



21世纪高等院校电气信息类系列教材

Electrical Information  
Science and Technology

# 物联网技术及应用

主 编 徐颖秦

副主编 彭 力 熊伟丽



附赠电子教案

[http:// www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等院校电气信息类系列教材

# 物联网技术及应用

主编 徐颖秦

副主编 彭力 熊伟丽



机械工业出版社

本书比较系统地介绍了物联网的概念、体系结构、关键技术、应用设计及典型应用实例，并对一些技术热点进行了研究和分析。

本书内容全面，联系实际，兼顾理论。内容包括：物联网的概念、演进、基本属性及国内外研究发展现状；物联网的体系结构，智能传感器、RFID等感知与识别技术；目前常用的各种短距离无线通信，新型通信和网络技术等研究热点；各种智能技术、嵌入式系统、M2M和云计算等数据处理及技术；物联网应用系统的设计方法等。最后通过典型实例介绍了物联网在10大行业的具体应用。

本书可作为高等院校电气信息类、工程类、管理类等专业物联网概论或物联网技术课程的教材或教学参考书，也可以作为物联网技术培训教材；同时，对有一定相关基础，并希望在物联网技术方面有所提高的工程技术及管理人员，也是一本较为理想的参考读物。

本书配套授课电子课件，需要的老师可登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 免费注册，审核通过后下载，或联系编辑索取（QQ：1157122010，电话：010-88379753）。

## 图书在版编目（CIP）数据

物联网技术及应用/徐颖秦主编. —北京：机械工业出版社，2012.8

21世纪高等院校电气信息类系列教材

ISBN 978-7-111-39588-1

I. ①物… II. ①徐… III. ①互联网络—应用—高等学校—教材 ②智能技术—应用—高等学校—教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第202389号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：时 静

责任编辑：时 静 张 博

责任印制：乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·16.5印张·406千字

0001—3500册

标准书号：ISBN 978-7-111-39588-1

定价：35.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 出版说明

随着科学技术的不断进步，整个国家自动化水平和信息化水平的长足发展，社会对电气信息类人才的需求日益迫切、要求也更加严格。在教育部颁布的“普通高等学校本科专业目录”中，电气信息类（Electrical and Information Science and Technology）包括电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程等子专业。这些子专业的人才培养对社会需求、经济发展都有着非常重要的意义。

在电气信息类专业及学科迅速发展的同时，也给高等教育工作带来了许多新课题和新任务。在此情况下，只有将新知识、新技术、新领域逐渐融合到教学、实践环节中去，才能培养出优秀的科技人才。为了配合高等院校教学的需要，机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校电气信息类系列教材”。

本套教材是在对电气信息类专业教育情况和教材情况调研与分析的基础上组织编写的，期间，与高等院校相关课程的主讲教师进行了广泛的交流和探讨，旨在构建体系完善、内容全面新颖、适合教学的专业教材。

本套教材涵盖多层面专业课程，定位准确，注重理论与实践、教学与教辅的结合，在语言描述上力求准确、清晰，适合各高等院校电气信息类专业学生使用。

机械工业出版社

# 前 言

从 21 世纪初，物联网（Internet of Things, IoT）就已经悄悄地进入了人们的视野，并已在各行各业“初露锋芒”。从射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）到传感网，从移动通信到网络通信，从“智慧地球”到“感知中国”，从“E-社会”到“U-社会”，从“人-人相通”到“物-物相联”，构成了物联网的基本框架。目前，国内外对物联网高度重视，并把它作为“危机时代的救世主”，经济和技术发展的新引擎，开启智慧大门的金钥匙，纷纷将其列为国家战略，进而规划、试点和实施。

其实物联网并不是一门新兴的技术，而是一种将现有的、遍布各处的传感设备和网络设施联为一体的应用模式，是感知、信息、控制、云计算等多学科的相互渗透与融合，是一个在近几年形成并迅速发展的新概念，被称为继计算机、互联网之后，信息产业的一次新浪潮。物联网作为一个新生事物，正在向我们“袭来”，开发应用前景巨大。

