

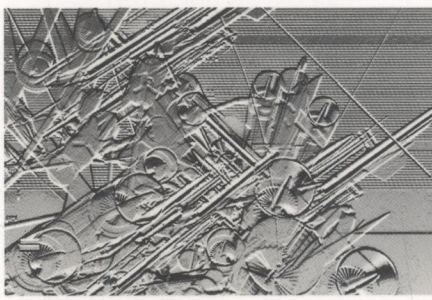


INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY TRAINING PLANNING MATERIALS  
THE INTRODUCTION OF THE INTERNET OF THINGS



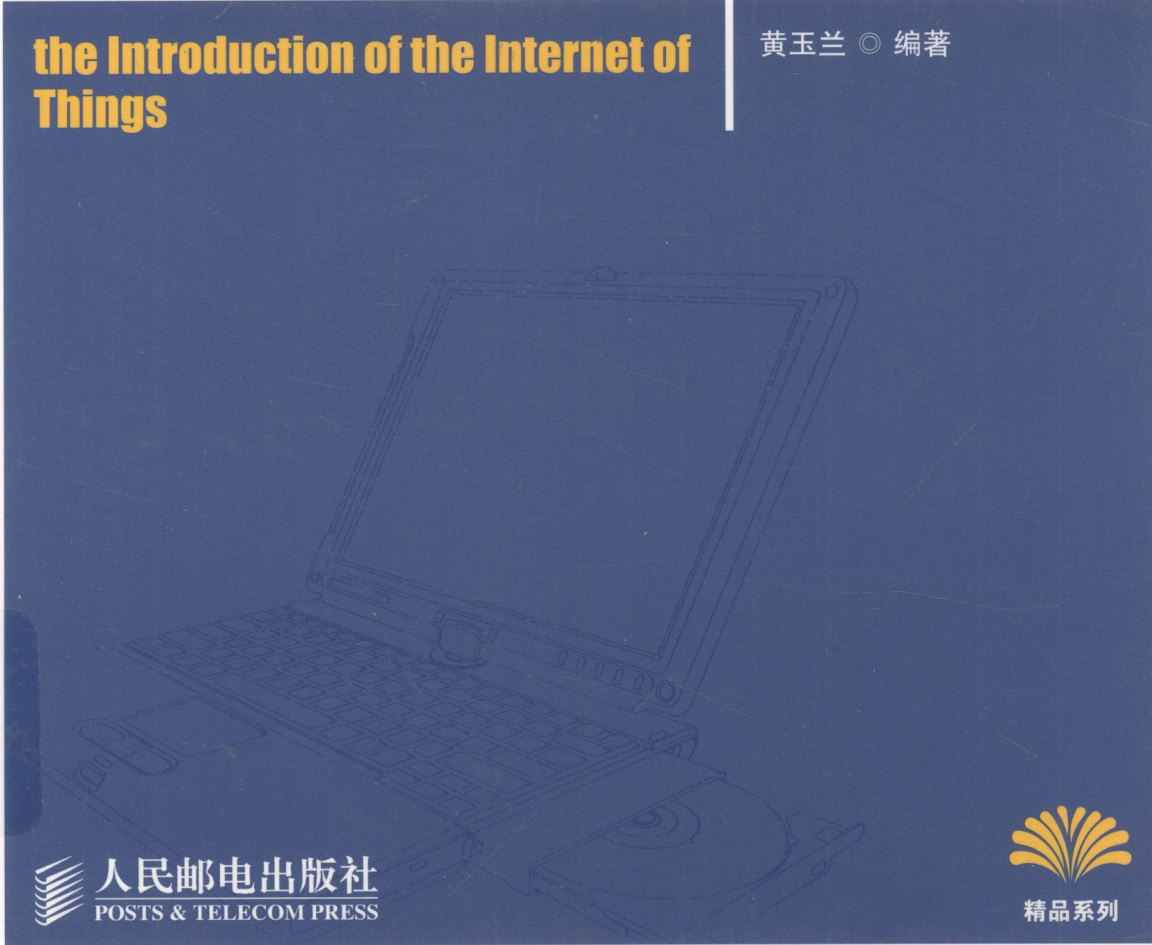
工业和信 息化人才培 养规划教 材

# 物联网概论



**the Introduction of the Internet of Things**

黄玉兰 编著



 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

  
精品系列

4

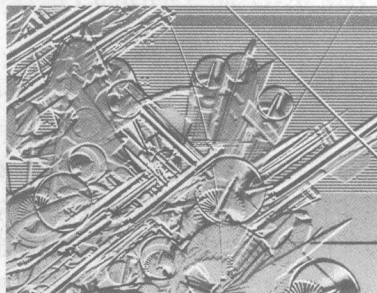


INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY TRAINING PLANNING MATERIALS  
THE INTRODUCTION OF THE INTERNET OF THINGS



工业和信息化人才培养规划教材

# 物联网概论



the Introduction of the Internet of Things

黄玉兰 © 编著

人民邮电出版社  
北京



## 图书在版编目 (C I P) 数据

物联网概论 / 黄玉兰编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 12  
工业和信息化人才培养规划教材  
ISBN 978-7-115-26641-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第223384号

224843

## 内 容 提 要

本书通过梳理物联网这个概念下所包含的内容,在物联网全局思想的基础上对感知层、网络层、应用层系统讲解,覆盖了物联网背景、架构、核心技术、应用等基本框架,形成了理论和实例、技术和应用、学术和产业相结合的物联网知识体系。本书共有10章,包括绪论、物联网体系架构、射频识别系统、传感器与无线传感网、物联网通信、物联网网络服务、物联网中间件、物联网安全机制、智慧地球与物联网应用等内容。本书蕴涵了物联网所覆盖的知识背景,整合了由局部知识构架物联网系统的思路,涵盖了物联网的关键技术,建立了从原理到标准的知识体系,前瞻了物联网的应用价值,是物联网通识教材。

