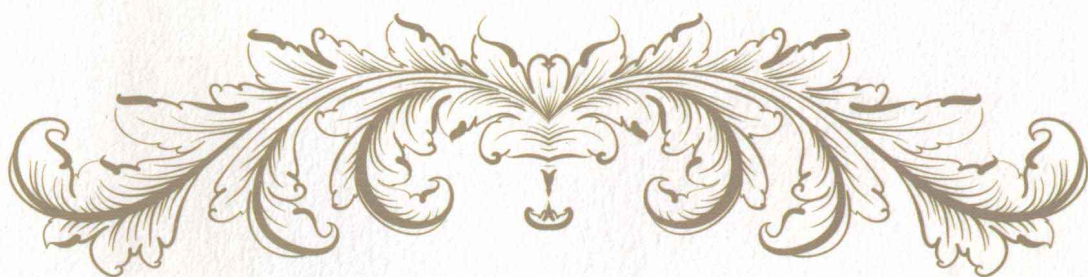
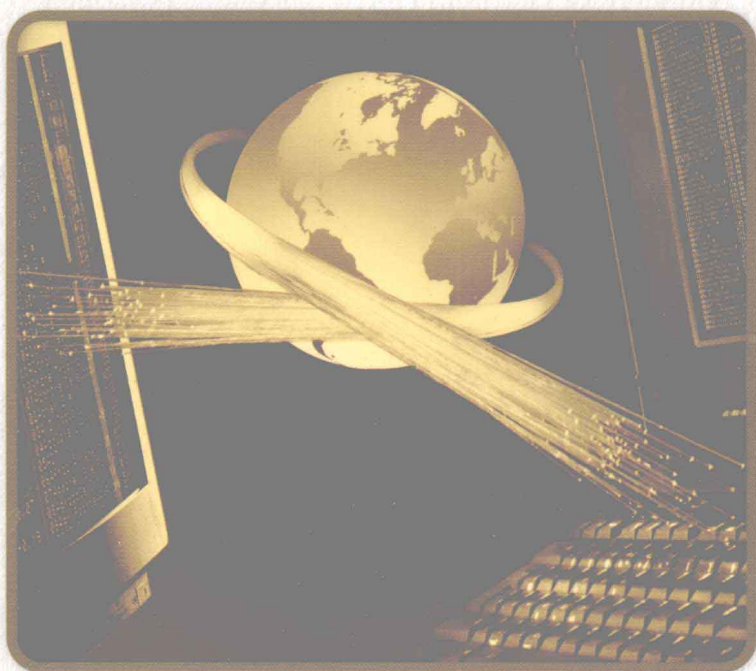


高等学校物联网专业系列教材



# 物联网通信技术

屈军锁◎主编

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

## 内 容 简 介

本书系统深入地介绍了物联网的基本概念、体系结构、感知层和网络层相关的通信技术。

全书共 12 章,分为三大部分:第一部分讲述物联网的基本知识,包括第 1 章物联网概述和第 2 章物联网体系架构;第二部分讲述感知层通信技术,包括第 3 章工业控制网络技术、第 4 章短距离无线通信技术和第 5 章无线传感器网络;第三部分讲述网络层通信技术,包括第 6 章接入网技术、第 7 章无线局域网技术、第 8 章电话通信网技术、第 9 章移动通信技术、第 10 章传送网技术、第 11 章虚拟专用网技术和第 12 章计算机网络技术。每章后都配有思考题。

本书注重选材,内容翔实,层次清楚,编写方法新颖,既可作为高等学校物联网专业以及信息、通信、电子、计算机、工程管理等专业本科生的教材,也可作为从事物联网研究的专业技术人员、管理人员,特别是从事物联网研究和设置的人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

物联网通信技术/屈军锁主编. — 北京:中国铁道出版社, 2011.12  
高等学校物联网专业系列教材  
ISBN 978-7-113-13364-1

I. ①物… II. ①屈… III. ①互连网络—应用—高等学校—教材②智能技术—应用—高等学校—教材 IV.  
①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 229058 号

