

2021年 达摩院十大科技趋势

Top Ten Tech Trends of DAMO Academy

達摩院

ALIBABA DAMO ACADEMY

卷首语

科技服务社会需求。从2020年疫情爆发开始，数字科技就迅速成为人类与疫情抗争的重要力量，比如AI医疗影像辅助诊疗与提升药物研发的效率和精度，再到健康码与智慧城市都有效地帮助我们实现对疫情的精准防控。汛情期间，达摩院团队一周内就开发出防汛水体识别算法，让影像分析速度提升百倍，显著提升防汛工作的智能与精准化。数字科技正在成为人类与病毒灾害抗争新的卫士。

科技服务产业发展。疫情后全产业的数智化显著加速，从工业全局智能、OCR无障碍购物、无人驾驶物流机器人都进入到了产业中的各个环节和生活场景中的各个场景中。科技与人类正在形成一种新型协作关系，通过人机协同方式把人类从原有的重复、繁琐、危险的工作解脱出来，更多的投入到开创性、有思想、有创意的工作中。

科技探索未来。纵观人类历史，科技创新都是我们探索未知与寻求前进动力的重要源泉。量子计算和新材料等方面的突破将从基础科学层面带来“原子动能”；数据计算的进化与云原生等技术将重塑IT体系，形成“比特跃迁”，并最终与各个产业集合带来“场景变革”。本次达摩院十大趋势针对这三大方面解读，希望能让大家从更加全面、更加前沿的视角关注科技创新带来的改变。

仰望星空，我们充满激情的去探索未知。着眼脚下，我们携手让科技服务于产业社会的实际需求，实现科技普惠。

张建锋
阿里巴巴达摩院院长 | 阿里云智能总裁

序 I

2020年一场突如其来的新冠疫情，开启了世界百年未有之大变局的序幕。未来五十年的变化都被这场疫情提前并压缩到了未来十年里，科学技术将加速应用到社会经济领域。科技发展来到了一个新周期的起点，以人工智能、大数据为代表的新一轮科技将改变我们所处的世界。

身处科技最前沿的达摩院，梳理并提出了今年科技领域最重要的十个趋势，其中，既包含物理世界基础研究突破带来的“原子动能”，又囊括我们日益离不开的数字世界中发生的“比特跃迁”，还涉及科技进步对我们生产生活模式的改变即“场景变革”。通过这些趋势，我们了解了科技正在取得的进展，更看到了这些科技将给世界带来的变化，例如外形和功能跟真实皮肤一样的“电子皮肤”、能让人生活在数字世界中的“脑机接口”、“自我进化”的数据处理等。我们满怀对未来的憧憬，期待这些趋势成为现实那一天的早日到来。

中国工程院院士 郑南宁

序 II

著名科幻作家、科学家阿瑟·克拉克（Arthur Clarke）曾在1962年《未来的轮廓》（Profiles of the Future）一书中提出，“任何足够先进的技术，都与魔术无异”。他还认为，到21世纪20年代，人工智能的水平将可以达到人类的水平；对人类感知的神经学研究也会大有建树，人类可以不再依靠耳朵、眼睛和皮肤来获取信息。

在20年代的开篇之年，我们回看克拉克几十年前的预言正在惊人地快速实现：人工智能在一些特定场景下的水平甚至已远超人类；而脑机接口和传感器等技术的发展，也为人类的感知甚至进化打开了一扇全新的大门。必须承认，科技的进步让人心潮澎湃，无论在之前看起来是多么夸张的预言，都正在逐渐成为现实。

达摩院的十大科技趋势让我们更清楚地了解前沿科技的最新进展：基础科学研究成果累累——新材料、新计算范式为技术发展提供更加坚实的基础和更加丰富的路径；数字技术如云计算、大数据、AI等不断突破，并更加广泛且深入地融合到生产生活中，如提升医药的研发效率、帮助病患提高生活质量等；各行各业都在技术的加持下更加智能，从农业到制造业再到城市治理，智慧化场景层出不穷，可以说，我们正在迎来一个全面智能的时代。

清华大学中国经济思想与实践研究院院长 李稻葵

目录

01 ● 【卷首语】

02 ● 【序】

章节一 原子动能

05 ● 趋势一：以氮化镓、碳化硅为代表的第三代半导体迎来应用大爆发

08 ● 趋势二：后“量子霸权”时代，量子纠错和实用优势成核心命题

11 ● 趋势三：碳基技术突破加速柔性电子发展

章节二 比特跃迁

14 ● 趋势四：AI提升药物及疫苗研发效率

17 ● 趋势五：脑机接口帮助人类超越生物学极限

20 ● 趋势六：数据处理实现“自治与自我进化”

