移动互联应用“赢在起点

物联网技术基础

WULIANWANG JISHU JICHU

主编　张璠 陈斌 靳洪玲



航空工业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

移动互联应用“赢在起点”系列图书

物联网技术基础

主编 张 璠 陈 斌 靳洪玲

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书在介绍物联网发展背景、技术特征与体系结构的基础上，对物联网中的感知与识别技术、通信与网络技术、信息处理与服务技术等关键技术，以及物联网应用系统开发、物联网安全与评价标准、物联网应用的领域及典型案例进行了全面介绍。

本书结构清晰、内容翔实、循序渐进，可作为物联网、计算机、电子信息与电气类专业的教材，也可作为物联网技术人员和研究人员的参考读物。

图书在版编目（CIP）数据

物联网技术基础 / 张璠，陈斌，靳洪玲主编. -- 北京 : 航空工业出版社，2018.5
ISBN 978-7-5165-1580-8

Ⅰ. ①物… Ⅱ. ①张… ②陈… ③靳… 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. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 107373 号

物联网技术基础
Wulianwang Jishu Jichu

航空工业出版社出版发行
（北京市朝阳区北苑 2 号院 100012）
发行部电话：010-84936597 010-84936343
北京谊兴印刷有限公司印刷 全国各地新华书店经售
2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷
开本：787×1092 1/16 印张：15.25 字数：352 千字
印数：1－3000 定价：48.00 元

前言

物联网被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮，它是新一代信息技术的重要组成部分，也是“信息化”时代的重要发展阶段。物联网的出现，打破了之前人类的传统思维。从前人们将物理基础设施和 IT 基础设施截然分开，一方面是机场、公路、建筑物，而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带等。而在物联网时代，将把它们整合在一起，成为统一的基础设施。

物联网是一张与互联网相连并且连接世界万物的巨大网络，它把新一代信息技术充分运用在各行各业之中，在此基础上，人类可以以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，改善人与自然的关系。为了帮助广大读者更好地学习物联网相关知识，我们精心规划和编写了这本《物联网技术基础》。

本书内容

本书共分为八章，依次为物联网概述、物联网的体系结构与关键技术、物联网感知与识别技术、物联网通信与网络技术、物联网信息处理与服务技术、物联网应用系统开发、物联网安全与评价标准、物联网应用的领域及案例。

本书蕴涵了物联网所覆盖的知识背景，整合了由局部知识构建物联网系统的思路，涵盖了物联网的关键技术，建立了从原理到标准的知识体系，前瞻了物联网的应用价值，是一本优秀的物联网通识教材。

本书特色

全书内容简明、案例与时俱进、考核全面、功能齐全，力求体现“‘教、学、做、评’合一”和“以学生为主体，以教师为引导”的教育改革新思路。

本书在每章内容里穿插案例分析、拓展阅读等内容，以方便学生清晰理解与灵活应用所学内容。另外，每章章末还配备总结、单选题、多选题、判断题和思考题等，知识考查内容丰富，为学生全面掌握本章节的重要知识点提供了便利条件。

为方便教学，本书配有优质的教学资源，读者可到北京金企鹅联合出版中心网站（www.bjjqe.com）下载。

适用范围

本书结合学校教学实际，以理论必需、够用为度，以培养应用型技能人才为目标，以适应企业岗位群为定位进行编写，非常适合作为物联网工程、电子、通信、计算机、自动控制等专业物联网课程的教材，也可作为物联网及相关行业科研、教学和管理人员的参考书。

编者队伍

本书由来自全国多所院校的老师共同合作编写。由辽宁省交通高等专科学校张璠、铁岭师范高等专科学校陈斌和内蒙古电子信息职业技术学院靳洪玲担任主编，辽宁省交通高等专科学校徐阳、辽宁经济管理干部学院陈靓、盘山县职教中心裴荣阳和黑龙江建筑职业技术学院范丽萍担任副主编。编写分工为：张璠完成第一章和第八章，徐阳完成第二章、第三章和第七章，陈靓完成第四章和第五章，裴荣阳完成第六章。最后，由陈斌和靳洪玲完成全书的统稿工作。

