

揭秘物联网

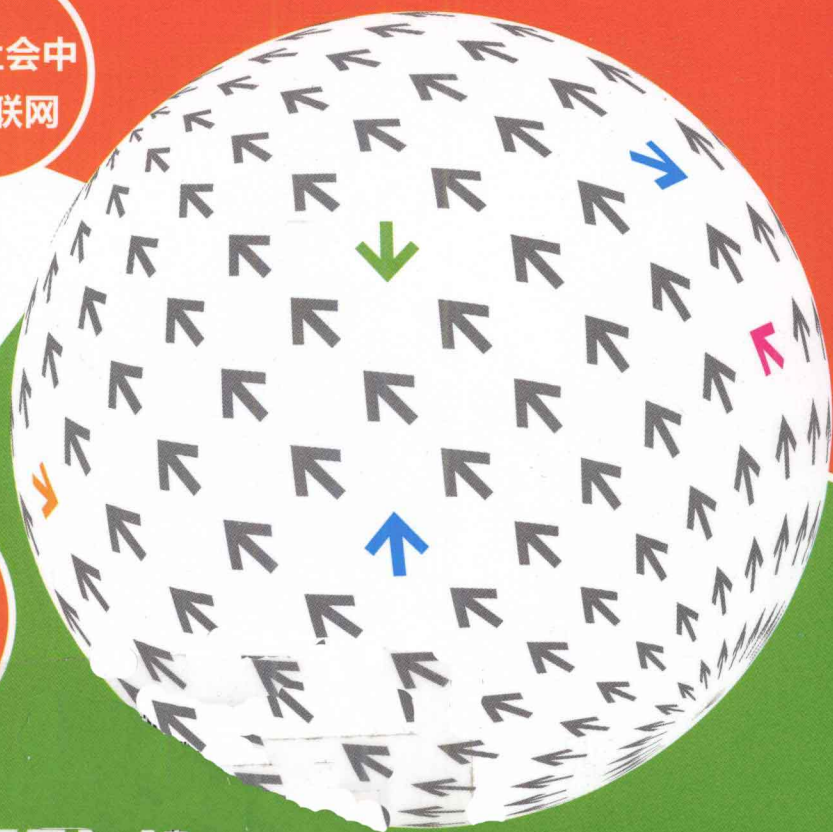
——技术及应用

李茹 编著

经济社会中的
物联网

世界信息产业的
第三次浪潮

物物相连
感知世界



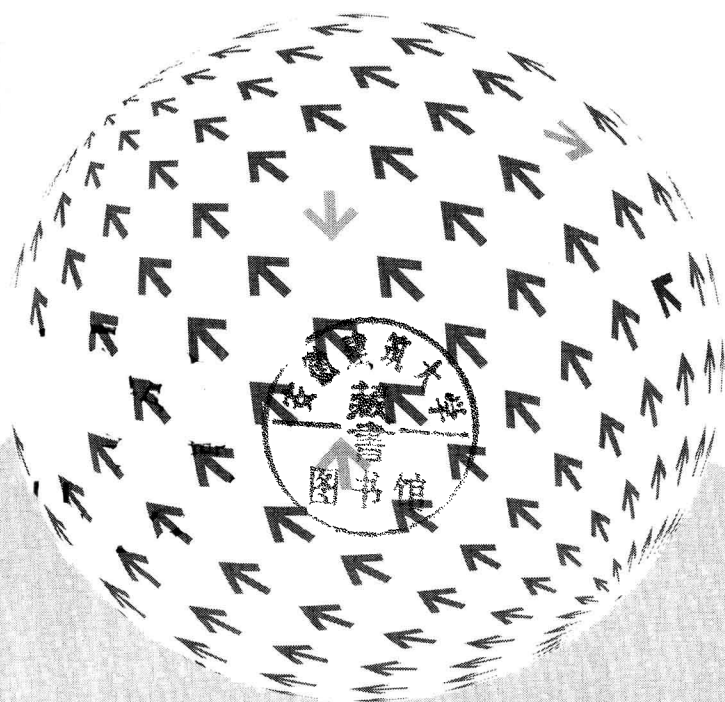
JIEMI
WULIANWANG
JISHU JI
YINGYONG



化学工业出版社

揭秘物联网 ——技术及应用

李茹 编著



WULIANWANG

YINGYONG



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

揭秘物联网——技术及应用/李茹编著. —北京: 化学工业出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-122-11752-6

I. 揭… II. 李… III. 互联网络-应用-物流
IV. ①TP393.4②F253.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 130536 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 周梦华

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{1}{4}$ 字数 461 千字 2011 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

任何新兴科学技术都会为人类社会的经济发展注入新的活力,带来新的社会效益。信息技术的革命和产业的发展,将社会经济的发展引入一片广阔天地。信息产业发展到今天,互联网的广泛使用已让人们不再有新鲜感,“物联网”概念的提出再一次冲击人们的想象力和激发人们的创新热情,一批新兴产业已在酝酿之中,新的经济增长势头已成暗涌,即将掀起一波科技经济的浪潮。