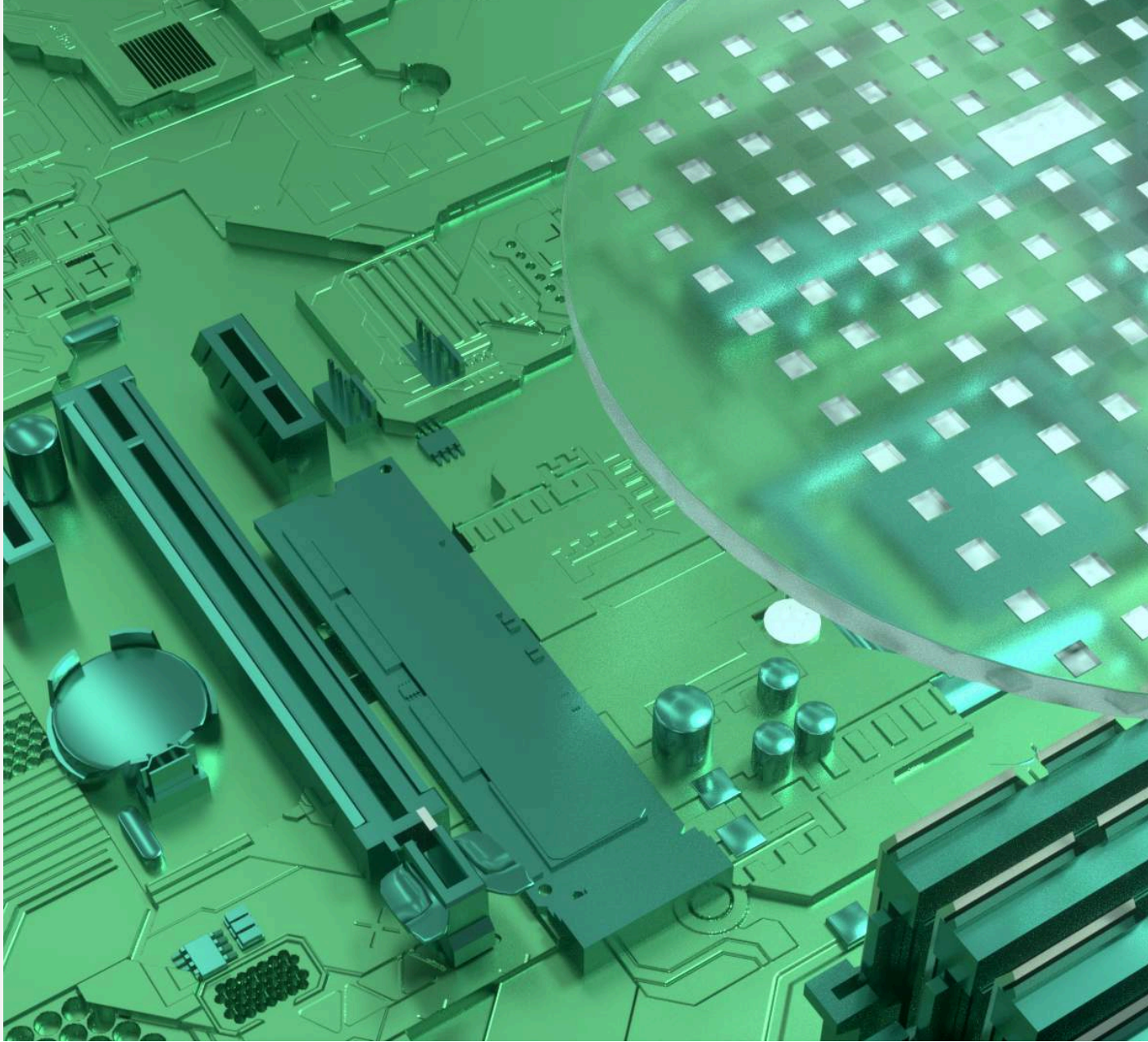
23 ● 趋势七：云原生重塑IT技术体系

章节三 场景变革

26 ● 趋势八：农业迈入数据智能时代

29 ● 趋势九：工业互联网从单点智能走向全局智能

32 ● 趋势十：智慧运营中心成为未来城市标配



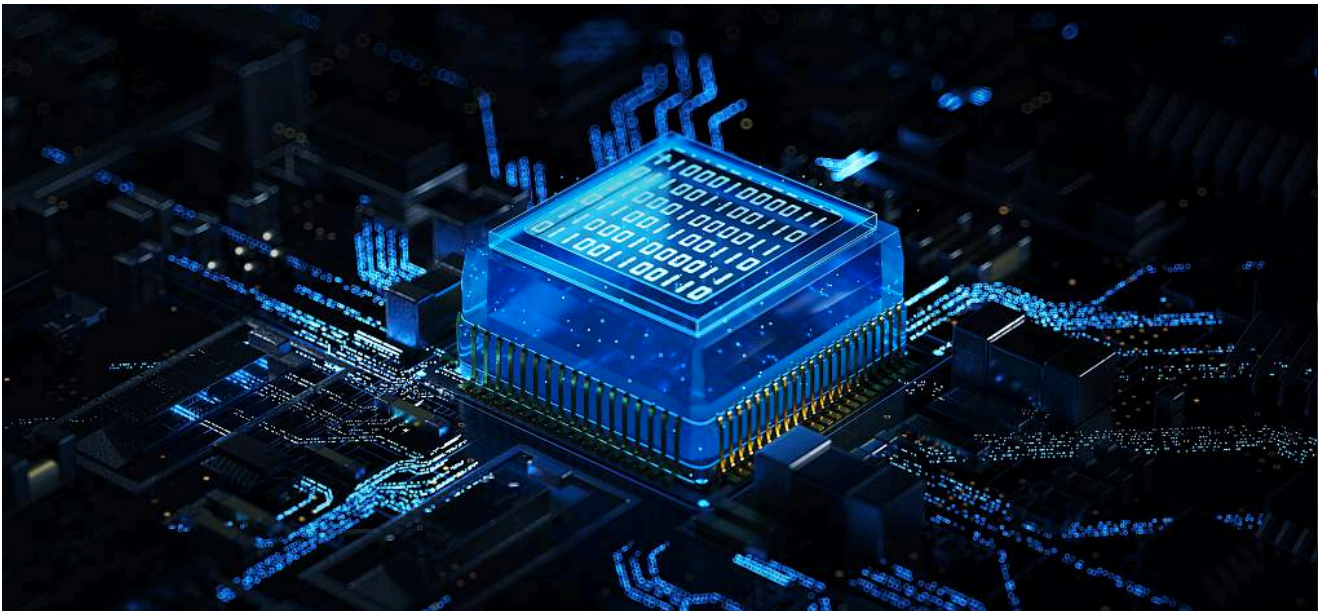
趋势一：以氮化镓、碳化硅为代表的第三代半导体迎来应用大爆发

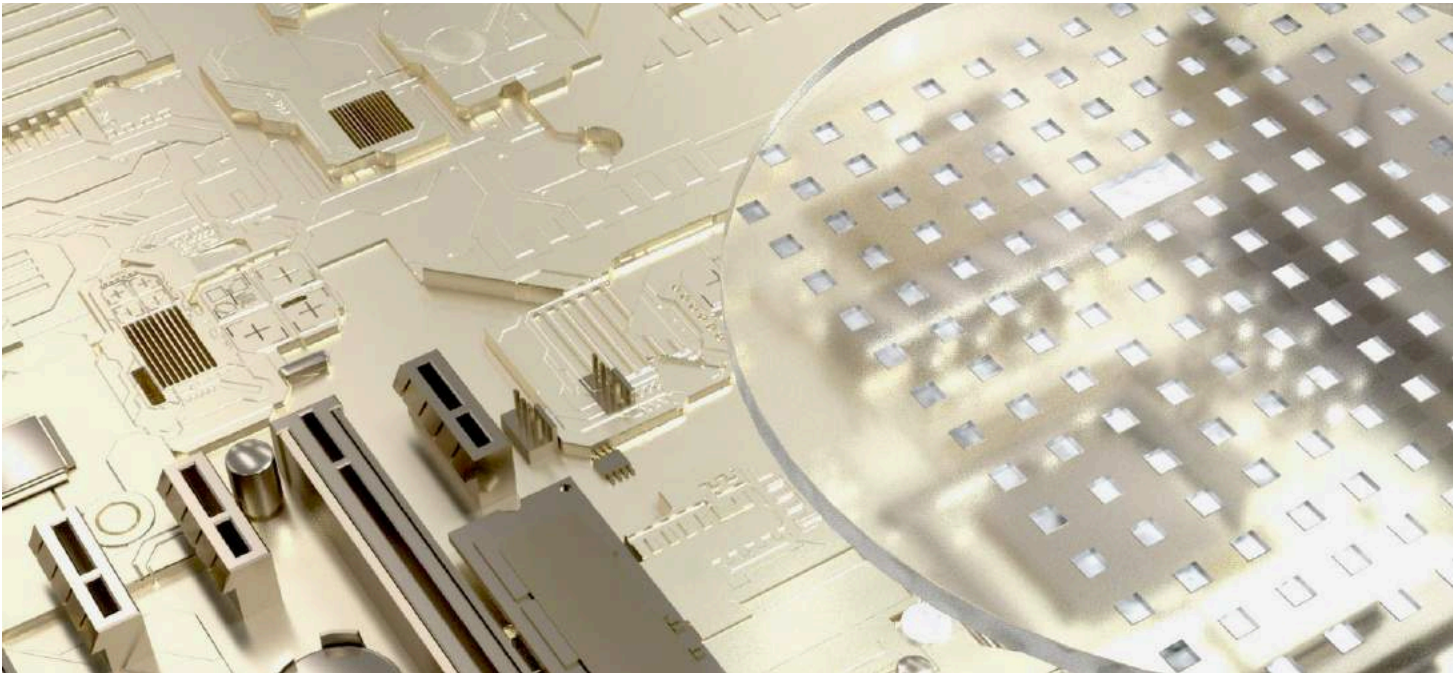
概要

以氮化镓（GaN）和碳化硅（SiC）为代表的第三代半导体，具备耐高温、耐高压、高频率、大功率、抗辐射等优异特性，但受工艺、成本等因素限制，多年来仅限于小范围应用。近年来，随着材料生长、器件制备等技术的不断突破，第三代半导体的性价比优势逐渐显现并正在打开应用市场：SiC元件已用于汽车逆变器，GaN快速充电器也大量上市。未来5年，基于第三代半导体材料的电子器件将广泛应用于5G基站、新能源汽车、特高压、数据中心等场景。

趋势解读

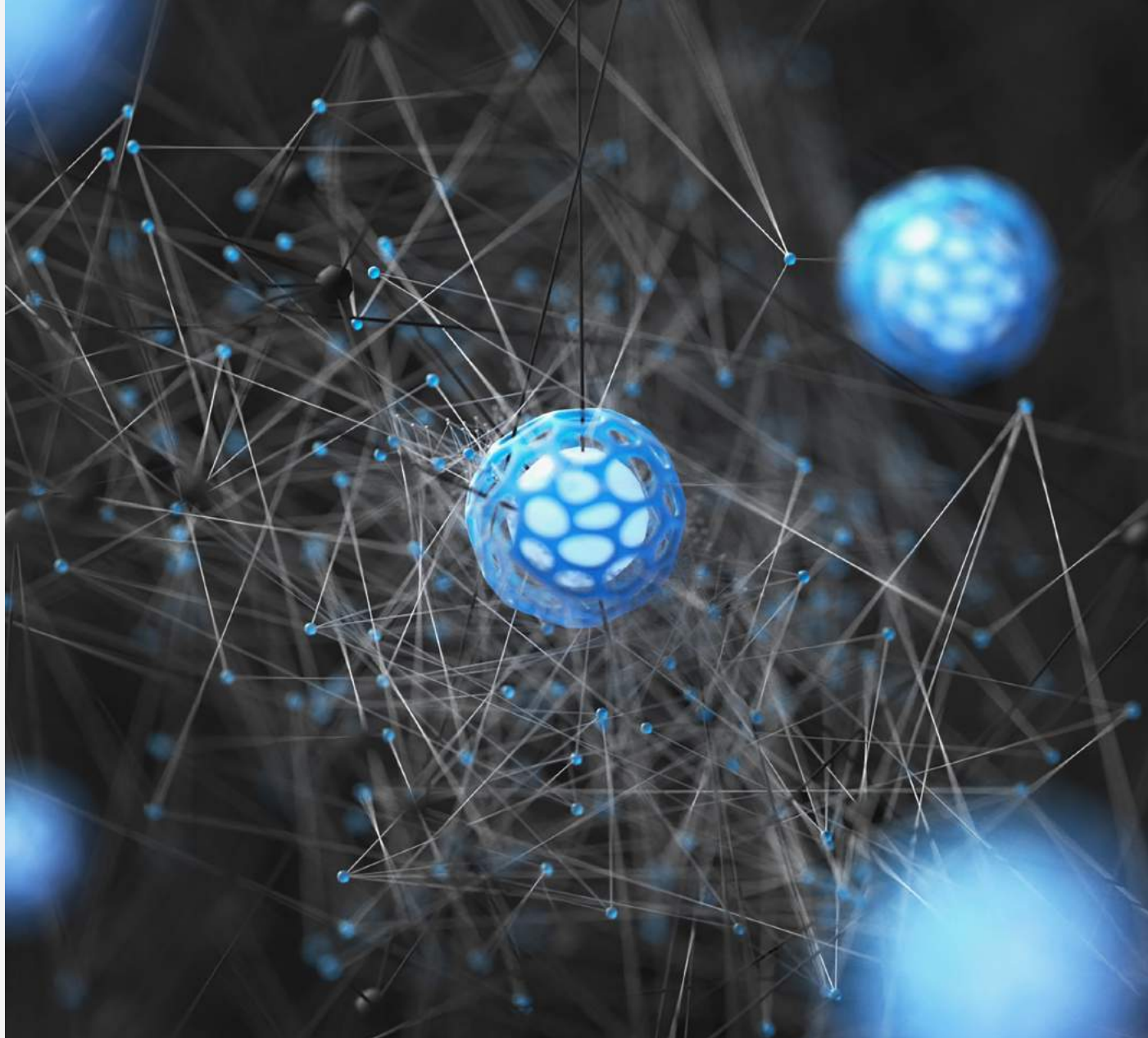
半导体产业发展到今天，主要建立在三代材料的基础上：兴起于20世纪50年代的基于硅（Si）、锗（Ge）的第一代半导体；兴起于20世纪80年代的以砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）为代表的第二代半导体；以及兴起于20世纪末的以氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）为代表的第三代半导体。目前，第一代半导体材料Si应用最为广泛，它构成了一切逻辑器件的基础，CPU、GPU所提供的算力都离不开Si的功劳。第二代半导体主要用于高频高速场景，例如手机中的射频电路。第三代半导体相比于前两代半导体具有更宽的禁带宽度，因此也称作宽禁带半导体。更宽的禁带宽度允许材料在更高的温度、更强的电压、更快的开关频率下运行，因此第三代半导体具备耐高温、耐高压、高频率、大功率、抗辐射等优异特性，可以用作功率器件和射频器件，广泛应用于5G基站、新能源汽车、特高压、消费电子、航空航天、数据中心等领域。此外，较宽的禁带宽度使第三代半导体可用作制备短波长光电器件，例如可用于医疗消毒的紫外光源。





由于制造设备、制备工艺特别是材料成本上的劣势，多年来第三代半导体材料只是在小范围内应用。直至近几年这一局面才得以打破：一方面，在5G、新能源汽车等新兴市场中，Si基半导体的性能已无法完全满足需求，第三代半导体的性能优势被放大；另一方面，制备技术特别是大尺寸材料生长技术不断突破，SiC和GaN两种材料均从4英寸换代到6英寸并已研发出8英寸样品，加之器件制备技术逐步提升，使得第三代半导体器件性能日益稳定且成本不断下降，性价比优势逐渐显现。

目前，第三代半导体已经出现在应用市场：一些新能源汽车在逆变器中应用SiC功率器件提升电能转换效率，进而提升续航里程；不在少数的电子消费厂商推出了GaN快速充电器，价格不贵，体积很小，一个快充头可以支撑手机、电脑等多设备快速充电。未来5年，除现有的电动汽车和消费电子外，预计工业充电、5G高频器件以及可再生能源和储能领域的电源应用都将从第三代半导体的发展中受益，尤其是在高频高压应用中将竞争性取代原有的Si器件。



