

普通高等教育“十二五”物联网专业规划教材

第3版



# RFID 重大工程 与国家物联网

INTERNET OF THINGS

宁焕生 著

普通高等教育“十二五”物联网专业规划教材

# RFID 重大工程与国家物联网

第3版

宁焕生 著



机械工业出版社

本书第1版于2009年1月出版,第2版于2010年9月出版。第3版的主要内容包括:

- 关注“十二五”物联网发展的重点领域;
- 阐述物联网新的定义,国内外发展状况,物联网与传感网等概念的关系;
- 剖析一些国家物联网的发展战略;
- 探索国家物联网建设,研究行业物联网的规划与运营,评价应用物联网的发展等;
- 统计我国政府近年来在物联网(含RFID)领域资助的项目。

本书共分5个部分:认识物联网、国家物联网的规划与运营、物联网的相关技术、物联网的典型应用、RFID技术和应用。附录统计了近年我国政府支持的物联网和RFID方面的项目。

本书从技术、管理及决策等方面提供了翔实的资料和作者的一些观点,对关心和从事物联网工作的政府决策人员、企业经营人士、研发人员和科技爱好者具有很好的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

RFID重大工程与国家物联网/宁焕生著. —3版. —北京:机械工业出版社, 2011. 12

普通高等教育“十二五”物联网专业规划教材  
ISBN 978-7-111-36903-5

I. ①R… II. ①宁… III. ①无线电信号-射频-信号识别-应用-高等学校-教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第270977号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:赵任

版式设计:石冉 责任校对:李秋荣

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年2月第3版第1次印刷

205mm×255mm·15.5印张·275千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36903-5

定价:44.00元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 序

在“物联网”时代，道路、房屋、电缆、管道、车辆等各类物品，甚至动物，将与芯片、宽带等连接起来，这个巨大的网络不仅可实现人与物的通信和感知，而且还可实现物与物之间的感知、通信和相互控制。自2009年中国政府提出发展物联网的战略后，“物联网”一时成为国内热点，迅速得到了政府、企业和学术界的广泛关注。由于物联网建设涉及未来网络和信息资源的掌控与利用，并且建设物联网还能够带动国内一系列相关产业的自主创新能力和国际竞争力的提高，因此，加快物联网技术研发，促进物联网产业的快速发展已成为国家战略需求。

目前，美国、欧盟、日本等都在研究物联网，我国政府在高度重视物联网建设的同时，希望积极参与国际物联网的设计、规划和标准制定，掌握一定的物联网时代的世界话语权，占领下一代信息技术领域的制高点。

物联网有望在很多民用领域取得大规模的应用，如交通、金融、物流、医疗、农业、制造业等。同时，物联网在国防、航空航天等领域也有广泛的应用，例如在航空领域，物联网有望在空中交通管理、空天地网络通信与应用、低空空域安全管理与救援、机场安全管理、飞机设计制造和维修、航空物流等方面得到大规模应用，这是工信融合，尤其是空天信融合的典型范例。

基于物联网的广阔应用前景，其被冠以第三次信息产业浪潮，有望成为下一个重要的信息产业引擎。结合中国发展物联网的特色和需求，以及技术和产业发展动态，本书以共性技术和典型应用为出发点，详尽描述了物联网概念、发展现状、技术和应用，尤其是作者通过多年研究总结出的发展物联网的一些独到见解，可为从事本领域的研发人员和企事业单位提供参考。

张彦

2011年9月

Simula Research Laboratory, Norway

# 前言

在本书第1、2版推出后，我从读者和工业界获得了很多有益的反馈，此间我同很多决策者、研究者和执行者进行了大量的交流。基于前两版成功经验的基础，结合发展现状以及我对物联网新的研究成果和体会，形成第3版。

本书第一部分内容针对物联网的定义、内涵作了由浅入深的论述，共分三章，分别从基本认识、深入了解（包括对容易产生混淆的问题做了详尽的解答）以及对物联网新的认识进行讨论。

第二部分是关于物联网的规划与运营，共分两章。第4章对各种关于物联网决策和运营方面的敏感问题进行了讨论；第5章讨论了规划与运营的问题，既涉及企业及应用层面，也涉及行业和国家，甚至国际层面。