在本书的编写过程中，作者参考了大量与物联网技术相关的书籍、文章和案例，得到了来自社会各界的支持、帮助和鼓励，谨在此致以最衷心的感谢。本书内容广泛，编写时间紧迫，书中难免存在不足，衷心希望各位专家学者和广大读者批评指正。主编张璠邮箱为wealth_and_ability@126.com。

编　者

2018 年 4 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目 录

第一章 物联网概述 …… 1
导入案例 …… 2
第一节 物联网的基本概念 …… 2
第二节 物联网的起源与发展 …… 6
第三节 物联网的特征和技术难点 …… 10
一、物联网的基本特征 …… 10
二、物联网的技术难点 …… 11
第四节 物联网标准化 …… 13
第五节 物联网的应用领域 …… 14
第六节 物联网产业链中的就业岗位与业务 …… 22
章末小结 …… 24
知识考查 …… 24
第二章 物联网的体系结构与关键技术 …… 27
导入案例 …… 28
第一节 物联网的体系结构 …… 29
第二节 物联网的关键技术 …… 33
一、感知与识别技术 …… 33
二、通信与网络技术 …… 39
三、信息处理与服务技术 …… 41
第三节 物联网关键技术的行业应用 …… 45
一、感知与识别技术的行业应用——海关物流监控工程 …… 45
二、通信与网络技术的行业应用——ZigBee 在生产线智能化管理上的应用 …… 46
三、信息处理与服务技术的行业应用——日本企业的“物联网云计算” …… 47
章末小结 …… 52

知识考查 …… 52

第三章 物联网感知与识别技术 …… 55

导入案例 …… 56

第一节 射频识别技术 …… 56

一、RFID 系统构成 …… 57

二、RFID 系统分类 …… 58

三、RFID 工作原理 …… 59

四、RFID 在物联网行业中的典型应用 …… 60

第二节 传感器技术 …… 64

一、传感器的定义 …… 65

二、传感器的分类 …… 65

三、传感器的工作原理 …… 66

四、传感器在物联网行业中的典型应用 …… 71

第三节 无线传感器网络 …… 73

一、无线传感器网络的体系结构 …… 73

二、无线传感器网络的特点 …… 74

三、无线传感器网络的工程案例 …… 75

第四节 其他典型感知与识别技术 …… 79

一、条码技术 …… 79

二、红外感应技术 …… 82

三、定位技术 …… 84

章末小结 …… 87

知识考查 …… 87

第四章 物联网通信与网络技术 …… 89

导入案例 …… 90

第一节 无线个域网技术 …… 91

一、蓝牙技术 …… 92

二、ZigBee 技术 …… 93

三、超宽带技术 …… 95

四、Z-Wave 技术 …… 96

第二节 无线局域网技术 …… 98

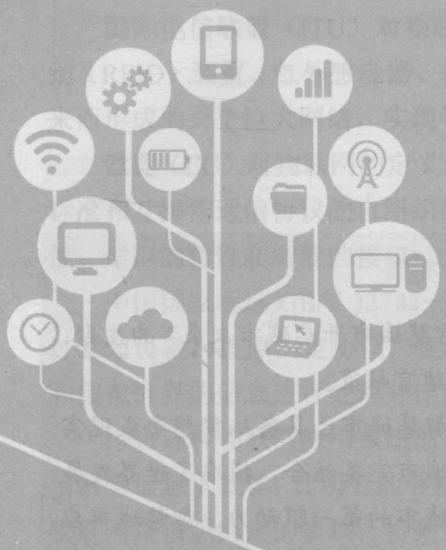
一、Wi-Fi 技术 …… 99

二、Ad Hoc 网络技术 …… 101

第三节 无线城域网技术 …… 104
一、IEEE 802.16 …… 104
二、WiMAX 网络技术 …… 105
第四节 无线广域网技术 …… 106
一、GSM 技术 …… 106
二、GPRS 技术 …… 109
三、3G 技术 …… 111
四、4G 技术 …… 113
五、5G 技术 …… 115
章末小结 …… 117
知识考查 …… 118
第五章 物联网信息处理与服务技术 …… 121
导入案例 …… 122
第一节 云计算技术 …… 123
一、云计算技术概述 …… 123
二、云计算技术构成 …… 127
三、云计算技术的发展 …… 130
第二节 中间件技术 …… 131
一、中间件的概念 …… 131
二、中间件的作用 …… 133
三、中间件的结构 …… 134
四、中间件的标准 …… 135
五、RFID 中间件技术 …… 137
第三节 信息安全技术 …… 141
一、物联网中信息安全的意义 …… 142
二、网络安全形势的演变 …… 146
三、互联网共性化的网络安全技术 …… 147
四、物联网中实施安全措施的策略 …… 149
章末小结 …… 150
知识考查 …… 150
第六章 物联网应用系统开发 …… 153
导入案例 …… 154
第一节 物联网应用系统开发概述 …… 155
一、物联网系统开发相关技术 …… 155

