

# 物联网 工程导论

主 编 孙 颖

副主编 刘天惠 莫 晔 汪 楠 李 南



東北大學出版社  
Northeastern University Press

# 物联网工程导论

主 编 孙 颖

副主编 刘天惠 莫 晔 汪 楠 李 南

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 孙 颖 2014

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网工程导论/孙颖主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2014. 6  
ISBN 978-7-5517-0626-1

I. ①物… II. ①孙… III. ①互联网络—应用 ②智能技术—应用 IV. ①TP393.4  
②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 139679 号

---

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83680267 (社务室) 83687331 (市场部)

传真: 024—83680265 (办公室) 83680178 (出版部)

网址: <http://www.neupress.com>

E-mail: [neuph@neupress.com](mailto:neuph@neupress.com)

印 刷 者: 沈阳中科印刷有限责任公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 250mm

印 张: 14.75

字 数: 332 千字

出版时间: 2014 年 7 月第 1 版

印刷时间: 2014 年 7 月第 2 次印刷

责任编辑: 孙 锋 曹 壮

责任校对: 冬 冬

封面设计: 刘江旻

责任出版: 唐敏志

---

ISBN 978-7-5517-0626-1

定 价: 45.00 元

# 前 言

随着科学技术的迅速发展，电子信息技术已经渗透到工业、农业、交通运输、航空航天、国防建设等国民经济的诸多领域，物联网技术是物物相连的互联网，是新兴的电子信息技术，既是在互联网基础上的延伸和扩展的网络，又将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。它是一门发展迅速、应用面宽、实践性强、重要的应用学科，在现代科学技术中占有举足轻重的作用和地位。

在我国实行四个现代化的伟大事业中，科学技术的现代化是关键，电子信息技术的现代化是实现科学技术现代化的必要条件，而物联网技术是电子与信息技术紧密结合的技术，是位于电子与信息学科领域现代化的重要标志。从现代高科技中的，火箭、导弹、人造卫星、制导炸弹，到日常生活中的，建筑、大坝、油网、电网、路网、水网，将这些物体与人类社会相连，整合成超级计算机群对“整合网”的人员、机器设备、基础设施实施实时管理控制，可以极大的提高资源利用率和生产力水平。

本书着眼于物联网的核心技术介绍及其物联网技术的应用。全书共分8章，第1章为物联网技术概述，主要介绍物联网技术的概念，物联网、互联网、泛在网的联系和区别，国内外物联网技术的发展趋势。第2章~第6章为物联网核心技术。其中，第2章介绍支撑物联网的通信技术，主要内容包括通信技术基础的计算机技术，物联网技术相结合的通信网络传输技术应用，作为通信技术载体的芯片技术及涉及到通信数据计算的云计算技术；第3章介绍了传感器技术，主要内容包括传感器的定义、分类、特点、应用及发展前景，并着重介绍了与物联网技术密切相关的MEMS技术；第4章介绍了无线网络技术，主要内容包括无线网络技术部分着重介绍远程与近程通信技术的概念及基础；第5章介绍了RFID技术，主要内容包括RFID系统的硬件组成、重要算法及安全性相关技术；第6章介绍了支撑物联网的其他相关技术，主要内容包括一维及二维码技术、室内室外定位技术。第7章介绍了物联网的几种典型应用。第8章从物联网的基础技术及应用上介绍了其发展前景。

本书的作者长期从事信息及电子相关技术的教学及科研工作，对物联网技术有一定的体会。但毕竟水平有限，故书中谬误之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编著者

