工业控制、电力安全监控、区域入侵防范、建筑能耗监测、智能交通、环境监测等方面的产业化工作取得了较好的进展，为物联网产业化应用打下了良好基础。当前，杭州市的物联网产业已具有一定基础。

杭州市计划从七个方面促进物联网发展。

一是坚持规划引导。由市高新办牵头、会同相关部门，对全市物联网发展现状进行系统性的深入调研，全面了解行业技术情况和相关企业发展水平，研究制定杭州市物联网产业发展规划，指明产业发展方向和重点。

二是加强核心技术创新。积极争取中科院来杭设立RFID研发中心。引进中国电科集团第四十九研究所来杭设立分所。以中国电科集团第五十二研究所(简称中电五十二所)、浙江大学和家和智能等单位为核心，创造条件组建物联网研究院。

三是加快物联网技术的推广应用，打造产业竞争优势。和现有产业紧密合作，建立以芯片设计、制造和封装、传感器制造、读写机具、软件/中间件、系统集成、网络服务、内容服务、物联网技术应用等为主要内容的物联网产业链结构。在应用领域，重点在公共安全、节能减排、交通物流、电力安全等推广应用，打造杭州物联网泛在智能城市平台。

四是构筑发展平台。在高新区依托中电五十二所建设物联网产业园和孵化器，以集聚更多相关企业加入物联网行业。

五是积极培育物联网企业。重点企业重点扶持，在申报国家创新基金、信息化专项、集成电路专项以及国家重大产业化项目、技改项目等方面给予优先支持，同时全力帮助物联网重点企业申报软件企业、技术先进型服务企业和高新技术企业，用足用好政策。加强招商，争取更多物联网项目落户杭州。工业与科技专项资金予以倾斜，并引入风险投资。适时组建产业联盟。

六是重视人才培养和引进。教育部门要增加相关专业，必要时与企业合作设立传感学院，把传感技术列入大学生实训项目，鼓励大学生和海归人才在杭

创业。

七是加强物联网产业发展的指导。各级各方面要高度重视，将物联网作为新兴产业重点培育。同时要加强宣传，提高全社会对物联网的认识。

（3）上海市：上海是国内物联网技术和应用的主要发源地之一，在技术研发和产业化应用方面具有一定基础。在技术研发方面，从“十五”起，市政府在物联网相关技术（主要是 RFID 技术）研发方面已累计投入 6000 多万元；“十一五”期间，上海有关单位承担了 10 余项与物联网相关的国家科技重大专项（主要是短距离无线通信技术），总经费超过 1 亿元；部分研究机构建立研究团队，在无线传感网工程化、实用化关键技术方面获得了重大突破。在标准推进方面，上海正牵头推进我国无线传感网标准化工作并代表我国参加国际传感网标准工作组，此外，上海还制定了国内首个城市轨道交通反恐技防地方标准。在产业化方面，上海是国内信息产品制造业的重要基地，已经形成了以集成电路、计算机、通信设备、信息家电等为主的信息产品制造产业群。上海企业在物联网领域积极布局，开展相应的设备开发；在无线传感网与移动通信网融合、设备与设备间通信（M2M 通信）等方面取得一定的技术成果；开始构建提供公共服务的物联网网络体系，并推进各类行业应用。

在推广应用方面，防入侵传感网防护系统已在上海机场成功应用；基于双向时分双工-正交频分复用技术（TDD-OFDM）的多用户高速移动中程多媒体传感器网络在上海合作组织峰会、特奥会期间的交通流量监测、安防等方面发挥了重要作用；基于物联网技术的电子围栏在世博园区安装，实现了世博会期间的智能安防。

目前，上海物联网产业总体仍处于起步阶段，在核心关键技术、企业发展、行业应用等方面与世界先进水平还有一定差距。面对全球物联网发展的历史机遇和国内外激烈的竞争态势，上海必须抓住机遇，抢占制高点，突破关键技术瓶颈，推广示范应用，促进产业发展，推动上海信息产业的结构转型，进一步提升综合竞争力。

上海提出的 2012 年计划中提到在世博园区率先进行物联网应用示范；在嘉定、浦东等地区建设物联网产业基地，形成若干个物联网应用示范区和产业集聚区，展示物联网应用技术和示范工程，集聚本市物联网优势企业，发挥产业集群优势，形成技术创新、应用方案创新和商业模式创新的合力；设立“上海物联网中心”，形成高端产品研发和产业化能力。

3. 西南地区

（1）重庆市：重庆作为国内领先的信息敏感材料及器件研发基地、最大的自动化与仪器仪表生产基地和 IT 制造业高地，为把物联网培育成战略性新兴产业奠定了良好的基础。为此，重庆市提出了“技术为支撑、应用为牵引、政府

为引导、示范为带动”的物联网战略性新兴产业发展思路。

近年来，重庆市在无锡物联网产业研究院——重庆邮电大学物联网联合研发中心、中国移动 M2M 中心、重庆邮电大学-思科公司绿色科技联合研发中心、国家仪表功能材料工程技术研究中心、重庆邮电大学物联网研究院、重庆电力公司智能电网研究中心等专业研发机构和重庆大学、重庆邮电大学、西南大学等著名高校的支撑下，承担或参与了 20 余项“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项项目。目前，重庆在物联网相关标准制定方面与国际同步、物联网相关技术研究方面处于国际前沿。

比如，重庆邮电大学参与了 ISO/IEC JTC1 系列传感器网络国际标准的制定，并作为合作编辑（co-editor）负责 6N13661 提案的编审工作；提交的多个提案被 IEEE 802.15.4c/e/g 系列标准采纳，部分关键技术申请了国际专利；参与制定的工业无线标准“WIA-PA”正式发布为 IEC/PAS 62601 标准文档，成为工业无线领域三大主流国际标准之一，申请了 10 项发明专利，并开发了具有自主知识产权的 WIA-PA 协议栈软件；作为 Voting Member 参加 ISA 100 标准制定，开发了 ISA 100.11a 协议栈软件和开发测试平台，核心技术正在形成专利保护群；参与制定的 TD-SCDMA 移动通信标准是中国自主提出并被国际电联采纳的第三代移动通信标准之一；制定的“EPA（Ethernet for Plant Automation）”标准是我国工业自动化领域第一个拥有自主知识产权的现场总线国际标准。

再如，设在重庆的中国移动 M2M 中心定位为中国移动通信集团面向全国的全网运营支撑中心，承担全国 M2M 产品研发、业务演示和终端测试三大职能。并与中国移动研究院共同制定了中国移动所有的 M2M 规范、标准、业务管理办法。

重庆是国内领先的信息敏感材料及器件研发基地和最大的自动化与仪器仪表生产基地。近十年来，重庆的信息行业得到了飞速发展。特别是随着惠普、思科、富士康、英业达、广达等著名 IT 企业大规模落户重庆，使得重庆站在了世界 IT 产业的前沿。从而为把重庆打造成我国物联网技术与产业高地奠定了极好的基础。

（2）成都市：成都是国家电子元器件制造和信息产品生产基地，也是国家集成电路设计产业化、信息安全成果产业化和软件及服务外包产业基地。2009 年，全市电子信息产业实现增加值 550 亿元，占地区生产总值 12.21%。其中，软件与信息服务业主营业务收入占全市电子信息产业的 53%，在嵌入式软件、中间件软件、集成电路设计和系统集成等领域处于西部领先地位；RFID（射频识别）产业已具备芯片设计与封装、读写器产品制造和应用系统集成等研发生产能力，2009 年产品销售收入占全国市场 10%；电子科大红外成像传感系统、川大智胜视频处理和模式识别系统、国腾集团 MEMS（微电子机械系统）惯性

器件和卫星导航定位终端、和芯微电子数模混合 IP 核（知识产权核心）和编解码器芯片等在国内视频识别与定位跟踪行业领域处于领先水平。此外，千嘉科技在光电直读式远程数据系统方面、安可信电子在智能型气体检测设备制造等方面处于行业领先水平。

成都是国家电子信息高技术产业基地，拥有物联网前沿研究和技术创新的科技优势。四川大学、电子科技大学、西南交通大学、中科院光电所等在光纤传感技术、MEMS 传感技术、自组网技术、高分辨率对地观测技术、传感器核心芯片与 RFID 芯片设计、天线设计、应用软件、中间件等领域具有较强实力；中电科技三十所在物联网信息安全方面处于国内领先水平；中电科技十所、二十九所、总参五十七所、九洲电子等在物联网技术军转民应用方面具有较强优势和较大发展潜力。

近年来，成都按照建设“国际先进、国内一流”通信枢纽要求，开展了骨干传输网、3G 网络、无线城市、互联网网际同城直联、数据存储灾备、高性能云计算等重大基础工程建设，初步形成了满足数据可靠传输和智能处理的基础体系，为物联网产业发展提供了必要的基础和条件。

成都是国家信息化试点城市、电子政务试点城市和农村综合信息服务试点城市，较早启动并实施了一系列信息化重大应用和示范工程，信息化应用水平处于全国前列。在国内率先开展了食品安全溯源、数字城管、智能交通、现代物流等物联网试点应用并取得初步成效，为更大范围开展物联网综合应用、以市场换投资推动产业聚集发展奠定了基础。

成都的发展目标是到 2012 年，初步实现“三中心、两基地、六体系和一高地”的“3261”战略目标。即基本建成物联网应用中心、物联网研发中心和物联网信息安全中心，初步形成物联网成果孵化基地和产品制造基地，初步构建起物联网产业创新体系、应用推广体系、标准研制与验证体系、公共技术服务体系、信息安全基础体系和产业要素保障体系，打造以物联网企业为核心、产业基地为载体、产业联盟为支撑，立足西部、辐射和影响国内外市场的中国物联网产业高地。

2.5　我国物联网发展的机遇与挑战

2.5.1　我国发展物联网产业的机遇

我国发展物联网产业具有的优势分析如下。

1. 政策驱动

我国政府对物联网发展的重视程度是有目共睹的。早在 1999 年，中国科学

院就开始研究传感网；2006 年，我国制定了信息化发展战略；2007 年十七大提出工业化和信息化融合发展的构想；在去年，“感知中国”的新兴命题又迅速地进入了国家政策的议事日程。可以毫不夸张地说，在短短几年之内，物联网在我国政府的大力支持下，已经由一个单纯的科学术语变成了活生生的产业现实。2009 年 9 月，我国传感网标准工作组建立。随后，又在上海的浦东国际机场和世博园区建造了目前世界上最大的物联网技术系统。此外，江苏无锡和浙江杭州在当地政府的支持下，有一大批科学家和专业人士在从事我国物联网的研究和开发。可以说，国家宏观政策的支持与引导是我国物联网发展不可或缺的政策优势。

2. 规模优势

就物联网自身的特性而言，是必须形成规模的，否则难以形成一个智能运作系统。当前制约物联网产业上规模的一个重要因素就是成本价格，规模上不去，成本就很难降下来；成本降不下来，规模也很难能扩大，规模成本优势将能突破制约物联网发展的价格瓶颈。

我国的无线通信网络已经覆盖了整个广袤的国土，到处都可感知到无线信号讯息，而这一完整的无线通信网络正是未来物联网在中国拓展的物质基础，是“感知中国”计划在我国全面推进的重要保障。未来物联网是比过去的互联网更具深远影响力的一次科技革命，这次科技革命不仅将扩大传统的物品流通途径和服务范围，而且将给使用者带来更高效、更有品质的生活质量，最重要的是将催生一大批从事这一领域开发和服务的朝阳产业。而也唯有中国才具备物联网形成规模经济，进行大面积推广和产业化的人口优势、物质基础和市场规模。可以这么说，由于中国市场优势的存在，在未来的全球物联网产业当中，中国必将占据一席之地。

3. 技术研发

由于物联网这个行业在我国起步较早，而且有着国家和政府在政策上的大力扶持，所以我国物联网的技术研发水平始终处于国际领先水平，与技术先进的发达国家如美国、日本、德国、英国等国一道成为了制定这一行业国际专业标准的主导者之一。其影响力举足轻重，与计算机、互联网产业不同。中国在物联网行业领先优势的具体表现，不但体现在技术方面的遥遥领先，而且还体现在中国能够将物联网技术由实验室研发推进到大规模的商业性运作阶段。这在世界上拥有这一技术的国家中是不多见的。2009 年 10 月，西安成功研发出了“唐芯一号”芯片，这标志着我国物联网在核心技术领域取得了突破性的进展。此外。我国还在通信、网络以及传感器等领域申请了大量的具有自主知识产权的技术专利。这些技术方面优势的积累，为我国物联网技术在未来取得长足的发展奠定了坚实的软实力基础。

4. 产业化优势

我国很多城市都曾以高耗能高污染的粗放型发展模式来保证经济增长，但随着环境的逐渐恶化，资源的逐渐匮乏，亟需新能源产业或者新的高科技产业集群来支撑下一轮的发展，物联网产业正好提供了这个契机，使整个市场的注意力转移到虚拟网络对经济增长的拉动作用上来。对物联网投资的战略不仅能够保经济增长，而且能够在新经济增长模式上获得先机。未来物联网产业链主要包括传感器制造、芯片制造、设备制造、网络服务、网络运营、软件开发以及服务商等环节。尽管当前物联网产业的技术还不成熟，而且也很难在短期内实现大规模产业化，并将之在生产及生活中全面应用的能力，但是国内所具有的广阔的市场规模，以及所拥有的从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链，使得我国成为当今世界上少数能实现物联网完整产业链的国家，在物联网产业的发展过程中，一方面可以先选择物联网产业的产业链环节中相对成熟的技术进行转化应用，同时也可以将这些产业链中的环节嵌入到国内其他产业中进行整合应用，从而加快我国物联网产业化发展速度。

2.5.2　我国发展物联网产业的挑战

1. 高端技术缺乏

物联网技术中的关键技术有 RFID 和无线传感器（无线传感网）技术，利用这两种关键技术，无需人的干预，通过计算机互联网实现物品的自动识别和信息的互联和共享。标准、成本和技术这三方面的问题一直是业界公认的阻碍 RFID 与无线传感网发展的三大问题。

目前在国内提供 RFID 服务的大部分都是国外厂商的代理集成商，这些公司都坚持着自己的标准，各系统间不能互联互通，让 RFID 使用起来很不方便。尽管代理集成商都在极力拉拢用户，并承诺了一系列的配套服务，但由于一套 RFID 系统及售价一般都在上百万元，在标准尚未确立之前，谁也不敢大规模部署某一标准的 RFID 产品体系，一旦与标准不符，投资就打了水漂。

在物联网最核心部分——传感网芯片的研发上，国内无线传感网仍以低端为主，高端产品多为外国公司所垄断，80% 以上的高灵敏度、高可靠性传感器仍需要进口，高端技术缺乏无疑将对国际标准制定竞争产生影响，并严重削弱我国在该产业上的话语权。此外，RFID 与无线传感网仍属于新兴科技的一种，在一些行业应用新技术时，除了考虑实用性、稳定性及安全性外，也会特别重视同业经验，在没有其他成功经验可作参考的情况下，对引入 RFID 和无线传感网的态度也就趋于保守。目前这些问题让大部分用户感到无所适从。

2. 缺乏统一的标准与协调机制

由于物联网产业刚刚起步，各企业盈利状况并不见佳，各地政府虽有支持的

声音，但没有实质的资金支持，让风险投资资金的进入也心存顾虑，这也影响到推进物联网产业发展的速度。迫切需要政府以高瞻远瞩的战略眼光出台相应产业发展的速度。

统一的技术标准和一体化的协调机制是导致现在互联网能遍布全球的重要原因。但是，从目前我国物联网行业的发展情况来看，实际情况却令人担忧。由于没有一个统一的技术标准和协作平台，导致进入这行业的大大小小的企业各自为政。开发出大量不能相互适配和联通的开发技术。如果这一问题解决不好，势必成为制约我国物联网长期发展的瓶颈。

3. 安全问题

物联网的兴起既给人们生活带来了诸多便利。但也使得人们对它的依赖性越来越大。如果物联网被恶意地入侵和破坏，那么个人隐私和信息就会被窃取，更不必说国家的军事和财产安全。这一点，从互联网时代的黑客行为就可想象它的巨大危害性。

RFID 是物联网中很重要的关键技术，由此可能将引发一些信息安全方面的问题：第一，RFID 标签的基本功能要保证任意一个标签的标识（ID）或识别码都能在远程被任意地扫描，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，从而获得相关的信息。可一旦别有用心的人中途截获这些个人信息，就难保隐私不被泄露，以及利用这些信息非法牟利。第二，物联网通过实时的数据交换提高办事效率和透明度，但同时也将个人偏好数据，更甚者是反映内心深处需要的数据暴露无遗。但对个体而言，不知道掌握这些数据的人会拿这些数据做什么，根本无法确保这些数据不被泄露，也无法确保这些数据不被用于对自己不利的地方，从此将难逃来自制造商、零售商、营销者等的强制监视之下。当然，政府和执法部门也能将该技术用于监视公民行动。第三，在物联网时代，基本的日常管理都将由人工智能处理，为了牟取利益而从事物联网病毒的人将会更甚于互联网，一旦受到病毒的侵扰，就将可能导致工厂停产，社会秩序混乱，甚至于直接威胁人类的生命安全。

虽然物联网所带来的威胁还没有成为现实，但不无道理。如果这些问题得不到真正有效的解决，物联网就只能是一个概念，无论它的市场价值有多高，那也是可望而不可及的海市蜃楼。因此，未雨绸缪对物联网产业的未来发展还是非常必要的，在还未大规模推广使用之前，就从技术、制度以及法律等方面进一步加以完善，并加强对物联网使用的监管。

4. 污染及能耗影响严重

目前在互联网世界中，大量无谓的信息处理，正在消耗看似取之不尽的计算能力，消耗大量的电能，排放大量的二氧化碳。美国咨询研究机构 Forrester 预

测，到 2020 年，全球物物互联的业务与现有的人人互联业务之比将达到 30∶1。物联网被看做是下一个万亿级的通信业务。根据预测，到 2035 年前后，中国的传感网终端将达到数千亿个；到 2050 年，传感器将在生活中无处不在。一旦当物体能够“说话”，尽管在应用领域研究方面，中国与欧美等发达国家处于同一起跑线上，但真正要迎接物联网时代，前进的道路还是曲折的，还有许多难题需要克服。

2.5.3　我国物联网的发展前景

尽管现在还存在着上述的一些问题，物联网的发展是伴随着技术的成熟而逐渐应用到各个方面的，并不是在等待技术完全成熟以后才会开始。例如，目前关于耗能和成本高昂的问题，在某些特别的领域，例如物流的应用、电网的应用等，物联网所带来的方便将远远多于它的问题，因此在某些领域，物联网将率先展开应用，同时，伴随着技术的进步，会逐渐拓展开来，拓展到生活的方方面面。拿 RFID 标签的成本来说，不同环境下的使用成本是不一样的，有特殊要求的，比如在高温、金属、液体等环境下应用，或是要求大容量等价格就会高一些。标准、技术和应用是相互影响、相互制约，又相互促进的。有了自己的技术，才需要制定标准，有了标准才能推广应用，其中哪一项没有发展起来，另外两项都会受到影响。目前在应用的同时，技术在发展，标准也在同步跟进。条码的普及花了 30 年时间，RFID 要完全达到条码的应用程度，至少也需要 30 年(目前已经过去了 10 年，即还需要 20 年左右)。在物联网的发展过程中，一开始会是条码、RFID 的高频和超高频技术的混用，然后再逐步普遍采用。在开始阶段，没有技术能力和资金实力的中、小企业，在尚未明确看到实施效果的情况下，没必要一次性做过多投入。因此，今后可能会出现提供 RFID 设备租赁和服务托管，以及系统集成等新的服务模式。一个解读器成本大约为 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，因此公司将需要购买许多解读器以覆盖它们运营的各个领域。因此，目前来看 RFID 的信息系统与阅读器等硬件设施也是一项庞大的投资，再加上计算机、局域网、应用软件、系统集成等费用，让众多企业望而却步。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。

第 3 章　物联网产业链分析

3.1　物联网产业链结构

物联网是涉及多种技术、多个行业、多个环节的复杂技术体系，其产业链也因此非常庞杂繁复，如图 3-1 和图 3-2 所示。

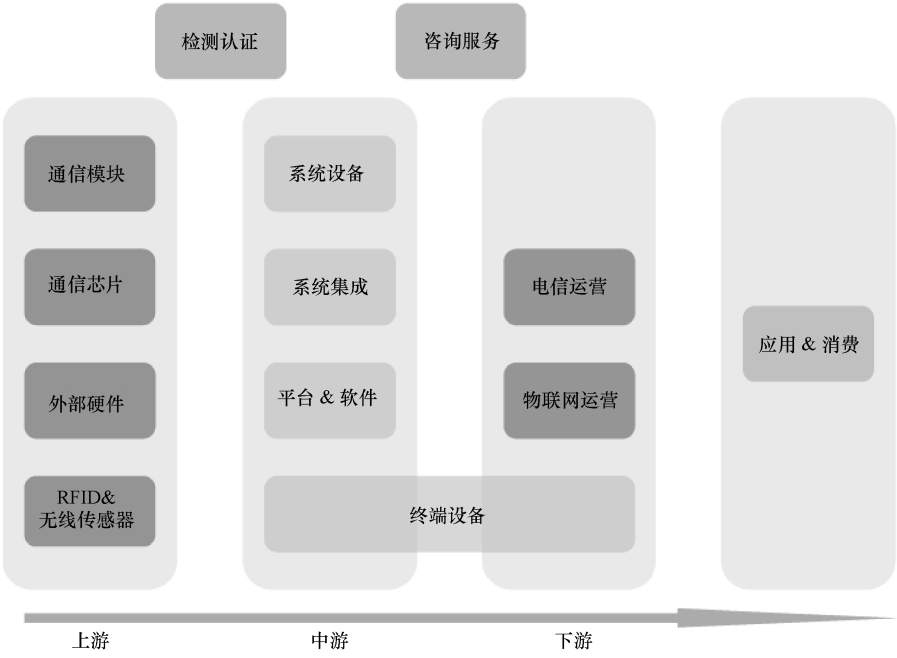


图 3-1　物联网产业链

从整体上来看，物联网产业链的上游由通信模块供应商、通信芯片供应商、外部硬件供应商、RFID 和传感器供应商等组成，其中 RFID 和传感器是给物品贴上身份标识和赋予智能感知力的设备。

产业链的中游部分由系统设备商、系统集成商、平台和软件集成商组成，主要是各类设备开发以及集成企业。

产业链下游由电信运营商和物联网运营商组成，物联网运营商是海量数据处理和信息管理服务提供商，最终面向应用和消费市场。

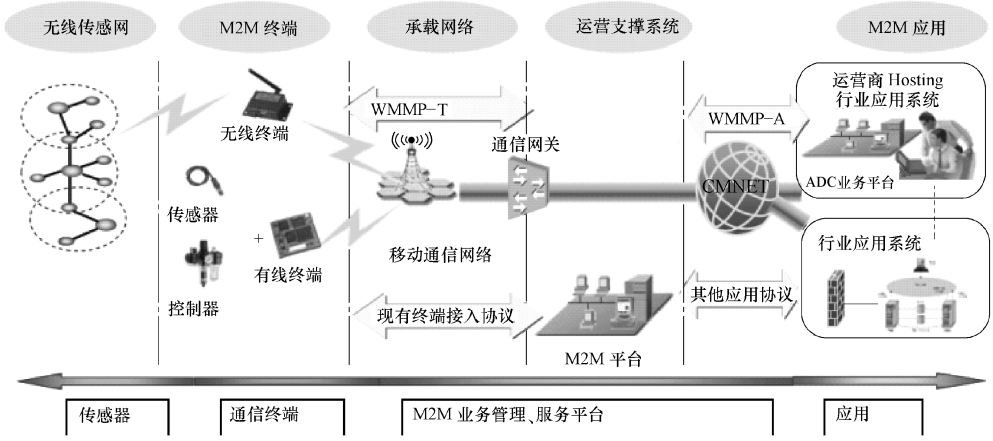


图 3-2　物联网产业链结构

当前物联网行业的应用需求和领域非常广泛，潜在市场规模巨大。物联网产业在发展的同时还将带动传感器、微电子、射频识别系统一系列产业的同步发展，带来巨大的产业集群生产效益。

3.1.1　欧美物联网产业链的发展

欧美物联网产业生态环境相对成熟，主要以政府推动为核心，美国的“智慧的地球”、电子商务等；欧盟的“e-Call”、“物联网行动计划”等都体现了政府和行业监管成为物联网产业发展的主导因素。

欧美物联网产业环境优势：

（1）研发能力强。产业内聚集了全球 100 强企业，技术标准相对完善，生产制造水平在全球处于领先地位。

（2）市场认知度高。客户认知度和接受度较高，目前在工业上的应用相对领先，在客观条件方面上，基础设施完备，网络带宽高，资费低等，都在一定程度上促进着物联网市场的认知。

（3）产业链发展较快。产业链发展的的规模已经初步形成，并通过内部合并购合作整合能力推进发展。

欧美物联网产业链的结构如图 3-3 所示。

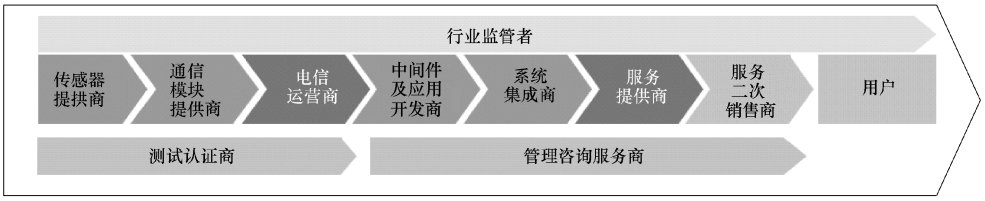


图 3-3　欧美物联网产业链的结构

3.1.2 日韩物联网产业链的发展

日韩物联网产业的发展也离不开政府的大力支持，比如日本的“e-Japan”、“i-Japan”，韩国推出“u-Korea”等计划，都大力推动了物联网产业的发展。

日韩物联网在产业环境方面的优势：

（1）研发能力强：日韩的物联网研发能力强，拥有世界领先的技术，紧跟欧美推行自主研发标准体系。

（2）市场认知度高：客户认知度较高，尤其是个人用户，个人用户在物联网的应用市场中，占了较高的比重。另外，带宽基础好，与欧美相似，带宽高，资费低。

（3）产业链发展，产业链各环节清晰，但是尚未见到产业链内部的整合。

日韩物联网产业链的结构如图 3-4 所示。

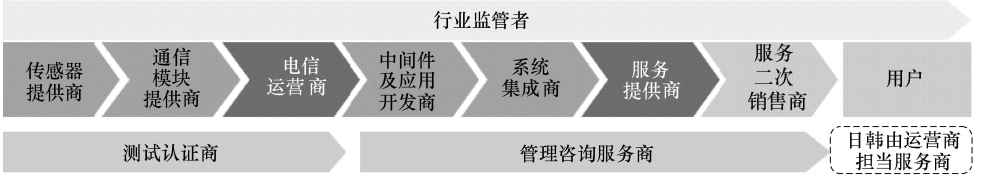


图 3-4 日韩物联网产业链结构

3.2 产业链各环节分析

3.2.1 物联网产业链各环节

物联网产业链可以细分为标识、感知、处理和信息传送四个环节，每个环节的关键技术分别为 RFID、传感器、智能芯片和运营商的无线传输网络。

EPOSS 在《Internet of Things in 2020》报告中分析预测，物联网的发展将经历四个阶段，2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域，2010～2015 年物体互联，2015～2020 年物体进入半智能化，2020 年之后物体进入全智能化。

就目前来看，RFID 的广泛应用已经初步达到，在我国已经有典型的应用案例，如铁路车号的自动识别系统是我国最早应用 RFID 的系统，也是应用 RFID 范围最广的系统，该系统可实现实时、准确无误地采集机车、车辆的运行状态的数据，例如机车车次、车号、位置、去向和到发时间等信息，实时追踪车辆状态。目前该系统已经遍及全国 18 个铁路局、7 万多千米铁路线。

作为物联网发展的排头兵，RFID 成为了市场最为关注的技术。数据显示，

2008 年全球 RFID 市场规模已从 2007 年的 49.3 亿美元上升到 52.9 亿美元，这个数字覆盖了 RFID 市场的方方面面，包括标签、阅读器、其他基础设施、软件和服务等。RFID 卡和卡相关基础设施将占市场的 57.3%，达 30.3 亿美元。来自金融、安防行业的应用将推动 RFID 卡类市场的增长。

M2M 的产业，一是与感知物理设备相关的芯片、终端、软件开发、系统集成制造等相关产业；二是新的智能服务产业，包括商务、政务、公务和个人服务等。

物联网的信息传感设备包括射频识别装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等装置。与互联网相结合，可以实现所有物品的远程感知和控制，由此生成一个更加智慧的生产生活体系，广泛用于智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、智能家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。

3.2.2　产业链环节间的竞合

物联网产业链各环节间的竞争与合作关系，应从多维度进行分析。

从时间维度看，首先受益的是 RFID 和传感器厂商，由于物联网最先用到 RFID 和无线传感器进行物品的标识和信息的传递，接着是系统集成商，最后是物联网运营商。

从空间维度看，增长最大的是物联网运营商，其次是系统集成商，最小的是 RFID 和传感器供应商。

短期看，二维码、RFID 厂商和 SIM 卡企业业绩前景更突出，特别是关注从设备商逐渐向系统集成商扩展的企业。目前，尤其是 RFID 技术的应用，已经非常广泛，最为典型与普及的就是我国第二代身份证所运用到的标识技术。

中期看，系统集成企业业绩会激增。在物联网导入期，应用多处于垂直行业应用阶段，对系统集成的要求并不特别高，RFID 厂商可以兼顾。在物联网成长期，由于涉及技术的界面开始增多，专业的系统集成企业需求会激增，但此过程需要 2 ~ 3 年。

长期看，物联网运营企业最有潜力。物联网运营商将有一个从无到有的过程，在导入期和成长期的前期，由于下游需求应用较为分散，物联网运营企业的竞争力也难以辨别，投资风险较大，而在 5 年左右的时间后，子行业里具有较强竞争力的企业即可凸显其实力，投资风险也将逐渐降低，竞争力逐渐显现。

第 4 章　物联网应用分析

4.1　物联网应用的重要意义

4.1.1　物联网应用对企业发展的重要意义

物联网技术的应用可以为企业带来诸多方面的创新，从而提升企业的科技水平和运营管理水平。

一是技术上的创新。物联网的核心技术无线传感网、RFID 技术等可广泛应用于企业生产及运营等方面，物联网的应用为企业生产运营及管理提供了新的智能化手段，从而优化企业内部结构，促进企业发展。技术上的创新，也实现了中国制造迈向中国创造，其亦有助于中国企业走向产业链更高的高端，获取更大的发展空间和利润。

二是商务模式上的创新。物联网的应用，在不同行业之间架构起了互通的桥梁，将不同行业之间的合作变为可能，这也就产生了一些新的商务模式。通过导入新的商务模式，可整合供应链提升其灵活性，进而提高企业竞争力。

另外，企业集团的运营需要全面的信息化，需从战略决策到管控平台，到运营流程的全面信息化。目前，随着国资企业在不断的重组和升级产业结构，信息化管理工作需要统一规划，进行集成的运用，支撑企业集团全面信息化，支撑企业运营，同时支撑产业链的扩大和管理的复制。而物联网是企业信息化的重要手段和必经之路之一。

基于以上几个方面因素，即可打造企业的核心竞争力，迎来企业内部的全方位升级。不难看出，企业想发展得更强大的两个重要因素即为管理控制和信息化。通过合理的高效的管理控制手段，实时地收集信息，迅速反馈，即时改进和调整。要实现这个目标首先要设计合理的生产流程，配合以物联网技术，就可以较好地实现目标。实现集团的一体化管理，达到预期的运营效果。

4.1.2　物联网应用对产业发展的重要意义

物联网产业得到了我国政府的高度关注和政策支持，国务院总理温家宝在十一届全国人大三次会议上作政府工作报告时指出，要大力培育战略性新兴产业，加快物联网的研发应用。在政策的推动下，未来几年将是中国物联网相关产

业以及应用迅猛发展的时期，加快物联网研发应用政策的推出，有助于促进物联网与实际产业的集合，特别是在当前调结构、促转型的宏观经济背景下，将为产业转型提供新的发展方向和增长空间。

金融危机的爆发，使国内经济在产业结构上的矛盾日益突出，未来经济发展将着重进行经济结构的调整并朝着社会消费需求的方向发展。围绕自主创新和高新技术应用的现代服务业和先进制造业存在着巨大发展空间。随着重点产业振兴规划、传统产业技术改造和新兴战略性产业发展等政策方针的进一步落实，有望为经济转型提供新增长空间，比如物联网、IT 行业，尤其是信息网络、节能类信息技术等有望呈现加快成长的趋向。

世界范围内均对物联网发展的重要性表示了一定的信心，这对相关产业的发展更是会有深远影响。据国外某研究机构预测，物联网所带来的产业价值要比互联网大 30 倍，物联网将会形成下一个万亿元级别的通信业务。工信部副部长奚国华此前也曾公开表示，发展传感网对调整经济结构、转变经济增长方式具有积极意义，因为物联网自身就能够打造一个巨大的产业链。

同时，以应用为导向发展的物联网产业具有如下优势：

第一，产业发展浪费较少，经济效益高，产业发展速度快。以应用为具体出发面的研发、生产与资源组织更具针对性，市场容易激活，回收投资的速度较快，经济效益高。

第二，底层技术门槛低，有利于本土企业竞争。应用更关注使用价值，对底层技术的要求较低。在底层技术尚未取得竞争优势的情况下，应用市场的发展可以先期灌输现金流给本土企业，帮助它们逐渐发展技术优势，取得竞争主动权。

第三，使用价值更容易为用户接受，产业衍生能力强。关注应用的产业链产生的产品更容易让用户感受到实际使用效应，更贴近他们的业务需要。应用导向的产业链外，产业创新面更多，并吸引很多增值服务商加入，产业衍生能力更强。

由此可见，在不久的将来，物联网将会将其触角延展到社会各个行业，而其也会渗透到社会生活的各个角落，受其影响行业间渗透、融合也将不断出现，而物联网也将改变产业格局和经济增长方式。

4.1.3　物联网应用对我国发展低碳经济的重要意义

低碳经济是我国社会经济重要的发展方向，而技术创新和制度创新是低碳经济发展的重要推动力。物联网是技术创新的典型代表，能够利用信息技术改造传统产业，对我国发展低碳经济、促进产业转型、提高区域竞争力具有积极意义，更是我国在新一轮技术革命中赶超先进抢占先机的重要举措。

近几年，物联网和低碳经济在信息技术和经济两个不同的领域引起了人们普

遍的关注。虽然是不同的领域，两者却有着重要的联系。物联网作为信息化的一种新的技术手段，可以通过对物质世界的感知和智能管理、发挥降低能耗、节约资源和提高效率的作用，因而其也成为发展低碳经济的重要手段。同时，低碳经济的发展具有明显的政府主导和企业参与特性，与物联网的发展机制相类似，这使两者具有良好的协同发展前景。

1. 我国低碳经济发展面临的形势

低碳是指较低的温室气体（二氧化碳为主）排放。而低碳经济是指在可持续发展理念指导下，通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段，尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗，减少温室气体排放，达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。低碳经济的实质是实现低能耗、低污染、低排放的经济发展模式，这已经成为发达国家在后工业化时代关注可持续发展的共同选择。美国、日本和欧洲等都相继通过法案，提出减排的国家目标和管理措施。联合国 2008 年“世界环境日”的主题为“转变传统观念，推行低碳经济”，并在 2008 年、2009 年连续召开世界气候大会，以谋求世界各国在发展低碳经济上的共识。

我国是发展中大国，经济发展过分依赖石油、煤炭等化石能源资源的消耗，导致碳排放总量不断增加、环境污染日益加重，这些问题已经严重影响到经济社会的可持续发展。因此，我国发展低碳经济更显得十分必要。在 2009 年 12 月 18 日，中国政府在哥本哈根会议上第一次对全世界公开承诺量化减排指标，决定到 2020 年单位国内生产总值温室气体排放比 2005 年下降 40% ~45%。要实现这一艰巨目标就必须借助于新的技术手段和管理方式。因此，通过信息技术的创新，与相关行业合作不断探索，充分发挥信息技术特别是物联网在低碳经济中的作用，对于我国发展低碳经济就显得十分重要。

2. 物联网技术在低碳经济中可发挥的作用

首先，物联网技术可实现对物质世界的信息数字化，这包括对信息和数据的采集获取，通过无线传感网、RFID 等物联网技术可以实现随时随地获取及传输信息，极大地丰富了人们观察世界的手段和方式，节省了人力和设备投入，提高效率。因此，物联网所能提供的对物质世界的信息数字化过程不仅扩展了人类对自然界的认识和管理，同时也大大降低了获取和传输信息的能耗。

其次，物联网可实现对物质世界的远程控制。以往对物体的控制大多数本地化、局域化。物联网技术借助无线传感网、互联网乃至现代通信网的泛在化实现对物体的控制可跨地域达到任何有需求的地方。这包括前端感知设备与后端控制中心的双向互动、远程通信、自动控制等技术的融合和应用。远程控制是数据采集之后的后续动作，即在被检测目标相关数据送到控制中心后，经自动或人工指令，通过远程通信的方式对终端发出指令，实现打开、关闭或自动修复等功能。

远程控制类的应用更能体现节能减排的功效，更适用于点多面广、资产分布广泛的部门，特别是对于油田、矿山、海岛、偏远地区等地广人稀地域设施的数据采集，如石油采油机、电力设施、野外移动基站、灯塔、公路设施、农业等。这类应用同样因为节省大量人员和资源投入而有效减少碳排放。

另外，物联网还可实现对物质世界的管理智能化。物联网应用的一个重要方面就是实现智能管理。从物质世界获取的数据经过分析处理后要对被控制的终端和系统进行程序化的管理。管理流程引入智能分析、专家系统、模拟仿真、智能识别等技术实现智能管理功能。管理智能化对大量庞杂的数据通过云计算或软件技术进行分析和模拟，最终得出智能化的解决方案并自动控制实施。智能管理提高了决策效率和决策的精准程度，避免大量资源的无效耗费和无用的功耗，从而达到节能减排的效果。

通过物联网在精准农业、智能交通、智能家居等多方面的应用，人类未来的生产和生活将实现更为全面及精细的智能化管理，从而推动低碳经济的发展。

4.2　物联网应用的驱动和阻碍因素

4.2.1　物联网应用的驱动因素

物联网应用正在我国及世界范围内全面展开，其发展也受到各方面因素的驱动。

目前，物联网正处于起步阶段，我国乃至世界各地纷纷出台了多项推进物联网应用的政策。在这些政策的推动下，各个行业也都在积极与物联网相结合，寻求自身物联网应用需求，以谋求新的发展机遇。

在《2010 年的政府工作报告》中，温家宝总理提出，我国要“大力培育战略性新兴产业，加快物联网的研发应用”。国家十二五规划也明确提出，要发展宽带融合安全的下一代国家基础设施，推进物联网的应用。目前国家发改委正围绕物联网的技术、标准、应用示范等内容做相关的推进工作。有此政策的保证，相信我国关于物联网的发展会更加规范、更加繁荣。受到政府导向的影响，各地也纷纷出台政策积极推动物联网的应用。

自 2009 年温家宝总理视察无锡，提出要加快建立“感知中国”中心以来，无锡的物联网产业发展迅速，据悉目前无锡物联网企业已经达到几百家，这些企业正努力共同推进具有核心竞争力的产品迅速走向市场。据统计，到 2010 年 10 月，无锡市与百姓生活息息相关的“机场安保”、“智慧水利”等 12 个应用示范项目已经完成一期工程，“感知环保”、“感知电网”、“感知交通”等 27 个民生型应用示范项目也正在抓紧建设。

成都市也在积极发展物联网的应用，成都市委、市政府提出了关于“加快新兴产业发展，培育新的经济增长点”的战略部署，并制定了到2012年初步形成物联网产业“三中心、两基地、六体系和一高地”的“3261”战略目标，意在加快培育和发展成都市物联网产业。2010年10月，成都市成功举办了2010中国（成都）国际物联网峰会，峰会主题为“物联天下，感知成都”。成都是国家信息化试点城市，较早启动并实施了一系列信息化重大应用和示范工程，信息化应用水平位于全国前列。成都市已经在国内率先开展了食品安全溯源、数字城管、智能交通、现代物流等物联网试点应用并取得初步成效，为更大范围开展物联网综合应用、以市场换投资推动产业聚集发展奠定了基础。

虽然各地的物联网应用已经在局部展开，但是值得注意的是，目前物联网的应用领域还较为局限，物联网应用仍拥有着巨大的潜力市场未被开发，而越来越多的市场需求也将在一定程度上驱动物联网应用的发展。

市场需求一方面可为物联网相关企业及行业提供商机，促进其发展，另一方面亦可促进物联网相关技术的创新，从而推动整个物联网产业的技术高度，进而夯实其技术基础，为物联网更为广阔的应用前景打下良好基础。

另一方面，受到市场需求的驱动，物联网行业在蓬勃发展的同时，竞争环境也越来越激烈。各行业及企业为了长期保持自己的优势，或借此机会在该领域抢占先机，就不得不抓住机遇。一方面物联网应用领域有着巨大的发展空间。另一方面，其他行业与物联网相关企业也正在向物联网领域进军。IT制造巨头方正、海尔集团、新大陆、神州数码等企业及各大运营商都已开始向物联网发起进攻。随着竞争环境的进一步升级，各企业在这个浪潮中如何保持优势或抢占市场先机，均是值得思考的问题。这一方面可使得行业及企业自身得到发展，另一方面也推动了物联网行业的发展。

4.2.2 物联网应用的阻碍因素

各行业及企业对物联网的应用虽受到国家政策、国家信息化建设等诸多利好因素推动，发展形势很好，但是，由于物联网本身发展和产业链的发展问题，其发展之路尚有许多需要面对的阻碍和困难，并且存在许多的问题需要克服。

1. 行业因素

（1）技术标准缺失。目前，物联网的行业技术标准还没有统一，各类业务的应用和产业规模发展也可能会因此受到较大影响。下面举例讨论M2M及RFID行业技术标准的现状。

1）M2M：M2M行业市场中，就存在企业技术标准及行业技术标准缺失的问题。产业链的各个环节对于企标及行标的重要性均有各自的立场，其中，产业链企业就有自己的看法。

某知名设备厂商人士认为，运营商企业标准如果不出台，运营商和产业链的分工合作将面临难题，所以业界应当加强以运营商为核心的物联网企业标准规范的制定。

例如，对于中国移动的 WMMP 标准，目前只有较少的主流厂商表示支持，联合开发应用该协议的 TD 物联网模组的厂商只有中兴通信、Simcom、SierraWireless 等少数参与者。一位了解 WMMP 协议的人士透露，实际上 WMMP 协议的制定从早先的 1.0 版本到现在的 3.0 版本一直有“存在意义”的争议，这使得厂商的 M2M 相关产品研发经费增加，所以 WMMP 在 M2M 产业发展中应用得还不太广。

与此同时，也有不少观点强调了行业标准的重要性。这些观点认为运营商的标准虽然可以引导、推动其自身 M2M 模块的发展，但是反过来看，中国三大运营商各自制定的企业标准，给终端、模组等厂商带来选择标准的困惑，一定程度上影响着物联网大规模推广。

2）RFID：RFID 方面，虽然我国早在 2005 年 11 月就成立了 RFID 产业联盟，同时次年又发布了《中国射频识别（RFID）技术政策白皮书》，指出应当集中开展 RFID 核心技术的研究开发，制定符合我国国情的技术标准。但是，现在我们可以看到，我国的 RFID 产业仍不够规范。技术强度固然在增强，但是技术标准却还不够落地。正如同我国的 3G 标准一样，出于各方面的利益考虑，最后我国的 3G 有了三个不同的标准。而物联网的标准最终如何制定，目前也没有明确的答案。

由以上例子可以看出，行业标准的制定对于物联网的应用是极其重要的一个步骤，而目前这些行业标准的缺失，均在一定程度上阻碍了物联网的发展。

（2）核心技术自主知识产权缺失。在物联网技术发展产品化的过程中，我国一直缺乏一些关键技术的掌握，所以产品档次上不去，价格下不来。缺乏无线传感网、RFID 等关键技术的独立自主产权这是限制我国物联网发展的关键因素之一。

（3）隐私安全问题。在物联网的应用中，各类前端感知设备被嵌入到与人类生活息息相关的物品中，因此一方面人们的各类信息即很有可能伴随着采集的信息被传至大网上，对人们工作生活中的隐私造成了一定威胁。另一方面，人们在观念上也不是很能接受自己周围的生活物品甚至包括自己时刻都处于一种被监控的状态，这也会阻碍物联网的大规模推广。因此，如何确保感知设备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。

除此之外，如果一旦政府在这方面和国外的大型企业合作，如何确保企业商业信息，国家机密等不会泄露也至关重要。

所以，在这一点上，物联网的发展不仅仅是一个技术问题，更有可能涉及政

治法律和国家安全问题。

（4）各行业间协作问题。物联网应用领域十分广泛，许多行业应用具有很大的交叉性，但这些行业分属于不同的政府职能部门，这也为物联网应用的推广造成了众多无形的障碍。要发展物联网这种以无线传感网技术为基础的信息化应用，在产业化过程中必须加强各行业主管部门的协调与互动，以开放的心态展开通力合作，打破行业、地区、部门之间的壁垒，促进资源共享，加强体制优化改革，才能有效地保障物联网产业的顺利发展。

2. 产业因素

（1）利益链不通畅。目前，物联网应用在众多领域出现了利益链不通畅的问题。在某些情况下，应用的需求方与应用对象利益上难以得到统一，从而导致应用在推进过程中受到阻碍，以致无法得到广泛推广。

例如，将物联网技术应用于小区的智能供暖的情况，小区物业为应用的需求方，通过监测住户家中的温度，可实时调节供暖强度，从而减少传统供暖方式由于供暖不科学而造成的浪费，以达到节能减排的目的。但小区住户往往不希望物业对其采取这种供暖方式，这就在一定程度上形成了一些利益上的矛盾，阻碍此方面的物联网应用。

（2）产业链各环节的不均衡发展。目前，我国物联网产业基本形成了由芯片设计制造、硬件设备制造、软件应用及开发、系统集成、网络运营等环节组成的产业链。但是在芯片设计制造、软件应用及开发等技术含量相对较高的环节相对薄弱，而且高端产品仍旧以国外产品为主导，相关技术研发水平和标准制定工作进展缓慢。在网络运营环节尚未出现成熟的商业模式，各大传统电信运营商当前也在积极探讨适合我国实际情况，并能够被各方所接受的商业模式，未来发展动向是影响我国物联网产业发展的关键所在。

（3）盈利模式经验的缺乏。物联网架构一般分为感知层、网络层、应用层三个层次，在每一个层面上，都将有多个切入点去进行市场的发掘及开拓。因此，在未来产业环境的建设过程中，商业模式变得异常关键。对于任何一次信息产业的革命来说，出现一种新型而能成熟发展的商业盈利模式是必然的结果，可是这一点至今还没有在物联网的发展中体现出来，也没有任何产业可以在这一点上统一引领物联网的发展浪潮。

（4）使用成本的壁垒。物联网应用的目的在于将物与物连接起来并能够进行更好的控制管理。这一特点决定了其发展必将会随着经济发展和社会需求而催生出更多的应用。但是，某些传感设备价格高昂，电子标签及读写设备价格也并不低，均是目前无法改变的事实，因此在物联网技术应用推广的初期，功能单一，价位高是很难避免的问题，进而很难形成大规模的应用。而由于没有大规模的应用，硬件设备的成本问题便始终难以达到人们的预期。成本高，就没有大规

模的应用，而没有大规模的应用，成本高的问题就更难以解决。如何突破初期的用户在成本方面的壁垒因此成为打开这一片市场的首要问题。所以在成本尚未降至能普及的前提下，物联网的发展将受到一定程度的限制。

（5）产业链不完整。以物流为例，无线传感网或 RFID 厂商如因不联合仓储装备商研发实际解决方案，便难以独立提供集成了无线传输模块或 RFID 设备的仓储装备，物联网应用产品的使用价值便不能得到完整体现。除此之外，物联网产品研发投入巨大，业内公司实力相对有限，需要进一步扶持与培育。

根据经验，自市场经济规律发展来看，市场认同并有应用前景的产业才能生存和壮大。物联网需要夯实产业基础，并形成完善产业链才能够大规模推广。但是，如因没有应用为先导，物联网产业将缺少动力、动机和实力去发展更具规模化应用价值的产品。

4.3　物联网应用的特点

根据物联网特有的应用场景及技术架构，其应用具有如下几个特点：

1. 实时性

物联网应用场景中其前段感知设备所获取的信息一般均为实时产生的信息，而这些信息可即时通过网络层传输至用户控制终端处，从而完成相应的实时监测及反馈控制操作。而传统 IT 应用往往是获取结果信息，只能做到事后处理，无法实施控制，改变结果。这也体现了物联网应用于需要实时监测及反馈控制的场景的明显优势。

2. 精细化

物联网应用更注重产生结果的过程信息，这些过程信息既包括了类似温度、湿度等慢变量，也包括了结构应力等可能发生突变的物理量等，因此其更可以确保信息的准确性。除此之外，这些信息也可以为进一步进行精细的数据分析处理提供良好的基础，有助于进行相应有效的改善。

3. 智能化

物联网应用往往可实现自动采集、处理信息、自动控制的功能。某些架构可通过将原有在终端中的信息处理功能的一部分移交到收集前端感知设备信息的汇聚节点中，从而分担少部分的信息处理任务，从而使整个系统可以完成更加复杂的信息处理工作。除此之外，通过对收集信息的存储及长期积累，可分析得出适应特定场景下规则的专家系统，从而可以实现信息处理规则适应业务的不断变化。

4. 多样化

一方面，物联网的应用涉及无线传感网、通信、网络等多种技术领域，因此

其可提供的相应产品及服务形态也可实现多种组合的可能。例如，物联网的应用架构中前段感知既可采用无线传感网实现，亦可通过 RFID 等多种手段实现，因此其所能够提供的前端感知的信息亦为多种多样的。这也决定了物联网可应用到的领域亦具有多样化的特点。

另一方面，物联网涉及的各个技术领域产品形态及技术手段亦多种多样，例如，通信领域即有 GPRS、3G 等多种传统或前沿的技术手段，因此其可提供的物联网应用架构亦有多种可能。随着现代通信网络的不断普及，特别是移动通信网络的普及和广域覆盖为物联网的应用提供了网络支撑基础，到了 3G 时代，多业务、大容量的移动通信网络又为物联网的业务实现基础，而作为物联网信息网络连接的载体也可以是多样的。

5. 包容性

物联网的应用有可能需要通过多个基础网络连接，这些基础有可能是有线、无线、移动或是转网，物联网的业务应用网络就是在这些网络组建成新的网络组合，多个网络、终端、传感器组成了业务应用。

最近常被提到的“三网融合”即指电信网、计算机网和有线电视网三大网络通过技术改造，能够提供包括语音、数据、图像等综合多媒体的通信业务。这既体现了物联网应用强大的包容性，但同时也是物联网技术领域遇到的一大瓶颈及亟需突破的难关。

可见，物联网可将众多行业及领域整合在一起，形成具有强大功能的技术架构。因此，物联网也为众多行业及企业提供了巨大的市场和无限的机会。

6. 创新性

物联网带给我们的是一次颠覆性、创新性的信息技术革命。它将人类数字化管理的范围从虚拟信息世界延伸至实物世界，强化了实时处理和远程控制能力，极大地扩展和丰富了现有的信息系统。

同时，物联网将原有一个个独立的实物管理自动化系统，延伸至远程控制终端，借助现有的无线传感网、互联网等众多 IT 技术，革命性地提升了自动化管理的处理性能和智能水平。

另外，各类现有技术的结合将创造出更多的物联网信息系统，也将促进更多的新技术、新产品、新应用产生，相信它也将是我国信息产业跨越式发展的历史性机遇。

物联网带给我们一种全新的思维方式，对现有社会的产品生产、设备使用、物品管理、基础设施管理、人员管理、环境管理以及工业、农业、商业的生产作业方式、产业发展思路、政府监管的模式等，都可以采用物联网理念重新做出创新性的思考。

