



工业和信息化部电信研究院

China Academy of Telecommunication Research of MIIT

# 物联网白皮书

## (2011年)

工业和信息化部电信研究院  
2011年5月



---

## 版权声明

---

本白皮书版权属于工业和信息化部电信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：工业和信息化部电信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

## 前 言

发表《物联网白皮书》，旨在与业界分享工业和信息化部电信研究院近年来在物联网领域的研究成果。

当前，物联网已成为各国构建经济社会发展新模式和重塑国家长期竞争力的先导领域。发达国家通过国家战略指引、政府研发投入、企业全球推进、应用试点建设、政策法律保障等措施加快物联网发展，以抢占战略主动权和发展先机。我国已具备一定的应用、技术和产业基础，并以建设物联网产业园区、智慧/智能城市建设和应用示范等为标志，形成了物联网发展热潮，取得了积极进展，但也暴露了一些深层次问题。

本白皮书力图对国内外的物联网发展进行全面深入的梳理和分析，以作为各界发展和应用物联网的参考。白皮书重点对物联网的概念和内涵进行了澄清和界定，系统梳理了物联网架构、关键要素、技术体系、产业体系、资源体系等，并从应用、产业、技术和标准化角度阐述了全球和我国物联网发展现状，综合分析了我我国物联网发展面临的机遇和挑战，并对我国物联网的发展提出了若干思考和建议。

# 目 录

一、 物联网的内涵及架构体系.....	1
1. 物联网概念及内涵 .....	1
2. 物联网关键要素.....	1
3. 物联网网络架构.....	2
4. 物联网技术体系和标准化.....	3
5. 物联网相关产业体系.....	8
6. 物联网资源体系.....	10
二、 物联网发展现状和趋势.....	13
1. 物联网应用现状.....	13
1.1 全球物联网应用处于起步阶段.....	13
1.2 我国物联网应用初创待发.....	15
2. 物联网相关产业现状.....	16
2.1 全球物联网相关产业现状.....	16
2.2 我国物联网相关产业现状.....	17
3. 物联网技术和标准化现状.....	22
3.1 全球物联网技术和标准化现状.....	22
3.2 我国物联网技术和标准化现状.....	24
4. 物联网发展趋势.....	26
三、 我国物联网发展面临的机遇和挑战.....	27
1. 物联网发展需求和机遇.....	27
2. 物联网发展面临的挑战.....	29
四、 对我国物联网未来发展的思考.....	31
1. 科学认识物联网发展的战略性、阶段性和长期性.....	31
2. 推进重点行业 and 重点领域的物联网应用.....	32
3. 重点突破物联网关键技术.....	32
4. 推动形成完整产业链和自主发展的规模产业化能力.....	33
5. 统筹推进物联网的国际、国家和行业标准化.....	33
6. 保障我国物联网发展和应用安全.....	33



# 一、 物联网的内涵及架构体系

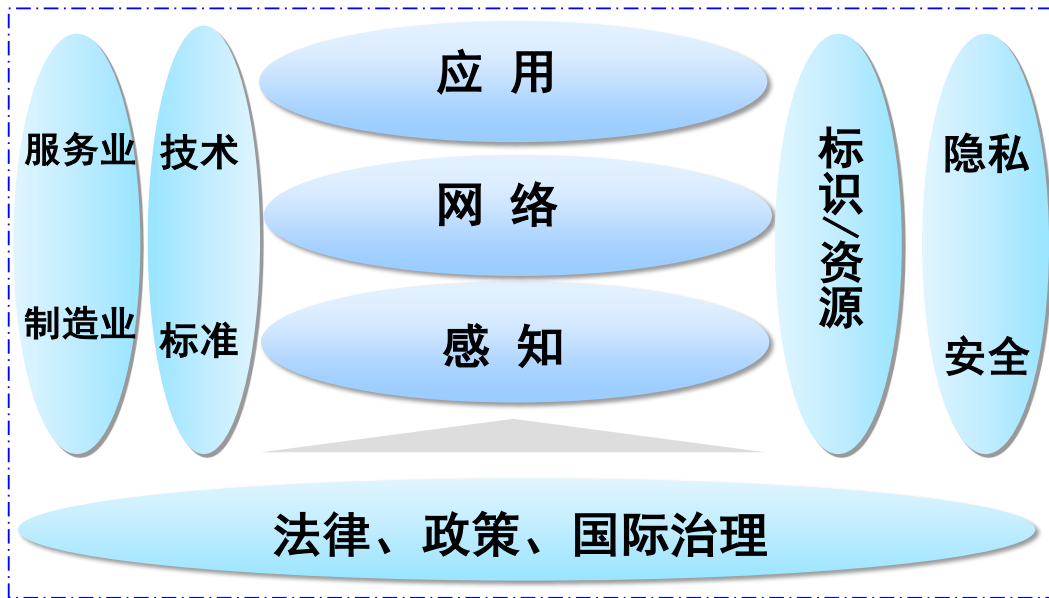
## 1. 物联网概念及内涵

物联网（Internet of Things, IoT）概念最早于 1999 年由美国麻省理工学院提出，早期的物联网是指依托射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）技术和设备，按约定的通信协议与互联网相结合，使物品信息实现智能化识别和管理，实现物品信息互联而形成的网络。随着技术和应用的发展，物联网内涵不断扩展。现代意义的物联网可以实现对物的感知识别控制、网络化互联和智能处理有机统一，从而形成高智能决策。

本白皮书认为：物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸，它利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别，通过网络传输互联，进行计算、处理和知识挖掘，实现人与物、物与物信息交互和无缝链接，达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策目的。

