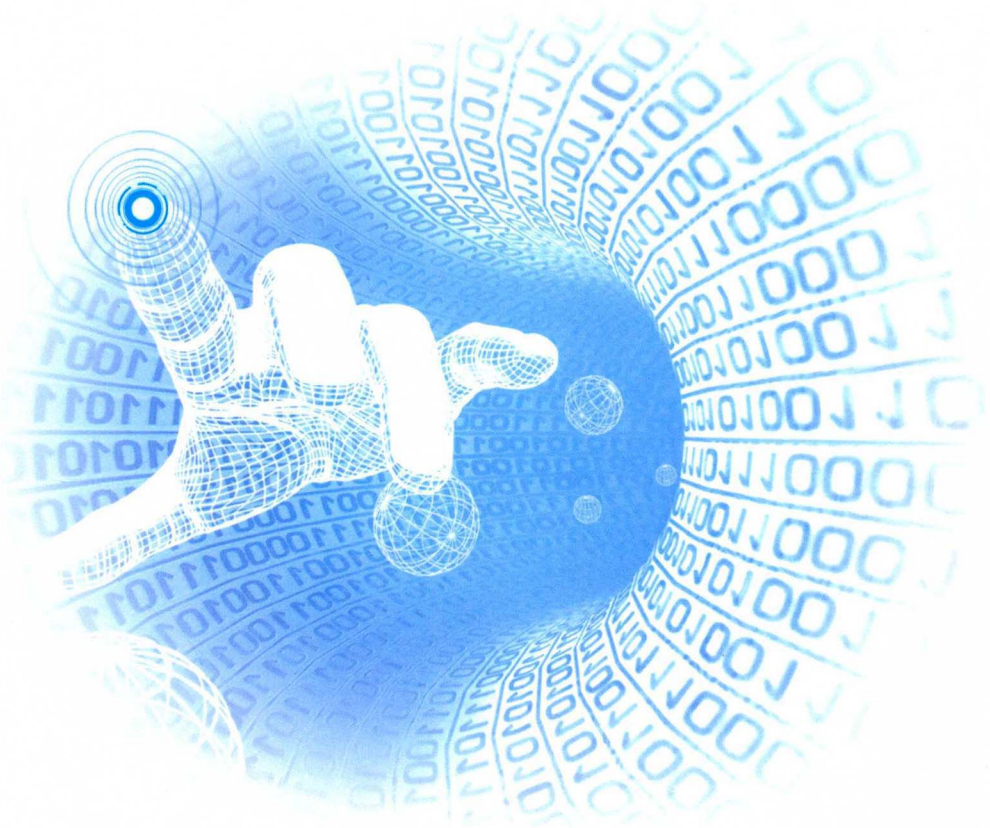
物联网工程专业系列教材



物联网技术概论

武传坤　刘卓华　皮　兰　李宁宁　著

INTRODUCTION OF TECHNIQUES IN INTERNET OF THINGS

科学出版社

物联网技术概论

武传坤　刘卓华
皮　兰　李宁宁　著

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书以浅显的理论介绍了物联网系统所涉及的关键技术。全书共分 8 章，围绕物联网架构体系，从物联网逻辑架构的不同层次，分别介绍了物联网概念、架构和关键技术、标准化、物联网感知层技术、短距离无线通信技术、RFID 技术、物联网传输层技术和物联网处理层技术等。对于一些新型技术，本书主要从概念上进行介绍，没有涉及技术细节，目的是让读者知道这些技术的存在性。通过本书的学习，读者可以了解物联网所涉及的主要技术，以及这些技术在物联网系统中的位置。

本书可用作高等院校和高职高专院校物联网专业相关教材，也可作为物联网从业人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

物联网技术概论/武传坤等著. —北京：科学出版社，2015

ISBN 978-7-03-044794-4

Ⅰ. ①物… Ⅱ. ①武… Ⅲ. ①互联网络-应用②智能技术-应用 Ⅳ. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 124319 号

责任编辑：赵丽欣 / 责任校对：刘玉靖

责任印制：吕春珉 / 封面设计：蒋宏工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行　各地新华书店经销

