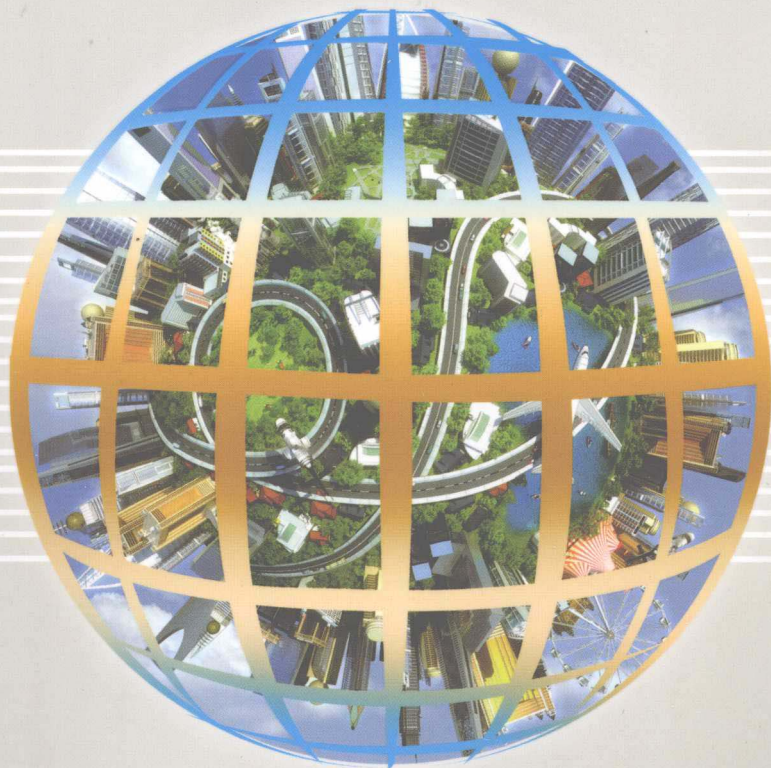


# 物联网基础教程

马 静 ◎ 主 编  
唐四元 王 涛 ◎ 副主编



清华大学出版社

# 物联网基础教程

马 静 主 编

唐四元 王 涛 副主编

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书蕴涵了一线教师近几年的教学经验和长期的项目积累,同时吸收了近年来国内外物联网的最新成果,全面系统地介绍了物联网所涉及的原理、技术及应用。本书分为3篇共10章内容,包括物联网概述及其体系结构;自动识别技术、传感器技术、无线通信技术、支撑以及安全技术;物联网在物流与供应链、智慧城市、食品安全、农业、校园管理等领域的应用实例。每一章均由学习目标和核心要点引入知识正文,由习题结束。

本书内容丰富,结构完整,深入浅出,层次清晰,图文并茂,可以作为物联网本、专科专业基础教材和公共选修课的教材,也可以供物联网及计算机网络行业的工程技术人员阅读。

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

物联网基础教程/马静 主编;唐四元,王涛 副主编. —北京:清华大学出版社,2012.12  
ISBN 978-7-302-30244-5

I. ①物… II. ①马… ②唐… ③王… III. ①互连网络—应用 ②智能技术—应用  
IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 228986 号

责任编辑:崔 伟 王滋润

封面设计:朱 迪

责任校对:邱晓玉

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62796865

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20

字 数:380千字

版 次:2012年12月第1版

印 次:2012年12月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:32.00元

---

产品编号:042224-01

物联网是继计算机、互联网之后的又一次信息技术革命。它使得人类社会进入一个新的阶段，那就是社会发展更高效，自然资源和人力资源的消耗更节约，世间万物更智慧，人们的生活更美好。中国物联网应用已经扩展到能源、交通、通信、环保、安防、商业、金融、家居、食品、医疗、教育等各个领域，新的应用模式日渐成熟。

物联网本身不仅蕴涵着巨大的战略增长潜能和成长空间，而且能够有力地推进两化深度融合，带动传统产业转型升级。据预测，未来几年物联网市场增长率都将保持在30%以上，2013年将达到4896亿元的规模。

专家预测10年内物联网将会大规模普及，发展成为上万亿规模的高科技市场，并将成为未来世界经济新的增长点。

物联网是战略性新兴产业的重要组成部分，对加快转变经济发展方式具有重要推动作用。为加快物联网的发展，培育和壮大新一代信息技术产业，2011年11月，工业和信息化部依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，制定了《物联网“十二五”发展规划》。

要发展物联网技术，发展物联网产业，必须要有相应的人才。据测算，物联网的产业规模比互联网产业大20倍以上，而物联网工程技术领域需要的人才每年也将达到百万人的规模。2010年年初，教育部下达了高校设置物联网工程专业申报通知，众多高校争相申报。目前，教育部已经批准了67所学校开展物联网相关专业。本教材正是为适应物联网人才培养的需求而编写的。