除此之外，物联网带给我们一种全新的管理模式和发展方向。物联网核心是

精益智能管理，它能提高管理效率、降低成本浪费、提升品质，带给我们一个高效、精确运行、可持续发展的节约环保型社会。

4.4　物联网应用需求分析

物联网的应用需求可以从不同角度划分，各个角度的应用又互有渗透和交叉。

例如，从信息时间性（此时间指信息从感知终端传至中控平台后由人工采取措施之间的时间）的重要程度来划分，可分为安全类、调节控制类以及监测控制类等；从应用对象来分，物联网应用可分为环境监控、人员管理、物品管理以及作业活动管理等；从应用行业来分，物联网又可应用于农业、石油石化、物流仓储、矿山安全等方面。而应用形式中的各个种类的信息时间性又分为不同的重要程度，这即是不同维度划分的形式的渗透。

从信息时间性的重要程度的角度划分种类具体见表 4-1。

表 4-1　按信息时间性重要程度划分的物联网应用

安全类	1 级：紧急动作类	信息时间性的重要程度 ↑
调节控制类	2 级：人工调节控制类	
	3 级：自反馈调节控制类	
监测控制类	4 级：及时上载类	
	5 级：本地存储类	

如表 4-1 所示，安全类应用中物联网监测量一般为 0/1 量，例如一些安全类装置的开关量，或者一些信号灯的亮暗情况等；而调节控制类应用中，一些物理量的闭环调节控制即为自反馈调节控制类，而需人工采取措施调节的，即为人工调节控制类应用；而监测控制类应用一般实现数据采集、存储或传输的作用，例如一些环境物理量的本地存储及远程传输的情况。针对不同对象的物联网应用其信息时间性的重要程度又各有不同，对于它们之间的交叉关系可作如下分析，见表 4-2。

表 4-2　应用按信息时间性的重要程度分配的分析

信息时间性的重要程度	环境监控	人员管理	物品管理	作业活动管理
1 级	较少	较少	一部分	较多
2 级	一部分	一部分	较少	一部分
3 级	一部分	较少	较少	较少
4 级	较多	较多	较多	一部分
5 级	较多	一部分	一部分	较少

如表 4-2 所示，环境监控的应用情况中，一般对于环境物理量的实时监控较多，其物联网前端感知设备采集信息可本地存储或通过无线传感网、通信网等手段传至远端控制中心进行分析处理，这些信息一般为慢变量，其时间性相对较低；而对于人员管理的情况，物联网主要用于采集人员数目及人体体征信息等，这些信息需及时传输至管理人员处；而物品管理的情况中，物联网主要用于记载和监控物品数量及其位置信息，有些需及时上载至中控系统，而有些只需做本地记录；作业活动管理情况一般较为复杂，它综合了众多方面，如环境监控、人员管理、物品管理等，因此其采集信息的时间性分布于各个层次。

与此同时，不同的应用行业其应用对象也各不相同，表 4-3 对几个典型物联网应用行业作了简要分析。

表 4-3　典型行业的应用对象

	农业	石油石化	物流仓储	矿山安全
环境监控	√	√	√	√
人员管理		√		√
物品管理		√		√
作业活动管理		√		√

如表 4-3 所示，物联网应用于农业，主要即为采集各类作物生长环境信息，从而监控其生长环境；而石油石化行业的物联网应用领域较广，可涉及野外作业环境监控、作业人员管理、采油设备管理及作业活动管理等多方面；对于物流仓储行业应用物联网的情况中，一般采集的信息为仓储及物流环境各物理量；而涉及矿山安全的物联网应用，由于其需监控的因素较多，例如包括矿下环境信息的采集、矿工位置信息及其体征信息、作业设备管理等多方面，因此，其物联网应用对象也相对较为复杂。

以上对不同角度划分的物联网应用进行了简要分析，下面就从应用对象不同而划分的几种物联网应用进行详细讨论。

4.4.1　环境监控

大气温湿度、水质、土壤等环境信息对于农业、工业、物流仓储、楼宇建筑等领域均为具有重大影响的因素，更是环境保护行业关注的焦点。因此，物联网应用中对于这些环境信息的监控需求较为广泛。

例如，在温室大棚中安放传感节点即可实时监测其中的温湿度、光照、气体浓度等环境信息，从而将其反馈给种植人员，以便其采取相应措施使作物处于良好的生长环境中。而在冷藏车中安放传感节点，可实时监测车内温度，以确保运输物品在允许的温度范围之内，以避免货物因温度不符规定而造成损失。类似的

应用场景还有许多，由此可见环境信息的监控应用需求较为广泛且十分必要。

此应用场景中常见采集数据对象为红外，压力，温度，湿度，水位，pH 值，溶解氧、氨氮、二氧化硫、二氧化碳、重金属含量等环境现场数据。通过物联网技术的应用，可完成众多环境参数的自动监测和现场的实时控制，可帮助管理者实现对环境的精细化管理及智能化管理。

环境监控的物联网应用类别中，由于其采集信息一般慢变量居多，因此此应用场景对于信息时间性的重要性一般等级不高，其中有一些场景需对数据进行实时监控，而另外一些只需对这些数据进行存储及定时查看。例如一些作物环境的物理量的监测，即为上述提到的第四级和第五级应用，物联网系统只需对这些信息进行本地存储及及时上载，并不需要当即作出反馈控制。

对于环境监控为主的物联网应用可推广的应用点可简单规划为以下几方面：

（1）精细化种植/养殖：如温室种植温度光照调节、农田自动灌溉系统水产养殖水质控制等。

（2）环保监测：如水位防汛监测、企业排污监测、森林防火监测、水源污染监测、城市空气质量监测、电力设施结冰监测等。

（3）节能控制：如根据光线情况自动控制路灯开关、根据温度情况自动控制空调以达到节能的目的。

（4）智能化安全管理：机房环境监测控制（根据烟感、雨水、温度等自动控制和报警）、特殊物品仓储管理（如 IC 芯片存放对湿度要求高，根据湿度自动控制干燥机和报警）、智能防盗管理（根据红外触发现场装置并报警）等。

4.4.2　人员管理

人员管理是多个行业存在的普遍需求，在某些场合，对特定人员进行管理，具体来讲即对其进行身份识别、位置监控、特定位置停留时间甚至其体征信息等信息的实时监控，也是物联网的重要应用方向。

例如，对于井下作业的情况，管理者需对井下矿工的位置进行实时监控，同时，一旦发生意外，利用物联网技术对每位矿工的体征信息监测亦可为营救工作提供相当有价值的信息。另外一些情况，例如大楼安防管理人员，需对进出大楼的人员进行身份识别，从而有效保证大楼的安全性。而这些应用场景，均可由物联网的相关技术实现。

人员管理的应用场景，多为采集人员数目信息、位置信息及体征信息等方面的采集，对于某些人员巡检监督等信息的采集，只需对其到达时间进行存储，此方面需求对信息时间性要求不高，属第五级应用；而一些对于特殊人群或作业人员的位置信息及体征信息等则需实时传输至控制中心，以便相关人员保证其安全，这些应用对信息时间性要求较高，一般为第一、二级的物联网应用。

对于人员管理为主的物联网应用可推广的应用点可简单分为以下几方面：

（1）特殊人群区域管理：如对老人、看护病人、监护犯人、婴儿、学生、监督人员设定活动区域，一旦在规定时间，超出区域或消失则进行现场和后台报警，支持人员与后台、人员与人员之间的互动，如老人可通过腕带上的按钮通知护士。

（2）人员巡检监督管理：如电力巡检、森林巡检、保安巡检管理等，自动记录人员到达现场的时间，确保巡检制度执行到位。

（3）人员自助管理：如自助旅游导览、盲人导引、远程专家指导、单兵作战信息化系统等，通过传递人员所在现场及现场信息，完成与后台系统或人员之间的互动。

（4）生产安全管理：如对井下生产、对火灾现场，实现对具体井下工人、消防人员、总人数、所在位置的实时精确管理，确保对现场状况的了解，保障人员安全。

（5）人员电子门票：如智能展会系统、旅游电子门票等，可自动统计展位、景点吸引的人数、有效人群以及人员组成结构，依次进行精确改进并有效评估效果；可自动追踪特定人员关心的展位及参观轨迹等；可自动统计人流量以控制景区展会的入场人员数量；可实现门票防伪和重复使用问题等。

（6）人员签到离场管理：通过与门禁相结合，可实现重要会议过程以及上班期间人员签到离场的自动化统计管理；与入场体温即时检测相结合，可以实现发热人群自动统计报警；又如诊所需要具有行医资格的医师坐诊，但往往出现一人多挂情况，可通过人员签到管理进行有效防范和管理。

（7）VIP 人员服务：对于银行、酒店、宾馆、商家等高档服务单位，当客户进入时，服务人员可随时获得客户姓名、消费习惯、过往消费记录等，可给予客户个性化周到的服务。

此类应用采集的数据一般可包括人员身份、出现的区域、停留的时间，以及现场人员的其他相关信息如体温、脉搏、现场视频等。通过此类信息的采集，可帮助完成对人在现场活动的实时监测、控制，帮助管理者实现对大量人员的精细化、智能化、自动化管理。因此，在人员管理的场景对于物联网的应用需求也十分广泛。

4.4.3 物品管理

对于在某些行业，物品管理对物联网的应用需求十分广泛。其需求可大致分为两类：

一类是物体的追踪管理。如物流业等对物体的追踪管理方面应用物联网，可体现其多种优势。物联网的此方面的应用可以提高传统人工方式登记物品记录的

效率，提高物流通过率，将事后登记改为实时登记，提高信息的实时性，可以做到实时的管控和准确的信息查询，保证了信息与实物相符，可以解决类似账物不符和盘点困难等问题。

另一类是对物体本身的智能化控制。如通过可提高传统产品的智能性促使产品创新和产业升级，如对高档物品防伪，如自动化分拣，提高工作效率等。

对于物体的追踪管理一般对于信息的时间性要求较高，即系统需实时追踪物品的位置信息，此类应用为第二级应用；而对于其他关于物品自身智能化的应用则对信息的时间性要求不高，属第四、五级应用。对于物品管理为主的物联网应用可推广的应用点可简单分为以下几方面：

（1）资产追踪管理：如移动资产、电力资产、部队装备管理，对于频繁移动、借调等资产，通过实时记录物资进出区域时间、现场快速盘点等，解决现有资产管理中账实不符、无法快速确定所需资产所处位置等情况，还可以自动记录物资设备使用情况，实现自动保养预警、过期预警等。对于部队物资还可实现不开箱读取装备信息等功能。此外，还可进行危险品追踪管理、冷链车辆全程追踪管理、医疗垃圾追踪管理等。

（2）食品药品安全追溯：对食品、药品等在全流通过程进行监管，防止私假伪劣产品进入正常的流通渠道，以保证地区间食品安全合作（标准/标签转化）。

（3）图书档案管理：对于法院、银行、档案局、图书馆等必须保存大量原始凭证、文件等单位，随着时间的推移，图书档案的盘点变得异常复杂，寻找原始档案往往要耗费大量时间，许多档案无法及时找到或遗失，因此必须采用新的管理手段解决档案管理问题。

（4）车辆船舶管理：通过对车辆进行标识，实现车辆的快速进出识别，如 ETC 不停车收费、港口快速通关、小区车辆进出管理、政府车辆使用追踪管理等。通过对船舶进行标识，自动记录船舶进出港情况。如对高速路上的车辆进行追踪解决高速路联通收费情况，也可有效监管疲劳驾驶，并执行处罚的措施。

（5）智能化产品：对现有各类产品均可加入识别装置和控制装置，连入物联网通过自动规则控制和人机交互（包括手机），使之成为智能化产品，如可通过网络遥控的智能家电、能紧跟主人的智能钱包、能自动调整压力防止扭伤的智能鞋子、能实时监测婴儿体温并通知家长的智能内衣。

（6）防伪管理：如酒类防伪、品牌服装防窜货管理。

（7）机场行李分拣、邮包自动分拣、配送中心自动拣货、自动生产流水线。

（8）对基础设施电网、交通、水网、市政设施等公共基础设施的管理，如自动抄表系统。

此类应用采集的数据一般与人员管理应用中采集数据类似。通过此类信息的采集，可帮助完成对物品的实时监测、控制，帮助管理者实现对大量物品的精细化、智能化、自动化管理。因此，在物品管理的场景对于物联网的应用需求也十分广泛。

4.4.4 作业活动管理

作业活动包括生产制造、农业种/养殖、商业销售、仓储流通、港口机场码头作业、水电气供应、交通管理等。对于类似采油作业、制造业等生产的过程中，各环节也需要智能化的高效管理，而此处也是物联网的优势应用领域。

对作业活动的管理往往是最为复杂的物联网应用，不仅因为作业过程中会包括上述的环境人员、物体、设施等，而且由于一个大型作业活动往往涉及多方协同，其作业流程、作业规则、协同模式复杂多变，没有一个固定模式，需要根据具体作业进行分析。

以井下作业活动管理为例，首先，需要在井下作业环境中安放传感节点以对作业环境中的瓦斯浓度等参数进行实时监测，以保证矿工处于安全的作业环境之下；同时，通过矿工随身携带的传感节点，可实现对矿工的实时定位，以便在发生事故时快速定位，帮助营救工作的展开；另外，通过在作业工具上安放标签等方式，可实现对作业用工具的统一管理，以提高整体工作效率。

作业活动的管理中应用物联网技术，一般较为复杂，而其涉及的应用领域对于信息时间性的要求也各不相同。其中的环境监测、人员管理、物品管理等方面对于信息时间性的要求如上述分析。

物联网在作业活动管理方面具有众多优势，其可以推广的应用点大致分为以下几个方面：

（1）作业环境监测

对作业环境进行实时监测及记录，可保证作业安全及作业完成的质量。作业环境监测包括如井下作业瓦斯浓度监测、农业种/养殖空气温湿度、土壤墒情等监测、石油开采环境废气浓度、光照、通风等参数监测等多个方面。

（2）作业人员管理：作业人员管理包含上述人员管理中的几个方面，例如井下作业的人员出入管理、总数管理，作业事故现场的人员精确定位，以及工业生产的人员巡检监督管理等。

（3）作业工具管理：作业工具类型及管理方式依作业类型不同而变化，例如采油作业中各类钻井工具的统一存放管理，农业生产的种植及养殖用具的统一管理以及部队装备的统一追踪管理等。

（4）作业流程管理：物联网应用于作业流程管理可提高作业生产的信息化水平，从而提高生产整体效率及质量等级。具体应用如工业生产流水线生产管

理，仓储的入库、出库及库房管理等。

此类应用采集的数据分为众多方面，一般可包括生产作业环境信息、作业现场人员位置信息、作业工具位置及数目信息等。通过此类信息的采集，可帮助完成对作业现场环境的实时监测、作业人员管理、作业工具管理以及作业流程优化等，从而帮助管理者实现对作业生产的智能化、自动化、精细化管理，这对于作业生产意义重大。同时，物联网的实时性、智能化、精细化等多方面特点可发挥其优势，因此，物联网可广泛应用于作业流程管理的各个方面。

4.5　物联网应用的典型技术架构分析

物联网的架构一般分为感知层、网络层、应用层，这种架构层次具有一定的通用性，但对于不同应用场景的物联网技术架构亦具有其特殊性，因此，这里就几个典型的应用架构进行详细探讨。

4.5.1　企业管理典型架构

在企业中，基本物联网应用架构为一个信息处理的智能终端，一组交换机，实现路由作用，以及最底层的众多数据终端，包括生产设备上的传感器，或者是个人电脑、手机等可以接入局域物联网的设备。

整体的工作流程就是，最底层的设备采集信息，并自己处理一部分信息，实现简单的自我更新，然后再通过路由将信息传递到智能终端进行处理分析，并返回下一步的操作指令。

在实际的企业应用中，智能终端的数目不一定是一个，而且路由的规则可能也要更加复杂，但基本原理还是将设备群分为不同的子网，并且连接到一起。

这样由处理终端根据从采集端得到的信息，分析出此时生产线的状态或者产品的状态，并根据企业的资源配备情况和计划来实时合理地监控生产情况或者是下一步配置资源，控制操作步骤等。

在各个子网内部也能实现信息的交互，这样在整个企业内构成了如上的层次结构。其技术架构如图 4-1 所示。

4.5.2　环境监控系统典型架构

物联网应用于环境监控可分为众多方向，例如农业种植环境监控、水产养殖环境监控以及工业生产环境监控等。下面以水产养殖环境监控为例，分析其物联网架构。

网络节点布设于养殖水体中，精准地获取水体温度、水质等信息，这些信息在数据汇聚节点汇集，为精确调控提供了可靠依据。所有检测数据经过网络层最

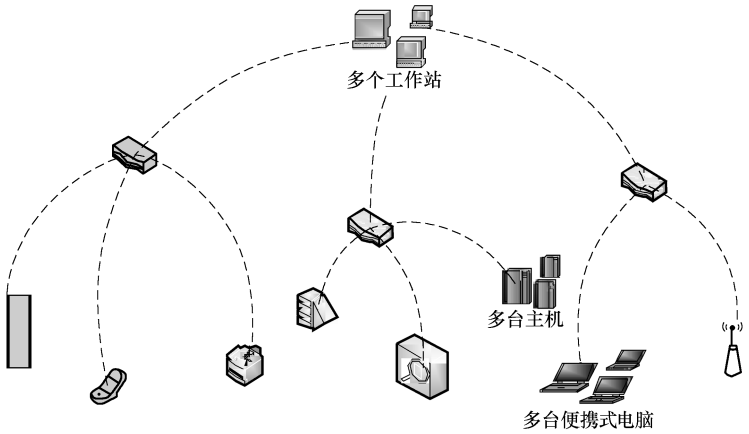


图 4-1 企业管理物联网典型应用技术架构

终到远端数据库进行汇总，所收集数据在远端分别传至专家系统进行分析和科研院所作为科研教学的资料，并最终由专家系统根据所收集数据进行反馈。通过控制系统对水温、水质等物理量进行监测，从而更好地对水体质量精确监测及控制，推进了水产养殖环境控制的高效性及精确性。

该系统可完成自动采集数据，并形成后台数据汇总显示、统计分析、报警等，如果前端配有可控装置，可根据后台设定的控制规则，自动完成相应前端控制，如启动、关闭、断电、调节现场警报等。其架构如图 4-2 所示。

4.5.3 人员管理系统典型架构

通过在人员身上安放传感器节点或 RFID 设备，可精确获取人员的实时位置信息及体征信息。同时，可通过在出入口位置安放门禁即可识别进出人员身份，以便在外来人员闯入区域时实现报警功能。同时，也可对进出口人员数目进行记录。

实时采集人员的各类信息，根据后台动态设定的管理规则，实现移动报警，根据人员配置装置的复杂性，也支持对人员装置的互动和控制。其架构如图 4-3 所示。

4.5.4 物品管理系统典型架构

通过在物品上安放传感器节点或 RFID 设备，可精确获取物品的实时位置信息。另外，通过在仓库内固定位置安放传感器节点可实时监控仓库内的温湿度、结构应力等信息。同时，可通过在出入口位置安放门禁即可对物品出入进行监控。这些信息通过网络层可传输至管理终端，以便其对于货品及仓库等进行实时

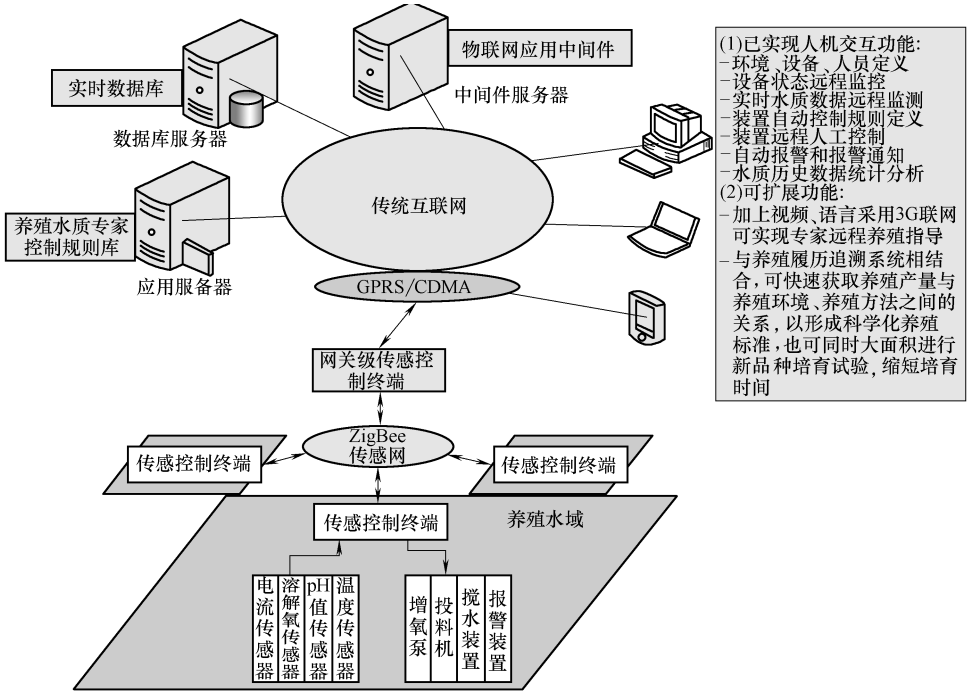


图 4-2　环境监控系统典型架构

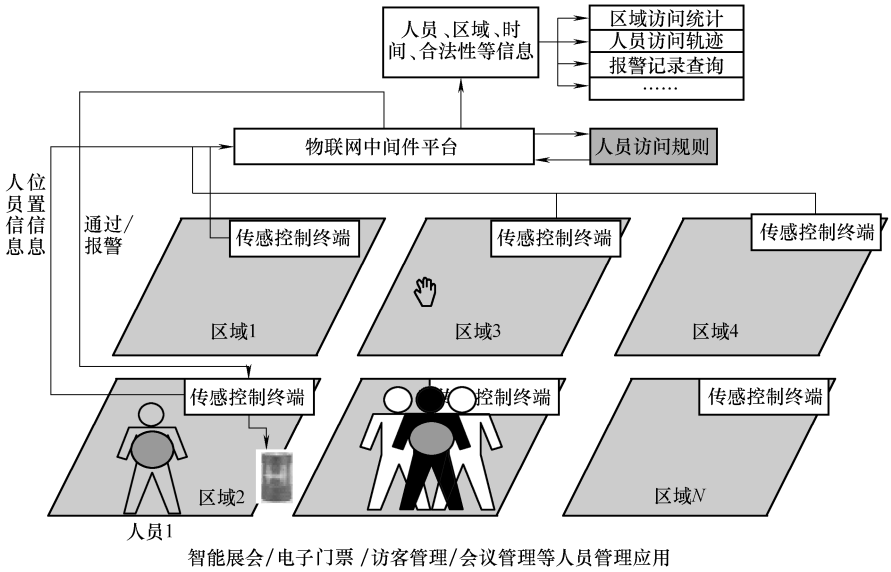


图 4-3　人员管理系统典型架构

监控。

系统可实时采集物品的各类信息，根据后台动态设定的管理规则，实现移动

报警，根据物品存储及运输配置装置的复杂性，也支持对物品存放设备及运输车相应设备的互动和控制。其架构如图 4-4 所示。

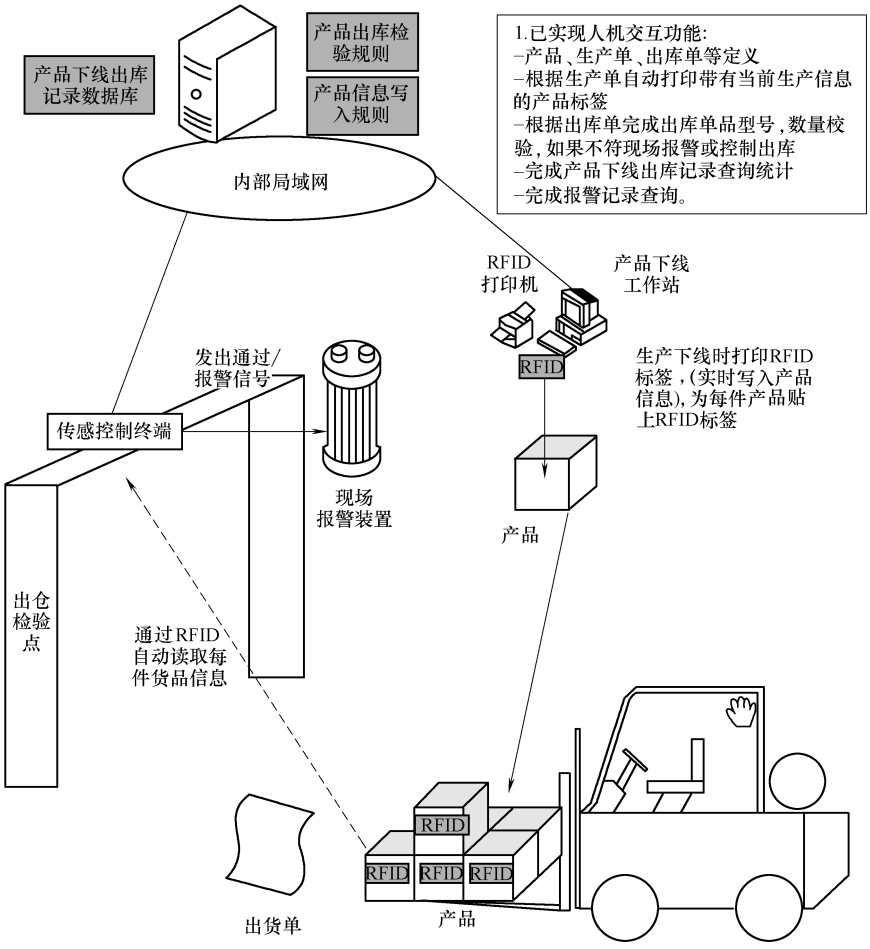


图 4-4　物品管理系统典型架构

4.5.5　作业活动管理典型架构

通过在生产设备上安放传感器节点，从而可采集生产设备的实时运行情况，另外还可以监控作业时间等其他相关信息，这些信息通过内部网络传输给监控终端，即可对生产现场的设备及人员情况进行监控。

系统可实时采集作业人员及作业设备等的各类信息，根据后台动态设定的管理规则，实现超限报警、人员定位追踪、设备管理等功能，也可支持对相应设备的互动和控制。其架构如图 4-5 所示。

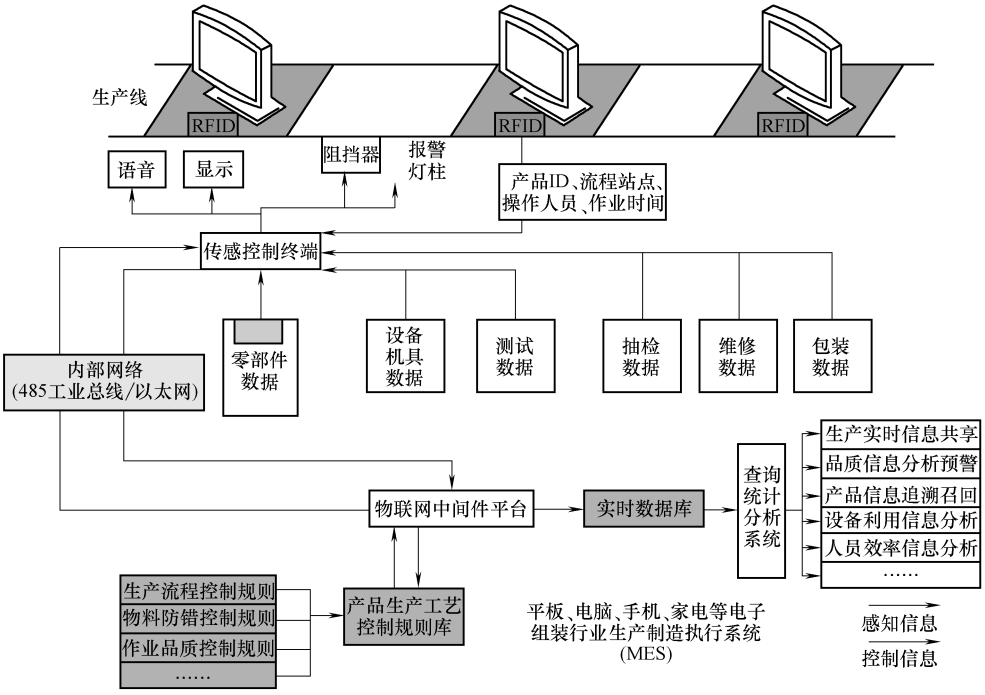


图 4-5　作业活动管理典型架构

4.6　物联网与现有资源的交互

目前物联网主要以企业主导的零散应用为主，属于一个成长期的较早阶段；随着物联网行业应用的逐步发展，它与产业链的整合将日趋深入并逐渐成熟。

物联网应用架构中既有较为新兴的技术手段，也涉及原有较为成熟的技术领域，因此，对于物联网与企业现有资源如何交互的讨论就显得尤为重要。物联网与企业现有资源的交互大致包括与其他信息网络的交互及与各类管理系统等应用的交互。下面具体讨论物联网与之交互的方式及面临的挑战。

4.6.1　物联网与其他信息网络的交互

信息网络分为众多种类，企业内部的信息网络基本上可以分为三类，分别为企业局域网，企业移动通信网络和监控网络。其中企业局域网的基础是计算机网络，指利用通信线路将分散在不同地点并具有独立功能或集成功能的多个企业计算机管理系统和计算机设备互相连接，实现信息资源共享的企业计算机系统之集

合。企业移动通信网基础是通信网，多指会话网络，有线电话或手机的内部网络，目前应用较为广泛的是 IP 电话，即从传统的给多个电话一个号码和不同的分机号到给电话分配 IP，使得远程的通信更为方便。第三类是监控网络，比如很多企业使用的视频监控网络，可以对进出企业的人及物进行监控，提高企业的安全保卫水平，而且可以通过对车间、生产线、办公区的监控，提高企业管理水平和生产效率。通过安装有效的监控系统可以提高企业的安保和生产管理水平，保证企业人、财、物的安全。

三种信息网络可与物联网形成不同程度上的交互及融合。

（1）信息网络与物联网相互独立。企业移动通信网基于通信网建立，由于其体系架构相对独立，并且所实现的目的为实现远程通信，因此其与物联网一般为相对独立的关系，分别为企业服务，实现不同的目的。

（2）信息网络作为物联网的一部分。企业局域网主要依靠互联网搭建完成，实现信息的共享，它可作为物联网网络层的一部分，为物联网提供局域范围内的信息传输，以便信息在企业内部形成对传及共享，同时也可与其他网络连接从而实现信息的远程传输，为物联网更广阔的应用打下基础。物联网的网络可以依附于企业的局域网或者通信网，尤其是与局域网几乎可以实现完全融合，将局域网内共享的信息接入到物联网内，配合物联网的智能处理可以实现更强大的功能。

（3）信息网络为物联网应用形式。企业监控网络实际上可以归为物联网应用的一种形式，其信息来源可以是摄像头，或者是例如红外设备等各类传感设备等，通过企业内部局域网可实现在企业内部的信息传输，从而为企业安防及安全生产等方面提供了稳固基础及有利保障。

总体来说，物联网的应用将使企业内部现有的各种信息网络得到很好的整合，并且通过整合可提高资源的利用率，减少资源浪费，又能使现有网络发挥出更多功能。

但与此同时，物联网在与企业现有信息网络进行交互时，也存在一些需要注意的问题及面临的挑战。某些信息网络，例如办公电话网络由于其特殊性应当单独保留；企业局域网在与大网形成对接后，如何保证企业内部信息安全也是需要解决的问题；而监控网络如何保证大量视频等对带宽要求较高的信息的及时传输，也是物联网应用于企业内部所面临的挑战。

4.6.2 物联网与各类管理系统等应用的交互

企业信息化管理系统目前较为普遍的为企业资源计划（Enterprise Resources Planning，ERP），供应链管理（Supply Chain Management，SCM）以及客户关系管理（Customer Relationship Management，CRM）三种系统。下面分别分析物联网与这三种系统的交互。

1. 物联网与 ERP 系统的交互

ERP 系统是指建立在信息技术基础上，以系统化的管理思想，为企业决策层及员工提供决策运行手段的管理平台。其主要宗旨是对企业所拥有的人、财、物、信息、时间和空间等综合资源进行综合平衡和优化管理，协调企业各管理部门，围绕市场导向开展业务活动，提高企业的核心竞争力，从而取得最好的经济效益。ERP 系统架构如图 4-6 所示。

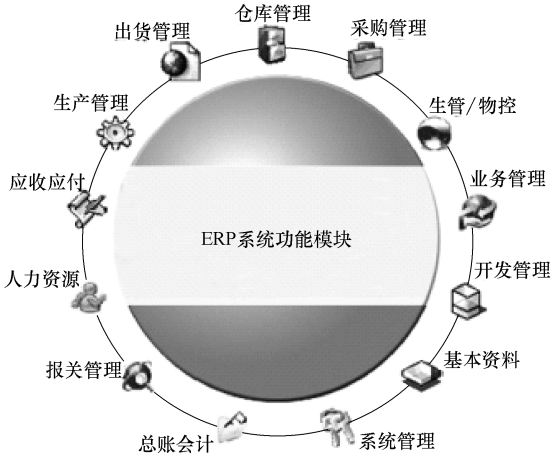


图 4-6　ERP 系统架构

实际上，ERP 系统是物联网应用的形式之一，ERP 可以在物联网底层采集和传输的信息的基础上进行管理和决策，但 EPR 系统属于物联网应用层，并只能完成处理信息的功能，因此在企业管理中应用物联网时，可以将 ERP 融合到物联网架构的最高层，结合企业策略来管理物联网的底层设备，实现生产管理的一体化智能化。

在物联网与 ERP 系统交互过程中，有以下几个方面问题值得注意：

（1）如何完成底层信息的采集传输系统与 ERP 系统的对接。采集传输系统位于物联网应用架构的底层，其采集信息需传输至 ERP 系统，从而方便管理决策人员对其进行分析处理，这些系统的对接如何进行接口统一以及合理的通信协议等均是不得不被考虑到的问题。

（2）ERP 系统对于底层采集信息的处理及决策反馈至物联网应用架构底层的手段。由于 ERP 系统最终需完成控制及决策功能，因此其信息处理及决策结果需通过物联网反馈至底层架构，而信息反馈方式是通过人工控制还是机器自反馈控制，这些需考虑到具体应用情况具体分析。

2. 物联网与 SCM 系统的交互

SCM 系统是指围绕核心企业，主要通过信息手段，对供应的各个环节中的

各种物料、资金、信息等资源进行计划、调度、调配、控制与利用，形成用户、零售商、分销商、制造商、采购供应商的全部供应过程的功能整体。SCM 系统架构如图 4-7 所示。

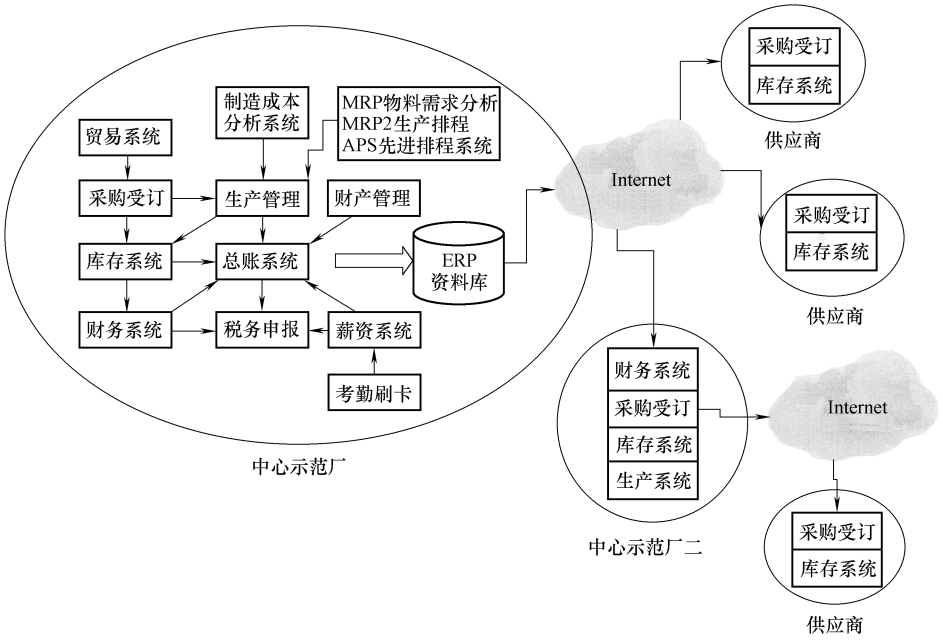


图 4-7　SCM 系统架构

在 SCM 系统中，可有多处应用到物联网相关技术。如物资的存储运输过程中，可利用 RFID 技术对其进行实时监控及追踪；而在物资的调度管理中，则可利用到物联网的应用层对信息进行分析处理及判断。

在 SCM 系统中，供应链的各个环节可以说都涉及物联网的相关应用，但是这也为其运作带来了一定难度。SCM 系统与物联网交互过程中值得注意的问题如下：

（1）如何实现各环节物联网应用系统之间的对接及信息互通。由于供应链结构复杂，而其各环节均可涉及物联网相关应用，因此这些环节的物联网应用系统的对接就成为了一个重要的步骤，如何做到数据格式统一、接口统一以及时间的协调都值得思考。

（2）如何对各环节的信息进行整合及统一处理。对于供应链中的各个环节，其物联网应用采集到的信息类别各有不同，如何对这些不同类别的数据进行统一分析处理及系统的整合，也是物联网与 SCM 系统交互过程中值得注意的问题。

3. 物联网与 CRM 系统的交互

CRM 系统是指企业利用信息技术和互联网技术实现对客户的整合营销的系统，

是以客户为核心的企业营销的技术实现和管理实现。CRM 系统架构如图 4-8 所示。

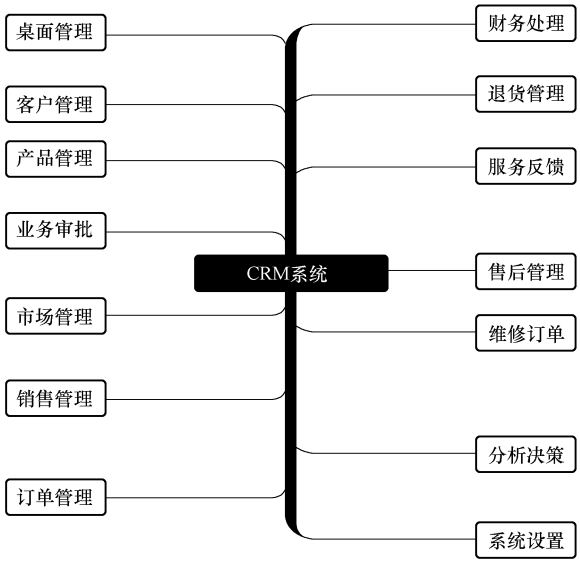


图 4-8　CRM 系统架构

CRM 系统通过对企业业务流程的重组来整合用户信息资源，以更有效的方法来管理客户关系，在企业内部实现信息和资源的共享，从而降低企业运营成本，为客户提供更经济、快捷、周到的产品和服务，保持和吸引更多的客户，以求最终达到企业利润最大化的目的。在 CRM 系统中，物联网也可以有所应用。例如，客户信息的管理即可应用到物联网技术，另外，经过长期信息及经验的积累，也可利用物联网技术构建的专家系统对客户关系进行分析及处理，从科学的角度为企业的客户关系处理提供意见支持。除此之外，在业务和服务的流程管理中，也可利用到物联网技术进行支持。

在物联网应用到 CRM 系统时，值得注意的问题主要是企业内部的共享信息以及客户信息的安全问题。

由于 CRM 系统中涉及众多企业内部信息及客户信息情况，因此在应用物联网对其进行内部共享及整合传输的同时，如何保证这些信息的安全性，即是企业需要考虑的问题。

由以上讨论可知，物联网应用于企业运营管理，可与企业现有资源进行很好的交互，但同时，交互过程中也存在着需要解决的问题及面临的挑战。因此，企业需正视这些问题，并提出解决的策略，从而使得物联网与其现有资源进行最大程度的交互，使得现有资源得到最大程度的优化，并可使物联网为企业运营管理提供最大程度的贡献。

第 5 章　典型行业物联网应用

5.1　农业

5.1.1　行业概况

农业为通过培育动植物生产食品及工业原料的产业。广义的农业包括种植业、林业、畜牧业、副业和渔业五个部分。其中，种植业是中国最重要的农业生产部门，主要粮食作物有水稻、小麦、玉米、大豆等，经济作物有棉花、花生、油菜、甘蔗和甜菜等。农业是支撑国民经济建设与发展的基础产业。

我国是一个农业人口占绝大多数的国家，农业在中国经济中的地位十分重要。我国虽然有 960 万 km^2 的陆地面积，但是耕地的面积只有 122.5 万 km^2，约占世界耕地面积的 7%，主要集中在东部季风区的平原和盆地地区。

目前，我国的粮食、棉花、油菜籽、烟叶、肉类、蛋类、水产品、蔬菜产量均居世界首位。近些年，尤其是自 2001 年中国正式加入世界贸易组织以来，为全面提高农业的国际竞争力，中国政府开始着重解决农业结构的战略性调整问题，并投入财力物力，加快农业的科技进步、科技创新和农产品的产业化经营进程。党的十六大提出，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设社会主义新农村的重大任务。“三农”问题是党和政府关心的一件大事。

因此，通过在农业生产计划规划与管理、农业生产、农产品储运、农业生态与环境保护、农业技术推广与服务的全过程中实现数字化、网络化、智能化，用信息流加速农业活动中的物流和资金流的流通，可提高农业生产的效率、发展速度和可持续发展能力，同时也使信息技术成为提升农业生产力的重要因素。

另一方面，在农业迅速发展的同时，农业和农村经济与社会的发展也带来了农业用地减少、农田水土流失、土壤生产力下降、农产品与地下水污染以及生态环境恶化等问题。生态农业、绿色农业、精准农业等先进的农业技术也就是在这样的背景下产生的。精准农业是一种由信息、遥感技术与生物技术支持的定时、定量实施耕作与管理的生产经营模式，它是现代信息技术与农业技术紧密结合的产物，是 21 世纪农业发展的重要方向。物联网技术在精准农业中的应用，既能改变粗放的农业经营管理方式，也能提高动植物疫情疫病防控能力，确保农产品

质量安全、引领现代农业发展。

5.1.2　物联网应用需求

我国将物联网作为推进产业信息化进程的重要策略，反映在实际发展中落实物联网于各个产业中的应用。农业作为关系着国计民生的基础产业，其信息化、智慧化的程度则尤为重要。通过对物联网的跟踪研究，会发现其在农业发展中将会面临的机遇众多，具体应用如下。

1. 农副食品安全

我国食品安全方面事故的发生，其中一个很重要的原因是从生产到销售缺乏监管。加大对农副产品从生产到流通整个流程的监管，可以将食品安全隐患降至最低，而物联网则可在这方面发挥重要的作用。根据对物联网应用的调查显示，国内已有多个地区把食品安全监管作为物联网产业应用的突破口。

物联网技术应用于农产品溯源中有多种途径，较为典型的为建立“养殖—屠宰—加工—交易—流通—消费”完整的产业链全程信息追踪与溯源体系，实现信息汇聚，从而构建“全网络、全过程”的食品安全协同监管，进而能够对食品安全事件进行快速、准确的溯源和快速处理。

目前，国内已出现一些“食品安全追溯系统”应用案例。以猪肉安全为例：进入农贸市场的猪肉安装上电子芯片，以跟踪猪肉产品的生产、加工、批发以及零售等各个环节。具体来说就是在农贸市场的猪肉经营店配备电子溯源秤，消费者在购买猪肉时可索取含有食品安全追溯码的收银条，凭借收银条上的追溯码查询生猪来源、屠宰场、质量检疫等多方面信息。这种做法目前在成都、青岛等城市已经展开。

2. 农业信息推送

一般意义上的农业信息主要是指农产品供求信息、农产品价格信息、市场分析信息、农业财经信息、农业政策信息、农业要闻、农业实用技术信息等。很显然，农业信息特别是农产品供求信息、农产品价格信息、市场分析信息具有很强的时效性，这就要求人们能时刻跟踪最新信息、获取最新信息，否则就会导致信息过时、信息不对称。农业信息推送服务的目标就是努力消除信息过时、信息不对称，使人们及时得到有用的信息，得到丰富的信息。推送技术是一种主动、及时的信息服务手段，可以满足农业信息服务的目标。

物联网可发挥其快速广泛的优势应用于农业信息推送服务。如农业信息中较为重要的天气预报信息，相关部门可通过前端感知设备采集天气信息，并通过网络传输给农民，使之实时掌握天气信息，从而采取相应措施应对不同天气变化，使得作物更加健康地生长。

目前的农业信息推送服务中，天气预报是较为常见的信息内容，但现代农业

的发展需要更多支持因素。除了天气预报，还应该为农民打造更宽广的农业信息渠道，所包含的信息内容也应从天气预报到施肥建议，从播种指导到病虫害防治，从幼苗培育到收割入库等众多方面。而其所包含信息范围也应涵盖广义农业的各个方面，包括畜牧业、农副产品加工业以及渔业。目前，在黑龙江省的部分地区已实现把测土配方施肥数据传输到农户手机上的业务功能，在山东日照部分地区启用了“真伪兽药短信查询举报系统”，让养殖户和兽药经营户参与兽药监督。这种农业信息推送不仅仅可以提高农业生产效率，而且可为更多物联网相关企业提供更多拓宽业务的选择。

3. 智能化种植培育

世界各国都在研究物联网技术在现代农业领域中应用的问题，其中部分研究课题针对植物生态信息的监测，包括空气温湿度、土壤温度、叶片温度、茎流速率、茎粗微变化、果实生长等方面。我国科学家也已经展开了在线叶温传感器、植物茎干传感器、植物微量生长传感器等专用传感器以及在线植物生理生态系统项目的研究。

以上研究的意义在于为发展智慧化农业打下良好基础，而智慧化农业的一个突出表现是智能化培育控制。通过在农业大田里或温室大棚中安装生态信息无线传感器和其他智能控制系统，可对整个作物生长环境的生态信息进行检测，从而及时掌握影响环境的一些参数，并根据参数变化适时调控诸如灌溉系统、保温系统等基础设施，确保农作物有最好的生长环境，以提高产量保证质量。

作为农民快速致富的重要手段，温室大棚种植正以较快的速度在全国蓬勃发展。将物联网技术应用于温室大棚种植、管理过程，农民可以实时了解农产品的生长状态，创造和季节无关的农作物生长适宜环境，从而实现农作物高效、优质、低耗的工业化生产方式。同时，随着中央将规模农业和设施农业列入重点扶持对象，温室种植大棚也将为人们的生活带来极大的便利，这也在另一方面促进了大棚种植的发展。

种植环境中的温度、湿度、光照度、气体浓度等环境因素对作物的生长有很大影响。传统的人工控制方式难以达到科学合理种植的要求，因此，发展物联网针对温室大棚种植的应用意义十分重大，并且已经迫在眉睫。

目前，物联网的核心技术无线传感网在大规模温室等农业设施中的应用已经取得了很好的进展。以荷兰为代表的欧美国家的农业设施规模大、自动化程度高，主要用于在花卉与蔬菜温室的温度、光照、灌溉、空气、施肥的监控中，形成了从种子选择、育种控制、栽培管理到采取包装的全过程自动化。以西红柿、黄瓜种植为例，无土、长季节栽培的西红柿、黄瓜采收期可以达到 9 ~ 10 个月，黄瓜平均每一株采收 80 条，西红柿平均每一株采收 35 穗果，平均产量为 60 kg/m^2，创造了当今世界最高产量与效益，而我国一般产量为 6 ~ 10kg/m^2。

4. 水产养殖环境监测

在现代化水产养殖场中，池塘的环境条件不仅极大地影响水产生长的安全，而且直接影响水产的产量。尤其是对于某些对于水质或水温要求较高的水产，监控其养殖环境的水温、水质等就更为必要。

所以，为了加快水产生长速度，提高饲料的利用率，保证水产养殖的安全，需要随时对水中的溶氧量、水温、水的 pH 值等参数进行自动监测和控制，提高水产养殖的自动化和智能化程度。

虽然随着我国水产养殖业的迅猛发展，水产养殖的自动化和智能化程度正在逐渐提高，并逐步从池塘养殖走向工厂化养殖，从现场单一监控走向远程分布式监控。但是，以往的水产养殖监控网络通常采用传统的数据通信网络系统，不具备开放性、互联性，通信距离受限，而物联网技术的应用可很好地解决以上问题。因此，水产养殖领域亦是物联网应用的一个重要市场。

5. 节水灌溉

水是农业的命脉，也是影响国民经济发展的重要因素。农业是我国用水大户，据调查，农业用水量约占全国用水量的 73%，但是水利用效率低，水资源浪费严重。渠灌区水利用率只有 40%，井灌区水利用率也只有 60%。一些发达国家水利用率可以达到 80%，每一立方米水生产粮食大体上可以达到 2kg 以上，而以色列已经达到 2.32kg。由此可以说明，我国农业节水问题是农业现代化需要解决的一个重大任务。

因此，农业节水灌溉的研究具有重大意义，而物联网核心技术无线传感网具有实时性及灵活布设等特点，它可被应用于各灌溉区域实时监控浇灌区域的土壤墒情指数等，从而最大效率地利用水量。由此可见，物联网的相关技术应用可以在农业节水灌溉中发挥很大的作用。

5.1.3　物联网技术应用架构

1. 农田及温室大棚监控系统

农田及温室大棚监控系统分为三个层次的架构。前端感知层通过各类感知触角（一般为各类传感器）实时采集温室内温度、湿度、光照、土壤含水量等环境参数，实现对农业综合生态信息的自动感知。在采集数据的同时，通过部署无线网络传输模块，对数据进行汇聚及远程传输，从而实现远程控制功能，包括控制风机、天窗、遮阳布、水帘、灌溉设施等。

被采集数据通过无线传感网或通信网，进行局域及广域的网络传输，将数据快速返回给控制中心或各类接收终端（如 PDA、iPad 等），用户可通过反馈回的数据对温室或大田中环境进行分析及控制，并根据需要进行调整，实现对作物生长环境的实时控制。

通过节点收集的各类信息最终汇总到中央控制系统，对大棚内或农田中作物生长环境实时监控，进行数据分析处理，并可传输至科研机构或专家系统，为科学研究提供可靠依据。

其物联网应用典型架构如图 5-1 所示。

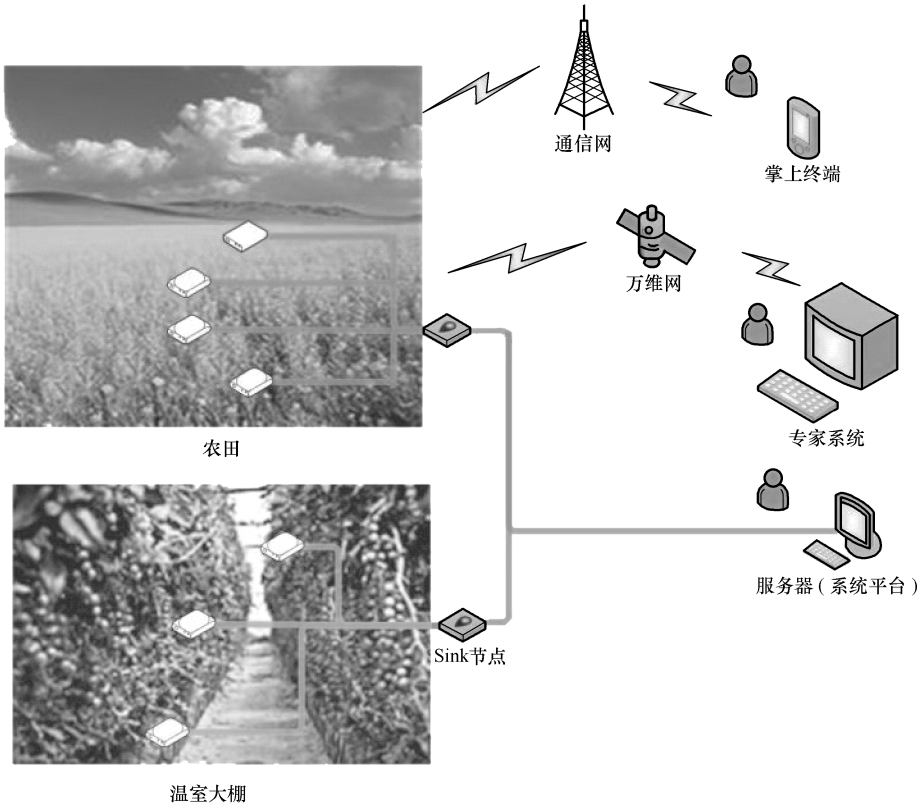


图 5-1　农田及温室大棚监控系统物联网应用架构

物联网的核心技术无线传感网应用于农作物环境监控，将从 3 个方面有效促进农业的发展。

（1）增产增收。相关资料表明，在可自动控制室内的温度、湿度、灌溉、通风、二氧化碳浓度和光照的温室中，每平方米温室一季可产番茄 30 ~ 50kg，黄瓜 40kg，相当于露地栽培产量 10 倍以上。其他各

