



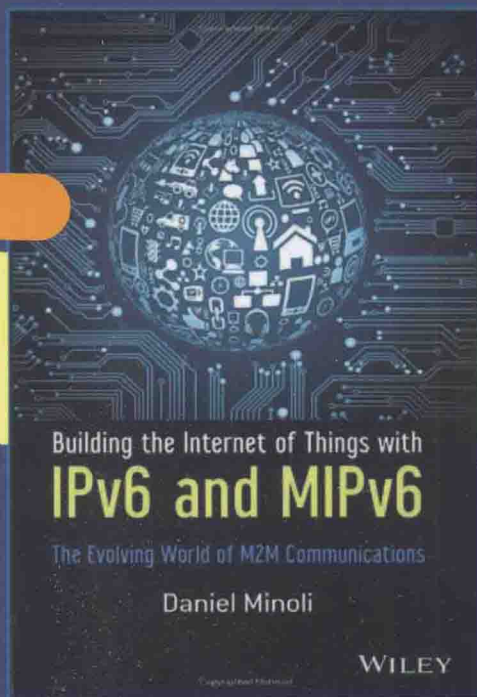
国际信息工程先进技术译丛

WILEY

构建基于IPv6和 移动IPv6的物联网： 向M2M通信的演进

**Building the Internet of Things with IPv6 and MIPv6:
The Evolving World of M2M Communications**

[美] 丹尼尔·迈诺里 (Daniel Minoli) 著
郎为民 王大鹏 陈俊 等译
赵欣 陈虎



- ◎ 权威解读基于IPv6与移动IPv6的物联网，及其所具有的巨大潜力
- ◎ 详解物联网/M2M通信最新技术



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国际信息工程先进技术译丛

构建基于 IPv6 和移动 IPv6 的物联网：向 M2M 通信的演进

[美] 丹尼尔·迈诺里 (Daniel Minoli) 著

郎为民 王大鹏 陈俊 译
赵欣 陈虎



机械工业出版社

Copyright © 2013 by John Wiley & Sons, Inc.

All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, entitled < Building the Internet of Things with IPv6 and MIPv6: The Evolving World of M2M Communications >, ISBN <978-1-118-47347-4>, by < Daniel Minoli >, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

本书中文简体字版有 Wiley 授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面允许, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有, 翻印必究。

本封面贴有 Wiley 的防伪标签, 无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2013-7845 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

构建基于 IPv6 和移动 IPv6 的物联网: 向 M2M 通信的演进 / (美) 迈诺里 (Minoli, D.) 著; 郎为民等译. —北京: 机械工业出版社, 2015. 3

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文: Building the internet of things with IPv6 and MIPv6: The Evolving World of M2M Communications

ISBN 978-7-111-49482-9

I. ①构… II. ①迈…②郎… III. ①互连网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 041330 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: 张俊红 责任编辑: 林 楨

责任校对: 刘雅娜 封面设计: 马精明

责任印制: 乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 18.5 印张 · 380 千字

0 001—2 500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-49482-9

定价: 79.80 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

服务咨询热线: 010-88361066 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294 机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

本书紧紧围绕物联网发展过程中的热点问题，以物联网的理论、应用与标准演化为核心，比较全面和系统地介绍了物联网的基本原理和基于 IPv6 与移动 IPv6 技术构建物联网的最新成果。全书共分为 9 章，分为理论、应用与物联网底层标准 3 个部分。理论部分包括物联网的定义、体系结构、基本特征和关键技术等内容；应用部分包括物联网在智能计量、智能医疗、智能交通和智能家居等方面的应用实现；物联网底层标准部分包括几种主要的物联网标准演化过程、第 1、2 层连接中涉及的物联网技术标准、第 3 层连接中涉及的 IPv6 技术、移动 IPv6 技术以及 6LoWPAN（基于低功耗无线个域网的 IPv6）技术等内容。本书全面介绍了与物联网有关的技术标准，描述了物联网的基础知识，演示了物联网在应用中的诸多实例，并列出了可供延伸阅读的大量参考文献。本书材料权威丰富，体系科学完整，内容新颖翔实，知识系统全面，行文通俗易懂，兼备知识性、系统性、可读性、实用性和指导性。

