

新华三 远见

新华三
2021十大技术趋势

领航科技未来



新华三集团

北京总部
北京市朝阳区广顺南大街8号院 利星行中心1号楼
邮编:100102

杭州总部
杭州市滨江区长河路466号
邮编:310052

www.h3c.com

Copyright © 2021新华三集团 保留一切权利
免责声明:虽然新华三集团试图在本资料中提供准确的信息,但不保证本资料的内容不含有技术性误差或印刷性错误,
为此新华三集团对本资料中信息的准确性不承担任何责任。新华三集团保留在没有任何通知或提示的情况下对本资料的内容进行修改的权利。
CN-213X30-20210326-BR-SD-V1.0



序

“新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构。”¹

“十四五”开局之际，数字经济成为拉动社会经济增长的重要引擎，数字中国建设的长远目标为人们的生产和生活构筑了美好的数字生活新图景。全社会即将迎来全新的数字时代。面向未来数字化发展大趋势，各行业有必要携手激活数据要素潜能，加快建设数字经济、数字社会，以数字化转型整体驱动社会生产方式、生活方式和治理方式变革。

推动数字经济发展需要完善的新型数字基础设施，这是当前建设的重要方向。主要涵盖云计算、人工智能、网络、数字孪生、大数据中心、工业互联网、物联网、边缘计算等新一代信息技术。

其中，5G、人工智能、数字孪生、云原生等作为重要的使能技术，正在各行各业发挥重要作用。5G专网具有高可靠、低时延、资源专享、私有可控等特点，适合垂直行业的特定需求，可针对特定场景定制，赋能行业互联网创造价值；AI“工业化”将大幅提升建模效率和质量，降低应用开发门槛，加速AI渗透到企业关键业务中；云原生技术可提高云计算资源的弹性和可用性，提升应用架构敏捷度以及管理精细化程度，促进应用的计算架构统一……

¹ 摘自3月16日第6期《求是》杂志发表的中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平重要文章——《努力成为世界主要科学中心和创新高地》

“新基建”新技术的落地开花，可连接终端量迎来全新突破，数据量、网络流量呈爆炸式增长。2021年，全行业将逐步迈向高质量精品网络，深化行业虚拟专网在重点行业的部署，深入推进云网融合，加强关键信息基础设施安全保障等，全方位推动新型基础设施建设。

未来，新技术还将助推各行业全面打造数字经济新优势，充分发挥海量数据和丰富应用场景优势，促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，催生新产业新业态、新模式，壮大经济发展新引擎。

顺应行业发展大势，新华三特别邀请中国产、学、研各界顶尖专家学者，与新华三科学家共同碰撞观点，深入探讨智能网络、5G专网、硅光融合、芯片、闪存、计算架构、云原生、人工智能等十大技术趋势和应用潜能，期待这些研判和预测能对业界的前瞻创想和深度创新有所启发。新华三希望与中国社会各界共同努力，在不断突破数字技术边界的同时，加速技术融合创新、合作模式创新、服务能力提升、数字化人才培养、以及数字化生态平台建设，用数字化赋能中国高质量发展，实现科技创新的价值。

新华三集团副总裁、技术战略部总裁 刘新民



新华三技术十大趋势观点



智能网络成就一体化数字基础设施

未来5年，将有68%以上人事物承载在智能网络之上

5G专网助推新行业应用落地

5G专网年复合增长率达40%



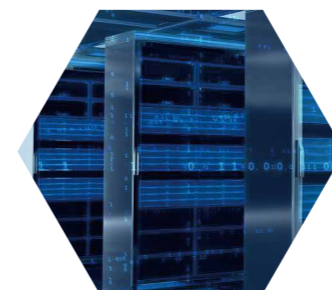
硅光融合促进通信高速发展

未来5年，全球硅光市场规模大约50亿美元，硅光光模块在光模块中占据35%以上份额。超大容量硅光交换机进入商用



芯片方案多样化应对多重挑战

预计数据中心使用的芯片方案，将有75%以上采用多样化设计



分布式全闪存突破存储瓶颈

未来5年，存储系统采用分布式全闪存系统架构的比例将达到35%以上

新应用加速组件推动计算架构演进

数据处理单元将融合网络、存储、AI、图形加速能力，在多数企业计算设备中使用



云原生促进云计算架构统一

超过80%的新应用为云原生的应用



核心技术持续创新，加速AI应用普及

AI“工业化”将大幅提升建模效率和质量，降低应用开发门槛，加速AI在企业关键业务中渗透



数字孪生激发虚实融合无限潜能

在智慧城市、智能制造等领域，数字孪生技术将得到比较广泛的应用



新运维模式布局更广泛

运维服务云化进一步发展，在教育、医疗、政务等行业会更快落地



目录 CONTENTS

- 01 趋势一 智能网络成就一体化数字基础设施
- 07 5G 趋势二 5G专网助推新行业应用落地
- 13 趋势三 硅光融合促进通信高速发展
- 19 趋势四 芯片方案多样化应对多重挑战
- 25 趋势五 分布式全闪存突破存储瓶颈
- 31 趋势六 新应用加速组件推动计算架构演进
- 37 趋势七 云原生促进云计算架构统一
- 43 趋势八 核心技术持续创新 加速AI应用普及
- 50 趋势九 数字孪生激发虚实融合的无限潜能
- 56 趋势十 新运维模式布局更广泛
- 62 方法论
- 63 相关引用

趋势一

智能网络 成就一体化数字基础设施

数字经济在GDP中位置日益凸现，据统计2019年占比41.5%，提升1.2个百分点，数字基础设施作为数字经济的底座，起到举足轻重的作用。随着云计算、IoT和AI的蓬勃发展，对网络的部署、运维、安全和服务质量保障等方面都有苛刻的要求，导致现有互联网正面临着前所未有的挑战，包括可扩展性、管控性、安全性、移动性、服务分发能力等一系列问题。

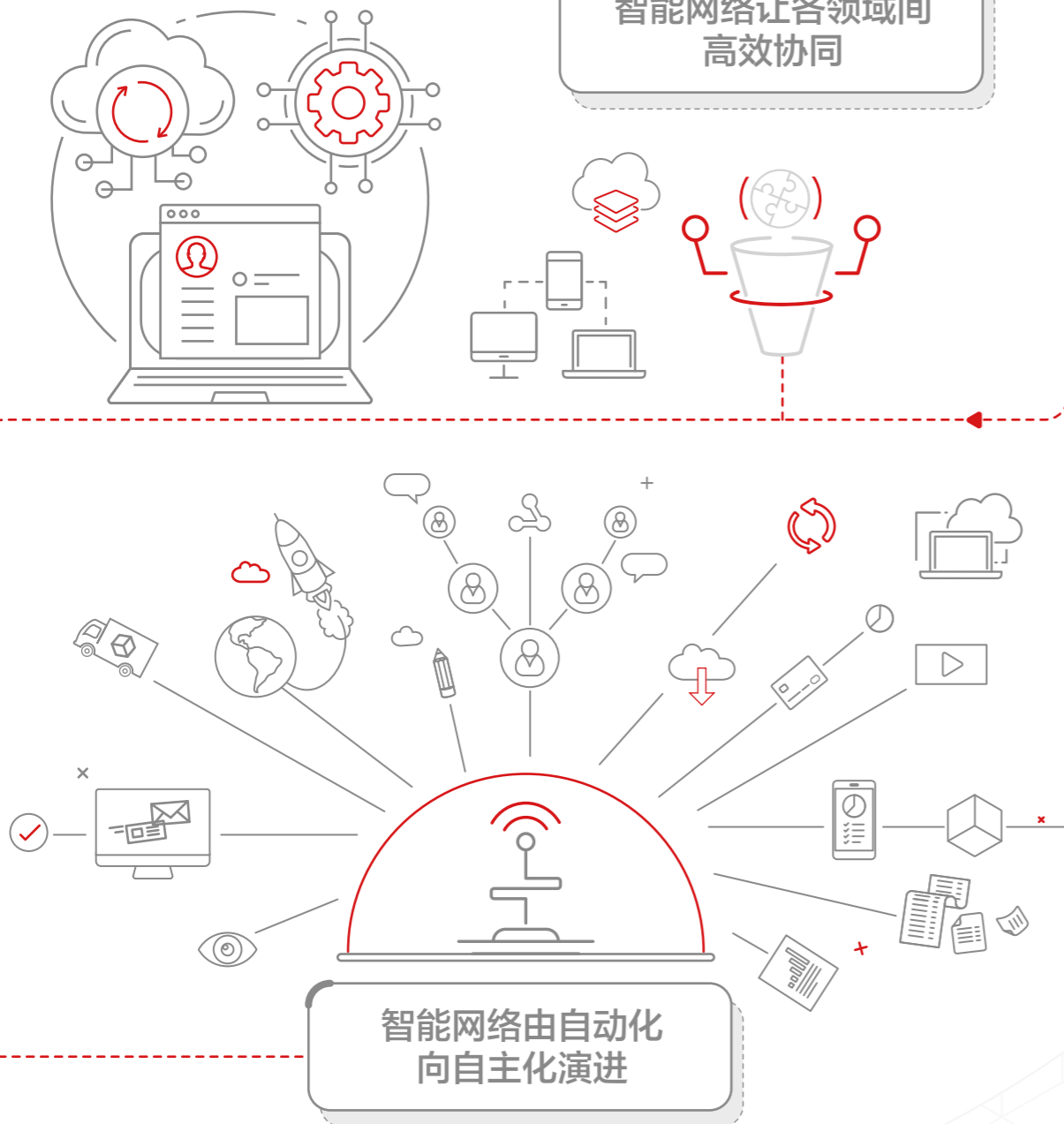
网络作为数字化基础设施的底座，通过全面重构，实现了平台化、服务化和智能化，并以高速宽带、泛在移动、智能敏捷等方式支撑“连接、枢纽、计算、感知”四大支柱体系，促进各领域间高效协同，构筑起新型数字化基础设施的枢纽。智能网络的演进不会一蹴而就，大致可分成三个阶段：自动化、自优化和自主化。当前已经通过自动化阶段，正处于自优化阶段，未来将迈入自主化阶段。

新华三预测

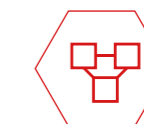
新华三预测：未来5年，将有68%以上人事物承载在智能网络之上。

智能网络朝平台化、
服务化和智能化方向发展

智能网络让各领域间
高效协同



智能网络朝平台化、 服务化和智能化方向发展



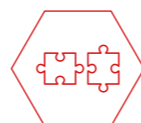
数字基础设施既涵盖了终端、网络、大数据中心、工业互联网等，也包括利用物联网、边缘计算、人工智能等新一代信息技术。传统基础设施进行数字化、网络化、智能化改造离不开数字基础设施的支撑，就像水、电、气等城市公共服务基础设施的智能化提升需要城市物联网的支撑。作为连接各数字基础设施的神经——网络，正面临着：网络环境的交付要求越来越敏捷；网络复杂度越来越高，运维困难、重复性劳动多；网络关联性越来越强、架构、技术越来越复杂，故障越来越难定位等困难。

智能化的网络需要通过对网络的全面重构，实现网络的平台化、服务化和智能化，由“云网融合”走向“云网一体”，从而构筑新型数字化基础设施的枢纽。网络平台化方面以SRv6为代表具有统一协议、统一封装、统一承载、可编程、应用感知和前向兼容等能力，屏蔽底层网络的差异，提供了平台化的功能。SRv6将成为下一代网络平台，同时也是5G和云时代构建智能IP网络的基础。SDN可以更为灵活地控制和管理网络，通过QUIC（Quick UDP Internet Connection，快速UDP互联网连接）、TSN（Time-Sensitive Networking，时间敏感网络）等技术适应复杂环境、提升吞吐量、降低时延和抖动，提供差异化的服务。网络的智能化过程中引入AI、大数据等技术，实现网络的智能化运维、预测性分析、达到故障自愈等目的。智能网络一方面提供统一的网络平台，屏蔽底层的差异性，另一方面具备业务敏捷、弹性伸缩，从而支撑起整个数字化基础设施。





智能网络 让各领域间高效协同



以5G、人工智能、工业互联网为代表的ICT基础设施，推动全球网络连接终端数量大幅增加，对应的数据量和网络流量也出现爆炸式增长。当前，以5G、Wi-Fi 6为代表的接入设备带宽正在全面升级到每用户Gbps，为此数据中心网络、骨干网络和汇聚网络则全面逐步升级至400GE端口，网络进入400GE时代。企业在云端部署信息系统已经成为了一种趋势，而各系统和数据中心间常常处于割裂分离的状态。单纯的“大带宽、低时延”已经不能满足企业“多系统、多场景、多业务”的要求。

数字经济时代，千行百业之间的精细化分工和产业链协同进一步深化，跨行业跨地域之间的通信、协同办公、数据交换等需求持续增长。同时智能化生产、网络化协同、个性化定制、服务化延伸等离不开网络的高效协同。传统上网络和计算是分开的，未来将会朝网络和计算深度融合方向演进；传统架构模型是“端-云”模式，以后会由“端-云”演变为“端-边-云”，最终实现“云网一体”。未来网络以“泛在算力+智能联接”为核心，实现云、网、边、端的高效协同、服务灵动部署，让各领域之间巨大的协同效应得以充分发挥。

智能网络由自动化 向自主化演进



网络运营通常涵盖规划、建设、运维、优化等整个生命周期管理过程。智能网络可以快速识别业务价值和用户意愿，通过业务弹性、容量均衡等手段完成网络规划，通过自动化工具实现智能化设计、一键式安装、自动化测试等方式完成网络建设，通过智能化的策略和工具，减少告警工单，提升故障处理效率，完成网络运维，基本上在无人工干预下实现自评估、决策，完成网络优化。在绿色节能方面，智能网络基于AI自学习可进行网络负荷和用户预测、灵活的配置和差异化的门限阈值，节能降耗可达10%以上。

构建自愈、柔性、融合、易用和安全的智能化网络不是一蹴而就的，大致会分三个阶段：业务自动化、资源自优化和能力自主化。当前已经通过自动化阶段，正处于自优化阶段，未来将迈入自主化阶段。在整个生命周期中，首先智能网络基于感知完成了规划、设计、部署和运维，实现业务自动化；其次基于先验经验和规则，对业务资源需求的历史行为进行智能分析，形成预判，对网络资源的事先伸缩，实现资源自优化；最后基于信息化、自动化和智能化手段，通过主动发现、动态数据分析和预测，实现能力自主化。

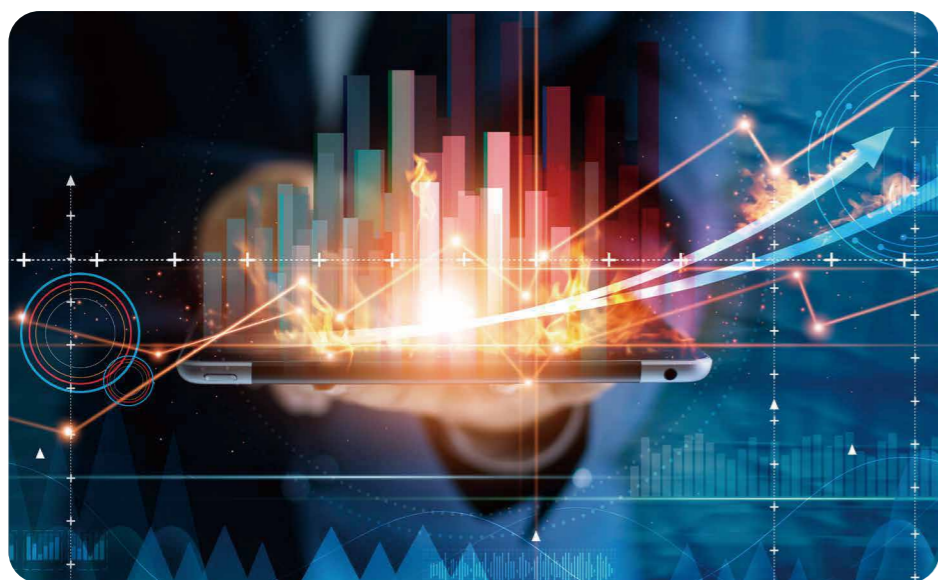


新华三观点



当前在可扩展性、管控性、安全性、移动性、服务分发能力等方面对通信网络提出了更高的要求，通信网络作为人事物交互枢纽的同时还需要支持日益多样和快速变化的应用及服务，且需要满足安全的、随时随地的无缝接入，提供理想的用户和应用体验。