2014年3月

# 目 录

contents

第 1 章 物联网技术概述 .....	1
1.1 物联网的概念 .....	1
1.1.1 相关背景 .....	1
1.1.2 概念的提出 .....	2
1.2 物联网、互联网和泛在网 .....	6
1.2.1 物联网的传输通信保障——互联网 .....	6
1.2.2 物联网发展的方向——泛在网 .....	8
1.2.3 未来趋势——网络融合 .....	9
1.3 物联网的国内外发展现状 .....	11
1.3.1 物联网在国外的发展 .....	11
1.3.2 物联网在国内的发展 .....	13
1.4 本章小结 .....	14
第 2 章 支撑物联网的通信技术 .....	16
2.1 计算机技术：物联网的计算工具 .....	16
2.1.1 高性能计算、普适计算和云计算 .....	16
2.1.2 数据库与数据仓库技术的演变与发展 .....	23
2.1.3 人工智能技术的研究与发展 .....	25
2.1.4 多媒体技术的研究与发展 .....	27
2.1.5 虚拟现实技术的研究与发展 .....	30
2.1.6 嵌入式技术的研究与发展 .....	34
2.1.7 可穿戴计算技术的研究与应用 .....	36
2.2 通信技术：物联网的通信工具 .....	40
2.2.1 移动通信的分类 .....	40
2.2.2 蜂窝移动通信的发展历程 .....	41
2.2.3 3G 与物联网应用 .....	43
2.2.4 光纤通信与光传输网技术 .....	44
2.2.5 下一代通信技术的研究与发展 .....	46
2.3 集成电路：物联网的基石 .....	47

2.3.1	微电子技术和产业发展的重要性 .....	47
2.3.2	集成电路的研究与发展 .....	48
2.3.3	系统芯片的研究与应用 .....	49
2.4	云计算在物联网中的应用 .....	50
2.4.1	云计算及其特点 .....	50
2.4.2	云计算与物联网的结合方式 .....	51
2.4.3	云计算的引入将为物联网带来深刻的变革 .....	51
2.4.4	云计算与物联网协作带来的问题 .....	52
2.4.5	云计算安全分析 .....	52
2.5	物联网重要基础连接设施的安全评估 .....	59
2.5.1	概 述 .....	59
2.5.2	体系结构和系统模型 .....	60
2.5.3	诚信质量 .....	61
2.5.4	QoS 指标评估 .....	62
2.6	本章小结 .....	64
<b>第3章</b>	<b>支撑物联网的传感器技术 .....</b>	<b>66</b>
3.1	传感器技术 .....	66
3.1.1	传感器的定义 .....	66
3.1.2	传感器的分类 .....	67
3.1.3	传感器技术的特点 .....	69
3.1.4	传感器的应用 .....	71
3.1.5	传感器与传感技术的发展前景 .....	72
3.2	MEMS 技术 .....	74
3.2.1	MEMS 的基本概念 .....	74
3.2.2	MEMS 技术的基本特点 .....	77
3.2.3	MEMS 的分类 .....	78
3.2.4	MEMS 的应用 .....	79
3.2.5	MEMS 的发展前景 .....	79
3.3	无线传感器技术 .....	81
3.3.1	无线传感器网络的体系结构 .....	81
3.3.2	无线传感器网络的特点 .....	84
3.3.3	无线传感器网络的关键技术 .....	85
3.3.4	无线传感器网络的应用 .....	87
3.4	本章小结 .....	87

第 4 章 支撑物联网的无线网络技术 .....	89
4.1 无线网络的类型 .....	89
4.2 无线网络的设备类型 .....	90
4.3 无线网络的接入方式 .....	91
4.4 无线宽带网的特点 .....	92
4.5 3G 技术 .....	94
4.6 TD-SCDMA 技术 .....	95
4.7 Wi-Fi 技术 .....	98
4.7.1 Wi-Fi 技术架构 .....	98
4.7.2 Wi-Fi 技术发展趋势 .....	99
4.8 近距离无线通信技术 .....	101
4.9 蓝牙技术 .....	102
4.9.1 蓝牙技术的优势 .....	103
4.9.2 蓝牙的应用场所 .....	104
4.10 ZigBee 技术 .....	105
4.10.1 ZigBee 读写设备 .....	106
4.10.2 ZigBee 采用的自组织网通信方式 .....	106
4.10.3 ZigBee 的技术优势 .....	107
4.10.4 ZigBee 联盟和应用前景 .....	108
4.10.5 ZigBee 基础分析 .....	108
4.11 UWB 技术 .....	110
4.11.1 UWB 的特点 .....	110
4.11.2 UWB 与其他短距离无线技术的比较 .....	112
4.11.3 UWB 的应用 .....	113
4.11.4 UWB 的发展前景 .....	114
4.12 无线网络标准与协议 .....	114
4.13 无线网络展望 .....	117
4.14 本章小结 .....	118
第 5 章 支撑物联网的 RFID 技术 .....	120
5.1 RFID 概述 .....	120
5.1.1 了解 RFID .....	120
5.1.2 RFID 国内外发展现状 .....	123
5.2 RFID 系统关键技术 .....	123
5.2.1 读写器 .....	123
5.2.2 标 签 .....	129

