

WULIANWANG YU
ZHINENGWULIU

物联网与智能物流

主 编 王喜富

副主编 沈喜生 刘志硕 杨扬



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.com.cn>

高等学校物联网专业规划教材

物联网与智能物流

主 编 王喜富

副主编 沈喜生 刘志硕 杨 扬

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书结合我国智能物流发展现状、物流技术及其智能化需求,总结提出了物联网基础理论与关键技术,建立了智能物流物联网技术结构及业务体系,提出了物联网技术在智能物流领域的应用模式;通过基于物联网的新型智能物流系统规划及业务流程的研究,构建了基于物联网的智能物流信息平台关键技术及其应用标准与规范,对我国物流企业应用物联网的实施条件与基础、行业物流智能化管理系统规划与设计、智能物流系统集成及应用等进行了分析,并对智能物流领域应用物联网技术的典型案例进行了分析研究,为我国智能物流行业提供了运用物联网技术实现产业升级的综合解决方案。

本书结构合理、层次清晰、图文并茂、实用性强,将基础知识、关键技术与实际应用及运营管理紧密结合,有助于推动物联网技术的普及及相关产业的发展。本书不仅可以作为高等学校物联网相关专业的教学参考书,也适合作为物流企业技术人员及管理者的的重要参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

物联网与智能物流/王喜富主编. —北京:北京交通大学出版社:清华大学出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-5121-1678-8

I. ①物… II. ①王 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 ③物流-物资管理-自动化系统-高等学校-教材 IV. ①TP393.4 ②TP18 ③F252

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第239927号

责任编辑:郭东青 特邀编辑:张诗铭

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>
北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://www.bjtup.com.cn>

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:18.5 字数:462千字

版 次:2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1678-8/TP·762

印 数:1~3000册 定价:39.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

序

物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。目前物联网被正式列为国家重点发展的战略性新兴产业之一。作为一项战略性新兴产业，物联网的繁荣发展需要大量精通物联网技术的专业人才，教育部针对国家战略性新兴产业发展的需要设置了物联网相关专业。

为配合高等学校物联网相关专业教学需要，填补物联网相关专业教材的空白，清华大学出版社和北京交通大学出版社以“厚基础，重理论，强实践，求创新，促应用”为出发点，根据物联网相关专业培养目标和课程设置，联合编辑出版了这套“高等学校物联网专业规划教材”。

本系列教材突出了以下特点：

1. 在编写思路上，强调理论知识，结合实际应用，培养学生工程实践能力。
2. 在内容阐述上，强调对基本概念、基本知识、基本理论、特别是基本方法和技能给予准确的表述；为培养学生分析问题的能力，教材提供配套习题。
3. 在编写风格上，力求文字精炼，图文并茂，版式明快。
4. 在教材体系上，建立了较为完整的课程体系，突出了各课程之间的内在联系。

本套教材不仅可以作为高等学校物联网相关专业的教学参考书，也适合作为物联网相关领域人员的重要参考资料。相信此套教材必将受到读者的欢迎！

中国科学院院士
北京交通大学教授
物联网专家

姚建铨

2013年12月

前 言

21 世纪，人类社会正迎来一场以物联网为核心的新技术革命。物联网提供了全面感知物质世界的的能力，同时为技术创新与产业发展创造了前所未有的机遇。2010 年 3 月我国将物联网列入政府工作报告，并确立为五大新兴国家战略产业之一，明确提出要“加快物联网的研发应用”，为物联网的发展提供了强大的推动力。应用是物联网发展的重要基础，要将物联网技术与相关行业、相关学科更进一步地紧密结合、相互渗透、深度融合，实现促进生产力发展、提高人们生活质量、支持经济与社会全面发展的目标。

智能物流是物联网技术最具现实意义的应用领域之一，积极探索物联网在智能物流领域的应用模式十分必要。随着我国经济、社会的高速发展，物流行业对信息化、智能化水平的要求越来越高，传统的物流服务已经不能满足市场需求，物联网在智能物流领域的应用势在必行。在智能物流领域内应用物联网技术，一方面可以对物流全过程中的物品信息实现自动、快速、并行、实时、非接触式的智能化处理，并通过物联网实现信息共享与远程控制，从而实现对供应链与服务链高效智能化管理的效果。在物流领域利用物联网平台进行信息增值业务的拓展，主要体现在通过获取准确、全面和及时的信息来提供独一无二的服务，因此，提高信息获取能力将是物联网在智能物流领域应用中的重要任务。另一方面，物联网贯穿了物流的各个业务环节，使得物流供应链各个环节的联系更紧密、更智能化，将会形成高度集成的智能物流服务链。

