

The Smart City: 
Architectures and Applications of IoT

智慧城市：物联网

体系架构及应用

张学记 等著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Th
Architectures and Appli

智慧城市：物联网

体系架构及应用

张学记 纪占林 著
郭建国 毛星原

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry

内容简介

本书全面、系统、客观地介绍了有关物联网的历史溯源、体系架构及其相关技术和应用领域等内容。作者创新性地提出了在我国“新型城镇化”建设与大发展中,构建“物联网体系架构运营平台”,形成“物联网现代信息服务业”与“物联网终端产业集群”,同时,给出了物联网运营商的愿景。除此之外,本书综述了物联网的感知层、网络层和应用层的相关技术。本书最后还提出了一系列具有独立知识产权的物联网产业集群综合应用。

本书深入浅出,理论与实践相结合,是一本帮助读者理清物联网理念,了解物联网应用技术和产业覆盖范围的参考书,适合对物联网感兴趣的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

智慧城市:物联网体系架构及应用/张学记等著. —北京:电子工业出版社, 2014.1
ISBN 978-7-121-20653-5

I. ①智… II. ①张… III. ①互联网络—应用—现代化城市—城市建设②智能技术—应用—现代化城市—城市建设 IV. ①TP393.4②TP18③C912.81

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第125970号

责任编辑:徐蔷薇

特约编辑:劳嫦娟 赵树刚

印刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装订:三河市双峰印刷装订有限公司

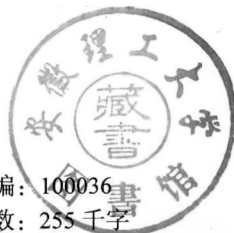
出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

开本:720×1000 1/16 印张:20.75

印次:2014年1月第1次印刷

定价:42.00元



邮编:100036

字数:255千字

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zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

序一

从感知中国到物联网

2009年，温家宝在江苏提出了“感知中国”以后，国家传感信息中心在无锡成立。2010年，政府工作报告明确将物联网定位为国家战略性新兴产业。2012年，工信部发布《物联网“十二五”发展规划》，强调“物联网已成为当今世界新一轮经济和科技发展的战略制高点之一”。2013年，国务院正式发布《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》，提出了我国已将物联网作为战略性新兴产业的一项重要组成内容。

如今，物联网已经成为学术界、工业界和政府发展信息产业的关键字。在学术界，国家对基于物联网尤其是RFID的基础研究进行了大量的投入，但是这些研究机构都是以一个部门为基本单位，缺乏合作。在工业界，各个行业分别提出了物联网建设，导致大量的重复投入。由于没有相关的标准，对经济和社会的发展没有起到物联网初始愿景的作用。

本书由南京理工大学国家“千人计划”物联网研究中心相关人员撰写，该中心创新性地提出了智慧城市物联网体系架构运营平台，目标是构建物联网现代信息服务业与物联网终端产业集群，促进物联网相关产业和相关应用在中国的发展。同时作者提出，通过物联网体系架构及运营平台的建

设，构筑我国“物联网运营商”及现代服务业；在发展我国物联网应用市场与应用技术、转变经济发展方式、调整经济结构中起到巨大作用，实现我国物联网应用市场高端发展的战略；推动物联网终端产业集群建设，使我国物联网产业的规划与发展赶上世界先进国家。

本书有助于读者了解物联网理念、技术、应用领域等相关内容。相信本书的出版能够让读者更深入地了解物联网的相关知识，从而加入研究物联网的队伍中来，为推动物联网技术及产业的发展奉献自己的一份力量。

南京理工大学校长 王晓锋

2013年8月3日

序二

物联网体系架构运营平台

根据十八大精神，积极落实我国经济“调结构、扩内需、促增长”能力提升计划，以及《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》（国发〔2013〕7号），南京理工大学按照“国家急需、世界一流”的要求，发挥学校多学科、多功能的优势，集聚国家“千人计划”一批拔尖创新人才，有效整合资源，构建协同创新的新模式与新机制，在物联网体系架构运营平台、物联网终端与软件体系中，取得了三十多项国家发明专利等标志性成果。同时，南京理工大学联合清华大学、北京中科院软件中心有限公司等单位，组成协同创新团队。本书由该团队相关人员撰写，战略性地提出了在我国“新型城镇化”建设与大发展中，构建我国的“物联网体系架构运营平台”，在我国形成“物联网现代信息服务业”与“物联网终端产业集群”。构建我国物联网体系架构运营平台的意义深远，这是我国经济总需求中拓展的新经济市场方向，即新兴的“物联网现代信息服务业”市场；是体现当今世界知识经济、技术密集型产业、低碳环保经济发展潮流，并且对我国经济社会具有全局带动和重大引领作用的产业项目之一；是在“电信运营

