Deloitte.
Insights



2021科技、传媒和电信行业预测

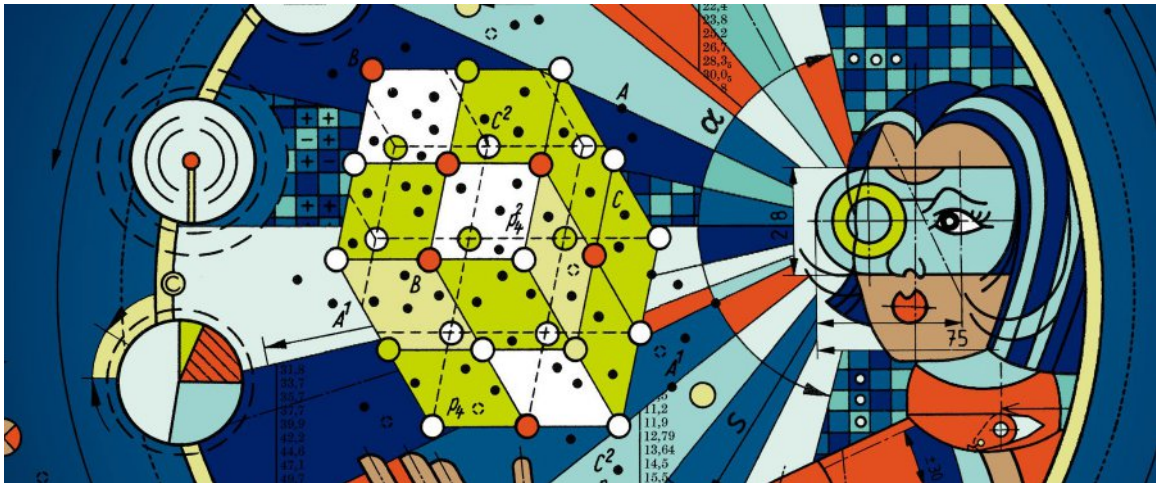
德勤科技、传媒和电信行业汇聚了全球最顶级的行业专家，组成全球最大的专业团队之一，协助各类形态和规模的企业在数字化时代蓬勃发展，成就辉煌。德勤科技、传媒和电信行业专家致力于为企业提供丰富的定制化服务，帮助他们顺应变革趋势，抢占行业先机，所服务的客户遍布全球，覆盖全价值链。敬请联系作者或访问www.deloitte.com，了解更多信息。

目录

前言	2
走向智能边缘	4
云迁移预测	14
5G对健康无害	24
新一代无线接入网	36
女子体育的兴起	50
超量化运动员	66
电视开启新纪元	78
虚拟连接现实	96
视频问诊爆发增长	104

前言

新冠疫情下，TMT行业格局催生颠覆



新冠疫情是2021年无法避开的话题。2021年科技、传媒和电信行业预测中所有主题皆在疫情方面有所延伸。我们希望2021年我们告别疫情，更专注发展未来。

科技、传媒和电信生态系统中， 观测者一直重复着："疫情使得我们在短短的5个月中经历了5年的变化。" 新冠疫情非我们所愿，但它也是催化剂，推动了科技、传媒和电信行业格局的改变。

催化剂可以加快化学反应。有时，仅仅少量的催化剂就会引发巨变。同样，2019新型冠状病毒，虽大小仅为100纳米，重量仅为1毫克的万一分之一，却已然催生了科技、传媒和电信行业中多领域的改变。其中一些改变极速发生。云迁移、视频问诊、以及走向智能边缘在2019年已然萌生，疫情竟使其发展可以加速数年甚至数十年。我们预计，这三大领域在2021年将迎来加速变革。

虽受影响程度不同，但科技、传媒和电信行业的其他部分也因疫情而发生改变。未来女子体育运动可能会受到禁聚令的影响。由于疫情使得活动受限，大家看视频的时间增加，8K电视浪潮可能会加速来袭。在新冠疫情导致面授困难时期，数字现实头盔可以帮助企业，学校进行线上员工培训和学生教育。不明背景下错误信息泛滥以及5G危害健康的谣言激增。运动员的超量化可能使得体育比赛的观赏性在人们无法进入体育场的情况下更受关注。

快速变化当然并非总是正向的。但很多受疫情促进的趋势很可能让世界变得更加美好。男子体育和女子体育业务的差距缩小，就结果来说是好的。发达国家在疫情期间实现的视频问诊技术，很可能为偏远地区和发展中国家带来更多更好的医疗服务。云和开放式虚拟化未来移动网络解决方案的更广泛应用，将使得软件和蜂窝服务更便宜，令更多人乃至全球从中受益。

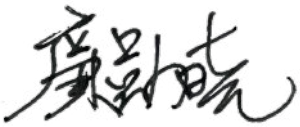
在化学反应中，去除催化剂，则反应速度会比较慢。疫情结束后，我们正经历的变革、颠覆和创新会陷入停滞吗？新冠带来的行业变革加速是否会成为长期或者永恒的主题呢？

欢迎来到2021年科技、传媒和电信行业预测！



林国恩

科技、传媒和电信行业领导合伙人



廉勋晓

科技行业领导合伙人


200
100
50
0
J F M A M J J A S O D
45
25,8
27,2
28,7
30,4
589,5
589,0
588,5
588,0
587,5
37,6
39,6
41,8
44,0
582,8
582,3
581,7
581,2
18,3
19,4
20,6
30
20
10
0
ϕ16
0,8
1,1
1,3
1,6
24,80
III
I
II
5'6
ϕ16

走向智能边缘

边缘计算和智能化将推动科技与电信行业发展

Chris Arkenberg, Ariane Bucaille, Sanket Nesargi, Dan Littmann, and Jeff Loucks

智能边缘由数十年的仪表化、自动化和连接技术发展而来，正日渐成熟并演进为一系列革命性的技术能力，并推动全球一些最大的科技和通信企业转型发展。对此市场预期迥异，[1] 德勤预测到2021年，智能边缘的全球市场规模将扩大至120亿美元，且保持35%左右的复合年增长率。[2] 电信企业为5G网络部署智能边缘、超大规模云服务提供商优化其基础设施和服务产品，都是推动这一增长的主要动力。这些高度资本化的企业将率先创建用例和最佳实践，为各行各业的企业迈向智能边缘奠定基础。到2023年，预计将有70%的企业将采用边缘计算执行数据处理。[3] 正如一家领先的GPU制造商所言："我们将进入一个全新时代，创建一个规模比目前大数千倍的互联网。"[4]

尽管面临种种挑战和阻力，我们仍然相信智能边缘将改变计算领域的格局，并推动全球最大的科技公司实现新一代的连接技术和运营效率。通过让强大的计算能力贴近数据产生和消耗的位置，智能边缘可激发更大潜力，在自动驾驶汽车、虚拟现实和物联网等各个领域实现速度更快、成本更低、更安全可靠的运行，加速推进第四次工业革命。[5]

什么是智能边缘？

智能边缘由先进的无线连接、紧凑的处理能力和人工智能共同组成，并部署在使用和生成数据的设备附近。[6] 智能边缘代表着在云计算、数据分析和人工智能的加持下，工业监控、自动化生产、效用管理以及电信领域的发展演变与趋势融合。通过将云计算、数据分析和人工智能技术部署在需要快速分析并处理数据的设备附近，实现对数据的直接处理，或过滤之后仅将最重要的数据传输至核心。尤其值得一提的是，智能边缘可将云技术引入远程操作，极大地提升操作性能。

人工智能的崛起离不开计算技术的发展，而这两者正是推动半导体行业发生结构性转变的关键动力。[7] 图形处理单元（GPU）已经在向数据中心迁移，而专用的人工智能芯片正延伸至边缘（涵盖设备），以即时处理输入的数据。[8] 通过先进的连接技术——5G和Wi-Fi 6，往往是两者并用——将上述各项关联 起来，再借助虚拟化技术在一个由多种动态组件构成的网络上实现服务从云端到边缘的

无缝运行。由此可见，智能边缘战略的有效规划和实施需要多个生态系统提供者的合作与协调。

人工智能的崛起离不开计算技术的发展，而这两者正是推动半导体行业发生结构性转变的关键动力。

智能边缘的兴起可能将推动服务架构的演变，促使其更注重地点、去中心化并更加分散。智能边缘并不会取代云端或数据中心，而是成为“云端到边缘”整体架构的一个组成部分。[9] 就一项服务而言，部分组件将在集中化云端运行，其他的在数据中心运行，更多的则是在传感器阵列、自动驾驶汽车甚至数十亿机器端点的边缘运行。数据操作过程中不同步骤所采用的计算方式、操作地点，以及相关操作对连接技术和速度的不同要求，都有可能改变服务架构，以根据需求来分布组件。

然而，还有诸多挑战有待克服。技术标准和最佳实践尚未形成，互操作性和安全性方面的问题也将日益凸显。目前的智能边缘结合了电信企业、超大规模业者和技术提供商的解决方案，需要跨多个领域进行协调与整合才能有效实施。如何分工？如何让各方充分发挥自己的能力？谁来为市场其他各方提供最佳的端到端解决方案？这些问题的答案可能会影响未来数年的格局。

智能边缘的重要性

对于需要数据驱动用例的企业，智能边缘可提供下列关键能力：[10]

- 提高带宽的使用效率和网络可见性，从而降低成本
- 降低对广域网（WAN）的依赖将导致连接不良、不可靠甚至丢失，智能边缘可应对此类情况
- 通过将更多数据保留在本地，而无需通过网络将其传输至核心，加强对数据分类、标准化、驻留和隐私的管控
- 支持低延迟用例和快速响应时间
- 提高自动化和数据自治水平

有了上述能力，智能边缘就可以提高各项操作的可见性，支持更快的数据分析和实时响应，提升自动化水平并构建更动态的系统。某些微服务需要很低的延迟和高安全性，例如用于设备访问的面部识别，则可以在边缘执行，而无需去云端。这有助于实现更紧密的决策环，降低网络传输的成本和安全风险：边缘可以向核心发送最重要的数据，核心则可以管控边缘。

智能边缘可以支持大规模的转型解决方案，以此推动制造业、物流业、机器人技术、移动出行和消费类电子产品领域实现重大发展。[11] 以供应链为例，智能边缘可以让其从相对脆弱的线性系统转化为可编程、快速响应和自适应的数字网络，通过自我重塑来应对不断变化的需求和连接中断。[12] 另一方面，

公共事业和其他同类机构也可以利用智能边缘来连接人工智能无人机，更快速地识别并解决由基础设施老化导致的风险加剧。[13] 挪威的一个石油钻井平台已经部署了一种远程自动化机械狗，可以在钻井平台上巡逻，并目测检查是否有气体泄漏等问题。[14] 这些设备可以全天候部署，以核对和监控资产、标记问题，并提醒钻井平台的网络和船员注意潜在风险。

智能边缘在此类操作中具有显著优势。其中一个例子是用自动化无人机来检查管道缺陷。借助云端，无人机可以将管道检查的视频存储在本地，然后返回基站，并将视频上传至远程数据中心。通过网络发送的信息可能多达数千兆字节，需要较长时间。云端将通过机器学习 (ML) 来评估数据以查找缺陷，并在发现缺陷后将相关信息发回对应的管道站点以触发响应：处理缺陷并可能修改管道流向。

有了边缘智能，云端评估视频所采用的人工智能/机器学习推理算法就可以在无人机上直接运行。无人机不需要扫描并分析整个视频，而是在视频中一个接近实时的小型缓冲区上操作，以此识别缺陷。发现缺陷后，无人机可以立即通知附近的工作人员处理问题。只有识别出缺陷的视频帧才会保存在云端，并置入模型和训练集，进而更新现场工作的其他无人机，以更好地识别缺陷。这能最大限度地减少数据分析和传输的负荷，大大缩短检查与处理的间隔时间，并最大程度地实现网络的使用价值——只处理可添加至工具链并提供深入见解和经验的关键信息。