## 2. 物联网关键要素

物联网发展的关键要素包括由感知、网络和应用层组成的网络架构，物联网技术和标准，包括服务业和制造业在内的物联网相关产业，资源体系，隐私和安全以及促进和规范物联网发展的法律、政策和国际治理体系。如图 1 所示。



来源：工业和信息化部  
电信研究院

图 1 物联网发展关键要素

### 3. 物联网网络架构

物联网网络架构由感知层、网络层和应用层组成，如图 2 所示。感知层实现对物理世界的智能感知识别、信息采集处理和自动控制，并通过通信模块将物理实体连接到网络层和应用层。网络层主要实现信息的传递、路由和控制，包括延伸网、接入网和核心网，网络层可依托公众电信网和互联网，也可以依托行业专用通信网络。应用层包括应用基础设施/中间件和各种物联网应用。应用基础设施/中间件为物联网应用提供信息处理、计算等通用基础服务设施、能力及资源调用接口，以此为基础实现物联网在众多领域的各种应用。



来源：工业和信息化部  
电信研究院

图 2 物联网网络架构

#### 4. 物联网技术体系和标准化

物联网涉及感知、控制、网络通信、微电子、计算机、软件、嵌入式系统、微机电等技术领域，因此物联网涵盖的关键技术也非常多，为了系统分析物联网技术体系，本白皮书将物联网技术体系划分为感知关键技术、网络通信关键技术、应用关键技术、共性技术和支撑技术，具体如图 3 所示。

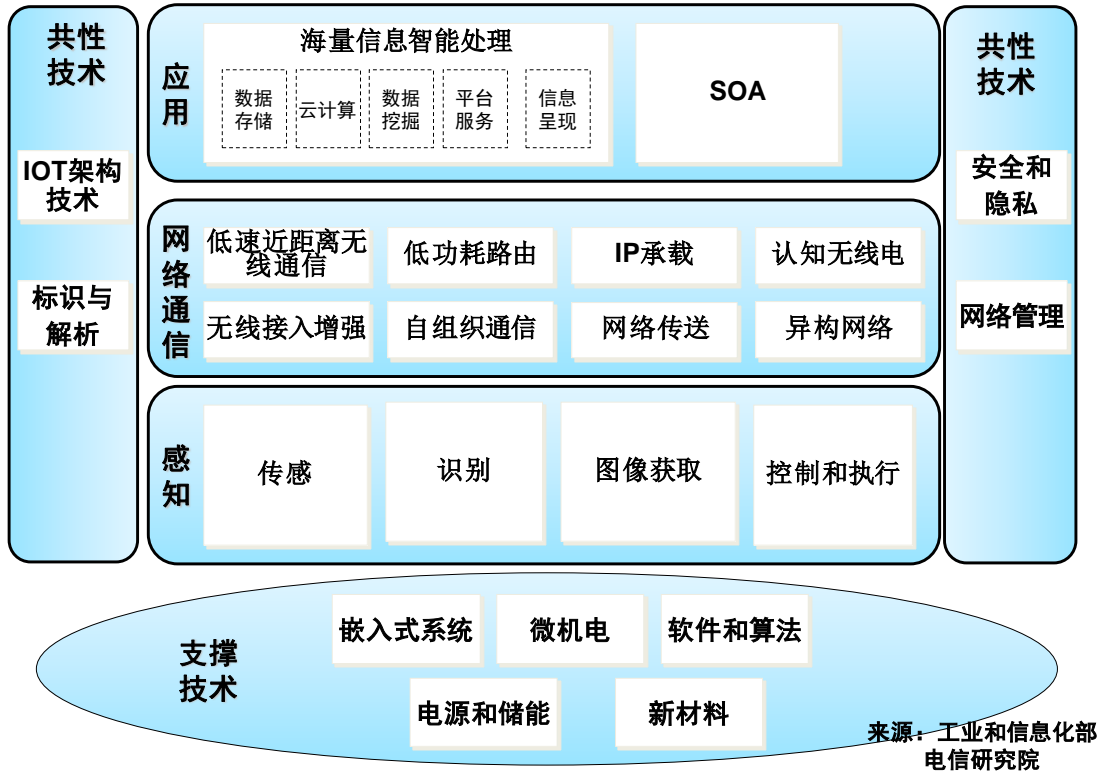


图3 物联网技术体系

#### 4.1 感知、网络通信和应用关键技术

传感和识别技术是物联网感知物理世界获取信息和实现物体控制的首要环节。传感器将物理世界中的物理量、化学量、生物量转化成可供处理的数字信号。识别技术实现对物联网中物体标识和位置信息的获取。

网络通信技术主要实现物联网数据信息和控制信息的双向传递、路由和控制，重点包括低速近距离无线通信技术、低功耗路由、自组织通信、无线接入 M2M 通信增强、IP 承载技术、网络传送技术、异构网络融合接入技术以及认知无线电技术。

海量信息智能处理综合运用高性能计算、人工智能、数据库和

模糊计算等技术，对收集的感知数据进行通用处理，重点涉及数据存储、并行计算、数据挖掘、平台服务、信息呈现等。

面向服务的体系架构（**Service-oriented Architecture**，**SOA**）是一种松耦合的软件组件技术，它将应用程序的不同功能模块化，并通过标准化的接口和调用方式联系起来，实现快速可重用的系统开发和部署。**SOA**可提高物联网架构的扩展性，提升应用开发效率，充分整合和复用信息资源。

## 4.2 支撑技术

物联网支撑技术包括嵌入式系统、微机电系统（**Micro Electro Mechanical Systems**，**MEMS**）、软件和算法、电源和储能、新材料技术等。