智能网络引入大数据、AI等技术，通过对网络的全面重构，沿着自动化、自优化和自主化等阶段有序地演进，系统性地提升网络差异化服务能力，并使其更加有效地满足万物互联、万物感知、万物智能的需求，真正构建了“万亿级、人事物、全时空、安全、智能”的未来网络。



趋势二

5G专网 助推新行业应用落地

全球正在进行着一场科技革命和产业变革，5G是推动这次变革的关键技术之一。世界各大国都把5G作为数字经济战略的驱动引擎，中国已经建成了全球最大规模的5G网络。当下最现实的问题是：如何加快5G技术和实体经济的融合，推动技术升级和产业升级，让5G服务于社会各行各业。而“5G专网”则被业界公认是“5G改变社会”命题的一个令人信服的解。

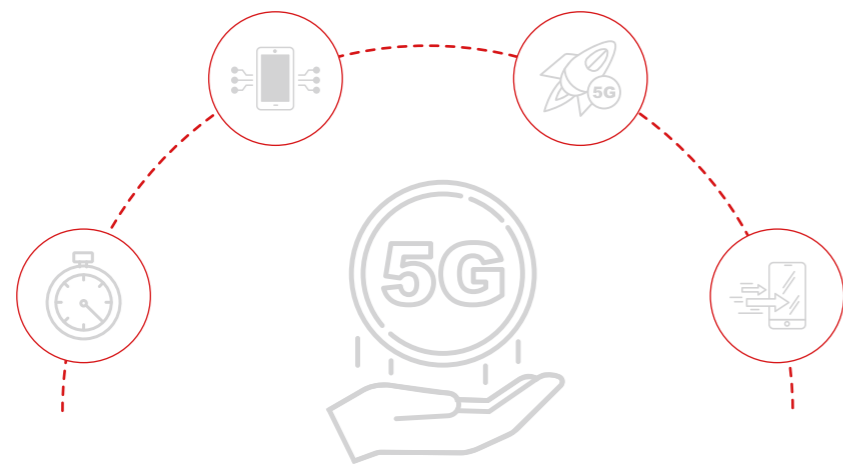
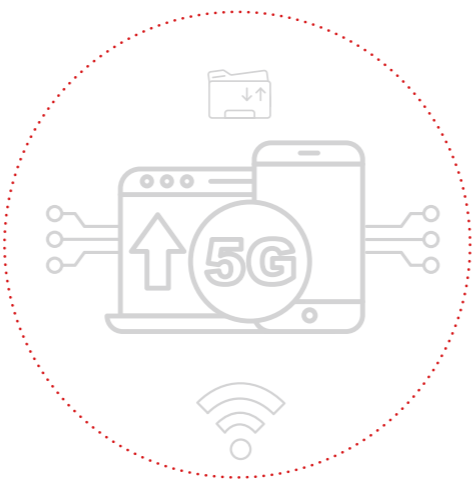
5G专网是指利用5G技术建立的非公众的、私有的、专用的、本地的、可定制的无线专网。“广域5G专网”由企业和运营商共建，适用于交通、电力、医疗等公共事业场景；“局域5G专网”可由企业完全自建，适用于矿山、港口、工厂等企业园区覆盖场景。5G专网具有高可靠、低时延、资源专享、私有可控等特点，适合垂直行业的特定需求，可针对特定场景定制，赋能行业互联网创造价值。

新华三预测

新华三预测：未来5年，全球5G专网年复合增长率能达到40%，将会在智慧能源、工业制造等领域实现突破。

5G专网为行业应用提供更多的自由度

5G专网技术优势突出，成为行业优选方案



5G专网将在低延时应用中大放异彩

5G专网为行业应用提供更多的自由度

5G

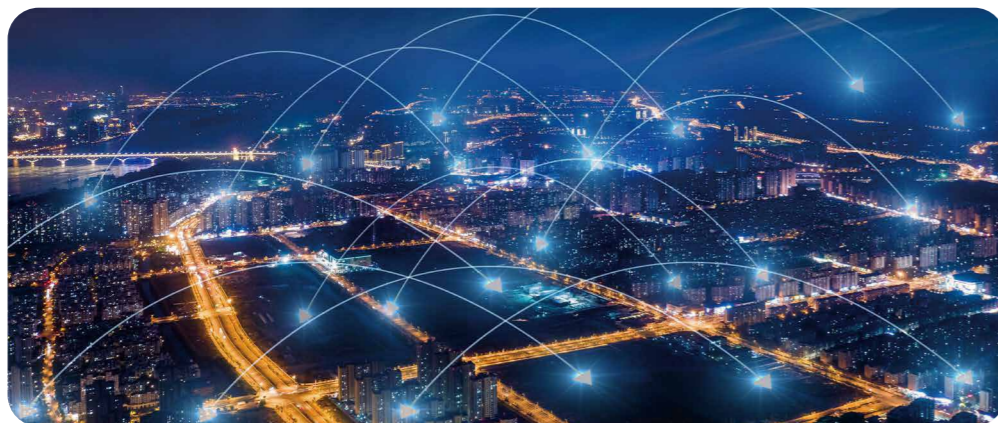
和5G消费者用户不同，在5G企业用户看来，5G网络是自己生产环境的组成部分，必然会要求有排他权、主导权、更改权、隐私权等。面向公众提供电信普遍服务的5G公网是无法让企业用户完全满意。而私有的、专用的、本地的5G专网却能提供这种自由度，5G专网和公众隔离、资源专属专享、完全自主使用、可任意增删修改和量身定制、私有数据不出场，能保证企业用户的5G使用体验。

高清视频的需要；而行业用户却需要类似2D8U的分配比例。这个矛盾可以采用5G专网定制上下行带宽比例来解决。

5G专网可以促进企业用户的技术创新、业务创新。5G能够和SDN、NFV、大数据、云计算、AI、物联网、边缘计算等技术关联互动、密切融合，形成5G技术创新平台。新设备、新技术、新应用的可以在5G专网里率先得到大范围试点和大规模复制推广。利用5G专网平台，企业用户可以通过定制化来支持特定的需求；也可以利用大量的现成技术进行集成创新，解决切实问题、提升生产效率，实现更复杂的应用；还可以瞄准技术前沿实现跨越式突破，实现工艺创新、流程创新、业务创新、促进行业数字化转型，用行业互联网创造价值。

高清视频监控已经成为行业应用的一种刚需，从矿洞隧道到车间流水线再到密集路段流量监控等场合，越来越多的高清视频被采集并上传到视频监控中心，5G带宽主要用作数据上行。但5G公网的带宽却主要用于数据下行，所谓8D2U方案就是指5G空口带宽的80%分配给下行（Down）20%分配给上行（Up）。5G公网必须要满足地铁车站场馆等密集场所收看5G





5G专网技术优势突出，成为行业优选方案



5G以前的无线专网都不支持在工业环境下工作，像高温高压的炼钢厂房、充满电弧的焊接车间、高湿雾高盐分的滨海环境、狭小拥挤密布障碍物的管道舱室等。在这种严酷的电磁环境里，无线设备的性能会急剧恶化，直至丧失实用价值。而5G技术具备后发优势，在设计之初就考虑到要适用于这种工业环境，进行了专门的强化。不仅是工业现场，在那些遥远偏僻、环境恶劣、艰苦封闭、充满危险、有毒有害的环境里，采用5G专网的远程操作，也可以减轻工作强度、提高工作效率，为实现无人值守创造技术条件。

5G专网可靠性高达六个九（99.9999%），即在系统连续运行1年的时间里允许业务中断的总时长最多31秒。民用系统可靠性只有三个九（99.9%），即在系统连续运行1年的时间里允许业务中断最长达8.76小时。民用级系统要在性能和成本之间取得平

衡，对偶尔掉线之类的故障容忍度较大；而5G专网连接的可靠性可以和有线电缆连接相媲美。以前不能采用无线接入的场合，现在也具有可信的无线接入手段了，适应于证券交易、竞技比赛、医疗诊断等对可靠性要求较高场景。

5G专网技术成熟，迭代快速，得到业界的广泛支持：5G小站硬件在标准化、软件在开源化，5G核心网元在开放化、部署走向云化，5G专网的部署和维护成本在逐步降低。世界各大电信运营商纷纷将5G专网列为重要战略，世界众多的知名企业也在积极推进部署5G专网，大规模量身定制的5G专网所带来的个性化的产品和服务成效显著，市场前景广阔，被业界普遍看好，5G专网方案成为业界的优选方案。

5G专网将在低延时应用中大放异彩



在5G时代出现5G专网技术是一种必然。5G低时延特性契合了当前工业互联及智能制造的时代主题，在以机器和机器之间通信为代表的实时制造、智能制造中，低延时网络将会是关键的基础设施。在智慧工厂，来自生产线上的超高清图像通过5G专网传给机器视觉处理，可以在几毫秒内完成产品质量管控；工厂里大量的多连杆或多轴机构之间可以通过5G专网实现严格时间同步，满足精密测量和精细制造环节的各项技术指标；在5G专网的同步指挥下，AGV小车可以自动编组，近乎实时地优化路线；远程机器人则可以相互配合完成不亚于人手的精密操作。

在智慧电网，5G专网能涵盖智能配电、电网巡检、精确负荷控制、用电信息采集等全部环节。对大范围分布的智能风电、光伏电站等进行精确相位控制，对在线监测、实时调度、毫秒级发电保护等各类电力设备进行操作同步，对发生在千里之外的故障进行毫秒级的处置，电网态势感知、整网监控、自动调度、故障自动恢复等控制指令的时间同步和时延指标都可以做到毫秒级。5G专网是支撑智慧电网最理想的技术手段。

目前世界上已有30多个国家，超过100家工业企业部署了5G专网。例如：德国的博世、西门子、宝马、大众、汉莎航空等；中国的海尔、海信、南方电网等；韩国KT、日本富士通都推出商业5G专网服务。世界工业巨头企业的5G专网示范效应促进5G专网应用落地、大范围推广和全面繁荣。5G专网将会在低延时行业应用中大放异彩。



新华三观点



5G专网技术具备隔离公网、私有专用、私有可控、个性定制等优势，被业界一致看好，是垂直行业数字化转型和行业互联网应用的和最佳选择，市场前景广阔，世界各大电信运营商纷纷将5G专网列为下一步重要战略，积极推进。

从世界范围看，5G专网技术催生的新兴应用将会不断涌现，新产业、新业态和新模式正在蓬勃发展。作为世界新一轮科技革命和产业变革的重要推动力，5G专网必将迎来快速的发展，并会推动垂直行业的技术升级和产业升级，实现数字化转型，促进社会各行各业数字应用的新一轮大繁荣。



趋势三

硅光融合 促进通信高速发展

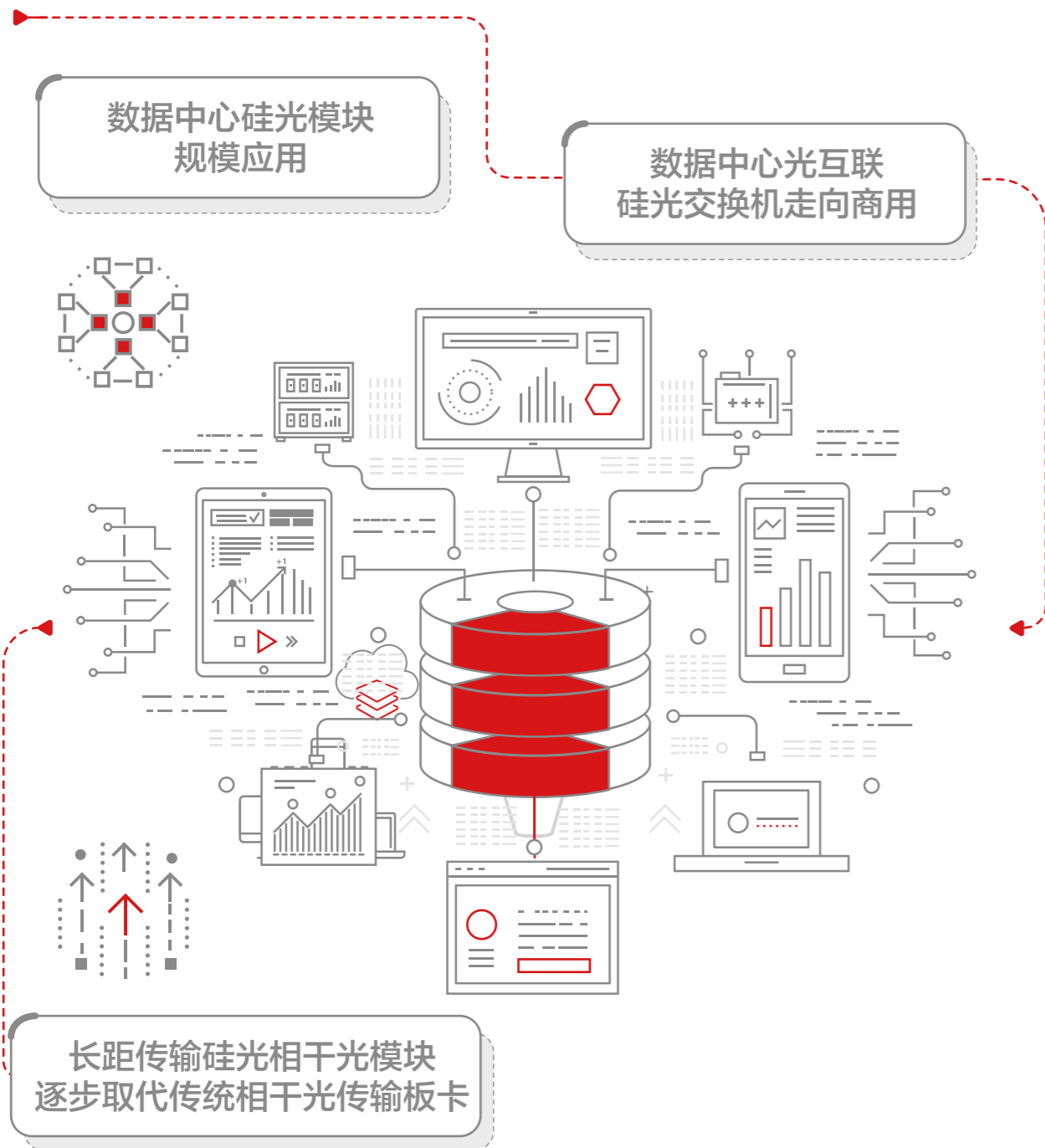
硅光技术方兴未艾，在数据中心、光传输、激光雷达、量子通信、存储计算等领域均有应用。其中尤以网络通信领域的应用表现最为突出。网络是信息基础设施，网络产品的功耗、体积、成本始终面临挑战。

