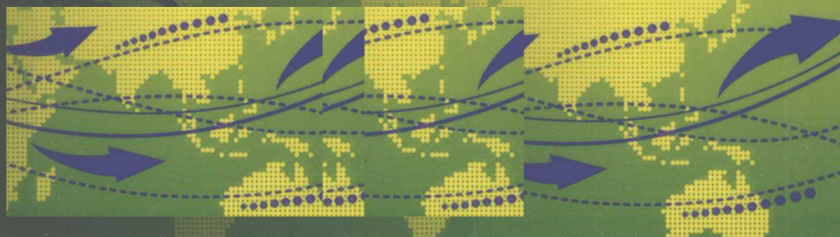


【信息通信新技术书丛】

物联网技术导论

© 张飞舟 杨东凯 陈 智 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

信息通信新技术书丛

物联网技术导论

张飞舟 杨东凯 陈 智 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

物联网是将人与物、物与物联系起来从而提高人们生活水平,改善人类居住环境的一种新的网络。本书从物联网的起源出发,全面介绍了物联网的发展状况,重点就全球电子产品编码(EPC)构成的物联网进行系统、深入的阐述,全书内容包括:物联网的概念、物联网的基本构成、射频识别系统、物联网中间件、对象名称解析、实体标记语言、信息服务系统、物联网管理以及中国物联网建设。

本书内容深入浅出,理论联系实际,是读者了解物联网技术的理想读物。

读者对象:电子与通信、计算机、物流与供应链、系统工程等专业的高校师生,与物联网相关的技术人员、政府管理者和科普爱好者。

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

物联网技术导论 / 张飞舟, 杨东凯, 陈智编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.6

(信息通信新技术书丛)

ISBN 978-7-121-11189-1

I. ①物… II. ①张… ②杨… ③陈… III. ①计算机网络—应用—物流②条形码—应用—商品 IV. ①F253.9②F716

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 119609 号

责任编辑: 张来盛 (zhangls@phei.com.cn)

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 720×1000 1/16 印张: 13.75 字数: 260 千字

印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.00 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

“物联网”的概念最早出现于1995年，至今已有15年的时间，但是当时并没有引起世人的关注。自2008年出现金融危机之后，以美国为首的发达国家纷纷抛出新的高科技概念，期望通过新一轮的科技创新引领经济走出低谷。于是物联网作为新一轮经济振兴计划的核心，得到了美国、欧洲和日本、韩国等发达国家和地区的高度重视。我国20世纪末即启动了射频识别的重大工程项目，从那时至2004年，每年都有相应的重点工程项目组织实施。同时，在《国家中长期科学与技术发展规划（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入重点研究领域，凸显了我国对物联网的高度重视。2009年温总理视察无锡微纳传感网工程技术研发中心并发表重要讲话，“物联网”的概念在国内学术界、企业界乃至政府部门迅速升温。

物联网所涉及的技术众多，对于学科而言是一个新型交叉学科，包括电子通信、物流、计算机、交通、供应链等多项内容。当前，对于物联网的研究已经逐步走出实验室，面向大众化的物联网应用也开始渗透到人们的日常生活中。

本书重点就电子产品编码（EPC）主导的物联网进行全面阐述和总结，共分9章，内容包括：物联网概述，物联网的工作原理与组成，射频识别系统，中间件，对象名称解析服务，实体标记语言，物联网信息服务，物联网管理，以及中国物联网建设。为了展现物联网相关领域国内外最新研究成果，本书参考或引用了大量相关文献，其中大多数已在书中注明了出处，但难免有所疏漏。在此，向有关作者和专家表示感谢，并对没有注明出处的作者表示歉意。

应该指出，“物联网”是一个新概念，物联网技术正处在一个蓬勃发展的时期，尽管本书力求反映最新研究成果，但是随着时间的推移，新的成果还会不断涌现。本书旨在使读者较快地与本学科的新发展“接轨”，使更多的科学工作者和工程技术人员参与到物联网这一领域的研究和开发行列中来，将我国的物联网理论和应用提高到新的水平，并在社会发展与经济建设中发挥作用。