第三部分分两章对物联网技术进行了概述。第6章介绍了早期典型物联网（EPC）技术；第7章从架构、感知、网络、处理等方面介绍了当前物联网涉及的部分技术。

第四部分详细地介绍了物联网的一些应用领域。第8章结合“十二五”政策导向的重点领域进行了讨论；第9章围绕航空航天领域的物联网应用进行论述。

第五部分重点介绍了RFID技术和应用，分别从RFID概念、RFID关键技术、RFID典型应用等方面进行了介绍。

本书附录对第2版的附录进行了系统更新，力图为读者介绍国家在各方面对物联网的支持内容和力度，也包括一些中外发展物联网的动态信息。

本书可为从事物联网工作的人员提供参考。在编写过程中，参考了许多国内外新近的相关资料，引用了本领域已有的一些研究成果和文献，在此向原作者表示由衷的感谢。

感谢机械工业出版社电工电子分社林春泉编审对本书的出版和再版给予的指导和支持。

由于作者的学识水平有限以及时间仓促，加之物联网技术发展迅速，书中难免有很多不完善和不合理之处，敬请读者有选择性地参考。

作 者

2011年9月于北京航空航天大学

# 目录

序  
前言

## 第一部分 认识物联网

第 1 章 初识物联网的一些花絮 .....	3
1.1 印象物联网 .....	3
1.2 有没有直观的例子让我们见识一下理想中的物联网 .....	4
1.3 物联网对未来的影响 .....	5
参考文献 .....	6
第 2 章 深入了解物联网内涵 .....	7
2.1 简单地理解物联网的概念 .....	7
2.2 物联网概念演进的历史 .....	7
2.3 关于物联网分层结构的认识 .....	9
2.4 物联网在国内外的的发展现状 .....	10
2.4.1 物联网在国外的的发展 .....	10
2.4.2 物联网在国内的发展 .....	11
2.4.3 物联网在全球的应用概况 .....	12
2.5 物联网与 RFID、EPC 的关系 .....	13
2.6 物联网与传感网、M2M、云计算等概念间的关系 .....	14
2.7 小结 .....	15
参考文献 .....	15
第 3 章 本书给未来物联网下的定义 .....	17
3.1 感知和控制能力 .....	17
3.2 网络基础设施 .....	18
3.3 拟人的智慧和超级信息处理能力 .....	18
3.4 小结 .....	19
参考文献 .....	19

## 第二部分 物联网：规划与运营

第 4 章 关于物联网敏感问题的讨论 .....	23
4.1 美国发展物联网的战略策略是什么 .....	23
4.2 欧盟发展物联网的战略策略的特点是什么 .....	24
4.3 冷静看待 IBM 智慧地球的概念和宣传 .....	25

4.4	怎样认识我国物联网专业（学科）建设和人才培养的问题	26
4.5	传感网究竟是不是物联网	27
4.6	中国的物联网行动是否过热	27
4.7	如何正确看待目前对物联网的商业价值预测	28
4.8	运营商在物联网发展中的角色	28
4.9	三网融合部署与发展物联网	29
4.10	发展物联网的重要意义与商业前景	29
	参考文献	30
<b>第5章</b>	<b>如何发展物联网：规划与运营</b>	<b>31</b>
5.1	我国物联网发展已经出现了哪些问题	31
5.2	我国物联网建设所面临的主要挑战	32
5.3	企业进入物联网产业的若干建议	33
5.4	行业物联网发展的一些看法	35
5.5	国家物联网	36
5.5.1	国家物联网建设的必要性	36
5.5.2	国家实施物联网发展战略的一点建议	36
5.5.3	国家物联网管理模式探讨	39
5.6	物联网建设思考	41
5.6.1	政府在未来物联网产业发展中的定位问题	41
5.6.2	有限的财政支出如何更有效地支持物联网产业的发展	41
5.7	全球物联网	42
	参考文献	42

### 第三部分 扫描物联网相关技术

<b>第6章</b>	<b>早期典型物联网之一——EPC介绍</b>	<b>47</b>
6.1	早期物联网概述	47
6.2	EPC系统	47
6.2.1	EPC系统的名称解析服务	48
6.2.2	中间件技术	50
6.2.3	信息发布服务	53
6.2.4	EPC系统工作流程举例	55
	参考文献	56
<b>第7章</b>	<b>物联网关键技术</b>	<b>57</b>
7.1	物联网感知技术	57
7.1.1	传感器技术概述	57
7.1.2	传感器技术的未来发展	58
7.2	物联网体系架构	60
7.2.1	概述	60