本书是一本关于物联网技术和应用的普通高校教材，用通俗易懂的语言和图片，展示了物联网技术和业务应用的巨大魅力，涵盖了物联网领域的各种新技术及典型应用。全书共分 7 章。第 1 章主要介绍物联网的概念、演进及基本属性，物联网的体系结构和关键技术以及国内外物联网的发展研究现状。第 2 章较详细地介绍了物联网的感知与识别技术，包括：智能传感器及检测技术，智能卡、光学、生物学等自动识别技术，电子产品编码（Electronic Product Code, EPC）技术和条码识别技术，射频识别技术等。第 3 章主要介绍无线传感网技术，包括：无线传感网的概念、特点、基本组成、节点部署、3 个模块的协议体系结构和 4 大关键技术。第 4 章介绍物联网通信与网络技术，主要包括：现场总线技术、目前常用的 5 种短距离无线通信技术和 6 种新一代通信和网络技术等研究热点。第 5 章介绍数据处理技术，包括：各种智能技术、嵌入式系统技术、机器与机器的通信（Machine-to-Machine, M2M）技术和云计算技术。第 6 章介绍了物联网应用系统设计，内容包括：物联网应用系统的基本要求、设计步骤和设计原则，以基于 M2M“数字城市”平台设计为例，介绍了物联网具体应用系统的设计方法。第 7 章引用了大量实例诠释了物联网的几种典型应用，包括：智能电网、智能工业、智能安防、智能环保、智能医疗、智能农业、智能交通、智能物流、智能家居、智能旅游 10 大应用领域。

本书力求做到内容相对全面、层次清晰、语言简明，并在系统性、创新型、应用性和新颖性等方面形成特色。本书既可以作为高等院校电气信息类专业物联网技术课程的教材或教学参考书，也可以作为物联网技术培训教材。同时，对有一定信息网络知识基础的人士，并希望在物联网技术方面有所提高的读者，也是一本较为理想的参考读物。

本书各章前有概述，后有小结和思考题，在书的最后给出了物联网常用术语和关键词的英文缩略语及英中文对照表，便于读者学习。

本书由江南大学徐颖秦任主编，彭力、熊伟丽任副主编。其中第 1、2、5、6、7 章由徐颖秦编写，第 3、4 章由彭力编写，英文缩略及英中术语对照表由熊伟丽编写。全书由徐颖秦

统稿，参加编写的还有沈艳霞、赵芝璞老师，以及韩潇等研究生。在本书编写过程中杜建会老师在文字和图形方面做了大量工作，南京信息工程大学庄伟博士提出了许多很好的建议，江南大学物联网工程学院院长刘飞教授，副院长潘丰教授给予了很大支持和帮助；同时，本书的出版得到了江苏高校优势学科“物联网技术与工程”建设工程项目的大力支持，在此一同表示衷心地感谢！

由于物联网技术仍处于发展阶段，新理论、新技术、新设备以及新应用也不断涌现，加之作者水平有限，编写时间仓促，因而难免存在错漏之处，敬请各位专家和读者不吝指正！

编 者

# 目 录

出版说明

前言

第 1 章 物联网概述	1
1.1 物联网的概念及演进	1
1.1.1 物联网概念的提出背景	1
1.1.2 物联网概念的演进	2
1.1.3 什么是物联网	4
1.1.4 物联网的泛在性	5
1.1.5 物联网的基本特征与属性	7
1.2 物联网的体系结构	9
1.2.1 感知层	9
1.2.2 网络层	10
1.2.3 应用层	10
1.3 物联网的关键技术	10
1.3.1 感知与识别技术	11
1.3.2 网络与传输技术	14
1.3.3 无线传感网技术	14
1.3.4 智能处理技术	15
1.3.5 安全技术	15
1.4 国内外物联网的发展现状	15
1.4.1 国际社会物联网的发展现状	15
1.4.2 中国物联网的发展与研究	17
本章小结	18
思考题	18
第 2 章 感知与识别技术	19
2.1 传感器及检测技术	19
2.1.1 传感器	19
2.1.2 几种现代传感器	20
2.1.3 智能检测系统	24
2.2 自动识别技术	27
2.2.1 自动识别技术概述	27
2.2.2 磁卡识别技术	27
2.2.3 IC 卡技术	29
2.2.4 光学字符识别技术	30
2.2.5 生物识别技术	31

