



全国高等职业教育物流专业课程改革规划教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JIAOYU WULIU ZHUANYE
KECHENG GAIGE GUIHUA JIAOCAI

物联网技术及应用

WULIANWANG JISHU JI YINGYONG

刘永立◎主编 林 刚◎副主编



中国财富出版社
CHINA FORTUNE PRESS

全国高等职业教育物流专业课程改革规划教材

物联网技术及应用

刘永立 主 编

林 刚 副主编

中国财富出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网技术及应用 / 刘永立主编. —北京: 中国财富出版社, 2014. 8

(全国高等职业教育物流专业课程改革规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5047 - 5183 - 6

I. ①物… II. ①刘… III. ①互联网络—应用—高等职业教育—教材 ②智能技术—应用—高等职业教育—教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 070362 号

策划编辑 马 军

责任印制 何崇杭

责任编辑 马 军

责任校对 杨小静

出版发行 中国财富出版社

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼

邮政编码 100070

电 话 010 - 52227568 (发行部)

010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 68589540 (读者服务部)

010 - 52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.cfpress.com.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 5183 - 6/TP · 0077

开 本 787mm × 1092mm 1/16

版 次 2014 年 8 月第 1 版

印 张 14.5

印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷

字 数 300 千字

定 价 29.80 元

前 言

物联网是通过智能感知、识别技术与普适计算，广泛应用于网络的融合中，被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用，物联网也被视为互联网的应用拓展。当代物流信息技术又与物联网技术紧密结合，物联网是新一代信息技术的高度集成和综合运用，现已被国务院作为战略性新兴产业上升为国家发展战略。

编者根据多年的教学实践和物联网项目实施经验编写了本书。但由于物联网应用领域很广，不可能面面俱到，因此本书主要以物联网在智能物流领域方面的应用为背景展开讨论。在内容方面，本书力求充实、创新，注重理论与实践相结合，涉及当今物联网技术及其应用的最新成果，图文并茂，突出学生实践动手能力的训练。

全书总分为8章。第1章至第3章主要介绍了物联网技术的基础理论知识。第4章至第7章主要介绍了条码技术、RFID技术、空间信息技术和无线传感器网络技术等物联网关键技术，并通过应用实训提升学生对知识的认识，加强学生对物联网技术的实际操作能力。第8章重点介绍了物联网技术在物流中的应用，主要包括物联网技术在智能仓储、智能运输和智能销售中的实际应用。本书可作为高等院校物联网工程、物联网应用技术、物流工程、物流管理、工业工程、电子商务、信息管理与信息系统等专业的教材或参考书，也可作为企业物流从业人员、物联网相关岗位的技术培训用书。

全书由刘永立、林刚统稿并主持编写，特别感谢李多、奚志刚、陈星野、耿莹莹在本书的编写过程中所给予的帮助。

由于编者水平有限，书中难免有不完善之处，恳请专家和读者批评指正。

编 者

2014年4月

目 录

1 物联网技术概述	1
1.1 物联网技术的起源与发展	1
1.2 物联网的定义	2
1.3 物联网技术的应用领域	3
2 物联网体系架构	10
2.1 物联网体系架构概述	10
2.2 物联网感知层	11
2.3 物联网网络层	11
2.4 物联网应用层	12
2.5 其他物联网体系架构	13
2.6 物联网应用实训——信息检索	14
3 物联网关键技术	18
3.1 自动识别技术	18
3.2 空间信息技术	20
3.3 传感器技术	22
3.4 无线通信网络技术	24
3.5 中间件技术	28
3.6 云计算技术	31
3.7 基础通信应用实训	41
4 条码技术及应用	52
4.1 案例引入——条码技术在仓储系统中的应用	52
4.2 一维条码技术	53
4.3 二维条码技术	73