本书适合作为高等学校物联网工程、电子、通信、计算机、自动控制等专业物联网课程的教材,也可作为物联网及相关行业科研、教学和管理人员的参考书。

工业和信息化人才培养规划教材

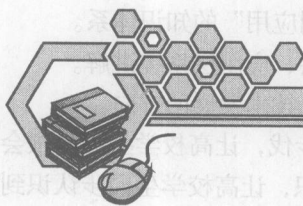
## 物联网概论

- ◆ 编 著 黄玉兰  
责任编辑 王 威
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 17.25 2011年12月第1版  
字数: 454千字 2011年12月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-26641-5

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154



物联网是技术发展与应用需求达到一定阶段的必然结果。物联网是典型的跨学科技术，作为计算进程与物理进程发展的统一体，已经成为信息技术发展的新趋势。物联网在现有技术的基础上，综合运用多种新兴技术，突破了互联网人与人通信的限制，通信能力扩展到人与物、物与物，通过计算进程与物理进程的实时交互，使网络延伸到物体之上，以实现物理系统的实时跟踪，进而达到全球信息的交换与共享。

互联网时代，人与人之间的距离变近了；而继互联网之后的物联网时代，则是人与物、物与物之间的距离变近了。物联网被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮，物联网已上升为国家战略，成为下一阶段 IT 产业的任务。

物联网摆脱了信息技术惯常的思维模式，人类在信息的世界里将获得一个新的沟通维度，从任何时间、任何地点人与人之间的沟通和连接，扩展到任何时间和任何地点人与物、物与物之间的沟通和连接。物联网带来了信息技术新的增长点，作为新一代信息技术的代表，物联网通过汇集、整合和连接现有的技术，推进了技术的升级，给徘徊已久、疲态渐显的信息技术带来了新的目标和新的前景。物联网实现了信息技术精确的控制、通信和计算功能，以全面感知、互通互联和智慧运行为物联网的技术特征，这种全新的联网方式对信息技术提出了很大的挑战，给信息技术在理论上的发展提供了广阔的空间。

## 关于本书

本书的初衷是为读者勾勒出物联网的基本框架，通过梳理想物联网这个概念下所包含的内容，使读者掌握开启物联网大门的钥匙。本书蕴涵了理解和掌握物联网所覆盖的知识背景，启发了整合局部知识构架物联网系统的思路，涵盖了实现物联网所需的关键技术，前瞻了物联网的应用价值和社会价值，是物联网技术与应用的通识教材。

## 本书内容组织方式

本书覆盖了物联网产生的背景、特征、内涵和发展趋势，给出了物联网感知层、网络层、应用层三层技术架构，系统介绍了物联网核心技术，建立了从原理到应用的知识体系，描绘了信息技术已上升为让物理世界更加智能的智慧地球的美好前景。

## 本书特色

- ◇ 本书初衷明确，是物联网通识教材。
- ◇ 本书架构清晰，按“绪论-物联网架构-物联网核心技术-物联网应用”展开全书。



- ◇ 本书视角全面，覆盖了“物联网背景、构架、技术、从原理到应用”的知识体系。
- ◇ 本书系统性强，在物联网全局思想的基础上对感知层、网络层、应用层系统讲解。
- ◇ 本书突出技术融合，物联网是典型的跨学科技术，融合是现今技术发展的方向。

◇ 本书服务高校教学，让高校学生同步感悟到信息技术的发展步伐，让高校学生同步领会到融合是技术的发展方向，让高校学生同步学习到信息技术的最新知识，让高校学生同步认识到在经济发展中科技进步被寄予厚望。

全书由西安邮电大学黄玉兰副教授撰写。西安电子科技大学电子信息工程专业的夏璞同学协助完成了本书的插图工作，并协助整理了物联网的技术资料，在此表示感谢。夏岩提供了物联网的相关资料，夏岩在西门子工作多年，有丰富的技术和实践经验，在本书的编写中提出了一些建议，在此表示感谢。本书受陕西省教育厅专项科研计划项目的资助（编号：2011JK1022），并被纳入西安邮电大学 A 类课程开发项目。

由于水平有限和编写时间仓促，书中难免会有缺点和错误，敬请广大读者批评指正。（电子邮箱：huangyulan10@sina.com 或 wangwei83@ptpress.com.cn）。

作者

2011年9月

### 本书特点

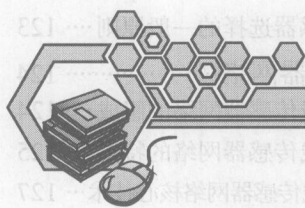
本书在编写过程中，力求做到以下几点：一是注重实用性，二是注重科学性，三是注重先进性，四是注重可读性。本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。

### 本书主要内容

本书共分 10 章，主要内容包括：物联网概述、物联网技术体系、物联网应用、物联网安全、物联网标准、物联网产业、物联网发展、物联网未来、物联网展望、物联网总结。

### 本书特色

- ◇ 本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。
- ◇ 本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。
- ◇ 本书力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。