书 名: 物联网通信技术  
作 者: 屈军锁 主编

策 划: 刘宪兰 读者热线: 400-668-0820  
责任编辑: 王占清  
编辑助理: 王 惠 巨 凤  
封面设计: 一克米工作室  
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)  
网 址: <http://www.tdpress.com> <http://www.edusources.net>  
印 刷: 北京新魏印刷厂  
版 次: 2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷  
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22.75 字数: 539千  
印 数: 1~3000册  
书 号: ISBN 978-7-113-13364-1  
定 价: 40.00元

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836  
打击盗版举报电话:(010)63549504



# 高等学校物联网专业系列教材

## 编委会名单



**编委会主任：**邹 生

**编委会主编：**谢胜利

**编委会委员：**（以姓氏音序排列）

陈文艺 丁明跃 段中兴 洪 涛 何新华 李 琪  
刘国营 刘建华 刘 颖 卢建军 秦成德 屈军锁  
汤兵勇 张文字 宗 平

**编委会秘书长：**秦成德

**编委会副秘书长：**屈军锁

# 总 序

物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。目前物联网被正式列为国家重点发展的战略性新兴产业之一，其涉及面广，从感知层、网络层、到应用层均涉及标准、核心技术及产品，以及众多技术、产品、系统、网络及应用间的融合和协同工作；物联网产业链长、应用面极广，可谓无处不在。

近年来，中国的互联网产业迅速发展，网民数量全球第一，在未来物联网产业的发展中已具备基础。当前，物联网行业的应用需求领域非常广泛，潜在市场规模巨大。物联网产业在发展的同时还将带动传感器、微电子、新一代通信、模式识别、视频处理、地理空间信息等一系列技术产业的同步发展，带来巨大的产业集群效应。因此，物联网产业是当前最具发展潜力的产业之一，是国家经济发展的又一增长点，它将有力带动传统产业转型升级，引领战略性新兴产业发展，实现经济结构的战略性调整，引发社会生产和经济发展方式的深度变革，具有巨大的战略增长潜能，目前已经成为世界各国构建社会经济发展新模式和重塑国家长期竞争力的先导性技术。

物联网技术的发展和应用，不但缩短了地理空间的距离，也将国家与国家、民族与民族更紧密地联系起来，将人类与社会环境更紧密地联系起来，使人们更具全球意识，更具开阔眼界，更具环境感知能力。同时，带动了一些新行业的诞生和社会就业率的提高，使劳动就业结构向知识化、高技术化发展，进而提高社会的生产效益。显然，加快物联网的发展已经成为很多国家包括中国的一项重要战略，这对我国培养高素质的创新型物联网人才提出了迫切的要求。

2010年5月，国家教育部已经批准了42余所本科院校开设物联网工程专业，在校学生人数已经达到万人。按照教育部关于物联网工程专业的培养方案，可以明确其培养目标和培养要求。其培养目标为：能够系统地掌握物联网的相关理论、方法和技能，具备通信技术、网络技术、传感技术等信息领域宽广的专业知识的高级工程技术人才；其培养要求为：学生要具有较好的数学和物理基础，掌握物联网的相关理论和应用设计方法，具有较强的计算机技术和电子信息技术的的专业能力，掌握文献检索、资料查询的基本方法，能顺利地阅读本专业的外文资料，具有听、说、读、写的能力。

物联网工程专业是工学多种技术融合形成的综合性、复合型学科，它培养的是适应现代社会需要的复合型技术人才，但是我国物联网的建设和发展任务绝不仅仅是物联网工程技术所能解决的，物联网产业发展更多的是需要规划、组织、决策、管理、集成和实施的人才，因此物联网学科建设必须要得到经济学、管理学和法学等学科的合力支撑，因此我们也期待着诸如物联网管理之类的专业面世。物联网工程专业的主干学科与课程

