

第 1 章 物联网概述



物联网（Internet of Things, IoT）是通过信息传感设备，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。结合最新通信技术、网络技术和计算技术，物联网应用不断在各个行业落地和发展。物联网以感知设备、智能设备为基础实现对现实世界的全面感知；以互联网为核心，通过各种通信技术实现感知信息及控制信息等的可靠传输；以海量存储技术、云计算技术等各种数据处理技术实现智能应用。通过物联网，可以实现人与客观世界、物与物等的有效交互。随着工艺和技术的发展，人类逐渐会进入对更深层次世界的感知，通过对感知数据进行计算、处理和知识挖掘，实现人与物、物与物无缝链接、信息交互和智能处理，达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的。

本章我们将学习以下内容：

- 物联网基础知识
- 物联网特征及体系架构
- 物联网发展状况

物联网（Internet of Things, IoT）作为新一代信息通信技术的典型代表，已成为全球新一轮科技革命与产业变革的核心驱动和经济社会绿色、智能、可持续发展的关键基础与重要引擎。近几年，由于通信技术快速发展和智能设备的推陈出新，极大地促进物联网产业的发展。全球物联网正从碎片化、孤立化的典型性应用转变得更具示范性、可推广性。尤其伴随“互联网+”的提出，物联网及其相关市场快速启动，在诸多领域加速渗透，物联网逐步走向大规模爆发式增长。物联网已成为当前世界新一轮经济和科技发展的战略制高点之一，是各国进行经济社会发展新模式和重塑国家竞争力的先导领域。随着各国通过国家战略导引、政策支持、技术研发、企业推进等方式，物联网技术及物联网产业得到迅速发展和广泛应用。国家已将“物联网”明确列入《国家中长期科学和技术发展规划（2006—2020 年）》和 2050 年国家产业路线图。物联网在重点领域开展应用示范工程，探索应用模式，积累应用部署和推广的经验和方法，形成一系列成熟的可复制推广的应用模板，为物联网应用在全社会、全行业的规模化推广做准备。在智能城市、智能工业、智能农业、智能物流、智能交通、智能电网、智能环保、智能安防、智能医疗、智能家居等领域进行重点应用示范工程建设。物联网已经从概念化阶段逐步落实，将逐步成为每个人都触手可及的应用实践。

1.1 物联网的概念

物联网（The Internet of Things, IoT），即“物联网就是物物相连的互联网”。物联网的核

心仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络，通过网络连接，搭建物与物、人与物等直接的交流通道；通过配置在感知对象的感知设备（如标签、传感器、智能设备等），将用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，对现实世界进行感知，通过智能设备对感知对象的识别、反馈其状态等，进行信息交换、通信和智能处理。

1.1.1 物联网发展背景

物联网的说法最早出现于比尔·盖茨 1995 年《未来之路》一书，在《未来之路》中，比尔·盖茨已经提及 Internet of Things 的概念，但是由于当时感知设备、智能设施以及网络技术发展的限制，并没有得到广泛认可。1998 年，美国麻省理工学院（MIT）提出了当时被称作 EPC（Electronic Product Code，产品电子代码）系统的“物联网”的构想。

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。

日本在 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。2004 年，韩国提出为期十年的 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。

2005 年 11 月，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（The World Summit on the Information Society, WSIS）上，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。报告指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临。

此时，物联网的定义和范围已经发生了变化，覆盖范围有了较大的拓展，不再只是指基于 RFID 技术的物联网。根据 ITU 的描述，在物联网时代，通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器，人类在信息与通信世界里将获得一个新的沟通维度，从任何时间任何地点的人与人之间的沟通连接扩展到人与物和物与物之间的沟通连接。物联网概念的兴起，很大程度上得益于国际电信联盟（ITU）2005 年以物联网为标题的年度互联网报告。

2008 年底，IBM 向美国政府提出了“智能地球”的战略，强调传感等感知技术的应用，提出建设智能型基础设施，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“充满智能”。

2009 年 6 月，欧盟委员会向欧盟议会等递交了《欧盟物联网行动计划》，希望欧洲通过构建新型物联网管理框架来引导世界“物联网”发展。有 8 个欧盟国家计划普及物联网；2009 年 9 月，欧盟发布《欧盟物联网战略研究路线图》，提出 2010 年、2015 年、2020 年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。

2010 年 5 月，欧盟提出《欧洲数字计划》，旨在通过物联网等技术抢占数字经济发展的制高点。该行动计划提出了促进物联网发展的一些具体措施：严格执行对物联网的数据保护立法，建立政策框架使物联网能应对信用、承诺及安全方面的问题；公民能读取基本的射频识别（RFID）标签，并可以销毁它们以保护隐私；为保护关键的信息基础设施，把物联网发展成为欧洲的关键资源；在必要的情况下，发布专门的物联网标准化强制条例；启动试点项目，以

促进欧盟有效地部署市场化的、相互操作性的、安全的、具有隐私意识的物联网应用；加强国际合作，共享信息和成功经验，并在相关的联合行动中达成一致等内容。

我国中科院早在 1999 年就启动了传感网研究，并在无锡成立了微纳传感网工程技术研发中心。2009 年，温家宝总理在对该中心的视察中明确提出了“尽快建立中国的传感信息中心，或者叫‘感知中国’中心”。在此之后，我国物联网的研究、开发和应用工作进入了高潮。目前我国已经拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链，成为世界上少数能实现物联网产业化的国家之一和国际标准制定的主导国之一。

1.1.2 物联网的定义

虽然目前对物联网还没有一个统一的标准定义，但从物联网本质上看，物联网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，将各种感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术聚合与集成应用，使人与物智能对话，创造一个智能的世界。因为物联网技术的发展几乎涉及到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，也因此才被称为是信息产业的第三次革命性创新。

2005 年，国际电信联盟（ITU）在“The Internet of Things”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，无所不在的网络和无所不在的计算的发展前景。按照 ITU 给出的这个定义，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。这里与传统互联网最大的区别是，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计算机而进行的互联。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。

2009 年 9 月，欧盟提出了物联网的定义。欧盟认为物联网是未来互联网的一部分，能够被定义为基于标准和交互通信协议具有自配置能力的动态全球网络设施，在物联网内物理和虚拟的“对象”具有身份、物理属性、拟人化、使用智能接口并且无缝综合到信息网络中。

2010 年我国的政府工作报告中对物联网有如下的定义：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。

因此，物联网是指通过各种信息传感设备，如传感器、射频识别（RFID）技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器、气体感应器等各种装置与技术，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程，采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。其目的是实现物与物、物与人，所有的物品与网络的连接，方便识别、管理和控制。

1.1.3 物联网的特征

物联网是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。与传统的互联网相比，物联网有其鲜明的特征。物联网是具有全面感知、可靠传输、智能处理三大特征的连接物理世界的网络，实现了任何人（Anyone）、任何时间（Anytime）、任何地点（Anywhere）及任何物体（Anything）的 4A 连接，如图 1.1 所示。



