



浙江省哲学社会科学规划
后期资助课题成果文库

物联网及其产业成长研究

Wulianwang Jiqi Chanye Chengzhang Yanjiu

董新平 著

中国社会科学出版社



浙江省哲学社会科学规划
后期资助课题成果文库

物联网及其产业成长研究

Wulianwang Jiqi Chanye Chengzhang Yanjiu

董新平 著

中国社会科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物联网及其产业成长研究 / 董新平著. —北京: 中国社会科学出版社, 2015. 3

ISBN 978 - 7 - 5161 - 5688 - 9

I. ①物… II. ①董… III. ①互联网络 - 应用 - 产业发展 - 研究②智能技术 - 应用 - 产业发展 - 研究 IV. ①F253. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 048428 号

出 版 人 赵剑英

责任编辑 宫京蕾

特约编辑 大 乔

责任校对 曹占江

责任印制 何 艳



出 版 中国社会科学出版社

社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号 (邮编 100720)

网 址 <http://www.csspw.cn>

中文域名: 中国社科网 010 - 64070619

发 行 部 010 - 84083685

门 市 部 010 - 84029450

经 销 新华书店及其他书店

印刷装订 北京市兴怀印刷厂

版 次 2015 年 3 月第 1 版

印 次 2015 年 3 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16

印 张 10.25

插 页 2

字 数 171 千字

定 价 35.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社联系调换

电话: 010 - 84083683

版权所有 侵权必究

前 言

物联网是公认的继计算机和互联网之后的世界信息产业又一次新的信息化浪潮，是将信息化技术的应用更加全面地为人类生活和生产服务的新兴产业，其产业发展前景巨大。专家预测，物联网将成为信息产业中下一个新的战略制高点。从理论上讲，信息获取、传输和处理是信息产业的三大支柱技术。其中，信息产业第一次浪潮的标志是计算机产业的出现，其关键技术是数据处理技术；信息产业第二次浪潮的标志是互联网技术的广泛应用，其关键技术支柱是网络传输技术；信息产业第三次浪潮的标志是物联网的出现，其关键技术是信息感知识别等获取技术。物联网是一个典型的技术驱动型、应用型、关联型的产业，它的出现不仅将跨越式地推进信息产业的发展进步，而且将全面渗透和软化传统产业，促进传统产业的素质和结构提升，为世界经济带来新的活力。从物联网与信息产业两者关系角度看，物联网是信息产业的一种，是现代信息产业发展潮流和方向的重要代表。物联网产业的出现，将极大地推进信息产业的发展步伐，也将改变传统信息产业的发展方向和地位，使信息经济、知识经济出现新的业态、内容和表现形式，使人们对信息产业产生新的理解、认知和定位。

其实，物联网的出现有其特定的历史时代背景，西方发达国家的经济疲软和新兴发展中国家的成长烦恼为物联网的形成创造了内在需求，2008年发端于美国的次贷危机更是为物联网的快速成长起到了导火索的作用。为了促进物联网发展，一些发达国家从国家利益出发，对其进行了科学的战略布局。国内对物联网研究的起步较晚，在对物联网内涵与外延、成长进程、发展方向的把握上尚不成熟，却已经发动了一系列资源动员活动和地方产业布局，这显然不利于我国物联网产业的健康发展。基于此，系统地研究国内外物联网相关理论和产业成长基本理论，分析物联网产业成长机理，探索物联网产业成长规律，将有助于推进物联网产业理论的完善进

步,也有利于我国物联网行业管理者科学决策。

物联网作为信息技术和互联网发展到一定阶段的产物,是一种新兴的现代信息产业。但是物联网又不同于一般的信息产业,它不仅有涉及传感识别设备、网络通信设备、应用系统设备等实物产品的生产制造产业,也有属于通讯渠道提供、软件开发、系统集成、专业服务等的服务产业,或者精神产业;不仅有物联网技术本身新创造、新添加产品的“狭义”产业部分,也有应用延伸到其他产业中新增的“融合”产业部分。由于物联网有着复杂的产业内涵外延,因此,物联网产业成长机理理论是建立在信息产业理论、产业链理论、产业集群理论等基础理论交叉的结果之上的。

