

中国电子学会物联网专家委员会推荐
普通高等教育物联网工程专业规划用书

物联网工程导论

Introduction to Internet of Things Engineering

王志良 石志国 主编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

中国电子学会物联网专家委员会推荐

普通高等教育物联网工程专业规划用书

物联网工程导论

王志良 石志国 主编

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是一本讲述物联网工程的入门教材。全书较为全面地讲述了物联网的应用、技术、服务、知识体系以及作为物联网工程师的合格人才标准,对于 RFID 技术、WSN/ZigBee 技术、常见组网技术、微机电系统技术等物联网关键技术进行了详细讲解,对物联网的应用案例、技术支撑、知识体系以及物联网工程师的职业道德规范等也进行了论述和讨论。本书图文并茂,在写作构思和结构编排上力图为读者提供全面、系统的讲述,使读者不仅对物联网有一个较为清晰的了解和认识,还能进一步理解相关理论和知识。

本书可作为物联网工程专业及其相关专业的教材,也可供需要掌握物联网基础知识的高年级本科生和研究生选读,还可作为希望了解物联网知识的企业管理者、科研人员、高等院校教师等的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物联网工程导论 / 王志良, 石志国主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2011.9

中国电子学会物联网专家委员会推荐 普通高等教育物联网工程专业规划用书

ISBN 978-7-5606-2658-1

I. ① 物… II. ① 王… ② 石… III. ① 互联网络—应用—高等学校—教材
② 智能技术—应用—高等学校—教材 IV. ① TP393.4 ② TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 162581 号

策 划 毛红兵

责任编辑 邵汉平 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 10

字 数 227 千字

印 数 1~3000 册

定 价 17.00 元

ISBN 978-7-5606-2658-1 / TP·1298

XDUP 2950001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

物联网自诞生以来便引起了巨大关注，被认为是继计算机、互联网、移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。物联网(Internet Of Things)将人类生存的物理世界网络化、信息化，将分离的物理世界和信息空间有效互联，代表了未来网络的发展趋势与方向，是现代信息技术发展到一定阶段后出现的一种聚合性应用与技术提升。

作为一门专业先导性的课程，本书主要面向物联网工程专业的新生，从物联网的应用、技术、服务、知识体系以及如何做一名合格的物联网工程师的角度，阐述了本专业包括的内容。

作为第三次信息化浪潮，物联网的大力发展主要来源于三大推动力：政府、企业、教育界与科技界。目前，它已成为国家战略性新兴产业。从应用的角度讲，物联网已被广泛应用在智慧地球、智慧城市、智慧校园中，同时物联网终端在人体健康监护、智能电网、智能家居等领域也有广泛的用途。

从技术的角度讲，物联网分成三个层次和八层架构。三个层次分别是物联网感知层、物联网网络层和物联网应用层。物联网包括四大支撑技术：标签技术、传感技术、组网技术和微机电技术。

物联网是一次技术革命，代表了未来计算机和通信的走向，其发展依赖于在诸多领域内活跃的技术创新。物联网的支撑技术融合了RFID(射频识别)、WSN/ZigBee、传感器、智能服务等多种技术。RFID是一种非接触式自动识别技术，可以快速读写、长期跟踪管理，在智能识别领域有着非常看好的发展前景。以短距、低功耗为特点的WSN/ZigBee技术使得搭建无处不在的网络变为可能；以MEMS为代表的传感器技术拉近了人与自然世界的距离；智能服务技术则为发展物联网的应用提供了服务内容。

物联网的最终目的是为人类提供更好的智能服务，满足人们的各种需求，让人们享受美好的生活。

最后，物联网工程师应具备的道德修养与职业素质是：先学做人，后学处事，再学知识，培养健全的人格。

从总体上看，本书具有如下特点：

(1) 系统性好。在本书中，作者从各个方面阐述了物联网的相关知识，列举了物联网的相关技术，如标签技术、传感器技术、无线传感器网络技术、智能技术等，这些技术基本上贯穿于物联网研究的方方面面。

(2) 结构好。本书由浅入深，先讲明物联网的发展概况以及应用案例，然后讲述物联网的技术支撑、知识体系，最后介绍物联网工程师的职业道德规范等，使学生对物联网有一个较为概括的了解。