本书可作为电信运营商、技术投资商、服务提供规划者、设备开发工程师、物联网及互联网服务提供商、电信公司，以及无线服务提供商的技术参考书或培训教材，也可作为高等院校通信与信息系统专业的本科生、研究生教材。

译者序

近年来，物联网概念蓬勃兴起，以 2013 年为例，仅中国物联网市场规模就达 4896 亿元，预计到 2015 年，这一规模将达到 7500 亿元，发展前景将超过计算机、互联网、移动通信等传统 IT 领域。作为信息产业发展的第三次革命，物联网涉及的领域越来越广，其理念也日趋成熟，可寻址、可通信、可控制、泛在化与开放模式正逐渐成为物联网发展的演进目标。而对于“智慧城市”的建设而言，物联网将信息交换延伸到物与物的范畴，有价值的信息的极大丰富和无处不在的智能处理将成为城市管理者解决问题的重要手段。物联网技术具有应用领域多、支撑技术涵盖面广的特点，集成了现有的计算机、通信、交通、工程、医学等多种学科领域，属于新兴融合技术。当前，国外相关研究机构研究成果不断，出现了大量的物联网应用实现标准。新技术、新标准层出不穷，为解决物联网实现技术标准纷繁复杂的现象，构建统一的物联网运转底层技术标准，已成为物联网发展道路上日益突出的问题。相比来说，国内物联网实现协议标准的领域发展步伐较慢。因此，在我国大力发展物联网技术和急需培养新兴技术人才的今天，引入并翻译一本当前国外物联网主流技术标准归纳和新 IPv6、MIPv6 技术下物联网构建研究的书籍，对于推动国内物联网技术迅速发展具有重要的学术和应用价值。

鉴于上述原因，作者翻译了这本目前国外在物联网技术标准方面归纳性较强的专业书籍，本书首先普及了物联网的概念与应用领域，其次，着重对现有的物联网技术标准进行了分门别类的分析和讨论，从各种现有的物联网标准上归纳出物联网技术标准的演化路线与发展方向。最后，详细讨论分析了在 IPv6、MIPv6 技术下如何构建物联网底层联网实现的过程。本书的结构循序渐进，归纳有序，内容介绍上由浅入深，思路明确、条理清晰，通俗易懂。从物联网现有标准的归纳及如何在 IPv6、MIPv6 下构建物联网的角度来看，本书是这类领域中的第一本书，希望通过本书的引进出版，可为业内从事物联网实现标准的研究人员提供参考，进而为其工作提供便利，以推动国内物联网标准的快速发展和工程实践的深入应用。

本书共分 9 章，第 1 章首先对物联网的概念进行介绍，普及了物联网的知识、应用领域和发展趋势，并对 IPv6 在物联网中的地位进行了探讨；第 2 章着重对物联网的定义和框架进行了研究和分析；第 3 章主要介绍了物联网的几种典型应用领域；第 4 章研究了物联网的基本机制，并对物联网中的关键技术进行了分析和探讨；第 5 章从 RPL、CoAP、REST 等标准或协议的详细介绍着手，分析归纳了物联网技术的标准演化过程；第 6 章从 WPAN 和蜂窝移动网络技术两个方面详细研究了物联网技术中最底层的 1、2 层互联技术与标准。第 7 章着重讨论了 IPv6 技

术下，物联网第3层网络层中的网络交换技术；第8章详细研究了MIPv6技术的通用机制、邻居发现机制以及其他机制与操作原理，并讨论了MIPv6技术在物联网第三层联网中的应用效果与运行机制；第9章针对物联网终端设备的功耗敏感等特点着重讨论了IPv6下低功耗无线个域网技术——6LoWPAN技术的应用目标与数据传输等。