与其他产业一样,物联网产业也有成长发展演进的过程,但物联网产业在成长背景、动力源泉、成长过程等方面与其他产业有所不同。物联网的价值创造在于创新了人与物的沟通方式、能获取真正的原始数据、促进管理过程透明化、降低沟通交易成本,其价值创造过程主要表现为促进数据获取简单化、促进生产过程和管理的自动化、提升客户服务层次。物联网的应用价值则主要表现为让物体具有智慧、改变人类的生产方式和生活方式。

物联网产业链的成长是产业成长的关键。物联网产业链具有链长、技术主导、应用驱动、关联性强等方面特征。物联网产业链结构主要包括感应芯片及核心器件研发商、网络通信服务商、系统集成服务商、软件及智能信息系统开发商、感知末端及通信设备制造商、专业应用服务提供商、应用客户等七个主要环节。其中,最重要的环节是感应芯片及核心器件研发商、系统集成服务商,前者决定了整个产业链的技术水平,后者在复杂链条的商业模式创新上有非常高的要求。可从动力机制、理论模型、形成机理等视角对物联网产业链的成长机理进行综合诠释,并通过产业链细化分工与协同决策模型进行论证。

物联网产业具备产业集群形成的必要和充分条件,并且具有很高的集群化倾向。物联网产业集群成长主要受市场、区域资源禀赋、产业环境、政府规制、特定性知识等因素的影响。产业集群成长的生命周期分为萌芽期、成形期、加快发展期、成熟发展期、衰落期等五个阶段。物联网产业集群的成长机理可从理论基础、成长条件、现实案例等视角进行诠释,也可以通过构建集聚因子模型和 Logistic 增长模型进行实证论证。

研究物联网产业的成长是为了探索我国物联网产业的成长战略。从物联网产业成长机理理论和我国产业发展进程看，我国物联网产业成长应选择政府与市场双轮驱动的战略路径。该战略路径以物联网产业成长生命周期为主线，以产业成长中资源作用机制为动力，以核心企业、产业链、产业集群为作用内容，可加快我国物联网产业成长步伐。

董新平

2013 年 12 月

目 录

第一章 引论	(1)
第一节 研究背景	(1)
一 世界各国都在积极寻求新的经济增长点	(1)
二 世界各国都在积极寻求新的经济增长方式	(2)
三 世界各国都在抢占经济和科技发展的战略制高点	(2)
第二节 研究意义	(3)
一 理论意义	(3)
二 实践意义	(4)
第三节 文献综述	(5)
一 国内外物联网发展研究述评	(5)
二 产业成长理论研究综述	(10)
第四节 研究思路、方法	(14)
一 研究思路	(14)
二 研究方法	(16)
第二章 物联网的概念、价值创造及对信息相关理论发展提出的 要求	(18)
第一节 物联网的概念	(18)
一 物联网的概念	(18)
二 物联网与相关概念	(21)
三 物联网概念的三层结构	(25)
第二节 物联网的价值创造	(27)
一 物联网的价值创造原理	(27)
二 物联网的价值创造演进	(29)
三 物联网价值创造的表现形式	(32)

