

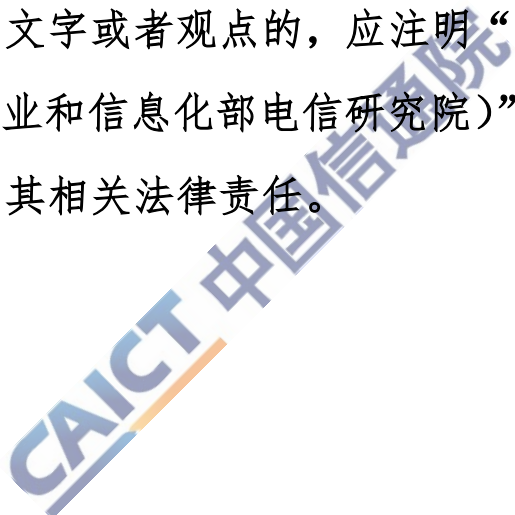
物 联 网 白 皮 书

(2016年)

中国信息通信研究院
2016年12月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院（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：中国信息通信研究院（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

自“智慧地球”提出以来，物联网的概念在全球范围内迅速被认可，并成为新一轮科技革命与产业变革的核心驱动力。2016年以来，在世界经济复苏曲折的大背景下，以物联网为代表的信息通信技术正加快转化为现实生产力，从浅层次的工具和产品深化为重塑生产组织方式的基础设施和关键要素，深刻改变着传统产业形态和人们的生活方式，催生了大量新技术、新产品、新模式，引发了全球数字经济浪潮。

与此同时，物联网产业在全球范围内呈现加速发展的态势。知名企业利用自身优势加快在行业应用、平台、网络、操作系统、传感器件等技术环节的布局，抢抓物联网新一轮发展战略机遇的意向非常突出。对于物联网产业发展前景的普遍看好和政府、企业的战略性投入推动物联网迅速进入以水平环节为核心，以“云-管-端”一体化布局为模式的生态构建新阶段。

值此物联网发展的关键时期，本白皮书把握全球物联网政策、应用、技术和产业方面的最新进展和发展态势，研判物联网产业生态构建的特点和主要方式，在对我国物联网现阶段情况归纳总结的基础上，探讨我国物联网面临的挑战和今后的发展方向，希望与业内同仁共享成果，共谋发展，共话未来。

目 录

一、全球物联网发展总体态势.....	1
（一）全球物联网发展进入新阶段，当前正处于产业爆发前的战略机遇期	1
（二）传统产业智能化升级和规模化消费市场兴起推动物联网的突破创新和加速推广	4
（三）各国政府意图抢抓发展先机，塑造物联网国际竞争优势	9
二、物联网产业关键环节重大进展和产业生态构建情况.....	11
（一）物联网平台成为产业发展制高点，平台功能和服务模式不断完善	11
（二）短距离技术与低功率广域网的发展显著提升物联网的泛在连接能力	12
（三）物联网操作系统面向可伸缩、互通性实现创新发展	16
（四）物联网传感及芯片产业发展空间广阔，技术变革持续加剧	18
（五）标准化、开源模式和知识产权的推进为物联网规模化发展和有序竞争提供基础	20
（六）物联网产业生态构建进入关键期，产业各方围绕物联网平台加速布局	28
三、我国物联网的发展情况.....	34
（一）我国物联网政策接力布局，有力推进顶层设计不断完善	35
（二）物联网在传统行业、城市管理和个人消费领域的应用不断深化，为我国产业结构调整提供新动能	37
（三）我国在物联网基础关键环节的技术创新持续推进，产业能力逐步提升	39
（四）国际竞争加剧和平台化趋势促使我国物联网进入产业生态构建新阶段	43
四、我国物联网面临的挑战和发展方向.....	45
（一）我国物联网发展面临的主要挑战	45
（二）我国物联网发展方向	51

一、全球物联网发展总体态势

（一）全球物联网发展进入新阶段，当前正处于产业爆发前的战略机遇期

全球物联网应用增长态势明显，万物互联时代开启。当今时代，全球新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，信息通信技术以前所未有的速度转化为现实生产力，深刻改变着全球经济格局、利益格局、安全格局。物联网作为信息通信技术的典型代表，在全球范围内呈现加速发展的态势。不同行业和不同类型的物联网应用的普及和逐渐成熟推动物联网的发展进入万物互联的新时代，可穿戴设备、智能家电、自动驾驶汽车、智能机器人等，数以百亿计的新设备将接入网络，预计到2020年全球联网设备数量将达到260亿个，物联网市场规模达到1.9万亿美元¹。到2018年，全球车联网的市场规模将达到400亿欧元，年均复合增长率达到25%²，2018年全球智能制造及智能工厂相关市场规模将达2,500亿美元³；全球可穿戴设备出货量从2014年1960万增长到2019年1.26亿⁴；截止2020年，全世界智慧城市总投资将达到1200亿美元⁵。万物互联在推动海量设备接入的同时，将在网络中形成海量数据，预计2020年全球联网设备带来数据将达到44ZB⁶，物联网数据价值的发掘将进一步推动物联网应用呈现爆发性

¹数据来源：Gartner

²数据来源：GSMA&SBD

³数据来源：拓璞产业研究所

⁴数据来源：IDC

⁵数据来源：The Boston Consulting Group

⁶数据来源：麦肯锡

增长，促进生产生活和社会管理方式不断向智能化、精细化、网络化方向转变。

技术进步和产业的逐步成熟推动物联网发展进入新阶段。物联网发展在经历概念驱动、示范应用引领之后，技术的显著进步和产业的逐步成熟推动物联网发展进入新的阶段。一是产业成熟度提升带来物联网部署成本不断下降。相比 10 年前，全球物联网处理器价格下降 98%，传感器价格下降 54%，带宽价格下降 97%，成本的降低为物联网大规模部署提供了基础⁷。二是联网技术不断突破。联网技术是物联网产业兴起的重要条件，在全球范围内低功率广域网（LPWAN）技术快速兴起并逐步商用，面向物联网广覆盖、低时延场景的 5G 技术标准进程加速，同时工业以太网、LTE-V、短距离通信技术等相关通信技术也取得显著进展。三是数据处理技术与能力有明显提升。随着大数据整体技术体系的基本形成，信息提取、知识表现、机器学习等人工智能研究方法和应用技术发展迅速。大数据技术在物联网中的应用能够有效释放物联网数据的潜在价值。四是产业生态构建所需的关键能力加速成熟。云计算的成熟、开源软件等有效降低了企业构建生态的门槛，推动全球范围内水平化物联网平台的兴起和物联网操作系统的进步。

产业要素的完备和发展条件的成熟推动物联网发展进入新的阶段。利用产业的水平核心环节构建完善的产业生态成为这一阶段的主要发展模式。这一阶段物联网体现出以下特征：

⁷数据来源：麦肯锡，招商证券

平台化服务。利用物联网平台打破垂直行业的“应用孤岛”，促进大规模开环应用的发展，形成新的业态，实现服务的增值化。同时利用平台对数据的汇聚，在平台上挖掘物联网数据价值，衍生新的应用类型和应用模式。

泛在化连接。广域网和短距离通信技术的不断应用推动更多的传感器设备接入网络，为物联网提供大范围、大规模的连接能力，实现物联网数据实时传输与动态处理。在梅特卡夫定律⁸的作用下，泛在化连接将不断增大物联网的产业价值。

智能化终端。物联网端系统的智能化主要体现在两个方面，一是传感器等底层设备自身向着智能化的方向发展，另一方面通过引入物联网操作系统等软件，降低底层面向异构硬件开发的难度，支持不同设备之间的本地化协同，并实现面向多应用场景的灵活配置。

全球抢抓物联网产业机遇意向突出，物联网发展处于产业生态的关键布局期。政府层面，各国高度重视物联网新一轮发展带来的产业机遇，美国、欧盟等发达国家和地区在战略设计、产业生态组织、政策环境建设、大规模应用示范方面大力推进，抢抓物联网机遇的意向非常突出。资本市场同样看好物联网发展前景，对从事物联网相关公司的投资持续增加。自 2012 年以来，物联网领域创业企业融资达到 1260 亿美元，过去五年，可穿戴/健康领域产生了最多的投资交易。2015 年以来，工业相关投资增长迅速，成为最热门的物联网投资领域⁹。在产业层面，产业巨头纷纷制定其物联网发展战略，并通过并

⁸梅特卡夫定律（Metcalfe's Law）：网络价值等于网络节点数的平方

⁹数据来源：CB INSIGHTS

购、合作等方式快速进行重点行业和产业链关键环节的布局，意图争夺物联网未来发展的战略导向，提升对整个产业的把控能力。2015年5月，华为公司公开“1+2+1”的物联网发展战略，明确向物联网进军的发展战略；10月微软公司正式发布物联网套件 Azure IoT Suite，协助企业简化物联网在云端应用部署及管理；2016年3月，思科以14亿美元并购物联网平台提供商 Jasper，并成立物联网事业部；7月，软银公司以322亿美金收购 ARM，并明确表示看好 ARM 在物联网时代的发展前景；12月谷歌公司对外公布物联网操作系统 Android Things 的开发者预览版本，并更新其“Weave”协议。除此之外，亚马逊、苹果、Intel、高通、SAP、IBM、阿里巴巴、腾讯、百度、GE、AT&T 等全球知名企业均从不同环节布局物联网，产业大规模发展的条件正快速形成，未来2-3年将成为物联网产业生态发展的关键时期。

（二）传统产业智能化升级和规模化消费市场兴起推动物联网的突破创新和加速推广

从物联网概念兴起发展至今，庞大市场中各类应用长时间并存，并成波次、接力式推进物联网的发展。当前全球物联网进入了由传统产业升级和规模化消费市场推动的新一轮发展浪潮。**一是工业/制造业等传统产业的智能化升级成为推动物联网突破创新的重要契机。**工业/制造业作为国家的战略性基础行业，具有规模巨大、带动性强的特点，历来是世界各国发展竞争的焦点。随着世界经济下行压力的增加和新技术变革的出现，各国积极应对新一轮科技革命和产业变革带

来的挑战，美国“先进制造业伙伴计划”、德国“工业 4.0”、中国“中国制造 2025”等一系列国家战略的提出和实施，其根本出发点在于抢占新一轮国际制造业竞争制高点。物联网技术是工业/制造业转型升级的基础。工业/制造业转型升级将推动在产品、设备、流程、服务中物联网感知技术应用，网络连接的部署和基于物联网平台的业务分析和数据处理，加速推动物联网突破创新。**另一个巨大的发展动力是规模化消费市场的兴起加速物联网的推广。**具有人口级市场规模的物联网应用，包括车联网、智慧城市（社会公共事业、公共管理）、智能家居、智能硬件等成为当前物联网发展的热点领域，主要原因一是规模效益显著，提供了广阔的市场空间；二是业务分布范围广，利于释放物联网广域连接的潜力；三是面向消费市场具有清晰的商业模式并具有高附加值。

1. 物联网成为工业转型升级的基础设施和关键要素，带来更大发展前景和经济价值

在传统行业智能化升级过程中，物联网正从浅层次的工具和产品深化为重塑生产组织方式的基础设施和关键要素。在工业转型发展的过程中，物联网作为工业互联网、智能制造发展的基础，工业传感感知、工业物联网数据平台等成为新型工业技术体系中必不可少的能力，其重要性不断凸显。在工业转型升级过程中，越来越多的企业认识到物联网的通用性和重要性，也使得物联网技术能力在工业技术体系中的位置正在不断“下沉”，成为转型升级所需的基础设施和关键要素。