<b>第 1 章 绪论</b> ..... 1	2.3.3 互联网.....29
1.1 物联网的概念..... 1	2.4 应用层.....33
1.2 物联网的技术特征..... 2	2.4.1 应用层功能.....33
1.2.1 全面感知..... 2	2.4.2 物联网中间件.....34
1.2.2 互通互连..... 3	2.4.3 物联网应用场景.....34
1.2.3 智慧运行..... 4	2.4.4 物联网应用所需的环境.....36
1.3 物联网的发展概况..... 4	2.4.5 物联网应用面临的挑战.....37
1.3.1 物联网概念的诞生..... 4	2.4.6 物联网应用前景展望.....39
1.3.2 物联网国外发展概况..... 5	习题.....40
1.3.3 物联网我国发展概况..... 8	<b>第 3 章 全球物品编码</b> .....41
1.4 物联网的内涵..... 9	3.1 物品编码的发展历史.....41
1.4.1 物联网起源于射频识别领域.....9	3.1.1 美国统一编码委员会
1.4.2 无线传感器网络概念的 融入..... 10	(UCC).....41
1.4.3 泛在网络的愿景..... 11	3.1.2 欧洲物品编码协会
1.5 从互联网到物联网的演进..... 12	(EAN).....42
1.5.1 互联网的概念..... 12	3.1.3 全球电子产品编码中心
1.5.2 互联网与物联网的关系..... 13	(EPC global).....42
1.5.3 H2H 与 T2T 的发展路线..... 13	3.1.4 国际物品编码协会
1.5.4 网络向泛在化演进..... 15	(GSI).....44
习题..... 18	3.1.5 泛在识别中心
<b>第 2 章 物联网体系架构</b> ..... 19	(UID Center).....44
2.1 物联网的基本组成..... 19	3.2 条码.....45
2.2 感知层..... 20	3.2.1 条码概述.....45
2.2.1 感知层功能..... 21	3.2.2 GTIN 码和 SSCC 码.....48
2.2.2 物品标识与数据采集..... 21	3.3 EPC 码.....49
2.2.3 自组织网络..... 24	3.3.1 EPC 码的编码原则.....50
2.2.4 信息短距离传输..... 25	3.3.2 EPC 码的编码方案.....51
2.3 网络层..... 26	3.3.3 EPC 码的标识类型.....54
2.3.1 网络层功能..... 26	3.3.4 EPC 码的通用标识符.....55
2.3.2 接入网..... 27	3.3.5 EPC 码基于 EAN·UCC
	标识的编码规则.....56
	3.3.6 EPC 码与条码的相互转换.....59



3.4	UID 码	61	5.2.6	传感器选择的一般原则	123
3.4.1	UID 码的编码结构	62	5.3	无线传感器网络	124
3.4.2	UID 码的编码特点	62	5.3.1	无线传感器网络的组成	124
	习题	62	5.3.2	无线传感器网络的特点	125
<b>第 4 章</b>	<b>射频识别系统</b>	<b>64</b>	5.3.3	无线传感器网络核心技术	127
4.1	自动识别概述	64	5.3.4	无线传感器网络协议	128
4.1.1	自动识别技术的概念	64	5.3.5	无线传感器网络应用	131
4.1.2	自动识别系统的组成	65		习题	132
4.2	自动识别技术分类	66	<b>第 6 章</b>	<b>物联网通信</b>	<b>133</b>
4.2.1	分类标准	66	6.1	无线接入网技术	133
4.2.2	条码识别	67	6.1.1	无线接入网技术概述	134
4.2.3	磁识别	68	6.1.2	ZigBee	138
4.2.4	IC 卡识别	71	6.1.3	蓝牙	142
4.2.5	射频识别	72	6.1.4	UWB	146
4.3	射频识别系统	74	6.1.5	60GHz 通信	148
4.3.1	射频识别系统组成	74	6.1.6	WLAN	151
4.3.2	射频识别发展历史	79	6.1.7	WiMAX	153
4.3.3	射频识别系统分类	83	6.1.8	3G	155
4.3.4	射频识别工作原理	87	6.2	有线接入网技术	159
4.3.5	电子标签与读写器	90	6.2.1	基于双绞线传输的接入网技术	160
4.3.6	射频识别标准体系	94	6.2.2	基于光传输的接入网技术	162
4.3.7	射频识别发展趋势	99	6.2.3	混合光纤/同轴接入网技术	163
	习题	102	6.3	核心网	163
<b>第 5 章</b>	<b>传感器与无线传感网</b>	<b>103</b>		习题	165
5.1	传感器概述	103	<b>第 7 章</b>	<b>物联网网络服务</b>	<b>166</b>
5.1.1	传感器的概念	103	7.1	物联网网络服务概述	166
5.1.2	传感器的作用	104	7.2	物联网名称解析服务	169
5.1.3	传感器的分类	105	7.2.1	物联网名称解析服务的 工作原理	169
5.1.4	传感器的一般特性	106	7.2.2	IP 地址	171
5.1.5	传感器的应用	110	7.2.3	域名解析	175
5.2	传感器的工作原理与选择 原则	111	7.2.4	ONS 结构与 服务方式	179
5.2.1	应变式传感器	111	7.2.5	ONS 工作流程	182
5.2.2	光电传感器	113	7.3	物联网信息发布服务	184
5.2.3	超声波传感器	115	7.3.1	物联网信息发布服务的	
5.2.4	半导体传感器	118			
5.2.5	智能传感器	120			