包括：信息与通信工程、电子科学技术、计算机科学与技术、物联网概论、电路分析基础、信号与系统、模拟电子技术、数字电路与逻辑设计、微机原理与接口技术、工程电磁场、通信原理、计算机网络、现代通信网、传感器原理、嵌入式系统设计、无线通信原理、无线传感器网络、近距无线传输技术、二维条码技术、数据采集与处理、物联网安全技术、物联网组网技术等。

物联网专业教育和相应技术内容最直接地体现在教材上，科学性、前瞻性、实用性、综合性、开放性应该是物联网专业教材的五大特点。为此，我们与相关高校物联网专业教学单位的专家、学者联合组织编写了“高等学校物联网专业系列教材”，以出版一批符合国家物联网发展方向和有利于提高国民信息技术应用能力，造就信息化人才队伍的创新教材，为急需物联网相关知识的学生提供一整套体系完整、层次清晰、技术先进、数据充分、通俗易懂的物联网教学用书。

本系列教材在内容编排上努力将理论与实际相结合，尽可能反映物联网的最新发展，以及国际上对物联网的最新释义；在内容表达上力求由浅入深、通俗易懂；在知识体系上参照教育部物联网教学指导机构最新知识体系，按主干课程设置，其对应教材主要包括物联网概论、物联网经济学、物联网产业、物联网管理、物联网通信技术、物联网组网技术、物联网传感技术、物联网识别技术、物联网智能技术、物联网实验、物联网安全、物联网应用、物联网标准、物联网法学等。

本系列教材突出了“理论联系实际、基础推动创新、现在放眼未来、科学结合人文”的特色，对基本概念、基本知识、基本理论给予准确的表述，树立严谨求是的学术作风，注意对应及对相关概念、术语的正确理解和表达；从实践到理论，再从理论到实践，把抽象的理论与生动的实践有机地结合起来，使读者在理论与实践的交融中对物联网有全面和深入的理解和掌握；对物联网的理论、技术、实践等多方面的现状及发展趋势进行介绍，拓展读者的视野；在内容逻辑和形式体例上力求科学、合理，严密和完整，使之系统化和实用化。

自物联网专业系列教材编写工作启动以来，在该领域众多领导、专家、学者的关心和支持下，在中国铁道出版社的帮助下，在本系列教材各位主编、副主编和全体参编人员的努力和辛勤劳动下，在各位高校教师和研究生的帮助下，即将陆续面世了。在此，我们向他们表示衷心的感谢并表示深切的敬意！

虽然我们对本系列教材的组织和编写竭尽全力，但鉴于时间、知识和能力的局限，书中肯定会存在各种问题，离国家物联网教育的要求和我们的目标仍然有距离，因此恳请各位专家、学者以及全体读者不吝赐教，及时反映本套教材存在的不足，以使我们能不断改进完善，使之真正满足社会对物联网人才的需求。

高等学校物联网专业系列教材编委会

2011年10月1日



# 前 言

早在 1995 年, 比尔·盖茨在他的《未来之路》一书中写到对未来的描述时, 有这样一段话: “你不会忘记带走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, 这个大胆的设想在那个年代只能是一个“梦想”, 因为那个年代的计算机水平和网络水平远远不具备能实现比尔·盖茨梦想的条件, 然而他的梦想超越了时代, 引领社会朝着一个新的目标发展。

1998 年, 在美国统一代码委员会 (Uniform Code Council, UCC) 支持下, 美国麻省理工学院的研究人员创造性地提出将 Internet 与射频标识 (RFID) 技术有机结合, 通过将物品贴上电子标识牌, 实现物品与 Internet 的连接, 即可在任何时间、任何地点, 实现对任何物品的识别与管理。这就是早期“物联网”的概念。