业界公认,物联网将成为继计算机、互联网与移动通信网之后的世界信息产业第三次浪潮,美国、中国、印度和欧洲各国目前正大力推动物联网的发展。物联网技术研发、产业开发的博弈正在全球范围内拉开帷幕。

2009年8月温家宝总理视察无锡,指示要把无锡建成“感知中国”中心。同时,物联网已被列入国家发展战略,国家相关产业标准正在紧锣密鼓制定之中。目前,工信部已将物联网规划纳入到“十二五”专题规划,正在积极研究推进。由包括国标委、工信部在内的11个部委下属19个标准工作组组成的物联网标准联合工作组已经筹建,未来将“倾全国之力”共推物联网发展。

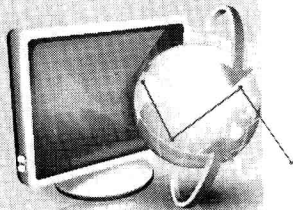
本书正是在人们急需了解物联网技术及其相关应用的背景下编写的。本书作为物联网科普读物,向广大读者介绍了物联网的概念、起源、相关技术及其广泛的应用领域和可预见的对经济的巨大影响。内容分为两大部分:第一部分介绍了物联网的发展历程、定义概念、架构特点及架构每一层的主要技术,涵盖了条形码、RFID技术、传感器技术、MEMS技术、EPC技术、无线传感器网络、互联网、云计算、TD-SCDMA、Zigbee、蓝牙等关键技术特点,诠释了物联网在智能交通、智能电网、智能楼宇、智能物流、智能安防、智能医药及智能农业等各个经济领域的应用前景及实例;第二部分介绍了物联网在商务管理、财务管理、资产管理等社会经济管理方面的作用,以及物联网资本发展对社会经济的影响,物联网环保和安全等问题带来的社会效益损失等。

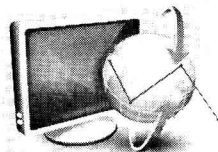
本书在编写过程中得到姜岩峰、李龙飞、张晓波、马青梅、杨金玉、郑澈、武平、李志超、毕凤英、姜淋馨等同志的大力支持和帮助,在此特向他们表示衷心的感谢。

本书对于企事业单位、政府机构的技术人员、管理者以及关注技术发展的广大读者都具有重要参考价值,也可作为高等院校物联网专业和信类、通信类、计算机类、工程类、管理类及经济类等专业的物联网概论课程的教材。

由于物联网是一个正在发展中的技术,在发展过程中不免会有新的技术应用出现,另外因为编写时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者批评指正!

编著者





目录 CONTENTS

揭秘物联网 技术及应用

第 1 篇 物联网技术

Page 001

Chapter 1

第 1 章 物联网概述 2

- 1.1 物联网的发展历程 2
 - 1.1.1 物联网概念形成的萌芽期 2
 - 1.1.2 物联网概念的成长期 4
 - 1.1.3 物联网概念的浪潮期 5
- 1.2 物联网的定义及相关概念 6
 - 1.2.1 何谓物联网 6
 - 1.2.2 物联网的工作环境 7
 - 1.2.3 物联网与传感网、泛在网、M2M 之间的关系 8
- 1.3 物联网的总体架构及特点 10
 - 1.3.1 物联网的现行架构 10
 - 1.3.2 物联网的特点 12
- 1.4 物联网标准化 15
 - 1.4.1 物联网国际标准化组织 15
 - 1.4.2 物联网国内标准化组织 16
 - 1.4.3 物联网标准进展 19

Chapter 2

第 2 章 物联网的感知层 24

- 2.1 物联网感知层概述 24
- 2.2 电子标签：物联网身份识别标签的升级 26
 - 2.2.1 RFID 的基础知识 29
 - 2.2.2 RFID 的工作原理及应用领域 31
 - 2.2.3 标签 33
 - 2.2.4 RFID 知识进阶 34
 - 2.2.5 RFID 工作频率的分类 36
 - 2.2.6 RFID 工作频率指南和典型应用 37
 - 2.2.7 RFID 天线知识 40
 - 2.2.8 电子标签耦合及制作、封装 41
 - 2.2.9 RFID 读写设备 43
 - 2.2.10 RFID 中间件知识 45

