

高等学校电子信息类教材

物联网应用与 解决方案

Internet of Things:
Applications and Solutions

© 张飞舟 杨东凯 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

内 容 简 介

本书在介绍物联网的体系框架、核心技术和系统管理的基础上,全面阐述了物联网技术在各行业的应用,并将物流、交通、民航、邮政、票务票证、防伪、医疗等作为典型应用案例进行了分析总结,重点论述了物联网在智能物流、智能电网和智能交通领域的应用与解决方案。全书共8章,内容丰富,取材新颖,结构严谨,图文并茂,具有创新性、前瞻性和应用性等鲜明特色。

本书可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,也可供物联网工程、传感网、计算机、电子信息、通信、自动化等专业的技术人员和管理人员参考使用或作为职业培训用书。

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

物联网应用与解决方案/张飞舟,杨东凯编著. —北京:电子工业出版社,2012.9

高等学校电子信息类教材

ISBN 978-7-121-18068-2

I. ①物… II. ①张… ②杨… 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201369号

责任编辑:张来盛(zhangls@phei.com.cn) 特约编辑:王沈平

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 20.5 字数: 520 千字

印 次: 2012年9月第1次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 39.00 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

在通信、互联网、射频识别等新技术的推动下，“物联网”（Internet of Things）概念正日渐清晰。互联网时代，人与人之间的距离变小了；而继互联网之后的物联网时代，则是物与物之间的距离变小了。物联网是通过各种感知设备和互联网，连接物体与物体的，全自动、智能化采集、传输与处理信息的，实现随时随地和科学管理的一种新型网络，主要解决物品到物品（Thing to Thing, T2T），人到物品（Human to Thing, H2T），人到人（Human to Human, H2H）之间的互连，具有“网络化”、“物联化”、“互联化”、“自动化”、“感知化”、“智能化”的基本特征。互联网改变了人们的世界观，而物联网的出现将再次强烈改变人们对世界的认识。作为一门新兴的交叉学科，物联网所涉及的传统技术领域很多，既包括电子工程、通信工程、计算机工程，也包括自动控制、精密机械、导航定位，甚至包括交通运输工程、供应链及物流等内容。但是，就某一种特殊的应用而言，还可能涉及上述所有的技术领域。

2010年6月电子工业出版社出版了编著者所编写的《物联网技术导论》一书，较为全面地介绍了当今流行的“物联网”起源及所涉及的相关技术，已被国内多所高校选为物联网专业的教材或参考书，也有多家单位用于指导项目管理、决策及研究开发工作，在普及物联网基础知识方面发挥了很好的作用。值得一提的是，随着物联网概念的深入，研究人员关注度的提高和应用领域的拓展将大大促进和推动我国物联网的发展，并使其在国民经济发展中发挥作用。随着时间的推移，物联网的作用要真正发挥，则还要拓展其应用领域。为了更好地宣传普及物联网的应用，扩大物联网的应用范围，让广大读者全面了解在具体的行业如何应用物联网提高工作效率和服务性能，编著者编写了这本《物联网应用与解决方案》，作为前一本书的姊妹篇。

2012年2月14日，国家工信部公布的《物联网“十二五”发展规划》明确提出，应用示范及推广是我国“十二五”期间重点发展的四大领域之一，在《物联网技术导论》一书中也已经提到，物联网的应用已经崭露头角，开始逐步渗透到人们的日常生活中。同时，国民经济中的交通、电力、医疗、物流等行业已经具备了物联网的雏形。“十二五”期间，我国政府部门、研究机构、高等院校及相关企业纷纷推出自己的物联网规划，通过各种形式在物联网所涉及的基础理论、工程技术、产品开发和应用模式等领域展开深入的研究。特别是在物联网的应用推广方面，公共安全、民用航空、陆路交通、环境监测、现代农业、智能电网等行业已经得到了初步的规模化应用，部分产品已打入国际市场。例如，智能交通中的磁敏传感节点已布设在美国旧金山的公路上，周界防入侵系统已处于国际领先水平，智能家居、智能医疗等面向个人用户的应用也已初步展开。物联网应用将在未来数年内呈现蓬勃发展的局面。

本书正是在前一本书的基础上,紧紧围绕物联网应用相关的基础性问题,如应用框架、核心技术、系统管理、应用示范等方面进行阐述,重点就物联网在现代物流、智能交通和智能电网等方面的应用和解决方案展开论述,并将医疗应用、邮政应用、票务票证、防伪、民航等作为典型应用案例进行详细介绍和总结。全书分为 8 章,具体内容包括:绪论,体系框架及公共技术,核心技术与安全,系统管理,应用分析,智能物流、智能电网及智能交通应用案例与解决方案。需要指出的是,书中介绍应用时所涉及的部分技术基础内容,如射频识别、电子产品编码、域名解析、电子信息交换等,可以在《物联网技术导论》一书中进行查阅。