微机电系统可实现对传感器、执行器、处理器、通信模块、电源系统等的高度集成，是支撑传感器节点微型化、智能化的重要技术。

嵌入式系统是满足物联网对设备功能、可靠性、成本、体积、功耗等的综合要求，可以按照不同应用定制裁剪的嵌入式计算机技术，是实现物体智能的重要基础。

软件和算法是实现物联网功能、决定物联网行为的主要技术，重点包括各种物联网计算系统的感知信息处理、交互与优化软件与算法、物联网计算系统体系结构与软件平台研发等。

电源和储能是物联网关键支撑技术之一，包括电池技术、能量

储存、能量捕获、恶劣情况下的发电、能量循环、新能源等技术。

新材料技术主要是指应用于传感器的敏感元件实现的技术。传感器敏感材料包括湿敏材料、气敏材料、热敏材料、压敏材料、光敏材料等。新敏感材料的应用可以使传感器的灵敏度、尺寸、精度、稳定性等特性获得改善。

### 4.3 共性技术

物联网共性技术涉及网络的不同层面，主要包括架构技术、标识和解析、安全和隐私、网络管理技术等。

物联网架构技术目前处于概念发展阶段。物联网需具有统一的架构，清晰的分层，支持不同系统的互操作性，适应不同类型的物理网络，适应物联网的业务特性。

标识和解析技术是对物理实体、通信实体和应用实体赋予的或其本身固有的一个或一组属性，并能实现正确解析的技术。物联网标识和解析技术涉及不同的标识体系、不同体系的互操作、全球解析或区域解析、标识管理等。

安全和隐私技术包括安全体系架构、网络安全技术、“智能物体”的广泛部署对社会生活带来的安全威胁、隐私保护技术、安全管理机制和保证措施等。

网络管理技术重点包括管理需求、管理模型、管理功能、管理协议等。为实现对物联网广泛部署的“智能物体”的管理，需要进行网络功能和适用性分析，开发适合的管理协议。

## 4.4 标准化

物联网标准是国际物联网技术竞争的制高点。由于物联网涉及不同专业技术领域、不同行业应用部门，物联网的标准既要涵盖面向不同应用的基础公共技术，也要涵盖满足行业特定需求的技术标准；既包括国家标准，也包括行业标准。

物联网标准体系相对庞杂，若从物联网总体、感知层、网络层、应用层、共性关键技术标准体系等五个层次可初步构建标准体系。物联网标准体系涵盖架构标准、应用需求标准、通信协议、标识标准、安全标准、应用标准、数据标准、信息处理标准、公共服务平台类标准，每类标准还可能会涉及技术标准、协议标准、接口标准、设备标准、测试标准、互通标准等方面。

**物联网总体性标准：**包括物联网导则、物联网总体架构、物联网业务需求等。

**感知层标准体系：**主要涉及传感器等各类信息获取设备的电气和数据接口、感知数据模型、描述语言和数据结构的通用技术标准、RFID 标签和读写器接口和协议标准、特定行业和应用相关的感知层技术标准等。

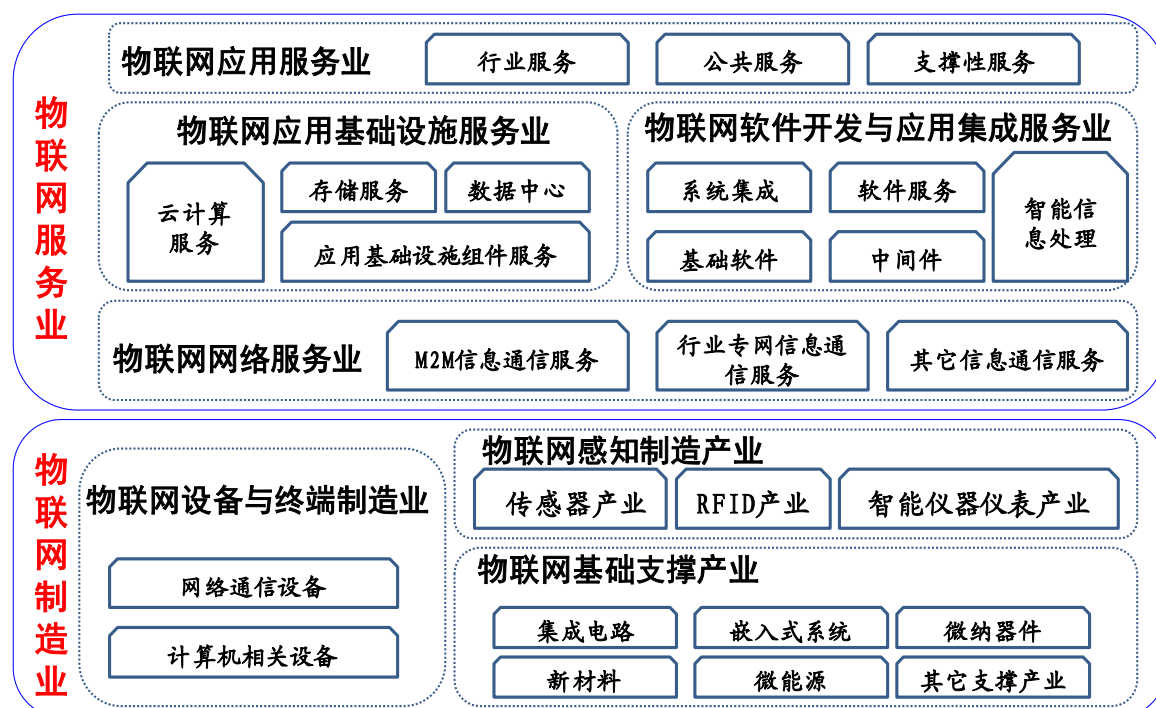
**网络层标准体系：**主要涉及物联网网关、短距离无线通信、自组织网络、简化 IPv6 协议、低功耗路由、增强的机器对机器（Machine to Machine, M2M）无线接入和核心网标准、M2M 模组与平台、网络资源虚拟化标准、异构融合的网络标准等。