物联网技术是一项综合性的技术，它在智能物流领域的应用具有规模性、广泛性等特征，实现框架可分为感知层、传输层、应用层 3 个层次：通过感知层获取物品的各项属性与物流信息，通过传输层将信息传输到网络中并进行信息整合与处理，最终实现信息的泛在化智能应用。随着物联网技术在我国物流领域的应用与发展、物联网技术与智能物流技术的深度融合，将会带来物联网环境下智能化物流的业务模式与技术体系的创新。

作为物联网在物流领域应用最早的研究者和倡导者之一，作者从 2003 年起针对物流领域信息资源分割独立、信息孤岛大量存在、资源获取与可用性差、信息交换及共享十分困难的技术现状，对物流综合信息平台及集成技术等相关课题展开了深入研究。在有关项目研究的基础上，结合物联网技术在智能物流领域的综合应用，研究了物流信息资源的分类、收集、组织、描述、管理、维护、分析、显示、服务、标准等关键技术，构建了面向基于物联网的物流信息平台系统，从而提高了物流基础信息资源管理的社会性、集约性、协同性和有效性，支持了物流业务的高效管理与运营优化。

本书正是围绕物联网环境下物流业务体系和技术体系的变革展开了积极的探索和深入研究。本书提出了物联网环境下由智能运输、自动仓储、动态配送和信息控制等共同构成的新型智能物流业务体系，对基于物联网的智能物流信息平台关键技术及其应用标准与规范进行了深入研究，并对我国物流企业应用物联网的实施条件与基础、行业物流智能化管理系统的

规划与设计、智能物流系统的集成及应用等进行了分析研究，同时对对基于物联网的物流信息平台的运营组织与管理模式进行了积极探索。本书的主体内容包括以下7个方面：

- (1) 物联网基础理论与关键技术。
- (2) 物联网技术在智能物流领域的应用体系。
- (3) 基于物联网的智能物流信息平台关键技术及其应用标准与规范。
- (4) 物联网技术在我国物流企业中的应用。
- (5) 基于物联网的行业物流智能化管理系统规划与设计。
- (6) 基于物联网的智能物流系统集成及应用。
- (7) 基于物联网的智能物流信息平台运营组织与管理模式探索。

物联网已经从单纯的技术上升为一种经济形态——物联网经济、物联网产业。而在我国物流业中，传统的物流发展到了瓶颈阶段，因此，必须学会抓住历史机遇，正确地认识物联网，突破一些关键技术和核心技术，建立自主化技术体系，形成具有自主知识产权的成果和可持续竞争力，借助物联网的技术，推动智能物流的迅速发展。

本书由北京交通大学王喜富教授主编。全书共12章，其中王喜富、沈喜生负责编写第1, 2, 4, 6, 8, 11, 12章；刘志硕负责编写第3, 7章；杨扬负责编写第9章；杨扬、刘志硕负责编写第10章。参加本书编写工作的还有秦予阳、张文瀛、雷翔、李丽、庞继军、刘溪、孙丽娜、白世梅、崔海阔、代鲁峰等。在本书的编写过程中，作者紧密结合实际，多次到相关物流企业进行业务调研，同时综合众多行业技术人员和该领域专家的意见，在此向相关企业领导和专家致以衷心的感谢，感谢他们的热情帮助和提出的宝贵意见。

由于作者水平及时间有限，加上物联网技术发展迅速，相关技术和管理理念不断翻新，书中难免有疏漏和不足之处，敬请专家和读者批评指正。

编者
2013年11月

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第1章 绪论 | 1 |
| 1.1 物联网的起源 | 1 |
| 1.2 物联网国内外研究现状 | 4 |
| 1.2.1 国外研究现状 | 4 |
| 1.2.2 国内研究现状 | 6 |
| 1.3 物联网应用现状 | 9 |
| 1.4 智能物流与物联网..... | 11 |
| 1.4.1 智能物流的起源与发展..... | 12 |
| 1.4.2 智能物流发展的信息化支撑..... | 15 |
| 1.4.3 物流智能化与物联网..... | 17 |
| 1.5 本章小结..... | 18 |
| 本章习题 | 18 |
| 参考文献 | 18 |
| 第2章 物联网基础理论 | 20 |
| 2.1 物联网的概念与范畴..... | 20 |
| 2.1.1 物联网的概念 | 20 |
| 2.1.2 物联网的特点 | 21 |
| 2.1.3 物联网的工作原理..... | 22 |
| 2.2 物联网的基本结构与组成..... | 23 |
| 2.2.1 感知层 | 23 |
| 2.2.2 网络层 | 24 |
| 2.2.3 应用层 | 24 |
| 2.2.4 物联网基本结构特点..... | 24 |
| 2.3 物联网的层级划分..... | 25 |
| 2.3.1 国际级物联网 | 25 |
| 2.3.2 区域级物联网 | 26 |
| 2.3.3 行业级物联网 | 26 |
| 2.3.4 企业级物联网 | 26 |
| 2.4 物联网技术体系..... | 27 |
| 2.4.1 物联网技术概述 | 27 |
| 2.4.2 物联网相关技术需求分析..... | 28 |