四 物联网的价值主张	(33)
第三节 物联网的出现对信息相关理论发展提出新要求	(36)
一 物联网的出现对信息论发展提出新要求	(36)
二 物联网的出现对信息经济学发展提出新要求	(37)
三 物联网的出现对情报学学科建设提出新要求	(39)
第三章 物联网产业及其成长	(42)
第一节 物联网产业的界定	(42)
一 广义的物联网产业	(42)
二 狭义的物联网产业	(43)
第二节 物联网产业的成长现状	(46)
一 国外成长现状	(46)
二 国内成长现状	(47)
第三节 物联网产业形成的理论诠释和生命周期	(49)
一 物联网产业形成的理论诠释	(49)
二 物联网产业的生命周期分析	(52)
第四节 物联网产业的特征、成长趋势及应用	(54)
一 物联网产业的特征	(54)
二 物联网产业的成长趋势	(55)
三 物联网产业的应用	(57)
第四章 物联网产业链的成长及模型	(59)
第一节 理论基础	(59)
一 产业链理论的流派	(59)
二 产业链的成长机理	(62)
第二节 物联网产业链的结构	(64)
一 物联网产业链的价值结构	(64)
二 物联网产业链的技术结构	(66)
三 物联网产业链的企业结构	(70)
第三节 物联网产业链的成长机理	(76)
一 物联网产业链成长的动力机制	(76)
二 物联网产业链形成机理的理论模型	(77)
三 物联网产业链成长的机理模型	(79)
第四节 物联网产业链的协同决策模型	(81)

一 基础模型的建立及求解	(81)
二 结果分析	(85)
第五章 物联网产业集群的成长及模型	(86)
第一节 理论基础	(86)
一 产业集群理论的流派	(86)
二 产业集群的成长机理	(90)
第二节 物联网是否适合产业集群的方式存在问题探讨	(93)
一 基于传统经济理论的产业集群形成条件分析	(93)
二 新经济条件下的物联网能形成产业集群的理由考察	(94)
第三节 物联网产业集群成长的影响因素、阶段特征及方式	(95)
一 物联网产业集群成长的影响因素分析	(95)
二 物联网产业集群成长的阶段特征	(98)
三 物联网产业集群成长的主体介入方式	(99)
第四节 物联网产业集群的成长机理	(101)
一 物联网产业集群成长的理论诠释	(101)
二 物联网产业集群成长的条件分析	(104)
三 无锡物联网产业集群的案例分析	(106)
第五节 物联网产业集群的成长模型	(109)
一 基于集聚因子模型的物联网产业集群有效性评价	(109)
二 基于 Logistic 增长模型的物联网产业集群种群生态	(112)
第六章 我国物联网及其产业成长战略	(116)
第一节 政府与市场双轮驱动的战略模型	(116)
第二节 基于政府推动的我国物联网及其产业成长战略	(117)
一 研究制定符合我国实际的物联网及其产业技术路线图	(117)
二 制定实施高规格的物联网国家标准规范	(119)
三 发动创新要素向物联网及其产业领域聚集	(121)
四 分析制定全面的物联网行业治理规则措施	(122)
第三节 基于市场拉动的我国物联网及其产业成长战略	(124)
一 层次化开发物联网应用市场	(124)
二 实施分阶段的商业模式策略	(125)
三 推进企业核心能力培育	(127)
四 创新应用业务模式	(129)

第七章 总结与展望	(132)
第一节 全书研究结论	(132)
第二节 研究中的不足与展望	(134)
一 研究中的不足	(134)
二 研究的展望	(135)
参考文献	(137)

第一章

引 论

物联网作为战略性新兴产业的重要组成部分，已成为当前世界新一轮经济和科技发展的战略制高点之一。发展物联网，对于加快转变经济发展方式，促进经济、社会发展与进步具有重要的现实意义。为了促进物联网发展，一些发达国家从国家利益出发，对其进行了科学的战略布局。国内对物联网研究的起步较晚，在物联网的应用上偏“热”，在对物联网内涵与外延、成长演进规律、发展方向等把握尚不成熟情况下，俨然已经发动了大规模的资源动员和产业战略布局，这显然不利于我国物联网产业的健康发展。基于此，系统地研究国内外物联网相关理论和产业成长基本规律，分析物联网产业成长机理，探索物联网产业成长路径，将有助于推进物联网产业理论的完善进步，也有利于我国物联网行业管理者的科学决策。

