

- 国家信息技术紧缺人才培养工程（移动云计算方向）系列教材
- 工业和信息化部CSIP移动云计算教育培训中心官方教材

物联网

技术、应用、标准和商业模式 (第2版)



© 周洪波 著

marter Earth: Deciphering Internet of Things



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

物联网

技术、应用、标准和商业模式
(第2版)

© 周洪波 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书是《物联网：技术、应用、标准和商业模式》的升级版，全面、客观、公正、系统地描述了物联网理念和产业兴起的历史渊源、相关技术及其共性、应用和业务模式等内容，是作者多年研发实战经验的总结。同时对云计算、SaaS、SOA 等热点技术和产业与物联网的关系做了较详细的描述，有助于理清物联网理念、技术和产业覆盖范围，有助于促进物联网知识的普及和产业健康有序发展。

本书可以作为高校物联网相关专业的教学参考书，也适合其他对物联网有兴趣的读者阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

物联网：技术、应用、标准和商业模式/周洪波著. —2 版. —北京：电子工业出版社，2011.7
ISBN 978-7-121-13604-7

I. ①物… II. ①周… III. ①互联网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 092215 号

策划编辑：刘 皎

责任编辑：付 睿

特约编辑：赵树刚

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：720×1000 1/16 印张：25.75 字数：494 千字

印 次：2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数：5000 册 定价：59.00 元



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

服务热线：(010) 88258888。

推荐序一

姚建铨
中国科学院院士

本书第1版出版后，去年下半年我获赠一本，看了以后觉得本书较系统、全面地介绍了物联网产业链的各个环节涉及的各种技术和业务模式，虽不一定同意书中的所有观点，但本书从应用角度对物联网系统及相关垂直行业应用的全面介绍等主要內容，还是和我一直强调的物联网产业发展需以“应用为先”的观点不谋而合。因此我去年在一个物联网工程专业教材研讨会上说，这本书的出版对物联网事业的发展具有“里程碑”式的意义。高校作为物联网抢滩的“主战场”，应该响应国家战略号召，有针对性地设置“物联网工程”等相关专业，有规模地培养“物联网工程”专门人才，本书可以作为物联网相关专业教学参考书。

虽然周博士是我们去年成立的“中国电子学会物联网专家委员会”委员，但我和他可以说还是素昧平生，只见其书，未见其人，本着对物联网事业的热诚和对这本书的认同，当周博士请我为这本书的第2版写序时，我还是欣然应允。

在本书第2版中，作者提出了物联网定义，增加了把物联网的部署形态分为公有物联网（Public IoT）、私有物联网（Private IoT）、社区物联网（Community IoT）和混合物联网（Hybrid IoT）等内容，并结合云计算等理念对物联网技术体系做了进一步澄清，属于首次提出的概念，对物联网技术体系的丰富和完善具有积极的意义，奠定了较系统、全面的理论基

础。作者还增加了对绿色智能建筑、智能电网和车联网等典型“杀手级”（Killer Application）物联网应用的介绍，尤其在车联网领域，商业模式可能是物联网应用中最清晰的之一，可以率先发展，国家对此也有较大支持和投入。

尽管有本书的上述努力，目前仍有很多迷茫和不同的说法，在物联网的定义、认识和产业发展上意见还不完全统一。比如，有人说物联网和云计算都是雷声大雨点小，真正落地的很少，认为物联网是一个“忽悠”。奥巴马总统讲“智慧地球”，温家宝总理讲“感知中国”，我并不相信13亿大国的温总理被人忽悠了。温总理绝对不缺乏高智商的智囊团，我认为物联网的确是继互联网信息技术之后的又一个里程碑。我认为，一个新概念出来后，社会上有各种声音是正常的，我们应该在不断调整中把新的概念明确下来。我也一直建议和呼吁业内应该“搁置争议、冷静思考、抓住实质、分类发展、携手共进、力争创新”，多做一些具体的应用。正好本书最后一章增加了作者实际做过的一些典型案例的介绍，更加突出实际应用，更具实用价值。

国家已经把物联网列为战略新兴产业的一个方面，在此之前物联网是单独的一项。我参加了物联网全国规划的制定，后来物联网被合入新一代信息技术里，与新能源、新材料等一起，成为七大新兴产业。这并不是—般的新兴产业，而是战略性新兴产业，它具有前瞻性。温总理去年有一系列讲话，特别重要的是2011年3月5日政府工作报告里提出要积极推进新能源汽车、三网融合取得实质性的进展，加快物联网研发应用，加大对战略性新兴产业的投入和研究。这已经写入“十二五”规划了，物联网、互联网的相辅相成和云计算既有交叉又有不同的地方，是相互补充的。