物联网加速提升生产能力，推动服务化转型。主要国家和龙头企

业在推动工业互联网、智能制造部署实施的过程中，推动物联网在工业领域实现从局部突破到全面扩散、从提效增质到推动发展模式转变。当前物联网相关技术和产品在工业领域主要应用涉及以下两个方面：一是基于工厂内部的传感器实现的智能化生产。通过在产线上装配传感器和通信模块，动态感知设施、材料、人员的状态，实现生产过程的智能决策和动态优化，显著提升全流程生产效率、提高质量、降低成本。例如海尔公司通过在自动流水线上的托盘和关键位置安装 RFID 标签和读写器，采集产品位置信息，打通从 PLC、WMS、MES 到 ERP 的数据，实现对个性化产品配件生产的智能决策。二是实现服务化转型。利用传感器获得的海量实时数据，结合平台侧的大数据分析、建模与仿真等技术，提供预测性维护、性能优化等服务，实现企业服务化转型。GE 公司通过 Predix 平台提供的一系列服务是这类应用的典型代表。

2. 车联网围绕智能化和网联化进行应用的创新突破

智能化、网联化是车联网发展的主线。一是车载操作系统从单一功能向综合智能业务支撑发展。汽车操作系统从早期的主要承载 Telematics 业务逐步向支撑 infotainment 业务、V2X 业务等综合智能业务的方向发展。二是信息网联技术成为智能网联驾驶的基础，将实现车内、车人、车车、车路、车与云服务平台的 V2X 全方位网络连接。通过通信及互联网技术，可突破单车智能的非视距感知、车辆信息共享等技术瓶颈，最终实现智能网联驾驶的各种应用，已经成为汽车产业的未来发展趋势。

目前车联网总体还处于发展初期，车联网应用以舒适和信息娱乐类为主。车联网应用主要包括三类，一是舒适和信息娱乐类应用，二是安全服务类应用，三是节能高效类应用。未来随着 4G、5G、V2X 通信以及自动驾驶系统等新技术应用，车联网将提供更多安全、节能、高效以及高带宽需求的业务，车联网业务体系将逐渐丰富，汽车开始从代步工具向信息平台、娱乐平台、智能控制平台转化，汽车空间将越来越多的开放给业务开发者，新型汽车业务生态将逐步构建。

3. 物联网在智慧城市中的应用推广不断深入

随着全球范围内智慧城市建设持续升温，物联网作为其核心基础要素，在各领域应用规模不断扩大。据估算，物联网应用项目中智慧城市相关项目占比达到 20%，仅次于工业领域相关项目占比¹⁰。当前，各国积极推动物联网在智慧城市建设中应用，呈现两大趋势。

一是构建基于物联网的立体化信息采集网络。为增强城市感知能力，构建大规模、全覆盖的信息采集网络成为全球智慧城市重点建设方向。从信息采集设备部署规模来看，2016 年全球智慧城市各领域使用联网设备数量达到 16 亿，较 2015 年增长 39%，2020 年将突破 97 亿¹¹。从部署区域来看，信息采集网络全面覆盖空天地海，实现对公共设施、车辆、人流等地上信息，供水、排水、热力、燃气等各类管线运行状态等地下信息，空气质量等空中信息，以及水流、潮汐、水质等水中信息的全面实时采集。海量城市感知数据汇聚到智慧城市综合管理运营平台，结合航空摄影测量、地下管线探测、三维视图等

¹⁰数据来源：IOT Analytics

¹¹数据来源：Gartner

技术构建出城市运行状态的虚拟投影，有力支撑城市管理和事件调度。

二是开展各领域应用技术研发和试验示范。美国加大对智慧城市领域物联网技术研发的资金支持，在“智慧城市”国家计划中，通过国家科学基金会（NSF）和国家标准和技术研究所（NIST）向全国学术机构分别提供 3500 万美元和 1000 万美元以加强基础技术研发，并通过国土安全部、交通部、能源部、商务部等政府相关部门投入 4500 万元，支持安全、能源、气候应对、交通等领域应用技术研发。美国“智慧城市”国家计划将城市作为物联网技术研发和应用的试验床，鼓励各公私机构展开区域合作，部署物联网应用。纽约凭借 LinkNYC 项目和各类物联网技术试验和大规模商用，在 2016 年智慧城市博览世界会议获得最佳智慧城市奖。英国伦敦、伯明翰、曼彻斯特等城市打造“智慧技术试验床”、“物联网城市示范区”，推动物联网应用在智慧城市领域推广。

4. 技术发展和消费升级带动物联网产品智能化趋势加速

物联网终端产品以微处理+连接芯片为底层元器件架构，芯片、通信技术、智能传感器等端侧物联网技术推动其感知和连接能力不断提升；物联网平台兴起，为数据变现提供基础，促进终端产品的数据分析、人机交互能力升级发展。物联网技术发展与消费品行业跨界融合，为终端智能化带来条件，新产品、新应用不断涌现。2015 年智能硬件出货量约达 14 亿台，且增长速度不断加快，由 2014 年的 27%

提高到 2015 年的 35%¹²。从产品形态和功能的发展来看，智能硬件不断创新。当前智能硬件已经出现智能可穿戴、智能家居、智能车载、智能无人机等规模产品体系，涉及家庭、教育、安保、物流、政府办公等十余个行业领域。

（三）各国政府意图抢抓发展先机，塑造物联网国际竞争优势

美国物联网重点聚焦于以工业互联网为基础的先进制造体系构建。据 2016 年上半年统计，美国物联网支出将从今年的 2320 亿美元增长到 2019 年的 3570 亿美元，复合年增长率达到 16.1%。其中制造业、交通行业在 2016 年成为物联网行业支出最大的部分¹³。为了继续在物联网领域保持领先地位，美国参议院商业委员会 2016 年批准通过成立工作委员会为美国政府推动物联网创新提供顶层框架设计、创新建议和为推动物联网发展的频谱规划，美国众议院能源与商务委员会宣布成立两党工作组对物联网政策进行审查并提交总结建议。

美国商务部、总统行政办公室、国家科学与技术委员会、先进制造国家项目办公室在 2016 年初向国会联合提交了首份国家制造创新网络年度报告和战略计划，希望借助先进的网络技术基础重塑美国在制造业的领先优势。2016 年 6 月，由美国能源部和加州大学洛杉矶分校共同牵头成立的第九家制造业创新中心“智能制造创新中心”在洛杉矶成立，联邦机构和非联邦机构各投资 7000 万美元用于重点推动智能传感器、数据分析和系统控制的研发、部署和应用。同时工业

¹²数据来源：根据 Gartner 物联网设备出货量数据估算

¹³数据来源：IDC

互联网联盟（IIC）发布工业互联网体系安全架构，华为、博世、施耐德、SAP 接替 AT&T 成为新的核心会员。

欧盟尝试“由外及内”方式打造开环物联网的新策略。通过构造和提高外部生态环境来间接作用于行业整体，力图实现“欧盟数字化单一市场战略（DSM）”中所提出的一个单一的物联网市场、一个蓬勃的物联网生态系统、一个以“人”为中心的物联网方法。欧盟为此先后在 2015 年重构物联网创新联盟（AIOTI），在 2016 年组建物联网创新平台（IOT-EPI），希望构建一个蓬勃发展的、可持续的欧洲物联网生态系统，最大化发挥平台开发、互操作、信息共享等“水平化”共性技术和能力的作用。同时，欧盟通过“地平线 2020”研发计划在物联网领域投入近 2 亿欧元，建设连接智能对象的物联网平台，开展物联网水平行动，推动物联网集成和平台研究创新，特别是重点选取自动网联汽车、智慧城市、智能可穿戴设备、智能农业和食品安全、智能养老等五个方面开展大规模示范应用，希望构建大规模开环物联网生态体系。

日本、韩国、俄罗斯等国家持续加大物联网推进力度。2016 年日本物联网市场规模 62000 亿日元，到 2020 年将达到 138000 亿日元¹⁴。在日本总务省和经济产业省指导下由 2000 多家国内外企业组成的“物联网推进联盟”在 2016 年 10 月与美国工业互联网联盟（IIC）、德国工业 4.0 平台签署合作备忘录，希望美日德联合推进物联网标准合作。韩国选择以人工智能、智慧城市、虚拟现实等九大国家创新项

¹⁴数据来源：IDC Japan

目作为发掘新经济增长动力和提升国民生活质量的新引擎，未来十年间韩国未来创造科学部将投入超过 2 万亿韩元推进这九大项目，同时韩国运营商积极部署推进物联网专用网络建设。俄罗斯首次对外宣称启动物联网研究及应用部署。俄罗斯互联网创新发展基金制定了物联网技术发展“路线图”草案，俄罗斯工业贸易部、俄罗斯通信与大众传媒部、互联网创新发展基金、俄罗斯各联邦主体和其他有关政府机构将在此基础上进一步确定试验项目、试点行业和地区。预计试验项目将在 2017 至 2018 年启动，到 2020 年计划实施至少 20 个项目。

二、物联网产业关键环节重大进展和产业生态构建情况

（一）物联网平台成为产业发展制高点，平台功能和服务模式不断完善

平台商业价值初步显现，将对物联网行业发展产生重大影响。近年来，物联网平台的营收规模保持高速增长，2015 年已达近 3 亿美元，预计 2020 年将超过 16 亿美元，增速达到 33%¹⁵。平台将为整个物联网行业发展带来显著影响，主要体现在以下三方面。一是加速产业价值向软件和基于数据的服务转移。平台汇聚海量端设备的数据信息，利用大数据分析等技术挖掘潜在价值，推动物联网行业形成“数据衍生创新服务”的新业态，基于平台提供远程故障诊断、生命周期管理等增值服务等，丰富服务内容。二是利用共性能力覆盖垂直行业，加速产业发展。平台整合不同行业分散的信息、用户、设施等资源及

¹⁵数据来源：IOT Analytics

外部的开发资源，利用通用功能和接口开发适用不同行业的应用，降低投入成本，提升开发效率，并实现跨行业、跨领域资源互通，推动大规模开环应用的发展。三是推动服务模式转变。平台吸引设备供应商、网络运营商、系统集成商、应用开发商等产业链上下游企业形成互利共赢的生态圈，既可以满足用户多样化需求，也能够利用快速迭代的开发模式短时间响应行业用户的特定需求，实现向集成服务模式转变。

面向产业应用不断丰富功能成为平台服务商主要发力点。从功能框架来看，物联网平台从底层到上层分别提供设备管理、连接管理、应用使能和业务分析等主要功能。平台服务商大多面向单层功能构建平台，例如，智能硬件厂商专注设备管理平台，网络运营商专注连接管理平台，IT 服务商和各行业领域服务商等专注应用使能平台和业务分析平台。当前，为支撑构建端到端解决方案，Predix、AWS IoT、IBM Watson 等大型平台不断丰富平台功能，呈现多功能一体化发展趋势。此外，随着物联网在行业领域的应用不断深化，平台连接设备量巨大、环境复杂、用户多元等问题将更为突出，不断提升连接灵活、规模扩展、数据安全、应用开发简易、操作友好等平台能力也成为未来平台主要发展方向。

（二）短距离技术与低功率广域网的发展显著提升物联网的泛在连接能力

1. LPWAN 在全球成为发展热点，企业采取多种方式提供物联网连接能力

巨大市场空间推动全球范围内广域网连接技术出现爆发式增长，并形成了以 LPWAN 为核心的网络连接服务体系。目前全球范围内，面向物联网的 LPWAN 技术可分为两类：一是授权频段的广域网技术，以 3GPP 定义的 NB-IoT、LTE 演进技术 eMTC 等为代表；另一类是非授权频段的广域网技术，包括 LoRa、PRMA、Sigfox 等技术。不同类别的 LPWAN 技术的主导方、部署方式、服务模式均存在差异。