4.4	条码技术应用实训	81
4.5	案例分析——天津丰田汽车有限公司	91
5	RFID 技术及应用	94
5.1	案例引入——RFID 技术在仓储系统中的应用	94
5.2	RFID 技术概述	96
5.3	RFID 技术特点及分类	102
5.4	读写器与标签技术	104
5.5	RFID 中间件技术	108
5.6	EPC 系统与 RFID	112
5.7	RFID 技术应用实训	122
5.8	案例分析——RFID 在欧洲零售业的应用	136
6	空间信息技术及应用	139
6.1	案例引入——GPS、GIS 在运输监控中的应用	139
6.2	GIS 与 GPS 技术概述	140
6.3	GIS 与 GPS 的构成与功能	143
6.4	GIS 与 GPS 的应用	151
6.5	GIS 与 GPS 技术应用实训	156
6.6	案例分析——海尔冷链监控系统 GPS 技术的应用	166
7	无线传感器网络技术及应用	168
7.1	案例引入——无线传感器网络技术在仓储系统中的应用	168
7.2	无线传感器网络技术	170
7.3	无线传感器网络技术应用实训	176
7.4	案例分析——深圳市中南运输集团有限公司	180
8	物联网技术在物流中的应用	182
8.1	案例引入——基于物联网技术的智能物流系统	182
8.2	物联网技术在智能仓储中的应用	184
8.3	物联网技术在智能运输中的应用	189
8.4	物联网技术在智能销售中的应用	195
8.5	智能物流应用实训	200
8.6	案例分析——八挂来网	219

1 物联网技术概述

1.1 物联网技术的起源与发展

物联网的概念最早是由麻省理工学院 Ashton 教授于 1999 年在美国召开的移动计算和网络国际会议上提出的，其理念是基于 RFID 技术、电子代码（EPC）等技术，在互联网的基础上，构造了一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网“Internet of Things”（简称物联网）。

2003 年，美国《技术评论》提出传感网络技术将是未来改变人们生活的十大技术之首。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《ITU 互联网报告 2005：物联网》，引用了“物联网”的概念。物联网的定义和范围已经发生了变化，覆盖范围有了较大的拓展，不再只是指基于 RFID 技术的物联网。报告指出，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互联网主动进行交换。RFID 技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

2009 年 1 月 28 日，奥巴马就任美国总统后，与美国工商业领袖举行了一次“圆桌会议”，作为仅有的两名代表之一，IBM 首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”这一概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。当年，美国将新能源和物联网列为振兴经济的两大重点。

2009 年 8 月，温家宝总理在视察中科院无锡物联网产业研究所时，对于物联网应用也提出了一些看法和要求。自温总理提出“感知中国”以来，物联网被正式列为国家五大新兴战略性产业之一，写入“政府工作报告”。2011 年 11 月 28 日，工业和信息化部印发了《物联网“十二五”发展规划》。2013 年 2 月 17 日，国务院发布了《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》。物联网在中国受到了政府及全社会极大的关注，其受关注程度是在美国、欧盟以及其他各国不可比拟的。物联网发展历程如图 1-1 所示。

纵观物联网技术的产生与发展，物联网技术也由最初的互联网、RFID 技术、EPC

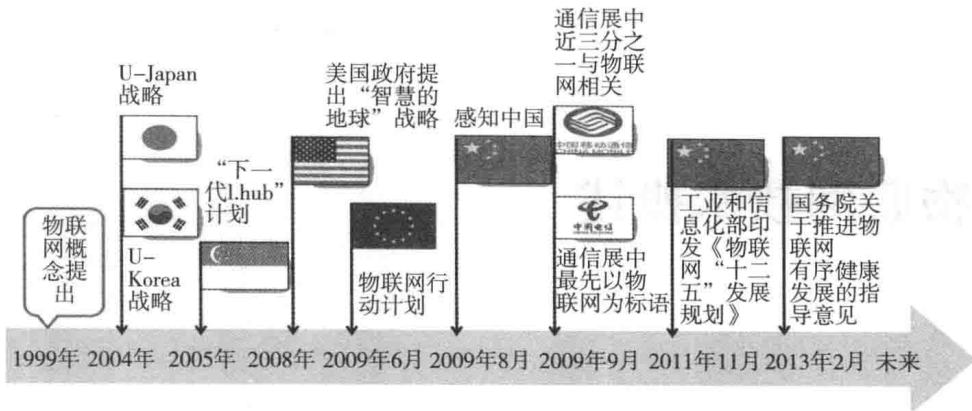


图 1-1 物联网发展历程

标准等转变为包括了光、热等传感网、GPS/GIS 等数据通信技术和人工智能、纳米技术等为实现全世界人与物、物与物实时通信的所用应用技术。

1.2 物联网的定义

物联网的定义目前争议很大，还没有被各界广泛接受的定义。各个地区或组织对于物联网都有自己的定义。以下是一些地区或组织关于物联网的定义。

中国物联网校企联盟将物联网定义为：当下几乎所有技术与计算机、互联网技术的结合，实现物体与物体之间的环境和状态信息的实时共享以及智能化的收集、传递、处理、执行。广义上说，当下涉及信息技术的应用，都可以纳入物联网的范畴。

