



物联网 技术导论

主 编 / 贾民力 张海燕

副主编 / 李 丽 董 彪 杜秀娟



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhep.com.cn

物联网技术导论

主 编 / 贾民力 张海燕

副主编 / 李 丽 董 彪 杜秀娟



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书系统地介绍了物联网的概念、体系架构、实现技术及典型应用，注重物联网技术的应用性，全面、系统地介绍物联网的理论和技術。

本书共分10章。分别介绍了物联网兴起的背景、产业等，并展示了物联网发展的现状以及物联网的发展对我国具有特别的战略意义；介绍了物联网的体系结构以及RFID技术、传感技术的基本知识、典型的传感器和智能传感技术；无线网络技术、无线传感网络；物联网软件和中间件、物联网的标准与协议、云计算等。

本书理论知识点清晰，每个章节配有习题，方便读者掌握物联网各种技术。

本书可以作为物联网及相关行业从业人员的参考书，也可以作为物联网工程、传感网技术、计算机、电子、通信等专业相关课程的参考教材。

图书在版编目（CIP）数据

物联网技术导论 / 贾民力, 张海燕主编. — 北京 :
北京希望电子出版社, 2017.12

ISBN 978-7-83002-520-5

I. ①物… II. ①贾… ②张… III. ①互联网络—应用
②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第292093号

出版：北京希望电子出版社

地址：北京市海淀区中关村大街22号

中科大厦A座10层

邮编：100190

网址：www.bhp.com.cn

电话：010-82620818（总机）转 发行部

010-82626237（邮购）

传真：010-62543892

经销：各地新华书店

封面：深度文化

编辑：武天宇 刘延姣

校对：刘 伟

开本：787mm×1092mm 1/16

印张：13.5

字数：320千字

印刷：北京教图印刷有限公司

版次：2018年4月1版1次印刷

定价：36.00 元

前 言

人类社会从本源上存在着三种流，即人流、物流和信息流。因特网的发展和运用，解决了信息的全球化流动问题。物联网作为划时代革命的产物，其诞生、发展和推进有效地整合了人流、物流和信息流，实现了让物品表达，让地球充满智慧，让人类生活充满滋润。

物联网利用二维码、RFID、各类传感器等技术和设备，使物体与互联网等各类网络相连，获取无处不在的现实世界的信息，实现物与物、物与人之间的信息交互，支持智能的信息化应用，实现信息基础设施与物理基础设施的全面融合，最终形成统一的智能基础设施。从本质上看，物联网是架构在网络上的一种联网应用和通信的能力，实现了物理世界与信息世界无缝连接。从物联网的概念出发，可以看到三个世界：真实的物理世界、数字世界、连接两者的虚拟控制的世界。真实的物理世界与数字世界之间存在着物的集成关系，物理世界与虚拟控制的世界之间存在着描述物与活动之间的语义集成关系，数字世界与虚拟控制的世界之间存在着数据集成的关系。三者之间的集成关系共同形成了物联网社会的知识集成关系。

物联网技术已从实验室阶段走向产业，走向实际应用。在中国物联网已开始走入生活，从战略高度走向产业面。物联网将世界的三大系统互联成一个整体，在其间发挥着重要的智能作用。人是社会的单元与构成体，技术是人类社会发展的动力，环境是人与技术生存的空间。因此，物联网已经逐渐开始在智能家居、交通物流、能源、城市基础设施、金融服务、安防、环保、农业等领域得以应用，物联网产业链也已形成。

物联网新技术的出现，对高等教育提出了新的要求，急需培养适应社会需要的大量该领域专业人才。我国教育部审时度势，在2011版专业目录中正式列出了物联网工程专业。为满足物联网工程专业的教学需要，我们编写了《物联网技术导论》一书。

本书共分为10章，第1章主要介绍物联网的基本概念、物联网兴起的背景、国内外物联网发展状况、物联网关键技术、物联网产业等。第2章主要介绍物联网的三维体系结构、自主体系结构和EPC体系结构。第3章介绍RFID的系统组成、应用领域、工作原理、频率标准、技术规范、电子标签、安全等。第4章介绍传感技术的基本知识、典型的传感器和智能传感技术。第5章介绍无线网络的体系结构、无线个人区域网、无线局域网、无线城域网、无线广域网。第6章介绍无线传感网络的概念和特点、体系结构、关键

技术、协议和安全问题。第7章介绍物联网软件和中间件。第8章介绍物联网的标准与协议。第9章介绍物联网实体标记语言,包括功能、组成、设计、核心技术和服务器。第10章介绍云计算的基本概念、系统组成、关键技术和应用实例。

本书由青海广播电视大学张海燕老师负责编写第1章、第5章、第6章,青海广播电视大学李丽老师编写第3章、第4章、第7章,青海广播电视大学秦思老师编写第2章、第8章、第9章,青海师范大学董彪老师编写第10章。全书由青海广播电视大学贾民力教授负责统稿。青海师范大学杜秀娟教授对全书进行了审阅,在此对她的支持与帮助表示衷心的感谢!