在撰写过程中,本书参考或引用了诸多已经在实施的工程项目解决方案,其中大多数已在书中注明了出处,但难免有所遗漏。在此,向有关作者和专家表示感谢,并对未能注明出处的资料的原作者表示歉意。

本书主要由张飞舟、杨东凯主笔编写,参加部分编写工作的还有肖文军、赵利军、耿嘉洲、程鹏、范诗玥、刘相锋和杨泽民。在编写过程中,中国科学院遥感应用研究所陈良富、张立福研究员就本书的组织结构和技术内容提出了许多宝贵意见,在此特向他们表示诚挚的谢意。

由于编著者水平有限,书中错误和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

联系方式: zhangfz@pku.edu.cn。

编著者
2012 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 物联网概述	(1)
1.1.1 物联网的概念与内涵	(1)
1.1.2 物联网的本质特征	(2)
1.1.3 物联网国外发展概况	(4)
1.1.4 物联网国内发展概况	(7)
1.2 物联网应用发展模式	(9)
1.2.1 物联网应用分类	(9)
1.2.2 物联网应用服务类型	(10)
1.2.3 物联网产业发展模式	(11)
1.2.4 物联网的产业链与产业结构	(12)
1.2.5 国外物联网产业链的发展	(14)
1.2.6 我国物联网的优先发展领域	(15)
1.3 物联网应用框架模型	(15)
1.3.1 物联网应用特点	(15)
1.3.2 物联网应用模式	(16)
1.4 我国物联网的规划与建设	(19)
1.4.1 国家物联网建设的必要性	(19)
1.4.2 实施国家物联网的战略规划	(20)
1.5 我国物联网的建设目标与建设策略	(21)
1.5.1 我国物联网的建设目标与基本架构	(21)
1.5.2 我国物联网代码解析系统的建设策略	(22)
1.5.3 我国物联网的发展途径和建设进程	(23)
讨论与思考题	(23)
参考文献	(24)
第 2 章 物联网体系框架与公共技术	(25)
2.1 物联网的结构组成与工作原理	(25)
2.1.1 物联网硬件平台构成	(25)
2.1.2 物联网软件平台构成	(26)
2.1.3 物联网工作原理	(28)
2.2 物联网体系结构	(29)
2.2.1 物联网自主体系结构	(30)
2.2.2 物联网 EPC 体系结构	(31)

2.2.3	物联网 UID 体系结构	(32)
2.2.4	物联网体系结构的特点	(33)
2.2.5	物联网体系结构的原则和层次	(34)
2.2.6	物联网结点与互联类型	(36)
2.3	物联网公共技术	(38)
2.3.1	编码技术	(38)
2.3.2	标识技术	(42)
2.3.3	解析技术	(44)
2.3.4	信息服务	(50)
2.3.5	安全技术	(54)
2.3.6	中间件技术	(57)
2.3.7	物联网感知技术	(61)
	讨论与思考题	(67)
	参考文献	(67)
第 3 章	物联网核心技术与安全	(71)
3.1	物联网关键技术	(71)
3.1.1	RFID 技术	(71)
3.1.2	WSN 技术	(80)
3.1.3	4G 技术	(91)
3.1.4	UWB 技术	(94)
3.1.5	智能技术	(97)
3.2	物联网相关技术	(99)
3.2.1	ZigBee 技术	(99)
3.2.2	IPv6 技术	(106)
3.2.3	M2M 技术	(110)
3.2.4	云计算技术	(112)
3.3	物联网安全概述	(117)
3.3.1	物联网安全问题	(117)
3.3.2	物联网安全的特点	(118)
3.3.3	物联网安全架构	(119)
3.3.4	物联网安全模型	(120)
3.4	物联网安全关键技术	(121)
3.4.1	安全需求与密钥管理机制	(121)
3.4.2	数据处理与隐私性	(123)
3.4.3	安全路由协议	(124)
3.4.4	认证与访问控制	(125)
3.4.5	入侵检测与容侵容错技术	(127)
3.4.6	决策与控制安全	(128)
	讨论与思考题	(129)