图 1.1 物联网的三大特征

全面感知是指利用射频识别（RFID）、二维码、GPS、摄像头、传感器、网络等感知、捕获、测量的技术手段，随时随地对物体进行信息的采集和获取。这个层面要突破的是更加敏感、准确、全面的感知能力，它是各种感知技术的广泛应用。物联网上部署了海量的多种类型传感器，每个传感器都是一个信息源，不同类别的传感器所捕获的信息内容和信息格式不同。传感器获得的数据具有实时性，按一定的频率周期性地采集环境信息，不断更新数据。物联网中的“物”并非是世间万物的无限大的范围，而是在目前的科技发展状态下能够满足一定要求的“物”。这里的“物”要满足以下条件才能够被纳入“物联网”的范围：如有相应信息的接收器；要有数据传输通路；要有一定的存储功能；要有专门的应用程序；要有数据发送器；遵循物联网的通信协议等。

可靠传送是指通过各种通信网、广电网与互联网的融合，将物体信息接入网络，随时随地进行可靠的信息交互和共享。物联网是一种建立在互联网上的泛在网络。物联网技术的核心仍旧是互联网，通过各种有线和无线网络与互联网融合，将物体的信息实时准确地传递出去。在物联网上的传感器定时采集的信息需要通过网络进行传输，由于其数量极其庞大，形成了海量信息，在传输过程中，为了保障数据的正确性和及时性，必须适应各种异构网络和协议。

智能处理是指利用云计算、数据挖掘等各种智能计算技术，对海量的跨地域、跨行业、跨部门的同构、异构数据和信息进行分析处理，提升对物理世界、经济社会各种活动和变化的洞察力，实现智能化的决策和控制。物联网不仅仅提供了传感器的连接，其本身也具有智能处理的能力，能够对物体实施智能控制。物联网将传感器和智能处理相结合，利用云计算、模式识别等各种智能技术，扩充其应用领域。从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理出有意义的信息，以适应不同用户的不同需求，发现新的应用领域和应用模式。

1.1.4 物联网应用范围

物联网被称为信息技术移动泛在化的一个具体应用。物联网通过智能感知、识别技术与普适计算、泛在网络的融合应用，打破了之前的传统思维，人类可以实现无所不在的计算和网络连接。传统的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开：一方面是机场、公路、建筑物，而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带等。而在“物联网”时代，钢筋混凝土、电缆将

与芯片、宽带整合为统一的基础设施，在此意义上，基础设施更像是一块新的地球工地，世界的运转就在它上面进行，其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。“物联网”使得人们可以更加精细和动态的方式管理生产和生活，管理未来的城市，达到“智能”状态，提高资源利用率和生产力水平，改善人与自然间的关系。

物联网前景非常广阔，它将极大地改变我们目前的生活方式。物联网把我们的生活拟人化了，万物成了人的同类。在这个物物相联的世界中，物品（商品）能够彼此进行“交流”，而无需人的干预。物联网利用 RFID 技术、传感技术、通信技术，通过计算机互联网实现物品（商品）的自动识别和信息的互联与共享。可以说，物联网描绘的是充满智能化的世界。

物联网运行首先是对物体属性进行标识，属性包括静态和动态属性。其中，静态属性可初始化在传感设备如标签中，而动态属性需要先由传感器实时进行感知、智能处理；其次需要识别设备完成对物体属性的读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式；最后将物体的信息通过网络传输到信息处理中心，由处理中心完成物体通信的相关计算。物联网用途广泛，环境、政府工作、公共安全、工业监控、公共安全、城市管理、远程医疗、智能电网、智能小区、智能家居、工农业监测、环境保护监测、食品溯源等各个行业均有物联网的应用。例如，基于有线电视网络的智能电表的应用，人们可以通过电视机实时查看自家的用电量和电费，据此调控电器以避免用电高峰。物联网的典型应用如图 1.2 所示。



图 1.2 物联网典型应用举例

物联网把新一代 IT 技术、信息通信技术、传感技术、海量信息处理技术等充分运用在各行各业之中。具体地说，就是把传感器嵌入和装备到电网、铁路、公路、建筑、供水（气）系统等各种物体中，然后将“物联网”与现有的互联网整合起来，在这个整合的网络当中，依靠超级强大的计算机群，对网络内的人员、机器、设备和基础设施进行实时的管理、监测和控制。在此基础上，人类将以更加精细的、动态的方式管理生产和生活，以提高资源利用率和生产力水平。物联网重要应用领域如表 1.1 所示。

表 1.1 物联网重要应用示范领域

物联网重点应用领域	物联网应用领域典型应用
智能工业	生产过程控制、生产环境监测、制造供应链跟踪、产品全生命周期监测，促进安全生产和节能减排
智能农业	农业资源利用、农业生产精细化管理、生产养殖环境监控、农产品质量安全管理与产品溯源
智能物流	建设库存监控、配送管理、安全追溯等现代流通应用系统，建设跨区域、行业、部门的物流公共服务平台，实现电子商务与物流配送一体化管理
智能交通	交通状态感知与交换、交通诱导与智能化管控、车辆定位与调度、车辆远程监测与服务、车路协同控制，建设开放的综合智能交通平台
智能电网	电力设施监测、智能变电站、配网自动化、智能用电、智能调度、远程抄表，建设安全、稳定、可靠的智能电力网络
智能环保	污染源监控、水质监测、空气监测、生态监测，建立智能环保信息采集网络和信息平台
智能安防	社会治安监控、危化品运输监控、食品安全监控，重要桥梁、建筑、轨道交通、水利设施、市政管网等基础设施安全监测、预警和应急联动
智能医疗	药品流通和医院管理，以人体生理和医学参数采集及分析为切入点面向家庭和社区开展远程医疗服务
智能家居	家庭网络、家庭安防、家电智能控制、能源智能计量、节能低碳、远程教育等

来源：《物联网“十二五”发展规划》（工业和信息化部，2012）

物联网的发展需要经历四个阶段：第一阶段是电子标签和传感器被广泛应用于物流、销售和制药领域；第二阶段则是实现物体互联；第三阶段是物体进入半智能化；第四阶段就是物体进入了全智能化，如图 1.3 所示。