2.3	条码识别技术 .....	39
2.3.1	条码技术概述 .....	39
2.3.2	条码的类型及特点 .....	40
2.3.3	条码的符号结构 .....	45
2.3.4	条码的编码技术 .....	46
2.3.5	条码的识读 .....	49
2.4	射频识别技术 .....	51
2.4.1	RFID 简介 .....	51
2.4.2	RFID 系统的组成及工作原理 .....	51
2.4.3	RFID 中间件技术 .....	56
2.4.4	RFID 技术标准 .....	57
2.4.5	RFID 系统应用分析 .....	62
2.5	无线定位技术 .....	66
2.5.1	无线定位技术概述 .....	66
2.5.2	GPS 定位技术 .....	66
2.5.3	室内定位技术 .....	70
	本章小结 .....	73
	思考题 .....	73
<b>第 3 章</b>	<b>无线传感网技术 .....</b>	<b>74</b>
3.1	无线传感网概述 .....	74
3.1.1	无线传感网及产生背景 .....	74
3.1.2	无线传感网的特点 .....	74
3.1.3	无线传感网的应用前景 .....	75
3.2	WSN 的基本结构 .....	76
3.2.1	基本组成 .....	76
3.2.2	WSN 节点部署 .....	78
3.3	WSN 的协议体系结构 .....	80
3.3.1	网络通信协议 .....	81
3.3.2	网络管理技术 .....	84
3.3.3	应用支撑技术 .....	86
3.4	WSN 的关键技术 .....	86
3.4.1	定位技术 .....	86
3.4.2	时间同步技术 .....	89
3.4.3	数据融合技术 .....	93
3.4.4	网络安全技术 .....	95
	本章小结 .....	98
	思考题 .....	98
<b>第 4 章</b>	<b>通信与网络技术 .....</b>	<b>99</b>
4.1	现场总线 .....	99



4.1.1	现场总线概述 .....	99
4.1.2	现场总线通信协议模型 .....	101
4.1.3	现场总线的类型及应用 .....	102
4.2	无线通信网络技术 .....	105
4.2.1	无线通信网络技术概述 .....	105
4.2.2	Wi-Fi 技术 .....	106
4.2.3	ZigBee 技术 .....	110
4.2.4	蓝牙技术 .....	117
4.2.5	NFC 技术 .....	121
4.2.6	UWB 技术 .....	123
4.3	新一代无线通信及网络技术 .....	127
4.3.1	3G 通信 .....	127
4.3.2	4G 通信 .....	129
4.3.3	移动互联网 .....	132
4.3.4	三网融合 .....	136
4.3.5	NGI 和 NGN .....	138
	本章小结 .....	141
	思考题 .....	141
<b>第 5 章</b>	<b>智能处理技术</b> .....	<b>142</b>
5.1	智能技术 .....	142
5.1.1	智能技术概述 .....	142
5.1.2	自动控制 .....	142
5.1.3	人工智能 .....	145
5.1.4	智能控制 .....	154
5.2	嵌入式系统 .....	156
5.2.1	嵌入式系统概述 .....	156
5.2.2	嵌入式系统的相关概念 .....	157
5.2.3	嵌入式系统组成 .....	158
5.2.4	嵌入式系统的发展前景及趋势 .....	160
5.3	MEMS 技术 .....	162
5.3.1	MEMS 技术概述 .....	162
5.3.2	基本特点 .....	163
5.3.3	MEMS 主要技术形式 .....	164
5.3.4	MEMS 主要应用 .....	165
5.4	云计算 .....	166
5.4.1	云计算概述 .....	166
5.4.2	云计算的发展 .....	168
5.4.3	云计算类型 .....	170
5.4.4	云计算模式下的网络 .....	171