硅光技术采用与集成电路兼容的微纳加工工艺，集成度高、体积小、低功耗、成本低的特点和优势。硅光器件类型包括：探测器、调制器、合波分波等。硅光关键技术包括光芯片的设计、制造、封装、测试，也包括光纤耦合、光电芯片配合、整体可靠性、成本控制、设备自动化和成熟度。

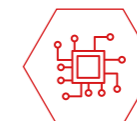
随着硅光理论与实践的发展，硅光技术高速增长稳步走向商用。数据中心硅光模块逐步规模应用；长距传输硅光相干光模块逐步取代传统相干光传输板卡；全球纷纷预研硅光交换机，原型机已经发布。

新华三预测

新华三预测：未来5年，全球硅光市场规模大约50亿美元，硅光光模块在光模块中占据35%以上份额。超大容量硅光交换机进入商用。单波速率200G以上硅光相干光模块规模商用，每年复合增长率增长18%以上。

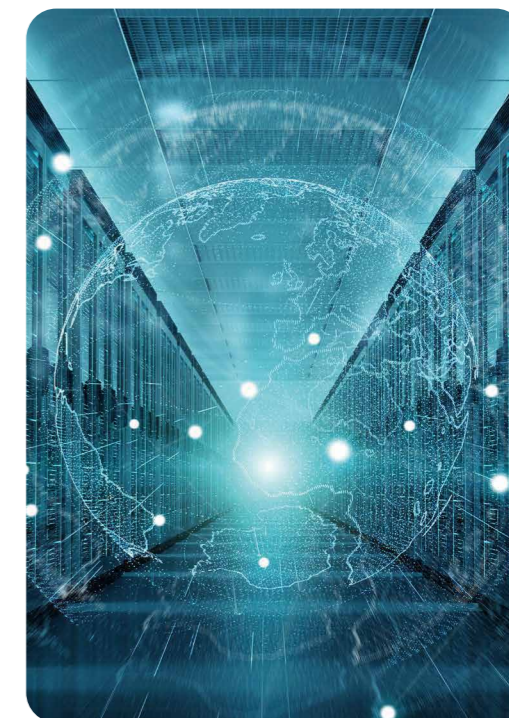


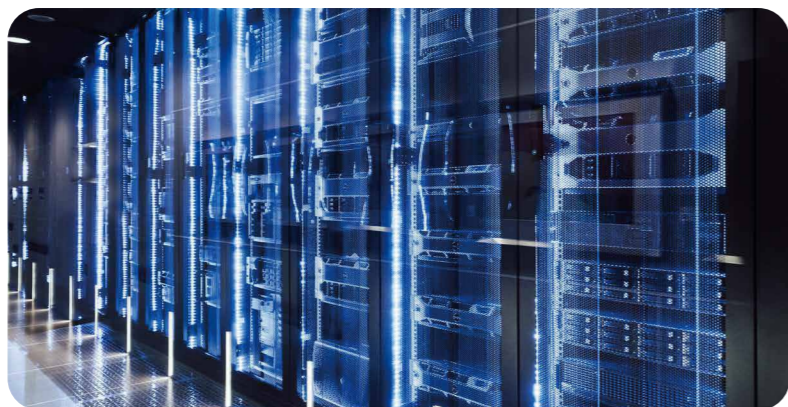
数据中心硅光模块规模应用



在光通信领域，根据调制技术可以分为直调光通信和相干光通信。直调光传输距离比较短，主要用于数据中心和园区接入。数据中心对交换容量和端口密度有很高要求。由于云计算大数据的发展，数据中心的服务器数量不断增加，服务器间连接距离越来越远，数据中心呈现巨型化趋势。传统数据中心光模块随着速率的提高，功耗越来越大、成本不断上涨、传输距离不断缩短。

在短距光模块和低速光模块中，依然是传统光模块占据优势。在传输距离40km以下的400G、800G光模块中，硅光模块和传统光模块各有优势。数据中心硅光模块使用单模光纤，传输距离可以从500米到2公里。单模光纤成本远低于多模光纤。光模块加光纤综合成本低。100G、400G数据中心硅光模块已经得到了广泛应用。当前，100G、400G数据中心硅光模块已经与传统光模块综合成本相当。随着数据中心硅光模块销售数量的增长、技术的成熟，成本还会继续降低。数据中心光模块正在从单波25G、50G向单波100G、200G演进。单波100G传统光模块的传输距离、成本已经没有优势。单波速率越高，数据中心硅光模块优势越大。





数据中心 光互联硅光交换机走向商用



随着数据中心巨型化、光模块速率不断提高，对交换机的设计和制造提出了挑战。交换机传输单通道速率已经演进到112Gbps，业界也开始研究单通道224Gbps传输技术。PCB板不得不考虑铜线的间隔距离和走线长度。交换机电联接将会遇到瓶颈。随着网络接口速率的不断提升，对于交换机、路由器等网络设备体积、功耗都提出了新的要求。由于网络设备功耗越来越大，甚至不得不采用昂贵的液冷技术。芯片制程不断演进，但摩尔定律趋缓。用户的需求在不断增长。网络流量每年复合增长率约28%，交换机转发容量从12.8T向25.6T、51.2T不断升级，单位传输流量成本要求不断降低。

如果采用硅光技术，这些问题迎刃而解。硅光器件直接布在交换芯片周围。交换芯片不必经过长长的铜线连接到面

板。以25.6T交换芯片为例，它支持64个400G以太网接口。采用传统技术，需要至少2U高度。400G以太网一般是8*50G或者4*100G。如果要将25.6T的交换机压缩到1U高度，高带宽的PCB布线将会非常密集，面板布局非常困难。交换机硅光互联设计使得交换芯片与光学电路离得更近，节约了芯片内部的驱动电路，从而可以减小功耗和电磁干扰，也能提高面板密度。PCB铜线电磁干扰、芯片散热等问题均能解决。如果交换芯片升级到51.2T，就是支持128个400G或者64个800G，更加需要硅光技术。

只有硅光技术才能良好解决超高容量交换机的互联问题。因此全球研究机构和企业纷纷投入研究硅光交换机，发布原型机。由于同样的原因，硅光互联技术还可以用于计算领域，实现服务器内部芯片之间的光连接。

长距传输硅光相干光模块 逐步取代传统相干光传输板卡



早期的传输产品，采用单板的形式，体积和封装没有统一标准。相干光模块的出现是长距传输领域的革命。相干光模块CFP、CFP2、QSFP-DD等标准的出现，要求相干光在有限的空间内实现更大的传输速率和传输距离。相干光传输距离可以达到80公里，经过光放大以后，可以达到几百公里，甚至几千公里以上。其传输速率从单波10G、40G向100G、200G、400G、800G等不断演进。因此相干光模块器件的体积功耗要求严苛。如果仍然采用传统光器件设计制造相干光模块，存在难以克服的功耗体积问题。但是，硅光技术刚好能够满足这些需求。相干光模块的探测器、调制器等可以使用硅光技术制造。使用了这些硅光器件的硅光相干光模块由于功耗和体积大大降低，能够实现小型化封装。

在数据中心DCI互联的时候，两个数据中心常常相距几十公里以上，需要采用相干光进行传输。以前的做法是采用传统光传输产品。方案存在兼容性差、互通性差、价格昂贵的问题。如果采用硅光方案，可以直接在交换机上插硅光相干光模块，也

可以在传输产品上插硅光相干光模块。硅光相干光模块的出现，使得网络产品与传输产品正在逐渐融合。由于硅光相干光模块遵循统一的标准，能够解决兼容性、互通性的问题。同时由于用户能够自由选择不同厂商的硅光相干光模块，能够大大降低成本。

硅光相干光模块取得了巨大的商业成功，它们在传输领域有广泛和成熟的应用。业界多家公司已经推出基于硅光的CFP、CPF2等相干光模块。由于硅光具有低成本、低功耗的优势，硅光相干光模块逐步取代传统相干光传输板卡。

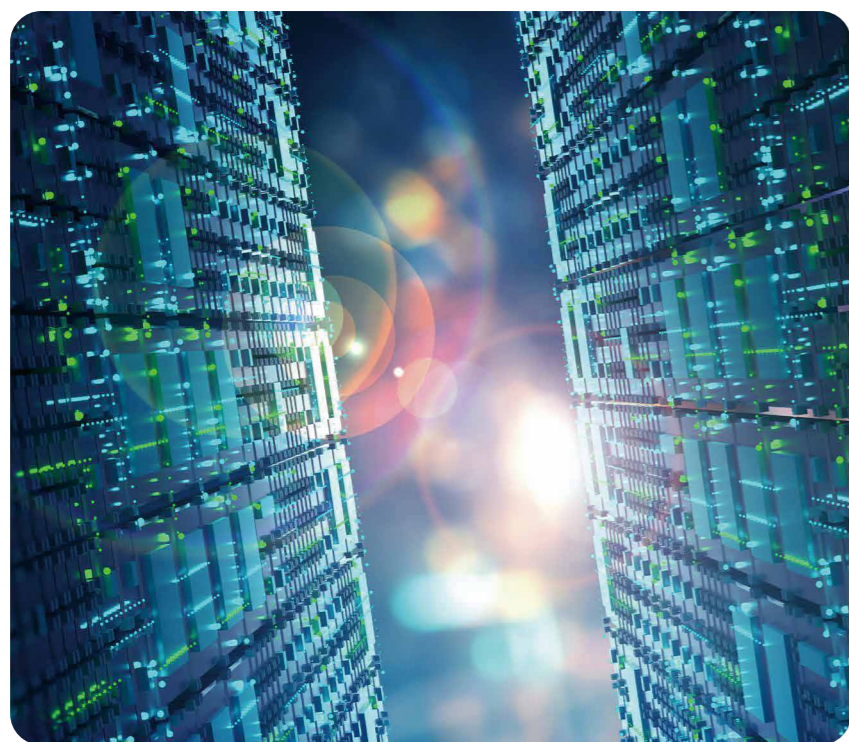


新华三观点



硅光技术是一种颠覆性的技术，未来硅光技术应用场景将会非常广阔。硅光技术首先在数据中心光模块、数据中心交换机光互联和长距传输相干光模块得到广泛研究和应用。

展望未来，硅光技术能够应用于光学神经网络计算、并行光学矩阵运算。硅光也能用于多维光存储，通过玻璃实现信息存储。硅光激光雷达能够大幅降低成本，提高自动驾驶的安全性。硅光技术也能应用于量子密钥分发、光量子计算。



趋势四

芯片方案 多样化应对多重挑战

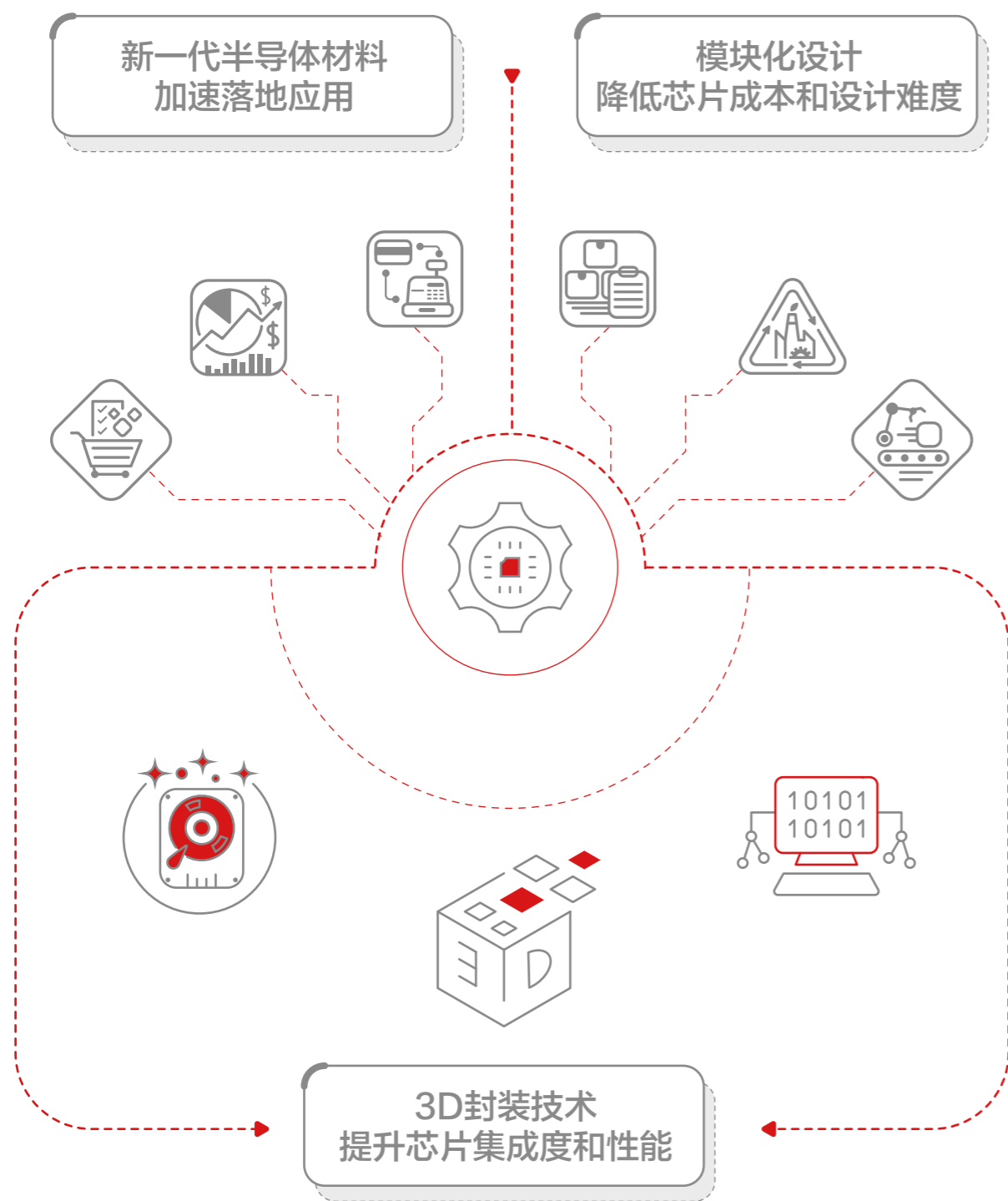
在移动互联网快速发展的今天，作为硬核科技的芯片产品，已广泛应用于生活的各个角落，无论是网络通信、消费电子、工业控制、医疗设备还是汽车电子都离不开芯片的有力支撑。再加上5G、人工智能、物联网、车联网等新兴技术的快速发展，各行各业多样化应用需求对芯片产品性能、功耗、尺寸等方面均提出了越来越高的要求。

纵观半导体芯片的发展历程，芯片性能提升符合摩尔定律，芯片制程工艺升级速度惊人。但随着现有芯片制程工艺越来越接近极限，制程微缩技术难度与成本增加，工艺升级速度已经放缓，摩尔定律出现瓶颈。