如今，物联网方面的教材和书籍大致可以分为两大类：一是科学普及，二是专门单一技术介绍，少有介于二者之间的、全面系统而又深入专业的教材。本教材既不像一般的科普书籍宽泛空洞，又不是针对某一项物联网的单一技术专门深入研究。特别适合物联网本、专科作为专业基础教材和公共选修课的教材，也可以供物联网相关专业的教师和学生阅读。

教材分为以下三篇。

第一篇：物联网概论，包括第1章“物联网概述”和第2章“物联网的体系结构”。

第二篇：物联网应用技术，包括第3章“自动识别技术”、第4章“传感器技术”、第5章“无线通信技术”、第6章“支撑技术”和第7章“物联网安全技术”。

第三篇：物联网应用案例，包括第8章“物联网在物流与供应链中的应用”、第9章“物联网在智慧城市中的应用”、第10章“物联网在其他领域的应用”。

其中，第1~6章由马静、唐四元共同编写；第7章由张明会编写；第8~10章由王涛、鲁艳霞共同编写。全书由马静、唐四元统稿。

在编写本书的过程中，我们参考了大量相关资料，在此对有关资料作者表示衷心的感谢。教材中许多精致的绘图由彭兆欣、孙博完成，在此向他们表示感谢。向在本书编写期间给予很大帮助的东荟盈、王玉霞表示感谢。

由于物联网的概念、技术及应用是在不断发展变化的，对许多新的概念、理论和技術尚无达成共识，加之作者本身的知识水平、编写能力有限，书中难免会出现不妥之处，恳请各位同仁和广大读者提出宝贵的改进意见，联系邮箱：cuiwei80@163.com，dl.tang@126.com。

编者

2012年8月于大连

## 第一篇 物联网概论

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第1章 物联网概述                | 2  |
| 1.1 物联网的定义               | 3  |
| 1.2 物联网的发展               | 5  |
| 1.2.1 物联网的发展概况           | 5  |
| 1.2.2 物联网面临的问题           | 6  |
| 1.3 中国物联网建设              | 7  |
| 1.3.1 物联网“十二五”规划         | 7  |
| 1.3.2 政府措施               | 8  |
| 1.3.3 人才培养               | 9  |
| 1.3.4 中国的优势              | 9  |
| 1.3.5 物联网标准框架方案的<br>中国概念 | 10 |
| 1.4 “智慧地球”与物联网           | 11 |
| 1.4.1 “智慧地球”概念的提出        | 11 |
| 1.4.2 “智慧地球”的内容          | 12 |
| 1.4.3 “智慧地球”与物联网         | 12 |
| 1.4.4 “智慧地球”在中国的应用       | 13 |
| 1.5 物联网的本质与特征            | 15 |
| 1.6 未来物联网的生活场景           | 17 |
| 第2章 物联网的体系结构             | 20 |
| 2.1 物联网的体系结构             | 20 |
| 2.1.1 ITU的泛在传感器网络架构      | 20 |
| 2.1.2 ETSI的简化物联网的架构      | 21 |
| 2.1.3 物联网体系架构            | 22 |
| 2.1.4 物联网感知层             | 23 |
| 2.1.5 物联网网络层             | 23 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 2.1.6 物联网应用层     | 24 |
| 2.2 物联网的技术体系结构   | 25 |
| 2.3 基于EPC的物联网结构  | 26 |
| 2.3.1 EPC编码体系    | 27 |
| 2.3.2 EPC射频识别系统  | 28 |
| 2.3.3 EPC系统信息网络  | 29 |
| 2.3.4 EPC系统的特点   | 31 |
| 2.3.5 EPC系统的工作流程 | 31 |
| 2.3.6 PML        | 32 |

## 第二篇 物联网应用技术

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第3章 自动识别技术               | 40 |
| 3.1 自动识别技术的基本概念          | 40 |
| 3.1.1 自动识别技术的概念          | 40 |
| 3.1.2 条形码识别技术            | 41 |
| 3.1.3 RFID射频识别技术         | 48 |
| 3.1.4 生物特征识别技术           | 50 |
| 3.1.5 语音识别技术             | 51 |
| 3.1.6 图像识别技术             | 53 |
| 3.1.7 光字符识别技术            | 54 |
| 3.2 RFID系统组成             | 56 |
| 3.2.1 RFID的基本交互原理        | 56 |
| 3.2.2 RFID应用系统           | 58 |
| 3.3 RFID电子标签             | 59 |
| 3.3.1 电子标签的功能            | 59 |
| 3.3.2 电子标签的基本组成及<br>工作原理 | 59 |
| 3.3.3 电子标签的天线            | 60 |