| | | |
|------------|--------------------------|-----------|
| 2.4.3 | 物联网技术体系框架 | 29 |
| 2.5 | 物联网体系架构 | 31 |
| 2.6 | 物联网标准体系 | 33 |
| 2.6.1 | 建立物联网标准体系的必要性 | 33 |
| 2.6.2 | 物联网标准化现状 | 33 |
| 2.6.3 | 物联网标准体系框架 | 35 |
| 2.7 | 本章小结 | 36 |
| | 本章习题 | 36 |
| | 参考文献 | 36 |
| 第3章 | 物联网关键技术 | 38 |
| 3.1 | 物联网的终端技术 | 38 |
| 3.1.1 | RFID 技术 | 38 |
| 3.1.2 | 传感器技术 | 41 |
| 3.1.3 | 嵌入式系统 | 45 |
| 3.2 | 物联网的网络技术 | 48 |
| 3.2.1 | EPC 系统 | 49 |
| 3.2.2 | EPC ONS 技术 | 51 |
| 3.2.3 | 信息服务交换技术 | 55 |
| 3.2.4 | 无线传感器网络 | 62 |
| 3.2.6 | 云计算 | 66 |
| 3.3 | 物联网的信息服务技术 | 70 |
| 3.3.1 | EPCIS 技术 | 70 |
| 3.3.2 | 信息服务交换的服务函数 | 78 |
| 3.3.3 | 物品信息服务发现技术 | 82 |
| 3.4 | 本章小结 | 83 |
| | 本章习题 | 84 |
| | 参考文献 | 84 |
| 第4章 | 基于物联网的物流业务体系与业务流程 | 86 |
| 4.1 | 物流业务体系及流程的发展过程 | 86 |
| 4.1.1 | 物流产生阶段的业务体系及流程 | 86 |
| 4.1.2 | 传统物流形成阶段的业务体系及流程 | 87 |
| 4.1.3 | 物流理论变革阶段的业务体系及流程 | 87 |
| 4.1.4 | 物流理论创新阶段的业务体系及流程 | 88 |
| 4.2 | 物流业务体系及流程 | 89 |
| 4.2.1 | 物流业务体系 | 89 |
| 4.2.2 | 物流业务流程 | 94 |
| 4.3 | 物联网对物流业务体系及流程的影响 | 98 |
| 4.3.1 | 物联网对物流业务体系的影响 | 98 |

| | |
|---|------------|
| 4.3.2 物联网对业务流程的影响 | 99 |
| 4.4 基于物联网的智能物流业务体系及流程再造设计 | 101 |
| 4.4.1 基于物联网的智能物流业务体系再造设计 | 101 |
| 4.4.2 基于物联网的智能物流业务流程再造设计 | 105 |
| 4.5 本章小结 | 111 |
| 本章习题 | 111 |
| 参考文献 | 112 |
| 第5章 基于物联网的智能物流系统规划 | 113 |
| 5.1 智能物流系统规划 | 113 |
| 5.1.1 智能物流系统开发策略 | 113 |
| 5.1.2 智能物流系统发展阶段论 | 113 |
| 5.1.3 智能物流系统规划的内容 | 115 |
| 5.1.4 智能物流系统规划的组织 | 115 |
| 5.1.5 智能物流系统规划的步骤 | 115 |
| 5.2 案例分析1: 国家物流公共信息平台规划案例 | 117 |
| 5.3 案例分析2: 某酒厂的RFID酒产品防伪与物流跟踪系统规划案例 | 121 |
| 5.4 本章小结 | 125 |
| 本章习题 | 125 |
| 参考文献 | 125 |
| 第6章 基于物联网的智能物流信息平台 | 126 |
| 6.1 基于物联网的智能物流信息平台概述 | 126 |
| 6.2 智能物流信息平台架构技术 | 126 |
| 6.2.1 SOA 架构技术 | 127 |
| 6.2.2 Web Service 技术 | 128 |
| 6.2.3 EAI 技术 | 129 |
| 6.2.4 中间件技术 | 129 |
| 6.3 基于物联网的智能物流信息平台架构设计 | 131 |
| 6.4 基于物联网的智能物流信息平台技术应用 | 134 |
| 6.4.1 自动化仓储管理系统 | 134 |
| 6.4.2 智能配送系统 | 135 |
| 6.4.3 智能物流过程控制与货物状态查询系统 | 136 |
| 6.4.4 智能决策支持系统 | 137 |
| 6.5 基于物联网的智能物流信息平台安全技术 | 138 |
| 6.6 本章小结 | 138 |
| 本章习题 | 139 |
| 参考文献 | 139 |
| 第7章 基于物联网的智能物流信息平台应用标准与规范 | 140 |
| 7.1 EDI 标准 | 140 |