趋势二：后“量子霸权”时代， 量子纠错和实用优势成核心命题

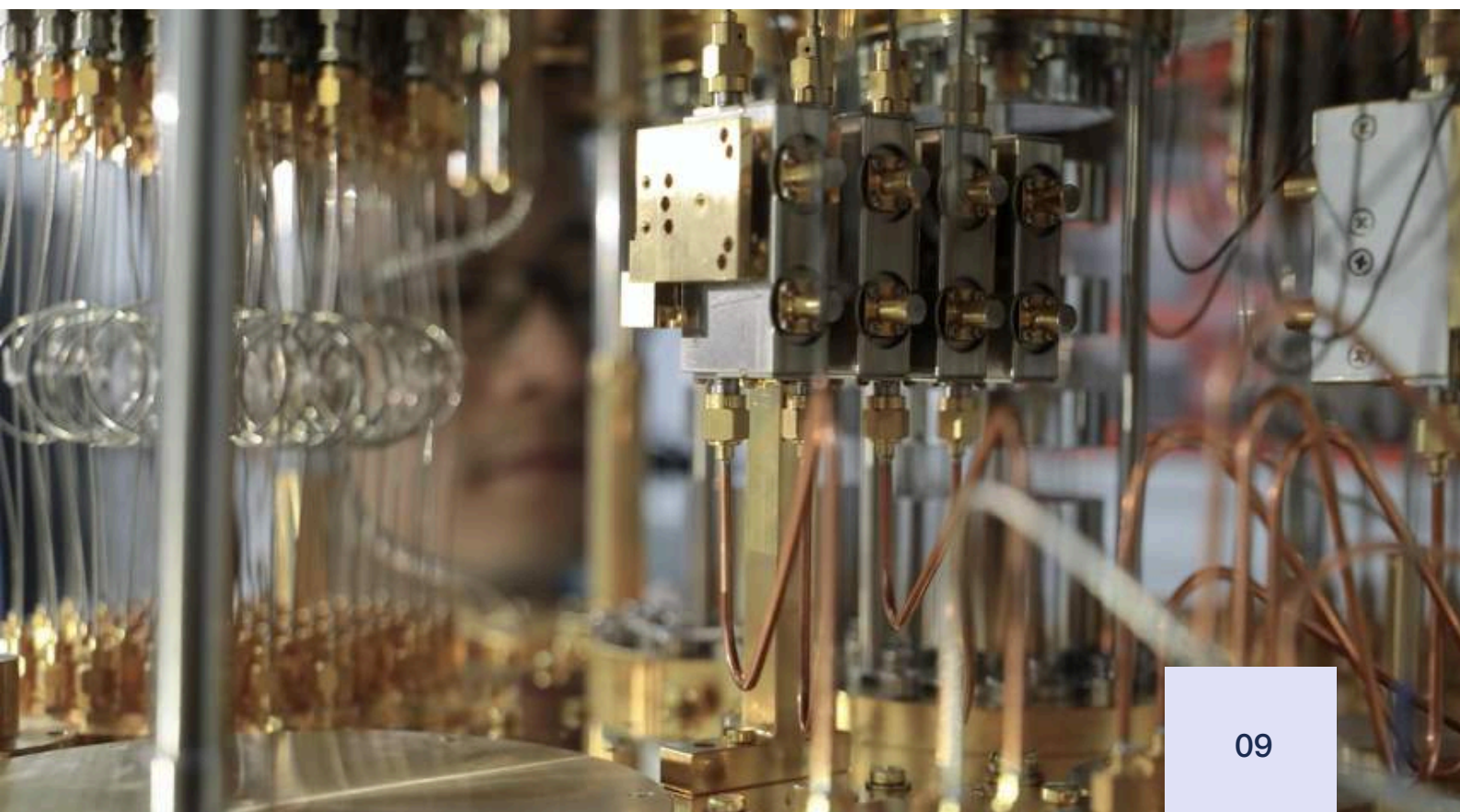
概要

2020年为后“量子霸权”元年，世界对量子计算的投入持续上涨，技术和生态蓬勃发展，多个平台异彩缤纷。这一潮流将在2021年继续推高社会的关注和期待，量子计算的研究需要证明自身的实用价值；业界需要聚焦“后霸权”时代的使命：协同创新，解决众多的科学和工程难题，为早日到达量子纠错和实用优势两座里程碑铺路奠基。

趋势解读

2020年为后“量子霸权”元年，世界对量子计算的投入持续上涨，技术和生态蓬勃发展。超导领军团队宣布了通往1百万比特的规划；其他平台也异彩纷呈。离子阱则通过系统集成和容错部件上有力演示，证明了和超导同台技艺的潜力。声子-超导混合比特也跻身业界采用的平台。如上潮流将在2021年继续涌动，多管齐下，奔向“后霸权”的两个里程碑：量子纠错和实用优势。

演示纠错的系统必须同时达到“多比特”、“高精度”和“高连接度”：至少几千个高质量、强关联的比特。量子比特数一直为大众关注重点；但只以比特数来衡量量子计算芯片的质量，好比“论画以形似”一样天真。“高精度”要求两比特的基本操作接近完美，“高连接度”要求比特以网格或更复杂的结构相互作用。

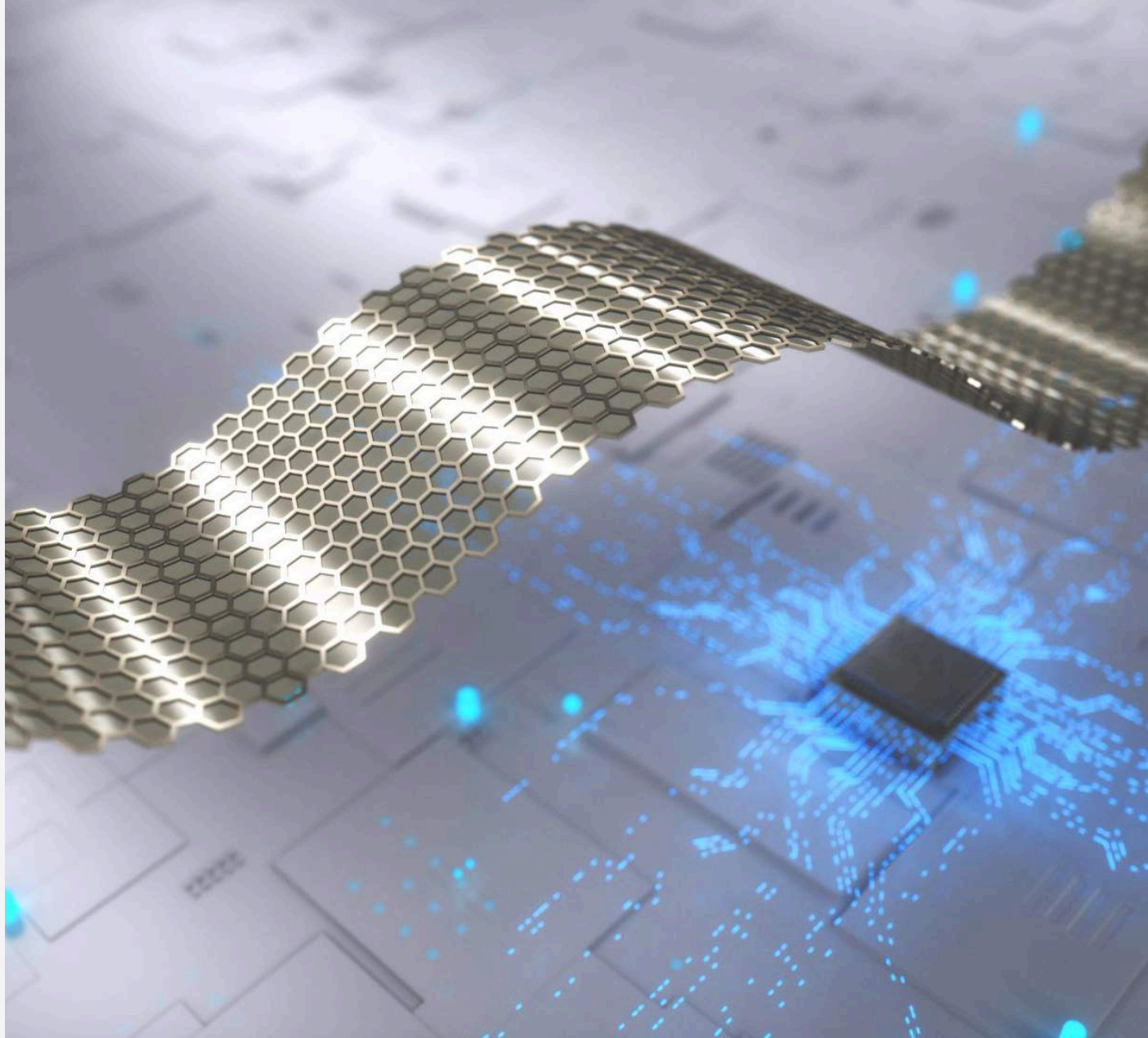




除了增量式进步外，2021年有望见证在这些维度上突破性的创新。比如基于新型设计的超高精度超导比特和扬弃目前线性结构的可扩展的二维离子阱。超导的另一场扬弃也可能在2021年播下种子：低温电子学的成熟将使得庞大和昂贵的室温电子学开始走向末路。

实用优势的探索将继续以模拟物理为主流，借助模拟对错误的宽容。冷原子和量子烟火系统等模拟量子计算平台有望连同数字平台一起，继续产生鼓舞人心的进步。

2021量子计算开源项目将以广泛和深入的贡献，大大降低学习和研究的成本，加速创新，并消减非科学因素撕裂量子社区的风险。量子计算还属于科学和工程并重的研究阶段，各个地区的科学家需要继续开放性研究，相濡以沫，携手合作。这是我们的信念，也是我们对2021年量子世界协同和平的祈愿。



