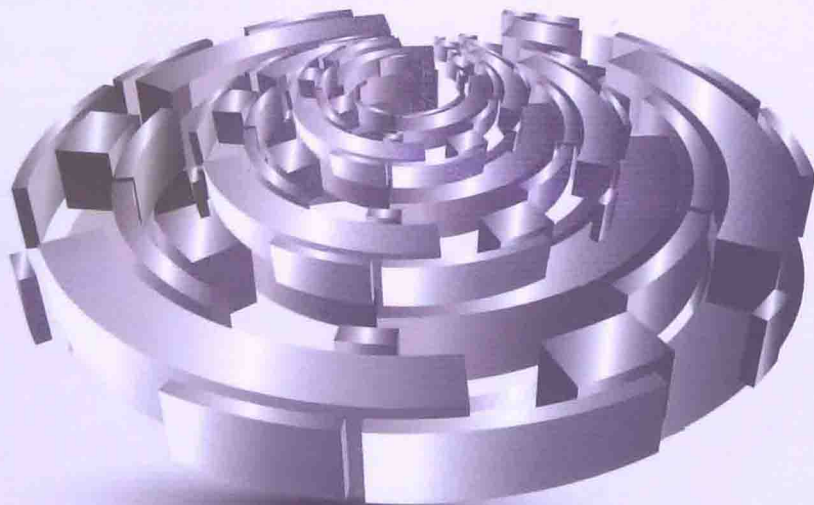




宽带中国出版工程

宽带中国 与物联网

续合元 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



宽带中国出版工程

工业和信息化部科技与教育专著出版资金资助出版

宽带中国与物联网

续合元 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书首先简单介绍物联网的起源及现有的概念,同时根据作者长期以来的跟踪、研究成果对物联网的发展进行了定位,并给出了其分类视图;然后对物联网涉及的信息通信技术及共性技术进行分析与介绍,并基于物联网的基本要素阐述了物联网的标准、各种行业应用的发展状况。

本书的主要读者对象是各级政府和行业主管部门、国内外电信运营商、设备制造商、增值业务提供商,以及相关行业协会和研究机构的具有一定技术背景的专业人员。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

宽带中国与物联网 / 续合元编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.1

(宽带中国出版工程)

ISBN 978-7-121-24673-9

I. ①宽… II. ①续… III. ①互联网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 254658 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 桑 昀

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 720×1 000 1/16 印张: 19.75 字数: 410 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



宽带中国出版工程

指导委员会

主任委员

尚 冰：工业和信息化部副部长

副主任委员

曹淑敏：工业和信息化部电信研究院院长

委 员

邬贺铨：中国工程院院士，工业和信息化部通信科学技术委员会主任

韦乐平：工业和信息化部通信科学技术委员会常务副主任

綦成元：国家发展和改革委员会高技术产业司司长

张 峰：工业和信息化部通信发展司司长

敖 然：电子工业出版社社长

编审委员会

主 任

刘 多：工业和信息化部电信研究院副院长

副主任

蒋林涛：工业和信息化部电信研究院科技委员会主任

余晓晖：工业和信息化部电信研究院总工程师

委 员（以下按姓氏汉语拼音排列）

敖 立 曹蓟光 冯 明 高 巍 何宝宏 李 婷 刘九如 罗振东

唐雄燕 王爱华 王传臣 魏 亮 许志远 续合元 张海懿 赵丽松

编委召集人

王雪飞 武 莹

策划编辑

宋 梅

总序 1

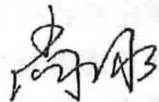
宽带网络是新时期我国经济社会发展的战略性公共基础设施，是推进国家治理能力现代化和公共服务均等化的重要手段，是推动工业强国建设、促进农村经济发展和新型城镇化建设的重要途径。发展宽带网络对于促进信息消费、推动经济发展方式转变、全面建成小康社会具有重要支撑作用。加快宽带网络建设、增强技术创新能力、丰富信息服务应用、繁荣网络文化发展、保障网络安全，利在当前惠及长远。