|                               |     |                                    |     |
|-------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| 3.3.4 电子标签的分类 .....           | 61  | 4.2.11 无线传感器网络的应用 .....            | 126 |
| 3.4 RFID识读器 .....             | 62  | 第5章 无线通信技术 .....                   | 129 |
| 3.4.1 识读器的功能 .....            | 62  | 5.1 ZigBee技术 .....                 | 129 |
| 3.4.2 识读器的基本组成 .....          | 63  | 5.1.1 ZigBee的概述 .....              | 129 |
| 3.5 天线 .....                  | 64  | 5.1.2 ZigBee协议栈结构 .....            | 130 |
| 3.6 RFID标准 .....              | 65  | 5.1.3 ZigBee物理层 .....              | 132 |
| 3.6.1 标准化组织 .....             | 66  | 5.1.4 ZigBee数据链路层 .....            | 134 |
| 3.6.2 RFID标准体系结构 .....        | 67  | 5.1.5 ZigBee网络层 .....              | 135 |
| 3.6.3 EPCglobal标准体系 .....     | 68  | 5.1.6 ZigBee应用层 .....              | 137 |
| 3.6.4 ISO/IEC RFID技术标准 .....  | 72  | 5.1.7 ZigBee技术的特点 .....            | 138 |
| 3.6.5 泛在识别中心的技术体系 .....       | 79  | 5.1.8 ZigBee技术和其他无线网络的<br>比较 ..... | 139 |
| 3.7 RFID工作频率与典型应用 .....       | 80  | 5.1.9 ZigBee技术应用 .....             | 140 |
| 3.7.1 低频 .....                | 80  | 5.2 蓝牙技术 .....                     | 141 |
| 3.7.2 高频 .....                | 81  | 5.2.1 蓝牙技术的概述 .....                | 141 |
| 3.7.3 超高频 .....               | 82  | 5.2.2 基本特点 .....                   | 142 |
| 3.7.4 有源RFID技术 .....          | 83  | 5.2.3 蓝牙技术的通信过程 .....              | 143 |
| 第4章 传感器技术 .....               | 85  | 5.2.4 蓝牙网络基本结构 .....               | 145 |
| 4.1 传感器 .....                 | 85  | 5.2.5 蓝牙的硬件模块结构 .....              | 149 |
| 4.1.1 传感器的概念 .....            | 85  | 5.2.6 蓝牙的协议栈 .....                 | 152 |
| 4.1.2 传感器的分类 .....            | 86  | 5.2.7 应用模式 .....                   | 155 |
| 4.1.3 传感器的应用与发展 .....         | 87  | 5.3 Wi-Fi技术 .....                  | 158 |
| 4.1.4 常见传感器的原理 .....          | 89  | 5.3.1 Wi-Fi概念 .....                | 158 |
| 4.1.5 光纤传感器和MEMS传感器 .....     | 96  | 5.3.2 Wi-Fi网络结构和原理 .....           | 159 |
| 4.2 无线传感器网络 .....             | 99  | 5.3.3 Wi-Fi技术的特点 .....             | 162 |
| 4.2.1 无线传感器网络的概述 .....        | 99  | 5.3.4 Wi-Fi技术的应用 .....             | 164 |
| 4.2.2 无线传感器网络的体系结构 .....      | 99  | 5.4 超宽带(UWB)技术 .....               | 165 |
| 4.2.3 传感器节点的结构 .....          | 101 | 5.4.1 UWB概念 .....                  | 165 |
| 4.2.4 无线传感器网络的特征 .....        | 102 | 5.4.2 UWB技术原理 .....                | 168 |
| 4.2.5 无线传感网络协议栈 .....         | 103 | 5.4.3 UWB调制方式 .....                | 170 |
| 4.2.6 无线传感器网络MAC协议 .....      | 106 | 5.4.4 UWB的多入多出系统 .....             | 171 |
| 4.2.7 无线传感器网络的路由协议 .....      | 113 | 5.4.5 UWB技术的特点 .....               | 171 |
| 4.2.8 无线传感器网络的操作系统 .....      | 119 | 5.4.6 与其他短距离无线技术的<br>比较 .....      | 173 |
| 4.2.9 无线传感器网络的节点定位 .....      | 122 | 5.4.7 UWB系统的应用 .....               | 174 |
| 4.2.10 无线传感器网络的关键<br>技术 ..... | 124 |                                    |     |

