

普通高校物联网工程专业规划教材

# 物联网 工程概论

王良民 熊书明 编著

清华大学出版社



普通高校物联网工程专业规划教材

# 物联网工程概论

王良民 熊书明 编著

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统地阐述什么是物联网,物联网有哪些共性特征,物联网工程应用中有哪些共性关键技术,为读者提供较为全局的视野。本书内容从近两年国际国内的物联网热潮论及物联网概念的来源及形成历史出发,分析典型的物联网工程应用实例,总结出物联网体系结构、共性特征、关键技术;随后从网络节点及感知技术,传输过程及通信与网络技术,数据处理、安全隐私、工程设计等应用技术方面分模块介绍物联网工程设计的关键技术。

本书适合作为高等院校物联网工程及相关专业低年级使用的导论性课程的教材,也可供与物联网产业相关的企事业单位管理人员阅读参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

物联网工程概论 / 王良民,熊书明编著. --北京:清华大学出版社,2011.9

(普通高校物联网工程专业规划教材)

ISBN 978-7-302-26648-8

I. ①物… II. ①王… ②熊… III. ①互联网络—应用—概论 ②智能技术—应用—概论  
IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 176472 号

责任编辑:袁勤勇 王冰飞

责任校对:焦丽丽

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:17.75

字 数:442千字

版 次:2011年9月第1版

印 次:2011年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:26.00元

---

产品编号:041816-01

# 序 言

物联网作为一个新的名词和新的产业,因为“感知中国”和“智慧地球”两个国家战略级的著名计划而闻名遐迩。在我国,物联网作为五大战略性新兴产业之一,已被编入“十二五”规划,希望它作为万亿元级的产业,带动我国经济持续、快速发展。教育部将“物联网工程”设置为“高等学校战略性新兴产业相关本科专业”,期望通过加快新兴产业人才培养,推进该产业蓬勃发展。

物联网技术被广泛认可为是新一轮信息化革命。目前,我国在相关技术方面,与发达国家相比具有同发优势,但是,要想在产业界继续保持这种优势,需要大量高素质、懂专业的从业人员。为抓住在这个新兴产业上赶上并超过发达国家的重大机遇,高等学校开设物联网工程专业,培养技能全面的技术创新人才,具有重要的现实紧迫性。

物联网工程作为跨学科门类的新型交叉专业,知识体系尚未清晰,专业建设和教学存在诸多疑惑。“物联网工程概论”作为该专业第一门专业课,需要给大家澄清疑惑,建立起全局的专业概貌和初步的知识体系,其重要性是不言而喻的。清华大学出版社适时推出了这本《物联网工程概论》教材,将发挥引领专业建设、指导课程教学的重要作用。

本书具有如下四个方面的特点:

(1) 知识结构成体系:书中涵盖了物联网工程专业相关的绝大多数关键课程,将相关的工程技术纳入了统一的知识框架,自成体系。对于零基础的大学一年级学生,可初步建立对整个专业的整体认识。

(2) 技术介绍工程化:在介绍物联网相关的工程技术时,源于技术、终于技术,却不拘泥于技术的实现细节;强调浅显的语言描述和实例化的解说风格——着重介绍物联网技术在工程化应用中的“功能性”价值,以此拓展知识面并激发学习兴趣。

(3) 内容组织重能力:全书把“物”和“网”的性能进行背景知识介绍,以培养“物联于网”的工程技术能力为中心,多领域的技术和实例化项目设计在教学过程中围绕工程能力培养展开,符合 CDIO 工程技术创新人才的培养模式。

(4) 章节安排可裁剪:教材内容通过适当取舍,适用于 30~50 课时讲授,可供专业特色不同的各类院校选用,满足不同特色物联网专业人才培养对导论性课程的不同需求。

如果说在物联网工程中,“物”是劳动对象,“网”是生产工具,“联”是生产技术和劳动过程,那么王良民博士所编写的这本教材充分体现了物联网工程专业建设内涵——“懂‘网’知‘物’、‘联’中创新”。作为一本面向普通高等院校物联网工程专业低年级学生的优秀教材,相信本书的出版能够为我国物联网工程人才的培养乃至物联网产业的发展发挥重要作用。



2011年7月30日

物联网是一个新生事物和一个新兴产业,“物联网工程”专业是教育部为该战略型新兴产业发展而特别设立的新专业,这本《物联网工程概论》则是该专业综述性导引课程的教材。本书的目的是系统地介绍专业术语、学科内涵以及知识体系,给学生以较为整体的专业认知,从而激发其学习的兴趣;同时,粗线条的概貌描述、深入浅出的名词诠释,也可以作为各种学术团体(如学会和研究会)以及各类科技政策相关的工作人员(如科协、政府科技领域公务人员)了解物联网的入门书,避免工作场合遭遇专业术语时的困惑与茫然。