当前，我国已建成覆盖全国、连接世界、技术先进、全球最大的宽带网络，网民数量、移动智能手机用户规模全球领先，相关产业能力持续提升，已经成为名副其实的网络大国。但同时，我国宽带领域的自主创新能力相对落后，区域和城乡普及差异比较明显，平均带宽与国际先进水平差距较大，网络安全形势日益严峻，总体上看国内宽带网络发展仍存在诸多瓶颈。在全球各国加强宽带战略部署、ICT 产业变革发展日新月异的形势下，要实现工业化、信息化、城镇化、农业现代化四化同步发展、建成网络强国仍然任重道远。

党中央、国务院高度重视宽带网络发展和管理，2013 年国务院先后出台了《“宽带中国”战略及实施方案》和《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》。2013 年年底，中央网络安全和信息化领导小组成立，习近平总书记亲自担任组长，提出努力把我国建设成为网络强国，战略部署要与“两个一百年”奋斗目标同步推进，向着网络基础设施基本普及、自主创新能力显著增强、信息经济全面发展、网络安全保障有力的目标不断前进。这是党中央在新时期对我宽带网络发展提出的新目标和新要求，需要我们以改革创新精神，通过政策推动、技术驱动、产业带动、应用拉动促发展保安全；需要我们着眼长远、统筹谋划，积跬步、行千里，不断推动网络大国向网络强国迈进。

工业和信息化部电信研究院是我国在 ICT 领域权威的研究机构，多年来在重大决策支撑、行业发展规划、技术标准引领、产业创新推动和监管支撑服务中发挥了重要作用。“宽带中国出版工程”系列丛书，是该院及业界多位专家学者知识和智慧的结晶，是多专业科研成果的集中展现，更是多年理论与实践经验的综合集成，该系列丛书的出版有助于读者系统学习宽带网络最新技术，准确把握宽带应用和相关产业的最新趋势，从而提升对宽带网络的研究、规划、管理、运营水平。希望我国政产学研用各界齐心协力，共同为宽带中国发展、网络强国建设事业贡献力量！

工业和信息化部



总序 2

市场牵引是通信发展的动力，通信业务从话音为主到数据和视频为主，对带宽的需求与日俱增。思科公司 2014 年 6 月发布的报告指出，2013 年全球互联网忙时流量是平均值的 2.66 倍，与 2012 年相比，平均流量和忙时流量分别增长了 25% 和 32%，思科公司还预测从 2013 年到 2018 年，全球互联网流量忙时是平均值的 3.22 倍，平均流量和忙时流量分别年增 23% 和 28%。在互联网流量中视频已成主流，全球互联网视频流量占总量之比从 2013 年的 57% 将增长到 2018 年的 75%。全球移动数据流量增长更快，2013 年一年就增加 81%，到 2018 年还将保持平均年增 61% 的速度，届时移动数据流量将占全部 IP 流量的 12%。美国 Telegeography 公司给出的国际互联网干线流量 2009—2013 年平均年增 45%，2013 年相比 2012 年增加了 38%。我国国际互联网干线带宽从 2009 年到 2013 年平均年增 39.6%，2013 年相对 2012 年增 79%，增长的后劲更明显。

通信业务与技术的发展总是市场牵引与技术驱动相辅相成，市场催生了技术，技术支撑了市场。集成电路继续遵循摩尔定律，单位面积的晶体管数年增 40%，强大的计算和处理能力改进了频谱效率与信噪比，提升了通信流量，比较好地适应了互联网流量的增长。光器件的技术进步加上电域的信号处理，使光纤通信干线商用容量水平基本按照十年千倍提升。2009 年起我国移动通信从 2G 经 3G 跨越到 4G，借助先进的多址复用技术和频谱的扩展等，峰值速率增加数百倍。

