

21世纪高等学校规划教材



物联网概论

WULIANWANG GAILUN

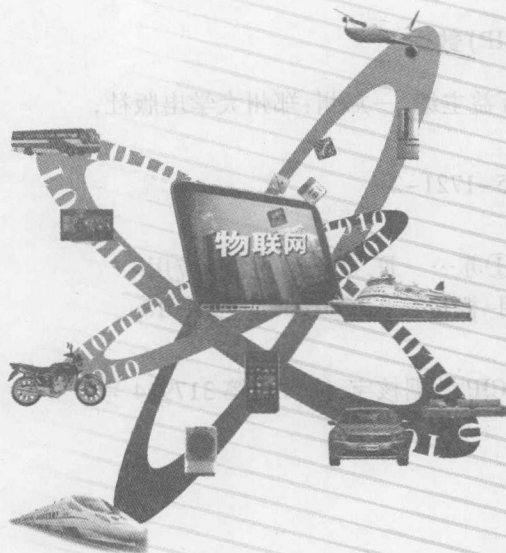
主编 苏万益

 郑州大学出版社

21世纪高等学校规划教材

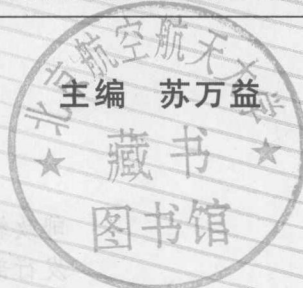
014054826

TP393.4
559



物联网概论

WULIANWANG GAILUN



郑州大学出版社



北航

C1740737

TP393.4
559

358320310

林慈淑数学等高等数学

图书在版编目(CIP)数据

物联网概论/苏万益主编. —郑州:郑州大学出版社,
2014.7

ISBN 978-7-5645-1721-2

I. ①物… II. ①苏… III. ①互联网络-应用-
概论②智能技术-应用-概论 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 317924 号

物联网概论

WULIANGWANG GAILUN

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

郑州市金汇彩印有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:12

字数:287 千字

版次:2014 年 7 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

印次:2014 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-1721-2

定价:26.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

郑州大学出版社

出版

作者名单

主 编 苏万益

副主编 陈长生 黄晶晶

编 委 苏万益 陈长生

黄晶晶 李存永

内容提要

本书在物联网全局思想的基础上对感知层、网络层、应用层系统讲解,覆盖了物联网的架构、核心技术、应用等基本框架,形成了理论和实例、技术和应用、学术和产业相互结合的物联网知识体系。本书特别在物联网的应用中,深入讨论了智慧地球、智能农业、智能物流、智慧城市等众多重点生产与生活领域中的应用,由浅入深,兼顾理论与实际。本书能让学习者初步了解运用物联网基本知识和技术解决各类实际问题的思路与方法,向读者展示了物联网的巨大魅力,也为初学者打开了一扇进入物联网世界的大门。

本书可作为高职高专院校物联网应用技术及相关专业的教材,也可以作为相关专业技术人员的参考资料。

前 言

物联网,被公认为是继计算机、因特网与移动通信网之后的世界信息产业第三次浪潮,正在向我们袭来,开发应用前景巨大。虽然,现在人们似乎还没有感觉到它的存在,但是这个被美国总统奥巴马称为“智慧地球”,被温家宝总理叫作“感知中国”的新生事物,实际上已经应用于某些领域,离我们越来越近。

物联网依托了信息技术惯常的思维模式,人类在信息的世界里将获得一个新的沟通过渡,从任何时间、任何地点人与人之间的沟通和连接,扩展到任何时间和任何地点的人与物、物与物之间的沟通和连接。物联网带来了信息技术新的增长点,作为新一代信息技术的代表,物联网通过汇集、整合和连接现有的技术,推进了技术的升级,给徘徊已久、疲惫渐显的信息技术带来了新的目标和新的前景。物联网实现了信息技术的精确控制、通信和计算功能,以全面感知、互通互联和智慧运行作为物联网的技术特征,这种全新的物联网方式对信息技术提出了很大的挑战,给信息技术在理论上的发展提供了广阔的空间。