工作原理 .....	184	9.3 物联网感知层数据的完整性与保密性 .....	226
7.3.2 万维网 WWW .....	186	9.3.1 数据的完整性 .....	227
7.3.3 超文本与超媒体 .....	188	9.3.2 数据的保密性 .....	230
7.3.4 EPCIS 功能与作用 .....	189	习题 .....	237
7.3.5 EPCIS 系统设计 .....	190	<b>第 10 章 智慧地球与物联网应用</b> .....	238
7.4 实体标记语言 PML .....	192	10.1 智慧地球 .....	238
7.4.1 PML 概述 .....	193	10.1.1 物联网带来更透彻的感知 .....	239
7.4.2 PML 核心思想 .....	194	10.1.2 物联网带来更全面的互通互联 .....	239
7.4.3 PML 组成与设计方法 .....	196	10.1.3 物联网带来更深入的智能化 .....	240
7.4.4 PML 设计举例 .....	197	10.1.4 物联网使地球变得更加智慧 .....	240
习题 .....	198	10.2 M2M—物联网应用的雏形 .....	241
<b>第 8 章 物联网中间件</b> .....	199	10.2.1 M2M 的概念 .....	241
8.1 物联网中间件概述 .....	199	10.2.2 M2M 系统架构和运营体系 .....	242
8.1.1 中间件的概念 .....	199	10.2.3 M2M 支撑技术 .....	243
8.1.2 物联网中间件 .....	200	10.2.4 M2M 业务应用 .....	245
8.1.3 中间件分类 .....	202	10.2.5 M2M 发展现状与前景展望 .....	247
8.2 物联网中间件的发展历程 .....	205	10.3 物联网典型应用 .....	248
8.2.1 中间件的发展阶段 .....	205	10.3.1 物联网在交通领域的应用 .....	248
8.2.2 国际和国内发展现状 .....	206	10.3.2 物联网在制造领域的应用 .....	252
8.3 中间件结构 .....	207	10.3.3 物联网在物流领域的应用 .....	256
8.3.1 中间件的系统框架 .....	208	习题 .....	258
8.3.2 中间件的处理模块 .....	209	<b>附录 缩略语英汉对照表</b> .....	260
8.4 中间件标准和中间件产品 .....	211	<b>参考文献</b> .....	266
8.4.1 中间件标准 .....	211		
8.4.2 中间件产品 .....	213		
习题 .....	218		
<b>第 9 章 物联网安全机制</b> .....	220		
9.1 信息安全基础 .....	220		
9.2 物联网信息安全体系 .....	222		
9.2.1 物联网的安全层次模型及体系结构 .....	223		
9.2.2 物联网感知层安全 .....	224		
9.2.3 物联网网络层安全 .....	225		
9.2.4 物联网应用层安全 .....	225		

# 第1章

## 绪论

物联网是技术发展与应用需求达到一定阶段的必然产物。物联网是典型的跨学科技术，作为计算进程与物理进程发展的统一体，已经成为信息技术发展的新趋势。物联网在现有技术的基础上，综合运用多种新兴技术，突破了互联网人与人通信的限制，通信能力扩展到人与物、物与物，通过计算进程与物理进程的实时交互，使网络延伸到物体之上，以实现物理系统的实时跟踪，进而达到全球信息的交换与共享。

物联网摆脱了信息技术惯常的思维模式，人类在信息的世界里将获得一个新的沟通维度，从任何时间、任何地点人与人之间的沟通和连接，扩展到任何时间和任何地点人与物、物与物之间的沟通和连接。物联网带来了信息技术新的增长点，作为新一代信息技术的代表，物联网通过汇集、整合和连接现有的技术，推进了技术的升级，给徘徊已久、疲态渐显的信息技术带来了新的目标和新的前景。物联网实现了信息技术精确的控制、通信和计算功能，以全面感知、互通互连和智慧运行为物联网的技术特征，这种全新的联网方式对信息技术提出了很大的挑战，给信息技术在理论上的发展提供了广阔的空间。

### 1.1 物联网的概念

物联网是在互联网概念的基础上，将其用户端延伸和扩展到任何物品，进行信息交换和通信的一种网络概念。互联网时代，人与人之间的距离变近了；而继互联网之后的物联网时代，则是人与物、物与物之间的距离变近了。物联网是全新的网络架构，可以实现全球范围内物品的跟踪与信息的共享。

物联网的定义是，通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按照约定的协议，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。

物联网的英文名称为“The Internet of Things”。由该名称可见，物联网就是“物与物相连的互联网”。这里有两层意思，第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在



互联网基础之上延伸和扩展的一种网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品，人与物可以通过互联网进行信息的交换和通信。

根据国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）的描述，在物联网时代，通过在各种各样的物品上嵌入一种短距离的移动收发器，物品将被智能化，世界上所有的物品都可以通过互联网主动进行信息交换，物联网技术将对全球商业和个人生活产生重大影响。

物联网概念的问世，打破了之前的传统思维。过去的思维一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开，一方面是机场、公路和建筑物等物理基础设施，另一方面是数据中心、个人电脑和宽带等 IT 基础设施。而在物联网时代，混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，当把传感器嵌入到电网、铁路、桥梁和大坝这些真实的物体上之后，人类梦寐以求的“将物体赋予智能”这一希望，在物联网的时代将成为现实。物联网能够实现物品的自动识别，能够让物品“开口说话”，实现与信息网络的无缝整合，进而通过开放性的计算机网络实现信息的交换与共享，从而达到对物品的透明管理。物联网描绘的是充满智能化的世界，在物联网的世界里万物都将相连，信息技术已经上升为让整个物理世界更加智能的智慧地球的新阶段。物联网如图 1.1 所示。

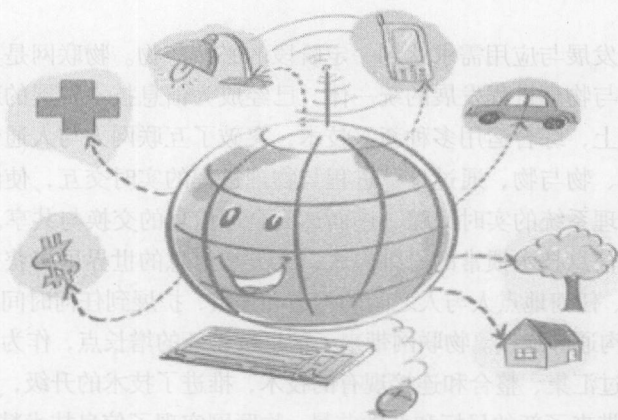


图 1.1 物联网的概念

## 1.2 物联网的技术特征

物联网的技术特征来自于同互联网的类比。物联网不仅是对“物”实现连接和操控，它通过技术手段的扩张，赋予了网络新的含义。从宏观的概念上讲，未来的物联网将使人置身于无所不在的网络之中，那就是人类可以随时、随地、使用任何网络、联系任何人或任何物，达到信息自由交换的目的。