近年通信技术与业务发展一个值得注意的趋势是从消费者的应用向企事业应用扩展，2013 年全球企事业单位互联网流量较 2012 年增 21%，到 2018 年还将达到 2013 年的 2.6 倍，将占全球互联网流量的 14%，而且全球企事业单位互联网流量中 14% 将是移动流量。随着物联网发展及信息化与工业化深度融合，企事业单位的互联网应用还将有更大的发展。

互联网的渗透促进了经济的复兴，2013 年发布的《OECD 互联网经济展望 2012》分析了互联网对所有行业经济的影响，得出如果宽带普及率增长 1%，GDP 将增长 0.025%，并且通过模拟得出互联网的贡献占 2010 年美国 GDP 的 4.65%~7.21%，占企业增加值的 3%~13%。波士顿咨询公司 2012 年发表的《连接世界》报告分析 2010—2016 年互联网经济对 GDP 的贡献，中国仅次于英国和韩国为第三位，占 GDP 的比例从 2010 年的 5.5% 增加到 2016 年的 6.9%。IDC 公司提出信息技术已从计算机和互联网这两个平台发展到移动宽带、云服务、社交应用和大数据为标志的第三平台，即宽带化平台，并预测到 2020 年信息产业收入的 40% 和增长的 98% 将由第三平台的技术所驱动。世界银行的研究报告表明，对制造业的海外销售额和服务业的销售来说，使用宽带的企业与其他企业相比分别高出 6% 和 7.5%~10%，中低收入

国家的宽带普及率每增加 10 个百分点，GDP 将会增长 1.38 个百分点。美国认为宽带的发展对上下游产业就业的拉动作用是传统产业的 1.7 倍。GSM 协会和德勤咨询机构 2012 年发表的研究报告指出，3G 移动数据应用增加 100%，人均 GDP 增速提升 1.4 个百分点。

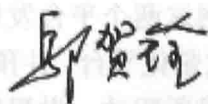
为了抢占信息技术新的制高点并获得宽带化的红利，一些国家纷纷出台国家宽带战略，最近两三年来美国出台了《国家宽带计划》和《大数据研究和发展倡议》等，全球有 146 个国家都制定了加速发展宽带的国家战略或规划，不少国家建立了宽带普遍服务基金。

我国网民数量世界第一，但按网民平均的国际互联网干线带宽、固网平均接入速率和移动互联网下载速率仍低于世界平均水平，这几年有了显著改进，但与互联网高速发展和社会大众的期望相比总是恨铁不成钢。国务院在 2013 年 8 月发布了《“宽带中国”战略及实施方案》，提出到 2015 年要初步建成宽带、融合、安全、泛在的下一代国家信息基础设施，到 2020 年我国下一代信息基础设施基本接近发达国家水平，技术创新和产业竞争力达到国际先进水平。该方案对宽带网络覆盖、网络能力、应用水平、产业链发展和网络信息安全保障五方面提出了具体发展目标、重大任务和保障举措等。可以预期“宽带中国”战略的实施，必将为我国经济和社会的发展奠定坚实的网络基础，并惠及大众。

工业和信息化部电信研究院作为“宽带中国”战略的起草支撑单位之一，为“宽带中国”战略的制定做了深入的调查研究，现在与电子工业出版社联袂推出“宽带中国出版工程”系列丛书。该丛书串起终端、接入、传送、网络和云端各环节，涉及研究、制造、运营与服务各方面，涵盖宽带化技术、业务、应用、安全与管理各领域，解读“宽带中国”战略制定的背景，分析宽带化的解决方案，展望宽带化发展的前景。本套丛书内容全面，系统性强，既反映了宽带网最新的技术及国际标准化进展，又有国内实践经验的总结，兼具前瞻性与实用性。在此，衷心感谢工业和信息化部电信研究院和电子工业出版社及众多的作者所付出的辛勤劳动，希望本套丛书能够有助于业内外人士加深对宽带化的意义和内涵及难度的理解，相信本套丛书能够对行业发展和政府决策起到积极作用，为“宽带中国”战略的实施贡献正能量。