面对如上挑战，为了满足不同行业的应用需求，芯片方案将呈多样化发展趋势。新一代半导体材料、模块化设计、3D封装等芯片技术已成为行业关注和发展焦点。

新华三预测

新华三预测：未来5年，在面临业务需求多样化和摩尔定律变缓等挑战下，芯片方案呈多样化趋势发展。预计数据中心使用的芯片方案，将有75%以上采用多样化设计。



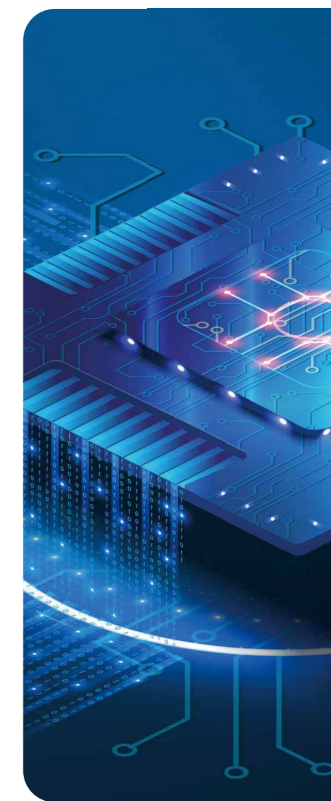
新一代半导体材料加速落地应用

半导体材料是半导体产业链中重要的组成部分，其先后经历了三代变革。第一代半导体材料以硅为代表已经广泛应用于半导体分立器件、集成电路，并广泛应用于各类基础设施中。以砷化镓（GaAs）为代表的第二代化合物半导体材料促进了微波器件和光电器件的迅速发展，已广泛应用于卫星通信、移动通信、光通信等领域。第三代化合物半导体材料典型代表氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC），凭借其大功率、高频率、耐高温、抗辐射等特点，非常适合于制作耐高温、高频、抗辐射及大功率器件。未来5年，以第三代半导体材料为基础的器件将在新一代移动通信（5G/6G）、新能源汽车、半导体照明、数据中心等领域广泛应用。

全球5G通信系统建设和应用正在快速推进，人们使用5G手机观看4K/8K超高清视频、畅玩超高清游戏已逐步成为现实。作为5G业务承载最重要的一环，基站的作用不言而喻，尤其是5G频率高，穿透力差，传输距离短，需要部署大量的基站。5G通讯系统对基站带宽和能效提出了越来越高的需求，而射频功率放大器是基站设备中主要的能耗部件，小体积、大带宽、高效率、轻

质量、低成本的射频功率放大器需求日益迫切，传统的半导体材料已经无法满足需求。GaN基站功率放大器的功放效率较其他材料更高，因而能节省大量电能；且其几乎可以覆盖无线通讯的所有频段，功率密度大，能够减少基站体积和质量。含有GaN的基站功率放大器有望实现爆发式增长。

随着汽车向电动化、智能化、网联化的方向发展，新能源汽车产业迎来快速发展期。新能源汽车中，电池输出的高电压需要进行频繁的电压变换、电流逆变，用于能量转换及传送的核心器件IGBT（绝缘栅极双极型晶体管）、MOSFET（金属-氧化物半导体场效应晶体管）等功率半导体，在新能源汽车中的用量大大增加。使用SiC工艺生产的功率半导体与传统硅（Si）工艺相比，导通电阻更低、工作频率更高、芯片尺寸更小、可耐受更高的环境温度。目前部分高端车型已采用SiC MOSFET来提升电驱系统的工作效率及充电效率。未来SiC工艺半导体将随着成本不断降低逐步进入普适阶段。

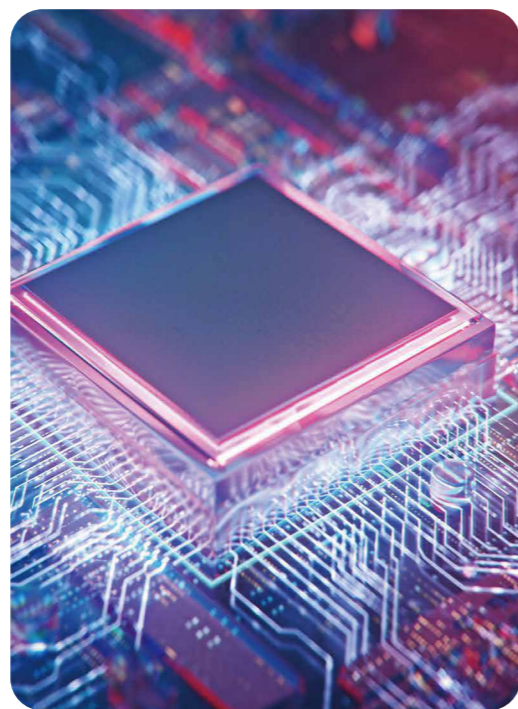


模块化设计 降低芯片成本和设计难度



5G、人工智能、物联网、车联网等新兴应用带来了数据体量爆炸式增长，数据结构呈现多样化。数据中心作为数据枢纽和应用载体，对计算性能、网络、存储能力均提出更高的要求。数据中心服务器、存储、网络设备关键芯片的性能、容量、连接速率均需持续增强。随着摩尔定律演进，制程和工艺持续改进，高性能芯片设计难度、成本、耗时在不断加大。基于小芯片（Chiplet）的模块化设计方法首先将芯片需要实现的复杂功能进行分解，然后开发或是复用已有不同工艺节点、不同材质、不同功能的小芯片，最后通过封装技术将各小芯片像乐高积木那样堆叠并封装在一起。小芯片可以使用更成熟、更可靠、低成本的制造技术，在继续构建功能强大的处理器、存储、网络器件的同时提高产品良率，加快芯片交付，降低制造成本。

SoC（System on Chip）是将系统关键部件集成在一块芯片上。该产品发展迅速，随着集成度的提高，设计难度越来越复杂。Chiplet模式同样适用于SoC设计，以降低整个芯片设计难度、开发周期及总成本。在性能和功耗敏感的终端芯片领域，SoC已占据主导地位。当今消费者对智能手机的要求除性能高以外，也要求手机外观既美观又轻薄。高集成度的手机芯片SoC将中央处理器（CPU）、图形处理器（GPU）、内存（RAM）、调制解调器及多媒体模块等多个功能整合在一起，可以有效的提升手机内部空间利用率，降低手机的设计难度，加快手机的上市时间。



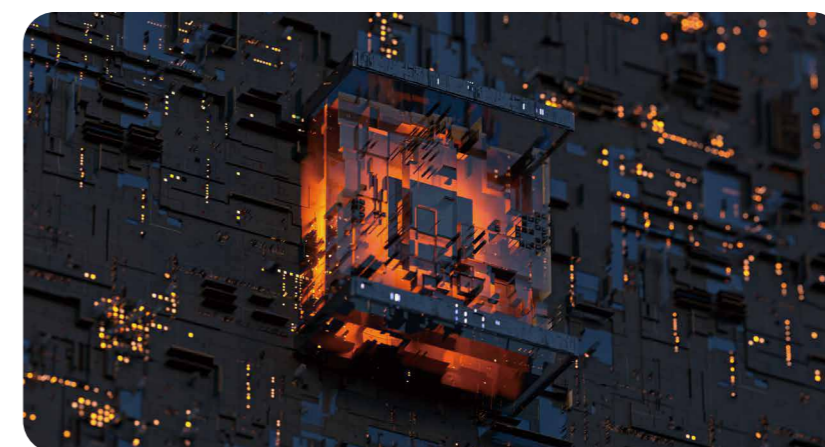
3D封装技术 提升芯片集成度和性能

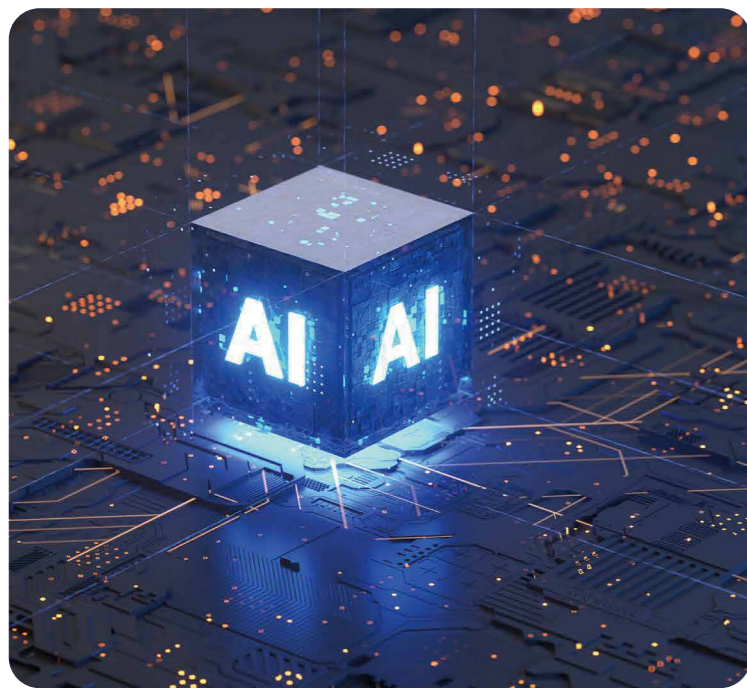


摩尔定律趋缓，封装技术已成为半导体芯片小型化、多功能化，提高性能、带宽、容量及降低功耗的重要手段。芯片高性能、高集成、高可靠及低功耗的要求越来越高也促使封装技术不断取得突破，创新技术不断出现。在5G、人工智能、物联网、车联网等新兴产业的加持下，集成电路封装技术迈入三维叠层封装（3D）时代。它使单个封装体内可以堆叠多个芯片，实现了存储容量的倍增，集成度更高；同时内部芯片直接互连，连线长度显著缩短，信号传输速度更快更稳定。3D封装技术已成为持续优化芯片性能和成本的关键创新路径。

高带宽存储器（HBM）是一种基于3D堆叠工艺的高性能DRAM，它是将多个DDR芯片堆叠在一起，实现更大容量、更高位宽和更高速率的DDR组合阵列。目前已广泛应用于超级计算机、图形处理器、机器人技术及3D游戏等高存储带宽需求的场合。

应用于数据中心和高性能计算（HPC）中的高性能处理器架构是越来越复杂，晶体管的数量也在不断增多，先进的半导体制程工艺已经非常昂贵，并且生产良率也很低。为了解决以上问题，高性能计算芯片巨头们正在积极探索3D封装技术以进一步提升芯片密度，降低成本，从而实现更为复杂、更为灵活的高性能系统级芯片。





新华三观点

在不同行业的应用场景下，5G、汽车电子、智能手机、高性能计算、人工智能等新兴领域对芯片提出更高要求。未来半导体产业链有望在新一代半导体材料、先进制程、模块化设计和3D封装技术等方面进一步实现突破创新。通过多样化芯片方案的应用，高性能，低功耗，小尺寸，功能丰富的芯片产品将加速落地，使得5G基站设备功耗更低、新能源汽车性能更高、智能手机更轻薄、数据中心算力更高存储容量更大，进而给人们带来更好的应用体验。



趋势五

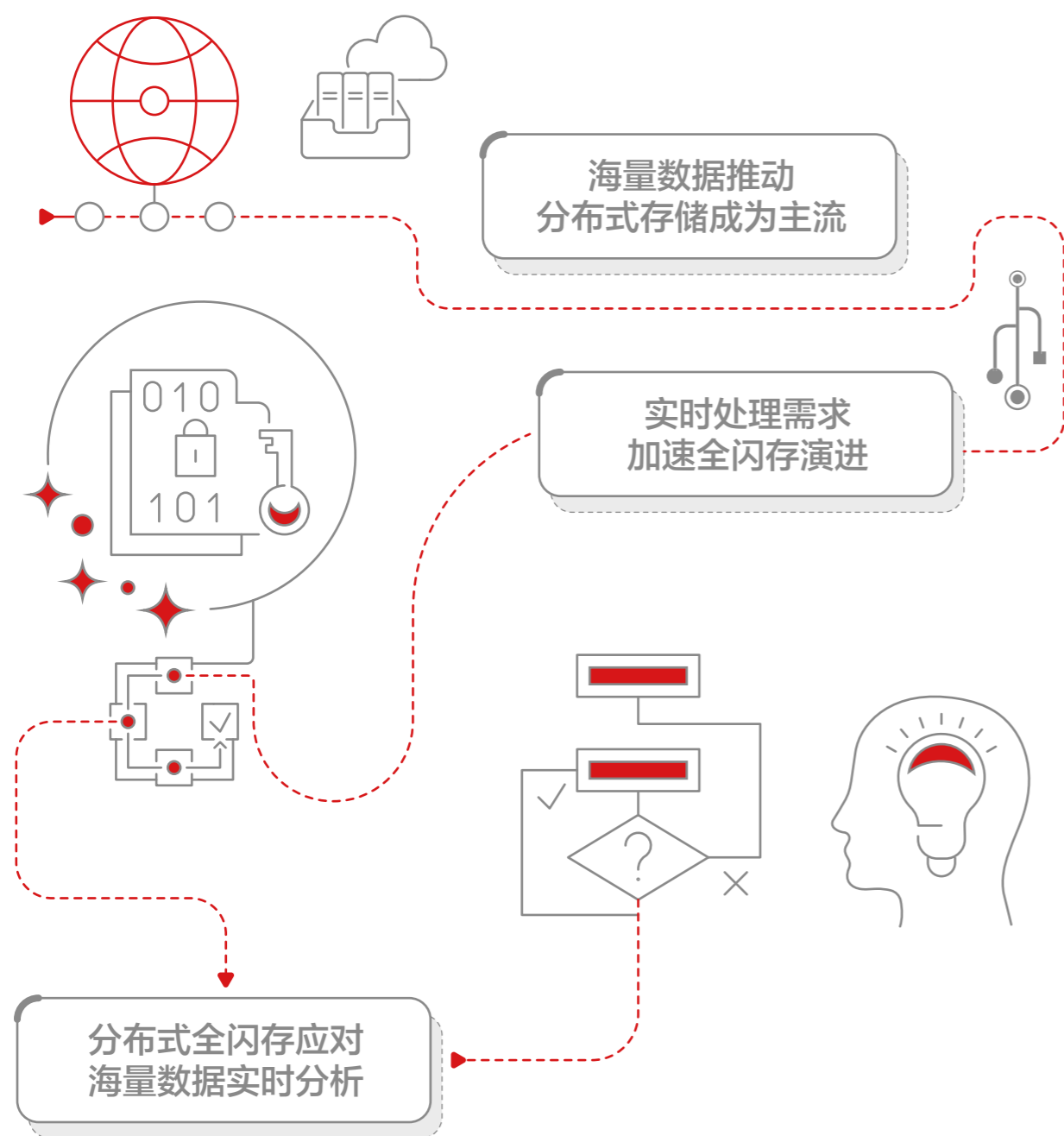
分布式全闪存突破存储瓶颈

移动互联网、产业互联网时代每天都产生海量数据。海量数据需要及时存储和分析处理才能产生价值。数据对存储速度要求越来越高，存储容量要求越来越大。要求存储系统具有速度快、大容量、易扩展的功能。

传统数据中心采用集中式存储，随着业务规模不断增长，存储系统很容易成为系统性能的瓶颈，逐渐不能满足大规模存储应用的需要，同时也是可靠性和安全性问题的焦点。分布式存储系统，是将数据分散存储在多台独立的设备上，采用可扩展的结构，不但提高了系统可靠性、可用性，还易于扩展。不过，传统分布式存储采用机械硬盘或者混合闪存，性能有一定限制。全闪存阵列针对闪存介质进行了软硬件优化，单机性能好，但扩展能力有瓶颈，不适合弹性业务应用场景。分布式全闪存兼具分布式存储和全闪存的优点，既具有分布式的弹性易扩展特点，又具有全闪存的性能好优点，可以满足人们对大容量、易扩展、速度快的存储需求。