**应用层标准体系：**包括应用层架构、信息智能处理技术、以及行业、公众应用类标准。应用层架构重点是面向对象的服务架构，包括 SOA 体系架构、面向上层业务应用的流程管理、业务流程之间的通信协议、元数据标准以及 SOA 安全架构标准。信息智能处理类技术标准包括云计算、数据存储、数据挖掘、海量智能信息处理和呈现等。云计算技术标准重点包括开放云计算接口、云计算开放式虚拟化架构(资源管理与控制)、云计算互操作、云计算安全架构等。

**共性关键技术标准体系：**包括标识和解析、服务质量(Quality of Service, QoS)、安全、网络管理技术标准。标识和解析标准体系包括编码、解析、认证、加密、隐私保护、管理，以及多标识互通标准。安全标准重点包括安全体系架构、安全协议、支持多种网络融合认证和加密技术、用户和应用隐私保护、虚拟化和匿名化、面向服务的自适应安全技术标准等。

## 5. 物联网相关产业体系

物联网相关产业是指实现物联网功能所必需的相关产业集合，从产业结构上主要包括服务业和制造业两大范畴，如图 4 所示。



来源：工业和信息化部  
电信研究院

图4 物联网产业体系

物联网制造业以感知端设备制造业为主，又可细分为传感器产业、RFID产业以及智能仪器仪表产业。感知端设备的高智能化与嵌入式系统息息相关，设备的高精密化离不开集成电路、嵌入式系统、微纳器件、新材料、微能源等基础产业支撑。部分计算机设备、网络通信设备也是物联网制造业的组成部分。物联网服务业主要包括物联网网络服务业、物联网应用基础设施服务业、物联网软件开发与应用集成服务业以及物联网应用服务业四大类，其中物联网网络服务又可细分为机器对机器通信服务、行业专网通信服务以及其它网络通信服务，物联网应用基础设施服务主要包括云计算服务、存储服务等，物联网软件开发与集成服务又可细分为基础软件服务、中间件服务、应用软件服务、智能信息处理服务以及系统集成服务，

物联网应用服务又可分为行业服务、公共服务和支撑性服务。

对物联网产业发展的认识需要进一步澄清。物联网产业绝大部分属于信息产业，但也涉及其它产业，如智能电表等。物联网产业的发展不是对已有信息产业的重新统计划分，而是通过应用带动形成新市场、新业态，整体上可分三种情形，一是因物联网应用对已有产业的提升，主要体现在产品的升级换代。如传感器、RFID、仪器仪表发展已数十年，由于物联网应用使之向智能化网络化升级，从而实现产品功能、应用范围和市场规模的巨大扩展，传感器产业与RFID产业成为物联网感知终端制造业的核心。二是因物联网应用对已有产业的横向市场拓展，主要体现在领域延伸和量的扩张。如服务器、软件、嵌入式系统、云计算等由于物联网应用扩展了新的市场需求，形成了新的增长点。仪器仪表产业、嵌入式系统产业、云计算产业、软件与集成服务业，不独与物联网相关，也是其它产业的重要组成部分，物联网成为这些产业发展新的风向标。三是由于物联网应用创造和衍生出的独特市场和服务，如传感器网络设备、M2M通信设备及服务、物联网应用服务等均是物联网发展后才形成的新兴业态，为物联网所独有。物联网产业当前浮现的只是其初级形态，市场尚未大规模启动。

## 6. 物联网资源体系

物联网发展中的关键资源主要包括标识资源和频谱资源。

## 6.1 标识

目前，物联网物体标识方面标准众多，很不统一。条码标识方面，GS1（国际物品编码协会）的一维条码使用量约占全球总量的三分之一，而主流的 PDF417（Portable Data File 417）码、QR（Quick Response）码、DM（Data Matrix）码等二维码都是 AIM（自动识别和移动技术协会）标准。

智能物体标识方面，智能传感器标识标准包括 IEEE 1451.2 以及 1451.4。手机标识包括 GSM 和 WCDMA 手机的 IMEI（国际移动设备标识）、CDMA 手机的 ESN（电子序列编码）和 MEID（国际移动设备识别码）。其它智能物体标识还包括 M2M 设备标识、笔记本电脑序列号等。

RFID 标签标识方面，影响力最大的是 ISO/IEC 和 EPCglobal，包括 UII（Unique Item Identifier）、TID（Tag ID）、OID（Object ID）、tag OID 以及 UID（Ubiquitous ID）。此外，还存在大量的应用范围相对较小的地区和行业标准以及企业闭环应用标准。

物体标识标准的多样造成了标识的不兼容甚至冲突，给更大范围的物联网信息共享和开环应用带来困难，也使标识管理和使用变得复杂。实现各种物体标识最大程度的兼容，建立统一的物体标识体系逐渐成为一种发展趋势，欧美、日韩等都在展开积极研究。