全球运营商通过提供网络连接和配套服务构建连接服务体系。优质的网络连接是运营商在物联网中最基础和核心能力。全球电信运营商为了更好的支撑物联网的发展，在现有公众移动通信网的基础上，一是不断优化现有网络能力。通过在核心网侧部署物联网专属设备，在业务网侧建设独立的物联网运营管理和运营支撑平台，提供面向物联网的连接服务能力。二是研究和加速部署新的网络连接能力。中国、韩国、欧洲、中东、北美的多家运营商加速布局 NB-IoT，已经开展了基于 pre-standard 的 NB-IoT 技术的试点，并开启了端到端的技术和业务验证，预计 2017 年 NB-IoT 将在全球范围内大规模部署。为了尽快占领物联网市场，美国的 Comcast、韩国 SK telecom、印度的塔塔通信等一些运营商则采用更为成熟的 LoRa 技术建网，快速具备新的网络能力。三是提供配套服务构建生态。电信运营商将自身具有的测试、认证、计费、安全等能力打包对外开放，一方面带来直接收益，另一方面可以聚集优质合作伙伴。AT&T 向合作伙伴提供 M2X、Flow 、Connection Kite 等平台服务，提供包括网络、存储、测试、认证等能力，并采取分阶段收费模式，在开发、测试初期采取免费模式，在

推向市场化阶段和定制化服务需要支付一定的费用。美国另一电信运营商 Verizon 也在平台、网络、终端、应用上全面发力，推出 ThingSpace 平台，为开发人员创建、推出、管理物联网服务提供工具。

行业企业通过自建专网的方式提供物联网连接能力。非授权频段的 LPWAN（如 LoRa、Sigfox）经过 2-3 年的发展，目前技术已经基本成熟并具备了一定的产业基础，包括芯片、模组、终端、运营、应用在内的产业各环节正在加速商业化。为了满足行业的特定运营需求，部分行业用户选择自建非授权频段 LPWAN 的方式提供物联网服务。对于电力、燃气、水务等行业用户而言，利用非授权频段技术构建自身的 LPWAN 提供自用物联网业务，具有网络部署简单、组网灵活、服务成本较低等优势，并在定价、用户服务方面保持了一定的可控性。目前全球已经有多个地区和企业采用非授权频段的 LPWAN 技术建设专网，德国电力与燃气供应商 E.ON 将在德国数个城市布署 LoRa 网络；Ingenu 公司采用 PRIMA 技术在全球已经部署了 38 个专用网络；电力生产商 ENGIE 和物联网网络运营商 UnaBiz 在今年 7 月宣布新加坡部署 SIGFOX 网络的计划。

2. 两大模式推动短距离连接能力发展，应用框架加速整合

两大核心构建物联网短距离连接服务。底层短距离通信协议和应用框架成为短距离连接服务能力的两大构建核心。目前底层短距离通信协议连接生态封闭与开放模式并存发展，其中以 Z-wave 联盟为代

表的单一短距离连接协议为核心的封闭模式因具备互联产业的先天优势，发展较为迅猛，已经形成一定的产业影响力；而以 Zigbee 联盟为代表的不同短距离协议兼容为核心的开放模式也在逐步发力，以更加开放的姿态打造互联互通，未来有望成为引领全球短距离连接服务的重要方式。应用协议框架连接生态初期由英特尔、高通、微软、通用等巨头领衔并分头推进，开放互联联盟 OCF（The Open Connectivity Foundation）、Allseenalliance 等组织成为主要发力阵地。

依托强制认证的封闭模式迅速发展。封闭模式主要由联盟把控产业各个环节，强制联盟内元器件提供商、设备厂商、解决方案提供商按照统一的标准提供相关产品，保障产品/系统互联互通。以 Z-wave 联盟为例，目前已有 200 多家供应商提供的超过 1300 款认证产品可以实现互联互通，形成了一定的产业规模和影响力。然而封闭模式主要局限于同一短距离协议内的产品互通，跨协议互通考虑不足，当前使用网关实现跨协议互通的方式也对封闭模式发展形成了挑战。

依赖全球合作的开放模式开始发力。以 Zigbee 联盟为例，一方面 Zigbee 3.0 实现内部互通，初步可打通不同厂家部分产品。依托 Zigbee 已有的芯片、平台、模块、工具与服务、测试实验室和终端产品的生态系统，当前正在进行 Zigbee 产品开发的厂家仅需软件升级就可以逐步过渡到 Zigbee 3.0 上来。另一方面，ZigBee 联盟宣布将在 Thread 网路架构上实现 ZigBee 的应用层协议的合作事宜，IC 厂商宣布支持。通过内外互通探索，开放模式有望建立以现有产业成熟、技术开放的短距离连接能力为核心的合作模式，成为全球互联生态的

引领者。

应用框架组织之间加速整合，形成新的短距离连接服务能力。技术应用场景的丰富性造成短距离通信技术类型多样，带来企业产品对于短距离技术选择的复杂性。应用框架是在短距离通信协议之上解决兼容性和互联互通的应用技术。2016 年 10 月，两大消费性物联网应用框架推动组织 OCF 与 AllSeen Alliance 决定合并，打破了目前厂商各立山头的物联网应用框架生态。两大组织合并后将逐步进行 AllJoyn 或 IoTivity 解决方案的桥接与双边支援，合力支持 OCF 的统一部署 IoTivity 相关的规范，有望催生一个共通的开放性短距离连接架构，成为除 Apple 主导的 HomeKit 应用程序框架与 Google 主导的 Weave 通讯协议两大阵营之外最大的物联网标准，并通过强大的技术能力与众多厂商支援优势，力争提供短距离连接技术之间更广泛互通性。

（三）物联网操作系统面向可伸缩、互通性实现创新发展

物联网操作系统兴起，呈现两种发展路径。当前正在发展的物联网操作系统介于 PC、手机等复杂操作系统与传统简单嵌入式操作系统之间，运行的 CPU 主频在 500MHz-1GHz 左右，具备一定的用户交互能力和支持丰富的低功耗网络连接协议，同时有模块化、内核可伸缩、云端适配、自组网等技术特征，方便终端厂商结合设备规格进行二次开发。物联网操作系统的发展呈现两种技术路径，一是由智能手机操作系统剪裁而来，具备较强的应用能力，同时获得智能手机生态的强大支持，如苹果的 WatchOS、安卓的 Android Wear 目前在智能可穿戴设备领域的份额已突破 70%；该路线的缺点是很难保证对底层应用

的最优化，也难以兼顾多种应用场景。二是针对传统嵌入式操作系统进行功能优化，直接针对底层硬件平台开发，拥有更高的可靠性和更强的性能表现。如 ARM 的 mbed、华为的 LiteOS、ThingSquare 的 Contiki 等；但这种技术路线需要打造全新的应用生态体系，面临多方面的挑战。

物联网操作系统软件架构趋于一致，侧重实现伸缩性、互通性和可靠性。为解决应用碎片化问题，物联网 OS 层通用化演进态势明显，技术架构均由内核、外围模块、协同框架、智能引擎、集成开发环境等组成，且具备物联网独有特点。内核更具弹性，轻量级内核保留任务调度和通信功能，重量级内核通过重新编译和二进制模块选择加载线程调度、内存管理、本地存储等所需应用。外围功能模块注重可伸缩性，将网络协议栈等功能组件从内核中独立出来，并根据设备具体功能按需保留。此外，协同框架主要面向设备互联提供云端接口或云应用引擎；智能公共引擎则面向人工智能，提供语义识别，机器学习等接口。总的来说，物联网操作系统架构上的改变更迎合物联网各类应用差异化发展需求。

融合操作系统初现，前景仍有待观望。由于可穿戴、无人机、机器人等物联网终端形态功能各异，开发人员需针对不同终端进行多次开发，为提高应用开发效率，企业多从操作系统入手解决跨平台开发难题。如微软 Win10 IoT 通过设备系列实现 API 共用，开发工具获取通用 API，下载安装时自动识别设备环境并编译出专用 API，保证在代码统一编写的同时，保持自身特有属性。但由于用户习惯多停留在

win32 系统上，且物联网整体仍处于发展初期，微软的物联网终端占有率较低，因此应用提供商不愿投入更多的开发资源，导致 win10 IoT 发展缓慢。此外，谷歌正全力打造的融合操作系统 Fuchsia 采用全新 Magenta 内核、Escher 渲染器以及 Dart 语言，欲支持 32 位和 64 位的 ARM 处理器和 64 位 PC 处理器考虑到系统开发仍需时日，发展前景仍有待观察。

（四）物联网传感及芯片产业发展空间广阔，技术变革持续加剧

全球传感器产业快速增长，信息通信行业成为全球最大应用市场。伴随 MEMS 技术的规模应用导致传感器单价的快速下降，全球传感器市场的总体出货量已经达到百亿级规模。2015 年全球传感器市场规模超过一万亿元，出货量超过五百亿颗，预计到 2020 年翻一番，其中 MEMS 传感器价低量大，占据约 8% 的产值份额和 35% 的出货量。当前，信息通信、汽车电子、医疗电子和工业电子是传感应用最广泛的四大领域，其中信息通信领域占据约 30% 的市场份额，成为最大的行业应用市场。信息通信行业（消费电子、通信设备）在 MEMS 器件市场的占比更高，达到 45.6%。麦克风、压力传感器、加速计、陀螺仪、惯性传感器、数字罗盘是应用最多、增长较快的 MEMS 传感器产品。¹⁶

MEMS 引领传感器技术产业变革，并加速向更广泛应用领域渗透。

MEMS 传感器具备的体积小、质量轻、低功耗、高精度、设计制造灵活、集成度高、能够批量生产等优势，这些技术特点与传感器微型化、

¹⁶数据来源：根据 YOLE、IC Insights、英泰诺咨询发布数据整理

批量生产化、集成化、智能化创新发展方向高度契合，因此 MEMS 传感器已经成为移动互联网、物联网时代技术产业变革的重要驱动力之一。MEMS 技术涉及微电子、材料学、力学、化学、机械学等诸多领域学科，是人类科技发展过程中的一次重大的跨领域技术融合创新，它因汽车工业和消费电子而崛起，目前正加速向工业电子、医疗电子等新兴领域渗透。

企业商业模式围绕价值提升持续创新升级。物联网碎片化市场特征渐显，新兴应用市场对传感器智能化、软件算法上的要求也更高，单一功能的传感器已经不能满足客户的差异化需求。当前，全球传感器龙头企业已经从简单功能的分立器件生产制造不断向高精度，自带算法模型的智能化、模块化的传感器系统级产品集成制造发展，传感器产品的价值不断由硬件向软件算法和应用迁移，传感器的功能也在不断由“察觉与度量”向“诠释”转变。从商业模式来看，传感器已经进入集传感、智能与系统为一体的解决方案时代。

物联网 MCU 加速向高性能、低功耗、高集成度方向发展。物联网时代的到来，对终端芯片的计算、处理和传输能力提出了越来越高的要求，促使 MCU 从 8 位/16 位向 32 位迈进。2015 年，32 位 MCU 的销售占比超过了总额的一半。同时，相关的软件开发环境也提升到 32 位，且可以向下兼容，以提供更具弹性的开发空间。物联网连接设备的爆发式增长促使人们关注设备的功耗和续航时间。比如散布在桥梁或者隧道中用于检测位移形变的传感器节点，数量庞大且只能依靠电池供电，要求续航时间达到十年以上，对 MCU 的功耗提出了非常苛刻

的要求。SoC 已成为集成电路设计的关键技术，正向物联网芯片领域渗透，高集成度的 MCU+ 成为趋势。传统分立无线通信芯片外挂 MCU 的方案已被淘汰，各大设计厂商开始将无线通信和 MCU 集成在一起，减少芯片面积，同时降低芯片价格。随着 SoC 和 SiP 技术的发展，实现传感器、MCU 和无线模块的单芯片集成的 MCU+ 方案正逐渐成为趋势。