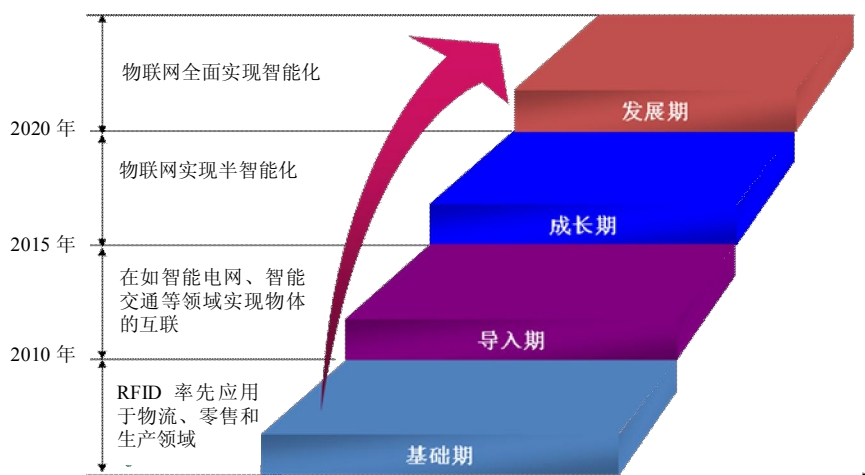


图 1.3 物联网发展阶段

1.2 物联网体系结构

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。在业界，物联网大致被公认为有三个层次，底层是用来感知数据的感知层，第二层是数据传输的网络层，最上面则是内容应用层，如图 1.4 所示。

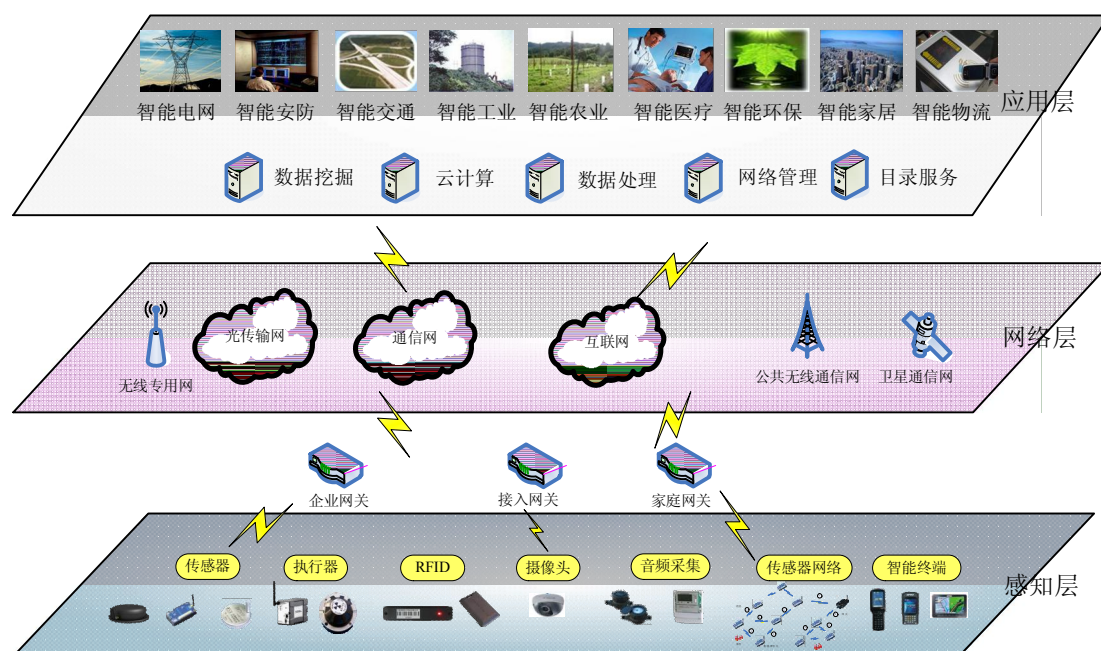


图 1.4 物联网体系架构

1.2.1 感知层

物联网中感知层主要依靠各种类型的传感器实现对物品信息的获取，由各种传感器以及传感器网关构成，包括二氧化碳浓度传感器、温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼耳鼻喉和皮肤等神经末梢，主要实现物体的信息采集、捕获和识别，这些信息包括物体本身固有属性、实时状态、环境特征等参数。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。感知层是物联网发展和应用的基础，关键技术包括 RFID、自组织网络、传感器、传感器网络等技术。同时，也涉及如芯片研发、通信协议研究、RFID 材料、智能节点供电等细分技术。

感知层包括海量的、多种类型传感器，每个传感器都是一个信息源，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。不同类别的传感器所捕获的信息内容和信息格式不同。传感器获得的数据具有实时性，它按一定的频率周期性地采集环境信息，不断更新数据。识别技术实现对物联网中物体标识和位置信息的获取。例如安装在设备上的 RFID 标签和用来识别 RFID 信息的扫描仪、感应器属于物联网的感知层。在感知层中被检测

的信息包括 RFID 标签内容，高速公路不停车信息获取、超市仓储物品识别与计数等都是基于这一类结构的物联网。

要产生真正有价值的信息，仅有射频识别技术是不够的，还需要传感技术。由于物联网通常处于自然环境中，传感器要长期经受恶劣环境的考验，因此，物联网对传感器技术提出了更高的要求。作为摄取信息的关键器件，传感器是现代信息系统和各种装备不可缺少的信息采集手段。例如用于战场环境信息收集的智能微尘（Smart Dust）网络，感知层由智能传感节点和接入网关组成，智能节点感知信息（温度、湿度、图像等），并自行组网传递到上层网关接入点，由网关将收集到的感应信息通过网络层提交到后台处理。环境监控、污染监控等应用也是基于这一类结构的物联网。另外，如在智能电网中，在变电站、输电线路等上面部署大量的温湿度传感器、SF₆ 传感器、电流电压传感器等，对相关的电器设备参数进行信息采集，并汇集数据进行智能分析、处理。在智能医疗中，对患者安装人体传感器（body sensor），对血液、脉搏、心率等进行感知，可以实现实时身体机能诊断和反馈，有利于对身体健康情况做及时检查，如图 1.5 所示。

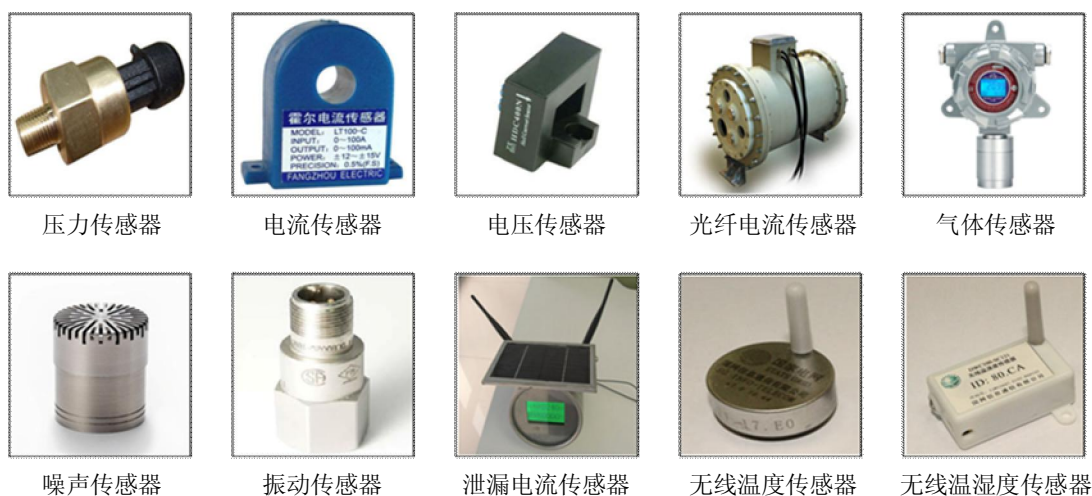


图 1.5 常见的几种传感器

但是，由于感知层的设备尤其是无线无源设备，在使用中会受到有限资源的限制，如低运算能力、低能量支撑、低存储容量等，通常采用轻量级的嵌入式软件系统与之适应，目的是采集信息和处理信号。有时还要通过自组织网络技术以协同工作的方式组成一个自组织的多跳网络进行数据传递。从数据处理能力和数据量来讲，数据采集和信号处理一般的数据量为 KB 量级，处理能力达到每秒百万级的机器语言指令级别；自组网协议组成的数据量为 MB 量级，处理能力在 10M IPS 级别。