|       |                |     |
|-------|----------------|-----|
| 5.5   | CDMA移动通信系统     | 175 |
| 5.5.1 | 码分多址基本原理       | 175 |
| 5.5.2 | CDMA 特点        | 177 |
| 5.5.3 | IS-95 CDMA通信系统 |     |
|       | 原理             | 178 |
| 5.5.4 | CDMA中的关键技术     | 180 |
| 5.5.5 | 3G CDMA        | 181 |
| 5.6   | 卫星通信系统         | 182 |
| 5.6.1 | 卫星通信的概念        | 182 |
| 5.6.2 | 通信卫星的分类        | 182 |
| 5.6.3 | 卫星通信系统的组成      | 184 |
| 5.6.4 | 卫星通信的特点        | 184 |
| 5.6.5 | 宽带多媒体卫星通信      | 185 |
| 5.6.6 | 移动和个人卫星通信      | 187 |
| 第6章   | 支撑技术           | 190 |
| 6.1   | 云计算            | 190 |
| 6.1.1 | 云计算基础          | 191 |
| 6.1.2 | 云计算架构          | 193 |
| 6.1.3 | 云计算关键技术        | 196 |
| 6.1.4 | 云计算的主要服务形式     | 202 |
| 6.2   | 中间件            | 205 |
| 6.2.1 | 中间件的概念         | 205 |
| 6.2.2 | 中间件的作用与特点      | 206 |
| 6.2.3 | 中间件的分类         | 207 |
| 6.2.4 | 物联网中间件的架构      | 210 |
| 6.2.5 | 中间件的发展         | 210 |
| 6.3   | GPS定位系统        | 211 |
| 6.3.1 | GPS的概述         | 211 |
| 6.3.2 | GPS系统的构成       | 212 |
| 6.3.3 | GPS定位原理        | 213 |
| 6.3.4 | GPS的应用         | 215 |
| 6.4   | GIS地理信息系统      | 216 |
| 6.4.1 | GIS的概述         | 216 |
| 6.4.2 | GIS的功能         | 217 |
| 6.4.3 | GIS技术应用        | 218 |

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 第7章   | 物联网安全技术       | 223 |
| 7.1   | 物联网安全概述       | 223 |
| 7.1.1 | 物联网安全威胁来源     | 224 |
| 7.1.2 | 物联网不同于互联网的    |     |
|       | 安全威胁          | 225 |
| 7.1.3 | 物联网安全架构       | 226 |
| 7.2   | 感知层安全问题       | 227 |
| 7.2.1 | RFID系统安全      | 228 |
| 7.2.2 | 传感器安全         | 235 |
| 7.3   | 传输层安全问题       | 239 |
| 7.3.1 | 传输层的安全挑战      | 239 |
| 7.3.2 | 传输层的安全需求与安全   |     |
|       | 架构            | 240 |
| 7.4   | 应用层安全问题       | 242 |
| 7.4.1 | 处理层安全         | 242 |
| 7.4.2 | 应用层安全         | 244 |
| 7.5   | 支撑技术与公共技术安全问题 | 247 |
| 7.5.1 | 云计算面临的安全威胁    | 247 |
| 7.5.2 | 无线网络面临的安全威胁   | 248 |
| 7.5.3 | IPv6面临的风险     | 250 |
| 7.5.4 | 协议安全性         | 252 |

### 第三篇 物联网应用案例

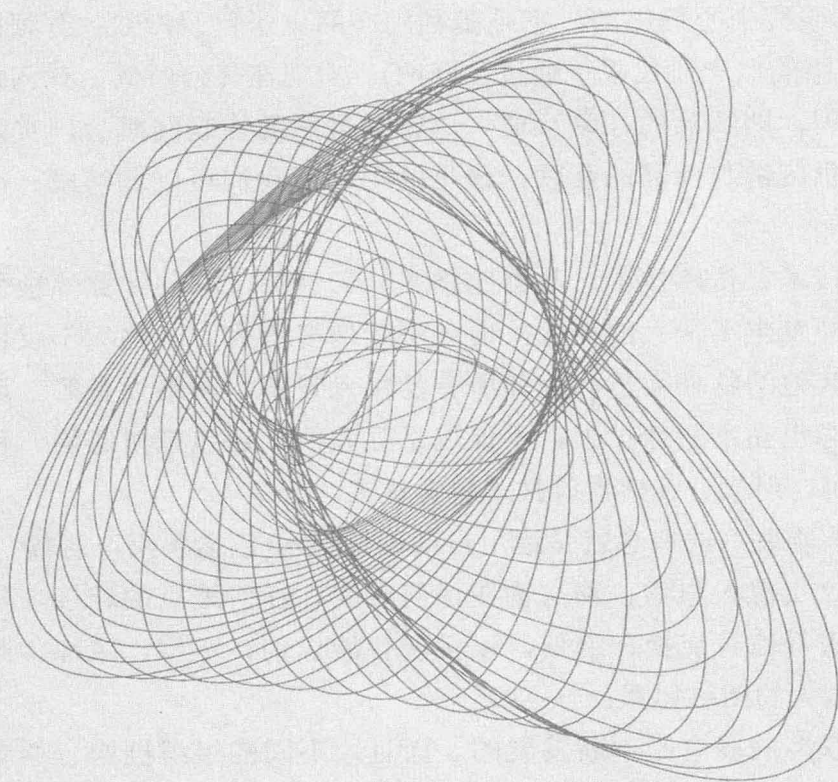
|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 第8章   | 物联网在物流与供应链中的 |     |
|       | 应用           | 256 |
| 8.1   | 概述           | 256 |
| 8.2   | 物联网和物流       | 257 |
| 8.2.1 | 物联网和物流的关系    | 258 |
| 8.2.2 | 物联网对物流信息化的   |     |
|       | 影响           | 258 |
| 8.3   | 智能物流         | 260 |
| 8.4   | 物流领域中的物联网技术  | 262 |
| 8.4.1 | 感知技术         | 262 |
| 8.4.2 | 传输技术         | 265 |
| 8.4.3 | 支撑与应用技术      | 265 |