*

2015 年 6 月第 一 版　开本：889×1194 1/16

2015 年 6 月第一次印刷　印张：13 3/4

字数：410 000

定价：29.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换 <双青>）

销售部电话 010-62140850　编辑部电话 010-62134021

版权所有，侵权必究

举报电话：010-64030229；010-64034315；13501151303

前　言

信息技术的发展经历了几个飞跃性的阶段，被称为信息技术发展的几次浪潮。信息技术发展的第一次浪潮是计算机的出现，它为信息的处理提供了前所未有的技术手段，在很多方面解放了人的脑力劳动，也为信息的管理带来了方便；信息技术发展的第二次浪潮是互联网技术的出现，它使得计算机数据可以实现远程传输，进一步实现全球范围内的信息共享，为电子商务、电子政务提供了技术平台；物联网技术的出现可以被认为是信息技术发展的第三次浪潮，它将虚拟空间与现实空间相结合，使得现实空间中的物可以通过虚拟空间中的信息相互控制，实现物联网终端的互联、海量数据的融合等，将为信息技术的服务形式带来一次革命性的变化。

物联网所涉及的行业多种多样，物联网产业前景非常壮观，发展物联网产业正面临黄金时期。然而物联网的发展阶段还是要面临许多挑战。首先是技术挑战，物联网产业中适用的许多高端精密感知设备目前还主要是国外产品，包括高性能处理器、低功耗处理器等；其次是安全挑战，物联网安全技术尚不够成熟，这将影响物联网产业的健康发展；最后还有人才挑战，尽管全国已经有许多高校设立了物联网工程专业，但物联网产业在今后几年的发展速度将超过人才培养速度。我们需要培养了解物联网概念、懂得物联网技术并在物联网相关技术或管理方面有一技之长的人才。

面对许许多多物联网技术方面的教材，本着面向技能型职业性教育的目标，我们撰写了这本物联网技术方面的教材，力图用浅显的文字描述尽可能全面的物联网相关技术。本书第1章介绍了物联网的概念和发展；第2章介绍了物联网的架构和关键技术；第3章介绍了物联网相关的标准化进展；第4章介绍了物联网感知层的相关技术；第5章介绍了主要用于传感网的短距离无线通信技术；第6章介绍了RFID技术，这是物联网系统中一类非常特别但应用非常广泛的技术；第7章介绍了物联网传输层技术，主要包括计算机网络相关技术和无线移动通信技术；第8章介绍了物联网处理层相关技术，包括操作系统、数据库和云计算方面的一些新技术等。

为了配合读者学习，本书每章后面附有少量习题，这些习题不存在标准答案，有助于学生检验自己对每章内容的理解和掌握情况。

由于时间仓促，而物联网技术方面的内容太多，我们努力深入浅出的写作目标可能很难实现，因此本书一定存在许多不足甚至错误之处，希望读者多提宝贵意见。随着物联网的发展，一些新技术和被证明是重要的技术可能得不到充分介绍，而另一些逐渐失去重要性的技术反而占据了较多篇幅。针对这种情况，我们希望在得到读者的反馈意见后，能在以后的再版中进行修改和增减。