物联网 NB-IoT 芯片备受关注，各大企业积极布局。随着 NB-IoT 标准确定，华为海思、高通、Intel、Nodric、锐迪科、联发科、中兴微等均在积极研发 NB-IoT 芯片，并计划在 2016/2017 年正式商用。高通提前布局，在 2015 年 10 月推出的专为物联网设计的支持低功耗和长距离传输的 MDM 9206 调制解调器。目前仅支持 Cat-M1 (eMTC)，后期可通过软件升级的方式实现 NB-IoT 支持。广域网通信芯片从支持单一技术向支持多制式发展演进。Intel 已发布针对 NB-IoT 的 XMM 7115、XMM 7315 调制解调器。其中，XMM 7115 专为用来支持 NB-IoT 的设备和应用，支持低于 200 Kbps 的下行峰值数据速率的设备，适用于能源、农业和运输等行业；XMM 7315 同时支持 LTE Cat. M 与 NB-IoT 两种标准，适合用在大规模覆盖率、低功耗以及低成本的终端产品，更适合全球化布局的 OEM 厂商。

（五）标准化、开源模式和知识产权的推进为物联网规模化发展和有序竞争提供基础

1. 全球物联网标准化进程加速，标准合作趋势显现

全球物联网标准化体系框架基本建立，物联网关键网络技术标准逐步聚焦并快速推进。全球物联网相关的标准化组织众多。随着物联

网的不断发展和标准化持续推进，目前已经基本形成了包括总体性标准、基础共性标准和行业应用标准在内的全球物联网标准化体系框架。其中总体性标准主要侧重物联网总体性场景、需求、体系框架、标识以及安全（包括隐私）等标准制定。负责总体性标准制定的标准组织之一 ITU-T 在 2015 年 10 月成立 SG20(物联网及其应用包括智慧城市和社区)研究组推动物联网和智慧城市相关标准的制定。同时随着“雾”计算技术理念的兴起，2015 年 11 月，OpenFog 联盟成立，意图推动雾计算/边缘计算的相关标准化工作。基础共性标准中包括感知标准、通信标准和平台及共性技术标准。2016 年平台及共性技术标准进展明显，oneM2M 启动 R3 标准的研制，W3C 的 WoT (web of things) 兴趣组工作基本完成，预计 2017 年将成立工作组。业务应用类标准包括面向消费类的公众物联网应用标准和行业物联网应用类标准。2016 年发展迅速的工业互联网联盟 IIC 主要定义工业领域对物联网的需求，并与其它标准化组织对接完成标准化。



来源：CAICT

图 1 全球物联网标准化体系框架示意图

同时，2016 年全球主要标准化组织纷纷加速推动面向物联网的关键网络技术标准。2015 年 11 月，由华为、爱立信、中兴、沃达丰等公司推动的窄带物联网（NB-IoT）标准在 3GPP 立项。2016 年 6 月，3GPP 在韩国釜山会议上宣布 NB-IoT 标准冻结。NB-IoT 标准的快速推进表明产业界普遍看好物联网的巨大市场空间，并通过统一的全球性标准推动和支持产业快速发展。2016 年 3 月，3GPP 面向中低速率机器通信的 eMTC 标准冻结，9 月面向车联网应用的 V2V 标准冻结。除了基于蜂窝网的网络技术外，2016 年 2 月 WiFi 联盟正式发布新一代 WiFi 标准“HaLow”，适合低功耗、长距离的物联网设备。2016 年 12 月，新一代蓝牙技术 BT5 正式发布。

国际电联智慧城市评估系列标准通过，推动全球智慧城市建设和标准的落地实施。2016 年 4 月，ITU-T 通过“智慧可持续发展城市评估指标”系列标准。该系列标准对标联合国可持续发展目标，在充分研究 ICT 技术在智慧可持续发展城市中所起作用的基础上，整合了联合国欧洲经济委员会、联合国人居署、联合国环境署、联合国发展计划署等其它联合国机构的评估指标，成为智慧城市领域最权威、最具影响力的评估指标系列标准之一。同时，目前 ITU-T 正在全球范围内开展智慧可持续发展城市的评估工作，来推进全球智慧城市的创建。目前包括迪拜、新加坡在内的 7 个城市签约成为首批评估试点城市。

标准化组织之间开展合作推进物联网标准的制定和实施，避免标准出现分化。ISO、IEC、ITU-T 三大全球性标准化组织建立了协调工作机制，并于 2016 年 5 月召开第一次联合工作会议，通报各自的工作

作进展和标准制定计划。三大标准化组织的协调工作将有利于减少全球范围内物联网和智慧城市标准化的重复工作，对推动不同标准化组织的互补合作起到积极作用。另外，欧洲标准化组织 oneM2M 目前正在与 ITU-T 就标准合作进行协商，并计划将 oneM2M 制定的标准上升为 ITU-T 的全球性标准。同时，oneM2M 还在 R3 标准制定过程中与 OSGi 联盟合作，推动 oneM2M 标准的部署与实施。2016 年 10 月，短距离通信领域的两大标准组织 Open Connectivity Foundation (OCF) 与 AllSeen Alliance 决定合并，双方将在各自规定的参考架构中增加桥接功能，相互打通。标准化组织的协调合作有利于减少全球范围内物联网标准化的重复工作，避免标准分化，对形成统一的物联网标准体系起到积极作用。

2. 开源模式成为推动物联网标准落地和产业推进重要手段

物联网开源兴起，平台、终端和短距离互联成为开源热点。物联网标准林立的局面为开源软件的发展创造了空间，开源软件成为标准落地、构建和扩大生态、增加企业影响力的重要手段。各标准化组织也非常重视开源软件在推动标准落地实施，快速占领市场方面的作用，包括 W3C、OCF、oneM2M 等标准均通过开源的方式，直接面向产品开发和部署指导产业进行应用。目前物联网领域全球主要的开源软件涵盖了物联网端系统、短距离连接、物联网架构、物联网应用、物联网安全和隐私等重要方面，其中物联网平台、物联网操作系统以及短距离连接成为开源发展最为活跃的技术领域。



图2 全球物联网开源软件类型示意图¹⁷

物联网开源软件将在消费领域首先兴起。由于物联网既涵盖智能硬件、智能家居、可穿戴设备等消费领域，又包括制造业、水电等行业领域，使得物联网技术发展天然存在开源/闭源两条路线。而由于消费领域物联网终端类型多、连接场景较为复杂，造成软硬件开发兼容性要求高，在发展初期需要降低技术门槛加速普及，因此物联网开源软件将在消费领域首先兴起。

物联网操作系统呈现开源为主、闭源并存的发展趋势。从产业上看，物联网目前尚处于发展期，需降低技术门槛加速技术产品普及，开源作为生态构建手段，有利于加速物联网发展。从技术上看，由于物联网终端形态各异、连接互通性要求高、碎片化严重等，导致软硬件开发兼容性要求较高，开源开放可以基于操作系统构建上下游兼容较好的生态圈，助力物联网产业和应用快速发展。如 LiteOS 采取开源策略，构建包括芯片、模块、开源硬件、创客以及软件开发等玩

¹⁷来源：AIOTIWG03Report2015-SDOSAlliancesLandscapelIoTSPStandardFrameworkConcepts

家的开源社区；ARM 公司的 mbed OS 采用免费且部分开源的模式，固件当中仍然存在二进制机制，而且其中一部分以受到严密保护的闭源驱动程序形式提供给由芯片制造商推出的系统芯片产品。此外，航空航天、水利、电利、国防等特殊领域出于安全性、保密性、可靠性等方面的考虑，始终坚持封闭的生态系统，闭源操作系统发展路径仍将长期存在。

3. 热点应用领域和重点技术的物联网知识产权诉讼风险提升

物联网专利涉及产业关键环节的多个技术领域，成为市场竞争的**必要手段**。物联网对技术的融合也带来了知识产权的大聚合，专利技术创新聚焦物联网平台、操作系统、通信技术、传感器、芯片、安全等诸多技术领域。其中，与物联网云平台、大数据分析和处理相关的专利成为近年来国际 IT 企业、互联网企业关注的热点；NB-IoT 和基于 LTE 的 MTC 网络成为众多通信企业竞争的制高点，企业通过在标准制定过程中“预埋”专利以巩固竞争优势；移动通信、MEMS 传感器、有线网、短距离通信技术发展时间长久，产业链上下游参与专利布局的企业众多，大量非专利实施主体（NPE）的参与加剧了“专利丛林”现象，形成了密集的专利网络。因而，物联网产业从感知、网络、平台到应用，任何一家企业都难以进行全面的专利布局，专利主体众多，关系错综复杂，物联网的知识产权问题将成为企业无法回避的基本问题。

国际巨头积极开展物联网专利布局，以抢占下一程竞争制高点。

国际巨头企业在物联网领域的专利布局如火如荼，以车联网、可穿戴设备和智能家居为代表的消费物联网为例，三星从 2011 年起陆续围绕智能家居控制系统、可穿戴设备的用户识别、支持多协议的设备配对、网络互连、功耗等多方面布局专利；华为抢占物联网通信技术发展先机，在 M2M 设备群组通信、NB-IoT、V2V 等领域广泛布局专利；苹果加强在可穿戴设备的人机交互领域的布局，专利涵盖语音、指纹、眼球等生物识别技术；谷歌在智能家居领域的安全监控、健康医疗传感设备方面申请专利，并通过收购 Nest 扩充它在智能恒温器等产品从底层算法至上层人机交互的专利组合；大众、丰田、通用汽车等传统车企围绕车联网的辅助驾驶、车载信息服务进行广泛的布局，专利覆盖紧急救援、驾驶行为分析、车辆防盗、停车定位、远程监控、碰撞检测等多方面的技术。

行业应用类专利储备竞争激烈，车联网和工业领域倍受关注。物联网业务环节专利竞争热点频发，一方面物联网应用和业务环节技术发展更迭快、研发门槛相对较低、技术周期较短，相应的专利申请也呈现申请主体多元化和热点变化快等特点。另一方面，应用环节的专利以非标准专利为主，所涉及技术主要是用于实现产品和应用的个性化需求，很少受技术标准限制，所以技术自由度较高，变化较快。从物联网应用场景来看，工业、车联网、电子商务应用类专利量最多，围绕辅助驾驶、工业生产控制、环境监测、电力等应用的专利大量出现。我国近年来物联网企业和高校在行业应用领域提交了大量的专利申请，并越来越注重物联网产品的外观设计专利申请。整体来看，我

国企业在华专利申请具有数量优势，部分进军海外市场的企业已相继开展海外专利布局。我国物联网中小企业和高校并未将专利优势转化成市场优势。

表 1 全球物联网细分领域专利申请量

一级技术点	二级技术点	专利申请量
业务层	智能家居	873
	电子商务	2033
	游戏娱乐	1032
	农业	413
	运输	1231
	车联网	1982
	工业	4002
	医疗	695
支撑层	IoT平台	2656
	数据库	2269
	分析/处理	3125
	可视化	739
	设备管理	249
通信层	低功率广域网	2940
	短距离通信	3578
	有线	5303
设备层	传感器	6568
	RFID	1700
	操作系统	1062
	应用芯片/嵌入式芯片	3513
安全技术	安全认证	413
	访问控制	1466
	身份管理	435
	敏感数据保护	235
	信用管理	50

来源：CAICT，截至 2016 年 8 月

物联网企业存在专利侵权诉讼风险。随着物联网产业对网络通信的重视程度加深，掌握较多通信标准专利的传统通信企业试图将专利费的收取对象从智能终端转向蛋糕更大的物联网市场。拥有较多标准通信专利的权利人将会进一步利用标准专利来加强市场控制力，最大限度的攫取市场利益。比如，2016 年 9 月由爱立信、高通、中兴通讯和 InterDigital、KPN、Sony 联合推出的 Avanci 专利池就瞄准了全球互联汽车和智能电表市场的 2G/3G/4G 通信技术授权。可预见的