| | |
|---|------------|
| 7.1.1 EDIFACT 标准体系 | 140 |
| 7.1.2 RosettaNet 标准体系 | 141 |
| 7.1.3 ebXML 技术标准体系 | 142 |
| 7.1.4 其他相关技术标准 | 142 |
| 7.2 国家物流公共信息平台标准 | 143 |
| 7.2.1 国家物流公共信息平台标准体系框架 | 144 |
| 7.2.2 数据元标准 | 147 |
| 7.2.3 代码标准 | 154 |
| 7.2.4 服务函数标准 | 157 |
| 7.3 本章小结 | 162 |
| 本章习题 | 162 |
| 参考文献 | 162 |
| 第8章 物联网技术在我国物流企业的应用 | 163 |
| 8.1 我国物流企业的发展现状 | 163 |
| 8.1.1 我国物流企业的发展历程 | 163 |
| 8.1.2 我国物流企业的发展方向 | 163 |
| 8.1.3 我国物流企业的信息化现状 | 164 |
| 8.1.4 我国企业的核心竞争力 | 166 |
| 8.2 物联网在物流企业应用的必要性和意义 | 166 |
| 8.2.1 物联网应用的必要性 | 167 |
| 8.2.2 物联网应用的意义 | 167 |
| 8.3 物联网在物流企业的业务应用 | 168 |
| 8.3.1 运输业务的物联网应用分析 | 169 |
| 8.3.2 仓储业务的物联网应用分析 | 170 |
| 8.3.3 配送业务的物联网应用分析 | 171 |
| 8.3.4 信息服务的物联网应用分析 | 172 |
| 8.4 基于物联网的物流企业智能物流信息平台技术架构设计 | 173 |
| 8.4.1 构建思路 | 174 |
| 8.4.2 基本工作过程 | 174 |
| 8.4.3 各层具体介绍 | 174 |
| 8.5 物联网的实施条件与基础 | 175 |
| 8.5.1 物联网实施的内部条件与基础 | 176 |
| 8.5.2 物联网实施的外部条件与基础 | 178 |
| 8.6 本章小结 | 178 |
| 本章习题 | 179 |
| 参考文献 | 179 |
| 第9章 基于物联网的行业物流智能化管理系统规划与设计 | 180 |
| 9.1 基于物联网的智能物流系统需求分析 | 180 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 9.2 基于物联网的物流车辆监控管理系统 | 181 |
| 9.2.1 系统需求分析 | 182 |
| 9.2.2 系统总体设计 | 182 |
| 9.2.3 基础子系统设计 | 183 |
| 9.2.4 系统设计与应用案例 | 185 |
| 9.3 基于物联网的连锁企业配送管理系统 | 188 |
| 9.3.1 基于物联网的连锁企业配送运作模式 | 188 |
| 9.3.2 连锁企业配送管理系统案例分析 | 190 |
| 9.4 基于物联网的铁路物流管理系统 | 193 |
| 9.4.1 铁路物流的发展现状 | 194 |
| 9.4.2 物联网在铁路物流领域的应用框架 | 195 |
| 9.4.3 物联网在铁路物流运输资源管理的应用 | 197 |
| 9.4.4 物联网在铁路物流安全监管中的应用 | 204 |
| 9.4.5 物联网在铁路物流的应用展望 | 210 |
| 9.5 本章小结 | 210 |
| 本章习题 | 210 |
| 参考文献 | 211 |
| 第10章 基于物联网的智能物流系统集成及应用 | 213 |
| 10.1 基于物联网的智能物流系统集成需求分析 | 213 |
| 10.2 基于物联网的供应链管理系统 | 214 |
| 10.2.1 基于物联网的供应链管理 | 214 |
| 10.2.2 物联网技术在供应链系统中的工作原理 | 214 |
| 10.2.3 基于物联网的供应链管理系统功能分析 | 216 |
| 10.2.4 案例：煤炭企业供应链管理系统（泰德煤网） | 217 |
| 10.3 基于物联网的物流公共信息平台系统 | 220 |
| 10.3.1 物流公共信息平台概述 | 220 |
| 10.3.2 国外物流公共信息平台发展概况 | 222 |
| 10.3.3 基于物联网的物流公共信息平台技术框架 | 225 |
| 10.3.4 基于物联网的物流公共信息平台总体结构及功能设计 | 226 |
| 10.3.5 案例：浙江省物流公共信息平台系统 | 230 |
| 10.4 基于物联网的农产品物流应用 | 233 |
| 10.4.1 农业物联网的概述 | 233 |
| 10.4.2 物联网技术在农产品物流中的应用 | 235 |
| 10.4.3 案例：基于物联网的蔬菜可追溯系统 | 236 |
| 10.4.4 案例：基于物联网的粮食收购系统 | 239 |
| 10.5 基于物联网的国际物流管理系统 | 240 |
| 10.5.1 物联网与国际物流 | 240 |
| 10.5.2 案例：东北亚物流信息服务网络 | 241 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 10.6 本章小结 | 243 |
| 本章习题 | 244 |
| 参考文献 | 244 |
| 第11章 基于物联网的智能物流信息平台运营组织与管理 | 246 |
| 11.1 基于物联网的智能物流信息平台及其特点 | 246 |
| 11.1.1 基于物联网的智能物流信息平台概述 | 246 |
| 11.1.2 基于物联网的智能物流信息平台特性分析 | 247 |
| 11.1.3 基于物联网的智能物流信息平台运营需求分析 | 248 |
| 11.2 基于物联网的智能物流信息平台运营定位及要素分析 | 250 |
| 11.2.1 基于物联网的智能物流信息平台的运营性质和定位 | 250 |
| 11.2.2 基于物联网的智能物流信息平台运营要素分析 | 251 |
| 11.3 基于物联网的智能物流信息平台运营模式 | 254 |
| 11.3.1 平台运营模式方案设计比较 | 254 |
| 11.3.2 平台运营模式选择 | 257 |
| 11.4 基于物联网的智能物流信息平台运营管理及保障技术 | 258 |
| 11.4.1 基于物联网的智能物流信息平台运营基础 | 259 |
| 11.4.2 基于物联网的智能物流信息平台运营模型 | 259 |
| 11.4.3 基于物联网的智能物流信息平台运营组织 | 261 |
| 11.4.4 基于物联网的智能物流信息平台运营经济分析 | 264 |
| 11.4.5 基于物联网的智能物流信息平台运营保障 | 267 |
| 11.5 基于物联网的智能物流信息平台的推广应用研究 | 272 |
| 11.5.1 基于物联网的智能物流信息平台推广应用的条件 | 272 |
| 11.5.2 基于物联网的智能物流信息平台推广应用的实施进程 | 273 |
| 11.5.3 基于物联网的智能物流信息平台推广应用的效益 | 273 |
| 11.6 本章小结 | 274 |
| 本章习题 | 274 |
| 参考文献 | 275 |
| 第12章 技术总结与展望 | 276 |
| 12.1 技术总结 | 276 |
| 12.2 物联网在智能物流领域的应用展望 | 277 |
| 12.2.1 物联网在智能物流领域的应用 | 277 |
| 12.2.2 物联网在智能物流领域的展望 | 280 |
| 参考文献 | 282 |