由于编者的经验和水平有限,书中难免会有不足或疏漏之处,恳请各位专家和读者提出宝贵的意见和建议。

编者

目 录

第1章 物联网概述

1.1 物联网的基本概念	2	1.3.1 国外物联网发展现状	10
1.1.1 物联网	2	1.3.2 国内物联网发展现状	12
1.1.2 M2M	3	1.4 物联网的系统架构和关键技术	15
1.1.3 传感网	3	1.4.1 物联网的系统架构	15
1.1.4 泛在网	4	1.4.2 物联网的关键技术	16
1.1.5 智慧地球	4	1.5 物联网产业	19
1.1.6 物联网与互联网	4	1.5.1 物联网产业的客户群	19
1.2 物联网兴起的背景	5	1.5.2 物联网的应用领域	19
1.2.1 物联网的发展历程	5	1.5.3 物联网应用的特征	21
1.2.2 物联网的发展基础	8	1.5.4 物联网产业链	21
1.2.3 物联网发展的推动力	10	1.5.5 物联网产业的效益	23
1.3 国内外物联网的发展状况	10	1.6 练习	23

第2章 物联网的体系结构

2.1 三维体系结构	26	2.2.2 自主体系结构	29
2.1.1 三维体系结构概念	26	2.3 EPC体系结构	30
2.1.2 三类功能部件的关系	27	2.3.1 EPC编码体系	31
2.1.3 物联网基础设施类技术	28	2.3.2 射频识别系统	32
2.2 自主体系结构	29	2.3.3 EPC信息网络系统	32
2.2.1 自主体系结构概念	29	2.4 练习	34

第3章 RFID技术

3.1 RFID技术概述	36	3.2.3 RFID系统的特点	41
3.1.1 RFID技术简介	36	3.3 RFID的频率标准与技术规范	42
3.1.2 RFID技术的应用领域	36	3.3.1 RFID标准体系结构	42
3.2 RFID系统组成和工作原理	38	3.3.2 RFID频率标准	43
3.2.1 RFID系统的构成	39	3.3.3 RFID技术规范	46
3.2.2 RFID系统工作原理	40	3.4 RFID电子标签	47

3.4.1 电子标签的基本组成	47	3.5.1 RFID的安全分析	51
3.4.2 电子标签的种类和特点	48	3.5.2 RFID系统的安全机制	53
3.5 RFID的安全	51	3.6 练习与实验	55

第4章 传感技术

4.1 传感技术概述	58	4.2.2 几种典型的传感器	61
4.1.1 传感技术简介	58	4.2.3 选用传感器的原则	68
4.1.2 传感器的组成与分类	58	4.3 智能传感技术	69
4.1.3 传感器的作用与地位	59	4.3.1 智能传感技术概述	69
4.1.4 传感技术的发展趋势	59	4.3.2 智能传感技术的发展途径	71
4.2 典型的传感器	60	4.4 练习与实验	74
4.2.1 传感器的特性	60		

第5章 无线网络技术

5.1 无线网络概述	78	5.3.3 IEEE 802.11标准	98
5.1.1 无线网络技术简介	78	5.4 无线城域网	99
5.1.2 无线网络体系结构	80	5.4.1 无线城域网的技术特点	99
5.2 无线个人区域网	88	5.4.2 IEEE 802.16标准	101
5.2.1 无线个人区域网的技术特点	88	5.4.3 WiMAX论坛	103
5.2.2 蓝牙技术	89	5.5 无线广域网	104
5.2.3 IEEE 802.15标准	93	5.5.1 IEEE 802.20标准	105
5.3 无线局域网	94	5.5.2 无线广域网的技术特点	106
5.3.1 无线局域网的技术特点	94	5.6 练习与实验	108
5.3.2 无线局域网的组网模式	97		