通俗地讲, 物联网就是用新一代的信息通信技术 (ICT) 将分布在不同地点的物体互连起来, 使得相互之间的物体能够像人与人一样相互通信, 以增强物体智能化。

美国未来学家阿尔文·托夫勒说过: 谁掌握了信息, 谁控制了网络, 谁就将拥有整个世界。物联网将从生活、生产、社会、经济、政治、军事、科技等方面影响人们的生活和整个世界。它为人们带来无法想象的便利和服务的同时, 也存在着信息和隐私等安全方面的隐患。

物联网通信技术解决的是具有智能的物体在局域或者广域范围内信息传递, 让分布在不同地域的物体能够协同工作的问题。

本书共 12 章, 分为三大部分: 第一部分讲述物联网的基本知识, 包括第 1 章物联网概述和第 2 章物联网体系架构; 第二部分讲述感知层通信技术, 包括第 3 章工业控制网络技术、第 4 章短距离无线通信技术和第 5 章无线传感器网络; 第三部分讲述网络层通信技术, 包括第 6 章接入网技术、第 7 章无线局域网技术、第 8 章电话通信网技术、第 9 章移动通信技术、第 10 章传送网技术、第 11 章虚拟专用网技术和第 12 章计算机网络技术。对物联网涉及的各种通信技术, 本书并不试图面面俱到, 只介绍主流的通信技术, 包括目前只有理论意义, 但对今后的网络发展会产生重大影响的技术。

本书由屈军锁任主编, 负责全书的组织、审核, 并编写第 1~3 章、第 5~10 章和第 12 章; 高佛设任副主编, 负责编写第 4 章和第 11 章。

本书的基本定位是作为高等学校物联网、传感网、通信、信息、电子等专业的本科教材或教学参考书, 当然也可作为相关从业人员的培训教材。

本书的编写得到了很多老师、同仁和亲友的帮助与支持，杨武军对部分章节的稿件提出了修改意见。本书的编写和出版得到了中国铁道出版社的大力支持，很多同志花费了不少时间与精力。作者在此对以上人士表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，而物联网又是一个多学科交叉融合、发展迅速的新兴技术领域，因此，书中难免存在不妥和疏漏之处，殷切希望广大同行、读者批评指正。

编者

2011年9月

# 目 录

<b>第 1 章 物联网概述</b> .....	1
1.1 物联网的发展历程 .....	2
1.2 物联网的定义及其相关概念 .....	6
1.2.1 物联网概念的提出 .....	6
1.2.2 物联网概念辨析 .....	7
1.2.3 物联网的本质 .....	10
1.2.4 物联网与传感网 .....	12
1.2.5 物联网与 M2M .....	14
1.2.6 物联网与泛在网 .....	15
1.3 物联网应用发展及面临的问题 .....	16
1.3.1 物联网时代生活场景 .....	17
1.3.2 物联网应用 .....	19
1.3.3 物联网应用发展模式 .....	21
1.3.4 物联网产业链 .....	22
1.3.5 物联网商业模式分析 .....	23
1.3.6 物联网面临的挑战 .....	25
习题 .....	26
<b>第 2 章 物联网体系架构</b> .....	27
2.1 概述 .....	28
2.1.1 物联网应用场景 .....	28
2.1.2 物联网的特点 .....	29
2.1.3 物联网的组成结构 .....	30
2.1.4 物联网的业务种类 .....	33
2.1.5 物联网体系架构 .....	34
2.2 感知层 .....	39
2.2.1 感知层功能 .....	39
2.2.2 感知层相关技术 .....	40
2.3 网络层 .....	42
2.3.1 网络层功能 .....	42
2.3.2 网络层相关技术 .....	43
2.4 应用层 .....	47