本书力求为读者勾勒出物联网的基本框架,通过梳理物联网概念下所包含的内容,使读者掌握开启物联网大门的钥匙。本书蕴含了理解和掌握物联网所覆盖的知识背景,启发了整合局部知识构架物联网的思路,涵盖了实现物联网所需的关键技术,前瞻了物联网的应用价值和社会价值。

本教材由苏万益教授主编,编写第1章和第2章。副主编陈长生编写第3章和第6章。副主编黄晶晶编写第4章和第5章。李存永编写第7章。

在本书的写作过程中,参考了大量的最新文献,并尽可能地标明了文献出处,但仍会挂一漏万,在此向那些被引用过却未能标明文献出处的作者深表歉意、谢意和敬意。在编写过程中,编者尽可能把物联网技术发展的最新方向和最新技术传递给读者,争取信息最新、最准确。但由于编者水平有限,书中难免存在错误或不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2013年10月

目 录

第1章 物联网概述	1
1.1 物联网的概念	1
1.2 物联网的技术特征	1
1.2.1 全面感知	1
1.2.2 可靠传输	2
1.2.3 智慧处理	2
1.3 物联网的现状	3
1.3.1 我国物联网的发展	3
1.3.2 我国物联网技术和标准化现状	6
1.3.3 美国物联网发展现状	7
1.3.4 欧盟物联网发展现状	7
1.3.5 日本物联网发展现状	8
1.3.6 韩国物联网发展现状	8
1.4 物联网的发展历程	9
1.4.1 “特洛伊”咖啡壶事件	9
1.4.2 比尔·盖茨的《未来之路》	10
1.4.3 Ashton 与 MIT 自动识别中心	11
1.4.4 《ITU 因特网报告 2005: 物联网》	12
第2章 物联网体系结构	18
2.1 物联网体系概述	18
2.1.1 感知层	19
2.1.2 网络层	19
2.1.3 应用层	20
2.2 感知层概述	20
2.2.1 感知层功能	20
2.2.2 感知层关键技术	21
2.3 网络层概述	24
2.3.1 网络层功能	24
2.3.2 网络层关键技术	25
2.4 应用层概述	29

2.4.1	应用层功能	29
2.4.2	应用层关键技术	29
第3章 物联网感知层的应用		33
3.1	RFID技术	33
3.1.1	常见自动识别技术	33
3.1.2	RFID技术概述	36
3.1.3	RFID分类	38
3.1.4	RFID系统组成和原理	41
3.1.5	RFID技术的应用	47
3.2	传感器技术	50
3.2.1	传感器的作用和重要性	50
3.2.2	传感器的定义和组成	51
3.2.3	传感器的分类及要求	52
3.2.4	传感器发展新趋势	53
3.2.5	应变式传感器	54
3.2.6	光电传感器	56
3.2.7	超声波传感器	57
3.2.8	半导体传感器	59
3.2.9	智能传感器	61
3.3	传感器选择的一般原则	64
3.3.1	确定传感器的类型	64
3.3.2	灵敏度的选择	64
3.3.3	线性范围的选择	64
3.3.4	稳定性的选择	65
3.3.5	精度的选择	65
3.4	无线传感器网络	65
3.4.1	无线传感器网络的组成	66
3.4.2	无线传感器网络的特点	66
3.4.3	无线传感器网络核心技术	68
3.4.4	无线传感器网络协议	70
3.4.5	无线传感器网络应用	72
第4章 物联网网络层的应用		74
4.1	互联网	74
4.1.1	互联网概述	74
4.1.2	从互联网到物联网	80
4.1.3	IPv6与物联网	82