新华三预测

新华三预测：未来5年，存储系统采用分布式全闪存系统架构的比例将达到35%以上。



海量数据推动分布式存储成为主流



现在人们每天日常生产活动不断地产生着大量数据，网速持续大幅提升也使传输数据速度加快。同时万物互联时代的序幕已经揭开，也进一步增加了数据生产的速度。根据权威机构研究报告显示，2025年全球新创建的数据将达到175ZB，而目前存储下来的数据只有1%左右。

传统数据中心存储系统采用集中式存储系统存放数据，在当前海量数据并且数据还不断增加的应用环境中，存储系统速度和容量有限，很容易成为瓶颈。以高清视频为例，20分钟的未压缩8K高清视频节目容量高达4TB，视频的采集、传输、编辑制作效率

都有较高的要求，对传统存储提出了严峻挑战。在大数据时代，传统存储无法满足海量数据对存储系统的大容量、易扩展、速度快的需求。

分布式存储系统，是将数据分散存储在多台独立的设备上，多台存储设备共同分担负荷，通过并发访问，提升性能；采用可扩展的结构，弹性扩展容量；分布式存储有多个节点存储，当单个节点故障时，其它节点继续工作。所以分布式不但提高了性能和存取容量，还提高了系统可靠性、可用性。随着云时代海量数据产生速度加快，分布式存储将必然是主流的选择。



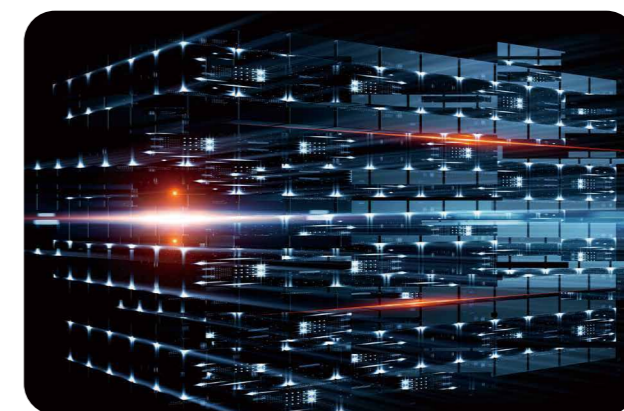
实时处理需求加速全闪存演进



近年来，闪存技术发展和应用普及十分迅速，采用闪存介质的固态硬盘（SSD）比机械硬盘具有更好的性能，包括IOPS（每秒完成读写次数）、时延、吞吐量，另外固态硬盘还具有重量轻、抗震效果好、无噪音等优点。传统存储架构设计之初主要为机械硬盘而设计，其软硬件架构从根本上限制了固态硬盘闪存介质性能的充分发挥。全闪存阵列针对闪存介质进行了软硬件优化设计，充分释放介质性能，在性能、可靠性、功耗、容量上相对机械硬盘有绝对优势，减少了空间、电源和管理成本，易于安装、灵活配置。

当今人们对数据的实时处理需求越来越多，芯片的应用十分普及。芯片设计有多个阶段，每个阶段的作业要输出TB级的数据^[4]，有大量的大文件和小文件，对随机和顺序读写都要求极高；同时，设计涉及大量仿真验证工作，设计输出也需要不断迭代改进，研发效率决定芯片推向市场的时间；所以芯片研发设计需要较高级别的存储性能来提高效率，才能对芯片设计效率进行保障。全闪存可以较好地满足这样的存储需求。

现在已经有越来越多的客户选择了全闪存。据统计，2020年一季度全球全闪存销售额已经超过闪存和机械硬盘组成的混闪。作为存储发展趋势之一，全闪存在实际应用中占比越来越高，随着闪存介质技术和市场成熟度的发展，全闪存已经从高性能金字塔尖级别的应用，逐步普及到更多的一般应用。机械硬盘存储相较于闪存的关键优势在于容量和价格，然而近些年闪存技术不断演进，单个存储单元从存1~2个比特数据逐步增加到存储3~4个比特数据，再加上3D堆叠技术的应用，使闪存容量不断提升，成本一直在持续下降；同时NVMe（非易失性内存主机控制器接口规范）、NVMe-of（网络来承载NVMe协议）等新技术逐渐成熟，全闪存系统端到端的提速进一步提高了全闪存的性能，让全闪存具有更好的性价比。



分布式全闪存 应对海量数据实时分析



分布式全闪存系统综合了分布式存储系统和全闪存存储两者的优点，突破旧的存储瓶颈。闪存介质速度快的优点和分布式多节点并发访问的特点合力提升存储系统性能，应对海量数据实时分析的挑战；分布式系统弹性扩展按需扩充存储容量，满足海量数据存储需求；同时利用逐渐成熟的端到端NVMe技术架构，通过NVMe-of借助RDMA等超低延时的传输协议，大幅度降低存储和存储网络的时延，使整个存储系统的性能进一步提升。

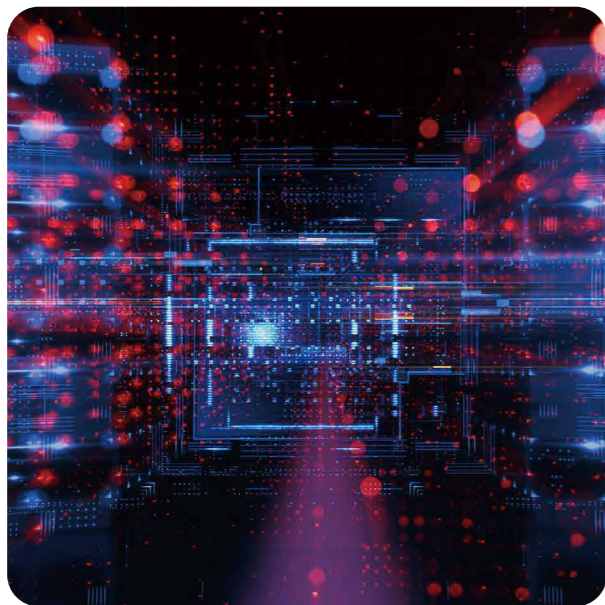
当前自动驾驶是业界炙手可热的话题，以自动驾驶为例，车上配有雷达、摄像头、GPS等多个传感器，实时采集路况、天气、行人等各种数据，每天采集的数据多达60TB，这些海量数据的实时采集存储、传输、分析效率要求极高，关键词是海量数据、实时分析，分布式解决海量数据存储容量问题，全闪存解决存储性能问题，所以相比其他存储，采用分布式全闪存系统可以最好地满足这类需求，其它存储则难以胜任。同时，上文提到的高清视频、芯片设计等场景进一步采用分布式全闪存优化方案，也可以进一步升级性能或容量，提升客户体验满意度。

分布式全闪存系统可以应对数据海量且呈分布式和云化的特点的实时应用，这些场景要求分析处理速度快、系统容量易扩展。分布式全闪存符合大数据时代企业IT云化的趋势需求。随着闪存技术的发展，闪存的价格也在不断的降低，未来分布式全闪存的应用场景将更加广泛。今天，全闪存阵列存储已经趋于成熟，分布式存储已形成趋势，分布式全闪存将是下一个存储发展的风口。

新华三观点



目前5G、物联网和人工智能等新技术在各行各业的应用正在普及发展中，人们的生活进入全面数字化和万物互联时代。人们的工作和生活中，每时每刻都产生着大量数据，从终端到云端不停地产生和流淌。通过分布式全闪存的应用，高清视频将给人们带来更好的视频娱乐体验；芯片研发设计周期也会大大缩短，更丰富的芯片功能将被研发出来；自动驾驶进程将加速，使自动驾驶尽快成熟并应用到社会中，方便人们的出行。类似高清视频、芯片设计、自动驾驶等需要实时采集、传输和分析处理数据的场景将会越来越多，伴随着高性能计算、大数据分析技术应用逐渐普及，分布式全闪存系统将普及应用到在更多的场景中。



趋势六

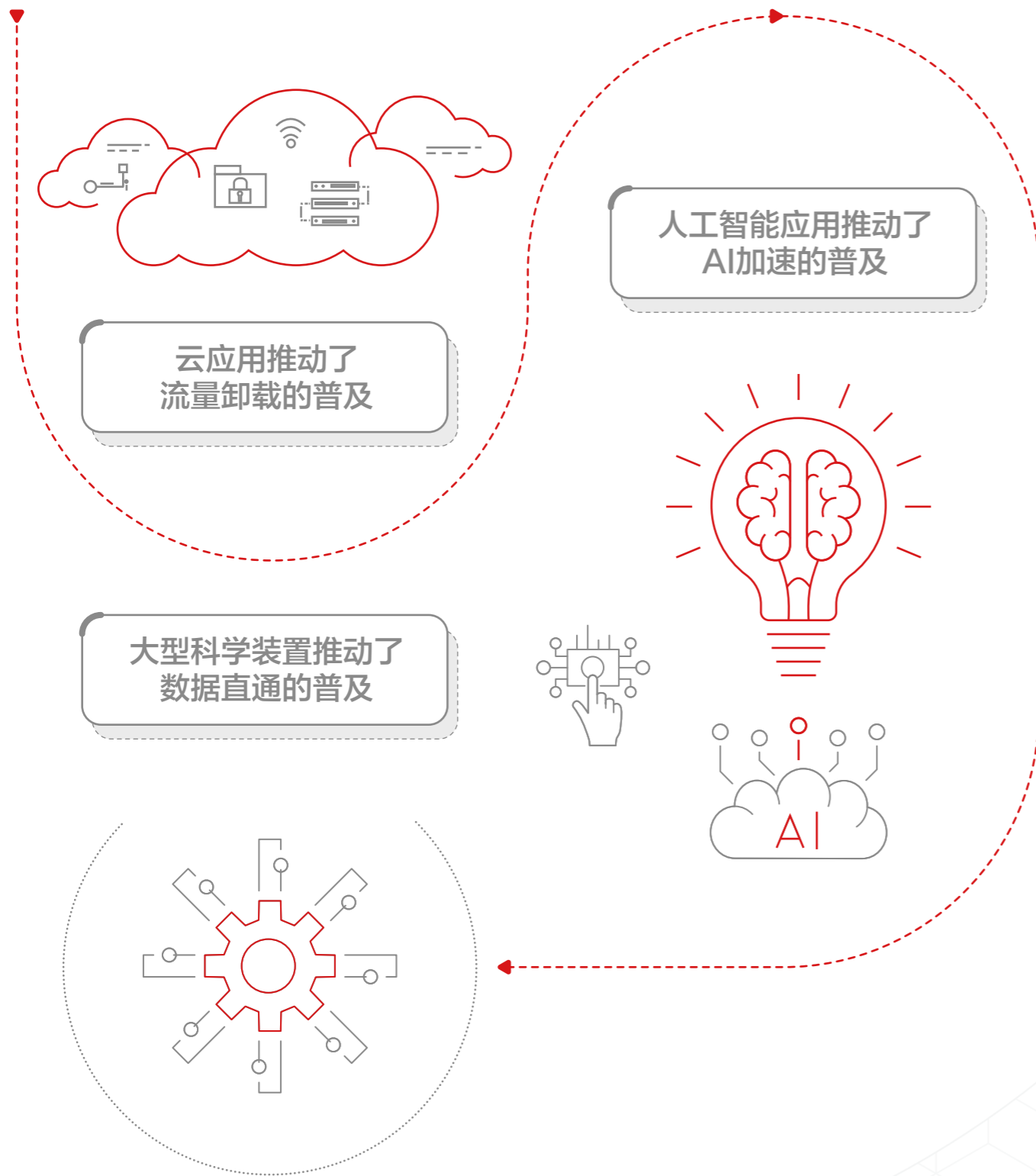
新应用加速组件 推动计算架构演进

工业互联网、车联网、新媒体等新兴应用需要实时的数据接入/处理和高效的数据存储，计算架构中将出现越来越多的网络、AI、存储加速组件。以数据处理单元为核心的AI/网络/存储加速组件将改变以CPU为核心的计算架构，数据接入和存储由智能网卡承载、数据处理由AI加速卡承载。

传统计算设备以CPU、GPU、IO卡（网卡、HBA卡、RAID卡）为中心，CPU既负责任务调度又承载数据处理，任务的并发能力和数据的处理时延都受限，无法满足实时的数据接入/处理和高效的数据存储需求。新型计算设备以CPU、数据处理单元为中心，图形、AI、网络IO、存储IO由数据处理单元承载，CPU只负责任务调度和通用计算，能够满足实时的数据接入/处理和高效的数据存储。

新华三预测

新华三预测：未来5年，数据处理单元将融合网络、存储、AI、图形加速能力，在多数企业计算设备中使用。



云应用推动了流量卸载的普及

随着云计算的发展，各云服务商的数据中心规模不断扩大，数据中心设备互联的带宽越来越高，对互联的延迟和多协议支撑能力要求更加苛刻，服务器中内置的网卡已对云主机的网络性能造成了瓶颈，智能网卡通过ASIC（特殊应用集成电路）卸载CPU的IO处理过程，使云主机网络性能大幅提升，另外可以通过软件扩展支持定制化的处理逻辑，实现对各类应用协议的灵活处理。

在各大云厂商的服务目录中，视频服务是重要组成部分，而超高清视频、AR/VR、云游戏等新型视频应用对现有的网络带宽和图形处理能力提出了挑战，通过专用的图形加速组件实现高效能的视频转码、图形渲染，能够保障这类应用的使用体验。以云游戏场景为例，端到端的交互时延在30毫秒以内体验较好，云端图形渲染后需要经过主机总线转到网卡发送，如果将图形和网络功能融合为单芯片，将大幅降低交互时延。

云存储服务作为云计算基础服务，很多其他云服务都需要依赖于它，从云主机到云存储的访问性能将影响诸如云原生数据库、数据仓库、云备份等服务的性能。通过网络和存储加速组件可以卸载CPU的IO处理过程，从而提升主机到存储的访问性能，使云服务的使用体验更好。



人工智能应用 推动了AI加速的普及



语音助手、智能家居等一系列生活应用和工业互联网、车联网、新媒体等一系列生产应用，都在融入越来越多的智能元素。每一项智能元素背后都伴随着大量的AI模型训练和高效的AI预测处理。以VGG-16网络（一种深度学习算法）为例，处理一张大小为224*224的3通道图片需要进行约1500次乘加操作。传统的计算芯片主要用作事务处理和图形运算，并不是专用于AI模型训练和预测处理过程，计算效能和性能成为严重瓶颈，因此专用于AI加速的芯片使用的越来越多。

AI模型训练过程中涉及大量的数据交换，AI处理组件和数据处理组件的协同的效率会显著影响AI训练能耗，将AI处理和IO处理组件融合为片内系统将能够大幅提升训练效率。仍以VGG-16网络为例，在模型训练过程中，将数据从内存搬运至AI处理组件的能耗是AI计算本身能耗的约200倍，如果将AI处理功能和数据处理功能融合为单芯片，数据将减少内存中转过程，大幅提升AI训练能效。

自动驾驶、智慧矿山、智能电网等应用场景需要大量的边缘AI能力，而边缘设备受限于环境和能耗设计，计算能力较弱。用于AI推理加速的专用芯片可以将边缘设备的效能发挥到极致，降低这类应用建设成本。

大型科学装置 推动了数据直通的普及



近几年随着大型科学装置的建设，科学数据的处理需求从规模和性能上对现有高性能计算架构提出了挑战。从某个科学装置对图像数据的处理需求可以看到，100GB/s的单节点传输/写入速度、100TFlops的单节点计算性能成为基本要求，这不但需要采用最新型的计算和存储组件，节点之间的互联协议也需要重构，集群内通过网卡到GPU内存的直接互联成为提升集群效能普遍采用的技术。