本书主要由郎为民、王大鹏、陈俊、赵欣、陈虎负责翻译，空军预警学院的黄美荣，解放军国防信息学院的刘建国、陈放、苏泽友、刘勇、陈凯、张国峰、陈红、瞿连政、徐延军、张锋军、毛炳文、刘素清、邹祥福、余亮琴、张丽红、王昊、钟京立、李建军、夏白桦、蔡理金、高泳洪、靳焰、王逢东、任殿龙、胡东华、孙月光、陈于平、孙少兰也参与了本书部分章节的翻译工作，李海燕、马同兵、胡喜飞、王会涛、于海燕绘制了本书的全部图表。和湘、李官敏、陈林、对本书的初稿进行了审校，并更正了不少错误，在此一并向他们表示衷心的感谢。同时，本书是译者在尽量忠实于原书的基础上翻译而成的，书中的意见和观点并不代表译者本人及所在单位的意见和观点。

由于译者的水平有限，加之时间上的限制，本书的翻译难免存在不妥之处，敬请广大读者批评指正，译者在此深表谢意。

谨以此书献给所有关心、支持和帮助过我的人们！

郎为民

2015 年春

原书前言

随着可直接接入互联网的设备不断增多，一种全新的普适计算模式——物联网（Internet of Things, IoT）应运而生。物联网是一种新型的互联网应用，它能够随时随地提供世界万物的信息。物联网具有两个特点：第一，它是一种新型的互联网应用；第二，它能对世间万物的信息进行处理。物联网基于互联网及其网络的不断延伸，以及互联网的体系架构，涵盖了各种物理互联的实体。物联网旨在为终端用户提供更加智能的服务，营造智能环境，传输数据。因此，物联网是可实现机器对机器（Machine to Machine, M2M）通信的新一代信息网络。物联网消除了地理空间与虚拟空间的时空差距，不仅营造了一种“智能地理空间”，而且构建了一种新型的人际关系。也就是说，物联网将促进人类与环境的深度融合。物联网将渗透到节能、物流等社会生活的许多领域。

在物联网的基础感知层，一般使用 UID（Unique Identification，唯一标识）和/或 EPC（Electronic Product Code，电子产品码）对物体进行编码，然后（通常）将物体的相关信息储存于 RFID（Radio Frequency Identification，射频识别，即电子标签），并使用 RFID 读写器通过非接触读取的方式上传物体信息。在物联网领域，集微处理器和存储器于一体的智能卡（Smart Card, SC）将大显身手。在物联网的网络层，人们能够通过这些嵌入式的智能设备（微处理器）和嵌入式的主动无线功能搜集大量的数据，甚至获取一定的控制功能。在人体生物医学传感器（支撑体域网）、家用电器、电源管理以及工业控制等领域都有相应的应用。物联网应用层的传感器更加精密，其中一部分传感器接入分布式无线传感器网络（Wireless Sensor Network, WSN）。WSN 可以收集、处理、传输大量的环境数据（诸如气温、大气和环境中化学物质的含量，甚至是处于不同城市、区域或大型配电网等不同地理位置周边的高分辨率视频图像）。

最近，物联网备受研究人员的广泛关注，大量有关物联网的文章问世。几年前，或许是得益于私营企业网络，物联网的具体应用才刚刚起步。然而，现如今基于互联网，适用于更大范围的系统已开始推广。物联网技术的推广应用关键在于 IPv6 的发展。

本书将主要研究物联网相关发展趋势，并针对如何将物联网技术应用于服务提供商网络，以节约成本；以及如何做好这些营利性服务的市场推广等问题提出了可操作性的建议。同时，本书还阐释了物联网的物理层、MAC 层、上层结构以及机器对机器协议等内容。

规划者们或许会提出质疑，比如：什么是物联网？怎样应用 M2M？如何实现

具体的操作？其安装成本是多少？标准化问题是否解决？物联网的安全隐患有哪些？有鉴于此，本书将从以下几个方面展开研究：不断完善的无线标准，尤其是低能耗医疗应用标准；IPv6 技术；移动 IPv6 (Mobile IPv6, MIPv6) 技术；相关应用问题；物联网应用中的关键底层技术；物联网的实现方法以及物联网实现过程中或遇到的挑战和中长期的机遇。