1.2.2 网络层

物联网的网络层在现有的互联网和移动通信网基础上，由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统等组成，相当于人的神经中枢，负责传递和处理感知层获取的信息。网络层根据感知层的业务特征，优化网络特性，实现感知层与应用层之间信息的传递、路由和控制，实现物与物、物与人、人与人之间直接的通信，网络层包括接入网和核心网。接入

网为物联网终端提供网络接入、移动性管理等功能。接入网包括移动互联网、有线网、WiFi、WiMAX 等各种无线接入技术。接入网的异构性使得如何为终端提供移动性管理以保证异构网络间节点漫游和服务的无缝移动成为研究的重点。核心网是基于接口的统一、高性能、可扩展的网络,支持异构接入以及终端的移动性。核心网将会在很大程度上基于已有的电信网和互联网。网络层将是物联网信息的数据传输支撑通道。

网络层通过各种近距离通信技术、2G/3G/4G/5G 通信技术、NGN 技术、卫星通信技术、异构网融合技术、自适应网络传输技术等多种通信技术实现感知数据上传。包括:蓝牙 (Bluetooth) 无线网络技术,该技术属于无线数据与语音通信的开放性全球规范,通过低带宽电波实现点对单/多点的低成本、短距离连接。ZigBee 技术是一种基于 IEEE802.15.4 的低功耗、低传输速率、架构简单的短距离无线通信技术。WiFi (Wireless Fidelity) 技术是基于美国电子和电气工程师协会 IEEE802.11 网络规范,现阶段主要使用的标准有 IEEE802.11a 和 IEEE802.11b。其主要特性为:速度快、可靠性高。WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) 技术,即“全球微波互联接入技术”,其属于城域网 (MAN) 技术,可以为高速数据应用提供更出色的移动性。WAPI (WLAN Authentication and Privacy Infrastructure, 无线局域网鉴别与保密基础结构) 是中国自主研发的,拥有自主知识产权的无线局域网安全接入技术标准。WAPI 是针对 IEEE802.11 中 WEP 协议安全问题提出的,主要特点是采用基于公钥密码体系的证书机制,真正实现了移动终端 (MT) 与无线接入点 (AP) 间双向鉴别。WAPI 同时也是中国无线局域网强制性标准中的安全机制。WLAN 像红外线、蓝牙等协议一样,是无线传输协议的一种。GPRS (General Packet Radio Service) 技术,即:通用无线分组业务是一种基于全球手机系统 GSM (Global System for Mobile Communications) 的无线分组交换技术,按照统计复用的方式提供端到端的、广域的无线 IP 连接。

现有各种通信网针对各自的客户目标而设计,因此形成了目前多种异构网络并存的局面。物联网中有多种设备需要接入,因此物联网必须是异构泛在的。由于物体可能是移动的,因此物联网的网络层必须具有移动性,从而实现无缝透明的接入。

1.2.3 应用层

物联网应用层利用经过分析处理的感知数据,采用海量数据处理、云计算等技术,为用户提供各种智能化服务。物联网的应用可分为监控型 (智能视频、物流监控、环境感知、人脸识别、车辆识别等),查询型 (智能检索、远程抄表),控制型 (智能交通、智能家居、路灯控制),扫描型 (门禁系统、手机钱包、高速公路不停车收费) 等。应用层是物联网和用户 (包括人、组织和其他系统) 的接口,它与行业需求结合,实现物联网的智能应用。应用层是物联网发展的目的,软件开发、智能控制技术将会为用户提供丰富多彩的物联网应用。

物联网应用是物联网最终目的和核心灵魂,是物联网产业的核心价值所在,物联网发展最终也必然是以数据智能化应用为主。物联网用途广泛,遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、环境监测、个人护理、健康维护、花卉栽培、水系监测、食品溯源、敌情侦查和情报搜集等多个领域。如图 1.6、图 1.7 所示。

目前已经有比较成熟的物联网应用,譬如在上海浦东国际机场防入侵系统中用到大量物联网技术,该系统铺设了 3 万多个传感节点,覆盖了地面、栅栏和低空探测,可以防止人员的翻越、偷渡、恐怖袭击等攻击性入侵。济南园博园通过 ZigBee 路灯控制系统实现路灯照明节

能环保技术。2010 年，无锡 220 千伏西泾变电站成功投运，成为全国首座全面应用物联网技术的智能化变电站。变电站的监测控制系统全部采用 IEC-61850 通信协议，通过统一规约集成所有辅助系统，形成全站状态监测统一的分析平台。用传感器替代人工或传统报警装置提升了变电站整体辅助系统的水准，从安保到消防、排水、温控，各系统对外界变化和异常的感知应变能力都明显增强，对主设备形成更全面的保护。防入侵系统以多种传感器组成协同感知网络，能将探测分析、阻挡延缓、复核响应相结合，预防和阻止所有形式的非正常进入；温湿度传感器则遍布设备周围的空间，能准确向系统传递实时数据，弥补了过去用空调控制室温无法顾及到所有设备空间的局限性。



图 1.6 物联网典型应用



图 1.7 物联网产业体系示意图

1.2.4 物联网安全

物联网是通过部署大量智能终端和设备，来感知并采集海量的实时数据、非实时数据、结构化数据、非结构化数据，进行信息传输及交换，通过信息处理系统进行信息加工及决策。因此，物联网除了传统网络安全威胁之外，还存在着一些特殊安全问题。物联网的安全和隐私技术包括安全体系架构、网络安全技术、智能终端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。物联网各层次主要防护措施如图 1.8 所示。