受限于科学观测和实验环境的要求，大型科学装置一般都建设在数据中心之外，装置产生的海量数据需要通过长距离的公用/专用网络才能传输到数据中心，而多个科研机构之间的数据共享需求进一步对科学数据的处理造成了瓶颈。以Infiniband（一种高性能计算网络协议）和RDMA（远程直接数据存取）为代表的存储计算内部互联协议需要进一步扩展到科学装置与计算存储设备的互联，通过直接的内存访问加速数据传输和存储。



新华三观点



随着应用需求的不断变化，计算设备处理的数据类型也在同步变化，从事务数据到图形数据再到AI数据，计算设备的体系结构从以CPU、IO芯片为主逐渐发展为CPU、IO芯片、GPU、AI芯片并存，未来随着各类数据的进一步增长，IO芯片、GPU、AI芯片将融合为专用的数据处理芯片，用于端到端地加速整个数据处理过程。而随着专用的数据处理芯片出现，数据从存储器到该芯片的移动过程将成为制约计算效能的新瓶颈，将数据处理能力融合到存储芯片，实现微观层面的计算存储一体化将会成为下一步计算设备体系结构演进的方向。



趋势七

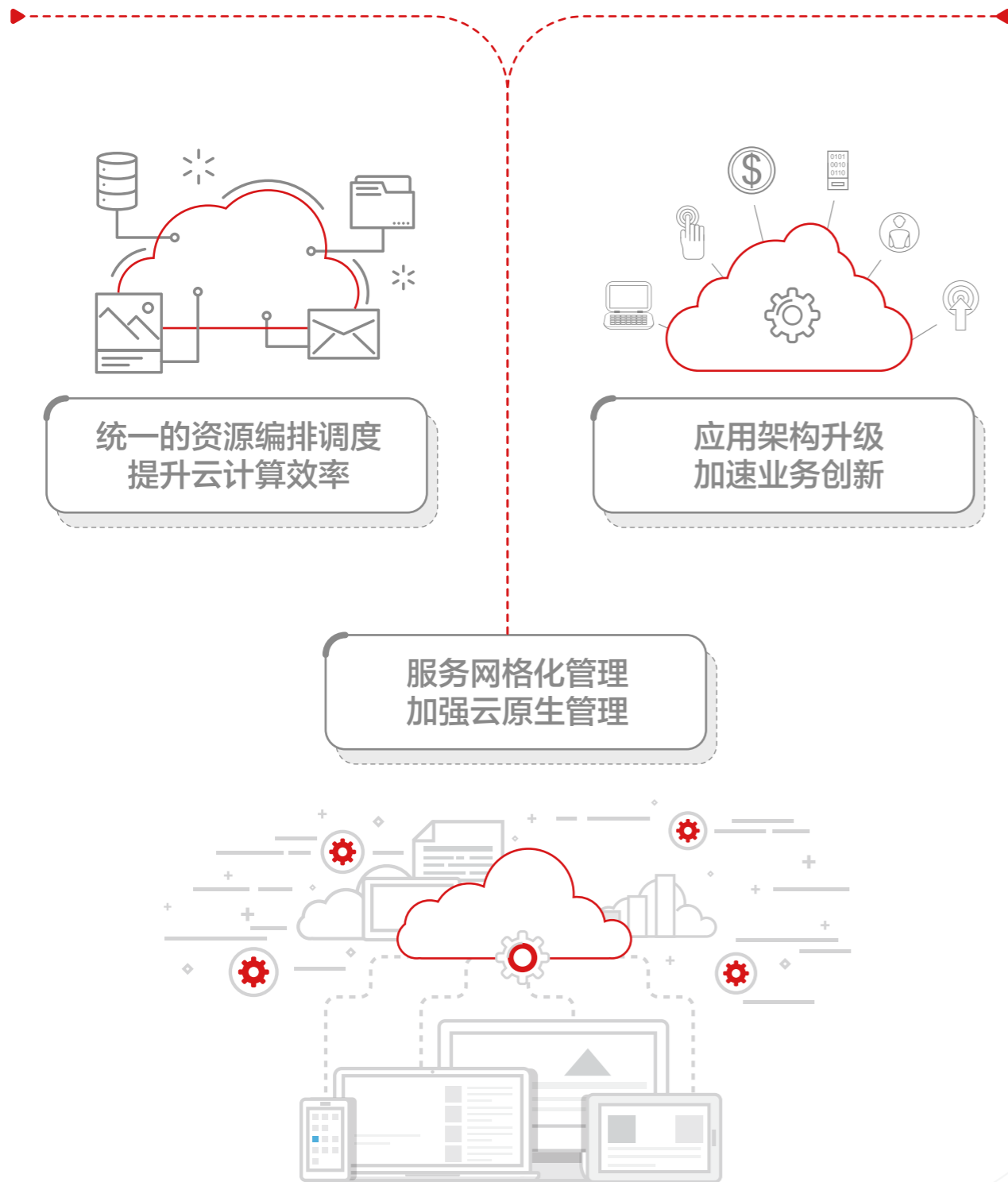
云原生 促进云计算架构统一

云计算在降低企业数字化成本，促进业务创新方面的优势，已经得到更多企业的认可。越来越多的企业自身业务上云，对云计算架构，包括资源、应用、管理等带来很多挑战。传统应用开发和交付模式以及基于IaaS（基础设施即服务）的云计算模式，难以满足业务快速变化，如负载应用的虚拟机的多样性及难扩展能力、应用的单体架构导致弹性伸缩困难、应用混乱调用难以监控运维等。以容器、微服务、服务网格、DevOps等为代表的基于云计算理念发展而来的云原生技术，提高了云计算资源的弹性和可用性，提升了应用架构敏捷度以及管理精细化程度，促进了云计算架构统一。

云原生应用即应用在云上原生开发，在资源、应用、管理方面都充分考虑云的弹性可扩展能力。云上资源的基础单位已经从虚拟化转到容器，进而发展到具有容器便利和虚拟化安全特性的安全容器以及更细粒度的函数资源。面向虚拟机、容器、函数等各形态资源的调度编排系统开始统一。应用构建方面，基于容器架构和无服务器架构的开发运维一体化平台，使开发者只关注业务逻辑，加快应用开发和部署的速度。大量云原生应用服务的分布式通信管理方面的服务网格（Service Mesh）技术屏蔽其复杂性，且对服务透明，服务只需要关注业务逻辑。

新华三预测

新华三预测：未来5年，超过80%的新应用为云原生的应用。



统一的资源编排调度 提升云计算效率



传统的基于虚机的应用交付，封装了大量的应用依赖项和完整的操作系统，导致虚机体量过大，应用迁移困难。容器通过标准化的应用软件封装，使应用可以在异构环境间一致、可靠地运行。相比虚机，容器技术实现了更小颗粒度资源分配和管理，提升了应用的部署密度和资源利用率。同时容器轻量化，可实现秒级甚至毫秒级弹性响应。尽管容器技术已经成为应用交付的事实标准，加速进入企业生产环境，但仍然面临着新的挑战。特别是多租户场景下的容器隔离和安全性方面的缺陷，限制了容器的应用场景和发展。以Kata容器、gVisor为代表的容器安全技术，将容器的便利和虚拟化的安全隔离结合起来，成为云原生技术的趋势。

虚拟机、函数等全形态资源统一调度，带来弹性扩展、敏捷迭代、高效部署等方面优势，大幅提升管理效率。越来越多的AI和大数据、工作流等任务开始运行在Kubernetes编排框架之上。

基于Kubernetes的容器化工作流，解决了传统工作流扩展能力不足，流程变更成本较大等问题，提升了流程编排能力。高性能应用基因测序是由基因比对、排序、去重、变异检测等流程组成了一个工作流。通过将基因测试流程中的每个步骤都定义为容器，Kubernetes实现了工作流的高效调度，提升了基因数据处理效率。

为了实现计算资源使用最大化性能，需要将容器最优地调度到可用的基础资源上。Kubernetes屏蔽了底层架构差异性，帮助应用平滑运行在不同基础设施上，成为资源调度和编排的事实标准。随着Kubernetes技术的成熟和完善，Kubernetes在不断拓展延伸编排对象和应用场景，实现了容器、



应用架构升级加速业务创新



在数字化席卷全球的大背景下，为了应对更大的规模业务应用，传统应用开发和交付模式已经难以满足需求，需要更具弹性的基础设施、松耦合分布式应用架构以及自动化应用开发和交付流程。传统单体架构应用，缺乏弹性伸缩能力，稳定性差，小问题可能导致应用崩溃，并且发布阶段需要大量协调，不利于快速迭代。微服务架构通过将系统拆分成更小粒度，并保持这些服务独立运行，解耦了开发、测试与部署流程，提高整体迭代效率。同时，微服务架构通过分布式将应用水平扩展，解决了单体应用扩展性和稳定性不足。云原生微服务体系促进了应用架构的升级，使得应用能够更好地观测、控制、容错处理等。

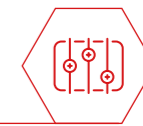
在云原生时代，开发者希望从应用扩展、资源管理等相互琐碎日常任务中解放出来。无服务器（Serverless）作为一种云原生应用架构，从底层变革计算资源形态，使开发者只关注业务逻辑，由云厂商负责资源管理、应用部署和运行等，节省了开发、运维的人力投入，缩短交付周

期，进一步释放了云计算的能力。Serverless正在改变软件开发的模式和流程，加速了业务创新，成为云原生的新一代编程模型，是云计算未来的一个趋势。

在融媒场景中，视频直播无法提前估计接入的点播用户数，通过Serverless方式，可以把视频转码以及流量扩容通过函数计算来处理，无需关心软硬件环境和资源的动态伸缩。在物联网场景中，物联网设备按需或者定时发送数据或请求，传统架构后端服务器可能长时间收不到请求，服务器处于闲置。为了应对海量设备数据实时处理、分析等，通过Serverless架构，用户专注开发处理函数，并托管给平台进行调度，物联网平台收到请求自动生成实例，处理完后空闲自动回收，按需处理请求。



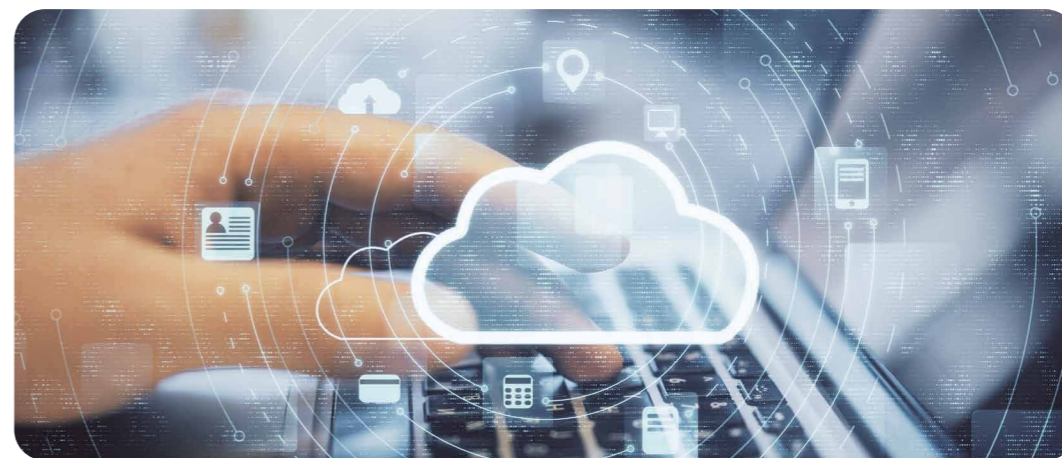
服务网格化管理加强云原生管理



微服务架构带来了软件开发细粒度、可重用、模块化的特点。随着企业传统应用的微服务化改造不断深化，实现了企业业务应用的高效交付，有效提升对市场响应的速度与效率。但系统拆分成微服务后也带来了系统的复杂性，需要考虑服务间的调用、服务监控等内容。SpringCloud、Dubbo等微服务框架对业务代码有一定的侵入性，应用改造、升级和迁移困难。

服务网格非侵入式架构，采用Sidecar模式，解耦非业务功能，将服务通信及相关管控等功能从业务程序中分离并下层到基础设施层，网格层成为连接应用和基础设施的桥梁。服务治理网格化解耦非业务功能，使开发人员更加专注于业务本身，减轻了需求变更带来的迭代成本。另外业务负载大幅减少，加速了传统应用向云原生应用的转型。服务网格技术为应用减负，实现应用通信架构的现代化，加速了应用的原生化。

在金融领域，大型金融服务公司为了应对小金融科技公司的挑战，开始将自己繁杂的技术架构向微服务架构转变。针对已经在线运行的应用，通过服务网格Sidecar注入，无需修改代码和停止业务即可实现微服务治理能力无感知接入，帮助金融服务公司以最小的成本完成云原生落地。



新华三观点



云原生推动云计算在基础设施、应用开发测试、部署运维等技术环节中逐步形成新的技术标准，为企业带来新一代高效的基础设施以及应用开发、部署和运维技术体系和方法论。安全容器为应用提供了安全、轻量的运行时。全形态资源和应用的统一调度，实现了对应用快速部署和弹性动态调整，使得管理效率大幅提升。无服务器架构和服务网格正逐渐改变软件开发的模式和流程，实现企业应用架构的现代化，加速业务创新。

随着企业业务上云进程不断深入，构建云原生的基础设施和应用成为一个必然趋势。未来，云原生技术将在更多领域发展，加速边缘智能、多云混合场景落地。云原生充最大化释放了云计算生产力，使能业务创新，更好地应对市场的快速变化。



趋势八

核心技术持续创新 加速AI应用普及

近年来感知智能技术已日趋成熟，但在落地过程中也遇到不少瓶颈，如对数据过分依赖、对计算资源过度消耗、模型可解释性和安全性、对AI专业人才的依赖等，严重限制了AI应用在行业落地的速度和范围。业内着力解决这些瓶颈问题，AI正从“作坊式”向“工业化”迈进。

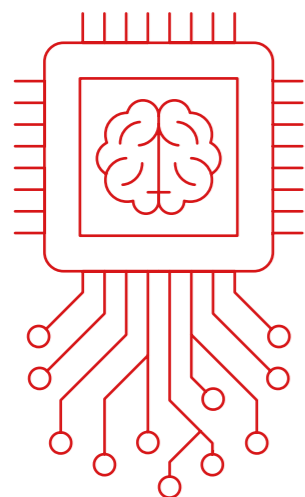
数据高效、自主学习、算力多样、知识增强是AI关键技术演进方向。小样本学习、无监督学习等技术，可解决小数据、少量标记或无标记数据的场景；强化学习可实现机器自主决策，自动机器学习技术可实现规模化模型自动生成；从芯片、集群到云边缘协同的计算架构，可满足算力多样化的场景需求；知识融入到AI应用，可显著增强机器学习能力，降低模型对数据和算力的依赖，实现模型安全可信、可解释。