5.2.3	RFID 空中接口协议概述 .....	137
5.3	RFID 在通信应用中的相关算法 .....	139
5.3.1	RFID 防碰撞算法研究 .....	139
5.3.2	LZW 数据压缩算法在 RFID 标签中的应用 .....	146
5.3.3	Hash 函数在 RFID 认证协议中的应用 .....	150
5.4	RFID 安全加密分析 .....	153
5.4.1	信息安全基本要素及其原理 .....	153
5.4.2	数据保密性 .....	153
5.4.3	对称加密原理 .....	154
5.5	本章小结 .....	159
<b>第 6 章</b>	<b>支撑物联网的其他技术 .....</b>	<b>161</b>
6.1	支撑物联网的条形码技术 .....	161
6.1.1	条形码技术概述及其原理 .....	161
6.1.2	条形码的种类及其特性 .....	162
6.1.3	条形码的应用及其效益 .....	166
6.1.4	一维条形码 .....	167
6.1.5	二维条形码 .....	172
6.1.6	条形码的重要意义 .....	176
6.2	定位技术 .....	177
6.2.1	室内定位技术 .....	178
6.2.2	室外定位技术 .....	180
6.2.3	定位服务发展优势及应用前景 .....	183
6.3	本章小结 .....	184
<b>第 7 章</b>	<b>物联网技术在典型重大工程中的应用 .....</b>	<b>185</b>
7.1	基于物联网食品安全管理 .....	185
7.1.1	国内外食品安全监控现状 .....	185
7.1.2	物联网在食品安全中的应用 .....	186
7.1.3	食品安全解决方案 .....	186
7.1.4	挑战与展望 .....	189
7.2	基于物联网的医药卫生管理 .....	189
7.2.1	患者管理 .....	190
7.2.2	医疗过程管理 .....	191
7.2.3	医药产品管理 .....	191
7.2.4	将物联网应用于医药产品的畅想 .....	194
7.3	危险品管理 .....	194



7.3.1	危险品管理范畴及现状 .....	194
7.3.2	危险品管理方案论述 .....	196
7.3.3	危险品管理系统实现难点分析 .....	196
7.4	基于物联网的畜牧业管理 .....	197
7.4.1	畜牧业管理现状 .....	197
7.4.2	牧场畜牧管理系统 .....	198
7.5	RFID 在票证防伪领域的应用 .....	199
7.5.1	大型活动 RFID 门票系统 .....	199
7.5.2	金融 RFID 票证系统 .....	200
7.5.3	国内外 RFID 票证发展现状 .....	201
7.6	RFID 用于烟酒防伪及管理 .....	202
7.6.1	酒类防伪 .....	202
7.6.2	烟类防伪 .....	204
7.6.3	物联网应用于防伪可能存在的问题 .....	205
7.7	物联网技术的民航行李管理 .....	205
7.7.1	RFID 民航行李管理解决方案 .....	206
7.7.2	基于物联网的民航行李管理工作流程 .....	207
7.8	物联网在智能交通系统的应用 .....	208
7.8.1	基于物联网技术的智能交通系统组成 .....	208
7.8.2	系统的工作原理 .....	208
7.9	本章小结 .....	212
<b>第 8 章</b>	<b>物联网的未来 .....</b>	<b>214</b>
8.1	物联网技术发展前景 .....	214
8.1.1	RFID 技术 .....	214
8.1.2	无线传感技术 .....	215
8.1.3	智能技术 .....	218
8.1.4	纳米技术 .....	219
8.2	物联网应用前景 .....	219
8.2.1	物联网与政府 .....	219
8.2.2	物联网与研发机构 .....	220
8.2.3	物联网与企业 .....	220
8.2.4	物联网与百姓 .....	221
8.3	物联网发展趋势 .....	222
8.4	本章小结 .....	223