本书还将具体介绍不断发展的物联网商业应用（尤其是医疗护理）、各类标准化进展和 IoT/M2M 各层协议栈等最新物联网技术。本书将用大量篇幅阐述 IPv6、移动 IPv6 和 6LoWPAN/RPL 路由协议。本书认为，IoT/M2M 或将成为 IPv6 的“杀手级”应用。它涵盖了维系 IoT/M2M 应用各类标准，具体包括：家庭局域网 (Home Area Networking, HAN)，AMI, IEEE 802.15.4, 6LoWPAN/RPL, 智能能源 2.0, ETSI M2M, ZigBee IP (ZIP), ZigBee 个人家庭及医院监护 (Personal Home and Hospital Care, PHHC), 智能物体中的 IP 技术 (IP in Smart Object, IPSO), 蓝牙低功耗技术 (Bluetooth Low Energy, BLE), IEEE 802.15.6 无线体域网 (Wireless Body Area Network, WBAN), IEEE 802.15 WPAN TG4j (Task Group 4j, 4j 任务组) 医疗体域网, ETSI TR 101 557, 近场通信 (Near Field Communication, NFC), 专用短程通信 (Dedicated Short Range Communications, DSRC) /WAVE 以及相关协议, IETF IPv6 低功耗有损网络路由协议 (Routing Protocol for Low power and lossy network, RPL) /低功耗有损网络路由算法 (Routing Over Low power and Lossy network, ROLL) 路由协议, IETF 轻量级应用层协议 (Constrained Application Protocol CoAP), 轻量级 REST 风格环境 (Constrained RESTful Environment, CoRE), 3GPP 机器类型通信 (Machine Type Communication, MTC), 长期演进 (Long Term Evolution, LTE) 蜂窝系统, 以及 IEEE 1901。

此外，本书不仅从体域网/健康电子平台/辅助性技术的角度阐述了 IoT/M2M 最新标准化进展，而且还将介绍空中监视、物体跟踪、智能电网、智能卡以及家庭自动化等内容。

本书是基于 MIPv6 应用物联网的开创之作，尤其是在当今“移动”的大环境下。本书对海内外技术投资商、运营商与服务提供规划者、首席技术官、物流专员、设备开发工程师、技术集成商、物联网及互联网服务提供商 (Internet Service Providers, ISP)、电信公司以及无线服务提供商等类读者大有裨益。

机械工业出版社电子信息类部分精品图书

序号	代号	书名	定价
1	48726	虚拟网络——下一代互联网的多元化方法	69.8
2	48359	下一代融合网络理论与实践	149
3	47637	认知视角下的无线传感器网络	59.8
4	47635	移动通信室内分布系统规划、优化与实践	39.9
5	47741	移动云计算：无线、移动及社交网络中分布式资源的开发利用	49.8
6	47721	Android 系统安全与攻防	49.8
7	40052	内容分发网络	98
8	47060	计算机网络仿真 OPNET 实用指南	99
9	46783	基于 Selenium 2 的自动化测试——从入门到精通	39.8
10	46047	移动无线信道（原书第2版）	138
11	45058	LTE-Advanced：面向 IMT-Advanced 的 3GPP 解决方案	68
12	43877	声学成像技术及工程应用	99.8
13	43441	LTE/SAE 网络部署实用指南	99
14	43741	认知无线电通信与组网：原理与应用	99
15	43624	WCDMA 信令解析与网络优化	65
16	42051	网络性能分析原理与应用	49.8
17	42029	云连接与嵌入式传感系统	78
18	40870	IP 地址管理原理与实践	89.8
19	40347	自组织网络：GSM、UMTS 和 LTE 的自规划、自优化和自愈合	78
20	40381	物联网关键技术与应用	49.8
21	40130	实现吉比特传输的 60GHz 无线通信技术	69.8
22	40385	分组域城域网演进技术	25
23	39936	LTE 自组织网络（SON）：高效的网络管理自动化	98
24	39870	演进的移动分组核心网架构和关键技术	25
25	39440	UMTS 中的 LTE：向 LTE-Advanced 演进（原书第2版）	98
26	39746	无线网络架构与演进趋势	29
27	36685	UMTS 中的 WCDMA-HSPA 演进及 LTE（原书第5版）	158
28	36827	无线传感器及执行器网络	78
29	36232	LTE 关键技术与无线性能	39.8
30	32040	认知无线网络	88
31	31899	网络融合——服务、应用、传输和运营支撑	98
32	31218	UMTS 中的 LTE：基于 OFDMA 和 SC-FDMA 的无线接入	88
33	30301	吉规模集成电路互连工艺及设计	78
34	30561	高性能微处理器电路设计	88
35	29626	高级电子封装（原书第2版）	128
36	29117	基于 4G 系统的移动服务技术	78

