

第一章

物联网技术概述



学习目标

1. 了解物联网的发展历程及基本内涵。
2. 熟悉国内外物联网的发展状况。
3. 掌握物联网的关键技术。



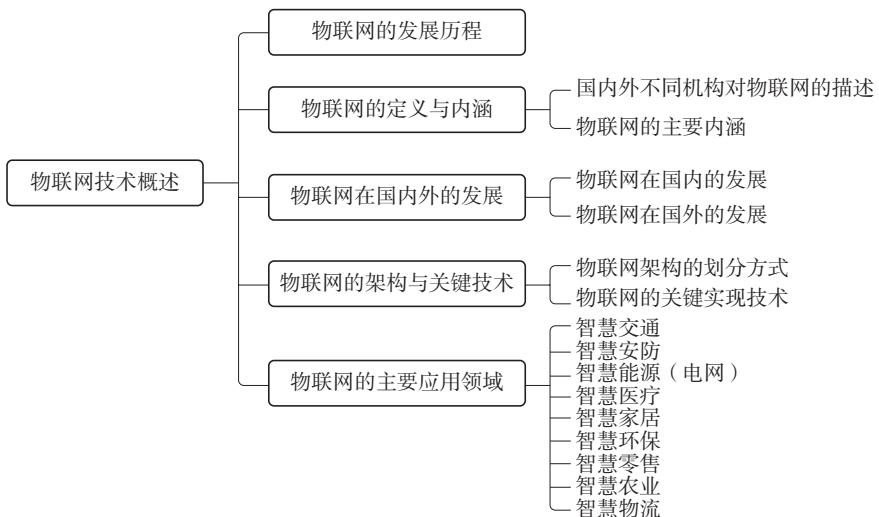
能力目标

1. 了解物联网在智慧交通、智慧安防、智慧能源等主要应用领域的作用和优势。
2. 熟悉利用物联网技术解决实际应用问题的步骤，提出有效的物联网应用方案。
3. 掌握学习和应用物联网技术的能力，能够持续关注物联网领域的技术发展和创新趋势。



素质目标

1. 了解物联网技术的基本概念，增强科技自信，初步激发探索和创新精神，培养对科技发展的积极态度。
2. 熟悉物联网技术在社会发展和改善民生中的重要作用，增强运用科技服务国家和人民的自觉性和主动性。
3. 掌握物联网技术发展的双刃剑效应，培养批判性思维，具备在技术应用中准确权衡利弊、独立作出明智决策的能力。

 思维导图

 导入案例


第一节 物联网的发展历程

物联网的发展历程可以分为萌芽期、初步发展期以及高速发展期。

萌芽期（1991—2004年）：1991年，美国麻省理工学院的Kevin Ashton教授提出物联网的概念。同年，剑桥大学计算机实验室开发的“特洛伊咖啡壶”（Trojan Room Coffee Pot）成为物联网的早期标志性应用，它是第一个通过网络摄像头实时监控的设备，展示了物体通过网络进行连接的可能性，但当时这并未被广泛视为物联网的一部分。1995年，比尔·盖茨在其《未来之路》一书中构想物物互联，但当时并未引起广泛关注。1999年，美国麻省理工学院首先提出物联网的定义，将物联网定义为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的网络。自此，对物联网的关注度逐渐提升。2003年，美国《技术评论》将传感网络技术列为改

变未来人们生活的十大技术之首。2004年,“物联网”这个术语开始出现在各种书中,并在媒体上传播。

初步发展期(2005—2008年):2005年11月17日,国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)发布了《ITU互联网报告2005:物联网》,该报告指出,无所不在的“物联网”通信时代即将来临,世界上所有的物体都可以通过因特网主动进行交换。RFID技术、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,这标志着物联网行业进入到初步发展期,物联网的概念日益深入人心。2007年第一部iPhone手机出现,为消费者提供了与世界联网设备互动的全新方式。2008年第一届国际物联网大会在瑞士苏黎世举行,标志着物联网正式走进大众视野。

高速发展期(2009年至今):2009年1月,美国政府将新能源和物联网确认为美国国家战略。2009年6月,欧盟委员会发表欧洲物联网行动计划,提出要加强对物联网的管理,促进行业发展。2009年,无锡市率先建立了“感知中国”研究中心,中国科学院、运营商、多所大学在无锡建立了物联网产业研究院,中国正式开始在物联网行业进行战略部署。欧盟、中国、美国在物联网行业的部署计划标志着物联网进入高速发展期。2010年,中国政府将物联网列为关键技术,并宣布物联网是其长期发展计划的一部分。2011年,德国政府在汉诺威工业博览会上正式提出“工业4.0”(Industrie 4.0)战略,旨在通过网络物理系统、物联网和云计算推动制造业数字化转型,被视为第四次工业革命的开端。2013年,谷歌眼镜正式发布,这是物联网和可穿戴技术的一个革命性进步。2015年,欧盟成立物联网创新联盟。同年,中国国务院正式发布《中国制造2025》规划,这是中国实施制造强国战略的第一个十年行动纲领,将物联网、云计算等新一代信息技术与制造业深度融合作为重点发展方向之一。2016年6月,第三代合作项目:无线接入网络(3GPP RAN)全会第72次会议在韩国釜山顺利召开,该会议中批准了3GPP协议相关内容,这标志着窄带物联网(narrow band internet of things, NB-IoT)标准核心协议的研究已经全部完成,NB-IoT即将进入规模商用阶段。2018年6月,3GPP全会批准了第五代移动通信技术标准独立组网功能冻结,5G已经完成第一阶段全功能标准化工作,进入了产业全面冲刺阶段。2021年,人工智能与物联网深度融合成为主流,智能化决策能力显著提升。物联网安全标准和协议也获得更多关注,ETSI发布了IoT安全标准EN 303 645,为消费级IoT设备提供安全基