二、物联网系统框架结构设计……156
三、物联网应用系统设计开发……157
四、物联网应用系统集成简介……158
第二节　物联网应用系统开发案例……159
案例一　智能社区系统的集成……159
案例二　手机一卡通系统项目设计……166
章末小结……176
知识考查……176
第七章　物联网安全与评价标准……181
导入案例……182
第一节　物联网安全……184
一、物联网的安全特征……184
二、物联网常见安全问题……185
三、物联网安全层次划分……188
四、物联网安全防护……191
五、物联网安全案例……194
第二节　物联网评价标准……198
一、兼容性……198
二、可扩展性……199
三、互操作性……200
四、高效性……201
章末小结……204
知识考查……205
第八章　物联网应用的领域及案例……207
导入案例……208
第一节　物联网应用领域……209
一、智能电网……210
二、智能交通……210
三、智能物流……211
四、智能家居……211
五、环境与安全检测……211
六、工业与自动化控制……212
七、医疗健康……212
八、精细农牧业……213

九、金融与服务业 …… 213
十、国防军事 …… 213
第二节 物联网应用案例介绍 …… 214
一、物联网在智能电网上的应用 …… 214
二、物联网在智能交通上的应用 …… 215
三、物联网在智能物流上的应用 …… 217
四、物联网在智能家居上的应用 …… 218
五、物联网在环境与安全检测上的应用 …… 222
六、物联网在工业与自动化控制上的应用 …… 223
七、物联网在医疗健康上的应用 …… 224
八、物联网在精细农牧业上的应用 …… 226
九、物联网在金融与服务业上的应用 …… 228
十、物联网在国防军事上的应用 …… 230
章末小结 …… 231
知识考查 …… 231
参考文献 …… 233



第一章

物联网概述

知识目标

- 了解物联网的产生背景
- 清楚物联网的发展现状
- 熟悉物联网的应用领域

能力目标

- 能够说出物联网的定义和基本特征
- 能够讲述物联网标准化的重要意义
- 能够举例说明物联网的典型应用

需要全本请访问 www.ertongbook.com

导入案例

物联网驱动智慧城市健康发展

“智慧城市发展论坛”日前在大连举行，论坛以“智慧城市开启城市未来”为主题，邀请了来自国内外的众多专家学者为大连打造智慧城市建言献策。

有关专家认为，随着物联网和云计算技术的发展，智慧城市已具备从梦想变成现实的条件。大连建设生态科技创新城，把生态城市和智慧城市完美结合，摸准了世界发展的脉搏，必将在国内起到引领作用。而创造力将是智慧城市的第一驱动力。智慧城市应该建立这么一个环境，这个环境能激发人的创造性，能激发人的创造激情以及发挥他的想象力，能更好地推动创造的活动。

中科院院士周孝信认为，在智慧城市技术应用方面应留有完善发展空间和能力，大连生态科技创新城不应该“一步到位”，如果现在“一步到位”，将来技术更新，是不是还要推倒重来。中国工程院院士王众托表示，把创造力产业作为产业定位，是发展智慧城市的关键所在，即靠人的智慧和人的创造性增加价值，开辟就业途径。

具体说来，创造力产业包括文化产业、科学技术研发产业、工业设计产业、高端资源产业等。创造力产业要发挥长效性，就需要智慧城市创造这样一个环境，激发人的创造性、创造激情和想象力，推动这种创造活动，并把创造的新成果应用到带动大连战略性新兴产业的发展和传统工业的改造和创新中来。

第一节 物联网的基本概念

物联网（Internet of Things）作为新一代信息技术的典型代表，目前在全球范围内呈现出爆发式增长态势，不同行业和不同类型的物联网应用为我们开启了万物互联时代。由于物联网的理论体系尚未完全建立，对其认识还不够深入，目前它还没有一个精确且公认的定义。