国际电信联盟（ITU）发布的《ITU 互联网报告 2005：物联网》，对物联网做了如下定义：通过二维码识读设备、射频识别（RFID）装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

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

我国中科院基于传感网的物联网定义：随机分布的集成有传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过一定的组织和通信方式构成的网络，是传感网，又叫物联网。

按照上述定义，目前比较流行，能够被各方所接受的物联网定义为：通过 RFID、

红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。目的是让所有的物品都与网络连接在一起，方便识别和管理。其核心是将互联网扩展应用于我们所生活的各个领域。

为了更好地理解物联网的定义，我们给出了物联网的概念模型，如图 1-2 所示。

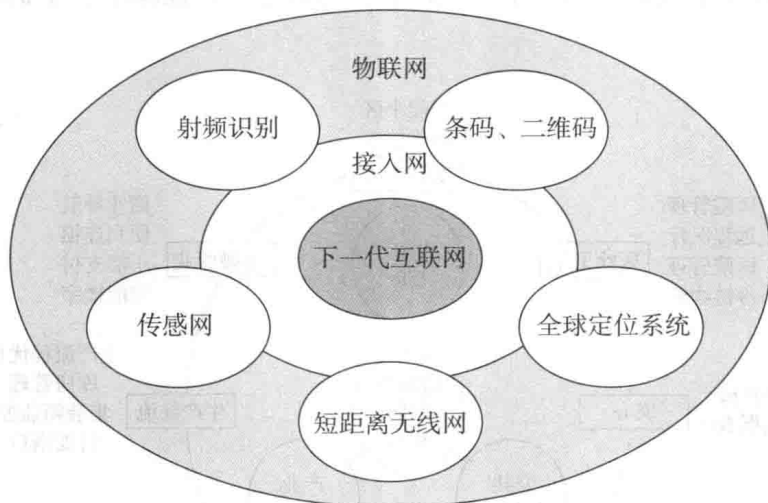


图 1-2 物联网概念模型

由物联网的定义，可以从技术和应用两个方面来对它进行理解。

(1) 技术理解：物联网是物体通过感应装置，将数据/信息经过传输网络，传输到达指定的信息处理中心，最终实现物与物、人与物的自动化信息交互与处理的智能网络。

(2) 应用理解：物联网是把世界上所有的物体都连接到一个网络中，形成“物联网”，然后又与现有的互联网相连实现人类社会与物体系统的整合，达到以更加精细和动态的方式去管理生产和生活。

从物联网产生的背景及物联网的定义中，我们可以大概地总结出物联网的几个特征。

- (1) 全面感知：利用 RFID、二维码、传感器等随时随地获取物体的信息。
- (2) 可靠传递：通过无线网络与互联网的融合将物体信息实时准确地传递给用户。
- (3) 智能处理：利用云计算、数据挖掘以及模糊识别等人工智能，对海量的数据和信息进行分析 and 处理，对物体实施智能化控制。

1.3 物联网技术的应用领域

随着物联网相关技术的发展与成熟，物联网技术已经在很多行业中取得了应用，

如智能交通、智能物流、智能安防、智慧医疗以及智能生产等各行各业，如图 1-3 所示。物联网技术的发展给我的生活带来了很大方便，虽然目前还处于初级发展阶段，但是未来社会的发展离不开物联网技术。很明显，随着平安城市建设、城市智能交通体系建设和“新医改”医疗信息化建设的加快，安防、交通和医疗三大领域有望在物联网发展中率先受益，成为物联网产业市场容量最大、增长最为显著的领域。据悉，中国移动即将在 4 个领域推出 4 个全网产品：物联通、智能家居、手机二维码及移动产品。