2.4.1	应用层功能	47
2.4.2	应用层相关技术	48
2.5	数据融合与智能技术	48
2.6	物联网保障体系	49
2.6.1	物联网政策	50
2.6.2	物联网法规	55
2.6.3	物联网标准	58
2.6.4	物联网安全	71
2.6.5	物联网运营管理	79
2.7	物联网的运营	79
2.7.1	业务平台	80
2.7.2	物联网业务平台体系结构	81
2.7.3	运营管理平台	82
2.8	物联网服务质量	83
2.9	物联网系统管理概述	84
2.10	物联网安全管理	85
2.10.1	物联网安全	85
2.10.2	数据安全策略	86
2.10.3	与安全相关的技术特点	88
2.11	物联网通用设计原则	89
	习题	90
<b>第3章</b>	<b>工业控制网络技术</b>	<b>91</b>
3.1	工业控制网络概述	92
3.1.1	工业控制网络的产生和发展	92
3.1.2	工业控制网络的特点分析	93
3.2	工业控制网络技术	95
3.2.1	集散控制系统	95
3.2.2	现场总线	99
3.2.3	工业以太网	106
	习题	110
<b>第4章</b>	<b>短距离无线通信技术</b>	<b>111</b>
4.1	蓝牙技术	112
4.1.1	蓝牙网络拓扑结构	112
4.1.2	蓝牙协议体系	113
4.1.3	蓝牙数据包	115
4.1.4	蓝牙地址	117
4.1.5	蓝牙状态	118
4.1.6	蓝牙关键技术	120
4.2	ZigBee 技术	124

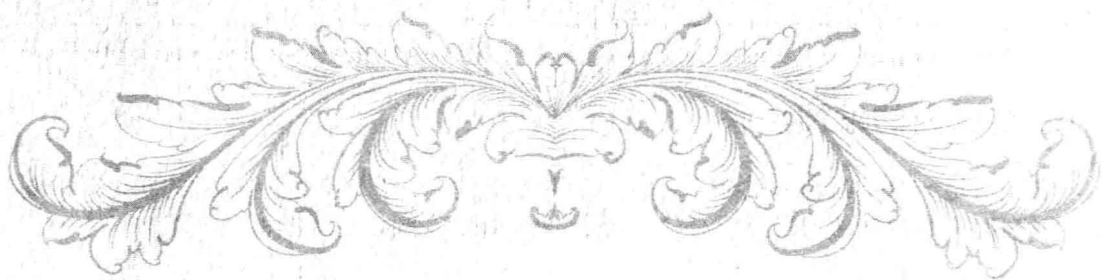
4.2.1	ZigBee 技术特点	125
4.2.2	ZigBee 网络的组成	126
4.2.3	ZigBee 网络的协议栈框架结构	127
4.2.4	ZigBee 网络的路由协议	133
4.3	超宽带技术	135
4.3.1	UWB 的定义	135
4.3.2	UWB 的实现方式	136
4.3.3	UWB 的技术特点	137
4.4	其他短距离无线通信技术比较	138
	习题	140
<b>第 5 章</b>	<b>无线传感器网络技术</b>	<b>141</b>
5.1	无线传感器网络概述	142
5.2	无线传感器结点结构	143
5.3	无线传感器网络体系结构	145
5.4	传感器网络特征	145
5.5	无线传感器网络的关键技术	147
5.6	无线传感器网络应用	152
	习题	154
<b>第 6 章</b>	<b>接入网技术</b>	<b>155</b>
6.1	接入网的基本概念	156
6.1.1	接入网的发展背景	156
6.1.2	接入网的定义和界定	156
6.1.3	接入网的主要功能和协议参考模型	158
6.1.4	接入网的主要接口	159
6.1.5	接入网的分类	160
6.2	宽带有线接入网技术	160
6.2.1	ADSL 接入网	160
6.2.2	光纤接入网	162
6.2.3	HFC 接入网	166
6.3	宽带无线接入网技术	167
6.3.1	3.5 GHz 固定无线接入	167
6.3.2	LMDS 接入技术	169
	习题	170
<b>第 7 章</b>	<b>无线局域网技术</b>	<b>171</b>
7.1	无线局域网概述	172
7.2	无线局域网的技术要点	172
7.3	无线局域网的组成	173
7.4	无线局域网的拓扑结构	174