第6章 无线传感网络

6.1 无线传感器网络概述	110	6.2.2 无线传感网络的协议体系结构	115
6.1.1 无线传感网络的概念	110	6.2.3 无线传感网络的拓扑结构	116
6.1.2 无线传感网络的特点	111	6.3 无线传感网络的关键技术	120
6.1.3 无线传感网络的应用	112	6.3.1 无线传感网通信协议及功率控制	120
6.2 无线传感网络的体系结构	114		
6.2.1 无线传感网络的体系结构	114		

6.3.2	无线传感网的拓扑控制	120	6.4.2	无线传感网的路由协议	129
6.3.3	无线传感网的定位技术	122	6.5	无线传感器网络的安全	132
6.3.4	无线传感网的时间同步 机制	123	6.5.1	无线传感网面临的安全 障碍	132
6.3.5	无线传感网的数据管理	124	6.5.2	无线传感网的安全性目标	132
6.3.6	无线传感网的数据融合	125	6.5.3	无线传感网面临的安全 攻击与防御	133
6.3.7	无线传感网的安全技术	126	6.6	练习	135
6.4	无线传感网的协议	127			
6.4.1	无线传感网的MAC协议	127			

第7章 物联网软件和中间件

7.1	物联网软件	138	7.2.1	中间件是物联网软件的核心	143
7.1.1	物联网软件和中间件是 物联网的灵魂	138	7.2.2	RFID中间件的相关概念	144
7.1.2	物联网之服务器端软件	139	7.2.3	RFID中间件的特点	145
7.1.3	物联网之嵌入式软件	141	7.2.4	RFID中间件关键技术	146
7.2	物联网中间件	143	7.2.5	云计算中间件介绍	147
			7.3	练习与实验	151

第8章 物联网的标准与协议

8.1	物联网标准	154	8.2	物联网协议	163
8.1.1	RFID标准简介	154	8.2.1	物联网感知层协议	163
8.1.2	IEEE 802.15.4标准	160	8.2.2	物联网互联标准协议	165
8.1.3	ZigBee标准	161	8.3	练习	170
8.1.4	其他标准	162			

第9章 物联网实体标记语言

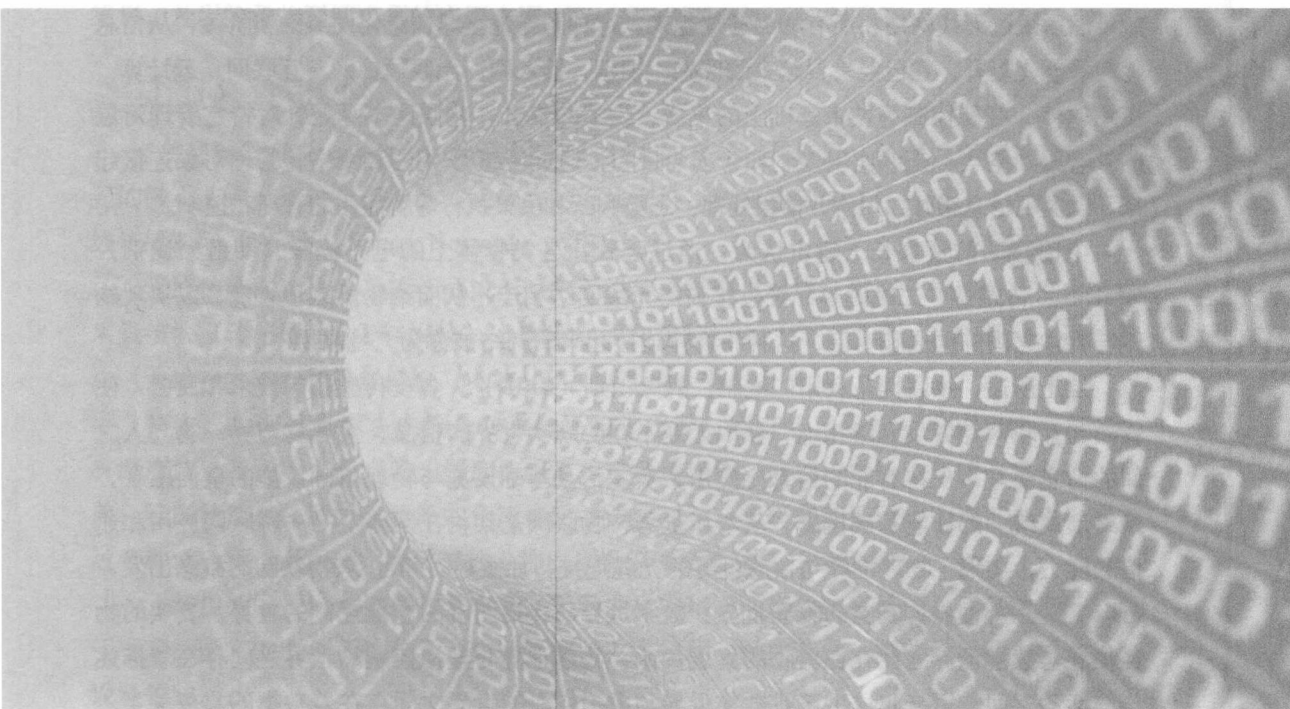
9.1	PML概述	172	9.2.2	数据存储和管理	175
9.1.1	PML的概念	172	9.2.3	设计策略	175
9.1.2	PML的功能	173	9.3	PML的核心技术	176
9.1.3	PML的构成	174	9.3.1	XML语法规则	176
9.2	PML的设计	174	9.3.2	XML数据岛技术	177
9.2.1	开发技术	174	9.3.3	XML DOM对象	180