第一节 研究背景

一 世界各国都在积极寻求新的经济增长点

2008年由美国次贷危机引起的全球金融危机与随后的欧盟债务危机，使许多国家深陷经济发展的泥沼。不仅是西方发达国家，全世界都有不同程度的经济增长放缓乃至衰退现象。为尽快摆脱经济疲软现状，许多西方发达国家都在寻求以科技促经济的措施，希望通过新技术产业的发展去形成新的经济增长点。在这种大背景下，随着近几十年来物联网技术的重大突破，全面建设和推广物联网才被加快提上各国的战略议程。西方发达国家将发展物联网作为实现经济复苏的一个重要机遇。在房地产、金融等传统主导产业对于经济发展的推动力明显减弱甚至产生副作用的情况下，物

联网可以作为一个全新的、潜力巨大的经济增长点，在刺激经济、解决就业的同时，也可以为各国建设一个效率更高，运行更为智能化的社会平台，大幅度提升国家运行效率和抗危机能力。这一据称可以带来上万亿美元规模的高技术产业自然会激起危机中的西方国家的兴趣。^①

二 世界各国都在积极寻求新的经济增长方式

随着人类对经济发展的无止境追求，资源、能源、环境问题日益突出。对资源的疯狂掠夺、能源争夺左右全球政治格局、环境破坏惨不忍睹、自然灾害频发……看似天灾，实则人为。大家都知道问题很严重，却还是继续将问题向更严重的方向推进，成了“停不下来的红舞鞋”，这实际上是经济社会发展方式的局部死锁。要打开这个“死锁”，实现可持续发展，需要新的经济增长模式。物联网是把感应器嵌入和装备到生产与生活中的一切物体中，并通过专用网络将物体连接起来，形成物物、人物相连并智能行动的格局，从而使得人类生产与生活步入自动化、智能化时代，建立一个智慧的地球世界，减少对资源、能源的消耗与对环境的破坏。此外，物联网产业的形成与发展壮大本身就是改变原有经济结构，壮大发展智慧型产业经济的过程。物联网技术有利于推进经济社会的可持续发展，其产业的发展更是给人们以巨大的经济预期。

三 世界各国都在抢占经济和科技发展的战略制高点

物联网建立在技术进步和网络普遍性基础之上。从技术角度看，物联网的发展需要四个关键技术：一是射频识别技术，主要关注的是数据采集问题，近些年已获得了较大的突破；二是信息传输技术，主要关注的是数据安全有效传输问题，这个技术目前相对成熟；三是数据处理技术，关注的是海量、个性化数据的科学处理问题，这个技术仍需在实战中检验；四是技术应用问题，包括智能系统技术、中间件技术、嵌入技术、集成技术等，关注的是技术应用创新问题，也需在实战中检验，如出现下游的应用机会，可能实现跨越式发展。正是在这样的背景下，物联网产业成为一个

^① B. Daskala, ed., "Flying 2.0—Enabling Automated Air Travel by Identifying and Addressing the Challenges of IoT & RFID Technology", *European Network and Information Security Agency*, Vol. 8, No. 5, April 2010.

有良好发展前景的新兴产业,各国都非常努力地促进物联网的发展,纷纷将物联网发展纳入国家战略范畴,希望在这一“盛宴”中抢得先机,通过物联网抢占经济和科技发展的战略制高点,物联网已经上升为一种地球战略。如美国总统奥巴马在2009年初就将物联网列为今后20年推动经济发展的新引擎,IBM等相关企业甚至提出“智慧地球”建设战略。2009年下半年,时任我国总理温家宝提出建立“感知中国”中心。^① 欧盟、日、韩等国分别投入了巨额资金和大量人力致力于物联网等相关技术的研发和产业化布局,希望在未来的全球经济技术发展中占据主导地位。