AI“工业化”将大幅提升建模效率和质量，降低应用开发门槛，加速AI渗透到企业关键业务中。

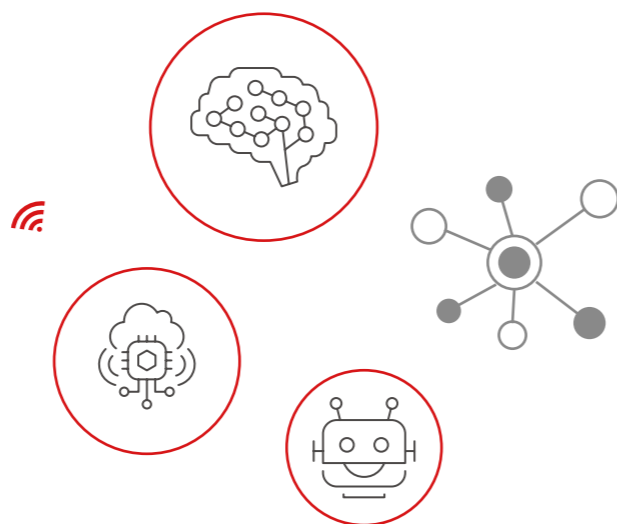
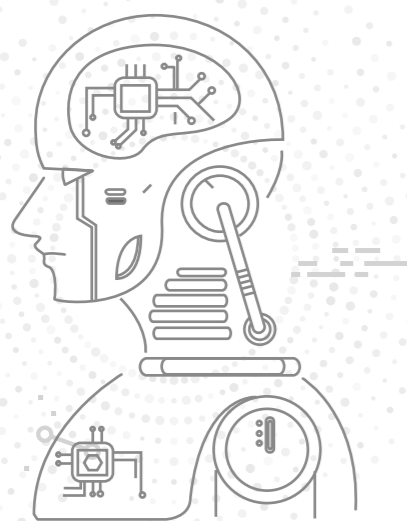
新华三预测

新华三预测：未来5年，超过50%的大型企业在其关键业务中将采用AI技术，超过70%的AI应用将由非专业级开发人员在AI开放平台辅助下完成。

数据高效处理
实现降本增效



自主学习
提升机器自主能力



算力多样
满足不同智能场景

知识增强
构筑高效可信智能

数据高效处理
实现降本增效



近几年人工智能飞速发展，主要是以有监督的深度学习学习方法为主，需要使用有标注数据对学习结果进行反馈，在大量数据训练下，算法才能取得预期的效果。算法对于大量高质量标注数据的需求导致数据成本高昂，限制了AI的普及范围，尤其是在数据稀缺或无标注数据的场景中效果并不理想。因此，数据高效处理方法成为目前热点研究方向之一。

发展机器自动化标注是一个趋势，可以辅助标注人员，节约数据标注环节的大量时间和人力成本。另一个更重要的趋势是改进算法，采用小样本学习、半/无监督学习等方法，减少对大量标注数据的依赖程度，解决小数据、少量标记数据的AI应用场景。

在医疗领域，有些罕见病例的样本数量很少、数据质量参差不齐，使用常规的深度学习算法，不足以训练出一个效果良好的模型。此时可以采用各类小样本学习的方法，采用少量数据，就可以学习到任务的关键模式，解决小样本场景问题。另外一些场景中，医疗影像样本很多，但其标注依赖于专业人员，成本高且效率低，采用自监督学习的方式来学习图像数据的表征，可以充分利用大量无标注的数据进行训练，免于大规模的标注工作。





自主学习 提升机器自主能力



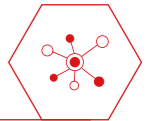
自主学习是教育领域中的一个概念，强调以学生为学习主体，自发、主动地学习。在这里引申到人工智能领域，指以机器为学习主体，在没有或少量人工干预情况下自发主动地学习，提升机器智能化水准。自主学习是人工智能的远景目标，现阶段主要体现在人工智能应用的自动化开发和以强化学习等为代表的环境自适应学习。

自动机器学习（AutoML）技术，旨在将人工智能应用开发的各个流程环节，进行自动化处理，包括数据预处理、特征工程、建模、评估、部署等，降低对开发者的专业技能门槛要求，实现规模化的模型生成，加速AI应用的开发流程。未来，随着人工智能开放平台中的自动化能力不断提升，更多的非专业级的人员也可以开发智能应用，在

可视化的环境中定制业务流程，通过简单拖拽组件，就可以快速搭建出满足需求的智能程序，平台会自动建模，将最佳的结果呈现给用户。

近年来强化学习的研究热度不减，尤其是多智能体强化学习，通过多个智能体间协作，来完成一项复杂的问题，适合解决现实中复杂环境下的智能决策问题。交通领域中路口信号灯的智能控制，就是一个很好的例子，传统的方式是提前设置好的信号规则循环执行。通过强化学习技术，可以实时地学习路口各个方向的车流量变化趋势，对交通信号做出决策控制，做到全局场景下的最佳通行效率。引申到网络通信领域，也可实现类似效果，做到最佳的网络流控。

算力多样 满足不同智能场景



算力对于人工智能应用的普及起到了关键作用。深度学习训练时需要做大量矩阵运算，耗费大量的存储和计算资源，计算性能、精度等指标是关注的重点；在将模型应用部署到云端、边缘、终端等不同场景中的时候，吞吐率、时延、能效等指标是需要考虑的。因此，在不同智能应用场景中，对算力的需求是多样化的。未来，针对场景定制化的AI芯片提供高效算力，可以满足各类AI落地场景。

在科学计算场景中，类似气象预测、蛋白质折叠预测等高性能计算融合人工智能的任务，需要利用到大规模集群的形式来提供算力支撑，对于算力集群中的网络、存储、计算都提出了苛刻的性能挑战。

在视频监控场景中，传统方式下需要将摄像终端采集到的大量视频数据，通过网络直接传输至云端进行存储和分析，不仅加重了网络的负载，也难以满足业务低时延快速响应的需求。此时，通过增加边缘智能计算类型的节点，将采集的视频数据汇聚到边缘节点，利用视频分析模块，实现多维特征识别、轨迹跟踪、车牌识别等典型的智能业务，从而有效降低网络传输压力和业务时延。

在工业制造场景中，工厂中部署了大量智能传感器，监控设备的运行状态。在这些传感器中，集成了定制化的高效AI算力单元，负责对传感器原始数据进行粗加工、筛选，这样减少了向中心平台传输无价值的的数据，降低网络和存储的负荷。



知识增强构筑高效可信智能



目前广泛使用的图像识别、视频分析等智能应用，基本上都是基于数据驱动来实现的，通过建立复杂的深度学习模型，完成对未知样本的预测。其实模型并没有真正意义上的理解事物本身，只是对输入输出数据拟合了一个复杂的函数关系，也缺乏常识和知识。同时由于深度学习的模型黑盒、可解释性等问题，也限制了AI在一些关键场景中的应用范围。

利用外部知识来增强深度学习模型性能是学术研究热点方向之一。基于知识指导可显著降低模型对大规模数据的依赖，简化模型，降低计算量。同时也可以结合知识图谱技术的强大推理能力，可进一步拓展人工智能在关键业务中的应用范围。

在金融风控领域中，反欺诈、反洗钱应用，利用深度学习和知识图谱相结合，大幅提高推理能力的精度；在医疗领域中，诊断决策辅助，通过AI模型融合医疗专业知识，实现诊断结果的可信任、可解释；在工业制造领域中，设备运维类如故障预警、根因定位，通过溯源图评估告警依赖路径，识别有效告警，保障设备稳定运行。



新华三观点



随着算法、算力、数据、知识等核心技术的持续演进，当前人工智能面临的诸多问题都将逐步得到解决，智能应用将会迎来规模化普及。

人工智能开放平台作为新型基础设施的形态之一，是各种人工智能关键技术能力的集中展现，未来将会变得愈加重要。在开放平台上，智能应用的生产，将呈现规模化、标准化、自动化、低代码等特点，人工智能正从“作坊式”阶段向“工业化”阶段迈进。人工智能“工业化”将大幅提升建模效率和质量，降低应用开发门槛，加速人工智能渗透到企业关键业务中。

趋势九

数字孪生 激发虚实融合无限潜能

在电影《安德的游戏》中，主人公安德在模拟游戏中指挥国际舰队为了人类的生存而战，最终艰难地消灭了虫族。结束之后，安德却被告知这不是游戏，而是真实的战争。这是数字孪生的一个很好的例子。简单来讲，数字孪生是指针对物理世界中的物体或系统，通过数字化的手段在数字世界中构建一个高精度的虚拟映像，借此来实现对物理实体的了解、分析、控制和优化。在智能制造、智慧城市等众多领域，数字孪生都可以发挥重大作用。

数字孪生系统对相关的技术提出了较高的要求，主要包括高精度建模技术、先进的传感器技术、高性能网络传输技术、存储、大数据、AI（人工智能）等。得益于相关技术的快速发展，数字孪生发展势头迅猛，将在更广泛的领域中创造更大的价值。

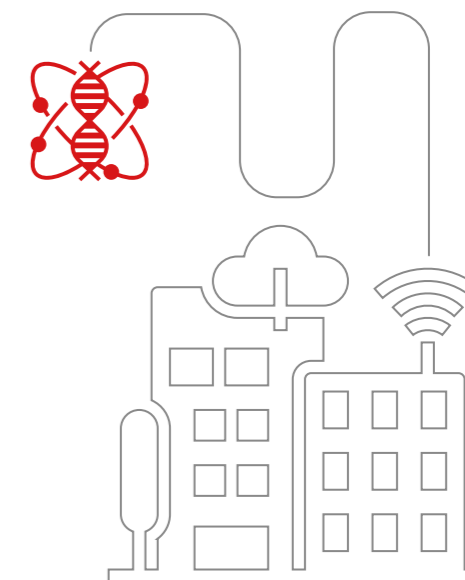
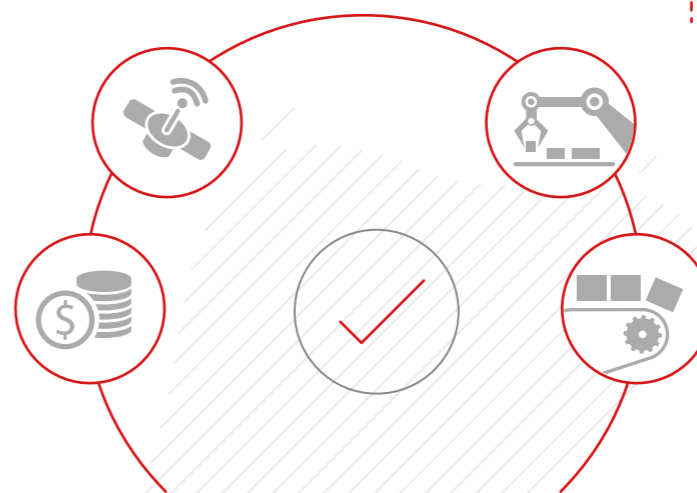
新华三预测

新华三预测：未来5年，数字孪生市场将达到300亿美元。在智慧城市、智能制造等领域，数字孪生技术将得到比较广泛的应用。

数字孪生 实时管控极端场景



数字孪生 赋能工业互联网



数字孪生 助力新型智慧城市建设



数字孪生实时管控极端场景



美国国家航空航天局（NASA）曾经在阿波罗项目中制造了两个完全相同的空间飞行器，其中一个飞行器被留在地面上。NASA通过对地面上的“孪生体”飞行器进行仿真实验和数据分析来反映和预测空间飞行器的飞行状态，以便能够在紧急情况下辅助宇航员做出正确的决策。后来，NASA和美国空军研究实验室将孪生体的概念提升到了新的高度，提出利用数字孪生来解决战斗机机体的维护问题。

在一些难以实时管控的领域，可以利用数字孪生来实现高拟真呈现和实时管控。空间信息网络联结了卫星网络、空间航天器和地面宽带网络，其结点位置和逻辑连接关系会动态变化，网络行为非常复杂，这给网络的运维管理造成了很大的挑战。通过采用先进的仿真建模技术和高精度的传感器，可以结合卫星轨道参数、当前状态数据和专家知识库来构建空间信息网络的数字孪生模型，以3D虚拟化的形式精准重现和高效模拟相关结点的运行状况。这样，空间通信网络管理平台就能实现卫星的全生命周期管控、时变卫星网络的状态监控以及空间信息网络的构建和优化。在石油开采、深空探测等场景，数字孪生也可以发挥重大作用。

数字孪生赋能工业互联网



数字孪生技术将为工业互联网提供有力的支撑，在智能制造、社会化协同制造、产品的全生命周期管理场景下都能发挥重要作用。

数字孪生将为智能制造场景提供强大助力。借助于高精度仿真建模和先进的传感器技术，可以构建出和整个制造系统精准对应的数字孪生系统。数字孪生系统使用各种传感器来实时采集制造系统的数据，并且通过AI、大数据等技术对产品的制造过程进行模拟和仿真分析，形成分析、改进、验证和优化的良性循环。这有助于深入理解智能制造的各个环节，验证可制造性，提升诊断效率，并实现持续优化和创新。数字孪生系统还能够对生产系统进行实时监控和分析，及时发现潜在的风险，并在适当的时机进行预测性维护。这样，就能够避免设备突发故障导致的停工，也就在很大程度上避免了无谓的浪费。

数字孪生技术能够提升社会化协同制造的效率。融合了AR/VR（增强现实/虚拟现实）技术的数字孪生，将在虚拟世界中再现物理的生产空间、制造流程和其他相关要素，进

而实现设计、生产和维保等过程的虚拟化仿真操作。这样，上下游企业之间、不同地域的组织之间的协作效率将得到大幅提升。数字孪生技术可以提前发现实际协作中可能遇到的问题，防患于未然。

数字孪生技术有助于更好地实现产品的全生命周期管理。通过一系列参数可调整的仿真实验，可以对产品在不同条件下的性能和表现进行验证，这样在设计阶段就能对产品进行大量的验证和调整工作。在生产制造阶段，可以将实测数据和设计数据进行比对，并且自动分析后续环节的可行性。在传统的工业设计、制造和服务领域，工程师的经验往往不太容易具体化，难以用作准确判断的依据。数字孪生能够实现专家经验的数字化和全生命周期数据管理，从而为产品的智能诊断、远程服务和预测性维护提供很大的帮助。数字孪生还能以虚拟化的形式对装配、工艺调试等现场操作提供远程指导、智能决策等服务。

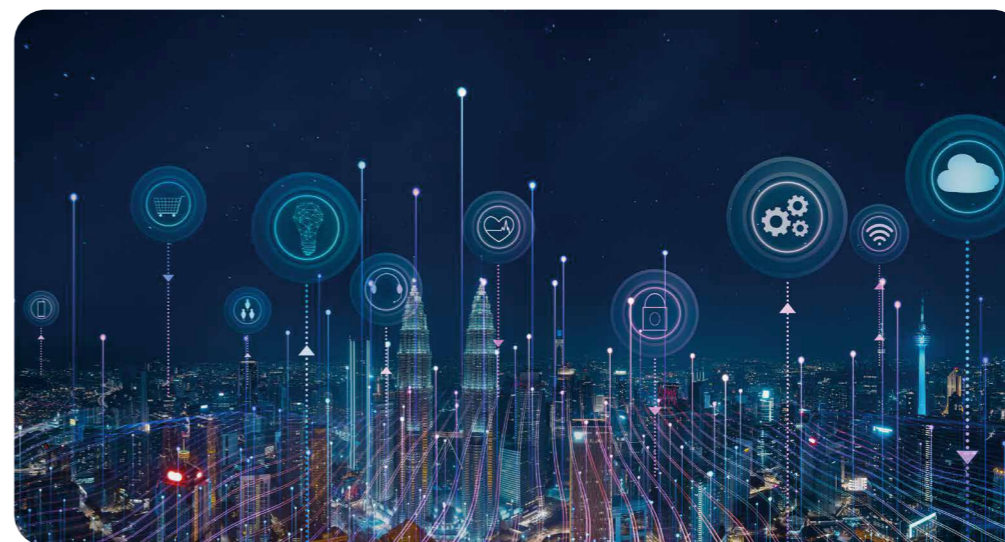
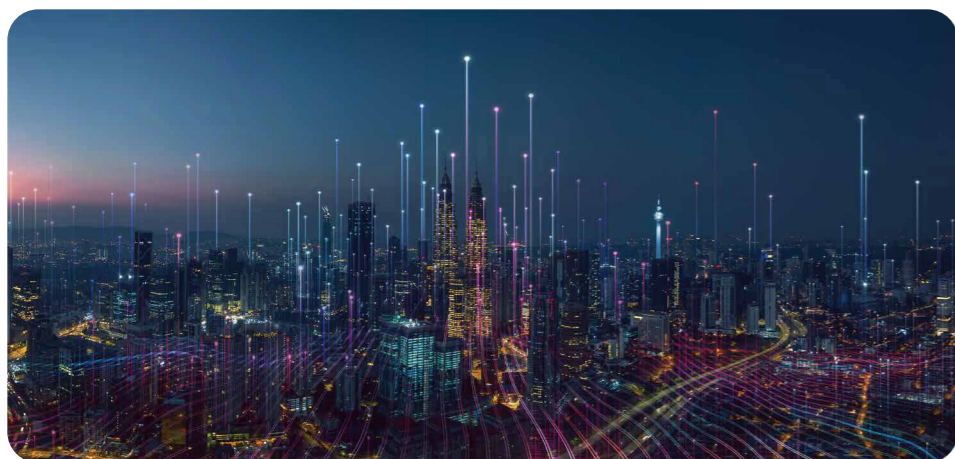