准。2023 年, 卫星物联网技术取得突破, 为偏远地区提供了更可靠的连接方案, SpaceX、Amazon 等公司也加速部署低轨道卫星网络支持物联网应用。图 1-1 所示为物联网发展的关键时间点。



图 1-1 物联网发展的关键时间点

第二节 物联网的定义与内涵

一、国内外不同机构对物联网的描述

1. 麻省理工学院最早提出的物联网概念

早在 1999 年, 麻省理工学院的自动识别 (Auto-ID) 研究中心首先提出: 把所有物品通过 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。这种表述的核心是 RFID 技术和互联网的综合应用。RFID 标签可谓是早期物联网最为关键的技术与产品, 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。利用 RFID 技术, 通过计算机互联网实现物品的自动识别、互联与信息资源共享。

2. 国际电工委员会对物联网的定义

2005 年, 国际电工委员会在 *The Internet of Things* 报告中对物联网概念进行了扩展 (见图 1-2), 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。

3. 欧洲智能系统集成技术平台报告对物联网的阐释

2008 年 5 月 27 日, 欧洲智能系统集成技术平台在其发布的报告 *Internet of Things in 2020* 中, 分析预测了物联网的发展趋势。该报告认

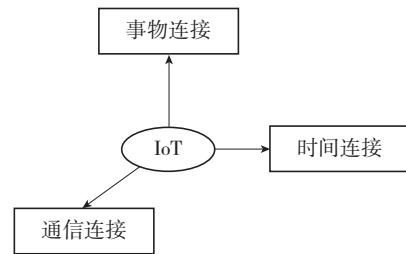


图 1-2 物联网概念拓展

为：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能的接口与用户、社会和环境进行通信。显然，对物联网的这个阐述说明 RFID 和相关的识别技术是未来物联网的基石，并侧重于 RFID 的应用及物体的智能化。

4. 欧盟第 7 框架下 RFID 和物联网研究项目组对物联网给出的解释

欧盟第 7 框架下 RFID 和物联网研究项目组对 RFID 和物联网进行了比较系统的研究后，在其 2009 年 9 月 15 日发布的研究报告中指出：物联网是未来互联网的一个组成部分，可以定义为基于标准和互通协议且具有自配置能力的动态全球网络基础设施，在物联网内的物理和虚拟“物件”具有身份、物理属性、拟人化等特征，它们能够被一个综合的信息网络所连接。

5. 工业和信息化部发文深入推动物联网全面发展的描述

工业和信息化部 2020 年 5 月发文部署深入推动物联网全面发展，提出建立 NB-IoT、4G 和 5G 协同发展的推动物联网综合生态体系，在深化 4G 网络覆盖、加快 5G 网络建设的基础上，以 NB-IoT 满足大部分低速率场景需求，以 LTE-Cat1 满足中等速率物联需求和话音需求，以 5G 技术满足更高速率、低时延联网需求。到 2020 年底，NB-IoT 网络实现县级以上城市主城区普遍覆盖，重点区域深度覆盖；推动物联网连接数达到 12 亿；推动 NB-IoT 模组价格与 2G 模组趋同，引导新增物联网终端向 NB-IoT 和 LTE-Cat1 迁移；打造一批 NB-IoT 应用标杆工程和 NB-IoT 百万级连接规模应用场景。同时明确，要着力完成加快推动物联网网络建设、加强推动物联网标准和技术研究、提升推动物联网应用广度和深度、构建高质量产业发展体系、建立健全推动物联网安全保障体系等五项重点任务。

6. 中国信息通信研究院发布《2022 年推动物联网发展报告》对物联网的分析

报告认为，推动物联网是新一代信息网络的重要组成部分，它有助于构建高速、智能、泛在、安全、绿色的新一代信息网络。报告指出，推动物联网发挥着双重作用：①它与传统基础设施融合，提升融合后基础设施的智能化水平。②它作为信息基础设施的关键元素，为数字经济发展提供强大动能。

该报告分析，当前推动物联网正在成为推动经济社会数字化转型的新引擎、促进信息通信业高质量发展的新动能、带动产业实力不断提升的新力量。我国推动物联网加速迈入新时代，推动物联网已经成为支撑数字经济蓬勃发展、助推千行百业数字化转型的重要网络“底座”。