趋势三：碳基技术突破 加速柔性电子发展

概要

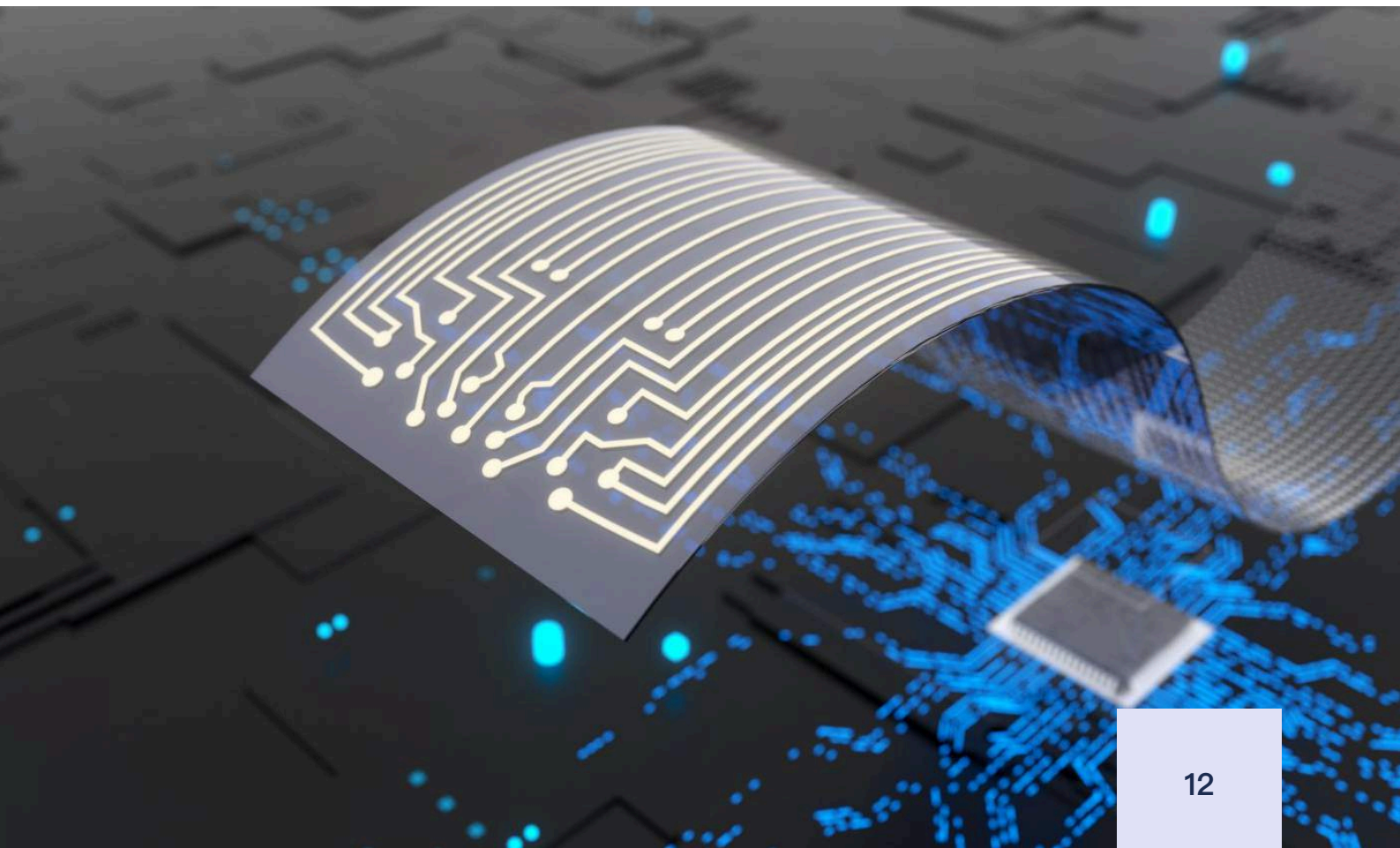
柔性电子是指经扭曲、折叠、拉伸等形状变化后仍保持原有性能的电子设备，可用作可穿戴设备、电子皮肤、柔性显示屏等。柔性电子发展的主要瓶颈在于材料——目前的柔性材料，或者“柔性”不足容易失效，或者电性能远不如“硬质”硅基电子。近年来，碳基材料的技术突破为柔性电子提供了更好的材料选择：碳纳米管这一碳基柔性材料的质量已可满足大规模集成电路的制备要求，且在此材料上制备的电路性能超过同尺寸下的硅基电路；而另一碳基柔性材料石墨烯的大面积制备也已实现。

趋势解读

尽管折叠屏手机已经不是多么新鲜的事物，但我们世界的电子设备目前仍以“硬材质”为主导，柔性电子技术才刚刚起步。

柔性电子通过将电子器件制作在柔性基底上，使电子器件在经受弯曲、折叠、扭曲、压缩、拉伸、甚至变成任意形状后，仍可保持原有性能。柔性电子是一场全新的电子技术革命，将在发光显示、能源装置、电子标签、电子皮肤等方面改变人类的生活方式。

柔性电子发展的主要制约因素是材料。目前多数的柔性电子应用场景，是对硅进行柔性化处理——硅在变得非常薄且尺寸非常小之后，会具备一定的柔性。但随着硅基半导体器件尺寸逼近物理极限，这一方法已日趋贴近天花板。其他的柔性材料还包括有机材料，以及将有机材料和无机材料相结合。然而，利用这些材料制备的柔性电子，距离硅基器件存在显著的性能差距。



碳基材料为柔性电子提供了更好的选择。碳基材料包括零维的富勒烯、一维的碳纳米管、二维的石墨烯、三维的石墨及金刚石等，这其中，碳纳米管和石墨烯凭借优异的电性能、透光性特别是延展性，被公认为是柔性电子的“天选”材料。但一直以来，主要受限于材料制备技术，难以获得大面积、高质量的碳基材料成为限制其应用的最大障碍。

近年来，碳基材料制备取得了突破性进展。2020年，研究人员在8英寸基底上成功制备了高密度高纯半导体阵列碳纳米管材料^[1]，材料纯度可达99.9999%，突破了碳纳米管集成电路关键的材料瓶颈，并同步开发了全自动的提纯和组装设备，具备了量产的技术积累。基于此种材料，研究人员还批量制备了场效应晶体管 and 环形振荡器电路，性能超越类似尺寸的硅基器件和电路。与此同时，石墨烯的大面积制备已经实现，特别是利用化学气相沉积法制备的石墨烯材料，已经证明具备优异的电学性能。这些都意味着碳基集成电路已经初步具备工业化基础，“碳时代”即将到来。

随着材料技术的突破和发展，碳基柔性电子有望在医疗健康等领域率先实现规模应用。例如，“电子皮肤”可将外界作用于其上的力或热转换为电信号进行处理，让残疾人的义肢兼具美观和功能性；可植入的柔性电子设备为复杂疾病的治疗，如帕金森、癫痫、抑郁症等提供了新的治疗手段。



【1】北京大学《用于高性能电子学的高密度半导体碳纳米管平行阵列》



趋势四：

AI提升药物及疫苗研发效率

概要

AI已广泛应用于医疗影像、病历管理等辅助诊断场景，但AI在疫苗研发及药物临床研究的应用依旧处于探索阶段。随着新型AI算法的迭代及算力的突破，AI将有效解决疫苗、药物研发周期长、成本高等难题，例如提升化合物筛选、建立疾病模型、发现新靶点、先导化合物发现及先导药物优化等环节的效率。AI与疫苗、药物临床研究的结合可以减少重复劳动与时间消耗，提升研发效率，极大的推动医疗服务和药物的普惠化。

趋势解读

由于新冠疫情的全球蔓延和深远影响，医疗行业从未像今天这样高度重视疫苗和药物的研发效率。以AI为代表的新技术被广泛关注，AI在医疗CT读片、影像分析、使用自然语言处理（NLP）录入病例等易于建立标准的领域，有着绝佳的工作效率与准确率，已经逐步应用在医疗诊断辅助领域。未来AI将从医疗影像、语言类等辅助诊断应用走向疫苗设计及药物临床研究，在疫苗化合物筛选、建立疾病模型、发现新靶点、先导化合物发现、先导药物优化及老药新用等环节上广泛参与。今年12月1日美国科学家首次用AI精准预测了蛋白质折叠形状，这将帮助研究人员进一步发现疾病的发病原理并开发新药。