本书得到中国科学院先导专项的支持，得到中国科学院信息工程研究所密码专项基金的支持，得到山东省物联网人才联盟的支持和参与。在此表示衷心的感谢。

读者在阅读过程中如果发现错误或有任何意见和建议，请发送至 ckwu@iie.ac.cn，13520965063@163.com。

著　者

2015 年 4 月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

第 1 章　物联网概述 …… 1

1.1　物联网的概念 …… 1

1.2　物联网的发展 …… 2

1.3　物联网的行业应用 …… 6

1.3.1　物联网在工业领域的应用 …… 7

1.3.2　物联网在农业领域的应用 …… 7

1.3.3　物联网在智能城市领域的应用 …… 8

1.3.4　物联网在智能交通领域的应用 …… 9

1.3.5　物联网在智能家居领域的应用 …… 9

1.3.6　物联网在智能电网领域的应用 …… 10

1.3.7　物联网在智能物流领域的应用 …… 10

1.3.8　物联网其他主要领域的应用 …… 11

1.4　物联网与传统网络之间的关系 …… 12

本章重点 …… 13

思考题 …… 13

第 2 章　物联网架构和关键技术 …… 14

2.1　物联网的系统架构 …… 14

2.2　物联网感知层关键技术 …… 17

2.2.1　传感器技术 …… 17

2.2.2　RFID 技术 …… 18

2.2.3　二维码技术 …… 19

2.2.4　ZigBee 技术 …… 20

2.2.5　蓝牙技术 …… 21

2.2.6　微机电系统（MEMS） …… 22

2.2.7　智能嵌入技术 …… 22

2.3　物联网传输层关键技术 …… 22

2.3.1　Internet …… 23

2.3.2　移动通信网 …… 23

2.3.3　无线传感器网络 …… 24

2.4 物联网处理层关键技术 …… 25
2.4.1 M2M …… 25
2.4.2 云计算 …… 26
2.4.3 人工智能 …… 26
2.4.4 数据挖掘 …… 27
2.4.5 中间件 …… 27
本章重点 …… 28
思考题 …… 28
第 3 章 物联网相关的标准化 …… 29
3.1 标准化对物联网产业的意义 …… 29
3.2 国际物联网标准制定现状 …… 30
3.3 我国物联网标准制定现状 …… 33
本章重点 …… 38
思考题 …… 38
第 4 章 物联网感知层技术 …… 39
4.1 什么是物联网感知层 …… 39
4.1.1 感知物理世界 …… 39
4.1.2 执行反馈决策 …… 40
4.2 传感器技术 …… 41
4.2.1 传感器的概念 …… 42
4.2.2 传感器的组成和分类 …… 43
4.2.3 传感器的基本特性 …… 47
4.2.4 传感器的应用 …… 50
4.2.5 常用传感器 …… 52
4.3 无线传感器网络 …… 59
4.3.1 无线传感器网络概述 …… 59
4.3.2 无线传感器网络的体系结构 …… 62
4.3.3 无线传感器网络的特点和性能指标 …… 63
4.3.4 无线传感器网络的主要关键技术 …… 68
4.3.5 无线传感器网络的应用 …… 72
4.4 面向无线传感器网络的嵌入式操作系统 …… 75
4.4.1 嵌入式系统的概念 …… 76
4.4.2 TinyOS 操作系统 …… 77
4.4.3 MantisOS 操作系统 …… 78
本章重点 …… 79

思考题 …… 80
第 5 章 短距离无线通信技术 …… 81
5.1 短距离无线通信技术概述 …… 81
5.2 蓝牙技术 …… 82
5.2.1 蓝牙技术概述 …… 82
5.2.2 蓝牙的工作原理 …… 83
5.2.3 蓝牙的协议体系 …… 87
5.2.4 蓝牙的特点 …… 90
5.3 Wi-Fi 无线通信技术 …… 91
5.3.1 Wi-Fi 概述 …… 91
5.3.2 Wi-Fi 的基本结构 …… 92
5.3.3 Wi-Fi 技术的特点 …… 95
5.3.4 Wi-Fi 的关键技术 …… 96
5.4 ZigBee 无线通信技术 …… 98
5.4.1 ZigBee 概述 …… 98
5.4.2 ZigBee 基本概念 …… 99
5.4.3 ZigBee 协议体系结构 …… 101
5.4.4 ZigBee 技术的特点 …… 104
本章重点 …… 104
思考题 …… 105
第 6 章 RFID 技术 …… 107
6.1 RFID 技术概述 …… 107
6.1.1 自动识别技术 …… 107
6.1.2 RFID 的特点和分类 …… 109
6.1.3 RFID 的发展 …… 110
6.1.4 RFID 的相关标准 …… 111
6.2 RFID 技术的原理 …… 112
6.2.1 RFID 的组成 …… 112
6.2.2 RFID 基本原理 …… 116
6.3 RFID 的关键技术 …… 119
6.3.1 RFID 天线技术 …… 119
6.3.2 RFID 软件中间件技术 …… 122
6.3.3 RFID 防碰撞协议 …… 124
6.3.4 RFID 安全与隐私保护 …… 127
6.4 RFID 系统的应用 …… 132