2.2.11	如何保护中间件内部信息	48
2.2.12	RFID 标准化组织	51
2.3	从传统条形码到 RFID——传统二维条形码与无线射频识别技术纵览	53
2.3.1	狭小的一维空间	53
2.3.2	从“线”到“面”的飞跃——二维条形码 VS 传统条形码	55
2.3.3	从“有形”到“无形”的革命——RFID 优势巨大	57
2.3.4	RFID 开始进入应用阶段	57
2.3.5	射频技术和条形码比较	59
2.3.6	RFID 标签能否取代条形码技术	60
2.3.7	使用高频标签是否会对人体产生辐射危害	60
2.3.8	RFID 面临的问题	61
2.4	传感器技术	61
2.5	MEMS 技术	63
2.5.1	MEMS 的基本概念与发展历史	63
2.5.2	MEMS 的应用	67
2.5.3	MEMS 技术和器件的研究进展	69
2.5.4	用于通信领域的 MEMS 器件	75
2.5.5	用于生化医学领域的 MEMS 器件	80
2.5.6	用于光通信领域的 MEMS 器件	87
2.5.7	用于惯性测量用的 MEMS 器件	93
2.5.8	几种 MEMS 微执行器	101
2.6	EPC 系统	111
2.6.1	EPC 系统简介	112
2.6.2	电子产品编码与 RFID	113
2.6.3	EPC 的编码原则	115
2.6.4	EPC 编码关注的问题	116
2.7	无线传感器网络	117
2.7.1	无线传感器网络概述	117
2.7.2	传感器网络体系结构	117
2.7.3	传感器网络的特征	119
2.7.4	传感器网络的应用	121
2.7.5	传感器网络的关键技术	122

Chapter 3

第 3 章 物联网的网络层 125

3.1	互联网	125
3.1.1	互联网的起源与发展	125
3.1.2	互联网的特征	125
3.1.3	互联网的影响	127
3.1.4	互联网的应用	129

- 3.1.5 互联网运作的基本知识 131
- 3.2 云计算 134
 - 3.2.1 云计算的概念 134
 - 3.2.2 云计算的形式 137
 - 3.2.3 云计算在提高企业管理效益中的优势 138
- 3.3 TD-SCDMA 139
 - 3.3.1 TD-SCDMA 基本特点 139
 - 3.3.2 TD-SCDMA 关键技术对网络规划的影响 140
 - 3.3.3 GSM 和 TD-SCDMA 网络规划比较 151
 - 3.3.4 TD-SCDMA 和 WCDMA 网络规划比较 152
- 3.4 无线网络 154
 - 3.4.1 超宽带 (UWB) 无线通信技术 154
 - 3.4.2 Zigbee 159
 - 3.4.3 蓝牙 163
 - 3.4.4 Wi-Fi 技术 166
 - 3.4.5 IrDA 技术 170
 - 3.4.6 NFC 技术 170

Chapter 4

第 4 章 应用层：物联网对于产业发展的巨大影响 172

- 4.1 感知城市 172
 - 4.1.1 感知城市概述 172
 - 4.1.2 物联网技术在城市信息化的应用及实例 174
- 4.2 物联网与智能交通 178
 - 4.2.1 智能交通概述 178
 - 4.2.2 物联网技术在智能交通中的应用 178
- 4.3 智能电网 186
 - 4.3.1 智能电网概述 186
 - 4.3.2 智能电网技术 187
 - 4.3.3 智能电网应用 189
- 4.4 智能楼宇 191
 - 4.4.1 智能楼宇概述 191
 - 4.4.2 物联网技术在智能大厦的应用 191
 - 4.4.3 物联网技术在智能大厦应用案例 192
- 4.5 智能物流 193
 - 4.5.1 智能物流概述 193
 - 4.5.2 智能物流应用技术 194
 - 4.5.3 智能物流案例 198
- 4.6 物联网与精致农业、智能林牧业 201
 - 4.6.1 精致农业概述 201
 - 4.6.2 物联网技术在农、林、牧业中的应用 201
 - 4.6.3 物联网在农业其他方面的应用与案例 203

- 4.7 智能消防安保 211
 - 4.7.1 智能安保概述 211
 - 4.7.2 智能安保应用 212
- 4.8 智能医疗、药品 222
 - 4.8.1 概述 222
 - 4.8.2 物联网技术在医疗卫生领域的应用 223

Chapter 5

第 5 章 物联网的商务应用 230

- 5.1 概述 230
- 5.2 商业应用领域 232
- 5.3 移动商务的实现 236
- 5.4 物联网商务的应用案例 239
 - 5.4.1 麦德龙的未来商店 239
 - 5.4.2 沃尔玛的互联网交易系统 243
 - 5.4.3 物联网商务全面应用的困境 244

Chapter 6

第 6 章 物联网在财务管理中的应用 245

- 6.1 概述 245
- 6.2 物联网对会计信息、财务管理的影响 246
 - 6.2.1 当前会计信息化存在的问题 246
 - 6.2.2 物联网时代企业财务管理的缺陷 247
 - 6.2.3 物联网对会计信息化的影响 248
 - 6.2.4 物联网经济下企业财务管理的革新 249
- 6.3 在生产、物流领域物联网的应用对财务管理的影响 250
 - 6.3.1 在生产领域物联网的应用对财务管理的影响 251
 - 6.3.2 在物流领域物联网的应用对财务管理的影响 253
 - 6.3.3 物联网建设成本是制约其在物流产业应用的问题 257
- 6.4 物联网在固定资产管理中的应用 257
 - 6.4.1 RFID 技术在固定资产管理上的技术优势 258
 - 6.4.2 固定资产管理系统的设计和应用 259
 - 6.4.3 固定资产折旧核算 262
 - 6.4.4 固定资产盘点管理 264