|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 8.5 物联网技术在物流与供应链中的应用.....266          | 9.4 物联网在智能交通的应用.....283               |
| 8.5.1 物联网在生产和运输领域 .....266            | 9.4.1 智能交通的概念 .....284                |
| 8.5.2 物联网在物流仓储领域 .....267             | 9.4.2 智能交通系统 .....285                 |
| 8.5.3 物联网在物流销售领域 .....267             | 9.4.3 车联网 .....287                    |
| 8.5.4 物联网在商品消费领域 .....267             | 9.4.4 物联网技术在智能交通领域的<br>应用实例 .....288  |
| 8.6 案例：物联网在物流与供应链<br>管理应用解决方案.....267 | 9.5 物联网在智能电网的应用.....291               |
| <b>第9章 物联网在智慧城市中的<br/>应用 .....272</b> | 9.5.1 智能电网的概念 .....291                |
| 9.1 概述.....272                        | 9.5.2 智能电网的特征 .....294                |
| 9.2 城市信息化.....273                     | 9.5.3 物联网技术与智能电网 .....295             |
| 9.2.1 城市信息化的概念.....273                | 9.5.4 物联网在国家电网中的应用<br>实例 .....296     |
| 9.2.2 数字城市和智慧城市 .....274              | 9.6 物联网在智能家居的应用.....297               |
| 9.2.3 数字城市、智慧城市与城市<br>信息化的关系 .....275 | 9.6.1 智能家居的概念 .....297                |
| 9.3 物联网在智能医疗的应用.....276               | 9.6.2 智能家居系统 .....297                 |
| 9.3.1 数字医疗、远程医疗和智能<br>医疗 .....277     | 9.6.3 物联网技术与智能家居 .....298             |
| 9.3.2 IBM的智能医疗平台 .....279             | <b>第10章 物联网在其他领域的<br/>应用 .....301</b> |
| 9.3.3 物联网技术与医疗信息化 .....281            | 10.1 概述.....301                       |
| 9.3.4 RFID在医疗领域的应用 .....283           | 10.2 食品安全.....301                     |
|                                       | 10.3 农业.....303                       |
|                                       | 10.4 校园管理.....307                     |

第一篇

物联网概论



## 第1章

# 物联网概述

### 学习目标

通过本章的学习，应该掌握物联网的基本概念和定义，了解物联网的发展历史及国内外的发展现状。理解物联网的本质和特征，了解物联网与“智慧地球”的关系及物联网未来的应用。

### 核心要点

- ☐ 物联网的基本概念和各种定义
- ☐ 物联网的本质和特征
- ☐ 物联网的发展历史及国内外的发展现状

物联网的英文名称是“Internet of Things”，这一概念最早是在1999年由麻省理工学院Auto-ID研究中心提出的。它是指利用产品电子代码EPC、射频识别技术，通过网络(当时网络的概念还仅限于通过互联网)，实现在任何时候、任何地点对任何物品的识别和管理，即物品的互联互通。这就是最早的物联网概念，实际上当时的概念主要是物流供应链与商品的互联，最早的物联网我们可以理解成一个狭义的物联网概念。

随着网络技术、传感技术、数据库技术、云计算、移动计算等技术的发展，物联网的概念已经发生了很大的变化，内涵不断增多增大。“物”不仅仅是过去说的商品，也包括其他的物理实体，例如所有的接入设备、网络设备等，还包括应用系统；网络的概念也在不断地扩大，不仅仅是互联网，还包括传感网、移动网等；应用技术也把条码、射频、传感器等技术包含进来。

因此，目前物联网的概念就是运用自动识别技术(包括条码、射频、全球定位等)按照标准的协议实现人与物、物与物在任何时间、任何地点的连接，其最显著的特点就是智能化进行信息交换和通信，以实现智能识别、定位、跟踪、监控、管理，而构建的一个庞大的网络体系。