第二节 研究意义

一 理论意义

(一) 构建较完整的物联网基础理论体系

物联网近些年无疑被赋予了极大的关注,然而这种过度关注也带来了一系列“副作用”。例如,每个专家学者对物联网均有自己的理解,物联网到底是什么,没有一个权威的说法,物联网的本质是什么也没有一个科学的界定。物联网、互联网、传感网之间的联系和区别如何?三者是一种什么逻辑关系?物联网究竟应该如何在各个领域开展技术应用?其应用原理和功能何在?物联网的核心技术有哪些?其技术本质及进展怎么样?物联网的基础理论是什么?其基础理论与发展归宿如何?物联网的价值规律怎样?其价值创造过程和前景如何?物联网在未来究竟有多大的市场规模?我国的物联网产业发展前景和方向在哪里?等等。物联网作为刚刚起步的新兴领域,要实现健康快速发展,需要投入大量精力研究这些基本理论,回答这些问题,形成物联网基础理论体系。

(二) 建立初步的物联网产业发展理论

国外对物联网理论的研究主要集中在物联网的核心技术开发、物联网应用和物联网治理等三个方面,对物联网产业理论的研究主要集中在物联网的价值创造理论研究方面,而且研究成果较少。国内对物联网理论的研

^① 无锡市人民政府办公室:《无锡市物联网产业发展规划纲要(2010—2015)》(http://www.wuxi.gov.cn/web101/wxqk/gazette/office_file/763199.shtml)。

究主要集中在物联网的概念、行业应用、商业模式等方面,对物联网产业理论的研究主要集中在产业链方面。目前国内外对物联网产业组织、产业结构、产业发展、产业布局、产业关联、产业政策等理论的直接研究非常少,对物联网产业内部各企业之间相互作用机制、产业集群的形成发展规律、产业链成长机理以及产业与产业之间的互动规律等理论问题研究几乎一片空白。开展本课题的研究将有利于建立初步的物联网产业发展理论体系。

二 实践意义

(一) 深入分析探讨本领域一些争论热点

研究者由于其利益出发点不同、知识背景不同、关注点不同等原因,在对物联网及其产业发展的研究中会得出不同的论断,也有人甚至为了行业或个人利益的需要企图左右物联网的发展方向。例如物联网可应用于不同的行业,不同行业的研究人员对物联网应用的研究往往基于自己行业的需要,从本行业利益角度出发去解读物联网产业技术发展规律,这本也无可厚非,但这种研究结果的差异性易使市场决策者对物联网的内涵和外延、物联网的整体应用规律要求的认识更为疑惑,最后使产业投资主体在投资倾向上产生偏差,或使政府的支持重点上出现决策失误,最终影响物联网的良性发展。例如有预测机构预计,2020年物联网产业将达到万亿级规模。^①而我国一些电信行业学者则认为,物联网产业规模根本就没那么大。^②那么行业投资主体究竟应如何判断?政府决策者究竟应该采纳谁的结论?这其实是个基本问题,也是一个重大问题。因此,深入研究国内外物联网行业发展动态和产业发展实际,全面梳理物联网行业的发展现状、应用前景,有助于社会各界摆脱对物联网产业发展认识上的偏差,消除迷惑,促进物联网产业的科学发展与循序渐进。

(二) 为政府部门制定科学的物联网发展政策提供参考

从政府视角看,准确把握全球物联网发展方向、确立正确的物联网发

^① B. Daskala, ed., "Flying 2.0—Enabling Automated Air Travel by Identifying and Addressing the Challenges of IoT & RFID Technology", *European Network and Information Security Agency*, Vol. 8, No. 5, April 2010.

^② 韦乐平:《我看物联网》,《数字通讯世界》2011年第4期。

展战略、制定科学的物联网政策和行动方案将有利于促进我国物联网产业更好更快地发展，实现经济转型，在新的区域经济竞争格局中抢占经济和科技发展的战略制高点。本书将试图在深入研究物联网产业成长机理基础上，学习借鉴国外物联网产业发展的有益经验和先进做法，分析评述现有的发展路径与措施，积极提出符合我国发展实际的发展政策，为中央和地方政府产业战略和政策的制定提供有益参考。