本书由张飞舟、杨东凯和陈智编著，参加部分编写工作的还有：陈嘉、程鹏、耿嘉洲、范诗玥、杨泽民、刘相锋等。在本书编写过程中，陈良富、詹志明、魏斌、张立福提出了许多宝贵意见，还得到了王平、张建立、景韶光等专家的支持和帮助，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。

目 录

第 1 章 物联网概述	(1)
1.1 基本概念.....	(1)
1.1.1 物联网骤热的原因.....	(1)
1.1.2 什么是物联网.....	(3)
1.1.3 物联网的本质.....	(5)
1.1.4 物联网概念辨析.....	(7)
1.2 物联网的特点与演进.....	(12)
1.2.1 物联网与互联网的不同.....	(12)
1.2.2 物联网在信息化发展中的位置.....	(13)
1.2.3 物联网的演进路径.....	(15)
1.3 物联网与下一代网络.....	(16)
1.3.1 物联网与 CPS.....	(16)
1.3.2 物联网与 WSN.....	(18)
1.4 物联网发展综述.....	(19)
1.4.1 物联网国外发展概况.....	(19)
1.4.2 物联网国内发展情况.....	(21)
1.4.3 物联网发展面临的问题.....	(23)
1.4.4 物联网的未来.....	(24)
1.5 物联网的体系框架.....	(25)
1.5.1 物联网及其服务类型.....	(25)
1.5.2 物联网的节点和互联类型.....	(26)
1.5.3 物联网通用设计原则.....	(29)
1.6 物联网应用发展及挑战.....	(31)
1.6.1 物联网应用.....	(31)
1.6.2 物联网应用发展.....	(34)
1.6.3 物联网应用发展模式.....	(37)
1.6.4 协同推进物联网业务发展.....	(38)
1.6.5 物联网应用面临的挑战.....	(40)
第 2 章 物联网基本构成及工作原理	(43)
2.1 物联网基本构成.....	(43)

2.2	电子产品编码 (EPC)	(44)
2.2.1	EPC 体系及其特点	(44)
2.2.2	EPC 编码策略	(46)
2.2.3	EPC 标签的通用标识符	(48)
2.2.4	系列化全球贸易标识代码 (SGTIN)	(50)
2.3	RFID 系统	(52)
2.3.1	系统组成及工作原理	(52)
2.3.2	电子标签	(54)
2.3.3	读写器	(54)
2.4	信息网络系统	(55)
2.4.1	中间件	(55)
2.4.2	对象名称解析服务 (ONS)	(56)
2.4.3	实体标记语言 (PML)	(58)
2.4.4	EPC 信息服务 (EPCIS) 模块	(60)
第 3 章	物联网射频识别系统	(63)
3.1	射频识别系统概述	(63)
3.2	射频标签	(65)
3.2.1	物理层与标签标识层	(65)
3.2.2	标签存储器	(66)
3.2.3	访问指令和销毁指令	(67)
3.2.4	CRC-16	(67)
3.2.5	协议-控制 (PC) 位	(68)
3.2.6	选中标记与识别标记	(68)
3.2.7	准备状态与仲裁状态	(70)
3.2.8	应答状态与确认状态	(71)
3.2.9	访问状态与销毁状态	(71)
3.3	单个标签的识读	(72)
3.3.1	选择标签群	(72)
3.3.2	遍询标签群	(73)
3.3.3	读写器对已确认标签的访问过程	(77)
3.3.4	销毁一个被访问标签	(77)
3.3.5	公开一个被访问的标签	(77)
3.3.6	允许在被访问标签的锁定存储位置上进行写操作	(78)
3.4	多个标签的识读	(79)

