

全国高等职业教育计算机专业“十三五”规划教材
21世纪高职高专计算机专业立体化示范教材

丛书总主编 丁爱萍
本册主编 丁爱萍

物联网技术导论

大学计算机专业教材编写组 编

配套教学资源

- PPT 电子教案
- 模拟试题及答案

 河南大学出版社
HENAN UNIVERSITY PRESS

Computer

全国高等职业教育计

划教材

丛书总主编 丁爱萍

本册主编 丁爱萍



物联网技术导论

大学计算机专业教材编写组 编

责任编辑 李亚平
封面设计 张立青
版式设计 张立青

河南大学出版社
· 郑州 ·

(本网书系经国家新闻出版总署备案，印刷质量符合国家规定)

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网技术导论/大学计算机专业教材编写组编. —郑州: 河南大学出版社, 2016. 8
ISBN 978 - 7 - 5649 - 2488 - 1

I. ①物… II. ①大… III. ①互连网络 - 应用 - 高等学校 - 教材②智能技术 - 应用 - 高等学校 - 教材
IV. ①TP393.409②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 197407 号

责任编辑 李亚涛 田贝贝
责任校对 乔 慧
封面设计 金点设计

出版发行 河南大学出版社

地址: 郑州市郑东新区商务外环中华大厦 2401 号 邮编: 450046

电话: 0371 - 86059712 (高等教育与职业教育出版分社)

0371 - 86059713

网址: www.hupress.com

排 版 郑州市金点图文设计有限公司

印 刷 郑州市运通印刷有限公司

版 次 2017 年 8 月第 1 版

印 次 2017 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 14.75

字 数 350 千字

定 价 34.00 元

(本书如有印装质量问题, 请与河南大学出版社联系调换)

内容提要

本书结合目前物联网发展，从关键技术和应用两方面全方位介绍物联网的现状、关键技术及部分典型应用。

本书主要内容包括：物联网的发展背景、定义、特征和发展趋势，物联网感知与识别技术，物联网通信与网络技术，物联网服务与管理技术，物联网典型应用案例等。

本书可作为高职高专院校物联网应用技术专业及电子信息类相关专业的教材和参考书，也可作为物联网技术相关研究人员、企事业单位相关专业人员进行物联网工作的重要参考资料。

本书共分5个项目，按照物联网四层体系结构模型，从感知识别、网络通信、服务管理、典型应用这四层分别进行阐述；深入浅出地引领读者进入物联网世界。项目1为物联网概述，介绍物联网的基本概念、体系结构，以及主要应用领域与发展趋势；项目2介绍物联网感知与识别技术的基本概念，射频识别（RFID）技术、传感器技术、无线传感器网络系统等；项目3介绍物联网通信与网络技术的的基本概念，局域网网络技术，无线局域网技术，无线城域网技术，无线广域网技术，物联网的接入技术等；项目4介绍物联网服务与管理的基本概念，物联网云计算技术，物联网中间件技术，物联网智能信息处理技术，物联网信息安全与隐私保护等；项目5主要介绍物联网在典型领域中的应用发展和应用案例，包括智能家居、智慧农业、智慧环

前 言

“在现实物理世界与虚拟计算机世界之间实现信息交互”这一革命性的理念，突破了以往信息技术发展的固有模式和思路，使得物联网一跃成为全国乃至世界关注的焦点，物联网相关的新闻一时间也成为全国各界的热点话题。

从学术界的角度看，物联网创造性地继承和发展了传感器网络、泛在网络、普适计算、云计算、RFID 等信息技术的优点，形成了一个系统、有机的体系结构，具备一个清晰的发展脉络和可以预期的未来目标；从产业界的角度看，物联网涵盖了形式多样的应用领域，提供了打破不同行业各自封闭发展现状的方式，创造了不同产业相互结合的机遇，具有十分巨大的商业价值和发展前景；从普通大众的角度看，物联网反映了人们对物物互联、感知世界的普遍需求，承载了人们对未来美好生活的诸多愿望和梦想。