物联网的技术特征是全面感知、互通互连和智慧运行。物联网需要对物体具有全面感知的能力，对信息具有互通互连的能力，并对系统具有智慧运行的能力，从而形成一个连接人与物体的信息网络。在此基础上，人类可以用更加精细和动态的方式管理生产和生活，提高资源利用率和生产力水平，改善人与自然的关系，达到更加“智慧”的状态。

### 1.2.1 全面感知

全面感知解决的是人类社会与物理世界的获取数据问题。全面感知是物联网的皮肤和五官，



主要功能是识别物体、采集信息。全面感知是指利用条码、射频识别、摄像头、传感器等各种感知、捕获和测量的技术手段，实时对物体进行信息的采集和获取。

实际上，人们在多年前就已经实现了对“物”局限性的感知处理。例如，测速雷达对行驶中的车辆进行车速测量，自动化生产线对产品进行自动组装等。

现在，物联网全面感知是指物联网在信息采集和信息获取的过程中，追求的不仅是信息的广泛和透彻，而且强调信息的精准和效用。“广泛”描述的是地球上任何地方的任何物体，凡是需要感知的，都可以纳入到物联网的范畴；“透彻”是通过装置或仪器，可以随时随地提取、测量、捕获和标识需要感知的物体信息；“精准和效用”是指采用系统和全面的方法，精准和快速地获取和处理信息，将特定的信息获取设备应用到特定的行业和场景，对物体实施智能化的管理。

在全面感知方面，物联网主要涉及物体编码、自动识别技术和传感器技术。物体编码用于给每一个物体一个“身份”，其核心思想是为每个物体提供唯一的标识符，实现对全球对象的唯一有效编码；自动识别技术用于识别物体，其核心思想是应用一定的识别装置，通过被识别物品和识别装置之间的接近活动，自动地获取被识别物品的相关信息；传感器技术用于感知物体，其核心思想是通过在物体上植入各种微型感应芯片使其智能化，这样任何物体都可以变得“有感觉、有思想”，包括可以自动采集实时数据（如温度、湿度）、自动执行与控制（如启动流水线、关闭监控器）等。

## 1.2.2 互通互连

互通互连解决的是信息传输的问题。互通互连是物联网的血管和神经，其主要功能是信息的接入和信息的传递。互通互连是指通过各种通信网与互联网的融合，将物体的信息接入网络，实时进行信息的可靠传递和共享。

物联网是建立在现有移动通信网和互联网的基础上，通过各种接入设备与通信网和互联网相连。在信息传送的方式上，可以是点对点、点对面或面对点，通过 3G、GPS、WLAN、ZigBee 或互联网等适当的平台，获取相应的资讯或指令，或传递相应的资讯或指令。

“互通互连”是“全面感知”和“智慧运行”的中间环节。互通互连要求网络具有“开放性”，全面感知的数据可以随时接入网络，这样才能带来物联网的包容和繁荣。互通互连要求传送数据的准确性，这要求传送环节具有更大的带宽、更高的传送速率、更低的误码率。互通互连还要求传送数据的安全性，由于无处不在的感知数据很容易被窃取和干扰，这要求保障网络的信息安全。

互通互连会带来网络“神经末梢”的高度发达。物联网既不是互联网的翻版，也不是互联网的一个接口，而是互联网的一个延伸。从某种意义上来说，互通互连就是利用互联网的“神经末梢”，将物体的信息接入互联网，它将带来互联网的扩展，让网络的触角伸到物体之上，网络将无处不在。在技术方面，建设“无处不在的网络”，不仅要依靠有线网络的发展，还要积极发展无线网络，其中 Wi-Fi、3G、ADSL、FTTH、GPS、无线射频等技术都是组成“网络无处不在”的重要技术。有人预测不久的将来，世界上“物物互连”的业务，跟“人与人通信”的业务相比，将达到 30 比 1，如果这一预测成为现实，物联网的网络终端将迅速增多，无所不在的网络“神经末梢”将真正改变人类的生活。

广泛的互通互连使物联网能够更好地对工业生产、城市管理、环境监控和人民生活的各种状



态进行实时监控,使工作、任务和娱乐可以通过多方协作得以远程完成,从而改变整个世界的运作方式。

### 1.2.3 智慧运行

智慧运行解决的是计算、处理和决策的问题。智慧运行是物联网的大脑和神经中枢,主要包括网络管理中心、信息中心和智能处理中心等,主要功能是信息和数据的深入分析和有效处理。“智慧运行”是指利用数据管理、数据处理、模糊识别和云计算等各种智能计算技术,对跨地区、跨行业、跨部门的数据和信息进行分析和处理,以便整合和分析海量、复杂的数据信息,提升对物理世界、经济社会、人类生活各种活动和变化的洞察力,实现智能决策与控制,以更加系统和全面的方式解决问题。

智慧运行不仅要求物服从人,也要求人与物之间的互动,在物联网内所有的系统与节点都有机地连成一个整体,起到互帮互助的作用。对于物联网来说,通过智能处理可以增强人与物的一体化,能够在性能上对人与物的能力进行进一步扩展,增加人们之间的交流和互动。例如,当某一数字化的物体需要补充电能时,物体可以通过网络搜索到自己的供应商,并发出需求信号;当收到供应商的回应时,这个数字化的物体能够从中寻找到一个优选方案来满足自我的需求;而这个供应商,既可以由人控制,也可以由物控制。这样的情形类似于人们利用搜索引擎进行互联网查询,得到结果后再进行处理。具备了数据处理能力的物体,可以根据当前的状况进行判断,从而发出供给或需求的信号,而在网络上对这些信号进行计算和处理,成为物联网的关键所在。