是，将会有其他的专利联盟或专利强势的通信企业采用相同的专利策略，向其他物联网领域的企业收取通信技术的专利许可费。累积的专利许可费将成为制约中小型物联网企业壮大发展的重要影响因素之一，同时造成以收取许可费或是排除竞争对手为目的的专利侵权诉讼将频发。

（六）物联网产业生态构建进入关键期，产业各方围绕物联网平台加速布局

1. 产业生态构建成为物联网产业竞合焦点

产业兼并整合加剧，产业生态的整合能力将成为核心竞争力。当前，物联网产业已度过企业自由生长为主的早期阶段，巨头企业围绕产业生态主导权展开竞争，加强战略性布局，加速推动产业整合。一方面，通过兼并实现跨环节延伸和本环节整合。物联网平台成为产业兼并热点，自 2014 年起全球围绕物联网平台的并购事件多达 20 起以上；传感器设计企业成为下游应用厂商、传统 IC 设计和制造厂商投资和并购的主要目标，2015 年到 2016 年 8 月 MEMS 传感器产业已出现 20 余起重大并购事件。另一方面，企业积极通过产业合作实现优势互补。IBM 与 ARM 于 2015 年 9 月宣布建立合作伙伴关系，以双方在芯片和云平台领域的优势互补，推动各自物联网业务发展；美的与华为于 2016 年 7 月宣布开展全面合作，共享芯片、操作系统、数据挖掘等技术资源和渠道资源，推动双方移动终端和家居产品的互联互通，强化智慧家居领域的生态主导权。

在物联网“碎片化”发展阶段，企业之间竞争主要在特定产业环

节针对产品技术、价格和质量以“点对点”形式展开，如围绕同类终端设备的制造商之间的竞争、围绕同类网络服务的运营商之间的竞争、围绕同类应用的软件开发商之间的竞争。当前，面向芯片、操作系统、网络服务、物联网平台和应用开发等关键环节，以 IBM、苹果、GE 和 华为等为代表的主要企业积极开展跨环节链式布局，产业竞争已转变为生态链之间跨行业、跨环节的综合整合能力竞争。未来，巨头企业将进一步发挥产业整合能力，依托关键环节布局打造生态核心，聚合上下游中小企业形成产业阵营价值竞争的格局。

产业价值和增长空间向软件和基于数据的服务转移。随着海量感知设备带来的数据积累，基于数据的建模设计、执行控制系统、产品全生命周期管理等软件正在解构和重塑物联网行业应用，行业的产品、企业流程、生产方式、创新能力、商业模式和产业生态正在被软件和基于数据的服务定义。虽然在物联网中基于数据的服务内容和模式创新尚未形成统一发展思路，发挥数据潜在价值的能力和手段仍然缺失，但产业价值和增长空间仍然不可避免从传感器、网络设备等硬件开发和部署向软件和基于数据的服务转移。这种变化趋势体现在两个方面，一是在物联网产业链环节中，物联网平台作为软件开发和数据服务的核心，重要性和价值将不断提升。据麦肯锡预测，至 2025 年，软件商和集成服务商在物联网价值链所占份额将会进一步增加，达到 60%-85%¹⁸。二是物联网产业价值通过软件与硬件、软件与服务的整合在实现着价值创新，主要表现 MEMS 不断向高精度且自带算法模型的

¹⁸数据来源：麦肯锡

智能化、系统化方向发展。应美盛移动电子解决方案内部包括惯性传感器、运动算法、以及其 MotionApps 平台，博世汽车安全解决方案内部集成了流量、压力、惯性传感器以及高级安全稳定算法等，通过软件实现硬件价值的提升。

物联网平台成为产业生态构建的核心要素。随着各国政府、产业链上下游主要企业的持续推进，物联网产业正步入跨界融合、开放创新和规模化发展的新时期。未来 2-3 年，将是全球物联网产业生态形成的关键期。一方面，面对碎片化的物联网市场格局，构建开放共享、合作共赢的产业生态已成为产业界共识。产业生态的形成将加速物联网生产资料（数据）、人才、资本等发展关键要素在产业不同环节之间流动，提供产业生长壮大的内生动力。另一方面，包括终端侧的芯片、传感器、操作系统和边缘计算，网络侧的低功率广域网连接和短距离连接，应用侧的物联网平台和应用，以及作为共性基础的标准体系和开源社区等在内，构建物联网产业生态的关键环节和基础要素已经完备，且发展不断成熟。在产业价值不断向软件和基于数据的服务转移的大趋势下，物联网平台凭借其对产业链上下游企业整合、促进开环应用发展的关键作用，成为产业生态构建的核心要素。

2. 产业各方围绕物联网平台加速布局

当前，IT 服务商、行业企业、互联网企业、电信运营商等四大阵营均围绕物联网平台，依托各自优势，从不同切入点展开产业生态建设。

IT 服务商以云生态圈为基础，以数据驱动构建生态。IT 服务商

具备强大的基础设施支撑、丰富的分析计算工具、成熟的定价体系和全面的安全保障策略，已形成成熟的云服务系统，并以原有平台为基础积极拓展物联网业务，通过联合上下游企业，布局物联网产业生态。一方面，联合硬件制造厂商，补强设备连接和管理能力，布局“平台+硬件”增强提供端到端解决方案的能力。Amazon 通过硬件合作伙伴计划，与艾睿电子、博通、英特尔、联发科、微芯、高通和瑞萨等厂商合作，推出 AmazonAWSIoT 平台，将物联网设备与云连接，实现安全的数据交互、处理和分析，促进物联网产品和服务快速开发。IBM 与传感器、处理器、传输芯片、IP 技术厂商广泛合作，包括 ARM、TI、NI 等，使尽可能多的设备连接到 IBM 云端的 Watson IoT Platform。另一方面，联合行业应用集成商，逐步向行业领域渗透。Microsoft 于 2015 年推出 AzureIoT 套件，于 2016 年收购物联网服务企业 Solair，瞄准抢占制造、零售、食品饮料和交通等垂直行业物联网应用市场。Amazon 于 2015 年 3 月收购 2lemetry，实现跟踪和管理接入企业系统的 IP 账号和连接设备。

行业企业利用垂直行业优势，围绕工业应用智能化构建生态。通用电气（GE）、西门子等制造行业巨头根植于工业制造领域，工业应用研发和实施优势突出，以“平台+应用”为重点，联合三大类产业力量共同布局工业互联网生态。一是联合 IT 服务商，推动 IT（信息技术）和 OT（运营技术）深度融合，强化平台的计算分析能力。GE 于 2016 年宣布其工业互联网 Predix 平台登陆 Microsoft Azure 云平台，为工业客户提供服务，并获得人工智能等数据分析技术支持，帮

助客户从工业设施中洞察智能。二是广泛联合应用开发商，激发应用创新活力。GE 推出了 Predix 应用工厂，汇聚工业应用开发商，打造制造业“APP 应用商店”。此外，Predix 平台具备超过 60 个专业领域技术资源、强大的开发者社区、开放的应用开发接口，预计 2020 年平台上开发者将超过 10 万，工业应用超过 50 万。三是带动中小制造业企业，推动工业应用落地实施。GE 作为制造业巨头，以 Predix 平台和工业应用重构旗下业务，提高生产效率，将发挥示范效应。

互联网企业基于移动互联网平台拓展物联网平台服务，利用入口和用户优势构建生态。苹果、谷歌以及国内腾讯、阿里等互联网巨头基于移动互联网平台已构建形成完整产业生态。随着智能终端和智能应用井喷式发展，互联网企业积极联合智能硬件厂商强势进军物联网市场，在智能家居、可穿戴设备、车联网、移动医疗等消费领域布局构建物联网生态。一是发挥超级应用入口优势，汇集智能终端应用数据，腾讯公司利用微信平台庞大的用户群体、牢固的用户粘性、简单的接入方式和可继承的用户习惯等优势，打造微信智能硬件开放平台，聚集和接入一批智能硬件服务厂商，汇集大量用户的智能应用数据。二是利用智能操作系统优势，苹果公司基于操作系统 iOS 多年建立的用户粘性和使用习惯，推出 HomeKit 平台，联合飞利浦、霍尼韦尔和海尔等厂商进军智能家居市场。谷歌发布物联网操作系统 Android Things，帮助开发者将产品连上云端服务。阿里巴巴公司以 YunOS 和云平台为核心，近期推出物联网平台，借助阿里云生态中的云计算、大数据等资源，从芯片模组、工业设计、设备联网、平台搭建、app

应用，到电商流量、销售渠道，为物联网企业构建打通上下游全产业链的生态系统。

电信运营商发挥连接优势，立足通信管道构建生态。得益于广阔的网络覆盖与生产或认证提供连接能力的物联网通信模块，电信运营商以 M2M 应用为核心着手布局物联网平台生态。开放平台能力成为电信运营商构建生态的一个主要策略，美国 Verizon 推出 ThingSpace 平台，通过简易自助式服务界面向开发者提供诸多免费 APIs 和与配套件捆绑的硬件，简化物联网应用的开发和部署。美国 AT&T 向合作伙伴提供 M2X、Flow、Connection Kite 等平台服务，开放网络、存储、测试、认证等能力。中国移动 2014 年推出自主研发的 OneNET 平台，向合作伙伴提供开放 API、应用开发模板、组态工具软件等能力，帮助合作伙伴降低应用开发和部署成本，打造开放、共赢的物联网生态系统。此外，聚合行业应用领域的领军企业，促进终端、网络和平台的协同发展成为电信运营商构建生态的另一主要策略。AT&T 瞄准车联网、智慧城市、家庭连接、商业连接、智能设备和智能医疗六大应用领域，成立车联网研究室，先后与 Maersk 船舶公司、红牛、BD 医疗、Otis 电梯和 SunPower 太阳能等公司建立合作关系。Verizon 收购 Sensity Systems 物联网创业公司加强物联网业务，力图掌控和驱动城市、大学和场馆等数字化转型。中国移动发布“物联网开放平台 OneNET 全球合作伙伴招募计划”，商用 18 个月实现物联卡用户数突破 2000 万。

产业生态格局尚未确立，各阵营之间竞争与合作并存。当前，明

确、成熟的物联网产业生态尚未形成，各巨头企业均处在布局阶段，企业之间既有竞争又有合作。竞争方面，一是围绕产业链上下游企业 and 应用开发者，巨头企业积极争取更多产业力量共同构建产业生态，提升物联网平台价值；二是围绕市场，通过提供端到端完整的解决方案，培育产业生态的固定用户群体。合作方面，单一物联网平台企业难以从底层到上层提供包括设备管理、连接管理、应用使能和业务分析在内的完整平台功能，不同平台企业之间积极展开合作，实现优势互补。2016 年初，PTC 和 Bosch 宣布成立技术联盟，整合 ThingWorx 和 Bosch IoT Suite，实现设备管理平台与应用使能平台之间的强强联合，为用户提供更全面的平台服务。据 IOT Analytics 统计，PTC 在物联网平台市场份额方面处于领导地位。GE 通过与微软建立战略合作伙伴关系，将推动 Predix 平台与 AzureIoT Suite、Cortana 智能套件的深入整合，获得人工智能、自然语言处理、高级数据可视化等技术和企业应用方面的支持。2016 年 11 月，GE 与 SAP 宣布将推动 Predix 平台与 SAP HANA 云平台的集成，并在资产管理领域加深合作。

三、我国物联网的发展情况

在中央系列顶层设计和各地各部门的不懈努力下，我国物联网发展取得了显著成效。产业规模方面，从 2009 年的 1700 亿元跃升至 2015 年超过 7500 亿元，年复合增长率超过 25%¹⁹，机器到机器应用的终端数量超过 1 亿。标准体系方面，制定了物联网综合标准化体系指