6.4.1 安全防护领域 …… 132
6.4.2 商品生产销售领域 …… 133
6.4.3 管理与数据统计领域 …… 134
6.4.4 交通运输领域 …… 135
本章重点 …… 136
思考题 …… 137
第 7 章 物联网传输层技术 …… 138
7.1 什么是物联网传输层 …… 138
7.1.1 传输层功能 …… 138
7.1.2 传输层关键技术 …… 138
7.2 数字通信概述 …… 140
7.2.1 通信系统模型 …… 140
7.2.2 模拟通信和数字通信 …… 142
7.2.3 数字通信的交换方式 …… 144
7.2.4 数字通信的分类 …… 145
7.3 计算机通信原理 …… 146
7.3.1 OSI 参考模型 …… 146
7.3.2 TCP/IP 概述 …… 150
7.3.3 广域网、城域网与局域网 …… 152
7.4 移动通信 …… 156
7.4.1 移动通信概述 …… 157
7.4.2 GSM 全球移动通信系统 …… 160
7.4.3 3G/LTE 移动通信系统 …… 166
本章重点 …… 170
思考题 …… 171
第 8 章 物联网处理层技术 …… 172
8.1 什么是物联网处理层 …… 172
8.1.1 处理层的功能 …… 172
8.1.2 处理层的关键技术 …… 173
8.2 操作系统 …… 175
8.2.1 操作系统概述 …… 175
8.2.2 Windows 操作系统 …… 179
8.2.3 Linux 操作系统 …… 181
8.2.4 移动平台操作系统 …… 185
8.3 数据库 …… 187

8.3.1　数据库概述 …… 188
8.3.2　数据库的发展 …… 193
8.3.3　常用数据库 …… 194
8.4　云计算 …… 197
8.4.1　云计算概述 …… 197
8.4.2　云计算主要服务形式 …… 199
8.4.3　云计算的架构 …… 202
8.4.4　云计算的关键技术 …… 203
8.4.5　典型云计算平台 …… 205
本章重点 …… 208
思考题 …… 209

第1章　物联网概述

1.1　物联网的概念

物联网（Internet Of Things，IOT）概念的提出已经有十余年的历史，并在世界范围内引起了广泛的关注。在国内，随着政府对物联网产业关注和支持力度的显著提高，物联网已经逐渐从产业愿景走向现实应用。

1998 年，MIT 的 Kevin Ashton 首次提出“Internet of Things”概念，通过在日常物品中运用射频识别技术和传感器技术，将创建一个物物相连的互联网。这一概念的提出为人们对机器的理解开创了一个新纪元。1999 年，Auto-ID Center 提出的物联网概念，相当于以 RFID 标签为基础的一个全球性基础设施建设。你可以把它作为存在于互联网底部的一个无线层，它可以对从刀片、欧元到汽车轮胎等数以百万计的物品进行跟踪和信息处理。

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 (ITU) 发布了一篇报告《ITU 互联网报告 2005：物联网》，对物联网的概念进行了定义，对物联网的技术细节及其对全球商业和个人生活的影响做了深入的探讨。报告指出物联网是主要解决物品与物品 (Thing to Thing，T2T)、人与物品 (Human to Thing，H2T)、人与人 (Human to Human，H2H) 之间的互联。但是与传统互联网不同的是，H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接，从而使得物品连接更加简化，而 H2H 是指人之间不依赖于计算机而进行的互连。无所不在的“物联网”通信时代即将到来，世界上所有的物品从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过互联网进行信息交换。射频识别技术、无线传感器技术、智能嵌入技术、纳米技术等将融合在一起，得到更加广泛的应用。然而，ITU 的报告对物联网缺乏一个清晰的定义。