9.4 PML服务器	182	9.4.2 PML服务器的实现	183
9.4.1 PML服务器的基本原理	182	9.5 练习	186

第10章 云计算

10.1 云计算概述	188	10.3.3 云监测	197
10.1.1 云计算的定义	188	10.3.4 能耗管理	198
10.1.2 云计算的分类	188	10.3.5 数据管理	198
10.1.3 云计算的特点	190	10.3.6 资源调度	199
10.1.4 云计算实现机制	191	10.3.7 编程模型	200
10.1.5 云计算与网格计算	193	10.4 云计算的应用实例	201
10.2 云计算系统的组成	195	10.4.1 Google云计算	201
10.2.1 前端/云客户端	195	10.4.2 亚马逊云计算	204
10.2.2 后端/云服务器端	195	10.4.3 微软云计算	206
10.3 云计算的关键技术	196	10.4.4 IBM云计算	206
10.3.1 虚拟化	196	10.5 练习	208
10.3.2 安全管理	197		

第1章 物联网概述



1.1 物联网的基本概念

“物联网”（The Internet of Things, IoT）这一概念从1999年诞生至今，不同的组织机构、不同的专家学者、不同的企业都曾赋予它不同的定义。在这里通过对“物联网”相关概念的介绍，帮助读者全面理解物联网。

1.1.1 物联网

最早关于“物联网”的定义是1999年由麻省理工学院Auto-ID研究中心提出的，他们把“物联网”定义为：物联网就是把所有物品通过射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）和条码等信息传感设备与互联网连接起来，以实现智能化识别和管理的一种网络，其实质就是将RFID技术与互联网相结合并加以应用。

国际电信联盟（ITU）对物联网的定义：物联网主要解决物品到物品（Thing to Thing, T2T），人到物品（Human to Thing, H2T），人到人（Human to Human, H2H）之间的互联。这里与传统互联网不同的是，“H2T”是指人利用通用装置与物品之间的连接，“H2H”是指人与人之间不依赖于个人计算机而进行的互联。这样人们就可以随时随地了解身边的事物，从而实现智能化识别、定位、跟踪和管理，最终让整个世界变成一个巨型的计算机，这是物联网的终极梦想。

2010年，我国的政府工作报告对“物联网”有这样说明：物联网是按照约定的协议，通过传感设备把各种网络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。

日本东京大学教授坂村健认为：让任何物品都嵌入一种标记有自己身份特征的操作系统，然后通过无线网络将所有物品连接起来，这种网络是全球信息化发展的新阶段，从信息化向智能化提升，在已经发展起来的传感、识别、接入网、无线通信网、互联网、云计算、应用软件、智能控制等技术基础上的集成、发展与提升。物联网本身是针对特定管理对象的“有限网络”，是以实现控制和管理为目的，通过传感/识别器和网络将管理对象连接起来，以实现信息感知、识别、情报处理、态势判断和决策执行等智能化的管理和控制。

中国移动前董事长王建宙认为：通过装置在各类物体上的电子标签（即射频识别，RFID）、传感器、二维码等，经过接口与无线网络相连，从而给物体赋予智能，以实现物体与物体之间的沟通和对话，这种将物体连接起来的网络被称为“物联网”。