智能边缘的适用对象

智能边缘适用于任何管理基础设施、网络、云端、数据中心和互联端点 (如传感器、执行器和设备) 的企业。智能边缘可以支持对延迟要求非常低的消费者用例，如云端游戏和增强虚拟现实；支持需要在多个运营和客户领域对大量数据进行整合、保护及分析的企业应用；还可以改进用于管控质量、物料及能源使用的工业流程，如监控工厂车间、装配线和物流。

智能边缘适用于任何管理基础设施、网络、云端、数据中心和互联端点（如传感器、执行器和设备）的企业。

然而，并非所有企业都能立即在大范围实施智能边缘解决方案。对很多企业而言，需要先投资建设所需的基础设施并建立合作伙伴关系，随后才能从为数不多的用例中实现投资回报。但基础一旦奠定，企业就能在未来获得更多机遇。

智能边缘的驱动因素

我们预期，智能边缘在未来一年将实现初步增长，主要驱动力量包括大型电信企业，以及超大规模服务提供商、内容交付网络（CDN）提供商和科技公司。这些机构同时使用并销售智能边缘解决方案。科技公司会向早期使用者推广智能边缘组件、设备和软件层，同时也借助智能边缘能力来加强自己的制造链和供应链。无独有偶，电信企业、超大规模业者和内容交付网络提供商不仅为客户提供更多的功能，同时也在扩展自己的智能边缘基础设施，以推进实施战略计划。从中期来看，智能边缘将从早期使用者延伸到制造业、物流业和供应链领域。

目前，对边缘计算和智能化投入资金的主要是美国的电信和通信服务提供商。[15] 随着越来越多的设备在线上和线下移动，以及更加多元的带宽需求涌现，这些网络提供商面临着与日俱增的管理挑战。他们正利用智能边缘技术来改造和加强自己的基础设施，例如将交换中心扩展为下一代数据中心和边缘枢纽，实现5G和多接入边缘计算（MEC）所需的高密度及动态连接，[16] 使用开放式无线接入网等解决方案构建更多虚拟化网络。这些都能为他们的核心业务提供支持，从而向订阅用户提供更优质的服务，并向企业客户销售网络。

超大规模云和服务提供商也在迅速行动，将智能边缘能力引入其由数据驱动的各项业务，包括用例驱动型解决方案，例如需要低延迟、高冗余能力的自动驾驶汽车和移动机器人；以及在后疫情时代亟需提升透明度和韧性的制造供应链。随着针对数据主权与合规性的监管制度开始出现，智能边缘应对此类要求的能力将被更多机构看重。有了智能边缘，就可以将数据安全保存在本地，留在收集数据的区域之内，而无需发送到国外云平台。[17]这将吸引更多社交媒体平台进行投资，以借助智能边缘能力，帮助平台遵守GDPR等监管制度的要求，包括在本地匿名处理个人信息。[18]

最后，制造业和移动出行行业（如汽车制造商和代驾服务）日益增长的需求将促进打包式方案和托管服务的开发。这将使更多企业更容易获取智能边缘能力。新冠危机的出现加快了向云端迁移的步伐，正在开展第一阶段云转型的企业可以设计出最能满足其用例需求的“云端到边缘”解决方案。[19]

智能边缘生态系统的参与者

任何一家服务提供商都无法独自创建一个有效的智能边缘解决方案。电信企业、超大规模业者、内容交付网络提供商和科技公司各自提供了解决方案的一部分，对实施智能边缘发挥着重要作用。但对这些不同的部分进行协调并非易事：每家机构都力图实现各自的战略目标，合作往往伴随着竞争。因此，了解这些参与者各自发挥的作用、提供的产品及其如何应对竞争格局，有助于企业更好地掌握智能边缘能力。

电信企业：助推互联网扩张

电信企业在许多智能边缘部署中发挥着关键作用。[20]越来越多的大型电信企业开始销售自己的边缘计算和物联网解决方案，以及企业内部私有网络。作为边缘生态系统内的服务提供商，电信企业可以为其企业客户及合作伙伴提供有线和无线网络的端到端连接，涵盖光纤、电缆、4G/LTE和Wi-Fi，以及针对5G和Wi-Fi 6的高级解决方案。电信企业还出租一些能直接接入回程的网络，并提供场地将边缘设备和数据中心放置在交换中心。蜂窝基站也可以出租基站场地用于放置边缘设备，基站通常直接连接光纤。[21]

电信企业面临的一个重大挑战在于，尽管每年花费数十亿美元提高网络的现代化水平，却仍难以保持在网络连接和通信领域近乎垄断的地位。许多通信服务提供商通过IP网络提供服务，但越来越多的超大规模业者和内容交付网络提供商正在搭建自己的网络基础设施。虽然如此，但电信企业能将回程、5G、Wi-Fi 6和智能边缘结合起来，增强托管连接服务能力，从而在提供服务质量更高的下一代网络方面占据竞争优势。

超大规模业者：实现全球连接

一些全球最具价值的企业——又称“超大规模业者”——提供端到端技术解决方案，涵盖云服务、企业产能及消费者生活体验等方方面面。这些企业高度数据驱动，一方面以此优化并扩展内部运营，另一方面则通过了解客户和用户来提供更好的服务并促成持续互动。超大规模业者通过实施智能边缘，将其超大规模能力部署到更靠近观察对象和服务企业的位置，从而达成上述两个目标。

超大规模业者面临的最大挑战在于，如何与连接服务提供商进行合作并维持自己对数据的管控。超大规模网络可能间接地侵蚀通信服务提供商，尤其考虑到他们将通过自身平台提供连接服务。然而，构建高质量网络难度巨大、成本高昂，大规模网络则更甚，因此与连接服务提供商合作可行度更高。[22]

随着超大规模业者推进智能边缘部署，他们将创建新的概念验证和用例，从而进一步推动整个市场采用智能边缘。例如，一些超大规模业者将语音人工智能作为所有消费者服务的关键界面情景。[23]这样就能在设备（智能手机、智能扬声器或汽车）上运行自然语言处理，而无需返回云端，可以减少延迟、防范连接故障和安全漏洞，并在提高服务质量的同时将数据留存在监管辖区内。

对于部署智能边缘能力的企业，超大规模业者可提供公共云、在公共云上运行的IT服务和管理解决方案，以及人工智能。一些超大规模业者甚至管控着自己的内容交付网络。他们开发并销售这些智能边缘解决方案，从而支持自己在云服务、支付、医疗保健、交通、媒体和娱乐等领域不断扩大业务范围。

内容交付网络提供商：力争成为超大规模业者

内容交付网络的开发宗旨就是将内容转移到更靠近消费者的位置，以加速早期网络的发展。从这一点看，内容交付网络提供商具有与生俱来的优势。[24] 一些内容交付网络提供商正积极寻求并推广智能边缘解决方案，为此既要与电信企业和超大规模业者合作，又将与之竞争。[25]

内容交付网络提供商与许多企业关系密切，并拥有业界最高的质量、冗余、安全性和交付能力。当更多企业需要强大的交付服务能力时，智能边缘有助于加强交付网络并提高服务质量。但一些超大规模业者和电信企业已经拥有自己的内容交付网络，目前推动智能边缘发展的领域可能并不需要外部的内容交付网络提供商。此外，内容交付网络公司与下一批可能采用智能边缘的行业（如制造业和汽车业）并没有密切的关系。

技术提供商：提供硬件及托管服务

“云端到边缘”价值链需要难以计数的硬件组件和软件层为其提供支持。因此，技术提供商有巨大的增长机遇，可将其产品和服务销售给数据中心、网络、内部设施，以及工厂车间、智能建筑、计算机和汽车等端点。

其中，对数据中心设备和无线网络连接的需求可能特别高。一项预测表明，到2025年，边缘数据中心的市场规模将达到近160亿美元。[26] 技术提供商可以帮助电信企业将交换中心改造为现代化数据中心，帮助制造企业增强内部设备能力，并为企业客户提供智能边缘设备和微型数据中心。技术提供商还能提供中间件和治理层，将混合云嵌入无缝结构之中。从这个意义上说，边缘也可以部署混合云。

此外，并非所有智能边缘解决方案都需要5G，更多的可能是针对用例开发包含Wi-Fi、LTE和5G在内的混合网络。这意味着，一些科技公司可以获得更多无线网络方面的服务机遇。最新一代的无线网络Wi-Fi 6可提供带宽切片、更好的电源管理，并能支持更多设备，[27] 从而实现更加稳健和动态的本地网络。本地私有网络则可以帮助一些企业减少对云服务提供商和电信企业的依赖。

尽管如此，技术提供商在智能边缘市场的地位仍会受到挑战，例如一些大型客户（包括超大规模业者和电信企业）在不断构建自己的组件，以及通过去物质化将硬件变为软件的行业趋势。但随着市场不断成熟，技术提供商也可以着眼于第二批使用者——他们没有能力创建自己的解决方案。这一转变可能是迈向工业4.0的又一个里程碑，而工业4.0时代的新一代“云端到边缘”架构也将更加标准化和商品化。

半导体企业：势头仍在

在轻量级边缘设备上运行人工智能需要专用的计算解决方案，如定制化现场可编程门阵列（FPGA）和特殊应用集成电路（ASIC），以及提升设备、边缘设施和微数据中心人工智能算法速度的GPU。对边缘人工智能芯片的市场需求已显著增长，并且在未来几年还可能大幅提升。[28] 为满足这一需求，越来越多的半导体企业正在加快生产边缘人工智能芯片。[29] 其中一些正在寻求重大的并购交易机会，以巩固自己在下一波机器智能和计算发展浪潮中的地位。[30] 超大规模业者也在设计自己的专用芯片，支持其实现最大规模的运营。芯片制造厂和芯片设计公司也积极应对，以满足数据中心、人工智能和持续进行的工业系统数字化带来的需求。

存在的潜在阻力

随着智能边缘市场日渐成熟，挑战也随之而来。新冠危机就是其中之一：需求被扰乱、供应链受阻、盈利下滑、企业成本上升、市场前景不明。此外，持续的贸易战也导致供应的不确定性上升，增加了打通供应商网络的复杂性、成本和时间。在这种环境下，需求难以挖掘，供应变得不可靠。这些情况将导致对新兴技术的资本支出更为保守。因为企业可能认为，与实施智能边缘相比，增强现有的云能力风险更小，尤其在需要更多远程和连接服务的危机时期。[31] 在短期内，构建云迁移的基础架构会是许多企业的目标，而边缘开发则主要由大型服务提供商进行。

此外，虽然智能边缘的发展机遇日益明显，但许多企业可能仍将其视为一种前瞻性的战略投资，而非推动当前业务发展的具体途径。实施智能边缘颇具挑战且成本高昂，通常需要在多个提供商之间进行协调。与此同时，标准尚在制定之中，最佳实践尚不明确，众多边缘端点的安全性也无法保障。[32] 在经济发展严重受限的时候，只有规模最大、最持久的企业可能对未来进行投资，而即便是这些企业也需要在各个服务提供商之间周旋。

因此，2021年进军智能边缘领域的将主要是已经占据市场主导地位的科技行业和领先电信企业，以进一步巩固他们在即将来临的变革浪潮中的竞争优势。这些早期使用者在未来一年的努力将有助于证明智能边缘的价值。而未来两年内，市场即可能筛选出最佳实践，建立标准和互操作性，并有可能产生早期企业领导者，使小型企业更容易采用智能边缘能力。

结语

智能边缘生态系统中的每一方——电信企业、超大规模业者、内容交付网络提供商和技术提供商——都与智能边缘及下一代“云端到边缘”架构和服务的成功息息相关。这是一个年轻而充满活力的领域，却已在数十年间仪表化、监控及自动化的计算和网络发展中积蓄了蓬勃的动力。随着数字化、连接技术和数据分析的迅速成熟，智能边缘已经开始改变一些全球最大的物理系统。