4.2	移动通信技术	87
4.2.1	移动通信技术概述	87
4.2.2	宽带移动通信——3G 技术	92
4.2.3	移动通信与物联网	99
4.3	短距离无线通信技术	100
4.3.1	ZigBee	102
4.3.2	Bluetooth	105
4.3.3	Wi-Fi	108
4.4	有线接入技术	110
4.4.1	基于双绞线传输的接入网技术	110
4.4.2	基于光传输的接入网技术	112
4.4.3	混合光纤/同轴接入网技术	114
第 5 章	物联网的中间件	115
5.1	中间件概述	115
5.1.1	中间件的作用	116
5.1.2	中间件的分类	117
5.2	物联网涉及的中间件	119
5.2.1	EPC 中间件	120
5.2.2	RFID 中间件	120
5.2.3	WSN 中间件	122
5.3	物联网中间件研究项目	124
5.4	中间件标准	124
5.4.1	COM 标准	125
5.4.2	COREA 标准	125
5.4.3	J2EE 标准	126
5.5	中间件产品	126
5.5.1	IBM 公司的 RFID 中间件	127
5.5.2	Microsoft 公司的 RFID 中间件	128
5.5.3	BEA 公司的 RFID 中间件	130
5.5.4	深圳立格公司的 RFID 中间件	130
5.5.5	清华同方“ezONE 易众”中间件	130
第 6 章	物联网安全	131
6.1	物联网安全问题	131
6.1.1	从互联网安全到物联网安全	131
6.1.2	安全的定义与属性	131
6.2	物联网安全面临的挑战	134

6.2.1	安全需求与安全成本的矛盾	134
6.2.2	安全复杂性加大	134
6.2.3	信息技术发展本身带来的问题	134
6.2.4	物联网系统攻击的复杂性和动态性仍较难把握	135
6.2.5	物联网安全理论、技术与需求的差异性	135
6.2.6	密码学方面的挑战	135
6.3	物联网安全需求	136
6.3.1	物联网中感知节点的安全	136
6.3.2	物联网中通信网络的安全	137
6.3.3	物联网中的应用安全	138
6.3.4	控制管理相关的安全问题	139
6.4	物联网安全的特征	139
6.5	物联网安全关键技术	140
6.5.1	密钥管理机制	140
6.5.2	数据处理与隐私性	141
6.5.3	安全路由协议	142
6.5.4	认证与访问控制	143
6.5.5	入侵检测与容错容错技术	144
6.5.6	决策与控制安全	145
6.6	物联网安全技术应用模型	146
第7章	物联网的典型应用	147
7.1	M2M	147
7.1.1	M2M 的概念	147
7.1.2	M2M 的应用	148
7.2	智慧地球	150
7.2.1	智慧地球概述	150
7.2.2	云计算	153
7.3	智慧城市	158
7.3.1	智慧城市概述	158
7.3.2	智慧城市中的物联网技术	159
7.3.3	智慧城市典型应用	159
7.4	智慧物流	161
7.4.1	智能物流	161
7.4.2	智能物流中的物联网技术	163
7.5	智能农业	164
7.5.1	智能农业概述	164
7.5.2	关于农业产业的范围	165

7.5.3 农业产业化概念和特点	165
7.5.4 智能农业阶段的农业产业化	165
7.5.5 农业物联网体系架构和技术要点	166
7.6 智能家居	167
7.6.1 智能家居概述	167
7.6.2 智能家居中的物联网技术	169
7.6.3 智能家居经典之作——比尔·盖茨的豪宅	172
7.7 智能交通	173
7.7.1 智能交通概述	173
7.7.2 智能交通中的物联网技术	174
7.7.3 智能交通典型应用——车联网	176
参考文献	179

第1章 物联网概述

1.1 物联网的概念

物联网(the internet of things)定义:通过射频识别(radio frequency identification devices,RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。

物联网在国际上又称为传感网,是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。世界上的万事万物,小到手表、钥匙,大到汽车、楼房,只要嵌入一个微型感应芯片,把它变得智能化,这个物体就可以“自动开口说话”。再借助无线网络技术,人们就可以和物体“对话”,物体和物体之间也能“交流”,这就是物联网。物联网在中国也称为传感网,指的是将各种信息传感设备与互联网结合起来而形成的一个巨大网络。