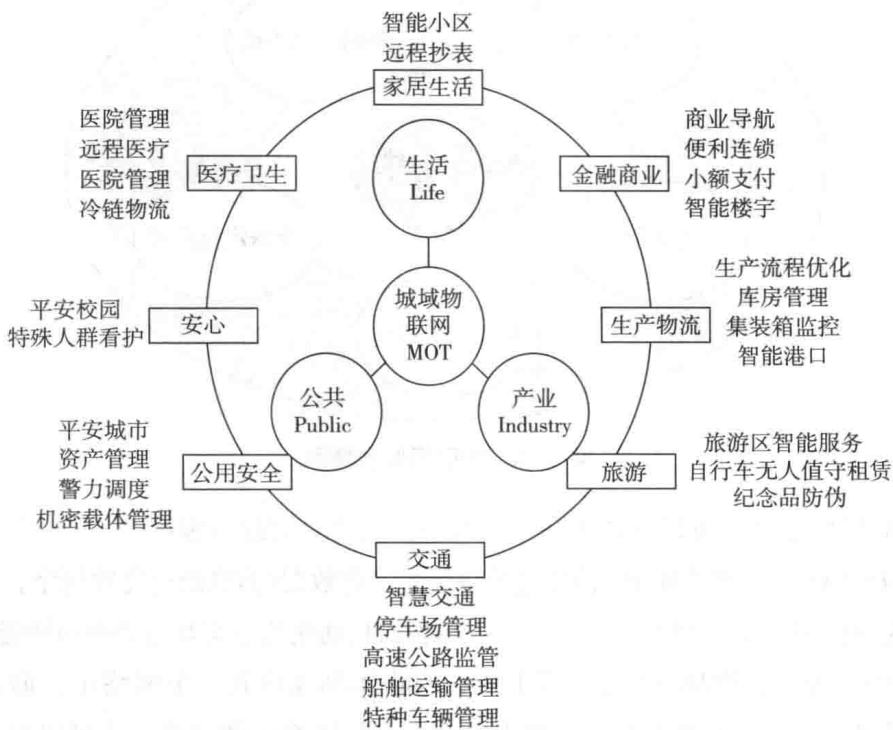


图 1-3 物联网应用示意

1. 智能家居

智能家居产品融合自动化控制系统、计算机网络系统和网络通信技术于一体，如图 1-4 所示，将各种家庭设备（如音视频设备、照明系统、窗帘控制、空调控制、安防系统、数字影院系统、网络家电等）通过智能家庭网络联网实现自动化，通过中国电信的宽带、固话和 3G 无线网络，可以实现对家庭设备的远程操控。与普通家居相比，智能家居不仅提供舒适宜人且高品位的家庭生活空间，实现更智能的家庭安防系统；还将家居环境由原来的被动静止结构转变为具有能动智慧的工具，提供全方位的信息交互功能。

2. 智能医疗

智能医疗系统借助简易实用的家庭医疗传感设备，对家中病人或老人的生理指

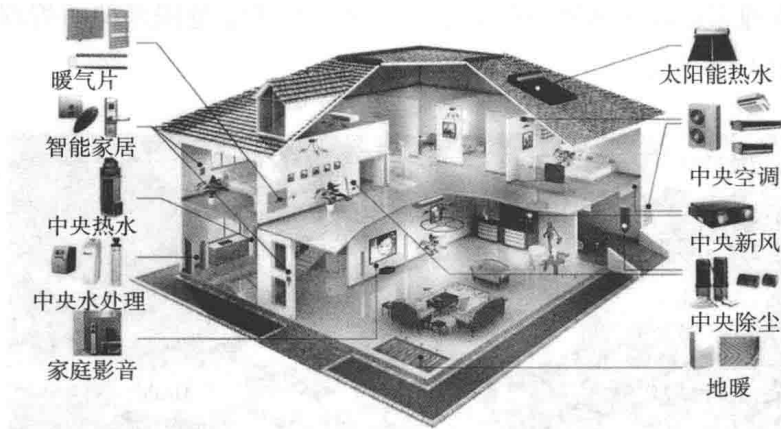


图 1-4 智能家居

标进行自测，并将生成的生理指标数据通过 GPRS 等无线网络传送到护理人或有关医疗单位，如图 1-5 所示。还可以根据客户需求提供增值服务，如紧急呼叫救助服务、专家咨询服务、终生健康档案管理服务等。智能医疗系统真正解决了现代社会子女们因工作忙碌无暇照顾家中老人的无奈，可以随时表达孝子情怀。