作为全国高校物联网及其相关专业教学指导小组和物联网工程专业教学研究专家组成

员，作者在其组织的物联网工程教学研讨活动中，汲取了很多物联网工程的教学理念，这对本书的编写助益良多。同时，本书的出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，并得到第七批国家级高等学校(物联网工程)特色专业建设点项目、中央高校基本科研业务费专项资金、北京科技大学研究型教学项目的支持和资助，在此一并表示感谢。

本书由王志良担任主编。王志良规划了本书的总体编写思路、内容安排并指导文字写作；石志国负责全书的统稿和规划大纲工作；王辉负责全书的整理和组织工作；闫纪铮为本书的编写提供了具体意见。王志良、洪密、李秉杰参与了第一章的编写工作；王志良、王新平、胡四泉参与了第二章的编写工作；王鲁、王辉、郑思仪参与了第三章的编写工作；王志良、石志国、刘磊参与了第四章的编写工作；闫纪铮、谷学静、解迎刚参与了第五章的编写工作；王志良、于洋、牛晓鹏参与了第六章的编写工作。

物联网工程专业是一个战略性新型专业，正处在蓬勃发展时期，因为时间有限，有些内容本书未能全部涵盖。同时，由于作者的认识领悟能力有限，书中难免存在缺点与疏漏，敬请各位专家以及广大读者批评指正。

王志良 石志国
2011年6月

出版说明

本书主要面向物联网工程专业的新生，可作为物联网工程专业低年级本科教材使用(建议授课学时为 16 学时)；也可供计算机科学与技术、电子科学与技术、自动化、通信工程、信息安全、智能科学与技术等相关专业本科生学习及研究生选读。为方便教学，本书提供全部课件。

本书针对的是物联网工程本科专业的教学，要求学生掌握本书所讲内容，使其能够了解物联网的基本知识、相关技术和实践应用。本书授课学时建议分配如下：

第 1 章——2 个学时，绪论(物联网概述)；

第 2 章——4 个学时，物联网应用案例(建议结合学校特色和行业优势讲授)；

第 3 章——4 个学时，物联网的技术基础；

第 4 章——2 个学时，信息处理与软件服务；

第 5 章——2 个学时，物联网的知识体系与课程安排(建议结合学校特色和行业优势讲授)；

第 6 章——2 个学时，物联网工程师的合格人才标准。

也可以让新入学的本科生进行物联网认识性实验(2 学时)，但是不主张进行深入讲授。

目 录

第一章 绪论	1
1.1 物联网的定义	1
1.2 物联网的起源	3
1.3 物联网的三大推动力	6
1.3.1 第一大推动力：政府	6
1.3.2 第二大推动力：企业	9
1.3.3 第三大推动力：教育界与科技界	11
1.4 国家的《战略性新兴产业》解析	11
本章小结	14
习题	14
本章参考文献	14
第二章 物联网应用案例	16
2.1 智慧城市	16
2.1.1 智慧城市概述	16
2.1.2 智慧城市	18
2.1.3 物联网与智慧城市	25
2.2 智慧校园	27
2.2.1 智慧校园概述	27
2.2.2 智慧校园的架构与技术核心	29
2.2.3 智慧校园的深化应用	35
2.3 老年人用物联网信息终端	36
2.3.1 系统功能	37
2.3.2 系统整体构架	38
2.4 智能电网	38
2.4.1 物联网与智能电网	38
2.4.2 物联网在智能电网中的应用	39
2.4.3 分布式发电与微电网技术	41
2.4.4 中国国家电网公司“坚强智能电网”建设	42
2.5 智能家居	45
2.5.1 智能家居的概念	46
2.5.2 智能家居体系结构	47

本章小结	49
习题	49
本章参考文献	50
第三章 物联网的技术基础	51
3.1 物联网的三个层次	51
3.2 物联网的八层架构	52
3.3 物联网的四大支撑技术	55
3.3.1 RFID 技术	55
3.3.2 WSN/ZigBee 技术	60
3.3.3 常见组网技术	64
3.3.4 微机电系统技术	77
3.4 两个技术范畴	83
3.4.1 智能网络空间技术	83
3.4.2 物联网终端技术	86
3.4.3 物联网的标准体系	94
3.5 云计算	98
本章小结	101
习题	101
本章参考文献	101
第四章 信息处理与软件服务	103
4.1 智能信息处理	103
4.1.1 开放复杂智能系统	104
4.1.2 分布智能	106
4.2 服务科学分析方法	109
4.2.1 服务科学基本介绍	109
4.2.2 服务科学概念	111
4.3 方法与模型	113
4.3.1 服务科学的相关技术	113
4.3.2 服务工程方法论	114
4.3.3 方法论与霍尔工程方法	114
4.4 服务科学的数学基础——运筹学及相关理论	115
4.4.1 服务科学与运筹学	116
4.4.2 运筹学概述	116
本章小结	119
习题	119
本章参考文献	120