7.5	无线 LAN 体系结构	174
7.5.1	IEEE 802.11 无线 LAN 标准	174
7.5.2	分层	176
7.6	IEEE 802.11 标准中的物理层	177
7.6.1	物理层的传输介质与传输速率	177
7.6.2	无线 LAN 扩展频谱技术	178
7.7	IEEE 802.11 标准中的 MAC 子层	181
7.7.1	IEEE 802.11 MAC 帧格式	181
7.7.2	MAC 层工作原理	182
7.7.3	MAC 帧传输举例	185
	习题	186
<b>第 8 章</b>	<b>电话通信网技术</b>	<b>187</b>
8.1	通信网的基本概念	188
8.1.1	通信系统的基本模型	188
8.1.2	通信网的定义和构成	190
8.1.3	通信网的类型	193
8.1.4	通信网的拓扑结构	194
8.1.5	通信网的业务	195
8.2	电话网的基本概念	196
8.2.1	电话网的构成要素	196
8.2.2	电话网的特点	197
8.3	电话网的网络结构	198
8.3.1	电话网的等级结构	198
8.3.2	国内长途电话网	200
8.3.3	本地电话网	201
8.3.4	国际电话网	204
8.4	路由选择	205
8.4.1	路由的概念及分类	205
8.4.2	路由选择	206
8.4.3	固定等级制选路规则	207
8.4.4	其他选路方法简介	208
	习题	210
<b>第 9 章</b>	<b>移动通信技术</b>	<b>211</b>
9.1	移动通信的基本概念及发展历史	212
9.1.1	移动通信的基本概念	212
9.1.2	移动通信的发展历史	213
9.2	基本技术和网络结构	214
9.2.1	移动通信网的系统构成	214
9.2.2	移动通信网的覆盖方式	215

9.2.3	移动通信网中的基本技术	216
9.3	GSM	220
9.3.1	系统网络结构及接口	221
9.3.2	移动通信网中的几种号码	223
9.3.3	信道类型及时隙结构	224
9.3.4	呼叫接续与移动性管理	226
9.4	通用分组无线业务 (GPRS)	230
9.4.1	概述	230
9.4.2	GPRS 的主要特点	231
9.4.3	GPRS 的业务	232
9.4.4	GPRS 总体结构、接入接口和参考点	233
9.4.5	GPRS 的协议	236
9.4.6	空中接口的信道构成	237
9.4.7	GPRS 的路由管理	237
9.5	CDMA 系统	238
9.5.1	CDMA 系统概述	239
9.5.2	CDMA 网络结构及信道类型	240
9.5.3	CDMA 系统的关键技术	241
9.5.4	呼叫处理及移动性管理	243
9.6	第三代移动通信系统	245
9.6.1	第三代移动通信系统概述	245
9.6.2	第三代移动通信的标准化	246
9.6.3	3G 的关键技术	252
9.7	卫星移动通信系统	255
	习题	256
<b>第 10 章</b>	<b>传送网技术</b>	<b>257</b>
10.1	传输介质	258
10.1.1	基本概念	258
10.1.2	传输介质的分类	258
10.2	多路复用	262
10.2.1	基带传输系统	262
10.2.2	频分复用传输系统	262
10.2.3	时分复用传输系统	263
10.2.4	波分复用传输系统	264
10.2.5	PDH 系统简介	265
10.3	SDH 传送网	266
10.3.1	SDH 简介	266
10.3.2	帧结构	267
10.3.3	SDH 传送网的分层模型	270
10.3.4	SDH 传送网的基本网络单元	271