目 录

译者序

原书前言

第 1 章 物联网概述	1
1.1 概述	1
1.2 物联网应用实例	11
1.3 IPv6 的功能	14
1.4 发展领域和标准化建设	18
1.5 当前研究的领域	19
附录 1. A 相关文献	20
参考文献	21
第 2 章 物联网定义与架构	23
2.1 物联网定义	23
2.1.1 一般性认识	23
2.1.2 ITU-T 电信标准化部门对物联网的认识	25
2.1.3 工作定义	28
2.2 物联网体系架构	33
2.3 节点的基本功能	36
参考文献	38
第 3 章 物联网应用实例	40
3.1 概述	40
3.2 智能计量/先进计量基础设施	43
3.3 电子医疗/体域网	45
3.4 城市自动化	50
3.5 汽车运用	52
3.6 家庭自动化	55
3.7 智能卡	57
3.8 移动物体的跟踪与监控	63

3.9	被动空中监视系统/“钢环”摄像监视系统	65
3.10	控制运用实例	75
3.11	其他应用	76
	参考文献	76
第4章	物联网基本机制与关键技术	79
4.1	物联网对象与服务的识别	79
4.2	物联网结构特性	82
4.2.1	环境特征	82
4.2.2	流量特性	82
4.2.3	可扩展性	83
4.2.4	互操作性	83
4.2.5	安全和隐私	83
4.2.6	开放体系结构	84
4.3	物联网关键技术	84
4.3.1	设备智能	84
4.3.2	通信能力	84
4.3.3	移动性支持	85
4.3.4	设备能量	85
4.3.5	传感器技术	87
4.3.6	RFID 技术	90
4.3.7	卫星技术	97
	参考文献	97
第5章	物联网标准演化	98
5.1	概述	98
5.2	适用于 RPL ROLL 的 IETF IPv6 路由协议	100
5.3	轻量级应用层协议	103
5.3.1	背景	103
5.3.2	消息传输模型	104
5.3.3	请求/响应模型	105
5.3.4	中介和缓存	106
5.4	表述性状态转移	106
5.5	ETSI M2M	106
5.6	机器型通信的第三代合作伙伴计划服务需求	107
5.6.1	方法	107
5.6.2	MTC 体系架构参考模型	110

5.7 CENELEC	112
5.8 IETF 基于低功耗 WPAN 的 IPv6 技术 (6LoWPAN)	112
5.9 ZigBee IP (ZIP)	113
5.10 智能物体中的 IP 技术 (IPSO)	113
附录 5.A 传统的监控与数据采集 (SCADA) 系统	114
参考文献	117
第 6 章 第 1/2 层连接: 物联网的无线技术	119
6.1 物联网/M2M 中的 WPAN 技术	120
6.1.1 ZigBee/IEEE 802.15.4	128
6.1.2 消费电子射频协议 (RF4CE)	140
6.1.3 蓝牙与蓝牙低功耗规范	141
6.1.3.1 规范概述	141
6.1.3.2 规范细节	147
6.1.3.3 蓝牙 HDP	148
6.1.4 IEEE 802.15.6 WBAN	150
6.1.5 IEEE 802.15 WPAN TG4j MBAN	152
6.1.6 ETSI TR 101 557	154
6.1.7 NFC	156
6.1.8 专用短程通信技术及相关协议	158
6.1.9 WPAN 技术对比	161
6.2 物联网/M2M 中的蜂窝移动网络技术	164
6.2.1 概述与动机	164
6.2.2 通用移动通信系统	165
6.2.3 LTE	166
6.2.3.1 LTE 概述	166
6.2.3.2 核心网	169
6.2.3.3 接入网	170
6.2.3.4 漫游	171
6.2.3.5 互连	171
6.2.3.6 协议架构	171
6.2.3.7 多 QoS 管理	172
6.2.3.8 信令	175
6.2.3.9 向 4G/LTE 的演进路线	176
附录 6.A 物联网中的非无线技术: 电力线通信	177
参考文献	183