¹⁹数据来源：工业和信息化部

南，梳理标准项目共计 900 余项，物联网参考架构、智能制造、电子健康指标评估、物联网语义和大数据等多个我国主导的国际物联网发布。产业布局方面，已形成环渤海、长三角、泛珠三角以及中西部地区四大区域集聚发展的空间格局，无锡、重庆、杭州、福建等国家级物联网产业基地建设初见成效，北京、上海、深圳、成都等地物联网产业园区建设蓬勃发展。

（一） 我国物联网政策接力布局，有力推进顶层设计不断完善

智能制造政策措施集中发力。制造业成为“十三五”时期我国物联网的重要应用领域之一，以信息物理系统(CPS)为代表的物联网技术将在制造业智能化、网络化、服务化等转型升级方面发挥重要作用。2015 年 5 月国务院印发《中国制造 2025》并成立国家制造强国建设领导小组，部署全面推进实施制造强国战略。其后，工业和信息化部启动年度智能制造试点示范，截止目前已设立上百个示范项目。2016 年 8 月工业和信息化部、发展改革委、科技部、财政部四部委联合发布《智能制造工程实施指南》，加速标准化实施，明确财税金融支持。此外，各地方加强智能制造规划实施，目前已有 21 个省份出台对接政策，智能制造在全国各地全面铺开。

智慧城市指导方针继续深化。2016 年国家“十三五”规划进一步提出了加强现代信息基础设施建设，推进大数据和物联网发展，建设智慧城市的理念，物联网对新型城市建设意义仍旧重大。2016 年 9 月，国务院进一步发布《关于加快推进“互联网+政务服务”工作的

指导意见》，提出了“创新应用互联网、物联网、云计算和大数据等技术，加强统筹，注重实效，分级分类推进新型智慧城市建设，打造透明高效的服务型政府”。为落实国务院关于智慧城市的指导方针，国家各部委陆续出台相关政策举措，“十三五”期间国家发展和改革委员会与中央网信办、智慧城市部际协调工作组等将共同推出100个“新型智慧城市”试点，开展智慧城市建设效果评价工作，分行业、分领域选取一批有代表性的智慧城市优秀案例，以点带面，促进城镇化发展质量和水平全面提升。国家标准委、国家旅游局、国家测绘地理信息局等也陆续出台指导意见，对标准体系、智慧医疗、智慧旅游、地理信息资源建设等推进落实。

车联网政策扶持全面开花。自2015年7月，国务院《“互联网+”行动指导意见》中提出要积极推广车联网等智能化技术应用，加快智能辅助驾驶、复杂环境感知、车载智能设备等产品的研发与应用，车联网开始在国家层面上全面布局。2016年7月，国家发展和改革委员会、交通运输部联合发布《推进“互联网+”便捷交通 促进智能交通发展的实施方案》，明确提出利用物联网等技术，推动跨地域、跨类型交通信息的互联互通，建设先进感知监测系统，形成动态感知、全面覆盖、泛在互联的交通运输运行监控体系。工业和信息化部相继启动车联网创新发展工作方案、智能网联汽车总体规划及智能网联汽车标准体系建设方案等相关工作。2016年国家重大科技研发专项进一步向车联网倾斜，中德智能网联汽车、车联网标准及测试验证合作项目启动，联合推进技术研发、标准制定，搭建测试认证环境。北京、上海、

重庆、杭州、常熟等示范区开展建设，构建车联网应用规模试验外场，实现辅助驾驶和部分自动驾驶关键场景的应用示范，打造车联网融合应用路测、验证及示范的预商用环境，推动各项关键技术的研发与产业化。

（二）物联网在传统行业、城市管理和个人消费领域的应用不断深化，为我国产业结构调整提供新动能

当前，中国经济发展已进入新常态，劳动力、土地等要素成本优势正在减弱，迫切需要调整优化产业结构、转换新旧发展动能。物联网作为新一代信息通信技术高度集成和综合应用的典范，将为我国信息产业发展开辟新空间：一是经济增长新空间。物联网发展极大激发 5G 网络、云计算、大数据等技术创新活力，带动智能制造、车联网、新型传感器等行业创新，经济增长点将不断出现。二是产业投资新方向。物联网发展将使得感知能力融入到物理设施中，从而带动高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施的建设，以及能源、交通等重要行业设施的智能化改造。基础设施的建设和改造将带动大量的产业投资机遇。三是信息消费的新市场。智能穿戴、智能家居、智能汽车等新产品不断涌现，不断刺激新的信息产品和服务消费需求，将开辟出规模巨大的信息消费新市场。

工业互联网培育制造业发展新动能。制造业是国民经济的主体，也是推进供给侧结构性改革的主战场，物联网的融合渗透将有力推动制造业的技术进步、效率提升和组织变革。我国正在组织实施《中国制造 2025》，将智能制造作为主攻方向，推动制造业与互联网融合发

展，通过物联网等新技术在企业研发、制造、管理、服务等全流程的集成应用，提升生产效率和产品质量，提高制造业供给结构的适应性和灵活性，努力实现制造业的“数字化、网络化、智能化”。2016年2月1日，在工业和信息化部指导下，中国信息通信研究院联合制造业、通信业、互联网等企业共同发起成立了工业互联网产业联盟，通过联盟加强产学研用协作，加快推进工业互联网发展。到2016年底，联盟成员已经超过270家，发布《工业互联网体系架构（版本1.0）》、《工业互联网推进实施指南》、《工业大数据白皮书》等研究成果。

新型城镇化推动智慧城市步入实质建设阶段，感知设施统筹集约部署和物联网数据开放共享成为发展重点。作为新型城镇化的重要方向之一，截止2015年底，我国智慧城市建设数量达到386个，副省级以上城市、地级城市、县级城市建设智慧城市比例分别达到100%、74%和32%。各地智慧城市在推进物联网应用中，通过前端集约采集与后端数据融通，释放物联感知红利。一是物联网设施统筹部署推动市政基础设施智能化转型。感知设施与城市基础设施同步统筹集约部署，发挥叠加效应。当前，集成天气温度感知、高清视频监控、WiFi通信、报警能力等多功能智慧路灯，已经在上海、广州等城市推广使用。城市采用物联网技术，进行市政水、电、气管网的统一、智能监测预警，已成为各地智慧城市的重要实践。二是以城市运营管理中心汇聚开放共享的感知信息，构建物联网开环应用新格局。南京、银川等智慧城市建设，通过打造城市级智能运营管理中心，打破以部门、行业为边界的孤岛式信息感知与处理格局，充分采集、汇聚城市多领

域、多部门感知数据，围绕交通出行、安防应急、低碳环保等领域，开展感知数据的关联挖掘，有效促进城市管理级物联网开环应用的发展。

物联网技术发展和消费升级带动终端产品智能化趋势加速，逐步形成规模化产品体系。终端产品以微处理+连接芯片为底层元器件架构，芯片、通信技术、智能传感器等端侧物联网技术推动其感知和连接能力不断提升；物联网平台兴起，为数据变现提供基础，促进终端产品的数据分析、人机交互能力升级发展。物联网技术发展与消费品行业跨界融合，为终端智能化带来条件，新产品、新应用不断涌现，智能硬件等新型物联网终端出现多个十亿元以上规模产品，并初步形成智能穿戴设备、智能服务机器人、智能车载设备等规模化产品领域。目前我国部分产品增长速度快于全球，预计至 2020 年我国智能硬件产品和服务的总体市场规模可达万亿水平。在智能穿戴设备、智能无人机等领域中已经出现世界领先的龙头企业，如大疆科技占据全球无人机市场约 70% 以上的份额，2016 年第一季度小米手环出货量占据全球智能手环 22.8% 的市场份额，名列第二。

（三）我国在物联网基础关键环节的技术创新持续推进，产业能力逐步提升

我国积极引领全球 NB-IoT 标准及产业发展。NB-IoT 是面向低功耗、广覆盖的全球统一标准，可依托现有蜂窝网络快速构建低成本全覆盖的物联网，服务众多行业领域，有力支撑互联网+。我国的华为公司与在 3GPP 国际标准化组织提出 NB-IoT（窄带物联）需求，并在

全球范围内与爱立信、高通等企业共同引领了 NB-IoT 标准的制定，并与 2016 年 6 月发布该标准。NB-IoT 技术得到了全球 LTE 产业阵营的认可和积极投入，产业链正在加速形成。我国华为、中兴、大唐等企业正在逐步形成包括芯片、模组、终端、核心网在内的各环节的设备生产和网络建设能力。我国运营商均提出了各自 NB-IoT 的商用计划，围绕 NB-IoT 的产品的生产和商业化正在加速发展。中国联通今年在上海迪斯尼园区通过 NB-IoT 部署丰富的物联网业务。在 900MHz 频点频段部署了 10 个室外站点覆盖整个园区，并且于 2016 年 6 月开通全部站点。通过 NB-IoT 网络，在园区内提供智能停车、智能水表业务，后续将拓展到环境监控、人流管理等。中国移动在福州、杭州等地开展智能水表、智能停车等业务。中国电信也在深圳开展智能水表等业务，并计划在 2017 年上半年 800MHz 全面开通 NB-IoT 业务。

国内企业纷纷布局新型操作系统，轻量级系统发展较快。当前我国物联网操作系统在不同领域发展存在较大差异。在智能家居领域，庆科 mico 与阿里 YunOS 发展较好，联合底层硬件提供商、家电整机厂商等初步构建了自主生态体系。阿里云以 YunOS 和云平台为核心，在兼容所有主流移动芯片架构、MCU 平台的基础上，采用组建商业联盟、开放运营模式、创新产品服务策略打通智能家居等多个终端领域，并通过应用预装、大数据精准营销等手段形成良性的利益分成机制；目前阿里云与超过 40 家硬件厂商建立合作关系，推出较多成熟的智能家居产品，并取得较好的应用效果。在机器人领域，人工智能创业团队图灵机器人发布机器人专用操作系统 Turing OS，拥有 10 万名

合作伙伴接入，累计响应超过 1300 亿次请求。在车载电子领域，wince、QNX 和安卓占据大部分市场份额，本土企业尚未推出成型产品。

我国传感器市场增长迅猛，本土产业链趋于完备。在物联网应用的驱动下，2015 年我国传感器市场规模达 1100 亿元，预计到 2020 年将达到 2115 亿元，年复合增长率达到 14%。目前我国面向物联网应用的传感器已基本覆盖运动、环境、光学等几个大类、数十个小类，涌现出以歌尔声学、瑞声科技、格科微、豪威科技、美新半导体、明皜科技、敏芯微电子等为代表的国际知名厂商。伴随中芯国际、华润上华、晶方、长电等传统半导体制造封测厂商的进入，以及传感器公共服务平台的快速发展，我国传感器产业创新体系逐步完善，产业组织模式加速向专业化分工的虚拟 IDM 模式转移。

本土厂商开始由分立器件生产商向系统化解决方案提供商转型。为满足物联网灵活、智能、集成化发展需求，提升传感器产品附加值，本土厂商持续强化集成方案提供能力，如瑞声科技整合包括声学（扬声器、麦克风）、光学（摄像头、VCM、镜头）等多种传感器以及多种数据融合处理算法在内的智能终端一体化解决方案，帮助厂商快速形成产品推向市场；明皜科技推出集成陀螺仪、三轴加速度计等传感器，微处理器以及具有自主 error correcting 算法的扫地机器人导航模块，并实现即插即用，可助力整机厂商加快产品上市进程。

我国物联网 MCU 企业依托自身基础优势，联合下游应用企业，布局细分应用。我国物联网芯片企业初步具备了一定的技术、产业和应用基础，但是企业规模较小，难以打通完整生态链，需要联合下游应