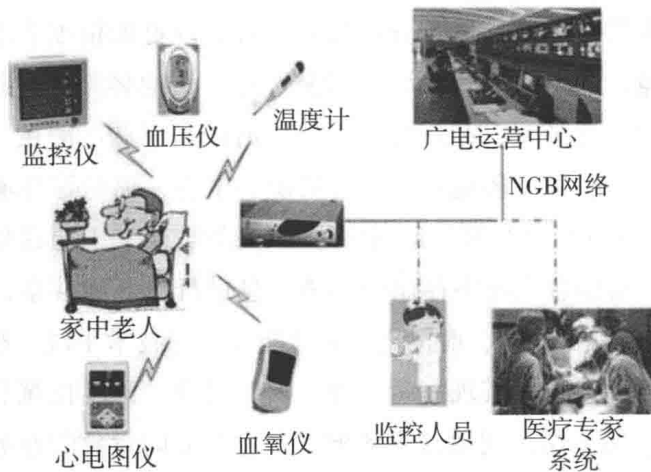


图 1-5 智能医疗

3. 智能城市

智能城市产品包括对城市的数字化管理和城市安全的统一监控。前者利用“数字城市”理论，基于 3S (GIS、GPS、RS) 等关键技术，深入开发和应用空间信息资源，建设服务于城市规划、城市建设和管理，服务于政府、企业、公众，服务于人口、资源环境、经济社会的可持续发展的信息基础设施和信息系统。后者基于宽带互联网的实时远程监控、传输、存储、管理的业务，利用中国电信无处不在的宽带和 3G 网络，将分散、独立的图像采集点进行联网，实现对城市安全的统一监控、统一存储和统一

管理，为城市管理和建设者提供一种全新、直观、视听觉范围延伸的管理工具。智慧城市示意，如图 1-6 所示。



图 1-6 智慧城市

4. 智能环保

智慧环保是数字环保概念的延伸和拓展，它是借助物联网技术，把感应器和装备嵌入到各种环境监控对象（物体）中，通过超级计算机和云计算将环保领域物联网整合起来，可以实现人类社会与环境业务系统的整合，以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的智慧，如图 1-7 所示。“智慧环保”的总体架构包括：感知层、传输层、智慧层和服务层。感知层：利用任何可以随时随地感知、测量、捕获和传递信息的设备、系统或流程，实现对环境质量、污染源、生态、辐射等环境因素的“更透彻的感知”。传输层：利用环保专网、运营商网络，结合 3G、卫星通信等技术，将个人电子设备、组织和政府信息系统中存储的环境信息进行交互和共享，实现“更全面的互联互通”。智慧层：以云计算、虚拟化和高性能计算等技术手段，整合和分析海量的跨地域、跨行业的环境信息，实现海量存储、实时处理、深度挖掘和模型分析，实现“更深入的智能化”。服务层：利用云服务模式，建立面向对象的业务应用系统和信息服务门户，为环境质量、污染防治、生态保护、辐射管理等业务提供“更智慧的决策”。

5. 智能交通

智能交通系统（Intelligent Transportation System, ITS）是未来交通系统的发展方向，它是将先进的信息技术、数据通信传输技术、电子传感技术、控制技术及计算机技术等有效地集成运用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内全方位发挥作用的，实时、准确、高效的综合交通运输管理系统，如图 1-8 所示。ITS 可以有效地利用现有交通设施、减少交通负荷和环境污染、保证交通安全、提高运输效率，因而，日益受到各国的重视。