参考文献	(129)
第 4 章 物联网系统管理	(132)
4.1 物联网业务管理模式	(132)
4.1.1 物联网集中式管理架构	(132)
4.1.2 国家物联网管理中心	(134)
4.1.3 行业物联网管理中心和专用物联网管理中心	(135)
4.1.4 大区分布式物联网管理	(138)
4.1.5 本地物联网管理中心	(141)
4.1.6 物联网底层管理系统	(141)
4.2 物联网网络管理	(142)
4.2.1 物联网前端 RFID 网络管理	(142)
4.2.2 物联网后台网络管理	(145)
4.3 物联网网络管理的内容、模型与协议	(152)
4.3.1 物联网网络管理的内容	(152)
4.3.2 物联网网络管理模型	(153)
4.3.3 物联网网络管理协议	(155)
讨论与思考题	(157)
参考文献	(158)
第 5 章 物联网应用分析	(160)
5.1 物联网应用领域与应用前景展望	(160)
5.1.1 物联网主要应用领域	(160)
5.1.2 物联网应用前景展望	(176)
5.2 物流领域的应用	(178)
5.2.1 概述	(178)
5.2.2 医药物流领域的应用	(182)
5.3 交通领域的应用	(183)
5.3.1 概述	(183)
5.3.2 高速公路 ETC 系统	(185)
5.3.3 高速公路路径识别	(186)
5.3.4 铁路行业的 RFID 应用	(187)
5.3.5 RFID 小区停车场管理	(188)
5.4 民航领域的应用	(191)
5.4.1 传感器感知应用	(191)
5.4.2 RFID 感知应用	(193)
5.5 邮政领域的应用	(194)
5.5.1 需求分析与国家政策	(194)
5.5.2 电子票证业务模式	(195)
5.5.3 应用发展趋势	(196)
5.6 票证、票务领域的应用	(197)

5.6.1	概述	(197)
5.6.2	大型活动电子门票系统	(197)
5.6.3	电子火车票系统	(198)
5.6.4	票证技术国内发展现状	(199)
5.6.5	电子证件典型方案	(200)
5.6.6	电子证件应用实例	(201)
5.6.7	应用前景	(203)
5.7	防伪等领域的应用	(203)
5.7.1	商品防伪	(203)
5.7.2	食品溯源和医疗安全	(204)
	讨论与思考题	(206)
	参考文献	(206)
第 6 章	智能物流应用与解决方案	(209)
6.1	物联网在物流领域中的应用	(209)
6.1.1	概述	(209)
6.1.2	基于物联网的物流信息增值服务	(211)
6.1.3	基于 RFID 电子标签的物联网物流管理系统	(213)
6.2	RFID 在制造业物流系统中的应用	(215)
6.2.1	概述	(215)
6.2.2	RFID-MTS 的基本功能与主要内容	(215)
6.2.3	RFID-MTS 的基本特点与环境要求	(217)
6.2.4	RFID-MTS 实施效益分析	(217)
6.3	物联网在煤炭运输物流系统中的应用	(218)
6.4	RFID 技术在图书馆领域中的应用	(221)
6.4.1	概述	(221)
6.4.2	RFID 图书馆系统组成与工作流程	(223)
6.4.3	RFID 图书馆的基本功能	(225)
6.4.4	RFID 图书馆面临的挑战与问题	(228)
6.4.5	智能图书馆的未来展望	(230)
6.5	物联网在供应链物流管理中的应用	(231)
6.5.1	供应链环节分析	(231)
6.5.2	供应链管理系统设计	(234)
6.5.3	供应链中的入库管理	(236)
6.6	RFID 在监狱管理中的应用	(239)
6.6.1	概述	(239)
6.6.2	RFID 监狱管理系统的设计	(240)
6.7	物联网在智能物流领域应用的发展趋势	(242)
	讨论与思考题	(243)
	参考文献	(243)

第 7 章 智能电网应用与解决方案	(245)
7.1 概述	(245)
7.1.1 智能电网	(245)
7.1.2 物联网与智能电网的关系	(246)
7.1.3 我国智能电网的建设	(248)
7.2 物联网在智能电网中的应用	(249)
7.2.1 发电环节监控	(249)
7.2.2 输配电环节巡检	(251)
7.2.3 电力系统管理	(252)
7.2.4 AMI 互动	(253)
7.2.5 智能用电	(254)
7.2.6 电动汽车管理	(256)
7.2.7 智能调度	(256)
7.3 物联网在智能电网输变电设备管理中的应用	(257)
7.3.1 面向智能电网的物联网体系结构	(257)
7.3.2 输变电设备状态监测	(258)
7.3.3 输变电设备全生命周期管理	(262)
7.3.4 物联网在输变电设备管理中应用的进一步研究	(263)
7.4 面向智能电网的物联网信息聚合技术	(264)
7.4.1 面向智能电网应用的物联网网络结构	(264)
7.4.2 面向智能电网的物联网信息聚合技术	(265)
7.4.3 智能电网系统中的信息聚合解决方案	(268)
7.5 小结	(271)
讨论与思考题	(272)
参考文献	(272)
第 8 章 智能交通应用与解决方案	(275)
8.1 物联网在智能交通系统中的应用	(275)
8.1.1 概述	(275)
8.1.2 智能交通物联网整体架构	(278)
8.1.3 基于物联网架构的智能交通体系框架	(279)
8.1.4 交通信号实时采集系统	(280)
8.1.5 交通诱导系统	(282)
8.2 物联网环境下的交通控制系统	(283)
8.2.1 交通信号控制系统	(283)
8.2.2 物联网交通控制系统的结构框架和层次结构	(285)
8.2.3 城市智能交通控制系统	(286)
8.2.4 基于 RFID 的交通流量检测技术	(288)
8.2.5 基于嵌入式技术的信号控制器	(289)