用、服务企业，进军可穿戴、智能家居、工业控制等细分领域。北京君正依托自身在 MIPS 架构上的技术积累，推出针对可穿戴式设备、智能家电等领域的低功耗 MCU，并与 Imagination、腾讯、科大讯飞等在软硬件、云服务展开合作，打造产业生态链。兆易创新依托自身在 MCU 关键部件 NOR Flash 上的生产制造优势，借鉴意法半导体、恩智浦（已被高通收购）等国际巨头采用 ARM Cortex-M3 内核的成功经验，注重丰富产品线，联合应用企业推出了适用于安防监控、工业控制、人机界面等领域的解决方案。

我国在部分物联网国际标准化组织中逐步占据优势地位。我国物联网标准化工作中持续发挥积极作用，主导了一些重要领域标准的制定工作，逐步占据优势地位。一是我国专家在标准化组织中担任了部分重要职位为推进我国主导的相关标准奠定了良好基础。截至 2016 年 3 月，在 OneM2M、3GPP、ITU、IEEE 等主要标准化组织物联网相关领域，我国获得 30 多项物联网相关标准组织相关领导席位，主持相关领域标准化工作，有力的提升了我国国际标准影响力。二是国内单位积极立项，我国成为物联网标准化推进的重要力量。依托我国在移动通信、互联网等方面的长期技术积累和服务创新，我国企业持续进行技术创新和标准投入，在物联网无线广域通信网、基于 web 技术的物联网服务能力、可穿戴设备、车联网等领域形成了与发达国家共同主导标准制定的态势，共同推进了全球移动物联基础设施和业务应用的发展。三是在重要标准上我国逐步确立主导优势。我国在物联网语义、物联网大数据、物联网网关等重要领域主导相关标准的制定工作，

逐步形成在标准制定上的优势。2016 年 4 月，由我国在 ITU-T 主导的“智慧可持续发展城市评估指标”系列国际标准获得通过，将成为全球智慧城市领域最权威、最具影响力的评估指标标准之一。同月，ISO/IEC JTC1 发布由我国主导的物联网参考架构标准。中国自主研发的物联网安全关键技术 TRAIS 和 NEAU 标准被相继纳入 RFID 安全和 NFC 安全国际标准，实现了在物联网安全领域的标准突破。

（四）国际竞争加剧和平台化趋势促使我国物联网进入产业生态构建新阶段

全球产业界高度重视物联网平台化趋势，正加快构建将系统提供商、开发者、设备制造商乃至用户等多个环节紧密耦合的生态体系，国际产业生态竞争日趋激烈。在这一形势下，我国物联网也正加速从单点发力向生态体系的构建转变。

行业巨头开放资源和能力，向平台化服务转型。制造业等传统行业巨头相继推出物联网平台，发挥带动作用实现行业资源和能力的开放共享，推动行业整体创新发展。海尔作为家电巨头推出 U+ 平台，与上百家企业展开合作，实现不同品类、品牌的产品或服务互联，目前接入自有和第三方智能家电和硬件产品已达百万级，类别超过 120 个。基于每日超过 1 亿条的设备上报数据，U+ 平台开展大数据分析，例如与江苏电网居民能效系统对接实现空调负荷需求响应管理，取得突出经济社会效益。三一重工内部物联网平台 8 年间已积累 23 万台设备实时运行数据和 5000 多种参数，近期将推出对外开放的树根互联平台，以实现服务、制造、研发、信用控制等价值共享。华为打造

OceanConnect 平台作为其“1+2+1”物联网战略的重要组成，依托平台强大的开放与集成能力，面向家居、车联网和城市治理等领域构建产业生态。

电信运营商积极布局物联网平台，构建产业合作生态，向行业用户提供端到端的综合服务方案。以“连接为基础，以平台为核心，以方案为延伸”的发展思路已经成为我国电信运营商布局物联网的共识，但在具体的发展路径上略有差异。中国移动自主开发 OneNET 开放平台，聚合芯片、模组、软件开发商、系统集成商等行业合作伙伴，为用户提供涵盖“云-管-端”整体解决方案。目前，中国移动的物联网业务在用户规模和收入规模方面均领先另外两家。中国电信和中国联通分别与爱立信、Jasper 合作，借助合作伙伴的平台开发和运营能力，聚焦车联网、医疗、医疗等垂直行业，联合上下游合作伙伴，提供以智能连接为核心的产品和服务，力争在特定的垂直行业获得领先优势。

互联网企业加速探索物联网发展新空间。依托我国互联网产业取得的巨大进步，互联网企业在可穿戴、智能硬件、车联网等领域和大数据处理、云平台、操作系统技术等方面均有着自身优势。我国互联网企业充分利用自身优势，积极布局物联网生态，探索新的市场机遇。目前，以 BAT 为代表的领先的互联网企业均部署了各自的物联网平台，意图打造物联网生态。百度推出了物联网接入平台 IoT Hub，阿里开发了云物联网套件，腾讯发布 QQ 物联·智能硬件开放平台，京东、360 等企业也在开展物联网平台建设。同时，机智云、庆科等其他互

联网企业也立足各自优势，积极构建物联网生态。

四、我国物联网面临的挑战和发展方向

当前全球物联网技术体系、商业模式、产业生态仍在不断演变和探索中，物联网发展呈现出平台化、云化、开源化的特征，并与移动互联网、云计算、大数据融为一体，成为 ICT 生态中重要的一环。物联网系统将逐步具备开放应用接口能力，在统一架构和开放平台下支持多种应用的分发和部署，支持各类人与物的接入，实现信息共享和融合协同。在新一轮物联网发展布局的关键窗口期，我国应坚持明确产业发展方向，加快战略布局，加强产业链和创新链协同，打造产业生态系统，推进我国物联网发展进入新的阶段。

（一）我国物联网发展面临的主要挑战

1. 应用向高端智能化的升级将进一步放大我国传感器产业的基础能力薄弱的短板

我国传感器市场高速增长的态势和本土企业的低端供给能力之间的差距成为制约我国物联网产业发展的基本问题。2015 年我国传感器、MEMS 传感市场规模达到 1100 亿元和 278 亿元，受车联网、智能家居、可穿戴等规模化物联网应用发展的影响，预计到 2020 年分别达到 2115 亿元和 609 亿元，整体保持高速增长态势²⁰。虽然市场高速增长，但目前跨国公司在中国 MEMS 传感器市场占比高达 60%，国内企业在技术水平、生产工艺、规模和盈利能力等方面的差距导致国

²⁰数据来源：MEMS 资源，中投顾问，中研普华

内传感器市场高度依赖进口。一是传感器企业产值偏低。国内传感器企业中产值过亿的厂商占比 13%，全国不足 200 家；二是产品种类相对单一。目前全国传感器产品种类齐全的企业占比不足 3%，产品线单一，综合竞争能力偏弱；三是研发生产技术相对落后，相较国际领先企业，新品研制落后 5-10 年，产业化规模生产生产工艺落后 10 年以上²¹。

我国物联网升级发展对传感器产业要求进一步提升。国内传感器企业规模偏小，定位比较专，技术水平不高，盈利能力不稳等情况导致我国主流产品高度依靠进口。特别是高端传感器方面，由于种类多、跨学科研发技术水平高、开发成本大，企业不愿承担开发风险，造成我国高端传感器基本依靠进口。2015 年，我国中高端传感器进口比例达到 80%。而随着工业互联网、车联网等行业和应用的兴起，我国物联网的简单应用向高端应用转变。在工业控制、车辆碰撞预警、车路交互等应用场景中对高精度、智能化的高端传感器需求将大幅提升，传感器特别是高端传感器的产业能力薄弱的短板在我国物联网应用升级发展过程中将进一步凸显。

2. 物联网在行业中的深度应用面临诸多障碍，大规模示范应用的推进方式需进一步探索

虽然物联网技术能力进步对行业发展的重要作用越来越被企业认可，但物联网特别是传感技术在关系到国计民生的重要领域的深度应用还存在着成本、成熟度、行业应用人员的信息化水平等一系列障

²¹数据来源：工业和信息化部、工业和信息化部电子元器件行业发展研究中心

碍。一是建设运维成本较高。在行业中应用物联网相关技术需要对现有的工具、设备、设施甚至管理和生产流程进行改造，企业不仅首次投入较大，且后续养护成本较高。二是可用性和成熟度要求较高。对于工业制造、安全生产等重要行业，对物联网技术的可用性和成熟度均要求较高，对物联网技术部署采取相对保守的部署策略。三是对行业应用人员的信息化水平要求较高。物联网技术的应用对行业从业人员提出了更高的要求，对技术的理解不够充分，可能导致应用的深度与广度与当前物联网技术的发展水平不能匹配。

大规模示范应用一直是引领我国物联网发展的重要方式。而在各级物联网示范应用中，主要关注是物联网技术的垂直型应用，缺少对物联网开放平台、操作系统等关键水平环节的考虑。在下一阶段物联网推进过程中，应结合物联网产业生态构建，探索利用物联网关键水平环节的开放共享构建开环大规模应用的推进方式，推动物联网数据的共享利用和应用模式的完善，带动物联网数据资源交易规则制定，投融资等配套措施的完善。

3. 以平台为核心构建产业生态将面临更为严峻的国际竞争

产业生态的竞争将加速物联网平台市场的整合。随着各方对物联网平台重视程度不断加深，围绕物联网平台的竞争将激化，物联网平台市场走向整合是大势所趋。一方面，巨头企业均已布局物联网平台，中小和初创企业建设物联网平台热潮开始降温，物联网平台数量增长将趋于稳定。另一方面，物联网平台成为产业界兼并热点，大型平台

企业积极兼并小型平台企业以增强实力，反映平台市场整合已经开始。与互联网平台相似，物联网平台的成长表现出“网络外部性”特征，随着平台聚合的上下游企业、应用开发者等资源增加，平台价值不断提升，对其进一步吸引资源产生正反馈促进作用，形成强者更强的发展格局。以平台化服务为核心的产业生态很可能走向类似移动互联网的发展路径，形成少数几家物联网平台为核心的产业生态主导产业发展方向的格局。在此趋势下，物联网平台市场整合将加速，竞争将更加激烈。

我国物联网平台处于发展初期，与国际相比存在一定差距。当前，以阿里巴巴、腾讯、百度为代表的互联网企业基于自身传统优势构建开放平台，电信运营商基于 M2M 运营经验加速构建物联网平台，行业巨头开始平台化转型，部分初创企业发展势头迅猛。但总体看来，我国物联网平台仍处于发展初期，在聚合资源以及带动技术产品、组织管理、经营模式创新方面的潜力远未充分释放，相对国际领先物联网平台的竞争优势不明显。在国内物联网平台企业尚未有效“走出去”的情况下，国外物联网平台已加速进入国内市场，如 GE 已宣布 Predix 平台向全球企业开放。未来几年，国内物联网平台及围绕平台构建产业生态将面临更严峻的竞争格局。

物联网生态的操作系统环节基础相对薄弱，创新发展存在困难。由于在移动互联网时代，国产操作系统处于弱势地位，发展物联网重量级操作系统无法直接将移动互联网操作系统优势转移，相比于国外基础尚显不足。同时，考虑到物联网 OS 架构趋于一致性，在原来 PC

和移动互联网时代的 OS 专利问题可能转移到物联网上，为我国操作系统发展带来新的挑战。此外，生态和标准仍未健全，主要话语权掌握在国外企业手中。与国外相比，我国操作系统、应用与服务暂未形成良好生态，大部分产品仍然仅停留在应用层面，海量数据汇集之后并没有提供相应的数据分析等进一步应用，造成数据浪费。

4. 标准在推动产业链协同发展方面的作用不突出，对行业发展的引领性仍需加强

物联网产业具有产业链长、环节多、关联性强等显著特点。目前各行业均在结合自身需要制定物联网相关应用标准，但在行业协同制定标准，实现标准互联互通、开放共享，推动产业链协同发展和创新方面仍需进一步强化，特别是物联网平台、操作系统等将成为数据开放、共享的重要环节，需要进一步加强标准化工作。