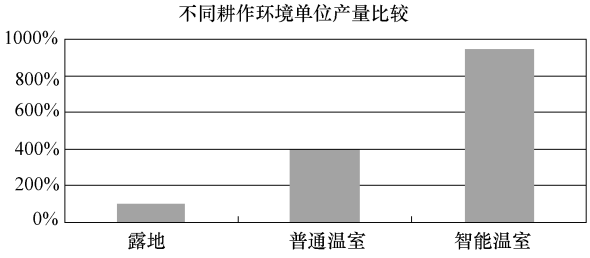


图 5-2　不同耕作环境单位产量比较

类作物在这种环境下的产量也将得到明显的提升。不同耕作环境单位产量如图 5-2 所示。

（2）节约能源。无线传感网可以准确采集室温、叶温、地温、湿度、土壤含水量、溶液浓度、二氧化碳浓度、风向、风速以及作物生长状况等参数，并将室内温、光、水、肥、气等诸多因素综合直接协调到最佳状态，据计算，可有效节水、节肥和节药，使整体能耗降低 15% ~50%。不同耕作环境能量消耗比较如图 5-3 所示。

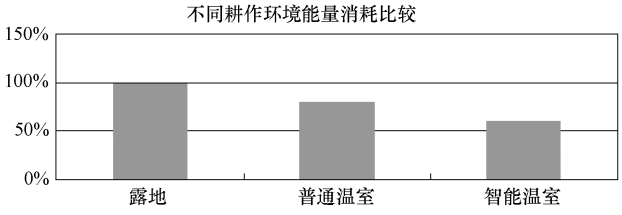


图 5-3　不同耕作环境能量消耗比较

（3）作物多样化。无线传感网对温室生产环境的改善，可以使得一些在此前的耕作条件下较难种植的作物得以生长，并为新品种作物的培育提供更好的条件，这有利于推广高附加值的经济作物，提升单位面积的农业经济产值，促进农民增产增收。

2. 农产品溯源系统

一般的农产品溯源系统主要由生产经营记录系统、农产品个体的标识系统及溯源信息查询系统几个部分组成，而农产品溯源系统往往需要与企业追溯信息管理系统及公共查询平台相结合，共同完成农产品的溯源工作。这几个系统相互之间的关系如图 5-4 所示。

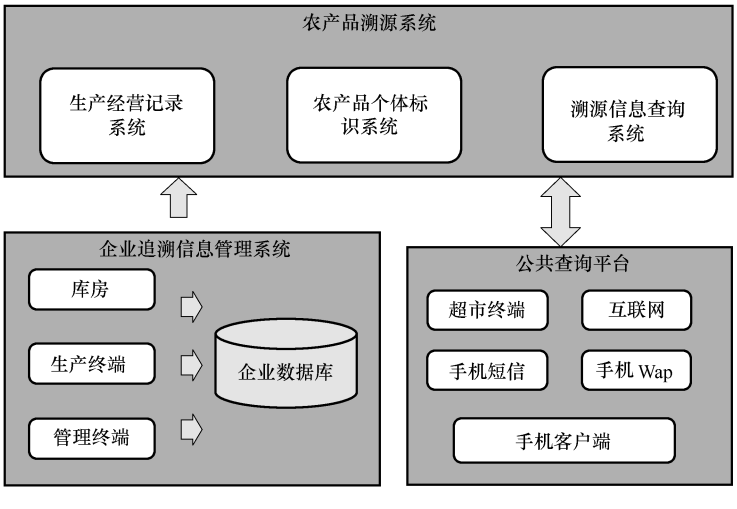


图 5-4　几个系统相互之间的关系

（1）生产经营记录系统

生产经营记录系统将记录有农产品生产经营各阶段信息的 RFID 标签附于农产品上，消费者购买该产品时通过标签读取器即可对其中信息进行查询。生产经营记录是农产品溯源系统建设中的基础，是保证生产经营者真实地记录消费者所关心的各个阶段的信息，以便于查询，从而使消费者可以感受到生产经营者对农产品安全负责的态度。

（2）溯源信息查询系统

溯源信息查询系统将每一产品包装均附上属于该批次的编号，同时建立完整的产品编码与信息对应的数据库，并将此数据库对接至统一服务器，从而可实现远程数据查看。通过此溯源信息查询系统，消费者可以利用所购得产品包装上的编号，直接查询得到生产这批产品的有关信息，由餐桌回溯至农产品源头，了解其完整的生产、运输与销售过程，以提高消费者对产品的信心。通过这种连接生产者与消费者的信息查询系统，消费者可以直接使用信息查询检索工具进行溯源，这也是构建整个农产品溯源系统的信息技术核心之一。

（3）农产品个体的标识系统

农产品个体标识系统通过在农产品个体上附上 RFID 标签，此标签中包含了其来源等信息，这些信息可为产品再加工提供安全保障。农产品个体的标识是农产品溯源系统建设中关键之一，它的基本功能是能够对农产品进行跟踪识别。要实现真正的农产品溯源，就必须要求农产品供应链中的每一环节，不仅要标识自身生产加工的产品，还要采集所加工的农产品原料上已有的标识信息，并将其重要信息一并标识在加工者的产品上，以备下一个加工者或消费者使用。而农产品供应链中各个环节之间的联系往往不够紧密，这是实施农产品溯源的最大问题。

3. 水产养殖生态信息监控系统

水产养殖生态信息监控系统组成框图如图 5-5 所示。

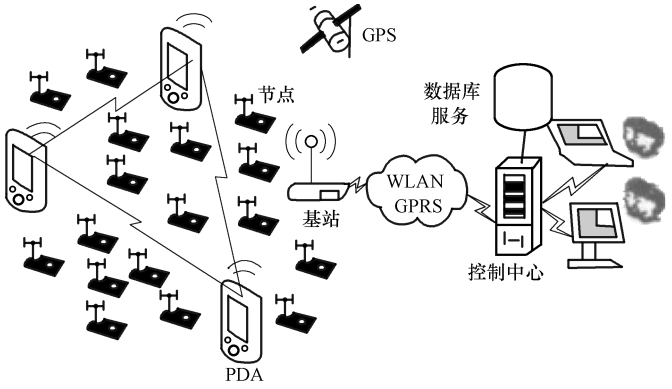


图 5-5　水产养殖生态信息监控系统

水产养殖生态信息监测系统由后台监控中心和由固定传感器节点及移动传感器节点组成的节点子系统两部分组成。移动传感器节点根据其地理位置的不同或通信空间的关系分成若干个簇，每个簇以固定传感器节点作为簇首。移动传感器节点负责感知现场信息，并将现场信息通过自组网的方式传送到其所在簇的簇首，簇首充当路由将信息实时地传送到基点即后台监控中心，后台监控中心经处理后实时显示养殖场养殖环境的各项参数并进行分析。其技术架构如图 5-6 所示。

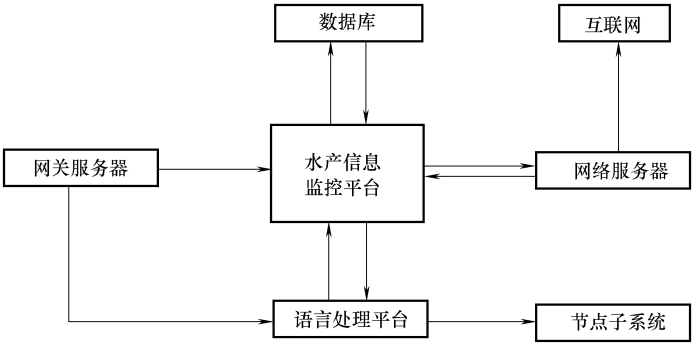


图 5-6　水产养殖生态信息监控系统技术架构

4. 节水灌溉系统

系统中由覆盖灌溉区不同位置的传感器采集土壤湿度、作物的水分蒸发量与降水量等参数，并通过无线传输模块传送到控制中心。控制中心通过分析实时采集的参数之后，可控制不同区域的无线电磁阀，从而达到精密、自动、合理节水的目的，实现农业与生态节水技术的定量化、规范化，以促进节水农业的快速发展。

5.1.4　典型案例

如何在现代农业设施的设计与制造、农业生产过程的监控与环境保护中应用无线传感网及其他物联网技术，提高生产效率与产品竞争力，已经成为世界各国农业科学研究的一个热点课题。以下为几个国内外农业应用物联网技术的典型案例。

1. 佳木斯市：把测土配方施肥数据传输到农户手机

黑龙江省佳木斯市某农场开展测土配方施肥以来，农田施肥一改过去“粪大水勤，不用问人”的传统观念，全面实施土壤针对欠缺元素进行补充的原则，研发技术人员还借助现代通信工具如手机短信，实现“数字化”指挥农户种田，提高了肥料利用率，使得科学施肥理念深入农户中。

在该农场某作业站，某种田大户按照手机“数字化测土配方施肥”信息，开始给水稻施分蘖肥。该农户表示，该短信中包含了测土配方施肥的数据信息，可针对田里欠缺的元素进行补充。这种信息化种田的方式使得秧苗得到充分的养分，同时提高肥料利用率，节约了肥料并提高了产量。

2. 平顶山市：建立畜牧业气象服务信息平台

为建立畅通的气象信息发布渠道，减少极端天气对畜牧业生产的影响，最近，河南省平顶山市气象局和市畜牧局联合建立畜牧业气象服务信息平台。畜牧业气象信息平台建立后，将通过手机短信向气象信息员提供天气预报、气象灾害预警等气象信息，信息员通过广播、小黑板等适当方式向农民群众传播，开展应急联动工作，有效解决农村气象信息传播的“最后一公里”问题，发挥气象信息在畜牧业生产中的作用。

3. 成都市：为猪肉安装电子芯片全程追溯系统

成都市有关部门自 2009 年 11 月开始在锦江区、金牛区、青羊区、成华区、武侯区和高新区全面实施生猪产品质量安全可追溯体系。进入这 6 个区的 45 家农贸市场的猪肉全部被安上电子芯片，跟踪记录猪肉产品屠宰、加工、批发和零售各个环节的质量安全信息。

与此同时，生猪产品质量安全可追溯体系在成都市五城区的标准农贸市场生猪肉经营店配备专门的电子溯源秤，消费者在购买生猪产品时可索取印有食品安全追溯码的收银条，今后根据小票上的食品安全追溯码可通过登录网站、发送短信和拨打电话三种方式查询到猪肉产品的各种食品质量安全信息。只要凭借小票上的食品安全追溯码，生猪来源、屠宰场、质量检验检疫是否合格甚至购买猪肉的经销菜市场和摊位这些信息都可以查询获取，就能实现猪肉的源头追溯。

4. 青岛市：升级改造肉品流通质量安全信息追溯系统

为加快推进“放心肉”服务体系建设，日前，青岛市市北区服务业发展局组织企业，现场参观学习了南京路、小鲍岛民俗城等 4 家农贸市场的肉品流通质量安全信息追溯系统建设情况和标准化升级改造工作。随后即召开了肉品流通质量安全信息追溯系统零售终端溯源式电子秤推介会，各家农贸市场根据各自实际，与几家电子秤生产企业进行了洽谈落实。

5. 宜兴市：高塍镇水产养殖示范基地

江苏省宜兴市高塍镇的某水产养殖大户经营的蟹池中，建设了水产养殖环境智能监控系统，如今他可以通过手机遥控启动蟹塘内的增氧泵设备。当地村镇干部表示，螃蟹养殖均开始应用物联网，高塍镇成了江苏省第一个物联网水产养殖示范基地。

该养殖户属于宜兴市某生态农业有限公司。截至目前，该公司下属 5 个水产养殖户的 666600m^2（1000 亩）河蟹养殖水面设置了集数据、图像实时采集、无

线传输、智能处理和预测预警信息发布等功能于一体的物联网技术装置，蟹农因此可以实时准确了解水产养殖池的环境变化，并及时进行科学处置。据高塍镇有关干部透露，应用新技术养螃蟹可增加效益，消化技术投入成本，宜兴市明年将在更大范围内推广应用物联网水产养殖技术，并计划建立宜兴市水产养殖环境智能监控中心这个信息平台。

6. 美国加州

某公司为美国加州中央谷地区设置了一个大型的农业无线传感网系统。这个系统覆盖了 202342.8m^2（50acre）的葡萄园，配置了 200 多个传感器，用以监控葡萄生长过程中的温度、湿度、光照数据，发现葡萄园气候的微小变化，而这些变化可能成为影响今后酿造的葡萄酒质量的重要因素。葡萄园的管理者可以通过常年的观测记录与生产的葡萄酒品质的分析、比较，寻找葡萄种植环境因素与葡萄酒质量直接的准确关系，实现精准农业技术的要求。该公司负责人表示，虽然互联网在 20 年内发生了改变，但是仍局限在虚拟世界，而这个项目是将有限的网络世界连接到真实世界，这也是物联网应用的特点及其重要意义。

7. 韩国济州岛：u-Fishfarm 示范渔场

韩国济州岛 u-Fishfarm 示范渔场位于济州岛的西边，养殖规模为年 1100t，主要销往日本。u-Fishfarm 示范渔场项目主要包括两个方面的内容：渔场饲料管理与渔场饲养环境监控。

渔场有 50 个左右的鱼池，分别饲养了不同年龄的比目鱼，针对不同年龄的鱼需要喂食不同配方的饲料。为了杜绝经常因人为因素造成投错饲料的现象，该项目采用 RFID 作为鱼池与饲料标识。RFID 记录了鱼池的编号、鱼龄、饲料信息。只有工作人员从冷库中取出的饲料与 RFID 记录的数据一致时，才可以投放。如果工作人员投放饲料错误时，系统就会报警。渔场饲养环境监控系统通过分布在 50 多个鱼池的传感器，获取与比目鱼生长相关的温度、水位、水中氧气含量、日照等参数，来控制整个鱼池的状况，提高养殖效率，避免鱼病的发生，保证水产品的质量与市场竞争力。

5.2　石油石化行业

5.2.1　行业概况

石油石化是重要的基础产业，它为国民经济的运行提供能源和基础原材料，同时原油制品还可以生产多种石化产品，这些产品同人们的日常生活息息相关，因此，许多这一领域占有相当重要的地位。石油行业分为上游、中游和下游，上下游产业链的关系非常的密切，具有非常鲜明的产业链结构和产业链信息传递效

应。其中，上游从事的业务包括原油、天然气的勘探、开发，中游主要是油气的储运与运输，下游则涵盖炼油、化工、天然气加工等流程型业务及加油站零售等产品配送、销售型业务。

石油化学工业简称石油化工，是石油行业的重要组成部分。它包括了很多生产部门，如农药行业、化肥行业、橡胶助剂行业、合成材料行业等，在中国国民经济的发展中有重要作用，是中国的支柱产业部门之一。除此之外，石油石化行业还可以带动多个行业的发展，例如汽车行业、基础建设及建材行业、电子电器行业及农业等。石化工业以原油加工为龙头，在国民经济发展中起着举足轻重的作用，是我国国民经济的基础产业和支柱产业。炼油产品（汽车、煤油、柴油、润滑油、石油等），基本有机原料和合成材料已经广泛应用于汽车、机械、家电、纺织、建筑、包装、农业、国防、航空航天等各个领域，其产品已经深入到人民生活的衣、食、住、行当中。我国石化工业经过几十年来的发展，生产技术不断开发创新，新产品、新品种迅速增加，规模不断扩大，目前已经具备相当的规模和基础，形成具有 20 多个行业，能够生产 4 万多种产品，门类比较齐全，品种大体配套的工业体系。而工业体系的科技创新，是物联网技术可以体现其优势的一大应用领域。

我国石油石化行业近年来稳步发展，到目前为止，全国多个省、市、自治区和近海海域发现了几百个油气田，形成了六大油气区，建成了大庆、胜利、辽河、新疆、四川、长庆、渤海和南海等多个油气生产基地。

但是，近两年来，受到金融危机的影响，石油石化行业发展受到了一定限制。为应对国际金融危机，实现“保增长、扩内需、调结构”的战略目标，2009 年国家出台了《石化产业调整和振兴规划》，在此政策利好下，石油和化工行业经济出现了企稳回升、总体向好的发展局面。

2009 年，石化行业工业增加值占全国工业增加值的 12.00%，全行业规模以上企业 3.46 万家，实现总产值 6.63 万亿元，销售产值 6.35 万亿元；全行业固定资产投资 1.01 万亿元，比 2008 年增长 12.9%；全行业进出口贸易总额 3270.70 亿美元。2009 年我国石化产业的格局未发生大的变化，重心仍在东部沿海一带，但部分产业正由东部向中西部地区转移。山东、江苏、广东和辽宁四省的行业产值合计已达全行业总产值的 46.2%；内蒙古、江西、四川和湖北等中西部省区的增速已位于全国前列。

另一方面，历史经验表明，每次危机过后，都会出现大的利益调整及大的格局变动。而每一次大的外部冲击，都会演化为中国经济迈上新台阶的促动力。预计未来 3～5 年，中国石化行业将迎来新一轮的大发展。

与此同时，石油工业是一个高风险、技术密集型的行业，在全球经济一体化不断发展、市场竞争日益加剧的新形势下，企业为降低运营成本、提高竞争力，

更加注重科技战略，突出强调技术的价值在于应用而不仅仅是创新和拥有，在重视科技领先性的同时，更加注重其实用性，而物联网技术的应用既可满足行业创新的要求，亦具有相当高的实用性。

以下讨论石油石化行业与物联网技术结合的应用需求、技术架构以及典型案例。

5.2.2　物联网应用需求

作为国家支柱型产业和国民经济的重点领域，石油石化行业的发展意义重大。但是其生产、运输及管理等方面因各方面因素受到制约而阻碍行业发展。物联网技术应用于石油石化行业，可减少野外作业，提高巡检效率，实现实时监控，减少事故及损耗，实现透明化管理，提高准确性与时效性，从而提高生产效率，促进石油石化行业的发展。其应用需求可具体从以下几个方面来看：

1. 生产管理

石油开采方面，采油井分布分散，目前大多数油田多采取人工定时巡检、抽查的维护方式，一线工人劳动强度大，且由于人为因素难以保证资料录取的及时性和准确性，因此需要实时自动的监测及维护手段，否则如果对于油井工作状况不能及时掌握，出现故障不能及时发现处理，则会造成众多不必要的损失，因此需要借助物联网对采油设备安全生产进行监测与控制。

操作管理方面，石油类企业需要管理的油田数目众多且分布，参与人员多，操作流程复杂，对实时信息要求高。现阶段整个生产流程数字化信息产生滞后，实际上存在着一定的损失。利用物联网可专门为油田勘探开发信息化管理开发一套系统，以满足生产运行、生产管理、生产监控、设备管理、成果展示的需求。

这种全新的现代化生产经营综合数据管理应用平台集石油勘探开发生产信息的采集、传输、存储、处理、分析、发布、管理和应用于一体。这是油田企业适应市场经济快速变化及实现管理高效化的必需途径，并有助于提高企业的智能管理和增强企业的竞争优势。

2. 运输线路监控

近年来，社会上一些不法分子盗窃集输管线中的原油，原油泄漏事故频繁发生，造成了巨大的经济损失和环境污染，影响管道运行状况和安全环境；同时随着输油管道使用时间的不断增加，管道老化腐蚀泄漏对环境污染的问题越来越突出，所以需要建立一个能够及时发现泄漏并精确定位的监测系统。

另外，石油石化企业的产品链中有一个重要的环节，即由野外钻探、油罐运输、输油管线构成的物流线，在遍布全国的物流线中，如果全由人工站点监控检测，可以想见其成本和可能存在的问题。于是这里就需要一套自动化的系统实现对运输车辆实时监控，各监控仪表状态参数无线采集，从而实现对石油行业各资

源的集中、高效、统一管理。

3. 设备管理

多年来，一直是人工进行油田钻井、采油、注水、修井等的管柱、杆柱、工具等的管理，从工具入库、仓储、发料、检定、下井、服役、修理、报废等环节，都要反复进行数量清点、标记辨认、人工记录等操作。但是传统的工具识别效率低下，有时甚至无法辨认，尤其是井下在用的管杆柱、工具的服役情况的准确评价无法进行，无法保证每一根入井管、杆、工具的可靠性。为彻底防止因井下管杆柱、工具等管理弊端造成事故和损失，有必要采用一种全新的井下工具管理理念和系统。

4. 安全管理

安全问题一直是石油石化行业企业的生产隐患之一，近年来关于石油勘探开采等施工事故也频繁发生，因此，做好石油勘探开采过程中的安全管理工作也就显得尤为重要并且不可或缺。当工人在井上工作时，如果可以追踪其目前所在的位置及处在的状态，则可以帮助管理人员判断其是否处于危险中，或者可能出现危险。从而及时采取相应措施。

除了生产过程中的安全问题，石油石化工厂厂区的安全问题也备受关注。2005 年 11 月位于松花江上游的吉林石化公司双苯厂发生爆炸事故，造成 5 人死亡，并造成松花江部分江段污染，使得吉林省及黑龙江省很大区域人民生活均受到影响，造成了重大的损失。由此可见，石油石化工厂在加工生产过程中，如何保证厂区安全亦是十分重要的。物联网技术可发挥其优势，对生产过程中的设备进行监控，一旦设备发生故障可缩短响应时间及时进行处理；同时亦可对相关储油设备进行泄漏监控，以便于工作人员在一旦发生石油泄漏的事故时，在第一时间采取措施，将损失降至最低。

5.2.3 物联网技术应用架构

1. 油井远程监控及建设数字化油田

油井远程监控系统架构如图 5-7 所示。

数字化油田是把地震区、井场、站库等油田生产制造现场为数据采集源点，采用各种数据采集设备（例如各类传感器、摄像头等），通过无线传感网、通信网络、微波通信网等传输手段将地震数据、井下测量的地层和井筒数据、井口测量的设备运行和流体属性数据等海量数据实时采集进入信息管理中心的数据仓库，再按照科学的过程如数据模型进行数据的组织与管理，在此基础上通过大量的业务模型进行知识集成，通过应用智能识别、数据融合、移动计算、云计算等技术，进而支持石油地质综合研究、油藏分析等科学研究和在线模拟，完成生产实时诊断，科学研究的成果支持油田生产的综合决策，最后决策信息反馈到生产

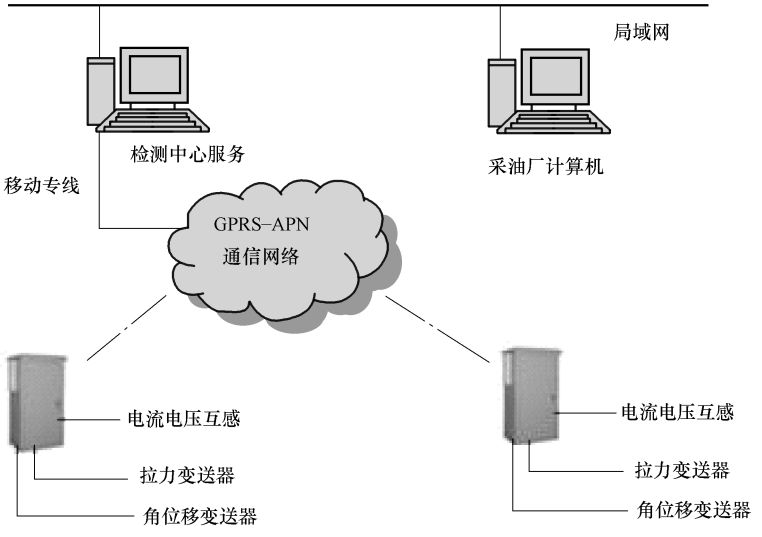


图 5-7　油井远程监控系统架构

制造现场进而完成环境监测、单元整合、过程模拟、参数优化和控制。

各油田通过油井远程监控系统及数字化油田的应用，可实现功能有以下几点：

（1）可实现跨地域协同工作，紧密连接生产经营的各个环节。油田一般远离城市，决策和管理层往往难以了解油田的自然环境、地质、工程、建设、交通的真实情况。系统可以将油田的复杂性整体客观地展示给管理者，有利于及时掌握情况、客观分析问题和正确决策。还可以在勘探、施工、建设的各个阶段提前对工程进行合理的规划，使许多部署方案、开发方案在选址、选线、运行环节上更合理，降低风险，提高经济效益。

（2）可实现油田业务与技术的整合。系统以地理空间信息为基本平台，油田的各种空间实体被自然地组织在一起，这彻底打破了油田各专业信息平台横向分割的局面，并可迅速地形成集勘探、开发、工程、集输为一体的油田信息系统。

（3）可实现数据集成，改善用户界面。获取信息并编制井筒柱状图和地质-地震剖面图是油田地质的基础工作。系统可以迅速地集合有深度属性的信息：地质、试油、地球物理、地球化学、钻井工程和生产测井等数据，并以柱状图和剖面图的方式灵活地组合展现。地质数据库的基础应用平台将摆脱菜单窗体的束缚，充分展示它丰富的资源，成为油田地质人员辅助研究和制图工具。

（4）可建立虚拟的数字地质模型，实现油藏描述的可视化和互动性。为石油地质的研究提供了科学计算的强大工具，为解决时间和空间大跨度的地质过程

实验问题提供了可能性。

（5）可实现油田状态自动监测。在系统支持下的油田自动监控系统，可以将油井生产信息与地质信息叠加在三维空间模型上，为油田开发的优化决策提供直观、动态的信息，实现控制注水、稳定产量、均衡生产、提高采收率的目标。

（6）可实现地面建设全面信息化。在系统上可以方便地集合设备管网密集的矿区信息、油气长输管线和配套的原油储罐信息，建立起“数字矿区”、“数字油气储运”等系统，形成数字规划、管理、安全监测、设计制图的能力。

2. 运输线监控

石油行业钻井、输油管、油罐车监控平台主要是通过对井口、输油管线参数的实时检测，将检测到的状态参数实时的通过无线传感网、通信网等多种方式传回数据采集服务器，从而使相关部门可以及时地掌握设备的运行情况，缩短故障的处理时间，有效地预防故障的发生，提高工作效率。其技术架构如图 5-8 所示。

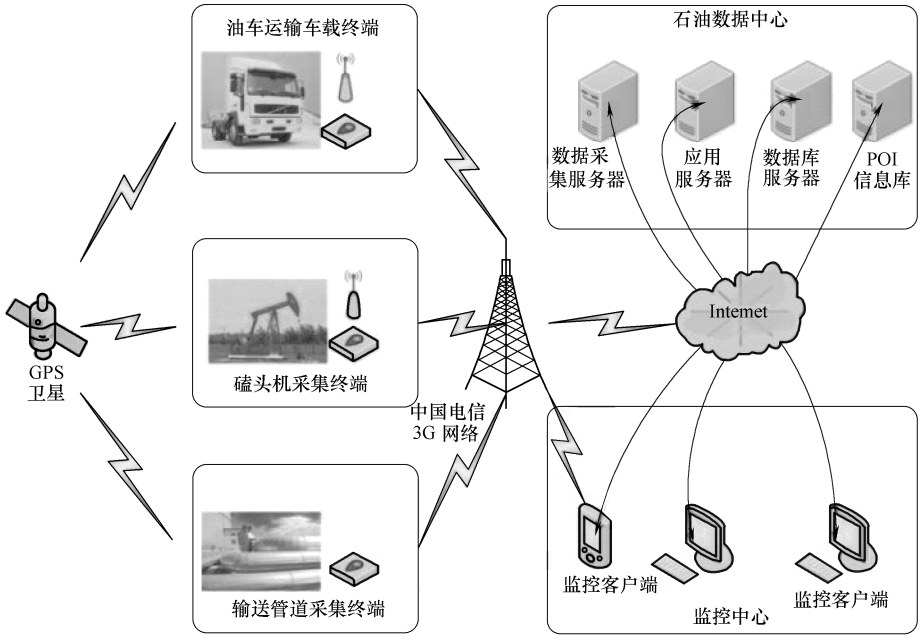


图 5-8　油田运输线监控系统技术架构

运输线具体可分为以下几方面，下面分别介绍其技术架构。

油罐车监控：为油罐车辆安装 GPS 定位设备，将设备与各监测设备想连接，通过设备内置的通信模块，使用无线传感网及通信网将车辆当前的位置、速度、油罐温度等监测信息实时地回传给调度中心，中心通过电子地图技术将车辆当前的位置以及相关信息直观地展现给客户。并可为车辆设置超速参数，当车辆行驶

速度超过参数时，该车辆将会发生超速告警，并在中心的电子地图上以特殊颜色标注来提醒管理人员。用户可以在系统中调用监测车辆的历史信息，并在地图上以直观的方式将车辆曾经行驶的路线展现在用户面前。除此之外，用户还可为车辆设置告警区域参数，当车辆行驶出设定区域后即会产生告警信息。

抽油机监控：用户可以在地图上对当前管理的抽油机的坐标、设备名称、抽油机型号、井口编号等信息进行查看以及编辑。抽油机上安装的通信设备通过无线传感网或通信网络将以下信息回传分析：载荷、回压、井口温度、电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数、上下冲程功率、平衡率、电量、累计电量、冲次、系统状态、采集时间等数据。另外，用户也可以对以上监测的历史信息进行查看，分析，并以图表的方式予以展现。

输油管道监控：输油管道监测通过无线传感网或通信网络，将检测信息实时发送回中心监控，中心监控将收到的检测信息进行展示分析。信息内容包括 SIM 卡号、经度、纬度、温度、流量、压力、密度等信息。用户可以对以往的历史信息进行查询、分析，并以图表的方式予以展现。

通过运输线监控系统的应用，油田可实现每个终端设备都有各自唯一的标识，这确保了识别的唯一性，同时由于每个石油资源载体都有唯一标识，信息综合起来就会实现多元信息一体化；系统将多个传感器件综合处理在一个处理单元，同时实现多种信息的采集，此做法可提高生产效率；另一方面，智能终端采集处理系统可以随时采集信息，信息发送不受空间限制，只要无线网络覆盖的地方都可以实现信息的传送；无线传输的高效性和准确性可保证这里信息的流动流畅性。此套系统提供标准的数据接口，可实现与企业管理信息系统、决策支持系统的无缝对接，事实上这个系统可以集成到第一部分的信息管理系统中。

3. 井下工具管理系统

此系统采用 RFID 无线射频识别技术，利用植入工具内的电子芯片，给每一根井下工具安装一份独一无二的“电子身份证”。油田井下工具信息化管理系统主要包括：工具的电子标识系统、数据采集系统、芯片植入装配和防护系统、数

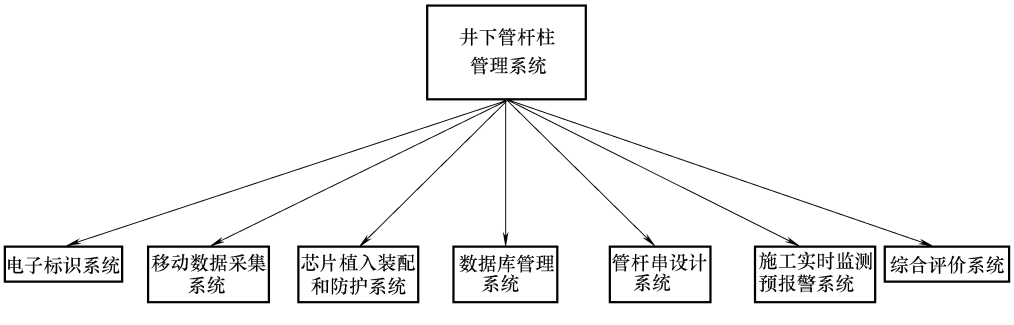


图 5-9　井下工具管理系统组成

据库管理系统、管杆串设计系统、施工实时监测预报警系统、综合评价系统。其系统组成如图 5-9 所示。

基于 RFID 射频技术开发的井下管杆柱（工具）信息化管理系统技术是加快油田信息化发展的有效措施之一，这些“身份证”内存储了基础参数、检测参数、分级情况、使用井史、下井时间、服役时间等信息，可以对油田的井下管杆柱（工具）使用情况进行及时、有效、准确的监控，使井下管杆柱（工具）的管理更加规范化、系统化。

4. 安全检测系统

此系统的基本原理是给在钻探平台工作的高风险工人提供徽章，并追踪处于失效状态的标签，这可能意味着佩戴人员受伤了。通过提供无线认证方案、员工佩戴的徽章及编译徽章数据的软硬件，从而使管理层更好地追踪工人的位置。如果出现训练或紧急事故时，可在集聚区等地方安装门式阅读器，或采用手持阅读器。这样，公司可追踪工人的上工时间和工作地点，以及向集聚区报到的时间。

当工人登录系统时，软件指令标签开始发送信号，指示该工人已上工。当工人收工，退出系统时，软件指令标签进入休眠状态。软件可含一个记时程序，记录各位工人的工作时间，安装在工作区的激活器激活标签。另一种情况，当工人上班报道时，各工作区入口的激活器可激活员工标签，标签开始发送信号，工人收工时再次经过该激活器，激活器指示标签停止发送信号。

在工作场地，标签以特定的时间间隔发送信号，同时也从移动传感器接收信息，判断数据是否应该过滤掉，例如，通过判断感应器数据是否在规定参数内，可表示工人是否跌倒，若数据不在规定参数内，则可认定数据符合警报规定。平台周围的阅读器接收标签数据，包括 ID 码和移动感应器数据，通过电缆连接转发该信息到后端软件。

软件接着将原始数据翻译成工人的身份和状态，基于阅读器的位置和标签信号的强弱判断徽章的总体位置及工人状态是否需要响应。软件可以编辑发送警报，如果徽章一段时间内保存不动，那么系统通过电邮和文本数据发送警报到公司管理层。

5.2.4 典型案例

1. 大庆油田

大庆油田有限责任公司企业网（Intranet）基础平台于 2000 年基本搭建完成，建成了遍布大庆油田公司、厂、矿、小队的三级高速计算机网络、统一管理的电子邮件系统、域名服务器、文件传输服务器等。同时，作为大庆油田有限责任公司外联网（Extranet）的大庆石油管理局企业网、国内各油田企业网、中国

石油天然气股份有限公司企业网等也都达到了相关的规模。

近年来，大庆油田公司建立健全了信息化建设的组织机构，形成了公司、厂（分公司）、矿（大队）、小队（组）四级信息化管理体系。2003 年初，大庆油田公司调整了信息化建设领导小组，公司所属各二级单位也调整或组建了本单位的信息化建设领导小组。该小组具有对大庆油田公司信息化建设的全面领导职能。信息中心在领导小组的部署下实行信息化建设的统一规划、统一管理、统一组织和统一实施工作。

信息中心于 2002 年制定了《大庆油田有限责任公司 2003—2005 年信息化建设总体规划》，2003 年初该规划在公司决策层获得通过，数字油田建设目标得到进一步明确。

（1）专业数据库与应用系统。

1）大庆基础地理信息系统。该系统启动于 1996 年，以 Windows NT 作为网络环境，采用 C/S 模式，以 MGE 为 GIS 平台，以 Oracle 为底层数据库操作系统，并利用 MicroStation 为核心 CAD 开发语言（MDL）和 VB、VC + + 等开发形成。该系统达到了在海量数据源基础上的油田勘查、测绘以及油田地面建设规划设计工作的实际需要。其主要功能包括大庆油田基本地形图（1∶2000 与 1∶5000）的存储、管理、维护；为油田规划和设计提供数字化地形图的地形图、专题图、带状地形图、纵/横断面图、工程地质剖面图等勘查成品图资料；为油田设计提供工程地质资料；为大庆油田地面工程数据库提供基础地理信息支持；提供各种图形输入/编辑工具；依国家测绘标准提供各种测绘专用符号库、线形库等的编辑/维护工具；提供 GIS 应具有的其他基础功能。

2）大庆油田地面建设信息系统。自 1996 年大庆油田管理局立项委托大庆油田设计研究院招投标以来，该系统的建设已初具规模。该系统由中国科学院遥感联合中心和北京某信息技术有限公司中标，目前已完成油田地面建设 GIS 合同五期，累计合同额近 1500 万元。建成了大庆长垣油田基础地理信息系统、大庆油田电力地理信息系统、大庆长垣油田地面建设规划信息系统等。该系统以 MGE 和 GeMedia 为平台，Oracle 为数据库操作系统，以 IE 为客户端，实现了查询、统计报表、辅助规划等功能。

3）大庆油田勘探数据库。该数据库的建设起步于 1985 年，经历了若干阶段，比较全面地包含了大庆探区从勘探初期到现在，与油气有关的几乎所有信息数据。截至 1999 年，该数据库已涵盖勘探相关专业的 9 大类（物探类、地质录井类、测井类、测试类、分析化验类、储量类、综合研究类、生产动态类、设计类）60 多个表及具有一定规模的勘探数据库。

该勘探系统共完成了两千余口探井的基础数据进机，实现了网上共享，并在充分调查、研究的基础上初步完成了勘探数据管理系统（勘探数据银行）的总

体框架设计。

目前，大庆油公司勘探开发研究院的勘探图形库已经开始建设，该库的建设思路是，现有纸质图形扫描矢量化建库。

4）大庆油田开发数据。开发系统进一步完善了开发数据库建设。全面推广了 PDPMIS，建立了公司、厂、矿、队四级油田开发生产管理系统，开展了油田开发精细地质描述和研究工作，深化了基于油田开发数据库的专业技术应用，进一步推广了采油工程信息管理系统；开发了油田开发（调整）方案编制综合应用系统，为油田开发规划基础资料网上共享提供了必要条件。

5）油藏模拟。根据油田公司多学科油藏研究工作部署，于 2002 年依靠自身力量先后在研究院和采油一至七厂组装了 8 套微机机群系统，同时开发了与微机机群配套的并行黑油模拟软件，目前这套系统在七个区块 2540 口井上推广应用。

（2）经营管理系统。大庆油田的经营管理系统包括财务资产管理系统、人力资源管理系统、办公自动化系统（文件下发系统、公文和通知系统、网上审批与公文流转模块等）、油田生产公报系统、物资价格信息监测系统、油气田开发论坛、油气销售信息网站等。

按照《大庆油田有限责任公司 2003—2005 年信息化建设总体规划》的安排，已经启动了油田公司数据资产管理中心建设工作。数据资产管理中心是数字油田的基础信息平台，企业信息门户框架建设基本完成。

完成了大庆油田公司企业信息门户建设试点工作。到 2002 年底，已分别在生产、科研、经营管理和技术服务四个领域建立了门户示范网站。2003 年底开始在全公司推广。

目前，大庆物探公司为大庆石油管理局所属的二级单位，其信息化可以说刚刚起步。物探公司内与 GIS 关系密切的部门主要是信息中心和物探研究所，尤其是物探研究所在物探公司信息化中起着举足轻重的作用。据不完全了解，目前物探公司较大规模的信息化（如建库等）的模式是：以物探研究所为主，信息中心为辅。以物探研究所牵头的信息化包括：勘（物）探数据库、测网库，并拟在年内建设物探（构造）图形库。

物探公司其他各业务生产单位（如物探采集中心等）与 GIS 关系较弱，主要用 GIS 进行制图。目前，物探公司制图软件基本为保定某软件公司产品。

2. 胜利油田

2000 年原胜利油田将油气勘探开发主体部分重组改制成为中国石化胜利油田有限公司，存续部分为胜利石油管理局。目前，胜利油田建成包括勘探、开发等在内的 8 大系统，具体如下：

专业数据库与应用系统。

1）胜利油田勘探信息系统。胜利油田勘探数据库目前已经建成了一个局级总库（数据来源于各分库）和 6 个分库（生产动态分库、物探分库、录井分库、试油分库、测井分库和综合分库），截至 1999 年数据库共有 500 万条记录，6000 万个数据项，包括了井位信息，综合录井图数据、试油成果、测井解释结果、测线数据等最常用的基本信息数据。围绕勘探数据库，开发了勘探信息系统应用软件，包括勘探图文查询系统、岩性数据和测井曲线成图系统、网上勘探信息查询系统、地震资料处理数据库建库软件等。

2）胜利油田油气开发信息系统。该数据库目前由地质院管理，其 134 个分库，目前全局其建 130 个，平均每个采油厂建 65 个（地质院除外），全局总入库量 4500MB。围绕该数据库胜利油田开发推广了相应的应用软件系统，该系统主要包括数据库查询模块、数据库查错模块、数据录入模块、标准建库模块、数据转换模块等。同时，还开发了水驱曲线预测采收率软件。

3）胜利油田油气钻井信息系统。胜利油田借鉴国外石油公司的经验，研发了如下油气钻井信息系统：

基于 GIS 的钻井生产调度指挥系统：该系统依托于钻井综合数据库，采用 B/S 模式，提供查询、检索、统计、标注等基本功能。

钻井、完井、修井一体化数据管理系统：该系统在分析 CNPC 钻井数据库和美国 Landmark 钻井、完井、井维修数据库的基础上，建立了钻井、完井、修井数据库，并开发了相应的一体化数据管理系统，主要包括钻井模块、完井模块、修井模块、井报废数据模块、报表输出模块和钻井施工计算模块等。

网络化钻井设计系统：该系统采用部颁标准数据库格式及《钻井手册（甲方）》中所提供的设计方法，可自动生成符合部颁标准格式的设计书 Word 文档，其功能包括直井/定向井设计、任意轨道类型剖面设计、实钻数据处理及待钻井眼轨迹设计、丛式井防碰扫描计算及绘图等。

随钻测量三维可视化系统：钻井数据远程传输、三维可视化及卫星视频会议系统。

胜利油田建成的其他系统还包括采油信息系统、物资供应信息系统、技术检测及标准化信息系统和综合管理信息系统。

3. 中原油田

（1）中原油田勘探开发图形管理系统。该系统以 Windows NT 为网络操作系统，以 SQL Server 为数据库平台，以 Delphi 和 VC ++ 为前台开发工具，为用户提供一套完整的图形入库、查询、显示、输出系统，解决用户手工查询图件的问题，可方便地通过网络在图件库中查找自己所需的图件，并可导入图形制作系统，完成彩图制作。系统功能包括图形入库子系统、图形查询子系统、图形显示子系统、图形打印输出子系统、图形库维护子系统、图形入库预处理工具、图形

处理子系统等。

（2）勘探开发可视化系统。该系统是以 Mapinfo 系列产品（Mapinfo Professional + MapXtreame）为基础开发而成，采用 B/S + C/S 模式，基于油田经营的单井应用模型、油田区块（勘探区域）应用模型、生产管理应用模型，集勘探开发图形、信息交换查询分析及信息发布于一身，实现集团公司、油区（局）、油田、区块（勘探区域）四级信息可视化。

5.3 仓储物流业

5.3.1 行业概况

物流是供应链过程的一部分，它是为满足消费者需求而对原材料、中介产品、最终产品及相关信息从原产地到消费地点所进行的有效流动与存储的计划、实施和控制的过程。物流业并不单单包括实质货品的流动、仓储和管理，它还包括复杂的信息流动和管理协调。物流的主要功能是充分利用空间和时间，从而达到节省成本和提高效率的成效。仓储业是专为他人储藏、保管货物的商业营业活动，是现代化大生产和国际、国内商品货物的流转中一个不可或缺的环节。到目前为止，仓储业者的作用有输送、保管、配送、理货，发展的趋势是连接起销售，成为将货主与物流中心两者结合在一起的接口。

近年来，我国仓储物流业得到了稳步发展。在国家相关政策措施扶持和仓储企业自身的积极努力下，2009 年，我国物流园区的规模进一步扩大，仓储面积保有量和需求量均实现持续增长。全国新增近 200 家规划、在建和建成的物流园区，规划占地面积达到43134 万 m^2；全国 13 座城市拥有仓储面积5456.6 万 m^2。另外，据相关机构对全国 61 家大型仓储企业的调查结果表明，2009 年我国 61 家大型仓储企业的亏损面为6.6%，亏损额比上年略有降低；实现主营业务收入 180 亿元，比上年下降 13.6%；实现利润 3.57 亿元，比上年增长 11.7%；完成货物吞吐量8019 万 t，比上年增长1.1%；货物周转次数9.11 次，基本与上年持平。

2010 年，我国仓储业继续向好的方向发展。不过，在世界产业转移和布局变化的背景下，我国仓储企业将面临结构调整和转变发展方式等问题，单纯的出租库房或只提供简单服务将使企业在竞争中处于劣势地位。仓储企业要继续把业务综合化、精细化管理作为主要竞争手段，大力发展增值服务，如开办市场、开展加工、包装、配送、质押监管等业务，努力提升综合业务在企业经营业绩中的比重；引入新的管理理念，为客户量身定做业务模式、业务流程、服务标准和服务质量，裁减冗余，节约成本；科学合理地进行仓储物流园区布局，减少货物的

迁流、减少车辆的空载、发展多式联运服务，打造低碳物流园区。

因此，发展现代物流是我国仓储物流业发展的当务之急。现代物流的核心是信息网络，评介物流能力是通过使用仓储和运输资源的效率来进行的，其中信息网络是中心。仓储资源可以通过租用或直接建设完成，运输资源可以通过合同车队或组建车队来完成，资源如何配置，是根据效率和易管理性进行决策的，现代物流其效率更高，更加易于控制成本。现代物流的概念中，其效率是核心因素，这就是信息网络建设的必要性。仓储资源是为缓冲供应与需求之间的时间与数量偏差，而运输资源的合理调配，是为达到即时供应。现代物流中新技术的应用才能真正地提高物流过程的效率，而不是建设更多、更大的仓库，或组建更多的车队 。

国外物流企业的技术装备已达到相当高的水平。目前，已经形成了以系统技术为核心，以信息技术、运输技术、配送技术、装卸搬运技术、自动化仓储技术、库存控制技术、包装技术等专业技术为支撑的现代化物流装备技术格局。其进一步的发展方向为信息化、自动化、智能化以及集成化。其中多个方面都可与物联网相关技术相结合，从而使得物流装备功能更加强大，同时提高企业的管理水平。其具体物联网应用需求及相应技术架构进行以下详细分析。

5.3.2　物联网应用需求

1. 降低运输管理成本

运输过程较为复杂，涉及订单、驾驶员、车辆、客户等多个环节，每一环节出现问题都有可能会对整个运输系统造成影响。因此，对于运输过程的管理需要企业投入较大精力，而如果采取高效精确的运输管理方法，则可大大节约企业人力物力，降低运输管理成本。

目前物流行业应用较为广泛的是运输管理系统（Teaching Management System，TMS），这一系统包括订单管理、驾驶员管理、车辆管理、客户管理、考核管理、智能报表、物流实时跟踪等七大模块，任何一个模块都需要信息的支撑。

物联网技术的应用可以使运输管理系统迈上一个新的台阶。通过在运输车辆上配备 GPS，每辆车的各类信息，包括车辆位置、载货信息等通过接口上传到通信网络，并通过通信网络传输至中控系统，位于中控系统的管理人员根据整个网络中的信息进行统筹管理，选择最佳的配货点，优化车辆的调配管理，并根据交通状况为车辆提供最佳的行驶路线，达到货物资源和运力资源的有效整合。对于大型物流企业来说，TMS 已经成为必备的配置，因为当企业达到一定的规模，拥有上百辆甚至更多的车辆时，传统的人工调配已不能起到有效的管理作用，这时，结合物联网技术的 TMS 就显得无可替代。

2. 提高运输透明度

对于物流企业来说，除了成本以外，另一个最重要的方面就是运输货物的安全问题，尤其是一些高端物品或是一些特殊物品，货主会要求提高运输过程的透明化，这就需要对运输车辆以及货物进行实时监控，以保证货物的位置信息及安全情况在运输过程中可被货主全程监控。

物联网技术可以很好地为物流业增加运输透明度。应用物联网核心技术无线传感网，可对货车车厢内物理信息进行实时采集，并通过车载网关装置传至通信网络，进而通过通信网络将信息传至远端中控系统，供物流公司以及货主查看。而应用 RFID 射频识别技术，对货物进行标识，可以把管理精确到每一件物品上，追踪每件货物的位置信息及安全状态信息。图 5-10 所示为 RFID 标签的外观。

物联网技术可满足此应用中实时、灵活采集货物信息的要求，同时在运输货物及车辆较多并且较为分散时，物联网技术亦可体现其优势，可对分散的信息进行统一查看及分析处理，可大大方便货主及物流公司的工作，提高物流公司的管理效率，增加货主对物流公司的信任程度。

图 5-10　RFID 标签的外观

3. 市场监管

随着市场经济的发展，在我国市场上所流通的假货次货也随之增多，如何从物流仓储层面上打击假货市场成为了促进市场经济发展的当务之急。下面以酒类市场的市场监管为例进行详细分析。

我国是世界酒类生产和消费大国，随着经济的发展和生活水平提高，科学、健康的饮酒逐步成为酒类消费的主流理念。酒作为大众消费品涉及高、中、低档等几大类，是消费品中消费额大、利税比重高、影响民生的重要商品。据了解，当前，在酒类行业快速发展的同时，我国酒类物流存在缺乏统一准入标准、企业规模参差不齐等

问题，客观上造成假冒伪劣酒类商品时有发生，对消费者造成人身伤害。

因此，杜绝假冒伪劣酒类商品的流通，一直是酒类管理部门的重要任务之一，当前解决问题关键要转变工作思路，利用互联网和物联网技术，整合生产、流通管理信息，推进来源可查、去向可追、责任可究的酒类流通溯源管理体系建设。这里的溯源管理体系，可与前面提到过的食品溯源体系相融合，形成酒类从生产加工到仓储运输过程均可追溯其来源及其他信息的统一体系。

我国加入世贸组织以来，酒类行业与国际接轨越来越紧密，利用溯源管理保障食品安全是世界范围内的通行做法和普遍趋势。我国各级商务主管部门着手研究利用现代信息技术，建设酒类流通溯源管理网络平台。平台设为部、省、市、县四级，对进入溯源平台的酒类商品进行编码与跟踪追溯，实现酒类“生产—批发—零售—消费”物流全过程的溯源管理。

针对我国酒类行业发展现状，商务部将建设与无线射频识别技术、二维码技术、机打随附单（包括手写）三种溯源模式相匹配的酒类流通溯源管理平台。企业根据自身经济管理水平、信息化条件等，自主选择不同的溯源模式。

据悉，商务部正在研究推进酒类流通随附单电子化试点工作。以管理基础好、积极性高、属于酒类商品主产区或主销区为标准，在全国范围内选择部分省（区、市）作为试点地区。同时，以企业知名度高、业务覆盖广、产品跨多个省份、守法经营的酒类流通企业进行试点。

5.3.3　物联网技术应用架构

1. 物流仓储监测系统

本系统专门为物流行业需求量身定做，能够实现以下多个方面的功能：

（1）仓储运输货物及环境物理量监测分析。通过布设在仓库及运输车辆内的无线传感网模块，系统可以实现对货物（如药品、粮食、设备）和仓储及运输环境重要物理参量的监测，例如温度、湿度、光照、特定气体及粉尘浓度等，具体功能包括：

1）实时采集与显示：可以连续、实时地采集和记录各类物理参量，并以数字、图形等方式进行存储和显示。

2）超限报警：当特定数据超过设定限额，系统可采用各种方式向操作人员发出警报，将信息通知各方，报警方式可由用户选择。

3）报表输出：系统可将所记录并保存的任意时间段、任意种类数据以电子文档方式导出，以便打印、阅读或分发，文档格式可由用户定义。

4）数据查询：授权用户可通过互联网或局域网登录管理系统，对各个环境参数信息进行查询，使管理人员随时了解仓储的实时情况。

5）运输管理：满足集团对运输车辆（如药品冷藏车等）接收、车辆调度、货物配载、运输状态的跟踪等功能。

6）车辆定位：提供全方位的车辆定位和轨迹回放等服务。按照用户自定义的时间间隔连续记录车辆的位置信息，就是对该车辆在一段时间内的行驶情况进行跟踪，并记录行驶轨迹，根据需要随时可以回放该轨迹。

7）偏航/区域监测管理：可针对特定区域内/外或制定道路/线路进行监控，设定车辆/目标的行驶区域和路线，当目标行驶出/入该区域或线路时发出报警信息，对于押运、特定目标等进行监控。