我个人认为，物联网和互联网研究的范畴不一样：互联网主要研究

人与人之间的关系，人与人之间信息沟通的方式；而物联网研究的是人和物，物和物之间的关系，这是和互联网研究范畴的不同。物联网首先依据的是物，没有物就无法构成这样的网络，所以物联网研究的范畴主要是物与物连接起来，根据一定的协议，根据人类对社会的各种需求展开工作。人的社会需求主要是两个方面：一是生产，如何取得生产的高度发展，提高生存效率；另一个是使社会的发展更加和谐，人类的生活更加舒适。物联网是基于这样的人的需求提出来的，所以物联网在信息领域里是一个非常重要的方面。

相对来说，物联网、云计算可以算是ICT的“实体经济”，关系“高效、节能、安全、环保”等国计民生问题，创造“实际价值”；而互联网（网游、SNS等）是“眼球”经济，创造“虚拟价值”，所以国家和政府更鼓励物联网和云计算，而“资本家”则更关注社交网、网游等目前看来投资回报更高的传统互联网业务，这也是正常的。应该承认，物联网在世界范围内目前都还是初级阶段，商业模式不明晰，还不能大规模商用，因此投资物联网需要谨慎。物联网标准的制订刚刚开始，核心技术也有待突破，投资者应该谨防其中夹杂的炒作成分。尽管今天物联网发展还有很多问题，但是预计未来的产值还得很可观的，还是很有潜力的，让我们共同努力，为我国的物联网产业在新的起跑线上奔向世界前列而奋斗！

姚建铨

推荐序二

陈 伟

工业和信息化部软件服务业司司长

软件服务业是推动国民经济和社会发展的基础性、战略性、先导性产业。2009年我国的软件产业规模达到9513亿元，增长率为25.6%，为我国成功战胜国际金融危机做出了贡献。按照工业和信息化部赋予的职能职责，软件服务业司致力于通过“管规划、管政策、管标准”，加强对软件服务业的管理和指导；致力于通过“抓潮头、抓重点、抓应用、抓示范”，不断开创软件服务业工作新局面。

物联网、云计算、SaaS、SOA是近年来软件服务业发展带有潮流性、趋势性的几个热点，是在互联网环境下，各行业构建信息化基础设施和促进信息资源开发利用的有效方法和重要支撑技术。物联网在2010年“两V会”期间被写入政府工作报告，确立为我国五大新兴战略性新兴产业之一。物联网产业发展的重点和关键在于应用，而此应用和软件、中间件以及包括SaaS模式在内的软件服务业均密切相关。

作为国内物联网产业最早的实践者和倡导者之一，周洪波博士早年在美国国家实验室从事网格计算与云计算研究，后在美国IBM，BEA等公司从事中间件、SOA等技术研发工作，2003年回国以来一直从事M2M、物联网和SaaS软件方面的研发工作，具备丰富的把信息技术、产品及服务应用于工业领域的实战经验以及对信息产业发展的全方位理解。

周洪波博士的这本专著，全面、客观、公正、系统地描述了物联网理念和产业兴起的历史渊源、相关技术及其共性，以及应用和业务模式等内容。本书提出物联网产业链可分为“RFID、传感网、M2M和两化融合”四大支柱产业群，这一观点对物联网产业的发展具有一定的指导意义。特别是关于物联网应用和产业发展，本书提出的数据交换标准是核心、中间件是关键的论点，也值得我们重点关注和深入探讨。

最后，让我们共同努力，为我国物联网产业的健康发展、力争抢占世界物联网产业发展制高点而奋斗！

陈 伟

再版前言

本书第1版出版后，得到了广大读者的好评，在当当网和卓越网上长期排名同类书销量第一，并获得“51CTO”IT技术网站读者评选的2010年“最受读者喜爱的原创IT技术图书奖”。在电子工业出版社计算机图书出版分社社长郭立和编辑刘皎的建议和支持下，笔者于2011年元旦期间做了本书第2版的补充和修订工作。在第2版中，笔者增加了物联网定义（正式提出）、绿色智能建筑、智能电网、业务模式和商业模式的区分，以及典型案例（笔者和团队实施的）等内容，并对整体内容做了进一步梳理、修订和补充，使本书质量有了一个“与时俱进”的全面提升。

另外，第2版中删去了“从牛计算到云计算”这部分内容（附录），因为篇幅所限，这部分内容不能够充分阐述笔者在云计算方面的观点，有些观点由于没有更详细的论据做支撑，显得突兀。鉴于物联网和云计算的密切关联性，笔者利用2011年春节假期的时间写了《云计算：技术、应用、标准和商业模式》一书，已由电子工业出版社出版，也算是给支持这本书的读者一个交代。此外，本书的英文翻译版也与国外出版商签约，预计年底出版。