平台”、“移动通信运营平台”、“有线电视运营平台”所形成的运营商的基础上诞生的我国“物联网运营商”现代信息服务新兴“行业”。通过我国“物联网运营商”现代信息服务业，将有力地推动我国“物联网终端产业集群”的大发展。

我国城镇数量众多，在“新型城镇化”建设与发展中，具有得天独厚的、巨大的“物联网现代信息服务业”市场，而且可以通过“物联网体系架构运营平台”的构建来推进节约、安全、环保、和谐型城镇化建设。

在我国“新型城镇化”建设中，构建我国的“物联网体系架构运营平台”，有助于我国社会主义市场经济结构的协调与发展，能有效带动各类型金融资本投资我国“物联网现代信息服务业”与“物联网终端产业集群”平台，具有提升我国经济“调结构、扩内需、促增长”的巨大作用。

本书特别指出要构建我国物联网体系架构运营平台，该平台是我国自主创新形成的“物联网现代信息服务业”与“物联网终端产业集群”。我国具备构建物联网体系架构运营平台的政治环境、社会环境、市场环境、技术支撑环境，以及经济运行环境等优势。因此，应该发挥我国社会主义市场经济结构优势，使我国物联网现代产业健康发展。

本书对物联网进行了比较全面、系统的介绍，最后还提出了一系列具有独立知识产权的物联网产业集群综合应用，希望本书能为物联网研究者以及对物联网感兴趣的人士带来帮助。

苏州大学特聘教授，国家“千人计划”专家 许伟刚

2013年8月

前言

物联网被看做继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮，将成为未来带动中国经济发展的主要生力军。2009年，在美国总统奥巴马与工商业领袖举办的圆桌会议上，IBM首席执行官首次提出了“智慧地球”（Smart Earth）的构想，同年，欧盟发布了物联网研究战略路线图（Internet of Things Strategic Research Roadmap）。在我国，物联网同样得到了高度重视，在2010年“两会”期间物联网已经被写入政府工作报告，确立为国家五大战略性新兴产业之一。2012年年底，胡锦涛视察了国家软件与集成电路公共服务平台物联网产业研究院（CAID），对物联网相关创新表示肯定，提出“科技服务经济，成果造福人民”，强调物联网产业应注重于应用。2013年2月，国务院正式出台《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》，该文件的出台，必将掀起新一轮的物联网热潮。

本书创新性地提出了中国物联网的概念，该理念不同于国外物联网（Internet of Things）的概念，是属于“中国创造”范畴。在中国特有的政治环境、社会环境、市场环境、技术支撑环境及经济运行环境下，中国物联网将被建设成带动我国核心经济区率先规划发展的“物联网现代信息服务业”，从而组建我国“物联网运营商”。物联网运营商是继电信运营商、有线电视运营商、移动通信运营商后，在我国即将诞生的新兴的服务于现代

信息服务业的第四大运营商。我国物联网产业的规划与发展，具备赶上世界先进国家重大历史的机遇。

物联网运营商是通过与政府合作，组织产业内的设备提供商、运营商、系统集成商、软件开发商，在各方平等互利的前提下与各公共事业部门搭建公共平台，并以平台为基础设施，以信息服务为产品，面向社会提供服务的行业实体。

构建我国物联网运营平台及组建物联网运营商，面向我国城市公共领域重大基础设施的智能化建设，形成我国物联网现代信息服务业与物联网信息终端制造业，才是我国物联网产业发展的主要战略。一个新兴的物联网现代信息服务业不仅能促进大量的人员就业，而且还能推动我国成为创新型国家，为国民经济发展再造新优势。

本书作者根据多年的研发经验及近30项物联网相关发明专利抛砖引玉，希望给读者一些启迪和帮助。本书第1章主要介绍了物联网的理念及其历史溯源，简单阐述了物联网的三层架构（感知层、网络层和应用层），并介绍了物联网在各个应用领域发挥的作用。第2章主要阐述了物联网的经营形式、物联网在中国的发展现状和前景，以及物联网在中国的标准化工作设想，从而提出了物联网运营商的概念。第3章介绍了南京理工大学物联网体系架构的基本组成、主要功能、智慧城市商业模式及物联网综合信息港等内容。第4～6章分别详细描述了物联网三层架构中的相关技术。第7章介绍了云计算的相关内容。第8章给出了物联网在产业集群中的综合应用，例如在消防、医疗、交通、家居等方面的具体实现愿景，具体包括能源需求

侧物联网、智慧城市消防物联网、智慧医疗物联网、智慧城市静态交通泊车与车辆牌照监管物联网、低空航空器ADS-M空中监管物联网、分布式新能源物联网。

希望本书能够对关心物联网产业发展的各级领导和行政监管部门、高校物联网及相关专业的师生及投资人士有所帮助。由于笔者水平及时间有限，加上物联网产业的飞速发展，技术日新月异，书中难免会有局限和诸多不足之处，欢迎专家和读者不吝指正。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：（010）88254396；（010）88258888