工业和信息化部通信科学技术委员会主任

中国互联网协会理事长



前 言

全球众多国家纷纷将发展宽带作为战略优先选择，正在推动新一轮信息化发展浪潮，同时我国已将“宽带中国”战略上升为国家战略，首次成为国家战略性公共基础设施。物联网是通信网和互联网的网络延伸和应用拓展，是新一代信息技术的高度集成和综合运用。物联网应用需要宽带网络，物联网发展呼唤宽带的升级和增强，宽带中国的实施将赋予我国物联网应用更广阔的发展空间，反过来物联网的广泛应用也会促进宽带网络的进一步发展，两者有密不可分的关系。

物联网是未来的信息通信技术的发展趋势，网络正从被动地接受、传输信息向主动采集、处理和利用信息的方向发展，并广泛应用到基础设施、物流配送、环境保护、安全生产和军事防御等领域，实现物质世界实时便捷的资源配置和科学管理。广泛分布的传感器、射频识别（RFID）和嵌入式智能小物体使物理实体具备了感知、计算、存储和执行的能力，不断推动物理世界的智能化。通信网、互联网、传感器网和识别技术融合集成将构建未来的信息网，使信息沟通从人与人向人与物、物与物扩展延伸，实现信息共享和业务协同，同时也使得人、环境和自然的协调适应和发展具备了更加广阔的前景。

本书共7章，系统介绍宽带中国及物联网相关的技术、标准、应用和产业体系，并预测了物联网的未来发展方向。第1章综合阐述物联网，重点介绍宽带中国与物联网的关系、物联网的内涵和特征、起源和发展现状以及发展过程中涉及的关键要素，以便读者建立宏观的物联网概念，本章由工业和信息化部电信研究院（简称CATR）的续合元撰写。第2章从感知技术、通信技术、信息处理技术、共性技术四个方面系统介绍物联网涉及的关键技术。感知技术中包括的传感器技术由CATR的杜加懂撰写，RFID技术由CATR的周怡撰写，视频图像感知技术由CATR的曹远撰写；通信技术中的短距离通信技术由CATR的罗振东、马军锋、杨萌撰写，其中罗振东和杨萌负责短距离无线通信技术部分，马军锋负责短距离通信组网技术部分；广域网通信技术由CATR的刘荣朵撰写；信息处理技术中的海量数据存储和数据挖掘由CATR的曹远、罗松撰写；物联网共性技术中的物联网安全由CATR的陈焜撰写，物联网标识和解析由CATR的周怡和黄颖撰写，物联网的频谱由CATR的朱禹涛撰写。第3章重点介绍智能电网、智能交通、智慧城市、智能家居、电子健康、智能农业、智能环保七个典型物联网应用的发展情况，其中智能电网由CATR的龚达宁撰写，智能交通由CATR的汤立波撰写，智慧城市由CATR的李健撰写，智能家居由CATR的陆洋撰写，电子健康由CATR的李成撰写，智能农业由中国电信的江志峰撰写，智能环保由CATR的李健撰写。第4章介绍与物联网相关的国内外标准组织的标准化状况，包括ITU-T、3GPP、ETSI、OneM2M、IETF/IPSO、IEEE、

CCSA、WGSN 等及行业物联网标准化的情况，由 CATR 的李海花撰写。第 5 章介绍物联网的制造业和服务业的产业发展状况，重点分析我国物联网产业的发展情况，由 CATR 的李健撰写。第 6 章分析物联网面临的安全风险，提出适用于物联网的安全评估方法，并借鉴信息系统安全等级保护的概念，探讨物联网环境下如何实施安全等级保护，由 CATR 的张雪丽撰写；物联网测试由 CATR 的罗松撰写。第 7 章预测物联网未来将向着泛在协同的泛在网方向发展，由 CATR 的续合元撰写。曲振华负责每章导读和全书的校正和核对。