7.2.2 国内外研究现状 .....	60
7.2.3 未来研究重点 .....	62
7.3 物联网通信技术 .....	63
7.3.1 通信模式 .....	63
7.3.2 通信速度 .....	64
7.4 物联网网络技术 .....	66
7.5 物联网网络发现及搜索引擎 .....	70
7.6 物联网数据处理技术 .....	71
7.6.1 网格计算与云计算 .....	71
7.6.2 海量数据处理 .....	72
7.7 物联网管理 .....	74
7.8 物联网的安全与隐私 .....	75
7.8.1 具体安全问题 .....	75
7.8.2 安全机制 .....	77
7.9 未来物联网技术的发展趋势 .....	78
参考文献 .....	80

#### 第四部分 概述物联网应用

第8章 “十二五”国家重点支持的部分应用领域 .....	87
8.1 智能电网 .....	87
8.2 智能交通 .....	89
8.2.1 城市交通动态监控及安全监管 .....	89
8.2.2 稀疏路网监控与救援物联网 .....	90
8.3 智能物流 .....	91
8.3.1 内河航运物联网 .....	91
8.3.2 远洋运输物联网 .....	92
8.3.3 冷链物联网 .....	93
8.3.4 特种货物物流物联网 .....	93
8.4 智能家居 .....	93
8.5 环境与安全检查 .....	94
8.5.1 物联网在地质灾害监测预警领域的应用 .....	95
8.5.2 物联网在环境监测领域的应用 .....	95
8.5.3 物联网在天气预报及遥感领域的应用 .....	96
8.5.4 垃圾监控物联网 .....	96
8.5.5 移动通信基站机房运行监控物联网 .....	97
8.5.6 烟花爆竹监控物联网 .....	98
8.6 工业与自动化控制 .....	99
8.6.1 工业生产管理 .....	99

8.6.2 生产过程自动化控制 .....	99
8.7 医疗健康 .....	99
8.7.1 病患管理 .....	100
8.7.2 医疗器械及医疗过程管理 .....	100
8.7.3 医药产品管理 .....	101
8.7.4 医疗环境监控 .....	102
8.8 精细农牧业 .....	102
8.8.1 现代农业 .....	103
8.8.2 畜牧业管理 .....	104
8.9 金融与服务业 .....	106
8.9.1 金融监控与预测物联网 .....	106
8.9.2 民航乘客服务物联网 .....	106
8.10 国防军事 .....	107
8.10.1 物联网在国土边境安全中的应用 .....	107
8.10.2 物联网技术在军事领域的典型应用 .....	108
参考文献 .....	108
<b>第9章 物联网在航空航天领域的应用</b> .....	<b>111</b>
9.1 航空领域 .....	111
9.1.1 机场安全与运营物联网 .....	111
9.1.2 物联网在低空空域安全救援中的应用 .....	112
9.1.3 物联网在大飞机制造及其物流中的应用 .....	113
9.1.4 航空物流物联网 .....	114
9.1.5 基于空天地网络的航空支撑物联网 .....	114
9.2 航天领域 .....	116
9.2.1 物联网与航天产业链 .....	116
9.2.2 物联网与航天器飞行过程 .....	118
参考文献 .....	118

## 第五部分 RFID 原理、技术和重大工程应用

<b>第10章 RFID 概述</b> .....	<b>123</b>
10.1 了解 RFID .....	123
10.2 RFID 国内外发展现状 .....	126
参考文献 .....	126
<b>第11章 RFID 系统关键技术</b> .....	<b>129</b>
11.1 读写器 .....	129
11.2 标签 .....	132
11.3 RFID 编码及转换 .....	133
11.4 RFID 防碰撞技术 .....	139