传 真：（010）88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目录

第1章 概述	1
1.1 物联网的溯源	2
1.2 物联网的定义	7
1.3 物联网的组成	10
1.3.1 感知层	11
1.3.2 网络层	12
1.3.3 应用层	13
1.4 物联网的应用领域	14
1.4.1 智能家居	16
1.4.2 智慧医疗	17
1.4.3 智慧安防	18
1.4.4 智慧环保	18
1.4.5 智慧交通	19
1.4.6 智慧农业	20
1.4.7 智慧物流	21
1.4.8 智慧校园	21
1.4.9 智慧电网	22
1.5 相关概念	23



1.5.1	Internet	23
1.5.2	Machine to Machine (M2M).....	24
1.5.3	Wireless Sensor Network (WSN).....	25
1.5.4	Cyber Physical System (CPS).....	27
1.5.5	泛在网络.....	28
1.6	小结.....	29
 第2章 物联网赢在中国		31
2.1	物联网的分类	32
2.1.1	非经营属性的物联网	33
2.1.2	市场经营属性的物联网	34
2.2	“物联网”中国创造的机遇	35
2.3	我国物联网政策	36
2.4	我国物联网的发展现状	38
2.4.1	江苏：打造无锡物联网产业创新集群	39
2.4.2	北京：中关村建设中国物联网产业中心	40
2.4.3	广东：抢占物联网产业发展高地	41
2.4.4	上海、福建：推进物联网示范工程建设	41
2.4.5	四川：积极发展物联网产业	42
2.4.6	山东：数十个行业牵手物联网	42
2.4.7	重庆：筹建国内首个物联网产业园	42
2.5	物联网在中国的标准化工作设想	43
2.5.1	ITU-T物联网标准进展	44
2.5.2	ETSI物联网标准进展	45

2.5.3	3GPP/3GPP2 物联网标准	45
2.5.4	IEEE 物联网标准	46
2.5.5	中国物联网标准进展	46
2.6	我国推进物联网产业发展时需要注意的问题	48
2.7	小结	49
第3章	物联网体系架构	51
3.1	商业模式“物联网现代信息服务业”简介	52
3.2	物联网产业发展行动方案目标的愿景	53
3.3	商业模式物联网运营市场内涵	54
3.4	产业发展方案建设目标	55
3.4.1	物联网体系架构及运营平台的规划、设计与建设	56
3.4.2	物联网科技与产业的规划、设计与建设	57
3.5	物联网体系架构顶层设计基本结构简介	58
3.5.1	政务物联网平台的主要功能	60
3.5.2	工业物联网平台与商务物联网平台的主要功能	61
3.5.3	商业模式物联网平台与物联网综合信息港的主要功能	62
3.6	智慧城市商业模式及物联网综合信息港基本结构	62
3.7	物联网体系架构项目组织与开发建设方法	64
3.8	小结	67
第4章	物联网的感知层	69
4.1	RFID 技术	70
4.1.1	RFID 的历史	70



4.1.2	RFID 的组成	71
4.1.3	RFID 的分类	73
4.1.4	RFID 的应用	75
4.1.5	RFID 的标准化	76
4.1.6	RFID 的未来	78
4.2	传感器技术	79
4.2.1	传感器概述	79
4.2.2	智能网络化传感单元	81
4.2.3	IEEE 1451 标准	84
4.2.4	传感器技术的发展	88
4.3	地理信息系统	88
4.3.1	GPS 定位	88
4.3.2	移动蜂窝基站定位	90
4.3.3	基于位置的服务	91
4.4	移动智能终端	92
4.4.1	个人数字助理 (PDA)	92
4.4.2	车载设备	93
4.4.3	智能移动电话	94
4.4.4	DVB-H	96
4.5	小结	98
第 5 章 物联网的网络层		101
5.1	互联网	102
5.1.1	互联网相关协议	102

5.1.2 接入技术	103
5.1.3 网络应用技术	104
5.1.4 IPv6技术	105
5.2 无线宽带网络	107
5.2.1 无线城域网	108
5.2.2 无线局域网	112
5.2.3 无线个域网	115
5.3 无线低速网络	117
5.3.1 蓝牙	117
5.3.2 ZigBee	120
5.3.3 蓝牙和ZigBee的混合系统应用	124
5.4 移动通信网络	124
5.4.1 Femto技术	125
5.4.2 3G家庭网关技术	127
5.4.3 LTE技术	128
5.5 下一代无线网络——泛在无线环境	132
5.5.1 NGMN的网络发展愿景	133
5.5.2 MUSE的泛在网络愿景	134
5.5.3 UCWW的无线泛在网络愿景	136
5.5.4 泛在无线环境UCWW的CBM方案	138
5.5.5 下一代无线网络的美好愿景	140
5.6 小结	141
第6章 物联网的应用软件技术	143
6.1 基于服务器和客户端的应用程序	144