二、物联网的主要内涵

关于物联网的比较准确的定义是：物联网是通过各种信息传感设备及系统（如传感器、射频识别系统、红外感应器、激光扫描器等）、条码与二维码、全球定位系统，按约定的通信协议，将物与物、人与物、人与人连接起来，通过各种接入网、互联网进行信息交换，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种信息网络。图 1-3 为物联网的现实定义。这个定义的核心是，物联网的主要特征是每一个物件都可以寻址，每一个物件都可以控制，每一个物件都可以进行通信。



图 1-3 物联网的现实定义

1. 物联网中的“物”的含义

要满足以下条件才能够被纳入“物联网”的范围。

- 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要有中央处理器 (central processing unit, 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要遵循物联网的通信协议。
- ⑨要在世界网络中有可被识别的唯一编号。

2. 三大特征

一般认为，物联网具有以下三大特征。

(1) 全面感知。物联网可利用 RFID、传感器、二维码等随时随地获取物体的信息。

(2) 可靠传递。物联网可通过无线网络与互联网的融合，将物体的信息实时、准确地传递给用户。

(3) 智能处理。物联网可利用云计算、数据挖掘以及模糊识别等人工智能技术，对海量的数据和信息进行分析和处理，对物体实施智能化的控制。

3. 三大主要含义

(1) 物联网是针对具有全面感知能力的物体及人的互联集合。如果两个或两个以上的物品能交换信息，即可称为物联。要使物品具有感知能力，需要在物品上安装不同类型的识别装置，如电子标签、条码与二维码等，或通过传感器、红外感应器等感知其存在。同时，物联网概念排除了传统网络系统中的主从关系，转而强调网络的自组织能力。

(2) 物联网必须遵循约定的通信协议，并通过相应的软硬件实现。互联的物品要互相交换信息，就需要实现不同系统中的实体通信。为了成功通信，它们必须遵守相关的通信协议，同时需要相应的软件、硬件来实现这些规则，并可以通过现有的各种接入网与互联网进行信息交换。

(3) 物联网可以实现对各种物品（包括人）进行智能化识别、定位、跟踪、监控和管理等功能，这也是组建物联网的目的。也就是说，物联网是指通过接口与各种无线接入网相连，进而联入互联网，从而给物品赋予智能，可以实现人与物的沟通和对话，也可以实现物与物之间的沟通和对话。

第三节 物联网在国内外的发展

一、物联网在国内的发展

2009年8月7日，温家宝总理在无锡考察时提出加快中国传感网的发展，建立中国的传感信息中心（“感知中国”中心）。2009年11月3日，温总理在首都科技界大会上的讲话中，将信息产业列为国家七大战略性新兴产业之一。2010年3月5日，物联网被首次写入政府工作报告，物联网发展进入国家层面的视野，中

国的“物联网元年”开始。2011年，国内物联网产业规模超过2600亿元，其中支撑层、感知层、传输层、平台层以及应用层分别占比2.7%、22.0%、33.1%、37.5%和4.7%，如图1-4所示。

2012年2月14日，工业和信息化部发布《物联网“十二五”发展规划》，提出到2015年，中国要在核心技术研发与产业化、关键标准研究与制定、产业链建立与完善、重大应用示范与推广等方面取得显著成效，初步形成创新驱动、应用牵引、协同发展、安全可控的物联网发展格局的目标。2012年9月3日，科技部公布《中国云科技发展“十二五”专项规划》，以加快推进云计算技术创新和产业发展。2013年2月17日，国务院发布《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》。2013年9月17日，国家发展改革委、工业和信息化部、科技部、教育部、国家标准委联合物联网发展部际联席会议成员单位制定了10个物联网发展专项行动计划。2014年，国内物联网产业规模突破6200亿元，同比增长24%。2015年3月，在十二届全国人大三次会议上，政府工作报告中提出制定“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展，引导互联网企业拓展国际市场。2015年底，随着物联网信息处理和应用服务等产业的发展，中国物联网产业规模增至7500亿元，“十二五”期间年复合增长率达到25%。

2016年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中提及要实施“互联网+”行动计划，发展物联网技术和应用，发展分享经济，促进互联网和经济社会融合发展。2016年12月，《“十三五”国家信息化规划》中提到要推动物联网感知设施规划布局，发展物联网开发应用，深化物联网在城市基础设施和生产经营中的应用。2017年1月，国家工业和信息化部发布了《物联网发展规划（2016—2020年）》，提出到2020年，具有国际竞争力的物联网产业体系基本形成，包含感知制造、网络传输、智能信息服务在内的总体产业规模突破1.5万亿元，智能信息服务的比重大幅提升。2018年7月11日，中国互联网协会在北京发布的《中国互联网发展报告（2019）》显示，截至2018年底，我国网络基础