8）限速：对车辆实施行驶速度的限定，当车辆高于最高限速行驶时，车载终端自动向中心进行信息反馈。

（2）仓储入侵监测。通过在 WiSen 平台上搭载红外、微波等传感器，无线传感网可以实现对人员和物体侵入特定范围的预警和报警，并能够通过多种手段的复合探测，提高监测的灵敏度。同时，无线传感器的灵活布置特性，也使入侵监测的区域可以灵活调整，当监测区域需要发生变化，或者有临时监测需求时，WiSen 可以使随时调整布设，实现监测的无缝衔接。

（3）自动化管理控制。以 WiSen 平台为网络基础，仓储管理数据可以实现实时的采集、存储和分析，这可以提高采集系统的信息化和自动化管理水平，提高反应速度，提高生产效率，并使管理人员实时全面地掌握仓库的管理状况，为管理与提供决策依据，进一步地为数字化仓储的建设打好信息基础。通过无线传感网收集的信息还可与控制中心的专家知识库系统互联，从而实现对数据的挖掘分析，给出科学的参考信息，如判断存储物品是否有发生性状、质量改变的可能等。

同时，WiSen 还预留了可靠的数据下行信道，管理系统可以通过控制设备，对仓储环境进行自动调节控制，实现动态反馈，提高管理效率。

（4）管理信息整合。目前，仓储管理行业已经广泛应用了 RFID（射频识别）作为身份识别和信息记录的方式，无线传感网与 RFID 都是通过射频进行通信，其系统具有天然的同源性，因此可以通过系统间的整合实现功能的良好互补。RFID 完成对人员、货物、车辆等目标的识别，而无线传感网实现仓储环境智能管理，为仓储监管系统提供基础数据，综合运用目标定位和搜寻技术，实现仓储管理的全方位信息支持。图 5-11 所示为 WiSen 中央控制管理软件界面。

2. 物流仓储货物管理系统

当今物流行业面临的一个突出问题是如何降低商品在流通环节中的物流成本。由于商品在从制造商传送到顾客手中的整个物流过程中，物流或配送中心日益成为商品流通的一个重要环节，其运营成本在整个物流成本所占的比例越来越大。因此，降低配送中心的经营成本，提高物流或配送中心的经营效益，就显得尤为重要。

图 5-11　WiSen 中央控制管理软件界面

但是，传统的条码技术由于自身的局限，对于物流或配送中心的帮助是有限的、不彻底的，最主要体现在效率上。众所周知，识别条码时，必须将扫描器对准条码，且一次只能识读一组条码。对于每天有大量收发货作业的物流中心而言，这个工作量是巨大的，在一定程度上限制了物流或配送中心效率的进一步提高。

而 RFID 是一种无线射频识别技术，其主要通过无线电波读取或写入 RFID 标签信息，因此，不仅读取距离可近可远，而且可同时识读大量 RFID 标签。更为重要的是，RFID 可以穿透物体，从而识别物体内部的 RFID 标签。所以，相比条码技术而言，RFID 具有很大的技术优势。

通过系统化的 RFID 架构部署，从 RFID 标签的制作、标签识别、RFID 识读器/天线的安装、移动式 RFID 终端应用、RFID 网络和中间件的构建，覆盖物流环节中收发货的物品确认、快速收货、快速发货、卸货装盘统计、准确快速搬运装卸的各个环节，最终建立一个快速、统一、无缝的可视化智能管理系统，实现物流管理中的准确、高效率和实时管理功能，如图 5-12 所示。

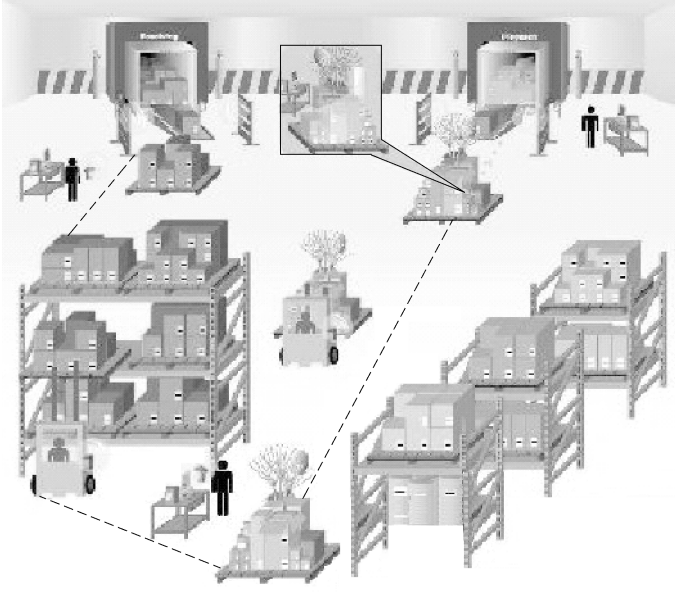


图 5-12　物流仓储基本模型

系统主要由收货、上下架、盘点、出货等几个部分构成，各部分功能如下：

（1）收货。系统可通过贴放在货箱的 RFID 标签，对进入仓库的货物进行识别，并将其按类别摆放，如图 5-13 所示。以便货物管理及查找。通过特殊工艺，可以在标签表面打印诸如条码、文字等信息，增加了标签的可视性。

（2）上下架、盘点管理。工作人员可使用手持式的智能数据终端，通过识

别产品上的 RFID 电子信息或条码信息，进行诸如上下架、盘点等操作。

（3）出货管理。在仓库的主要出货大门处安装 RFID 固定式识读系统，固定式识别系统由 RFID 固定读写器、天线、传感器、指示灯等组成。安装有固定式识别系统的快速通道，可以在货物经过时，快速以及批量地识别货物上的 RFID 标签信息，从而实现全自动的物品快速确认、校验工作。如图 5-14 所示。

图 5-13　贴放 RFID 标签

RFID 固定式识别系统一般在仓库进出大门、配送中心快速通道、货物装卸点及其他重要场合的应用。

相信采用了 RFID 技术的物流或配送中心，其工作效率将比采用条码技术的物流或配送中心更快、更好，从而给客户带来更好的服务，给企业带来更可观的效益。

图 5-14　安装有固定识别系统的快速通道

5.3.4　典型案例

1. 南京市：物联网应用于苏宁电器南京物流配送中心

苏宁电器南京物流配送中心是一个物联网应用的典型案例。物联网技术在其中的应用，为该配送中心带来了有别于传统物流配送中心的崭新运转方式。配送中心的仓储运作，完全听从系统指挥，每件商品每移动一次，都要用终端扫描一次电子标签，将其在库内的最新动态告诉系统。在这个物流配送中心，每件入库商品必须有能被射频识别系统识别的“姓名”，这个“姓名”，就是商品外包装上的电子标签。从商品入库的第一个环节开始，这个“姓名”就被终端扫描记入了系统，它什么时候移动、移到哪儿，全听系统安排。物联网中“物”的“姓名”是存储在电子标签上的电子产品编码，这种编码可全球识别。

2. 南京市：物联网应用于南京医药股份有限公司

公司通过在药品外包装盒上加装一个芯片，采用物联网技术，对药品在厂、在库、在售、在用等环节的全程质量安全建设可感知、可追溯体系的平台。购买药品后，可通过药品终端查询系统，读取该药品经历环节最真实的信息，做到放

心购买。药品仓库中的门禁和货架上配有电子系统，药品进入仓库前，经过门禁扫描，读取药品包装盒上的信息，记录在案。药品按照门类装上电子货架，每过几秒钟，电子货架会自动扫描货架上所有的药品信息，查询药品摆放位置是否正确、药品是否临近过期限制等，一旦发现异常，电子货架会自动亮起红灯报警。电子货架还可以通过设置，控制整个储存室的温度和湿度。电子货架的应用可以将平均库存周转期减少到7天，大大节省药品的库存成本和资金占用，从仓储环节上降低了药品售价。

公司还建立了药品消费的电子商务系统。拖动鼠标，即可从这个货架“走”到那个货架，就像现实中逛药店一样。选择货架上的一件药品点击打开，该药品就会被放大，可查看药品包装盒上的各种信息，包括服用禁忌、服用剂量等，如果确认无误，可点击购买，通过网上银行付款。市民还可通过系统点击视频对话，向药店销售员询问药品相关信息，或者向在线专家咨询病情，以便对症下药。

3. 台湾省：物联网技术应用于水果仓储管理

我国台湾省苗栗地区多山，出产多种水果，例如高接梨、葡萄、草莓、杨桃、芭乐、枇杷、桃子、番茄及柑橘等，都具有很高的经济价值。以改善农产品物流为目的，并为加速农产品低温仓储作业流程及导入资讯化管理模式，苗栗地区农业改良场规划将RFID技术应用在农产品低温仓储管理，以降低农产品仓储过程中人力及时间浪费，提高处理效率及降低农产品损耗，并达到提供消费者安全饮食需求的目标。

该项目初期选择水果产品作为试验点，并获得卓兰镇农会的配合，以农会所属果菜市场的低温仓库所贮存的农产品为试验对象。该仓库有近千平方米的冷藏库设施，作为区域作物调节供货使用。

目前，该库在进出货时，均以纸笔登录后再键入电脑中做成记录，因此相关登录作业相当耗费人力，乃至作物生产旺季时作业处理负担重，且农产品长期处于相对高温环境再进行冷藏将容易发生腐坏等症状，进而造成农民损失。另外，各类鲜果的运销过程不同造成提货时间不一，致使农会必须全天候指派管理人员随时登录使用农民的出货情形，而造成人力成本提高。

卓兰镇拥有日夜温差大、干净水源与肥沃土壤的果树生长自然环境，加上农民的栽培技术，一年四季均有高品质风味水果生产。在每年7~10月适逢卓兰镇高接梨的盛产期，为了产销调节，农民每天下午在采收后，先在产地分级、以纸箱包装，然后运送到仓库前；由仓库作业人员计数后，将纸箱堆叠，放入仓库中，再配合市场的需求，分批出货售出。

该项目利用RFID相关技术进行仓储管理，以降低产品仓储过程中人力及时间浪费，提高处理效率并降低农产品损耗，建立较佳的生鲜蔬果储藏管理模式，

相关记录拟提供作为后续农产品运销咨询机器产销履历物流资讯。

该系统分为以下几个部分：

（1）管理资讯系统：含基本码管理、库存编码管理、使用者权限管理、中介软件连线组态设定、资料同步整合机制等。

（2）货物进出库管理系统：具有入库管理系统、出库管理系统、查询系统（可查询农民、产销班、货物种类等条件）等。

（3）人员进出库管理系统：具有入库管理系统、出库管理系统、查询系统，并可与货物进出库时间相互比对等。

（4）交易记录管理系统：含农民管理资讯（包含新增、删除、查询等）、账务资讯系统（包含表单输出等）、流通状态查询系统等。

（5）查询系统：含查询系统（包含营业额、农民、种类、仓位等）、报表查询系统（包含营业额、农民、种类、库位信息等）。

（6）RFID 行动装置资讯管理系统：整合 RFID Compact 控制系统、盘货与稽查、货物进出库支援管理、寻找仓位与查询、与后台资料状态同步等。

4. 港口：应用物联网技术建设安全通道

我国的 S 港运用 RFID 无线射频技术，建设完整的港口到港口的安全通道。

S 港有 300 个需装载 RFID 电子标签的集装箱。集装箱分别从货主端与集装箱仓储端两种不同特性的作业模式开始进行实施，所有实施集装箱均在 S 港码头装船。

系统分为两种作业模式，一种是针对储运中心的出口集装箱加装 RFID 电子标签进行实施，一种是直接在货主端的出口集装箱加装 RFID 电子标签进行实施，两种作业模式的集装箱，均由集装箱车将集装箱运送到 S 港口码头的集装箱场。

该系统可实现储运中心或货主端由手持终端启动 RFID 电子标签锁，从而实时记录集装箱到达的时间与集装箱的安全状态，并实时将信息传至 TSS 系统等功能，进而达到有效保证货物安全的目的。

5.4　矿产行业

5.4.1　行业概况

矿业是我国的基础性产业之一，煤矿尤其在我国能源供应中占据了相当重要的地位。矿业安全不仅关系到人民群众的生命和财产安全，也关系到经济的健康发展和社会的稳定，这使得矿产行业在近年来得到了党和政府的高度关注，并成为社会热点问题，而它也必将在未来一段时间内继续得到社会各方面的重视和

投入。

近几年，全国主要矿产品产量稳步上升，对社会经济发展的保障能力也不断提高。矿产资源勘查开发“引进来”成效明显。我国近几年来开始更加注重双边合作关系和为企业服务。通过改善投资环境，进一步规范审批权限，近几年来外资勘查开采我国矿产资源日趋活跃。

另一方面，我国矿业企业“走出去”更加注重实效。通过加强基础设施建设、提高勘查开发利用水平，密切与国际矿业公司合作，促进目的国或地区经济发展，达到双赢的目的。尤其在油气，铜、镍、铝土矿等有色金属，以及贵金属勘查开发方面，我国均取得了新进展。

但是，我国矿产行业也存在一些不容忽视的问题。目前，我国的矿产资源特点为，总量丰富、结构性余缺并存、分布不均。主要存在大型、超大型的矿床少，中小型矿床多；难采难选难冶矿床多，易采易选易冶矿床少；贫矿多，富矿少；分布区与经济发展重心不匹配；供需缺口加大，后备资源不足；开发利用方式粗放，效率低，污染重等问题。

据对 45 种主要矿产可供性研究：2010 年可保证消费需求的矿产有 21 种，其他 24 种矿产难以保证需求；2020 年可以保证需求的矿产仅为 9 种。铁、锰、铬铁矿、铜、铝铁矿、钾盐等大宗矿产将长期短缺。但我国经济增长，对能源资源依赖度非常高。所以，在这种情况下，我国只有加强资源循环利用，提高矿产管理自动化、信息化程度，才能摆脱目前的困境。物联网可发挥其优势，应用于矿产自动化控制等方面。

另一方面值得注意的是，在我国矿产行业稳步发展的同时，矿山工人的安全问题也越来越值得注意。党和政府历来高度重视矿山人员的安全监测管理体系，近年来，国家更是对入井人数以及井下人员监测管理加大了监管力度。

具体来讲，完善矿山人员安全管理体系除了提高矿山各层管理人员的素质，和完善管理制度之外，高科技智能化的人员监测管理系统作为辅助手段也是必不可少的。大部分矿山（尤其是煤矿）井下环境复杂，现有技术条件下，井下人员定位困难，简单根据瓦斯浓度进行的安全预警误报与漏报时有发生、有效性较低，由环境变化、设备故障和人为因素引发的事故潜在诱因不能及时发现和处理，这使安全生产受到了很大的威胁。但物联网技术具有实时性、高稳定性、高效性等众多特性，因此其应用于矿山人员安全管理体系可很好地解决上述问题。

5.4.2 物联网应用需求

煤炭生产系统复杂、工作场所黑暗狭窄，人员集中，采掘工作面又随时移动，由于地质条件的变化会使移动的采掘工作面不断出现新情况和问题，如不及时采取相应的有效措施，可能会导致重大灾害事故，这就给安全工作带来了

困难。

目前来看，煤矿安全生产状况不容乐观。如何加强目前煤矿企业、集团公司、安全部门对煤矿安全生产管理模式，如何实现管理的现代化、信息化成为煤矿企业关心的问题。因此，建立能够全面掌握煤矿安全、生产信息，全面掌握矿区地面、井下环境信息、水文地理信息、煤层信息、巷道信息、机电设备信息及工作状态、井下人员分布及工作状态、每班产量等的信息系统就极为重要，生产单位应该能做到灾害预防、事故救助、应急预案、安全培训等。根据物联网灵活、实时等特点，可将其应用于矿山安全及人员管理等方面，其具体应用需求及相应技术架构如下：

1. 井下环境安全监测

井下工作环境复杂，煤矿生产中安全事故频繁发生，在这些事故中，绝大多数是由瓦斯爆炸引起的。因此，对井下的瓦斯浓度、风速、温度和一氧化碳浓度的实时、准确的测量是整个煤矿安全监测系统的关键。

瓦斯浓度超标是引起瓦斯爆炸的主要原因，加强对这些指标的监测，及时采取措施，使指标维持在安全生产的范围之内，是避免事故发生的最有效的方法。建立一个煤矿安全监控系统就显得十分必要。煤矿安全监控涉及控制终端、通信、控制技术等多个技术领域，其与矿山生产环节密切相关，目的在于对矿井上、下的机电设备运行状态进行监测，并对采集的数据进行处理，对设备、局部生产环节或过程进行控制。其主要功能需能够及时、准确地反映各类所需要的监测信息，从而完成对瓦斯浓度、温度、风速和一氧化碳浓度等环境参数及设备开停等不同监测对象的监测，以保证矿井的正常运行，以免发生意外。

物联网的核心技术无线传感网，由于其灵活性可将前段感知设备布设于人员难以到达之处及矿工身上，因此，将无线传感网应用于井下环境监测更为灵活且准确，这亦体现了物联网应用于此领域的优势。

2. 井下人员管理

近年来，全国煤矿一次死亡百人以上的特别重大事故已达数起。其中事故发生后煤矿企业由于目前采用的人员监测管理存在的弊病，无法及时、准确地提供矿下确切的人数，以致无法及时采取救援行动，无法控制现场家属由于不明确亲人是否下矿而由恐慌引起的现场混乱，以及事故责任也无法明确的情况引起了国家和政府的高度重视。2006 年 10 月，根据安监总煤矿［2006］216 号，国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局、国家发展和改革委员会、劳动和社会保障部就加强煤矿安全生产工作规范企业劳动定员管理发表若干指导意见。其中指出要加大对合资和改制煤矿企业的安全监管力度，强制控制入井人数，推行有效的井下人员管理系统。

井下人员管理，可划分为井下人员进出管理、矿工定位、矿工体征监测等多

个方面功能。人员进出管理可对矿工的进出矿井情况进行监控，这对于人员管理相当必要。另一方面，一旦发生意外，救援人员需了解矿工的位置及其生命体征状态，以便制定高效科学的营救方案，而此时对于矿工的定位以及体征监测就极为必要。

3. 自动化控制管理

发达国家在实现矿产行业生产过程中的自动化控制管理，最早是建立在综合机械化的基础上进行的。

过去的一段时间内，矿业的自动化控制管理正在向自动化和机电一体化迈进。矿产行业正由劳动密集向技术密集转化，从根本上改变了矿产行业的面貌。这一发展证明了用现代先进技术去装备和改造矿产业是其首要的手段，这也就为矿产业自动化技术的发展指明了方向。20 世纪 70 年代中期到 80 年代初期，国外一些先进采煤国为适应高产高效的需要，在监督与控制方面不断采用电子和计算机等新技术、相应开发出采煤机自动导向系统、监测与故障诊断系统，支架的电液控制系统以及通信、信号系统。机电一体化技术的开发和应用不仅可最大限度发挥设备效能，而且由于高度准确的在线诊断，从而大大提高了设备的安全性和可靠性，增加了设备的开机率。这就在很大程度上避免了由于采煤集中化生产而可能造成全矿停产的风险。

近年来，以信息技术为先导的高新技术成果正迅速渗透到矿产行业。多种技术手段的综合应用，是未来矿产行业实现自动化控制管理的趋势。充分利用微电子、微机、PLC（可编程序控制器）、网络技术以及集散控制系统等新技术来完善和提高这些系统的性能、增强其可靠性，可以使其技术面貌上个水平。数字通信的突出优点是抗干扰能力强，易于加密，有利于多种信息的传输和交换。设备简单经济、易于集成。为改变矿产行业的技术面貌，提高其管理水平，将矿产系统的通信逐步向数字化过渡是必要的。当然，由于模拟通信目前占据着主导地位，向数字化发展就需要一个过程。当前，矿产业已大量采用监控（数字处理、数字传输）计算机及光纤技术，开展数字通信的研究已经具备了条件。

5.4.3 物联网技术应用架构

1. 井下环境监测系统

生产环境监测通过布设在掘进面和矿工随身携带的传感器，系统可以实现对如下物理量的监测：

（1）瓦斯浓度；

（2）温度；

（3）湿度；

（4）粉尘浓度。

矿工用随身携带传感器的方式，将传感信息的获取分散化，每一个井下作业的矿工都成为一个移动的探测器，可以将其所处位置周围的环境信息实时地传回位于地面的控制中心，使系统对于相关安全参量的探测更为及时有效。在对相关安全参量和相关设备运行状态参量进行实时测量后，系统通过自有无线网络将数据传输到中央控制系统，控制人员即能依此对分布在广泛区域内的多个生产作业面的情况进行实时监测和分析，及时发现潜在险情等情况。同时，控制中心还可与专家知识库系统互联，从而实时对各类反馈信息进行数据挖掘，从而给出科学的参考信息，最大限度地减少对潜在险情的误报与漏报。其技术架构如图 5-15 所示。

图 5-15　井下环境监测系统技术架构

2. 矿工管理系统

（1）矿工定位系统。矿工定位可通过无线传感网或 RFID 等多种技术手段实现。其中较为常见的方式是以无线传感网为基础，在矿工身上携带传感器节点，因而可通过判断矿工接入的固定传感节点从而判断矿工位置，并对其进行追踪，实时掌握矿工的位置信息。一旦发生透水、瓦斯爆炸、塌方等生产事故，系统即可将人员的定位信息传输回地面，这为及时的营救带来了技术上的便利。

另一种方式是通过在井下固定位置及矿工身上分别安放 RFID 标签及读卡器，即可通过判断 RFID 读卡器接收到的标签所处位置来判断矿工所处位置。

（2）矿工体征监控系统。当相应监测手段成熟后，系统可以通过扩展在矿工身上所搭载的传感器，实现对矿工生命体征的监测，在发生生产事故的情况下，系统即可以判断遇险矿工的生存状况，同样为救援提供了关键的信息。

3. 矿山自动化控制系统。

随着矿山现代化的发展，自动化程度相对越来越高，新技术和新产品应用越

来越广，其主要目的是实现井下和井上自动化。井下自动化包括通风、排水、压气等子系统；井上包括供电、选矿等子系统。目前也有很多的自动化单元产品应用到生产一线，如变频器、计量仪表等。

矿山自动化控制系统可从勘探设计、资源评估、矿山开采，到整个矿山生产管理的所有环节来进行综合管理，全矿井综合自动化系统采用统一、开放构架，利用自动化平台为矿井打造了一个安全、稳定、高速的管控一体化系统平台，实现生产过程自动化、安全监控数字化、企业管理信息化、信息管理集约化，最终实现矿井管理决策科学化、现代化和智能化。该系统由多个部分组成，具体描述如下：

（1）井下自动化通风系统。井下自动化通风系统是保障井下作业和人员安全的关键系统，该系统采用远程风机控制系统，高速可靠的光纤传输方法既能实现单人井上对多机启停操作，也能实现远程监控风机运行情况和历史记录，同时，数据可由无线传感网上传至以太网或通信网，以供上级调度监控。

该系统优点在于避免了机旁作业，保障了操作人员人身安全，并可节约电能等能源。

（2）空压机自动控制系统。空压机能否正常运行直接影响着生产一线的产品和效益问题，空压机自动控制系统采用 PLC 控制器，通过监测设备实时运行状态参数，可达到自动调控工作状态的目的。通过数据的上传，系统可实现调度中心站和空压机房的监控设备进行握手的功能。

此系统的自动化设计可减少空压机故障停机时间，降低维护设备的人力物力，节能效果明显。

（3）自动化供电系统。电力供应是井下工作十分重要的环节，自动化供电系统能保障电力系统运行的稳定与安全，减少停电事故。供电自动化趋于高集成度方向发展，能减少成本投入和管理投入。

（4）自动化充填系统。系统主要采用 DCS 控制系统，实现搅拌槽料位自动控制和尾矿、水泥、水淬渣、水的自动按比例给料，实现自动控制充填压力与联锁控制，能节省大量人力以及物料。

5.4.4 典型案例

1. 神东煤炭：物联网应用于矿区管理

煤矿矿区综合信息化系统是将先进的自动控制、通信、计算机技术、信息技术和现代管理技术结合，将企业的生产过程控制、运行与管理作为一个整体进行控制与管理，提供整体解决方案，以实现企业的优化运行、优化控制与优化管理，从而提高企业的核心竞争力。

综合自动化是煤矿实现高产高效的有效手段，对于提高煤矿的生产运行状

况、安全水平、事故灾害预测预报以及生产业务管理具有重要的作用。

本案例主体是针对目前煤矿的实际需求，推出的高效、可靠、安全的自动化网络系统。矿井综合自动化信息平台的主体是以矿用光纤工业以太环网和工业现场总线等技术共同构建的综合数字化信息传输。

系统可采集风速、风量、温度、转速、振动、电压、电流、功率、气体浓度、锚杆压力、钻孔应力等数据，其网络层设备主要由铺设在地面、井下的千兆光纤网及网络交换机设备、光电转换设备、路由器、防火墙、服务器等，以及用来无线覆盖的 PHS 网络或 Wi-Fi 网络等构成，这些网络构建了覆盖整个矿区的数据网络。

其核心矿区综合信息化系统，包含了矿区 3D GIS 系统、综合自动化系统、人员管理系统、视频监控系统、短信管理平台、矿区应急指挥系统、调度系统等。

该应用层软件提供了各种通用的数据接口，在此之上，生产单位可以方便地将提升机监控系统、安全监控系统、矿井通信系统、应急救援通信系统、视频监控系统、井下调度无线通信系统、大巷运输系统、选煤厂计算机控制系统、主通风机监控系统、压风机监控系统、中央泵房监控系统、工业电视系统等系统进行无缝链接，最后经过工业以太网平台统一传输到应用层上进行统一的管理，真正实现矿井“采、掘、运、风、水、电、安全”等生产环节上的信息化和自动化，从而达到优化生产、优化管理。

该系统依托矿井工业以太环网的高速控制网络，通过推进煤矿矿井生产过程控制，促进企业综合信息化，可实现数据采集自动化、业务信息集成化、信息管理网络化，最终实现煤矿管理决策科学化、现代化和智能化。系统建设特点如下：

（1）各生产过程全面实现自动化，并在信息中心分别对各生产环节进行监控，达到高产高效的目的。

（2）遵循先进、可靠、实用原则，尽量减少投资，节约成本。

（3）加强自动化系统、信息管理系统在煤炭行业的通用性。

（4）实现生产控制的实时数据库和信息管理的关系数据库的接口，能够实现信息系统对生产数据的无障碍存取。

（5）上位监控系统软件、网络管理软件等均基于 Web 浏览器模式开发，支持远程监测、远程维护。

（6）提供有效的网络管理和系统监控、调试、诊断技术，保证系统维护管理简明、方便、有效，在设备发生故障时能够方便及时地发现故障、排除故障。

2. 宁夏：矿山信息化

针对煤矿的实际情况，本着信息网络通盘考虑，兼顾煤矿原有建设投资和未

来发展需求，宁夏某集团矿山建立了一套完整的“感知矿山”系统。随着信息系统的建设，该矿区逐步实现了全矿信息化管理，最终全面提升了矿安全生产和运营管理水平。

纳入集中监控的主要生产环节覆盖生产、安全整个过程，包括主煤流运输、井下供排水、35kV 变电所、地面变电所、井下变电所、矿井通风、压风系统、给排水、水处理、主井提升等。

需要纳入集中监测的主要生产环节有包括矿井环境监测、火灾束管监测预报、综掘工作面、注氮、注浆等。

矿井综合信息化系统通信网络平台为 1000Mbit/s 工业以太网，分为地面 1000Mbit/s 光纤环网和井下 1000Mbit/s 光纤环网，地面和井下的环网以太网交换机分别挂接在环网上，并为监控分站接入提供 10Mbit/s 与 100Mbit/s 下联接口。每个环网有两个逻辑独立的单环，传输方向相反，且配置成自动切换的自愈环。

煤矿综合自动化利用全集成自动化的思想，是将矿井各生产环节的设备监控融为一体，与工业电视监视系统协作，利用工业以太网，在地面中央信息中心控制室实现对全矿井各生产环境和设备的监视和控制。并可将信息通过网络传送给矿级领导，使矿级领导在办公室通过计算机即可随时了解安全、生产、财务、人事、运销等各种信息，实现全矿井统一调度、统一管理。

煤矿数据中心服务器可以通过专线和宁煤集团信息中心联网，本地中心服务器作为集团中心网络的数据分站，实现煤矿数据采集和初步分析。经过处理的数据发送给信息中心，信息中心服务器做统一处理或存储。

该方案技术起点高、针对性强。一方面充分利用煤矿现有自动化设备，将不同时期、不同厂家、不同自动化水平的设备综合一起，实现统一管理；另一方面实现了煤矿综合自动化、综合信息化的目标，达到了国内先进技术水平。

5.5 地产及建筑业

5.5.1 行业概况

地产业是进行房地产投资、开发、经营、管理、服务的行业，属于第三产业，具有基础性、先导性、带动性和风险性。建筑业是物质生产部门，属于第二产业。地产业与建筑业有着非常密切的关系，因为除特殊领域的建筑产品外，它们的业务对象都是房地产。在房地产开发活动中，地产业与建筑业往往是甲方与乙方的合作关系，地产业是房地产开发和建设的甲方，建筑业是乙方；地产业是策划者、组织者和建设任务的发包者；建筑业是承包单位，按照承包合同的要求

完成“三通一平”等土地开发和房屋建设的生产任务。

近几年来，由于受到各方面因素影响，我国地产建筑业快速发展。中国行业企业信息发布中心发布的一项最新研究成果显示，2009 年我国房地产与建筑业企业快速发展，为应对国际金融危机的严重冲击、率先实现国民经济回升向好发挥了不可替代的重要作用。

2009 年，在国务院促进房地产市场健康发展一系列调控政策措施作用下，我国房地产市场持续稳步快速发展，房地产开发投资增幅逐步提高，企业到位资金增速加快，商品房销售市场稳步走高。研究成果显示，2009 年，房地产业增加值占国内生产总值的比重为 5.5%。全国共有房地产开发企业 8 万余家，从业人员达 195 万人。完成房地产开发投资 36242 亿元，比上年增长 16.1%。其中，住宅完成投资 25614 亿元，所占比重为 70.7%；房屋竣工面积 7.3 亿 m^2，同比增长 9.2%；商品房销售面积 9.5 亿 m^2，同比增长 43.6%。房地产开发企业资产负债率为 73.5%；房地产开发企业实现利润总额 4945 亿元，同比增长 36.6%。

研究显示，2009 年，全国建筑业企业（包括具有资质等级的施工总承包和专业承包建筑业企业，不含劳务分包企业，下同）7.1 万家，比上年下降 0.4%，从业人员 3673 万人，增长 10.8%；完成建筑业总产值 76808 亿元，增长 23.8%；实现建筑业增加值 15620 亿元，增长 25.1%，按总产值计算的劳动生产率达 185087 元/人，人均比上年增加 23282 元；企业实现利润总额 2719 亿元，上缴税金 2654 亿元，分别增长 23.5% 和 17.2%，资产总计达 62164 亿元，所有者权益为 21249 亿元，资产负债率为 65.8%。总体上看，建筑业企业生产稳步增长，经济效益进一步提高。

研究成果显示，中国大型房地产与建筑业企业的生产效益和经济效益不断改善，行业和企业竞争力不断增强，处于国内领先地位。但是，从与其他行业和国际对比来看，作为房地产业和建筑业，还存在企业粗放发展、结构不尽合理、投入产出效率偏低等问题。要解决上述问题，需要着力提升我国房地产开发和建筑业企业的竞争力，进一步完善体制机制，使我国房地产和建筑业企业向大企业集团化、国际化，中小企业专业化、市场化方向发展。

不难看出，发展房地产业及建筑业对于国民经济的发展十分重要，而使用科技手段，应用于地产及建筑业的内部管理及提高其生产信息化程度，则是较为重要的一步。作为近几年来发展较为迅速的技术之一，物联网技术应用于地产及建筑业可从多方面加快其发展，具体应用需求及技术架构下面详细介绍。

5.5.2　物联网应用需求

地产业及建筑业从需求来说主要分两个方向，首先是开发的房产的优化，主

要是为了增加其附加值，增加其对购房者的吸引力，以此实现更大的销售额和利润。另一个方面是从开发过程上，包括具体施工时的资源、流程控制以及对房产信息的管理等。由于该产业覆盖面较广，物联网在该产业内的应用需求也较为丰富。下面这两方面应用需求展开分析。

1. 智能供暖

近些年来，国家一直在大力提倡节能环保，而构建节能型社会也成为了当今社会的重大议题。传统的供暖方式，无法对供暖系统进行实时的监控与调节，并因此造成了很大浪费。采用物联网技术构建的智能供暖系统，在各小区住户家中安装温度监控装置，并通过以无线传感网为核心架构的平台，将各小区住户的室内温度，与供暖中控装置进行实时的反馈与互动，当各小区住户室内温度达到供暖标准后，一定程度上提高小区供暖效率，使得室内温度始终保持在一个恒定舒适的温度，并可根据不同时段不同气候调节温度指标，在避免能源浪费的同时，也为小区内住户提供一个舒适的居住环境。

2. 瓦斯报警

现阶段我国居民家中仍使用煤气作为灶具的能源，煤气管道的泄漏所造成的惨剧时有发生，危及人民生命安全，采用物联网技术的瓦斯报警系统，通过在住户的厨房内安装瓦斯浓度传感器可实时监控厨房内的瓦斯浓度，一旦发生瓦斯泄漏或在由于燃气具使用不当造成厨房内瓦斯浓度过高，系统会在第一时间内向住户报警，使得住户在第一时间内注意到瓦斯泄漏，并向小区物业管理部门发出警告信号，以确保在家中无人时发生瓦斯泄漏仍能被及时发现，方便小区物业部门及时采取措施和联系住户。该装置可靠性强，且精密度较高，可以为住户生活提供可靠的安全保障。

3. 智能安防

随着社会老龄化程度的不断加深，空巢老人的数量也在不断上升，保障老年人安全是全社会都在关注的问题。智能安防系统可以很好地保障空巢老人的安全。为每个住户配备一到两个便携无线射频报警装置，在按下报警键时，信号将由住户内的无线传感器节点接收并传至小区物业中心，使得家中老人在遇到诸如突发疾病，在家中意外受伤或有犯罪分子闯入时可以及时与外界取得联系，从而得到帮助。我们还可以考虑在无线报警装置上设有不同级别的报警案件，当发生犯罪分子闯入事件时，该信息在发至小区物业中心的同时还可通过网络传到当地公安机关，有助于迅速出警，使得家中住户的安全得到更全面的保障。

4. 远程抄表

现阶段，远程抄表这一技术已经进入了实际应用阶段，但已有的基于 GSM 模块的远程抄表技术，由于技术方面的限制，只能在每月月底或电卡、煤气卡即将用尽时给出一个反馈信号，并不能够实现实时监控甚至节能减排的作用。

智能化的远程抄表系统，可以提供一个较为频繁的实时数据反馈，形成水、电使用量的数据库，并在数据积累到一定程度后形成专家系统，用于分析用水用电高峰，最终反馈至国家电网公司等机构，形成智能化供电供水，从而减少资源的浪费，以达到节能减排的目的。

5. 建筑开发过程的控制管理

建筑开发过程中，建筑图的控制管理也十分重要。有时，修改只是一个细节，且变化并不能被全部记录下来。比如几英亩[㊀]校园内的电缆和管道，或局域网的路线和连接，以及建筑物内的光纤电缆的实际深度和路径来说，安排这些“基础设施资产”就是挑战性极高的工作。而物联网技术应用于这里是一种可行性极高的方案。

这里简单介绍几个方面的相关应用。

（1）地下应用：许多建筑工地上，在同一坑道中运行着各种管道和电缆，相邻的坑道都需要确保安全。这时可以使用特殊的地下标签识别地下物体和相连的节点或控件。将标签放入坑道，无论是为了维护、修理，避免开挖错误，基础设施的地下部分都可以精确定位。对某些节点和控件，如阀门、开关位置等，也可在标签中加入传感器进行识别，无需挖掘或弄开节点。

（2）混凝土养护：布设于预压或现浇混凝土上的传感器可以为建筑公司提供有关水泥的实时、准确信息。预压混凝土梁和其他结构部件必须在重压之前，得到完全养护。如果过早重压，很容易裂缝或过早塌陷。如果等待时间过长，就会占用养护地的宝贵空间，不利于销售。现浇混凝土应用中，建筑公司需要准确预测水泥的状况。特别是对大型或高大的建筑而言，时间安排至关重要。因此，将物联网技术应用于混凝土养护可实时监测水泥及混凝土的情况，保证施工现场安排施工时间。

（3）布线：任何建筑都是电线、电缆、管道和风管的迷宫。即使最现代的建筑也要不断升级电器、电话、数据和暖通空调系统。使用物联网技术即可以用一种非侵入性的方式，加速特定材料的定位。这样通过准确识别线路，而不用移动很多天花板瓷砖，亦不用阅读褪色的手写标签或依赖可能不准确的线路/管道/暖通图表，进而大大简化了维护、修理和升级过程。

（4）分段/调度：任何重大的施工现场，在用材料建筑之前，都需要将这些材料安排在分段地带。尽管这些材料不一定走出视线之外，但跟踪它们也并不容易，因为它们往往隐藏在数十个或数百个类似组件之中。应用物联网技术中的 RFID 技术即可应用于此方面，RFID 标签可以追踪主要的结构零件及加热/通风/空调（HVAC）部件，控制装置和其他必须放置在特定地点的物品。升降机卡车和

㊀ 1acre（英亩）= 4046.856m^2。

其他设备上的读写器，可以在材料放置的地段读取标签，以确保快速检索并确认选中正确的材料。

6. 其他应用

很明显，物联网在建筑中还有其他应用，如人员身份、时间和出勤率、工具追踪、车辆和货场控制、货物接收、档案管理等。实际上，物联网可广泛应用于地产及建筑业的各个角落，而其应用领域则有待进一步发掘。

5.5.3　物联网技术应用架构

1. 智能小区

物联网的核心技术，无线传感网是一种能与多种信息采集模块对接的低成本、低功耗、多跳、多频、多点对多点通信的自组织无线网络，该系统能够对数据进行传输、融合、分析等操作，也可用于反馈控制。针对于智能小区的无线传感网一般由负责数据采集的传感器节点、负责汇总的 Sink 节点和中控系统构成。这里实现的系统平台主要分为两个子系统及一个控制中心。每一个无线传感网节点均拥有其特有 ID，以实现在控制中心的识别。

在各住户的厨房内布设一个传感器节点，该节点配有温度、瓦斯浓度传感器，报警接收器，报警器以及与水、电、气三表的连接装置，供电可直接引用家中电源，并在窗口处设置天线，即可实时监控家中的瓦斯浓度、温度等信息。同时在小区外围围栏及机房重地等地布设配有红外线监测装置的传感器节点，可实现对非法侵入的监测。在小区楼宇与物业中心间布设一定数量的中继，保证大量

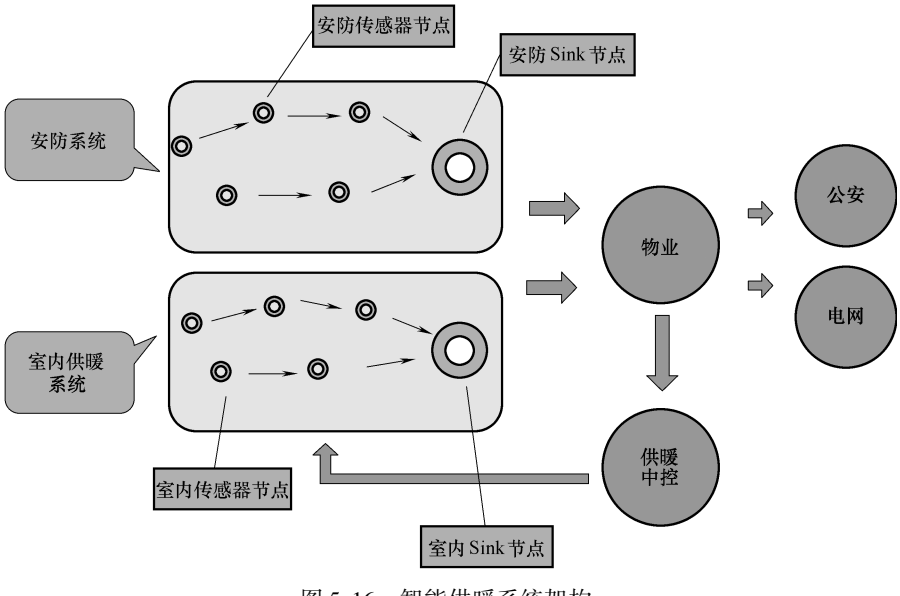


图 5-16　智能供暖系统架构

的信号可准确无误地传至位于物业中心的 Sink 节点。再由 Sink 节点将数据传递至中央控制平台，以完成对数据的处理与反馈。该平台与大网连接，将报警信号，以及用电使用情况等信息实时反馈给各相关部门。其具体系统架构图如图 5-16 所示。

此系统架构主要分为三级，底层为安防及用户室内的传感器节点，通过位于物业中心的平台，对多组数据及差分信号进行分类处理，最终转送至各相关部门从而达到反馈。

2. 智能楼宇

智能楼宇的核心是 5A 系统（办公自动化系统、通信自动化系统、消防保安监控自动化系统、信息处理自动化系统和楼宇自动化系统），智能楼宇就是通过综合布线系统将此 5 个系统进行有机的综合，集结构、系统、服务、管理及它们之间的最优化组合，使建筑物具有了安全、便利、高效、节能的特点。它涉及计算机技术、自动控制、通信技术、建筑技术等，并且有越来越多的新技术在智能楼宇中应用。

通过楼宇自控系统，采用先进的计算机控制技术，以丰富灵活的控制、管理软件和节能程序，使建筑物机电或建筑群内的设备有条不紊、综合协调、科学地运行，从而达到有效地保证建筑物内有舒适的工作环境、实现节能、节省维护管理工作量和运行费用的目的。

智能楼宇所希望达到的目标即智能化大厦通过一套独立的线缆系统去支持各种各样的应用。如今，移动办公、家庭办公室等概念已经变为一种对于传统商务模式的有效和必要的补充，对于企业内部系统的使用和管理，变成了随时随地一种方法。人们可以通过网页浏览（Web）的方式，软件客户端的方式来进行远程的监控、遥控和管理。融合基础架构的概念就是通过双绞线铜缆（UTP）和光缆所构建的高带宽、高性能，灵活、可靠、可扩展的系统平台，去支持除去消防安全、生命保障（Fire，Life，Safety，FLS ）和公共广播（Public Address）之外的其他智能化应用系统的传输支持。

实现楼宇智能化的好处众多。首先，将复杂的各个分离的多套系统架构，在系统架构上融合成为一套架构，使规划、设计、安装变得简单，节省前期投资成本。融合了多个系统的应用主干为一套物理上的应用主干，只是在逻辑上进行分割。终端系统采用统一的 IP 终端，因此均可以通过网络（如 Web 方式），进行远程访问和监视，使管理上更加直观、便利，提高了管理效能。

实践表明，管理工作中，使用较少的人力反而带来较高的效率。因此，通过融合基础系统架构和融合网络传输平台，将多种应用，在前端结合起来，并且再结合智能化配线管理系统提供良好的可视操作界面，更容易的去管理各个独立的系统，节省初期的投资成本，增加可靠性，降低管理运行成本。

5.5.4 典型案例

1. 北京市：物联网应用于智能楼宇

万霖广场位于北京上地开发区中心，交通便利，是一座集办公、商场、会议、娱乐为一体的综合性智能建筑，并达到5A级智能大厦标准。建筑共分两幢，总建筑面积6万m^2，地上四层、地下两层。楼内设有彩色闭路电视监控系统、可视对讲系统、门禁停车场一卡通系统、会议室音响系统、有线电视系统、综合布线系统、楼宇自控系统（设有空调、冷热源、照明、电梯、给排水、送排风、变配电等子系统）、物业管理系统及系统集成，真正实现了对大厦的分散控制集中管理。

（1）功能描述。

1）公共照明的控制方式可以是计算机时间表自动控制开或关、手动控制开或关、灯组控制。

2）空调系统包括监测送风、回风温度、手/自动状态切换、新风、回风阀开关控制等。

3）监测每部电梯的运行状态和故障状态，统计电梯累计运行时间。

4）监测停车场、门禁读卡机等设备故障状态。

5）集成CCTV系统。

（2）系统集成内容。

1）楼宇自控系统：万霖广场楼宇自控系统采用美国某公司自主研发的系统完成，该系统采用最先进的技术实现受控设备完全自动化控制，上位机软件与现场总线控制器之间通过行业内备受欢迎的LonWorks总线协议进行数据交换，包括冷热源系统、空调与通风系统、照明控制系统、电梯系统及与其他子系统的数据采集和状态控制都可以反映到监控系统软件中。

集中监控的信息包括：楼宇自控系统中空调、照明、电梯等设备的运行状态及故障报警，以及运行和检测参数的变化值（这些参数是温度、湿度、流量、压力、电流、电压等）。

2）空调系统：监测系统内各监测点的温度、压力、流量等参数的自动显示，设备的自动起停、PID控制、数据采集、故障报警等功能。系统具有独特的排程功能，可以以时间为序设定空调机组的起停时段，以达到节能的目的。

3）照明控制系统：对各楼层的配电盘、办公室照明、门厅照明、走廊照明等设备自动进行起停控制，并自动实现对照明回路的分组控制，对用电过大时的自动切换，以及办公室等的“无人熄灯”控制等。

4）电梯系统：对带有完全装备的电梯，利用此节点将其控制装置与楼宇自动化系统相连接，以实现相互间的数据通信，使管理中心能够随时掌握各台电梯

的工作状况，并可通过网络通信将现场情况用文字或图形显示于中控设备的彩色屏幕上，重要的数据可通过打印机打印出来作为记录。

5）冷热源系统：

① 对冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔及相关阀门进行监控；

② 机组起动后通过彩色图形显示各设备运行状态、故障状态、参数值及运行参数越限报警，通过鼠标可任意修改设定值，以达到最佳运行状态。

③ 中央监控站可以对冷源系统的各种设备进行监视报警，可以对冷源系统进行各种水温检测、流量检测、冷量与累计冷量检测。

（3）系统功能实现。通过系统的强大整合能力，将各个子系统进行有效的整合集成，可以实现以下功能：

1）全局数据共享：办公自动化系统可以通过 BMS 内的大容量实时关系型数据库共享楼宇设备系统中的各种信息。

2）远程监控、维护诊断：各子系统及中央集成管理工作站具有全中文的操作界面，人机界面友好。由于系统与生俱来的网络架构，可以实现远程监控、维护诊断及远程在线组态的能力。方便用户集中管理。

3）详细的数据记录查询：本系统提供详细的历史数据查询功能且存储时间无限制，可以制定值班、日、月、年报表，方便用户查询，且能实时显示记录各种运行状态信息、故障信息、各种统计数据。

4）跨子系统的联动操作：该集成管理系统中，系统主机可以监控全局的信息动态，各子系统之间也可以实现信息同步共享，实现跨子系统的联动，以及全局事件的管理，以增强系统对大楼突发事件的高速响应能力。

5）多样化的报警方式：系统的数据越限报警非常全面，可以以具体数字及百分比等多种方式设置，当有越限报警产生时，可以以动画、弹出窗口或声音、电子邮件等方式提示现场及远程的调度人员。

6）多角度全方位的监控：系统的客户端是免费，同时可按不同情况添加其数量，需要监控的客户端只需下载监控小插件即可实现整个系统的监控。

通过上述对智能楼宇中几大系统的集成，不但在 BMS 层面上实现了对楼宇中设备运行时的实时监控，而且还利用了其自身提供的完善数据库接口能力（ODBC），将 BMS 层面收集到的各种设备运行时间、能量消耗等与物业管理密切相关的数据通过该接口传送到 IBMS 的后台第三方数据库系统中，如 SQL、Oracle 等，并结合 IBMS 中各基本管理模块（房产及空间、住户、收费、设备、安全、环境、智能卡等）完成对整个楼宇的物业管理，最终使 BMS 和 IPMS 有效地融为一体，成为一个高性能、有效的智能物业管理软件，从而摆脱了人工烦琐劳动，为整体提高楼宇的物业管理水平提供了可能，最终使投资者获得尽可能大的投资回报率，并为客户提供了舒适、安全、便利的工作环境。

2. 青岛市：青岛数字中心大厦应用物联网技术进行改造

青岛数字中心大厦位于青岛市政府认定的唯一的示范工业园——青岛市科技园。它占地近 100000m^2，是该市的一幢地标性商务办公建筑。

该项目地下 3 层，地上 28 层，包括 23 台新风机组、12 台空调机组、1 个制冷站、1 个热交换站，以及变配电监测站等子系统。其具体物联网应用与节能减排改造如下：

（1）裙楼机组联动控制。双子楼低层建筑及地下室，建筑功能多样化，地下二层员工食堂，地下一层中国银行、健身会所，一层娱乐餐饮、大型商场。各个区域的空调机组起停时间不同，送排风机的换气次数也不同。首先，应对空调或新风机组进行定时起停，同时要考虑到送风机和排风机的联动轮流起停，拟定的换气次数近似值为：银行 4 ~ 5 次/h；商场 5 ~ 6 次/h；食堂日常定时开启，高峰期 5 次/h。与此同时，利用大空间多点测量二氧化碳浓度的方法，反复修订程序算法，调整新风阀和回风阀的比例。通过这种方式，将被控区域的二氧化碳浓度控制在 800 ~ 1300mg/m^{3}之间。

（2）冷源系统整改。由于大型公建的冷源是典型的耗能大户，所以节能先要从地下室的冷源整改开始。通过对室外空气参数的判断可知，有时没必要将所有风机起动，所有供水蝶阀打开。因此，业主最终增订冷却塔供水蝶阀，提高换热效率，减少没必要的系统能耗。

（3）时间排程模式。有些写字楼具有多功能性的特点，常会有 A 座为写字办公楼，采用空调机组 + 新风机组联控；B 座为酒店、公寓，采用新风机组 + 风机盘管的情况，在 BAS 设计过程中应当考虑到这一点。有时，酒店管理人员需要随时根据客人的苛刻要求修改一些设定参数。由于 BAS 常采用单一中控室的配置方案，遇到此种情况时便免不了让酒店管理人员和物业人员陷入频繁联系的麻烦之中。针对这种现象，此工程中采用了带 LCD 显示的时序控制器。它可以简单地理解为一个小型工作站，特点是可以进行两百余个网络变量的阅览和修改，并能与工作室的调用修改实时同步，互不干扰。在此项目中，这一模块起到了小型中控室的作用，促进两个部门间的协作。

（4）新风机组调试及运行效果。在针对于空气处理机组的调试过程中，有两个侧重点：

1）盘管水阀：水阀的控制主要是根据回风温度传感器的反馈温度信号，调节冷热水阀的开度，使送风温度趋向设定温度（PI 调节）；

2）新风阀门：新风阀的作用是控制新风量，所以要结合工况分析合理运用，起到节约能源，保护风机，使被控区域的环境状况处于最佳状态的作用。

（5）其他常用功能。

1）时间排程特点：利用控制器自带功能，直接进行 Plug IN 调用，无需修

改程序；直接在组态界面进行时间计划表的修改设定；大大简化操作过程，避免误操作引起的逻辑混乱。

2）最优起停控制特点：无需编写复杂的程序代码，仅需设定目标温度、目标温度设定点、室外温度三个参数，就可对室外工况进行判定，联合预先设定好的时间计划表，每天合理优化起停机组，达到节能的目的。

3）报警机制特点：可设置 10 种权限等级，方便物业管理；可根据报警设备的权重进行设置，屏蔽无关紧要的报警；可根据报警级别不同，进行颜色和声响的区别；可定时进行信息上传，并通过 E-mail 或短信的方式，通知不在场的物业人员，使物业部门及时作出反应和调整。

最终，建筑大部分区域被控温度的温控精度达到 1℃。空气处理机组、水泵、泛光照明实现手动及远程的直接操控，并可按照物业人员的需求进行时间排程的修改。通过累计时间以及温度布点平均算法的运用，机电设备的使用寿命得以延长，运行能耗得以减少。通过对监视数据进行趋势分析和汇总报表，单个供冷季，针对冷源冷却塔的节能方案使业主节约资金 12000 余元。综上所述，该项目整个楼控系统的运行得到了优化，节能的目标得到了实现。

5.6　交通运输行业

5.6.1　行业概况

交通运输业，是凭借交通线路和交通工具使货物和乘客实现定向位移的生产部门，其构成要素包括线路、运具、客流和货流、动力、终端设备等。运输方式主要包括铁路运输、公路运输、水路运输（内河航运与海洋运输）、航空运输、管道运输几种。交通运输是国民经济的基础产业和服务性行业。切实加快交通运输业发展方式的转变，对于促进现代交通运输业的可持续发展，为全面建设小康社会当好先行，推动社会主义现代化建设，都具有重要意义。