第五章 物联网的知识体系与课程安排	121
5.1 物联网的知识体系.....	121
5.1.1 物联网工程知识领域.....	123
5.1.2 物联网工程知识模块.....	123
5.1.3 物联网工程知识单元.....	124
5.1.4 物联网工程知识点.....	125
5.2 物联网的课程体系.....	126
5.2.1 总体培养目标.....	126
5.2.2 学制与学位.....	126
5.2.3 课程分类.....	126
5.2.4 课程设置.....	127
本章小结.....	129
习题.....	129
本章参考文献.....	130
第六章 物联网工程师的合格人才标准	131
6.1 物联网需要的人才.....	131
6.2 如何做人——物联网工程师职业道德.....	131
6.3 如何处事——中庸之道.....	136
6.4 如何做学问——刻苦学习，积极进取.....	136
习题.....	140
本章参考文献.....	141
附录 美国计算机协会(ACM)伦理与职业行为规范	142
缩略语	148

第一章 绪 论

作为新兴事物的物联网其实并不年轻，在其近十年的发展历程中，不同的国家、不同的机构组织在不同的时期都关注着物联网。物联网(Internet Of Things, 简称 IOT)被看做是信息领域的一次重大发展与变革，其广泛应用将在未来 5~15 年中为解决现代社会问题做出极大贡献。自 2009 年以来，美国、欧盟、日本等纷纷出台物联网发展计划，进行相关技术和产业的前瞻布局；我国“十二五”规划中也将物联网作为战略性新兴产业予以重点关注和推进。但整体而言，无论国内还是国外，物联网的研究和开发都还处于起步阶段。

1.1 物联网的定义

物联网自诞生以来便引起了巨大关注，被认为是继计算机、互联网、移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。

国内外普遍认为物联网是麻省理工学院 Ashton 教授于 1999 年最早提出来的。其理念是基于射频识别(RFID)、电子代码(EPC)等技术，在互联网的基础上构造一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网，即物联网，如图 1.1 所示。

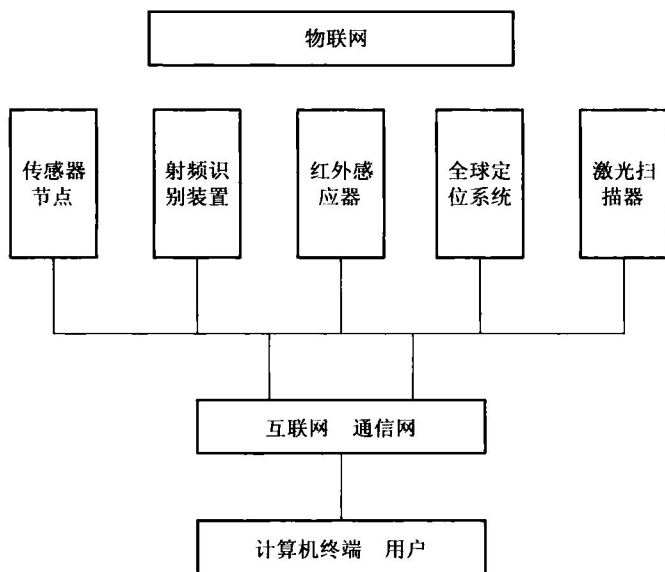


图 1.1 物联网的定义

Ashton 教授关于物联网的设想有两层意思：第一，物联网的核心和基础是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，并进行信息交换和通信。

2010 年，温总理在十一届人大三次会议上所作政府工作报告中对物联网做了这样的定义：物联网是指通过信息传感设备，按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。