11.4.1	多标签防碰撞	139
11.4.2	多读写器防碰撞	142
11.5	RFID 射频网络管理	145
11.6	RFID 空中接口协议及其安全性	149
11.6.1	RFID 空中接口协议概述	149
11.6.2	RFID 系统安全隐患	152
11.6.3	RFID 系统安全需求	154
11.6.4	RFID 系统安全机制	155
11.6.5	RFID 系统安全的新方向	160
	参考文献	161
<b>第12章</b>	<b>RFID 技术在典型重大工程中的应用</b>	<b>165</b>
12.1	身份标识类	165
12.1.1	RFID 在票证防伪领域的应用	165
12.1.2	RFID 在身份证中的应用	167
12.2	安全防伪类	169
12.2.1	酒类防伪	169
12.2.2	烟类防伪	172
12.3	流通类	173
12.3.1	RFID 民航行李管理解决方案	173
12.3.2	RFID 民航行李管理工作流程	175
12.3.3	民航行李 RFID 编码	177
12.4	其他一些典型 RFID 应用系统举例	182
12.5	危险品管理与 RFID	186
12.6	RFID 在交通方面的应用	188
12.7	RFID 在邮政领域的应用	198
12.8	RFID 未来发展和重要应用	198
	参考文献	198
<b>附录</b>		<b>201</b>
附录 A	部分国外物联网重要事件	201
附录 B	欧盟与中国物联网合作与交流	203
附录 C	中国射频识别（RFID）技术政策白皮书选段	204
C1	中国发展 RFID 技术战略	204
C2	中国 RFID 技术发展和优先应用领域	206
C3	中国推进 RFID 产业化战略	207
附录 D	国家各部委近年来资助 RFID 相关技术发展的项目	208
D1	国家自然科学基金资助项目	209
D2	国家发改委资助项目	214
D3	863 计划 RFID 项目	215
D4	工业与信息化部电子信息产业发展基金项目	218

D5	科技型中小企业技术创新基金项目 .....	219
D6	国家科技支撑计划 RFID 项目 .....	226
附录 E	2010 ~ 2011 年我国政府对物联网领域的项目支持清单 .....	227
E1	科技部 973 计划物联网项目 .....	227
E2	国家自然科学基金项目 .....	227
E3	新一代无线移动通信网国家科技重大专项 .....	233
E4	科技中小型企业创新基金立项项目 .....	233

# 第一部分 认识物联网





# 第 1 章 初识物联网的一些花絮

现阶段，一些物联网的应用正在开展。这些应用一方面让人们物联网有了一定的感性认识，另一方面也让人们感到很困惑：难道传说中的物联网是如此的俗套？不过是一些监控系统、控制系统、监测网络、传感网络和自动识别的应用。

## 1.1 印象物联网

可能你仅知道“物联网”这个名字，出于热门或者好奇心，你想深入了解它究竟是什么。

可能你对物联网已经有点了解，但当你咨询比较了解物联网的人时，你并没有获得一个关于物联网清晰的答案。

也可能你已经大致了解物联网了，但对其概念还不十分明了，起码别人问你“物联网是什么”的时候，你一时解释起来还十分费劲，而且在你努力解释之后，自认为把概念说清楚了，而听众仍然不知所云。

当遇到上述情况时，请别着急，现状就是这样。一方面真正的物联网离我们还很远，很多科学问题都还需要进一步的研究和实践才能回答；另一方面物联网又离我们很近，甚至很多人都说自己在从事物联网方面的工作，但一深入交流其所做的物联网内容时，要么说的是传感网，要么说的是智能系统或自动监控系统，总之不是你想要的答案。这一很远和很近形成了强烈的反差，让很多人很不适应。

为什么用简明、易懂的几句话把物联网的概念给大众讲清楚比较困难呢？

原因是：在现实生活中很难找到一个很好理解的例子来准确、全面地描述未来物联网的概念和功能。那么类似物联网的产品在某一具体领域的应用有没有呢？当然有，而且非常多，比如众多的监控系统、传感器应用等，但这些局部的、零散的概念，对你来说有点像盲人摸象，不能给你展现一个崭新的、完整的物联网愿景和理念。所以，你可能带着很高的期望



去听一些关于物联网的讲座，听完之后你又觉得失望，“这有什么呀，不就是传统的信息系统/监控系统/传感系统吗？充其量是包装了一下，炒炒概念而已”。

我曾听一位业内人士说他的亲身经历，某国际知名大公司的中国区总裁在一次高规格的大会上，对着众多的听众兴致勃勃地讲完他们的物联网解决方案之后，台下有一位看上去比较资深的IT人士“噌”地站起来，公开反驳道“纯粹是胡说八道，蒙人的，炒概念，这不就是一般的信息系统吗？”弄得场面很尴尬。还有一次，我听一位央企的信息主管说，2009年末，他们单位的领导有一次去开会，领导的领导说到“物联网如何重要而且要重视”。领导回来后，马上责成他找了一位专家来做讲座，讲完之后大家的反应是出奇的一致：物联网有什么呀？不过是一堆现有技术的堆砌。有可能专家确实没讲好，但如果没有长期的研究，在那个时候讲清楚物联网是怎么一回事，也不是一件容易的事。