8.2.6 交通信号的模糊控制.....	(289)
8.3 物联网环境下的交通应急策略.....	(290)
8.3.1 物联网环境下的交通信息传播.....	(290)
8.3.2 物联网环境下的交通事故应急策略.....	(291)
8.4 公交车辆智能调度系统.....	(292)
8.4.1 系统的总体框架.....	(292)
8.4.2 系统的基本构成.....	(293)
8.4.3 技术路线与实现功能.....	(294)
8.4.4 调度机理与信息流程.....	(295)
8.4.5 系统的逻辑结构与物理结构.....	(297)
8.5 公交车辆动态调度解决方案.....	(298)
8.5.1 动态调度策略.....	(298)
8.5.2 动态调度方法.....	(298)
8.5.3 动态调度方法的应用.....	(300)
8.5.4 公交系统服务质量的评估.....	(302)
讨论与思考题.....	(303)
参考文献.....	(303)
附录 物联网“十二五”发展规划.....	(306)

第1章 绪 论

1.1 物联网概述

目前在通信、互联网、射频识别等新技术的推动下，一种能够实现人与人、人与机器、人与物乃至物与物之间直接沟通的全新网络构架——“物联网”（Internet of Things, IOT）正日渐清晰。互联网时代，人与人之间的距离变小了；而继互联网之后的物联网时代，则是物与物之间的距离变小了。互联网改变了人们的世界观，而物联网的出现将再次强烈变革人们对世界的认识。

1.1.1 物联网的概念与内涵

物联网作为新兴的物品信息网络，其应用领域很多，其中之一是为实现供应链中物品自动化的跟踪和追溯提供了基础平台。物联网可以在全球范围内对每个物品实施跟踪监控，从根本上提高对物品产生、配送、仓储、销售等环节的监控水平，成为继条码技术之后，再次变革商品零售、物流配送及物品跟踪管理模式的一项新技术。从根本上改变供应链流程和管理手段，对于实现高效的物流管理和商业运作具有重要的意义；对物品相关历史信息分析，有助于对库存管理、销售计划以及生产控制的有效决策。通过分布于世界各地的销售商可以实时获取其商品的销售和使用情况，生产商则可及时调整其生产量和供应量。由此，所有商品的生产、仓储、采购、运输、销售和消费的全过程将发生根本性的变化，全球供应链的性能将获得极大的提高。

1. 物联网的概念

物联网的概念可从广义和狭义两个方面来理解。广义来讲，物联网是一个未来发展的愿景，等同于“未来的互联网”或者“泛在网络”，能够实现人在任何时间、地点，使用任何网络与任何人和物的信息交换，以及物与物之间的信息交换；狭义来讲，物联网是物品之间通过传感器连接起来的局域网，不论接入互联网与否，都属于物联网的范畴。

虽然目前对物联网还没有一个统一的标准定义，但从物联网本质上看，它是现代信息技术发展到一定阶段以后出现的一种聚合性应用与技术提升。国内通常认为物联网是通过无线射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网通过各种感知技术、现代网络技术、人工智能技术和自动化技术的聚合与集成应用，使人与物智慧对话，以创造一个智慧的世界。

2. 物联网的内涵

物联网的内涵主要体现在以下三个方面：

- (1) 互联特征：对需要联网的物一定要能够实现互联互通的互联网络；
- (2) 识别与通信特征：纳入物联网的“物”一定要具备自动识别与物物通信的功能；
- (3) 智能化特征：网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

物联网的关键不在“物”，而在“网”。实际上，早在物联网这个概念被正式提出之前，网络就已经将触角伸到了“物”的层面，如交通警察通过摄像头对车辆进行监控，通过雷达对行驶中的车辆进行车速的测量等。然而，这些都是互联网范畴之内的一些具体应用。此外，人们在多年前就已经实现了对物的局域性联网处理，如自动化生产线等。物联网实际上指的是在网络的范围之内，可以实现人对人、人对物以及物对物的互联互通，在方式上可以是点对点，也可以是点对面或面对点，它们经由互联网，通过适当的平台，可以获取相应的资讯或指令，或者是传递出相应的资讯或指令。例如通过搜索引擎来获取资讯或指令。当某一数字化的物体需要补充电能时，它可以通过网络搜索到自己的供应商，并发出需求信号；当收到供应商的回应时，能够从中寻找一个优选方案来满足自我需求。而这个供应商，既可以由人控制，也可以由物控制。这样的情形类似于人们现在利用搜索引擎进行查询，得到结果后再进行处理一样。具备了数据处理能力的传感器，可以根据当前的状况做出判断，从而发出供给或需求信号。而在网络上对这些信号的处理，成为物联网的关键所在。仅仅将物连接到网络，远远不能发挥它的威力。网的意义不仅是连接，更重要的是交互，以及通过互动衍生出来的种种可利用的特性。