3.4.1	读写器与标签通信建立过程	(79)
3.4.2	碰撞仲裁	(80)
3.4.3	时隙 ALOHA 算法	(81)
第 4 章	物联网的中间件	(83)
4.1	中间件概述	(83)
4.2	中间件的体系框架与核心模块	(85)
4.2.1	中间件的体系框架	(85)
4.2.2	中间件的核心模块	(86)
4.3	中间件的分类	(92)
4.4	物联网中间件的设计	(96)
4.4.1	需求分析	(96)
4.4.2	设计目标与实现功能	(101)
4.4.3	结构选择	(105)
4.4.4	设计平台	(106)
第 5 章	物联网对象名称解析服务	(110)
5.1	ONS 概述	(110)
5.2	ONS 工作原理与层次结构	(113)
5.2.1	ONS 工作原理	(113)
5.2.2	ONS 层次结构	(114)
5.3	静态 ONS 与动态 ONS	(116)
5.4	ONS 工作流程与实现框架	(118)
5.4.1	DNS 工作流程	(118)
5.4.2	ONS 工作流程	(120)
5.4.3	ONS 实现框架	(121)
5.4.4	ONS 与 DNS 的异同	(123)
5.5	ONS 功能模块设计	(124)
5.5.1	ONS 授权规则	(124)
5.5.2	ONS nameserver 组成结构	(125)
5.5.3	功能模块设计	(126)
5.6	ONS 查找算法设计	(126)
5.6.1	设计步骤	(126)
5.6.2	ONS 模拟生成 EPC 码	(127)
5.6.3	ONS 解析 EPC 码	(128)
5.6.4	ONS 生成 URL	(129)

第 6 章 物联网实体标记语言	(131)
6.1 PML 概述	(131)
6.2 PML 的目标、范围和组成	(132)
6.3 PML 设计方法与策略	(134)
6.4 PML 关键技术	(136)
6.4.1 XML 语法规则	(136)
6.4.2 XML 数据岛	(137)
6.4.3 XML 的 DOM 对象	(139)
6.5 PML 服务器设计与实现	(140)
6.5.1 PML 服务器工作原理	(140)
6.5.2 PML 服务器实现	(142)
6.6 PML 应用实例分析——判断物品位置方法	(145)
第 7 章 物联网信息服务系统	(151)
7.1 EPCIS 概述	(151)
7.2 系统工作原理及框架结构	(153)
7.3 EPCIS 系统设计	(155)
7.3.1 总体设计	(155)
7.3.2 EPCIS 层次分析	(159)
7.4 EPCIS 各模块实现	(162)
7.4.1 数据捕获（监听）模块	(162)
7.4.2 核心查询模块	(163)
第 8 章 物联网系统管理	(168)
8.1 物联网系统管理概述	(168)
8.2 物联网规范与标准	(170)
8.2.1 物联网标准	(170)
8.2.2 电子标签规范	(172)
8.2.3 应用层事件规范	(172)
8.2.4 对象名解析服务规范	(172)
8.2.5 EPC 信息服务规范	(173)
8.3 物联网安全管理	(173)
8.3.1 物联网安全	(173)
8.3.2 数据安全策略	(174)
8.3.3 与安全相关的技术特点	(176)
8.4 物联网实例——麦德龙未来商店测试案例	(178)

第 9 章 中国物联网建设	(180)
9.1 EPC Global 的网络架构.....	(180)
9.2 物联网系统推广应用前景展望.....	(182)
9.3 我国物联网建设目标与基本架构.....	(184)
9.3.1 我国物联网建设目标.....	(184)
9.3.2 我国物联网基本架构.....	(184)
9.3.3 我国物联网解析系统的建设策略.....	(186)
9.3.4 我国物联网的发展途径和建设进程.....	(187)
9.3.5 推进我国物联网发展的应对策略.....	(188)
9.4 我国物联网信息服务建设.....	(190)
9.4.1 我国物联网信息服务系统架构.....	(190)
9.4.2 我国物联网信息服务 (RFID-IS) 建设.....	(192)
9.4.3 我国物联网信息服务系统管理协议 (RFID-MP).....	(193)
9.4.4 物联网体系框架实例.....	(195)
缩略语	(198)
参考文献	(203)