正如之前大规模基础设施升级中看到的，随着智能边缘应用的扩大，可能会出现无数意想不到的创新。企业高管应积极参与制定“试水计划”，实现明确的业绩和战略价值；同时应越过智能边缘的表面含义，着重关注用例、标准和结果；最重要的在于，“边缘”和“智能”只是全面解决方案的组成部分，方案将有助于实现更快的数据处理、更大的数据自主权和透明度，建成灵活性更高、适应性更强的企业。

尾注

1. Charles McLellan, “Edge computing: the state of the next IT transformation,” ZDNet, October 1, 2018.
2. 预测基于第三方市场调研及德勤自己的评估。德勤评估的市场对象涵盖硬件、应用程序，以及直接面向边缘计算和智能化需求的服务。鉴于市场范围太大，相关预测为方向性预测而非精准预测。
3. Robert Clark, “Telcos need to get in shape for the rush to the edge,” LightReading, September 17, 2020.
4. Patrick Moorhead, “It’s official- NVIDIA acquires Arm For $40 billion to create what could be a computing juggernaut,” Forbes, September 13, 2020.
5. Klaus Schwab, “The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond,” World Economic Forum, January 14, 2016.
6. George Leopold, “Edge computing seen transitioning to ‘intelligent edge,” Enterprise AI, September 10, 2020.
7. Patrick Moorehead, “It’s official – NVIDIA acquires Arm for $40 billion to create what could be a computing juggernaut.”
8. Mark Casey, Jeff Loucks, Duncan Stewart, and Craig Wigginton, Bringing AI to the device: Edge AI chips come into their own, Deloitte Insights, December 9, 2019.
9. Ken Carroll and Mahesh Chandramouli, Scaling IoT to meet enterprise needs, Deloitte Insights, June 20, 2019.
10. Ibid.
11. Chris Arkenberg, Naima Hoque Essing, Sanket S. Nesargi, and Jeff Loucks, Unbundling the cloud with the intelligent edge: How edge computing, AI, and advanced connectivity are enabling enterprises to become more responsive to a fast-moving world, Deloitte Insights, September 8, 2020.
12. Rafael Calderon, Amit Sinha, Ednilson Bernardes, and Thorsten Wuest, “Digital supply networks,” Deloitte, July 2020.
13. John McCormick, “California utilities hope drones, AI will lower risk of future wildfires,” Wall Street Journal, September 11, 2020.
14. Charlotte Jee, “Boston Dynamics’ dog robot Spot is going to patrol an oil rig in Norway,” MIT Technology Review, February 13, 2020.
15. Technology Business Research, Inc., “Telecom edge compute market landscape,” June 11, 2019.
16. Dr. Song Jun, “Challenges & key issues of constructing ‘MEC-ready’ 5G bearer networks for carriers,” telecoms.com, January 20, 2020.
17. Pablo Valerio, “To comply with GDPR, most data should remain at the edge,” IoT Times, October 31, 2018.
18. Sam Schechner and Emily Glazer, “Ireland to order Facebook to stop sending user data to U.S.,” Wall Street Journal, September 9, 2020.
19. Aaron Tilley, “A cloud surge lifts Amazon, Microsoft, and Google’s results,” Wall Street Journal, July 31, 2020.
20. Mike Robuck, “Verizon and IBM take their talents to the enterprise edge with IoT and 5G,” Fierce Telecom, July 16, 2020.

21. Mike Dano, “SBA, American Tower double down on edge computing opportunity,” LightReading, August 4, 2020.

22. Rich Miller, “The AWS cloud extends to the edge, with likely boost for colo providers,” Data Center Frontier, December 20, 2019.

23. Technology Business Research, Inc., “Webscale ICT market landscape,” Third Calendar Quarter, 2019.

24. Chris Arkenberg, Mark Casey, and Craig Wigginton, Coming to a CDN near you: videos, games, and much, much more, Deloitte Insights, December 9, 2019.

25. Matthew Prince, “The edge computing opportunity: it’s not what you think,” The Cloudflare Blog, July 26, 2020.

26. Preeti Wadhwani and Saloni Gankar, “Edge data center market size worth over $20 billion by 2026,” Global Market Insights, press release, October 5, 2020.

27. Paul Gillin, “How three wireless technologies will soon ignite the edge computing revolution,” SiliconANGLE, January 26, 2020.

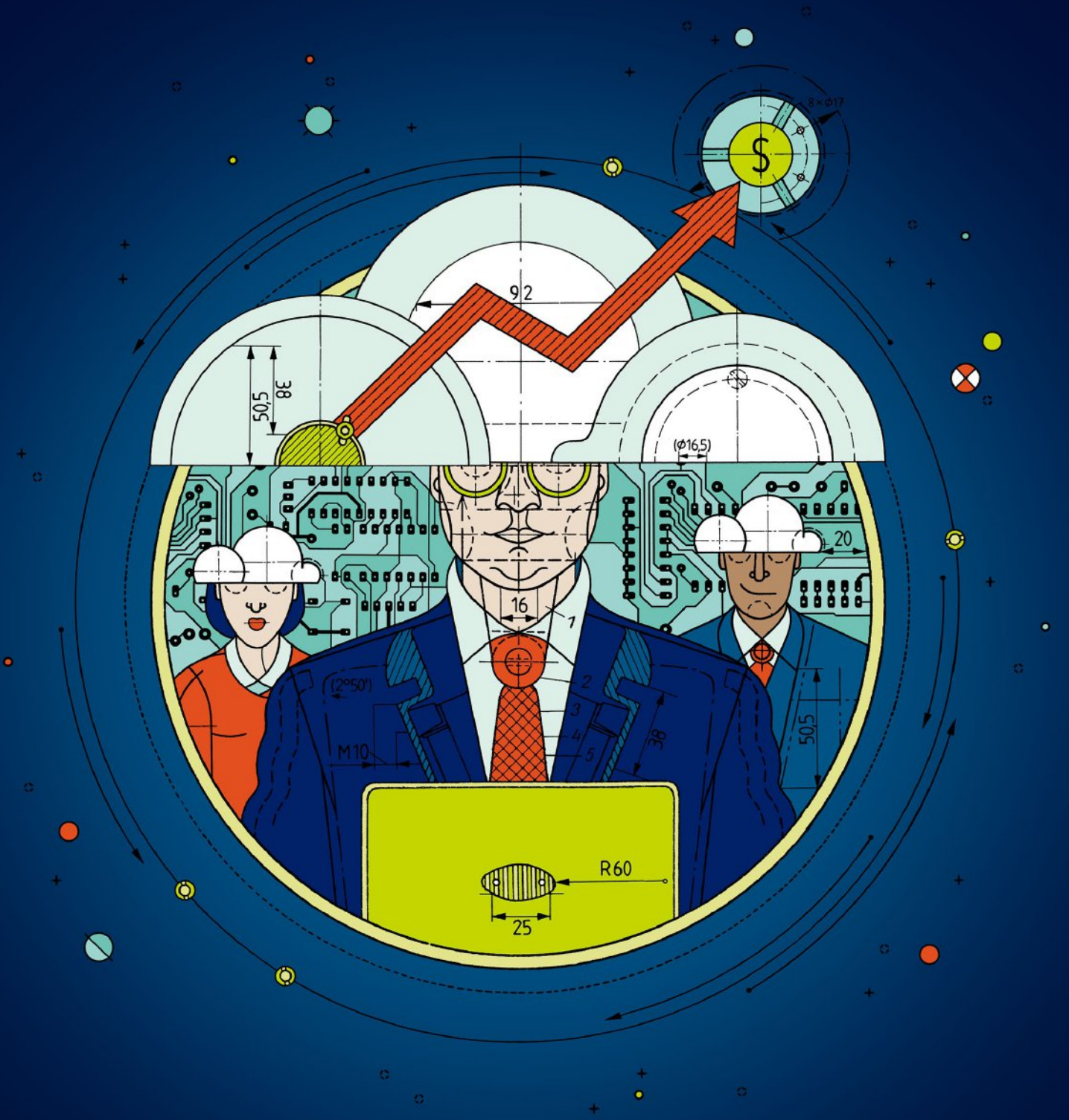
28. Casey, Loucks, Stewart, and Wigginton, Bringing AI to the device: Edge AI chips come into their own.

29. Patrick Moorhead, “Intel quietly becoming a player on the ‘edge’,” Forbes, April 13, 2020.

30. Don Clark, “Nvidia buys Arm from SoftBank for $40 billion,” New York Times, September 13, 2020.

31. Mike Robuck, “Report: Despite Covid-19 disruption in 2020, data center capex poised to hit more than $200B over next five years,” Fierce Telecom, July 24, 2020.

32. Pete Bartolik, “Edge computing frameworks abound—with none yet dominant,” IoT World Today, January 14, 2020.


$
8×Φ17
92
50,5
38
(Φ16,5)
20
16
1
2
3
4
5
(2°50')
M10
38
50,5
R60
25

云迁移预测

危中有机，云享未来

Duncan Stewart, Nobuo Okubo, Patrick Jehu, and Michael Liu

过去十年，云计算的增长已成大势所趋。2015年，云计算市场实现了三位数的年增长。尽管到2019年底，大型超大规模公共云提供商的年增长率已下降至“仅”31%，且随着行业走向成熟，预计2020至2021年这一增长率将继续（缓慢）下降，但云计算市场的增长仍然领跑许多其他行业。

2020年，受新冠疫情和全球经济衰退影响，多个领域已削减开支，云支出下降本在情理之中。然而，云市场仍然呈现出强大的韧性。从某些指标上看，2020年云市场增速基本与去年持平；按其他增长衡量指标，即便面对现代史上最严峻的经济收缩，2020年云市场增速仍然较2019年更快。原因或许在于：受新冠疫情、封锁措施和随时随地办公模式驱动，云需求出现增长。我们预测，为了节省资金、增强灵活性以及推动创新，企业将纷纷上云，因而2021年至2025年，云收入增长将与2019年持平或更高（即大于30%）。

> “在两个月内，我们见证了本需两年才能实现的数字化转型。”
>
> — 微软首席执行官Satya Nadella，2020年4月[1]

云增长概览

当然，云并非唯一可行的解决方案。从整个公司层面来看，几乎没有任何系统仅仅依赖本地部署、公共云或私有云中的一种。大多数系统部署都融合了公共云和私有云，它们彼此不同，却又相互关联，这种方法被称为混合云。混合云有多种形式，如私有云与公共云相结合，或公共云与本地资源相结合。[2]通过采用多重部署模式，混合云可为用户带来诸多益处。

显而易见的是，混合云已然成为新常态。根据2020年3月的一份报告，2022年全球逾90%的企业将依赖混合云。[3]同月的另一项调查发现，97%的信息技术经理计划在两个或多个云上分配工作量，以最大程度提升弹复性，满足监管合规要求，并获取来自不同提供商的领先服务。[4]

然而，即便在当前经济形势下，云提供商的未来依然可期。虽然许多企业仍会保有一些本地资源，但已纷纷加速向云端迁移。种种有形和可衡量的指标也表明云迁移正加速推进，包括工作量、公共云提供商收入、半导体公司收入（生产用于云平台的芯片）以及全球电信网络云流量增长。

值得注意的是，许多云预测如同黑匣子，均基于无法复制的专有信息。[5] 然而，诸如超大规模云收入、数据中心芯片收入和云流量等指标都是公开信息，任何人都可以复盘我们的工作并从中发现相同的趋势。

本地部署VS. 云（工作量对比）

2020年4月，一项针对50位首席信息官的调查发现，受访者预计本地部署的工作量占比将从2019年的59%下降至2021年的35%，减少了41%。[6] 此外，受访者预计在同一时间段内，公共云的工作量占比将从23%增加至38%，私有云和混合云的工作量占比分别为20%和7%。68%的首席信息官将“迁移至公共云和/或扩展私有云”列为2020年主要信息技术支出，较六个月前一项类似调查上升了20个百分点。