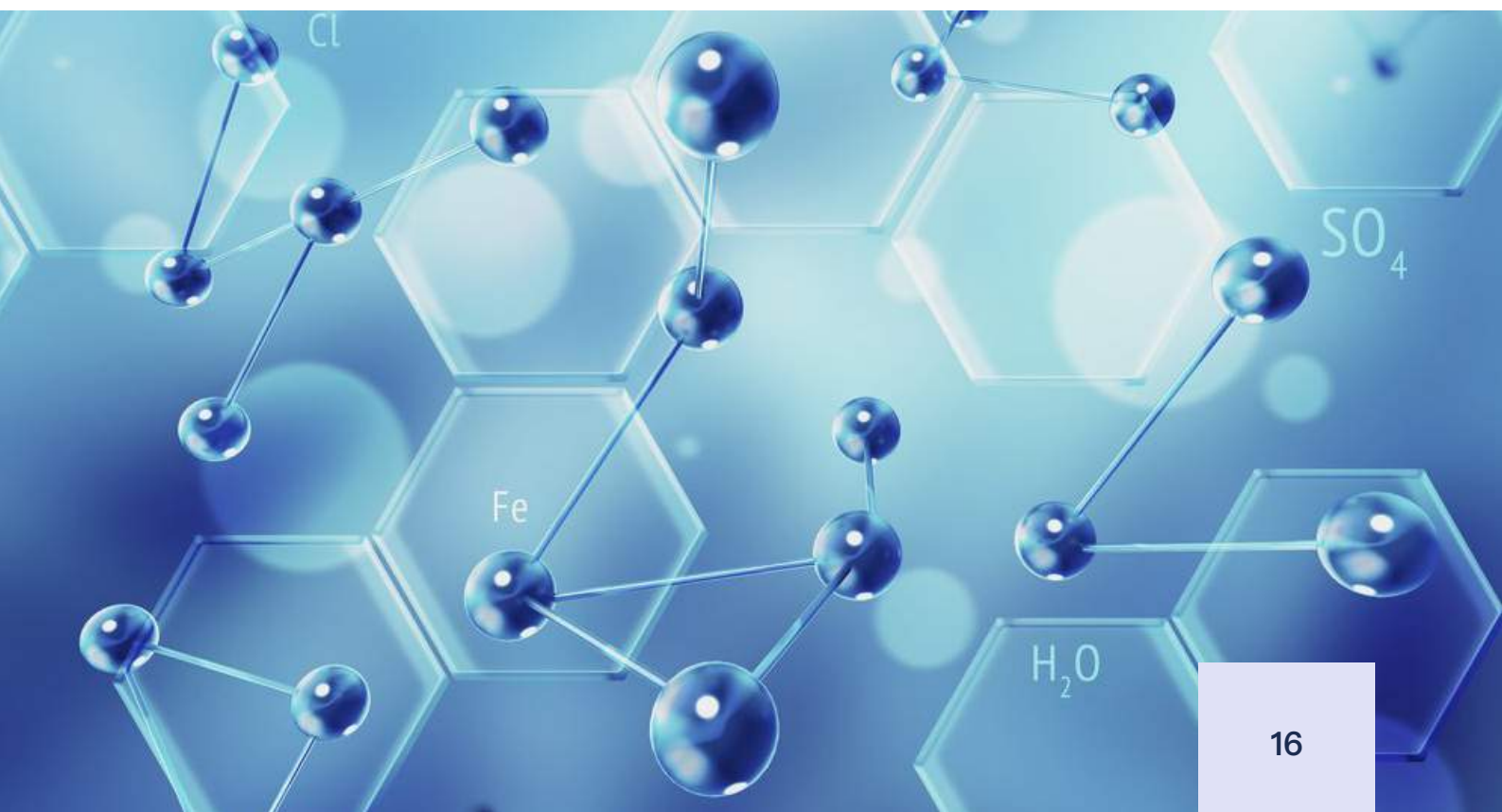


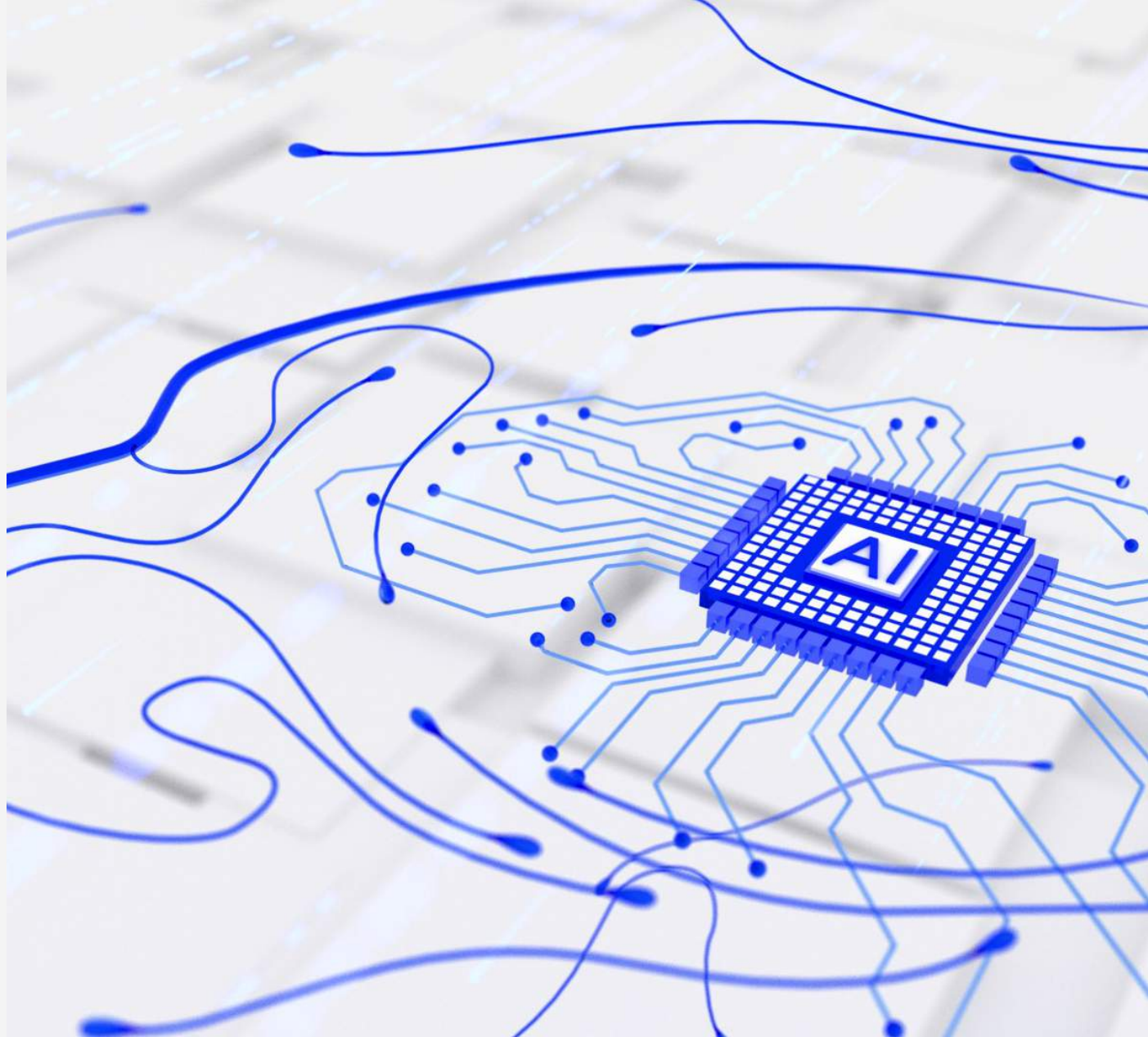
《Nature》数据显示：一款新药的平均研发成本大约是26亿美元，耗时约10年，成功率不到10%。而一款新药从研发到最后上市，需要经过药物发现、临床前研究、临床研究以及审批与上市4个阶段。其中，药物发现是非常重要的环节，它决定了一次研发的具体目标。这个环节又分为疾病选择、靶点发现和化合物合成几个步骤。其中仅化合物合成一步，一种药品就需要对5000~10000种化合物进行筛选，最后仅有5种左右进入最后的研究阶段。由于工程量巨大，所以药品研发的临床前研究阶段一般需要耗时3至6年。

AI与药物筛选结合是未来明确的方向，通过筛选流程和实验过程模型化，利用虚拟药物筛选、模拟计算筛选出药物的高概率结构，可以大幅减少化合物筛选的时间消耗。而且AI的帮助不仅是新药研发，通过匹配、发掘疾病与现有药物之间的数据关联性，老药新用也能快速在其他适应症上给予有效性证明。

在疫苗设计和研发领域，AI也将成为有力帮手。例如在研发的疫苗中添加化合物可以提升其功效，更好地刺激人体免疫系统形成更多抗体。这个过程可以利用AI自动输入一系列已知的可激活人体免疫系统的有效化合物模型，与电脑合成程序产生的数亿种不同的化学化合物对比筛选，最终快速找到可能成为人类免疫药物的优质候选化合物。

人类未来将越来越多的借助AI等科技手段来提升疫苗设计、药物研发的效率和精度，所有依赖于计算、依赖数据经验和可模型化的环节，都值得通过AI智能化的方式去尝试解决。同时，疫苗、药物研究的规模推广离不开人工智能和云端算力调用，两者的结合将带来巨大的经济价值和社会效益。





趋势五：脑机接口 帮助人类超越生物学极限

概要

脑机接口是新一代人机交互和人机混合智能的关键核心技术。脑机接口对神经工程的发展起到了重要支撑与推动作用，帮助人类从更高维度空间进一步解析人类大脑的工作原理。脑机接口这一新技术领域探索性的将大脑与外部设备进行通信，并借由脑力意念控制机器。例如在控制机械臂等方面帮助提升应用精度，将为神智清醒，思维健全，但口不能言、手不能动的患者提供精准康复服务。



趋势解读

脑机接口技术并不是一个新概念，这项技术经过几十年的研究发展（接口分植入式和非植入式），已经逐渐从学术界渗透到创业圈。虽然离实用化还有很长的路要走，但毫无疑问，人类朝着大脑与机器融合的伟大目标，向前踏出了一大步。

植入式脑机接口相比非植入式头皮贴片方式精准度更高，可以编码更复杂的命令，但非植入式更安全，接受程度也更好。目前各个脑区里研究比较充分的有运动皮层、感觉皮层和视觉皮层；其中运动皮层脑机结合已经可以做到用意念控制机械手完成简单的三维运动、手腕方向和手指握力，例如机械手移动和抓握，但太精细的动作做不到，这也是未来需要攻克的方向。

脑机接口技术是一个交叉学科，它的背后包括材料学、电子工程学、生物医学、神经信息学、计算机科学和认知科学等等，各项单一学科的进展都值得期待，比如更精确的电极、更友好的生物材料、更明晰的神经科学认知、更强大的AI机器学习算法等等。人类已经进化了数百万年，机器只存在了大约200年，但后者的算法、算力让前者难以望其项背。两者的结合可以帮助人类超越生物学极限；借助脑机接口，结合AI可以对神经工程的发展起到重要支撑与推动作用，帮助解决神经工程研究中遇到的类似精准控制等诸多难题，从更高维度空间解析人类大脑的工作原理。

例如通过接口直接从大脑中合成语音，帮助失去说话能力的人通过技术手段来进行交流。此外在康复方面，通过对神经系统活动的识别，读取人的“意念”，通过机械臂精确完成大脑内发出的相应指令。脑机接口技术将在改善脑瘫患者、渐冻人、帕金森症等残疾人弱势群体的生活质量中做出了巨大贡献，为神智清醒，思维健全，却口不能言、手不能动的患者提供精准康复服务。在脑机结合方面，虽然离大众所想象的实际应用还有遥远的距离，但我们今天所想象的一切，未来都将变为现实。

科技的发展不断突破人类的伦理底线和价值尺度，脑机接口同样避免不了伦理问题。人类和机器建立智能交互已是大势所趋，如何保障这样的科技进程安全地向着利于人类自身的方向发展，成为人类最大的挑战。

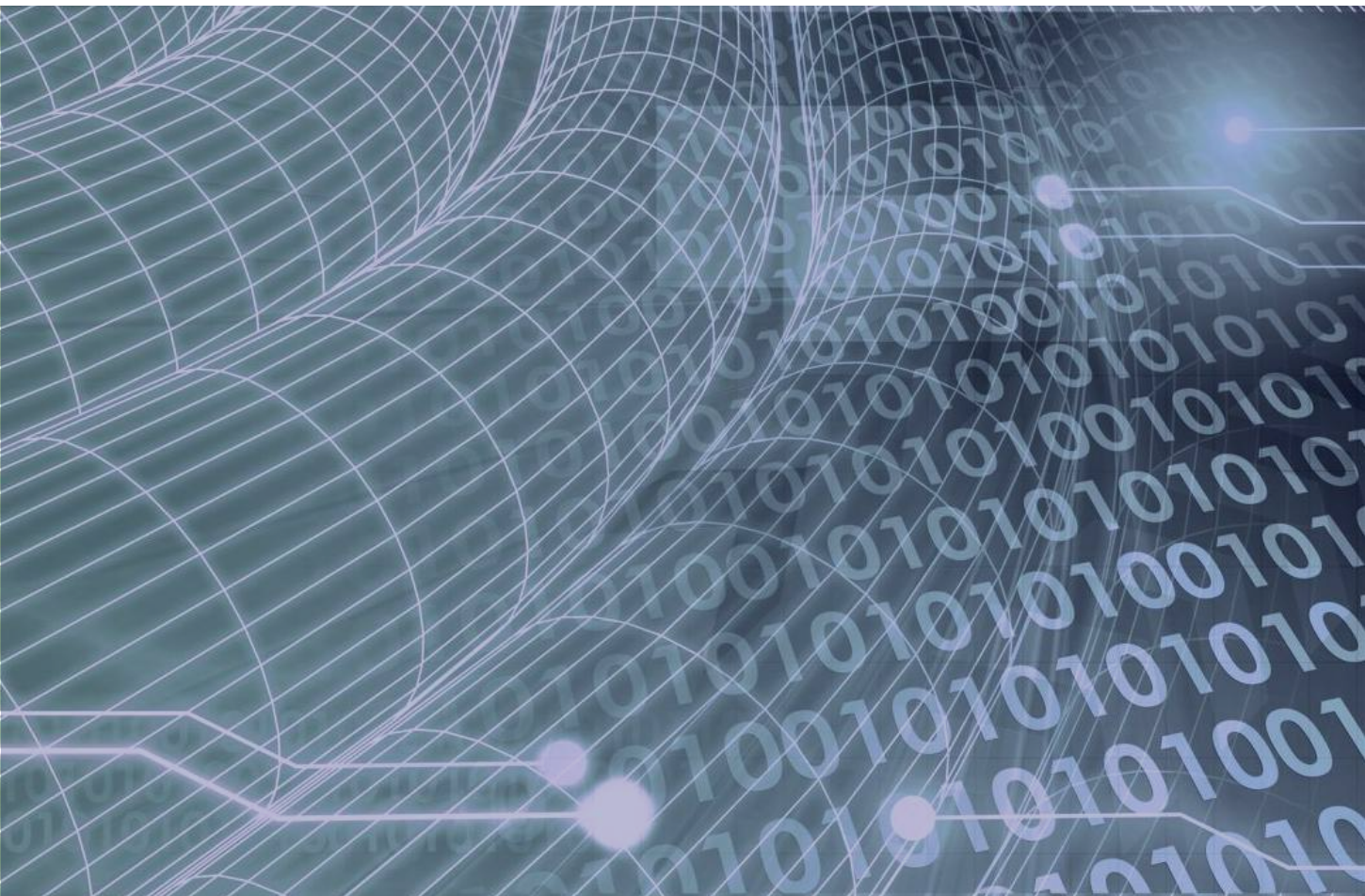




趋势六：数据处理 实现“自治与自我进化”