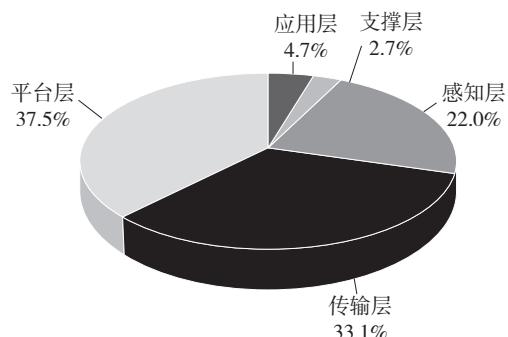
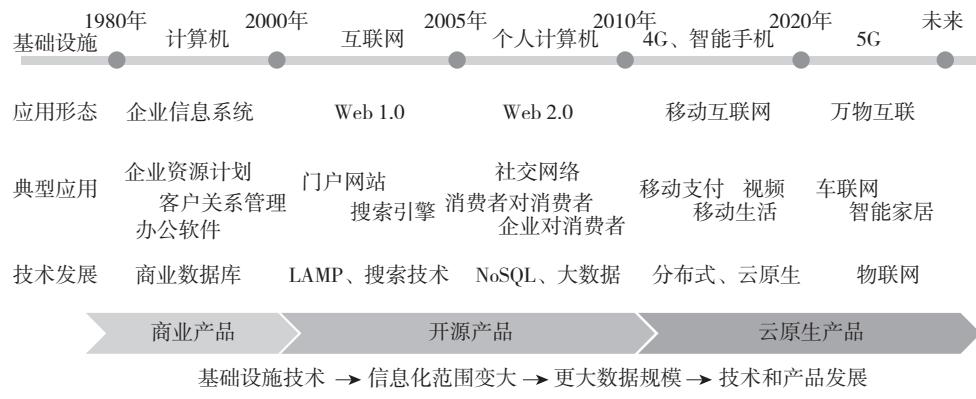


图1-4 2011年物联网各层占比情况

设施建设情况良好，云计算、大数据、5G 等前沿技术快速发展，电子政务应用等不断深入。

2019 年 4 月，工业和信息化部推进 IPv6 在网络各环节的部署和应用，为物联网等业务预留地址空间，提升数据容纳量。2019 年 6 月，工业和信息化部提出要加强网络数据保护，要求对全部基础电信产业、重点互联网企业以及主流 App 数据进行安全检查，并制定行业数据安全标准规范。据中国互联网协会发布的《中国互联网发展报告（2021）》，2020 年我国物联网产业迅猛发展，产业规模突破 1.7 万亿元。2021 年 9 月，工业和信息化部、中央网络安全和信息化委员会办公室等 8 部门联合印发《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021—2023 年）》，系统谋划未来三年物联网新型基础设施建设，并明确提出到 2023 年底，在国内主要城市初步建成物联网新型基础设施。2021 年 11 月，工业和信息化部印发《“十四五”信息通信行业发展规划》，明确了推动移动物联网发展相关部署工程，并提出了 20 亿的连接数发展目标。2022 年 9 月，我国 NB-IoT 基站数达到 75.5 万个，4G 基站总数达到 593.7 万个，5G 基站总数达到 222 万个，部署超 7900 张 5G 行业虚拟专网，为移动物联网应用创新发展打下坚实基础。2022 年 10 月，中国移动物联网连接规模突破 10 亿，已全面实现物联网连接数超过人联网连接数，步入“物超人”时代。图 1-5 给出了物联网在国内的发展历程。



二、物联网在国外的发展

物联网在美国、欧盟、日本等发达国家和地区已实现大规模发展与普及，发展物联网应用被视为巩固综合国力、促进经济增长的重要手段。全球移动通信系

统协会数据显示，2015 年全球物联网规模为 0.89 万亿美元，当时预计到 2020 年和 2025 年全球物联网市场规模分别为 1.9 万亿美元和 4 万亿美元。

1. 美国

2008 年，国际商业机器公司 (International Business Machines Corporation, IBM) 提出“智慧地球”理念后，得到奥巴马政府的响应。《2009 年美国复苏与再投资法案》提出，要在电网、教育、医疗等领域加大政府投资力度，带动物联网技术的研发应用，发展物联网成为美国推动经济复苏和重塑其国家竞争力的重点。2010—2011 年，美国联邦政府颁布了关于政府机构采用云计算的政府文件以及联邦政府云战略，前者提出了制定一个政府层面风险授权的计划，建议对云计算服务商进行安全评估和授权认定，通过“一次认证，多次使用”的方式加速云计算的评估和结果的获取，从而降低风险评估的费用，增强政府管理目标的开放性和透明度，积极推广云计算在政府各部门的应用。2015 年是美国电信公司 (American Telephone and Telegraph, AT&T) 物联网业务发展的关键一年。AT&T 专门成立了“移动和商业”事业部门，把车联网、物联网业务当作未来最大的利润增长点，其目标是通过提供更加多样化的服务，使更多的营收来自车联网和物联网。2016 年第一季度，AT&T 网内新增 120 万个连接设备，其中包括 100 万辆汽车。2020 年 3 月，美国时任总统特朗普签署《5G 与后 5G 安全法案》。几经波折，《2020 年物联网网络安全改进法案》被特朗普正式签署为法律。2021 年 11 月，美国国家标准与技术研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 正式发布《联邦政府物联网设备网络安全指南》(SP 800-213) 并随附《物联网设备网络安全需求目录》(SP 800-213 A)。