当相关行业科技人员在思考“物联网是什么?物联网能为我们做什么?我们能为物联网做什么?”的时候,我们物联网工程专业的新生及其家长也带着类似的困惑“物联网是什么?物联网工程专业大学期间要学什么?以后毕业了能干什么?”。在网络知识异常丰富的今天,面对这种“一问三不知”的困窘,Google、Baidu等著名的搜索引擎竟然也不能给我们太多帮助,因为当前行业内专家对物联网的概念尚未形成定论,教育系统对物联网工程专业属于电子、通信还是计算机尚有所争论。这个时候,一本系统介绍相关内容、澄清困惑的《概论》就显得非常必要。然而,同样是在这个时候,试图通过一本《概论》教材对所有的争论给出一锤定音的结论是不可行、不现实的。在必要和不可行的夹缝里,我们采取了“求同存异”的取舍和“实事求是”的论述,对学术界和产业界大多认同的部分进行系统的分析介绍;而对看法存在分歧的地方,在无关整体概貌时就尽量不提,而在必须讨论的时候,就摆出各类观点请读者自行分析判断。

在上述写作方针的指导下,本书共分8章,第1章、第2章是总体概述性知识,类似于科普文章,不过更为全面严谨,趋向于教科书的叙事方式;第3章至第8章则关注于具体的技术内容。为了让大学一年级没有信息、计算机相关理论基础的学生不至于畏难,采取了深入浅出的科普文章的写作风格,配以图示和简单的示例,使问题的表达更加容易理解。每章主要内容如下:

第1章主要从物联网概念、物联网产业计划出发,分析物联网的发展历史以及物联网与RFID系统、传感网、泛在网等相关名词之间的关联,最后介绍一下当前世界各国的物联网产业规划。

第2章从典型的物联网应用系统出发,以归纳的方法提取出物联网的3个网络层次;并依据网络层次,指出三类关键技术,为后续各章搭建了轮廓结构;最后,以一些经常被问及“是或不是”的典型应用系统为例,分析为什么是物联网,为什么不是物联网。

第3章介绍感知层关键技术;第4章介绍数据传输层关键技术;第5章介绍操作系统尤其是物联网前端的实时操作系统;第6章介绍数据库、数据存储和物联网时代的云计算与海计算的基本概念;第7章介绍物联网的安全与隐私技术;第8章从工程与物联网工程设计的角度,系统分析一个物联网系统的设计过程。

上述章节内容的总体框架如图1所示。

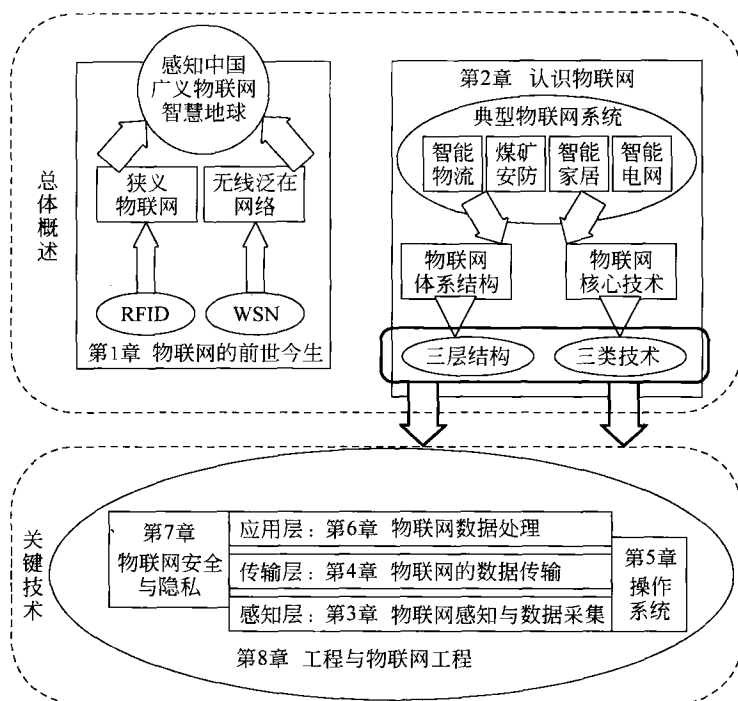


图1 本书框架结构

在课时安排上,我们建议这门课的课时为 30~48 课时。对于 30 课时的安排,如表 1 所示的第一类安排,不考虑增加课时。然而不同的物联网专业办学依托的学科是不一样的,因此办学特色也不尽相同,这些特色决定了后续课程不尽相同。介绍专业技术的第 3、4、6、7、8 章,如果后续教学环节设置了相关内容为关键课程,则在概论中以少课时泛泛引导;若因师资或特色限制不能或没必要面面俱到地详细教学相关技术,则在概论中增加一些对技术功能性内容的介绍,文中的技术实例也可以安排实验课程,进行观摩性质的实习实验,以进一步激发学习兴趣。以第 7 章为例,如果相关专业不再开设“物联网安全与隐私”课程,则需要用 8 课时的时间,较为详细地讲解一些安全基础知识及物联网中安全问题需要注意到的关键点。