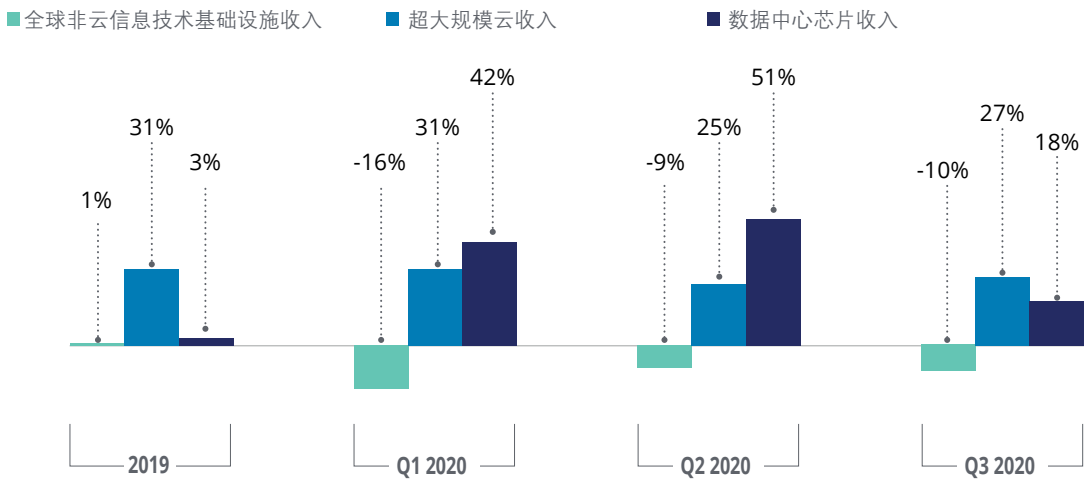
超大规模云收入概览

对于已披露细分收入的五大超大规模公共云提供商，2019年综合收入增长了31%，达到940亿美元。尽管2020年第一季度的技术支出普遍疲软，但收入较去年同比增长31%。第二季度收入同比增长25%，第三季度增长率小幅上升至27%，促使今年前九个月的增长率达到28%。2020年收入有望达到近1,250亿美元，到2021年将增至1,600亿美元以上。[7] 尽管与2019年全年相比，2020年前9个月的增长率下降了4个百分点，但值得注意的是，以绝对美元计算，2020年整个超大规模云市场（不仅仅是五大市场）的增长率超过了2019年。2019年上半年市场规模较2018年上半年增长约400亿美元，而2020年上半年市场规模较2019年上半年增长约500亿美元。

图 1

云收入增长高于整体信息技术收入增长

收入同比增长率（百分比）



资料来源：德勤基于公开季度财务报表所作的分析。

数据中心半导体收入概览

截至2020年中，全球共有541个超大规模数据中心（2020年上半年新增26个），未来几年计划新增176个。[8] 这些数据中心都需要芯片。虽然芯片支出和云收入并不完全关联，但从长远来看它们彼此依存，芯片收入增长往往是一个先行指标：在实现云收入之前，需率先购买芯片并安装于数据中心。[9]

对于已披露数据中心细分销售情况的三大半导体公司，2019年总收入仅增长3%，略低于300亿美元。在2020年第一季度，其收入较去年大幅增长42%。在第二季度，其收入同比增长51%。尽管第三季度的增长率下降至15%，但2020年前9个月增长率仍达到36%。2020年总收入有望超过350亿美元，到2021年或将突破400亿美元。

全球云流量

根据一份针对2020年2月1日至4月19日网络流量的深度检测报告，全球云流量在互联网总流量的占比从1.26%上升至1.83%，增长了45%。[10] 同一时期，互联网总流量增长了38%，这意味着云流量（以每日绝对比特数量计）几乎增长了100%。

多维视角下的云增长

仅有约10家大型超大规模公共云提供商和芯片公司公布了详细的季度云收入。另有许多其他公司负责销售芯片、存储和互联解决方案，用于拓展云服务。尽管这些公司未提供详细的季度数据，它们对云市场的看法与已发布确切数据的公司相契合。例如，服务多个市场的存储供应商Micron在2020年第二季度表示，“由于居家办公、在线学习以及全球电子商务活动显著增加，大大刺激了云需求，我们的云DRAM销量季度环比大幅增长。”[11]

投资者致力于加大云领域资金投入。截至2020年8月中旬，三大云交易所交易基金的总资产达到60亿美元，较年初增加了20多亿美元。在资产规模扩大的同时，业绩也得到了提升，三大云交易所交易基金截至10月30日的年均收益率为47%，而纳斯达克指数和标准普尔500指数的收益率则分别为22%和1%。[12]

投资者致力于加大云领域资金投入。截至2020年8月中旬，三大云交易所交易基金的总资产达到60亿美元，较年初增加了20多亿美元。

受新冠疫情影响，云需求扩大，从而推动了并购活动的增加。仅在2020年前4个月，已完成28宗数据中心收购交易，交易规模达75亿美元，超过了2019年全年的交易价值。[13]

注意事项

尽管云市场整体增长迅速，但云服务广泛涵盖诸多行业，其中多数行业已大幅削减开支。这意味着虽然总体增长强劲，但并不均衡。正如行业出版物《Siliconangle》所述：“由于大型云提供商规模庞大，它们所涉及的行业受到了疫情的严重冲击。因此，即使在这些公司，也出现了支出放缓的迹象。”[14]

未来前景展望

尽管2020年前9个月云市场增势强劲，但预计未来几个季度将在一定程度上放缓。然而，在两项因素的驱动下，云增长的放缓速度可能低于市场预期。首先，尽管不大可能出现2020年初的大规模封锁，但局部疫情的突然爆发以及更加本地化的封锁措施，仍将推动随时随地办公模式和云增长。其次，从长远的角度，许多员工和雇主认为疫情下被迫采取的随时随地办公模式行之有效。[15] 例如，西门子允许员工在合理可行的情况下，每周两到三天采用随时随地办公模式；这项政策适用于43个国家及地区125个办事处的逾14万名员工。[16] 随着企业进一步采用此类随时随地办公模式，对云服务的需求或将持续加大。

就行业格局而言，许多技术领域的市场集中度较高，一两家大公司几乎占据了所有的市场份额，云市场也不例外。2019年，前五大超大规模云提供商中，最大的两家占据了总收入的78%；同年，最大的芯片公司占据了数据中心半导体总收入的82%。[17] 至少到目前为止，市场集中度并未因新冠疫情而进一步提高；事实上，虽然新冠疫情下云市场增速迅猛，但领先超大规模云提供商的市场份额却略有下降（下降了一至三个百分点）。基于过往的技术发展历程，从长期来看，随着经济增长恢复常态，市场集中度似乎有可能再次提高。在规模经济效益下，虽然未必出现“赢家通吃”的局面，但或许会迎来“赢家多吃”的市场。

全球超大规模云服务市场可能与中国走向“脱钩”，中国云提供商主要服务于中国市场，而世界其他地区则主要由美国超大规模公司提供服务。根据有限的数据，截至2020年9月，中国超大规模云市场的增速似乎超过了世界其他地区，我们预计即便脱钩不会加剧，也将进一步延续。[18]

值得注意的是，除了受疫情影响之外，云迁移的需求由来已久。灵活消费模式，也被称为“一切（或万事）皆服务”，已然成为各行业企业日益重要的战略转型方向。虽然这一市场并不单单依赖于云，但云是一项重要驱动因素。截至2018年，“一切皆服务”的市场规模接近940亿美元，根据疫情前的一项预测，到2024年市场规模将超过3400亿美元，五年内复合年增长率达24%。[19] 疫情可能会加速灵活消费模式的增长，但即使在后疫情时代，致力于云转型的行业参与者将更具财务可预见性，数据聚合的单位成本更低，并将进一步增强与客户的关系。已将业务转型为“一切皆服务”模式的公司在消费者和投资者中大获成功，不仅挑战了传统估值，还令那些固守传统商业模式（如永久许可和长期合同）的行业参与者压力倍增。[20]

小结

为了推动持续增长，云提供商可采取以下几项举措。

俗话说，“欲戴王冠，必承其重。”高于预期的增长固然是好事，但为了保持增长，云提供商可能会面临更多的资金支出。2019年，超大规模资金支出（包括信息技术基础设施和实体基础设施支出）超过了1,200亿美元。[21] 随着收入持续增长，超大规模资金支出或将继续以两位数增长，到2022年达到1,500亿美元。此外，不仅仅要加大资金支出上的投入。对于云提供商来说，人工智能应用程序和开发工具是吸引和维护企业客户的关键，因此也须加大投资或开展收购。[22]

此外，随着基于云的企业工作流程占比从约三分之一增加至约三分之二，且上云速度较预期更快，关于隐私和安全的担忧亟待解决。例如，在疫情期间，医疗行业一直是最快上云的行业之一，因此可能更容易面临新的漏洞风险，尤其是在未有效实施云迁移的情况下。正如《Healthcare IT News》所述：“虽然云计算可以更好地优化医疗资源的配置，但也会带来重大风险，尤其是在云部署速度过快，信息安全人员难以及时开展有效尽职调查时。疫情过后，这一趋势仍将持续很长一段时间。”[23]

超大规模云提供商的一个新兴发展领域是智能边缘。智能边缘将计算能力，特别是人工智能计算能力部署在终端用户附近（通常在50公里以内），而非集中化的数据中心。智能边缘并不会取代企业和超大规模云数据中心，而是提供一种跨网络任务分配方式，旨在提高及时性、互联性和安全性。[24] 在智能边缘模型中，以往上传至数据中心的大部分数据无须再进行传输，而超大规模云提供商需将这些数据回传至中心云，用于数据分析和人工智能培训，并确保数据访问不会中断。云提供商的另一个目标是开发垂直应用程序，由于延迟需求和其他因素，这些应用程序必须部署在边缘。超大规模云提供商可建立合作关系，以有效开展数据传输和应用程序开发。[25]

对于云用户而言，在进行云迁移时应着重考虑以下因素：

云迁移策略。云迁移不只关乎于向云端迁移，还涉及持续的创新，确保借助云以降低成本，并创造新的机会。疫情之前，云迁移已经牵涉复杂。即便单个应用程序也可能关联多项业务流程，并对供应商、资产负债表和监管合规造成影响，而且不同的利益相关者可能有不同的动机和期望。一个简单的流程往往会导致目标冲突、依赖关系损坏以及成本超支。在后疫情时代，所有因素将更加错综复杂。在云迁移的过程中，关键要务是确保“在不中断业务的前提下，为市场带来颠覆式革新”。[26]

云、安全和新冠疫情。如上所述，云用量的增加意味着更多的网络攻击事件，因此安全性比以往任何时候都更加重要，尤其在新冠疫情大幅推升云用量的背景下。根据2020年4月一项针对安全专业人士的调查，94%的受访者认为疫情会加剧网络威胁形势。近四分之一的受访者表示，与日俱增的威胁需要“引起重视且迫在眉睫”。仅15%的受访者认为网络威胁会在疫情过后恢复以往水平，而六分之五的受访者认为长远而言，将不断涌现新的威胁。[27]

云成本和收益。疫情期间，多家企业迅速向云端迁移，其中部分企业的成本急剧上升。一些企业仅仅因为云用量增加，导致成本上涨20%至50%，不包括新应用程序或数据方面的成本。[28] 在云迁移的过程中，复制也会产生成本，企业需同时为云端、遗留系统以及两者间的数据同步支付费用。[29] 未来，企业应考虑成本规划（如通过折扣节省保留实例的费用），从而减少因仓促部署而导致的昂贵修复费用。成本管理系统也有助于费用管控。为了进行成本效益分析，企业可使用云价值计算器来评估当前状态与未来潜在机会之间的差距。这有助于优化基础设施，提高员工生产力，并增创业务价值。[30]