综上所述，物联网是利用二维码、射频识别（RFID）、各类传感器等技术和设备，使物体与互联网等各类网络相连，获取无处不在的现实世界的信息，实现物与物、物与人之间的信息交互，支持智能的信息化应用，实现信息基础设施与物理基础设施的全面融合，最终形成统一的智能基础设施。从本质上看，物联网是架构在网络上的一种联网应用和通信的能力，实现了物理世界与信息世界的无缝连接，如图1-1所示。从物联网的概念出发，可以看到三个世界：真实的物理世界、数字世界与连接两者的虚拟控制的世界。真实的物理世界与数字世界之间存在着物的集成关系；物理世界与虚拟控制的世界之间存在着描述物与活动之间的语义集成关系；数字世界与虚拟控制的世界之间存在着数据的集成关系。

三者之间的集成关系共同形成了物联网社会的知识集成关系。

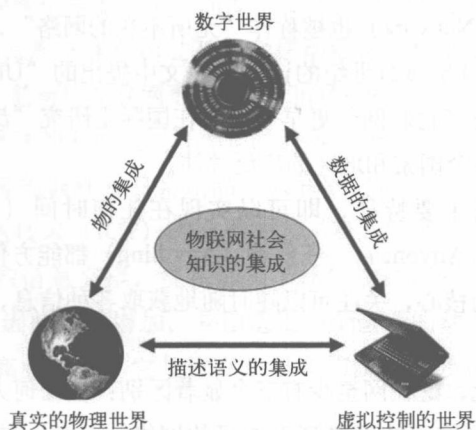


图1-1 物理世界与信息世界的无缝连接

1.1.2 M2M

M2M，即“Machine to Machine”，是指机器到机器的通信，也包括人对机器和机器对人的通信。M2M是从通信对象的角度表述的一种信息交流方式，是一种新的网络理念。

M2M通过综合运用自动控制、信息通信、智能处理等技术，实现设备的自动化数据采集、数据传送、数据处理和设备自动控制，是不同类型通信技术的综合运用，包括机器之间通信、机器控制通信、人机交互通信、移动互联通信等。M2M让机器、设备、应用处理过程与后台信息系统共享信息，并与操作者共享信息。目前，M2M已被广泛应用于车辆管理、安全监测、自动计量、健康医疗、工业控制、数字城市等众多领域。M2M是物联网的雏形，是现阶段物联网应用的主要表现。

1.1.3 传感网

“传感网”（Sensor Network）是指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，通过自组织的方式构成的无线网络。现在谈到的“传感网”，一般是指无线传感器网（Wireless Sensor Network, WSN）。

无线传感网由许多功能相同或不同的无线传感器节点组成，每一个传感器节点由数据采集模块（传感器、A/D转发器）、数据处理和控制模块（微处理器、存储器）、通信模块（无线收发器）和供电模块（电池、DC/AC能量转换器）构成。

其中，数据采集模块主要是各种各样的传感器。现有传感器的种类非常多，常见的有温度传感器、压力传感器、湿度传感器、震动传感器、位移传感器、角度传感器等。目前，我国从信息化发展新阶段的角度提出“传感网”，其研究和探讨的重点更多集中在通过各种低功耗、短距离无线传感技术构成自组织网络准确的传输数据上。

无线传感网技术是典型的具有交叉学科性质的军民两用战略高科技，可以被广泛应用于军事、国家安全、环境科学、交通管理、灾害预测、医疗卫生、制造业、城市信息化建设等领域。

1.1.4 泛在网

泛在网 (Ubiquitous Network) 也被称作“无所不在的网络”，最早见于施乐公司首席科学家Mark Weiser在1991年《21世纪的计算》一文中提出的“Ubiquitous Computing”。

“泛在网”概念的提出比“物联网”更早一些，在国际上研究“泛在网”已经有一定的传统。这个概念得到欧美各个国家和地区的广泛关注。

泛在网将4A作为其主要特征，即可以实现在任何时间 (Anytime)、任何地点 (Anywhere)、任何人 (Anyone)、任何物 (Anything) 都能方便地通信。因此，泛在网在内涵上更多的是以人为核心，关注可以随时随地获取各种信息，几乎包含了目前所有的网络概念和研究范畴。

与传统电信网络相比，泛在网至少有三个显著区别：从任何人之间的网络到人和物、物和物之间的网络；从有许可的网络到无许可的网络；从单一的网络到融合的网络。此外，泛在网有重要的技术积累，如M2M、传感网、近程通信和RFID的发展支持了“泛在网”这一应用概念。