# 第1章

## 物联网技术概述

由美国次贷危机引发的全球性金融危机的余波尚未平息，新一轮的技术革命已经拉开了序幕。一个新的名词引起了人们的注意，这就是“物联网”。那么，什么是物联网？为什么它一经提出就备受关注呢？本书将详细地讲述物联网的方方面面。

### 本章概要

本章1.1节详细地说明了物联网概念提出的过程，使读者对物联网有一个直观的理解。1.2节详细地介绍了物联网、互联网和泛在网三个极容易混淆的概念之间的区别与联系。通过比较，使读者进一步理解物联网和其他网络的不同之处，同时说明了新的网络发展趋势——网络融合，重点介绍了它对刚刚起步的物联网的影响。1.3节介绍了国内外物联网的发展现状。1.4节对本章内容进行了总结。

特别指出，在物联网技术研究和产业化迅速推进的同时，我们依然对物联网的认识存在许多误区。

### 1.1 物联网的概念

20世纪末一系列新兴市场遭受金融危机的冲击后，诞生了互联网这一新兴行业，而在十几年后的今天，全世界正在经历一场更大规模的、百年罕见的、新的金融危机。那么，这次危机将会带给我们什么？

#### 1.1.1 相关背景

从世界经济发展的规律来看，每次经济大衰退之后复苏的方式主要有两种：一为战争；二为新技术革命。两者的共同之处都在于要打破经济旧格局，建立新秩序。战争，可以进行生产要素和消费要素的再分配；而新技术革命，可以建立新观念，带动新的生产供给和消费需求。在世界总体趋于和平的今天，新技术革命对于加快世界经济的复苏、各种利益的重新分配意义重大<sup>[1]</sup>。

从某种意义上说，新技术产业革命是解决经济危机的最佳手段。危机尚未结束，新产业的曙光已见端倪。

目前，前景比较清晰的有以下几类重要技术革新<sup>[2]</sup>：

- ① 新能源、节能循环技术革新——建立绿色动力系统，发展低碳动力经济。

② 消费观念变革带来的产品服务变革——发展物联网经济。

③ 循环、精准、节能的种植与养殖——建立绿色自循环农业生产系统，发展生物农业经济。

美国 7000 亿美元的救市方案和我国 4 万亿的救市计划无一不是为日渐疲软的经济注入强心剂，但这只是刚刚开始。如果想要彻底摆脱危机，只能通过新一轮的技术革命，发展新技术、新产业，建立新观念，重新激发社会经济活力，进而带动新的生产动机和消费需求，从而进入由新的资源配置方式、新的生产供给和消费需求推动的经济发展周期，而物联网无疑是现有的诸多新技术、新观念中十分突出的一个。

IBM 前首席执行官郭士纳曾提出计算模式每隔 15 年发生一次变革的观点，这种观点像摩尔定律一样准确，人们把它称为“15 年周期定律”。1965 年前后发生的变革以大型机为标志，1980 年前后以个人计算机的普及为标志，1995 年前后则发生了互联网变革，那么，2012 年会不会是物联网呢？事实上，每一次这样的技术变革都引起企业间、产业间甚至国家间竞争格局的重大动荡和变化，同时也会带来经济的飞速发展，对企业来讲，这样的变革既是机遇，也是挑战<sup>[3]</sup>。

从推动经济发展的角度来讲，物联网可以说是作为计算机、互联网、移动通信后的又一次信息化产业浪潮；从长远来看，物联网有望成为后金融危机时代经济增长的引擎。20 世纪 90 年代，克林顿政府的“信息高速公路”发展战略使美国经济走上了长达 10 年左右的繁荣。出于信息技术对经济的拉动作用，奥巴马政府的“智慧地球”构想旨在找出美国经济新的增长点，在此背景下，物联网概念应运而生。