第 1 章 物联网概述

1.1 基本概念

物质、能量、信息是物质世界的三大支柱，是当今人类社会赖以生存和发展的重要条件。新经济时代的 21 世纪是人类进入信息化的世纪，信息已是今天一种不可或缺的开发资源，社会信息化、信息时代化成为新经济时代的基本标志。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）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”的出现将再次强烈改变人们对世界的认识。

1.1.1 物联网骤热的原因

近来，“物联网”已成为倍受推崇的热点词汇，从一般性的网站、技术报刊、行业报刊，到机上读物、广告宣传，以及技术论坛、行业评估、股票等，无不在热议“物联网”。但事实上，物联网并不是最近才出现的新概念。早在比尔·盖茨 1995 年出版的《未来之路》一书中，已经提及“物联网”概念，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备而并未引起世人的重视。1998 年，美国麻省理工学院（MIT）创造性地提出了当时被称为 EPC（Electronic Product Code，电子产品编码）系统的物联网的构想，1999 年在美国召开的移动计算和网络国际会议上就提出，“传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇”。同年，中科院启动了“传感网”研究，并已建立了一些实用的传感网。1999 年美国麻省理工学院成立 Auto-ID 研究中心，进行射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）技术研发，在美国统一代码委员会（Uniform Code Council，UCC）的支持下，将 RFID 与互联网结合，提出了 EPC 解决方案，即物联网主要建立在物品编码、射频识别（RFID）技术和互联网的基础上，最初定义为“把所有物品通过射频识别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”。

2003 年美国《技术评论》提出传感网络技术将是未来改变人们生活的十大

技术之首。2005年11月17日在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（International Telecommunications Union, ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，正式提出了物联网的概念，包括所有物品的联网和应用。例如，危险品运输中为了保证物品在运送过程中的安全，可以利用物联网实施对物品状态的全程监控，这时通过分布在危险品周围的温度、湿度、气压、振动等传感器探头和 GPS（Global Positioning System, 全球定位系统）定位模块等，定期或不定期地采集危险品温度、湿度、气压、振动、位置等信息，然后通过通信网络将信息发送到远程的集中监控处理系统，由该系统进行信息处理，并根据处理结果实施相应的控制处理。再如，当司机出现操作失误时汽车能够自动报警；公文包能够提醒主人忘了带什么东西；衣服能够告诉洗衣机对水温的要求等，这些都是物联网所能实现的基本功能。

物联网思想可以看成对普适计算（Ubiquitous Computing）思想的扩展，其中“Ubiquitous”源自拉丁语，意为存在于任何地方。1991年 Xerox 实验室的计算机科学家 Mark Weiser 首次提出此概念，描述了任何一个人无论何时何地都可通过合适的终端设备以小而可见的方式获取计算能力的全新信息社会。在此基础上，日韩衍生出了泛在网络（Ubiquitous Network），欧盟提出了环境感知智能（Ambient Intelligence），虽然这些概念与物联网不尽相同，但是其理念都是一致的。物联网概念从开始产生到如今成为众人眼中的热点并非一朝一夕。银河基金管理公司市场总监吴磊博士告诉《上海国资》编辑，每一次经济或金融危机后经济发展总在寻找着新的出路，其中科技进步被寄予厚望，物联网有可能成为经济发展新的动力源之一。近年来，全球主要发达国家和地区纷纷抛出与物联网相关的信息化战略，期望借助物联网寻求金融危机解决之道，从而刺激经济增长。2008年底 IBM 向美国政府提出的“智慧地球”战略，2009年6月欧盟的“物联网行动计划”，以及2009年8月日本的“i-Japan”计划等，都是利用各种信息技术来突破互联网的物理限制，以实现无处不在的物联网络。美国的战略强调传感器及其网络等感知技术的应用，提出建设智慧型基础设施；欧盟的计划具体而务实，强调 RFID 的广泛应用，注重信息安全；日本的计划强调电子政务和社会信息服务等信息化应用。但其共同点是：融合各种信息技术，突破互联网的限制，将物体接入信息网络，实现“物联网”；在网络泛在的基础上，将信息技术应用到各个领域，从而影响到国民经济和社会生活的方方面面。