表 1 建议学时安排

章次	计划学时	章次	计划学时
第 1 章	2	第 5 章	4
第 2 章	4	第 6 章	4+2
第 3 章	4+4	第 7 章	4+4
第 4 章	4+4	第 8 章	4+2

本书由王良民、熊书明主编,王良民制定了本书的编写大纲、内容安排及写作风格,编写了第 1、2、7、8 章;熊书明编写了第 3 章到第 6 章;熊书明和王良民负责全书的统稿、组织和审校工作;编者所负责的无线传感网安全与应用研究组的研究生参与了本书的材料收集和编写工作,具体分工如下:李菲参与了第 1、2 章,茅冬梅、马小龙参与了第 3 章,姜顺荣

参与了第 5 章,赵玉娟参与了第 6 章,姜涛、程发、茅冬梅参与了第 7 章,李晓君参与了第 8 章。

本书的编者作为电子学会牵头、姚建铨院士任顾问的“全国物联网及相关专业教学指导小组”的委员,参与了该小组的教学研讨活动,很多知识来自该小组的讨论,本书的框架结构是在多次参与这些讨论之后独立思考形成;本书在编写过程中还得到了国家自然科学基金(60703115)、江苏省自然科学基金和江苏大学教改重点项目(2011JGZD012)的支持,在此对所有提供帮助的组织与机构、领导与同仁表示衷心感谢。

此外需要说明的是,本书属于编写的教材,除整体安排和语言组织之外,多数观点和所有技术内容都非编者所创所著。鉴于很多资料来自网络,而网页间存在大量未曾标明出处的相互转载,因为时间所限、能力所限,作者不能逐一考查出“原作者”,为此本书所附文献的标注引用也许并非相关内容的原作者,这些疏漏或者不正确之处,敬请原作者指出,编者将在后续版本更正,并在相关教学网站上注明。同时,由于编者水平及编书时间所限,书中也必然存在缺点和疏漏之处,期盼各位专家及广大同学及时指出,帮助我们提高。

王良民  
2011年6月

<b>第 1 章 物联网的前世今生</b> .....	1
1.1 智慧地球与感知中国 .....	1
1.1.1 智慧地球 .....	1
1.1.2 感知中国 .....	5
1.2 从 RFID 系统到 IOT .....	8
1.2.1 RFID 的基本原理及应用 .....	8
1.2.2 基于 EPC 的早期物联网 .....	10
1.3 从 WSN 到无线泛在网络 .....	11
1.3.1 无线传感器网络 .....	12
1.3.2 泛在网络 .....	13
1.3.3 泛在网、物联网、传感网的关系 .....	15
1.3.4 泛在网的研究和意义 .....	16
1.4 物物相连的产业规划 .....	18
1.4.1 国外物联网的发展历程及现状 .....	18
1.4.2 国内物联网的发展情况 .....	22
思考题 .....	26
<b>第 2 章 认识物联网</b> .....	27
2.1 物联网典型应用 .....	27
2.1.1 RFID 的物联网供应链系统 .....	27
2.1.2 物联网智能家居 .....	31
2.1.3 物联网煤矿安防系统 .....	34
2.1.4 智能电网物联网 .....	38
2.2 物联网的共性特征 .....	45
2.2.1 物联网的体系结构 .....	45
2.2.2 物联网的技术体系 .....	47
2.3 物联网关键技术 .....	49
2.3.1 感知技术 .....	49
2.3.2 传输技术 .....	50
2.3.3 应用层支撑技术 .....	52
2.4 是或不是物联网 .....	52
2.4.1 CPS .....	52