仅仅将物连接到网络,还远远没有发挥出物联网的最大威力。物联网的意义不仅是连接,更重要的是交互,以及通过互动衍生出来的种种可利用的特性。物联网的精髓是实现人与物、物与物之间的相融与互动、交流与沟通,在这些功能中,智慧运行成为核心与灵魂。

## 1.3 物联网的发展概况

当物联网最初在美国被提出时,只是停留在给全球每个物品一个代码,实现物品跟踪与信息传递的设想。如今,美国、欧洲、日本、韩国和中国都把物联网提升为国家战略,物联网的发展已经不仅仅是IT行业的发展,而是上升为国家综合竞争力的体现,物联网本身则被称为继计算机、互联网之后,世界信息产业的第三次浪潮。

### 1.3.1 物联网概念的诞生

物联网的概念是美国麻省理工学院(MIT)的Sanjey Sarma和David Brock教授于1999年提出的。物联网最初的核心思想是:给每一个物品都贴上一个电子标签,电子标签内存有与物品相关的信息,通过射频信号可以传递物品的这些信息,从而完成对物品的识别;然后借助于互联网,将物品的信息在网上发布,从而在全球范围内实现对物品信息的共享,进而可以对物品进行智能管理。

物联网真正受到广泛关注,是2005年国际电信联盟重新定义了物联网的概念。2005年11月



17日,在突尼斯(Tunis)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》(ITU Internet Report 2005: The Internet of Things),正式提出了“物联网”的概念。报告分为7章,主要介绍了如下内容。

第1章:物联网简介;

第2章:可用技术;

第3章:市场机会;

第4章:潜在挑战;

第5章:发展中国家的机遇;

第6章:美好前景;

第7章:新生态系统。

《ITU互联网报告2005:物联网》由ITU的战略与政策部撰写,全面而透彻地分析了物联网。报告着重呈现了新兴技术、市场机会和政策问题等信息,深入探讨了物联网的技术细节及其对全球商业和个人生活的影响。ITU的报告指出,无所不在的“物联网”通信时代即将来临,世界上所有的物体都可以通过互联网主动进行信息交换,包括从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾。

### 1.3.2 物联网国外发展概况

#### 1. 物联网在美国的发展概况

2008年11月,IBM公司从商业的角度提出了智慧地球(Smarter Planet)的概念。智慧地球的含义是将新一代的IT技术充分运用到各行各业之中,具体就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中,并且普遍连接,形成物联网;然后将物联网与现有的互联网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合,从而达到“智慧”的状态。

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首席执行官彭明盛提出了“智慧地球”这一概念,建议新政府投资新一代智慧型基础设施。奥巴马对此给予积极回应:“经济刺激资金将会投入到宽带网络等新兴技术中去,毫无疑问,这就是美国在21世纪保持竞争优势的方式”。

“智慧地球”的概念一经提出,立即得到美国各界的高度关注,甚至有分析认为,IBM公司的这一构想,有望成为又一个“信息高速公路”计划,将上升至美国的国家战略。目前无论是基础设施、技术水平还是产业链的发展程度,美国都走在世界各国的前列,已经趋于完善的通信互联网络,为物联网的发展创造了良好的先机。

每一次经济或金融危机后,经济发展总在寻找新的出路,其中科技进步被寄予厚望。物联网在这次金融危机中,极有可能成为经济发展新的动力源之一。据美国权威咨询机构Forrester预测,到2020年,世界上“物物互连”的业务,跟“人与人通信”的业务相比,将达到30比1。也有预测这个比例将来可以达到100比1甚至1000比1,其发展前景巨大,对经济和社会的影响是不言而喻。

#### 2. 物联网在欧盟的发展概况

##### (1) 欧盟的“物联网欧洲行动计划”

2009年6月18日,欧盟在比利时首都布鲁塞尔向欧洲议会、欧洲理事会、欧洲经济与社会委员会和地区委员会提交了以《物联网——欧洲行动计划》(Internet of Things-An action plan for



Europe) 为题的公告。有关专家认为, 欧盟制定有关物联网的行动计划, 标志着欧盟已经将物联网的建设提到议事日程上来。最近欧盟委员会提出了一系列加强信息通信技术 (Information and Communication Technology, ICT) 研发的措施, 物联网榜上有名, 欧盟希望通过构建新型物联网管理框架来引领世界物联网的发展。

欧盟《物联网——欧洲行动计划》列举了行动计划所包含的 14 项行动。

行动 1 体系: 定义一套基本的物联网治理原则; 建立一个足够分散的架构, 使得各地的行政当局能够在透明度、竞争和问责等方面履行自己的职责;

行动 2 隐私: 持续地监督隐私和私人数据保护问题, 2010 年该委员会还公布了泛在信息社会隐私与信任的指导意见;

行动 3 芯片沉默: 开展有关“芯片沉默权利”技术和法律层面的辩论, 它将涉及不同用户在使用不同的名字表达个人想法时, 可以随时断开他们的网络;

行动 4 风险: 提供一个政策框架, 使得物联网得以迎接来自信任、接入和安全方面的挑战;

行动 5 重要资源: 欧盟委员会将密切关注物联网基础设施成为欧洲重要资源的进程, 特别是要将其与关键的信息基础设施联系在一起;

行动 6 标准: 对现有的以及未来与物联网相关的标准进行评估, 必要时将推出附加标准;

行动 7 资助: 持续物联网方面的研究项目, 特别是在微电子学、非硅组件、能源获取技术、无线通信智能系统网络、隐私与安全以及新的应用等重要的技术领域;

行动 8 合作: 欧盟委员会正筹备在“绿色轿车”、“节能建筑”、“未来工厂”、“未来互联网”四个物联网能发挥重要作用的领域与公共及私营部门合作;