第 7 章 第 3 层连接：物联网中的 IPv6 技术	186
7.1 概述与动机	186
7.2 寻址能力	190
7.2.1 IPv4 寻址与问题	190
7.2.2 IPv6 地址空间	191
7.3 IPv6 协议简介	196
7.4 IPv6 隧道	205
7.5 IPv6 的 IPsec	207
7.6 首部压缩方案	209
7.7 IPv6 服务质量 (QoS)	211
7.8 IPv6 的迁移策略	212
7.8.1 技术方法	212
7.8.2 IPv6 环境下的家庭宽带服务	216
7.8.3 部署时机	218
参考文献	221
第 8 章 第 3 层连接：物联网中的移动 IPv6 技术	223
8.1 概述	223
8.2 协议细节	234
8.2.1 通用机制	234
8.2.1.1 MIPv6 基本操作	234
8.2.1.2 IPv6 扩展协议	236
8.2.1.3 新 IPv6 目的地选项	237
8.2.1.4 新型 IPv6 ICMP 消息	237
8.2.1.5 移动 IPv6 安全	237
8.2.2 新 IPv6 协议：消息类型和目的地选项	238
8.2.2.1 移动性首部	238
8.2.2.2 移动性选项	243
8.2.2.3 家乡地址选项	243
8.2.2.4 类型 2 路由首部	243
8.2.3 对 IPv6 邻居发现机制的修改	245
8.2.3.1 修改的路由通告消息	245
8.2.3.2 修改的前缀信息选项	245
8.2.3.3 新的通告间隔选项	245
8.2.3.4 新的家乡代理信息选项	245
8.2.3.5 对发送路由通告的改变	245
8.2.4 对各种 IPv6 节点的要求	246
8.2.5 通信对端节点运行	248

8.2.5.1 处理移动性首部	248
8.2.5.2 分组处理	248
8.2.5.3 迂回可路由性过程	251
8.2.5.4 处理绑定	252
8.2.5.5 缓存替换策略	253
8.2.6 家乡代理节点运行	253
8.2.7 移动节点运行	254
8.2.7.1 分组处理	255
8.2.7.2 家乡代理地址发现机制	256
8.2.7.3 移动性支持	258
8.2.8 MIPv6 与 IPv4 和移动 IPv4 (MIP) 的关系	259
参考文献	260
第 9 章 基于低功耗无线个域网的 IPv6 技术 (6LoWPAN)	261
9.1 背景/引言	261
9.2 6LoWPAN 的目标	263
9.3 基于 IEEE 802.15.4 传输 IPv6 分组	265
参考文献	268
附录 英文缩略语	269

第 1 章 物联网概述

1.1 概述

随着可直接接入互联网的设备日益增多，一种新型普适计算模式诞生了。最近四十年来，互联网的部署与应用发展迅猛，从一个拥有几百台主机（Advanced Research Project Agency Network, ARPA 网络，互联网的前身）的网络发展成连接无数实体网络的平台。最初，互联网是通过专门研发的网关连接主机和认证终端。就在最近，互联网已经实现各种服务器和各种用户之间的连接，用户可以获取各种信息，享受各种应用服务。目前，互联网借助社交媒体，把各种各样的人有效地连接在一起，同时实现了人和虚拟社区的连接。互联网的这种发展态势还将继续，它将稳步发展成为一种包罗万象的普适计算与通信的新型基础设施结构。未来的互联网将实现已安装（或将要安装）嵌入式无线（有线）接入设备的各种物体之间的连接，可以对各种数据收集、数据分析、决策制定以及远程遥控（传动、驱动）系统实施控制。物联网中的“物”包括（但不局限于）各种机器、家用电器、车辆、人类、宠（动）物及其栖息地和企业公司等。万物间的交互通过无数网络来实现，比如功能、形式、大小各异的计算机网络、iPad、智能手机、监控节点、传感器、电子标签以及各种应用服务器主机等设备。