全新价值机遇。向云端迁移不仅可促使企业稳健恢复，还有助于它们在疫情后全面反弹，不断提升韧性、促进业务连续性，继而开启新的发展并提供新的服务。未来，云将有益于推进协作、自动化、规模化、创新和敏捷性等。[31] 以创新为例，在德勤2018年一项调查中，三分之二的受访者表示，云将助力他们全方位运用最新技术。[32] 另一项研究显示，93%的受访公司通过云来满足部分或全部人工智能需求，从而减少了在基础设施和专精知识上的投入。[33]

在新冠疫情的推动下，企业纷纷上云，云市场有望迅速从危机中反弹，实现更加强劲的发展。随着云用量的增加，云提供商和生态系统其他参与者有机会不断发展壮大，而云用户则可做出新的尝试，依托云平台增创价值。云已经不仅仅是一种计算方法；在不久的将来，上云将成为各类业务的标准操作流程。

云与可持续发展

许多权威人士和组织，如世界经济论坛[34]和经合组织[35]，都呼吁在疫情之后启动“绿色复苏”。从这一角度而言，云计算有助于迈向更加可持续的未来。

2018年，云计算公司因能源消耗而屡遭诟病，甚至被冠以“耗能大户”的名号。然而，近来有文章指出，这些担忧有失公允。2010年至2018年间，云计算产能增长了600%，而其能源消耗仅增长了6%。[36]

此外，云计算不仅产能高、耗能慢，而且能源用量通常比非云计算更低。平均而言，如将办公室应用程序部署于公共云，则每位员工每年二氧化碳排放约为6至7千克；如使用非虚拟化本地部署方案，则每位员工每年二氧化碳排放达到近30千克。[37] 在消费领域，截至2019年，观看一部两小时的Netflix电影，仅消耗Netflix及其发行合作伙伴8瓦时的能源，[38] 远远低于开车或乘坐公共交通去电影院所消耗的能源。

衡量云计算环境的关键指标是电能使用效率，云计算在这方面已经取得了长足的进展。大型数据中心的年均电能使用效率在13年内下降了36%，从2007年的2.5下降至2020年的1.59（数值越低越好）。超大规模数据中心则表现更佳，电能使用效率大约在1.1至1.2之间。[39] 鉴于此，近几年电能使用效率的提升已经放缓，超大规模云计算公司和芯片公司正通力合作，尽可能降低电能消耗。

云计算的能源需求呈现出两大趋势。第一大趋势显而易见，如果总体云用量翻番，那么在其他条件相同的情况下，能耗也会翻番。第二大趋势，人工智能在云计算中的占比越来越高。2012年中到2018年，用于前沿人工智能的云计算资源增长了30万倍。[40] 这在很大程度上归因于一种称为机器学习的人工智能，更确切地说，是机器学习的一个分支——深度学习。过去十年，深度学习在云计算中的应用越来越广泛，并拓展了许多新的功能。然而，为了不断优化深度学习，需依托更大的数据集进行训练，这意味着更多的计算，进而产生更大的能耗。来自加拿大的一位人工智能研究员表示："令人担忧的是，机器学习算法通常会消耗越来越多的能源，使用更多的数据，并且需要更长的训练时间。"[41]

为了控制云计算不断增长的能源需求，可采取以下举措：

提高晶体管总体效率。随着时间的推移，晶体管变得越来越小。相较于15年前90纳米制程节点的半导体，如今10纳米制程节点的先进半导体在能效上提高了20至30倍。[42] 未来，我们预计数据中心芯片将变得更加高效。

引进人工智能专用芯片。最初，所有人工智能计算都在通用中央处理器芯片（CPU）上进行。随着时间的推移，数据中心配置了更专业的人工智能专用芯片：图形处理器（GPU，用于训练和推理）、现场可编程门阵列（FPGA，主要用于推理），以及专用集成电路（ASIC，用于训练和推理）。[43] 虽然功耗效率视特定芯片和任务而有所差异，但大体而言，GPU用于训练时的效率是CPU的10至100倍，用于推理时的效率是CPU的1至10倍；FPGA用于推理时的效率是CPU的10至100倍；而ASIC用于训练和推理时的效率则是CPU的100-1000倍。[44] 随着人工智能专用芯片的广泛部署，数据中心的效率将不断提高。

优化人工智能专用芯片。用人工智能专用芯片取代CPU，可提高人工智能的功耗效率，但人工智能芯片技术目前仍处于初步发展阶段。例如，Nvidia推出了新一代人工智能GPU Tesla T4，比与其前身Tesla P4相比，在人工智能推理方面的能效提高了一倍。[45]

将部分人工智能处理推向边缘。以往，由于智能手机、摄像头、传感器和机器人等边缘设备缺乏复杂人工智能所需的机载处理能力，几乎所有人工智能都在云端进行。相比之下，2024年的情形将大为不同，到2023年将有超过15亿台设备已配备专门的边缘人工智能芯片（称为神经处理器，NPU）。[46] 随着时间的推移，主要用于推理的NPU将具备更低的能耗：它们往往比数据中心的芯片更加高效，而且无须向云端发送大型数据文件，因而减少了能源消耗。与此同时，边缘人工智能芯片不仅相对高效，而且发展迅速。一家公司表示，现有边缘人工智能解决方案的效率较去年提高了25倍。[47]

尾注

1. Jared Spataro, “2 years of digital transformation in 2 months,” Microsoft, April 30, 2020. The cloud growth figures in the first two paragraphs are from Deloitte’s analysis of publicly reported quarterly financial statements.
2. Wikipedia, “Cloud computing,” accessed November 4, 2020.
3. International Data Corporation, “IDC expects 2021 to be the year of multi-cloud as global COVID-19 pandemic reaffirms critical need for business agility,” March 31, 2020.
4. Business Wire, “Infrastructure and security challenges threaten multi-cloud and edge deployments, new survey from Volterra shows,” March 9, 2020.
5. Wikipedia, “Replication crisis,” accessed November 4, 2020.
6. Eric Jhonsa, “Public clouds are bright spot as IT outlays slow due to virus,” The Street, April 3, 2020.
7. 德勤基于公开季度财务报表所作的分析。
8. Synergy Research Group, “Hyperscale data center count reaches 541 in mid-2020; another 176 in the pipeline,” Globe Newswire, July 7, 2020.
9. 德勤基于公开季度财务报表所作的分析。
10. Sandvine, *COVID internet phenomena spotlight report*, accessed November 4, 2020. In the previous paragraph, the semiconductor growth figures are from Deloitte’s analysis of publicly reported quarterly financial statements.
11. Farhan Ahmad, “FQ3 2020 financial results,” Micron, June 29, 2020.
12. ETF Database, “Cloud computing ETF list,” accessed November 4, 2020.
13. James Bourne, “2020 to be a ‘bumper year’ for data centre M&A—amid Covid-19—as value surpasses 2019 total,” Cloud Tech, April 24, 2020.
14. Dave Vellante, “Cloud computing market remains strong, but it’s not immune to COVID-19,” SiliconANGLE, August 15, 2020.
15. Benedict Evans, “COVID and forced experiments,” April 13, 2020.
16. SightsIn Plus, “Siemens to let staff ‘Work From Anywhere’ permanently,” July 17, 2020.
17. 德勤基于公开季度财务报表所作的分析。
18. 德勤基于公开季度财务报表所作的分析。
19. IMARC Group, “Global anything-as-a-service market to reach US$ 344.3 billion by 2024, organizations undergoing digital transformation facilitating growth,” press release, accessed November 4, 2020.
20. Deloitte, “XaaS models: Our offerings,” accessed November 4, 2020.
21. Synergy Research Group, “Hyperscale operator spending on data centers up 11% in 2019 despite only modest capex growth,” March 24, 2020.
22. Stephanie Condon, “Google expands its Cloud AI portfolio,” ZD Net, September 1, 2020.
23. Mike Miliard, “Hasty rush to cloud hosting during COVID-19 crisis could set stage for ‘cyberpandemic’,” *Healthcare IT News*, June 30, 2020.

24. Chris Arkenberg et al., *Unbundling the cloud with the intelligent edge: How edge computing, AI, and advanced connectivity are enabling enterprises to become more responsive to a fast-moving world*, Deloitte Insights, September 8, 2020.
25. Kelly Hill, "Google Cloud jumps into 5G and telco edge computing with a 'GMEC' vision," RCR Wireless News, March 5, 2020.
26. Deloitte, *Cloud migration*, 2019.
27. Blackhat, *Cyber threats in turbulent times*, accessed November 4, 2020.
28. David Linthicum, "COVID-19 leads to shocking cloud computing bills," InfoWorld, July 31, 2020.
29. Mike Chan, "How to calculate the true cost cloud migration," Network World, February 2, 2017.
30. Deloitte, "Cloud value calculator," accessed November 4, 2020.
31. Deloitte, *In times like these you learn to love the cloud*, accessed November 4, 2020.
32. Gillian Crossan et al., *Accelerating agility with XaaS: Many companies are using IT as-a-service to steer their way to competitive advantage*, Deloitte Insights, 2018.
33. Beena Ammanath, Susanne Hupfer, and David Jarvis, *Thriving in the era of pervasive AI: Deloitte's State of AI in the Enterprise*, 3rd edition, Deloitte Insights, 2020.
34. CB Bhattacharya, "How the great COVID-19 reset can help firms build a sustainable future," World Economic Forum, May 15, 2020.
35. OECD, "Building back better: A sustainable, resilient recovery after COVID-19," June 5, 2020.
36. Steve Lohr, "Cloud computing is not the energy hog that had been feared," *New York Times*, February 27, 2020.
37. NRDC, "Is cloud computing always greener?," issue brief, October 2012.
38. 2019年，Netflix在视频播放上的能耗为 451,000兆瓦时，Netflix用户全年浏览时长达到了1,120亿小时。
39. Rich Miller, "Data bytes: Cloud CapEx, PUE trends, HPC spending, servers on the edge," Data Center Frontier, August 3, 2020.
40. OpenAI, "AI and compute," May 16, 2018.
41. Will Knight, "AI can do great things—if it does not burn the planet," Wired, January 21, 2020.
42. Saif M. Khan Alexander Mann, *AI chips: What they are and why they matter*, Center for Security and Emerging Technology, p. 18.
43. Deloitte, *Hitting the accelerator: The next generation of machine-learning chips*, 2017.
44. Khan and Mann, *AI chips*, p. 23.
45. Nvidia, *Nvidia AI Inference platform*, 2018.
46. Paul Lee et al. *Technology, Media, and Telecommunications Predictions 2020*, Deloitte Insights, 2019.
47. Thomas Lorenser, "Arm Cortex-M55 and Ethos-U55 processors: Extending the performance of Arm's ML portfolio for endpoint devices," Arm Community, February 10, 2010.