参加本书编写工作的有续合元、张雪丽、罗振东、李健、曹远、李海花、周怡、马军锋、刘荣朵、龚达宁、汤立波、陆洋、李成、江志峰、陈湑、朱禹涛、杜加懂、曲振华、杨萌、黄颖、罗松。

由于物联网涉及的体系庞杂，且在不断发展演进之中，书中难免有差错和不当之处，欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 著 者
2014 年 7 月于北京

目 录

第 1 章 综述	1
本章导读	2
1.1 宽带中国与物联网	2
1.2 物联网的内涵和特征	3
1.3 物联网的发展要素	5
第 2 章 物联网技术	7
本章导读	8
2.1 物联网技术体系	8
2.2 物联网感知技术	9
2.2.1 传感器	9
2.2.2 RFID	15
2.2.3 视频图像感知	22
2.3 物联网通信技术	29
2.3.1 概述	29
2.3.2 短距离无线通信技术	29
2.3.3 广域网通信技术	97
2.4 物联网信息处理技术	114
2.4.1 概述	114
2.4.2 海量数据存储技术	114
2.4.3 数据挖掘技术	119
2.5 物联网共性技术	126
2.5.1 物联网安全	126
2.5.2 物联网标识和解析	138
2.5.3 物联网频谱	149
第 3 章 物联网应用	157
本章导读	158
3.1 智能电网	158
3.1.1 发电环节的物联网应用	158
3.1.2 输电环节的物联网应用	159
3.1.3 变电环节的物联网应用	160

3.1.4	配电环节的物联网应用	161
3.1.5	用电环节的物联网应用	162
3.1.6	智能电网的物联网技术需求	163
3.2	智能交通	166
3.2.1	智能交通发展背景	166
3.2.2	智能交通概念内涵	166
3.2.3	智能交通应用分类	167
3.2.4	智能交通总体架构	168
3.2.5	智能交通发展现状和趋势	169
3.2.6	智能交通标准化情况	171
3.3	智慧城市	173
3.3.1	智慧城市内涵特征	173
3.3.2	智慧城市发展现状	175
3.3.3	我国智慧城市发展问题	178
3.3.4	我国智慧城市发展建议	179
3.4	智能家居	181
3.4.1	智能家居概述	181
3.4.2	智能家居业务分类和应用场景	182
3.4.3	智能家居发展现状和趋势	184
3.4.4	智能家居典型案例	186
3.5	电子健康	187
3.5.1	电子健康发展现状	187
3.5.2	电子健康发展趋势	188
3.5.3	电子健康应用案例	190
3.6	智能农业	195
3.6.1	智能农业发展现状	195
3.6.2	智能农业发展趋势	196
3.6.3	智能农业典型应用	197
3.7	智能环保	203
3.7.1	国外智能环保发展情况	203
3.7.2	我国智能环保发展情况	207
3.7.3	我国环保物联网发展面临的挑战	210
第4章	物联网标准	213
	本章导读	214
4.1	物联网标准体系	214

4.1.1	物联网标准体系总体框架	214
4.1.2	物联网标准体系组成	215
4.2	物联网具体标准情况	217
4.2.1	物联网标准概述	217
4.2.2	国际物联网标准	218
4.2.3	我国物联网标准化	225
4.2.4	行业物联网标准化	227
4.3	小结	243
第 5 章	物联网产业	245
	本章导读	246
5.1	物联网产业范畴	246
5.2	物联网产业体系构成	247
5.3	物联网关键产业发展现状	248
5.3.1	物联网制造业	248
5.3.2	物联网服务业	266
5.4	我国物联网产业发展现状	267
5.5	我国物联网产业发展面临挑战	269
第 6 章	物联网评测	271
	本章导读	272
6.1	物联网评估	272
6.1.1	物联网发展评估	272
6.1.2	物联网安全评估	277
6.2	物联网测试	281
6.2.1	物联网测试范围	281
6.2.2	物联网测试指标	282
6.2.3	物联网测试现状	285
第 7 章	物联网发展	289
	本章导读	290
7.1	泛在网简介	290
7.2	物联网向泛在网发展	292
缩略语		293
参考文献		297