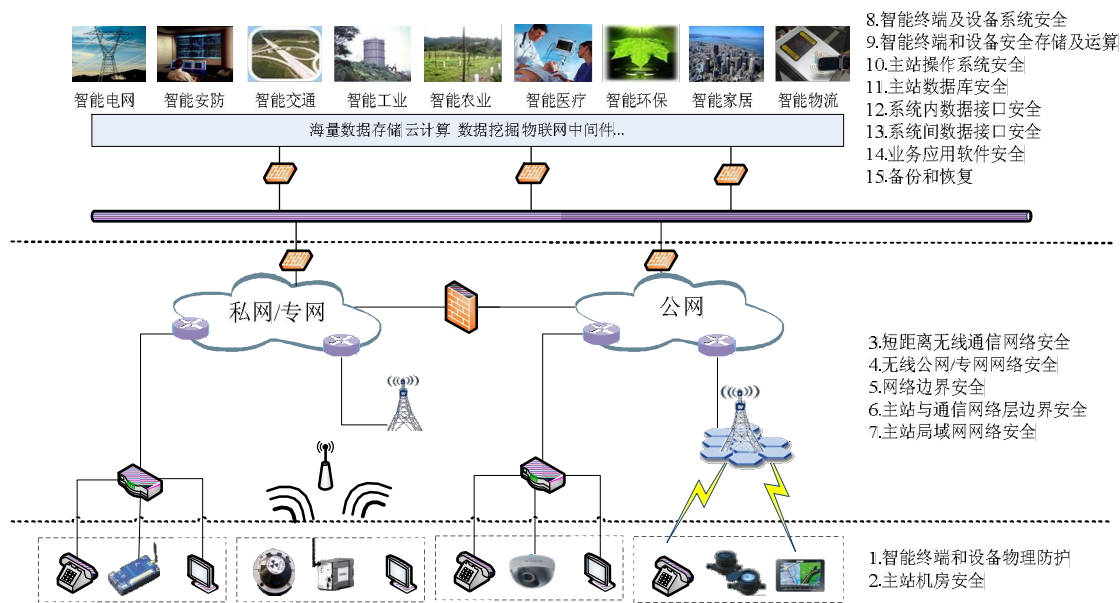


图 1.8 物联网各层次防护措施示意图

物联网安全防护是基于信息安全风险分析，依据以信息安全法律法规，以防止物联网系统服务中断、防止恶意渗透攻击、防止智能终端和设备被非法操控、防止业务数据篡改或丢失为目标，提出边界防护、区域防护、节点防护和核心防护四个层面，及不同层次面向的重点安全防护技术，从物理安全、环境安全、区域边界安全、通信安全、管理中心安全及应急处理等几个方面进行全方面分析，如表 1.2 所示。

表 1.2 物联网安全技术

	边界防护	区域防护	节点防护	核心防护
物理安全	访问控制技术			
		EPC 设备安全技术	EPC 设备安全技术	
		抗电磁干扰技术		
安全计算环境	授权管理技术	授权管理技术	授权管理技术	授权管理技术
	身份认证技术	身份认证技术	身份认证技术	身份认证技术
	自主/强制/角色访问控制技术	自主/强制/角色访问控制技术	自主/强制/角色访问控制技术	自主/强制/角色访问控制技术

续表

	边界防护	区域防护	节点防护	核心防护
			异常节点识别技术	
			标签数据源认证技术	
			安全封装技术	安全封装技术
	系统审计技术	系统审计技术	系统审计技术	系统审计技术
			数据库安全防护技术	数据库安全防护技术
	密钥管理技术	密钥管理技术	密钥管理技术	
	可信接入	可信接入	可信接入	
			可信路径	可信路径
安全 区域 边界	网络访问控制技术			
			节点设备认证技术	
		数据机密性与完整性技术	数据机密性与完整性技术	数据机密性与完整性技术
	指令数据与内容数据分离	指令数据与内容数据分离		
	数据单向传输技术	数据单向传输技术		
	入侵检测技术	入侵检测技术	入侵检测技术	
	非法外联检测技术			
	恶意代码防范技术	恶意代码防范技术	恶意代码防范技术	恶意代码防范技术
安全 通信 网络	物理链路专用	物理链路专用		
	链路逻辑隔离技术	链路逻辑隔离技术		
	加密与数字签名技术	加密与数字签名技术	加密与数字签名技术	
	消息认证技术	消息认证技术	消息认证技术	
安全 管理 中心	业务准入与接入控制	业务准入与接入控制	业务准入与接入控制	
		EPCIS 管理技术	EPCIS 管理技术	
	入侵检测	入侵检测	入侵检测	入侵检测
	违规检查	违规检查	违规检查	违规检查
	EPC 取证技术	EPC 取证技术	EPC 取证技术	EPC 取证技术
	EPC 策略管理	EPC 策略管理	EPC 策略管理	
	审计管理技术	审计管理技术	审计管理技术	审计管理技术
	授权管理技术	授权管理技术	授权管理技术	
应急 响应 恢复 与 处置	异常与报警管理	异常与报警管理	异常与报警管理	异常与报警管理
		容灾备份技术	容灾备份技术	
	故障恢复技术	故障恢复技术	故障恢复技术	故障恢复技术
	数据恢复与销毁技术	数据恢复与销毁技术	数据恢复与销毁技术	数据恢复与销毁技术
			安全事件处理与分析技术	

物联网的安全也存在着自身的安全和他方的安全问题。其中自身的安全就是物联网是否会被攻击而变得不可信，其重点表现在如果物联网出现了被攻击、数据被篡改等，并致使其出现了与所期望的功能不一致的情况，或者不再发挥应有的功能，那么依赖于物联网的控制结果将会出现灾难性的问题，如工厂停产或出现错误的操控结果。这一点通常称之为物联网的安全问题。而他方的安全则涉及的是通过物联网来获取、处理、传输的用户的隐私数据，如果物联网没有防范措施则会导致用户隐私的泄露。这一点通常称之为物联网的隐私保护问题。因此，人们习惯于说物联网的安全与隐私保护问题是最让人困惑的物联网安全问题，如表 1-3 所示。

表 1.3 物联网的安全与隐私面对的问题

安全与隐私领域	存在的问题
社会伦理	公众意识、消费者权益、信息泄露、消费者宣传工作、匿名访问机制
经济市场	自我调节/自我规范能力、行业规范、隐私凭证、商业优势、标准
技术	技术保障、安全级别、加密、无障碍访问、保密、数据完整性、认证/授权、隐私、安全性强化、各种技术、标识管理、存储数据的抗抵赖能力
法律法规	允许/批准机制、数据收集限制、使用限制、开放性、问责制、数据所有权

来源：《物联网战略研究路线图》欧盟，2009

就信息安全而言，我们通常将之分为四个层次，包括物理安全：即信息系统硬件方面，或者说是表现在信息系统电磁特性方面的安全问题；运行安全：即信息系统的软件方面，或者说是表现在信息系统代码执行过程中的安全问题；数据安全：即信息自身的安全问题；内容安全：即信息利用方面的安全问题。物联网作为以控制为目的的数据体系与物理体系相结合的复杂系统，一般不会考虑内容安全方面的问题。但是，在物理安全、运行安全、数据安全方面则与互联网有着一定的异同性。这一点需要从物联网的构成来考虑。