通信标识方面，现阶段正在使用的包括 IPv4、IPv6、E.164、IMSI、MAC 等。物联网在通信标识方面的需求与传统网络的不同主要体现在

在两个方面：一是末端通信设备的大规模增加，带来对 IP 地址、码号等标识资源需求的大规模增加。IPv4 地址严重不足，美国等一些发达国家已经开始在物联网中采用 IPv6。近年来全球 M2M 业务发展迅猛，使得 E.164 号码方面出现紧张，各国纷纷加强对码号的规划和管理。二是以无线传感器网络（WSN）为代表的智能物体近距离无线通信网络对通信标识提出了降低电源、带宽、处理能力消耗的新要求。目前应用较广 ZigBee 在子网内部允许采用 16 位短地址。而传统互联网厂商在推动简化 IPv6 协议，并成立了 IPSO（IP for Smart Objects, IPSO）联盟推广 IPv6 的使用，IETF 成立了 6LoWPAN、ROLL 等课题进行相关研究和标准化。

## 6.2 频谱资源

物联网的发展离不开无线通信技术，因此频谱资源作为无线通信的关键资源，同样是物联网发展的重要基础资源。目前在物联网感知层和网络层采用的无线技术包括 RFID、近距离无线通信、无线局域网（IEEE 802.11）、蓝牙、蜂窝移动通信、宽带无线接入技术等。目前物联网应用大部分还在发展之中，物联网业务模型尚未完全确定，因此根据物联网业务模型和应用需求对频谱资源需求的分析、对多种无线技术体制“物联”带来的干扰问题分析、对频谱检测技术的研究、对提高空闲频谱频率利用率的方法研究、物联网频谱资源管理方式等方面将是物联网频谱资源研究的关键所在。

## 二、 物联网发展现状和趋势

### 1. 物联网应用现状

#### 1.1 全球物联网应用处于起步阶段

物联网应用还处于起步阶段，目前全球物联网应用主要以 RFID、传感器、M2M 等应用项目体现，大部分是试验性或小规模部署的，处于探索和尝试阶段，覆盖国家或区域性大规模应用较少。

**物联网应用仍以闭环应用居多：**目前全球的物联网应用大多是在特定行业或企业的闭环应用，信息的管理和互联局限在较为有限的行业或企业内，不同地域间的互通也存在问题，没有形成真正的物物互联。这些闭环应用有着自己的协议、标准和平台，自成体系，很难兼容，信息也难以共享。单纯的闭环应用无法形成完整的应用体系，物联网的优势也无法充分体现出来，但闭环应用是开环应用的基础，只有闭环应用形成规模并进行互联互通，才能最终实现不同领域、行业或企业之间的开环应用。闭环应用走向开环应用，各行业内必须对标准、盈利模式形成共识，并打破地域、行业及企业间的界限。

**物联网应用规模逐步扩大，以点带面的局面逐渐出现：**物联网在各行业领域的应用目前仍以点状出现，覆盖面较大、影响范围较广的物联网应用案例从全球来看依然非常有限，不过随着世界主要

国家和地区政府的大力推动，以点带面、以行业应用带动物联网产业的局面正在逐步呈现。

**基于 RFID 的物联网应用相对成熟，无线传感器应用仍处于试验阶段：**从技术应用规模而言，RFID 作为物联网的主要驱动技术其应用相对成熟，RFID 在金融（手机支付）、交通（不停车付费等）、物流（物品跟踪管理）等行业已经形成了一定的规模性应用，但自动化、智能化、协同化程度仍然较低。其它领域的应用仍处于试验和示范阶段。而全球范围内基于无线传感器的物联网应用部署规模并不大，很多系统都在试验阶段。

**发达国家物联网应用整体上领先。**美、欧及日韩等信息技术能力和信息化程度较高的国家在应用深度、广度以及智能化水平等方面处于领先地位。美国成为物联网应用最广泛的国家，物联网已在其军事、电力、工业、农业、环境监测、建筑、医疗、空间和海洋探索等领域投入应用，其 RFID 应用案例占全球 59%。欧盟物联网应用大多围绕 RFID 和 M2M 展开，在电力、交通以及物流领域已形成了一定规模的应用，RFID 广泛应用于物流、零售和制药领域，欧盟在 RFID 和物联网领域制定的长期规划和研究布局发挥了重要作用。日本是较早启动物联网应用的国家之一，在灾难应对、安全管理、公众服务、智能电网等领域开展了应用，并实现了移动支付领域的大规模商用，日本对近期可实现、有较大市场需求的应用给予政策上便利，对于远期规划应用，则以国家示范项目的形式通过资

金和政策支持吸引企业参与技术研发和应用推广。韩国物联网应用主要集中在其本土产业能力较强的汽车、家电及建筑领域。

## 1.2 我国物联网应用初创待发

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（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。

## 2. 物联网相关产业现状

### 2.1 全球物联网相关产业现状

全球物联网产业体系都在建立和完善之中。产业整体处于初创阶段，具备了一些分散孤立的初级产业形态，尚未形成大规模发展。如物联网核心产业中，2009年传感器全球规模在600亿美元左右，RFID不到60亿美元，M2M服务43亿美元，真正意义上的社会化商业化物联网服务尚在起步<sup>1</sup>。物联网相关支撑产业如嵌入式系统、软件等本身均有万亿级美元规模，但并非来自于当前意义的物联网

<sup>1</sup> 引用咨询公司IDTechEx、INTECHNOCONSULTING等发布的预测数据

发展，因物联网发展而形成的新增市场还非常小。

由于物联网寄生并依附于现有产业，因此现有产业发达的国家其物联网产业也具有领先优势。美国、欧盟、日韩等发达国家基础设施好，工业化程度高，传感器、RFID等微电子设备制造业先进，信息产业发达，因此在物联网产业发展中仍居一定领先地位。

从发达国家对物联网的战略布局来看，基本不是着眼于当前和短期的产业发展，而是面向更长远的科技突破、生产力改进和生产方式变革。

## 2.2 我国物联网相关产业现状

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与国外差距相对较大。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在起步。