2. 欧盟

2009 年 6 月发布的《欧盟物联网行动计划》，目的是确保欧洲在构建物联网的过程中起主导作用，并提出了 14 项物联网行动计划。2009 年 9 月发布的《欧盟物联网战略研究路线图》，提出欧盟到 2010、2015、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领域。2010 年，在欧盟第七框架计划 (framework program 7, FP7) 发布的《2011 年工作计划》中，确立了 2011 年至 2012 年期间信息与通信技术 (information and communications technology, ICT) 领域需要优先发展的项目。2013 年，欧盟通过“Horizon 2020”

计划，针对之前 FP7 的研发重点计划提出更全面和国际化的规划，旨在利用科技创新促进经济增长、增加就业。2015 年 5 月，欧盟通过数字单一市场策略，强调通过避免数字市场的碎片化和促进共同的技术及标准来推动物联网等数字技术的可持续发展。从 2014 年到 2017 年，欧盟共投资 1.92 亿欧元用于物联网的研究和创新。欧盟先后在 2015 年成立“物联网联盟”、2016 年启动“物联网欧洲平台倡议”和物联网大规模试点计划，以及 2018 年启动解决物联网安全和隐私问题的一组项目。“地平线 2020”在 2014—2020 年为物联网相关的研究、创新和部署提供了近 5 亿欧元资助。

3. 日本

2009 年 3 月，日本总务省通过《数字日本创新计划》，物联网广泛应用于“泛在城镇”“泛在绿色 ICT”“不撞车的下一代智能交通系统”等项目中。2012 年，日本总计发展物联网用户（放号量）超过 317 万，主要分布在交通、监控、远程支付（包括自动贩卖机）、物流辅助、抄表等 9 个领域。2015 年，日本发布中长期信息技术发展战略《i-Japan 战略 2015》，其目标是“实现以国民为中心的数字安心、活力社会”。在物联网平台建设方面，日本于 2015 年 10 月成立物联网推进联盟。在物联网应用于电力行业方面，2016 年 6 月，日本中部电力公司和 NEC 合作开发相关系统。该系统旨在通过物联网技术优化火力发电厂的运营，创造新商机并扩展服务至国外市场。日本政府在 2020 年春天开始正式投入资源，主导进行数字管理准则与数字转型评价制度。从工业 4.0 开始进行数字化，日本出现了社会 5.0，运用物联网配合各项技术，在许多地方产生了效果。影响层面更广、更快、更多方面，值得今后深入关注其发展动向。

4. 韩国

2009 年 10 月，韩国通信委员会出台了《物联网基础设施构建基本规划》，明确了把物联网市场作为经济新增长动力的定位。2011 年 3 月，韩国知识经济部在经济政策调整会议上发布了隶属于“+α 产业培育战略”的一部分的“RFID 推广战略”。在 2011 年 5 月召开的经济政策调整会上，韩国放送通信委员会、行政安全部和知识经济部联合作出决定，计划到 2014 年前，向云计算领域投入 6 146 亿韩元（约合 6 亿美元），大力培育云计算产业，使韩国在 2015 年发展成为全球“云计算”强国。2014 年 5 月，韩国发布了《物联网基本规划》。在规划中，韩国政府提出成为“超联数字革命领先国家”的战略愿景。

2016年是韩国物联网元年，韩国两大通信运营商SK电信和韩国电信争先部署物联网，目的是第一时间实现商用。根据韩国政府的报告，2016年韩国的物联网市场规模达到5.3万亿韩元（约合324亿元人民币），较2015年的4.8万亿韩元（约合294亿元人民币），增长了10.4%。截至2021年7月，195个LoRa基站已在首尔三个区进行了建设部署。

第四节 物联网的架构与关键技术

一、物联网架构的划分方式

物联网已成为目前IT业界的新兴领域，引发了相当热烈的研究和探讨。不同的视角所理解的物联网概念不同，所涉及的关键技术也不相同。可以确定的是，物联网技术涵盖了从信息获取、传输、存储、处理直至应用的全过程，在材料、器件、软件、网络、系统各个方面都要有所创新才能促进其发展。

目前，按照自下而上的思路，主流的物联网体系架构可以分为感知层、网络层和应用层。根据不同的划分思路，也可以将物联网系统分为信息感知层、物联网接入层、网络传输层、智能处理层和应用接口层。本节对当前主流的三层体系架构进行分析，如图1-6所示。