第1章 绪论



1.1 物联网的起源

在人类社会的发展历程中，物质文明的需求一直是重要的推动力，人类为了满足物质需求，不断地尝试利用自然和改造自然，而人类历史上任何一次科学技术的进步都改变了人与其所在的物理世界的关系。人类早期的生产与交换实际上就是人与物之间发生的以人为主导的关系与作用，用于满足人类的衣食住行等基本需求。交换的产生让人和物之间的关系和作用需要通过人与人的沟通来实现。科学技术的发展推动了参与这种关系与作用的人和物范围的扩大及效率的提高，人类在此基础上可以实现更多的需求满足。当人类社会进入到互联网时代后，人和人的沟通采用了互联网的平台，这极大地丰富了沟通信息的获取，提高了沟通的效率。而人类智能技术和传感技术的发展，刺激了人类对人与物关系和作用的新模式的设想，物联网因此应运而生。在物联网平台中，物与物可越过人直接进行沟通，为满足人类的物质需求而服务，而人也可以通过这个平台，和任何物进行直接沟通，而不需要其他人作为沟通媒介。物联网时代的形成过程如图 1-1 所示。

长期以来，物理信息的重要性奠定了传感器技术厚实的应用需求，也促使传感器技术不断地发展和完善，形成了较为完善的技术体系。在此背景下，美国军方于 1978 提出传感器网络（Sensor Network）的概念，并由美国国防部高级研究计划局（DARPA）开始资助卡耐基梅隆大学进行分布式传感器网络的项目研究，当时仅局限于由若干具有无线通信能力的传感器节点自组织构成网络。此后，美国很多大学和企业无线传感器网络方面开展了大量研究工作。