这种新型模式旨在以互联网为基础，构建以实现物理世界万事万物智能互联为中心的物联网。在物联网中，广泛部署的各种设备和物体都将安装嵌入式设备（或处理器），并按照一定的通信机制（通常是无线连接）实现接入。物联网将缩小物质世界万物与其在信息系统中的逻辑表示之间的距离。物联网倡导者们把它称作“下一代互联网络（Next Generation Network, NGN）”。因此，物联网是一种新型的互联网应用，其中物体的任何信息凭借互联网这一基础设施都可以实现全球共享。当然，除了互联网，也可以运用私有局域网、广域网等互联数据网络。物联网具有两个属性：其一，物联网是互联网的拓展应用；其二，物联网处理物体的信息（物联网域中的物体之间可进行信息交换与通信）。大约十年前，美国麻省理工学院的凯文·艾什顿教授首次提出“物联网”这一概念^①。“物联网”中的“物”

① 类似的说法还有：普适计算、泛在智能、感知计算、物体联网等。虽说法不一，但所指一样。通常，业内人士在解释术语时，会给某一概念贴上某一标签。例如，20 世纪 60 年代末，有人说“分时计算（time-sharing）”，到了 80 年代，有人说“效用计算（utility computing）”，而 90 年代，人们用“网格计算（grid computing）”，进入 21 世纪初期流行“云计算”。事实上，只是给同一个概念冠以不同的名称。

通常是指物体、设备、终端节点、远程传感器等。

一般来说，物联网凭借传感器、标签等廉价的信息收集及分发设备，可实现万物之间、任何人和物体之间随时随地地快速交互。执行器也是物联网的一部分。我们也可以这样描述物联网：能实现人对机器（Human-to-Machine, H2M）、机器对机器^①无缝持续通信的下一代信息网络。物联网首先是要实现万物之间的连接；其次，赋予万物以独特的遥测能力；然后，为万物配置基于网络的接口（特别是需要人类接入时）；最后，实现万物驱动（如启动某一功能或某些功能）。其中的物体可以是静止的（比如家用电器），也可以是供应链上（端对端，或者中间的仓库）的货车、物流包装（甚至是包装箱子内部的物品）。

在物联网的基础感知层，通常要将物体进行 UID 和（或）EPC 编码，然后将物体相关信息储存于 RFID 电子标签，并使用 RFID 读写器通过非接触读取的方式上传物体信息。事实上，美国国防部已经要求其供应商使用 UID 和 RFID，以实现全球供应链的现代化。沃尔玛自 2006 年 1 月 1 日起已开始要求其供应商使用 RFID 和 EPC。此后，其他一些商家也相继效仿。在物联网领域，集成微处理器和存储器的智能卡将扮演极其重要的角色。

在物联网的网络层，嵌入式智能（微处理器）和嵌入式主动无线设备搜集大量数据，并有可能具备网络控制功能。在人体医学传感器（支撑体域网）、家用电器、电源管理以及公司管控等领域都有相应的应用。

物联网应用层的传感器更加精密，其中一部分传感器接入分布式无线传感网络。该网络不仅可以收集、处理、传输大量的环境数据（诸如气温、大气和环境中化学物质的含量，甚至不同地理位置周边的高分辨率视频图像），有选择性地对一些或者所有的数据进行预处理，同时还能将上述所有信息传输至中心（或分布式/虚拟）网站进行进一步的处理。物联网中的物体可以分布在不同的城市、区域或大型配电网中等地方。物联网中的“物体”还涉及个域网（Personal Area Network, PAN）、车载网（Vehicular Network, VN），以及时滞容错网络（Delay Tolerant Network, DTN）。

许多人认为物联网就是互联网或者/及其互联网服务的全面拓展，它可以建立并支撑万物（及其内在的基础信息）与作为网络中心节点的数据收集和管理中心（也可以是分布式的数据收集和管理云）之间的链接^{[2][3]}。物联网的运行伴随着实时的信息处理以及普适计算。物联网也被看作是一种全球网络，它综合运用数据捕获技术和通信网络，将物理实体与虚拟物体连接在一起。有鉴于此，物联网是基于互联网范围、网络延伸以及互联网体系架构的拓展。它涵盖物理世界的万事万物，为终端用户提供智能服务，并能提供更为强大的数据传输功能。也有人把物联网看作是一种环境智能网，也就是说，物联网可以使环境变得智能，具有环境友好和环境感知能