物联网和云计算在很多方面有对等的可比性，例如，云计算有SPI（即SaaS、PaaS和IaaS）三层的划分，物联网也有DCM（即感知层、传输层和应用层）的划分。NIST把云计算的部署模式分为公有云、私有云、社区云和混合云，本书也把物联网的存在方式分为内网、专网和外网，其实也可和云计算一样，把物联网的部署模式分为公有物联网（Public IoT）、私有物联网（Private IoT）、社区物联网（Community IoT）和混合物联网（Hybrid IoT）。

说起物联网（或云计算）的话题，很多有些资历的ICT人士往往会说：这个东西我早就做过，没什么新鲜的，皇帝的新衣，新瓶装旧瓶。VC们会说：有模式吗？赚到钱了吗？这都是一帮没商业头脑的教授和官员们在那里瞎掰。的确，火药我们早就发明了，但我们用来放鞭炮就到头了，人家却发明了导弹、原子弹……

最近在接受CIO时代杂志采访时，谈到国人对物联网和云计算的认识问题，目前很多相关的出版物、论坛和会议产生了大量资讯，让人目不暇接。笔者觉得应该注意的一点，就是一些人爱把它们提升到哲学、社会学、经济学、美学、儒家道家学说等“高度”来发挥，实现所谓多学科、中西方文化的结合，其实物联网和云计算也就是一些技术的融合，没那么“玄乎”。当时提出这些理念的国外同行可能也没想那么多，我们自己反倒去“添油加醋”，搞得大家云里雾里。笔者认为还是应该学习西方人务实的分析法，不要动不动就来一个东方中医把脉式的“综合、笼统、全盘”的考虑，这样的结果是吃不透，也抓不住要点和突破点。例如，有些人不做深入研究，就“笼统”地把苹果的App Store说成是云计算或物联网的成功案例，其实App Store既不是云计算也不是物联网。

IT精英和VC们目前不看好物联网，个人认为原因有三个：一是小的初创企业很难做IoT，急功近利的资本家看不到短期利益不会撒鹰；二是传统IT精英们只了解SNS、Android等热门领域，不熟悉智能系统和IT融合的潜力；三是商业模式不够清晰明确，往往会和其他模式融合，例如Foursquare其实是IoT和SNS的融合。有人说，物联网是“雾”，云计算是“云”，因为站的角度不同，各种观点都有道理。

本书第2版的目标和第1版一样，仍然希望能够覆盖物联网技术的所有方面，以软件和系统及其共性为主线，同时介绍M2M、RFID、WSN和两化融合

等相关的硬件设施和末端。书中强调了软件的重要性，也指出了国内长期“重硬轻软”的问题，不过，就商业模式来说，无论在企业层面和政府支持层面，国内在很长一段时间内仍然会以硬件和端为主，软件的产品化、产业化一直是国内（其实包括除美国以外的所有地区的）企业的弱项，这在相当长的一段时间内仍然是难以改变的，这也正是本书要重点强调软件重要性的原因。

最后，笔者在此向关心和支持本书、直接或间接为本书做出贡献的朋友们致以衷心的感谢！

第一版前言

在当前国际国内社会普遍关注低碳经济、节能减排、气候变迁及后危机时代经济发展的大背景下，物联网在2010年“两会”期间被写入政府工作报告，确立为五大新兴国家战略性新兴产业之一。由于物联网是一个大产业链，横跨或覆盖众多的产业群，是一个多学科交叉的综合应用领域，目前全社会，甚至在科技战线的物联网从业人群中，大家对物联网的理解和定义都还处在百家争鸣、缺乏统一认识的状态。本书力求全面、客观、公正、系统地描述物联网理念和产业兴起的历史渊源、相关技术及其共性、应用和业务模式等内容，是作者多年研发实战经验的总结。

详细内容主要包括：物联网系统的DCM三层架构，也就是感知层、传输层和应用层，以及它们与相关软硬件技术、无线和有线通信协议的对应关系描述；物联网四大支柱产业群RFID、传感网、M2M和两化融合的划分与应用描述；物联网DCM三层体系中标准化的可行性分类和分析，提出数据交换标准是核心的论点；物联网产业发展的重点是应用，并在分析了物联网各个层面软件的基础上，指出了物联网中间件是产业发展的关键；本书最后对物联网业务模式和产业发展方向做了一些有益的探讨。

本书对物联网的全方位描述，围绕作者对物联网理念的如下理解和定义：物联网（Internet of Things）指的是将无处不在（Ubiquitous）的末端设备（Devices）和设施（Facilities），包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等，和“外在使能”（Enabled）的，如贴上RFID的各种资产（Assets）、携带智能终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”（Mote），通过

各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互联互通（M2M）、应用大集成（Grand Integration）和基于云计算的SaaS运营等模式，在内网（Intranet）、专网（Extranet）和/或互联网（Internet）环境下，采用适当的信息安全保障机制，提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面（集中展示的Cockpit Dashboard）等管理和服务功能，实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