2.4.2	WSN .....	54
2.4.3	呼叫中心 .....	55
2.4.4	绿野千传 .....	57
	思考题 .....	58
<b>第3章</b>	<b>物联网感知与数据采集 .....</b>	<b>59</b>
3.1	感知节点与传感芯片 .....	59
3.1.1	几类典型感知节点 .....	59
3.1.2	节点组织结构 .....	62
3.1.3	网关节点 .....	64
3.1.4	传感器与传感器板 .....	65
3.2	RFID 读写系统 .....	67
3.2.1	RFID 标签 .....	67
3.2.2	RFID 读写器 .....	70
3.3	节点定位 .....	74
3.3.1	GPS 与位置计算 .....	74
3.3.2	基于距离的节点定位 .....	77
3.3.3	距离无关的节点定位 .....	80
3.4	数据采集与 A/D 转换 .....	81
3.4.1	数据采集模块组成 .....	81
3.4.2	A/D 转换原理 .....	81
	思考题 .....	82
<b>第4章</b>	<b>物联网的数据传输 .....</b>	<b>83</b>
4.1	物联网通信技术 .....	83
4.1.1	光纤通信 .....	83
4.1.2	射频通信 .....	89
4.1.3	宽带通信 .....	89
4.1.4	载波通信 .....	92
4.2	无线网络技术 .....	94
4.2.1	无线局域网 .....	94
4.2.2	无线自组网 .....	98
4.2.3	无线个域网 .....	101
4.2.4	无线传感网 .....	105
4.3	介质访问技术 .....	108
4.3.1	基于预分配的介质访问 .....	109
4.3.2	基于竞争的介质访问 .....	112
4.3.3	混合式介质访问 .....	116
4.4	网络传输技术 .....	119

4.4.1	Internet 的数据传输 .....	119
4.4.2	网络接入与融合 .....	123
4.4.3	网关与路由 .....	125
4.5	资源受限网络的弱时间同步 .....	127
4.5.1	时间同步概述 .....	127
4.5.2	无线传感网的时间同步 .....	128
	思考题 .....	129
<b>第 5 章</b>	<b>操作系统 .....</b>	<b>130</b>
5.1	操作系统概述 .....	130
5.1.1	操作系统的功能及分类 .....	130
5.1.2	操作系统的任务调度 .....	132
5.1.3	操作系统的资源管理 .....	136
5.2	几种流行嵌入式操作系统平台 .....	139
5.2.1	嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ .....	139
5.2.2	嵌入式 Linux .....	142
5.2.3	Windows CE 操作系统 .....	144
5.2.4	Android 手机操作系统 .....	147
5.3	TinyOS: 物联网前端微操作系统 .....	149
5.3.1	TinyOS 概述 .....	150
5.3.2	TinyOS 的工作原理 .....	150
5.3.3	nesC 语言程序设计 .....	154
5.3.4	应用开发示例: CntToLedsAndRfm .....	158
	思考题 .....	160
<b>第 6 章</b>	<b>物联网数据处理 .....</b>	<b>162</b>
6.1	后台数据库技术 .....	162
6.1.1	数据库概述 .....	162
6.1.2	关系型数据库 .....	167
6.1.3	结构化查询语言 .....	172
6.2	资源受限网络的分级数据融合 .....	176
6.2.1	节点的分簇控制 .....	176
6.2.2	簇内数据融合 .....	180
6.2.3	分布式数据存储与处理 .....	183
6.3	数据挖掘与海计算 .....	185
6.3.1	数据仓库与数据挖掘技术 .....	185
6.3.2	云计算概述 .....	189
6.3.3	海计算的概念与未来 .....	191
	思考题 .....	194

<b>第 7 章 物联网安全与隐私</b> .....	195
7.1 物联网安全问题 .....	195
7.1.1 经典的网络安全问题 .....	196
7.1.2 RFID 系统的隐私与安全问题 .....	198
7.1.3 传感网的安全威胁 .....	201
7.2 经典的安全方法 .....	204
7.2.1 安全服务与安全机制 .....	205
7.2.2 密码学与安全防护 .....	206
7.2.3 入侵检测技术 .....	213
7.2.4 内容安全技术 .....	216
7.2.5 容忍入侵与可生存技术 .....	219
7.3 RFID 系统的安全与隐私技术 .....	222
7.3.1 快易通的安全事故 .....	222
7.3.2 RFID 系统安全实现机制 .....	224
7.3.3 RFID 系统密码安全技术 .....	226
7.3.4 RFID 系统的隐私保护技术 .....	228
7.4 传感网安全技术 .....	231
7.4.1 传感网密钥管理技术 .....	231
7.4.2 传感网的路由安全 .....	235
7.4.3 传感网的入侵检测技术 .....	238
7.4.4 传感网的可生存技术 .....	241
思考题 .....	242
<b>第 8 章 工程与物联网工程</b> .....	243
8.1 什么是工程 .....	243
8.1.1 工程及相关概念 .....	243
8.1.2 工程教育和工程创新 .....	245
8.2 信息化工程 .....	247
8.2.1 信息化工程的特点 .....	247
8.2.2 网络工程 .....	248
8.2.3 软件工程 .....	256
8.3 物联网工程的相关命题 .....	263
8.3.1 懂网知物的物联网工程人才 .....	263
8.3.2 物联网工程之智慧停车场 .....	264
思考题 .....	267
<b>参考文献</b> .....	268