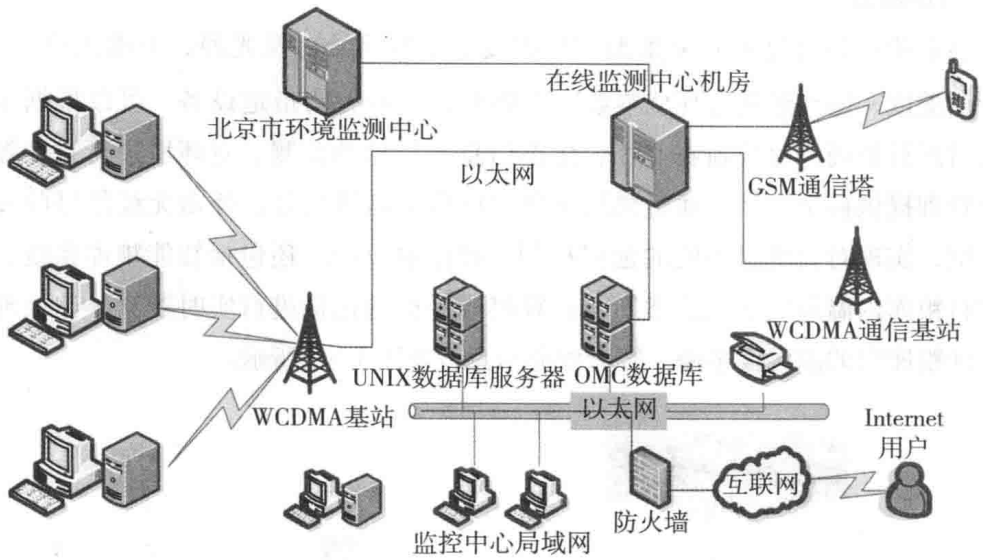


图 1-7 智能环保

中国物联网校企联盟认为，智能交通的发展跟物联网的发展是分不开的，只有物联网技术概念的不断发展和完善，智能交通系统才能越来越完善。智能交通是交通的物联化体现。

21 世纪将是公路交通智能化的世纪，人们将要采用的智能交通系统，是一种先进的一体化交通综合管理系统。在该系统中，车辆靠自身的智能在道路上自由行驶，公路靠自身的智能将交通流量调整至最佳状态，借助于这个系统，管理人员对道路、车辆的行踪将掌握得一清二楚。

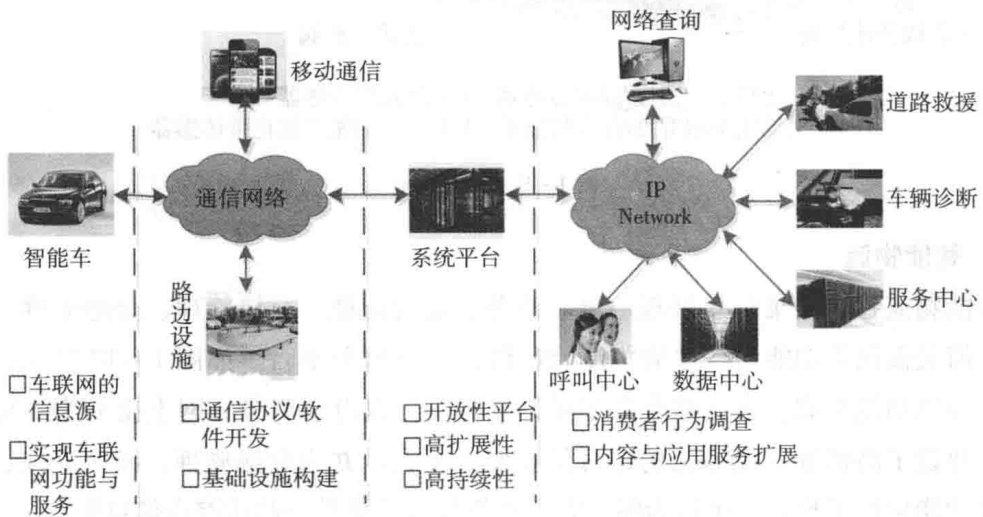


图 1-8 智能交通



6. 智能农业

智能农业产品通过实时采集温室内温度、湿度信号以及光照、土壤温度、CO₂浓度、叶面湿度、露点温度等环境参数，自动开启或者关闭指定设备。可以根据用户需求，随时进行处理，对设施农业综合生态信息进行自动监测、对环境进行自动控制和智能化管理提供科学依据。通过模块采集温度传感器等信号，经由无线信号收发模块传输数据，实现对大棚温湿度的远程控制。智能农业产品还包括智能粮库系统，该系统通过将粮库内温湿度变化的感知与计算机或手机的连接进行实时观察，记录现场情况以保证粮库内的温湿度平衡。智能农业示意，如图1-9所示。



图1-9 智能农业

7. 智能物流

智能物流打造了集信息展现、电子商务、物流配载、仓储管理、金融质押、园区安保、海关保税等功能为一体的物流园区综合信息服务平台。如图1-10所示，信息服务平台以功能集成、效能综合为主要开发理念，以电子商务、网上交易为主要交易形式，建设了高标准、高品位的综合信息服务平台，并为金融质押、园区安保、海关保税等功能预留了接口，可以为园区客户及管理人员提供一站式综合信息服务。