物联网的安全形态表现在感知节点、传输系统以及处理系统三个方面。

在感知节点的安全方面，包括对传感器的干扰、屏蔽、信号截获等，这一点应该说是物联网的特殊所在；就运行安全而言，则存在于各个要素中，即涉及到传感器、传输系统及信息处理系统的正常运行，这方面与传统的信息安全基本相同；数据安全也是存在于各个要素中，要求在传感器、传输系统、信息处理系统中的信息不会被窃取、被篡改、被伪造、被抵赖。但这里面传感器与传感网所面临的问题比传统的信息安全更为复杂，因为传感器与传感网可能会因为能量受限的问题而不能运行过于复杂的保护体系。

从保护要素的角度来看，物联网的保护要素仍然是可用性、机密性、可鉴别性与可控性。由此可以形成一个物联网安全体系。其中可用性是从体系上来保障物联网的健壮性、鲁棒性与可生存性；机密性是要构建整体的加密体系来保护物联网的数据隐私；可鉴别性是要构建完整的信任体系来保证所有的行为、来源、数据的完整性等都是真实可信的；可控性是物联网最为特殊的地方，是要采取措施来保证物联网不会因为错误而带来控制方面的灾难。包括控制判断的冗余性、控制命令传输渠道的可生存性、控制结果的风险评估能力等。

总之，物联网安全既包括传统信息、通信安全需求，又包括物联网自身特色所面临的新的特殊需求。

1.3 国际物联网发展现状

物联网的发展推动了信息产业发展的第三次浪潮。随着 RFID 技术、传感技术、通信技术、智能嵌入技术、云计算等关键技术的迅猛发展，物联网及其相关产业得到迅速升级，世界发达国家纷纷在物联网领域加快研发进程。美国的“智能的地球”、日本的“i-Japan”、韩国的“U-Korea”、欧盟的“欧洲数字计划”、新加坡的“下一代 I-Hub 计划”以及中国的“感知中国”等战略纷纷开始部署。这些战略充分融合各种信息技术，突破互联网的现状，向感知层和应用层逐步延伸，将物体接入信息网络，实现“物联网”。

1.3.1 美国

美国非常重视物联网的战略地位，在国家情报委员会（NIC）发表的《2025 对美国利益潜在影响的关键技术》报告中，将物联网列为六种关键技术之一。美国国防部在 2005 年将“智能微尘”（Smart Dust）列为重点研发项目。国家科学基金会的“全球网络环境研究”（GENI）把在下一代互联网上组建传感器子网作为其中重要一项内容。2009 年 2 月，奥巴马总统签署生效的《2009 年美国恢复与再投资法案》中提出在智能电网、卫生医疗信息技术应用和教育信息技术进行大量投资，这些投资建设与物联网技术直接相关。物联网与新能源一起，成为美国摆脱金融危机振兴经济的两大核心武器。

美国在物联网的发展方面具有优势地位，EPC Global 标准已经在国际上取得主动地位，许多国家采纳了这一标准架构。并且，美国在物联网技术研究开发和应用方面一直居世界领先地位，RFID 技术最早在美国军方使用，无线传感网络也首先用在作战时的单兵联络。新一代物联网、网格计算技术等也首先在美国开展研究，新近开发的各种无线传感技术标准主要由美国企业所掌控。在智能微机电系统（MEMS）传感器开发方面，美国也领先一步。例如，佛罗里达大学和飞思卡尔半导体公司开发的低功耗、低成本的 MEMS 运动传感器、Rutgers 大学开发的多模无线传感器（MUSE）多芯片模块、伊利诺斯州 Urbana-Champaign 大学开发的热红外（IR）无线 MEMS 传感器等，这些技术将为物联网发展奠定良好的基础。

在国家层面上，美国在更大大方位地进行信息化战略部署，推进信息技术领域的企业重组，巩固信息技术领域的垄断地位；在争取继续完全控制下一代互联网（IPv6）的根服务器的同时，在全球推行 EPC 标准体系，力图主导全球物联网的发展，确保美国在国际上的信息控制地位。美国全面推进物联网发展。一方面，政府以大量资金持续支持物联网相关技术产业发展，2015 年宣布投入 1.6 亿美元推动智能城市计划，将物联网应用试验平台的建设作为首要任务。美国能源部组建“智能制造创新机构”，投入多达 7000 万美元推动先进传感器、控制器、平台和制造建模技术的研发。另一方面，为推动技术应用发展，政府加大政策支持力度。2014 年 7 月，美国联邦通信委员会（FCC）发布了电子标签新指南，建议带屏幕的消费电子设备可在屏幕上显示数字标签，从而取代原来的固定铭牌或蚀刻标签；美国加州发放无人驾驶汽车许可，谷歌、奥迪和奔驰成为首批获得许可的企业；智能物流领域，美国邮政局采用物联网技术改善邮政营运、基础设施以及产品与服务；工业制造领域，美国政府将以物联网技术为根基的网络物理系统（CPS）列为扶持重点，并加快以 CPS 为核心的“工业互联网（Industrial

Internet)”战略布局。

1.3.2 欧盟

欧盟非常重视物联网的研究与推进。2005 年 4 月, 欧盟执委会正式公布了欧盟信息通信政策框架“i2010”, 提出整合不同的通信网络、内容服务、终端设备, 以提供一致性的管理架构来适应全球化的数字经济, 发展更具市场导向、弹性及面向未来的技术。2006 年 9 月, 当值欧盟理事会主席国芬兰和欧盟委员会共同发起举办了欧洲信息社会大会, 主题为“i2010-创建一个无处不在的欧洲信息社会”。

2009 年, 欧盟提出《物联网研究路线图》, 将物联网研究划分为十个层面: 一是感知, ID 发布机制与识别; 二是物联网宏观架构; 三是通信 (OSI 参考模型的物理层与数据链路层); 四是组网 (OSI 参考模型的网络层); 五是软件平台、中间件 (OSI 参考模型的网络层以上各层); 六是硬件; 七是情报提炼; 八是搜索引擎; 九是能源管理; 十是安全。

欧洲智能系统集成技术平台 (EPoSS) 在《Internet of Things in 2020》报告中分析预测, 未来物联网的发展将经历四个阶段, 2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域, 2010—2015 年物体互联, 2015—2020 年物体进入半智能化, 2020 年之后物体进入全智能化。

从目前的发展看, 欧盟已推出的物联网应用主要包括以下几方面:

(1) 具有照相或使用近域通信, 基于网络的移动手机。目前, 这种使用呈现了增长的趋势。

(2) 随着各成员国在药品中开始使用专用序列码的情况逐渐增加, 确保了药品在到达病人前均可得到认证, 减少了制假、赔偿、欺诈和分发中的错误。由于使用了序列码, 可方便地追踪到用户的产品, 大大提高了欧洲在对抗不安全药品和打击制假方面措施的力度和能力。

