

中国电子学会会士观点（2018）

2018年4月

专家委员会

主任委员：张 军

委 员：李树深 梅 宏 尹 浩 费爱国
刘 明 王沙飞 魏少军

编委会

主 编：刘 明

撰 稿：（以姓氏笔画为序）

于海斌 马小峰 王云鹏 尤肖虎
尹 浩（清华） 吉训明 吕卫锋
刘光明 孙贻滋 周 旋 赵军锁
曹先彬 常 佳 潘建伟 魏少军

前言

党的十九大绘就了社会主义现代化新时代新征程的宏伟蓝图，为科技工作者一展抱负提供了无比广阔的时代舞台。2018年是改革开放40周年。奋进新时代，需要新气象新作为。为充分发挥开放型、枢纽型、平台型的组织优势，进一步促进学术交流，助力电子信息技术创新和产业进步，中国电子学会联系中国科学院、中国工程院部分院士，组织学会会士和青年科学家，针对电子技术快速发展的重点领域和前沿技术，组织撰写了《中国电子学会会士观点（2018）》，并在第十三届中国电子技术年会上发布，供学术界和产业界交流参考。

中国电子学会

2018年4月

目 录

| | |
|---------------------|----|
| 微电子技术..... | 1 |
| 量子信息技术..... | 2 |
| 第五代移动通信（5G）技术 | 3 |
| 大数据技术..... | 4 |
| 软件定义..... | 5 |
| 智慧医疗..... | 6 |
| 无人驾驶交通系统 | 7 |
| 工业互联网..... | 8 |
| 区块链..... | 9 |
| 临空信息网络..... | 10 |

微电子技术

微电子技术基于现代物理学发展而来，涉及半导体物理、材料、集成电路设计、超精细制造、超精密与超高密度微纳组装，不断延续和拓展摩尔定律。微电子技术的主流是集成电路。

更高密度、更高性能、更低功耗、更低成本和更加安全可靠是微电子技术追求的主题。集成电路一直按照摩尔定律发展，每代技术比上一代技术密度提升 100%，性能提升 40%，而功耗下降 50%。今天，集成电路工艺技术达到 10 纳米，单个芯片集成 250 亿只晶体管，单片半导体存储器容量超过 64Gb。预计到 2025 年，集成电路工艺技术将沿着摩尔定律继续微缩，特征尺寸达到 5 纳米；主流器件是 FinFET；单个芯片集成 500 亿只晶体管；CPU 运算能力达到每秒 100 万亿次浮点运算；单片存储器容量超过 512 Gb；但二维微缩（2D Scaling）技术潜力基本耗尽；多元件异质封装技术兴起。到 2030 年，三维微缩（3D Scaling）成为集成电路制造技术主流，继续推动摩尔定律前行；主流器件将发生根本性变化，围栅晶体管、负电容晶体管是重要的候选技术；集成电路的概念将被集成系统替代；微纳尺度异质结构的高精度、高密度组装将成为基础技术。

微电子技术是当代信息领域的使能技术，全面支撑计算机、网络、通信和各类电子整机的发展，正在兴起的人工智能、类脑计算、量子通信、量子计算和自动驾驶等无一例外都离不开集成电路芯片，信息领域的科技发展在很大程度上有赖于微电子技术的突破和原始创新。

量子信息技术

量子信息技术包括量子通信、量子计算、量子精密测量等。量子通信是迄今唯一安全性得到严格证明的通信方式，可从根本上解决信息安全传输问题；量子计算具有强大的并行计算和模拟能力，为某些大规模计算难题提供了解决方案；量子精密测量可实现超越经典技术极限的测量精度，大幅提升导航、医学检测和引力波探测等的准确性和精度。

量子通信技术的发展路线是通过光纤实现城域量子保密通信网络，通过可信中继、量子中继、卫星中继可实现广域量子保密通信。量子计算技术通过新型量子结构及量子计算原理的探索，规模化量子比特的相干操纵，可率先突破专用量子模拟机，在处理若干复杂物理问题方面有望超越经典计算能力；如果突破可扩展的量子逻辑门等通用量子计算机关键技术，将有望实现可编程的通用量子计算机。基于量子精确操控的测量技术，可实现高精度、高稳定度的精密测量。