传感网技术及 RFID 技术等的发展和应用，初步实现了通过技术手段对物的属性进行规模性感知。无线传感网等底层技术的不断突破，加上互联网飞速发展的大背景，促使“泛在网”的概念被提出并受到诸多国家的重视。“泛在网（Ubiquitous Network）”即广泛存在的网络，它以无所不在、无所不包、无所不能为基本特征，以实现在任何时间、任何地点、任何人、任何物都能顺畅地通信为目标。许多国家都提出了本国的泛在网计划。泛在网可以看作物联网的前身，其概念及描述相对于物联网更为抽象、笼统，缺乏技术性和实现性指导。

而在通信技术领域，这些年来 M2M 技术发展很快，M2M 指将数据从一台终端传送到另一台终端，也就是机器与机器（Machine to Machine）的对话。但从广义上说，M2M 可代表机器与机器（Machine to Machine）、人与机器（Man to Machine）、机器与人（Machine to Man）、移动网络与机器（Mobile to Machine）之间的连接与通信，它涵盖了所有实现在人、

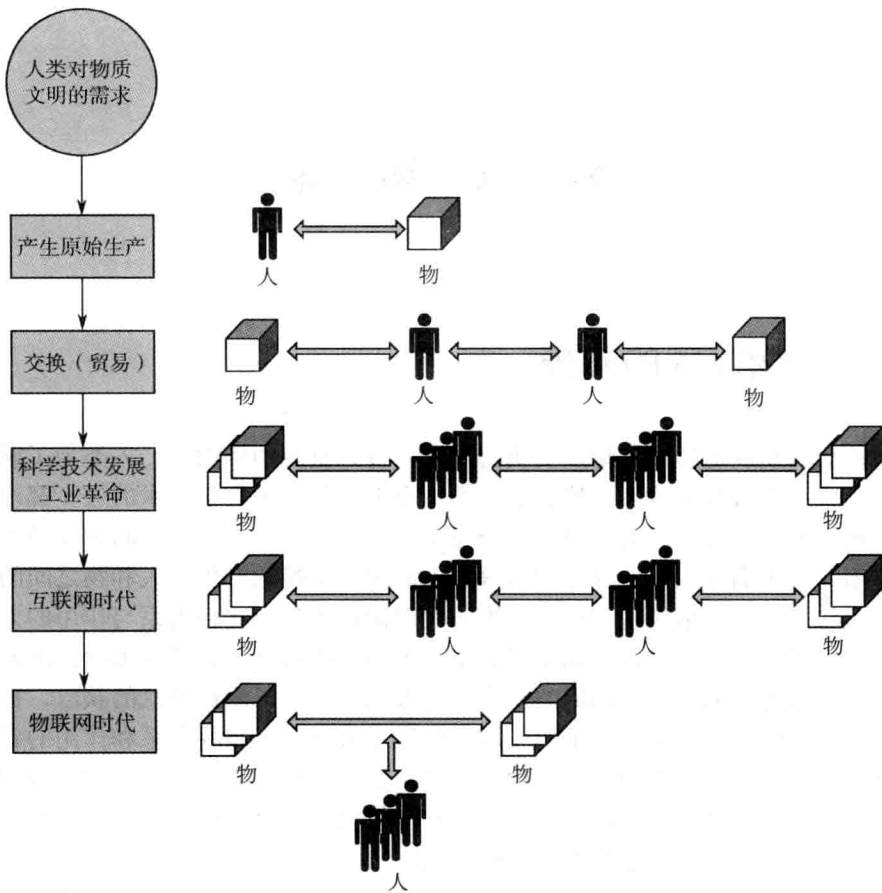


图 1-1 物联网时代的形成过程

机器、系统之间通信连接的技术和手段。M2M 在应用领域的业务将逐渐走向成熟。

传感网、RFID、M2M、泛在网等技术与概念的出现和发展为人们思考人与物、物与物之间的信息交互和工作组织提供了启示，以人与物、物与物之间实现智能控制为目的的物联网应运而生。物联网是在泛在网、M2M 等概念的基础上提出来的。“物联网”的出现可以追溯到 1995 年，比尔·盖茨在《未来之路》一书中首次提及了“物联网”的概念，当时的互联网技术已经经历了起步阶段。比尔·盖茨在该书中主要探讨了在信息技术和互联网应用成熟的阶段将给人类生活和商业怎样的变化，并突破了计算机间的互连，提出了物物连接的构想，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展，并未引起人们的重视。

此后，传感网、云计算、泛在网、M2M 等技术和概念的发展，为物物相连的实现奠定了技术依据和理论依据，也使业界对物联网的认识不断加深。“物联网”的概念在 2005 年 11 月正式被提出：国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》。该报告全面、透彻地分析了物联网，包括其关键技术、市场机遇与挑战，并对物联网改变社会运转方式和人类生活的远景进行了展望。根据 ITU 的描述，无所不在的物联网通信时代即将来临，在物联网时代，通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器，人类在信息与通信世界里将获得一个新的沟通维度，从任何时间、任何地点的人与人之间的沟通连接