行动 9 创新: 欧盟委员会将会考虑通过 CIP (竞争与创新框架计划) 推出试验项目的方式, 来推动物联网应用的进程。这些试验项目将集中于电子健康、电子无障碍、气候变化等领域;

行动 10 通报制度: 欧盟委员会将会定期向欧洲议会、欧洲理事会以及其他相关机构通报物联网的进展;

行动 11 国际对话: 欧盟委员会将在物联网所有方面加强与国际合作伙伴现有的对话力度, 目的是在联合行动、共享最佳实践和推进各项工作实施上取得共识;

行动 12 RFID 再循环: 欧盟委员会将评估推行再循环 RFID 标签的难度以及将现有 RFID 标签作为再循环物的利弊;

行动 13 检验: 对物联网相关技术进行定期检测, 并评估这些技术对经济和社会的影响;

行动 14 演进: 开展与世界其他地区的定期对话, 并分享物联网最佳实践。

## (2) “欧盟”对于物联网发展的预测

欧洲智能系统集成技术平台 (EPOSS) 在《Internet of Things in 2020》报告中分析预测, 物联网未来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, 2011~2015 年物体互连, 2015~2020 年物体进入半智能化, 2020 年之后物体进入全智能化。就目前而言, 物联网的许多相关技术仍然处于开发测试阶段, 与不同系统之间的融合、物与物之间的普遍链接的远期目标还存在一定的差距。

## 3. 物联网在日本的发展概况

日本自 2001 年以来, 相继制定了“e-Japan”战略、“u-Japan”战略、“i-Japan”战略等多项国家信息技术发展战略, 从大规模开展信息基础设施建设入手, 不断拓展和深化信息技术应用,



以此带动本国社会和经济的发展。

### (1) “e-Japan” 战略

2001年1月以来,日本积极实施“e-Japan”战略,迅速而有重点地推进高度信息化社会的建设,在宽带化、信息基础设施建设、信息技术的应用普及等方面取得了超乎预期的进展,成功完成了追赶世界IT先进国家的任务。

### (2) “u-Japan” 战略

为了成为世界IT的领跑者和开拓者,日本转向了IT立国的战略新阶段。2004年12月,日本发布了“实现泛在网络社会政策座谈会”的报告书,列出了“u-Japan”战略的核心内容。“u”代指英文单词“ubiquitous”,意为“普遍存在的,无所不在的”。该战略是希望催生新一代信息科技革命,实现无所不在的便利社会。

日本推出的国家信息化“u-Japan”战略——泛在网战略,在方向上与物联网不谋而合。尽管当时还没有明确的物联网概念,日本的泛在网在概念上仍然停留在传感本身,缺乏网络的思想,但“u-Japan”战略已经开始注重人与物之间的信息沟通。

日本“u-Japan”战略的理念是以人为本,实现人与人、物与物、人与物之间的连接,即所谓的4U(Ubiquitous, Universal, User-oriented, Unique)。此战略将以基础设施建设和利用为核心在三个方面展开:一是泛在社会网络的基础建设,希望实现从有线到无线、从网络到终端、包括认证、数据交换在内的无缝泛在网络环境,100%的国民可以利用高速或超高速网络;二是希望通过信息通信技术(ICT)的高度有效应用,促进社会系统的改革,解决高龄少子化社会的医疗福利、环境能源、防灾治安、教育人才、劳动就业等21世纪的问题;三是安心、安全的“利用环境资源”。

### (3) “i-Japan” 战略

2009年7月,日本的IT战略本部颁布了新一代的信息化战略“i-Japan”战略,提出“智慧泛在”构想,将传感网列为国家重点战略之一,致力于构建个性化的物联网智能服务体系,确保日本在信息时代的国家竞争力始终位于全球第一阵营。

为了让数字信息技术融入每一个角落,“i-Japan”战略首先将政策目标聚焦在三大公共事业:电子化政府治理、医疗健康信息服务、教育与人才培育。日本政府希望通过执行“i-Japan”战略,开拓支持日本中长期经济发展的新产业,大力发展以绿色信息技术为代表的环境技术和智能交通系统等重大项目。

“i-Japan”战略除了提出培养信息技术人才的具体目标之外,还明确规定,在日本政府首次设立副首相级的首席信息官(CIO)职位。CIO将监督日本信息技术战略的执行,提高各级政府和具体执行人员对行政、医疗和教育电子化的认识,推进以国民利用信息技术的便利性为首要目标的新战略的落实。

## 4. 物联网在韩国的发展概况

继日本提出“u-Japan”战略之后,韩国也在2006年提出了“u-Korea”战略,重点支持泛在网的建设。“u-Korea”战略旨在布建智能型网络,为民众提供无所不在的便利生活,扶植IT产业发展新兴技术,强化产业优势和国家竞争力。

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”,该规划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,并确立到2012年“通过构建世界最先进的物联网基础设施,实现未来广播通信融合领域超一流ICT强国”的目标。



### 1.3.3 物联网我国发展概况

与国外相比,我国物联网的发展在最近几年取得了重大进展。2006年2月9日,《国家中长期科学与技术发展规划(2006~2020年)》将物联网列入重点研究领域。2010年9月8日国务院出台《战略性新兴产业发展规划》,七大战略性新兴产业被纳入规划,其中包括物联网。

我国发展物联网,是以射频识别(RFID)的广泛应用作为形成全国物联网的发展基础。工信部介绍说,RFID是物联网的基础,先抓RFID的标准、产业和应用,把这些做好了,自然而然地从闭环应用到开环应用,形成我国的物联网。