物联网这个概念产生的背景至少有两个因素：一是世界的计算机及通信科技已经产生了巨大的颠覆性的改变；二是物质生产科技发生了巨大的变化，使物质之间产生相互联系的条件成熟，没有“瓶颈”。

通俗来讲，物联网就是可以实现人与人、物与物、人与物之间信息沟通的庞大网络。毫无疑问，物联网将为我们带来新的消费体验，被广泛地应用于购物、交通、物流、医疗等重要领域，其经济潜力很容易让人想到互联网经济的辉煌。那么，物联网这个概念究竟是如何被提出的？它和其他网络有什么本质区别？它能否重现当时互联网的辉煌？这将是下面章节讨论的内容。

### 1.1.2 概念的提出

与互联网类似，传感器最初的应用也是在军事领域。20 世纪 80 年代后期及 90 年代，美国军方陆续建立了多个局域传感网，包括海军的 CEC 项目、FDS 项目和陆军的远程战场感应系统等。至于物联网概念的提出，则另有一番来历。

1946 年，前苏联的莱昂·泰勒发明了用于转发携带音频信息的无线电波，通常认为它是射频识别（Radio Frequency Identification，简称 RFID）的前身。

1948 年，美国的哈里·斯托克曼发表了《利用反射功率的通信》，正式提出 RFID 一词，被认为标志着 RFID 技术的面世。

1973年，马里奥·卡杜勒申请的专利是现今 RFID 真正意义上的原形。

1973年，在美国 LOS ALAMOS 实验室，诞生了第一个 RFID 标签的样本。

1980年，日本东京大学坂村健博士倡导的全新计算机体系 TRON，计划构筑“计算无所不在”的环境。

1991年，马克·维瑟发表了《21世纪的计算机》一文，预言了泛在计算（无所不在的计算）的未来应用。

1995年，巴黎最早开始在交通系统中使用 RFID 技术。随后，在很多欧洲城市的交通系统中，都开始普及 RFID 的使用。

1998年，马来西亚发放了全球第一张 RFID 护照。

1999年，麻省理工学院的 Auto-ID 实验室将 RFID 技术与互联网结合，提出了 EPC 概念。

2001年，美国加利福尼亚大学的克里斯托弗·皮斯特正式提出了“智能灰尘”的概念。

2002年，美国橡树岭实验室断言 IT 时代正在从“计算机即网络”迅速向“传感器即网络”转变。

2003年，麦德龙开设了第一家“未来商店”。

2005年，沃尔玛宣布它最大的 100 家供货商提供的所有商品一律使用 RFID 标贴。

2009年8月7日，温家宝总理视察中国科学院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心时，指示“尽快建立中国的传感信息中心，或者叫‘感知中国’中心”。

实际上，物联网的概念起源于比尔·盖茨 1995 年所著的《未来之路》一书。在书中，比尔·盖茨已经提及物联网的概念，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展，并未引起重视。而“物联网”这一名词是 1999 年由 EPCglobal 的前身——麻省理工学院 Auto-ID 实验室——提出的，并将其定义为把所有物品通过 RFID 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《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上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，正式将物联网称为“Internet of things”，对物联网概念进行了扩展，提出了任何时刻、任何地点、任何物体之间互联，无所不在的网络和无所不在的计算的发展愿景。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 Internet 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；并在此后陆续推出《泛在传感器》《未来的互联网》等系列报告。

根据 ITU 的描述，在物联网时代，通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器，人类在信息与通信世界里，将获得一个新的沟通维度。从任何时间、任何地点的人与人之间的沟通扩展到人与物和物与物之间的沟通连接。物联网概念的兴起，

在很大程度上得益于 ITU 2005 年以物联网为标题的年度互联网报告。然而，ITU 的报告对物联网的定义只是描述性的，缺乏一个清晰的定义<sup>[4]</sup>。