扩展到人与物和物与物之间的沟通连接。

2009年1月,IBM首席执行官彭明盛提出“智慧地球”的构想,其中物联网成为“智慧地球”不可或缺的一部分,因此“智慧地球”的理念在某种程度上从宏观层面深化了对物联网的认识。在IBM对“智慧地球”的描述中,智慧地球的核心是以一种更智慧的方法,通过利用新一代信息技术来改变政府、企业和人们的交互方式,以提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度。其三个主要特征为:更透彻的感知、更广泛的互联互通、更深入的智能化。“智慧地球”的概念脱胎于世界范围内的金融危机正处于水深火热之时,当时的世界经济正处于低谷,“智慧地球”所构建的新的社会交互方式,迎合了人们对克服当前挑战、创造新的经济增长机遇的需求。而新一代信息技术的发展为“智慧地球”的实现创造了可能,它能做到更透彻地感知和度量、更全面地互联互通、更深入地智能化。“智慧地球”的提出促使“物联网”在2009年成为热点词汇。

2009年9月15日,欧盟第七框架下RFID和物联网研究项目簇(Cluster of European Research Projects on The Internet Of Things: CERP-IOT)发布了《物联网战略研究路线图》的研究报告,其中提出了新的物联网的概念,认为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,使用智能接口即可实现与信息网络的无缝整合。该项目簇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;协调包括RFID的物联网研究活动;对专业技术、人力资源和资源进行平衡,以使得研究效果最大化;在项目之间建立协同机制。美国总统奥巴马在就职后对“智慧地球”构想积极回应,并将其提升到国家级发展战略,物联网得到世界范围内的广泛关注。而我国官方近期对传感网的多次提议表明我国物联网的发展也被正式提上议事日程,同时也表明我国物联网的发展将加快。目前,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均被采纳。物联网的起源示意图如图1-2所示。

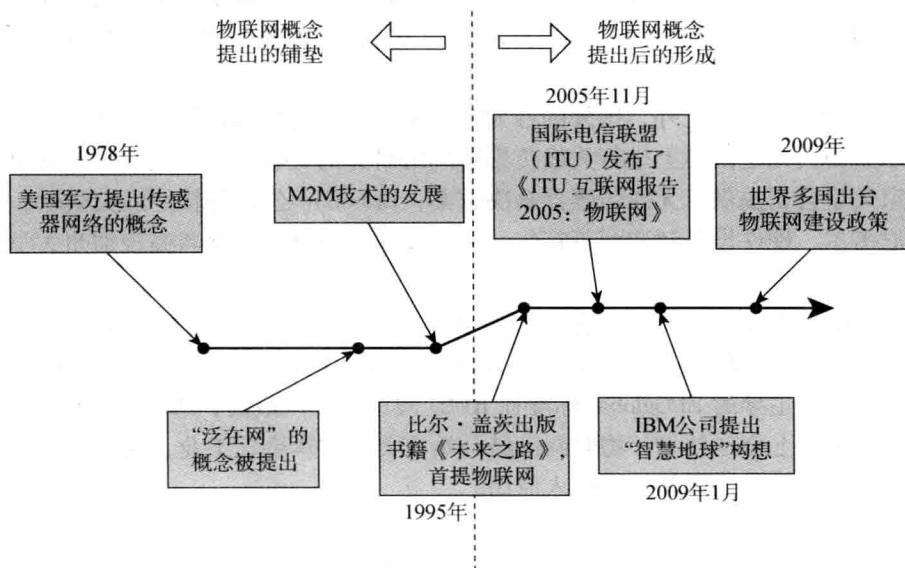


图1-2 物联网的起源

1.2 物联网国内外研究现状

在信息技术产业飞速发展的过程中，物联网被公认为是继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮，代表了下一代信息技术的发展方向，成为了下一轮世界经济发展的技术驱动力，被世界各国当做应对国际金融危机、振兴经济的重点技术领域，物联网的发展将使人类迈入全新的通信时代。

与此同时，物联网的应用技术也获得了长足的发展，因而其连接物流产品与信息的纽带作用越发显著。无线射频识别技术（RFID）、电子产品代码（EPC）、互联网三个元素的有效组合，孕育出正在改变世界产品生产和销售管理的网络系统。物联网展示了一种在全球范围内对每个产品进行跟踪的全新理念，并对人类的生活方式产生深远的影响。

1.2.1 国外研究现状

在当前经济危机影响尚未完全消退的时期，许多发达国家将发展物联网视为新的经济增长点。近几年，物联网日趋成熟，其相关产业在当前技术、经济环境的助推下，在世界范围内已成潮流趋势，因此物联网也被视为“危机时代的救世主”。