本书共分 5 个项目。按照物联网四层体系结构模型，从感知识别、网络通信、服务管理、典型应用这四层分别进行阐述，深入浅出地引领读者步入物联网世界。项目 1 为物联网概述，介绍物联网的基本概念、体系架构，以及主要应用领域与发展趋势；项目 2 介绍物联网感知与识别技术的基本概念，射频识别（RFID）技术，传感器技术，无线传感器网络系统等；项目 3 介绍物联网通信与网络技术的基本概念，无线个域网络技术，无线局域网络技术，无线城域网络技术，无线广域网络技术，物联网的接入技术等；项目 4 介绍物联网服务与管理的基本概念，物联网云计算技术，物联网中间件技术，物联网智能信息处理技术，物联网信息安全与隐私保护等；项目 5 介绍物联网在典型领域中的应用发展和应用案例，包括智能家居、智慧农业、智慧环

保、智能物流、智慧医疗、智能交通、智能工业等。另外，在本书的有关章节中，还涉及了一些物联网前沿技术问题和较新的研究成果，有些内容直接取自研究论文，并进行了整理和加工。

全书充分展示了物联网技术体系的脉搏，反映所涉及的新知识、新技术、新方法、新应用及发展趋势，收集大量业内相关资料和企业技术应用实例，进行精炼和整合，用通俗易懂、生动形象的语言或图形阐述物联网的技术概念和知识。可作为高职高专院校物联网专业、通信类、信息类、计算机类、工程类、管理类及经济类等相关专业物联网课程的教材，也可以作为广大对物联网技术感兴趣的工程技术人员的参考书和自学教材。

本书由丁爱萍主编，由于作者水平所限，错误与不妥之处恳请广大读者给予批评指正。

作者

2016年4月



目 录

项目 1 初识物联网	1
任务 1.1 物联网基本概念	1
任务 1.2 物联网架构	4
任务 1.3 物联网的发展	6
任务 1.4 物联网技术标准的制定现状	10
任务 1.5 物联网的典型应用及发展前景	13
思考与练习	18
项目 2 物联网感知与识别技术	20
任务 2.1 自动识别技术概述	20
任务 2.2 射频识别技术	25
任务 2.3 传感器技术	32
任务 2.4 无线传感器网络系统	38
任务 2.5 其他感知与识别技术	45
思考与练习	53
项目 3 物联网通信与网络技术	55
任务 3.1 无线通信及网络技术基础	55
任务 3.2 无线个域网络技术	57
任务 3.3 无线局域网技术	71
任务 3.4 无线城域网络技术	78
任务 3.5 无线广域网络技术	83
任务 3.6 物联网的接入技术	91
任务 3.7 物联网其他网络技术	94
思考与练习	98



项目 4 物联网服务与管理技术	99
任务 4.1 物联网云计算技术	99
任务 4.2 物联网中间件技术	107
任务 4.3 物联网智能信息处理技术	113
任务 4.4 物联网信息安全与隐私保护	131
思考与练习	144
项目 5 物联网典型应用领域	145
任务 5.1 智能家居的应用	145
任务 5.2 智能医疗的应用	158
任务 5.3 智慧农业的应用	174
任务 5.4 智能工业的应用	182
任务 5.5 智能交通的应用	194
任务 5.6 智能物流的应用	212
任务 5.7 智慧环保的应用	222
思考与练习	227
参考文献	228

项目 1 初识物联网



物联网 (Internet of Things, IoT) 是把所有物品通过信息传感设备与互联网连接起来, 进行信息交换, 即物物相连, 以实现智能化识别和管理。它具有普通对象设备化、自治终端互联化和普适服务智能化三个重要特征。

物联网是新一代信息技术的重要组成部分, 也是“信息化”时代的重要发展阶段。物联网通过智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术, 广泛应用于网络的融合中, 也因此被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。

目前, 物联网发展还处于初级阶段, 随着工艺和技术的发展, 人类会逐渐进入对更深层次世界的感知, 通过对感知数据进行计算、处理和知识挖掘, 实现人与物、物与物信息交互和无缝链接, 达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的。



- (1) 了解物联网的定义、起源和发展历程。
- (2) 了解互联网、物联网和泛在网的关系。
- (3) 了解物联网的特征和体系架构。
- (4) 了解物联网在国内外的的发展状况。
- (5) 了解物联网技术标准的制定现状。
- (6) 了解物联网的几个典型应用及前景。