1.2 物联网的技术特征

物联网的技术特征是:①各类终端实现“全面感知”;②电信网、因特网等融合实现“可靠传输”;③云计算等技术对海量数据“智慧处理”。物联网需要对物体具有全面感知的能力,对信息具有可靠传输的能力,对系统具有智能处理的能力,使人置身于无所不在的网络之中,任何时间、任何地点、任何物品、任何人之间都能够进行通信,达到信息自由交换的目的。物联网最大的优势在于各类资源的“虚拟”和“共享”,这也与通信网发展的扁平化趋势相契合。

1.2.1 全面感知

全面感知是指利用无线射频识别(RFID)、传感器、定位器和二维码等手段随时随地对物体进行信息采集和获取。全面感知解决的是人和物理世界的的数据获取问题,这一特征相当于人的五官和皮肤,其主要功能是识别物体、采集信息,其技术手段是利用条码、射频识别、传感器、摄像头等各种感知设备对物品的信息进行采集获取。

诸如《盲人摸象》的故事:每个盲人摸到大象身上的某一部分,都认为自己摸到的这一部分就是大象。这一故事也给我们以启发,看问题不能凭自己片面的了解而主观臆断,应把握事物的全面。同样,物联网特征之一全面感知即是如此,将各个传感器采集到的信息进行综合分析,科学判定,最终给出一个全面的结论。

在全面感知这一特征中所涉及的技术有物品编码、自动识别和传感器技术。物品编码,即给每一个物品一个“身份”能够唯一地标志该物体,正如公民的身份证。自动识别,即使用识别装置靠近物品,自动获取识别物品的相关信息。传感器技术用于感知物品,通过在物品上植入感应芯片使其智能化,可以采集到物品的温度、湿度、压力等各项信息。

1.2.2 可靠传输

可靠传输,是指通过各种电信网络和因特网融合,对接收到的感知信息进行实时远程传送,实现信息的交互和共享,并进行各种有效的处理。可靠传输则相当于物联网的血管和神经系统,其主要功能是信息的接入和传输。

在可靠传输这一过程中,通常需要用到现有的移动通信网络,包括无线网络、有线网络和互联网。无线通信技术通常有 3G、ZigBee、WLAN 等。传感器网络是一个局部的无线网络,无线通信网、3G 网络则是物联网的一个有力支撑。

物联网是互联网的一个延伸,可靠传输就是利用互联网把物品的信息接入网络,让网络感知物品,使网络无处不在。因此,在网络建设上,不但要加强有线网络的发展,更要重视无线网络技术,诸如 Wi-Fi、3G、ZigBee 等。

1.2.3 智慧处理

智能处理是指利用数据管理、数据处理、云计算、模糊识别等各种智能计算技术,对随时接收到的跨地域、跨行业、跨部门的海量数据和信息进行分析处理,以便整合和分析海量、复杂的数据信息,提升对物理世界、经济社会各种活动和人类生活各种活动和变化的洞察力,实现智能化的决策和控制,以更加系统和全面的方式解决问题。

智慧处理相当于物联网的大脑和神经中枢,包括网络管理中心、信息中心、智能处理中心等,主要功能是对信息和数据的深入分析和有效处理,解决计算、处理和决策问题。

智慧处理可以对获取到的物品的信息进行分析整合,得出相对合理的决策,使得物品变得更加智能。例如,在马路下面安装上传感器节点,当行人通过时,传感网络立刻会将行人信息传递给驾驶行进中的司机,提前几秒钟的刹车可避免不少交通事故发生。这样的智慧处理的方式能够大大改善人类的生产和生活。