可见，物联网的概念是不断发展的。而且，不同的组织机构、学者、企业从不同的角度，根据自身的理解，给出不同的解释。

物联网概念的发展速度远远领先于实际的应用，在最初物联网概念的许多应用

难题尚未解决的时候，又产生了新的物联网概念。最初的许多问题没有解决，实际的推进遇到很多困难的时候，又提出了更大的概念。比如最早主要是ID的标准，现在包括更多物理量的感知，包括自动识别感知，不仅要识别，还要感知物理量的定义和特征。定义识别就是给它一个ID进行识别，特征识别要感知周围的环境，通过人和物的一些特点进行识别。

物联网从它的英文字面看就是“物物相连的互联网”。这有两层含义：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；第二，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。

---

## 1.1 | 物联网的定义

---

目前，对于物联网的定义尚没有统一的认识，不同领域的研究者对物联网思考所基于的起点各异，对物联网的描述侧重于不同的方面，短期内还没有达成共识。下面给出几个具有代表性的物联网定义。

### 1. Auto-ID的定义

1999年，麻省理工学院Auto-ID研究中心将物联网定义为：“物联网就是把所有物品通过射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)和条码等信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化识别和管理。其实质就是将RFID技术与互联网相结合加以应用。”RFID标签可谓是早期物联网最为关键的技术与产品环节，当时认为物联网最大规模、最有前景的应用就是在零售和物流领域。

### 2. 国际电信联盟的定义

2005年11月17日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会(World Summit on the Information Society, WSIS)上，国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)发布了《ITU互联网报告2005：物联网》，提出了“物联网”的概念。报告指出：无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有的物体从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过因特网主动进行信息交换。射频识别技术(RFID)、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。报告中对物联网概念进行了扩展，提出了任何时刻、任何地点、任意物体之间的互联。除RFID技术外，传感器技术、纳米技术、智能终端等技术也将得到更加广泛的应用。在报告中还介绍了物联网的特征、相关的技术、面临的挑战和未来的市场机遇。

国际电信联盟(ITU)对物联网的定义是：“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。”与传统的互联网不同的是, H2T是指人利用通用装置与物品之间的连接, H2H是指人之间不依赖于个人电脑而进行的互联。

### 3. 欧洲智能系统集成技术平台(EPoSS)的定义

2008年5月27日, 欧洲智能系统集成技术平台(the European Technology Platform on Smart Systems Integration, EPoSS)发布了“Internet of Things in 2020”报告。该报告分析并预测了未来物联网的发展, 认为RFID和相关的识别技术是未来物联网的基石, 但更加侧重于RFID的应用及物体的智能化。该报告对物联网的定义是:“物联网是由具有标识、虚拟个性的物体/对象所组成的网络, 这些标识和个性等信息在智能空间使用智慧的接口与用户、社会和环境进行通信。”

### 4. 欧盟第7框架下RFID和物联网研究项目组的定义

欧盟第7框架下RFID和物联网研究项目组的主要研究目的是便于欧洲内部不同RFID和物联网项目之间的组网, 协调RFID的物联网研究活动、专业技术平衡与研究效果最大化, 以及项目之间建立协同机制等。

2009年9月, 该项目组在其发布的研究报告中提出的物联网定义是:“物联网是未来互联网的一个组成部分, 可以被定义为基于标准的和可互操作的通信协议, 且具有自配置能力的、动态的全球网络基础架构。物联网中的‘物’都具有标识、物理属性和实质上的个性, 使用智能接口实现与信息网络的无缝整合。”

### 5. 中国政府工作报告的定义

2010年, 我国的政府工作报告所附的注释中对物联网有如下说明:“物联网是通过传感设备按照约定的协议, 把各种网络连接起来, 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。”

对比物联网最初的概念以及上述不同的物联网定义, 狭义上的物联网指连接物品到物品的网络, 实现物品的智能化识别和管理; 广义上的物联网则可以看做是信息空间与物理空间的融合, 将一切事物数字化、网络化, 在物品之间、物品与人之间、人与现实环境之间实现高效的信息交互方式, 并通过新的服务模式使各种信息技术融入社会行为, 是信息化在人类社会综合应用达到的更高境界。

---

## 1.2 | 物联网的发展

---

### 1.2.1 物联网的发展概况

目前，物联网开发和应用仍处于起步阶段，发达国家和地区均想抓住这个机遇，出台政策、进行战略布局，希望在新一轮信息产业洗牌中占领先机。物联网成为“后危机”时代各国提升综合竞争力的重要手段。

(1) 2008年底，IBM公司向美国政府提出了“智慧地球”的战略，强调传感等感知技术的应用，提出建设智慧型基础设施，并智能化地快速处理、综合运用这些设施，使得整个地球上的物都“充满智慧”。由美国主导的EPCglobal标准在RFID领域中呼声最高；得州仪器(TI)、英特尔、高通、IBM、微软公司则在通信芯片及通信模块设计制造上全球领先。