国内普遍引用的物联网定义为：物联网是通过二维码识读设备、射频识别（RFID）装置、红外感应器、全球定位系统、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。

国际电信联盟（ITU）对物联网的定义为：物联网是将各种信息传感设备，如射频识别（RFID）装置、红外感应器、传感器、全球定位系统、激光扫描器等，与互联网结合起来而形成的一个巨大网络，实现智能化识别和管理。

欧盟（EU）对物联网的定义为：物联网是一个动态的全球网络基础设施，它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力，其中物理的和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟的特性和智能的接口，并与信息网络无缝整合。

中国国家标准 GB/T 33745—2017《物联网 术语》对物联网的定义为：物联网是指通过感知设备，按照约定协议，连接物（即物理实体）、人、系统和信息资源，实现对物理和虚拟世界的信息进行处理并作出反应的智能服务系统。

综合各种物联网应用系统的共性特征，可以认为：物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。或者说，物联网是按照约定的协议，将具有“感知、通信、计算”功能的智能物体、系统、信息资源互联起来，实现对物理世界“泛在感知、可靠传输、智慧处理”的智能服务系统。

为了更好地理解物联网的定义，我们给出了物联网的概念模型，如图 1-1 所示。

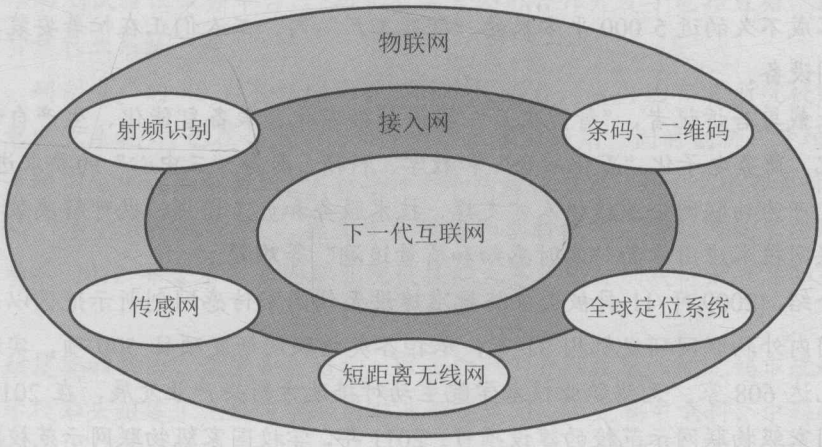


图 1-1　物联网概念模型

根据物联网的定义，可以从技术和应用两个方面对它进行理解。

（一）技术理解

物联网是物体的信息利用感应装置，经过传输网络，到达指定的信息处理中心，最终实现物与物、人与物的自动化信息交互与处理的智能网络。

（二）应用理解

物联网是把世界上所有的物体都连接到一个网络中，形成“物联网”，然后又与现有的互联网相连，实现人类社会与物体系统的整合，达到更加精细和动态的方式去管理生产

和生活。

小提示 TIPS

物联网的概念包含两层意思：一，物联网的核心和基础仍然是互联网，它是在互联网基础上延伸和扩展的网络；二，其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，进行信息交换和通信。简而言之，物联网就是“物物相连的互联网”。在这个网络中，物体之间能够彼此进行“交流”，而无须人工干预。

拓展阅读

无锡：大学里建起物联网“智能工厂”

阳春三月，走进太湖之滨的无锡职业技术学院，记者被一座现代工业建筑所吸引。在这座落成不久的近 5 000 平方米的“智能工厂”内，工人们正在忙着安装、调试物联网实训设备。

校长戴勇告诉记者，“智能工厂”按设计数字化、装备智能化、生产自动化、管理网络化、商务电子化“五化融合”和教学、科研、服务“三中心”的要求进行建设，建成后既可为物联网企业提供人才支撑、技术服务和员工培训，也可解决装备制造企业在物联网技术应用方面“实时感知和质量追溯”等难题。