Chapter 7

第 7 章 经济社会中物联网发展带来的影响 265

- 7.1 物联网发展对经济的影响 265
- 7.2 物联网的资本发展状况 267

- 7.2.1 物联网目前投资状态 268
- 7.2.2 物联网政策缺失困境 269
- 7.3 物联网的构建成本问题 269
- 7.4 物联网的隐性成本 270
- 7.4.1 物联网的安全建设成本 271
- 7.4.2 物联网构建、使用环节存在的污染 273

揭秘物联网

技术及应用

第

1

篇

物联网技术



第 1 章



物联网概述

自从人类社会进入新千年以来，科技的进步似乎已受制于计算机与网络技术的发展。人们的生产、工作、生活等各方面，越来越多地依赖于大型计算机、个人电脑及互联网。网络应用的广泛性，以日新月异、层出不穷的方式出现在人们面前。除了眼花缭乱以外，人们积极地、高效地、更加广泛地应用网络，使得社会经济在高速中有效地运转。当大多数人正欣欣然地学习及使用计算机、互联网处理着日常工作、打发着空余时间时，原以为已发展到一定极限的信息技术，却又如同“柳暗花明又一村”一般，把人们的视线吸引到一个新生事物——“物联网”上，给人以无限的想象和憧憬。

其实不然，物联网并非什么新生词汇，早在十年前就由美国麻省理工学院（MIT）的自动识别中心（Auto-ID）提出。但是在那时，物联网恐怕在科学界也是鲜为人知的，更不要说能像十年后的今天，它犹如一颗冉冉升起的新星一样，熠熠生辉，引人注目。

当然任何事物的发展，都有它的必然性和偶然性。物联网之所以十年之后突然“爆红”，是借助于两位影响世界的政治人物的推动，他们分别是美国总统奥巴马和中国总理温家宝。2008年美国的IBM公司提出的“智慧地球”概念，得到了总统奥巴马的积极回应，并因此使物联网引起了各国关注。2009年8月温家宝总理视察无锡，他指示要把无锡建成“感知中国”中心，从此中国的信息科学界开始投入足够的力量，研究、开发物联网的相关技术及产品。

1.1 物联网的发展历程

要想深入了解任何事物，最好从其发展起因、发展过程开始了解，才能通透。这就好比要了解一个人一样，首先要知道这个人的成长环境、教育背景，才能大致判断其品性、能力；同样，研究了一个民族的地理环境、文化、历史，才能了解这个民族的精神、特性。那么，为了清楚地认识物联网，就应该先从其发展历程说开来。物联网的发展和任何事物一样，有其概念形成的萌芽期，逐步发展的成长期和铺天盖地冲击人们视野的高潮期。

1.1.1 物联网概念形成的萌芽期

物联网的理念雏形，应该可以追溯到英国剑桥大学1991年的那个著名的“特洛伊咖啡壶”事件，虽然这只具有科学传奇色彩的咖啡壶，已以7300美元的价格在eBay网上卖出，但是以下还是简单回顾一下它神奇的“成名史”。

1991年，英国剑桥大学特洛伊计算机实验室的科学家们为了喝到煮熟的咖啡，每天不得不经常下两层楼梯，去看看咖啡煮好了没有，结果往往是空跑一趟。日复一日的枯燥、麻烦，使他们开始想办法要远程监控咖啡壶的工作状态，他们为此编写一套程序，然

后装了一个摄像头对准咖啡壶，利用计算机成像捕捉技术，实时了解咖啡煮的状态，省却了上上下下的麻烦。然而，这看似不经意地小发明却引来了无数网民的关注，于是成就了著名的“咖啡壶”网站，也成就了那只咖啡壶的离奇的拍卖价格。科技就是在“聪明的懒人”的推动下进步的。

而物联网概念形成的萌芽期，应该追溯到已故的施乐公司首席科学家 Mark Weiser。1991年这位世界著名的计算机科学家在《科学美国》杂志上发表了题为《21世纪的计算机》的文章，作者对计算机在未来的发展和应用进行了让人不可想象的大胆预测。他预测“这些最具深奥含义的技术将隐性消失，变成‘宁静技术’潜移默化地无缝融合到人们生活中，直到无法分辨为止”。他认为计算机在将来的使用当中应该会发展到一个至善的阶段，就是人们无需为使用计算机而去学习软件、硬件、网络等专业知识，而是当作一种简易工具使用；如同使用计算器一样，不用知道其工作原理，拿来就用。

在此，不得不提的是另外一位对物联网概念提出构想的人，恐怕全世界的人都不陌生，他就是微软大厦的缔造者——比尔·盖茨。他曾在1995年撰写了一本当时风靡全球的书——《未来之路》，从书名上可以顾名思义，在书中他将预测微软及整个科技产业的未来发展趋势。

在《未来之路》中，盖茨对未来的物联网提出了种种构想，虽然他仅仅只是设想因特网实现了计算机的联网，尚未达到物与物联网的地步，但是由于当时网络终端技术发展的局限性，导致这一设想无法真正成为现实。下面就来看看，这位科技天才是怎样预测未来的物联网，物联网又是如何引领人们科技生活的。