① 有人（比如 3GPP：第三代合作伙伴计划）也使用 MTC（机器类通信）描述机器-机器系统。

力,可对人类的各种需求做出反应。在物联网世界里,计算、网络技术与人类如影随形、无处不在:世间万物以及互联智能设备无缝交互,构建了一种新型智能环境^[4]。

物联网有效消除了地理空间与虚拟空间的时空距离,构建了一种新型人类—环境(人类—机器)关系。物联网倡导者们把这种新型关系称作“智能地理空间”。物联网将促进人类与环境的融合。智能环境涵盖若干传感器和执行器网络,可辐射到家庭、办公室、建筑大楼以及民用设施;并以此为基础,为实现智能城市、智能交通、智能电网等提供大型端对端服务。最近,IEEE 计算机协会称,“物联网有望成为自万维网问世之后最具颠覆性的技术。据预测到2020年,将有高达一千亿可独立识别的物体与互联网连接,然而人类对于物联网基础技术的了解与物联网本身的发展尚存在一定的差距。这对研究人员来说将是一个巨大的挑战。此外,物联网还将在技术、社会经济、政治甚至意识形态领域产生深远的影响^[5]”。

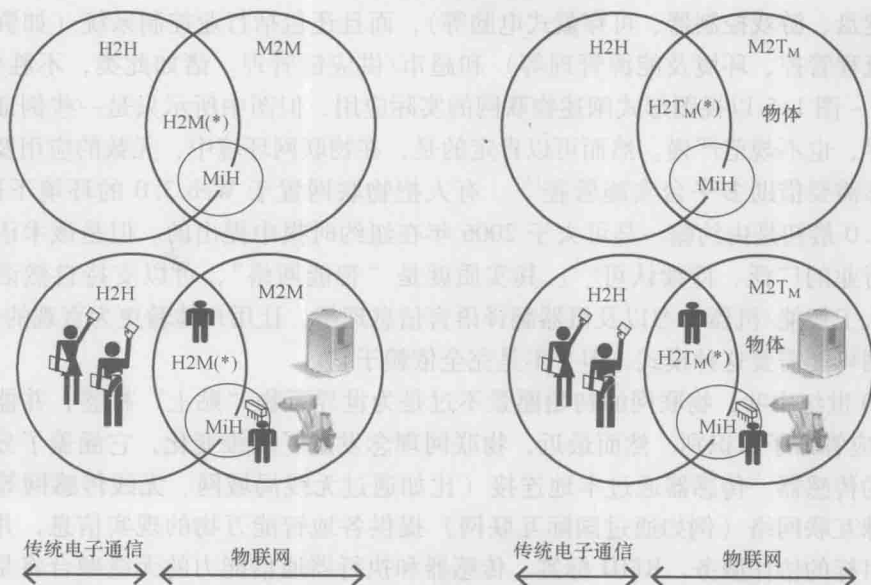
图1-1显示了物联网应用领域中交互空间的逻辑分区,分别阐释了人对人(Human-to-Human, H2H)通信、机器对机器(M2M)通信、对机器(Human-to-Machine, H2M)通信以及体内设备(Machine-in-Human, MiH)通信(MiH通信设备包括体内嵌入式芯片、医疗监控探头、GPS 手镯等)。物联网的核心就是

左上:人与机器交互空间划分

右上:目标机器嵌入“物体”

左下:交互空间视图

右下:嵌入式机器视图



H2H: 人对人

H2M: 人对机器=H2T_M: 人对嵌入式微处理器/机器

M2M: 机器对机器=M2T_M: 机器对嵌入式微处理器/机器

MiH: 体内设备(如医疗传感器、动物/宠物嵌入式芯片)

(*)五十多年来,人类一直与计算机通信,而这里的“机器”是指物体内的嵌入式微处理器,并不是传统意义上的计算机。

图1-1 H2H、H2M与M2M环境