1.1.2 物联网的本质特征

物联网是通过各种感知设备、传感器网、互联网以及 M2M(Man to Man; Man to Mashine; Mashine to Mashine) 网络连接物体与物体的，全自动、智能化采集、传输与处理信息的，实现随时随地和科学管理的一种新型网络。物联网主要解决物品到物品(Thing to Thing, T2T)、人到物品(Human to Thing, H2T)以及人到到(Human to Human, H2H)之间的互连。其中，H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接，H2H 是指人之间不依赖于个人电脑而进行的互连。物联网具有与互联网类同的资源寻址需求，以确保其中联网物品的相关信息能够被高效、准确和安全地寻址、定位以及查询，其用户端是对互联网的延伸和扩展，即任何物品和物品之间可以通过物联网进行信息交换和通信。

1. 物联网的基本特征

物联网的基本特征就是网络化、物联化、互联化、自动化、感知化、智能化等。

(1) 网络化。网络化是物联网的基础。无论是 T2T、H2T 和 H2H 专网，还是无线、有线传输信息，要感知物体，都必须形成网络状态；不管是什么形态的网络，最终都必须与互联网相连接，这样才能形成真正意义上的物联网(泛在性的)。目前的所谓物联网，从网络形态来看，多数是专网、局域网，只能算是物联网的雏形。

(2) 物联化。人物相联、物物相联是物联网的基本要求之一。电脑和电脑连接成互联网，可以帮助人与人之间交流；而“物联网”，就是在物体上安装传感器、植入微型感应芯片，然后借助无线或有线网络，让人们和物体“对话”，让物体和物体之间进行“交流”。可以说，互联网完成了人与人之间的远程交流，而物联网则完成人与物、物与物之间的即时交流，进而实现由虚拟网络世界向现实世界的连接映射。

(3) 互联化。物联网是一个多种网络以及多种接入和应用技术的集成，也是一个让人与自然界、人与物、物与物进行交流的平台，因此，在一定的协议关系下，实行多种网络融合，分布式与协同式并存，是物联网的显著特征。与互联网相比，物联网具有很强的开放性，具备随时接纳新器件、提供新服务的能力，即自组织、自适应能力。

(4) 自动化。物联网具有典型的自动化特征，通过数字传感设备自动采集数据；根据事先设定的运算逻辑，利用软件自动处理采集到的信息，一般不需要人为干预；按照设定的逻辑条件，如时间、地点、压力、温度、湿度和光照等，可以在系统的各个设备之间，自动地进行数据交换或通信；对物体的监控和管理实现自动的指令执行。

(5) 感知化。物联网离不开传感设备。射频识别装置(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，就像视觉、听觉和嗅觉器官对于人的重要性一样，是物联网不可或缺的关键元器件。

(6) 智能化。所谓“智能”是指个体对客观事物进行合理分析、判断及有目的地行动和有效地处理周围环境事宜的综合能力。物联网的产生是微处理技术、传感器技术、计算机网络技术和无线通信技术不断发展融合的结果，从其“自动化”、“感知化”的要求来看，它已能代表人、代替人“对客观事物进行合理分析、判断及有目的地行动和有效地处理周围环境事宜”，智能化是其综合能力的表现。

与此同时，物联网的精髓不仅是对物实现连接和操控，它还通过技术手段的扩张，赋予网络新的含义，实现人与物、物与物之间的相融与互动，甚至是交流与沟通。作为互联网的扩展，物联网具有互联网的特性，但也具有互联网当前所不具有的特征。物联网不仅能够实现由人找物，而且能够实现以物找人，并且能对人的规范性回复进行识别。

2. 物联网的重要特征

合作性与开放性、长尾理论的适用性，是互联网在应用中的重要特征，引发了互联网经济的蓬勃发展。对物联网来说，通过人物一体化，就能够在性能上对人和物的能力都进行进一步的扩展，犹如一把宝剑能够极大地增加人类的攻击能力与防御能力一样；在网络上可以增加人与人之间的接触，以从中获得更多的商机，如同通信工具的出现可以增加人类之间的交流与互动，而伴随着这些交流与互动的增加，产生出了更多的商业机会；在人物交汇处可建立新的结点平台，使得长尾在结点处显示最高的效用，如在互联网时代，各式各样的大型网站汇集了大量的人气，从而形成了一个结点的网络，通过对这些结点的利用，使得长尾理论的效应得到大幅提高，如亚马逊作为一个结点在图书销售中所起到的作用一样。