1.1.5 智慧地球

“智慧地球” (Smarter Planet, SP) 是IBM公司前首席执行官彭明盛于2008年首次提出的新概念。他认为，智能技术正被应用到生活的各个方面，如智慧的医疗、智慧的交通、智慧的电力、智慧的食品、智慧的货币、智慧的零售业、智慧的基础设施，甚至智慧的城市，这使地球变得越来越智能化，其核心是以一种更智慧的方法通过利用新一代信息技术来改变政府、企业和人们的交互方式，从而提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度。他主张实现更透彻的感知、更全面的互联互通和更深入的智能化。

1.1.6 物联网与互联网

物联网可用的基础网络有很多种，其中互联网最适合作为物联网的基础网络，特别是当物物互联的范围超出局域网时。因此，物理网的核心和基础目前仍然是互联网，是在互联网的基础上延伸和扩展的网络。互联网主要处理人与人之间的信息交互，是一个虚拟世界；而物联网是互联网的极大拓展，用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间进行的信息交换和通信，是对现实物理世界的感知和互联。表1-1描述了互联网与物联网的比较。

表1-1 互联网与物联网的比较

	互联网	物联网
起源点	计算机技术的出现	传感技术的创新，云计算
面向的对象	人	人和物
使用者	所用的人	人和物都是平等的信息体
核心技术掌握在谁的手里	主流的操作系统和语言开发商	芯片技术开发商和标准制定者
创新的空间	主要内容的创新和体验的创新	应用的创新，让一切都智能化
技术手段	网络协议，Web2.0	数据采集、传输介质、后台计算

综上所述，人们正处在一个新的全域计算和全域通信的世纪，人们的组织、社区和人们自身都将在这样变革的世纪里受到影响而发生变化。早期的全域信息通信网络的形式是移动电话，截至2005年6月底全球有超过20亿台移动电话。移动电话已经成为人们日常生活中不可或缺的一部分，甚至比互联网更贴近人们的生活。

在今天，全域信息通信的发展已经开始使这种现象进行到更深刻的阶段，从短距离的移动收发器扩展到长距离的器件和日常用品，人和物之间、物和物之间的新通信形式诞生了。在信息技术和通信技术（ICT）的世界加入了新的维度：过去有在任何时间、任何地点、任何人之间进行的信息交换，现在加入了任何物体，其表征形式如图1-2（a）、（b）所示。各种连接会因此翻倍增加，并创造出一个全新的动态网络——物联网。物联网既非科幻小说，也非商业骗局，它是建立在坚实的技术优势和广受认可的全域网络的前景之上的。

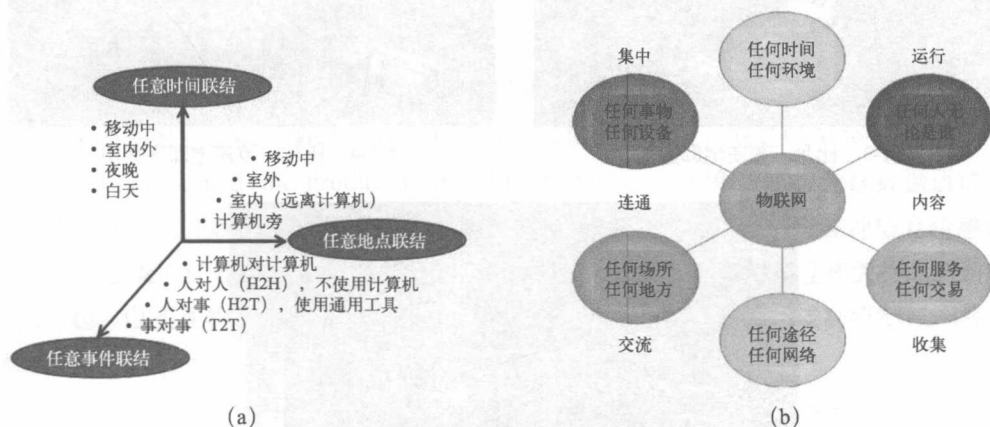


图1-2 物联网的表征形式

1.2 物联网兴起的背景

2010年，所有关心中国政治经济的人都开始熟悉一个名词——物联网。物联网就像当初的互联网一样猝不及防地到来，轰然打开人们的世界，而且比互联网更快、更猛。美国权威咨询机构FORRESTER预测，到2020年，世界上物物互联的业务跟人与人通信的业务相比，将达到30：1。因此，物联网被称为下一个万亿级的通信业务。所有迹象都表明，世界已经开始进入物联网时代。

1.2.1 物联网的发展历程

1. 物联网悄然萌芽(1995—1999)