5.4.5	云计算的体系结构 .....	172
5.4.6	典型云计算平台 .....	175
5.4.7	云安全 .....	177
	本章小结 .....	177
	思考题 .....	178
<b>第 6 章</b>	<b>物联网应用系统设计 .....</b>	<b>179</b>
6.1	物联网应用系统概述 .....	179
6.2	物联网应用系统设计 .....	180
6.2.1	应用系统的设计原则 .....	180
6.2.2	应用系统的设计步骤 .....	181
6.3	基于 M2M 的“数字城市”平台设计 .....	185
6.3.1	平台的功能要求 .....	185
6.3.2	平台性能要求 .....	186
6.3.3	平台总体构架设计 .....	187
	本章小结 .....	192
	思考题 .....	192
<b>第 7 章</b>	<b>物联网的典型应用 .....</b>	<b>193</b>
7.1	智能电网 .....	193
7.1.1	智能电网简介 .....	193
7.1.2	分布式发电 .....	197
7.1.3	输变电在线监控 .....	198
7.1.4	智能抄表 .....	198
7.2	智能交通 .....	199
7.2.1	智能交通简介 .....	199
7.2.2	智能交通系统的组成及功能 .....	200
7.2.3	基于 GPRS 的城市智能交通系统 .....	203
7.3	智能医疗 .....	205
7.3.1	智能医疗简介 .....	205
7.3.2	电子病历 .....	206
7.3.3	远程医疗 .....	207
7.3.4	移动式健康检测 .....	208
7.4	智能工业 .....	209
7.4.1	感知机械工业 .....	209
7.4.2	感知纺织工业 .....	212
7.4.3	感知矿山 .....	214
7.5	智能农业 .....	218
7.5.1	农产品生产精准管理系统 .....	218
7.5.2	优质水稻育苗的全程感知与控制系统 .....	219
7.5.3	基于无线传感器网络的节水灌溉控制系统 .....	221

7.6 智能环保 .....	223
7.6.1 智能环保简介 .....	223
7.6.2 无锡太湖水质感知系统 .....	224
7.7 智能物流 .....	226
7.7.1 智能物流简介 .....	226
7.7.2 基于 RFID 的食品供应链安全管理系统 .....	227
7.8 智能家居 .....	229
7.8.1 智能家居简介 .....	229
7.8.2 智能家居控制系统 .....	231
7.9 智能安防 .....	232
7.9.1 智能安防简介 .....	232
7.9.2 小区车库监管防盗系统 .....	234
7.10 智能旅游 .....	235
7.10.1 智能旅游简介 .....	235
7.10.2 智能旅游的基本功能 .....	236
7.10.3 智能导览系统 .....	237
本章小结 .....	238
思考题 .....	238
英文缩略语及英中文术语对照表 .....	239
参考文献 .....	251

# 第1章 物联网概述

## 【核心内容提示】

- (1) 了解物联网概念的提出及演进过程。
- (2) 掌握物联网的基本概念、基本内涵及基本特性。
- (3) 正确理解互联网、通信网、传感网、泛在网与物联网的关系。
- (4) 掌握物联网的体系结构和关键技术。
- (5) 了解国内外物联网的发展现状。

从 21 世纪初，物联网就已经悄悄地进入了人们的视野，并已在各行各业“初露锋芒”。从 RFID 到传感网技术、从移动通信到网络通信、从“智慧地球”到“感知中国”、从“E-社会”到“U-社会”、从“人-人相通”到“物-物相联”，构成了物联网的基本框架。目前，国内外、各行业对物联网高度重视，并把它作为技术发展的新引擎、开启智慧大门的金钥匙。本章从物联网概念的提出及演进过程入手，主要介绍物联网的基本概念、基本内涵及基本特性，物联网与互联网、通信网及传感网的关系，物联网的体系结构和关键技术以及国内外物联网的发展现状。

## 1.1 物联网的概念及演进

### 1.1.1 物联网概念的提出背景

物联网作为传统信息系统的继承和延伸，它并不是一门新兴的技术，而是一种将现有的、遍布各处的传感设备和网络设施连为一体的应用模式，是一个在近几年形成并迅速发展的新概念，被称为继计算机、互联网之后，信息产业一次新浪潮。物联网作为一个新生事物，和其他新事物一样，也有其产生背景。美国 IBM 计算机公司前首席执行官（Chief Executive Officer, CEO）郭士纳总结了一个重要的观点被多数专家认可，即计算机模式每隔 15 年发生一次变革。

- 1965 年前后发生的变革以大型机为标志。
- 1980 年前后以 PC 的普及为标志。
- 1995 年前后则发生了互联网革命。

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。而互联网革命一定程度上是由美国“信息高速公路”战略所催熟。