通过 10 至 15 年的努力，在量子通信方面，有望构建全球化广域量子保密通信网络，实现量子密钥分发网络和经典通信网络的无缝衔接；在量子计算方面，有望实现 100 个以上量子比特的相干操纵，对特定问题的求解能力超越经典超级计算机，为新材料设计和新能源开发等重大问题提供支撑；在量子精密测量方面，有望实现超高精度的光频标与广域时频传递网，无需借助卫星定位的高精度自主导航等重大技术突破。

第五代移动通信（5G）技术

第五代移动通信（5G）是面向 2020 年发展需求的新一代移动通信系统，为移动互联网和物联网的快速发展提供无所不在的基础性业务能力，其主要目标可概括为“提高速率、增强宽带、万物互联”。

5G 具有高速率、广联接、低时延、高可靠等特点，是新一代移动通信技术发展的主要方向，是未来新一代信息基础设施的重要组成部分。其关键技术主要涉及大规模天线阵列、超密集网络、新型波形复用与信道编译码、全双工通信、非正交多址技术、高频段通信等。同时，为适应未来 5G 极为丰富的应用场景，也需要研究网络虚拟化与切片技术，将 5G 网络构建在云计算平台上，通过计算与通信资源的隔离、动态调配与迁移，实现网络资源的智能调配。

目前，许多政府和企业都在加速布局 5G 网络，以迎接下一波科技浪潮。5G 目前还处于标准制定、技术研发和测试阶段，运营牌照、技术互操作性开放标准等都可能成为制约发展的障碍，但 5G 可以满足未来移动互联网流量迅猛增长的发展需求，使得移动通信更加具备通用技术和使能技术的特征，其应用前景将非常广阔。

5G 将大幅提升移动互联网和物联网的整体水平，助推车联网、物联网、智慧城市、无人机网络等新兴技术的发展，为发展智能家居、建设智慧城市、构建智慧地球提供强有力的支撑；5G 技术将进一步应用到工业、医疗、安全等领域，能够极大地创造新价值、催生新理念，加速经济社会的转型升级，开启人与物互联、万物互联的新时代。

大数据技术

大数据泛指无法在可容忍的时间内用传统信息技术和硬件工具对其进行获取、管理和处理的巨量数据集合。大数据时代的到来，标志着信息化在经历以单机应用为主要特征的数字化阶段和以联网应用为主要特征的网络化阶段之后，正在进入以数据深度挖掘与融合应用为主要特征的智能化阶段。

大数据对现有的信息技术体系提出了一系列挑战，孕育着体系重构和颠覆式发展的新机遇。例如，需要在新的计算模式和新型计算机体系结构，通用大数据管理系统技术和定制化大数据应用系统使能技术，模式可定制的并行数据处理技术和平台，支持高维、流式、语义化的数据分析方法和端到端的数据分析工具，以及数据安全和隐私保护等方面持续的技术创新；需要发展支持海量数据高速传输和网络接入的宽带、移动、泛在网络通信技术；更需要发展新型基础器件并构建数据科学的理论基础。另外，还需要主动适应软硬件开源开放所带来的产业生态重构；同时，配合数据的基础性战略资源地位，亟需从法律法规、标准规范、应用实践和支撑技术等方面多管齐下，探索并构建完整的数据治理体系。

当前，一种新的经济范式——“数字经济”，正在逐渐成型。构建以数据为关键要素的数字经济，运用大数据提升国家治理现代化水平、促进保障和改善民生，以及保障国家数据安全，是发展大数据事业的重点。

软件定义

软件定义是基于软件的泛在性，利用数据时代软件本身的算法、数据、认知一体化的特性，对物理产品和信息系统赋予应用功能和使用价值，是信息时代满足多样化需求的有效手段，也是软件基础设施化的重要技术途径。软件定义的本质就是在基础物理资源虚拟化的基础上，通过管理任务可编程实现灵活、多样和定制的系统功能，从而实现软件对物理硬件设施与系统的“赋值”“赋能”和“赋智”。