早在1995年，比尔·盖茨在《未来之路》一书中对未来进行描述时，有这样一段话：“你不会忘记带走你遗留在办公室或教室里的网络连接用品，它将不仅仅是你随身携带的一个小物件，或是你购买的一个用具，而且是你进入一个新的媒介生活方式的通行证。”这也许就是比尔·盖茨心中所想象的网络世界能给人们的生活带来的变化，这个大胆的设计

想在那个年代只能是一个“梦想”。因为在那个年代计算机水平和网络水平远远没有具备能实现比尔·盖茨梦想的条件，但是比尔·盖茨的梦想超越了那个年代，引领社会朝着一个新的目标发展。

比尔·盖茨在书中还对他打算在华盛顿湖边兴建的别墅进行了描述，这栋别墅除了用木材、玻璃、水泥、石头建成之外，还使用了硅片和软件。如图1-3所示和如图1-4所示分别是比尔·盖茨宅邸的远景和平面图，如图1-5所示是客厅。



图1-3 比尔·盖茨宅邸远景

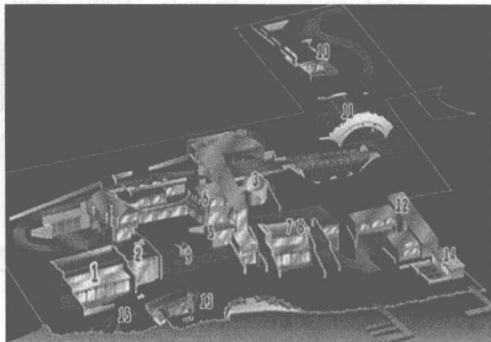


图1-4 比尔·盖茨宅邸平面图

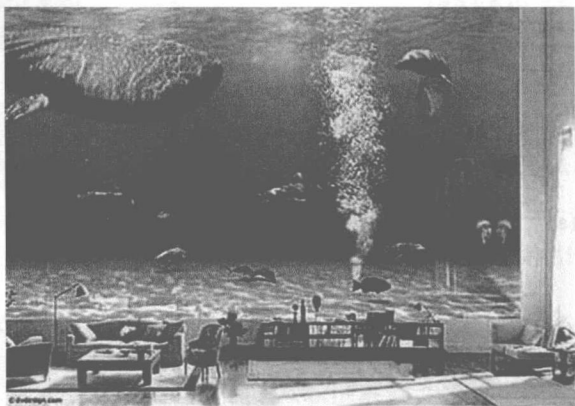


图1-5 比尔·盖茨宅邸客厅

“当你把车停在半圆形转车道上时，即使你在门口，也不会看到房子的大部分，那是因为你将进入到房子的顶层。当你走进去时，所遇到的第一件事是用一根电子别针夹住你的衣服，这根别针把你和房子里的各种电子服务接通了……凭你佩戴的电子别针，房子会知道你是谁，你在哪儿，房子将用这一信息尽量满足甚至预见你的需求——一切尽可能以不强加的方式。有一天，取代电子别针用带视觉认知能力的照相系统将是可能的，但那超出了现今的技术。当外面黑暗时，电子别针会发出一束移动光陪你走完这栋房子，空房子不用照明。当你沿大厅的路走动时，你可能不会注意到你前面的光逐渐变得很强，你后面的光正在消失，音乐也会和你一起移动。尽管看上去音乐无所不在，但事实上，房子里的其他人会听到完全不同的音乐，或者什么也听不到。电影或新闻也将跟着你在房子里移动。如果你接到一个电话，只有离你最近的电话机才会响……手持式遥控器会让你掌管你的直接环境和房子里的娱乐系统。遥感会扩大电子别针的能力。它

不仅让房子承认你，安置你，而且还允许你来发布指令。你可以用控制器告诉一间房子里的监控器，让它显示出并展示你要的东西。你能从数千张图片、录音、电影和电视节目中选择，你还会选择各种信息……因为有些人比其他人喜欢的温度高一些，房间软件会根据谁在里面住以及一天的什么时候来调节温度。房间知道在寒冷的早晨客人起床前把温度调得暖烘烘的，晚上天黑下来时，如果打开了电视机，房间的灯就暗些。如果白天有人在房间，房间会把它里面的亮度与室外搭配和谐。当然，住在里面的人总能够明确地给出命令来控制场景……”

这样的描述与其说是朦胧的“物联网”，不如说是人们期待的“物联网”。但由于当时计算机水平、网络水平及物联网核心技术（RFID）的不发达，人们的关注点还在如何实现人与人的联系上，这一切还只是一个梦想。但比尔·盖茨从互联网技术的发展前景和市场角度为人们的未来生活勾勒出了一幅美丽的画卷。五年后，物联网悄然走向了人们。