物联网的精髓并非将物品和人都连到互联网中去,更重要的意义是交互,以及通过交互衍生出的种种可以用的特性,因此,智慧处理就成了物联网的核心和灵魂。

1.3 物联网的现状

各国物联网发展情况如图 1.1 所示。



图 1.1 各国物联网发展情况

1.3.1 我国物联网的发展

我国物联网应用总体上处于发展初期,许多领域积极开展了物联网的应用探索与试点,但在应用水平上与发达国家仍有一定差距。目前已开展了一系列试点和示范项目,在电网、交通、物流、智能家居、节能环保、工业自动化控制、医疗卫生、精细农牧业、金融服务业、公共安全等领域取得了初步进展。

工业领域,物联网可以应用于供应链管理、生产过程工艺优化、设备监控管理以及能耗控制等各个环节,目前在钢铁、石化、汽车制造业有一定应用,此外在矿井安全领域的应用也在试点当中。

农业领域,物联网尚未形成规模应用,但在农作物灌溉、生产环境监测(收集温度、湿度、风力、大气、降雨量,有关土地的湿度、氮浓缩量和土壤 pH 值)以及农产品流通和追溯方面物联网技术已有试点应用。

金融服务领域,在“金卡工程”、二代身份证等政府项目推动下,我国已成为继美国、英国之后的全球第三大 RFID 应用市场,但应用水平相对较低。正在起步的电子不停车收费(electronic toll collection, ETC)、电子 ID 以及移动支付等新型应用将带动金融服务领域的物联网应用朝着纵深方向发展。

电网领域,2009 年国家电网公布了智能电网发展计划,智能变电站、配网自动化、智能用电、智能调度、风光储输等示范工程先后启动。

交通领域,物联网在铁路系统应用较早并取得一定成效,在城市交通、公路交通、水运领域的示范应用刚刚起步,其中视频监控应用最为广泛,智能车路控制、信息采集和融合等应用尚在发展中。

物流领域, RFID、全球定位、无线传感等物联网关键技术物流各个环节都有所应用,但受制于物流企业信息化和管理水平,与国外差距较大。

医疗卫生领域,我国已经启动了血液管理、医疗废物电子监控、远程医疗等应用的试点工作,但尚处于起步阶段。

节能环保领域,在生态环境监测方面进行了小规模试验示范,距离规模应用仍有待时日。

公共安全领域,在平安城市、安全生产和重要设施防入侵方面进行了探索。

民生领域,智能家居已经在一线重点城市有小范围应用,主要集中在家电控制、节能等方面。

我国已形成基本齐全的物联网产业体系,部分领域已形成一定市场规模,网络通信相关技术和产业支持能力与国外差距相对较小,传感器、RFID 等感知端制造产业、高端软件与集成服务同国外差距相对较大。仪器仪表、嵌入式系统、软件与集成服务等产业虽已有较大规模,但真正与物联网相关的设备和服务尚刚起步。

传感器产业:我国已建立了较完整的敏感元件与传感器产业,产业规模稳步增长。2009 年我国传感器产业规模接近 600 亿元,形成了长三角地区为主,以及珠三角地区、京津地区、中部及东北部分城市的空间布局。目前我国大陆共有 450 余家从事敏感元件及传感器生产厂家,年产量突破 24 亿只,批量生产的产品涉及光敏、电压敏、热敏、力敏、气敏、磁敏和湿敏七大类约 3 000 多个品种。主要传感器企业中,外资企业比重达到 67%。我国传感器产业和技术发展仍存在突出问题:一是核心技术和基础能力缺乏,传感器在高精度、高敏感度分析、成分分析和特殊应用的高端方面差距大,中高档传感器产品几乎 100% 从国外进口,90% 芯片依赖国外。二是共性关键技术尚未真正突破。设计技术、可靠性技术、封装技术、装备技术等方面都存在较大差距。三是产业结构不合理,品种、规格、系列不全,技术指标不高。四是企业能力弱,95% 以上属小型企业。