受惠于国家四万亿经济刺激方案，2009 年交通行业普遍加大了基础设施建设力度，其中民航方面投资超过 600 亿元，铁路方面投资超过 6000 亿元，公路方面投资超过 9000 亿元。这些投资有力地促进了交通行业整体信息化的投入，据预测，2010 年我国交通行业信息化投入增幅相对 2009 年有所放缓，但仍将保持近 25% 的增长速度，并将首次超过 300 亿元大关，其投资增长的最大拉动力，仍源自政府对交通行业基础设施建设的持续大规模投资。

据某机构报告显示，2009 年我国交通行业信息化投资总额相比 2008 年有了显著上涨。总体看，2009 年政府对交通行业大规模的基础建设投资，是拉动交通行业信息化投资迅速增加的最主要原因。

而在信息化投资结构中，硬件投资的比重将进一步增大。政府对交通行业大规模的基础建设投资，短期内必将首先带动交通行业 IT 硬件投资的规模和比例，其次是软件投资和服务投资的规模，这一特征在铁路行业和公路行业表现得尤为明显。我们的研究结果显示，2009 年中国交通行业信息化的投入中，硬件投资比例相对 2008 年进一步增加，由 2008 年的 53.2 % 增加至 55.6 %，服务的比例进一步缩减，由 2008 年的 21.5 % 缩减至 2009 年的 19%。随着 2010 年交通行业基础设施建设投资力度的进一步加大，整个交通行业的信息化投资结构中，硬件投资的比例将进一步加大，软件和服务的比例将进一步缩减。

交通运输行业发展物联网的核心在于为交通要素（交通对象、交通工具、交通基础设施）建立起以身份特征信息为核心的、可靠的、唯一对应的“电子镜像”，然后依托以传感器、RFID、网络传输为主的系列信息技术手段，将这一“电子镜像”真实、可靠、完整、动态地映射到应用系统的数字化平台上，再通过运行该平台，对“电子镜像”进行系统性、智能化分析与处理，从而实现对交通要素（交通对象、交通工具、交通基础设施）物理实体的监管、协调控制和服务。

交通行业发展物联网的应用核心在交通要素，而在其信息化建设过程中，智能交通也逐渐成为交通行业信息化投资热点。为逐步实现我国与经济快速增长相适应的交通运输体系，我国政府已将智能交通系统作为中国未来交通发展的一个重要方向，面对迅速发展的中国高速公路建设和城市改造与扩建，今后一段时间国家在加强交通基础建设的同时，将通过发展智能交通提升交通业的组织和管理能力，促进交通运输安全、环保和效率的改善。

针对于智能交通的投资将主要着力于以下两个领域：

（1）高速公路机电系统：高速公路的建设已经成为我国交通行业投资的重点之一，伴随对高速公路管理需求的进一步增强，高速公路机电系统，特别是高速公路的通信、监控和收费系统需求量将不断扩大，尤其是硬件投入比例会进一步增大。

（2）公路电子收费系统：电子收费是指不停车收费，即在车辆正常行驶的情况下，对车内的车载储值单元进行收费。我国政府非常重视电子收费系统的建设，根据交通部《公路水路交通中长期科技发展规划纲要（2006—2020 年）》，今后一个时期交通领域将重点放在高速公路联网收费和不停车收费系统的建设上。

由此可知，交通运输行业发展物联网需要从构建交通要素身份认证体系，构建交通要素信息精准获取体系，搭建交通运输物联网平台三方面入手，其应用需求及架构以下进行详细分析。

5.6.2　物联网应用需求

作为物联网产业链中的重要组成部分，智能交通具有行业市场成熟度高、行业传感技术成熟、政府扶持力度大的特点，在许多城市已经开始规模化应用，市场前景广阔，投资机会巨大，将成为未来几年物联网产业发展的重点领域。这里重点分析智能交通的物联网应用。

无线传感网作为一种融合短程无线通信技术、微电子传感器、嵌入式系统的新技术，逐渐被用于新一代智能交通系统等需要数据采集与检测的相关领域，从而给城市智能交通带来一次全新的升级。可以实时采集道路、基础设施、气象等多种实时数据，为道路规划管理提供第一手资料，达到真正意义上的感知道路，实施对各类交通工具（出租、公交、长途客运、家庭轿车等）进行监控、调度和管理。

1. 车辆调度管理

车辆调度管理是车辆管理公司（如出租车管理公司、长途客运公司、物流运输公司等）通过在运营车辆上安装车载定位终端，借助 GPS 定位技术、无线通信技术（CDMA 或 GPRS）、GIS 地理电子信息技术，实现智能排班、实时调度、分段限速、车辆安防等功能，从而进一步提高了车辆管理公司的运营和服务水平，深化了管理。

2. 车联网

车联网就是建立以车为节点的信息系统，利用物联网技术，将每辆汽车作为一个信息源，通过无线通信手段连接到网络中，进而实现对车辆和交通的智能管理。车联网包括车辆信息的获取、车辆信息的分发处理、车辆获得外部综合信息等三方面的应用。应用车联网可以实现多方面的收益：

（1）交通管理部门以极低的成本真正实现车辆、道路的全国统一管理。所有车辆实时在线，无论是本地汽车驶到外地，还是外地汽车驶来本地，管理部门都可以在网络上获得所需的车辆信息；通过对路口路段汽车数量、车速等数据的分析，实时动态流量管理；

（2）驾驶员可以通过车载智能终端实时收集路面车辆车况信息，对车行驶速度和路线进行调整。

（3）4S 店可随时了解车辆异常状态和位置，及时进行保养或抢修。

3. 车载视频监控

车载视频监控服务是智能交通系统的重要组成部分，它通过在车辆上安装摄像头，由摄像头把拍下来的画面或视频通过无线网络传送到监控中心。从而监控车辆内部或者车辆周围的实时情况。

4. 汽车信息服务

汽车信息服务可定义为通过内置在汽车、船舶等运输工具上的计算机系统、

无线通信技术、卫星导航装置、交换文字、语音等信息而提供信息的服务系统，其可为汽车等交通工具提供定位、娱乐、车辆诊断、安全保障等服务。

近些年来，由于人们对汽车使用便捷、安全、舒适等方面的需求逐渐增长，汽车信息服务产业在全球范围内得到了迅速发展。

乘用车驾驶员在行车过程中一般需求为安全、通信、导航、信息服务等，以及车辆保全需求。这些需求可大致归纳为几方面，即导航、安全、娱乐及资讯。

在导航方面，越来越多的驾驶员开始在汽车上应用卫星定位导航功能，并在地图更新、实时路况等方面有越来越高的要求。这也就要求汽车信息系统在传统车载导航仪的基础上更加强信息更新的及时性和即时性。

在安全方面，车主都希望对爱车实施最全面的保护措施，例如车辆定位跟踪、偷盗报警等。另外，在车辆运行时的参数监控与报警也相当必要，这样既解决了驾驶员在行驶时时刻了解汽车行驶状态的需求，又可在车主远离车辆时为其爱车提供最全面的保护。

除此之外，现代人越来越重视生活品质，这在交通方面即体现为车载娱乐及信息服务等方面需求的提高。车内的通信、娱乐、信息整合等，还可通过电子商务等增值服务为更多企业提供商机。

5. 海运航标遥测管理

通过航标监控终端，采集航标运行数据，并通过无线网络通信技术等各种先进技术实现对航标的受碰、位置移动等工作状态进行全天候监控的系统。该应用能够减轻工作人员劳动强度，减少航标艇的燃料费用和设备消耗费用，真正实现了智能化管理，使航标工作更好地为航运事业服务。

5.6.3 物联网技术应用架构

1. 不停车收费系统

车辆在通过收费站时，通过车载 RFID 标签实现车辆识别、信息写入（入口）并自动从预先绑定的 IC 储值卡或银行账户上扣除相应资金（出口），是国际上正在研究开发并推广普及的一种用于道路、大桥和隧道的电子收费系统。

据测算，电子不停车收费系统（Electronic Toll Collection，ETC）应用于高速公路收费道口时，单车油耗和尾气排放可以降低约 50%，同时道口通行能力提升 4 ~6 倍。如果以一位车主每周使用 ETC 车道 20 次（入口和出口各 10 次）计算，每年可节省时间约 14h。同样以一位车主每周使用 ETC 车道 20 次计算，每年则可节油约 15.3L。以上所有这些数据都是 ETC 实现低碳减排、绿色通行的最好证明。

2. 智能停车位管理系统

根据估算，在美国洛杉矶的一个普通美国社区，居民每天上下班都要找车

位，每年全市车辆为此所绕行的道路可以绕地球 38 圈，由此可想所耗费的汽油和能源是多么巨大。而物联网的应用可以免去居民为寻找车位而浪费的时间和能源。利用无线传感网技术对停车场车位进行动态监控，每停进一辆车，停车场内的传感器通过超声波、摄像或者地感震动方式将车位占用信息及时反馈到公共停车智能管理平台，显示当前的停车位数量。市民可以通过手机或电脑实时了解目的地车位情况，选择出行方式和地点，从而大大减少能耗和碳排放。

3. 车载调度管理

每台运营车辆上都安装车载定位终端，此终端通过无线传输模块，把定位信息发送给车辆管理公司的后台管理系统，后台管理系统根据这些信息，能够实时查询运营车辆的运动轨迹，从而达到最优化调度和管理的目的。此管理系统可完成以下几个功能：

（1）车辆实时定位：客户可在监控平台监测所管理车辆的实时运行信息，以及轨迹回放。

（2）报警管理：实现超速报警、围栏报警、防盗抢报警等多项功能。

（3）其他：车辆调度、车辆工作状态显示等。

4. 交通流量监控

通过埋藏在城市主干道路口的成千上万个检测线圈，可以定时收集和感知区域内车辆的速度、车距、道路占有率等信息。从而为路口交通信号控制提供精确的输入信息。此外，通过给终端节点安装温湿度、光照度、气体检测等多种传感器，还可以进行路面状况、能见度、车辆尾气污染等检测。系统的自动工作大大减少了交管部门的人力投入，提高了道路通行能力。据研究，当道路不畅时，驾驶者需要频繁地踩油门又踩刹车，而每次加减速的燃油消耗是平常耗油的 3 倍。如果能将平均车速由 20km/h 提高到 30 ~ 40km/h，平均油耗可以降低20% ~40%。

5. 交通要素的身份认证系统

发展物联网，需要从“物”做起。交通要素身份识别是构建物联网的基础。所谓交通要素身份识别，通俗说就是给交通对象、交通工具、交通基础设施这些交通要素赋予全球唯一的识别码，一物一码，再将它们的唯一识别码联成身份认证系统。

目前交通基础设施要素的身份认证体系通过同已经建立的交通地理信息系统相结合，基本上可以满足未来物联网应用对交通基础设施要素识别的需求。而目前的公交 IC 卡、一卡通服务系统，虽然暂时只是功能性应用，但是通过对后台数据的有效挖掘，将可以实现交通要素中“人”这一交通对象的联网识别。

在现有的交通信息化和智能交通发展基础上，接下来需要做的是推动无线传感网技术、RFID 技术等在物流管理、运输工具管理以及手机支付方面的应用，

构建“物流精准管理体系”、“车联网体系”，以及“出行移动支付体系”，从而有效实现运输工具和交通对象这两大交通要素的身份识别和认证。

6. 统一信息化系统

交通要素的信息获取体系主要是实时获取交通要素的相关状态信息与动态运行信息。目前交通运输行业已经应用了大量的交通传感器，来实时“采集”交通系统的状态、动态运行信息。如通过“感应线圈”、“视频检测”、“微波检测器”、“GPS”等传感器技术采集车辆、道路系统的运行信息；通过二维码等技术采集货物的身份和状态信息。

由于过去普遍采用“功能-信息”这一发展模式，各功能子系统“采集”的交通要素信息相互独立，而且存在信息重复采集现象；同时由于各子系统的数据接口标准未统一，造成采集的交通要素信息难以互联共享。

因此，要构建“物物感知”和“物物协同”的交通运输新体系，势必需要构建互联共享、融合协同的交通要素信息获取新模式，在现有的交通数据采集系统的基础上，接下来还需要做以下两方面工作。

一是制定交通信息化子系统数据输入输出接口标准。通过制定各交通信息化子系统应用的交通传感器的数据输入标准，规范所采集的交通要素信息的存储格式；通过制定各交通信息化子系统的数据输出标准，规范各子系统所能提供的交通要素信息的接口格式。从而为各交通信息化子系统所采集的交通要素信息融合提供基础，有效构建交通运输信息获取新体系。

二是建立基于 RFID 身份识别的交通要素信息采集体系。RFID 技术是物联网基础技术之一，未来的交通要素有些部分需要通过 RFID 技术唯一化地接入互联网。因此有必要研究基于 RFID 身份识别的信息获取、信息处理和信息融合技术体系。

7. 交通运输物联网平台

通过搭建交通运输物联网平台，将物理世界的交通对象、交通工具、交通基础设施等交通要素同虚拟世界交通要素建立镜像关系，基于智能化的数学模型实时再现交通运输系统运行状态，实现对交通运输系统海量物联信息的分析、管理和显示，为交通对象、交通工具、交通基础设施的互动提供系统决策支持，以实现系统功能的智能化和系统运行的最优化。

首先，交通运输物联网平台是信息服务平台，实时掌控各交通要素的功能交互和服务需求。其次，交通运输物联网平台是虚拟再现平台，通过各交通要素的网络接入，信息实时更新，再现交通系统的运行状况。最后，交通运输物联网平台是海量交通要素的运行监控与管理平台，其交通要素更新机制、交通要素寻址机制、物物关系管理机制、网络语义发现机制、交互语义翻译机制、交互服务定向机制以及功能访问安全机制的建立，关系到平台的运行，乃至最终交通物联网

络构建的成功与否。

综上所述，从以上几个方面入手，推动物联网在交通运输行业的发展，实现交通运输领域的智能化识别与管理，有效“感知交通”，构建“智慧的交通”，是未来推动交通运输信息化建设和现代交通运输业发展新的切入点，也是有效“感知中国”，实现“智慧地球”所不可或缺的重要组成部分。

5.6.4　典型案例

1. 2010 年上海世博智能交通

世博智能交通系统是指直接服务于 2010 年上海世博会的所有智能交通应用与服务系统的总称，是指直接为世博会特定用户服务的，集出行服务、交通监控、智能公交、决策支持、电子收费、应急救援等功能于一体的智能交通集成应用与服务系统。

其用户包括世博会游客、交通管理部门、交通运输企业、世博组织者、园区工作人员、参展商等；涉及的空间范围包括世博园区、周边交通管制区、世博快速通道、综合交通换乘枢纽、轨道交通网络、世博公交专线通道、世博园区游船航道等直接相关的范围，还包括上海市域、长三角、国内其他省市及国外与世博会有关的空间范围；涉及的开发领域包括出行信息、交通管理、公交运营、决策支持、电子收费和应急救援等领域；涉及的出行过程有出行前、出行中和返程交通服务等；涉及的服务层次有基本服务、特色服务。

系统的功能和框架：上海世博智能交通系统由“一个中心，六个应用系统”组成，总体架构如图 5-17 所示。

（1）一个中心。上海世博会 ITS 中心是各应用系统的总控制和相互之间的协调中心，实现各应用系统互通互联、数据交换和共享，与上海市交通综合信息平台以及其他的 ITS 系统进行数据交换和连接，是保障世博交通有效管理和信息服务的神经中枢。

（2）六个应用系统。

1）世博出行交通综合信息服务系统，简称“出行信息”。出行综合信息服务系统是指为广大游客提供覆盖所有交通方式的交通综合信息，能为不同出行方式、不同地方、不同偏好的游客全面了解世博会的交通状况，在游客出行前、出行中和园区内全过程中均能获得全面的综合的交通信息，并以“一个网站、一个电话”等简易方式提供服务。出行综合信息服务系统是世博会举办方为游客提供的最基本的交通信息服务。世博会出行综合信息服务系统由下列子系统组成：

① 世博交通网站；

② 手机用户交通信息服务；

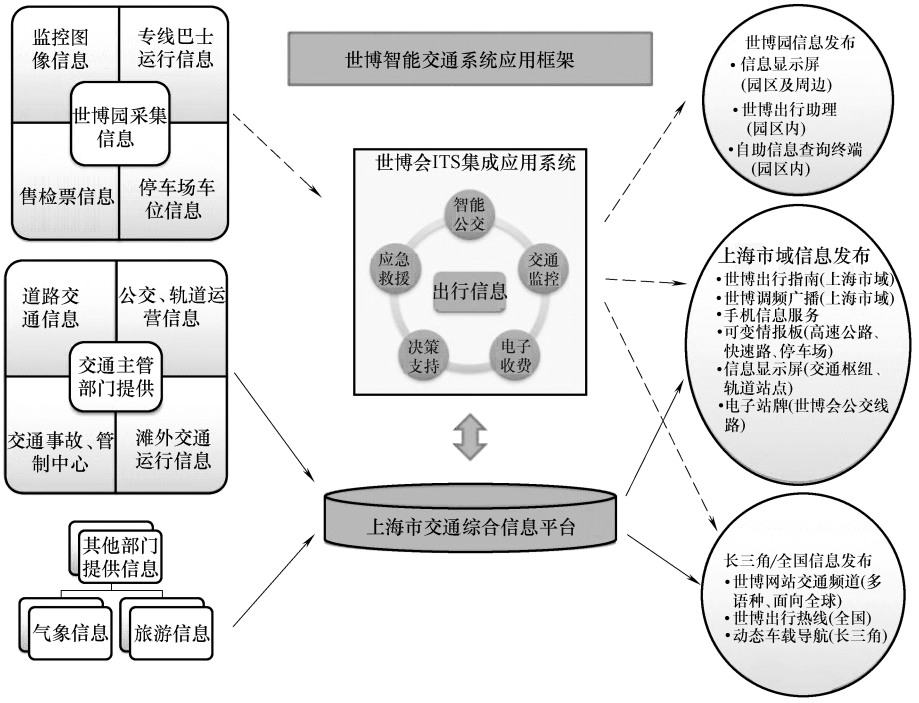


图 5-17 上海世博智能交通架构

③ 世博热线电话；

④ 交通电台专用频道、电视台等交通信息服务方式。

2）世博交通监控系统，简称“交通监控”。智能交通监控系统作为智能交通系统的一个组成部分，在保证城市交通安全、畅通方面发挥着巨大的作用。可以作为了解交通状况和治安状况的一个窗口，是公安交通指挥系统不可缺少的子系统。建立视频图像监控系统目的就是及时准确地掌握所监视路口、路段周围的车辆、行人的流量、交通治安情况等。交通视频监控的区域主要是城区主要道路，重点是交通流量大的路口、路段和事故多发点，所有监控视频信息全部送往监控中心，这一特点决定了交通视频监控网络为点对多点分散型网络结构，各点距离监控中心的距离有近有远，远点长达十几千米到几十千米。该系统有三级监控系统组成的具有高性能、多方面的检测手段，直观的数字检测显示、图像监视，完善的紧急电话报警功能，以及能及时、动态地发布警示、诱导信息的监控系统。

3）世博智能公共交通系统，简称“智能公交”。公共交通承载 85% 以上的世博会直达客流，是世博会的最主要的交通出行方式。公共交通信息服务系统是在公共交通运营调度信息系统的基础上，为广大使用公共交通的游客提供方便快

捷、完善周到、互动透明的换乘衔接信息服务、到站预告和预计行程时间信息服务等，力争公共交通快速准时，便捷舒适，尽量减少晚点延误和因信息不畅造成的拥挤。世博公共交通信息服务系统包括轨道交通信息服务系统、世博公交专线信息服务系统、水上巴士信息服务系统、出租汽车信息服务等四个子系统。世博会公共交通在交通组织与信息服务上应尽可能与常态下的公共交通相分离，将两股客流在时间和空间上适当分离，实行差别化引导服务，将会极大地提高运行效率，保障世博游客运输的便捷和畅达。为了有效地组织和管理公共交通，有序快速地引导世博会的公共交通客流，必须将这些为世博游客提供特定服务的公共交通信息系统，统一规划建设，纳入世博会交通信息服务系统框架的规划和建设范围。

4）世博交通决策支持系统，简称“决策支持”。根据上海世博会需求分析，交通决策系统将解决以下交通问题：进行交通流量调查，预测交通流量，拥挤属性分析，对交通拥挤进行疏导决策，对突发事件进行指挥决策，以及根据交通情况提供缓解交通压力的世博会策略等。其中流量监测、疏导决策主要由人机交互子系统调用模型库中的模型来实现，模型库管理、预案库管理、策略库管理由各个子系统来实现。系统框架如图 5-18 所示：

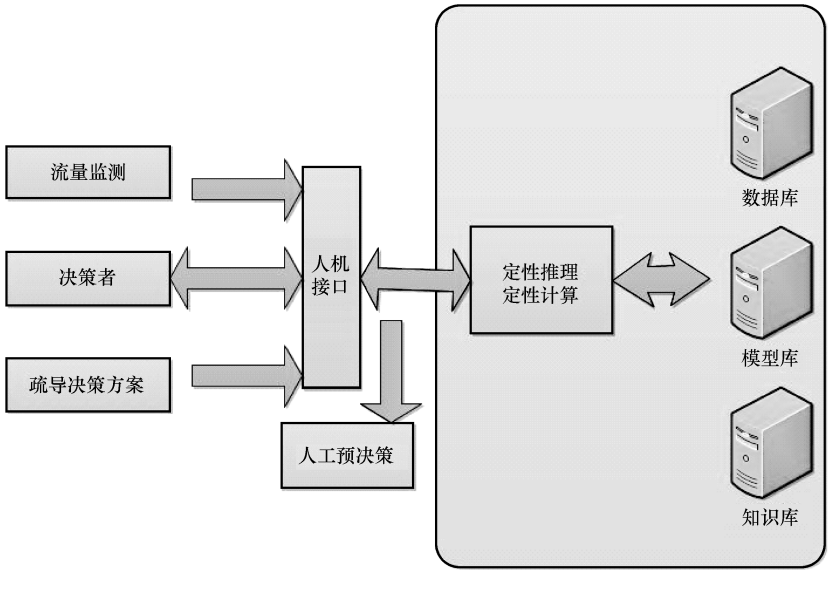


图 5-18　上海世博决策支持系统架构

5）世博交通电子收费系统，简称“电子收费”。电子收费系统通过采用灵活多样的票务管理机制、实现和预留多种收费模式和优惠方案，能够更好地配置城市公共交通资源；通过先进的、独特的系统安全技术，确保系统交易和数据的

安全性、完整性；通过交易/收益对账模式，解决各级运营机构之间的交易对账问题；通过灵活的、全面的管理卡模式，提供准确的、全面的运营基础资料，为交通运营公司提供全新的辅助决策手段。

6）世博交通紧急事件管理系统，简称“应急救援”。紧急事件管理系统（Emergency Mannger System，简称 EMS）是智能交通系统重要的组成部分，EMS 可以改善道路的安全性如减少二次事故，提高相关管理机构的运行效率，有效地利用现有的人力和物力，增大信息的发布范围和渠道，减少延误，减少事故反应时间，加快处理事件的速度，加快清理道路的速度，降低对环境的影响，降低运行成本，以及改善事件当事人、事件处理人员和其他道路使用者的安全程度。

2. 京津冀高速：不停车收费

截至 2010 年，北京市包括机场高速公路在内共有 15 条高速公路的收费站都设有不停车收费专用车道；天津市有 6 条高速公路的 13 个收费站设有不停车收费专用车道；河北省境内已建成 40 条不停车收费专用车道，涉及 12 条高速公路的 24 个收费站。

据省高速公路管理局有关负责人介绍，在京津冀办理了 ETC 业务的用户在上述高速公路的收费站口交费时，都可以通过不停车收费专用车道实现自动刷卡收费。三地高速公路管理部门通过不停车收费系统后台完成通行费的跨省（市）结算。

此外，在京津冀还没有设置不停车收费专用车道的高速公路收费站口，ETC 用户也可以将“IC”卡取下交由收费人员，进行人工刷卡收费。据了解，目前北京、天津、河北基本实现了所有的高速公路收费站口都可以进行人工刷卡收费。

5.7 电信行业

5.7.1 行业概况

电信业是基础性、先导性和战略性行业，不但在经济发展中发挥着不可替代的作用，而且在国家安全中扮演者举足轻重的角色。电信行业在服务业中有着重要地位并起着重要作用，是我国服务业中重要的组成部分，电信服务总量与服务业产值之比已高达 22.2%，并且增长速度较快，这一比例每年的增速至少都超过 10%。此外，电信行业与其他行业关联性强，对产业链上下游影响重大：电信业为国民经济的其他行业提供信息化基础设施和通信服务，同时电信业是通信产业链的核心，对设备制造业、信息服务业的影响巨大，通过电信行业发展，可以加速相关行业的信息化进程，优化结构和布局，提升国民经济的结构效率和运

行效率。

近年来，我国电信行业整体呈稳步增长态势。2009 年，我国电信行业发展充满了变数和机遇，虽然受全球经济危机的影响，国内电信业发展受到一定的冲击，但根据“2010 年全国工业和信息化工作会议”公布的数据显示，2009 年 1 ~9月份，国内电信行业累计完成业务总量 18826.8 亿元，同比增长 13.4%，预计全年通信业务总量增长率将达到 14%，业务收入增长 5%。虽然增长幅度有所放缓，但总体来讲，2009 年我国电信行业依然处于平稳的发展期。“3G 商用”与“全业务竞争”是 2009 年中国电信行业发展的主要看点。

在电信业务发展方面，3G 商用是 2009 年电信行业的最大热点。根据工信部的数据显示，2009 年前 10 个月，我国 3G 用户数不断增加。截至 2009 年 10 月底，我国 3G 用户总数已达 977 万。

在其他电信主营业务方面，虽然固话与小灵通用户持续萎缩，但移动通信用户以及宽带用户增长迅速。根据工信部的统计数据显示，2009 年国内移动电话用户已经达到 7.4 亿户，比 2008 年增长 1 亿多户；宽带接入用户数接近 1 亿户，比 2008 年增长将近 1500 万户，预计在 2009 年底，中国宽带用户将正式超过 1 亿户。

在电信行业信息化建设方面，在 2009 年全球经济危机的大环境下，虽然中国电信运营商的业绩受到一定影响，市场增长幅度有所下降，但总体来说，国内电信运营商依然具有较为充足的资金进行信息化建设的投入。国内电信运营商从业务发展以及市场竞争的客观需要考量，2009 年的信息化建设投入力度与 2008 年相比具有较大幅度的增长。电信运营商整合后的管理系统对接，现有支撑系统的升级换代、3G 业务支撑系统的建设以及增值业务平台的投入均有大幅提升。预计 2009 年国内电信行业信息化投入总金额将在 400 亿人民币左右。据相关研究报告指出，2009 年国内电信行业信息化建设具有以下特点：

（1）3G 网络建设引领电信信息化投入；

（2）全业务竞争带动业务支撑系统升级；

（3）增值业务平台建设力度加大；

（4）软件与服务投入所占比例增加。

2010 年，我国电信行业信息化建设方向逐渐倾向于系统的完善和补扩建。2010 年中国电信行业信息化投入在 430 ~450 亿元之间，增长率相较于 2009 年有大幅下降。2010 年，3G 业务依然是信息化投入的重点，3G 业务支撑系统的建设和完善继续进行，但在 2009 年的集中建设后，3G 业务支撑系统的投资额度相对 2009 年有所减少，3G 业务支撑系统的信息化投入更倾向于系统的完善。

电信行业的信息化建设，有众多方面可应用物联网技术，下面进行详细分析。

5.7.2 物联网应用需求

电信行业有其本身的特殊性，其组成企业在物联网产业链中扮演的是运营商的角色。以中国电信、移动和联通为代表的各企业对自身在物联网产业链中的定位都有过较为全面的分析，均认识到运营商将在一定程度上成为推动物联网产业大发展的重要驱动力量。

物联网具有海量信息的处理和管理需求、个性化的数据分析要求的特点，这必将催生对物联网运营商的需求量。对物联网运营商而言，面临的将是一个从无到有的市场，增长空间巨大。面对巨大的潜在市场需求，电信运营商势必会全力参与，但由于其本身存量市场庞大，增量体现在增长率上并不明显。以欧洲为例，到2008年二季度，来自M2M市场的SIM卡总用户数为1230万，占比在2.2%左右。从收益期角度看，由于网络运营是个长期的过程，物联网运营商的收益期与整个网络生命周期一样长。

现阶段各大运营商均加大了在物联网方面的投入各家纷纷制定自己规范，开发相关应用体系，并积极推入应用。可见从电信行业的企业来说其对物联网的需求主要是从寻求新的突破点出发，无论从规范到产品开发再到市场推动，现在的几大运营商均已经培育了各自的市场。由此可总结出电信行业的物联网应用需求分为以下几个方面：

1. 加强企业管理

电信产业的迅猛发展和通信技术的日新月异，以及经济全球化竞争环境的形成，使得改进生产方式、提高运行效率、降低经营成本及改善服务质量等管理工作成为目前各电信企业经营工作的重中之重。

2. 固定资产管理

固定资产作为企业资产构成的最重要组成之一，是完成生产经营任务的重要保障，同时对企业财务状况起着重大的影响作用。因此，加强固定资产管理，确保固定资产的完整、保值、增值，正确核算资产的数量及价值，明确经济责任，监督并促进固定资产的妥善保管和合理使用，不断提高设备利用率和完好率，充分发挥固定资产效能，为企业带来最大的效益是固定资产管理工作的核心目标。

固定资产管理当前更多地借助于传统的人工管理方法和手段，数据的采集和录入一直以来都是手工操作，效率低下、差错率高。后来出现的条码技术使这个情况得到了很大改善，但由于条码技术自身存在的局限性，令它们无法全方位地进入到电信资产管理领域的工作中，如电信的电杆、人手井、线缆等。

可以看到，当前电信行业的固定资产管理流程存在以下的不足：固定资产管理的财务管理部门与实物管理部门间缺乏业务联系和业务沟通，使得账面无法反映资产的存在；拥有大量的昂贵资产，但没有集成的信息系统，缺乏有价值的固

定资产管理信息，固定资产的管理困难，工作效率低；难以有效控制固定资产流失；资产清查费时、费力、效果有限，且“前清后乱”；运营成本难以及时、准确的核算。物联网相关技术可以使上述情况得到彻底的改观，使资产管理“透明化”真正成为可能。

5.7.3　物联网技术应用架构

企业资产管理系统

此系统建于 RFID 中间件和原先的基础件之上，面向服务的体系结构（Service-Oriented Architecture，SOA），灵活扩展同时兼顾安全和稳定，这一框架适合于 RFID 技术今后在企业内部的进一步应用，优化企业内部业务流程，提升企业资源管理的透明度和可视性。其架构如图 5-19 所示。

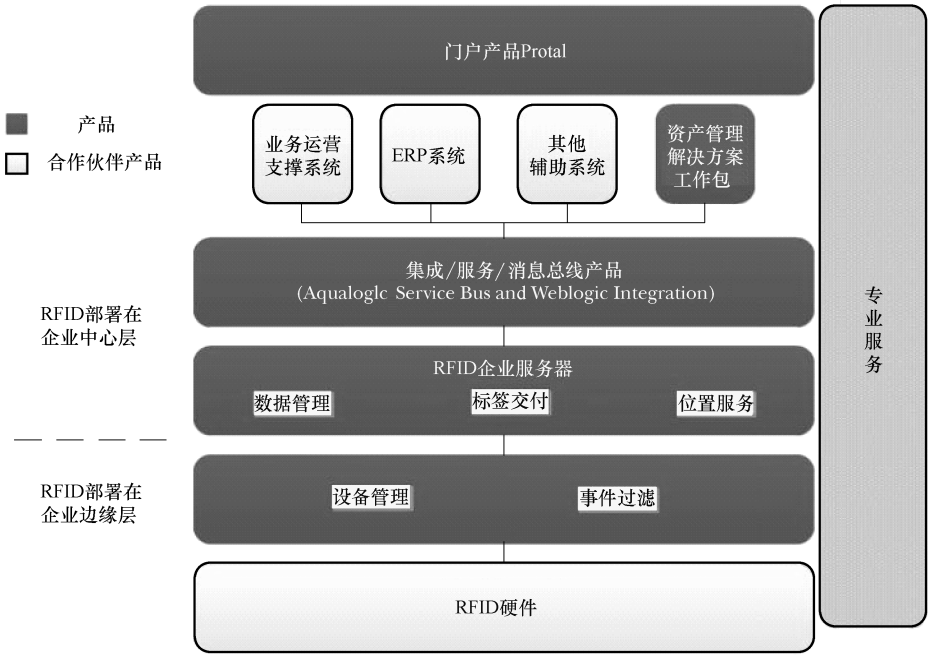


图 5-19　企业资源管理系统架构

使用线程多路技术，非阻塞 I/O 技术，提高边缘服务器的 CPU 利用率，采用“批量消息传送”机制，并把边缘服务器层作为事件源而非事件存储库，可以很好地实现系统伸缩。通过消除边缘层、企业服务器层，集成层，以及层之间的所有单点故障，可以很好地提供高可用性。遵循业界标准，提供开放的互操作框架。通过集中式门户框架实现 RFID 监控和管理，同时，通过与现有的企业信息管理框架无缝集成，可以很好地管理 RFID 应用架构的各个功能模块。通过提

供“一次成功”消息传输品质，保证消息入、出的事务一致性，以及异步通信，可以很好地保障消息稳定、可靠的传输。

图 5-20 所示为移动提出的 M2M 技术研究—系统架构，其目标是通过完善系统架构，提升端到端业务开发、运营、管理能力。

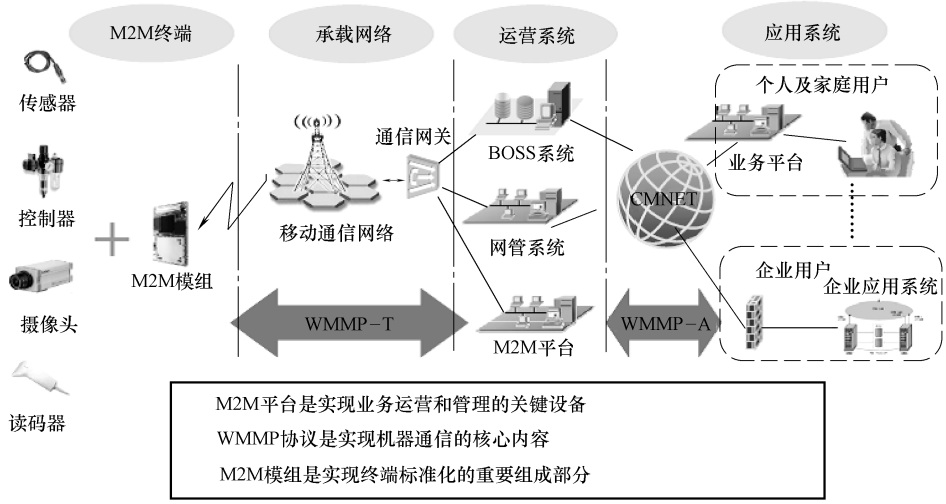


图 5-20　M2M 技术系统架构

5.7.4　典型案例

某地移动应用物联网内部管理平台

中国移动某地分公司推出物联网内部管理平台，主要包含以下几个系统：

（1）资产管理系统。移动公司需要大量仪器设备对通信网络进行维护支持，这些仪器设备的使用具有分布地域范围广、频繁出借和调用的特点。采用人工管理的方式，存在工作量大，易出错，账实不符的问题。因此，应用物联网相关技术对资产进行追踪管理，可减少人工管理的工作量，并且更加准确。

本系统采用 RFID 或条码技术对每个设备实现唯一标识，对电信机房的资产（板卡、机架等设备）进行管理，实现对板卡设备的实时定位监控，以及设备移动过程的全程跟踪。当机房设备（机架、单板等）未经放行进入过道会报警，同时在机房内部署阅读器，当被监控资产未经允许移动到其他区域时会报警。

整个系统具有远距离快速识别、高可靠性、高保密性、操作简单、维护方便等特点。资产管理系统可单独运行，不依赖、影响其他系统。利用 RFID 或条码、GPRS 或 WiFi 等物联网技术，实现资产变动信息与系统信息的实时一致，并采用短信告警提醒功能，将日常工作与管理系统紧密结合，使管理人员能够“全天候”、方便快捷地了解情况。该系统的使用，可实现以下几个方面的功能：

1）实现“资产全生命周期管理”和“资产实时自动管理”：利用 RFID 或条码自动识别技术和 GPRS/CDMA 网络远程无线传输功能，实现对资产生命周期（新增、调拨、闲置、维护、报废等）过程的智能化动态实时跟踪集中监控管理，整个管理过程无需人工干预。为企业投资决策、资产合理调配提供了准确的参考数据，有效地提高了资产利用率，减少无谓的设备投资和闲置浪费。

2）实现资产管理中的“人、地、时、物”同步管理：系统将资产日常管理工作有机地嵌入到资产管理系统中，对资产日常操作流程中涉及的任务、地点、实物、时间等信息进行记录，并引入短信提醒告警功能，由系统实现对日常工作的有效监管，减轻资产日常管理的压力，节约了每年投入大量人力物力进行资产盘点和调拨的成本，避免了各种因素造成的资产流失，提高了企业管理效益。

（2）机房设备监控系统。该系统由置于机房内的监测探头、短信报警器以及监视器，以及置于控制室内的中控终端等部分构成。这些部分协调运作，形成一个集监测、显示及报警于一身的系统。系统可完成以下几个功能：

1）机房内的温湿度等物理信息的采集与传输：通过在机房布设监测探头，可对机房内大型设备存放的环境温湿度等情况进行实时采集，这些数据可同时显示在监测终端以及监视器上，用户可通过观察这些实时数据实现对环境内温湿度情况的实时监测。

2）超标短信报警：此系统中的短信报警器可在监测数据的同时实现短信报警功能。即用户可通过监测终端对所需报警范围及报警手机号进行设置，当环境中的物理量达到报警范围时，系统即会向报警手机发送短信进行报警并对报警区域进行定位，方便用户及时对环境进行调整，以有效保持设备的良好的存放环境，避免由于此方面原因而造成的损失。

3）数据的查询与分析：监测终端配备有监测平台，通过该平台，工作人员可对数据进行实时查看，与此同时，系统也可对历史数据进行存储及导出，以满足不同需求。

5.8　电力行业

5.8.1　行业概况

电力行业指服务于国民生产和居民生活的电力需求的发电、输送配电和相关电力设备供应的产业组合。按照业务范围，电力行业可以分为电力设备与器材行业、发电行业、输电行业。在电力经营里，有发电、输电、配电和售电四大环节，相对应的分为电力生产企业、电网经营企业、电网调度机构、电力供应企业。按电力的来源分类，电力企业一般分为水电、火电、热电、核电、风电类

等。电力工业是国民经济发展中最重要的基础能源产业，是国民经济的第一基础产业，是关系国计民生的基础产业，是世界各国经济发展战略中的优先发展重点。作为一种先进的生产力和基础产业，电力行业对促进国民经济的发展和社会进步起到了重要作用。与社会经济和社会发展有着十分密切的关系，它不仅是关系国家经济安全的战略大问题，而且与人们的日常生活、社会稳定密切相关。随着我国经济的发展，对电的需求量不断扩大，电力销售市场的扩大又刺激了整个电力生产的发展。

2009 年全国发、用电量从年初严重下滑、年中企稳回升到年末大幅攀升，全年增速大于 2008 年，全社会用电量增长为 5.96%。全国发电装机容量达到 8.74 亿 kW，全口径发电量 36639 亿 kW·h。全国电力建设投资规模继续保持较快增长，电源投资结构继续优化，火电投资比例大幅下降，核电、风电投资比例较大幅度增加；电网投资增长继续加快，投资规模占电力投资比例已达 50.90%。2010 年前三季度，全国电力供需总体平衡，局部地区电力供需比较紧张。通过加大跨区跨省电力交易，有效缓解了电力供需矛盾，确保了电力有序供应。2010 年 1～9 月份，全国全社会用电量 31442 亿 kW·h，总体保持很高增速，但增速已经稳步回落。2010 年 1～9 月份，全国规模以上电厂发电量 30906 亿 kW·h，同比增长 16.1%，但受宏观经济调控以及上年同期基数逐步抬高等因素影响，增速自二季度起高位回落。

近年来，随着电力体制改革的进行，各个电力集团公司首先在有效管理上采取了一系列重大举措，其中信息化建设是重要的组成部分。电力行业信息化建设开展得比较早，IT 技术应用较为成熟。随着 3G 技术的成熟与推广，移动互联网技术正与传统互联网技术融合，电力信息化将进入移动互联网时代。随之而来的是，移动产品在电力信息化过程中将发挥越来越重要的作用，而物联网则成为行业信息化的有力推手。以下先对电力行业信息化的现状及存在问题进行简要分析。

1. 电力行业信息化现状

（1）网络系统初步形成。电力专用通信网经过几十年的建设已初具规模，形成了微波、载波、卫星、光纤、无线移动通信等多种类、功能齐全的通信手段，通信范围已基本覆盖了全国 36 个网、省公司，国家电力公司调度系统数据网络、国家电力公司信息网、电话会议网等设施已建成。

（2）信息技术基础条件提升。电力行业信息化基础条件近几年来逐渐提升，现以 2007 年为例。2007 年电力行业的 IT 采购规模达到 110.9 亿元人民币，比 2006 年同期增长 26.8%，依然保持着较高的增长速度。无论发电企业还是电网企业为了加强管理，提高生产效率，降低成本，提高企业核心竞争力，在信息化建设方面都加大了投入力度。有关部门测算，2008 年我国电力行业的 IT 投资规模为 139.9 亿元人民币，比 2007 年增长 26.3%，增幅与 2007 年持平。

（3）信息化程度较高。电力系统的规划设计、基建、发电、输电、供电等各环节均有信息技术的应用。各级电力企业在发电厂计算机控制、变电站自动化、电网调度自动化、电力负荷管理、管理信息系统、计算机辅助设计、计算机仿真、科研试验等领域有了一定的应用，在发电厂计算机控制、电网调度自动化方面取得了较高的水平。

（4）电力信息技术正向综合应用方向发展。电力信息技术正在进一步向综合应用方向发展。随着信息系统覆盖能力的增强，信息技术在电力系统有了进一步的发展。包括办公自动化（Office Automation，OA）、生产管理系统、设备管理系统、燃料管理系统、电力市场和营销系统、电力调度系统、送电和配电地理信息系统、呼叫中心（CallCenter）在内的单一信息系统大量投入应用之中。

2. 电力行业信息化应用存在的主要问题

（1）信息化建设没有融合移动元素。电力系统信息化开展得比较早，信息化解决方案也较成熟，但是，电力行业信息化在移动互联网领域应用较少，使得其信息化系统还没有完全发挥应有的效能。

（2）信息化系统存在“信息孤岛”现象。由于各个系统在规划建设时没有一致协调，系统的建设时间不一致、开发人员水平不同等原因，导致系统的硬件、操作系统、运行支撑环境、数据存储有很大的差别，系统之间很难互相共享信息，造成了系统条块分割，形成了一个个信息孤岛。

（3）信息化标准程度不高。我国电力企业的信息标准化程度不高。在整个电力行业，甚至在一个企业内部，往往都无法统一设备和原料的代码，内部信息孤岛很多。另外，由于行业的历史原因，部分地区的电力产、供、销三方的信息化建设程度参差不齐。这些因素均使得电力信息化，特别是企业管理解决方案实施的难度和成本增加。

（4）系统集成难度大。信息系统在电力行业各方面都得到了应用，不仅在操作层、控制层、管理层，而且已经延伸到了决策层，每个系统都能够解决一个专业范围内的控制和管理。但这也带来了一定的问题，这样发展起来的信息系统在信息的采集、加工和存储各方面，基本完全着眼于自己领域内的信息，这会给后期对各个系统的集成带来较大的难题。

物联网因其具有实时性、精细化以及稳定度高等特点，可对输电过程中的多种数据进行实时采集和传输，并可应用于电力企业内部管理，提高电力行业的信息化程度。下面就对电力行业的物联网应用需求及相应技术架构进行详细分析。

5.8.2　物联网应用需求

智能电网是未来电网的发展总趋势，也是电力行业与物联网相结合的较好的应用形式。现在普遍认为智能电网是当今世界电子系统发展变革新的制高点，也

是未来电网发展大的趋势。2009 年年初国家装机容量达 8 亿 kW，预计到 2020 达 16 亿 kW。智能电网技术的创新，为相关产业发展提供了重大机遇。其相关物联网应用需求如下：

1. 自动抄表

随着国家电网公司的两网改造工作逐渐推进，“一户一表，管电到户”政策的贯彻，用电网络急剧膨胀，抄表的工作量越来越大，使得供电企业对用电网络的管理任务日益加剧。如何把庞大且分散用户的用电量及其他数据及时有效而且准确无误地收集、统计及分析，成为供电企业一个迫切需要解决的问题。如何贯彻国家新能源政策，为下一步对居民用户进行峰、平、谷计价做好准备工作，需要管理部门完善抄表过程中的自动化水平。

现有的三种抄表方式均存在一定问题。人工抄表工作量大，效率低，而且带来的漏抄、误抄、估抄，甚至抄表人员同用电户合伙作弊，给供电企业带来不可估量的损失。而低压电力载波的自动抄表，因国内低压电网噪声污染大、负载多变，尤其是变频电器和中小功率电机，对电网负荷的影响，直接影响到通信可靠性和数据传输速率及实时性。点对点、点对多点的无线自动抄表（如无线掌机和无线抄表车）在工作效率及数据实时性方面尚不能满足供电部门的实际需要。由此可知，供电部门急需一种高效、可靠且实时性高的抄表方式，而物联网恰恰可以满足这几个方面的需求，因此，自动抄表是物联网应用的一个重要方面。

2. 应急处理

当今，严重自然灾害，人为事故灾难的频频发生，以及电力生产中的重特大事故，电力供应危机等，可引发大规模停电事故甚至电网瓦解，极大地影响了人们的生活和公司正常生产经营秩序，面对这种事故需要调动和协调电力公司各级部门和单位，统一领导，快速响应，积极行动，及时有效地开展救援、抢险与处置、电力供应恢复等工作。因此，建立健全有效的电力安全应急机制，正确、有效和快速地处置和应对电力突发事件，确保电力安全，是促进社会和谐、人民安居乐业的重要保障，对维护国家安全、社会稳定和人民生命财产安全具有十分重要的意义。

3. 资产管理

电力企业普遍拥有的资产庞大，比如发电站，变电站等。以广州供电局为例，为广州市 10 个行政区和 2 个县级市供应电力，供电面积 7434km^2，供电人口 953 万，供电客户 401.5 万户，目前有 110kV 变电站 154 座，220kV 变电站 27 座，500kV 变电站 3 座。庞大的资产导致在资产管理中仅使用单纯的纸面无法满足资料可视化的需要，企业清查资产或进行设备巡检并了解状况，常常要消耗大量宝贵的时间和人力物力，同时也需要员工具有很高的责任心。如果这个过程可以自动化，那么对于企业来说无疑是很好的解决方案。

4. 虚拟电网

（1）发电企业管理信息系统需求。从电厂来看，实时数据系统、资产管理系统、企业资源计划管理系统、机组经济运行专家系统、物资超市和电子商务系统、可靠性统计分析系统、实时成本核算系统、竞价上网辅助决策系统等，都是发电企业最为关注的一些系统。

（2）电网企业管理信息系统需求。对于电网企业来说，变电站视频监控（无人值守）、输变电线路监控、三维输电线路动态维修维护；传统单一主机的调度自动化体系架构向客户机/服务器体系架构的转变；建设电量计费系统和电力市场交易平台等则是重点。

5. 通信成本

电力城域网需覆盖到所有营业所、配营部、变电站、供电所，如果均采用光纤接入的话，造成的建设投资将是非常巨大的。而且随之带来的后期维护以及更新的资金都将对企业造成一定的负担。所以对于部分设施如果可以采取无线接入的方式将会是一个理想的解决方案，这也体现了物联网应用的成本优势。

6. 输电线的监控

现在经常会发生输电线的老化，断裂进而导致的漏电，短路以及连带的安全事故，这个不仅对于普通用户来说存在风险，给企业带来的损失也是不可估计的。于是针对输电线路的安全性和使用寿命等问题而研制的电力行业设备在线监测产品就显得十分必要。

7. 实时信息沟通

建立覆盖本部及所有下属分支机构的多媒体广域网和生产日报系统。通过该系统，可将本部及下属分支机构连接起来，较好地解决公司内部信息互通问题。

5.8.3　物联网技术应用架构

针对以上探讨的电力行业的物联网应用需求，可分别建立起相应的物联网技术应用架构，其具体分析如下：

1. 自动抄表

通过对自动抄表系统的实际需求分析，结合无线传感网技术特点和优势，认为采用无线传感网技术来实现“最后一公里”自动抄表是一个非常理想的解决方案。基于无线传感网技术的自动抄表系统结构如图 5-21 所示。

无线传感网可以将数百块电能表连接在一起，只使用一台采集器就可以完成与主站的通信，大大节省了价格较高的采集器的使用数量，也节省了 GPRS/CDMA 的运行费用。无线传感网具备自组织自愈能力，增加和删除节点、节点位置变化、节点发生故障等，都对网络影响较小，无需人工干预，网络仍可正常运行。从无线传感网、电能量采集器、到 GPRS 等公网，提供了从电表到计费工作

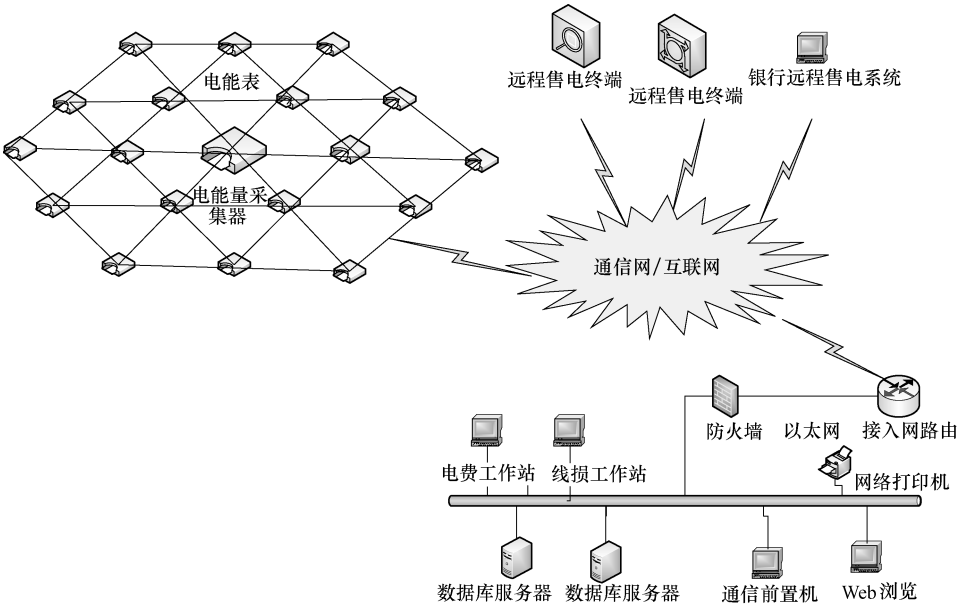


图 5-21 自动抄表系统架构

站的一个透明通道，电量数据及电费信息，在电能表、售电终端和计费软件之间加密传输，密钥组由供电局管理，保证了电量及电费数据的安全性。无线传感网自动抄表方案，既实现了用电预付费，又使供电企业能够获得电能量使用的实时数据，为实施峰谷计价做好技术准备，并为供电企业完善需求管理系统打下坚实基础。

2. 应急系统

此系统建立 IP 协同调度指挥中心，集语音、数据、视频等功能为一体，提供电话会议，视频会议，实时监控，E-mail、语音、传真等自动组播通知功能。还可加入热线功能，即免拨号摘机呼叫，可节省大量时间。它可实现电力应急管理与指挥的科学有据和事故处理的快速高效，亦可改变以往事故处理时领导小组需要亲临现场的电力应急管理模式，领导通过调度指挥平台犹如亲临现场指挥调度，快速高效，省去了到达现场所花费的宝贵时间，能够在第一时间处理突发事件，最大程度降低损失。

系统中应急指挥中心配备有大屏综合显示系统、操作台、会议室、值班室等设施，通过专业调度台对所有调度话机进行监控和一键点击调度操作；指挥中心调度员通过大屏综合显示系统和监控终端能够看到具体发生故障的具体位置，通过应急预案组一键呼叫功能，将此事件的应急领导小组成员均呼入会议中，进行紧急会议的召开，在第一时间解决事故。