我国紧随美欧日之后，对物联网有关的技术研究与设施建设提出了一系列

可操作的构想，并为物联网技术的研发提供了宽松的环境和人力、物力的支持。2009年8月7日国务院总理温家宝视察中科院嘉兴无线传感网工程中心无锡研发分中心时明确指出，要集中力量突破核心技术，着力提升自主创新能力，推动传感网更好地为产业可持续发展服务。温总理提出“在传感网发展中，要早一点谋划未来，早一点攻破核心技术”，并表示至少有三件事可以尽快去做：一是把传感系统和3G中的TD（Time Division，时分）技术结合起来；二是在国家重大科技专项中加快推进传感网发展；三是尽快建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心。江苏省委省政府落实温总理指示，突出抓好平台建设和应用示范工作，形成“研发安全感”与“产业突破”的“先发优势”。中国移动总裁王建宙2009年8月24日在台湾公开演讲时提到“物联网”，加快了物联网概念的传播。2009年9月11日，“传感器网络标准工作组成立大会及‘感知中国’高峰论坛”在北京举行，其工作组汇聚了中国科学院、中国移动等国内传感网主要的技术研究和应用单位，积极开展传感网标准制订工作，深度参与国际标准化活动，通过标准化为产业发展奠定坚实的技术基础。当前，我国传感网标准体系已形成初步框架，向国际标准化组织提交的多项标准提案也被采纳。物联网还被列为《国家中长期科学与技术发展规划（2006—2020年）》和“新一代宽带移动无线通信网”重大专项中的重点研究领域，所有这些都表明了我国对物联网的重视。

物联网被称为继计算机、互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮。国际电联曾预测，未来世界是无所不在的物联网世界，到2017年将有7万亿传感器为地球上的70亿人口提供服务。一方面物联网可以用于提高经济效益，大大节约成本；另一方面可以为全球经济的复苏提供技术动力。有专家预测，未来10年内物联网在全球有可能大规模普及。目前，美国、欧盟等都在投入巨资，深入研究探索物联网。我国也正在高度关注、重视物联网的研究，工业和信息化部会同有关部门，在新一代信息技术方面正在开展研究，以形成支持新一代信息技术发展的政策措施。

1.1.2 什么是物联网

物联网的概念分为广义和狭义两方面。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与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。

物联网的一种定义是：通过射频识别（RFID）、红外感应器、全球定位系统（GPS）、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连接起来，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。显然，物联网的这一概念来自于同互联网的类比。根据物联网与互联网的关系分类，不同的专家学者对物联网给出了各自的定义，归纳起来有如下四种类型。

1) 物联网是传感网而不接入互联网

有的专家认为，物联网就是传感网，只是给人们生活环境中的物体安装传感器，这些传感器可以更好地帮助我们认识环境，这个传感器网不接入互联网。例如，上海浦东机场的传感器网络，其本身并不接入互联网，却号称是中国第一个物联网。物联网与互联网的关系是相对独立的两张网。

2) 物联网是互联网的一部分

物联网并不是一张全新的网，实际上早就存在了，它是互联网发展的自然延伸和扩张，是互联网的一部分。互联网是可包容一切的网络，将会有更多的物品加入到这张网中。也就是说，物联网是包含于互联网之内的。

3) 物联网是互联网的补充网络

通常所说的互联网是指人与人之间通过计算机结成的全球性网络，服务于人与人之间的信息交换。而物联网的主体则是各种各样的物品，通过物品间传递信息从而达到最终服务于人的目的，两张网的主体是不同的，因此物联网是互联网的扩展和补充。互联网好比是人类信息交换的动脉，物联网就是毛细血管，两者相互联通，且物联网是互联网的有益补充。