# 第 1 章 物联网的前世今生

当前,物联网(Internet of things,IOT)已成为最热门的科技词汇之一,各行各业都在谈论物联网。2009年在江苏省仅一天之内就注册了500多家与物联网技术相关的公司;2010年教育部通知高校申请热门应用技术专业,有700余所申请物联网相关专业,各省审核后提交到教育部最后审核的也有200余所。如此种种,物联网在还没有以实际的产品和服务走入千家万户、在其还没有成为万亿元级产业之前,已经吸引了众多的关注,创造了一个又一个记录。那么究竟什么是物联网?虽然各个行业都有自己的诠释、描述和示例,但是至今不曾有人给出明确的定义。我们认为,物联网作为一项技术、一个产业,它“从哪里来,到哪里去”,是有其发展历史的。简单说来,物联网概念的兴起,主要源于两个计划:一个是IBM的“智慧地球”;另一个就是我国政府的“感知中国”。而物联网应用技术的兴起,也主要源自两个方面:一个是RFID技术,使用电子产品编码(electronic product code,EPC)为每个产品提供唯一的标识;另一个是传感网技术,由若干具有无线通信能力、计算能力的传感器节点自组织构成的网络。这两项技术和互联网、网络接入以及智能计算技术的飞速发展、融合、应用,形成了今天的物联网。

## 1.1 智慧地球与感知中国

物联网是继个人计算机(personal computer,PC)、互联网(Internet)与移动通信网之后的世界信息产业第三次浪潮,也被称为是继互联网之后信息产业的第二个万亿元级的产业。世界上有多个国家花巨资深入研究探索物联网,目前中国与德国、美国、英国等国家一起,成为国际标准制定的主导国。但是,在我国,对于绝大多数人来说,物联网是和“智慧地球”、“感知中国”这两个名词联系在一起——正是这两个振聋发聩的计划,让人们熟悉了物联网。

### 1.1.1 智慧地球

2008年11月6日,在纽约召开的美国对外关系委员会上,IBM总裁兼首席执行官彭明盛以题为《智慧地球:下一代领导人议程》的演讲报告,正式提出“智慧地球(smarter planet)”的概念。2009年1月28日,美国工商业领袖举行“圆桌会议”,彭明盛正式提出“智慧地球”计划,阐明“智慧地球”的短期和长期战略意义。会上,奥巴马予以积极回应,认为“智慧地球”与克林顿的“信息高速公路”战略同等重要,并把“智慧地球”上升为国家战略,作为美国全球战略的重要组成部分。2009年2月24日,IBM大中华区首席执行官钱大群提出了“智慧地球、赢在中国”,给出了智慧电力、智慧医疗、智慧城市、智慧交通、智慧物流、智慧银行等解决方案,初步确定了“智慧地球”中国战略的六大推广领域。

## 1. “智慧地球”的研究背景

IBM 提出智慧地球计划时,正值 2008 年全球金融危机之后,其目的是给全球 IT 产业寻找金融危机后新的经济增长点。奥巴马在回应中认为,“智慧地球”是刺激美国经济全面复苏、振兴美国经济、确立未来竞争优势的关键所在,将带动美国工业向智慧化飞跃,成为美国高附加值产品向全球输出的必要条件,进一步强化美国的技术优势及对全球经济和政治的掌控。

自 20 世纪 80 年代以来,信息产业发展带动了全球经济快速增长,信息产业始终以高于大多数其他产业的速度持续增长,其占全球 GDP 的份额,以平均每 10 年上升一个百分点的速度提高。然而随着 IT 产业规模的不断扩大和从业人数的不断增加,出现了明显的投资大大超过需求的 IT 产能过剩现象。2008 年全球金融危机给全球经济带来了重创,也使全球 IT 产业设备商、运营商等受到严重冲击,甚至有业界专家认为,全球 IT 产业的冬天已经到来。彭明盛提出“智慧地球”理念,试图通过创新性地利用新的 IT 技术,重新整合企业、结构,以系统的信息基础架构,高度整合信息基础设施,使其成为经济增长的核心动力,成为国家、区域城市之间竞争的基础。

在提出智慧地球理念时,有几个关于智能系统成功应用的典型事例,支持了相关的观点。

(1) 斯德哥尔摩的智能交通系统:将交通量降低了 20%,废气排放降低了 12%,每天新增四万人使用公共交通工具。智能交通系统提高了城市的竞争力,伦敦、布里斯班和新加坡等城市也已经着手进行规划。