概要

随着云计算的发展、数据规模持续指数级增长，传统数据处理面临存储成本高、集群管理复杂、计算任务多样性等巨大挑战；面对海量暴增的数据规模以及复杂多元的处理场景，人工管理和系统调优捉襟见肘。因此，通过智能化方法实现数据管理系统的自动优化成为未来数据处理发展的必然选择。人工智能和机器学习手段逐渐被广泛应用于智能化的冷热数据分层、异常检测、智能建模、资源调动、参数调优、压测生成、索引推荐等领域，有效降低数据计算、处理、存储、运维的管理成本，实现数据管理系统的“自治与自我进化”。



趋势解读

数据管理系统一直以来是企业IT架构的重要组成部分，随着物联网、云计算技术的深入发展和开源生态的不断完善，传统数据管理的局限性日益凸显，存储容量有限导致公司无法长时间存储和管理海量数据集，元数据来源广泛、种类繁多，具有多源、异构的特点，这使其在管理上面临数据汇聚、集成、存储和检索成本高的问题；另一方面计算资源匮乏，缺乏统一管理接口和大数据处理环境所需的可伸缩、可拓展的灵活性和高效性。数据管理系统需要承担更加复杂的多租户、多任务下的执行工作，人工手动管理和运维再也无法有效应对海量多源异构的数据规模和丰富复杂的数据处理场景带来的问题和挑战。

传统模式下，系统超载、资源消耗过剩不仅要影响到其他正常运行的系统作业，而且需要大量的人力资源进行系统排查和纠正，难以确保系统有效率的运行状态。因此通过智能化方式实现数据管理系统的升级优化将成为未来数据计算与处理的必然趋势。将系统技术与人工智能技术相结合，利用机器学习算法在数据仓库与数据库系统管理、资源调度、引擎优化、压测生成等各个方面进行数据系统的自我管理，人工智能将充分嵌入到数据处理的整个生命周期，帮助提高数据查询的效率，提升整体资源调度的优化性。例如通过智能化手段对冷热数据分层分离，让计算和存储资源得到充分利用，有效降低数据管理成本。通过分析系统运行状态和日志数据信息，利用人工智能建模，来实现动态系统参数调整和系统优化，显著降低系统数据管理者的运维成本。机器学习技术也将帮助系统建立更加准确高效的在线预警与实时监测系统，来实现智能化的运维管控和资源调配，帮助系统管理人员将更多的时间和精力集中在更重要的系统任务上。

同时，系统技术也将更多地辅助人工智能的深度发展，在大规模多样化数据集上进行高效的数据挖掘和机器学习优化分析的模型选择、元参数搜索、自动化的元数据学习、非结构化数据与结构化数据融合处理等工作，从而帮助系统变得更加智能、安全和可靠。



趋势七：云原生重塑IT技术体系

概要

在传统IT开发环境里，产品开发上线周期长、研发效能不高，云原生架构充分利用了云计算的分布式、可扩展和灵活的特性，更高效地应用和管理异构硬件和环境下的各类云计算资源，通过方法论工具集、最佳实践和产品技术，开发人员可专注于应用开发过程本身。未来，芯片、开发平台、应用软件乃至计算机等将诞生于云上，可将网络、服务器、操作系统等基础架构层高度抽象化，降低计算成本、提升迭代效率，大幅降低云计算使用门槛、拓展技术应用边界。

趋势解读

在传统开发环境里，漫长的产品开发、测试和上线周期，不稳定的产品研发效能是企业IT领导者和开发人士面临的核心问题和挑战，同时在应用程序的部署过程中，软、硬件环境等基础设施的技术复杂性很大程度上束缚开发人员对于业务实现的生产力，受制于数据库、数据中心、操作系统等传统架构的局限性，制定的业务解决方案需要不断妥协与折中，效能也可能大打折扣。

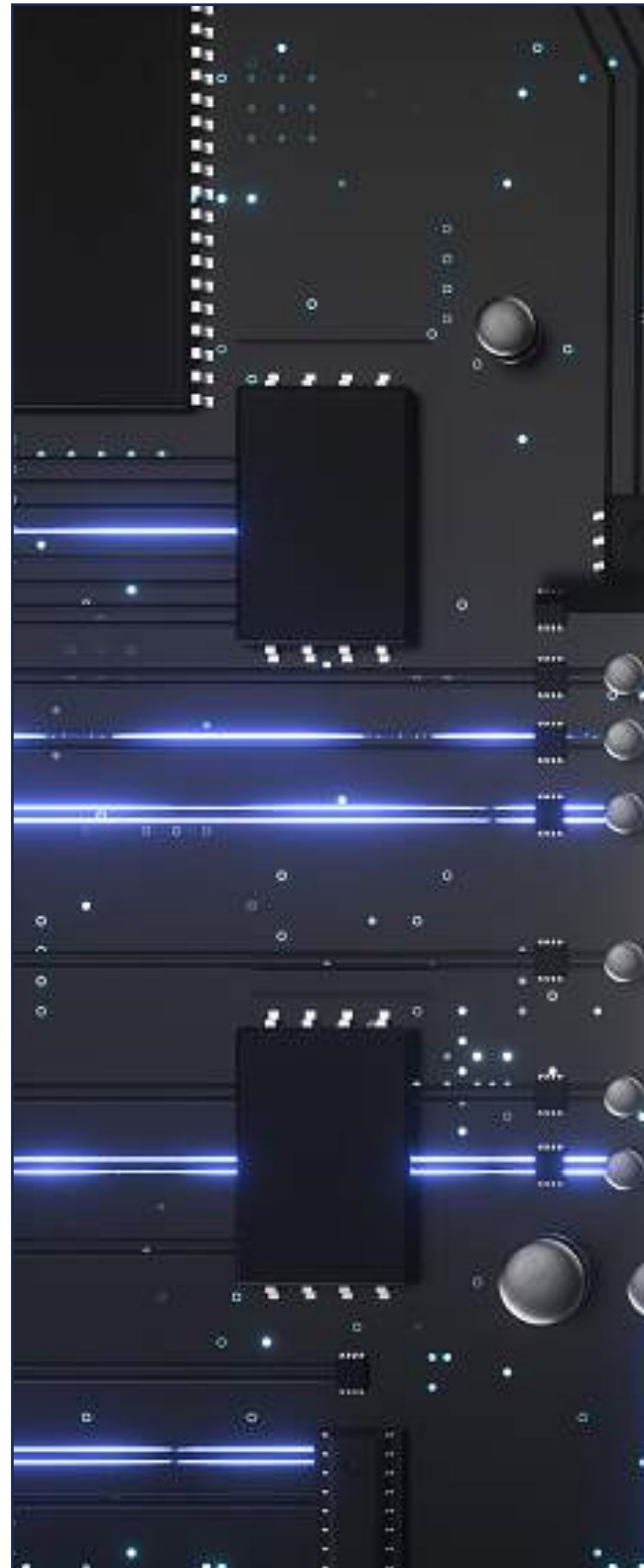


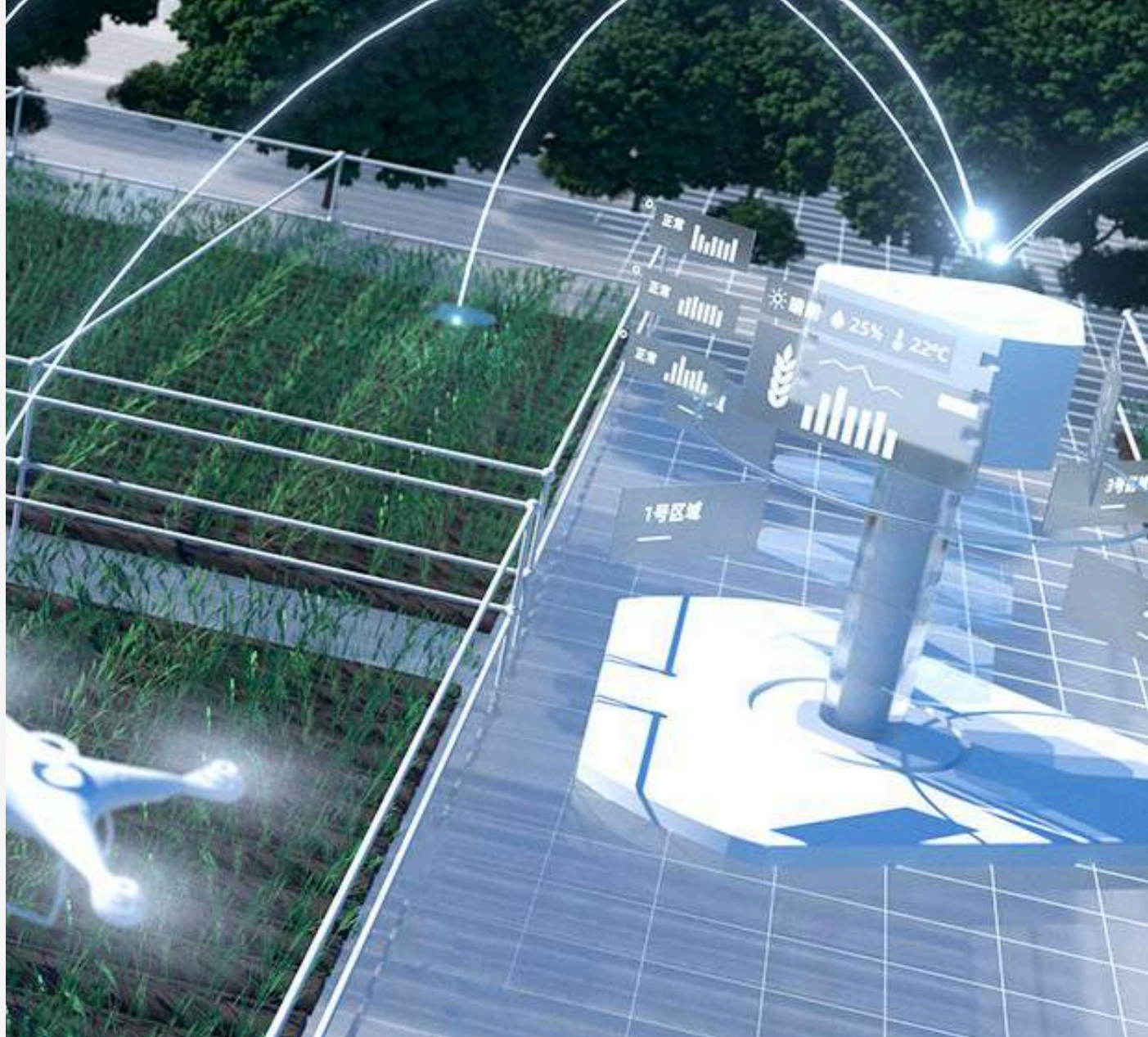
以容器、K8s、ServiceMesh、Severless为代表的云原生技术将充分沿用云计算的设计理念，全面利用分布式、可拓展、灵活性的云计算架构，达到毫秒级别的极致弹性能力，从而应对业务突发场景；同时基于云原生平台系统高度自动化的资源编排调度机制，实现应用的可拓展和易维护，通过微服务助力应用敏捷开发，进而大幅降低业务的试错成本，提升业务应用的部署和迭代速度。另一方面，云原生将网络、服务器、操作系统、业务流程等基础架构层高度抽象化，更高效地应用和管理异构硬件和异构环境下的各类云计算资源，向上支撑多种负载，包括大数据计算、区块链、人工智能等创新性的服务，高效解决部署一致性问题，并极大地降低云服务的使用门槛，让开发者只需关注业务逻辑本身并最大程度回归到应用程序的开发环节，专注于用户服务和商业价值的创造过程，从而帮助企业实现快速创新。