除了上面的定义之外，还有一些在具体环境下为物联网做出的定义。

欧盟的定义：将现有的互联的计算机网络扩展到互联的物品网络。

国际电信联盟(ITU)的定义：物联网主要解决物品到物品(Thing to Thing, T2T)、人到物品(Human to Thing, H2T)、人到人(Human to Human, H2H)之间的互联。这里与传统互联网不同的是，H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接，H2H 是指人与人之间不依赖于个人电脑而进行的互联。需要利用物联网才能解决的是传统意义上的互联网没有考虑的、对于任何物品连接的问题。物联网是连接物品的网络，有些学者在讨论物联网时，常常提到 M2M 的概念，可以解释为人到人(Man to Man)、人到机器(Man to Machine)、机器到机器(Machine to Machine)。本质上，在人与机器、机器与机器之间的交互，大部分还是为了实现人与人之间的信息交互。

ITU 物联网研究组认为：物联网的核心技术主要是普适网络、下一代网络和普适计算。这三项核心技术的简单定义如下：普适网络——无处不在的、普遍存在的网络；下一代网络——可以在任何时间、任何地点，互联任何物品，提供多种形式信息访问和信息管理的网络；普适计算——无处不在的、普遍存在的计算。其中下一代网络中“互联任何物品”的定义是 ITU 物联网研究组对下一代网络定义的扩展，是对下一代网络发展趋势的高度概括。从现在已经成为现实的多种装置的互联网络，例如手机互联、移动装置互联、汽车互联、传感器互联等，都揭示了下一代网络在“互联任何物品”方面的发展趋势。

目前国内外对物联网还没有一个统一公认的标准定义，但从物联网的本质加以分析，物联网是现代信息技术发展到一定阶段后，才出现的一种聚合性应用与技术提升。它是各种感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术的聚合与集成应用，使人与物智慧对话，创造一个智慧的世界。因此，物联网技术的发展几乎涉及了信息技术的方方面面，是一种聚合性、系统性的创新应用与发展，因此它被称为是信息产业的第三次革命性创新。其本质主要体现在三个方面：一是互联网特征，即对需要联网的“物”一定要有能够实现互联互通的互联网络；二是识别与通信特征，即纳入物联网的“物”一定要具备自动识别、物物通信的功能；三是智能化特征，即网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

总体上物联网可以概括为：通过传感器、射频识别、全球定位系统等技术，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程的声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息，通过各种可能的网络接入，实现物与物、物与人的泛在连接，从而实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。

因此，把物联网初步定义为通过射频识别(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,把任何物体与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。特别注意的是,物联网中的“物”不是普通意义的万事万物,这里的“物”要满足以下条件:①要有相应信息的接收器;②要有数据传输通路;③要有一定的存储功能;④要有处理运算单元(CPU);⑤要有操作系统;⑥要有专门的应用程序;⑦要有数据发送器;⑧遵循物联网的通信协议;⑨在世界网络中有可被识别的唯一编号。

通过以上分析可以发现,物联网的核心是物与物以及人与物之间的信息交互。其基本特征可简要概括为全面感知、可靠传送和智能处理,如表 1.1 所示。

表 1.1 物联网的三个特征

全面感知	利用射频识别、二维码、传感器等感知、捕获、测量技术随时随地对物体进行信息采集和获取
可靠传送	通过将物体接入信息网络,依托各种通信网络,随时随地进行可靠的信息交互和共享
智能处理	利用各种智能计算技术,对海量的感知数据和信息进行分析并处理,实现智能化的决策和控制

1.2 物联网的起源

回顾历史,不知是巧合还是有意,在大的危机之后,总会有新的行业诞生,来引领和支撑经济的复苏、发展,从而带动社会进入新的经济上升周期。20 世纪末,一系列新兴市场遭受金融危机的冲击后,诞生了互联网这一新兴行业;而在这次人类历史上数一数二的金融危机余波未了,在人们热切关注新能源行业的发展时,又出现了一个新名词和新概念——物联网。物联网逐渐成为了人们眼中的“救世主”,尽管仍有一些学术界人士或者是技术精英对这种说法莫衷一是,但不可否认的是,包括美国在内的一些国家正在试图通过“物联网”走出经济泥潭。信息产业的每一次跨越都不是技术上的偶然发明,而是国家发展战略结出的硕果。

2009 年 1 月,中国科学院院长路甬祥在接受《瞭望》新闻周刊专访时指出:眼下这场全球性金融危机爆发之时,“科学的沉寂”已达 60 余年,一些重要的科学问题和关键核心技术发生革命性突破的先兆已日益显现。当前国际金融危机对世界经济社会、政治格局的影响继续显现,国际国内环境的重大变化对我国经济社会发展已经产生了深刻影响。