1992 年，当时的美国参议员、前任副总统阿尔·戈尔提出美国信息高速公路法案。1993 年 9 月，美国政府宣布实施一项新的高科技计划——“国家信息基础设施（National Information Infrastructure, NII）”，旨在以因特网为雏形，兴建信息时代的高速公路——“信

息高速公路”，使所有的美国人方便地共享海量的信息资源。因而而来的时尚——苹果 iPad 便是典型一例。

2010 年前后又是什么呢？专家、机构和业界人士普遍认为应该是将 IT 技术引入“物-物”的物联网——万物相联的网络，即“Internet of Things, IoT”。

### 1.1.2 物联网概念的演进

1995 年，比尔·盖茨在《未来之路》(The Road Ahead) 一书中首次提及物与物互联，即 Internet of Things，设计出了“物-物”相联的物联网雏形。只是当时受限于感知及无线网络技术的发展，并未引起重视。

1999 年，美国麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 自动识别中心 (Auto-ID Center) 创造性地提出了基于 EPC 系统、RFID 技术和互联网的“物联网”构想。即首先在物品上装置带有智能芯片的电子标签，标签内存储代表系统特征的物品编码，然后完成标签数据的自动采集，再通过与互联网联合，提供对应该编码的物品信息。这时对物联网的定义很简单，主要是指把物品通过 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。也就是说，物联网是指各类传感器和现有互联网相互衔接的一种新技术。

物联网的基本思想出现于 20 世纪 90 年代，但近年来才真正引起人们的关注。2005 年 11 月，在信息社会世纪峰会上，国际电信联盟 (International Telecommunication Union, ITU) 发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，其封面如图 1-1 所示。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因特网主动进行信息交换；RFID 技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术等高端技术将得到更加广泛的应用。欧洲智能系统集成技术平台于 2008 年在《物联网 2020》(《Internet of Things in 2020》) 报告中分析预测了未来物联网的发展阶段。

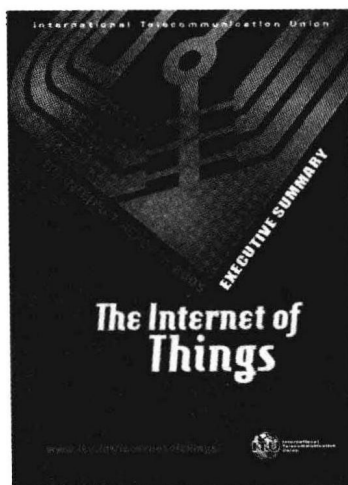


图 1-1 国际电信联盟的技术报告

2009 年 1 月，美国 IBM 公司首席执行官彭明盛在新上任总统奥巴马举行的一次“圆桌会议”上首次提出了“智慧地球”的概念，建议新政府投资建设新一代智慧型基础设施。美国

奥巴马政府对此给予了积极的回应，并将其作为刺激经济复苏的核心环节上升为国家战略：“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 世纪保持和夺回竞争优势的方式”。物联网概念一经提出，即得到美国各界的高度关注，并在世界范围内引起轰动。自此，日、韩、欧盟、新加坡等地都着手“智慧城市”的研究和部署。

那么什么是智慧地球呢？它和物联网又有什么关系？

所谓智慧地球也称为智能地球，就是把感应器嵌入或装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物理实体中，并且被普遍连接，形成所谓“物联网”，然后将“物联网”与现有的互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的融合。因此，简单来说“智慧地球”就是物联网与互联网的结合，就是传感器网络在基础设施和服务领域的广泛应用。也就是把已经足以“智慧”的信息基础设施镶嵌到那些尚不“智慧”的实体基础设施中形成一个整体，使物体拟人化，从而使全球所有的事物都变得具有智慧。因此，可以将智慧地球视为一个日益整合的、由无数系统构成的全球性系统，包含“将近 70 亿的人口、成千上万个应用、数万亿台设备和每天几百万亿次的交互”。这些智慧的系统应该具有 5 个特征：跨越完全不同行业的全部系统的集成和管理；能够从海量数据中发现潜在模式的下一代分析；资源和能源的最优化分配与使用；可灵活地支持新流程、新业务模式和新应用的智慧 IT 基础设施；以及超越防火墙的全球一体化协作。而在这个信息和实体并存的整合网络中，存在着能力超级强大的计算机群，能够对整个网络内的机器、设备和基础设施进行实时的管理和控制。在此基础上，人类可以用更加“智慧”的方式管理生产和生活，提高资源利用率和生产力水平，改善人和自然的关系，从而尽情享受智慧带来的美好生活。因此共建智慧地球是全人类的共同心愿和义务。