**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，形成了长三角为主，以及珠三角、京津、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7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%<sup>2</sup>。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、粤为主要的空间布局，2009 年市场规模达到 85 亿元并成为全球第 3 大市场<sup>3</sup>；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，13.56MHz RFID

<sup>2</sup> 传感器产业相关数据及资料根据电子机械频道和中国电子元件协会数据整理

<sup>3</sup> RFID 产业相关数据及资料根据 RFID 产业联盟以及 IDTechEx 发布数据整理

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较大系统集成能力。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 5000 亿元，企业数约为 5000 多个，小型企业数量占比达到 90%<sup>4</sup>。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 网络服务保持高速增长势头，目前 M2M 终端数已超过 1000 万，年均增长超过 80%<sup>5</sup>，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

<sup>4</sup> 仪器仪表产业相关数据及资料根据中国仪器仪表协会相关数据整理

<sup>5</sup> 根据三大通信运营商发布的 M2M 业务运营数据整理

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 已形成一定规模，而真正云计算意义的 IaaS 和 PaaS 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<sup>6</sup>。商业智能（BI）

---

<sup>6</sup> 根据中国软件行业协会相关数据整理

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 1.3 万亿元，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 多亿规模，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。

### 3. 物联网技术和标准化现状

#### 3.1 全球物联网技术和标准化现状

##### （1）技术现状

**感知技术：**以传感器为代表的感知技术是发达国家重点发展的核心技术，美、日、英、法、德、俄等国都把传感器技术列为国家重点开发关键技术之一。传感器技术依托于敏感机理、敏感材料、工艺设备和计测技术，对基础技术和综合技术要求较高。

**RFID 技术：**RFID 集成了无线通信、芯片设计与制造、天线设计与制造、标签封装、系统集成、信息安全等技术，已步入成熟发展期。目前 RFID 应用以低频和高频标签技术为主，超高频技术具有可远距离识别和低成本的优势，有望成为未来主流。

**通信和网络技术：**近距离无线通信技术目前面临多种技术并存的现状，其中 IEEE 802.15.4 技术影响较大。IEEE 802.15.4 低速低功耗无线技术正在面向智能电网和工业监控应用研究增强技术。广域无线接入以蜂窝移动通信技术为代表，国际上正在开展核心网和无线接入 M2M 增强技术研究。

**微机电系统技术：**MEMS 综合了设计与仿真、材料与加工、封装与装配、测量与测试、集成与系统技术等，处于初期发展阶段。LIGA 工艺可加工多种材料可批量制作，但尚难普及，MEMS 封装成本高测试困难。未来 MEMS 技术将进一步向微型化、多功能化、

集成化发展。

**软件和算法：**物联网中间件技术方面，国外软件巨擘占据主导地位。在系统集成方面，国外企业研发能力强，部分企业掌握核心技术，并且在市场上占据绝对主导地位。SOA 已成为软件架构技术主流发展趋势，国际上尚没有统一的概念和实施模式。

## （2）标准化

国际上针对不同技术领域的标准化工作早已开展。由于物联网的技术体系庞杂，因此物联网的标准化工作分散在不同标准化组织，各有侧重。

**RFID：**标准已经比较成熟，ISO/IEC、EPCglobal 标准应用最广。

**传感器网络：**ISO/IEC JTC1 WG7 负责标准化。

**架构技术：**ITU-T SG13 对 NGN 环境下无所不在的泛在网需求和架构进行了研究和标准化。

**M2M：**ETSI M2M TC 开展了对 M2M 需求和 M2M 架构等方面的标准化、3GPP 在 M2M 核心网和无线增强技术方面正开展一系列研究和标准化工作。

**通信和网络技术：**重点由 ITU、3GPP、IETF、IEEE 等组织开展标准化工作。目前 IEEE 802.15.4 近距离无线通信标准被广泛应用，IETF 标准组织也完成了简化 IPv6 协议应用的部分标准化工作。

**SOA：**相关标准规范正由多个国际组织，如 W3C、OASIS、WS-I、TOG、OMG 等研究制定。

**智能电网：**国际上主要有 IEC、NIST、ITU-T、IEEE P2030、CEN/CENELEC/ETSI 等组织进行智能电网标准化工作。

**智能交通：**国际上主要有 ISO TC204、ITU、IEEE 以及欧洲的 ETSI 等组织开展智能交通标准化工作。

**智能家居：**智能家居相关国际标准化组织包括 X-10、CEBus、LonWorks、DLNA、UPnP、Broadband Forum 等。

### 3.2 我国物联网技术和标准化现状

#### （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综合集成能力薄弱，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 IEEE 802.15.4、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 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，技术水平和影响力较弱。

## （2）标准化

我国物联网的标准化工作刚刚起步，标准化体系尚未形成。我国相关研究机构和企业积极参与物联网国际标准化工作，在 ISO/IEC、

ITU-T、3GPP 等标准组织取得了重要地位。我国有多个标准化组织开展物联网标准化工作。同时在行业应用领域，在物联网概念发展之前，已经有不同的标准化组织开展相关研究，

总体看来，我国物联网标准化工作得到了业界的普遍重视，但整体标准化工作需要重视顶层设计，客观分析物联网整体标准需求；其次还需统筹协调国际标准、国家标准、行业标准、地区标准的推进策略，进一步优化资源配置。