第三节 文献综述

一 国内外物联网发展研究述评

物联网是技术驱动型产业，也是应用型产业，物联网新技术的应用会对原有的个人、家庭、企业、产业、政府等关系模式产生巨大的冲击，会改变原来的关系结构和关系平衡，打破原有的关系格局，形成新的平衡。这种新的平衡形成的过程实际上就是新规制的形成过程。这个新规制的形成过程是进步的转型，却也是痛苦的斗争，既需要一定的时间“疗伤”，也需要各方的智慧。产业经济和规制治理就是这个进步空间的二维坐标，通过这个坐标系，可以追寻物联网研究演进的轨迹脉络。

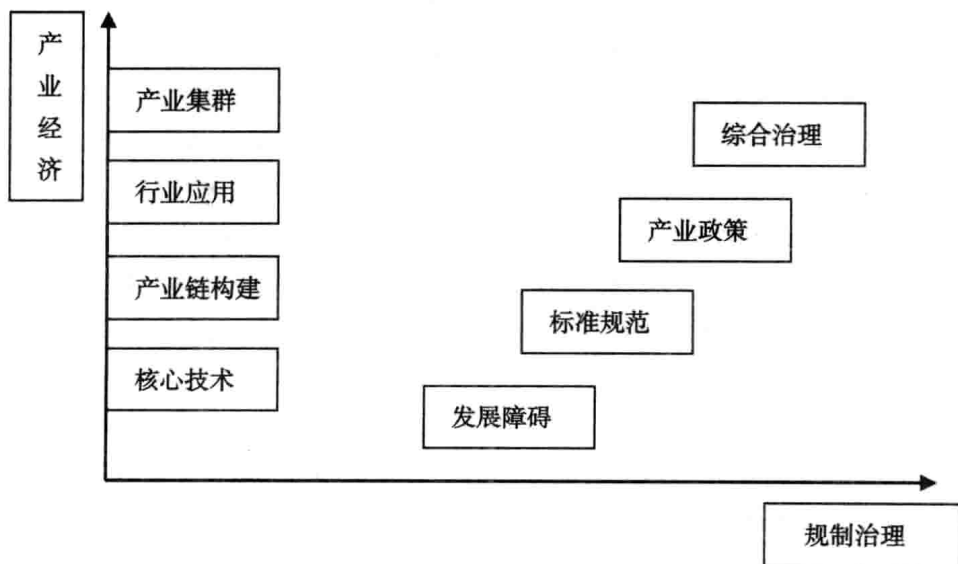


图 1-1 物联网及其产业的研究脉络

（一）物联网技术

物联网技术其实早已出现，但由于技术进步程度、应用成本和典型行业应用影响力等原因，物联网并未引起人们的足够重视，但近些年对物联网技术的关注的广度与深度得到了迅速提升。对于物联网技术的构成，国内外学者从不同的研究视角出发提出了自己的观点。

一是按照物联网的应用领域进行技术划分的研究。这种技术研究分类的典型代表是欧盟。其研究逻辑是市场驱动了应用，应用引导了技术突破，技术促进了产业发展。如欧盟在《物联网战略研究路线图》中结合行业应用需要，提出了十三类技术：识别技术、架构技术、沟通互动技术、网络通信技术、网络发现技术、软件和计算技术、硬件技术、数据和信号技术、挖掘和搜索引擎技术、网络管理技术、电力和能量技术、安全和隐私技术、标准技术等。^① 2011年7月，我国工业和信息化部出台了《产业关键共性技术发展指南（2011）》。该指南结合物联网在节能环保与资源综合利用、原材料工业、装备制造业、软件和信息技术服务通信业、信息化和生产性服务业等八大领域的应用，将涉及的物联网相关关键共性技术分为三十二类。