4) 物联网是未来的互联网

从宏观的概念上讲，未来的物联网将使人置身于无所不在的网络之中，在不知不觉中，人可以随时随地与周围的人或物进行信息的交换，这时物联网也就等同于泛在网络，或者说未来的互联网。物联网、泛在网络、未来的互联网，它们的名称虽然不同，但表达的都是同一个愿景，那就是人类可以随时、随地、使用任何网络、联系任何人或物，达到信息自由交换的目的。

总而言之，不论是哪一种类型的概念，物联网都需要对物体具有全面感知能力，对信息具有可靠传送和智能处理能力，从而形成一个连接物体与物体的信息网络。也就是说，全面感知、可靠传送、智能处理是物联网的基本特征。

“全面感知”是指利用 RFID、二维码、GPS、摄像头、传感器、传感器网络等感知、捕获、测量的技术手段，随时随地对物体进行信息采集和获取；“可靠传送”是指通过各种通信网络与互联网的融合，将物体接入信息网络，随时随地进行可靠的信息交互和共享；“智能处理”是指利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术，对海量的跨地域、跨行业、跨部门的数据和信息进行分析处理，提升对物理世界、经济社会各种活动和变化的洞察力，实现智能化的决策和控制。因此，“物联网”概念的问世，打破了之前的传统思维。过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开：一方面是机场、公路、建筑物等，而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带等。在“物联网”时代，钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，换句话说，基础设施更像是一块新的地球工地，世界的运转就在它上面进行，其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。具体地说，就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中，通过现有的互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的整合。在这个整合的网络当中，存在能力超级强大的中心计算机群，能够对整个网络内的人员、机器、设备和基础设施进行实时的管理和控制。在此基础上，人类可以用更加精细和动态的方式管理生产和生活，达到“智慧”状态，提高资源利用率和生产力水平，改善人与自然间的关系。

1.1.3 物联网的本质

物联网作为新兴的物品信息网络，其应用领域很广，其中一个应用领域就是为实现供应链中物品自动化的跟踪和追溯提供基础平台。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。它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、销售以及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。

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，还有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，可以获得相应的资讯或指令，或者传递相应的资讯或指令。比如，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，能够从中寻找到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作出判断，从而发出供给或需求信号，而在网络上对这些信号的处理，成为物连网的关键所在。仅仅将物连接到网络，还远远没有发挥出它最大的威力。网的意义不仅是连接，更重要的是交互，以及通过互动演生出来的种种可利用的特性。

物联网的精髓不仅是对物实现连接和操控，它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。物联网并不是互联网的翻版，也不是互联网的一个接口，而是互联网的一种延伸。作为互联网的扩展，物联网具备互联网的特性，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，通过对人的规范性回复进行识别，还能够作出方案性的选择。

另一方面，合作性与开放性以及长尾理论的适用性，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，就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；在网络上可以增加人与人之间的接触，从中获得更多的商机，就好像通信工具的出现，可以增加人们之间的交流与互动，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；如同在人物交汇处建立起新的节点平台，使得长尾在节点处显示出最高的效用，如在互联网时代，各式各样的大型网站由于汇聚了大量的人气，从而形成了一个节点的节点，通过对这些节点进行利用，使得长尾理论的效应得到大幅的提高，就好像亚马逊作为一个节点在图书销售中所起到的作用一样。

合作性与开放性指的是不仅仅是物与物之间，而且发生在人与物之间。互联网之所以有现在的繁荣，是与它的合作性与开放性这两大特征分不开的，开

开放性使得无数英雄通过互联网得以实现了他们的梦想，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，从而给它带来竞争上的先天优势，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。这样一来，在“物联”之后，就不仅能够产生出新的需求，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，从而创造出更多的机会。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。