10.3.5	SDH 传送网的结构	272
10.4	光传送网	273
10.4.1	背景	273
10.4.2	OTN 的分层结构	274
10.4.3	OTN 的帧结构	275
10.4.4	光传送网的结构	277
10.5	软交换技术	278
10.5.1	软交换技术背景	278
10.5.2	软交换的网络体系结构	279
10.5.3	软交换接口与协议	281
习题		281
<b>第 11 章</b>	<b>虚拟专用网技术</b>	<b>283</b>
11.1	VPN 概述	284
11.1.1	VPN 的特征	284
11.1.2	VPN 的优点	285
11.1.3	VPN 分类	285
11.2	VPN 涉及的基本概念	286
11.3	VPN 的实现技术	287
11.3.1	隧道协议	287
11.3.2	隧道技术	288
11.3.3	L2TP 技术	289
11.3.4	GRE 技术	295
11.3.5	MPLS 技术	298
11.4	VPN 中的安全措施	304
11.5	QoS 技术	306
习题		310
<b>第 12 章</b>	<b>计算机网络技术</b>	<b>311</b>
12.1	计算机网络概述	312
12.2	计算机局域网	313
12.2.1	计算机局域网体系结构	313
12.2.2	Ethernet	315
12.2.3	网络互连设备	319
12.3	Internet 基本概念	322
12.3.1	Internet 结构及协议模型	322
12.3.2	IP 编址方式	325
12.3.3	域名系统	328
12.4	IP	330
12.4.1	IP 分组格式	330
12.4.2	IP 的分片与重装	331

12.5 传输层协议.....	332
12.5.1 传输层端口.....	332
12.5.2 用户数据报协议.....	333
12.5.3 传输控制协议.....	333
12.6 Internet 工作过程.....	338
12.6.1 路由协议.....	339
12.6.2 分组在路由器上的转发.....	342
习题.....	343
参考文献.....	345



# 第1章 物联网概述



## 学习重点

物联网就是用新一代的信息通信技术（ICT）将分布在不同地点的物体互连起来，使得物体之间能够像人与人一样相互通信，以增强物体智能化。本章主要讲述物联网的发展历程、物联网的概念、物联网的特点、物联网与传感网和泛在网之间的关系、物联网发展面临的问题等。



## 1.1 物联网的发展历程

物联网是一个不断演进的概念，一开始并不等同于信息化，它从早期的普适计算思想发展到如今的智慧地球构想，使这一概念内涵不断清晰，并从思想走向实践。

### 1. 普适计算思想

1988年，美国施乐（Xerox）公司 Palo Alto 研究中心（PARC）的 Mark Weiser 开创性地提出了普适计算（ubiquitous computing，也译为“无所不在的计算”）的思想，认为普适计算的发展将使技术无缝地融入人们的日常生活。1991年，Mark Weiser 博士在权威杂志《科学美国》上发表了《21世纪的计算机》（*The Computer for the 21st Century*）一文，对计算机的未来发展进行了大胆的预测。他认为计算机最终将“消失”，人们将意识不到其存在，它们已经融入人们生活的方方面面——“这些最具深奥含义的技术将隐形消失，变成宁静技术（calm technology），潜移默化地无缝融合到人们的生活中，直到无法分辨为止”。他认为计算机只有发展到这一阶段才能成为功能至善的工具，即人们不再为使用计算机而去学习软件、硬件、网络等专业知识，而只要想用时就能直接使用；如同钢笔一样，人们只须拔掉笔盖就能书写，而无须为了书写而去了解笔的具体结构与原理等。

理解普适计算概念需要注意以下几个问题：

（1）普适计算的重要特征是“无处不在”与“不可见”。

“无处不在”是指随时随地访问信息的能力；“不可见”是指在物理环境中提供多个传感器、嵌入式设备、移动设备以及其他任何一种有计算能力的设备，可以在用户未察觉的情况下进行计算、通信，提供各种服务，以最大限度减少用户的介入。