当前,由美国次贷危机引发的这场百年不遇的国际金融危机的影响仍在全球继续蔓延,尚未见底,有可能持续较长时间,世界经济将经历一个较长的低迷、调整和变革期。全球经济增速快速下滑,能源资源、粮食价格大幅波动,失业率普遍上升,对我国经济的影响不容低估。

尽管如此,我们还是要看到,世界正处在科技创新突破和科技革命的前夜。这一重要结论主要基于以下分析:

(1) 历史经验表明,全球性经济危机往往催生重大科技创新突破和科技革命。根据经济长波理论,每一次的经济低谷必定会催生出某些新的技术,而这种技术一定可以为绝大多数工业产业提供一种全新的使用价值,从而带动新一轮的消费增长和高额的产业投资,以触动新经济周期的形成。1857 年的世界经济危机引发了以电气革命为标志的第二次技术革命;1929 年的世界经济危机引发了战后以电子、航空航天和核能等技术突破为标志的第三次技术革命。依靠科技创新创造新的经济增长点、新的就业岗位和新的经济社会发展模式,是摆脱危机、促进经济增长的根本出路。过去的十几年间,互联网技术取得了巨大成功,而目前的经济危机让人们又不得不面临紧迫的选择,在这些因素作用下,物联网技术将成为推动下一个经济增长特别重要的推手。

(2) 前瞻全球现代化发展的图景,包括中国、印度在内的近三十亿人口追求小康生活和实现现代化的宏伟历史进程与自然资源供给能力和生态环境承载能力的矛盾日益凸显和尖锐,按照传统的大量耗费不可再生资源 and 破坏生态环境的经济增长方式、沿袭少数国家以攫取世界资源为手段的发展模式难以为继。人类生存发展的新需求强烈呼唤科技创新突破和科技革命。

(3) 从当今世界科技发展的态势看,奠定现代科技基础的重大科学发现基本发生在 20 世纪上半叶,“科学的沉寂”已达 60 余年,而技术革命的周期也日渐缩短。同时,科学技术知识体系积累的内在矛盾凸显,在物质能量的调控与转换、量子信息调控与传输、生命基因的遗传变异进化与人工合成、脑与认知、地球系统的演化等科学领域,在能源、资源、信息、先进材料、现代农业、人口健康等关系现代化进程的战略领域中,一些重要的科学问题和关键核心技术发生革命性突破的先兆已显现。

中科院计算所所长李国杰院士在 2008 年诺贝尔奖获得者北京论坛举行的中科院信息与创新战略研讨会上,对 21 世纪上半叶信息科学技术发展趋势作总体判断时表示:信息科技正在进入全民普及阶段,信息技术惠及大众将成为未来几十年的主旋律;21 世纪上半叶,将兴起一场新的信息科学革命,其结果可能导致 21 世纪下半叶新的技术革命。李国杰表示:“目前的信息科学只相当于 1905 年以前的理论物理研究,信息科学还处在伽利略时代。20 世纪下半叶信息技术发展迅猛,但信息技术的基础理论大部分是在 20 世纪 60 年代以前完成的,近 40 年信息科学没有取得重大突破。”同样,大量的编写计算机程序的工作也可能推进新的数学方法的产生。如同望远镜促进天文学、显微镜促进医学发展一样,数字计算机的发明,特别是近 20 年微处理器和网络技术的突飞猛进,使大规模并行计算和网格计算成为可能,将导致一场科学的革命——21 世纪将产生以并行计算为基础的新科学。

其他专家在谈及物联网时说到:从 2007 年开始,我们都在应对全球金融危机,美国和欧盟在应对危机方面重点推出物联网,并于 2008 年和 2009 年比较清晰地提出物联网发展规划和发展行动的一些具体措施。每一次金融危机,我们都要去应对它,要去挽救一些企业,促进它们能够更健康地发展,但是我们最终还是选择了一些新的产业,用新的产业取代或者改变传统产业。就像 1998 年的亚洲金融危机一样,因为互联网和新经济的出现,才使当时的经济危机能够更快地度过。这一次我们也在寻找以新技术为支撑的新的产业和新的发展机会。摆在面前的确实是值得我们把握的机会,物联网会引发一个很大的产业机会,