作为国内物联网产业最早的实践者和倡导者之一，作者从2003年开始带领超过100人的研发团队，面向同方股份多年来从事的各物联网垂直行业应用，开发出了“M2M业务基础中间件及一系列行业应用套件，取得了较大的经济效益和社会效益。本书是作者多年物联网/M2M产业实战经验的提炼和总结，如果它能够帮助读者在了解未来产业发展的方向方面有所启迪，理解相关技术的层次架构，并激励大家把握时代的机遇，对做大做强中国物联网产业做出更多的贡献，那就是一件令人非常欣慰的事情了。

鉴于物联网产业目前受到全社会关注，作者在写作过程中力求做到深入浅出，普及物联网知识，同时对物联网技术体系、软硬件标准和行业应用进行归类划分和不偏不倚的全方位介绍，体现专业性。希望本书能够对关心物联网产业发展的各级领导和行业监管部门、高校物联网及相关专业师生，以及产业链相关各领域的从业人员、投融资人士等读者群都能有所裨益。由于笔者水平及时间所限，加上物联网产业发展迅速、技术日新月异、理念不断翻新，例如，同方新近大力开展的基于物联网技术的合同能源管理、与无源无线EnOcean技术联盟的合作等工作，都来不及在书中体现，因此，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。

目 录

第 1 章

序 曲

1.1 机器的崛起.....	2
1.2 物联网生活畅想.....	3
1.3 物联网概念股.....	8
1.4 小结.....	12

第 2 章

物联网产业发展与机遇

2.1 物联网万亿蛋糕的诱惑.....	14
2.2 IT革命第三次浪潮.....	17
2.3 物联网与相关术语.....	18
2.3.1 “中国式”物联网定义	23
2.3.2 CPS（信息物理融合系统）	30
2.4 互联网、物联网与物连网.....	35
2.5 物联网给中国带来的新机遇.....	36
2.5.1 蛙跳模式与惯性定律.....	37
2.5.2 基于四大技术的物联网支柱产业群.....	38
2.6 小结.....	40

第3章

智慧城市与智能电网

3.1 物联网与数字城市.....	42
3.1.1 智慧城市——物联网的“靶心”	43
3.1.2 绿色智能建筑.....	50
3.2 物联网与节能减排.....	57
3.2.1 合同能源管理.....	57
3.2.2 智能电网.....	67
3.2.3 智能能源网.....	80
3.3 小结.....	86

第4章

两大最古老的物联网技术与应用

4.1 Telematics和Telemetry与物联网	88
4.2 神行太保：Telematics	90
4.3 千里眼与顺风耳：Telemetry	95
4.4 小结.....	98

第5章

物联网产业链DCM三驾马车

5.1 DCM：物联网产业链全景缩影	100
5.2 物联网之Devices（设备或资产）	103

5.3 物联网之Connect（连接与通信）	106
5.3.1 有线通信	107
5.3.2 无线通信	107
5.3.3 All-IP融合与IPv6及IPv9	109
5.4 物联网之Manage（管理和应用软件）	111
5.5 小结	114

第6章

“千面”物联网：“点”和“面”

6.1 物联网应用全景图	116
6.2 物联网应用技术的“水平”和“垂直”产业分工	124
6.3 小结	131

第7章

典型应用场景及技术架构

7.1 物联网四大产业群的典型应用场景	133
7.2 基于RFID的物联网应用和架构	134
7.2.1 RFID主要应用：货物跟踪与移动支付	142
7.2.2 RFID与智能卡	147
7.3 基于传感网络的物联网应用和架构	149
7.3.1 RTLS实时定位	153
7.3.2 SensorMap和Pachube	156
7.4 基于M2M的物联网应用和架构	159

7.4.1 MNVO与MMO	162
7.5 “两化融合” 物联网应用和架构.....	165
7.5.1 智能系统与ICT	168
7.6 四大产业群与通信层的关系.....	170
7.7 LBS, GIS与车联网.....	171
7.8 小结.....	181

第8章

物联网之感知层和传输层

8.1 物联网DCM之感知层	183
8.1.1 传感器及其分类.....	184
8.1.2 能量收集和MEMS技术.....	189
8.1.3 感知层之M2M模组市场	191
8.2 物联网DCM之传输层	193
8.2.1 物联网之有线通信传输层.....	194
8.2.1.1 物联网之三网融合	194
8.2.1.2 物联网之现场总线	196
8.2.2 物联网之无线通信传输层.....	198
8.2.2.1 长距离无线通信	199
8.2.2.2 GPS与北斗卫星	201
8.2.2.3 短距离无线通信	202
8.3 小结.....	205