2009 年 9 月，在北京举办的物联网与企业环境中欧研讨会上，欧盟委员会信息和社会媒体司 RFID 部门责人 Lorent Ferderix 博士给出了欧盟对物联网的定义：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

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

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。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一道，构成未来互联网。

根据国内外专家与机构对于物联网的定义，可以简单地归结为：**物联网是一个物物相连的网络，它通过前端的感知设备，如射频识别（RFID）系统、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等，按照既定的标准化协议将物理实体连接在一起，并利用信息智能处理和策略化控制方法实现对物理环境和物体的识别、定位、跟踪、监控和管理功能的综合信息化系统。**

1.2 物联网的发展

物联网覆盖了多个领域，因此物联网产业包含的门类十分庞大，延伸到社会经济生活的方方面面，被称为下一个万亿级的通信业务。在物联网发展过程中，包括日本、韩国、欧盟、美国等发达国家和地区都制定了物联网产业的发展战略，中国也在积极培育物联网产业，争夺物联网领域的战略制高点。下面简要介绍各个国家相关的物联网产业发展战略。

1. 日本的“U-Japan”计划

日本的“U-Japan”计划通过发展“无所不在的网络”（U 网络）技术催生新一代信息科技革命。日本“U-Japan”战略的理念是以人为本，实现所有人与人、物与物、人与物之间的连接，即所谓 4U（Ubiquitous：无所不在，Universal：普及，User-oriented：用户导向，Unique：独特）。

此战略将以“基础设施建设”和“信息技术应用”为核心，重点在以下两个方面展开：一是泛在网络社会的基础建设，希望实现从有线到无线、从网络到终端，包括认证、数据交换在内的无缝连接泛在网络环境，100% 的国民可以利用高速或超高速网络；二是 ICT（Information Communication Technology）的广泛应用。希望通过 ICT 的有效应用，促进社会系统的改革，解决老年化社会的医疗福利、环境能源、防灾治安、教育人才、劳动就业等一系列社会问题。

事实上，基于 RFID 技术实现的手机钱包，已经在日本广泛应用，并正在向全球拓展。日本的先进企业多数已经开始利用 U 网络工具。相关研究报告显示，这些利用 U 网络的企业商品生产线效率提高了 10%，交货期缩短了一半。如此强大的助推作用正使得越来越多的企业考虑启用泛在应用。日本的 NTT DoCoMo 公司在日本的家电和汽车行业中的企业进行了颇具创新力的尝试，将涉及企业客户的各类 U 应用作为此后发展的重点。

2009 年 8 月，日本又将“U-Japan”升级为“I-Japan”战略，提出“智慧泛在”构想，将传感网列为其国家重点战略之一，致力于构建一个个性化的物联网智能服务体系，充分调动日本电子信息企业积极性，确保日本在信息时代的国家竞争力始终位于全球第一阵营。同时，日本政府希望通过物联网技术的产业化应用，减轻由于人口老龄化所带来的医疗、养老等社会负担，并由此实现积极自主的创新，催生出新的活力，改革整个经济社会。

2. 韩国的“U-Korea”战略

韩国是全球首个提出 U 战略的国家之一，也实现了类似日本的发展。韩国成立了以总统为首的国家信息化指挥、决策和监督机构——“信息化战略会议”及由总理负责的“信息化促进委员会”，为“U-Korea”信息化建设保驾护航。韩国信息和通信部则具体落实并负责推动“U-Korea”项目的建设，重点支持“无所不在的网络”相关的技术研发及科技应用，希望通过“U-Korea”计划的实施带动国家信息产业的整体发展。2009 年 10 月韩国颁布了《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，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四大领域，12 项详细课题，并提出到 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 ICT（信息通信技术）强国”的目标。

配合“U-Korea”推出的“U-Home”是韩国信息通信发展计划的八大创新服务之一。这种智能家庭的最终目的是让韩国民众能通过有线或无线的方式控制家电设备，并能在家享受高品质的双向、互动的多媒体服务，比如远程教学、健康医疗、视频点播、居家购物、家庭银行等。近年来韩国新建的民宅基本都具有“U-Home”功能。