(2) 智能油田技术:可以提高油泵性能和油井生产力,改变当前油田只有 20%~30% 储量被开发的现状。

(3) 北欧推广的智能食品系统:利用 RFID 技术对肉类和家禽进行跟踪,从供应链一端的农场可以全程追踪直到超市货架。

(4) 智能医疗与保健系统:将治疗成本降低 90%,智能医疗与保健系统(Active Care Network)在 38 个国家开展服务,对两百多万病人注射疫苗接种进行监控以实现正确医护。

智慧供应链、智慧电网、智慧医疗等,能够使信息技术渗透到社会的各个角落。智慧地球计划为 IT 产业带来新的希望,使 IT 产业能促进企业之间的融合。信息技术的广泛应用,不仅能带动人们生活和生产方式的改变,还会带动整个社会就业率的提高,从而恢复危机后低迷的经济局面。

智慧地球中国战略的推行者钱大群更是宣称,智慧地球的概念作为关键要素,可以推动我国实现未来五大主题任务,包括经济可持续发展、和谐社会建设、环境保护、能源有效利用以及更具竞争力的企业。如图 1-1 所示,围绕这五大主题,有关乎我国发展的一系列重大事项。

## 2. 智慧地球的含义

通俗地说,智慧地球的核心是以一种更智慧的方法,通过新一代的信息技术来改变政府、公司和人们的交互方式,以提高交互的明确性、有效性、灵活性和实时性。一个更形象并稍微专业一点描述是:无处不在的智能对象,被无处不达的网络与人连接在一起,被无所不能的超级计算机调度和控制。其主要特征是:

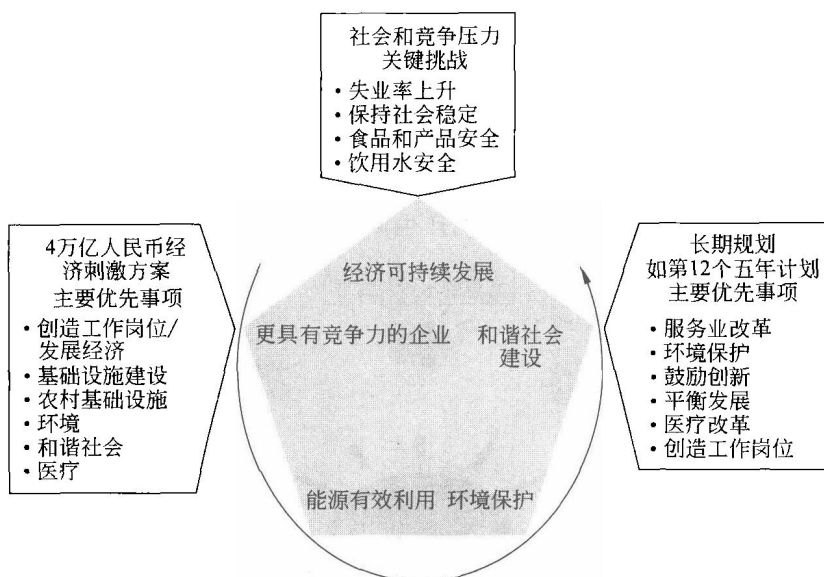


图 1-1 智慧地球的概念推动中国实现五大主题任务

(1) 更透彻的感知。可以利用任何设备、系统或流程进行随时的感知、测量、捕获和传递信息。这种设备是超越传统的传感器、数码相机和 RFID 的一个概念,其感知的对象从人的血压到公司财务数据或城市交通状况等任何信息,感知信息可以被快速获取并进行分析,便于立即采取应对措施和进行长期规划。

(2) 更广泛的互联互通。指通过各种形式的高速的、高带宽的通信网络工具,将个人电子设备、组织和政府信息系统中收集和存储的“分散的信息及数据”连接起来,进行交互和多方共享,让先进的系统可以按照新的方式协同工作,从而更好地对环境 and 业务状况进行实时监控,便于从全局的角度分析形势并实时解决问题。这种远程多方协作的任务完成方式,将彻底地改变整个世界的运作方式。

(3) 更深入的智能化。利用先进技术帮助实践中的数据分析,智能地获取事物发展规律,进而利用规律,创造新的价值。这些先进技术包括数据挖掘及其分析工具、科学模型和相应的功能强大的运算系统等,用以处理复杂的数据分析、汇总,计算跨行业、跨地域和跨部门的海量信息;获取的知识应用到特定行业、特定场景和特定的解决方案中,更好地支持决策和行动。

### IBM 把“智慧地球”概括为“3I”

更透彻的感知(Our world is becoming INSTRUMENTED.)

更广泛的互联互通(Our world is becoming INTERCONNECTED.)

更深入的智能化(All things are becoming INTELLIGENT.)