任务 1.1 物联网基本概念

1. 物联网的定义

物联网是指利用局部网络或互联网等通信技术把传感器、控制器、机器、人员和物等通过新的方式联在一起, 形成人与物、物与物相连, 实现信息化、远程管理控制和智能化的网络, 如图 1-1 所示。通俗点说, 物联网就是物物相连的互联网。这有两层意思:

- (1) 物联网的核心和基础仍然是互联网, 是在互联网基础上的延伸和扩展的网络。
- (2) 其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间, 进行信息交换和通信, 也就是物物相息。

物联网是互联网的应用拓展, 与其说物联网是网络, 不如说物联网是业务和应用。因

此，应用创新是物联网发展的核心，以用户体验为核心的创新 2.0 是物联网发展的灵魂。



图 1-1 物联网是连接各种设备的网络

2. 物联网的作用

通过物联网，可以利用中心计算机对机器、设备、人员进行集中管理、控制，也可以对家庭设备、汽车进行遥控，以及搜索位置、防止物品被盗等，类似自动化操控系统，同时通过收集这些数据，最后可以聚集成大数据。通过对大数据分析，可以帮助人们科学决策和规划，比如，重新设计道路以减少车祸、灾害预测与犯罪防治、流行病控制等等。

物联网的应用范围十分广泛，如图 1-2 所示。物联网拉近分散的信息，统整物与物的数字信息，具有十分广阔的市场和应用前景。



图 1-2 物联网应用领域

【实例】

物联网发展到一定阶段，家中的电器可以和外网连接起来，通过传感器传达电器的信号。厂家在厂里就可以知道您家中电器的使用情况，也许在您之前就已知道了电器的故障。某一天突然有维修工上门告诉您家中空调有问题，您可能还十分惊异。

下班发条短消息，家中的电热水器可自动准备洗澡水，电饭煲可提前开始做饭。在路上可以观察家中的情况，不必担心有窃贼进入。回到家中，通过一部遥控器控制全部电



器，从电视机上通过无线网络直接读取电脑中的影音文件，也可以直接通过互联网观看各类视频，等等，如图 1-3 所示。

物联网即将融入我们生活的各方面。借助物联网，世界上的万事万物，大到汽车、楼房，小到家电、钥匙，都能与我们互动。这一切，已经不再是人们的幻想，它就是即将到来的物联网时代生活写照。

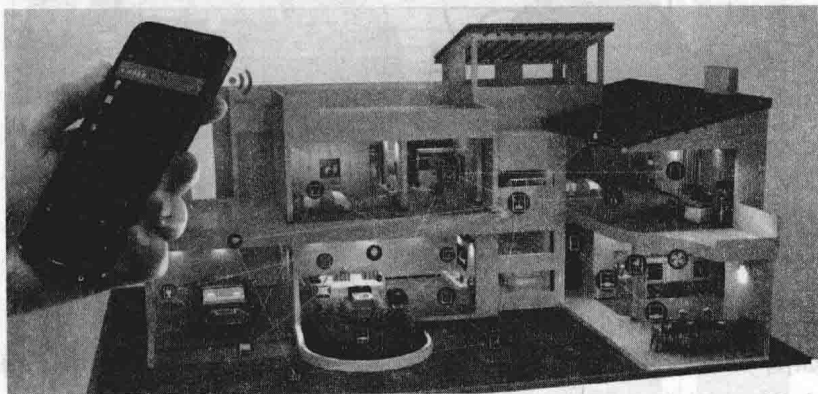


图 1-3 物联网时代

3. 互联网、物联网与泛在网的关系

物联网是在互联网基础上发展起来的，它与互联网在基础设施上有一定程度的重合，但是它不是互联网概念、技术与应用的简单扩展。互联网扩大了人与人之间信息共享的深度与广度，而物联网更加强调它在人类社会生活的各个方面、国民经济的各个领域广泛与深入地应用。物联网的主要特征是：全面感知、可靠传输、智能处理。未来将会出现互联网与物联网是并存的局面。