传感、通信、网络、处理等各领域都从自己的角度去阐述和放大。欧盟对物联网的定义是：物联网是一个动态的全球网络基础设施，它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力，其中，物理的和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟的特性和智能的接口，并与信息网络无缝整合。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一起，构成未来互联网<sup>[5]</sup>。

对于物联网，可以从以下两个方面来理解。

① 从技术层面理解。物联网是指物体通过智能感应装置，经过传输网络，到达指定的信息处理中心，最终实现人和物、物与物之间信息的自动交互与处理的智能网络。

② 从应用层面理解。物联网是指把世界上所有的物体都连接到一个网络中，形成物联网，然后物联网又与现有的互联网结合，实现人类社会与物理系统的整合，达到更加精细和动态的方式管理生产与生活。物联网的应用目标就是把新一代信息技术充分运用到各行各业中，实现任何时间、任何地点、任何人、任何事物充分互联。综合起来，物联网就是通过 RFID、红外感应器、全球定位系统（GPS）、激光扫描器等信息传感设备，按照约定的协议，以有线或无线的方式把任何物品与互联网连接起来，以计算、存储等处理方式构成所关心事物静态与动态的信息知识网络，用以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网就是“物物相连的互联网”，这有两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；第二，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。除 RFID 技术外，更多的新技术（如传感器、纳米、嵌入式芯片等技术）被广泛地应用。

物联网中的“物”要满足一些条件才能够被纳入其范围，如：要有相应信息的接收器，要有数据传输通道，要有一定的存储功能，要有 CPU，要有操作系统，要有专门的应用程序，要有数据发送器，遵循物联网的通信协议，在世界网络中有可以被识别的唯一编号。

智能传感器、RFID 标签、传统传感器、智能家居终端等都可以成为未来物联网的传感终端。现有的通信网络，如 2G 和 3G 网络、互联网、光纤同轴混合网络将成为信息的传递、汇总网络，它们的相应处理平台将成为 M2M 运营平台的组成部分，为具体的物联网应用业务提供服务。

对于物联网，中国科学院的《感知中国报告》对其作了如下解读：

- 物联网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、发展和提升。
- 物联网本身是针对特定管理对象的“有线网络”，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，实现信息感知、识别、情报处理、常态判断和决策执行等智能化的管理与控制。

• 物联网的应用带来的海量数据和业务模式，将使通信网、互联网和信息处理技术带来数量级的需求增长与模式变化。

可以看出，物联网本身并不是全新的技术，更不是凭空出现的，而是在原有基础上的提升、汇总和融合。根据上面的分析，物联网的基本特征可以概括为全面感知、可靠传递、智能处理。全面感知指的是物联网需要 RFID、传感器、二维码等及时获取物品的信息；可靠传递指的是通过各种电信网络和互联网的融合，将信息可靠地传输出去；智能处理则依靠物联网本身的智能性，它的智能性不仅体现在其传感器端点具有收发功能，还体现在网络中各个传感器信息的汇总、分析和处理。对于物体信息的海量数据，汇总的途径就只能通过良好的网络；而对于海量的数据处理，也可以通过依托于网络的云计算得以解决。传感器节点应该尽可能小（只有这样，才能方便、美观），可以采用纳米或嵌入式芯片技术。

物联网概念的问世颠覆了传统的把公路、交通、机场等物理基础设施和数据、电脑等信息技术基础设计割裂的概念。在物联网时代，传统的基础设施将与信息技术基础设施融合，从而产生不可思议的效果。钢筋混凝土、电缆等物理基础设施与芯片、宽带等信息技术基础设施整合为统一的基础设施。此时，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，其中更包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。

世界各国都在大力研究开发物联网，我国的物联网研究有一定的基础，并不落后。实际上，我国的物联网研究基本上是与国际同步的，有与其他国家竞争的同步优势。中国科学院早在 1999 年前就启动了传感网研究，先后投入数亿元，在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机、移动基站等方面取得重大进展，已拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链。目前，中国、德国、美国、英国、韩国等成为国际标准制定的主要国家之一。目前，我国传感网标准体系已形成初步框架，向国际标准化组织提交的多项标准提案被采纳。《国家中长期科学与技术发展规划（2006—2020 年）》和“新一代宽带无线移动通信网”国家科技重大专项均将传感器列入重点研究领域。