这也是物联网的大背景所决定的。

物联网的发展，从一开始就与信息技术、计算机技术，特别是网络技术密切相关。“计算模式每隔 15 年发生一次变革”这个被称为“15 年周期定律”的观点一经美国国际商业机器公司(即 IBM)前首席执行官郭士纳提出，便被认为同英特尔创始人之一的戈登·摩尔提出的摩尔定律一样准确，并且都同样经过历史的检验。摩尔定律的内容为：集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔 18 个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。纵观历史，1965 年前后发生的变革以大型机为标志，1980 年前后发生的变革以个人计算机的普及为标志，而 1995 年前后则发生了互联网革命，每一次的技术变革又都引起企业、产业甚至国家间竞争格局的重大动荡和变化。而 2010 年发生的变革极有可能出现在物联网领域，如图 1.2 所示。

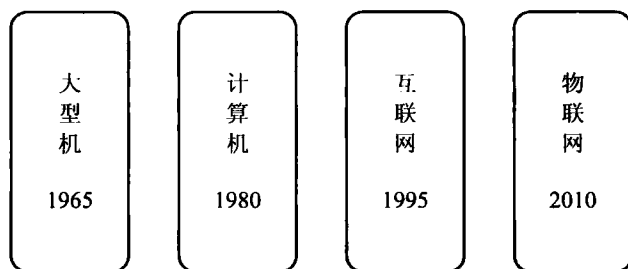


图 1.2 15 年周期定律

从 1999 年概念的提出到 2010 年的崛起，物联网经历了十年历程，特别是最近两年其发展极为迅速，不再停留在单纯的概念、设想阶段，而是逐渐成为国家战略、政策扶植的对象。表 1.2 列出了物联网发展历程中的关键点。

表 1.2 物联网发展历程中的关键点

2005 年	国际电信联盟发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，引用了“物联网”的概念，并且指出无所不在的“物联网”通信时代即将来临。然而，报告对物联网缺乏一个清晰的定义，但覆盖范围有了较大的拓展
2009 年初	美国国际商业机器公司(即 IBM)提出了“智慧的地球”概念，认为：信息产业下一阶段的任务是把新一代信息技术充分运用在各行各业之中，具体就是把传感器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中，并且被普遍连接，形成物联网
2009 年 6 月	欧盟委员会向欧盟议会、理事会、欧洲经济和社会委员会及地区委员会递交了《欧盟物联网行动计划》，其目的是希望欧洲通过构建新型物联网管理框架来引领世界“物联网”的发展
2009 年 8 月	日本提出“智慧泛在”构想，将传感网列为国家重要战略，致力于一个个性化的物联网智能服务体系
2009 年 8 月	国务院总理温家宝来到中科院无锡研发中心考察，指出关于物联网可以尽快去做的三件事情：一是把传感系统和 3G 中的 TD 技术结合起来；二是在国家重大科技专项中，加快推进传感网发展；三是尽快建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心

续表

2009年10月	韩国通信委员会通过《物联网基础设施构建基本规划》，将物联网确定为新增长动力，树立了“通过构建世界最先进的物联网基础实施，打造未来广播通信融合领域超一流信息强国”的目标
2010年3月	国务院总理温家宝在政府工作报告中，将“加快物联网的研发应用”明确纳入重点产业振兴计划中，表明物联网已经被提升为国家战略，中国开启物联网元年

1.3 物联网的三大推动力

1.3.1 第一大推动力：政府

1998年1月31日，美国副总统戈尔在加利福尼亚科学中心做了题为《数字地球：展望21世纪我们这颗行星》的长篇演讲。他在这篇演讲中首次提到并系统阐述了“数字地球”这个新概念，其构想如图1.3所示。这个概念提出的前提是，技术创新的新浪潮使我们能够大量地获得、存储、处理和显示关于地球的各种环境和文化现象信息。如此大量的信息构成了“地理坐标系”，它涉及地球表面每一个特定的地方。有了这个数字化的“地理坐标系”信息源，人类就可以淘汰现在的人机对话方式，即利用 Macintosh 和 Windows 操作系统提供的桌面图形方式，跨入“数字地球”的多种分辨率、三维的表述方式，使人类能嵌入巨大数量的地理坐标系数据。