13
1:8
175
5
9
12
P
P1
a
5
ø12

5G对健康无害

打破辐射风险的谬论

Paul Lee, Kevin Westcott, and Cornelia Calugar-Pop

随着5G逐步普及，部分民众对其所谓的健康危害心生戒备。他们主要担忧的两点均与5G技术带来的辐射有关。最为普遍的认知是5G会引发癌症，其次则是5G释放的辐射会损害人体的免疫系统，使得新冠病毒趁虚而入，广泛传播。

在我们看来，这两方面的担忧均被过度夸大。我们预测，2021年5G移动网络和5G手机所释放的辐射并不会对任何人的健康产生影响。无论是5G 用户，还是其他任何一代手机的用户，抑或身处移动网络之中但并未实际使用移动设备的个人。新冠病毒感染人数的增长与5G网络的建设普及并无任何关联。

不幸的是，即使大量科学证据表明移动通信技术并不会造成任何不利的健康影响——不仅仅是5G，还包括此前各代移动通信技术——我们预测在许多先进经济体中，有10%-20%的成年人仍会错误地将5G视为其自身潜在健康问题的直接诱因。德勤于2020年5月开展的一份消费者调查发现，14个受访国家的6个国家中，有1/5或以上的成年人认同“我认为5G会带来健康风险”这一表述（图1）。

辐射并非放射

是什么引起了对5G健康影响的广泛担忧呢？其根源可能只是对专业术语的误读和混淆。

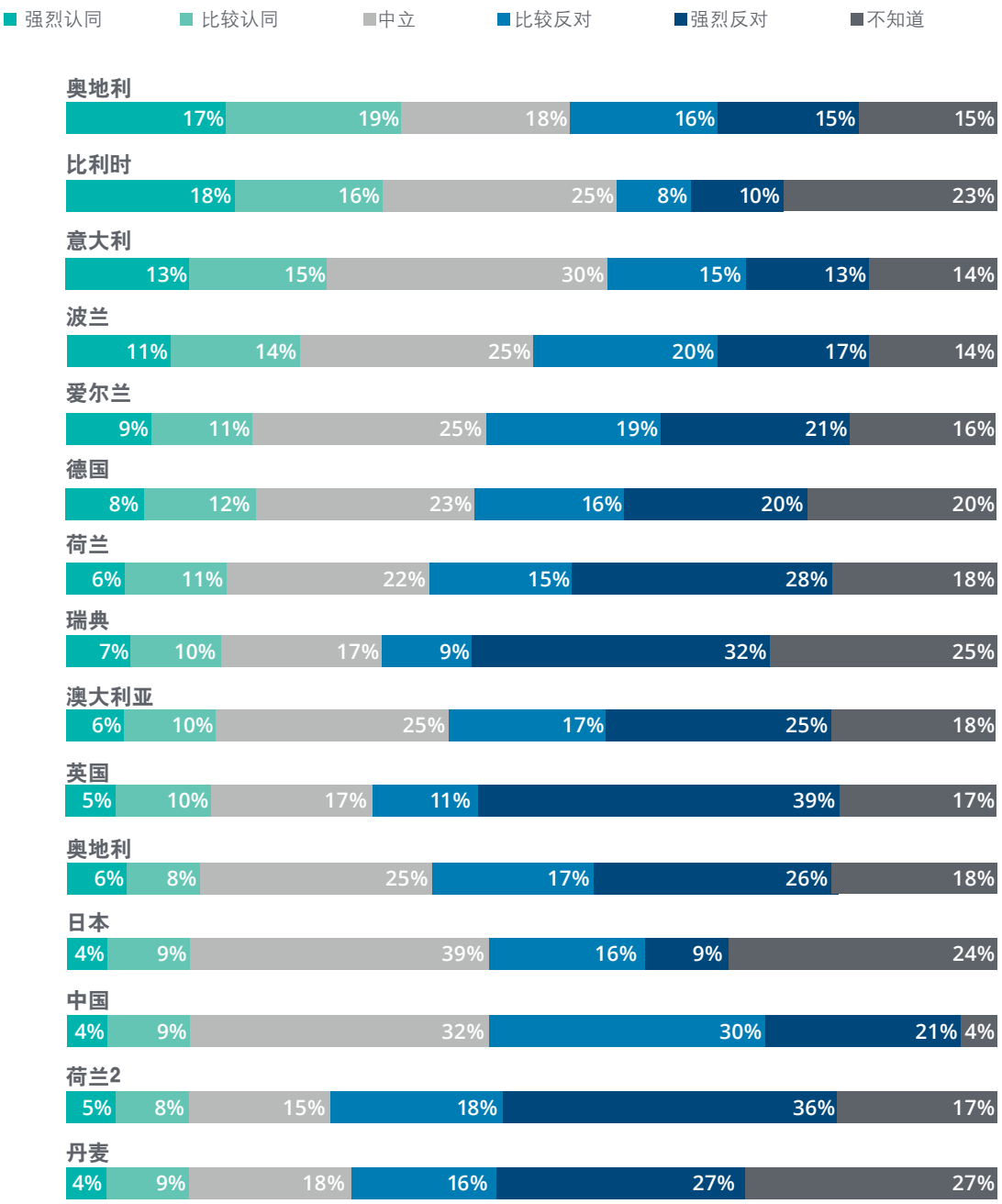
民众普遍以为辐射均具有放射性，然而事实并非如此。人们的误解源于将“辐射”和“放射性”混为一谈，这种混淆从1945年美国向日本广岛和长崎投掷原子弹以来便持续存在。正是由于这两起事件，加上此后75年来多座核电厂事故的影响，“辐射”一词逐渐被错误地与大规模破坏联系在一起。类似地，“辐射”，被误作为“放射性”并与癌症相关联，进一步强化了这一词语具有致使危害的含义。

而事实上辐射本身并不具有放射性。辐射一词的定义只是物体（包括人类、散热器、恒星等）经由介质（如空气或热水）释放能量（热、光或放射性微粒）并被另一物体（人体、平底锅、蒸汽机或任何事物）吸收的过程。因此，辐射涵盖了大部分人常常忽略的日常生活。大部分人经常会暴露在多种不同的辐射之中，其中最常见的便是阳光。

图 1

先进经济体中有相当比例的消费者认为5G会危害他们的健康

认同“我认为5G会带来健康风险”这一表述的比例（按国家划分）



加权基数：年龄为16-75岁、拥有手机或智能手机的个人——澳大利亚（1,915人），奥地利（952人），比利时（1,909人），中国（1,953人），丹麦（518人），芬兰（520人），德国（1,868人），意大利（1,902人），爱尔兰（948人），荷兰（1,953人），挪威（475人），波兰（1,909人），瑞典（903人），英国（3,841人）
资料来源：德勤全球移动消费者调查（全球版），2020年5月–7月

按照这一定义，5G确实会产生辐射，但5G是不具有任何放射性、十分安全的辐射。5G基站和手机，以及5G运行的频率，在2021年乃至整个5G技术的生命周期均极大可能会在安全参数之内良好运作。处于这些安全参数之内的辐射并不会显著提升癌症风险，也不会损害人体免疫系统，因而并不是新冠病毒广泛传播的原因。

无线电波、5G与健康：老味道，新配方

要彻底相信5G及其他蜂窝移动技术的确是安全的，需要了解移动网络和类似的基于无线电传输的服务是如何工作的。

移动手机网络是传统无线电配置的变体。无线电配置中，声音以无线电波的形式通过中心发射器转播至配备接收天线的设备上（事实上，如今“无线电”通常指利用无线电波传播无线电站的内容）。无线电波，亦称为放射频率电磁场（EMF），是无害辐射的一种形式。传统的电视亦采用相同的传播技术——声音和图像通过中心发射器转播至接收天线。

如今，数十亿民众通过发射器网络接收电视和无线电内容，这一网络将全球不同家庭、办公室及车辆的接收器连接在一起。尽管过去十年视频点播内容比例持续稳定增长，全球视频观看总量中，仍将有大部分通过全国性输送网络进行无线发射。

各代移动通信技术，包括5G，均采用类似的基本方式。移动网络由遍布全国的蜂窝基站网组成。这些基站的重要部分，是发射无线电波并通过手机天线接收的发射器。

移动网络、电视台和无线电台产生的无线电波是无害的。在辐射所存在的广泛频谱（被称为电磁波谱）中，无线电波属于频率低、能量极低的一种。这种辐射有时被称为非电离辐射，与X射线、伽马射线以及部分类型的紫外线等频率高、能量极高的辐射形成鲜明对比（图2）。这些类型的辐射被称为电离辐射，因其具备足够大的能量，可将电子从原子分离，从而破坏DNA，可能会引发癌症。

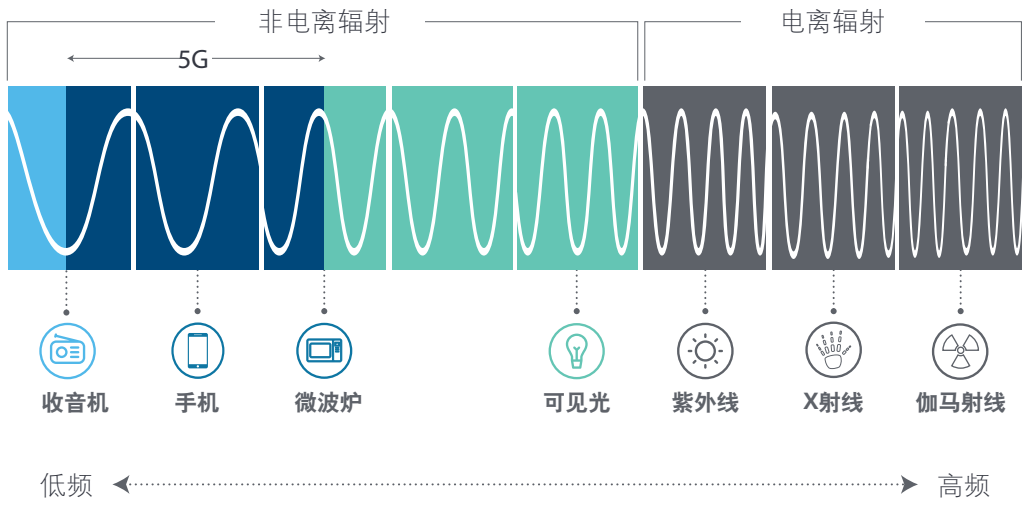
诚然，无线广播和电视与移动通讯技术的一个区别是接收设备亦可用于发射，但这不完全属于新的功能。对讲机的首次使用是在20世纪40年代，而手机网络虽然在设计上可覆盖整个国家并用于人与人之间的通话，其工作原理也基本相同。

另一细微的差别是各发射器的发射范围。对电视而言，如今使用的大部分发射器的发射范围为65到90公里。[1]调频无线电的发射范围最高可能达到45公里。[2]相比之下，移动通信塔发射装置的发射范围通常为50米到20公里之间，大部分均为发射范围小于500米的低范围发射器。总体上，随着基站数量的增加，每个基站的平均覆盖范围在逐渐变小，大部分新增基站的覆盖范围远比旧基站要小得多。在5G网络建设普及的背景下，蜂窝半径可能小至10米（称为小型蜂窝），发射功率为10毫瓦。[3]（降低蜂窝半径的原因是提高下载速度或每平方公里的用户数量，从而提升网络性能。）若采用小型蜂窝，基站可变得足够小，能够安装在墙上或挂在路灯上。[4]随着蜂窝半径的减小，所需要的发射功率亦会降低。

之所以提及这些相似之处，是为了表明移动通讯技术，包括最新的5G标准，均仰赖过去数十年来一直在使用的同种信号发射方法。内容被创造出来，通过无线电波转播，然后被接收——超过100年来，人们一直在采用这一技术无线传播内容。

图 2

5G产生的无线电波处于电磁波谱的低端



资料来源：SCAMP/伦敦帝国理工学院/欧洲广播联盟

正如这一技术本身，民众对于无线传输的健康影响的存在担忧并不新鲜。过去，有部分人曾担心早期移动网络及其他类型无线网络的影响，主要为无线区域网路（Wi-Fi）和陆上集群无线电（TETRA，一种常用于紧急服务的私人无线电通信网络）。在更久远的过去，一部分人还曾担心电视发射器释放的气体对健康产生的影响。[5]