3. 美国“智慧的地球”

2008 年 11 月，美国 IBM 公司总裁彭明盛在纽约对外关系理事会上发表了题为《智慧的地球：下一代领导人议程》的讲话，正式提出“智慧的地球”（Smarter Planet）设想。2009 年 1 月 28 日，奥巴马就任美国总统后与美国工商业领袖举行了一次“圆桌会议”，彭明盛推广“智慧的地球”这一概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施，阐明其短期和长期效益。奥巴马政府对此给予了积极的回应，认为“智慧的地球”有助于美国的“巧实力”（Smart Power）战略，是继互联网之后国家发展的核心领域。

“智慧的地球”是把新一代 IT 技术充分运用在各行各业之中，如把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁等各种物体中，并连接形成物联网。在此基础上，将各种现有网络进行对接，实现人类社会与物理系统的整合，从而使人类

以更加精细和动态的方式管理生产和生活，达到“智慧”状态。例如，2009 年 4 月初在美国拉斯维加斯举行的无线通信展期间，美国 Vitality 公司推出了配备无线功能的药瓶盖。该产品可用在普通药瓶上，同时也具有完善的网络提醒功能。到预先设定的时间，盖子上的小灯就会亮，提醒用户吃药时间到了。如果此时用户不打开瓶盖，瓶盖就会发声。如若用户再不打开瓶盖，该信息就会经由家庭设置的网关装置，通过互联网发送至服务器，服务器在收到信息后会拨打电话通知用户。由于其具有联网功能，服务器还可以用电子邮件通知用户指定的联系人，或在药物快用完时自动向药房发送信息。可以预见，这种“智慧”状态将伴随大量“聚合服务”应用的产生，而“人—物”应用、“物—物”应用还会不断被开发、被集成，这也预示着聚合服务市场潜力十分巨大。

4. 欧盟的物联网行动计划

欧盟早在 2006 年就成立工作组，专门进行 RFID 技术研究，并于 2008 年发布《2020 年的物联网——未来路线》。2009 年，欧洲 RFID 项目组物联网小组（CERP-IoT）在欧盟委员会资助下制订了《物联网战略研究路线图》、《RFID 与物联网模型》等意见书。2009 年 6 月，欧盟已经制订了截至目前堪称物联网产业最详细的发展规划，主要体现在 2009 年 6 月欧盟制订的《物联网——欧洲行动计划》，该计划涵盖了行政管理、安全保护、隐私控制、基础设施建设、标准制订、技术研发、产业合作、项目落实、通报制度、国际合作等重要内容。目前欧盟已将物联网及其核心技术纳入到预算高达 500 亿欧元并开始实施的欧盟“第七个科技框架计划（2007—2013 年）”中。这也是 1994 年以电信业为代表的“欧洲之路”战略、1999 年 e-Europe 战略的最新延伸。

欧洲物联网的应用主要在企业管理、交通运输、医疗卫生等方面。例如，全球电源和自动设备制造商 ABB 在其芬兰赫尔辛基的工厂里采用 RFID 技术，追踪每年外运的 20 万件传动装置，利用 RFID 系统提高货物运输的追踪能力，可靠地记录货物运输日期，减少物流和仓储任务外包的风险；巴黎市政府制订了以 RFID 识别技术、GPS 地理定位、谷歌地图测绘为基础的 Patrimonia 方案，巴黎城市用户可以通过网络访问关于巴黎市道路标志管理和应用的页面，该方案包括一个全面的数据库、谷歌电子地图、搜索引擎，还有分析程序、设计文件，并且能够以 Excel 格式等 Office 格式导出数据；瑞士制药集团诺华制药正在开发一种带有新型电子系统的芯片，这种芯片可以安装在药片中，患者如果未能遵医嘱服药，芯片就会向患者手机发送提醒短信，芯片有利于提醒患者对医嘱的遵从，从而增强药物疗效。除此以外，欧洲主要电信运营商 Orange、Telnor、T-Mobile、Vodafone 等都确定了物联网战略方向，开始以各种形式加速 M2M 业务的部署。