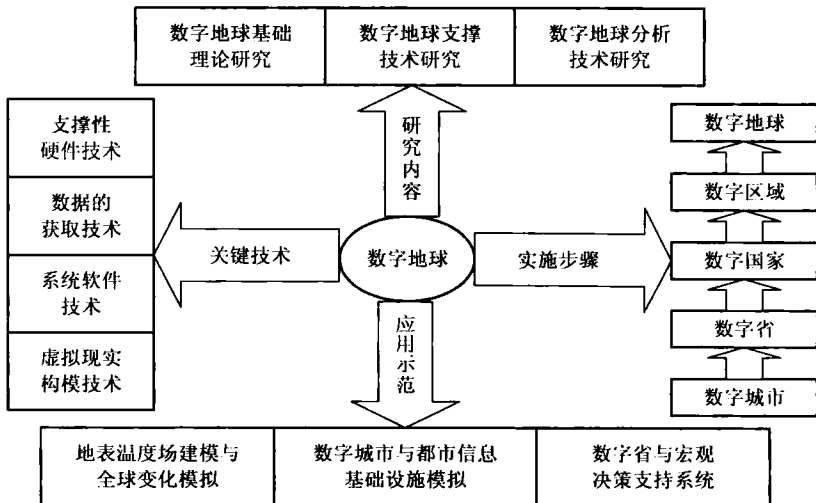


图 1.3 数字地球构想

戈尔认为，高科技的发展使人类拥有了前所未有的捕捉、收集、处理和展示信息的手段，但大量的数据并没有得到充分处理，更没有得到充分的使用。例如，一颗地球卫星每两周即可发回地球的完整照片，这种卫星已经运行了 20 年，所收集的信息可谓浩如烟海，

但只是储存在数据库里，与绝大多数人的日常生活无关。

要利用如此巨量的信息为人类服务，必须开发新的信息展示技术。人脑处理信息的“技术”具有速率低而分辨率高的特点，一般人难以在短时间内记住 7 组以上的数据，但是由几十亿个信息单元组成的图像，如一处风景、一张明星的脸，人们却可以过目不忘，乃至一见钟情。由此，戈尔提出，“我们需要一个‘数字地球’，这是一个高分辨率三维空间的数据星球，与地球有关的庞大数据可以存储在里面”，人们借助头戴显示器、特制的数据手套等高分辨率展示工具，就可以在全球自由遨游，不受时间和空间的限制，可以谈笑间“飞”到万里之外或千年之前，寻访南极的一座冰峰或会晤埃及的某位法老。

在美国，奥巴马就职后提出了“智慧地球”的概念。其雏形是 IBM 公司对 21 世纪后社会变化、科技发展、市场实践和全球面临的重大问题进行总结和分析后得出的结论。其核心是以一种更智慧的方法，利用新一代信息通信技术来改变政府、公司和人们相互交互的方式，以便提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度。通俗地讲，它是把新一代 IT 技术充分运用在各行各业之中，即把感应器嵌入和装备到全球每个角落的电网、铁路、桥梁、隧道、公路等各种物体中，并且被普遍连接，形成所谓的“物联网”，而后通过超级计算机和“云计算”将“物联网”整合起来，人类能以更加精细和动态的方式管理生产和生活，从而达到全球“智慧”状态，最终形成“互联网 + 物联网 = 智慧的地球”，极大地提高资源利用率和生产力水平，应对经济危机、能源危机、环境恶化。智慧地球的应用领域如图 1.4 所示。作为新一轮 IT 技术革命，“智慧地球”上升为美国的国家战略，被认为是挽救危机、振兴经济、确立竞争优势的关键战略。奥巴马期望利用“智慧的地球”来刺激经济复苏，把美国经济带出低谷。