物联网评价指标类标准对于明确应用发展方向，提升技术水平，监督市场管理均具有较强的引领性作用。目前根据城市功能和地理区位、经济水平和生活水平，按照城市发展的信息化水平和成熟度，我国在智慧城市领域已经建立了较为完善的评估框架和指标体系标准，同样在智能家居、智能硬件领域，消费者、监管机构和建设方均希望通过建立统一的评价指标标准实现对产品的质量和用户体验等进行规范，推动市场的成熟。

5. 边缘计算的兴起带来新的产业机遇，需进一步加强前瞻性布局

边缘计算是融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，

在靠近物或数据源头的网络边缘侧，就近提供智能互联服务，满足行业在处理的敏捷性、业务智能化、数据聚合与互操作、安全与隐私保护等方面的关键需求。边缘计算作为一种新的技术理念，主要聚焦实时、短周期数据的分析和处理，并与云计算形成模式互补。在物联网行业应用中，特别是在工业控制领域，边缘计算是实现分布式自治控制工业自动化架构的重要支撑，在预测性维护、能效管理、智能制造等领域有着广泛的应用前景。边缘计算的兴起也将重新定义“云-管-端”之间的关系，带来新一轮的技术变革和产业发展机遇。

为了抓住新的产业发展机遇，2016年11月30日，华为、中国科学院沈阳自动化研究所、中国信息通信研究院、英特尔公司、ARM和软通动力信息技术(集团)有限公司联合倡议发起的边缘计算产业联盟。边缘计算的发展将影响网络连接、云平台、操作系统等物联网核心技术和产品的演进和发展，需要进行前瞻性布局，积极抢占技术创新高地。

6. 物联网安全问题日益突出，我国物联网安全保障能力亟需提升

物联网节点分布广，数量多，应用环境复杂，计算和存储能力有限，无法应用常规的安全防护手段，使得物联网的安全性相对脆弱。随着物联网应用在工业、能源、电力、交通等国家战略性基础行业，一旦发生安全问题，将造成难以估量的损失。从伊朗的震网病毒攻击核设施的事件，去年年底乌克兰电网受木马影响而局部停电时间到今年美国发生的物联网终端被木马控制发起攻击导致互联网瘫痪的事

件，物联网安全问题日益突出。为了应对物联网的安全问题，2016年11月美国国土安全部（DHS）发布《保障物联网安全战略原则》，并表示“保障物联网安全已演变为国土安全问题”，并规定了基本安全措施和对美国市场上的物联网产品的安全要求。

对于我国而言，需要重视物联网安全问题，并根据物联网技术特点和产业部署要求，尽快提升物联网安全保障能力。重点考虑推进物联网安全标准体系建设，建立物联网安全防护制度，完善信息安全重大事件应急响应机制。全面开展物联网产品和系统安全测评与评估，增强物联网基础设施、重大系统和重要信息的安全保障能力，确保工业、能源、电力、交通等重要系统安全可控。

（二）我国物联网发展方向

1. 加速掌握物联网产业生态核心环节，利用垂直一体化模式打造产业生态体系

物联网平台成为产业生态构建的核心关键环节，掌握物联网平台就掌握了物联网生态的主动权。物联网平台在产业发展中的关键作用和主要国际巨头在平台上的战略布局使得平台成为构建物联网生态的“牛鼻子”。就我国而言，提升我国企业物联网平台处理的技术能力，加速形成物联网平台与行业的对接，培育平台上的应用开发者群体，成为构建产业生态的重点。

垂直一体化布局成为打造产业生态的重要模式。虽然物联网平台的重要性日益凸显，但由于物联网中企业众多，平台阵营林立，使得仅依靠平台难以打造完善的产业生态。通过“云-端-网”的多要素垂直

一体化布局，覆盖产业的各环节，为用户提供整体方案，更有利于生态的打造。在布局方式上，一是单个企业利用自身优势，在不同环节同时布局，协同推进，如华为推出的“1+2+1”物联网战略；二是通过产业链上下游企业之间的合作进行一体化布局，如 Jasper 平台与电信运营商之间开展的合作；三是通过参与全球开源生态，将自身产品与开源操作系统、开源网络协议进行结合，实现一体化布局。

构建物联网“双创”平台，扶持创新型中小企业，建立互促发展的生态合作机制。支持大型行业企业、电信运营商和互联网企业积极构建以产业关键水平环节为核心的开放式“双创”平台，打造生态中的龙头企业和优质品牌。将“双创”平台打造成技术攻关、创业孵化、投融资和人才培养的高地。利用“双创”平台，扶持一批“专、精、特、新”创新型中小企业。利用创新组织的小型化、分散化的特点，一方面通过快速迭代、协同开发等方式加速物联网技术、设备、理念与制造、交通、医疗、环境等传统行业在装备、系统、流程、管理、组织、商业模式中集成应用；另一方面通过中小企业与用户需求形成对接，构建客户需求深度挖掘、实时感知、快速响应、及时满足的发展模式，最终在我国形成多产业生态共存、良性竞争、互促发展的增长机制。

2. 持续推动物联网与行业发展的深度融合和规模应用

推进物联网集成创新和规模化应用。全力支持市场需求旺盛、应用模式清晰的重点领域，结合重大应用示范工程，复制推广成熟模式。在智能制造方面，利用 RFID、传感器等技术，建设信息物理系统和

工业互联网；在智能交通和车联网方面，加快车联网示范区建设，开展智能交通、自动驾驶、汽车电子标识等应用示范和推广；在健康服务方面，建立临床数据应用中心，开展智能可穿戴设备远程健康管理、老人看护等应用；在节能环保方面，运用物联网提升能源管理智能化水平，开展污染源监控和生态环境监测。引导骨干企业发挥引领作用，加快制定关键技术标准，带动技术、产品、解决方案不断成熟，成本不断下降，应用快速推广。

推动跨行业物联网标准的制定。支持我国行业企业、行业标准化组织等参加物联网国际标准化，与电信网络运营商、设备制造商、互联网服务提供商共同推进国际标准化，逐步形成“以产业促标准研制，以标准促生态构建”良性发展局面。加速对窄带物联网、短距离网络技术、物联网网络信息技术的自主创新和国际标准研制，考虑通过产业联盟主导、设立试验性物联网测试床等措施，实现跨行业、跨产业、行业共同制定物联网标准。

3. 依托市场和技术创新优势，推动产业链上下游联动发展

加强上下游协同，扩大生态影响力，迅速占领增量市场。2015年中国物联网产业快速发展，成为全球最大增量市场，我国操作系统企业有可能利用市场机遇占据优势。同时，操作系统市场竞争集中度不高，尚未形成主导企业，虽然大部分操作系统基于linux定制开发，但也比较碎片化，有利于新的进入者。我国企业应该把握机遇，在发展操作系统同时，联动上下游。一，与硬件企业合作，规范硬件驱动

程序接口和 API 接口；二，加强与应用开发者合作，不断将算法和代码结合特定场景进行优化；三，加强与平台运营企业合作，配合平台侧实现状态查询、传感器管理、故障诊断与远程恢复等功能。

面向云计算和大数据，紧随云端结合趋势。硬件在物联网带来的价值占比将逐步减小，厂商必须通过应用软件或服务创造大部分的营收，因此云端的云计算和大数据利用价值逐步提升。操作系统与云端结合趋势也为我国发展操作系统带来了有利条件。目前开发物联网操作系统的中国厂商都有互联网和云端的相关背景。如阿里巴巴凭借本身阿里云优势推出 yunOS；华为依托本身连接优势，大力推行低功耗广域网，并将此优势延续至操作系统，推出“1+2+1”物联网策略，以“操作系统+连接+平台”迅速抢占物联网市场。在此基础上，积极发展操作系统和云端平台的耦合，引入云应用引擎，加强端云合作。

4. 加快构建本土物联网传感及芯片产业体系，持续增强产业综合竞争力

大力开展关键技术攻关，提升产业核心竞争能力。当前除消费电子、汽车电子外，工业、医疗等传感器应用领域正快速扩张，整体市场十分广阔。同时，具有更加高效、精确、稳定特点的基于新原理、新材料、新工艺的传感器产品正在快速涌现，产业创新十分活跃。因此我国企业应紧紧把握市场快速扩张与技术持续创新机遇，开展设计、制造、封装关键工艺技术研发，同时积极布局面向未来的传感器前沿技术，从根本上提升产业的核心竞争力。从细分环节来看，设计方面重点攻关模拟仿真、EDA 工具、软件算法、MEMS 与 IC 联合设计等核

心技术；制造方面，突破核心硅基 MEMS 加工、与 IC 集成等技术，提升工艺一致性水平，探索柔性制造模式；封测方面，推动器件级、晶圆级封装和系统级测试技术，鼓励企业研发个性、大规模、高可靠测试设备；此外，鼓励企业布局面向未来发展的新型传感器制造、集成、智能化等技术，逐步构建高水准的技术创新体系。

推动产业链协同升级，提升产品集成智能水平。当前，受传感器产品单价快速下跌及信息智能化处理能力不足的驱动，传感器技术正在由单一器件设计制造向系统化、模块化融合创新方向发展，产品集成化、智能化程度不断提升。本土企业应紧跟技术发展趋势，强化产业链上下游合作，增强产业协同发展能力。国内设计、制造、封测企业应积极开展技术协同攻关，集中力量突破基于新材料、新结构、新原理的新型传感器制造技术；同时，积极建立企业间紧密合作关系，加速企业新设计、新工艺的产品转化周期。此外，本土上游传感器制造，下游系统集成、通信厂商应强化商业合作，积极开展传感器系统级产品的研发与制造，提升本土传感器集成化、智能化水平。

以我国信息通信优势带动物联网芯片技术研发和应用，积极参与市场竞争。依托我国在移动通信、互联网发展中积累的设备制造、网络运营及面向个人消费领域的应用服务等优势，带动物联网芯片特别是物联网通信芯片的技术研发，推动设计、制造、封测等产业链环节共同发展。同时把握智能硬件、新型可穿戴设备的发展趋势，加速国产芯片在短距离通信、广域网通信等领域的应用。通信芯片企业需立足消费类产品领域，重视关键技术研发，逐步拓展到更多应用领域。

在短距离通信领域，依托新岸线、乐鑫科技为代表的一批国产 WiFi 芯片，跟随博通、高通以及德州仪器等国家厂商步伐，紧盯新一代 WiFi 技术 HaLow，加紧推出高集成度、低功耗和易用性的 MCU+WiFi 单芯片模块，抢占市场先机。在广域网通信领域，依托华为和中兴在 NB-IoT 标准上的主导和先发优势，推出具的 NB-IoT 核心芯片，构建具有自主知识产权的“芯片-终端-系统”整体解决方案，联合国内外运营商大规模部署商用 NB-IoT 网络，积极与停车场、水电燃气公司等开展智能停车、智能抄表等场景应用。

完善公共服务平台建设，支撑本土产业发展。传感器创新中心、测试中心等公共服务平台，能够通过联合研发、协助设计、试产验证、批量代工、测试认证、知识产权运营、技术产业咨询等多种方式有效支撑本土传感器技术产业创新发展。当前，本土公共服务平台应着力完善并更新现有设备设施，提升平台承载能力；积极开展关键基础技术联合研发、专利运营、标准制定等工作，建立标准化工艺库，提升工艺通用性。同时，平台应充分调动高校、科研院所智力资源，打通产学研用通道，积极开展协同创新与人才培养，为本土产业发展提供技术与人才支撑。此外，平台应与行业协会、产业联盟等公共行业机构共同利用丰富经验参与制定相关政府规划、公共政策、行业标准与行业数据统计等事务，充分支撑产业发展。



中国信息通信研究院

地 址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62304839

传 真：010-62304980

网 址：www.caict.ac.cn