表 1-1 所示物联网与互联网的比较进一步说明了两者的区别与联系。

表 1-1 物联网与互联网的比较

比较	互联网	物联网
起源	计算机技术的出现和信息的快速传播	传感技术的出现与发展
面向对象	人	人和物
核心技术及所有者	网络协议技术 核心技术主要掌握在主流操作系统及语言开发商手中	数据自动采集、传输技术、后台存储计算、软件开发 核心技术掌握在芯片技术开发商及标准制定者手中
创新	主要体现在内容的创新及形式的创新，例如腾讯、网易等	面向客户个性化需求，体现技术与生活的紧密联系，给予开发者充分想象空间，让所有物品智能化

泛在网 (Ubiquitous Network)，Ubiquitous 一词来自拉丁文，是“无处不在”和“泛在”的意思。

泛在网就是无处不在的互联。构建无所不在的信息社会已成为全球趋势，而物联网正



是进一步发展的桥梁。从 e 社会 (Electronic society) 到 u 社会 (Ubiquitous society), 如图 1-4 所示, 是一条从硬件到软件和服务演进的路线, 也是物联网所要实现的目标。

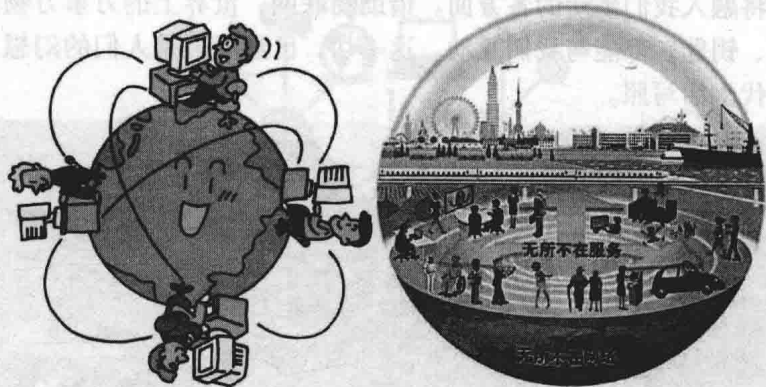


图 1-4 e 社会——人人互联, u 社会——人物互联

因此, 如图 1-5 所示, 物联网、互联网应该是包含在泛在网之中, 物联网技术的发展与应用也会使我们在泛在网的研究上前进一大步。

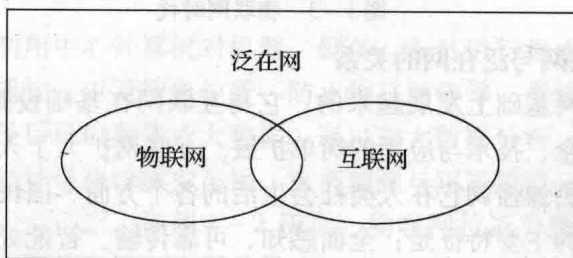


图 1-5 泛在网、物联网、互联网之间的关系

任务 1.2 物联网架构

物联网作为一项综合性的技术, 涉及了信息技术自上而下的每一个层面, 其体系架构一般可分为感知层、网络层、应用层三个层面, 如图 1-6 所示。

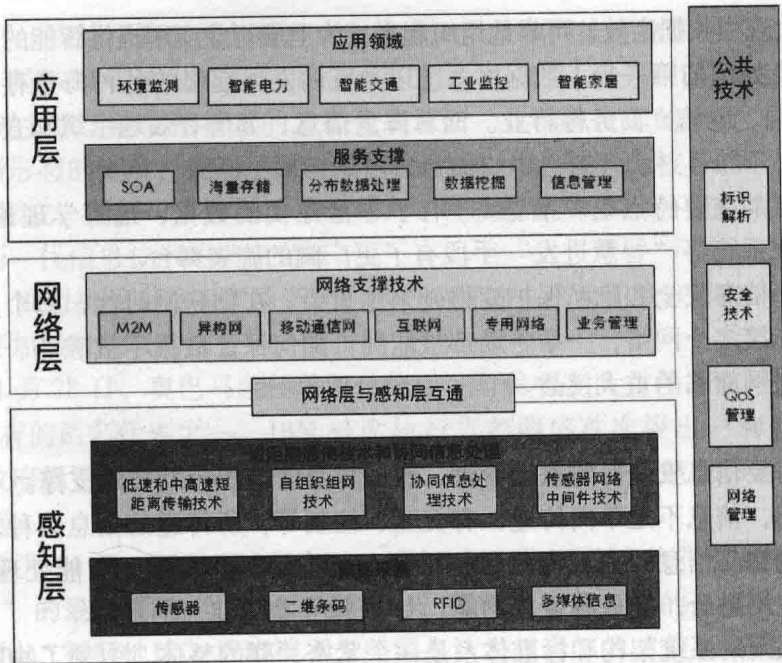


图 1-6 物联网的架构

1. 感知层

感知识别是物联网的核心技术，是联系物理世界和信息世界的纽带。

感知层由数据采集子层、短距离通信技术和协同信息处理子层组成：

① 数据采集子层。通过各种类型的传感器获取物理世界中发生的物理事件和数据信息，例如各种物理量、标识、音视频多媒体数据。物联网的数据采集涉及传感器、RFID、多媒体信息采集、二维码和实时定位等技术。

② 短距离通信技术和协同信息处理子层。将采集到的数据在局部范围内进行协同处理，以提高信息的精度，降低信息冗余度，并通过具有自组织能力的短距离传感网接入广域承载网络。

感知层中间件技术旨在解决感知层数据与多种应用平台间的兼容性问题，包括代码管理、服务管理、状态管理、设备管理、时间同步、定位等。

2. 网络层