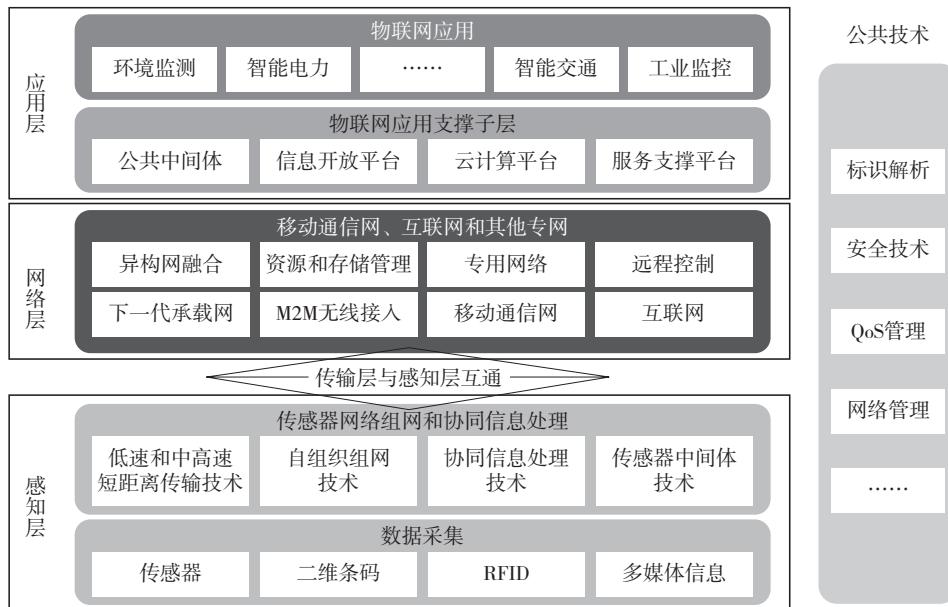


图1-6 物联网三层体系架构

感知层是物联网三层体系架构中最基础的一层，也是最核心的一层。感知层的作用是通过传感器对物质属性、行为态势、环境状态等各类信息进行大规模的、分布式的获取与状态辨识，然后采用协同处理的方式，针对具体的感知任务对多种感知到的信息进行在线计算与控制并作出反馈，是一个万物交互的过程。感知层是实现物联网全面感知的核心层，主要完成的是信息的采集、传输、加工及转换等工作。

网络层作为整个体系架构的中枢，起到承上启下的作用，解决的是感知层在一定范围、一定时间内所获得的数据传输问题，通常以解决长距离传输问题为主。这些数据可以通过企业内部网、通信网、互联网、各类专用通用网、小型局域网等网络进行传输和交换。网络层关键的长距离通信技术主要包含有线、无线通信技术及网络技术等，以 4G、5G 等为代表的通信技术为主，可以预见未来 6G 技术将成为物联网技术的一大核心。

应用层位于三层架构的顶层，主要解决的是信息处理、人机交互等相关问题，通过对数据进行分析处理，为用户提供丰富特定的服务。应用层的主要功能包括数据和应用两个方面。应用层首先需要完成数据的管理和数据的处理；其次，要想发挥这些数据的价值，还必须与应用相结合。

二、物联网的关键实现技术

物联网的关键实现技术主要有物联网通信技术、传感器技术、RFID 技术和 Auto-ID 计算方法。

1. 物联网通信技术

不同于传统的互联网通信技术，物联网通信技术对带宽及功耗要求不高，但对传输距离和连接量有很高要求，以无线通信技术为主，这就对物联网通信技术提出了新的要求。物联网通信技术按传输方式分为两类，一类以低功耗广域网为主，即广域网通信技术，以 NB-IoT、LoRa、Sigfox 为代表；另一类则以 ZigBee、Wi-Fi、蓝牙、Z-Wave 等短距离通信的物联网通信技术为代表。同时，广域网又分为授权频段技术和非授权频段技术，授权频段为获得授权使用的频段。

2. 传感器技术

传感器技术作为物联网底层的终端技术，对支撑整个物联网起到基础性作用，是实现物物互联的基础，也是互联网延伸成为物联网的前提条件。传感器是一种

检测装置，能感受到被测量的信息，并能将感受到的信息按特定的要求变换成电信号或其他所需的信号进行输出，以满足信息的传输、处理、转换、存储、显示、记录和控制等要求。

传感器的特点包括微型化、数字化、多样化、智能化、多功能化、系统化、网络化等。传感器的工作是实现自动控制、自动传输和自动检测的首要环节。传感器的存在和发展，使物体有了触觉、味觉、嗅觉等感官能力，让物体“活”了起来。通常根据其基本感知功能被分为热敏元件、气敏元件、光敏元件、力敏元件、湿敏元件、声敏元件等多种类型。

传感器是人类五官的仿生延伸及拓展，决定了系统对外界感知的程度；应根据不同的需求选择不同的传感器类型。

3. RFID 技术

RFID 技术即无线射频识别技术，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并对相关数据进行读写操作，而无须识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触就能够实现信息的传输。射频主要适用于短距离通信，以 1~100GHz 的微波为主。RFID 系统通常由三部分组成，即应答器、阅读器及应用软件系统。