#### 1. 金卡工程

2004年我国把RFID作为“金卡工程”的一个重点,启动了RFID的试点,RFID应用的一个最终结果,就是要形成物联网。2004年以后,我国每年都推出新的RFID应用试点,项目涉及身份识别、电子票证、动物和食品追踪、药品安全监管、煤矿安全管理、电子通关与路桥收费、智能交通与车辆管理、供应链与现代物流管理、危险品与军用物资管理、贵重物品防伪、票务及城市重大活动管理、图书及重要文档管理、数字化景区及旅游等。

#### 2. 科技部“863”计划RFID专项资金

科技部“863”计划对RFID拨专项资金,鼓励产、学、研、用等单位联合承担课题,促进RFID技术与产业的发展。

##### (1) 第一期RFID计划

2006年,科技部发布了第一期《863计划RFID重大项目课题申请指南》,指南的实施年限是2006~2010年。在指南中,国家对RFID关于基础共性及前瞻性的课题进行支持。科技部发布的第一期RFID计划,以期能够跟踪国际前沿,引领技术方向,取得理论、方法和技术的自主创新;形成RFID应用软件产品,满足我国RFID系统集成和规模应用的需求;引导和带动RFID技术的广泛应用;研究制定我国RFID技术系列标准和发展战略。

##### (2) 第二期RFID计划

2008年,科技部发布了《国家高技术研究发展计划(863计划)先进制造技术领域“射频识别(RFID)技术与应用”重大项目课题申请指南》。本次863RFID专项是继2006年第一批RFID重大课题专项之后的第二批专项,实施年限为2008~2010年。此次发布的申请指南对超高频RFID产业化、RFID安全机制、RFID管理软件、RFID应用等课题进行支持。

#### 3. RFID行业应用

截至2008年底,我国铁道部RFID应用已基本涵盖了铁路运输的全部业务,成为我国应用RFID最成功的案例。铁路车号自动识别系统(ATIS)是我国最早应用RFID的系统,也是目前应用RFID范围最广的系统,并且拥有自主知识产权。采用RFID技术以后,铁路车辆管理系统实现了统计的自动化,降低了管理成本,可实时、准确、无误地采集机车车辆的运行数据,如机车车次、车号、状态、位置、去向和到发时间等信息。目前,铁路车号自动识别系统已经遍及全国18个铁路局、7万多公里铁路线,全国1.7万台机车和70.8万辆货车安装了电子标签,机务段、局分界站、编组站、区段站、大型货运站和车辆段安装了地面识别设备,实现了对铁路列车、机车和货车的实时追踪。

上海世博会2010年在上海召开,为提高世博会信息化水平,上海市政府在世博会上大量采



用了 RFID 系统。世博会使用了嵌入 RFID 技术的门票,用于对主办者、参展者、参观者、志愿者等各类人群的信息服务,包括人流疏导、交通管理、信息查询等。上海世博会期间,相关水域的船舶也安装了船舶自动识别系统(AIS),相当于给来往船只设置了一个“电子身份证”,没有安装“电子身份证”的船舶将面临停航或改航。世博会在食品管理方面启用了“电子标签”,以确保食品的安全,只要扫描一下芯片,就能查到世博园区内任何一个食物的来源。事实上,RFID 在大型会展中的应用早已得到验证,在 2008 年的北京奥运会上,RFID 技术就已得到广泛应用,有效提高了北京奥运会的举办水平。

#### 4. 推进我国物联网的发展

2009 年 9 月,“传感器网络标准工作组成立大会及‘感知中国’高峰论坛”在北京举行,工作组汇集了中国科学院、中国移动等物联网主要研究和应用单位,积极开展物联网标准的制定工作,通过标准化为产业发展奠定技术基础。2009 年 11 月 3 日,温家宝总理在北京人民大会堂向首都科技界发表的《让科技引领中国可持续发展》讲话,强调了科学选择新兴战略性新兴产业的重要性,提出要着力突破传感网、物联网的关键技术,及早部署后 IP 时代相关技术的研发,使信息网络产业成为推动产业升级的“发动机”。至此,物联网已经上升为国家战略,成为我国信息产业下一个发展目标。

发展物联网,带动我国信息产业的发展,通过技术创新产生新的产业,形成新的经济增长点,对于中国经济发展具有非常重要的积极意义。为此,工业和信息化部开展了物联网调研,推出《战略性新兴产业发展规划》,从技术研发、标准制定、推进市场应用、加强产业协作四个方面支持物联网的发展。与此同时,教育部也在 2010 年 3 月下发了“教育部办公厅关于战略性新兴产业相关专业申报和审批工作的通知”,全国几十所高校开始创办物联网专业,并从 2010 年开始招收物联网专业的学生。目前,我国已经在各个方面全面推进物联网的发展,通过物联网的发展,一些尖端的信息技术会得到很好的推动,我国会逐步确立在信息领域的国际领先地位。

## 1.4 物联网的内涵

物联网与射频识别、无线传感器网络、泛在网等有关。由于物联网是一种新兴的并正在不断发展的技术,其内涵也在不断地发展、扩充和完善。物联网内涵的扩展是对物联网应用场景的扩展,体现了对物联网技术未来发展的期望。

### 1.4.1 物联网起源于射频识别领域

物联网的概念最早是从射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)这个领域来的。1999 年,美国麻省理工学院(MIT)提出为全球每个物品提供一个电子标识符,以实现对所有实体对象的唯一有效标识。这种电子标识符就是现在经常提到的电子产品编码(Electronic Product Code, EPC),物联网最初的构想是建立在 EPC 之上的。

物联网内涵的起源是利用 RFID 技术标识客观物体,这种物联网主要是由 RFID 电子标签、RFID 读写器和互联网组成。RFID 电子标签附着在物体上,电子标签内存储着与物品相关的编码数据(EPC 码);RFID 读写器对电子标签内的信息加以识别,这种识别由于采用无接触的射频信号完成,所以称为射频识别;读写器将电子标签内的信息上传到互联网,互联网提供对物品信息