第 1 章

综 述

本章要点

- ✓ 宽带中国与物联网
- ✓ 物联网的内涵和特征
- ✓ 物联网的发展要素



全球众多国家纷纷将发展宽带作为战略优先选择，正在推动新一轮信息化发展浪潮，同时我国已将“宽带中国”战略上升为国家战略，首次成为国家战略性公共基础设施。物联网是通信网和互联网的网络延伸和应用拓展，是新一代信息技术的高度集成和综合运用。物联网应用需要宽带网络，物联网发展呼唤宽带的升级和增强，宽带中国的实施将赋予我国物联网应用更广阔的发展空间，反过来物联网的广泛应用也会促进宽带网络的进一步发展，两者有密不可分的关系。本章重点介绍宽带中国与物联网的关系、物联网的内涵和特征、起源和发展现状以及发展过程中涉及的关键要素。

1.1 宽带中国与物联网

宽带正在推动着新一轮信息化发展浪潮，在全球仍未走出经济低迷的情况下，众多国家纷纷将发展宽带作为战略优先选择，加速推进。目前全球已经有 146 个国家实施了宽带战略或行动计划。2013 年 8 月 1 日，我国国务院发布了“宽带中国”战略及实施方案，部署了未来 8 年宽带发展目标及路径，这意味着“发展宽带”在我国已经从部门行动上升为国家战略，宽带首次成为了国家战略性公共基础设施，迎来了新一轮的快速发展。

宽带在推动社会经济发展、提升国家长期竞争力方面的作用日益突出，主要表现在宽带能够高效的带动经济增长。宽带使得各行各业的生产、业务流程更加高效，大幅度提升了生产效率，并且使企业可以通过呼叫中心、服务外包等方式最大化地利用劳动力、原材料等资源。众多研究表明宽带比其他 ICT 技术更能促进经济社会的发展，并且对发展中国家的作用更为显著。仅在提升生产率方面，宽带就平均每年帮助制造业提高 5%、服务业提高 10%、信息产业提高 20% 的生产率。宽带已经成为众多国家战略优先发展领域，欧盟把宽带发展作为“欧盟 2020 战略”的重要组成部分；美国把宽带作为重建美国、赢得未来的关键；韩国连续几届政府都把宽带作为优先事项；日本首相直接领导 IT 战略本部，每年进行宽带政策优先事项进行审查。联合国已呼吁将宽带列入全球“可持续发展目标（SDG）”，希望通过宽带的应用与服务创新促进经济增长、社会发展和环境保护。

物联网概念最早于 1999 年由美国麻省理工学院提出，早期的物联网是指依托射频识别（RFID）技术和设备，按约定的通信协议与互联网相结合，使物品信息实现智能化识别和管理，实现物品信息互联、可交换和共享而形成的网络。为抢占经济科技制高点，欧美、日韩等发达国家早已经将物联网产业提升到国家发展的战略高





度, 将其作为新一轮产业发展的重点, 积极开展物联网技术研究、标准制定, 加快推动物联网基础设施建设, 着力推进物联网产业发展。美国提出《美国创新战略》, 将物联网作为振兴经济、确立优势的关键战略; 欧盟发布了下一代全欧移动宽带长期演进与超越以及 ICT 研发与创新战略, 并制订物联网行动方案, 公布了涵盖标准化、研究项目、试点工程、管理机制和国际对话在内的物联网领域十四点行动计划。日本提出“U-Japan”和“I-Japan”战略并将物联网作为发展重点, 还出台了数字日本创新项目 ICT 鸠山计划行动大纲。韩国出台《物联网基础设施构建基本规划》, 重点提出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四大领域。澳大利亚、新加坡、法国、德国等其他发达国家也加快部署了下一代网络基础设施的步伐。