此系统能够通过 IP 网络，融合无线，卫星、有线等多种网络，提供多种方

式的调度指挥服务，将调度台安装到应急通信车上，可机动地为现场领导、指挥人员提供移动调度服务。

此应急系统整合了由应急领导小组、应急小组成员、应急抢修队伍以及其他相关单位组成的所有资源。当发生大面积停电时，应急领导小组能够在第一时间召开紧急会议，对重大问题做出决策和部署，有效调度各相关职能部门立即开展事故抢险救灾，修复被损电力设施，恢复灾区电力供应等应急处理工作，应急领导小组可以与事故现场的指挥小组和事故处理人员进行实时通信。同时该系统可进行厂网之间、电力公司与地方政府之间、电力公司与电力监管机构之间、电力应急和社会应急之间的协调配合和衔接。

3. 资产管理系统

针对电力系统企业的资产管理需求，可考虑使用现代化的技术和完善的信息化系统来管理和分配资产。结合物联网技术的 RFID 技术，针对供电局的资产可视化及设备巡检等多个方面应用，此资产管理系统可提供完备的解决方案和实施计划。其技术架构如图 5-22 所示。

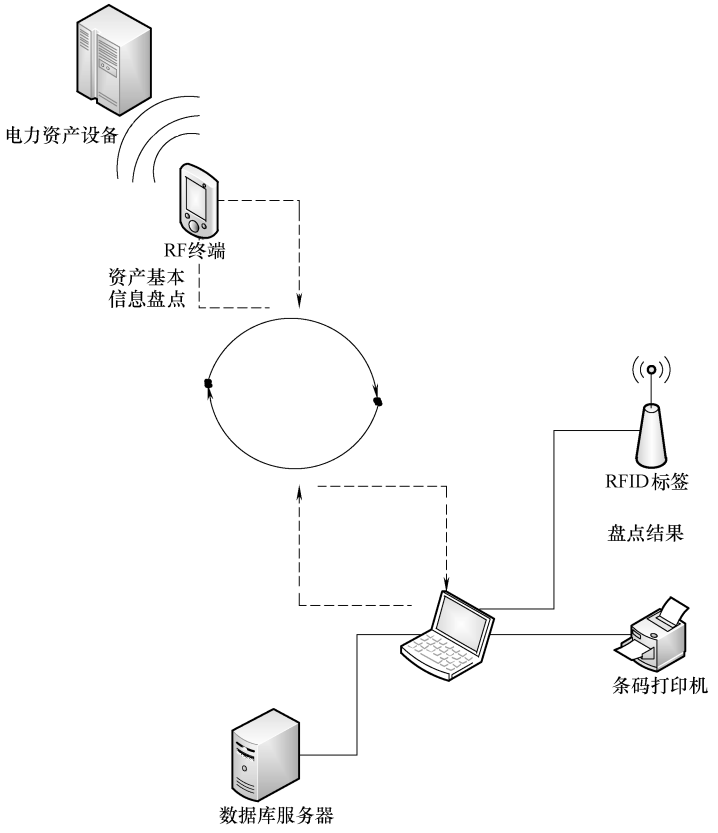


图 5-22　资产管理系统架构

在室外使用有源 RFID 保证了实时地获取资产信息，并且通过远距离读取方式保障了操作人员的安全。室内的无源 RFID 应用成本较低与有源 RFID 相结合，在保证系统可用的前提下减少用户的投资，从而获得了更高的性价比。RFID 可以支持写入数据，例如该资产的状态，并且可以在盘点的同时进行校对、标记，在软件系统的支持下确保可以对资产的整个生命周期进行管理。应用了 RFID 技术之后，由于可以一次读取多个标签，大大提高了盘点效率。使用高度集成的手持设备，可以同时支持有源、无源标签，并且可以使用条码读取作为系统的补充，使客户可以更加灵活地应用。室外有源 RFID 标签在电磁干扰情况下有效的稳定读取距离为 12m（50 万 V 主变设备下安全距离为 5m），最大读取距离为 25m。

4. 通信成本控制系统

系统采用 WiMax（Worldwide Interoperability for Microwave Access，全球互通微波存取）技术，用无线的方式开通宽带接入服务，连接各业务单位，提供数据业务、VoIP（Voice over Internet Protocol）语音业务、视频业务。WiMax 电力专网是一个全 IP 的网络，可以和现有的网络直接连接，充分利用现有的网络设备。基站提供标准的以太网口，支持 TCP/IP 协议，连接城域网。终端可直接连接二层交换机，综合接入设备，无线路由器和其他常见网络终端设备，提供数据、语音和图像传输。

WiMax 电力专网具有按需分配带宽的能力，合理分配带宽资源。可以订制 2000 种服务流，设置带宽范围，时延和优先级，实现端对端的 QoS（Quality of Service）服务。可向终端提供不同的性能质量的数据、视频、话音服务，保证重要的数据和业务优先发送，保证语音，视频等对时延敏感的业务传输流畅。在电力应急通信方面，面对自然灾害、突发事件或者临时施工的现场，需要架设临时应急通信系统。WiMax 基站的建立简单快速，覆盖范围大，可提供高速宽带接入服务，可以在短时间内提供 VoIP 语音和视频会议服务，为现场的应急指挥和调度提供通信手段。其架构如图 5-23 所示。

5. 输电线监控系统

该系统主要由两大部分组成：前端感知终端和后台中控系统。

前端监测终端安装在线路杆塔上，主要由各种传感器、摄像机、主处理器单元、通信模块和供电单元构成。前端感知终端采集上述传感器的数据以及图像数据，通过通信网络传送到在远端的后台中控系统，感知终端将当前的图像数据和相关传感器数据存到数据库或者硬盘中，电力监控网用户通过监控软件访问中控系统并从数据库或硬盘中读取当前杆塔位置的信息，为输电线路灾害预警提供依据。

该系统主要功能包括覆冰状态监测、气象参数监测、图像监测功能、电气参

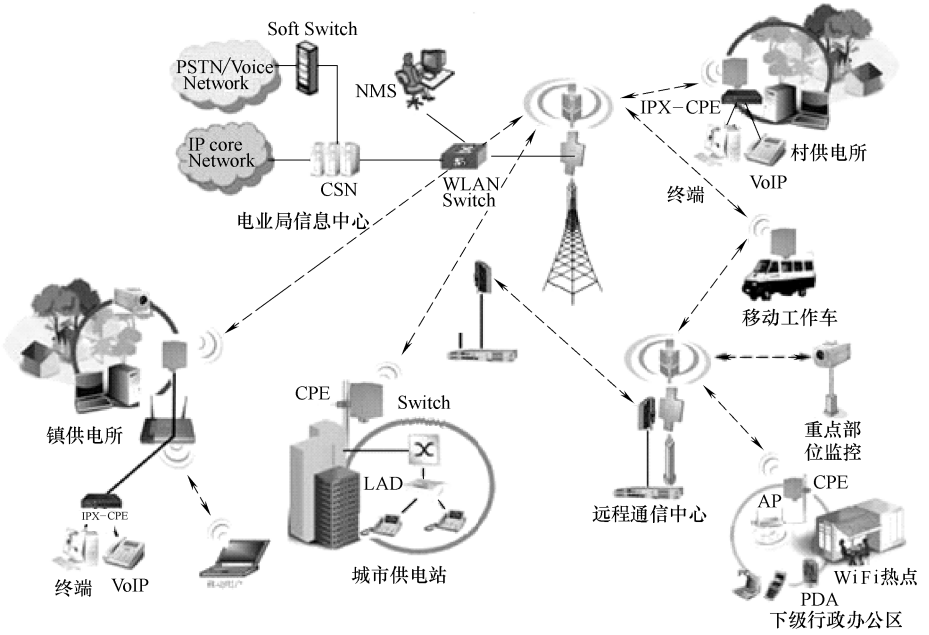


图 5-23　WiMax 架构

数监测、力学参数监测及导线温度监测等功能。

覆冰状态监测：通过相关的在线监测设备，实时测量导线重量、绝缘子串风偏角、风速、风向、温度等参数，分析软件综合上述数据、导线相关参数及相关数据模型，计算出目前导地线的等值覆冰厚度。

气象参数监测：微气象监测通过在线监测线路环境温度、湿度、风速、风向、雨量、大气压力等参数，对气象数据进行综合分析，将所有数据通过各种报表、统计图、曲线等方式显示给用户。

图像监测：通过在杆塔上或输电线上安装摄像装置，实现在线监测输电线路运行状况。通过图像监测可以直观地实现对线路覆冰情况的观测。远程图像监控适用于危险点、突发事故点的有效监控。

电气参数监测：电气参数监测主要指绝缘子泄漏电流监测。采集运行状态下绝缘子表面的泄漏电流和脉冲频次及温度、湿度等参数，将采集到的信息通过通信网络传输到中控系统，经过系统分析软件的智能分析和判断，显示出绝缘子表面的积污状态及其发展趋势，绘出各种变化曲线，在污秽过限时，发出报警信号；同时，系统分析软件能根据各感知终端采集的运行数据，自动绘制出各地市甚至整个区域的污区分布图，在经过一段时间后，系统还可以更新污区分布图，有效防止和减少线路污闪及冰闪事故，提高线路安全运行及信息化管理水平。

导线温度在线监测：通过采集导线温度，掌握各导线温升情况，当某处温度超限时及时通过短信的方式发给相关管理人员。该系统也为动态提高电网输送能力提供决策依据，增加输电能力，缓解电力紧张形势。

力学参数监测：力学参数监测功能除了结合等值覆冰厚度监测功能实现绝缘子拉力、倾角测量外，还可以实现导线振动频率的监测。

5.8.4 典型案例

1. 宁波市：打造核心区坚强智能电网

宁波市江北区人民政府将江北电网“十二五”发展规划纳入区国民经济和社会发展总体规划、区域控制性详细规划、城镇体系规划、土地利用总体规划等，将电网建设作为基础设施建设的重要组成部分，在变电站所址用地、电力通道走廊落实和政策处理等方面加大支持力度，建立完善电网规划与经济社会发展规划的衔接机制，提前做好项目储备，提高电网建设投资的总体效益。

根据《宁波电网智能化规划报告》，“十二五”期间，宁波电网建设总投资133.7亿元，其中智能化总投资32.2亿元。江北区作为宁波市老三区发展力度最大的一个区，将在“十二五”期间重点推进“智慧城市”建设和“低碳经济”发展，全面打造宁波核心区坚强智能电网。

2. 美国：15亿美元用于智能电网项目

Iberdrola S. A. 和 Central Maine Power 公司启动金额超过15亿美元的智能电网项目，用于升级缅因州输电网，以满足可再生能源发展的需要。

该项目旨在提高缅因州输电网的容量和效率，以确保其长期的可靠性。该项目也将支持在新英格兰地区开发可再生能源资源。

该项目是缅因州40年来最大的能源基础设施和首次电力升级项目，项目将于2015年之前完工，在项目5年的建设期里，每年将创造超过3000个就业岗位。

该项目将建设5座新的345kV变电站以及大约724km（450mile）新的或者重建的输电线路。输电线路的南端终点将连接新英格兰电网，横跨75个城市和乡镇，输电线路的北端终点将连接在缅因州来自加拿大奥灵顿的输电线路。

Central Maine Power 公司将对这一地区的电网进行研究，以确定升级基础设施对于改善周边地区输电可靠性的必要性。

3. 澳大利亚：IBM公司携手澳大利亚EnergyAustralia公司促进智能电网市场

据国外媒体报道，IBM公司携手澳大利亚EnergyAustralia公司获得价值1亿美元的智能集成项目订单，在新兴的智能电网市场取得了长足进展。

IBM公司将在EnergyAustralia现有的智能电网项目上，开展分布式发电、智

能计量和提供需求管理解决方案等一系列的工作。

该项目将是澳大利亚第一个商业模式的智能电网。由于物联网领域近几年的迅速扩张，IBM、Logica 这样的系统集成服务提供商已经看到了广阔的商业前景。迄今为止，IBM 公司已经参与了世界各地大约 150 个智能电网项目。

IBM GBS 项目组的工作人员表示，在信息和通信技术领域还会有更多的公司参与到这个项目中来，因为在未来几年的发展中，这个项目还会提供更多的机会。未来围绕智能电网将会出现一大批新兴产业。

5.9　制造业

5.9.1　行业概况

制造业是指对原材料（采掘业的产品和农产品）进行加工或再加工，以及对零部件装配的工业的总称。制造业直接体现了一个国家的生产力水平，是区别发展中国家和发达国家的重要因素。制造业在世界发达国家的国民经济中占有重要份额。制造业包括产品制造、设计、原料采购、仓储运输、订单处理、批发经营、零售等众多方面。

制造业作为我国工业的主体，总产值约占全国 GDP 的 42.5%，是国民经济的重要支柱产业。从国际形势来看，我国正在成为全球制造业的中心，我国是制造业大国，但还不是强国，表现在：第一，很多领域核心技术不在自己手里，尤其有些重大装备核心技术大量依赖进口；第二，我国制造业增加值率低，经济效益低，低端产品多，能源材料消耗高。因此，国家确定了通过信息化带动工业化的国策，推动制造企业实施制造业信息化。国家科技部已正式启动总投资 8 亿的制造业信息化重大专项，坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，可以说，现在的制造业信息化建设正如火如荼地开展开来。

从我国内部形势来看，随着全球经济一体化和加入 WTO，我国的制造业企业面临着更加激烈的国际、国内市场的竞争，所以如何才能提升自身的核心竞争力，在行业竞争浪潮中占有一席之地就成为了制造业企业不得不思考的问题。

实践证明，制造行业信息化综合集成应用是大型集团企业信息化的大势所趋。国外许多大型企业均通过数字化技术的综合集成应用，实现了产品研制、采购、销售等在全球范围内的协同。因此，产品创新设计、异地协同制造、集团企业经营综合管理等信息技术的集成应用是提高我国集团性企业核心竞争力、参与全球竞争的重要技术保障。下面对制造业信息化的发展现状及存在的问题进行分析。

计算机技术：制造业信息化历经一段较长时间的发展，早在 2005 年，即有

26.4%的企业建设了基础网络，应用快速增长。根据2003年的调查数据显示，制造企业每百人计算机拥有量已达18.7台，计算机联网率达68.4%，但是计算机技术仅仅是实现信息化发展的一种手段和工具。在生产制造中，唯有科学的流程管理才能带来效率的提升。

信息化管理软件：ERP在我国制造业无疑曾掀起一股风潮，由于国外几大管理软件巨头及国内管理软件企业的影响及推动，几乎是短短的几年时间，制造企业应用管理软件市场曾空前膨胀，以2005年为例，我国制造业ERP软件市场就达到了27.85亿人民币。越来越多的企业已经认识到管理信息化的重要性。与此同时，大家也注意到，单纯的软件产品针对制造业生产过程的管理接近理想的状态，由于缺乏实时、精确的生产数据源，ERP系统的强大功能无法从真正意义上实现，反而造成了其他管理部门工作量的增加，带来了新的浪费，制造业信息化重新回归到生产制造本身，精益制造的概念应运而生。

精益制造：近年来市场对制造业的要求逐渐苛刻，最高的产品规范、最低的成本、最快的上市时间和最佳的产品质量等给制造业施加了巨大的压力。事实上，缺乏供应链内的生产同步；缺乏评估生产绩效和生产跟踪的统计数据；在停机时调整资源规划管理的需求；生产跟踪和可追溯性的需求等问题，往往造成生产线上诸如过量的制造、库存的浪费、次品、等待时间、加工时间、大量的移动动作等现象，这些问题的不断解决就是精益制造的精髓。在推行精益生产的时候最被关注的则应该是如何采集实际物料流动的数据。

采集数据恰恰是物联网较为典型的应用形式，物联网因其具有实时性、精细化以及稳定度高等特点，可对生产过程中的设备、物料以及环境物理量等多种数据进行采集和传输，可满足精益制造的多方面要求，从而使制造业的信息化建设落到实处，并可提高效率，减少浪费。下面就对制造业的物联网应用需求及相应技术架构进行详细分析。

5.9.2 物联网应用需求

1. 车间管理

信息化、自动化、网络化、智能化、柔性化已成为现代制造企业的鲜明特征。随着信息技术、网络技术的普及和发展，特别是互联网技术解决了信息共享、信息传输的标准问题和成本问题，使得信息更广泛地成为控制、决策的依据和基础。为了降低成本和加快资金周转，需要进一步固化新的流程或新的管理制度，使其得以规范地贯彻执行，而信息系统的作用就在于可以固化管理和优化操作。

物料及在制品的跟踪（Working In Process，WIP）以及准时生产方式（Just In Time，JIT）、制造执行系统（Manufacturing Execution System，MES）是美国管

理界在 20 世纪 90 年代提出的新概念，近 10 年，这些方面在国外得到迅速发展，已经逐渐形成了一些专业的开发公司。目前，国内对这些方面的认识深度和研究、应用水平不高，与国外的差距正在拉大。

构筑基于 RFID 的物料追踪系统及 WIP 系统，可充分利用 JIT、MES 的先进管理理念与基本方法，通过对车间生产信息的实时反馈来进行加工数据分析和监控，加强车间生产控制，是提升制造业、尤其是传统制造业技术创新能力、市场响应速度、综合竞争力的重要举措。

RFID 在传统制造业中的应用是一套以生产型企业信息化应用为背景，针对车间生产线上的物料、在制品而研制的工业生产流程自动化管理系统，对生产过程中的“物料”和“在制品”信息进行精确采集、整合、集成、分析和共享，为企业生产物资的管理和产品生命周期的管理提供了基础信息解决方案，是车间制造管理系统的核心内容。系统的应用可以和 ERP、CRM、SCM 系统形成良好的互补，有效地解决 ERP 系统在物资和产品数据采集、数据准确性和实时输入等方面的问题，是实现工厂或生产型企业整体信息化的枢纽信息系统。特别是适合传统制造业应用的电子标签终端产品的自主研发以及基于此基础的电子标签的制造业应用系统，能够满足国家在不同领域，特别是在制造业、医药等重点行业应用电子标签的市场需求。

2. 供应链管理

今天，供应链已成为企业间竞争的关键领域，对供应链的整合和管理也意味着企业将面临一系列的新技术挑战。供应链是指从原材料到最终用户的所有实物的移动过程。包括供货商选择、采购、产品计划、材料加工、订单处理、存货管理、包装、运输、仓储与客户服务。成功的供应链管理能无缝整合所有合作者到供应链中。

合理而高效的供应链管理能够获取客户需求，共享整个供应链中的信息，使企业能够准确预测存货短缺发生的可能性，并及时进行补货以避免由此可能导致的任何延误，自始至终确保计划和执行的同步。通过供应链的协同，企业能够降低库存的规模、缩短投资的回报周期、改善产品和服务的质量，加快公司对市场的响应速度。

在供应链的管理中，最关键的技术是货物的跟踪，目前供应链管理系统中普遍采用的信息标识跟踪技术是条码技术，条码技术的种种不足，如一次只读一个标签，数据量有限、环境适应性差、同样商品具有相同的条码等限制了供应链效率的提高。

若采用物联网技术电子标签（RFID）技术就能较好地解决了这些问题。RFID 是一种射频数据采集技术，是最佳的货物跟踪手段，它优于条码识别技术之处在于 RFID 可以动态地识别高速运动物体并可同时识别多个电子标签，识别

距离较大，能适应恶劣环境。同时因为电子标签可唯一地标识商品，所以可以在整个供应链上跟踪货物，实时地掌握商品处于供应链的哪个环节上。因此，将物联网技术应用于制造业的供应链管理可使得企业获得更为高效、全面的管理效果。

3. 生产安全

生产安全问题一直是制造业备受关注的问题之一，近年来关于制造生产过程的事故也屡次发生，因此，做好制造生产过程的安全管理就显得十分必要。若能对生产设备进行实时监控，并对生产工人进行管理，则可大大提高生产过程的安全系数，减少事故发生率，一旦当有事故发生时，管理人员可及时得到反馈信息，就可在第一时间内对相关设备或人员进行处理，将事故损失降到最低。

5.9.3 物联网技术应用架构

1. 车间管理系统

物联网的技术之一 RFID 技术在传统制造业中的应用是面向制造业的工业信息化应用系统，利用高新技术特别是自动化技术、信息技术对制造业进行有益的改造和信息服务，是促进我国以出口为主的制造业发展的高新技术产品。RFID 在传统制造业中的应用针对我国制造业的实际情况，以开发先进的、集成化的、面向生产线的管理软件为目的，可以有效地提高离散制造企业的运行经济性和服务质量，该项目的开发成功无疑将在业界产生明显的推动效应。

将 RFID、JIT、MES、网络技术等应用于生产管控，准确、实时、全面反映生产过程状态信息，有效、敏捷地指导工业流程，与 ERP、CRM、SCM 形成良好互补，推动“透明工厂”的建设，推进生产、管理和组织架构的优化，促进 JIT 的生产模式的实现；将“物料”与“在制品”的追踪管理与品质、效益、效率、仓管、物流等紧密结合，促使车间劳动者、生产商与物料供应商形成利益共同体。

RFID 在传统制造业中的应用（MES）充分利用 RFID 的特性，采用特定的可安装于复杂工业现场的 RFID 数据采集终端，适应国内传统制造车间的环境要求，具备防潮、防油、防雷、防电磁干扰、防热等性能，满足对物料、在制品的无接触自动采集需要，并为管理系统提供信息输入接口和查询界面。

同时，在 RFID 数据采集终端的基础上，可以以物料及在制品跟踪为核心，开发出一套具备软件基础平台和系列应用模块的车间级生产执行管理系统。

运用 RFID 技术，可以改善传统工作模式，实现制造业对产品的全程控制和追溯。而开发一个完整的基于 RFID 的生产过程控制系统，就是将 RFID 技术贯穿于生产全过程（订单→计划→任务→备料→冷加工→热加工→精加工→检验→包装→仓管→运输），形成企业的闭环生产。

从发展的眼光看，在制造业实施 RFID 技术还可从原材料制造、采购到半成品加工、成品制造、批发、配送到零售，贯穿到全社会供应链的每一个环节，直到最终消费者。因此在制造业采用 RFID 标签，可以打破一个系统内部使用的孤立性，而将 RFID 技术向供应链上端延伸。将该项研究成果还可推广到其他相关的产品制造业应用，有很好的应用前景与行业示范作用。这些可以应用该项研究成果的行业甚至包括食品制造企业。

系统包括如下的工作：

（1）总体架构和系统模型的建设。通过对网络架构、工厂设备、通信路由、软硬件组合及系统规模与性能进行深入分析，确立监控系统软件与数据采集硬件设备之间的层次关系，确定各功能模块的划分，模块之间的接口，完成总体架构的建设。充分考虑系统的可集成性、可配置性、可适应性、可扩展性和可靠性。

（2）软件平台的架构建设。基于面向对象设计技术、分布式网络和各种先进的数据库及组态技术，建设适合即时、现场、远程监控的，便于扩容和修改的系统软件基础平台，充分体现面向离散对象的系统应用集成，支持实时活动，实现基于现场管理规则和综合管理知识的管控结合。主要包括软件系统功能定位、平台选型和数据采集、数据存储、网络应用、客户端查询浏览等架构组成的建设。

（3）功能模块的具体软件开发。生产过程建模，生产计划及生产管理，现场数据采集，物料跟踪查询，在制品跟踪查询，产品生命周期档案，质量及绩效分析查询，网际网络应用。

（4）工作流研究。设计工作流模型及网络数据流规划，支持各种控制和沟通策略，支持生产过程的各种工作流程，实现制造生产和管理过程的自动驱动、记录、跟踪、分析、信息共享等，并容易地集成 CORBA/STEP 以实现与 ERP、PDM、SFC 等的无缝集成，形成一个信息流的顺畅通道。

（5）设备通信与集成和数据接口技术。规范不同行业、不同类型的被监控设备与系统接口；各种设备和系统的数据格式及协议转换方式的研究，满足大容量、高速的数据存储和访问，具有实时、连续的历史数据检索与回放功能，提供复杂、特别的数据查询。

（6）智能化决策支持功能的实现。实时监控的目的在于为调度、运行操作人员的决策提供数据，如果系统能在反映生产状况的同时具有数据分析功能，进而提出操作方案和建议，其实用性才能得以真正体现。这一问题的解决有赖于智能技术的应用和专家经验的归纳表达。

基于 RFID 的车间管理系统层次图如图 5-24 所示。

2. 物流、仓储、供应链管理

上述车间管理系统主要解决了生产过程中的实时监控和管理的需求，集中于

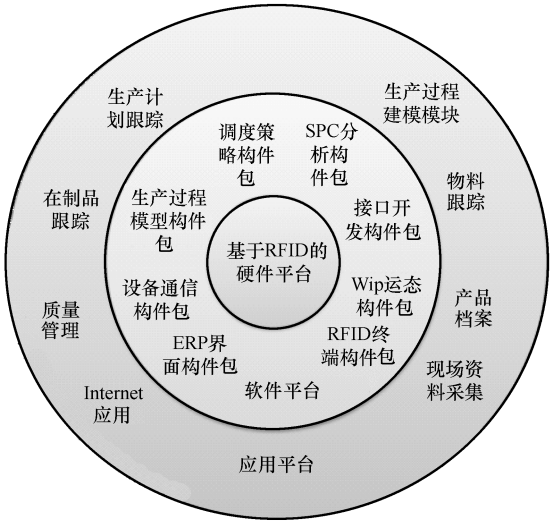


图 5-24　基于 RFID 的车间管理系统层次图

企业内部生产线的问题，这里的物流、仓储供应链主要是围绕着产品的外围运营来发挥作用的。

以仓储系统为例说明，面对每天都要重复进行的收货、入库的工作，如何才能快速地完成大批量货物的快速核对、收取。

现在绝大多数的仓库还是通过在货架上贴手写卡片来区分货位，对这些仓库而言这是一件费时费力的工作。而且还经常出现取错货物和多次重复取货的错误。同时对于大型的仓库进行停业盘点所造成的损失是显而易见的，是企业绝对不愿意承受的。但是不进行盘点又无法真实地掌握库房的情况，这同样是企业的管理者所不愿意面对的。在整个仓库作业中，叉车的资源是相对稀少的，如何将其充分利用是提高整个仓库工作效率的一个关键。要想充分地利用叉车，就必须通过管理系统进行叉车的调度，使其始终在最高效的线路上处于满负荷的工作状态。

利用物联网技术可以给出仓储系统可以很好地解决上述问题，仓储的流程图如图 5-25 所示。

打包贴标系统：在货物入库前，设置打包区域（这一步骤也可以在产品生产线上完成）。根据实际仓库管理应用需求，将相应单品按指定数量打成独立的包装，将操作信息写入标签内，悬挂或粘贴标签于包装箱上。其系统组成如图 5-26 所示。

出入库检验系统：固定式读写器 Reader/天线，传感器系统，过程控制器，指示灯，报警器，指示面板（指示收发货信息，装货信息等）。

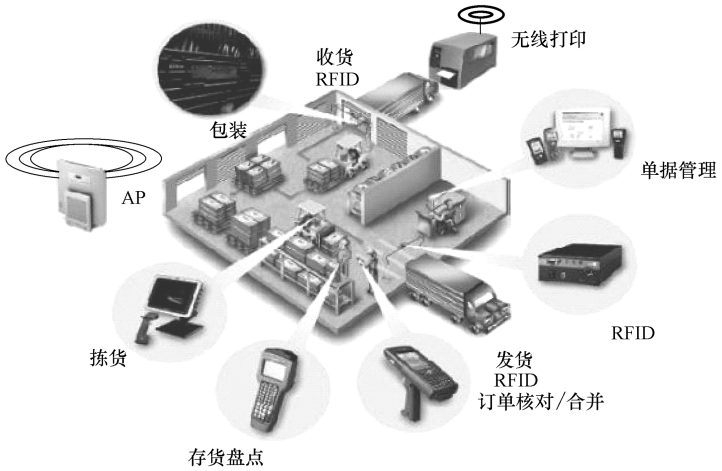


图 5-25　仓储流程图

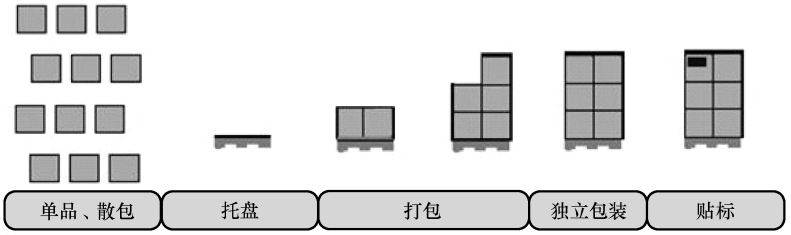


图 5-26　打包贴标系统组成

管理人员实时掌握库存物资的进、销、存状况，实现信息透明的资产管理方式；无需实施传统的盘点工作，从而减少物资的积压，加速资金周转，便于指导生产；解决了人工统计易出现人为差错和信息交流不及时的传统管理模式；减少了人工统计的工作量，提高作业效率；从技术手段上遏制不轨行为的发生。

如果企业各仓库和各分支机构的仓库均安装远距离射频识别设备，并实现系统内的网络连接，使之具备通行自动识别、进出实时记录、授权通行、非法进出报警、信息查询、数据分析等多种功能。对于实时、准确、完整地掌握物资流动情况，提高科学管理效能，将起到积极作用。远距离射频识别技术的实施，将有利于协助物流体系达到可靠的安全保障已成为企业信息化管理得力的伙伴，将更好地实现“有效监管”和“提高效益”的统一。

5.9.4　典型案例

BMW（宝马）公司装配线 RFID 系统精确定位车辆和工具

BMW 德国雷根斯堡集装厂采用一套 RFID 实时定位系统（RTLS），将被集

装的汽车与正确的工具相匹配，根据车辆的识别码（VIN）自动实现每辆车的定制化装配。由 Ubisense 提供的这套 RTLS 系统使汽车制造商可以在长达 2km 的装配线将每辆车的位置精确定位到 15cm 内。

因为 BMW 公司的顾客通常订购定制化汽车，每辆车根据顾客的要求进行集装，如特定的内饰、座椅和引擎。对于高端汽车制造商而言，如何向集装线工人下达定制化装配命令极具挑战。举个例子，在装配线的每一站，在下辆车进入卡位之前，工人大约只有 50s 的时间来执行指示；所以工人必须快速了解每辆车应该安装哪个部件，及安装采用的适当转矩——如采用扳钳拧紧螺栓。

公司曾测试、试用过多个方案，包括无源和有源 RFID、红外线和条码，希望能帮助工人快速判断到达集装线的汽车需要实施那些装配。直到最近，BMW 还采用一套条码方案，将条码贴在汽车的后端行李箱上。工人手持条形扫描仪读取每个标签的序列号，接着发送到制造商的后端系统，与汽车的 VIN 和装配要求相对应。

工人接着放下扫描仪，拿起装配工具，工具可接收软件（德国软件公司 IBS 提供）的指示，自动编程以正确执行所需任务。然而，这套系统过于耗时，易发生错误。在一些情况下，条码标签无法读取，只是因为工人忘记或没有足够的时间读取。

据称，质量控制部门经常会识别出成品车错误的安装部件，将车送回集装线进行修改。每年类似错误的成本高达 140 万美元。

Ubisense 和 IBS 合作开发的 BMW 工具协助系统（TAS），结合 IBS 的工具控制软件和 UbisenseRLS 技术帮助汽车制造商在 120 个工具站定位和识别生产资产、车辆和扭矩工具，每天可平均装配 1000 辆车。

这套系统于 2009 年 1 月全面应用，可以识别每一辆经过集装线的车辆，不仅能识别车辆位置，还有所有装配该车的工具。极其精确性对位置定位是非常必要的，由于装配线上每辆车与前面车的距离只有约 30cm（1ft），而经常会有 5 种工具同时被用于同一辆车。

当一辆 BMW 品牌的汽车空壳进入集装线，工人将其 VIN 码编入一个 UbisenseUWBRFID 标签，并将标签贴在汽车车盖上。标签接着通过一系列短信号（6～8GHz）发送汽车 VIN 号。约有 380 台 Ubisense 阅读器安装在装配线上方，获取读取距离内任何 UWB 有源标签发送的 VIN 码。这帮助系统识别每个标签的位置。另外，系统还测量每个信号的角度，以便更好地识别每个标签的位置。每一件工具也粘贴一张类似的 UWB 标签，根据工具是否移动，以不同速率发送其 ID 码。如果工具静止不动，标签停止发送 ID 码，直到有人将它取起。

当阅读器捕获标签的 ID 码，通过电缆连接将发送到后端数据系统。TAS 软件接着集成标签位置和现有的 IBS 工具控制，后者发送正确的命令到贴标车辆的

应用工具。

现在，RFID 基础设备已安装到位，BMW 公司可以将数据应用于其他目的，如追踪送回维修的位置。一旦工厂质量控制部门完成车辆质量检测，标签被移去，在车盖上安装 BMW 标志，标签可以重新使用。据称，这套系统最大的挑战是确保标签可以在高金属环境里被精确读取。工具和车辆的定位十分重要，UWB 阅读器的大型网络可以提供高程度的精确。公司已经与几家工具制造商讨论在运往顾客（如 BMW 公司）之前对工具贴标。

5.10　教育行业

5.10.1　行业概况

教育行业是一个相当笼统和抽象的概念，其包含的内容和业务比较多，它指的是知识传递过程中所产生的经济行为，其包括人群是全方位的。从年龄结构分类可以简单分类为基础教育、成人教育；从学习特点分类可以分为学历教育和非学历教育；从学习方式可以分为面授式教育和利用信息技术手段的远程学习。

教育行业中，学生的教育与安全管理一直是全社会关注的焦点，国家对此也非常重视：2004 年中共中央、国务院下发了《关于进一步加强和改进未成年人思想道德建设的若干意见》，明确提出“要把家庭教育与社会教育、学校教育紧密结合起来”；同年，全国妇联和教育部下发《关于进一步加强家庭教育工作的意见》，强调“充分认识做好家庭教育工作的重要意义”，“做好指导和推进家庭教育的工作”：2006 年教育部发布了《中小学幼儿园安全管理办法》，指出“学校应当建立学生安全信息通报制度，将学校规定的学生到校和放学时间、学生非正常缺席或者擅自离校情况，以及学生身体和心理的异常状况等关系学生安全的信息，及时告知其监护人”。

由此可知，社会各界对于教育行业信息化的需求正在逐渐增加。物联网核心技术无线传感网等技术的发展正在逐步改变着人们的生活和思维方式，同时也开启了教育信息化的大门。作为宣传信息化、推进信息化的重要事件领域，如何应用先进的物联网技术，将学校、学生的信息及时地传递到家长的手机上，家长能够通过手机及互联网实现与学校的互动交流，成为社会关注的教育信息化的一个亮点。

但是目前物联网应用于教育信息化也存在着一些问题。教育行业特别是中小学的价格承受能力有一定限制，专业维护人员也比较缺乏，尽管推出的各种方案确实是按照现今学生的需求所开发出来的，但是真正适用的人群却并没有预计的那么多，并且此种业务的实施需要老师和家长的全面配合，否则根本无法按照预

期的发展。并且这种合作模式都只是浮于表面的迎合需求，并没有与整个教育系统相嵌合，也没有与学校的上层行政机关达成一定的连带关系，因此需要较大的改进。由于教育行业的这些特点和方案本身的局限性使校园信息化的推广遇到了一定的困难。

另外从运营模式上说，有的运营商采取单纯的远程监控系统的老式盈利模式，另外的运营商采取的盈利模式本质上都是通过对家长订阅服务收费：运营商从收入中拿出一部分利润给学校自主信息化建设，另外给教师少量的话费奖励；剩余的作为运营商的增值业务收益。这样的盈利模式使服务者与被服务者之间关系颠倒，教育主管部门也被排除在校讯通业务之外。这样的盈利模式缺陷，除非一直免费下去，或是改变盈利模式，如果运营商对家长订阅服务彻底免费，转而开发与家长同路的媒体价值，或许能够开拓更广阔的天地。

5.10.2　物联网应用需求

对于学校、老师而言，联系手册、家长会等传统的与家长联系沟通的手段，或是缺乏信息的双向互动，或是缺乏针对性和时效性，难以有效满足当前的实际需求；另外，当老师在外时，也需要及时处理教务工作。

对于家长而言，急切希望随时获悉孩子在学习、生活中的情况。但在工作节奏越来越快的今天，传统的联系手段受到了很大的制约，家长希望利用现代化的沟通方式，提高沟通效率，加速信息获取。

对于学生而言，即使身在学校，也希望能够力便、及时地与父母联系；遇到一些需要家长、老师帮助的事情，能够及时地获得帮助。

针对教育行业中各个角色的不同需求，物联网均可为其提供符合其要求的应用体系，从而达到家长、老师、学校以及学生之间互联互通的效果，进而更好地保证学生安全，加强家长与学校之间的沟通。针对其不同要求，可按 5.10.3 节的方向构建物联网技术应用架构。

5.10.3　物联网技术应用架构

物联网应用于教育行业，可建立综合多个系统的服务平台，具体包括以下几个系统平台：

1. 家校互动平台

该平台为学校、家长、学生搭建一个互动交流沟通的平台，通过互动短信，学校可实现及时发送学校通知、传达学校指令、进行短信调研等功能；教师可将学生在校的情况与家长随时进行信息沟通；家长也可将学生在家情况与老师沟通或将教育中遇到的困惑随时向老师请教；学生也可以及时给教师、家长发送留言信息。

家校互动平台可减轻教师的工作负担，加强学校、老师、家长与学生之间的联系，使得学校教育、家庭教育、社会教育紧密结合，为学生的健康成长、形成良好品行提供了一个良好的环境。

2. 安全短信系统

系统为每个学生配备一张学生卡，学生进校和离校时，用学生卡在校园刷卡设备上轻轻一碰即执行刷卡操作，系统将给与该学生绑定的家长的手机发送短信提醒，家长即可获知有关学生到/离校时间等的信息。

学生家长通过平安短信，掌握了学生的行踪信息，对学生上学途中安全问题不再担心。

3. 移动教务系统

教职工和学生通过手机，随时随地进行移动教务处理或学校内网信息查询。

移动教务使得教师不再受到地点的限制，加快了工作进程；提高了工作效率；同时移动教务也让教职工和学生可以方便快捷地获取学校内网信息，节约了时间，提高了工作和学习效率。

4. 亲情通话系统

学生在校园信息机上摘机后刷卡，校园信息机屏幕显示学生监护人的电话号码，学生选择电话号码后拨出，实现学生与家长的语音沟通。

亲情电话系统满足了住校学生和低年级学生在想念家人时与家人取得联系的实际需求，也是学生在突发情况发生时联系家长的一种有效工具。

5.10.4　典型案例

1. 中国移动“校讯通”

2005 年夏秋之交，台风“卡努”正面袭击我国东南沿海某省，最大风力 17 级。为了学生的安全起见，该省各地市教育主管部门通过中国移动“校讯通”发出紧急通知，要求 9 月 12 日全省除个别地区以外的所有中小学校（含幼儿园）停课一天。很多家长回复了学校的通知，感激之情溢于言表。

“校讯通”在此次抗击“卡努”台风过程中充分发挥了现代信息技术的优势，是传统家校交流工具所无法实现的。许多老师和家长都表示家校互联让学校和家庭间的沟通完全不受时空限制，真正把平安家校落到实处，确实让学校省心，让家长放心。

2. 中国电信“翼机通”

一张电话卡可用作饭卡、学生证、借书证、门禁卡等多种用途，由中国电信推出的“翼机通”给学校的教学管理和学生的学习生活带来了方便，提升了高校的信息化水平。

“翼机通”是中国电信面向高校客户，通过定制“翼机通”终端，实现门

禁、考勤、小额消费（食堂、超市、水房、浴室、上机等）、图书借阅、校内就医和信息获取等多种功能，创造便捷校园生活学习环境、提升高校信息化水平的新产品。

此前，“翼机通”已经在工商、税务、医院、物流、金融、工业园区和公共交通等多行业实际应用，得到了客户的充分肯定。

校园“翼机通”将饭卡、学生证、借书证、门禁卡等多卡合一：对于校门、实验室等重要场所进行门禁控制，通过持卡人权限控制，加强学校安全管理；与图书管理系统结合，不用借书卡即可实现借阅、归还，还可通过短信完成查询、预约、到期提醒、续借等增值服务，轻松实现“一机在手、走遍校园”，更方便学生和教职工的工作学习和生活。

中国电信在推广校园“翼机通”的过程中，充分尊重校方的意见和学生的选择，得到广大高校的赞许，师生普遍认为“翼机通”的应用给学校的教学管理和学生的学习生活带来了方便，提升了高校的信息化水平。如果学生没有选择使用“翼机通”手机，经申请仍能获得校方提供的普通校园卡服务，不过无法享受到“翼机通”独具的、方便的、丰富的服务内容。

“翼机通”作为物联网技术在高校的应用，可使学校、学生充分体验到高新技术的魅力，对激发教学创新热情，培养信息技术人才，对增强校园和学生的安全性，具有重要意义。同时，高校应用物联网技术，对社会具有引领和示范作用，对我国在全球物联网浪潮中，抓住机遇，打造核心竞争力，将会发挥重要作用。

随着中国电信“翼机通”产品在校园市场的快速升温，不难看出，这种功能强大的信息化新产品必将成为推进校园信息化的主流方式和手段。

3. 南京邮电大学：开创“物联网”新生活

2010 年 7 月，南京物联网大会在南京邮电大学成功召开，南京物联网产业联盟正式宣告成立。

南京邮电大学于 2009 年新成立的物联网与传感网研究院，正在谋划“智慧校园”和无锡“物联网”示范区，届时高端科技不再“纸上谈兵”：教室里的灯可以自动开关，学生离开教室灯就自动熄灭，省心又省电；只要在自行车、笔记本电脑、手机等易盗、易丢物品上贴上射频标签就再也不用为它们的“行踪”担忧。南京邮电大学的学子在不久的将来就能够体验到这种高科技的生活。

据了解，南京邮电大学“宽带无线通信与传感网技术重点实验室”被教育部批准为 2010 年度立项建设的省部共建重点实验室。这是教育部在物联网领域中布局和建设的第一个重点实验室。该实验室将围绕泛在信息的传感、智能感知与处理，新一代无线通信网络与传输，物联网中多应用多业务的集成、管理和

安全机制等问题开展创新性研究，积极承担国家科技重大专项任务和地方重大工程，力争将实验室建设成为在物联网技术领域具有国际先进、国内领先水平的科学研究与技术交流中心、自主知识产权中心和高层次人才培养的重要基地。

5.11　医疗卫生行业

5.11.1　行业概况

医药行业是我国国民经济的重要组成部分，是传统和现代相结合，一、二、三产业为一体的产业。其主要门类包括化学原料药及制剂、中药材、中药饮片、中成药、抗生素、生物制品、生化药品、放射性药品、医疗器械、卫生材料、制药机械、药用包装材料及医药商业。医药行业对于保护和增进人民健康、提高生活质量，为计划生育、救灾防疫、军需战备以及促进经济发展和社会进步均具有十分重要的作用。在本书中所讨论的医药卫生领域主要指医药行业以及医疗服务预防保健等方面。

医药行业方面，近几年，在国家政策的驱动下，医药行业得到了稳定快速的发展。2009 年 1 月 21 日，国务院常务会议通过《关于深化医药卫生体制改革的意见》和《2009—2011 年深化医药卫生体制改革实施方案》，新一轮医改方案正式出台。新医改方案带来市场扩容机会、新上市产品的增加、药品终端需求活跃以及新一轮投资热潮等众多有利因素保证了中国医药行业的快速增长。2009 年，中国医药行业增加值增长 14.9%，同时我国医药外贸总体运行良好，医药保健品进出口逆势增长，进出口总额达到 531 亿美元，再创历史新高。

世界范围内，未来几年药品市场增长的重心将从欧美等主流市场向亚洲、澳洲、拉美、东欧等地区逐渐转移，中国医药行业仍然是一个被长期看好的行业。据预测到 2013 年中国将超过日本成为世界第二医药大国，2020 年前我国也将超美国，跃居世界第一医药大国。

医疗服务方面，医疗服务包括对患者进行诊断、治疗、防疫、接生、计划生育方面的服务，以及与之相关的提供药品、医疗用具、病房住宿和伙食等的业务。

计划经济体制下，医疗服务体系定位明确，中国医疗服务创造了一系列辉煌，在医疗服务各个方面都取得了很大的成就。农村和城镇的医疗服务也在这时全面展开，医疗服务的可及性大大增强。随着社会经济的发展，我国在医疗技术，服务水平和基础设施建设等方面存在的问题日益明显。这就要求人们不断探索新的发展途径。中国的医疗保障制度是在新中国成立后逐步建立和发展起来

的。由于各种原因，中国的医疗保障制度是城乡分离的，各自有不同的特点和发展过程。在城镇，医疗保障制度先后经历了公费、劳保医疗制度，城镇医疗保险改革和试点阶段，全国范围内城镇职工基本医疗保险制度的确立，以及多层次医疗保障体系的探索等阶段；在农村，伴随着合作医疗制度的兴衰，各地都努力开展新型农村合作医疗制度的建设工作，进而对农村医疗保障制度多样化进行探索与完善。

预防保健措施是为预防居民产生疾病，改善居民健康状况所采取的各种技术方法、组织措施的总称。一般在居民中实行三级预防制。一级预防又称病因预防，是针对病因和致病因素的预防措施，包括增进健康和特殊防护两方面任务。增进健康是以提高健康水平为目标所采取的一些卫生措施，如改善环境条件、普及卫生设施、开展计划生育和妇幼保健、指导各年龄组的营养、组织体育锻炼及开展卫生教育等。特殊防护是针对病因采取的措施，如预防接种、控制环境中有害因素等。二级预防又称临床前期预防，即在疾病前期做到早期发现、早期诊断及早期治疗的“三早”预防措施。一般来说，诊断时病期越早，治疗越容易，愈后也越好。具体方法有普查（筛检）、定期健康检查、高危人群重点项目检查及设立专科门诊等。如广泛宣传肿瘤八大信号、肿瘤筛检、孕期羊水穿刺、早期诊断胎儿遗传性疾病等。三级预防又称临床预防。对已患某种疾病者及时治疗，预防并发症，防止恶化及伤残；对已丧失劳动力或残疾者，通过康复医疗，使其身心早日康复，最大限度地参加社会活动并延长寿命。

5.11.2 物联网应用需求

从目前医疗信息化的发展来看，随着近年来医疗卫生社区化、保健化的发展趋势日益明显，如果通过射频仪器等相关终端设备在家庭中进行体征信息的实时跟踪与监控，通过有效的物联网运作过程，可以实现医院对患者或者是亚健康病人的实时诊断与健康提醒，从而可以有效地减少、控制病患的发生与发展，这一点对于医疗卫生信息化的未来发展而言，将会变得越来越重要。

另外，物联网技术可为医疗机构实现在用药过程中加入防误机制，包括处方开立、调剂、护理给药、病人用药、药效追踪、药品库存管理、药品供货商进货、保存期限及保存环境条件等功能。

总的来讲，利用物联网技术可构建完整的“电子医疗”体系，实现远程医疗和自助医疗，进而降低公众的医疗成本。还可以对采供血机构的血液进行自动识别和跟踪治理，对医疗废物进行电子监管，对问题药品实现快速跟踪和定位。据悉，卫生部将加强物联网技术在医疗保健、公共卫生、药品、血液等方面的应用，为百姓提供更加安全有效的医疗卫生服务。具体到实际应用中，我们认为物联网技术将满足医疗卫生领域的以下几方面需求。

1. 医药物流仓储监管

药物及血浆等物资在运输及仓储期间，会受到以下因素的影响：环境、气候、通风条件、振动、仓库内的温度或湿度。由于以上因素的控制不当，极可能造成药物及血浆的失效或变质，极端情况下甚至会对人民的生命安全造成威胁。因此在运输及仓储设备过程中，为保证对环境敏感的医药物资的安全，必须对仓储运输环境进行实时监控，否则将带来很大的安全隐患，并影响医药物资的使用寿命和质量。精确地获取仓储运输环境信息（包括温度、湿度、光强、加速度、通风条件等），有助于时刻掌握医药物资所处环境状况，从而提高医药物资的安全性以及医药行业的现代化精准管理，并可以大大节省人力物力，提高管理效率。

将物联网技术应用于医药物流仓储监管中，建立“生产—出厂—仓储—流通—使用”完整的链状全程信息追踪与溯源体系，实现信息汇聚，从而构建“全网络、全过程”的药品安全协同监管，进而能够及时发现问题药品，对其进行妥善处理，并对药品安全事件进行快速、准确的溯源和快速处理。

目前，国内已经有部分地区在应用“药品安全追踪与溯源系统”，系统应用 RFID 的电子标签对药品进行全程实时监控，使得药品从科研、生产、流通以及使用都可进行全方位的监管。特别是出厂时，当药品自行自动包装时，安装在生产线的读写器可以自动为每件药品的电子标签赋码，并将每件药品的信息传输到数据库。在流通的过程中可以随时记录中间信息，实施全线监管。这样，在包装、出厂、仓储、流通、使用的全过程中如果使用供全程记录的电子标签，实行药品的实时记录、跟踪和追溯的问题便可以迎刃而解。

2. 医疗监护

在目前的医疗体系中，住院病人的体征监测是由医护人员定时进病房对病人体征进行检测完成的。这种体征监测方式对病人体征资料的记录和整理以及医护人员造成了很大的不便；不仅如此，在一些急症发生时虽然会发生体征改变，但病人却没有相应的不适感，而当不适感发生时往往已无法救治；另一方面，随着我国步入老龄化社会，空巢老人数量也在日益增加。空巢老人在家中急症发作时外界无法得知，继而造成不及时救治的惨剧时有发生。因此，构建一个新型的实时医疗监护体系已成为当务之急。

无线传感网在检测人体生理数据、老年人健康状况、医院药品管理以及远程医疗等方面可以发挥其优势。在病人身上安置体温采集、呼吸、血压等测量传感器，医生及家人可以远程了解病人的情况。

美国 Intel 公司目前正在研制家庭护理的无线传感网系统。该系统是美国“应对老龄化社会技术项目”的一个环节。根据演示，该系统在鞋、家具以及家用电器等嵌入传感器，帮助老年人及患者、残障人士独立地进行家庭生活，并在

必要时由医务人员、社会工作者进行帮助。

3. 医疗设备管理

随着医疗技术的发展，越来越多的医疗设备被应用到了对患者的治疗与辅助治疗当中，如吸氧设备、理疗设备等。这些设备在为病人提供帮助的同时，也为医院的管理工作增加了很大难度。

物联网技术的引入将对医疗设备的管理起到很大的帮助。我们通过在医疗设备的前端加入输氧计时器等设备，并与各科室的管理平台组成网络，可极大地方便医疗设备的管理。与此同时，病人可通过所携带的智能卡自助使用各种医疗设备。医护人员也可得到病人是否及时接受治疗的反馈。目前在全国多所医院已安装了相关设备。

5.11.3 物联网技术应用架构

针对上述要求，利用物联网技术可建立如下相应的技术架构：

1. 医药物流仓储监管系统

该系统主要分为三层：感知层、网络层、应用层，以分别实现全面感知，可靠传输和智能处理的目的。

在感知层方面，网络节点布设于制药厂、仓库或运输车辆中，大量实时地收集温度、湿度、光强、加速度、通风条件等物理量，精准地获取环境内各方面信息，这些信息在数据汇聚（Sink）节点汇集，为精确调控提供了可靠依据。另外，清远华程公司的运输 GPS 系统亦可实现运输过程中车辆定位、监控等众多方面功能，与此同时这些信息可传至清远华程特有的掌上终端，更加方便了工作人员在远程对各方面物理量进行了解及控制，可为运输过程中的药品监测提供了全方位服务。

在网络层中，清远华程公司以系统平台为核心，根据不同的应用场景可采用多种传输方式从而实现最大程度上的可靠传输。所有检测数据经过网络层最终到远端数据库进行汇总，所收集数据在远端分别传至专家系统进行分析和科研院所作为科研教学的资料。并最终由专家系统根据所收集数据进行反馈。

在应用层，通过控制系统对仓库及运输车辆内的温湿度以及光照等物理量进行控制，从而更好地实现仓储运输过程中的现代化精准管理，实现医药物流仓储的标准化、数字化和网络化。其系统构成框图如图 5-27 所示。

除此之外，物联网技术在药品管理和用药环节的应用过程也可以发挥巨大作用，据调查，美国医疗事故排在死亡原因的第五位，国外药物不良事件为所有非手术医疗疏失之首位。通过物联网技术，可以将药品名称、品种、产地、批次及生产、加工、运输、存储、销售等环节的信息，都存于 RFID 标签中，当出现问题时，可以追溯全过程。同时还可以把信息传送到公共数据库中，患者或医院可