智慧地球有三个基本要素：物联化（Instrumented），即地球可以更透彻地被感知；互联化（Interconnected），即全球将变得更全面的互联互通；智能化（Intelligent），即世界上所有的事物、流程及运行方式都具有更深入的智慧化。可以说智慧地球的基础和核心就是物联网。

我国政府也高度重视物联网的研究和发展。2009 年 8 月，国务院总理温家宝在考察无锡传感信息中心时提出：“当计算机和互联网产业大规模发展时，我们因为没有掌握核心技术而走过一些弯路。在传感网发展中，要早一点谋划未来，早一点攻破核心技术，尽快建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心。2009 年 11 月，温家宝总理在向首都科技界发表题为《让科技引领中国可持续发展》的讲话中再次提到物联网。他指出：信息网络产业是世界经济复苏的重要驱动力，科学选择新兴战略性产业非常重要，并指示全球互联网正在向下一代升级，传感网和物联网方兴未艾，我们要着力突破传感网、物联网关键技术，及早部署后 IP 时代相关技术研发，使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。2010 年 1 月，全国人大常委会委员长吴邦国参观无锡物联网产业研究院时表示：要培育发展物联网等新兴产业，确保我国在新一轮国际经济竞争中立于不败之地。

我国政府高层一系列的重要讲话、报告和相关政策措施表明：大力发展物联网产业将成为今后一项具有国家战略意义的重要决策。自此，中国各行业物联网的研究和发展如火如荼。

2010 年由“感知中国”中心制定的中国物联网发展战略如图 1-2 所示。

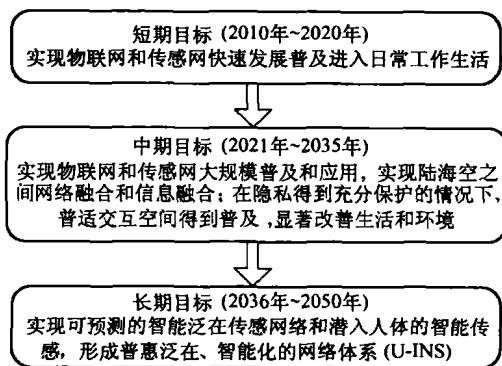


图 1-2 中国物联网发展战略

### 1.1.3 什么是物联网

物联网的英文名称为 Internet of Things, 简称 IoT, 即物-物相联的互联网。但互联网原意是指计算机网络, 所以物联网有两层含义: 第一, 物联网的技术和支撑仍然是功能强大的计算机系统, 它是以计算机网络为核心进行延伸和扩展而形成的网络; 第二, 其用户端已延伸和扩展到了众多物品与物品之间, 进行数据交换和通信, 以实现许多全新的功能。由于物联网是个新生事物, 不同的学术行业和部门, 对其概念有不同的描述和理解。归纳起来有 3 类:

**理解一** 物联网是随机分布的, 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传感器网络。其实质是借助于节点中内置的智能传感器, 探测温度、湿度、噪声等表征物体特征的实时参数。

**理解二** 物联网是指通过装置在物体上的各种信息感知设备, 如 RFID 装置、红外感应器、全球定位系统 (Global Position System, GPS)、激光扫描器等, 按照约定的协议, 并通过相应的接口, 把物品与互联网相连, 进行信息交换和通信, 从而实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种巨大网络。

**理解三** 物联网是互联网的延伸和扩展, 是在计算机互联网的基础上, 利用 RFID 技术、无线传感网技术、无线通线技术等构造一个无所不在的网络。其实质就是利用智能化的终端技术, 通过计算机互联网实现全球物品的自动识别, 达到信息的互联与实时共享。

上述三种理解中, 第一种是基于传感器基础上构建传感网; 第二种是基于 RFID 基础上构建物联网, 是目前比较认同的对物联网的理解; 第三种则是将前二者融合, 构建泛在网。将这些解读综合起来看, 物联网大体上涉及电子电路、仪器仪表 (含传感器)、信息、通信、计算机、自动化、互联网等多个技术领域, 涵盖的行业更是繁多, 产品也是多种多样, 应用形态亦能渗透到生产、生活、社会的各个角落。因此可以说物联网是实现物理世界与信息世界的无缝连接, 是一种将“物-人-社会”相联的庞大的泛在网络。其实质内容包括如下几个方面:

- 1) 通过嵌入在物品和设施中的数据感知和采集设备, 将现实的物质世界极大程度地数字化。
- 2) 通过对每一件物品的识别和通信, 将数据化的虚拟事物联入信息网络。
- 3) 利用信息技术对数据进行整理、加工和分析。
- 4) 根据数据处理和分析的结果, 对物品做出管理和监控。
- 5) 是多个闭环组成的识别、处理、控制和服务系统。

因此，从用户实体角度来看，物联网就是“物-物”相联、“物-人-信息-社会”相通、无处不在的智能化泛在网。从技术角度来看，物联网就是通过“物-物”互联来实现对物理世界的感知，是通过 IT（Intelligent Terminal，即智能终端）、3C（Computer、Communication、Control）和 Internet 等多技术渗透、融合、集成、创新与应用，构造的一个覆盖世界上万事万物的网络，即物联网，如图 1-3 所示。也就是说，到了物联网时代，全球上可以实现任何人和任何人、任何人和任何物、在任何时间和任何地点的互联与通信。

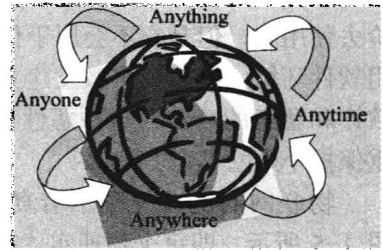


图 1-3 万物互联的物联网

物联网和人们熟悉的通信网、互联网以及传感网不同，但有着紧密的联系。通信网是人和人之间的信息传输网络，互联网是人类信息共享网络，传感网是通过多个传感器组成的物体信息感知网络；因此通信网和互联网是“人-人”互联，传感网是“物-物”互联。物联网则是传感网、通信网和互联网的渗透与融合。通俗地说，通信网是一个信息联络网，比如打电话、发短信。甲方把自己的信息通过语音或语言传递给乙方，这个通信任务就完成了，通信网络本身是不关心内容的，它往往只是个联通。而上互联网时，你能看到一个新闻，我也能看到，大家都能看到。为什么呢？是因为事先有人把这个数据或这个新闻放在了网站上，上网者找到这个网址，从网络上把它读下来。这就是一个信息共享的过程，因此互联网是以信息共享为基础的网络，它是一个虚拟性的东西。而通过物联网就会得到一个真实的感知服务，比如你开车走在路上，前面堵车了，GPS 会及时提醒你换条路走，这就是物联网提供的拟人化感知服务。因此物联网重要的是感知，它是一个以感知为目的的网络。

### 1.1.4 物联网的泛在性

按照国际电信联盟 ITU 对物联网的描述，物联网可以使人和物在任何时间、任何地点，通过各种途径（或网络）和服务连接到一起。在物联网中，人和物之间以及物和物之间存在无缝的互联，这就是物联网的泛在性，如图 1-4 所示。