8. 智能校园

智能校园是通过信息化手段，实现对各种资源的有效集成、整合和优化，实现资源

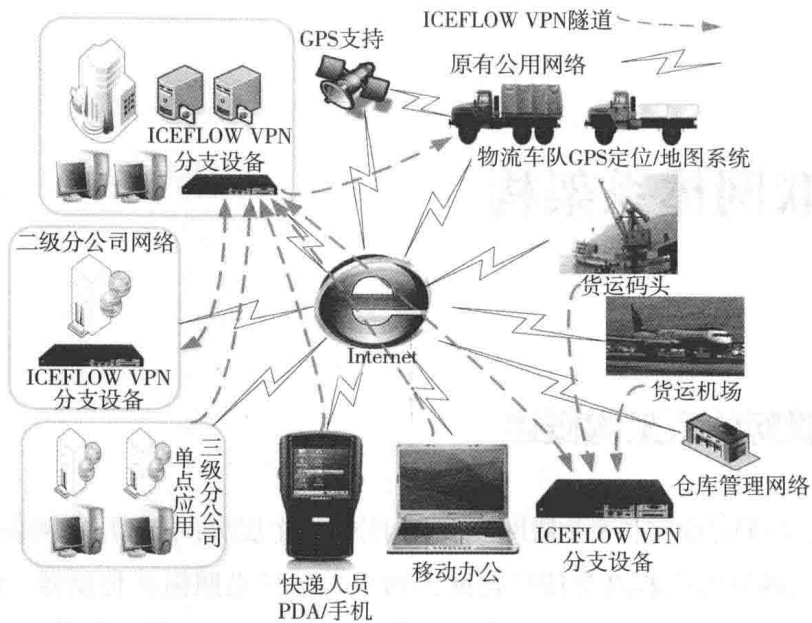


图 1-10 智能物流

的有效配置和充分利用，实现教育和校务管理过程的优化、协调，实现数字化教学、数字化学习、数字化科研和数字化管理。一般而言，目前的智能校园系统主要基于物联网技术，主要由弱电和教学两大子系统组成，从而能够提高各项工作效率、效果和效益，实现教育的信息化和现代化，满足现代教育的需要。智能校园架构，如图 1-11 所示。

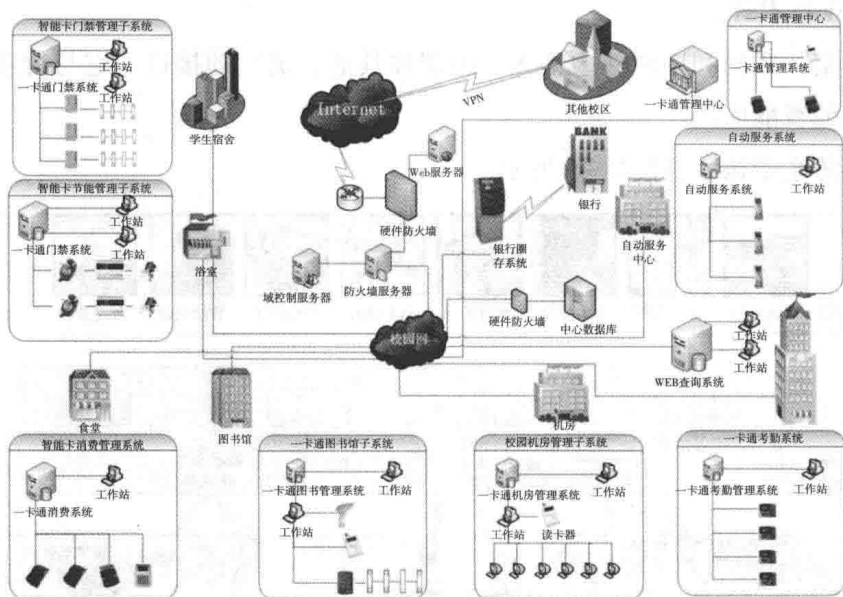


图 1-11 智能校园

物联网的发展还处于一个初级阶段，将会是一个长期发展的过程。

2 物联网体系架构

2.1 物联网体系架构概述

传统地，我们习惯将整个物联网体系架构分为三个层次：感知层、网络层和应用层。

感知层由各种传感器以及传感器网关构成，包括光照强度传感器、温度传感器、湿度传感器、条码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼耳鼻喉和皮肤等神经末梢，它是物联网识别物体、采集信息的来源，其主要功能是识别物体，采集信息。