## ？ 思考题

- ① 物联网是不是一个全新的事物呢？如果不是，那么它与其他网络有什么区别？是什么催生了这个概念的提出？
- ② 你认为物联网发展的生命力在哪里？
- ③ 结合我们身边的现实生活，大胆地想象物联网会给我们的生活带来什么便利？

## 1.2 物联网、互联网和泛在网

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，社会进入物联网时代。实际上，物联网并不是凭空出现的事物，它的神经末梢是传感器，它的信息通信网络则可以依靠传统的互联网和通信网等，海量信息的运算处理则主要依靠云计算、网格计算等计算方式。

物联网与现有的如互联网、通信网和未来的泛在网有着十分微妙的关系，下面分别论述物联网和互联网、物联网和泛在网、未来网络的融合<sup>[6]</sup>。

### 1.2.1 物联网的传输通信保障——互联网

物联网在“智慧地球”被提出之后，引起了强烈的反响。其实，在这个概念被提出之初，很多人就将其与互联网相提并论，甚至有很多人预言，物联网不仅将重现互联网的辉煌，它的成就甚至会超过互联网。不少专家预测，物联网产业将是下一个万亿元级规模的产业，甚至超过互联网 30 倍。然而，对于两者之间的关系和侧重点，有很多说法，下面分别从不同的层面上解析两者的关系。

#### (1) 物联网是应用

中国工程院副院长邬贺铨院士于 2009 年 5 月 16 日在广州举行的有关科技讲坛上提出，物联网既是未来信息产业的发展方向，也是中国经济新的增长点。相较于互联网的全球性，物联网是行业性的。物联网不是把任何东西都联网，而是把联网有好处而且能联网的东西连起来；物联网不是互联网，而是应用。物联网具备三大特征：联网的每个物件均可寻址，联网的每一个物件均可通信，联网的每一个物件均可控制。

#### (2) 物联网是互联网的下一站（《中国经济周刊》）

物联网的定义是：把所有物品通过 RFID 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。从这个意义上讲，物联网更像是互联网的延伸和拓展，甚至有“物联网是互联网的一个新的增长点”之说。邬贺铨指出，从某种意义上讲，互联网是虚拟的，而物联网是虚拟与现实的结合，是网络在现实世界里真正大规模的应用。计算机、互联网发源于美国，美国对于互联网有着绝对的话语权；而物联网才起步不久，因此，中国在物联网方面也享有一定的国际话语权。

为了进一步分析两者的区别和联系，列表 1-1 进行说明。

表 1-1 互联网和物联网的比较

比 较	互联网	物联网
起源点在哪里	计算机技术的出现及传播速度的加快	传感技术的创新和云计算
面向的对象是谁	人	人和物质
怎样发展的过程	技术的研究到人类的技术共享使用	芯片多技术的平台应用过程
谁是使用者	所有的人	人和物质, 人即信息体, 物即信息源
核心的技术在谁手里	在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	技术就是生活, 想象就是科技, 让一切都有智能
什么样的文化属性	精英文化、无序世界	草根文化、“活信息”世界
技术手段	网络协议 Web 2.0	数据采集、传输介质、后台计算

从表 1-1 可以看到, 人类是从对于信息积累搜索的互联网方式逐步向对信息智能判断的物联网前进, 而且这样的信息只能是结合不同的信息载体进行的, 如一杯牛奶的信息、一头奶牛的信息和一个人的信息的结合而产生判断的智能。

如果说互联网是把一个物质给用户提供了多个信息源头, 那么物联网是把多个物质和多个信息源头给用户一个判断的活信息。互联网教用户怎么看信息, 物联网教用户怎么用信息, 更智慧是它的特点, 把信息的载体扩充到“物”(包括机器、材料等)。