数字孪生助力新型智慧城市建设



从2008年开始，我国智慧城市建设的大潮日益兴起；2016年，国家提出了新型智慧城市的概念。新型智慧城市将充分利用数字孪生技术，通过深度融合物联网、大数据、云计算、数字仿真技术等新技术，逐步为现实中的城市建立高精度的虚拟镜像。数字孪生能够提升城市的治理水平，打造更加透明、更加智能的城市生命体。

新型智慧城市可以通过数字孪生技术在虚拟空间中得到精准的映射。遍布整个城市的传感器将积累大量的城市体征数据，进而实现全要素数字化和虚拟化，描绘出清晰的城市画像。借助于高精度仿真、AR/VR等先进技术，可以实时高拟真呈现城市的状况并为管理者提供友好的虚实交互方式。此外，管理者还能通过软件的方式对人、事、物在真实环境下的行为进行模拟，为交通控制、电力调度甚至是城市规划等工作提供依据。对于城市中可能出现的潜在危险，数字孪生系统还会提前预警并辅助做出最优的响应决策。对于城市的基础设施，也可以跟踪其设计的使用寿命。在人工智能（AI）的帮助下，还能够自主学习和提升处理问题的能力。



新华三观点



数字孪生技术拥有广阔的应用空间，早期主要用于解决物理实体技术难以进行实时管控和监测的问题，目前正在逐步向其他领域扩展。在智慧能源、智慧交通、智慧医疗、智慧水利等众多领域，数字孪生都将发挥重大的作用。当然，数字孪生的广泛应用也有一些困难需要克服，如何根据不同的应用对象和具体的业务需求来创建精准的数字孪生模型，是一项重要的挑战。随着数字孪生技术的进一步成熟和实践经验的逐步积累，数字孪生技术将在更多的领域得到广泛应用，成就更加美好的未来。

趋势十

新运维模式 布局更广泛

企业ICT运维管理与其系统架构息息相关，三分建七分维，随着企业数字化转型逐渐深入，系统中的设备、数据、精细化功能越来越多，当前的运维面临人力难以应对、割裂分散、成本高责任大的挑战，需要向新一代运维模式转型。

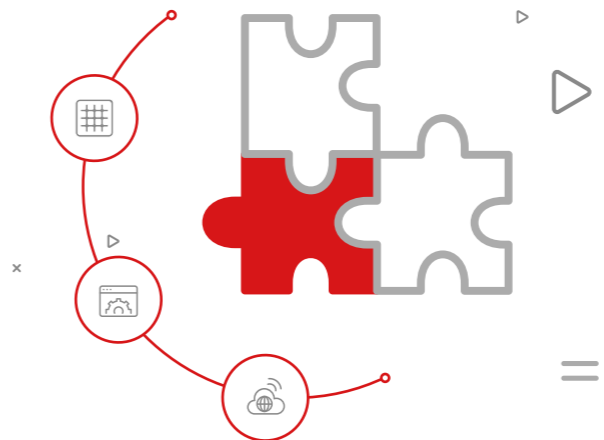
新运维模式具有两方面的驱动力：一个是用户驱动。在传统追求稳定、高效基础上，更加注重保障业务体验、运维数据价值挖掘辅助运营、解放人力。另一个是技术驱动。云计算、大数据、人工智能等新技术，通过改变运维对象影响运维管理的同时，也在向运维管理引入新的手段。

围绕提升效率、促进质量、降低成本的目标，以智能化为核心和基础支撑的新运维模式应运而生。在新模式下，运维会降低对人力的依赖，运维服务的提供方式呈现出走向云化的趋势，客户也越来越倾向通过购买专业化的运维释放自己的人员以创造更多价值。

新华三预测

新华三预测：未来5年，近69%的企业向新一代运维模式转型进行布局，并部分落地。互联网、金融、电信、电力等行业在新运维模式产品平台方面会处于领先地位。运维服务云化进一步发展，在教育、医疗、政务等行业会更快落地。

以智能化为核心的新运维模式，
促进降低人力依赖



运维服务云化，
为运维方式提供新选择

运维实施专业化，
使客户团队更聚焦业务



以智能化为核心的新运维模式，促进降低人力依赖



ICT行业的飞速发展使得整个系统涉及面越来越广，硬件层面会涉及到各种款型的服务器、存储、网络等设备，软件层面会涉及到操作系统、中间件、数据库等。在当前运维仍大量依赖人力决策的情况下，很容易出现因人的失误操作引发的问题。2021年2月25日，因人为操作错误，某国的中央银行全面瘫痪。另外，系统发生故障时，面对大量监控数据和复杂系统，运维人员为处理故障也往往陷入力不从心的困境。云计算、大数据、人工智能等新技术的出现，为运维管理引入新手段提供了动力。围绕提效降本、改进质量的目标，以智能化为核心和基础支撑的新运维模式成为运维转型的目标。

新运维模式具备六大关键能力。首先是AI能力。通过借助数据分析和知识图谱等AI技术，智能感知检测故障、进行根因分析、智能决策和依据历史数据主动预测。第二需要具备持续学习能力。正如人需要活到老学到老，机器也一样。需要有持续转化专家经验、自主学习系统历史经验、积淀知识图谱的能力。第三需要具备关联融合能力，实现上下左右关联、全域融合、分层闭环，以拉通碎片化数据和割裂的监控管理系统，从而实现全面的问题定位和闭环。第四需要具备ICT数字孪生能力，以支持对故障的模拟仿真、变更演练和智能决策验证。第五是新平台化能力。这是所有能力沉淀和执行的承载，提供能力中台，通过标准化与自动化为业务服务敏捷化和数据融合提供保障。第六是软件云化。据行业内预测，2025年大部分企业业务将完成上云，相应地，运维也要提供云化能力，云化的运维平台可以提供开放API，从而更好地发展渠道生态实现更强赋能。

在新运维模式下，其表现出的自治性和主动性将逐渐降低对人力的依赖，大大改善运维人的工作困境，实现运维自身的智能转型。尤其在设备系统规模较大凭人力难以支撑的互联网、金融、电信、电力等行业会优先落地。



运维服务云化，为运维方式提供新选择



从运维服务的角度来看，新运维模式关键能力中所具有的云化能力将助力运维服务云化加速发展。

运维服务云化主要体现为两种形式：第一种是云供应商提供的云的运维。随着企业业务上云，云供应商（公有云或私有云）同时为客户提供云的全托管运维服务。第二种是企业ICT运维的云交付。通过远程监控、云端运维管理，再加上线上线下增值服务，例如提供运维报告、辅助运营分析、最后一公里服务等，提供企业运维的远程云托管服务。

作为云运维服务的提供方，为了更好的为客户提供运维服务，搭建以智能化为核心的新运维模式平台，并建立云运维专职团队，将有利于提升运维服务的综合竞争力，释放运维压力、降低运维风险、提升效率。

运维服务云化为客户提供了新的运维方式选项，尤其对于教育、医疗、政企等行业的客户，解决了用户ICT业务应用增多但又缺乏运维人力的痛点。目前运维服务云化实际也已经有一定应用，只是还不够普遍，未来将优先在教育、医疗、政企等行业获得更多应用。

运维实施专业化， 使客户团队更聚焦业务



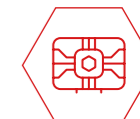
对于很多客户的运维团队来说，一般运维的日子往往是这样的：全年365天7×24小时的救火，随时备战、寝食难安，由于没有更多精力关注和支持公司核心业务，在公司的价值感很低。客户的运维团队十分需要将价值感低的基础运维工作交给专业的运维平台和团队，摆脱疲于奔命的生活，聚焦公司主营业务的服务，走向创造更高价值的幸福生活。

从客户的运维市场购买行为看，因企业内系统复杂性和异构多样性的增加，使得对企业自身运维团队的要求和消耗越来越大，从整体综合有利的角度出发，企业越来越多的开始考虑优化运维成本结构，由传统的购买软硬件产品、使用自运维团队本地运维的方式，逐渐走向购买云运维专业方服务的方式。符合运维新模式的云运维产品和服务，其表现出来的自治、主动特征会促进客户的运维管理从以人工为主的被动服务向自动化的主动运维演变。

对于客户的自运维团队来说，由于在运维的专业化服务帮助下，其基础繁杂的运维工作得以剥离，从而可以转型聚焦更贴近业务的部署规划、资源配置优化等工作，更加专注于核心业务活动，从而大大提升业务的核心竞争力。



新华三观点



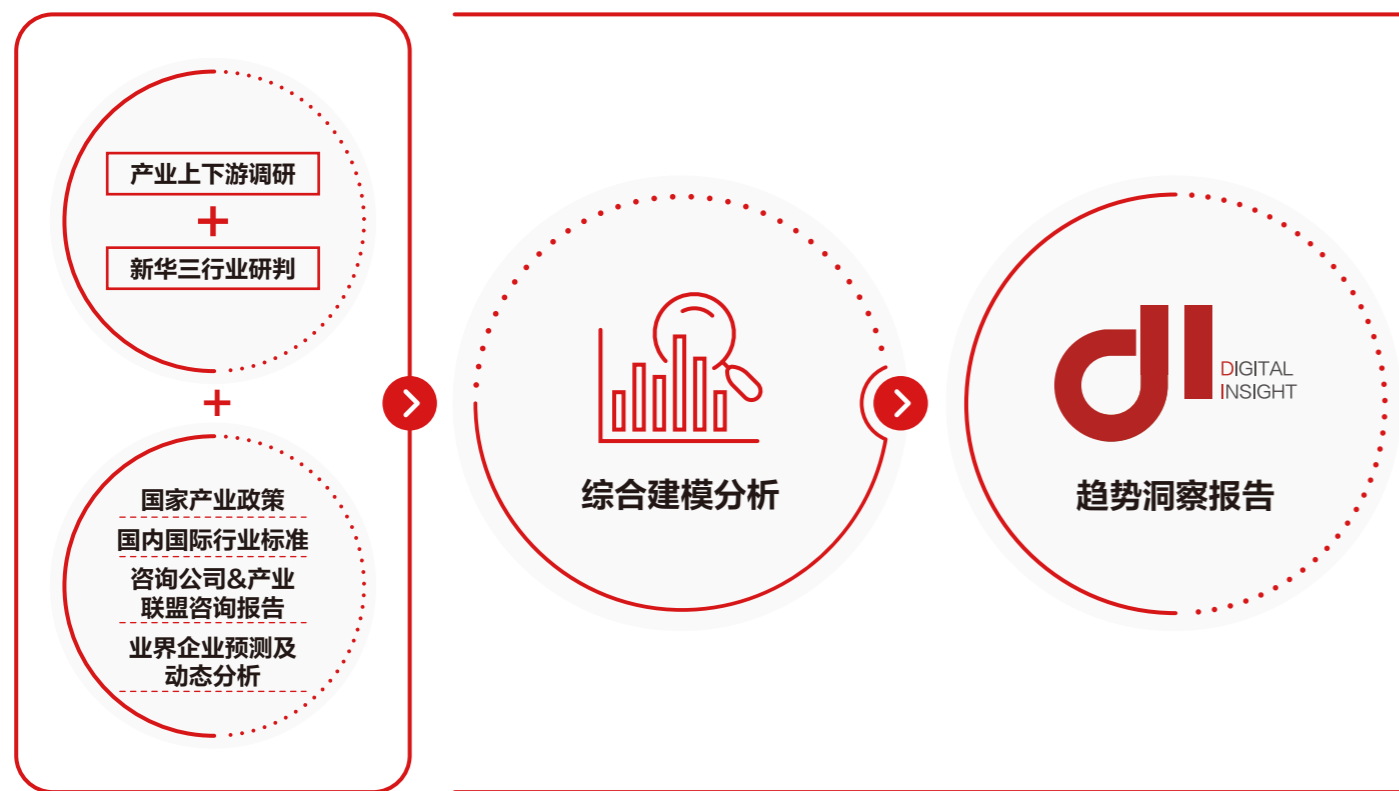
企业数字化的快速发展下，接入终端的增多，海量数据的增长，异构局部的管理工具众多，使得管理运维成本高昂责任重大，且难以继续完全基于人来满足运维服务要求。

大数据、云计算技术的演变发展，推动企业运维向以智能化为核心具有六大关键能力的新运维模式转型，助力提高用户体验、扩大智能自动操作范围、减少人工繁杂压力。另外，从运维服务提供方式看，运维服务云化为运维方式提供了新选择。从客户的运维市场购买行为看，运维专业化将客户自运维团队从基础繁杂的运维工作中解放出来，使其得以聚焦核心业务，更好地提升企业核心竞争力。



方法论

新华三基于所处行业及行业上下游企业，结合自身优势能力，对产业趋势进行研判，从网络、计算、存储、智能、安全等维度总结了十余个趋势，每个趋势选取几个关键指标，结合了行业预测及历史数据，综合考虑国内、国际发展情况，综合采用线性回归、线性拟合、逻辑回归等方法进行评判，并选取其中前十大趋势。



相关引用

- 01 信通院：《中国 5G 垂直行业应用案例2021》
- 02 云原生产业联盟《云原生发展白皮书》
- 03 云计算开源产业联盟《云原生技术实践白皮书》
- 04 IDC 2021年中国ICT市场十大预测
- 05 IDC FutureScape: 全球人工智能市场2020年预测——中国启示
- 06 院士说 | 张钹院士：迈向第三代人工智能（全文收录）
- 07 《麻省理工科技评论》2020年“全球十大突破性技术”——人工智能方向
- 08 《数字孪生》，陈根 编著
- 09 《Fjord趋势2020》，埃森哲互动数字营销旗下设计与创新服务部门
- 10 “数字孪生：连接现实与虚拟世界”，德勤《2020技术趋势报告》
- 11 数字孪生城市研究报告（2019年），中国信息通信研究院
- 12 《工业4.0与数字孪生》，德勤大学出版社，2018年
- 13 《工业互联网技术与实践》，魏毅寅，柴旭东著
- 14 2018-2025 年全球人工智能收入预测，Tractica