盖茨在书中提到：人们将会自主选择收看自己喜欢的电视节目，不再受制于电视台的强制安排。而今机顶盒的广泛使用，已经为拥有数字电视的观众实现了点播视频的能力。在网络上，人们甚至可以点播任何已经播出或正在播出的电视节目、电影节目。

盖茨在书中写到：如果您计划购买一台冰箱，您将不用再听那些喋喋不休的推销员唠叨，电子论坛将会为您提供最为丰富的信息。如今在互联网上，可以找到任何想要了解的产品性能、性价比及服务的评价。现在人们可以在网络中寻医问病、买卖物品、交友聊天、游戏娱乐、旅游调查、机票订购、旅馆预订等，林林总总的需求都可以通过网络搞定，不夸张地说，只有你想不到，没有网络做不到。

当然，盖茨还在书中写到许多富有前瞻性的设想：如果您的孩子需要零花钱，您可以从计算机钱包中转5美元给他。当您驾车驶过机场大门时，电子钱包将会与机场购票系统自动连接，为您购买机票，而机场的检票系统将会自动检测您的电子钱包，查看您是否已购买机票。如今的电子商务已经启用，人们的信用卡、网上银行、手机支付、电子机票、eBay服务已经接近比尔·盖茨的描述。电子商务会使您的消费更快捷，更方便。

再比如说，《未来之路》中写道：音乐销售将会出现新模式。那些对光盘和磁带等产品感到头疼的用户可以不再为此烦恼，以全新数字模式出现的音乐产品将会登陆市场，且音乐将会成为因特网信息高速公路上一个重要的组成部分。而今苹果公司ipad的风靡全球，使得数字音乐以日新月异的速度向前迅猛发展，比尔·盖茨的预言竟然在短短10年得以实现。

比尔·盖茨在《未来之路》中写道：您可以亲自进入地图中，可以方便地找到每一条街道、每一座建筑。这看似不可思议的事物，在20世纪可以用天方夜谭来形容。记得看过一篇记述人类第一张城市A-Z地图形成的故事。1935年的一个雨天，英国女画家菲莉丝·皮尔萨尔为了拜访朋友，在伦敦错综复杂的街道上迷路了，等她找到东道主家时，人已淋成了落汤鸡，这次尴尬的经历使她痛下决心，要绘制一份伦敦的街道详图。从此她徒



步 3000mile (约 4828km), 实地测量绘画了伦敦的 32000 条街道, 经过不断的努力, 伦敦的第一份 A-Z 地图终于诞生了。正是这份地图改写了世界城市地图的历史。如今人们常常使用的《北京人手册》, 就是按照当年菲莉丝·皮尔萨尔设计方式绘制的。而今谷歌的出现更是令人叹为观止, 它实现了人们足不出户, 轻松地在网上寻找目标地图的愿望。人们常常可以借助谷歌地球的帮助找到目标地点详图, 甚至可以俯视到自家居住的楼房。

要将虚拟世界与现实世界紧密地连接, 这即是比尔·盖茨的想象, 也是人们的期盼。然而这也正是物联网将要为人们带来的未来世界。

1.1.2 物联网概念的成长期

物联网经历了朦朦胧胧的萌芽期, 直到 1998 年才由英国工程师 Kevin Ashton 最早提出其具体的概念。Kevin Ashton 对物联网的定义是: 把所有物品通过射频识别等信息传感设备与因特网连接起来, 实现智能化识别和管理。当时身为宝洁公司的营销副总裁的 Kevin Ashton 先生是怎样想到物联网的呢? 原来在 1997 年宝洁公司的一款新品上市, 商品大受市场欢迎, 但却因为太过畅销, 流通环节商品太多、查补速度太慢, 导致许多商店货架补充不足而脱销。而据当时美国零售业联盟的统计, 美国几大零售业, 一年因为商品流通环节管理不良而蒙受近千万美元的经济损失, 这种状况令营销高管 Kevin Ashton 惋惜顿足也是在情理之中的。

这位执着的 Kevin Ashton 先生花了两年的时间找到了问题的症结所在, 并提出了解决方案, 就是将 RFID 取代现在广泛使用的商品条形码, 即在每个商品上装上 RFID (Radio Frequency Identification), 利用电子标签的信息发射功能, 使得生产商和供应商变化相应的管理模式, 及时地得到商品的供应状况信息, 从而达到杜绝各个环节缺货的目的, 使得资金流动理想化的畅通无阻, 既不短缺, 也不滞留, 企业经济效益达到最大化。Kevin Ashton 不仅仅想到了解决方案, 而且更加深入地做了一步, 1999 年 10 月他与美国麻省理工学院 (MIT, Massachusetts, Institute of Technology) 的教授 Sanjay Sarma、Sunny Siu 和研究员 David Brock 共同创立了 RFID 研究机构——自动识别中心 (Auto-ID Center), 他本人和 Sunny Siu 分别出任中心的执行主任、研究室主任。就是这个 MIT 自动识别中心提出, 要在计算机因特网的基础上利用 RFID、无线传感器网络 (WSN, Wireless Sensor Network)、数据通信等技术, 将世界上所有物品联系在一起, 构造出一个覆盖地球的“物联网”, 让地球无处不存在智慧。Kevin Ashton 说: “这是比因特网更大, 为公司创造一种使用传感器识别世界各地商品的方法。这将彻底改变我们以往从生产厂商到顾客, 甚至是通过回收产品来跟踪产品的固有模式。事实上, 我们创造了物联网。” Kevin Ashton 预测了电子产品代码 (EPC, Electronic Product Code) 网络将是机器能够感应全球任何地方的人造物体, 从而创造了真正的“物联网”。如图 1-1 所示。