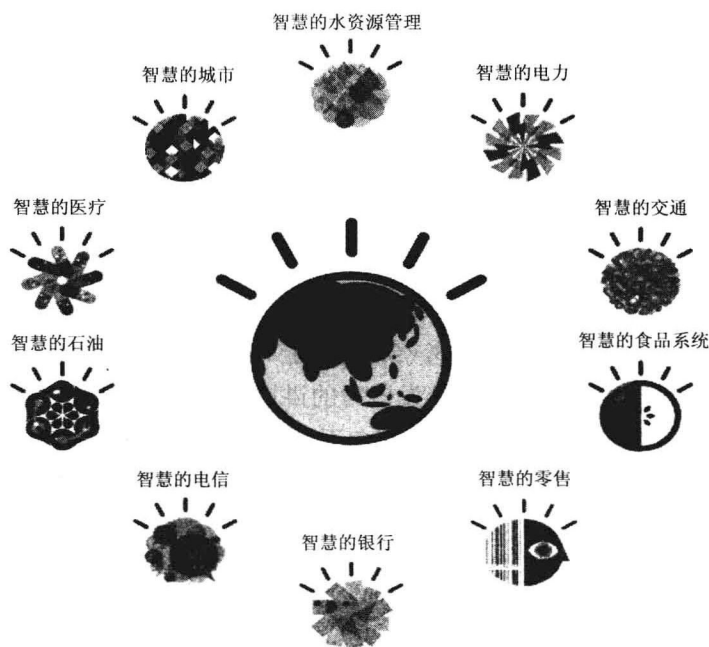


图 1.4 智慧地球应用领域

2009年6月18日,欧盟委员会向欧盟议会、理事会、欧洲经济和社会委员会及地区委员会递交了《欧盟物联网行动计划》,其目的是希望欧洲通过构建新型物联网管理框架来引领世界“物联网”发展。作为“物联网”应用的重要部分,M2M(机到机的应用)业务已受到运营商的广泛关注。一些优秀的国外运营商已开始就其长远发展确立了明确的战略方向,如法国电信关注医疗、Decoma关注M2M协议。欧洲的运营商也加强了M2M市场的部署:Orane看好车队管理市场;Telenor与设备商合作,推出完整解决方案;T-Mobile与设备商合作开发解决方案;沃达丰推出M2M全球服务平台。

全球各个国家对“物联网”都非常重视,据资料显示:奥巴马政府对更新美国信息高速公路提出了更具高新技术含量的信息化方案;欧盟发布了下一代全欧移动宽带长期演进与超越以及ICT研发与创新战略;日本政府紧急出台了数字日本创新项目ICT鸠山计划行动大纲;澳大利亚、新加坡、法国、德国等其他发达国家也加快了部署下一代网络基础设施的步伐。全球信息化正在引发当今世界的深刻变革,世界政治、经济、社会、文化和军事发展的新格局正在受到信息化的深刻影响。也许在未来的3~5年之内,更具智能性的信息基础设施将逐步与传统的基础设施融合,更加智能化的网络也将会逐步得到普及。

从国际上看,欧盟、美国、日本等都十分重视物联网的工作,并且已做了大量的研究开发和应用工作。如美国把它当成重振经济的法宝,非常重视物联网和互联网的发展,它的核心是利用信息通信技术(ICT)来改变美国未来产业发展模式和结构(金融、制造、消费和服务等),改变政府、企业和人们的交互方式以提高效率、灵活性和响应速度。把ICT技术充分用到各行各业,把感应器嵌入到全球每个角落,例如电网、交通(铁路、公路、市内交通)等相关的物体上,并将利用网络和设备收集的大量数据通过云计算、数据仓库和人工智能技术进行分析,给出解决方案,把人类智慧赋予万物,赋予地球。已提出的“智慧地球”、“物联网”和“云计算”,就是美国要作为新一轮IT技术革命的领头羊的证明。欧盟专家认为,欧盟发展物联网先于美国,确实欧盟围绕物联网技术和应用做了不少创新性工作。在北京2010年11月全球物联网会议上,欧盟相关专家介绍了《欧盟物联网行动计划》(Internet of Things—An action plan for Europe),其目的也是企图在“物联网”的发展上引领世界。在欧盟较为活跃的是各大运营商和设备制造商,他们推动了M2M(机器与机器)技术和服务的发展。

2009年8月7日,温家宝总理在考察时提出了“感知中国”战略。2009年11月3日,温家宝总理在《让科技引领中国可持续发展》的讲话中有这样的描述:信息网络产业是世界经济复苏的重要驱动力。全球互联网正在向下一代升级,传感网和物联网方兴未艾。“智慧地球”简单说来就是物联网与互联网的结合,就是传感网在基础设施和服务领域的广泛应用。我在无锡考察时参观了中国科学院微系统所无锡传感网工程中心,很高兴看到一批年轻人正在从事传感网的研究。我相信他们一定能够创造出“感知中国”,在传感世界中拥有中国人自己的一席之地。我们要着力突破传感网、物联网的关键技术,及早部署后IP时代相关技术研发,使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。

2010年3月5日,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