合作性与开放性不仅仅是指物与物之间，而且也可发生在人与物之间。互联网之所以能有现在的繁荣，是与它的合作性与开放性这两大特征分不开的。开放性使得众多人通过

互联网实现了自己的梦想，可以说没有开放性所带来的创新激励机制，就不可能有互联网今天的多姿多彩；合作性使得互联网的效用得到了倍增，使得其运作更加符合经济原则，从而带给它竞争上的先天优势，没有合作性，互联网就不可能大面积地取代传统行业成为主流。物联实现之后，不仅能够产生新的需求，而且还能够产生新的供给，更可以让整个网络在理论上获得进一步的扩展和提高，从而创造更多的机会。正是由于这些特性，将使物联网在功能上得到更大的扩展，而并不仅仅局限于传感功能。

3. M2M 的概念

物联网是连接物品的网络，有些学者在讨论物联网时常常提到的 M2M 概念，可以解释为人到人（Man to Man）、人到机器（Man to Machine）和机器到机器（Machine to Machine）。实际上 M2M 所有的解释在现有的互联网中都可以实现。人到人之交互可以通过互联网进行，有时也可通过其他装置间接实现。例如，第三代移动电话，可以实现十分完美的人到人的交互。人到机器的交互一直是人体工程学和人机界面领域研究的主要课题，而机器与机器之间的交互已经由互联网提供了最为成功的方案。从本质上说，在人与机器、机器与机器的交互中，大部分是为了实现人与人之间的信息交互。互联网技术成功的动因在于：通过搜索和链接，提供了人与人之间异步进行信息交互的快捷方式。本书强调的物联网是指基于 RFID 的物联网，而传感网是指基于传感器的物联网。而对于物联网、传感网、广电网、互联网、电信网等网络相互融合形成的网络，则称为泛在网，即“无处不在，无所不包，无所不能”的网络。另外，在物联网研究中，也有人采用 M2M 概念，然而 M2M 仅是物联网的具体应用方式之一。因此，本书建议物联网采用国际电信联盟（International Telecommunications Union, ITU）定义的 T2T、H2T 和 H2H 的概念，以避免造成概念上的混乱。

1.1.3 物联网国外发展概况

目前，物联网的发展还处于初期阶段，发达国家希望利用传统优势巩固在物联网研发和应用方面的领先地位。第一，通过出台整体的国家战略，指引本国或地区物联网发展的总体方向，占领物联网发展的全球战略制高点。第二，通过国家投入引导性资金，吸引利益相关方参与，加强物联网相关的基础技术和应用技术的研发。第三，设立物联网应用的产业试点和区域试点，推动物联网在关键领域和社会民生领域的应用，提升社会总体福利，促进国家整体竞争力。第四，为保障物联网发展，创造安全可信的政策环境，优先解决安全隐私、物联网频率资源等问题。目前，美国、欧盟等发达国家和地区等都在深入研究和探索物联网，都经历了不同的物联网发展历程，具有不同的特征。

1. 美国：靠技术实力说话

1991 年，美国提出了普适计算的概念，它具有两个关键特性：一是随时随地访问信息的能力；二是不可见性。通过在物理环境中提供多个传感器、嵌入式设备，在用户不察觉的情况下进行计算和通信。美国国防部的研究机构资助了多个相关科研项目，美国国家标准与技术研究院也专门针对普适计算制定了详细的研究计划。虽然普适计算总体来说是一

种概念性和理论性的研究，但首次提出的感知、传送、交互的三层结构是物联网的雏形。美国 IBM 公司 2008 年提出了“智慧地球”，其本质是以一种更智慧的方法，利用新一代信息通信技术来改变政府、公司和人们相互交互的方式，以便提高交互的准确性、高效性和灵活性。2008 年 12 月，奥巴马向 IBM 咨询了智慧地球的有关细节，并共同就投资智能基础设施对于经济的促进效果进行了研究。结果显示，若在新一代宽带网络、智能电网和医疗 IT 系统的建设方面投入 300 亿美元，就可以产生 100 万个就业岗位，并衍生出众多新型现代服务业态，从而帮助美国建立长期竞争优势。因此，在 2009 年 2 月 17 日奥巴马签署生效的《2009 年美国恢复和再投资法案》（即美国的经济刺激计划）中提出，要在智能电网领域投资 110 亿美元，在卫生医疗信息技术应用领域投资 190 亿美元。