#### **4. 物联网发展趋势**

未来，全球物联网将朝着规模化、协同化和智能化方向发展，同时以物联网应用带动物联网产业将是全球各国的主要发展方向。

**规模化发展：**随着世界各国对物联网技术、标准和应用的不断推进，物联网在各行业领域中的规模将逐步扩大，尤其是一些政府推动的国家性项目，如美国智能电网、日本 i-Japan、韩国物联网先导应用工程等，将吸引大批有实力的企业进入物联网领域，大大推进物联网应用进程，为扩大物联网产业规模产生巨大作用。

**协同化发展：**随着产业和标准的不断完善，物联网将朝协同化方向发展，形成不同物体间、不同企业间、不同行业乃至不同地区或国家间的物联网信息的互联互通互操作，应用模式从闭环走向开环，最终形成可服务于不同行业和领域的全球化物联网应用体系。

**智能化发展：**物联网将从目前简单的物体识别和信息采集，走

向真正意义上的物联网，实时感知、网络交互和应用平台可控可用，实现信息在真实世界和虚拟空间之间的智能化流动。

**结合本国优势、优先发展重点行业应用以带动物联网产业：**物联网仍处于起步阶段，物联网产业支撑力度不足，行业需求需要引导，距离成熟应用还需要多年的培育和扶持，发展还需要各国政府通过政策加以引导和扶持，因此未来几年各国将结合本国的优势产业，确定重点发展物联网应用的行业领域，尤其是电力、交通、物流等战略性基础设施以及能够大幅度促进经济发展的重点领域，将成为物联网规模发展的主要应用领域。

### 三、 我国物联网发展面临的机遇和挑战

#### 1. 物联网发展需求和机遇

物联网可以广泛应用于经济社会发展的各个领域，引发和带动生产力、生产方式和生活方式的深刻变革，成为经济社会绿色、智能、可持续发展的关键基础和重要引擎。

物联网是转变经济发展方式的重要引擎。作为信息通信技术的突破方向，物联网蕴含巨大的增长潜能，是重要的战略性新兴产业。物联网将智能赋予经济活动的各个环节和主体，使人依靠机器生产产品变成机器围绕人生产产品成为可能，使个性化制造和规模化协同创新有机结合成为重要的生产方式，有力推动信息化与工业化深

度融合，提升传统产业，推动经济结构战略性调整和发展方式的深刻转变。

物联网是全面建设小康社会的关键基础。物联网在社会发展、公共服务、城市管理和人民生活中的应用将有效提升政府管理效能、基础设施和城市管理水平、资源环境利用效率，实现社会公共服务和人民生活的智能化、便捷化、绿色化，推进经济、社会、人和自然的协调可持续发展。

我国经济社会各领域蕴含巨大的物联网应用需求。工业领域，可用于工业过程控制、工业生产环境监测、制造供应链跟踪和产品全生命周期监测等各个环节，从而实现智能制造、精益生产。农业领域，可用于农业生产规划阶段的农业资源信息实时感知获取，农业生产过程管理的精细化、知识化与智能化，农产品流通过程中的质量安全追溯体系等。电网领域，可用于电网的智能运行、智能控制和智能调度，从而实现分布式清洁能源利用和用电、配电、输电、发电等各环节的智能适配，实现能源生产方式的变革。交通运输领域，可用于各种运输方式的综合无缝衔接和整体智能调度，交通设施和运输工具的智能化改造，交通运输信息资源的动态采集和共享应用，从而实现安全便捷以及人、车、环境和谐的智能交通。物流领域，可用于物流管理调度和物流活动的网络化智能化，通过全球范围内全环节可视化的智能物流，实现分散物流资源的高度集约化和智能优化配置，大幅降低物流成本、提高物流效率。医疗卫生领

域，可用于社区医疗资源共享、医疗用品管理、医疗和医保信息共享、医疗环境安全、医疗模式创新、远程医疗服务等各个方面，从而推动公共医疗服务的均等化。节能环保领域，可用于生态环境监测、污染源监控、危险废弃物管理等方面。公共安全领域，可用于煤矿等安全生产、药品和食品安全监控、城市和社区安全、重要设施安全保障等方面。

我国面临物联网技术创新突破和新兴产业发展的重大机遇。技术方面，我国网络通信技术在已有能力基础上，极有可能在向物联网网络通信全面拓展过程中形成国际领先优势。感知识别和智能处理虽是我国瓶颈所在，但其与网络融合集成发展的趋势，以及大量应用需求带来的市场空间，将在网络化智能化感知器件与设备、云计算技术等领域带来跨越突破的良好机遇。产业方面，物联网应用将带动传感器、RFID、仪器仪表等物联网相关产业向中高端的转型升级，创造出 M2M、应用基础设施服务、行业物联网应用服务等新业态、新市场，同时也将给软件和集成服务、智能处理服务、通信网络设备和服务器等带来巨大的扩展空间，并为培育我国物联网企业群体、形成具有国际水平综合基础服务能力的龙头企业创造良好条件。

## **2. 物联网发展面临的挑战**

### **2.1 全球范围内物联网大规模应用的条件尚不具备**

目前，全球范围内尚未形成实现物联网大规模应用所需的条件和市场，存在三方面大的制约：一是物联网大多数领域的核心技术尚在发展中，距产业化应用有较大距离，特别是传感器网络，基本不具备大规模产业化应用的条件。二是从物联网核心架构到各层的技术体制与产品接口大多未实现标准化，物联网行业应用的标准化也处于初级阶段，难以实现低成本的应用普及和规模扩张。三是技术和产业化发展不足又导致物联网应用成本很高，从产品、技术、网络到解决方案都缺乏足够的经济性，加之物联网本身所具备的应用跨度大、需求长尾化、产业分散度高、产业链长和技术集成性高的特点，从经济成本到时间成本都难以短时间内大规模启动市场。