（2）普适计算体现出信息空间与物理空间的融合。

普适计算是一种建立在分布式计算、通信网络、移动计算、嵌入式系统、传感器等技术基础上的新型计算模式，它反映出人类对于信息服务需求的提高，具有随时、随地享受计算资源、信息资源与信息服务的能力，以实现人类生活的物理空间与计算机提供的信息空间的融合。

（3）普适计算的核心是“以人为本”，而不是以计算机为本。

普适计算强调把计算机嵌入到环境与日常工具中，让计算机本身从人们的视线中“消失”，从而使人们的注意力回到要完成的任务本身。人类活动是普适计算空间中实现信息空间与物理空间融合的纽带，而实现普适计算的关键是“智能”。

（4）普适计算的重点在于提供面向用户的、统一的、自适应的网络服务。

普适计算的网络环境包括互联网、移动网络、电话网、电视网和各种无线网络；普适计算设备包括计算机、手机、传感器、汽车、家电等能够连网的设备；普适计算服务内容包括计算、管理、控制、信息浏览等。

Weiser 博士的观点极具革命性，它昭示了人类对信息技术发展的总体需求：一是计算机将发展到与普通物品充分融合、无法分辨为止，具体来说，从形态上计算机将向物化发展，从功能上计算机将发展到“普适计算”的境地；二是计算机将全面连网，网络将无所不在地融入人们生活中，无论身处何时何地，无论是运动状态还是静止状态，人们已意识不到网络的存在，却能随时随地享受网络提供的各种各样的服务。此

时的“物联网”更多的是作为一种思想出现，在这种思想中，人类拥有无所不在的计算能力。

## 2. 比尔·盖茨《未来之路》

早在1995年，比尔·盖茨在他的《未来之路》一书中写到对未来的描述时，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、介质生活方式的通行证。”这也许就是比尔·盖茨想象的网络世界能给人们的生活带来的变化，这个大胆的设想在那个年代只能是一个“梦想”，因为那个年代的计算机水平和网络水平远远不具备能实现比尔·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·盖茨还在该书中对他打算在华盛顿湖岸边兴建的别墅进行了描述，这栋别墅除了要用木材、玻璃、水泥、石头建成之外，还会用到硅片和软件。让我们一起看看比尔·盖茨在《未来之路》一书中对他的别墅各种功能的描述吧！

“当你把车停在半圆形转车道上时，即使你在门口，你也不会看到房子的大部分，那是因为你将进入屋的顶层。当你走进去时，所遇到的第一件事是有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幢房子。空房子不用照明。当你沿大厅的路走时，你可能不会注意到你前面的光逐渐变得很强，你身后的光正在消失。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，只有离你最近的话机才会响……手持式遥控器会让你掌管你的环境和屋里的娱乐系统。遥感会扩大电子别针的能力。它不仅让房子承认你，安置你，还允许你发指令。你可以用控制器告诉一间房子里的监控器，让它显示出来并展示你要的东西。你能从数千张图片、录音、电影和电视节目中选择，你还会有各种选择来调信息……因为有些人比其他人喜欢的温度高一些，房舍软件根据谁在里面住以及一天的什么时候来调节温度。房舍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，房舍的灯就暗些。如果白天有人在房舍，房舍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”，不如说是我们期待的“物联网”。

让我们回顾一下当年的计算机水平和网络水平。1995年，全球个人计算机数量达到5757万台，虽然比1994年增加了24.7%，但是当时全世界人口总数为57亿，1995年7月，全球联网主机只有664万台。

从上述数据可以看出，在1995年那个时期，个人计算机并不多，平均每100个人才拥有一台计算机，说明当时计算机设备还没有普及，而且当时的计算机很少进入家庭。同时，从表1-1所示的当时计算机的流行配置可以看出，那时计算机存储量很小，运行速度也很慢，难以满足现代人的需求。