应答器由天线、芯片及耦合元件组成，一般情况下用标签作为应答器。每个标签都具有唯一的电子编码，附着在物体上。阅读器与应答器类似，也是由天线、耦合元件及芯片三部分组成的，通常设计为固定式读写器或手持式 RFID 读写器。应用软件系统主要是在应用层软件之上设计的，首先是把收集的数据进一步处理和加工，然后供人们使用。

4. Auto-ID 计算方法

Auto-ID 计算方法是一种自动识别和数据采集技术，主要包括条码识别、RFID 识别、二维码识别等。Auto-ID 计算方法指通过对采集到的数据进行处理和计算，得出所需的结果或信息。以下是一些常见的 Auto-ID 计算方法。

（1）条码计算方法。条码计算方法指通过对条码进行扫描或拍摄，读取条码中的信息，然后进行计算处理，如计算商品价格、库存数量等。

（2）RFID 计算方法。RFID 计算方法指通过读取 RFID 标签中的信息，然后进行计算处理，如计算物品的位置、运输路线等。

（3）二维码计算方法。二维码计算方法指通过扫描或拍摄二维码，读取其中的信息，然后进行计算处理，如计算活动参与人数、营销效果等。

(4) 智能化计算方法。智能化计算方法指通过对采集到的数据进行分析和挖掘，借助机器学习、深度学习等人工智能技术，实现更精准的数据计算和分析，如商品销售趋势预测、用户行为分析等。

第五节 物联网的主要应用领域

一、智慧交通

交通被认为是物联网所有应用场景中最具前景的应用之一。智慧交通是物联网的体现形式，其利用先进的信息技术、数据传输技术以及计算机处理技术等，通过集成到交通运输管理体系中，使人、车和路能够紧密配合，从而改善交通运输环境、保障交通安全以及提高资源利用率。下面将着重说明行业内应用较多的五大场景，包括智能公交车、共享单车、汽车联网、智慧停车以及智能红绿灯等。

1. 智能公交车

结合公交车辆的运行特点，建设公交智能调度系统，对线路、车辆进行规划调度，实现智能排班。

2. 共享单车

运用带有全球定位系统或 NB-IoT 模块的智能锁，通过与 App 相连，实现精准定位、实时掌控车辆状态等。

3. 汽车联网

利用先进的传感器及控制技术等实现自动驾驶或智能驾驶，实时监控车辆运行状态，降低交通事故发生率。

4. 智慧停车

通过安装地磁感应器，连接进入停车场的智能手机，实现停车自动导航、在线查询车位等功能。

5. 智能红绿灯

依据车流量、行人及天气等情况，动态调控信号灯，从而实现控制车流，提高道路通行能力。

二、智慧安防

安防是物联网的一大应用市场，因为安全永远都是人们的基本需求。传统安

防对人员的依赖性比较大，非常耗费人力，而智慧安防能够通过设备实现智能判断。目前，智慧安防最核心的部分在于智慧安防系统，该系统可以对拍摄的图像进行传输、存储、分析与处理。一个完整的智慧安防系统主要包括门禁、报警和监控三大部分，行业中主要以视频监控为主。

三、智慧能源（电网）

智慧能源属于智慧城市的一个部分，当前将物联网技术应用于能源领域，主要用于水、电、燃气等表计，以及根据外界天气对路灯进行远程控制等。智慧能源分为以下四大应用场景。

1. 智能水表

利用先进的 NB-IoT 技术，远程采集用水量，并提供用水提醒等服务。

2. 智能电表

自动化信息化的新型电表，具有远程监测用电情况、及时反馈等功能。

3. 智能燃气表

通过网络技术，将用气量传输到燃气集团，无须入户抄表，能显示燃气用量及用气时间等数据。

4. 智慧路灯

通过搭载传感器等设备，实现远程照明控制以及故障自动报警等功能。

四、智慧医疗

智慧医疗的两大主要应用场景是医疗可穿戴设备和数字化医院。在智慧医疗领域，新技术的应用必须以人为中心。而物联网技术是数据获取的主要途径，能有效地帮助医院实现对人和物的智能化管理。对人的智能化管理指的是通过传感器对人的生理状态（如心跳频率、体力消耗、血压等）进行捕捉，并将它们记录到电子健康文件中，方便个人或医生查阅。对物的智能化管理指的是通过 RFID 技术对医疗物品进行监控与管理，实现医疗设备、用品可视化。

1. 医疗可穿戴

通过传感器采集人体及周边环境的参数，经传输网络传到云端，经过数据处理后，反馈给用户。

2. 数字化医院

将传统的医疗设备进行数字化改造，实现了数字化设备远程管理、远程监控以及电子病历查阅等功能。

五、智能家居

智能家居的发展分为三个阶段，分别为单品连接、物物联动以及平台集成阶段，当前处于单品连接向物物联动的过渡阶段。物联网应用于智能家居领域，能够对家居类产品的位置、状态、变化进行监测，分析其变化特征，同时可以根据人的需要，在一定程度上进行反馈。