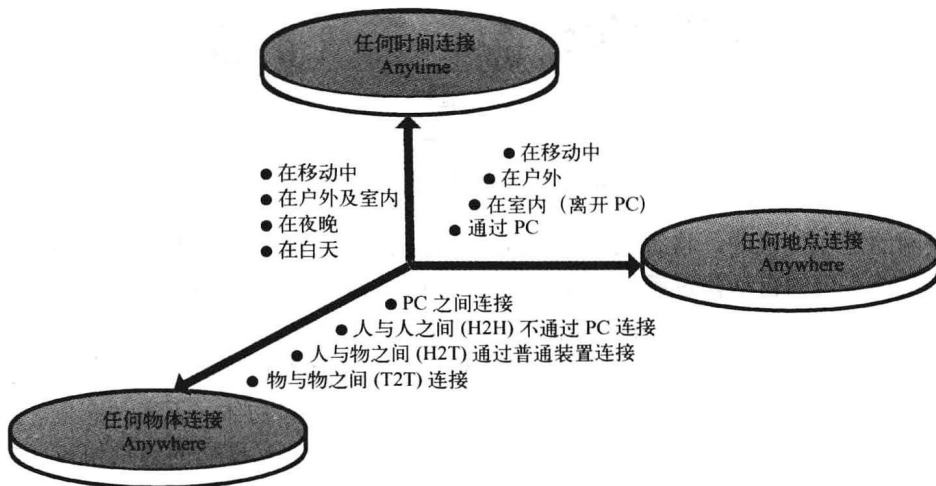


图 1-4 物联网的泛在性——三个维度



物联网的泛在性表现在，把所有的一切连接起来，包括个人、团体、物体、产品、数据、服务、过程等。这种连通性将是物联网中一种极具价值的存在，任何人都能以很低的代价去使用它，但是它不会属于任何私人实体。在这种情况下，就需要创立能够适应形势的应用软件环境，可以用来激发建立能够理解和解释这些信息的服务和智能中间件，也需要防止欺诈和恶意的攻击（这种恶性事件会随着网络的广泛应用而不可避免地增加），同时也要注意保护个人隐私。

物联网的泛在性预示着真实的物理世界与虚拟的信息世界之间共生的互动联系，如图 1-5 所示。即每个物理实体都存在着对应的数字和虚拟代表；物体会关注周围的环境，它们可以相互感知、交流、影响，可以交换数据、信息。将智能控制算法应用到软件中后，软件就会根据收集到的关于物理实体的最近信息，同时根据历史数据，对物理现象做出恰当快速的反应。物联网为满足业务需求创造了新的机遇，为基于现实世界的实时数据创立了新的服务。在物联网时代，突发事件的处理、环境恶化（环境污染、自然灾害、地球变暖等）的监测，人类的活动（健康状况、移动定位等）的监测，基础设施（能源、交通等）的改善，能源的有效利用与控制（智能化建筑物能源计量、交通工具的有效消耗等）等，都有了实现的可能。

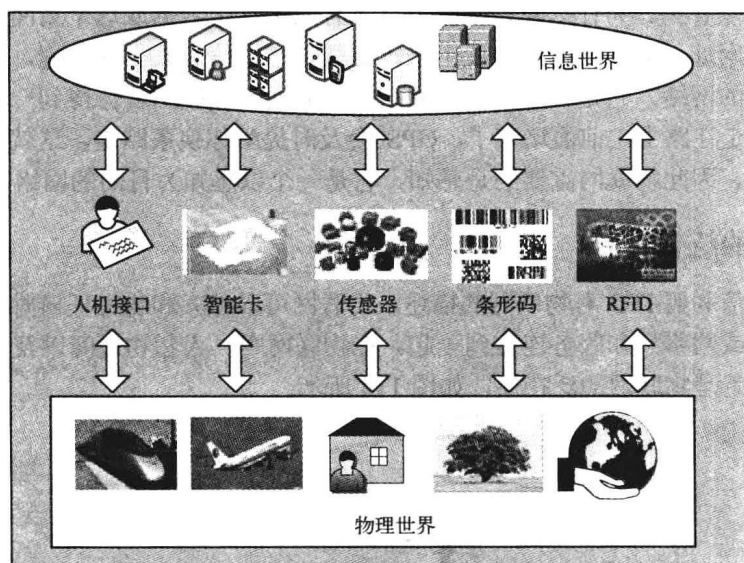


图 1-5 物联网的泛在性——将物理世界和信息世界互联

物联网的泛在性说明，将智能化应用到支撑的网络基础架构中，物体将会自动管理它们的位置，实现完全的自动化过程从而优化物流，物体将会自动补充自己所需要的能量；当物体暴露到新的环境中时，它能进行自我配置，当遇到其他物体时，它们会有智能的、认知性的行为，准确地处理未知的情况；最终，在物体的生命周期即将结束的时候，它们会自己分解和再循环，以保护环境。同时，物联网的基础架构允许智能物体（无线传感器、移动机器人等）、传感器网络和人类组合到一起，使用不同的但是能够互操作的通信协议，实现多模式的异构网络，可以部署在人类不可到达的或者不易生存的空间（油井平台、矿井、森林、隧道、管道等），也可以部署在发生紧急事件的地方或有危险的地方（地震、火灾、洪水、