(3) 一些能源领域的公共性公司已开始部署智能电子材料系统, 为用户提供实时的消费信息, 同时, 使电力供应商可对电力的使用情况进行远程监控。

(4) 在一些传统领域, 比如: 物流、制造、零售等行业, 智能目标推动了信息交换, 增加了生产周期的效率。

目前欧盟重构物联网创新生态体系。欧盟在 2015 年成立了横跨欧盟及产业界的物联网创新联盟 (AIOTI), 并投入 5000 万欧元, 通过咨询委员会和推进委员会统领新的“四横七纵”体系架构, 统筹原本散落在不同部门和组织的能力资源, 协同推进欧盟物联网整体跨越式创新发展。其中, 四横指项目设置、价值链重塑、标准化、政策导向四大横向基础支撑, 七纵指家居、农业、可穿戴、智能城市、交通、环保和制造七大行业纵深领域。欧盟计划 2016 年投入超过 1 亿欧元支持物联网大范围示范和未来物联网重点领域, 英国政府追加投资 4500 万英镑, 并向由英国电信、劳斯莱斯、处理器厂商 ARM 和军用品厂商 BAE 等 40 余家公司组成的 HyperCat 联盟注资, 用于研发 HyperCat 标准, 为物联网开发通用规范; 德国政府投资 2 亿欧元支持工业 4.0, 并投入 800 万欧元加强物联网信息安全领域的研发。

1.3.3 日韩

日本是第一个提出“泛在”战略的国家。2001 年开始实施的 e-Japan 战略以互联网发展的宽带化为核心大力进行基础设施建设; 2003 年及时调整 e-Japan 战略, 制定了 e-Japan II 战略, 将重点转向推进 ICT 技术在医疗、食品、生活、金融、教育、就业和行政 7 个重点领域

率先应用。2005 年提出并开始实施 u-Japan，通过建立更高层次的无处不在的网络连接（即泛在网），实现基于泛在网络之上的新创意、新价值。2009 年，日本政府提出 i-Japan 战略，阐述了实现数字化社会的战略。日本政府认识到，目前已进入到将各种信息和业务通过互联网提供的“云计算”时代。日本政府希望通过执行 i-Japan 战略，开拓支持日本中长期经济发展的新产业，大力发展以绿色信息技术为代表的环境技术和智能交通系统等重大项目。

其中，日本的 u-Japan、i-Japan 战略与“物联网”概念有许多共通之处。2008 年，日本总务省提出“u-Japan xICT”政策。“x”代表不同领域乘以 ICT 的含义，一共涉及三个领域——“产业 xICT”“地区 xICT”“生活（人）xICT”。将 u-Japan 政策的重心从之前的单纯关注居民生活品质提升拓展到带动产业及地区发展，即通过各行业、地区与 ICT 的深度融合，进而实现经济增长的目的。

例如 2009 年 7 月，日本 IT 战略本部颁布了日本新一代的信息化战略——“i-Japan”战略，为了让数字信息技术融入每一个角落，首先将政策目标聚焦在三大公共事业：电子化政府治理、医疗健康信息服务、教育与人才培育，提出到 2015 年，透过数字技术达到“新的行政改革”，使行政流程简化、效率化、标准化、透明化，同时推动电子病历、远程医疗、远程教育等应用的发展。

日本泛在网络发展的优势在于其有较好的嵌入式智能设备和无线传感器网络技术基础，泛在识别（UID）的物联网标准体系就是建立在日本开发的 TRON（The Real-time Operating system Nucleus，即实时操作系统内核）的广泛应用基础上。该项目的目标是实现一个“泛在的计算环境”，即让所有“物体”相互“沟通”，协调运行，以实现高度信息化的社会环境。为实现节能高效的嵌入式计算结构，TRON 项目开发了 T-Engine 解决方案用于高效开发实时嵌入式系统，它由开放式标准平台、标准化硬件结构（T-Engine）与标准开源实时开发系统核心（T-Kernel）组成。日本大力推进农业物联网，计划十年内普及农用机器人，预计 2020 年市场规模将达到 50 亿日元。

韩国政府自 1997 年起出台了一系列推动国家信息化建设的产业政策。2006 年韩国提出了为期十年的 U-Korea 战略。在 U-IT839 计划中，确定了八项需要重点推进的业务，物联网是泛在家庭网络、汽车通信平台、基于位置的服务等业务的实施重点。2009 年，韩通信委员会通过了《物联网基础设施构建基本规划》，确定了构建物联网基础设施、发展物联网服务、研发物联网技术、营造物联网扩散环境等。U-Korea 旨在建立无所不在的社会（ubiquitous society），也就是在民众的生活环境里布建智能型网络（如 IPv6、BcN、USN）、最新的技术应用（如 DMB、Telematics、RFID）等先进的信息基础建设。2015 年起，韩国未来科学创造部和产业通商资源部将投资 370 亿韩元用于物联网核心技术以及 MEMS 传感器芯片、宽带传感设备的研发，另外 123 亿韩元来自韩国的私营企业。

1.4 我国物联网的现状与展望

2009 年 8 月 7 日，温家宝视察无锡微纳传感网工程技术研发中心并发表重要讲话之后，“物联网”概念在国内迅速升温。与国外相比，我国物联网发展在最近几年取得了重大进展。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》和“新一代宽带移动无线通信网”重大专项中均将传感网列入重点研究领域。目前，我国传感网标准体系已形成初步框架，向国

际标准化组织提交的多项标准提案被采纳, 传感网标准化工作已经取得积极进展。

1.4.1 发展状况

目前, 我国物联网发展与全球其他国家同处于起步阶段, 初步具备了一定的技术、产业和应用基础, 呈现出良好的发展态势。产业发展初具基础。无线射频识别 (RFID) 产业市场规模超过 100 亿元, 其中低频和高频 RFID 相对成熟。全国有 1600 多家企事业单位从事传感器的研制、生产和应用, 年产量达 24 亿只, 市场规模超过 900 亿元, 其中, 微机电系统 (MEMS) 传感器市场规模超过 150 亿元; 通信设备制造业具有较强的国际竞争力。建成全球最大的技术先进的公共通信网和互联网。机器到机器 (M2M) 终端数量接近 1000 万, 形成全球最大的 M2M 市场之一。

我国在芯片、通信协议、网络管理、协同处理、智能计算等领域开展了多年技术攻关, 已取得许多成果。在传感器网络接口、标识、安全、传感器网络与通信网融合、物联网体系架构等方面相关技术标准的研究取得进展, 成为国际标准化组织 (ISO) 传感器网络标准工作组 (WG7) 的主导国之一。2010 年, 我国主导提出的传感器网络协同信息处理国际标准获正式立项, 同年, 我国企业研制出全球首颗二维码解码芯片, 研发了具有国际先进水平的光纤传感器, TD-LTE 技术正在开展规模技术试验。

1. 我国的物联网战略

在 2009 年 12 月的国务院经济工作会议上, 明确提出了要在电力、交通、安防和金融行业推进物联网的相关应用。我国已在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机和移动基站等方面取得重大进展, 拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链。目前, 我国传感网标准体系已形成初步框架, 向国际标准化组织提交的多项标准提案已被采纳, 中国与德国、美国、韩国一起, 成为国际标准制定的主导国之一。