2008 年以来，美国运营商以网络和服务为基础，结合新兴科技公司和系统集成企业，共同开发针对垂直行业的应用，推广 M2M 业务。综合美国的物联网发展历程来看，并没有一个国家层面的物联网战略规划，但凭借其在芯片、软件、互联网、高端应用集成等领域的技术优势，通过龙头企业和基础性行业的物联网应用，已逐渐打造出一个实力较强的物联网产业，并通过政府和企业的一系列战略布局，不断扩展和提升产业的国际竞争力。

2. 欧盟：完善的物联网战略规划

欧盟认为，物联网的发展应用将为解决现代社会问题做出极大贡献，因此非常重视物联网的战略规划。1999 年，欧盟在里斯本推出了“e-Europe”全民信息社会计划。“i-Europe 2010”作为里斯本会议后的首项重大举措，旨在提高经济竞争力，并使欧盟民众的生活质量得到提高，减少社会问题，帮助民众建立对未来泛在社会的信任感。2009 年 6 月 18 日，欧盟委员会向欧盟议会、理事会、欧洲经济和社会委员会及地区委员会递交了《欧盟物联网行动计划》（Internet of Things-An action plan for Europe），提出了包括监管、隐私保护、芯片、基础设施保护、标准修改和技术研发等在内的 14 项框架内容，主要有管理、隐私及数据保护、“芯片沉默”的权利、潜在危险、关键资源、标准化、研究、公私合作、创新、管理机制、国际对话、环境问题、统计数据 and 进展监督等一系列工作。这项框架内容对物联网的未来发展以及重点研究领域给出了明确的路线图，确保欧洲在建构物联网过程中起主导作用。2009 年 10 月，欧盟委员会以政策文件的形式对外发布了物联网战略，提出要让欧洲在基于互联网的智能基础设施发展上领先全球，除通过 ICT 研发计划投资 4 亿欧元，启动 90 多个研发项目以提高网络智能化水平外，欧盟委员会还将于 2011 年至 2013 年间每年新增 2 亿欧元，进一步加强研发力度，同时拿出 3 亿欧元专款，专门支持与物联网相关的公私合作短期项目建设。

欧盟认为，物联网具有三个特性：① 物联网不是互联网的简单延伸，物联网是建立在特有的基础设施之上的一系列新的独立系统，其中包括已有的互联网；② 物联网将与新的业务共生；③ 物联网包括物与人通信、物与物通信的不同通信模式。总之，物联网可以提高人们的生活质量，产生新的更好的就业机会、商业机会，促进产业发展，提升经济的竞争力。

欧盟还通过重大项目支撑物联网的发展。在物联网应用方面，欧洲 M2M 市场已经比较成熟，发展均衡。通过移动定位系统、移动网络、网关服务、数据安全保障技术和短信平

台技术等的支持，欧洲主流运营商已经实现了安全监测、自动抄表、自动售货机、公共交通系统、车辆管理、工业流程自动化和城市信息化等领域的物联网应用。欧盟各国的物联网，在电力、交通以及物流领域已经具有了一定规模的应用。

欧洲智能系统集成技术平台（EPoSS）在《Internet of Things in 2020》报告中分析预测，未来物联网的发展将经历四个阶段：2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域；2011 年至 2015 年进入物体互联；2015 年至 2020 年物体进入半智能化；2020 年之后物体进入全智能化。就目前而言，许多物联网相关技术仍处于开发测试阶段，距离不同系统之间的融合以及物与物之间的普遍链接的远期目标还存在一定差距。

3. 日韩：泛在网战略和应用结合

日本是较早启动物联网应用的国家之一。日本重视政策引导以及与企业的结合，对近期可实现和有较大市场需求的应用给予政策上的支持，对于远期规划应用则以国家示范项目的形式通过资金和政策上的支持吸引企业参与技术研发和应用推广。从 1997 年开始，日本政府出台了一系列促进信息化建设的产业政策。1999 年日本制定了 E-Japan 战略，大力发展信息化业务。2004 年日本政府在 E-Japan 战略的基础上，提出了 U-Japan 战略，成为最早采用“无所不在”一词描述信息化战略并构建泛在信息社会的国家。U-Japan 的战略目标是实现无论何时、何地、何事、何人都可受益于信息通信技术（ICT）的社会。

2009 年金融危机后，日本政府希望通过一系列 ICT 创新计划，实现短期内的经济复苏以及中长期经济可持续增长的目标。作为 U-Japan 战略的后续战略，2009 年 7 月，日本 IT 战略本部发表了“I-Japan 战略 2015”，其目标是“实现以国民为主角的数字安全、活力社会”。I-Japan 战略中提出的重点发展的物联网业务包括：通过对汽车远程控制、车与车的通信以及车与路边的通信来增强交通安全性的下一代 ITS（智能交通系统）应用；老年与儿童监视、环境监测传感器组网、远程医疗、远程教学、远程办公等智能城镇项目；环境的监测和管理，控制碳排放量。通过一系列的物联网战略部署，日本针对国内特点，有重点地发展了灾害防护、移动支付等物联网业务。日本的电信运营企业也在进行物联网方面的业务创新。NTTDoCoMo 通过 GSM/GPRS/3G 网络平台，推出了智能家居、医疗监测、移动 POS 等业务。KDDI 与丰田和五十铃等汽车厂商合作，推出了车辆应急响应系统。