据介绍，2009 年 11 月被国务院批准建设无锡国家传感网创新示范区以来，无锡已集聚国内外物联网研发机构 31 家，承担各类物联网研发项目 500 项，实现产业化的企业已达 608 家。无锡职业技术学院主动对接地方新兴产业发展，在 2010 年提出了创建国家级物联网示范校的建设项目。2011 年，学校国家级物联网示范校建设项目分别被列为江苏高等教育综合改革试验区重点改革项目和无锡市“地方政府促进高等职业教育发展综合改革试点”重点改革项目以来，学校采取多项措施强力推进创建工作，不断取得新的进展。

改革体制机制，加快物联网专业、课程及实训基地建设。学校将电子与信息技术学院改组为物联网技术学院，聘请江南大学物联网学院博导担任院长。并牵头组建全国物联网专业与课程建设项目组，负责制定高职物联网类专业目录，开发相关专业和课程标准，建设物联网共享型专业教学资源平台。同时加快推进物联网专业、课程及实训基地建设。开发了物联网技术应用、传感器技术、智能楼宇技术、智能控制技术等一批新专业及课程，从 2011 年起陆续招收高职专科生，2012 年还与江苏大学联合开发了物联网工程高职本科专业及课程，并招收了首批高职本科生。



目前，物联网技术专业群已被列为江苏省“十二五”高等学校重点专业群建设项目。此外，学校被列为中央财政支持的物联网技术应用实训基地项目也已完成，建成了传感器应用与检测技术实训室、RFID 应用实训室、无线传感网络实训室、通信互联实训室、智能设备编程实训室、物联网综合教学实训室和物联网项目集成实训室等 8 个实训室。其中 5 个实训室的建设标准申获了国家专利。

统筹规划，分步实施，加快物联网基础设施建设。学校现已完成智能安防、绿色照明、太阳能监控、风能监控、数字化校园基础网络改造等子项目，并在核心技术——服务中小企业的数据集中管控云平台上取得突破。同时完成了“智能工厂”厂房建设和软件、设备的招标采购，目前正在进行设备安装、调试。依托“智能工厂”建设“无锡科教产业园区工业服务基地”，也被列为江苏省高等职业教育区域开放共享型实训基地项目。

产学结合，试办创新班，加快科技研发和人才培养。学校建成江苏省传感网工程技术研究开发中心后，自主开发了物联网教学综合实训台，并先后与北京大唐高鸿数据网络技术有限公司合作开发了无锡市物联网与云计算产业资金项目“物联网应用方案大型演示与测试验证服务平台”，与北京华育公司合作开发了包括鱼塘、蔬菜大棚在内的“智慧农业系统”等。

其中，研制生产的 40 台套物联网教学综合实训台，省内已有 8 所院校购买；开发的“智慧农业系统”，已在北京、上海等地农业基地使用。同时创新人才培养模式，在物联网专科学生中设立创新班，实行导师制和项目化教学，由学生跟着导师做项目、搞科研，从“学中做、做中学”，提高专业技能和创新能力。物联网技术应用专业学生代表队参加 2012 年全省、全国职业院校技能大赛，还分别获得第一名和第五名的好成绩。

牵头组建职教集团，开展各类培训，服务物联网产业发展。受无锡市政府和教育局委托，学校牵头组建了无锡市物联网职业教育集团，由无锡中电科、中科怡海等数十家企业、院校组成的理事会已多次开展活动，增强了校企合作。并在 2012 年先后为省内 10 所高职院校、市职教集团成员单位开设了骨干教师培训班，进行校内专业教学培训，还分两批对全国物联网骨干教师进行了为期 8 周的企业挂职培训。同时，为无锡市众多物联网企业的员工和职业院校的学生，开展了大量 Android 智能手机编程、智能楼宇安装调试等方面的培训。

第二节 物联网的起源与发展

物联网的概念英文术语为 Internet of Things。20 世纪 90 年代有关物联网的研究开始萌芽，此后其概念不断地演进和发展。

1995 年，比尔·盖茨在自己的《未来之路》一书中多次提到了物物相联的构想，但由于当时的技术条件限制，并没有引起人们的重视。

1999 年，MIT（美国麻省理工学院）Auto-ID 中心的 Kevin Ashton 和他的同事首次提出 Internet of Things 的概念。他们主张将 RFID（射频识别）技术和互联网结合起来，通过互联网实现产品信息在全球范围内的识别和管理，形成 Internet of Things。这是物联网发展初期提出的概念，强调物联网用来标识物品的特征。