(1) 我国物联网战略实施的阶段划分

信息化应用是驱动产业发展的引擎是技术与产业发展结合的纽带。我国物联网产业发展要经历三个阶段, 分别为关键应用阶段、规模应用阶段和普遍应用阶段。

关键应用阶段: 以相关行业的领先企业为龙头, 探索工业信息化、农业信息化和社会信息化中的关键应用, 以应用创新拉动技术创新, 初步形成合理的产业格局和产业价值链。领先企业引领关键应用的产业化突破是这个阶段的关键, 这个阶段的成功与否对产业发展的前途至关重要。

规模应用阶段: 随着技术的演进, 进一步扩大物联网信息化应用的深度、范围和规模, 显著提升物联网应用的信息化份额, 形成物联网产业与传统产业融合互动的发展格局。

普遍应用阶段: 在全国城乡建立与经济社会发展需求相适应的普遍信息服务体系, 建成完善的物联网产业链和产业布局, 确立中国在全球物联网产业发展中的核心地位。

(2) 我国物联网战略规划的指导原则

1) 自主创新原则。自主创新原则是指力争在若干核心技术领域达到国际先进水平或者领先水平。

2) 产业化原则。产业化原则是指确定企业在物联网发展过程中的主体地位, 企业之间加强沟通合作形成完整的具有国际竞争力的产业链。

3) 开放原则。开放原则是指密切跟踪技术发展前沿, 注重借鉴国外先进技术, 推进共赢

合作。

4) 协作原则。协作原则是指加强政府各部门之间的沟通协调, 重视企业、高等院校及科研院所之间的协作, 共同推进技术进步。

2. 国家物联网的建设实施

目前, 我国物联网在安防、电力、交通、物流、医疗、环保等领域已经得到应用, 且应用模式正日趋成熟。在安防领域, 视频监控、周界防入侵等应用已取得良好效果; 在电力行业, 远程抄表、输变电监测等应用正在逐步拓展; 在交通领域, 路网监测、车辆管理和调度等应用正在发挥积极作用; 在物流领域, 物品仓储、运输、监测应用广泛推广; 在医疗领域, 个人健康监护、远程医疗等应用日趋成熟。除此之外, 物联网在环境监测、市政设施监控、楼宇节能、食品药品溯源等方面也开展了广泛的应用。

(1) 加快物联网标准的制定和推广

加快物联网标准的制定和推广, 形成有中国自主知识产权的物联网。全球金融危机背景下, 对我国来讲是一个赶超发达国家的机会。缺乏统一的标准阻碍产业发展已是业界的共识, 物联网标准体系既包括底层技术的标准, 如频率、调制方式、接口标准等, 也包括运营管理的标准, 如用户认证、业务流程、业务标识等语法和语义。要坚持技术和运营标准并重, 尽快建立一套完整的标准体系。2009年9月11日, 经国家标准化管理委员会批准, 全国信息技术标准化技术委员会组建了传感器网络标准工作组。

(2) 产业化推进

建立产业孵化基地, 通过试点示范项目推广应用。物联网发展的瓶颈不仅有技术问题, 更重要的是市场应用, 因此国内市场需求是产业竞争力提升的关键因素。通过物联网产业孵化基地, 为中小企业的创新提供资金、技术、人才、信息、管理、市场等方面的一站式服务, 培育自主创新能力, 加快科技成果的转化。目前, 物联网关键应用的主要客户以大型、超大型央企为主, 推广难度大, 需要政府平台的支持。在相关政府部门的指导下, 通过应用试点示范项目, 面向重点行业企业推广物联网关键应用, 形成产业化突破和规模化增长。

(3) 宽松的政策环境引导

健全物联网产业政策环境, 促进产业链健康发展。通过开放的产业投资政策、优惠的税收政策, 引导国有、民营、国际的各种资本向物联网产业倾斜, 打破行业壁垒, 允许跨行业投资, 建设基础设施和公共设施, 积极推广关键应用。尤其在产业启动阶段, 要鼓励产业链的开放, 在保障信息安全的前提下, 通过适度宽松的准入政策、价格政策等政策手段营造开放的产业环境, 为我国物联网的发展打下坚实的基础。

我国对国际上物联网的发展已引起高度重视, 并积极争取有所作为。下一代网络的研究开发步伐正在加快, 新一代互联网关键技术 IPv6 的开发进展与世界同步, 基于自主知识产权标准的第三代移动通信正在全国范围内推广, 国内许多城市加紧城市带宽化和无线城市正在加紧进行; 全国许多地方, 如北京、上海、浙江、江苏、大连、广东等, 以及许多行业, 如交通运输、零售、生产和食品安全、企业供应链管理等, 都在积极推进 RFID 应用, RFID 产业以迅猛的速度在增长。RFID 目前主要应用在电子票证/门禁管理、仓库/运输/物流、车辆管理、工业生产线管理、动物识别等领域, 中央政府也将 RFID 产业列入“十一五”计划, 相关部门投入大量资金实施了目前世界上最大的 RFID 项目(更换第二代居民身份证), 各地也积极地实施交通一卡通、校园一卡通、电子身份证、动物管理、液化气钢瓶的安全检测、大学生电子

购票防伪系统等项目。二维码技术方面，已广泛应用于动物溯源、汽车行业自动化生产线、公安、外交、军事等部门领域，比如中国移动与农业部合作推广的“动物标识溯源系统”，已经有数亿存栏动物贴上了二维码。

1.4.2 存在的问题

尽管我国物联网在产业发展、技术研发、标准研制和应用拓展等领域已经取得了一些进展，但应清醒地认识到，我国物联网发展还存在一系列瓶颈和制约因素，距离大规模产业化推广还存在很大差距，在技术研发和产品生产方面，还需要进一步推进。在核心技术和高端产品与国外差距较大，高端综合集成服务能力不强，缺乏骨干龙头企业，应用水平较低，且规模化应用少，信息安全方面存在隐患等。此外，还存在以下几个方面的问题：

（1）行业融合的难度大

物联网的发展目标是促进信息技术与其他行业的深度融合，这种融合会触及到企业的业务流程改变、机械设备改造、人员岗位调整等，必然会遇到较大阻力。

（2）缺乏统一的技术标准

物联网主要是跨行业、跨领域的应用，各行各业应用特点和用户需求不同，没有统一的标准和规范，造成物联网开发、集成、部署和维护的高成本，制约了物联网业务的规模应用。

（3）缺乏可持续的商业模式

物联网的产业链构成复杂，涉及终端制造商、应用开发商、网络运营商、最终用户等诸多环节，各环节利益分配困难，难以实现共赢，进而导致商业模式的不可持续，需要进行商业模式的创新和多元化。

（4）政策环境有待健全

随着物联网应用的推广，会涉及越来越多的国家安全、企业机密和个人隐私的信息，亟待出台保障信息安全、保护个人隐私的法令、法规，加强信息应用的监管。