5. 中国的“感知中国”

2009 年 8 月时任国务院总理的温家宝在考察无锡高新微纳传感网工程技术研发中心时指出，要积极创造条件，在无锡建立中国的传感网中心（“感知中国”中心），发展物联网。2009 年 11 月，温家宝在人民大会堂向科技界发表了题为“让科技引领中国可持续发展”的讲话，其中提到要着力突破传感网、物联网的关键技术，及早部署后 IP 时代相关技术研发，使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。2010 年 3 月，“加快物联网的研发应用”第一次写入中国政府工作报告。

各部门、各地区积极响应，纷纷出台各项举措，推动物联网发展。《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。工业和信息化部开展物联网的调研，从技术研发、标准制定、推进市场应用、加强产业协作四个方面支持物联网发展。无锡市大力建设国家传感网创新示范区（国家传感信息中心），在物联网人才引进、资金、税收、土地等方面对相关企业进行大力支持，吸引了中科院、清华大学、北京邮电大学、中国移动、中国联通、中国电信等企事业单位在无锡设立机构。2010 年 1 月，江苏省新型感知器件产业技术创新战略联盟在昆山传感器产业基地成立。该联盟的成立，将加快无锡物联网产业创新集群的形成。北京也着手启动物联网的规划工作。2009 年 11 月，由同方股份、中国移动、大唐移动、中科院软件所、清华大学、北京大学、北京邮电大学等物联网产业链上的 40 余家企业和研发机构共同组建了中关村物联网产业联盟，志在打造中国物联网产业中心。广东则成立了 RFID 标准化技术委员会，加紧 RFID 标准攻关，打造“数字广东、智慧城市、知识经济、无处不在的网络社会”。上海为加快实现物联网对产业升级的带动作用，决定从 2010 年起由政府启动物联网体系建设，并在全市范围内组织实施物联网应用示范工程。其他地区也从制定规划、设立相应机构等方面着手推动物联网的发展。

在应用领域，我国销量最大的酒类品牌之一五粮液，其防伪系统就使用了 RFID 防伪和追溯管理的物联网技术；中国科技馆新馆将启用 RFID 电子门票，这样就可在后台的计算机终端反映出持有人的相关信息，实现门票与个人信息的绑定，从而可为观众提供更多的个性化服务；江西电网利用传感和测量技术监控全网 2 万多台配电变压器，一年降低电损 1.2 亿千瓦时；深圳 24 小时自助图书馆将 RFID 技术引入文化领域，解决了文献定位导航难、错架乱架多、难以精确典藏等问题，取得了图书馆的智能管理系统和自助服务模式的创新；上海世博园为进入园区的食材加装 RFID，利用“食品安全实时综合监控平台”进行跟踪监控，确保食品安全。由此可见，物联网的应用已经扩展到交通运输、食

品安全、电网管理、公共服务等多个方面。

目前物联网在我国的发展形态主要以RFID、M2M、传感网网络三种为主。在RFID方面，2009年中国RFID产业市场规模达110亿元，相比2008年增长36.8%，已用于物流、城市交通、工业生产、食品追溯、移动支付等方面，特别是随着3G网络开始运营，各运营商推出了移动支付方式，如中国移动于2009年11月宣布采用RFID技术的SIM卡，在星巴克和上海世博园园区内将可以通过手机近端刷卡消费。在M2M方面，电信运营商积极开展M2M应用，如中国移动从2004年开始发展M2M业务，2008年M2M终端数量发展到229万部，目前已超过300万部，预计未来几年增长率将超过60%，在智能楼宇、路灯监控等方面得到广泛应用。国内在传感器网络方面则处于发展初级阶段，基本上还是依托于科研项目、科研成果的示范，在部分领域的国际标准制定方面已经具有了发言权，有可能形成具有自主知识产权的核心技术和标准，提高我国在物联网领域内的竞争力。