软件定义有三大特点：硬件资源虚拟化、系统软件平台化、应用软件多样化。硬件资源虚拟化是指将各种硬件资源抽象化，打破其物理形态的不可分割性，以便通过灵活重组、重用发挥其最大效能。系统软件平台化，实现对硬件资源统一管控、按需配置与分配，支撑面向不同应用需求和场景的多样化、领域化、个性化的资源管理需求。在平台化系统软件解决方案的基础上，应用软件不受硬件资源约束，系统将实现更多的功能、提供更为灵活高效和多样化的服务。软件定义概念正在“泛化”，正实现从单一资源的按需管控到全网资源的互联互通的跃变，支持纵向全栈式、横向一体化的多维资源按需可编程，最终形成面向人机物融合应用的基础设施架构。

软件定义加速了软件与硬件、装备制造、行业应用的融合，催生了大量的新技术、新产品、新模式、新业态，促进了信息技术产业由单一技术、单一产品、单一模式向多技术、集成化、融合化、平台系统、生态体系的持续演化升级。“一切皆可编程”，与数据科学和人工智能技术深度融合，软件定义将迅速引发各个行业的变革。

智慧医疗

智慧医疗是对传统医疗的一种系统化改造，它利用先进的信息技术、人工智能、传感器技术等实现医疗信息的智能化采集、转换、存储、传输、辨识，以及医疗业务流程的数字化，达到医疗的信息化与智能化。

智慧医疗的一个重要标志是数据成为医疗的基础性资源。近年来，利用大数据、人工智能、机器学习技术，充分挖掘医疗大数据（包括影像数据、体外诊断数据和病理生理数据等）中具有医疗价值的信息，支持临床的智能诊断、辅助治疗和健康状态评估等，推动智慧医疗成为医学与信息学交叉的一个热点研究方向。例如，利用高精度传感器，经过智能计算处理提取出有医疗价值的信号，对人体健康状况进行提前感知和预判；利用多模态影像数据获取、融合和关联分析，提供全面准确的诊断依据，实现精准治疗和辅助干预等。另外，医疗资源的整合，容纳各类疾病特征、病例、指标的大数据共享平台的建设，数据的共享和互联互通，也是智慧医疗进一步发展面临的挑战。

智慧医疗极大地促进了医学、信息、生物、材料等多学科融合，将在疾病诊断、辅助决策、健康管理等领域发挥重要作用。特别是，智慧医疗的发展将改变病患健康观念，提高诊治水平，节省医疗社会成本，是医疗向全生命周期健康管理转化的关键技术，成为全面提升医疗卫生水平和大众健康状况的有效途径。

无人驾驶交通系统

无人驾驶交通系统是以无人潜航器、无人船、无人车以及无人航空器和航天器等新型载运工具为主体，具备驾驶操作无人化、运行管控自动化、载运平台共享化、运输模式定制化等特点的新型交通运输系统。面向无人驾驶的车联网技术的快速发展，无人驾驶交通系统有望实现“驾驶零事故、交通零延误、行驶零排放、出行零差异”等颠覆性愿景。

无人驾驶交通系统融合了移动通信、导航定位、大数据、云计算、云控制、人工智能等先进技术，涉及“感、传、知、控、安”五大核心技术要素。具体包括：“海-陆-空-天”多维纵深空间感知技术；载运工具之间以及载运工具和基础设施之间高带宽、低延时、多粒度、富信息、高可靠数据传输技术；多源、多域、多态交通大数据的知识处理与动态决策技术；强非线性、强随机性和高动态性条件下群体自组织控制技术；一体化交通信息安全检测与主动防御技术。

无人驾驶交通系统不仅会打破传统载运工具产业链、技术链和价值链，还将推动交通运输领域新技术持续创新与产业化发展，促进军事交通、物流运输、工业制造、娱乐服务等上下游产业的转型升级。