RFID 产业:我国形成了 RFID 低频和高频的完整产业链和京、沪、粤为主的空间布局,2009 年市场规模达到 85 亿元并成为全球第三大市场;我国低频和高频段 RFID 技术相对成熟,超高频和微波频段产业链与国外技术差距较大,超高频、有源 RFID 等领域还没有形成整体产业能力。RFID 产业链主要由标签芯片设计、标签天线设计、标签封装技术与设备、读写机具设计与制造、系统集成与软件开发等几个部分组成,各环节实力较强的企业仍然集中在美国和欧洲国家。我国在射频芯片、封装、应用支撑软件、系统集成领域逐渐壮大,但整体实力不强。RFID 标签芯片方面,自主知识产权比较贫乏,但标签芯片设计上取得了长足发展。标签封装环节,产品性能已达到国际先进水平,RFID 卡片形式封装技术已十分成熟,但欠缺封装超高频、微波标签能力,在提供防水、抗金属的柔性标签方面仍需提高生产工艺。读写机具设计与制造方面,13.56 MHz RFID 的识别系统设计与生产技术成熟,竞争力较强。RFID 中间件产品与国外仍有较大差距。系统集成与系统软件开发上,国内企业具备一定的大型系统集成能力。标签打印机和贴标机领域,目前基本上被国外垄断。

仪器仪表与测量控制产业:我国仪器仪表产业连续多年实现 20% 以上的增长,2009 年产值超过 5 000 亿元,企业数约为 5 000 多个,小型企业数量占比达到 90%。我国仪器

仪表行业以机械系统开发生产通用仪器仪表为主,主要集中在电力、交通、安防、环保、安全等应用领域,但目前基本上不具备真正意义物联网产业的特点。区域分布上除重庆、西安、上海等三大传统基地以外,近年来还涌现出一些各具特色的新兴产学研集聚地。我国仪器仪表业部分产品产量居世界前列(如数字万用表、电度表、水表、煤气表等公共能源计量仪表),但同国际相比,总体技术水平和产业规模上还存在着很大差距,物联网发展所需要的数字化、网络化、智能化仪器仪表尚在起步,未来将随着物联网应用发展而向高端制造转型。

物联网网络通信服务业:我国物联网 M2M(machine to machine)网络服务保持高速增长势头,目前 M2M 终端数已超过 1 000 万,年均增长超过 80%,应用领域覆盖公共安全、城市管理、能源环保、交通运输、公共事业、农业服务、医疗卫生、教育文化、旅游等多个领域,未来几年仍将保持快速发展,预计“十二五”期间将突破亿级。三大电信企业在资源配置方面积极筹备,加紧建设 M2M 管理平台并推出终端通信协议标准,以推进 M2M 业务发展。国内通信模块厂商发展较为成熟,正依托现有优势向物联网领域扩展。国内 M2M 终端传感器及芯片厂商规模相对较小,处于起步阶段。尽管我国在物联网相关通信服务领域取得了不错的进展,但应在 M2M 通信网络技术、认知无线电和环境感知技术、传感器与通信集成终端、RFID 与通信集成终端、物联网网关等方面提升服务能力和服务水平。

物联网应用基础设施服务业:虽然不是所有云计算产业都可纳入物联网产业范畴,但云计算是物联网应用基础设施服务业中的重要组成部分,物联网的大规模应用也将大大推动云计算服务发展。

国内云计算商业服务尚在起步,SaaS(software as a service,软件即服务)已形成一定规模,而真正云计算意义的 IaaS(infrastructure as a service,基础设施即服务)和 PaaS(platform as a service,平台即服务)商业服务还未开展。目前,我国在云计算服务的基础设施(IDC 中心)建设、云计算软硬件产业支持和超大规模云计算服务的核心技术方面与发达国家存在差距。云安全方面,我国企业具有一定的特点和优势。随着物联网应用的规模推进、互联网快速发展和国家信息化进程的不断深入,我国云计算服务将形成巨大的市场需求空间,“十二五”期间将呈现快速发展态势。