云原生将重塑IT技术的全链路体系，在开发、测试、上线、运维、监控和升级等环节中形成新的技术标准，通过技术生态推动整个云计算的标准化，使大规模、可复制的跨区域、跨平台和跨集群的部署能力成为可能，将更多敏捷、分布式、可扩展的技术红利带给企业和开发者。

云原生技术应用在2020年呈现出爆发式的增长，其价值已在互联网、金融、教育、零售、能源等诸多行业得到广泛实践和验证，并预计在两年内有75%的全球化企业将在商业生产中使用云原生的容器化应用^[1]。云原生为企业上云用云提供崭新的技术方式，帮助企业快速享受到云计算带来的成本和效率优势，全面加速企业数字化创新升级进程，并最终推动云计算产业的再次升级。

[1] Gartner 《云原生基础设施未来的八大趋势》





趋势八：农业迈入数据智能时代

概要

传统农业产业发展存在土地资源利用率低和从生产到零售链路脱节等瓶颈问题。以物联网、人工智能、云计算等为代表的科学技术正在与农业产业深度融合，打通农业产业的全链路流程。结合新一代传感器技术，农田地面数据信息得以实时获取和感知，并依靠大数据分析 with 人工智能技术快速处理海量领域农业数据，实现农作物监测、精细化育种和环境资源按需分配。同时，通过5G、物联网、区块链等技术的应用确保农产品物流运输中的可控和可追溯，保障农产品整体供应链流程的安全可靠。农业将告别“靠天”吃饭进入智慧农业时代。

趋势解读

到2050年人类人口总量有望接近百亿，随着世界人口的不断攀升，对粮食的需求也将不断扩大。同时，农业产业的现代化发展面临的挑战日益严峻，全球人口耕地分布不平均、利用率低下，粮食单产品质不稳，化肥农药资源使用过量，以及产业上下游供应链脱节等瓶颈问题使得传统农业产业发展一度陷入僵局。以物联网、人工智能、云计算、5G、大数据计算等为代表的新一代科学技术正在与农业产业深度融合，并将成为农业迈入智慧革命发展阶段的核心推手。

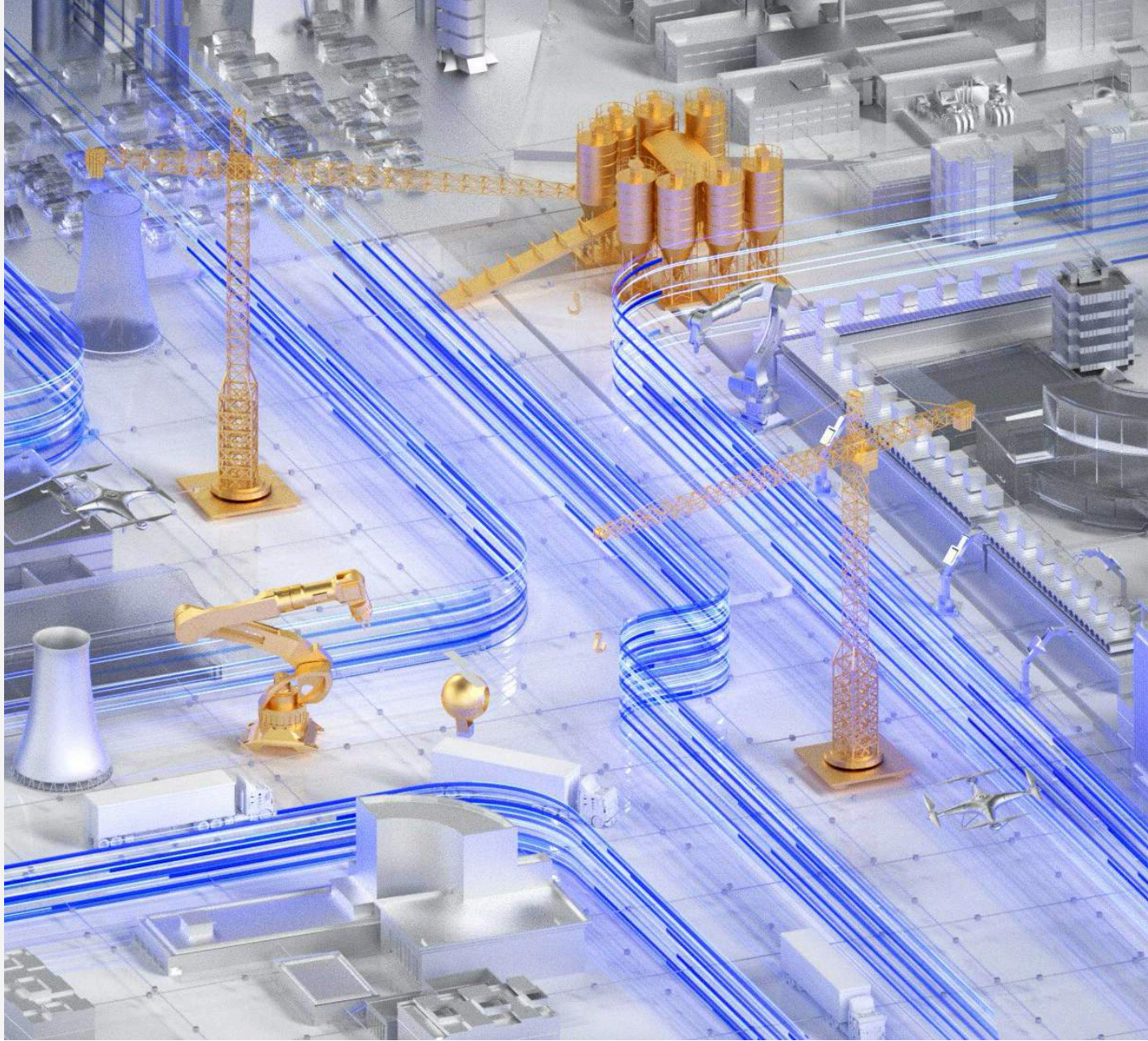
传感器技术已经广泛应用于农业领域，新一代物联网和5G技术将解决由于带宽限制带来的传感器设备连接密度受限的问题，提升网络设备接入数量和密度，支持设备之间的图像传输和自主分析等功能，集成天气、灌溉、微生物和其他农作环境中产生的数据变量，并通过快速检测、实时监测和连续反馈的能力，进行农作物生产环节的精细化识别、感知，有效改善资源利用效率，并大幅提高农作物产量；同时，下一代无人机结合计算机视觉技术将具备在广阔和偏远地区分析田间作业环境的能力，将实时数据传递到其他传感器，综合分析农田环境和作物情况进行精准播种、施药，从而提升水肥利用效率并有效降低农业劳动力成本。





依托传感器技术的兴起，农业生产链中的各个环节都将会产生海量的数据，通过对这些数据进行整合、分析和挖掘，人工智能、大数据等新型数据科学技术将数据和算法充分融合，更好地对农作物耕地、播种、施药、杀虫、收割等全生命周期环节中产生的数据进行模型构建和精准预测，实现农作物监测、精细化育种、病虫害防控和环境资源按需分配，推动农业生产过程中的自动化运行和管理过程中的数智化控制。

同时，区块链和农业大数据等技术也将充分联合，打通农业生产、加工、运输和零售环节的上下通路，实现产销一体化，从农业生产、农业物流、农业市场和农产品管理等方面上提升全产业链的整体效率，对相关数据进行记录和存储以帮助追溯农产品流通中的全程信息，从源头上保障农产品食品的安全和可靠。



趋势九：工业互联网 从单点智能走向全局智能

概要

受实施成本和复杂度较高、供给侧数据难以打通、整体生态不够完善等因素限制，目前的工业智能仍以解决碎片化需求为主。疫情中数字经济所展现出来的韧性让企业更加重视工业智能的价值，加之数字技术的进步普及、新基建的投资拉动，这些因素将共同推动工业智能从单点智能快速跃迁到全局智能，特别是汽车、消费电子、品牌服饰、钢铁、水泥、化工等具备良好信息化基础的制造业，贯穿供应链、生产、资产、物流、销售等各环节在内的企业生产决策闭环的全局智能化应用将大规模涌现。



趋势解读

工业时代，机器人被视为制造业皇冠上的“明珠”。它在相当程度上释放了人类的双手双脚，并让生产运营效率达到一个新的高度。而迈入数字时代，云计算、大数据、AI等新一代信息技术与工业的结合，则进一步地解放了人类的大脑。在具有认知能力的机器的辅助下，决策可以更加精准和高效。工业智能正快速成为制造业冉冉升起的“新星”。