Kevin Ashton 从宝洁公司的营销副总裁, 到 MIT 的执行主任, 再到 RFID 读写器供应商 ThingMagic 公司市场副总裁, 又于 2007 年加入清洁能源合同 EnerNOC, 同时任职 ThingMagic 公司顾问。2008 年, 他创建了 Zensi 公司, 并担任公司的首席执行官 (CEO, Chief Executive Officer)。该公司致力于将华盛顿大学、杜克大学和佐治亚理工大学的学者们研制发明的传感器实用化、商用化, 该传感器可以通过每个系统上的单一点来追踪整栋建筑中的水电使用情况。从 Kevin Ashton 近十几年的工作进程和取得的成就上, 人们看到的是物联网的成长过程的一个侧影。

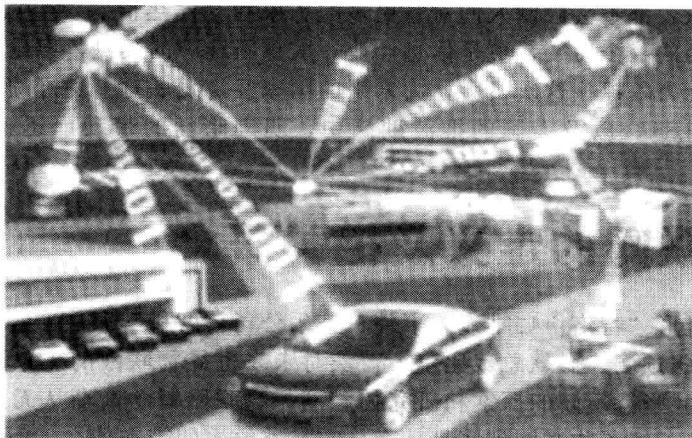


图 1-1 物联网模型

1.1.3 物联网概念的浪潮期

尽管如前面所提到的施乐公司首席科学家 Mark Weiser、微软帝国建造者比尔·盖茨以及麻省理工学院的 Kevin Ashton，他们为物联网作了种种设想和发展工作，但“物联网”这一概念比较正式的提出是在 2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的“信息社会峰会”（WSIS, World Summit on the Information Society）上，国际电信联盟（ITU, International Telecommunications Union）发布了《ITU 因特网报告 2005：物联网》，正式提出了这个概念。该报告指出：无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有物体从轮胎到牙刷、从房屋到公路设施、从洗发水到电冰箱都可以通过因特网主动进行数据交换。射频识别技术（RFID）、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术等将得到更加广泛的应用。

根据 ITU 的描述，在物联网时代，通过在各种各样的日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连接，扩展到人与物、物与物之间的沟通连接。该报告描绘了“物联网”时代的图景：比如说家里煤气泄漏了、电器发生故障了、有外人进入家里了，通过传感网就可以将这些信息发送到人们的手机上，而且人们也可以通过这个手机，在办公室就可以提前把家里的空调、电饭煲打开。当司机操作出现失误时，汽车会自动报警；公文包会提醒主人忘记带了什么东西；衣服会“告诉”洗衣机对颜色和水温的要求等。报告分为七章，包括何为物联网、物联网技术支持、市场机遇、面临的挑战和存在的问题、发展中国家的机遇、展望 2020 年的某一天、一种新型生态系统等内容。

ITU 战略与政策部分分析师 Lara 是这样评价物联网的：“虽然未来还需要解决新资源的标准制定和管理等问题，但我们的确正迈向一个新世界，在那里物与物之间不需要我们的任何指挥就能相互进行数据交换。”

就此，ITU 将“物联网”推进了人们的视野聚焦点。2008 年的金融风暴后，美国急于寻找新的经济增长点走出经济低谷，IBM 的“智慧的地球”引起美国总统奥巴马的重视，以及中国总理温家宝的“感知中国”计划，都把“物联网”推上了浪潮的顶点。著名调查机构说物联网是信息技术的第三次浪潮，将成为下一个兆亿的通信产业，媒体说它比因特网产业大 30 倍，领军企业说它会彻底改变现今企业的经营模式。无论怎样描绘“物