1. 单品连接

这个阶段是将各个产品通过传输网络，如 Wi-Fi、蓝牙、ZigBee 等进行连接，分别对每个单品进行单独控制。

2. 物物联动

目前，智能家居企业能够将自家的所有产品进行联网、系统集成，使得各产品间能联动控制，但大多数不同企业的单品还不能联动。

3. 平台集成

平台集成是智能家居发展的最终阶段，能够根据统一的标准使各企业单品相互兼容。

六、智慧环保

智慧环保将感应器和装备嵌入各种环境监控对象中，通过超级计算机和云计算技术将环保领域的物联网整合起来，实现人类社会与环境业务系统的整合，以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的智慧。

1. 环保监测及能源管理

物联网与环保设备的融合实现了对工业生产过程中产生的各种污染源及污染治理各环节关键指标的实时监控。在重点排污企业排污口安装无线传感设备，不仅可以实时监测企业排污数据，而且可以远程关闭排污口，防止突发性环境污染事故的发生。

2. 工业安全生产管理

把感应器嵌入和装备到矿山设备、油气管道、矿工设备中，可以感知危险环

境中工作人员、设备及机器、周边环境等方面的安全状态信息，将现有分散、独立、单一的网络监管平台提升为系统、开放、多元的综合网络监管平台，实现实时感知、准确辨识、快捷响应、有效控制。

七、智慧零售

智慧零售依托于物联网技术，主要体现了两大应用场景，即自动售货机和无人便利店。行业内将零售按照距离分为三种不同的形式：远场零售、中场零售和近场零售，三者分别以电商、商场/超市和便利店/自动售货机为代表。物联网技术可以用于近场和中场零售，且主要应用于近场零售，即无人便利店和自动售货机。

八、智慧农业

智慧农业指的是利用物联网、人工智能、大数据等现代信息技术与农业进行深度融合，实现农业生产全过程的信息感知、精准管理和智能控制的一种全新农业生产方式，可实现农业可视化诊断、远程控制以及灾害预警等功能。农业分为农业种植和畜牧养殖两个方面。农业种植分为设施种植（温室大棚）和大田种植，主要包括播种、施肥、灌溉、除草以及病虫害防治五个部分，以传感器、摄像头和卫星等收集数据，实现数字化和智能机械化发展。畜牧养殖主要是将新技术、新理念应用在生产中，包括繁育、饲养以及疾病防疫等，目前应用类型较少。

九、智慧物流

智慧物流是新技术应用于物流行业的统称，指的是以物联网、大数据、人工智能等信息技术为支撑，在物流的运输、仓储、包装、装卸、配送等各个环节实现系统感知、全面分析及处理等功能。智慧物流的实现能大大降低各行业运输的成本，提高运输效率，提升整个物流行业的智能化和自动化水平。物流是物联网落地的最佳场景，物联网在物流领域的应用场景非常丰富，大致分为四个方向，即仓储管理、运输监测、冷链物流、智能快递柜。

1. 仓库管理

通常采用 LoRa、NB-IoT 等传输网络技术构建仓库管理信息系统，完成收货入库、盘点、调拨、拣货、出库，以及整个系统的数据查询、备份、统计、报表生

成及报表管理等任务。尤其在无人仓、智能立体库、金融监管库中，有着大量的物联网设备，通过这些设备实时监控货品的状态，指引设备运营。

2. 运输监测

实时监测货物运输中的车辆行驶情况以及货物运输情况，包括货物位置、状态与环境，以及车辆的油耗、油量、车速及刹车次数等驾驶行为。

3. 冷链物流

冷链物流对温度和湿度要求比较高，应用温湿度传感器可将仓库、冷链车的温度和湿度实时传输到后台，便于监管。

4. 智能快递柜

将云计算和物联网等技术结合，实现快件存取和后台中心数据处理，通过RFID或摄像头实时采集、监测货物收发等数据。



本章小结

本章深入探讨了物联网技术的起源与发展、基本内涵、发展及应用领域。物联网作为连接物理世界与数字世界的纽带，正在改变着人们的生活方式，推动着社会进步和经济发展。从智慧交通的流畅运转，到智慧家居的便捷生活，再到智慧医疗的精准服务，物联网技术正日益融入人们的日常生活。同时，它也面临着诸多挑战，需要持续的创新与探索。通过本章的学习，读者能够全面理解物联网技术的内涵与价值，为未来的应用与发展提供有力支撑。



即测即练



复习思考题

1. 物联网这一概念最初是在哪一年被提出的？
2. 请简要描述物联网的基本定义。
3. 物联网中的“物”通常指的是什么类型的设备或对象？
4. 近年来，中国在物联网领域取得了哪些显著的成就或进展？

5. 物联网的关键技术主要包括哪几个方面？（至少列出三项）
6. 智能家居是物联网的一个重要应用领域，请列举至少两项智能家居中的物联网应用实例。
7. 物联网在智能交通系统中如何发挥作用？请简述一个具体的应用场景。
8. 物联网技术中的大数据分析与云计算技术是如何相互支持，共同推动物联网应用发展的？