过去几年，在利好政策、资本投入、以及新技术新产品大量涌现等因素的共同推动下，工业智能实现了快速发展。中国工业互联网平台已达300家左右，具有一定规模和影响力的平台数量也有50家之多^[1]。然而，尽管冠以“工业互联网”之名，但工业智能仍以解决碎片化需求即单点智能为主，仅进行局部细节的优化，而难以满足制造企业全面数字化转型的需求。究其原因，数字孪生的实施成本和复杂度高、供给侧数据难以打通、整体生态系统不够完善等因素延缓了工业智能的前进步伐。

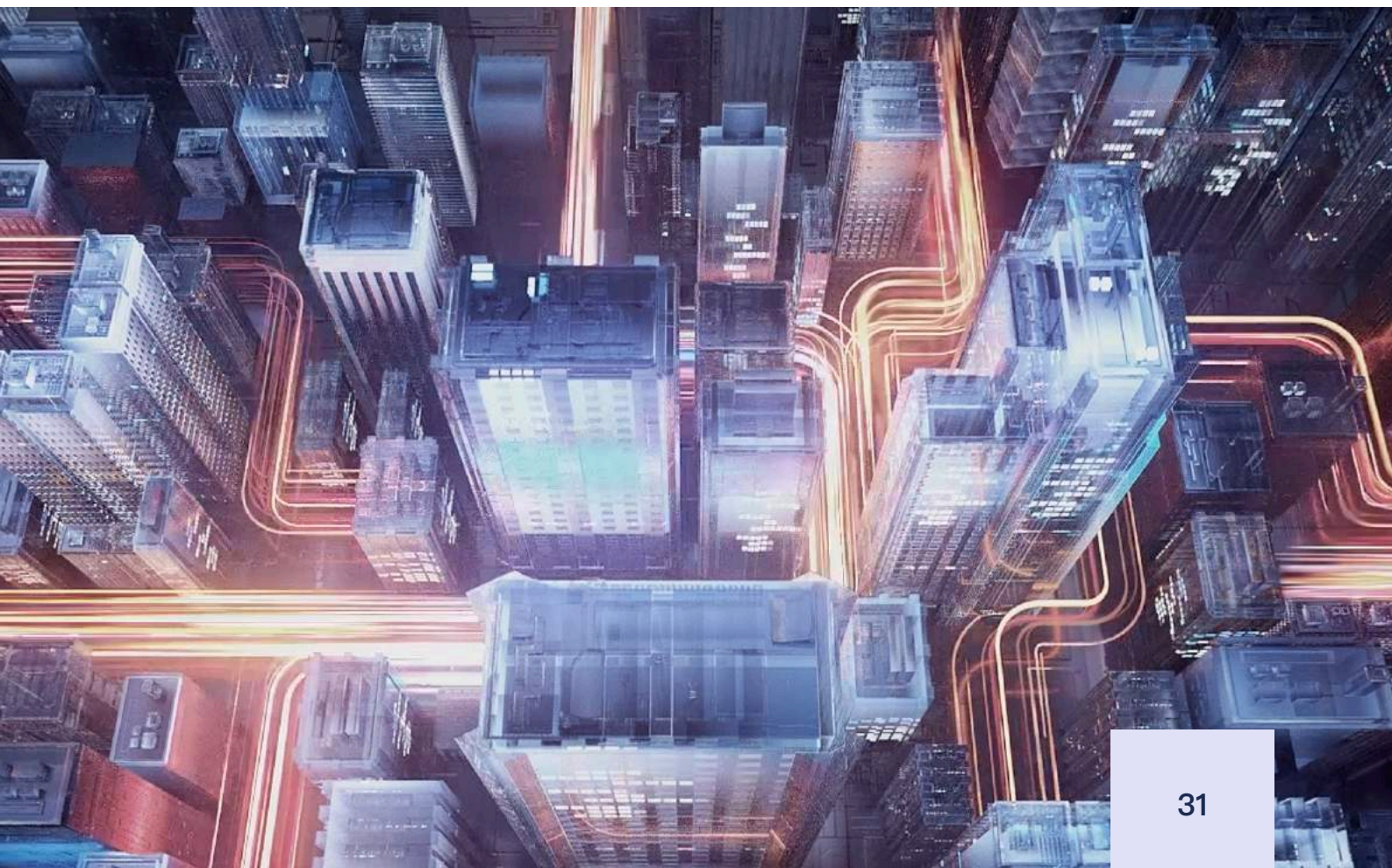
未来几年，工业智能将在多重利好推动下取得长足发展。首先是信息技术的进步和普及，2019年中国云基础架构投资首次超过传统IT基础架构投资，新旧技术间已经实现交替^[2]；人工智能在质量检测等制造业场景中得到了能力证明；而5G时代的到来也将为物联网拓展新的应用场景。其次，新冠疫情对工业智能的发展起到了加速作用。疫情下工业互联网所展现出来的韧性，推动其成为制造企业应对未来不确定性时的立足之本。最后，工业互联网作为“新基建”的重要组成部分，将会迎来更好的政策环境和更大的投资力度，促进整个生态体系不断壮大完善。

如今，工业智能正从单点智能快速迈向全局智能，智能应用从边缘业务切入企业核心业务，从辅助决策升级到对生产系统的控制，从单一业务方案升级到平台化整体方案。制造企业将从前期的采购、到设计、到生产，到后面的供应链销售，形成整体化流程，借助物联网扩展信息采集范围，经由5G等网络技术实现数据的传输和汇聚，利用大数据挖掘数据价值，通过AI对企业生产全流程进行规划，根据市场需求优化生产环节，最终真正实现供、研、产、销、服务的全流程智能。

预计在未来3年时间里，工业特别是汽车、消费电子、品牌服饰、钢铁、水泥、化工等具备良好信息化基础的制造业，全局智能化应用将大规模涌现。

【1】中国信息通信研究院《工业互联网平台白皮书（2019年）》

【2】IDC《全球云计算IT基础设施市场预测报告》





趋势十：智慧运营中心 成为未来城市标配

概要

在过去10年时间里，智慧城市借助数字化手段切实提升了城市治理水平。但在新冠疫情防控中，一些所谓的智慧城市集中暴露问题，特别是由于“重建设轻运营”所导致的业务应用不足。在此背景下，城市管理者希望通过运营中心盘活数据资源、推动治理与服务的全局化、精细化和实时化。而AIoT技术的日渐成熟和普及、空间计算技术的进步，将进一步提升运营中心的智慧化水平，在数字孪生基础上把城市作为统一系统并提供整体智慧治理能力，进而成为未来城市的数字基础设施。

趋势解读

“智慧城市”从概念提出至今已经历了十余年的发展。以中国为例，在2014年中国就已制定国家政策，把智慧城市作为新型城镇化建设的重要抓手和实现路径。之后，中国智慧城市市场陆续涌现出“最多跑一次”、“一网通办”等诸多最佳实践，既有效提升了政府的治理水平，也让广大市民切实感受到智慧城市带来的便利。

然而，智慧城市发展至今也暴露了一些问题，特别是在突如其来的新冠疫情折射下这些问题更加凸显：许多智慧城市相关设施在防疫任务中陷入瘫痪，部分地方没有应对人口流动调查的信息化系统，只能靠手工填表；而一些有软件平台的地区，也因各部门、地区的数据不互通导致系统一度形同虚设。这些暴露的问题只是表象，背后的真正原因是许多智慧城市项目没有有效运营，导致最终堆砌了大量硬件，能够实际运转的业务则屈指可数。



面对此情况，智慧城市市场各参与方特别是城市管理者开始重新思考，更加看重智慧城市的实际应用效果，并更加强调“运营”的理念。在这样的市场风向变化下，把城市数据进行汇聚、交换和共享并在此基础上进行智能决策的综合管理服务平台，即城市运营中心将逐渐兴起。

城市运营中心首先必然是智慧的，它离不开AIoT的技术支撑：一方面，5G时代下物联网的应用普及，将显著扩大对城市的描述范围，以数字化手段动态采集反映城市元素、事件以及状态的数据；同时，AI技术的不断进步将推动其基于城市数据进行科学决策，为城市治理提供最优解决方案。

智慧的城市运营中心能够通过构建数字孪生城市直观展现城市全量信息。在数字孪生城市中全面融入城市感知数据、政府数据、商业数据等，并通过空间计算技术，在时间和空间维度下立体呈现城市运转的全貌，助力实现城市治理精细化。

智慧城市运营中心最重要的功能，是将城市作为一个有机整体进行治理。这意味着它将从根本上把城市作为统一的巨系统，从而避免用传统的中心化思路逐一解决单个问题，而是利用城市数字化、智能化所释放出来的数字生产力，从更高的维度去解决非此即彼的矛盾，以升维后的视角和手法去治理城市，帮助政府更好地实现多目标平衡。智慧运营中心所具备的这些能力，将在城市可持续发展中发挥不可替代的作用，进而推动其成为未来城市的数字基础设施。

特别鸣谢

Gustavo Alonso	安波	Jianfei Cai	曹寅峰	陈积明	陈杰	陈俊朴	陈潜溢
陈全	陈山枝	陈喜群	陈屹力	Yiqiang Chen	Eng-Siong Chng	代学武	戴鲲
邓磊	丁力	丁宇	董玮	冯瑞	付巍巍	Cong Gao	关涛
郭兵	郭雷	过敏意	贺樑	华先胜	季向阳	贾扬清	江山
姜宇	金榕	Yi Ke	库伟	李伯虎	Chun-Tung Li	李飞飞	李力
李默	李向阳	李晓华	李昭	李卓	Zhixuan Liang	廖小飞	Guosheng Lin
林军	刘驰	刘松	刘湘雯	刘勇	刘煜堃	Shijian Lu	路通
马帅	马小峰	苗春燕	Yossi Oren	潘云鹤	任奎	Yuvraj Sahni	沈家星
盛楚	施尧耘	石宣化	史敬元	司罗	孙广宇	汤永川	唐杰
陶芳波	王刚	王军喜	王楠	王诗淇	王鑫华	王兴刚	王延峰
王砚文	王映民	王则可	王志越	温志远	吴飞	吴翰清	伍赛
武永卫	谢源	徐海华	徐晓冬	徐晓飞	徐长卿	许林川	杨红霞
杨树森	杨翼	杨宇	姚斌	姚刚	叶军	叶可江	尹建伟
Han Yu	于翔	Hanwang Zhang	张沕琳	张民	张明金	张铭	张平
赵晨阳	赵阳	郑南宁	周傲英	周震刚	朱贵波	朱峻岑	



達摩院
ALIBABA DAMO ACADEMY

欢迎钉钉扫码
了解更多达摩院相关信息

本内容未经阿里巴巴达摩院（杭州）科技有限公司书面授权认可，任何人不得复制、修改、转载、摘编或以其它任何方式使用本报告的全部或部分内容。