2009年2月17日，奥巴马签署生效的《2009年美国恢复和再投资法案》(即美国的经济刺激计划)，提出要在智能电网领域投资110亿美元，卫生医疗信息技术应用领域投资190亿美元。综合美国的物联网发展历程来看，凭借其在芯片、软件、互联网、高端应用集成等领域的技术优势，通过龙头企业和基础性行业的物联网应用，已逐渐打造出一个实力较强的物联网产业，并通过政府和企业一系列战略布局，不断扩展和提升物联网产业国际竞争力。

2009年9月15日，欧盟发布《欧盟物联网战略研究路线图》，提出2010、2015、2020三个阶段物联网研发路线图，并提出物联网在航空航天、汽车、医药、能源等18个主要应用领域，以及识别、数据处理、物联网架构等12个方面需要突破的关键技术。在应用方面，欧洲M2M市场比较成熟，发展均衡，通过移动定位系统、移动网络、网关服务、数据安全保障技术和短信平台等技术支持，欧洲主流运营商已经实现了安全监测、自动抄表、自动售货机、公共交通系统、车辆管理、工业流程自动化、城市信息化等领域的物联网应用。欧盟各国的物联网在电力、交通以及物流领域已经形成了一定规模的应用。

(2) 日本是较早启动物联网应用的国家之一，也是世界上第一个提出“泛在”战略的国家，2004年提出了U-Japan战略，即建设泛在的物联网，并服务于U-Japan及后续的信息化战略。日本重视政策引导和与企业的结合，对于近期可实现、有较大市场需求的应用给予政策上的支持，对于远期规划应用则以国家示范项目的形式通过资金和政策上的支持吸引企业参与技术研发和应用推广。日本针对国内特点，有重点地发展了灾害防护、移动支付等物联网业务。日本的电信运营企业也在进行物联网方面的业务创新。NTT DoCoMo通过GSM/GPRS/3G网络平台，推出了智能家居、

医疗监测、移动POS等业务。KDDI与丰田和五十铃等汽车厂商合作推出了车辆应急响应系统。

(3) 1997年,韩国政府出台了一系列促进信息化建设的产业政策。在2004年,提出为期十年的U-Korea战略,目标是“在全球最优的泛在基础设施上,将韩国建设成全球第一个泛在社会”。2009年,韩国通过了《基于IP的泛在传感器网基础设施构建基本规划》,将物联网确定为全国重点发展战略。物联网作为韩国未来的通信基础设施正在兴起。最近,韩国正式启动“物联网”服务模式开发项目。通过物联网服务模式的开发与商用化,从而为实现泛在网社会与低碳绿色增长作出贡献。气象厅气象信息收集体系的效率性验证项目将开发采用物联网专用终端,以实现机对机(Machine to Machine, M2M)的气象监测将分散收集的方式改变为中央集中方式,构建统一观测体系项目。

(4) 2009年8月7日下午,中国国家总理温家宝在无锡物联网产业研究院考察时指出:“当计算机和互联网产业大规模发展时,我们因为没有掌握核心技术而走过一些弯路。在物联网的发展中,要早一点谋划未来,早一点攻破核心技术。”

对于发展物联网,温总理指示至少三件事情可以尽快去做: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;三是在激烈的竞争中,或者是逼人的形势下,迅速地建立中国的传感信息中心(园区),或者叫“感知中国”的中心(园区)。感知中国中心,就定在无锡。

2010新年伊始,国家工业和信息化部牵头成立了无锡传感网创新示范区建设协调领导小组,与江苏省和无锡市建立了高度畅通的工作运行机制。

## 1.2.2 物联网面临的问题

虽然物联网会带来相当的便利和巨大的市场,但也面临着许多挑战。

首先,技术标准化是最大的挑战,现在技术标准化还是一个空白或者相当不完整。促进创新是对政府和产业的挑战。标准化是任何一项技术大范围应用和扩散的必要条件,几乎所有在商业上成功的技术都经历过标准化的历程,才会得到更大的市场占有率。如果没有标准化的TCP/IP和IMT-2000,将不会有今天的网络和移动电话的繁荣。

RFID的标准化已经通过Auto-ID获得了初步的成功,如欧洲电信标准化协会(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)、国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)等也在为RFID的标准化努力,ITU也将进一步协调RFID协议的标准化问题。通过ZigBee联盟和其他组织的努力,无线传感网络的标准化已经取得了很大进步。

其次是数据和隐私的保护。数据隐私保护问题非常普遍，特别是由于传感器和智能标签能够跟踪用户的行动、习惯以及偏好等。如果每天都装上某些或所有具有计算和通信能力的传感器，数据需求和数据获得允许的概念将过时，物与人之间以及物与物之间的实时数据交换将不会被人察觉，新技术的强大能力将使这个问题更加严重。为了提高物联网技术的更广泛应用，保护秘密数据的安全，不仅要坚持被允许的原则，同时还包括立法、市场机制、社会道德的因素。如果政府部门、民间社团以及私人企业不加以保护，物联网的发展将受到很大阻碍。当然，这个问题仅仅是物联网安全的一个方面，有关物联网的安全技术将在后续的章节专门讲述。