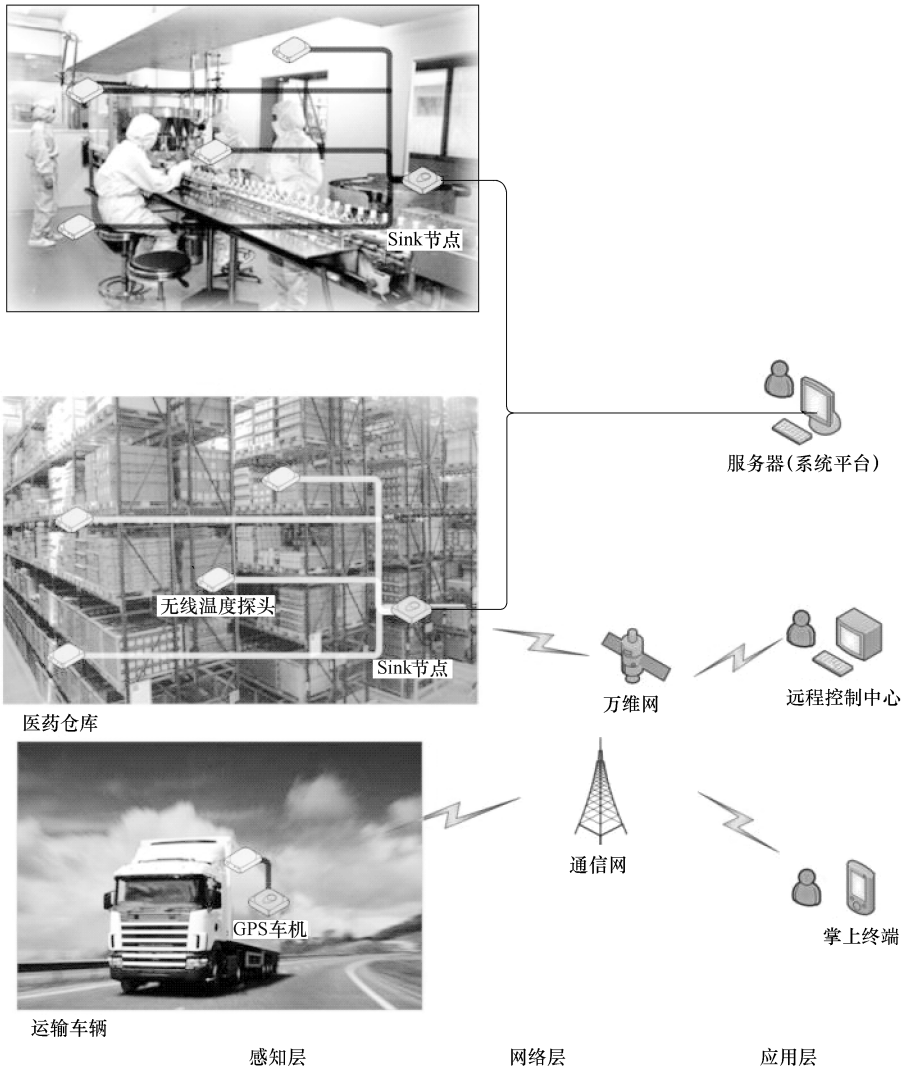


图 5-27　医药物流仓储监管系统

以将标签的内容和数据库中的记录进行对比，从而有效地识别假冒药品。

2. 医疗监护系统

医疗监护系统是基于多个加速度传感器开发的无线传感网系统，用于进行人体行为模式监测，如坐、站、躺、行走、跌倒、爬行等。该系统使用多个传感器节点，安装在人体几个特征部位。系统实时地把人体因行动而产生的三维加速度信息进行提取、融合、分类，进而由监控界面显示受检测人的行为模式。这个系统稍加产品化，便可成为一些老人及行动不便的病人的安全助手。同时，该系统

也可以应用到一些残障人士的康复中心，对病人的各类肢体恢复进展进行精确测量，从而为设计复健方案带来宝贵的参考依据。该系统示意图如图 5-28 所示。

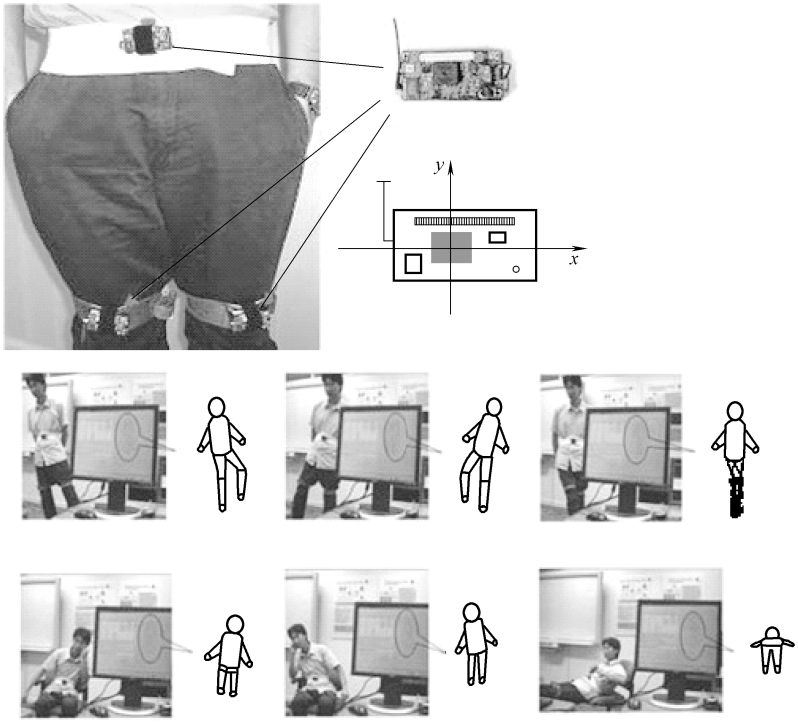


图 5-28　医疗监护系统示意图

以下是一个具体应用案例。研究人员可以利用无线传感网来实现远程医疗监视。在一个公寓内，若干个传感器节点分布在各个房间（见图 5-29 和图 5-30）。每个传感器节点上包括了温度、湿度、光、红外传感器及声音传感器，部分节点使用了超声节点。根据这些节点收集到信息，监控界面实时显示人员的活动情况。根据多传感器的信息融合，可以相当精确地判断出被检测人正在进行的行为，例如做饭、睡觉、看电视、淋浴等，从而可以对老年人健康状况，如老年痴呆症等进行精确检测。因为系统不使用摄像机，可保证用户隐私安全，比较容易得到病人及其家属的接受。

医疗监护系统可以有效解决医疗保健成本不断增加、医疗资源相对紧缺的问题。利用物联网 M2M 技术，通过现有的通信网络，可以把很远的病人数据传输到各种医疗机构。利用无线传感器技术，可以收集病人的心率、血压、呼吸、血氧、心电图、行动模式等各种数据，甚至有可消化的传感器，使服药情况得到监控。

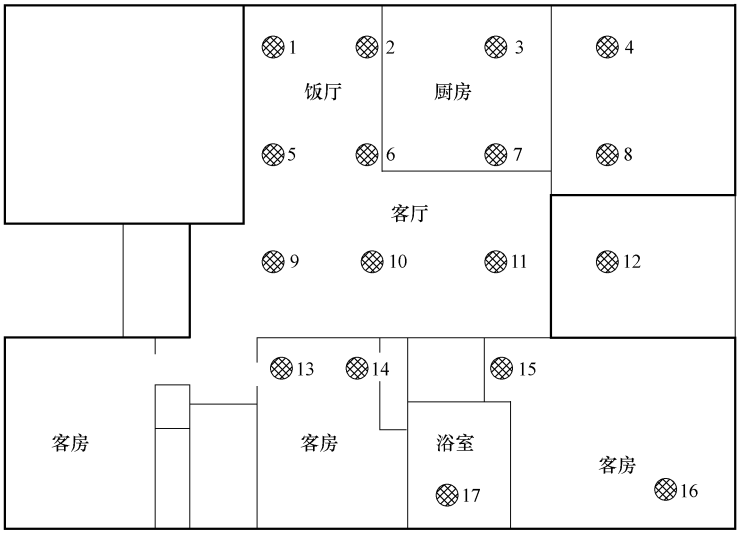


图 5-29　公寓内无线传感器节点的分布图

图 5-30　浴室中的节点分布图

3. 医疗设备管理系统

医疗设备管理系统是无线传感网与 RFID 技术良好结合的典范。其安装在医疗设备上的前端感知设备较为简单，大部分前端设备均只向系统平台传输医疗设备运转与否的 0/1 量。与此同时配合 RFID 技术，通过患者所携带的射频标签与医疗设备上安装的 RFID 读卡器配合，使病人可以自助使用简便的理疗设备，同时在系统平台保存下使用记录。此系统是一个典型运用创新新技术降低运营成本提高服务质量的应用范例，它不仅大大降低了医护人员的工作强度，与此同时也

提高了医疗设备的使用效率。该系统主要构成包括病人所佩戴的射频标签、前端传感器（包括 RFID 读卡器），以及系统管理平台三部分。图 5-31 所示为目前已被成熟使用的吸氧计时器终端。

图 5-31　吸氧计时器

相比前两项应用，该应用由于其简单使用的组织架构，以及较低的成本，已经得到了较大范围内的应用。目前类似系统已在全国多所大型医院投入使用，并将在较短时间内得到大规模推广。经过对已应用该项技术的医院调研得知，该系统的投入使用，使医院的管理水平和服务水平有了显著的提高。由该应用衍生出的一系列自助医疗以及管理系统也即将投入使用，市场前景广阔。

5.11.4　典型案例

1. 北京地坛医院：基于物联网技术的追踪管理系统

2008 年 10 月，北京地坛医院开始了其基于 RFID 的物联网应用项目——北京地坛医院追踪管理系统，到 2009 年 3 月项目完成。目前地坛医院的 RFID 技术主要应用在了两块业务中，第一是用于供应室医疗器械包的全程跟踪管理，第二是用于对人员、重要医疗设备以及医疗垃圾车三种对象的实时跟踪管理上。

（1）供应室医疗器械包追踪系统。在对器械包的管理中，地坛医院采用了纽扣式的耐高温、耐高压的高频无源标签。因为这种标签适合于放在器械包中，与器械包一起进行高温高压消毒，并且通过系统可以跟踪管理器械包的打包制作过程、消毒过程、存储过程、发放过程、使用过程以及回收过程，在这样一个全过程中，使用一个标签进行唯一标识和跟踪管理。回收后的高频标签，通过系统指定仍可以用于下一个器械包的循环过程的跟踪管理中。

目前，在北京地坛医院，对器械包的管理已经从完全没有信息化系统管理，到使用软件以及 RFID 的应用，并且还结合了无线 PDA 的移动作业功能。各科室可以使用带有 RFID 扫描头的 PDA 扫描，领用出库的器械包，并且能够扫描查看

每个器械包中器械的品种和数量等，因此目前，从业务的操作上，对器械包的管理已经从人为手工管理，变为系统化、自动化的管理。

利用这种管理方式，可以及时提醒存储中是否有消毒过期的问题、分发和使用过程中是否有错误，回收后可以逐个清点包内的各种器械的数量，这样既增加了整个过程的监控和管理，同时也能够降低发生医疗事故的可能性。

（2）人员、医疗设备及医疗垃圾实时跟踪管理系统。在对人员、重要医疗设备以及医疗垃圾车的实时跟踪管理上，地坛医院利用了在国外已经有很多成功应用的 Ekahau 的定位引擎，通过定制研发来进行跟踪和管理。

对于病人，医生可以通过系统实时看到一些重要病人的当前位置，如果病人有问题可以按标签主动呼救。监控人员看到呼救之后就可以快速查找在附近的医生或者护士，通知他们进行救治。

由于地坛医院是一个传染病医院，因此对医疗垃圾的管理和控制非常重要。系统在垃圾车上安装了定位标签，可以实现实时定位功能，并且对其运行的区域在系统中做了特殊区域设置，这样，当垃圾车违规推出了区域，定位系统就会实时报警，并记录其违规运行的历史轨迹情况，同时可以查看在这个过程中接触垃圾车的人员。如此一来，当垃圾车越界的时候，系统可以及时提醒（例如可通过标签蜂鸣、系统端弹出提示或短信提示等方式）。另外，在事后，还可以很容易地查看历史轨迹，快速确认可能出现交叉感染的范围。

在北京地坛医院进行 RFID 应用项目建设过程中，其医院信息系统（Hospital Information System，HIS）还没有正式上线，因此其与 RFID 应用系统暂时还没有实现接口。但是，与 HIS 的接口目前已经在项目规划之中，后续会进行完善。待完善之后，病人的基础信息等都可以在 HIS 同步和获取；器械包在使用时，用于哪个病人，也可以反馈给 HIS。

目前，器械包的跟踪管理涉及的制作、消毒、存储、发放、使用、回收各环节，每次业务处理都要留有历史记录。实时定位系统也会对各种跟踪对象（人、设备、垃圾车）进行每 5s 一次的定位信息的记录，在这些过程中，都要产生大量的过程数据和结果数据。这些数据经过一段时间的积累之后，未来可以作为医院建设商业智能（Business Intelligence，BI）系统的数据来源之一，应用于更多方面。

例如，未来可实现根据垃圾车的跟踪定位信息，以及人员的跟踪定位信息，即可进行类似的人员接触分析。一方面可以进行区域分析，即针对指定的某个区域（如某个房间），指定时间段，统计有哪些人员进出过，并可以计算其停留时间等。另外还可以进行人员分析，对指定的某个发生交叉感染的病人，通过系统记录的信息，查询其在指定时间范围内，与该病人接触距离短于某个指定距离（如 1m、2m）的所有相关人员，以此有效监控病人的接触管理。包括对病人间、

病人与医护人员间、人员与传染物之间等的各类接触管理，进行及时报警和信息追溯，对发生的各类接触传染或交叉感染进行监控和预警，提供历史信息供分析，提高传染范围界定时间，减少对过多人员进行检疫的不理想效果。

本书截稿前，北京地坛医院的物联网应用仍在住院楼4楼的中西医结合科区域进行试点。未来，在试点区域应用成熟的情况下，还将进行全院覆盖和推广，对各种传染病区进行区域监管和控制，以此避免交叉感染等医疗事故。除此之外，还可以通过应用带有温度或其他传感器的定位标签，自动采集病人生命体征，以降低医护人员与病人的接触频率、提高数据采集的效率。

2. 北京市："感知北京"基于物联网技术的血液管理系统

北京市2010年的"感知北京"方案计划建设多个示范工程，其中之一是与血液管理相关的项目。该项目是针对采供血机构的血液自动识别、跟踪、管理。献血者登记、体检、抽血后，每一袋合格的血液上都被贴上RFID标签，自此开始血液跟踪。无论这袋血是在血库的库房，还是被其他血库调入、调出，还是被医院使用，整个过程都始终被唯一的标识RFID所记载。

系统可实现以下主要功能：

（1）采集血液：在每一袋合格血液的外包装上都贴上电子标签，这样每一袋血都有一个唯一的RFID编码。同时将血液基本信息（如血型、RH值、采血量、采血时间等信息）和献血者基本信息（如姓名、身份证号、性别等信息）存入采血点数据库中；并将采血地址和RFID编码注册到公共服务体系的根编码解析服务器数据库中。

（2）血液入库：将血液信息存入数据库中做备份，同时记录血液的入库时间、库存中的位置和入库工作人员。

（3）血液出库：记录血液出库信息，可以是血液报废、血液报损或血液使用，也可以是血液调配到其他的血库。系统记录血液出库的地址、出库时间和血液出库工作人员。

（4）血液使用：将血液使用者的信息和使用时间存入数据库，此时如果没有记录血液的出库地址，则表明血液已经被使用。

（5）库存管理：对存放在库房的血液进行管理，主要包括库存盘点，查询血液在库房中的位置，通过读写器扫描实现到期血液自动报警。

（6）血液信息跟踪：从读写器读出RFID编码，根据RFID编码到编码解析服务器数据库查询注册的地址，然后根据这个地址找到血液存入的信息，再根据出库的地址顺序找到其他地址的信息，从而跟踪出血液的全程流动信息。

（7）血站监测：对整个公共服务体系中的血站服务器进行监测，实时监测各个血站服务器是否正常在线，如果没有在线可以通知其重新启动，以便使失效节点迅速恢复，对血液的信息跟踪不会产生断链现象。

（8）查询血液：对特殊血型的血液在整个公共服务体系中进行查询，并将其所在的血站显示出来，以便及时地调用血液，尤其是快速找到稀有血型的血液。

3. 美国：物联网技术应用于医院综合管理及病患信息管理

美国新泽西医疗公司 Virtua Health 在其 4 家医院安装了 RFID 系统，用以追踪上千名病人和工作人员，以及多达 1 万件资产。该系统由有源 433MHz RFID 标签、阅读器、红外发射器和管理标签数据的软件组成，可用于追踪设备、病人和员工，管理资产、病房以及急救室。

同样在美国新泽西州，早在 2006 年，植入式 RFID 微型标签（芯片）VeriChip 就在哈肯萨克医学中心开始了临床试验。VeriChip 一般用在医疗用途，医院将 VeriChip 植入病患的手臂上臂，用来存取慢性病病人的病况信息。参与本次试验的慢性病病人将进入新泽西哈肯萨克医学中心急诊室，急诊室医护人员将使用内置 RFID 读写器的手持终端扫描病患的 VeriChip 所在部位，VeriChip 上面的 16 位 ID 信息及数据库中存储的病患治疗记录，会立刻显示在手持终端上。

5.12　展览展示行业

5.12.1　行业概况

现代社会的展示活动是一种有着丰富内涵、涉及诸多领域，并随着时代发展而不断充实其内容的社会行为。各种形式的展示是人类特有的一种社会化活动。

2009 年，中国会展业获得了较大程度发展，截止到 2009 年末，中国国内具有一定规模（2000m^2 以上）的会展项目数接近 4300 个，全国 1 万 m^2 以上的展会数 1344 个；出国会展项目申请数接近 2000 个；全国会展场馆数达到 316 个，展馆的室内总净展出面积接近 500 万 m^2，其中有 145 个展馆拥有 5000m^2 以上机动净展出面积。预计全年展览业收入将突破 150 亿元。

但是相对于会展项目数的地位，我国的会展直接收入比很多国家都少得多，会展经济总量比美国、德国、日本、英国、法国、澳大利亚等许多国家都少。会展收入占 GDP 比重在发达国家一般为 0.1% ~0.2%，平均占 GDP 比重为 0.15%，而我国 2008 年会展业 145.03 亿元的收入对比 300670 亿元的 GDP，仅占 0.04%。这说明我国会展的产业化和市场化程度还很低，就会展收入而言，我国还不是一个会展大国。

据预测，未来若干年内，中国会展业将呈现几大发展趋势：市场总量快速增长；产业化进程加快；专业化比重增加；项目数增速放缓；展馆面积继续扩大。物联网相关技术的应用可提高会展业的专业化，并可满足会展业诸如面积增大等

发展的趋势。

文物保护方面，随着我国社会经济的全面发展和综合国力的不断提高，中央财政用于文物保护的投入明显增加，在中央财政的引导下，地方文物保护资金投入也呈逐年增长的趋势。在国家财政的支持下，我国的文物保护事业取得了明显进展，文物本体保护获得长足进步，文物保存环境得到持续改善，博物馆事业发展迅速，社会效益十分显著，同时经济效益也比较突出。

但相较于我国拥有的丰富的文物资源，这些投入仍是远远不够的。这就要求相关部门对文物保护工作的手段进行改革，从而节省人力物力，进而节约文物保护工作的成本。物联网应用于文物保护工作，可提高其自动化、信息化水平，节省人力物力。另外，物联网技术可完成人工所难以完成的工作，从而促进文物保护工作的完成及进一步发展。

5.12.2 物联网应用需求

中国是一个具有5000年悠久历史的文明古国，文物分布遍及全国，文物保护任务复杂而艰巨。当前，因技术、资金和管理等方面的原因，导致很多文物被损坏或丢失，如何科学而有效地对文物进行保护和管理是文物管理部门面临的巨大挑战。

物联网可实现数据采集、融合、处理，并通过操作终端，实现智能化识别和管理，而其核心技术无线传感网技术具有对数据密集采集、实时传输和方便布设等特性。因此，无线传感网技术十分适用于文物储藏室环境监测、防盗与古建筑结构健康监测，它既能提高文物保护的水平又能节省人力资源，降低劳动强度。具体来讲，物联网应用于文物保护可有以下几方面需求：

1. 文物环境监测

文物及其他展品艺术品，在运输及收藏、展示的过程中，会受到以下因素的影响：温度、湿度、振动、光照、腐蚀性气体等。若对以上因素的控制不当，极可能造成文物和展品的损坏，造成无法挽回的损失。因此在文物及其他展品的运输收藏展示过程中，需要对其进行全方位的感知监测以及相应的保护措施。精确地获取物品存放地点的环境信息（包括温度、湿度、光强、加速度、位移等），有助于时刻掌握文物、展品所处环境状况，从而提高其安全性以及文物保护、展览展示的现代化精准管理，并可以大大节省人力物力，提高管理效率。

2. 博物馆智能分析安防

目前博物馆的安防监控系统需要通过人员的管理才能实现安全防范目的，需要人的主观来判断视频中的各种情况，管理人员的疲劳和反应是安全防范系统设计中必须重视的一个因素。因此，如何提前预知博物馆安防所面临的异常情况，尽早作出应急反应是急需解决的问题。智能分析安防系统可以有效地进行改进和

避免博物馆安防监控系统中的不足。

（1）避免过于依赖人工监控，实现快速响应。以往的监控方式完全依赖监控中心的操作人员进行画面监控。实验数据表明，经过 22min 监控后，监控人员可能错过最高达 95% 的画面所发生的行为。面对博物馆众多的监控内容，整个视频监控报警系统的有效性是无法得到保证的。而智能分析设备，能够据事先设定好的“规则”，发现问题时，可以通过声光报警器进行警示，也可以通过短信、电话语音的方式对操作人员进行提醒，使操作人员在风险和危险发生时能及时得知报警信息，进行快速响应。

（2）减少了监控时间的影响，提高报警及时性。在传统监控系统中，受客观条件的限制，博物馆每个监控点实际上只有很少一部分时间处于监控人员注视下，漏报概率极高。智能分析系统在视频尚未显示在显示器时，也在不断进行着识别和运算分析，当监控场景中出现异常情况，如游客距展品过近、跨越警戒区域时，智能分析系统会以毫秒级的报警触发反应时间发出报警信息，最快时间内通知相关人员，作出相应的应急措施。

安装智能分析系统后，博物馆的多个不同的实际场景都有效地解决了以下问题：

（1）监测物体丢弃或遗留。在参观大厅、通道等敏感区域监测是否有包裹或物品遗留时间过长或超过了预设的时间，则会发生报警通知工作人员、安全人员。

（2）周界监控。智能分析系统用在博物馆建筑外周界和建筑周边，监测是否有物体靠近或进入。不同于红外对射探测器需要出发了才能得知有闯入，现在可以在一定的范围设定闯入区域，一旦在设置的范围内发现移动物体将触发警报，提前预知非法人员的闯入。

（3）游客活动区监控。在参观大厅、建筑物出入口、参观路线等人流较密集的地方，智能分析系统采用定向移动监测、移动路径监测，监控参观人群的移动方向和路径，监控是否有人逆行，是否有人不遵守建筑物出入口规定，随意出入场馆等情况，避免秩序混乱；更可以清楚地了解人群的分布和运动，避免造成堵塞。

3. 智能展览展示系统

“智能博物馆”将为参观游客、文物藏品、工作人员提供智能导游、智能安防、综合管理等方面的全功能服务。届时，游客可以通过馆内云计算模式的物联网设备，凭随身的个人智能手机，可以实现自动导航定位、自动拍照录像、自动交互操作，参观路线、兴趣资料、影像点播等个性化服务难题迎刃而解；通过在文物上安放 RFID 标记卡，其名称特征、进出馆时间、所处位置、当前及历史状态等信息一目了然，尽在掌控；工作人员通过智能工作管理系统，可以查询人员

工作状态和提高工作效能，通过智能安防系统，实时监控博物馆建筑、文物、人流等信息，文物根据自身状况自适应调节展厅的温度和湿度，由系统及时提示进行清洁与保养，最大限度地保障人身和文物的安全。

博物馆应用物联网技术可以说是最古老的文物与最先进的科技的结合，是一大技术创新成果，为游客和文博工作者带来了新的启示、新的感受，开阔了视野；为提升博物馆的服务质量和管理水平并进一步落实文化惠民提供了有益探索，前景广阔。为了共同推动技术创新走向成熟，以下几方面是必须引起重视的：

（1）加强信息产业和文博行业两个领域的调研沟通，促进两个行业的充分磨合、有机结合，在制定实施方案和进行试点时考虑以下两点：

1）充分考虑游客的参观需求，适应博物馆免费开放的趋势，更多更好地向观众传达文物的丰富内涵，将文化惠民作为创新工作的出发点和落脚点落到实处；

2）充分考虑文物安全第一的要求，将文物的智能管理和智能安防作为创新的重中之重；

3）充分考虑场馆管理水平的高效化、规范化要求，将工作人员的内部工作效率和外部服务水平作为创新契机。

（2）双方共同向有关部门推介汇报，争取政策支持和资金倾斜，利用物联网技术在国内良好的政策环境，为展览展示行业和文物保护事业的发展做出更大的贡献。

5.12.3　物联网技术应用架构

1. 博物馆智能分析安防系统架构

博物馆智能分析系统组成分以下几部分：前端视频采集部分，链路传输部分，视频分析部分，集中管理部分。其中在视频分析部分进行升级实现智能视频分析系统的建设。系统结构如下：

部署于监控区域的摄像机根据现场不同情况选择不同的类别，在狭小区域使用定点半球摄像机、一体化摄像机，进行区域全景监控；在狭长的走廊选用焦距较大的摄像机，清晰看清楚远距离的人、物；在比较大的参观大厅，建筑物周边、周界、博物馆大门口，使用4/6寸高速球型摄像机，0.01～500°/s的旋转速度可以快速旋转到预置位、看守位上，查看现场情况；在光照不好的储藏室、仓库，使用带红外补偿的摄像机，实现零照度下的清晰视频监控。

前端的摄像机将采集到的现场图像通过视频线、光纤传送到博物馆监控中心，监控中心会将这些图像数据经过视频矩阵输出到电视墙上，同时进行录像备份。智能分析设备从连接电视墙的模拟视频输出端获取视频源，经过编码后进行视频内容分析。博物馆监控中心采集到的数据使用网络矩阵，经过专网上传给上

应急指挥中心，应急指挥中心可实时查看现场图像或者提取存储资料。形成了一个分层级、分布部署和集中管理的监控体系。

博物馆智能分析安防系统建设主要使用以下 3 种解决方案实现：

（1）嵌入式智能产品（基于 DSP 芯片，专用的智能视频分析的“盒子”，简称“IVSBOX”），该产品针对博物馆传统模拟监控的升级方案示意图如图 5-32 所示。

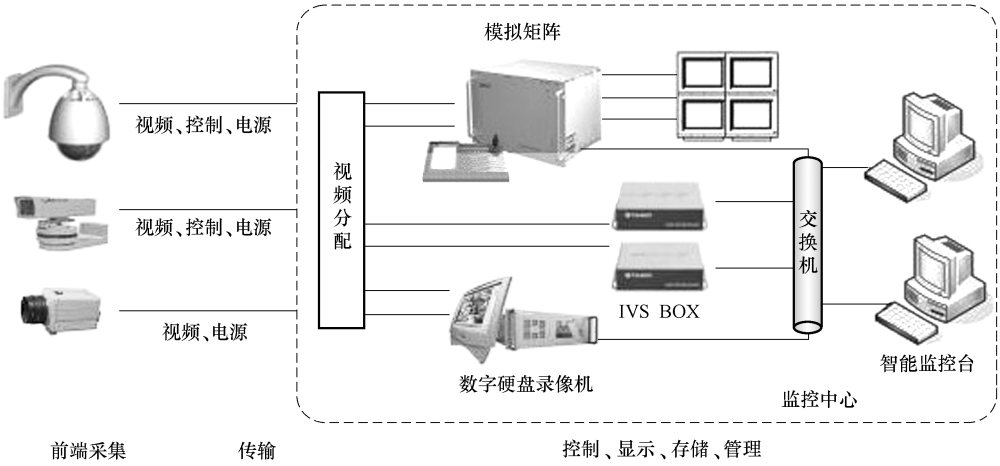


图 5-32　传统模拟监控升级方案示意图

针对博物馆传统模拟监控（已建或新建），选择需要智能分析的摄像头进入 IVSBOX 完成分析功能，主动监控，将预警、警情实时发给模拟矩阵和 DVR，完成快速切换和录像，充分保护用户以往的投资，快速实现智能分析系统的建设。

（2）另外支持针对新建的网络视频监控的进行智能分析建设，解决方案示意图如图 5-33 所示。

针对基于网络的数字化监控系统，IVSBOX 完成分析报警功能，而编码器完成编码传输，后端平台软件集中统一管理。充分利用 IP 网络资源，避免光纤、视频线的再次建设。节省了大量资金投入。

（3）PC 式智能监控产品（基于 PCI 卡的智能监控系统，工控式主机，简称智能视频监控服务器），该产品解决方案示意图如图 5-34 所示。

针对博物馆传统模拟监控（已建或新建），选择需要智能分析的摄像头进入智能监控服务器，完成分析功能，主动监控，将预警、警情实时发给模拟矩阵，完成快速切换和录像。

智能分析系统三种解决方案的监测成功率：博物馆智能分析系统，对于行走中的人的监测成功率和报警率如下（按单台摄像机、30 天期内的平均值）：监测成功率：95%；日误报次数：1 次；日虚报次数：1 次。在智能分析系统存在误

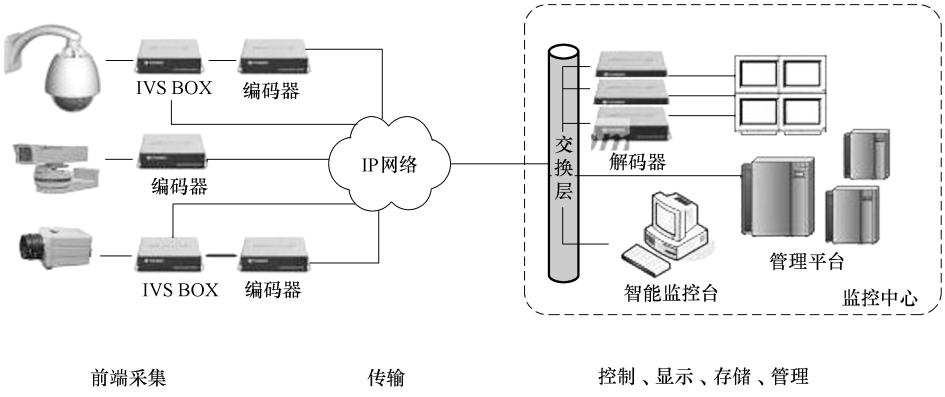


图 5-33　基于网络的数字解决方案

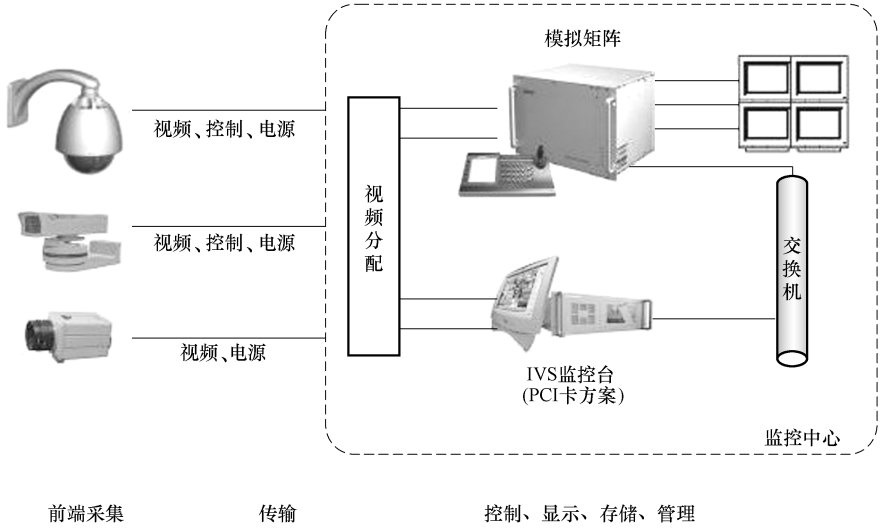


图 5-34　传统模拟监控升级方案

报和漏报的情况下，传统的安防监控系统依然可以起到作用，智能分析系统丝毫不会影响原有系统的功能和报警准确性，两个系统既为独立又为统一，相辅相成，优势互补，实现博物馆安防系统无缝集成。

并且，在增加最少设备的情况下，博物馆没有改变线路，没有摒弃原有系统，只是增加了智能分析设备，博物馆安防监控就达到了更高的水平。

2. 文物保护监测系统 WiSen 平台

该系统主要分为三层：感知层、网络层、应用层，以分别实现全面感知，可

靠传输和智能处理的目的。

在感知层方面，WiSen 平台可以通过搭载各类传感器和执行器，形成一套高度灵活、可靠的文物保护监测系统，实现对文物所处环境的温度、湿度、光照以及震动等对文物可能成为文物破坏因素的状态参数的实时测量和分析。

网络层中，通过无线传感网将数据传输到中央控制系统。这使得控制人员能够对分布在广泛区域内的文物情况进行实时监测，及时发现潜在的对文物破坏因素等情况。以 WiSen 为网络基础，古迹及文物环境参数可以实现实时的采集、存储和分析，这可以改变目前以人工为主、依靠固有技术繁琐且不精确的管理方式，提高采集系统的信息化和自动化管理水平，提高反应速度、减少文物古迹因管理不当被破坏而造成的损失。

应用层中，WiSen 还预留了可靠的数据下行的信道，中控系统可以自动对古迹内的温控及湿度控制装置进行调节控制，实现动态反馈，实现对文物的全方位保护。

另外，以 WiSen 为基础，我们还可在该系统内加入入侵检测系统对于一些未开发或已开发的文物古迹，在其外围设置基于 WiSen 平台的入侵检测装置，以防止人为的偷盗与破坏对文物古迹造成的损失。

系统主要功能

基于无线传感网技术，该系统可实现多方面功能，充分体现了物联网应用于文物保护方面的必要性及优势。

1）数据采集。该系统可对文物所处环境的温度、湿度、光照以及震动等环境因素进行时刻监测并采集数据，具体包括温湿度情况、光照情况、气体浓度以及震动等方面。

2）网络传输。被采集数据通过网络层快速返回给控制中心及掌上终端，用户可通过反馈回的数据对文物所处环境进行分析及控制，并根据需要进行调整，实现对文物保护环境的实时控制。WiSen 系统中的节点通过射频的方式进行无线通信，可自发地组成网络，并调整到最优化的路由结构。当系统中有节点被置入或取出时，系统的路由结构可迅速的自动调整，重新连接，实现了无缝化。

3）数据处理及控制。通过节点收集的各类信息最终汇总到中央控制系统，中央控制系统 VCenter 可以实现多方面的功能：

① 监测区域的可视化展示：可以以三维立体的方式观察到监测区域和各节点所处位置。

② 数据分析处理：可实时显示目前的状态数据，并对历史数据进行显示、分析、绘图和管理等操作。

③ 节点控制：可通过中控系统，实时查看各节点的工作状态、路由信息，并对其进行控制。

④ 反馈控制：可通过系统预设的下行通道，对相应的设备发出指令，进行反馈控制。

⑤ 预留专家系统接口。

5.12.4 典型案例

1. 广东省：省博物馆新馆建设智能化系统

广东省博物馆新馆建设工程是广东省“十项工程”的重点项目之一，也是广东省建设文化大省三大标志性文化设施之一，从立项到建成，整整花了6年的时间。

除在建筑设计上与世界级博物馆的建筑理念接轨、在展厅设计上推翻20世纪90年代中国博物馆的陈旧理念外，其智能化也是博物馆建筑现代化的重要标志之一。

广东省博物馆新馆智能化系统按照“国际一流、国内先进”的标准设计。除了安全防范系统，新馆智能化系统主要包括综合布线系统（GCS）、有线电视系统、建筑设备自动监控系统（BAS）、智能照明控制系统、能源管理系统（电力自动监控系统）、中央集成管理系统（BMS）、公共广播系统、计算机网络系统、多功能会议系统、电子公告显示及触摸屏查询系统、机房工程和智能化系统工程的配电、防雷与接地等部分。建设部建筑智能化技术专家委员会主任、中国建筑设计研究院副总工程师张文才，广州市智能建筑专业委员会主任、广州市城建开发设计院副院长刘转洲等多位知名专家参与其设计、审定。

据了解，广东省博物馆新馆智能化系统主要包括公共信息服务系统、观众管理系统、文化遗产数字化保管系统、办公自动化系统、图书资料管理系统、业务辅助系统、高精度资源管理系统、网站系统、平台软件及系统集成、平台硬件及采集设备等。

2. 美国：LSU设计展馆系统

路易斯安那州立大学（LSU）的学生和教师们采用RFID技术设计了一套展馆系统，使博物馆可以追踪观众的观展兴趣，同时也可以让老顾客通过邮件收到他们所参观特定展品的信息。

LSU毕业生Majumdar及其LSU计算机和技术中心的同事致力开发一套系统，可以使博物馆评估展品的受欢迎程度，并向观众提供无纸化信息。目前，许多博物馆申请赞助时必须证明观众对展品的欢迎度。为了了解观众对特定展品的感受，博物馆经常要求他们填写表格，记录他们对所参观展品的意见和建议及个人信息等。此外，博物馆通常以传单或小册子的方式提供展品信息，但这些纸制品顾客带回家后经常丢弃，这不仅增加了博物馆的印刷成本，也浪费了纸张。

这套Exhibition Next系统解决了上述两个问题。当观众到达博物馆时，他们来到登记台领取一张卡片（由加拿大RFID公司Phidgets提供）。卡片含高频13.56MHz标签，符合ISO 18000-3标准。在服务台，顾客先在一台与计算机相

连的阅读器前轻挥一下卡片，再根据指示输入邮箱和姓名，并在同一个地方由数码相机进行摄像。相片、姓名和邮箱信息接着储存在 Exhibition Next 软件里。据 Majumdar 称，当观众浏览展品时，系统可将他们感兴趣的信息直接发到他们的邮箱里，相片把个人面部、姓名和电邮对应起来，从而提供了一定的安全性。当一封电邮发送到客户邮箱时，随之发送的还有他们的相片。这样，相信可防止观众提供不正确的姓名或地址。

观众在登记台领取一张 RFID 卡片，卡片被激活后，用户接着在博物馆四处走动参观。博物馆在特定展品的旁边安装一个服务亭，含一台与电脑相连的 RFID 阅读器。如果顾客希望了解这件展品的更多信息或获得展品图片，他们可在阅读器前轻挥卡片。在大范围的应用场景里，系统可以采用与多支天线相连的单台阅读器，每支天线靠近一个展品。卡片的 ID 码通过电缆连接发送到计算机，计算机软件查看与 ID 码相对应的邮箱，直接发送该展品信息到用户邮箱。观众可以立即通过手机上网获取这些数据，或稍后在电脑上查看。

如果顾客希望了解这件展品的更多信息或获得展品图片，他们可在图 5-35 中所示的阅读器前轻挥卡片。离开博物馆时，客户在服务亭还回 RFID 卡。软件消除个人相关数据接，以便其他观众再次使用这张卡片。

图 5-35　展馆现场图

对博物馆而言，这套系统成本比较低，此外，系统还能帮助博物馆更好地追踪展品，乃至整个展映的欢迎度。

5.13 环境保护

5.13.1 行业概况

环境保护是指人类为解决现实的或潜在的环境问题，协调人类与环境的关系，保障经济社会的持续发展而采取的各种行动的总称。其方法和手段有工程技术的、行政管理的，也有法律的、经济的、宣传教育的等。环境保护是由于工业发展导致环境污染问题过于严重，首先引起工业化国家的重视而产生的，利用国家法律法规和舆论宣传而使全社会重视和处理污染问题。

当今环境污染是人类面临的一大严重问题。相关数据显示，全世界每年排放的固体废弃物超过 30 亿 t，废水超过 6000 亿 t，排放废气中一氧化碳和二氧化碳近 4 亿 t。因环境污染造成上亿美元的经济损失和成千上万的疾病和死亡。

我国目前环境污染问题也较为严重。每年废水排放量 360 亿 t，导致地表水和地下水严重污染。据调查 523 条河流中有 436 条受到污染；在 47 个有地下水的城市中受到不同层次污染的有 43 个；在 2 亿城市居民中仅有 1/2 能获得安全的饮水，而农村中仅有 1/7 人口能得到安全饮水。我国每年排入大气的粉尘约 2000 万 t，二氧化碳 1500 万 t，氮氧化物 400 多万 t，大气中有害物质含量远远高于世界卫生组织规定的标准。此外我国每年固体废弃物排放量高达 7 亿 t，占用了大片土地，造成污染。

因此，解决由环境污染所引发的问题，已经迫在眉睫。政府近些年采取了大量环境保护领域的有效措施，推行低碳的环保经济理念，而物联网技术应用于环境保护领域方面可以起到监察监督的作用，防患于未然。

5.13.2 物联网的应用需求

1. 改善人民生活环境需求

公众对于环境保护态度总体上是积极负责的。据相关调查显示，90% 的公众对于“迅速增加的汽车所排放出的烟尘与其所带来的迅速、快捷相比微不足道”的态度持反对意见；62% 的公众认为“农业烧荒”会引起大气污染。

此外，近年来由于人民生活水平的提高，也带来了相应的环境问题，“城市垃圾”就是其中之一。据了解，我国仅“城市垃圾”的年产量就近 1.5 亿 t，这些城市垃圾绝大部分是露天堆放。它不仅影响城市景观，同时污染了与我们生命至关重要的大气、水和土壤，对城镇居民的健康构成威胁，垃圾已成为城市发展

中的棘手问题。垃圾不仅造成公害，更是资源的巨大浪费。

每年年产 1.5 亿 t 的城市垃圾中，被丢弃的“可再生资源”价值高达 250 亿元。我国目前处理生活垃圾的方法除露天堆放外，还有卫生填埋，这种方法避免了露天堆放产生的问题，其缺点是建填埋场占地面积大，使用时间短（一般 10 年左右），造价高，垃圾中可回收利用的资源浪费了，再是焚烧，使垃圾体积缩小 50% ~95%，但烧掉了可回收的资源，释放出有毒物质，如二恶英、电池中的汞蒸汽等，并产生有毒有害炉渣和灰尘；第四种是堆肥，这种方法需要人们将有机垃圾与其他垃圾分开才行。由此可见，公众对于环境污染治理及节约资源的需求是十分迫切的。

2. 治理工业污染需求

说起污染，我国的环境污染主要来自工业性污染，即企业。据调查，来自于轻纺、冶金、橡胶石化、能源、建材、机电及其他行业的污染分别占比为 25.1%、7.1%、12.3%、4.7%、9.0%、26.5% 和 15.2%；按区域划分，商业、住宅区占 22.2%。工业区占 56.6%，农业区占 14.4%。重点体现在老厂较多，污染大户多；城区企业多，国有企业多。此外据了解大多数企业对环境都存在污染问题存在，其中冶金、能源、轻纺、建材是污染大户。

如今随着人们环保意识的加强，大部分企业已开始采取措施解决其污染问题，这从近几年三废治理效率情况即可有所体现，具体数据如表 5-1 所示。

表 5-1　2001 ~ 2008 年三废治理效率情况

指　　标	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
工业废水排放达标率(%)	85.2	88.3	89.2	90.7	91.2	90.7	91.7	92.4
工业二氧化硫排放达标率(%)	61.3	70.2	69.1	75.6	79.4	81.9	86.3	88.8
工业烟尘排放达标率(%)	67.3	75.0	78.5	80.2	82.9	87.0	88.2	89.6
工业粉尘排放达标率(%)	50.2	61.7	54.5	71.1	75.1	82.9	88.1	89.3
工业固体废物综合利用率(%)	52.1	51.9	54.8	55.7	56.1	60.2	62.1	64.3
工业固体废物处置率(%)	15.7	17.1	17.5	22.1	23.2	27.4	23.4	26.4
“三废”综合利用产品产值(万 t)	344.6	385.6	441.0	573.3	755.5	1026.9	1351.3	1621.4

由表 5-1 可以看出，近几年“三废”的治理已经有所成效。例如，2007 年工业废水排放达标率为 91.7%，比 2001 年提高了 6.5 个百分点；工业二氧化硫排放达标率 86.3%，提高了 25.0 个百分点；工业粉尘排放达标率为 88.1%，提高了 37.9 个百分点；工业固体废物综合利用率为 62.1%，提高了 10.0 个百分

点；“三废”综合利用也取得了较高的经济效益，“三废”综合利用产品产值达到1351.3亿元，提高近3倍。

企业的环保状况还体现在各企业环保人员的状况，据调查表明211个企业中，有121个企业拥有专职环保人员131人，平均每个企业一人。此外，据某机构针对企业环保设备的调查表明，“基本正常，无障碍”的占71.0%（全国平均数为50%）；“有时出故障”为24.1%；“经常出故障”的为4.3%，而环保装置主要出现的问题为费用不足，专业人员少，故障率高以及其他问题。

3. 政策导向

1979年9月，第五届全国人大常委会第十一次会议批准和颁布了新中国成立以来第一部综合性的环境保护基本法——《中华人民共和国环境保护法（试行）》，把我国的环境保护方面的基本方针、任务和政策，用法律的形式确定下来，标志着我国环境保护事业逐步走上法制轨道，也标志着我国的环境法制体系开始建立。之后，我国陆续颁布了许多重要的环境保护法规，各省、自治区、直辖市和国务院有关部门结合本地区、本部门的情况制定和颁布了一批环境保护条例。把环境保护建立在法制的基础上，不断完善环境法律体系，严格执法程序，加大执法力度，保证环境法律法规的有效实施。

20世纪80~90年代，我国的环境立法发展十分迅速，特别是90年代，全国人大环境与资源保护委员会的成立，加快了资源环境立法的进度。迄今为止，国家针对环境保护对象制定颁布和修订了多项环境保护专门法以及与环境保护相关的资源法，初步形成了适应市场经济体系的环境法律和标准体系。

在污染防治方面，制定了《大气污染防治法》、《水污染防治法》、《环境噪声污染防治法》、《固体废物污染环境防治法》、《放射性污染防治法》、《海洋环境保护法》等；在资源和生态保护方面，制定了《森林法》、《草原法》、《渔业法》、《土地管理法》、《矿产资源管理法》、《水法》、《煤炭法》、《野生动物保护法》、《水土保持法》等。

在防灾减灾方面，制定了《防震减灾法》、《防洪法》和《气象法》等，环境立法在环境保护的主要领域都基本做到了有法可依。

到目前为止，我国基本形成了适应市场经济体系的环境保护法律法规和标准体系，这对我国环境保护法规体系的逐步完善，限制破坏资源环境的活动，加快治理污染的进程，起了重要的促进作用。

由以上三个方面可见，环境保护是目前政府、企业及人民均较为关注的问题。将物联网技术应用于环境保护领域，可提高环保工作的信息化水平，同时可解决目前环保领域遇到的一些难以解决的问题，我们相信物联网技术可广泛应用于环境保护领域，其应用也将大力促进环保工作的开展，其具体技术应用架构如下。

5.13.3　物联网技术应用架构

智能环保应用通过在各个监测点部署监控设备及使用在线检测仪器，可监测污染源数据信息、空气质量数据信息、噪声数据信息，并通过有线或无线网络，将采集到的数据信息传输至监控中心，进行分析、计算、入库、匹配等工作，吸纳了自动监测监控、远程视频监控、空气质量监测、噪声监测和综合基础信息管理等多种功能。此系统不仅能对空气质量进行监测，还可以对环境噪声和水质进行监测。

以环太湖水文监控为例，通过安装在环太湖地区各个监控点的环保和监控传感器，可将太湖的水文、水质等环境状态信息提供给环保部门，实时监控太湖流域水质等情况，并通过互联网将监测点的数据报送至相关部门。水质主要监测项目可分为两大类：一类是反映水质状况的综合指标，如温度、色度、浊度、pH 值、电导率、悬浮物、溶解氧、化学需氧量和生物需氧量等；另一类是一些有毒物质，如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞和有机农药等。

1. 水源保护系统

水资源短缺日益成为世界各国关注的焦点问题之一，作为世界上人口最多的国家，我国水资源总量居世界第六位，人均占有量为 2240m^3，仅为世界人均的 1/4，在世界银行连续统计的 153 个国家中居第 88 位。我国城镇附近水体受污染率已高达 90%，适宜饮用的洁净水源已所剩不多，对数亿人口饮用水安全构成重大威胁，加大保护水源的力度将是关系到国计民生的大问题。

水源保护系统可收集污染物排放、水质数据等信息，对溶解氧、pH 值、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、氯化物、氟化物等关键数据进行监测，物联网技术的应用可以解决由于监测点分散，通过人工定时监测无法收集到完整而及时的数据，水源保护部门在水源受到污染时难以及时获得告警并进行处理，可能会造成污染的进一步扩大，影响到人民群众的饮水、用水安全。

水源保护系统的主要功能有数据实时采集、视频监控、自动告警、数据存储、统计与打印、报表生成、GIS 电子地图等。

系统通过安装传感器进行数据采集，并通过无线传感网或通信网等手段进行数据传输，其中监测设备可将采集到的污染数据、水质数据和告警信息通过无线网络实时发送到水源监测部门，在易受污染的区域可以安装摄像机实现视频监控，达到对污染物排放的及时管理，降低保护水源受到污染、藻类侵害的威胁。

2. 污染源监测系统

随着我国工业化、城镇化和新农村化建设进程的加快，经济社会发展与资源环境约束的矛盾越来越突出，环境形势十分严峻，环境压力继续加大。物联网技术应用于污染源监测，将提高监测的力度及广度，对于重大污染事件可以迅速做

出响应并降低危害。

各地已建的各类污染源自动监控系统建设不仅覆盖面积小，而且已安装的污染源自动监控设备与环保部门的联网率不高，地方环保部门无法看到污染源自动监控设备采集的数据，国家环保局总局等上级环保部门无法看到下级环保部门对已监控企业污染物排放的情况，这些都与污染减排的监管要求相差甚远，急待全面建设和完善。通过物联网相关技术手段可以更加科学、准确、实时地掌握污染源的主要污染物排放数据、污染治理设施运行情况等与污染物排放相关的各类信息，及时发现并查处违法排污行为，是监督污染源是否完成污染物减排指标的有效手段。

污染源在线监测系统的主要功能有实时数据监控、动态视频监控、数据统计、查询、告警管理、设施查询、GIS 电子地图等。

污染源监测系统可通过无线传感网、GPRS 等技术手段实现对监控范围内的污染源的废水、废气等污染状况进行监控，系统将污染源管理、排污数据在线监测、排污超标报警、污染治理设备运行状态监测、污染源基础数据管理等有机地结合在一起，通过自动化、信息化等技术手段对污染源实施自动监控，实施污染源自动监控将推动环境监管工作更加严密化、规范化，管理更加便捷、高效，环境监管能力将会得到显著提高。

5.13.4 典型案例

1. 无锡市：环太湖水文监控

2007 年的蓝藻危机让太湖水一时间几乎成为一个贬义词。为了扭转太湖水质恶化的趋势，截断沿岸工厂向太湖超标排放的源头，江苏无锡环保部门与物联网企业合作，针对全市排水、排气等高污染企业，开发了一种智能排污监控系统。

环保部门在重点排污监控企业排污口安装了无线传感设备，不仅可以实时监测企业排污数据，而且可以远程关闭排污口，防止突发性环境污染事故发生。

太湖中现在设有十几个球状浮标，安放了传感芯片和摄像头，湖水中的藻密度受到严格的监控。报警等级分为绿色、橙色和红色，分别代表蓝藻暴发指数为 60%、70%、80%。打捞完后，这套系统还会自动指示船只将蓝藻运送到就近的藻水分离站，分离出的藻泥又被通知送往有机肥厂。在 2008 年的太湖治理中，沿湖各地已打捞蓝藻 50 多万 t。1～9 月，江苏省水利部门通过常熟枢纽引水 13.9 亿 m^3，沿湖完成生态清淤 890 万 m^3。太湖水面监控现场如图 5-36 所示。