几十年前，一个普遍的担忧是手机可能引发脑癌和皮肤癌的风险。然而，这一担忧被证明是毫无根据的。2019年一份针对澳大利亚脑瘤病例与手机使用之间的关联的研究发现，自20世纪80年代以来，脑瘤发病率并没有增长。研究人员分析了1982–1992、1993–2002及2003–2013年期间的数据，覆盖模拟蜂窝网络（1G）、2G、3G和4G早期等各代移动通信技术，得出的结论是："从2003年到2013年手机大量普及期间，各类脑瘤病例的发病率（包括神经胶质瘤和恶性胶质瘤）并没有增加。"[6]至于皮肤癌，一项在2018年开展的针对1995年至2017年医疗研究的审查发现，"整体评估显示，手机辐射对皮肤疾病的影响较弱，没有统计学意义。"[7]单是这些皮肤癌研究便包含392,119个人的数据，样本数量十分庞大。

5G的不同之处在于，无论有意还是无意，其健康影响方面误导信息的传播方式较之过去任何时候都更为广泛多样，因为人们分享真实或虚假信息的能力变得比以往任何时候更强。许多相信5G可能会对他们造成伤害的人被灌输了这种理念，最典型的莫过于通过社交网络中耸人听闻却又似是而非的传言。

极低功率，极低风险

当然，非电离辐射并非总是完全无害。 可见光是最常见的非电离辐射形式，其能量水平高于无线电波。过多的可见光，或者甚至无线电波，可以产生热量，极端情况下会造成烧伤和身体组织受损。然而，移动网络所产生的射频辐射功率受到了有效控制，因此对消费者而言基本没有任何风险。

移动通讯技术（包括5G）的发射功率远远低于电灯、电视、无线电塔甚至太阳光一天的量。此类功率以瓦为单位计量，1瓦属于极小的能量量级。在2021年及可预见的未来，手机的发射功率最高为2瓦，取决于手机的使用年限；最低可低至0.001瓦，今年在用的绝大部分手机最高为1瓦。相比之下，已经使用了数十年的民用波段无线电，其发射功率最高为4瓦。[8]

正如汽车行驶，距离越短，所需动力越小。手机放在耳边或口袋中对人的影响最大，而放置在使用者附近桌子上的手机或扬声器，其辐射水平会变低。智能手机在离基站相对较远时，发射的功率会更高，但多数智能手机均主要在室内使用，且基本会连接距离仅数米之外的无线路由器（实际上属于微型基站）。所有这些情况中，发射的功率量级均极小，远远达不到造成伤害所需的量级。此外，智能手机因电池寿命的延长机制，只在发送或接收数据时才会产生发射功率。

移动网络基站所产生的功率同样很低。一个基站的发射功率从单个小型蜂窝的0.25瓦（通常为室内，小范围覆盖）到少数5G基站的200瓦[9]不等。[10]更具代表性的，则是一个具有最大覆盖范围的室外基站功率输出为10到100瓦之间。而覆盖范围通常为数百米或更小的室内基站，其输出功率会更小。[11]

正如手机一样，基站的功率水平随着与发射器距离的增加而降低。一个人与位于30米高处的5G宏蜂窝基站距离100米，则其所吸收的功率将会小于1毫瓦（千分之一瓦）。[12]当其直接靠近支持任何一代移动通信标准（不仅是5G）的基站时，可能会超出暴露限值。[13]但是这些区域对公众而言是难以接近的，有时是由于高度（20米高，大站点更高）、位置（通常在建筑顶端）或设计（相关设备被封闭隔绝）等原因。而对于室内基站，只有靠近发射器达到几公分的距离时才会导致过度暴露。

随着基站部署数量的增加，其平均广播发射功率在逐渐降低，基站与用户的距离越来越小。1G和2G网络的发射器平均功率远高于4G和5G网络所使用的发射器，原因是其覆盖范围更广，各方向的覆盖半径常常达上百公里。相反，位于城市中心和其他人口稠密区的4G和5G基站可能仅覆盖100米的范围。

在此，有必要再次强调1瓦功率的微小程度。白炽灯泡通过加热灯丝使之发光从而发射光线，其功率在25到200瓦之间。在室内环境下，人与灯泡的距离

可能会小于半米。与一个25瓦灯泡处在这一距离的人，其受到的辐射量比距离较高功率的5G基站10米（异乎寻常的近）的人要高出成千上万倍。[14]这并不仅仅只在2021年，任何时候均是如此。类似地，人们从调频收音和电视广播吸收到的射频暴露，亦比移动网络基站高出五倍。[15]电视和调频收音所使用的广播发射器功率可高达100,000瓦。[16]而对于调幅收音，其发射功率可达到500,000瓦。[17]

自19世纪80年代以来，人类已经与白炽灯泡及其产生的辐射长期共存，并没有出现任何已知的有害影响（当然，触摸正在发光的灯泡造成的烧伤除外）。至于广播功率，首个电视台于1928年开始播放节目，[18]而第一个商用无线电台于1920年启动[19]，然而至今为止，并无任何可信的事件报道表明有人曾因这些站台产生的辐射而受到过伤害。

相比此前各代移动网络，5G甚至更加安全

2021年，对移动网络的健康影响感到担忧的消费者可能最担心5G这一最新一代移动技术。然而在某些方面，5G对健康的潜在影响甚至比此前各代移动技术还要低。

5G在设计上使用的功率比此前各代技术更低，因而释放的功率也更低。这得益于5G标准所采用的新型先进无线电与核心架构，5G网络可协助5G设备最大限度降低功率发射水平。[20]5G基站亦可在没有活跃用户时（例如晚上）切换至睡眠模式。而4G网络并没有这一功能，其在覆盖范围内没有用户时还会继续发射控制信号。[21]

同时，5G亦融合了一项被称为波束赋形的技术——一种将无线电波聚焦成波束指向用户设备（如智能手机）的方式。这种方法相当于将手电筒光聚焦成束指向一个目标，使无线电波聚焦在设备上。这不仅能提高连接速度，亦能较此前各代移动网络更有效地降低无线电波暴露，[22]而此前的网络常将无线电波散射成一个广阔的弧，类似于汽车的前灯。

有人可能会将波束赋形相关的风险与工业级激光束混为一谈。制造级激光束的功率是常见激光笔的一亿倍之高，能够融化钢铁。[23]而5G网络中波束赋形所耗用的功率则无关痛痒。

最后一点，监管机构（如英国通信管理局）在2020年对5G站点进行的测试发现，这些站点的EMF辐射值处于国际非电离辐射防护委员会指引所规定的水平之内。[24]国际非电离辐射防护委员会是独立的科学委员会，总部位于德国，合作机构包括世界卫生组织、国际劳工组织和欧盟委员会。所测试的22处站点中，EMF辐射值最高为可接受水平的1.5%——换言之，较可接受水平低98.5%。大部分被测试的站点均支持四代不同的移动技术，即2G、3G、4G和5G的组合（在许多市场，仅支持5G的基站仍相对少见）。这些所有站点中，5G对EMF测量值的贡献度最少。22处站点的19个站点中，5G波段值最高仅不到国际非电离辐射防护委员会可接受水平的0.01%。

5G与新冠病毒的扩散

关于5G对健康的影响，2020年一个广为传播的谬论是5G的建设普及与新冠病毒的扩散之间的所谓关联。[25] 实事求是而言，5G不可能会传播新冠病毒，这种说法根本是无稽之谈。新冠病毒是通过人的呼吸道分泌物进行飞沫传播的，而任何病毒均不会通过无线电波进行扩散。

关于5G与新冠病毒的另一个误传是，5G会释放弱化人体免疫系统的辐射，使人更容易生病。[26] 这同样也是无中生有。

2021年，民众对于5G与新冠病毒之间的关系的误解很可能将与2020年一样普遍深入。英国通信管理局于2020年6月底开展的一项调查发现，29%的受访者在过去一周接触过关于新冠病毒的虚假或误导性信息。[27] 最常见的话题是“将新冠病毒的源头或致因与5G技术联系在一起的理论”，有21%的受访者曾遇到过。2020年初关于5G的误导信息甚至更加盛行——英国通信管理局于2020年4月10-12日期间开展的一项调查发现，有半数受访者看到过关于5G的虚假或误导性言论。好的一面是，这些受访者知道那是误传。[28] 而不好的一面在于，大部分人 (57%) 在遇到到他们认为是误传的信息时并未采取任何行动。



小结

我们的调查显示，多个市场的民众对5G带来的益处的了解处于较低水平，截至2020年年中，最高有三分之二的成年人表示他们整体上对5G的了解并不充分。而在女性之中这一比例甚至更高，达到四分之三。年龄较大的用户群体更是对此缺乏认识。

绝大多数情况下，我们希望通过广泛提供易于获取、全面深入的5G相关信息，让消费者清楚了解5G及其他无线技术的运作方式，从而使其安心使用这些技术。移动通信运营商、移动手持终端提供商、电信监管机构、政府传播机构，以及科学广播节目和视频点播平台可联合起来，合力应对民众对5G的误解大潮。尽管可能会造成商业方面的影响，企业与监管机构亦可开展合作，共同限制误导信息的传播渠道。

5G的宣传活动如何才能取得成功呢？条件之一，是需要同时采取主动应对和被动响应两种方式。宣传活动需要面向所有不同类型的用户，不能仅限于具备一定科学知识基础的人群。对于相关误导信息，需要采用与之相似的宣传口径予以应对。标题要与标题对应，对虚假言论的反驳要采用相似的渠道和语言进行表达，经由知名人士扩散的误导信息应通过由其他知名人士发布信息予以回击。可邀请基于显著社交媒体影响力而具备市场营销关系的名人担当宣传活动的代表人物。具有广泛市场覆盖率的电视剧可融合讨论和解释5G相关问题的剧情。若不采取此种广泛传播且易于获取的方式，事实往往会被视而不见。仅仅只发布一条国际非电离辐射防护委员会的链接是远远不够的。

宣传活动亦不应只向人们解释5G为何是安全的，还应让人们了解5G的积极应用——如极大提升日常使用的手机应用（网上浏览和地图导航）的速度等。通信公司亦可宣传5G如何使其他主流应用（如汽车驾驶）更加便捷和安全。（汽车可向制造商提供定期状态更新，包括视频画面，使其能够更快速地发现问题。）电信行业亦可展示通过4G已经实现且消费者如今已经十分依赖的多种不同应用。