自 2009 年 8 月温家宝总理提出“感知中国”以来, 物联网被正式列为我国新兴战略性产业之一。物联网是我国战略性新兴产业的重点发展领域, 发展物联网产业不仅是提高我国信息产业核心竞争力、改造提升传统产业和提升社会信息化水平的重要举措, 也成为我国加快发展方式转变, 推进自主创新的重要突破口。目前我国物联网在安防、电力、交通、物流、医疗、环保等领域已经得到应用, 且应用模式正日趋成熟。在安防领域, 视频监控、周界防入侵等应用已取得良好效果; 在电力行业, 远程抄表、输变电监测等应用正在逐步拓展; 在交通领域, 路网监测、车辆管理和调度方面正在发挥积极作用; 在物流领域, 物品仓储、运输、监测等多个环节得到广泛应用; 在医疗领域, 个人健康监护、远程医疗等应用日趋成熟。除此之外, 物联网在环境监测、市政设施监控、楼宇节能、食品药品溯源等方面也开展了广泛的应用。

现今, 通信网络的宽带化、移动化和 IP 化发展趋势越发明显, 各种新颖、便利的数据应用层出不穷, 各类新技术、新模式、新业务不断涌现, 新的产业增长点正在形成。继互联网之后, 物联网成为信息社会演进的推动力, 肩负着再次振兴全球经济的特殊使命。随着物联网感知设备的泛在部署, 物联网应用的不断提供, 传统通信网络需要进行相应的不断优化和增强, 并需要支持海量数据处理。我国正在加快物联网的建设步伐, 争取尽快实现“感知中国”。因此, 我国物联网的发展离不开通信网络, 更宽、更快、更优的下一代宽带网络将为物联网发展提供更有力的支撑, 也将为物联网应用带来更多的可能, 因此说物联网的应用需要宽带支撑, 物联网发展呼唤宽带的升级和增强, 宽带中国的实施将赋予我国物联网应用更广阔的发展空间。

1.2 物联网的内涵和特征

物联网 (Internet of Things, IoT) 是通信网和互联网的网络延伸和应用拓展, 是新一代信息技术的高度集成和综合运用, 它利用感知技术与智能装置对物理世界进



行感知识别,通过网络传输互联,进行计算、处理和知识挖掘,实现人与物、物与物的信息交互和无缝链接,以达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的。

物联网具有多种网络形态,可以是独立的物理网,也可以是构架在通信网、互联网、行业网上的逻辑网络,实际中可以构建面向不同应用或服务领域的各种物联网,如智能电网、智能交通、智能物流等。物联网的主要特征包括:

- 物联网提供面向物的连接能力;
- 物联网提供自主的、可扩展的面向物的信息感知、传送、处理、控制能力;
- 物联网通过各种通信网络(通信网、互联网、行业网络)和信息处理,实现基于物的信息服务。

随着技术和应用的发展,物联网的内涵变得更加丰富,并且出现了多个与物联网相关的术语和概念,如泛在网、机器到机器通信(Machine to Machine, M2M)、传感器网。

泛在网是指基于个人和社会的需求,利用现有的网络技术和新的网络技术,实现人与人、人与物、物与物之间按需进行的信息获取、传递、存储、认知、决策、使用等服务,网络超强的环境感知、内容感知及其智能性,为个人和社会提供泛在的、无所不含的信息服务和应用。

M2M 是以机器终端设备智能交互为核心的、网络化的应用与服务,它通过在机器内部嵌入通信模块,通过各种承载方式将机器接入网络,为客户提供综合的信息化解决方案,以满足客户对监控、指挥调度、数据采集和测量等方面的信息化需求。

传感器网是利用各种传感器(光、电、温度、湿度、压力等)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自组织分布式网络系统,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、M2M、物联网、泛在网四者之间的关系如图 1-1 所示。