所以, 物联网的含义更广泛一些, 它既包括信息读写含义的识别网, 也包括传感信息传输的传感网特性。移动通信网络包括互联网, 连接的是人与人, 人是智能的, 网络无须智能; 物联网连接的是物与物, 物是非智能的, 因此, 要求物联网必须是智能的、自治的、感知的网络, 必须具备协同处理、网络自治等功能。

在重视物联网发展的同时, 我们同样不能轻视互联网的发展。加速互联网应用, 培育新兴产业(如物联网和互联网的融合应用), 积极研究发展下一代互联网, 重视移动互联网, 推动互联网和传统产业进行有机结合, 发挥互联网在促进国民经济增长中的重要作用。

在互联网开始流行的时候, 曾经流传着这么一句话: “在互联网上, 没有人知道你是只狗。”在物联网时代, 即使是你的狗, 也将会有自己的身份证。

互联网, 作为媒体的一种, 其特征是信息的传播, 而物联网是信息的判断, 是智能的, 这样一种新的事物究竟能够给我们带来什么样的体验呢? 未来, 我们将拭目以待。



## 1.2.2 物联网发展的方向——泛在网

由上面的讨论可知，物联网与传感网关系密切，甚至从广义上讲，两者可以说是等价的。而对于泛在网这个概念，大家倒是有点陌生。在2011年国家科技重大专项中，泛在网和物联网并列排在项目5，有着特殊的含义。物联网的重大作用主要体现在传感网的发展和完备里，那么，泛在网的重要性体现在哪里呢？下面先对泛在网的定义作个简单的分析。

中国通信标准化协会秘书长周宝信说：“泛在网是一个大通信概念。”泛在网络由计算机科学家 Weiser 首次提出，它不是一个全新的网络技术，而是在现有技术基础上的应用创新，是不断融合新的网络，不断向泛在网络注入新的业务和应用，直至“无所不在、无所不包、无所不能”。

从网络技术看，泛在网是通信网、互联网、物联网高度融合的目标，它将实现多网络、多行业、多应用、异构多技术的融合与协同。如果说通信网、互联网发展到今天解决的是人与人之间的通信，那么物联网要实现的是物与物之间的通信，泛在网将是实现人与人、人与物、物与物的通信，涵盖传感网络、物联网和已经发展中的电信网、互联网、移动互联网等。

泛在网是从人与人通信为主的电信网向人与物、物与物的通信广泛延伸的信息通信网络的发展趋势，它是一个大通信的概念，是面向经济、社会、企业和家庭全面信息化的概括。当前，三网融合、两化融合、调整产业结构、转变经济增长方式、加快电信转型、建设资源节约型和环境友好型社会等都为泛在网的发展提供了极为良好的发展机遇。

按照我们对物联网的理解，物联网是指在物理世界的实体中部署具有一定感知能力、计算能力和执行能力的嵌入式芯片与软件，使之成为“智能物体”，通过网络设施实现信息传输、协同和处理，从而实现物与物、物与人之间的互联。物联网依托现有互联网，通过感知技术，实现对物理世界的信息采集，从而实现物物互联。归纳言之，物联网的几个关键环节为“感知、传输、处理”。

泛在网是指基于个人和社会的信息获取、传递、存储、认知、决策、使用等服务，泛在网具备超强的环境感知、内容感知及智能性，为个人和社会提供泛在的、无所不含的信息服务与应用。泛在网的概念反映了信息社会发展的远景和蓝图，具有比物联网更广泛的内涵。业界还存在其他概念，如传感网。传感网是指有传感器节点通过自组织或其他方式组成的网络。传感网是传感器网络的简称，从字面上看，狭义的传感网强调通过传感器作为信息获取手段，不包含通过 RFID、二维码、摄像头等方式的信息感知能力。

物联网、泛在网概念的出发点和侧重点不完全一致，但其目标都是突破人与人通信的模式，建立物与物、物与人之间的通信。而物理世界的各种感知技术，即传感器技术、RFID 技术、二维码、摄像等，是构成物联网、泛在网的必要条件。