## 2.2 我国物联网产业能力与技术水平相对落后

我国物联网发展起步时间差距不大，但技术产业差距不容乐观。虽已初步形成涵盖主要门类的产业体系，但规模化产业能力不足，核心技术不强，大部分领域落后于国际先进水平，处在产业链低端，尤以感知和智能处理产业差距显著。核心根源在于信息产业长期的基础性瓶颈和大系统综合集成能力的缺乏。核心芯片、基础性系统、基础性架构依赖国外的情况在物联网相关领域更趋突出，如传感器产业差距至少在有数年，中高端传感器基本依赖进口，智能电网核心芯片几乎全是国外产品，智能处理和云计算的基础架构均由发达国家主导。一直以来，我国缺乏能实现硬件、软件、网络、平台、应用和业务流程端到端大系统综合集成的企业，这一矛盾在重要行

业和智能城市的高端物联网应用中将更为尖锐。此外，我国物联网相关企业整体上能力偏弱，如95%传感器和90%仪表企业为中小型企业。

### **2.3 面临物联网长期安全挑战**

我国物联网发展的安全挑战来自两个方面，一是物联网应用模式带来的全球普遍性安全问题。物联网将经济社会活动、战略性基础设施资源和人们生活全面架构在全球互联互通的网络上，所有活动和设施理论上透明化，一旦遭受攻击，安全和隐私将面临巨大威胁。二是我国的特殊国情带来的安全挑战，如果核心技术和关键装备受制于人的局面得不到根本扭转，将导致物联网自主权缺失，国家经济社会命脉信息有可能被发达国家和少数跨国企业所掌控。

## **四、 对我国物联网未来发展的思考**

我国物联网应用在各个领域全面展开，各级政府和企业的积极性很高。但同时也要看到我国物联网发展中存在的盲目性和低水平无序化。因此要科学推进物联网发展，需要客观把握我国的条件基础、机遇挑战和发展重点，统筹组织，稳步推进。

### **1. 科学认识物联网发展的战略性、阶段性和长期性**

物联网的战略作用不仅是形成快速增长的新兴产业，更重要的是可以推进信息化与工业化深度融合，促进传统产业优化升级，实

现生产力和生产方式的变革；同时，物联网在提升社会公共服务、改善民生、改善城市管理、促进社会和谐中也具有重要和长远的作用。目前全球物联网发展尚处于起步阶段，大规模应用条件未完全成熟，因此不宜过高估计短期和直接经济效益，过早强调做大产业，而应充分认识到市场培育和产业发展的长期性、艰巨性，将研发核心技术、探索应用模式、夯实产业基础、保障应用安全、筹划国际治理、理顺制度环境等作为当前的主要任务，从战略层面加快整体布局，谋划长远，务实推进。

## **2. 推进重点行业 and 重点领域的物联网应用**

结合各行业应用基础、未来发展面临的挑战和问题，重点推进在工业、农业、物流、电网、交通运输、节能环保、医疗、公共安全等领域的应用。优先选择涵盖战略基础设施、经济活动和社会管理、关系民生，具有重大经济社会效益和示范效应、技术产业带动作用强、关联性高的若干重点领域率先开展物联网应用，加快形成市场化运作机制。

## **3. 重点突破物联网关键技术**

针对制约我国物联网发展的技术薄弱环节，提升自主创新能力。加强物联网网络通信技术赶超，打造国际一流物联网传输和控制技术体系；突破智能处理和应用集成薄弱环节，打造高水平的物联网

信息处理技术体系；突破物联网关键资源、网络管理和安全隐私共性技术。

#### **4. 推动形成完整产业链和自主发展的规模产业化能力**

以制约发展的瓶颈产业和已形成竞争力的优势产业为重点，加快物联网核心产业发展，完善产业体系，构筑完整产业链，培育有竞争力的主导企业，加快产业聚集和创新聚集，梯次性构建我国具有国际竞争力的物联网产业体系。

#### **5. 统筹推进物联网的国际、国家和行业标准化**

加快物联网标准的顶层设计，确定物联网标准体系和标准制定的优先级，统筹谋划国际、国家和行业标准体系建设。优先制定涉及国家权益和安全的物品编码标识及解析体系等关键资源标准、物联网架构标准和大规模应用急需的网关、M2M 模组与平台等标准；优先制定具有大规模应用前景、需要信息共享和互联互通领域的应用标准。

#### **6. 保障我国物联网发展和应用安全**

超前谋划做好安全保障顶层设计，确保安全和发展主导权。对物联网面临的安全威胁、信息泄露和个人隐私保护威胁进行全面评估。针对影响国家安全的标识、频谱、解析体系等关键基础资源，

制定维护和保障国家权益的系统性对策并加快实施。加强国际治理对话和合作。建立物联网等级保护、安全评测和风险评估制度。

## 结 束 语

工业和信息化部电信研究院近年来在物联网领域开展了系统深入的研究,为国家发展和改革委员会、工业和信息化部、中国工程院、国家信息化专家委员会提供了一系列支撑工作。

工业和信息化部电信研究院物联网研究团队长期耕耘在研究一线,并进行了原创性地系统梳理工作。基于我院的研究成果,特发布本白皮书,愿与业界共同分享研究成果,共同探讨物联网技术,共同推动我国物联网发展。

在此特别感谢工业和信息化部电信研究院物联网研究团队的辛勤付出!感谢业界对工业和信息化部电信研究院的一贯支持!

工业和信息化部电信研究院

地 址：中国北京海淀区花园北路52号（100191）

联系电话：86-10-62304839

传 真：86-10-62304980