### 3. 智慧地球解决方案

综合 3I 技术,IBM 提出了一系列针对行业的解决方案。在 IBM 官方网站上,目前已经推出了能源、交通、食品、基础设施、零售、情报、经济刺激、银行、电信、石油、医疗、城市、水

利、公安、建筑、工作场所、铁路、产品、教育、政府以及“云计算”等多种解决方案。

针对我国情况,IBM 大中华区首席执行官总裁钱大群提出了“智慧的电力”、“智慧的医疗”、“智慧的城市”、“智慧的交通”、“智慧的供应链”、“智慧的银行业”等六大领域的解决方案,如图 1-2 所示。这一战略相关的前所未有的“智慧”基础设施,囊括了国民经济的支柱产业以及生存发展的民生产业。当然,作为新一波信息技术革命,智慧地球计划为工程创新提供了无穷无尽的空间,势必会对人类的文明产生深远的影响。

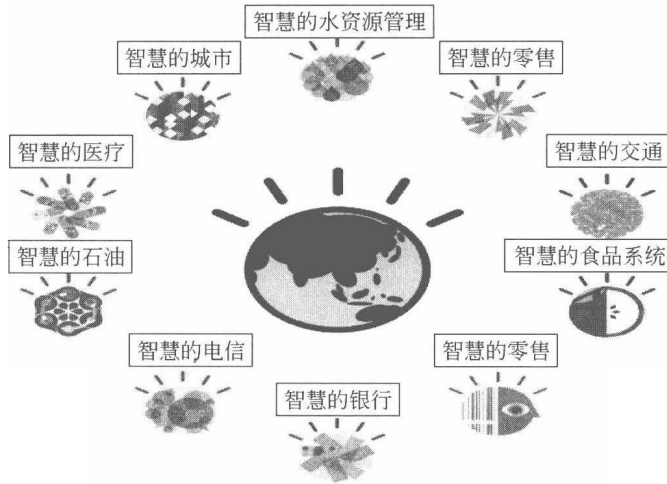


图 1-2 智慧地球应用领域

(1) 智慧的电力: 它赋予消费者管理自己的电力,使用 and 选择污染最小的能源的权力,以此来提高能源使用效率,并保护环境。同时,它还能确保电力供应商有稳定可靠的电力供应,减少电网内部的浪费,从而确保中国经济持续快速发展所需的可持续能源供应。

(2) 智慧的医疗: 用来解决医疗系统中的主要问题,如医疗费用过于昂贵、医疗机构职能低下以及缺少高质量的病患看护等。只有切实地解决了上面这些问题,才可以推动和谐社会建设。

(3) 智慧的城市: 城市作为经济活动的核心,其建设的好坏对于经济的建设起着至关重要的作用。智慧的城市可以带来更高的生活质量、更具竞争力的商务环境和更大的投资吸引力,可以被用来解决中国商用和民用城市基础设施不完善、城市治理和管理系统效率低下,以及紧急事件响应不到位等急需解决的问题。

(4) 智慧的交通: 智慧的交通主要是采取措施缓解超负荷运转的交通运输基础设施面临的压力。减少拥堵意味着产品运输时间缩短、人员交通时间缩短,从而有利于生产力提高,同时也能减少污染排放,更好地保护环境。

(5) 智慧的供应链: 智慧的供应链致力于解决由于交通运输、存储和分销系统效率低下造成的物流成本高和备货时间长等系统问题。如果能成功地解决这些问题,必将刺激国内贸易,提高企业竞争力,并将助力经济的可持续发展。

(6) 智慧的银行业: 提高中国的银行在国内和国际市场的竞争力,减小风险,提高市场稳定性,进而更好地支持小公司、大企业及个体经营的发展。

### 1.1.2 感知中国

中科院上海微系统所与无锡市于2008年11月共建成立了“中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心”，也就是后来的“无锡物联网产业研究院”，是中国物联网的重要源头。2009年8月7日，温家宝总理在考察该研发中心后，指示“尽快建立中国的传感信息中心，或者叫‘感知中国’中心”。这是“感知中国”名词的最初来源。同年11月3日，温家宝总理在人民大会堂向首都科技界做了《让科技引领中国可持续发展》的报告，提出“要着力突破传感网、物联网关键技术”。随后，物联网被正式列为国家五大新兴战略产业之一，写入《政府工作报告》，编入了“十二五”发展规划。这些举措标志着“感知中国”计划这个依靠物联网推动产业升级的“动力中心”发动了。

#### 温家宝与感知中国

2009年8月7日，国务院总理温家宝视察中科院无线传感网工程中心无锡研发分中心，提出“在传感网发展中，要早一点谋划未来，早一点攻破核心技术”，并且明确要求尽快建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心。



#### 1. “感知中国”计划的背景

物联网的发展离不开传感网技术，自1999年开始，我国相关研究机构就开始启动传感网的相关研究项目，各界从材料、器件、技术、系统到无线通信网络等方面也正在形成产业链。