与其他发达国家相比，我国物联网发展尚处初创和起步阶段。目前也存在一系列瓶颈和制约因素：一是产业体系初步形成但产业化能力不高，尚未形成规模化产业优势；二是核心关键技术有待突破，在传感器、芯片、关键设备制造、智能通信与控制、海量数据处理等核心技术上，与发达国家存在较大差距；三是标准比较分散、体系还不完善，在国际上面临着关键资源和核心标准方面的激烈竞争；四是物联网应用的规模和领域比较小，没有形成成熟的商业模式，应用成本较高；五是物联网承载大量的国家经济社会活动和战略性资源，因而面临巨大的安全与隐私保护挑战。我们需要结合中国国情来发展适合我国经济水平的绿色、开放、高可靠的物联网，走一条有中国特色、能带动国内核心技术企业发展的低成本信息化道路，让物联网真正惠及国家和人民。

1.3 物联网的行业应用

目前物联网在很多方面都有广泛的应用，例如工业领域、农业领域、智能城市、智能交通、智能家居、智能电网、食品安全、安全防范、智能医疗、智能环保、智能物流、智能校园、智能文博、智能司法以及M2M平台建设。总体来说，近几年物联网在各个领域的发展都有了进一步推广和深入，但是目前物联网行业的发展主要还是集中于在工业领域、农业领域、智能城市、智能交通、智能家居以及智能电网等方面的应用。

我国工业目前面临着高污染高能耗的威胁，节能减排是我国工业发展的瓶颈，工业用能在我国总能源消费中占据70%，因此推行节能减排，倡导低碳经

济给物联网在工业领域的发展带来了契机，以物联网改造传统工业将有广阔的发展前景。另外我国的三农问题以及城市化过程中带来的城市问题，使得在农业领域的应用以及智能城市和智能交通领域的应用也会有较好的发展前景。

1.3.1 物联网在工业领域的应用

具有环境感知能力的各类终端、基于泛在技术的计算模式、移动通信等不断融入到工业生产的各个环节，大幅提高制造效率、改善产品质量、降低产品成本和资源消耗，将传统工业提升到智能工业的新阶段。从当前技术发展和应用前景来看，物联网在工业领域的应用主要集中在以下几个方面：

① *制造业供应链管理* 物联网应用于企业原材料采购、库存、销售等领域，通过完善和优化供应链管理体系，提高了供应链效率，降低了成本。空中客车通过在供应链体系中应用传感网络技术，构建了全球制造业中规模最大、效率最高的供应链体系。

② *生产过程工艺优化* 物联网技术的应用提高了生产线过程检测、实时参数采集、生产设备监控、材料消耗检测的能力和水平，同时也使得生产过程的智能监控、智能控制、智能诊断、智能决策、智能维护水平不断提高。一些钢铁企业应用各种传感器和通信网络，在生产过程中实现对加工产品的宽度、厚度、温度实时监控，提高产品质量，优化生产流程。

③ *产品设备监控管理* 各种传感技术与制造技术融合实现了对产品设备操作使用记录、设备故障诊断的远程监控。GEOil&Gas 集团在全球建立了 13 个面向不同产品的 i-Center（综合服务中心），通过传感器和网络对设备进行在线监测和实时监控，并提供设备维护和故障诊断的解决方案。

④ *环保监测及能源管理* 物联网与环保设备的融合体现了对工业生产过程中产生的各种污染源及污染治理各环节关键指标的实时监控。在重点排污企业排污口安装无线传感设备，不仅可以实时监测企业排污数据，而且可以远程关闭排污口，防止突发性环境污染事故发生。电信运营商已经开始推广基于物联网的污染治理实时监测解决方案。

⑤ *工业安全生产管理* 把传感器嵌入和装配到矿山设备、油气管道、矿工设备中，可以感知危险环境中工作人员、设备机器、周边环境等方面的安全状态信息，将现有的网络监管平台提升为系统、开放、多元的综合网络监管平台，实现实时感知、准确辨识、快捷响应及有效控制。

1.3.2 物联网在农业领域的应用

物联网在农业领域的应用是通过实时采集温室内温度、湿度信号以及光照、土壤温度、CO_2 浓度、叶面湿度、露点温度等环境参数，自动开启或者关闭指定

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com