1999 年，在中国，物联网被称为传感网，中科院启动了传感网的研究，并取得了一些科研成果，建立了一些适用的传感网。

2005 年，国际电信联盟（ITU）在《The Internet of Things》报告中对物联网概念进行扩展，提出任何时刻、任何地点、任何物体之间的互联，无所不在的网络和无所不在的计算的发展愿景，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。

2009 年 1 月 28 日，奥巴马就任美国总统后，与工商界代表举行了一次圆桌会议。IBM 公司代表提出了“智慧地球”的研究计划，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。当年，美国将新能源和物联网列为振兴经济的两大核心武器。

2009 年 8 月 7 日，温家宝总理在视察无锡时提出建设“感知中国”中心，对于物联网应用提出了一些看法和要求。自此，物联网被正式列为国家五大新兴战略性产业之一，写入“政府工作报告”，物联网在中国受到了全社会极大的关注。

2009 年 9 月 15 日，欧盟第七框架下 RFID 和物联网研究项目簇（European Research Cluster on the Internet of Things）发布了《物联网战略研究路线图》研究报告，提出物联网是未来 Internet 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。

2010 年 3 月 5 日，温家宝总理在政府工作报告中提出，物联网是指通过信息传感设备，按照约定的协议，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。它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。

物联网在中国的受关注程度是在美国、欧盟及其他各国不可比拟的，中国在物联网理念和应用方面可以说是已经走在了世界的前面。近年来，技术和应用的发展促使物联网的内涵

和外延有了很大的拓展，物联网已经表现为信息技术和通信技术的发展融合，是信息社会发展的趋势，如图 1-2 所示。

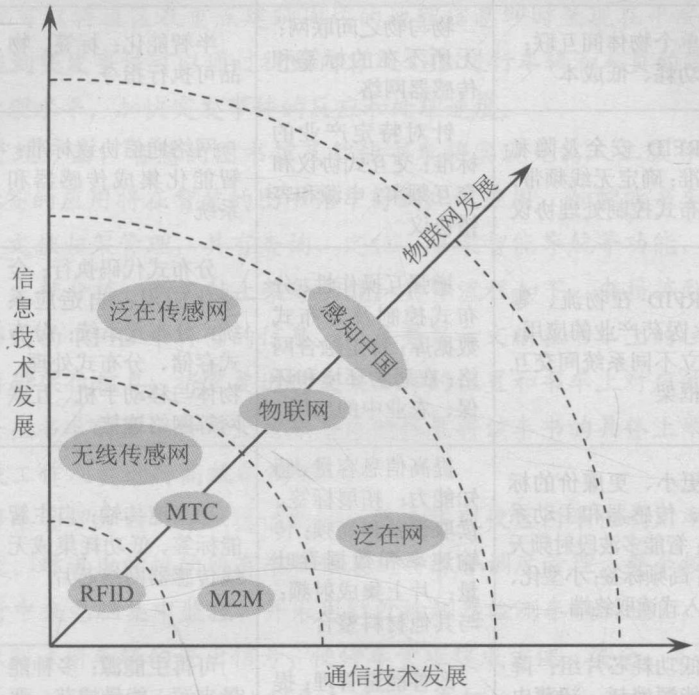


图 1-2 物联网概念演进

小提示 TIPS

RFID（射频识别）技术、M2M（机器对机器）/MTC（机器型通信）技术、传感器网络技术、多媒体技术、生物识别技术、3S（遥感技术〔RS〕+地理信息系统〔GIS〕+全球定位系统〔GPS〕）技术和条码技术等感知技术，属于物联网技术体系的重要组成部分。这些技术在不同行业领域的物联网系统中应用，是物联网系统实现的重要技术手段。

从技术的角度，物联网的发展共分为 4 个阶段，如表 1-1 所示。

第一个阶段是 2010 年之前单体互联，主要是 RFID 广泛应用于物流、零售和制药领域。

第二个阶段是物体互联，无线传感网络技术大规模应用，主要是恶劣环境、环保和农业的大规模应用。

第三个阶段是半智能化，物体和物体之间实现初步互联，物体信息可以通过无线网络发送到手机或互联网等终端设备上，实现信息共享。

第四个阶段是 2020 年之后物件进入全智能化，最终形成全球统一的“物联网”。

需要全本请访问 www.ertongbook.com