工业互联网

工业互联网通过全球化的互联网络，将传统工业系统与先进传感、高性能计算、数据分析以及控制技术融合，通过人机物的全面互联，实现企业内部从感知到决策的垂直集成、上下游企业间的横向互联和产品全生命周期的管理，推动工业智能化发展，是企业实现智能制造的关键使能技术。

工业互联网是落实“互联网+先进制造业”战略的重要抓手，其关键技术涉及网络、传感器、高性能计算、数据分析和智能控制等，主要发展趋势是互联网、物联网和工业控制网络的深度融合。发展趋势是采用云计算和边缘计算协同系统架构，感知和处理具有时空关联特征的物理信息，支撑数据驱动的工业知识获取、传播和高效利用，实现智能化制造；同时要综合考虑信息安全和物理安全的一体化安全理念，在保障工业系统可用性的前提下，实现系统的保密性。

工业互联网的发展，对传统工业的升级换代具有革命性的影响，将会促进全球工业体系的重构，激发生产力进步，形成新兴业态和新的应用模式。工业互联网目前主要应用是作为企业智能化转型重要抓手，通过对生产过程中各类数据的全面采集和分析，为各类工业设备提供生产效率优化、能耗管理和排程优化等方面的服务；未来将逐步向制造过程的智能互联方向发展，支持个性化定制模式，实现制造产业链与价值链的重塑。

区块链

区块链是一种分布式账簿技术，能够实现安全、可靠的分布式协同计算。它有机结合数据结构、对等网络、共识算法和密码学算法，形成对等节点的分布式存储，并通过分布式的共识机制同步各节点数据。链上代码（智能合约）是存储与执行在分布式账簿节点上的计算机代码，在约定条件下被多个节点独立执行并共识存储执行结果。

区块链的核心特性是不可篡改性 and 共享数据，这可保证链上代码执行过程的可追溯，形成多方参与者之间的信任机制。基于区块链与链上代码的可信共享机制，在无需中心化数据汇集的情况下，就可使多方数据的共享、互操作形成良性信用体系；同时，实现数据所有权、使用权与执行权的分离，确保了数据拥有者对数据的控制。另外，链上代码的编辑、验证、执行技术，可以充分利用可交换数据，形成可交易的链上代码“服务库”，有助于推动数字社会服务尤其是多样性的政府公共服务。

区块链可以实现数据和价值跨平台、地域、系统、部门、业务、国境的有序流通，也可支撑有效的协同管理和服务。作为推动供给侧改革的利器之一，这一技术的推广应用将创造出全新的服务模式和商业模式，预计会在许多领域很快落地，并逐步探索出最优的应用模式。

临空信息网络

临空信息网络以空间运动平台（包括部署于 20 至 100 公里高空的临近空间飞行器、无人机）为载体，实时获取、传输和处理空间信息，向上可增强天基卫星系统，向下可补充陆基海基既有网络系统，实现空间信息网络全域覆盖能力与局部通信、导航、监视增强能力的融合。

临空信息网络在传统天基、地基、海基节点之外，通过新的临近空间飞行器和无人机节点的引入，其独有的平台运动特性、组网特性以及多业务接入组网需求的特殊性也对空间信息网络的既有技术和运行体制带来新的技术挑战，需要解决异构网络的立体按需组网、空间信息的协同可靠传输、空间节点的多维复合运控等关键技术问题。

临空信息网络具有持久留空、广域感知等特点，而且具备布设方便、机动灵活、使用可靠、成本低廉的突出优势，可以带来空间信息网络局部增强、能力保持和服务强度上的改善和提升。临空信息网络作为天空地一体化网络的重要组成部分，在先进通信、导航、网格、下一代互联网（IPv6）和云计算等技术的支持下，可支撑天临空地海用户的随遇接入、可信传输、智能管理和按需服务，在科学观测、应急救援、通信覆盖、作战指挥、远洋航行等应用领域，对国家安全、国民经济和人民生活有着积极深远的影响。

中国电子学会科技评价与成果转化中心

地址：北京市海淀区普惠南里 13 号楼

邮编：100036

网址：www.cie-info.org.cn

电话：010-68283460

邮箱：etst@cie-info.org.cn