二是按照物联网体系结构中技术架构开展的研究，分别探讨每个层次的技术问题。由于网络层次有三层、四层和五层的分类法，所以对应的技术研究也不同。如 O. 韦尔梅尚（O. Vermesan）和 D. 格罗索（D. Grosso）等（2007）认为，物联网技术结构可以分为尖端技术层、访问接口层、Internet 层、中间件层、应用层等五层，^② 韦尔梅尚和格罗索等依据这五层技术架构将物联网技术分为十三类（类似欧盟提出的十三类技术）。这种技术架构非常重视技术接口和软件。我国学术界主流的分类方法是感知层、网络层、应用层三层技术架构。代表性作者有艾浩军（2011）、^③ 梁艳春（2011）、李俊霖（2011）、关勇（2010）^④ 等。我国工信部和个别地方政府出台的物联网

① Antoine de Saint-Exupery, "Internet of Things Strategic Research Roadmap", *Cluster of European Research Project on the Internet of Things*, Vol. 2, No. 7, September 2009, p. 648; http://ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/in_cerp.pdf.

② O. Vermesan, D. Grosso, F. Dell'Ova, C. Prior, Quo Vadis RFID Technology. Emerging RFID Technology, *In Proceedings of EU RFID Forum 2007 Conference*, Vol. 15, No. 7, March 2007.

③ 艾浩军：《物联网：技术与产业发展》，人民邮电出版社 2011 年版。

④ 关勇：《物联网行业发展分析》，硕士学位论文，北京邮电大学，2010 年，第 39 页。

规划基本上都是采用这种技术架构分类法。当然也有四层分类法。如国际电信联盟 (ITU) 将物联网划分为物理接触层、网关、信息处理系统、网络等四层。^① 清华大学的刘云浩 (2011) 也将物联网分为感知识别层、网络构建层、管理服务层、综合应用层等。^②

三是按照物联网产业链的上下游关系, 分析每个层次的关键技术。如瑞得 M. 斯文顿 (Reidar M. Svendsen) (2010) 首先将物联网产业链条分为上游、中游和下游, 并依据这种上下游关系将物联网技术分别分为关键技术芯片、传感器和其他接入硬件, 以及相关配套的元器件厂商; 网络设备提供、软件及应用开发、系统集成; 网络提供、网络运营与服务技术等。^③

四是按照物联网基础技术、支撑技术的二维视角探讨相关的技术问题。如胡铮 (2011) 根据技术的作用层次将物联网技术分为基础技术和支撑技术。其中基础技术主要包括传感网技术、感知前端技术、数据技术、感知终端技术、职能化技术、云计算技术等六类; 支撑技术则主要包括 RFID 技术、ZigBee 技术、组网技术、MEMS 技术、智能技术等五类。^④

五是按照产业链关键环节功能进行技术分类及研究。如刘鹏程 (2011) 将物联网核心技术分为编码标识技术、自动信息获取和感知技术、网络传输系统技术、智能化处理技术等四个方面。^⑤ 梁睿 (2011) 等将物联网公共技术分为编码技术、标识技术、解析技术、信息服务、安全技术和中间件技术等六类。^⑥ 林闯 (2011) 从信息获取、传输、存储、处理直至应用的全过程出发, 将物联网关键技术分为四个方面: 标签物品的 RFID 技术、感知事物的传感网络技术 (Sensor Technologies)、思考事物的智能技术 (Smart Technologies)、微缩事物的纳米技术 (Nano Technolo-

① International Telecommunication Union, "Internet Reports 2005: The Internet of things", Geneva: ITU, Vol. 6, No. 13, February 2005.

② Liu Yunhao, "From pervasive computing, CPS to the Internet of things: next generation Internet vision", *Communications of the CCF*, Vol. 5, 2011.

③ Reidar M. Svendsen, "Towards an Integrated Solution to Internet of Things-a Technical and Economical Proposal", *Intelligence in Next Generation Networks* Vol. 15, 2011.

④ 胡铮:《物联网》, 科学出版社 2010 年版, 第 24—76 页。

⑤ 刘鹏程:《物联网标准体系构建研究》, 硕士学位论文, 北京交通大学, 2011 年。

⑥ 梁睿、王耀球:《物联网技术在危险品物流中的应用》,《物流技术》2011 年第 9 期。