网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成，相当于人的神经中枢和大脑，负责传递和处理感知层获取的信息。包括各种远距离无线传输技术，如 GPRS 技术、GSM 技术等，短距离无线传输技术，如 Zig Bee、Wi-Fi 技术等。

应用层是物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口，它与行业需求结合，实现物联网的智能应用。

物联网体系架构，如图 2-1 所示。

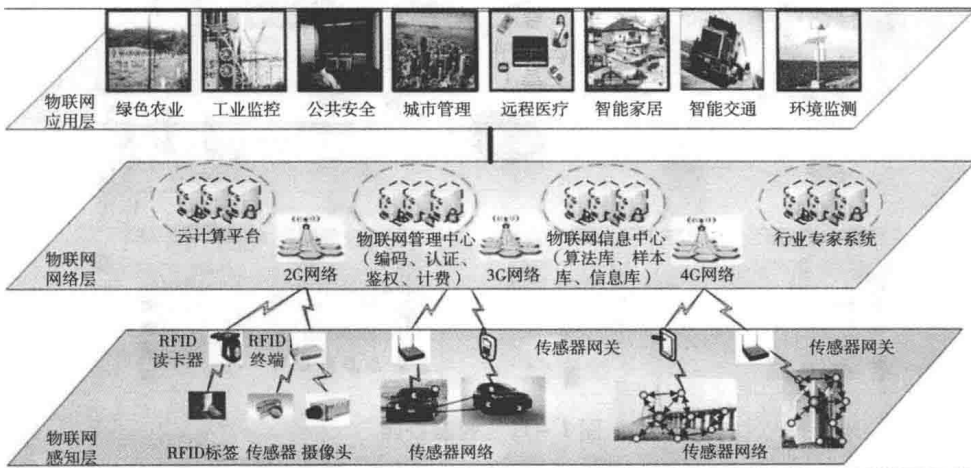


图 2-1 物联网体系架构

2.2 物联网感知层

1. 感知层功能

物联网在传统网络的基础上,从原有网络用户终端向“下”延伸和扩展,扩大通信的对象范围,即通信不仅局限于人与人之间的通信,还扩展到人与现实世界的各种物体之间的通信。

物联网感知层解决的就是人类世界和物理世界的获取数据问题,包括各类物理量、标识、音频、视频数据。感知层处于三层架构的最底层,是物联网发展和应用的基础,具有物联网全面感知的核心能力。作为物联网的最基本一层,感知层具有十分重要的作用。

感知层一般包括数据采集和数据短距离传输两部分,即首先通过传感器、摄像头等设备采集外部物理世界的的数据,通过蓝牙、红外、ZigBee、工业现场总线等短距离有线或无线传输技术进行协同工作或者传递数据到网关设备。也可以只有数据的短距离传输这一部分,特别是在仅传递物品的识别码的情况下。实际上,感知层这两个部分有时很难明确区分开。

2. 感知层关键技术

感知层所需要的关键技术包括检测技术、中低速无线或有线短距离传输技术等。具体来说,感知层综合了传感器技术、嵌入式计算技术、智能组网技术、无线通信技术、分布式信息处理技术等,能够通过各类集成化的微型传感器的协作实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息。通过嵌入式系统对信息进行处理,并通过随机自组织无线网络以多跳中继方式将所感知信息传送到接入层的基站节点和接入网关,最终到达用户终端,从而真正实现“无处不在”的物联网的理念。

2.3 物联网网络层

1. 网络层功能

物联网网络层是在现有网络的基础上建立起来的,它与目前主流的移动通信网、国际互联网、企业内部网、各类专网等网络一样,主要承担着数据传输的功能,特别是当三网融合后,有线电视网也能承担数据传输的功能。

在物联网中,要求网络层能够把感知层感知到的数据无障碍、高可靠性、高安全地进行传送,它解决的是感知层所获得的数据在一定范围内,尤其是远距离的传输问题。同时,物联网网络层将承担比现有网络更大的数据量和面临更高的服务质量要