联网”的美好前景，都不会限制人们对它更多的想象和开发热情。“物联网”的到来不仅带来的是人们生活的一个质变，更是信息产业一次重新洗牌的契机，无论是发达国家，还是发展中国家都会力争抓住这次机会，为未来的国家经济发展打下良好的基础。那么，物联网在全球的关注下，以及大国的推波助澜中，明潮暗涌的带动下迅速发展是势不可挡的。

1.2 物联网的定义及相关概念

通过物联网雏形“特洛伊咖啡壶”事件、施乐公司首席科学家 Mark Weiser 对计算机“泛在计算”的大胆预测、微软总裁比尔·盖茨对未来世界物联网的想象以及麻省理工学院的 Kevin Ashton 坚持不懈的探索和研究物联网，物联网概念渐渐从无到有地浮现在人们面前。人们初步了解了物联网到底是什么，它能够给人们带来什么。但是物联网到底是如何定义的，它是由什么构成的一张网，这张网具有什么特点……还有许多关于物联网的问题需要一一娓娓道来。

1.2.1 何谓物联网

物联网（the Internet of Things, IoT）是个新兴领域。人们对它的认知还在不断地补充与完善当中。不同的行业从不同的视角，对物联网有不同的认识和定义。

从物联网字面上可理解为物物相联系的互联网，即物联网是以强大的计算机网络为基础和支持，并以此网络为核心进行向外延伸、扩展形成的新的意义网络，其用户端通过网络已延伸和扩展到众多物品与物品之间，进行数据交换和通信，使许多全新的系统功能得以实现。

在英文百科 Wikipedia 中对物联网定义为：“The Internet of Things Refers to a Network of Objects, such as household appliances”，译为：“像家用电器一样的物体的互联网”。另外，在不同的场合物联网也被以不同的方式表达，比如 M2M（Machine to Machine）、传感网（Sensor Networks）、普适计算（Pervasive Computing）、泛在计算（Ubiquitous Computing）、环境感知智能（Ambient Intelligence）等，每种称谓都从不同的视角、不同的方向反映出物联网的一些特征。

尽管对物联网的定义有多种，但当前普遍认可的是：把所有物体通过射频识别技术（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，按照规定协议用有线和无线方式与互联网连接起来，进行通信和信息交换，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

还可以通俗的理解为：物联网一般是指对物体具有全面感知能力，对信息具有可靠传送和智能处理能力的连接物体与物体的信息网络。如果说互联网沟通着人与人之间的通信交流，那么物联网也可以实现人与物之间的通信，甚至物与物之间的通信，物联网的概念模型如图 1-2 所示。

从图中可以看出，物联网的建设离不开信息化的支持，通过全面广泛的传感技术获取物体的特征信息，在无处不在的网络上较好地传输物体信息，并用各种智能化处理技术对海量数据进行分析 and 处理。

物联网的基本工作原理是：首先是对物体属性进行标识，属性包括静态和动态属性，静态属性可以直接存储在标签中，动态属性需要先由传感器实时进行探测；其次，需要识别设备完成对物体属性的读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式；最后，将物体

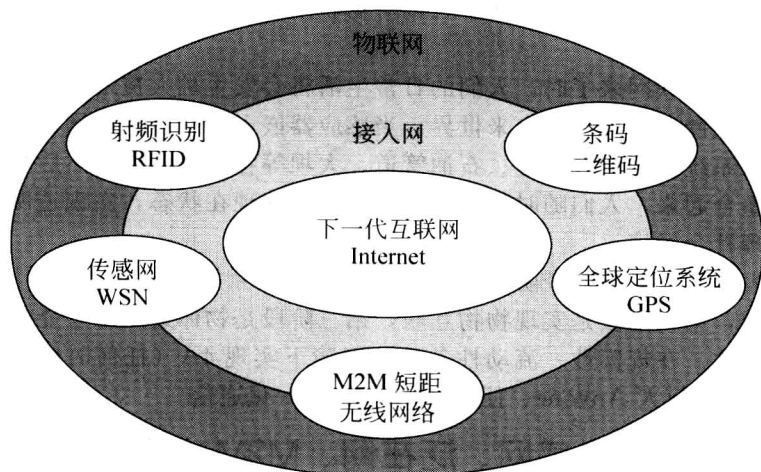


图 1-2 物联网概念模型

的信息通过网络传输到信息处理中心，由处理中心完成物体通信的相关计算，处理中心可能是分布式的，如个人电脑和手机，也可能是集中式的，如电信运营商的因特网数据中心（IDC，Internet Data Center）。

1.2.2 物联网的工作环境

物联网是以计算机因特网为基础，利用传感器、RFID、条形码等技术，将世界上万事万物连接起来。以这个网络为核心，所有物品可以进行“自由交流”，而无需人的干涉，将人从管理和使用物品的繁复环节中解脱出来。其根本实质是利用感知层、网络层、应用层关键技术，通过因特网实现物体/商品的自动识别和信息的互联与共享。可以想象，当物联网出现了以后，人的视线会延伸到世界各个角落，如同古代神话中的“千里眼”。