2004 年，韩国提出了为期 10 年的 U-Korea 战略，目标是“在全球领先的泛在基础设施上，将韩国建设成全球第一个泛在社会”，即在民众的生活环境里布建智能型网络（如 IPv6、BcN、USN）。通过最新技术的应用，如 DMB（Digital Audio Broadcasting，数字音频广播）、Telematics（车载信息服务）和 RFID 等先进的信息基础设施建设，让民众可以随时随地享有科技智慧服务。其最终目的，除了运用 IT 科技为民众创造食衣住行育乐各方面无所不在的便利生活服务，也希望扶植 IT 产业发展新兴应用技术，强化产业优势与国家竞争力。另外，韩国在 2005 年的 U-IT839 计划中，确定了 8 项需要重点推进的业务，其中 RFID 等物联网业务是实施的重点。2008 年韩国又宣布了“新 IT 战略”，重点是传统产业与信息技术的融合、用信息技术解决经济社会问题和信息技术产业的先进化，并提出到 2010 年韩国至少应占领全球汽车电子市场 10% 的计划。韩国目前在与物联网相关的信息家电、汽车电子等领域已居全球先进行列。2009 年 10 月，韩国通信委员会出台了《物联网基础设施构建基本规

划》，将物联网市场确定为新增长动力。该规划提出，到 2012 年实现“通过构建世界最先进的物联网基础实施，打造未来广播通信融合领域超一流信息通信技术强国”的目标，并确定了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 4 大领域的 12 项课题。

1.1.4 物联网国内发展概况

1. 物联网发展现状

我国对传感网的发展也高度重视，在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》和“新一代宽带移动无线通信网”重大专项中，均将传感网列为重点研究领域。我国传感网标准体系目前已形成初步框架，向国际标准化组织提交的多项标准提案已被采纳，并在无锡微纳传感网工程技术研发中心等研究机构进行研究。中科院早在 1999 年就启动了传感网研究，组成了 2 000 多人的研究团队，先后投入数亿元，在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机和移动基站等方面已取得重大进展，目前已拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链。总而言之，我国的物联网研究没有盲目跟从国外，而是面向国家重大战略和应用需求，开展物联网基础标准体系、关键技术、应用开发、系统集成和测试评估技术等方面的研究，形成了以应用为牵引的特色发展路线，在技术、标准、专利、应用与服务等方面已接近国际水平，使我国在该领域占领价值链高端成为可能。

在世界物联网领域，中国与德国、美国、韩国一起成为国际标准制定的主导国。在标准方面，2007 年我国率先启动了传感网标准化制定工作。2008 年首届 ISO/IEC 国际传感网标准化大会在我国举办，会上我国代表 ISO/IEC 传感网标准化工作组作了总体报告，提出了传感网体系结构、标准体系、演进路线和协同架构等代表传感网发展方向的顶层设计，获得了标准组成员国的认可。2009 年 9 月，经国家标准化管理委员会批准，全国信息技术标准化技术委员会组建了传感器网络标准工作组，聚集了科学院、大学等中国主要的传感网技术研究和应用单位，积极开展传感网标准制定工作，深度参与国际标准化活动，旨在通过标准化为产业发展奠定坚实的技术基础。

在专利方面，根据国家知识产权专利数据库和世界专利数据库资料的统计，截至 2008 年年底，国内申请的关于传感网的专利为 378 件。其中，基础和核心专利分别为 10 项和 211 项，分别占传感器专利总数的 2.6%和 55.8%；外围专利为 157 项，占传感器专利总数的 41.5%；与国外情况大致相当。

在应用发展方面，物联网已在我国公共安全、民航、交通、环境监测、智能电网和农业等行业得到初步的规模性应用，部分产品已打入国际市场。例如：智能交通中的磁敏传感结点已布设在美国旧金山的公路上；周界防入侵系统水平已处于国际领先地位；智能家居、智能医疗等面向个人用户的应用已初步展开。如今中科院与中国移动通信集团已率先开展紧密合作，围绕物联网与 3G 的 TD 蜂窝系统两网融合的路线，积极推动物物互联新业务，寻求 3G 业务的全新突破。

此外，虽然目前物联网产业在我国处于刚刚起步的阶段，但作为物联网中枢之一的 RFID