网络层将来自感知层的各类信息通过基础承载网络传输到应用层，包括移动通信网、互联网、卫星网、广电网、行业专网，及形成的融合网络等。根据应用需求，可作为透明传输的网络层，也可升级以满足未来不同内容传输的要求。

经过十余年的快速发展，移动通信、互联网等技术已比较成熟，在物联网的早期阶段基本能够满足物联网中数据传输的需要。网络层主要关注来自于感知层的、经过初步处理的数据经由各类网络的传输问题。

网络层涉及智能路由器，不同网络传输协议的互通、自组织通信等多种网络技术。

3. 应用层

应用层包含管理服务层和应用层。管理服务层在高性能计算和海量存储技术的支撑下，

管理服务层将大规模数据高效、可靠地组织起来，为上层行业应用提供智能的支撑平台。

存储是信息处理的第一步。数据库系统以及其后发展起来的各种海量存储技术已广泛应用于 IT、金融、电信、商务等行业。面对海量信息，如何有效地组织和查询数据是核心问题。

管理服务层的主要特点是“智慧”。有了丰富翔实的数据，运筹学理论、机器学习、数据挖掘、专家系统等“智慧进发”手段有了更广阔的施展舞台。

除此之外，信息安全和隐私保护变得越来越重要。在物联网时代，每个人穿戴多种类型的传感器，连接多个网络，一举一动都被监测。如何保证数据不被破坏、不被泄露、不被滥用成为物联网面临的重大挑战。

4. 其他

物联网还需要信息安全、物联网管理、服务质量管理等公共技术支撑。

在各层之间，信息不是单向传递，有交互、控制等，所传递的信息多种多样，其中最关键的是围绕物品信息，完成海量数据采集、标识解析、传输、智能处理等各个环节，与各业务领域应用融合，完成各业务功能。

因此，物联网的系统架构和标准体系是一个紧密关联的整体，引领了物联网研究的方向和领域。

任务 1.3 物联网的发展

1. 物联网的起源

物联网的概念最早出现于比尔·盖茨 1995 年出版的《未来之路》一书，在《未来之路》中，比尔盖茨已经提及 Internet of things，但是由于受到当时网络技术、感知设备的限制，并没有得到广泛认可。

1998 年麻省理工学院提出了当时被称作 EPC (Electronic Product Code) 系统的物联网构想。

1999 年，在物品编码、射频识别 (Radio Frequency Identification, RFID) 技术基础上，美国 Auto-ID 公司提出了物联网的概念，这时对物联网的定义主要指的是按约定的通信协议与互联网相结合，使物品信息实现智能化识别和管理，实现物品信息互联形成的网络。

2005 年，ITU 发布了《ITU 互联网报告 205：物联网》，正式提出物联网的概念，其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网络互相连接，实现智能化识别和管理，此时，物联网的定义范围已经有了较大的扩展，不再只是指基于 RFID 技术的物联网。