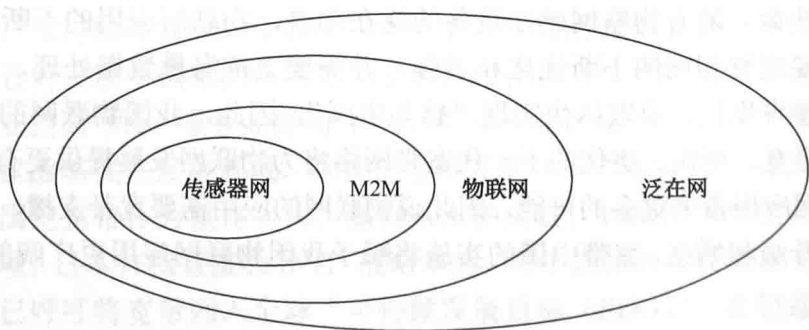


图 1-1 传感器网、M2M、物联网、泛在网四者之间的关系示意图

物联网是从以满足人与物之间通信为主,走向了连通人与物理世界,因此是迈向泛在网的关键一步;泛在网是物联网的发展方向和目标;M2M 特指由电信运营商构建的面向物联网的应用和网络;传感器网是物联网的一种末端接入手段和感知层





的重要组成部分。四者之间是包含的关系，即泛在网包含物联网，物联网包含 M2M，M2M 包含传感器网。

1.3 物联网的发展要素

物联网的发展涉及技术、应用、标准、产业和评测等多方面的关键要素。

1. 物联网技术

根据信息处理的三个关键环节，物联网网络架构在逻辑功能上由感知域、信息通信域、应用域组成，如图 1-2 所示。

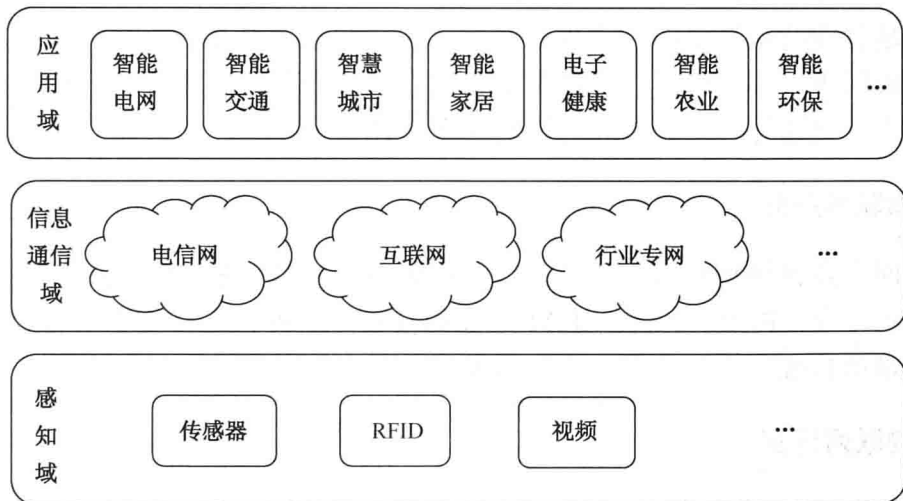


图 1-2 物联网网络架构

- 感知域：实现对物理世界的智能感知识别、信息采集处理和自动控制，并通过通信模块将物理实体连接到信息通信域和应用域，如传感器、RFID、视频等。
- 信息通信域：实现物联网数据信息和控制信息的双向传递、路由和控制，包括延伸网、接入网和核心网，可依托公众电信网和互联网，也可以依托行业专网。
- 应用域：包含应用基础设施/中间件和各种物联网应用，应用基础设施/中间件为物联网应用提供信息处理、计算等通用基础服务设施、能力及资源调用接口，以此为基础实现物联网在众多领域的各种应用，如智能电网、智能交通、智慧城市、智能家居、电子健康、智能农业等。

如上所述，物联网网络架构分为三个域，并架构在电信网、互联网、行业专网等多种网络之上，不同层面综合应用各类信息通信技术，涉及人类生产生活各种应用，因此物联网涵盖的关键技术非常庞杂，本书将从感知技术、通信技术、信息处