1. 美国物联网研究现状

美国许多大学在无线传感器网络方面已经开展了大量工作，如加州大学洛杉矶分校的嵌入式网络感知中心实验室、无线集成网络传感器实验室、网络嵌入系统实验室等。另外，麻省理工学院正在从事极低功耗的无线传感器网络方面的研究；奥本大学也在从事大量关于自组织传感器方面的研究，并完成了一些实验系统的研制；宾汉顿大学计算机系统研究实验室在移动自组织网络协议、传感器网络系统的应用层设计等方面做了很多研究工作；州立克利夫兰大学（俄亥俄州）的移动计算实验室在基于 IP 的移动网络和自组织网络方面结合无线传感器网络技术进行了研究。

除了高校和科研院所之外，国外的各大知名企业也都先后参与开展了无线传感器网络的研究。克尔斯博公司是国际上进行无线传感器网络研究的先驱之一，为全球超过 2 000 所高校及上千家大型公司提供了无线传感器解决方案；Crossbow 公司与软件巨头微软、传感器设备巨头霍尼韦尔、硬件设备制造商英特尔、网络设备制造巨头、著名高校加州大学伯克利分校等都建立了合作关系。

此外，美国在物联网产业上的优势正在加强与扩大。美国国防部的“智能微尘”（SMART DUST）、国家科学基金会的“全球网络研究环境”（GENI）等项目提升了美国的创新能力；由美国主导的 EPCglobal 标准在 RFID 领域中呼声最高；IBM、微软在通信芯片及通信模块设计制造上全球领先；物联网已经开始在美国的军事、工业、农业、环境监测、建筑、医疗、空间和海洋探索等领域投入应用。

2. 欧盟物联网研究现状

欧盟将 ICT（信息通信技术）作为促进欧盟从工业社会向知识型社会转型的重要工具，致力于推动 ICT 在欧盟经济、社会、生活各领域的应用，提升欧盟在全球的数字竞争力。在

物联网及相关技术发展方面,欧盟在 RFID 和物联网方面进行了大量研究和应用,通过 FP6、FP7 框架下的 RFID 和物联网专项研究进行技术研发,通过竞争和创新框架项目下的 ICT 政策支持项目推动并开展应用试点。

欧盟于 2009 年 9 月发布《欧盟物联网战略研究路线图》,提出了欧盟到 2010 年、2015 年、2020 年三个阶段物联网研发路线图,并提出物联网在航空航天、汽车、医药、能源等 18 个主要应用领域和识别、数据处理、物联网架构等 12 个方面需要突破的关键技术。目前,除了进行大规模的研发之外,作为欧盟经济刺激计划的一部分,欧盟物联网已经在智能汽车、智能建筑等领域进行应用。

3. 日本物联网研究现状

日本是世界上第一个提出“泛在 (Ubiquitous)”概念的国家,并制定了“U-Japan”战略,其战略理念是“以人为本,实现所有人、人与物、人与物之间的链接(即 4U: Ubiquitous、Universal、User-oriented、Unique)”,并将日本建设成一个“随时、随地、任何物体、任何人均可连接的泛在网络社会”。

物联网包含在泛在网的概念中,并服务于 U-Japan 及后续的信息战略。通过这些战略,日本开始推广物联网在电网、远程监测、智能家居、汽车联网和灾难应对等方面的应用。

2009 年 7 月,日本 IT 战略本部颁布了日本新一代的信息战略——“i-Japan”战略,为了让数字信息技术融入每一个角落,首先应将政策目标聚焦在三大公共事业上:电子化政府治理、医疗健康信息服务、教育与人才培养,提出到 2015 年,通过数码技术达到“新的行政改革”,使行政流程简化、效率化、标准化、透明化,同时推动电子病历、远程医疗、远程教育等应用的发展。

4. 韩国物联网研究现状

韩国是目前全球宽带普及率最高的国家,同时它的移动通信、信息家电、数字内容等也居世界前列。面对全球信息产业的物联网趋势,韩国制定了为期十年的 U-Korea 战略,目标是“在全球最优的泛在基础设施上,将韩国建设成全球第一个泛在社会”。

U-Korea 主要分为发展期与成熟期两个执行阶段。

(1) 发展期(2006—2010 年)的重点任务是基础环境的建设、技术的应用及 U 社会的建立。

(2) 成熟期(2010—2015 年)的重点任务是推广 U 化服务。自 1997 年起,韩国的 RFID 发展已经从先导应用开始了全面推广;而 USN 也进入了实验性应用阶段。图 1-3 为韩国 RFID/USN 发展计划概况。

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设施,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四大领域、12 项详细课题。