2008年国际金融危机催生新的科技革命和产业革命，发展战略性新兴产业，抢占经济科技制高点，决定国家的未来，是我国物联网发展计划的时代背景。2010年温家宝总理在十一届全国人大三次会议上作政府工作报告时指出：转变经济发展方式刻不容缓；要大力推动经济进入创新驱动、内生增长的发展轨道。此时，国家将物联网作为战略新兴产业，大力培育，期望这个未来的万亿元级的产业带动我国经济的持续、快速发展，不仅具有经济上的意义，也具有政治上的战略重要性。为此我国媒体、政府、企业、科技界对物联网的全面关注度是美国、欧盟以及其他各国都不可比拟的。

由于“感知中国”计划的推动源头来自在无线传感器网络方面有深厚研究基础的中科院上海微系统所，因此，在我国备受关注的物联网，在很多情况下被单一地理解为“传感网”，或者是与因特网互联的无线传感器网络。而事实上，在传感网之外，物联网的另一个重要技术射频识别（radio frequency identification, RFID）技术在我国也有较好的技术和产业基础。



自1999年开始,中国电子产品编码(EPC)就已经从实验室走向了实际应用,中国物品编码中心完成了原国家技术监督局“新兴射频识别技术研究”的科研项目,制定了射频识别的技术规范;举办了第一届中国国际EPC联席会。自2003年开始,我国每年有上百亿元的采购额开始采用电子标签技术,在物流系统的应用中,取得了明显的管理升级和经济效益。

随后,国家采取了一系列的行动,促进了相关技术和产业的发展。2004年国家金卡工程把RFID应用试点列为重点工作之一,2005年10月原信息产业部批准成立了“电子标签标准工作组”,开展电子标签标准的研究,2006年23个部门(行业)共同成立了国家金卡办RFID应用工作组,启动了相关RFID应用试点工作。当前国内RFID企业数量不断增加,在市场中已占据主导地位。我国RFID产业链逐步扩大,集电子信息产业、软件业、通信运营、信息服务业和面向各相关行业的应用等产业链正在逐步形成,这为“感知中国”物联网建设奠定了技术、时间和产业规模等各个方面的基础。

### 2. “感知中国”的建设策略

IBM的“智慧地球”计划落地中国,这从一个侧面表明我国的物联网发展会有更多的机会和更大的空间。为了更加顺利地建设“感知中国”,使得我们的物联网业务更加蓬勃的发展,必须直面我国物联网目前发展中存在的问题和困难,制定相应的建设策略。作为影响物联网发展的两大主要方面,我国政府和运营商从不同角度提出了相似的建设策略。

政府应着重注意宏观方面的战略部署、国际国内标准的制定以及立法和监管体系的完善,提供利于物联网发展的产业培育大环境。这包括以下几个方面:

(1) 国家层面的战略部署。物联网的建设应当是一个国家工程甚至世界工程,国家层面应该有一个整体和统一的战略规划,进行顶层设计,明确物联网产业的定位、发展目标、时间表和线路图。这样可以改变目前我国物联网的发展基本以地方和行业部门为主导,各地区和不同的行业部门按照各自的需要进行不同的物联网规划、出台各自的物联网产业发展策略的局面。

(2) 坚持国际标准和国内标准同步推进。物联网的发展必然涉及通信的技术标准,物联网作为一个战略性的新型产业,每个国家和地区都针对各类层次通信协议提出各自的标准,但是目前从一个庞大的产业角度看,尚未形成统一的国际标准,这必将成为制约物联网产业发展的重要因素。因而我国政府将主导相关机构坚持国际标准和国内标准同步推进的原则,在标准制定上起点高、质量高,既要和日本、美国及欧洲发达国家共同协商,增加标准的公信力,也要进一步确立并扩大我国在物联网领域国际标准制定上的发言权。

(3) 完善立法和监管组织体系。在物联网中,物品与人,人与人以及物品之间的联系都更为紧密,信息被频繁采集,交换设备也被大量使用,数据泄密及用户隐私是物联网产业推广必须解决的重要问题。除了从技术角度防范,国家也应完善相关立法,对大量数据和用户隐私进行立法保护;同时从管理上加大对物联网信息涉及的相关国家安全、企业机密和个人隐私的保护力度,完善监管组织体系。

(4) 完善体制实现资源共享。政府主导建设相应的信息共享平台,更为高效地协调、整合和利用各方资源,打破行业间信息流通的壁垒,改变当前大量资源只在各自的网络或行业内部流通,影响信息交流共享的被动不利局面,为大规模物联网的应用和发展创造基础支撑条件。

“感知中国”计划也要求运营商从设备终端、业务平台和产业持续发展的生态环境等方