除上述的技术标准、安全两个主要技术层面的问题外，物联网还面临如费用与规模化、商业模式与产业链、配套政策和规范的制定与完善等问题需要解决。

---

## 1.3 | 中国物联网建设

---

### 1.3.1 物联网“十二五”规划

新一代信息技术产业发展“十二五”规划已完稿，物联网“十二五”规划作为其中的重要组成部分备受关注。预计到2015年将建成50个面向物联网应用的示范工程和5~10个示范城市，形成具有核心技术的产业规模达2000亿元，其中传感器100亿元，系统和试验检测700亿元，芯片、中间件和集成模块及设备产业600亿元，工程实施、服务开发系统和运维600亿元。

最近发布的物联网白皮书中预计，“十二五”末期我国物联网相关产业规模将达到5000多亿的规模，形成万亿级规模的时间节点预计在“十三五”后期。物联网十大应用重点领域为：智能电网、智能交通、智能物流、智能家居、环境与安全检查、工业与自动化控制、医疗健康、精细农牧业、金融与服务业、国防军事。

“十二五”期间，智能电网的总投资预计达2万亿元，居十大领域之首。自2009年开始至2020年，我国“坚强智能电网”将分为三个阶段发展，从初期的规划试点阶段到“十二五”期间的全面建设阶段，“十三五”时期的引领提升阶段，智能电网建设总投资规模约4万亿元。2011—2015年为规划的全面建设阶段，此阶段投资约2万亿，2016—2020年为智能电网基本建成阶段，投资1.7万亿元。

目前，智能交通每年以超过1000亿元的市场规模在增长。“十二五”规划预计，到2015年，“车联网”的投入将达400亿元。智能交通和智能物流主要应用于车辆信息通信、车队管理、商品货物监测、互动式汽车导航、车辆追踪与定位等。智



能交通细分专项的重点发展方向是，通过智能芯片和称重传感器监测轨道交通、航运交通和公路交通的实时运行情况，然后通过数据处理对交通工具的速度、故障、位置以及整体交通拥堵情况进行检测，并针对不同情况及时给出解决方案。

“十二五”期间，北京将建立智能化的城市运行管理体系。预计在2012年内，Wi-Fi等多个无线网络种类将覆盖全市范围，届时北京将变成真正的“无线城市”；到2012年底，北京市民家庭的入户宽带将超过20MB/s，企业最高可达10GB/s，还将考虑把光纤并入电线，从而实现入户电线“数线合一”；到2015年，全市统一建成物联网基础网络，推进物联网在公共安全、城市交通、生态环境、资源管理等服务领域的应用，届时将有助于解决停车难等问题，市民将充分享受信息化建设带来的安全、便利生活。

“企业一卡通”是基于RFID技术的典型物联网应用，一张RFID SIM卡承载了手机钱包、一卡通、电子票三大应用。上海移动将“企业一卡通”融入了上汽集团的人事管理和后勤保障系统，为上汽集团的威海路总部大楼完成了335个门禁的改造工作，布放了4台自助消费充值设备，并为800多位上汽员工的手机SIM卡进行了更换升级，提供“数字惠民”新体验，不仅提高了人事管理效率，还改变了以往后勤部门工作繁杂的旧况，促进了企业的高效低成本运营。移动“企业一卡通”还能在市内11条轨道交通线路和3500多家超市、便利店、加油站、餐饮连锁门店使用，使上汽员工“刷”手机就能便捷地坐地铁、看演出、购物消费等，同时享受移动合作商家提供的各种折扣优惠。

另外，上海移动的“企业一卡通”还在众多政府机关、学校和工业园区投入应用，全面提升了数字化管理水平。在“十二五”规划实施中，上海移动将加大城市信息化建设力度，深入推进“数字惠民”。

2010年的上海世博会充分运用物联网技术，在每张门票内都有一颗具有自主知识产权的“世博芯”，观众进入园区，手机上就能收到一份游览路线建议图；随着参观的进行，观众能随时知道最近的公交站、餐饮点的位置。

### 1.3.2 政府措施

我国将采取如下四大措施支持电信运营企业开展物联网技术创新与应用。

(1) 突破物联网关键核心技术，实现科技创新。同时结合物联网特点，在突破关键共性技术时，研发和推广应用技术，加强行业和领域物联网技术解决方案的研发和公共服务平台建设，以应用技术为支撑突破应用创新。

(2) 制订中国物联网发展规划，全面布局。重点发展高端传感器、MEMS、智能传感器和传感器网节点、传感器网关；超高频RFID、有源RFID和RFID中间件产业