该系统利用 GPRS 无线传输通道，实时监控污染防治设施和监控装置的运行状态，自动记录废水、废气排放流量和排放总量等信息，当排污量接近核定排放量限值时，系统即自动报警提示，并自动触发短信提醒企业相关人员排放值数据

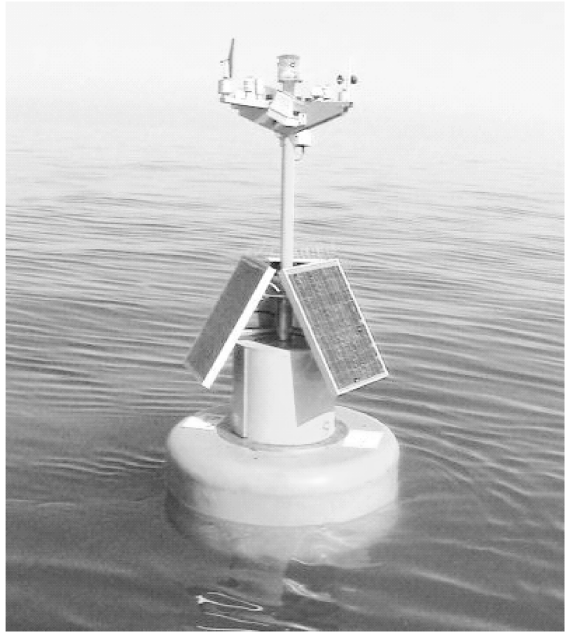


图 5-36　太湖水面监控现场

并自动关闭排放阀门。同时，一旦发生外排量超标情况，系统立即向监控中心发出报警信号，提醒相关人员及时至现场处理。在系统运行中如遇停电，系统自备电源立即启动，维持系统 10 天以上的运行，确保已采集数据信息的安全完整。监控中心现场如图 5-37 所示。

目前，一期项目已在太湖周边 40 余家重点企业投入使用，有效减少了企业违规排放现象。

2. 厦门市：景山公园噪声感知

在“无线城市”建设中，厦门率先引入“物联网”概念。TD“无线城市”目前广受群众好评的“手机交通路况视频直播”就是物联网应用美化城市生活的鲜活证明。

工地噪声污染一向是城市建设过程中群众反映强烈的热点、难点问题。为了很好地解决噪声问题，2008 年年底，厦门市城市管理行政执法局、厦门思明区环保局，借助物联网技术，在厦门 6 个在建工地启用无线远程噪声监控系统。由此，工地噪声投诉下降了 77%，部分工地实现“零”投诉。2009 年 4 月，创建安静小区活动，借助物联网技术，使用远程无线噪声监控系统，并设置环境噪声分贝数显示屏，随时向小区居民公布当前噪声情况。另外，经常乘坐 BRT 公交及观光巴士的乘客会发现，公交车上多了四只“眼睛”，这是厦门 TD“无线城

图 5-37　监控中心现场

市”推出的全新“物联网”应用——公交无线视频监控。它采用基于我国自主3G 网络——TD 网络的视频监控系统，将摄像头所采集的图像通过 TD 网络传输至后端的服务器，管理部门通过 PC 终端或手机终端访问视频监控服务器，即可随时查看各辆公交车运营情况的实时视频，确保市民出行安全。图 5-38 所示为分贝数显示屏。

3. 物联网应用于节能减排

2009 年以来，节能减排和物联网已经成了两个热门话题。虽然是不同的领域，两者却有着必然的联系。物联网作为一种信息化的新技术手段，可以通过对物质世界的感知和智能管理、发挥降低能耗、节约资源和提高效率等作用，进而促进节能减排的发展。

物联网在推动节能减排的发展主要体现在以下三个方面：

（1）物质世界的信息数字化；

（2）物体控制的远程化；

（3）物质世界的管理智能化。

物质世界的信息数字化。通过传感器、RFID 等物联网技术可以实现随时随地获取信息，这极大地丰富了人们观察世界的手段和方式，节省了人力和设备投入，提高效率。例如，山体滑坡的监控就是一种典型物联网应用，通过将在山体上安装传感器和通信模块，可以把山体发生物理位移变动的状态数据及时传送到国土或灾害管理部门主机上，进行数据的统计分析和对比，对滑坡自然现象进行

图 5-38　分贝数显示屏

预报和采取措施。

物体控制的远程化。借助互联网和现代通信网的泛在化，可以使人们对物体的控制跨过地域的限制达到任何有需求的地方。这包括后台计算机系统与前端数字终端的双向互动、远程通信、自动控制等技术的融合和应用。远程控制是数据采集之后的后续措施，即在被检测目标相关数据送到计算中心后，经自动或人工指令，通过远程通信的方式对终端发出指令，实现打开、关闭或自动修复等功能。远程控制类的应用更能体现节能减排的功效，更适用于点多面广、资产分布广泛的部门。

物质世界的管理智能化。物联网应用的更高层次是智能管理。从物质世界获取的数据经过分析处理后要对被控制的终端和系统进行程序化的管理。管理流程引入辅助决策方法、专家系统、模拟仿真、智能识别等技术实现智能管理功能。智能管理提高了决策效率和决策的精准程度，避免了大量资源的无效耗费，从而达到节能减排的效果。比如智能交通中的动态汽车流量预测和行进路线规划，运用智能管理技术指挥城市交通流畅，指导每一辆车在交通繁忙时都能及时获得最佳行进路线，最大限度地减少路面行驶时间、油耗和尾气排放量。

- 七大领域实现节能减排

物联网的本质是信息技术应用的泛在化。任何物体，在任何时间、任何地点都可以各种方式互联，纳入人类管理的范畴。通过物联网在智能交通、智能电

网、智能建筑、智能家居、智能环保、智能农业、移动电子商务等多方面的应用，人类未来将能够借助物联网以更加精细和动态的方式管理生产和生活，从而助力节能减排的发展。这里具体分析物联网应用于七大领域的节能减排的应用。

（1）农业——降低农业生产能耗。物联网在农业上的应用目前主要体现在温室大棚管理、农机具管理、粮食仓储、水利灌溉和农产品溯源等方面。其中温室大棚管理的应用最为广泛。作为农业高产重要手段，大棚种植、大棚养殖以其前所未有的趋势在全国得以蓬勃发展。在温室大棚生产、管理过程中，农民需要通过采用综合环境控制策略，实时了解农产品的生长状态，创造和季节无关的农作物生长适宜环境，从而实现农作物高效、优质、低耗的工业化生产方式，达到节能减排的效果。

（2）电力行业——提高电能效率。运营商开发的基于物联网的“智能电网”应用，主要体现在输电线监控、居民远程抄表、大用户负控等。输电线监控可通过相关物联网技术手段监控输电线的电能输送情况，从而实时监测电网系统的电能利用率；居民小区抄表是指通过抄表集中器和采集器，将若干小区电表集中一处，统一上报给主站系统平台，监测小区居民电能表数据；大用户负控是指使用智能电表，通过远程传输，实时监测转变的工作状态和用电量。通过以上几个方面的物联网应用，可提高电网工作效率，并节省大量人力物力，从而达到节能减排的效果。

（3）电信行业——通信过程中的节能。削减通信业能耗，发展绿色网络，运营商义不容辞。在建设绿色网络过程中，除了通常的方式之外，采用传感器技术和云计算也能发挥重要的作用。例如将智能传感器内置在服务器中，来自动追踪热活动，优化系统散热并提高系统效率。这些传感器会自动调整风扇、内存和输入、输出处理等系统组件以降低能源使用率，最大能将散热成本降低 40%。通过以上物联网相关技术手段的应用，可将通信过程中的能耗大大降低，并提高能源利用率，从而实现节能减排。

（4）交通运输行业——实现低碳出行。将物联网技术应用于交通系统等需要数据采集与检测的相关领域，从而给城市交通带来一次全新的升级。目前比较典型的应用是流量监测、ETC 系统、车辆监控、停车位和车联网等。交通流量监控，通过埋藏在城市主干道路口的成千上万个检测线圈，可以定时收集和感知区域内车辆的速度、车距、道路占有率等信息，从而为路口交通信号控制提供精确的输入信息；ETC 系统，据测算，使用 ETC 通行高速公路收费道口时，单车油耗和尾气排放可以降低约 50%，同时道口通行能力提升 4～6 倍；智能停车位管理系统，市民可以通过手机或电脑适时了解目的地车位情况，选择出行方式和地点，从而大大减少能耗和低碳排放，目前已在广东省东莞市有了相应的应用。

（5）建筑行业——智能楼宇。通过物联网智能网关将通信与传感控制网融合起来，可以把楼宇类能耗、自来水、废弃排放、污水排放等各类数据汇聚起来，传输到综合应用平台上做分析和统计，进行节能减排的分析判断，从而提出优化能耗的建议和控制，使得楼宇的能耗能够显著降低，最多的情况下能降低 20%。

（6）防灾减灾——预防灾害减少损失。物联网对地质、山洪灾害监测预警系统，通过有线、无线网络结合传感器网络，远程对降雨量、水库闸坝水位等进行实时监测。该系统结合气象、水文和国土信息，提供警戒值预警预报，提供灾前预警、救灾中的安全保障和灾后的研究分析服务。目前该系统已经服务于国土资源部地质灾害专业监测部门，并在 2009 年、2010 年汛期中发挥了重大作用，为湖南、四川、陕西等地区地质灾害管理部门提供了快速及时的第一手数据，为政府组织人员转移和减少损失提供了准确依据。

（7）低碳生活——百姓生活中的节能。在个人生活和家庭生活中，应用物联网的无线传感网和 RFID 技术也能开发广泛的低碳应用。例如目前发展迅速的手机移动支付、手机二维码、家庭网关等应用。将 RFID 芯片与手机 SIM/UIM 卡结合开发的“手机一卡通”业务，突破了传统手机仅仅能在通信网络中使用的瓶颈，极大地扩展了手机使用的范围，成为真正意义上的互联网手机。

- 物联网促进环保领域发展

为了更好地贯彻环境保护理念，“生态文明建设”早在十七大时就被提出，“信息化”也首次与工业化、城镇化、市场化、国际化并举出现。今年，更有环保行业人士提出，以物联网为契机推进环境信息化发展，是促进建设生态文明，加快实现环保历史性转变的重要举措。

物联网等环境信息化技术作为环境保护的新兴领域，代表着环境保护事业未来的发展方向，同时也是生态文明建设的重要举措。在推进经济社会发展的过程中，充分考虑生态环境的承受力，统筹考虑当前发展和未来发展的需要，利用物联网等现代信息技术对污染严重的生态环境进行详查和动态监测，对森林资源、草地资源、生物多样性、水土流失、农业面源污染和工业及生活污染等及时做出监测和预警，是生态环境建设对环境信息技术研发与应用提出的要求。

在实际的日常环境监测、保护工作中，通过布设物联网传感器使得环境信息化，能够建立起环境监测、污染源监控、生态保护和核安全与辐射环境安全等信息系统，有利于实时收集大量准确数据，进行定量和定性的分析，为环境管理工作提供科学决策支持。

同时，物联网应用还可以突破环境管理的时间和地域限制，最大限度保障环境信息的客观性和真实性，增强环保执法能力。在厦门嵩屿电厂，过去许多电厂采取的是每个月向上级环保局或当地市政府提交相关环保数据报表的方法而现在，通过中国移动 GPRS 网络，嵩屿电厂的 DCS 系统能够与福建省、厦门市环

保部门的信息系统连接，每天实时传递采集到的各项环保数据，环保部门可实时检查、了解电厂是否达到环保要求。

在信息时代，谁掌握了移动信息化，谁就拥有了未来。物联网与移动网络相结合，其随时、随地、随心的信息交互能力对环境信息化的助推作用日益显现，实时便捷的信息获取和传递已经成为环境保护效率提升和效益增长的核心能力，也成为构建和谐社会必不可少的重要手段。

第 6 章　物联网的产业发展与未来

6.1　物联网发展概述

6.1.1　物联网发展带来新浪潮

经过过去几年的技术和市场的培育，物联网即将进入高速发展期，它是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮，是一个全新的技术领域，同时也给 IT 和通信等领域带来了广阔的新市场。

在物联网产生之前，IT 和人类基础设施开启智能化之路，都为物联网的出现奠定了坚实的基础。

IT 能力在 1980 年以前，一直局限在主机和后台计算中心，在 20 世纪 80 年代之后，逐步从后台移向前台和桌面，支撑作业处理和分析能力，由此，PC 和局域网应运而生，如图 6-1 所示。之后，随着互联网的出现，IT 能力从桌面扩展到支撑价值链和商业合作伙伴，支撑着服务和协调。2000 年后，智能设备的不断涌现使得 IT 能力从对人的支撑扩展到对物体的支撑，实现了物体之间的通

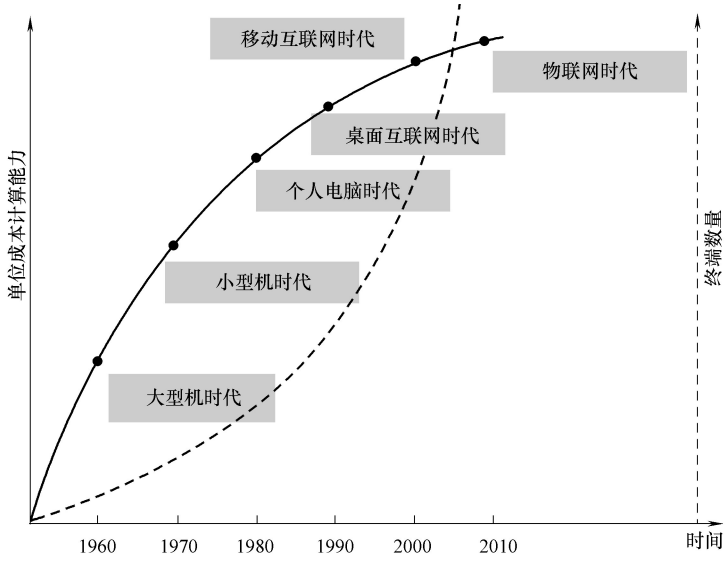


图 6-1　信息产业发展历程

信和协作，物联网在此初见端倪。

而人类的基础设施的演进路线也极其相似。20 世纪 90 年代以前，基础设施建设能力仅停留在建造钢筋混凝土的基础设施阶段。20 世纪 90 年代以后，随着基础设施建设的重点移向国家信息基础建设，信息高速公路等信息基础建设成为了国家发展政策的重点和产业发展的基础。2000 年后，随着技术和市场的成熟，实物基础建设和信息基础建设逐步融合，使得世界基础结构发生了翻天覆地的变化，智能城市的建立不再是纸上谈兵，并日益向全面协作、相互关联和智能化发展，物联网随之进入到人们的视野中。

物联网这一概念的问世，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。

6.1.2　物联网技术发展路径

目前，计算机和手持设备是 IT 的主体，而数量规模庞大的生活消费品，包括车辆、家电及其他生活实物用品将在未来从各个维度从后台支撑人类的 IT 需求。

我们认为在未来的 5 ~ 10 年内物联网产业在以下几方面将取得如下发展。

1. 技术发展

欧洲智能系统集成技术平台（EPoSS）在《Internet if Things in 2020》报告中分析预测，未来物联网的发展将经历四个阶段（见表 6-1），2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域，2010 ~ 2015 年物体互联，2015 ~ 2020 年物体进入半智能化，2020 年之后进入全智能化，并给出了各阶段技术研究、产业化、标准化等发展策略。

表 6-1　物联网产业技术发展的四个阶段

	2010 年之前	2010 ~ 2015 年	2015 ~ 2020 年	2020 年后
技术愿景	单个物体间互联 低功耗、低成本	物与物之间联网 无所不在的标签和传感器网络	半智能化 标签、物件可执行指令	全智能化
标准化	RFID 安全及隐私标准 确定无线频带 分布式控制处理协议	针对特定产业的标准 交互式协议和交互频率 电源和容错协议	网络交互标准 智能器件间系统	智能响应行为标准 健康安全

（续）

	2010 年之前	2010 ~ 2015 年	2015 ~ 2020 年	2020 年后
产业化应用	RFID 在物流、零售、医药产业应用 建立不同系统间交互的框架（协议和频率）	增强互操作性 分布式控制及分布式数据库 特定融合网络 恶劣环境下应用	分布式代码执行 全球化应用 自适应系统 分布式存储、分布式处理	人、物、服务网络的融合 产业整合 异质系统间应用
所需配套的器件	更小、更廉价的标签、传感器、主动系统 智能多波段射频天线 高频标签 小型化、嵌入式读取终端	提高信息容量、感知能力 拓展标签、读取设备、高频传输速度 片上集成射频 与其他材料整合	超高速传输 具有执行能力标签 智能标签 自主标签 协同标签 新材料	更廉价材料 新物理效应 可生物降解器件 纳米功率处理组件
能耗要求	低功耗芯片组 降低能源消耗 低功耗芯片组 超薄电池 电源优化系统（能源管理）	改善能量管理 提高电池性能 能量捕获（储能、光伏） 印刷电池 超低功耗芯片组	可再生能源 多种能量来源 能量捕获（生物、化学、电磁感应） 恶劣环境下发电 能量循环利用	能量捕获 生物降解电池 无线电力传输

2010 年、2015 年、2020 年将成为物联网产业技术发展的三个关键时间点。目前我国在物联网技术发展方面基本与世界同步。从表中可以看出，物联网的技术发展整体是沿着由局部物联到泛在物联，由半智能化到全智能化的路线进行的。其中标准化发展为产业技术发展速度及资源共享提供了保障；产业化应用为技术发展提供原动力。所需配套器件发展为产业技术发展奠定良好基础。能耗的降低为技术发展开拓了新的领域。

2. 设备规模

研究机构 iDate 估计，“全球将有 1.9 亿的机器设备于 2012 年通过物联网进行连接和共享信息”。到 2035 年前后，我国的传感网终端将达到数千亿个；到 2050 年，传感器将在生活中无处不在。这就是物联网中智能设备的规模效应。

3. 产业规模

独立市场研究机构 Forrester 预测，到 2020 年，物物互联业务与现有的人人互联业务之比将达到 30∶1，下一个万亿级的通信业务将是物物互联。

总体来说，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形态的形成。其规模必然远远大于现有的互联网或者通信网。

6.2　物联网的产业发展趋势

6.2.1　物联网产业生态环境发展

目前，物联网在发达市场（如欧洲）呈现出了法规—政策—标准—技术—应用的发展思路。这个发展规律的一个重要基础就是在欧美全球 500 强企业中，研发力量足够，从而技术不会成为其行业进步的一个阻碍。

而我国在高端技术方面存在一定的劣势，故往往要求技术的研发到了一定层次后其他各部分才会相应得到发展。从而现阶段我国物联网的产业发展状况是注重技术突破，关注试点应用，如图 6-2 所示，初步呈现出技术—应用—标准—政策—法律的发展思路。

图 6-2　我国物联网的发展思路

纵向来看，现阶段，物联网所需要的自动控制、信息传感、射频识别等上游技术和产业都早已成熟或基本成熟，下游的应用也早已以单体的形式存在。物联网产业的发展一定要以应用为先，它需要嵌入到其他产业里共同发展，需要构建一个好的通道，正如焦点企业在产业集群中的角色和任务一样。通道的作用不仅只是联系物联网产业的上下游，而是实现上下游产业的联动，促进物联网产业链的沟通协调和发展。

横向来看，物联网实现跨专业、跨行业的联动，真正方便终端用户的使用。物联网产业未来的发展会随着通道作用的变化而不断演化。因此，要推动物联网产业生态环境的发展，就需要构建一个良好的通道，保证通道的持续成长，并让其带动产业生态环境或者说推动产业生态环境共同发展，实现产业间的互联互通，从而加速产业间融合，这是物联网成功的重要保证。

目前以无线传感网技术为核心的物联网产业生态环境已基本形成，如图 6-3 所示。

在未来几年内，其产业生态环境在各环节将在以下方面发生改变：

作为物联网设备厂商的上游供应商，传感器设备厂商及代理商需根据市场需求及物联网相关设备需求，丰富产品线，降低生产成本。与传感器厂商相类似，芯片厂商也应根据需求进行无线传感网专用芯片的开发生产，与下游企业形成互动，协作发展。

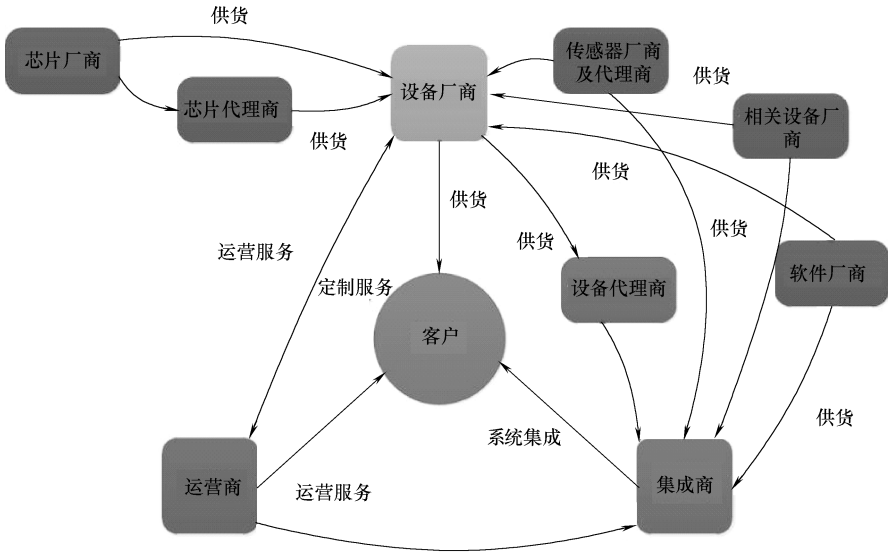


图 6-3　物联网产业生态环境

作为物联网的技术核心，设备厂商在未来几年内应迅速提升产品性能指标，根据市场需求和技术发展进行软硬件及解决方案升级。并衍生出更多新产品及解决方案。而软件厂商在信息处理、图形显示、决策支持等功能方面将明显提升，与最终用户进行更多的沟通，进一步完善专家系统的决策性能。

系统集成商指利用无线传感网以及必要的其他应用模块进行整合，为最终用户提供全面系统解决方案的企业。他们将发挥自己在行业经验和资源、资质方面的优势，直接面对最终用户推广物联网产品和服务。系统集成商利用设备厂商提供的传感节点设备，根据实际情况和需求，配合传感器、软件等产品，进行系统的功能实现，并负责布设施工、最终调制和售后服务。

而物联网产业生态环境整体提升也为集成商在未来几年进行物联网市场的拓展打下了良好的基础。运营商指中国移动、中国电信、中国联通等通信运营商，是网络服务的供应商。运营商的加入不仅为物联网产业的运营及网络通信提供了保障，与此同时，还可对物联网产业的发展起到推动作用。

6.2.2　物联网商业模式转变

物联网作为一个新兴技术，有着广阔的成长空间。发现和发展新的行业应用，不断扩大现有行业应用的市场规模，将为物联网厂商打开更为广阔的施展天地，也将成为今后几年之内物联网最主要的增长点。

目前，物联网技术已经在精准农业、建筑施工、矿山安全、环境监测、物流管理等高增长性行业中形成了一定的技术优势，如何利用这一优势，使物联网产

业随着这些高增长行业一同迎来爆发性的增长，并在同时发现新的行业应用，将成为物联网产业的头号挑战。

目前物联网产业正处在由定制化开发向通用化产品，由单一产品销售向产品与服务相结合的商业模式转变阶段。这一转变不仅为物联网产业的快速市场拓展奠定了良好的基础，与此同时，也为物联网产业产品形态的丰富，产业链的进一步完善提供了良好的契机。

面对已经有成熟的市场和应用的有线传感网络和技术以及相对成熟的 Wi-Fi、GPRS 等技术，物联网技术如何发挥自身的优势，凭借低成本、灵活布设、实时采集等特点，寻找合适的突破口和更多的“杀手级应用”，找到属于自己的市场定位是物联网产业需要面临的另一个市场问题。

在确定市场定位的过程中，选择正确的行业类型进行深入发展是至关重要的问题。在未来的几年内，物联网产业将在以下两类行业中获得较大的发展空间：

第一，壁垒较低的行业。由于目前物联网技术仍处在由起步到快速发展的转型阶段，所以目前其各方面技术指标以及稳定性、可靠性尚未得到普遍认可，因此，高壁垒行业不易于快速大规模复制。而在壁垒较低的行业，物联网依托其技术特点及优势，可在短时间内进行快速的市场拓展与推广。

第二，信息化程度较低的行业。现阶段国内的大多数行业信息化程度仍有待提高，尤其以农业、纺织业等传统行业为主，信息化生产与管理的介入可以提高其生产效率，降低生产成本，优势较为明显。

任何一种新技术和新产品的出现，往往都是为满足某些特定需求而产生。这些技术或产品要想获得更加广阔的发展空间，也必须不断去发现更多有待其解决的问题和市场切入点。物联网从业者在注重行业选取的同时，还应围绕物联网的技术特点，仔细规划技术的应用方向，选取商业模式，注重物联网在如下方面对潜在客户的作用。

物联网将围绕以下几方面发展和转变：

（1）内生需求驱动。物联网产业的发展应从实际出发从应用出发。脱离实际需求，为了应用物联网而应用物联网的发展方向，我们认为只在技术出现的初期具有一定的推广意义，在现阶段随着技术和市场的发展，这种为应用而应用的商业模式已经过时。

（2）填补技术空白。物联网的出现，使得原先许多不可能的事情成为可能。将物联网技术与现有需求缺口相结合，是目前物联网产业的一个主要发展方向。

（3）降低企业运营成本。目前 CRM、SCM、ERP 等管理理念已经开始为企业管理者们所接受，而物联网技术的介入可将 CRM、SCM、ERP 等理念进行更

加彻底的贯彻，降低企业运营成本从而创造价值。

（4）增加产品附加值。物联网技术的运用不单单在节约成本方面可以为客户创造价值，与此同时通过运用物联网技术还可增加客户产品的附加值。目前在物流仓储行业，通过物联网技术可对货品物资进行实时的状态检测，在很大程度上提高了客户对物流企业的服务满意程度。食品溯源等技术也为增加产品附加值，提升企业效益提供了很大帮助。

6.2.3　跨行业的协作与发展

目前物联网产业在无线传感网、云计算、RFID 等方面均呈现良好的发展局面。物联网产业内各行业的发展将对物联网产业的兴起起到了重要的作用。但从长远角度来看，整个物联网产业想要取得长足的发展仍需进一步加强市场拓展、产业链整合，上下游互利方面的工作。这不仅需要物联网产业内部的努力，还需要优势产业与物联网产业进行跨行业的协作与发展。就目前形势，以通信运营商为首的通信产业将在物联网产业的发展当中扮演非常重要的角色。

1. 市场拓展

目前物联网产业主要由政策支持及内生需求获得市场拓展。而通信运营商以其雄厚的资本，丰富的市场资源，长期以来树立的市场公信力，在助力物联网产业市场发展方面有着得天独厚的优势。近几年来，全球通信运营商均在积极地促进和发展物联网产业，并在部分国家和地区搭建起了政府与物联网设备提供商的桥梁。国内运营商在 M2M 及物联网在医疗、交通等方面的市场开拓起到了关键性的推动作用，并将在未来几年内持续加大在物联网方面的投入，很好地与业内企业相结合，全面拓宽物联网市场发展方向。

2. 产业链整合

运营商不仅可以帮助物联网产业的发展，与此同时也是物联网产业的组成部分。在物联网的网络层中，数据由大量、广泛分布的传感网感知节点发出，并最终由汇聚节点将信息转送至互联网或移动网络。随着物联网应用场景的复杂化，移动网络凭借其无线接入，覆盖面广等特点将承担起更多物联网广域通信的任务。从而将物联网产业的各个分支有机的连接到一起。与此同时，运营商在物联网产业未来几年的发展过程中还将承担起集成商的角色，将成为继传感网之后，物联网产业的又一核心。目前物联网产业内部，上下游产业发展相对独立，并未形成相互促进的良性循环。由于现阶段物联网设备提供商在市场内仍处于一个较为弱势的地位，运营商的强势介入将为物联网上游企业发展提供信心，与此同时作为产业链里最为强势的一环，通过资源的整合，将下游产品生产及市场推广的成本大大降低，从而使物联网上下游互利形成可持续发展的良性循环。

6.3 周边产业发展带来的新契机

全球电子信息产业在20世纪70年代经历了高速成长期，在20世纪80年代经历了中速增长期。但在世纪之交，网络经济泡沫破灭，电子信息产业发展进入调整期，并在衰退与复苏之间徘徊。2008年国际金融危机的爆发打破了电子信息产业繁荣增长的局面，使其开始进入衰退阶段，全球电子信息产业面临着前所未有的挑战，产业规模增速放缓。而随着世界经济总体呈现平稳回升态势，全球电子信息产业也正逐渐走出困境，部分领域呈现回暖迹象，产业格局进一步得到调整，电子信息产业即将迎来全面复苏的新阶段。

近两年，世界各国三网融合技术渐进成熟，我国三网融合计划的再次提出以及IPv6技术的加速推行，不仅仅带动了其产业内部的发展，与此同时也为物联网产业发展带来了新契机。

6.3.1 三网融合构建泛在网络架构

三网融合指电信网、广播电视网和互联网在向宽带通信网、数字电视网和下一代互联网演进的过程中，其技术功能趋于一致、业务范围相互交叉、网络互联互通、资源共享，为用户提供包括语音、数据、图像等综合的多媒体通信业务，并将逐步向用户提供更加多样化、个性化和多媒体化服务的过程。

其意义在于，它并不仅是现有三大网络资源、业务和用户的简单叠加，而是要突破三个行业原有模式的局限，依托现有资源进行产品创新，在市场方面形成覆盖全社会、服务灵活的信息传播渠道，在产业方面形成融合通信、广播电视、文化娱乐、出版、传媒、教育等行业形态的新的信息产业发展环境。而三网融合更重大的意义在于其指明了未来信息产业的发展方向，即多种网络架构相结合，形成不拘泥于某一种技术的综合性网络架构，并朝着泛在网络的方向发展。而以传感网为首的物联网技术也必将成为这种泛在网络的重要组成部分。

1. 三网融合的发展历程

从世界角度看，三网融合已有将近20年的发展历程。美国是世界上较早实现三网融合的国家。在三网融合方面，美国有着统一的监管机构——联邦通信委员会（FCC），进行统一监督管理；同时又有完善的法律保障，所以在三网融合方面市场化程度非常高，竞争激烈，而由此带来的直接益处就是资费低，老百姓享受实惠。

美国政府对于电信业和电视业混合经营的态度经历了从禁止到支持的变化。1970年至1990年间，为保护新生的有线电视业，避免处于垄断地位的电信公司

采用不公平竞争手段排挤有线电视公司，联邦通信委员会禁止电信公司混业经营有线电视业务。

20 世纪 90 年代初，联邦通信委员会认为，有线电视业经过整合后已发生很大变化，应允许电信公司进入视频节目服务市场，以促进视频节目多样化。从 1996 年开始，美国实施新电信法，从法律上解除了对三网融合的禁令。新电信法的最大特点是取消对各种电信业务市场的限制，允许长话、市话、广播、有线电视、影视服务等业务互相渗透，也允许各类电信运营者互相参股，以促进电信业的发展。

如图 6-4 所示，我国在 20 世纪 90 年代中后期便紧随世界脉搏，迈出了三网融合的第一步。但由于当时电信产业及互联网产业的相对落后，以及具体国情及市场情况的制约，三网融合并未能得以迅速推行。进入 21 世纪之后，随着我国在电信网、计算机网络、电视网络等领域的飞速发展，三网融合的步伐也渐渐加快。目前已在全国 20 个城市展开了试点工作。

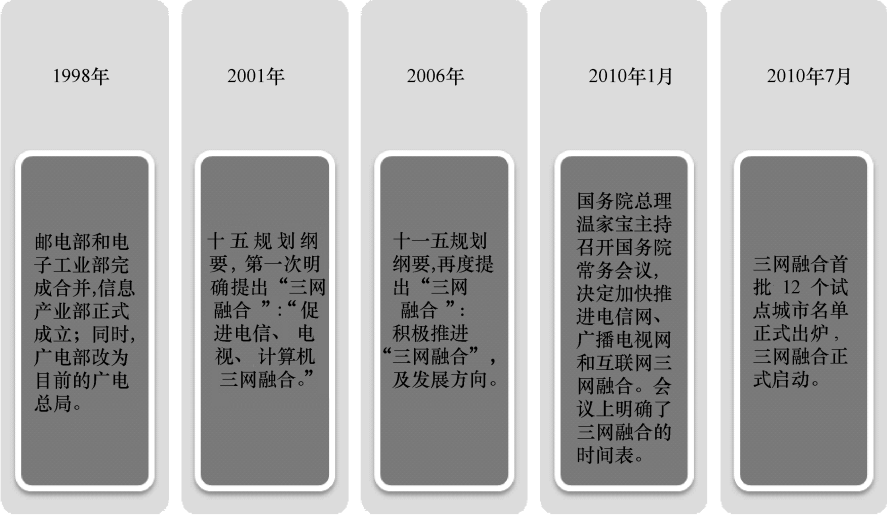


图 6-4　三网融合的发展历程

不仅如此，随着物联网产业的飞速发展，在不久的将来，在三网融合的基础之上结合物联网的应用也将走入人们的生活。人们将可以方便地实现实时控制式的“智能家庭体验”，如在家里的电视、手机等终端上，遥控指挥冰箱、空调、洗衣机、电饭煲等家电设备，甚至开关电动门窗等。

2. 三网融合后的产业结构

三网融合后，通信产业将经历一个产业结构重组的过程。如图 6-5 所示，重组后的产业结构，将原有的三大通信网络及目前日渐崛起的传感网进行了有机的整合。

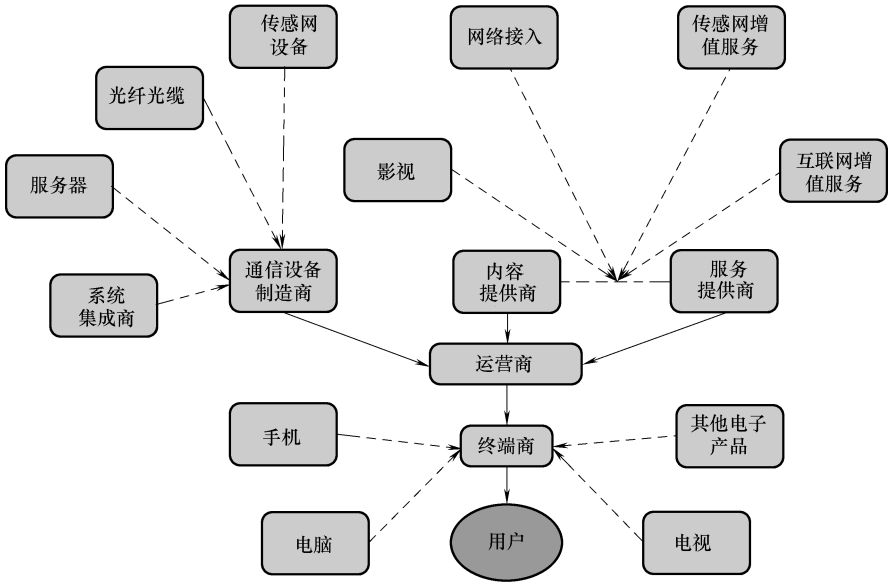


图 6-5 三网融合后的产业结构

其中通信设备商处于产业链的中上游，主要为运营商提供设备、服务。所涉及行业为电子通信行业，也是在三网融合的背景下最先受益的行业。三网融合的前提在于电信和广电网要能提供高速的上网环境，因此，运营商会加大资本支出，这对设备商来说是利好。三网融合带来了电子终端产品的融合，手机、电视和电脑功能的融合。与此同时传感网技术的日渐成熟也将带来新型电子终端产品及服务。

内容服务提供商是三网融合时代最受益的行业，也是最具有成长性的行业，所涉及的行业包含物联网、传媒娱乐、互联网。在未来，三网融合加速了以服务内容为第一要务的时代的到来。

三网融合对运营商而言有着显著的影响。相对电信而言，我国的广电网络市场化程度较低，基本上没有国家级的广电运营单位。从国家政策的解读看，国家的重点在于广电网。因为本身电信网和互联网之间的融合较早，有线网目前还没有融合进来。因此，广电网的升级改造也成为三网融合前夕最迫切实行的。为了适应三网融合，广电企业会对原有的网络进行升级和技术改造，加大光纤网络的布局。

终端供应商可以看做是三网融合后，变动最大的版块。三网融合后可支持在一台终端承载多种媒体的情况，这对手机、电脑、电视等终端产品的技术革新和产品换代等方面具有很强的推动作用。与此同时，传感网产品的介入，将成为三网融合后终端版块的一个新亮点。更加丰富的功能及便于拓展的平台，使传感网

产品在三网融合后的泛在网络平台上大放异彩。

3. 三网融合为物联网带来的机遇

三网融合将主要在以下 3 个方面为物联网带来新的机遇。

（1）三网融合为物联网接近泛在网络提供强大的骨干网络。三网融合后传统的电信网络，电脑网络，电视网络将融合为一个综合型网络架构，该网络架构在网络覆盖范围上以初具泛在网规模。但在网络终端数量、计算能力、感知能力等方面与泛在网络有着一定的差距。而以传感网、云计算为首的物联网技术，很好地弥补了这一问题，在三网融合的基础上，向泛在网进一步靠近。

（2）运营商间市场竞争加剧。三网融合后，在电信，电视等领域内，运营商一家独大或几家独大的局势将得到明显的改变。这促使运营商的市场竞争意识逐渐增强，为了更好地服务用户，抢占市场，运营商对新兴技术及产品的推广力度也将明显加强。而物联网技术及产品的介入，在帮助运营商拓展市场的同时，还可以在一定程度上降低其运营成本，这决定了物联网市场在三网融合后将出现又一次的增长高峰。

（3）三网融合促进物联网产业标准形成。目前物联网产业内部技术标准缺失成为了阻碍产业发展的一大要素。在整个三网融合实现的过程中，对于设备制造商的要求是非常严格的，需按照统一的标准进行产品设计及研发。而在三网融合后，运营商将在整个电信产业占据更加核心的位置，对周边行业相关标准的出台将起到至关重要的作用，从而渐进形成完善的技术标准及行业标准。对于物联网在智能家居等领域的拓展起到极大的帮助作用。

6.3.2　IPv6 扩增海量网络终端

IPv6 是 Internet Protocol Version 6 的缩写，它是 IETF 设计的用于替代现行版本 IP 协议 IPv4 的下一代 IP 协议。

目前的全球因特网所采用的协议族是 TCP/IP 协议族。IP 是 TCP/IP 协议族中网络层的协议，是 TCP/IP 协议族的核心协议。

IPv6 正处在不断发展和完善的过程中，它在不久的将来将取代目前被广泛使用的 IPv4。每个人将拥有更多的 IP 地址。

在未来的几年内物联网将处于一个高速发展的阶段。物联网丰富的应用和庞大的节点规模既带来了商业上的巨大潜力，同时也带来了技术上的挑战。

首先，物联网由众多的节点连接构成，无论是采用自组织方式，还是采用现有的公众网进行连接，这些节点之间的通信必然牵涉到寻址问题。目前物联网的寻址系统采用基于 E. 164 电话号码编址的寻址方式，或直接采用 IPv4 地址的寻址体系来进行物联网节点的寻址。两种方式的地址容量都远远无法满足物联网的地址需求。从另一方面来看，物联网对海量地址的需求，也对地址分配方式提出

了要求。

其次，目前互联网的移动性不足也造成了物联网移动能力的瓶颈。IPv4 协议在设计之初并没有充分考虑到节点移动性带来的路由问题。即当一个节点离开了它原有的网络，如何再保证这个节点访问可达性的问题。

再次，网络质量保证也是物联网发展过程中必须解决的问题。目前 IPv4 网络中服务质量的划分基本是从流的类型出发。例如视频业务有低丢包、时延、抖动的要求，就给它分配较高的服务质量等级；数据业务对丢包、时延、抖动不敏感，就分配较低的服务质量等级，这样的分配方式仅考虑了业务的网络侧质量需求，因此物联网中的服务质量保障必须与具体的应用相结合。

最后，物联网节点的安全性和可靠性也需要重新考虑。由于物联网节点限于成本约束很多都是基于简单硬件的，不可能处理复杂的应用层加密算法，同时单节点的可靠性也不可能做得很高，其可靠性主要还是依靠多节点冗余来保证。因此，靠传统的应用层加密技术和网络冗余技术很难满足物联网的需求。

随着 IPv6 技术的普及，在未来的几年里，物联网技术所遇到的以上种种问题将迎刃而解。

1. IPv6 地址技术扩展物联网标识空间

IPv6 拥有巨大的地址空间，同时 128 bit 的 IPv6 的地址被划分成两部分，即地址前缀和接口地址。IPv6 地址的前 64 位被定义为地址前缀。地址前缀用来表示该地址所属的子网络，即地址前缀用来在整个 IPv6 网中进行路由。而地址的后 64 位被定义为接口地址，接口地址用来在子网络中标识节点。在物联网应用中可以使用 IPv6 地址中的接口地址来标识节点。在同一子网络下。可以标识 264 个节点。这个标识空间有 2^{64} 个地址空间，这样的地址空间完全可以满足节点标识的需要。

另一方面，IPv6 采用了无状态地址分配的方案来解决高效率海量地址分配的问题。其基本思想是网络侧不管理 IPv6 地址的状态，包括节点应该使用什么样的地址、地址的有效期有多长，且基本不参与地址的分配过程。

2. IPv6 的移动性技术拓宽物联网感知范围

IPv6 协议设计之初就充分考虑了对移动性的支持。针对移动 IPv4 网络中的三角路由问题，移动 IPv6 提出了相应的解决方案。

首先，从终端角度 IPv6 提出了 IP 地址绑定缓冲的概念，即 IPv6 协议栈在转发数据包之前需要查询 IPv6 数据包目的地址的绑定地址。如果查询到绑定缓冲中目的 IPv6 地址存在绑定的转交地址，则直接使用这个转交地址为数据包的目的地址。这样发送的数据流量就不会再经过移动节点的家乡代理，而直接转发到移动节点本身。

其次，MIPv6 引入了探测节点移动的特殊方法，即某一区域的接入路由器以

一定时间进行路由器接口的前缀地址通告。当移动节点发现路由器前缀通告发生变化，则表明节点已经移动到新的接入区域。与此同时，根据移动节点获得的通告，节点又可以生成新的转交地址，并将其注册到家乡代理上。

MIPv6 的数据流量可以直接发送到移动节点，而 MIPv4 流量必须经过家乡代理的转发。在物联网应用中。传感器有可能密集地部署在一个移动物体上。例如为了监控地铁的运行参数等，需要在地铁车厢内部署许多传感器。从整体上来看，地铁的移动就等同于一群传感器的移动，在移动过程中必然发生传感器的群体切换，在 MIPv4 的情况下，每个传感器都需要建立到家乡代理的隧道连接，这样对网络资源的消耗非常大，很容易导致网络资源耗尽而瘫痪。在 MIPv6 的网络中，传感器进行群切换时只需要向家乡代理注册。之后的通信完全由传感器和数据采集的设备之间直接进行，这样就可以使网络资源消耗的压力大大下降。因此。在大规模部署物联网应用，特别是移动物联网应用时，MIPv6 是一项关键性的技术。

3. IPv6 增强物联网安全性与可靠性技术

首先，在物联网的安全保障方面。由于物联网应用中节点部署的方式比较复杂。节点可能通过有线方式或无线方式连接到网络。因此节点的安全保障的情况也比较复杂。在 IPv6 场景中，由于同一个子网支持的节点数量极大（达到百亿亿数量级），黑客通过扫描方式找到主机的难度大大增加。在口基础协议栈的设计方面，IPv6 将 IPsec 协议嵌入到基础的协议栈中。通信的两端可以启用 IPsec 加密通信的信息和通信的过程。网络中的黑客将不能采用中间人攻击的方法对通信过程进行破坏或劫持。同时，黑客即使截取了节点的通信数据包，也会因为无法解码而不能窃取通信节点的信息。

同时，由于 IP 地址的分段设计，将用户信息与网络信息分离，使用户在网络中的实时定位很容易，这也保证了在网络中可以对黑客行为进行实时的监控，提升了网络的监控能力。

在另一方面，物联网应用中由于成本限制，节点通常比较简单，节点的可靠性也不可能做得太高，因此，物联网的可靠性要靠节点之间的互相冗余来实现。又因为节点不可能实现较复杂的冗余算法，因此一种较理想的冗余实现方式是采用网络侧的任播技术来实现节点之间的冗余。采用 IPv6 的任播技术后，多个节点采用相同的 IPv6 任播地址（任播地址在 IPv6 中有特殊定义）。在通信过程中发往任播地址的数据包将被发往由该地址标识的“最近”的一个网络接口，其中“最近”的含义指的是在路由器中该节点的路由矢量计算值最小的节点。当一个“最近”节点发生故障时，网络侧的路由设备将会发现该节点的路由矢量不再是“最近”的，从而会将后续的通信流量转发到其他的节点。这样物联网的节点之间就自动实现了冗余保护的功能。而节点上基本不

需要增加算法，只需要应答路由设备的路由查询，并返回简单信息给路由设备即可。

4. IPv6 的服务质量技术为物联网提供稳定性保障

在网络服务质量保障方面，IPv6 在其数据包结构中定义了流量类别字段和流标签字段。流量类别字段有 8 位，和 IPv4 的服务类型（ToS）字段功能相同，用于对报文的业务类别进行标识；流标签字段有 20 位，用于标识属于同一业务流的包。流标签、源地址和目的地址共同标识了唯一的业务流，同一个流中的所有包具有相同的流标签，以便对有同样 QoS 要求的流进行快速、相同的处理。

目前，IPv6 的流标签定义还未完善。但从其定义的规范框架来看，IPv6 流标签提出的支持服务质量保证的最低要求是标记流，即给流打标签。流标签应该由流的发起者信源节点赋予一个流，同时要求在通信的路径上的节点都能够识别该流的标签，并根据流标签来调度流的转发优先级算法。这样的定义可以使物联网节点上的特定应用有更大的调整自身数据流的自由度，节点可以只在必要的时候选择符合应用需要的服务质量等级，并为该数据流打上一致的标记。在重要数据转发完成后。即使通信没有结束节点也可以释放该流标记，这样的机制再结合动态服务质量申请和认证、计费的机制，就可以做到使网络按应用的需要来分配服务质量。同时。为了防止节点在释放流标签后又误用该流标签造成计费上的问题。信源节点必须保证在 120 s 内不再使用释放了的流标签。

在物联网应用中普遍存在节点数量多，通信流量突发性强的特点。与 IPv4 相比，由于 IPv6 的流标签有 20 bit，足够标记大量节点的数据流。同时与 IPv4 中通过五元组（源、目的 IP 地址，源、目的端口、协议号）不同，IPv6 可以在一个通信过程中（五元组没有变化），只在必要的时候数据包才携带流标签，即在节点发送重要数据时，动态提高应用的服务质量等级，做到对服务质量的精细化控制。

当然 IPv6 的 QoS 特性并不完善，由于使用的流标签位于 IPv6 包头，容易被伪造，产生服务盗用的安全问题。因此，在 IPv6 中流标签的应用需要开发相应的认证加密机制。同时为了避免流标签使用过程中发生冲突，还要增加源节点的流标签使用控制的机制，保证在流标签使用过程中不会被误用。

6.4 回顾本书

自从 1965 年首个集成电路计算机诞生以来，大约每隔 15 年，信息技术领域就会给世界带来一次信息产业革命，如 1980 年个人计算机的问世，1995 年以“信息高速公路”为代表的互联网革命等。而如今，以“智慧的地球”为代表的

新一代物联网革命已经摆在了我们面前。

从信息处理到信息传播再到信息传感，信息发展越来越进入物质领域。物联网应用到生产环节，将能够实现更加智能化、针对性的生产管理，使得整个人类社会的生产活动更加环保、智能、安全。物联网的影响正在逐渐渗透到人类社会的各个产业环节中，为人类的生产活动带来巨大的变革。

1. 生产活动实现环保和智能化

通过物联网，对产品的生产过程进行全程监控，并进行及时的反馈，将极大地提高成品率，并更加有针对性地利用能源。物联网技术已经为全球的各类企业节约能源开支数十亿美元，随着物联网技术的不断发展并更多地深入到生产活动，这一数字将不断扩大，一种依托物联网技术的新型节能、环保、智能化的生产方式将逐渐形成。这种新型的生产方式将降低人类的生产活动对能源的依赖，为解决全球范围内的环境污染问题和能源危机开辟一条新路。

2. 生产活动提升安全性

通过物联网对生产环境进行实时监测，将能够提前预知和及时解决生产过程中的危险，极大程度地保障工作人员的人身安全，真正做到“以人为本”。目前国内部分矿业企业已经开始使用物联网技术进行井下环境监测，有效地避免了矿难事故的发生，大幅度提高了井下作业的安全系数，有效规避了企业的安全风险。

3. 生产活动实现针对性和计划性

在物联网不断发展完善并最终与互联网紧密结合之后，每时每刻全球各类商品的生产和消费状况将都能够从互联网上得到，各个企业将能够更方便、更准确地了解到产品的供需和市场状况，据此调整自己的生产计划，从而避免过量生产造成产能浪费和各种经济问题。

物联网的出现并不仅会对人类社会的生产活动带来根本性的变化，同时也会从根本上改变我们的生活。

4. 人类生活将更加绿色、环保

通过物联网和随之而来的各种智能家居系统，人们将能够更好地了解身边的自然环境，并更大限度地利用自然环境来为自己营造舒适安全的生活环境，从而实现人与自然的和谐共处。比如应用了物联网技术的智慧电网，把静态、低效的电力输送网络转变为动态可调整的智能网络，对能源系统进行实时监测，根据不同时段的用电需求，将电力按最优方案予以分配。目前，应用物联网技术的节能空调、照明系统等已经开始展示出了物联网在这方面的魅力，随着物联网的不断发展，这一趋势将变得越来越明显。

5. 人类生活将更加信息化

随着物联网技术不断应用到各行各业的生产活动中，人们获取信息的手段将

更加丰富和可靠，人们将能够更方便、更准确地了解自己周围的生活环境。比如，人们将很方便地知道自己所购买商品的生产、加工、运输等一系列过程，从而更方便地对商品质量进行评定；应用物联网技术的城市交通基础设施可以将整个城市内的车辆和道路信息实时收集起来，并通过超级计算中心动态地计算出最优的交通指挥方案和车行路线；人们还可以随时监测自己的健康状况，并采取相应的应对措施等，这一切都将深刻地影响每个人的日常生活。信息化的生活方式，将极大地改变人们对自身和周围世界的认识，给予人类更大的自由和更广阔的选择空间。

6. 人类生活将更加安全

随着物联网技术的不断普及，每件产品的生产过程都将有详细如实的记录，假冒伪劣产品将难以遁形，人们将能够更加方便和准确地得知自己购买产品的相关信息，使消费者的利益得到最大限度的保护。更加方便和精确的信息获取手段将为人类社会建筑起一个新的信用平台，整个人类的商业活动将在一个更加透明、更加公开、更加诚信的平台上呈现出崭新的面貌。

此外，物联网的普及将使得丢失物品和车辆的追踪更加方便，为司法执法提供更大的便利，从而给予犯罪分子更大的威慑，保障人们日常生活的安全。

总之，物联网技术的出现和不断发展，将从根本上改变整个人类社会的生产和生活方式，影响到我们的日常生活，进而真正地实现人与人、人与自然的和谐共处，改变整个人类的生活面貌。

物联网应用启示录

——行业分析与案例实践

- 物联网是继互联网后又一个巨大的市场机会，如果你想了解如何抓住这个机会并与自己企业的实践相结合，这是一本很好的上手指南。

——易观国际总裁 于扬

- 本书覆盖了物联网的主要应用领域，对国内外技术水平、研究应用状态等都做了精细的分析，是帮助从事物联网行业人员了解本领域全貌的一本好书。

——清华大学电子工程系党委书记 张林

- 本书从产业实践的角度入手，仔细发掘并剖析了物联网在多个行业的应用切入点，深入探讨了物联网为生产生活等各方面带来的巨大实际价值。

——中国电子科技集团物联网创新研发中心主任 阮增苗

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术／物联网
ISBN 978-7-111-33817-8
策划编辑◎吕潇

ISBN 978-7-111-33817-8
9 787111 338178 >
定价：39.80元