这里需要强调的是，如果认为物联网是传感网的概念，则会使得物联网的外延缩小。如 1999 年时所提出的物联网的概念，是把所有物品通过 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。其中没有人、物之间的相联、沟通与互动。如果仅仅作为传感网，物在联网之后，只需服从控制中心的指令，而各系统的控制中心则是互相分离的。如果是作为互联网的延伸，则可以将所有在网络内的系统与点有机地联成一个整体，起到互帮互助的作用。换句话说，传感网完全可以将其包容在作为互联网的扩展形式的物联网的概念之内。

1.1.4 物联网概念辨析

由于物联网概念出现不久，其内涵在不断的发展、完善。有人认为，物联网是基于互联网和 RFID 技术发展的网络，是在计算机互联网的基础上，利用 RFID、无线数据通信等技术，构造一个覆盖世界上万事万物的网络。其实质就是利用 RFID 技术，通过计算机互联网以实现全球物品的自动识别，达到信息的互联与实时共享。由此可以看出，物联网主要涉及 RFID 和传感器两项技术。RFID 技术用于标识物，给每个物品一个“身份证”；传感器技术用于感知物，包括采集实时数据（如温度、湿度）、执行与控制（打开空调、关上电视）等。因此，可以进行如下划分：

(1) 从 RFID 技术出发，在 RFID 网络的基础上，构建基于 RFID 的物联网；

(2) 从传感器技术出发，在传感网络的基础上，构建基于传感器的物联网；

(3) 将 RFID 技术和传感器技术融合，构建更广义的物联网，即泛在网。

目前，对于物物互联的网络这一概念的准确定义业界一直未达成统一的认识，存在着以下几种相关概念：物联网、无线传感器网络（Wireless Sensor

Network, WSN) 以及泛在网 (Ubiquitous Network) (亦称 U 网络)。

1. 物联网

定义 1: 把所有物品通过 RFID 和条码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。

该定义最早于 1999 年由麻省理工学院 Auto-ID 研究中心提出, 实质上等于 RFID 技术和互联网的结合应用。RFID 标签可谓是早期物联网最为关键的技术与产品环节, 当时认为物联网最大规模、最有前景的应用就是在零售和物流领域。利用 RFID 技术, 通过计算机互联网实现物品/商品的自动识别和信息的互联与共享。

定义 2: 2005 年, ITU 在 *The Internet of Things* 这一报告中对物联网概念进行扩展, 提出任何时刻、任何地点、任意物体之间的互联, 无所不在的网络和无所不在计算的发展愿景, 除 RFID 技术外, 传感器技术、纳米技术、智能终端等技术将得到更加广泛的应用。

定义 3: 由具有标识、虚拟个性的物体/对象所组成的网络, 这些标识和个性等信息在智能空间使用智慧的接口与用户、社会和环境进行通信。

该定义出自欧洲智能系统集成技术平台 (EPoSS) 在 2008 年 5 月 27 日发布的报告 *Internet of Things in 2020*。该报告分析预测了未来物联网的发展, 认为 RFID 和相关的识别技术是未来物联网的基石, 因此更加侧重于 RFID 的应用及物体的智能化。

定义 4: 物联网是未来互联网的一个组成部分, 可以被定义为基于标准的和可互操作的通信协议, 且具有自配置能力的、动态的全球网络基础架构。物联网中的“物”都具有标识、物理属性和实质上的个性, 使用智能接口实现与信息网络的无缝整合。

这个定义来源于欧盟第 7 框架下 RFID 和物联网研究项目组在 2009 年 9 月 15 日发布的研究报告。该项目组的主要研究目的是便于欧洲内部不同 RFID 和物联网项目之间的组网, 协调 RFID 的物联网研究活动、专业技术平衡与研究效果最大化, 以及项目之间建立协同机制等。

从上述 4 种定义不难看出, 物联网的内涵是起源于由 RFID 对客观物体进行标识并利用网络进行数据交换这一概念, 并不断扩充、延展、完善而逐步形成的。这种物联网主要由 RFID 标签、读写器、信息处理系统、编码解析与寻址系统、信息服务系统和互联网组成。通过对拥有全球唯一编码的物品的自动