2006 年，韩国确立了 u-Korea 计划，该计划旨在建立无所不在的社会 (Ubiquitous Society)，在民众的生活环境里建设智能型网络和各种新型应用，让民众可以随时随地享有科技智慧服务。

2008 年后，为了促进科技发展，寻找经济新的增长点，各国政府开始重视下一代的技术规划，将目光放在了物联网上。2008 年 3 月，在苏黎世举行了全球首个国际物联网会议



“物联网 2008”，探讨了物联网的新理念和技术，以及如何推进物联网的发展。

在中国，同年 11 月在北京大学举行的第二届中国移动政务研讨会“知识社会与创新 2.0”提出移动技术、物联网技术的发展代表着新一代信息技术的形成，并带动了经济社会形态、创新形态的变革，推动了面向知识社会的以用户体验为核心的下一代创新（创新 2.0）形态的形成，创新与发展更加关注用户、注重以人为本。而创新 2.0 形态的形成又进一步推动新一代信息技术的健康发展。

2009 年，欧盟执委会发表了欧洲物联网行动计划，描绘了物联网技术的应用前景，提出欧盟政府要加强对物联网的管理，促进物联网的发展。

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 2 月 24 日，2009 IBM 论坛上，IBM 大中华区首席执行官钱大群公布了名为“智慧的地球”的最新策略。此概念一经提出，即得到美国各界的高度关注，并在世界范围内引起轰动。“智慧地球”战略被不少美国人认为与当年的“信息高速公路”有许多相似之处，同样被他们认为是振兴经济、确立竞争优势的关键战略。该战略能否掀起如当年互联网革命一样的科技和经济浪潮，不仅为美国关注，更为世界所关注。

2009 年 8 月，温家宝总理在无锡视察时提出“感知中国”，无锡市率先建立了“感知中国”研究中心，中国科学院、运营商、多所大学在无锡建立了物联网研究院，如图 1-7 所示。物联网被正式列为国家五大新兴战略性产业之一，写入了十一届全国人大三次会议政府工作报告，物联网在中国受到了全社会极大的关注。



图 1-7 中国物联网研究发展中心

2010 年年初，我国正式成立了传感（物联）网技术产业联盟。同时，工业和信息化部也宣布将牵头成立一个全国推进物联网的部级领导协调小组，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，如图 1-8 所示。

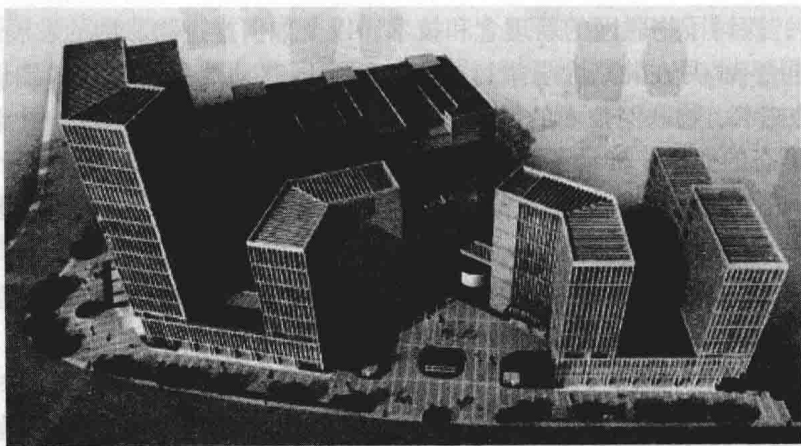


图 1-8 上海物联网中心

2011年11月28日,工业和信息化部正式发布了我国“物联网‘十二五’发展规划”。该规划要求到2015年,我国要在核心技术研发与产业化、关键标准研究与制定、产业链条建立与完善、重大应用示范与推广等方面取得显著成效。

2013年2月国务院发布《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》,提出到2015年,突破一批核心技术,初步形成物联网产业体系。为实现目标,将加强财税政策扶持、完善投融资政策,鼓励金融资本、风险投资及民间资本投向物联网应用和产业发展。意见指出,将建立健全有利于物联网应用推广、创新激励、有序竞争的政策体系,抓紧推动制定完善信息安全与隐私保护等方面的法律法规。指导意见的出台标志着政策层面已经框定物联网产业的发展蓝图。