2. 物联网正式诞生(1999—2005)

1999年，美国麻省理工学院Auto-ID研究中心首先提出了“物联网”的概念，当时的物联网主要是建立在物品编码、RFID技术和互联网的基础上。它是以Auto-ID中心研究的产品电子代码（Electronic Product Code, EPC）为核心，利用RFID、无线数据通信等技术，基于计算机互联网构造的实物互联网。简单地说，物联网就是将各种信息传感设备（如RFID装置、红外感应器等）与互联网结合形成的一个巨大网络，让相关物品与网络连接在一起，以实现物品的自动识别和信息的互联共享。因此，EPC的成功研制标志着物联网的诞生。

但由于技术的不成熟，关于EPC编码标准的争议以及信息安全等诸多因素，物联网在茫茫的大海中漂泊。五年又过去了，物联网再次出现在人们的面前。

3. 物联网逐渐发展(2005—2009)

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》，提出了“物联网”的新概念。报告指出：无处不在的“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信息交换。报告对“物联网”的概念还进行了扩展，提出任何时间、任何地点、任意物体之间的互联，无处不在的网络和无处不在的计算的发展愿景，除RFID技术外，传感器技术、纳米技术、智能终端等将得到更加广泛的应用。

又是五年过去了，计算机技术与通信技术的普及，互联网的平民化，人与人之间的联系变得如此简单，物与物的联系成了人们的关注点，世界掀起了物联网的热潮。

4. 物联网蓬勃兴起(2009年)

2009年1月，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”。IBM前首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”的概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。他认为，IT产业下一阶段的任务是把新一代IT技术充分运用到各行各业之中。

具体地说,就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统等中,并且被普遍连接,形成所谓“物联网”,然后将“物联网”与现有的“物联网”整合起来,进而实现人类社会与物理系统的整合。随着奥巴马确定将“物联网”作为美国今后发展的国家战略方向之一,世界各国都把目光投向了物联网。

当前,各种技术的大力发展,为物联网的迅速发展打下了坚实的技术基础。在计算机初级阶段,我们一直是落后的;进入网络时代,我们已经开始与世界水平接近;在RFID年代,我们不再落后,我们的应用甚至超越了国外;到了物联网时代,我们与世界同步。

1.2.2 物联网的发展基础

随着我国经济的高速发展,社会对互联网应用的需求日益增长,互联网的广泛应用对我国信息产业的发展产生了重大的影响。2011年1月,中国互联网络信息中心(CNNIC)发布了第27次《中国互联网络发展状况统计报告》。

1. 我国互联网网民数量的增长情况

在我国公布的统计报告中,“网民”的定义是“过去半年使用过互联网的6周岁及以上中国公民”。截至2010年12月31日,我国网民数达到4.573亿人,居世界第一,如图1-6所示。网民数采用的是《中国互联网络发展状况统计报告》中每一年度年底的统计数据。网民数量快速增长是我国经济、文化、科技与教育高速发展的重要标志之一。

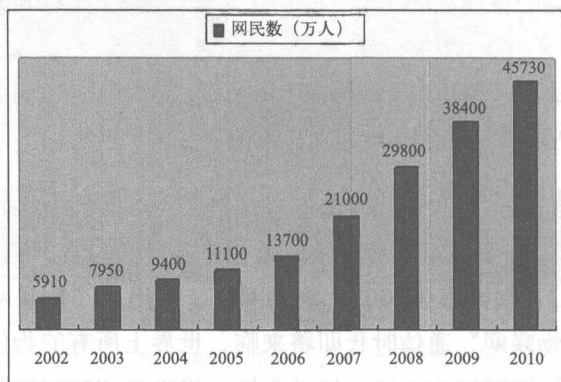


图1-6 我国互联网网民数量的增长情况

2. 我国互联网普及率的增长情况

互联网普及率是互联网在一个国家或地区影响程度的重要标志之一。截至2010年12月31日,我国互联网普及率达34.3%,超过世界互联网平均普及率。如图1-7所示,2002—2010年我国互联网普及率的增长情况。尽管我国的网民规模和互联网普及率持续快速发展,但是由于我国的人口基数大,跟发达国家相比仍然具有一定的差距。

3. 我国宽带上网与手机上网网民规模的增长情况

我国互联网的国际出口带宽逐年呈增长的趋势,如图1-8所示。截至2010年年底,国