物联网相关信息处理与数据服务业:信息处理与数据分析的关键技术主要是数据库与商业智能。我国数据库产业非常薄弱,知名企业只有三四家,只占国内市场 10% 左右的份额。商业智能(BI)领域我国虽然技术相对落后,然而已形成了一定规模,国内现有 BI 厂商有近 500 家,但高端市场仍由国际厂商垄断。整体而言,我国拥有自主知识产权的数据库产品、BI 产品和掌握关键技术的软件企业少,产业链不完整,缺乏产品线完整、软硬结合、竞争力强的国际企业。

物联网相关软件开发与集成服务业:我国软件与集成产业连续多年保持高速增长,2010 年完成业务收入 13 000 亿元,同比增长 31%,其中系统集成和支持服务实现收入 2910 亿元,同比增长 31.8%。然而物联网应用所需的软件高端综合集成能力,特别是软件与各行业的业务流程深度融合和集成整合能力,我国与国际领先企业差距很大,总体上处于产业链低端。

物联网应用服务业:整体上我国物联网应用服务业尚未成形,已有物联网应用大多是

各行业或企业的内部化服务,未形成社会化商业化的服务业,外部化的物联网应用服务业还需一个较长时间的市场培育,并需突破成本、安全、行业壁垒等一系列制约。

综上所述,我国尚未形成真正意义的物联网产业形态和爆发点,物联网有形成巨大市场的潜力,但潜在空间转化为现实市场还需要较长时间培育,关键点是通过技术和应用创新形成新兴业态和新增市场。我们预计,“十二五”期末我国物联网相关产业规模将达到5000多亿,而真正可能形成万亿级规模的时间节点预计在“十三五”后期。

1.3.2 我国物联网技术和标准化现状

1.3.2.1 技术现状

物联网发展的战略机遇推动了我国在不同技术领域的全面提升。我国在传感器、RFID、网络和通信、智能计算、信息处理等领域的技术研究能力不断提升,技术创新能力也取得了一定突破。但是由于信息产业长期的基础性瓶颈和大型应用系统系统集成能力薄弱,我国在物联网核心技术上与国外发达国家还存在一定的差距,部分技术领域没有掌握核心技术,长期受制于人;大部分技术领域落后于国际先进水平,以跟随为主,处在产业链低端。

传感器技术:我国企业基本掌握了低端传感器研发的技术,但高端传感器和新型传感器的部分核心技术仍然未掌握。我国仅有组件式传感器的通用标准,新型传感器标准基本为空白。

识别技术:缺乏具有自主知识产权的接口协议标准和自主可控的标签芯片和读写器芯片,标签制造技术有待提高,封装技术基本成熟,RFID中间件技术与国外相比,仍有较大差距。

微机电系统:我国MEMS技术在新原理微器件、通用微器件、新工艺及测试技术、初步应用等方面取得了显著进展,初步形成微惯性器件和微惯性测量组合、微传感器和微执行器、微流量器件和系统、生物传感器、生物芯片和微操作系统等研究方向。

通信和网络技术:目前近距离无线通信技术基本采用IEEE802.15.4、WLAN等国外提出的技术,芯片以国外产品为主,国内在面向应用的无线传感器组网技术方面寻求突破。在2G/3G无线接入增强、IP承载和网络传送技术上,我国技术研发水平与国外基本相当,我国主导了3GPP RAN(无线接入)优化项目立项,并争取关键技术突破。

物联网软件和算法:物联网底层基础软件、中间件技术的研究水平较国外存在一定差距。系统集成方面,国内使用和代理国外产品的情况较多,自主研发较少。SOA(service oriented architecture,面向服务的架构)方面,国内主要集中在现有架构的优化和改造或重新设计阶段,相比国外仍然存在较大差距。

海量信息智能处理:国内海量信息智能处理技术研究和发展的比较滞后。目前国内有少数研究单位和企业正在开展研究,以跟随为主,技术水平较低,影响力较弱。