照这么说，本书还能给您提供什么有价值的信息吗？

有，原因在于：一是基于作者多年的研究和体会，结合与国内外同行交流的经验，本书可以回答一些关于物联网的现状、概念和内容等问题，以及站在国家、企业和研究的角度提出一些作者的看法，对研究和发​​展物联网有一些帮助。但本书不是一本严格意义上的物联网技术专著。二是本书是在前两版的基础上，结合发展而修改的，融合了读者和同行的反馈，已经成为同行的一个交流想法和经验的渠道。

## 1.2 有没有直观的例子让我们见识一下理想中的物联网

多年以来，我们在研究物联网的过程中，一直想找一个较为理想的物联网例子来展现给大家，这个工作比较困难。好在现在数字技术和电影结合起来，能够将很多想像的东西以科幻电影的方式为我们逼真地展现出来，我这里将其列举出来还得感谢电影人。

在好莱坞大片《终结者 2018》中，一个主要角色“天网”就是一个理想的物联网案例。“天网”几乎满足物联网所有的特征：首先是全面感知，它通过各种各样的传感器来感知外界的信息，监视“敌军”（人类的部队）的一举一动；其次是可靠地传输，“天网”的通信绝对一流，超宽带当然不在话下，其网络还有强大的自组织、自修复、自搜索的功能；然后是高度智能，智能到可以和人类智能抗衡，它可以主动地去感知物理世界，并自由操控它自身的任何组成部分（机器战士、各类武器等），能够智能感知、智能组织和决策。影片中将“天网”拟人化了，比如“天网”



在和人对话时，就可以通过在屏幕上显示一个人像和人进行对话。应该说物联网的各方面技术，在这部影片里都直接或间接地呈现在我们面前。

你可能会问，这样一个超级智能、厉害无比的拟人系统，怎么会最终被人类打败呢？这就要看编剧的巧妙安排了，除了在故事情节上做了特意安排，还为“天网”设计了一个致命的死穴，那就是整个“天网”的中心高度依赖核燃料电池，一旦核燃料电池库被破坏，“天网”就不攻自破，试想如果“天网”依靠的是分布式的大自然绿色能源（太阳能、风能等）的话，那么由人类部队打败“天网”的难度就要大很多。

当然，在这部影片中，故事情节设计的“天网”是敌视人类的，这种敌视人类的行为是特意设计的，而不是物联网特有的。抛弃故事情节而言，它所描绘的“天网”从技术上来讲是一个展现物联网的很好的例子。当然，我们设计的各种各样的物联网还是希望能为我们所用并且是可控的。这个影片确实也展现了物联网的安全问题，一旦一个高度智能的物联网失控了，或者被他人侵入或掌控，物联网的负面作用也就不言而喻了，因此物联网的安全问题始终是一个伴随物联网研究和应用的重大课题。

### 1.3 物联网对未来的影响

物联网把信息技术、传感器技术等综合应用起来，应用于各个行业、各个产业。物联网可以覆盖地球万事万物，使世界真正变成地球村，将极大地促进全球化的发展，可能将使国与国之间的关系发生重大变化。将来只有掌握物联网关键和核心技术的国家才能具有主导权，也更利于其自身的信息安全。

物联网使人们能够随时监控处于庞大网络中的物品的运行情况，从而实现物的智能化、精确化管理与操作。比如，物联网应用于物流行业，物品流向就不再需要人工搜索，而能够达到实时监测和自动汇报；物联网应用于电力行业，可以实现高效动态地发电、输电、储电、配电和用电；物联网应用于公共安全领域，可以使国家相关部门对重点安全区域实现实时地智能监控等。

物联网的发展不仅能提高生产质量，实现有序高效的物品流通以及更加合理的资源配置，大大提高消费安全指数，而且将催生新兴产业、新的就业岗位。可以说，物联网的发展将使包括生产和流通等在内的众多领域发生革命性的突变，使劳动产品更多地具有人的智慧，进而促进生产力和生产方式的变革。

物联网对人们的社会生活方式也将产生深刻的影响。物联网将建立起人与物、物与物的充分沟通，达到人与物、物与物的智能化交流，这给人