物联网的技术工作环境。物联网要感知事物，最重要的技术是传感器、RFID、条形码技术。而电子标签（RFID）和传感器技术，是能够让物体主动显示其身份的关键技术。RFID系统是最简单、最朴素、最原始的传感网，是身份感知，不带有其他功能，因而国际电信联盟（ITU）将电子标签作为无线传感器网络的一个重要部分。在物联网的构想中，电子标签存储着规范而具有互用性的信息，通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统，实现物体/商品的身份识别，进而通过开放性的计算机网络实现信息交换和共享，实现对物体/商品的透明化管理。

物联网的社会工作环境。物联网是为这个社会所用的，在实际应用中要覆盖到经济社会中的各行各业。物联网的开展具有规模性、广泛的参与性、全面的管理性、高端的技术性以及物品的属性等鲜明特征，其中，技术性是重中之重。物联网的技术是一项综合性技术，如果技术问题得到解决，那么物联网的广泛应用也就指日可待了。物联网的广泛参与性、全面管理性，决定了必须以国家政府为主导，辅以相关政策法规，举国布局才能使物联网尽快健康地发展和应用，使国家经济在这次信息浪潮中得以长足发展。

比如，美国总统奥巴马就职以后，提出了“智慧地球”的概念，“智慧地球”被美国人认为是振兴经济、确立全球竞争优势的关键战略。2009年8月7日，国务院总理温家宝视察了中科院无锡微纳传感网工程技术研发中心后，也提出尽快建立中国的传感信息中心，并形象地称为“感知中国”中心。而支撑“智慧地球”和“感知中国”战略的就是目



前被广为推崇的“物联网”技术。两个大国对物联网的重视，向全世界昭示了物联网不可估量的价值。

不难想象，当物联网来了时，人们的日常生活将会发生翻天覆地的变化，那时恐怕就真的到了《小灵通漫游未来》的未来世界。当感应器嵌入和装备到电网、铁路、公路、隧道、桥梁、供水系统、天然气管道、石油管道、大坝等各种物体中，然后将“物联网”与现有的因特网整合起来，人们随时都能了解各种物体的现在状态，实现透明化管理，以最优化的成本管理社会经济。

物联网的发展需要经历四个阶段：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，第二阶段是实现物物互联，第三阶段是物体进入半智能化，第四阶段是物体进入全智能化。在规模性、流动性条件的保障下实现4A（任何时间 Anytime、任何地点 Anywhere、任何人 Anyone、任何物 Anything）化通信。

1.2.3 物联网与传感网、泛在网、M2M 之间的关系

在“物联网”一词铺天盖地的冲击着人们的眼球时，M2M、传感网、泛在网等“新新”词汇也随之频繁出现，那么物联网与它们之间到底有什么联系或关系呢？

(1) 物联网与传感网的关系

“物联网”的概念是划时代的，它指出：物质世界自身正朝着信息系统方向发展，最终结果是信息世界与物质世界的统一。但要实现这一目标，必须有传感网的支持。传感网又称传感器网络，在物联网领域中，传感网中很大一部分是指无线传感器网络。

传感器网络是利用各种传感器（收集光、电、湿度、温度、压力等信息）加上中低速的近距离无线通信技术构成一个独立的网络，是由多个具有有线/无线通信与计算能力的低功耗、小体积的微小传感器节点构成的网络系统，它一般提供局域或小范围物与物之间的信息交换。

传感器网络的概念最早是美国军方提出，起源于1978年美国国防部高级研究计划署（DARPA）开始资助卡耐基·梅隆大学进行分布式传感器网络的研究项目，当时此概念局限于由若干具有无线通信能力的传感器节点自组织构成的网络。进入本世纪以来，微电子、计算机和无线通信等技术的进步，推进了低功耗多功能传感器的快速发展，使其能在微小体积内集成信息采集、数据处理和无线通信等多种功能。传感器网络中这些节点形成系统，彼此协同地进行感知、数据采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息，并将结果传给控制器（或观察者）。这样，传感器、感知对象、控制器（或观察者）就构成了传感器网络的三要素。

从广义上讲，物联网与传感器网络的构成要素基本相同，是对同一事物的不同表述。其中，物联网强调的是信息技术、设备为物品所能提供的服务；而传感器网络则侧重从技术和设备角度进行客观描述。也可以这么认为，从产业和用户角度称之为物联网；从技术支撑角度称其为传感器网络。

从狭义上讲，物联网与传感器网络还是略有区别的。我们知道互联网构成了逻辑上的信息世界，传感器网络将逻辑上的信息世界与客观上物质世界结合在一起，改变了人类与自然界的交流方式；而物联网的一部分就是互联网与传感器网络集成的产物。物联网用于标识与感知对象的手段除传感器之外，还有大量的一维条形码、二维条形码和RFID。RFID和传感器具有不同的技术特点，传感器可以监测感应到各种信息，但缺乏对物体的标识能力。例如，可以让温度传感器感知森林的温度，但它却无法辨别区分哪棵树。而RFID技术恰恰具有强大的标识物体的能力，但RFID读写器不能时时感应环境的瞬间变