2013年3月4日,《国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012—2030年)》正式发布,规划明确未来20年我国重大科技基础设施发展方向和“十二五”时期建设重点,强调为突破未来网络基础理论和支撑新一代互联网实验,建设未来网络试验设施,主要包括:原创性网络设备系统、资源监控管理系统,涵盖云计算服务、物联网应用等。

2. 物联网的发展阶段

物联网的发展需要经历4个阶段:第一阶段是电子标签和传感器被广泛应用在物流、销售和制药领域;第二阶段则是实现物体互联;第三阶段是物体进入半智能化;第四阶段就是物联网进入了全智能化,如图1-9所示。

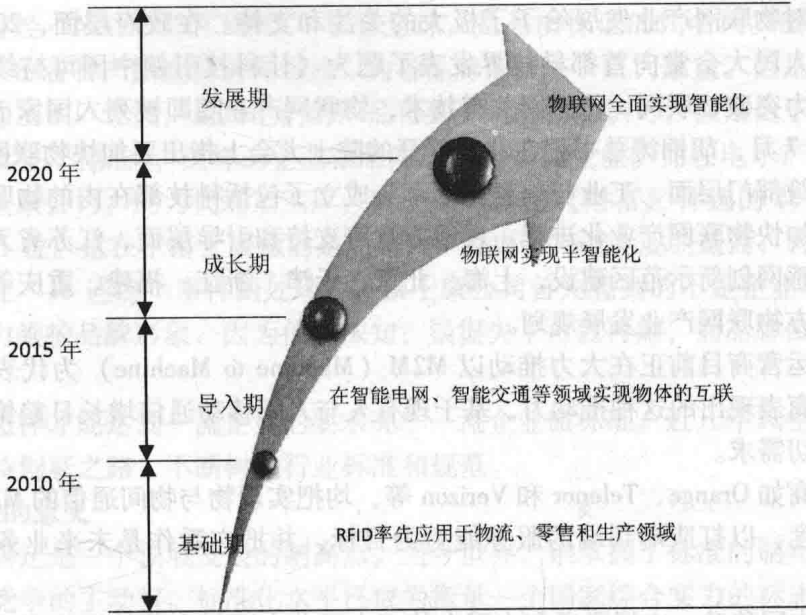


图 1-9 物联网发展阶段

3. 物联网产业发展的机遇

物联网产业的规模化发展以相对完善的产业链形成为基础条件，在应用需求驱动下，配合以良好的政策、经济、社会和市场等环境因素，共同促进物联网的规模化发展。物联网产业链的完善是物联网产业良性发展的前提条件，当前，我国物联网上下游产业环节已经相对成形，但产业链不同环节之间的结合度还不够紧密，需要进一步统筹规划。

物联网产业的发展离不开政府的支持和相关行业监管部门的引导。目前，包括中国在内的世界各国已先后制定了多个物联网产业发展相关的计划，如美国的“智能电网”计划。日本的 i-Japan 计划和韩国的 u-Korea 计划等。

美国的“智能电网”计划如图 1-10 所示，以数字或模拟信号侦测与收集供应端的电力供应状况与使用端的电力使用状况。再用这些信息来调整电力的生产与输配，或调整家电及企业用户的耗电量，以此达到节约能源、降低损耗、增强电网可靠性的目的。

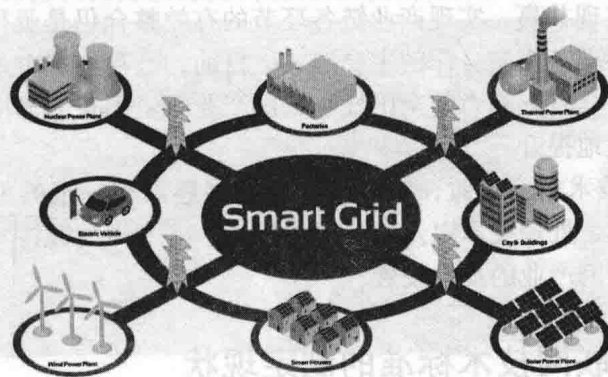


图 1-10 智能电网