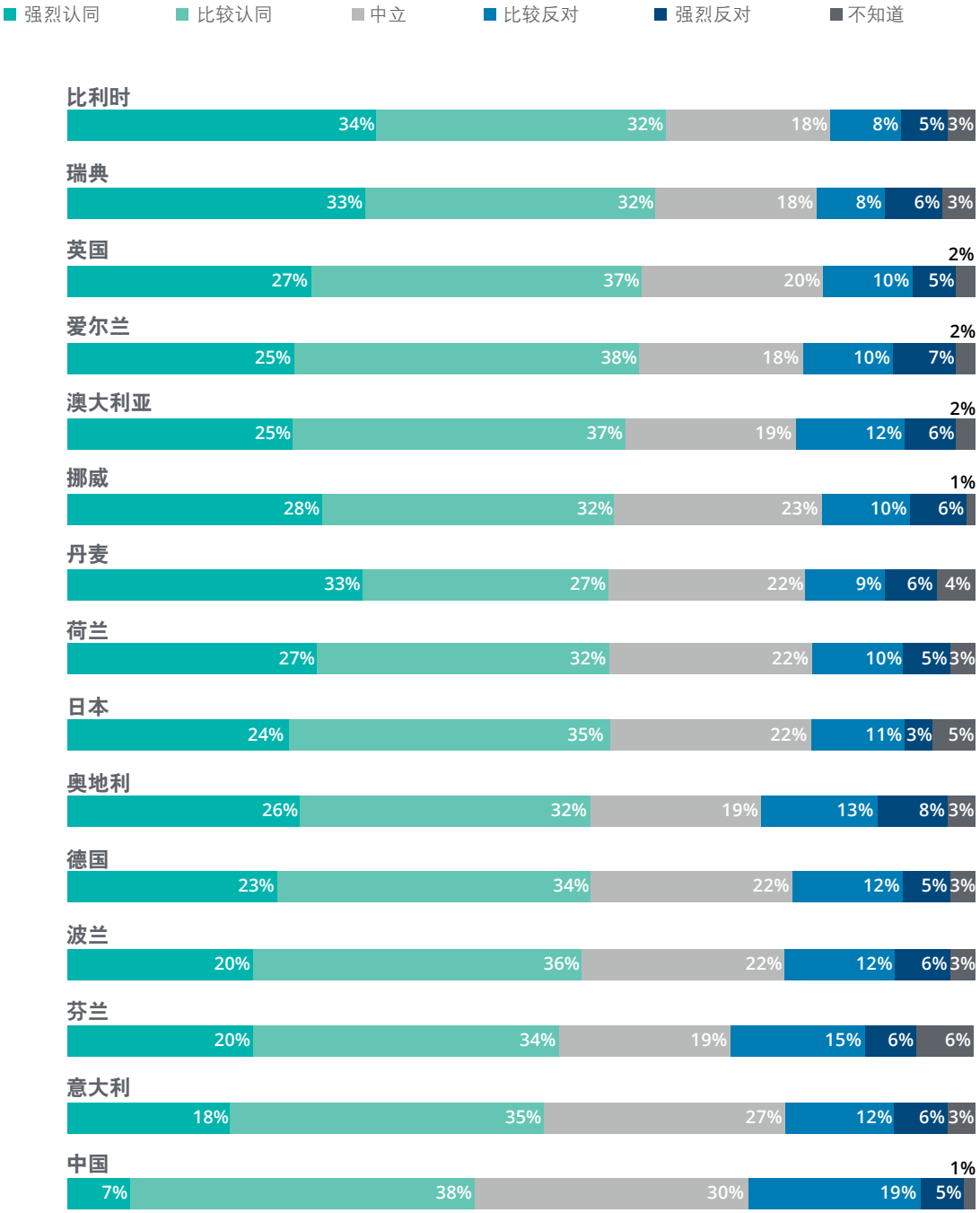
同时亦可在社交媒体上开展如何有效防止误导信息扩散的讨论。随着社交媒体成为人们获取新闻信息更为普遍的来源，对信息准确性进行管控同时依然保障言论自由的制约与平衡变得愈加重要。为社交媒体用户提供事实核查的途径，是帮助他们过滤谣言、获取事实的有效方法之一，但不能指望所有用户都会自觉去核实。

让所有人都相信5G是安全的可能并不现实。很可能会存在一小部分人——也许占人口不到1%——依然会相信无线技术不仅是有害的，且相关技术部署是早有预谋，目的是为了造成伤害。不幸的是，虽然过去这些少数观念缺乏广泛扩散的基础，但如今社交媒体为这种阴谋论调提供了发展壮大并迅速传播的绝佳渠道。5G的通识教育要取得成效并消除民众的恐惧，内容需令人信服、保持一致、普遍深入，且亟需立即开始。

图 3

多个市场的民众对5G的了解在处于较低水平

认同“我对5G的了解并不充分”这一表述比例（按国家划分）



加权基数：年龄为16-75岁、拥有手机或智能手机的个人——澳大利亚（1,915人），奥地利（952人），比利时（1,909人），中国（1,953人），丹麦（518人），芬兰（520人），德国（1,868人），意大利（1,902人），爱尔兰（948人），荷兰（1,953人），挪威（475人），波兰（1,909人），瑞典（903人），英国（3,841人）
资料来源：德勤全球移动消费者调查（全球版），2020年5月–7月

尾注

1. Wikipedia, “Television transmitter,” accessed November 3, 2020.
2. PCS Electronics, “HQ FM/TV transmitter superstore: How to start guide,” accessed November 3, 2020.
3. 欲了解关于小型蜂窝的更多信息，请访问：https://www.telit.com/blog/5g-networks-guide-to-small-cell-technology/
4. 超小型基站亦被称为飞蜂窝，稍大一点的基站为微微蜂窝、微蜂窝和宏蜂窝。随着各代蜂窝技术的发展，基站设备正在逐渐变小。
5. Rod Panter, “Electromagnetic radiation from TV and mobile phone towers: Health aspects,” *Current Issues Brief* 26, Parliament of Australia, 1996–97. For the previous statement that television transmitters have been delivering content wirelessly for more than 100 years, see Wikipedia, “History of radio,” accessed November 20, 2020. The first radio broadcasts started in November 1919, in The Hague, Netherlands.
6. Ken Karipidis et al., “Mobile phone use and incidence of brain tumour histological types, grading or anatomical location: A population-based ecological study,” *BMJ Open* 8, no. 12 (2019).
7. 欲了解关于该方法的更多信息，以及相关结论的更多详情，请访问：https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5925203/
8. Media Arts and Technology, “The cell phone technology,” accessed November 30, 2020.
9. Christer Törnevik, “Impact of EMF limits on 5G network roll-out,” Ericsson, December 5, 2017.
10. Kurt Behnke, “Is this anything to worry about? 5G health issues explained,” Grandmetric, March 26, 2019; Kenneth R. Foster, Sachiko Kodera, and Akimasa Hirata, “5G communications systems and radiofrequency exposure limits,” *IEEE Future Networks* Tech Focus 3, no. 2 (2019).
11. 需要注意的是，衡量功率输出的标准有两种：有效辐射功率（ERP）和实际辐射功率。100瓦ERP约相当于5-10瓦的实际辐射功率。
12. Behnke, “Is this anything to worry about?”
13. Ericsson, “Base stations and networks.”
14. Behnke, “Is this anything to worry about?”
15. 根据世卫组织的数据，这是因为调频发射和电视所使用的频率通常低于移动通讯，分别为约100 MHz、300 MHz-400 MHz及900-1800 MHz及以上
16. Science Direct, “Transmitter power,” accessed November 3, 2020.
17. Ibid.
18. Wikipedia, “History of television,” accessed November 3, 2020.
19. Wikipedia, “History of radio,” accessed November 3, 2020.
20. EMF Explained, “Welcome to the EMF explained series,” accessed November 3, 2020.
21. Dexter Johnson, “The 5G dilemma: More base stations, more antennas—less energy?,” IEEE Spectrum, October 3, 2018.
22. 波束赋形亦被称为大规模天线技术

23. National Institute of Standards and Technology, “High-power lasers for manufacturing,” accessed November 3, 2020.

24. Ofcom, “Electromagnetic Field (EMF) measurements near 5G mobile phone base stations,” February 21, 2020.

25. Full Fact, “5G is not accelerating the spread of the new coronavirus,” March 31, 2020.

26. Wasim Ahmed et al., “Four experts investigate how the 5G coronavirus conspiracy theory began,” The Conversation, June 11, 2020.

27. Covid-19 news and information: summary of views about misinformation），英国通信管理局，2020年7月7日。

28. 英国通信管理局针对英国消费者每周新闻接收量调查的第三周数据，回答于4月10-12日。欲了解更多信息，请参阅Covid-19 news and information: consumption and attitudes（英国通信管理局网络调查第一至第三周结果），英国通信管理局，2020年4月21日。


20
2
Ø8h9
Ø12F8
3
10

新一代无线接入网

开放式虚拟化未来移动网络

Naima Essing, Kevin Westcott, Sanket Nesargi, and Jeff Loucks

移动网络运营商在构建并运营大规模、高性能无线网络方面具备卓越的能力。依托高度专业化的无线接入和网络设备，以及紧密集成的专有软件，移动网络运营商为我们提供一系列移动服务，有效连接我们的手机、平板电脑、计算机和其他设备。但由于成本高昂、灵活性不足且供应商有限，移动网络运营商正转而采用以软件为中心的开放式标准化虚拟平台。

诸多移动网络运营商正逐步采用开放式虚拟化核心网络，并取得了显著的运营收益。如今，他们将目光投向了分布式移动边缘网络：无线接入网（RAN）。为了提供5G服务，移动网络运营商须更换或升级现有RAN设备，因而有机会在部署过程中采用开放式虚拟化RAN架构，简称“开放式RAN”。

开放式RAN市场仍处于发展初期。根据我们的估算，目前全球已部署35个开放式RAN，[1] 其中多数为移动网络运营商在未开发地区、乡村和新兴市场所进行的测试。尽管RAN部署起步缓慢，但有望在2021年翻番。虽然这项技术可能需要三至五年时间才能完全成熟，但鉴于其网络设计逻辑以及同运营商需求的战略一致性，开放式RAN的应用将加速推进。

在经济和竞争机制的共同推动下，开放式市场将进一步蓬勃发展，如果发展趋势延续，有望迎来大幅增长。据估计，开放式RAN将以两位数增长率[2]迅速发展，预计到2025年在整个RAN市场的占比将从目前不足1%[3]上升至10%。[4] 此外，如果政府强制要求移动网络运营商更换来自受限制供应商的5G RAN设备，增长率可能会更高。

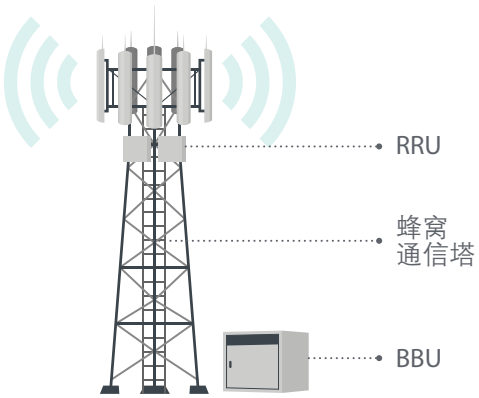
为何选择开放式RAN？

在最基础的层级，移动网络边缘的RAN架构由一个位于蜂窝通信塔顶端的射频拉远单元（RRU或RU）和一个与其通信的位于塔底的基带单元（BBU）组成。RAN采用专有的硬件和供应商定义的通信接口，其以软件为驱动的功能紧密集成在硬件之中。

虽然这些传统系统在移动网络运营商方面运作良好，但却存在诸多弊端。若要升级或调整无线网络，即使是看似细微的更改，也必须更换整个网络中的实体硬件——成本高昂且费时费力。此外，连接硬件的设备和接口因其专有性质，将移动网络运营商与最初为其供货的供应商锁定，难以摆脱既有关系。

图 1

传统RAN架构依赖于专业化硬件和专有软件，成本较高，灵活度低，供应商选择少



注释：RRU = 射频拉远单位；BBU = 基带单元
资料来源：德勤分析。

通过将RAN基带单元虚拟化，同时将RAN无线和基带元件中的专有部分更换为基于标准的通信接口，基于标准的开放式接口能够实现设备的互操作性和多供应商RAN部署。这使得网络运营商在挑选解决方案供应商的最佳组合方面具备更大的灵活性。开放式RAN打开了目前由少数供应商占据主导的市场，新的供应商得以进入，不仅能够降低成本，亦可通过竞争推动更大创新，同时也使移动网络运营商免受少数供应商的制约。[5]此外，虚拟化架构使运营商能够利用软件推动各项网络功能和智能自动化，因此可加速新服务的推出，帮助运营商更有效地管理自身网络，提升网络性能。

开放式RAN并非一个全新的概念。移动网络运营商对开放式RAN架构的探讨已有数十年之久。尽管呼声甚高，但由于技术工程和集成方面的难题，开放式RAN的应用迄今为止一直进展缓慢，备受质疑。同时，对这一术语的大量误解以及现有可用的技术方案选择亦阻碍了应用进程。

然而，随着生态系统逐步发展，合作关系日渐形成，供应商持续加大投入，同时运营商不断开展实验、试用和部署，如今开放式RAN的发展势头正日益增强。过去几年来，通过实验室试验和上线部署等激进实验，开放式RAN与专有RAN解决方案之间的性能差距正在不断缩小，存在的壁垒正被逐步打破。持续上升的资本成本，进一步限制资金灵活性的国家安全担忧，以及政府支持供应商选择政策的推出等因素，亦在加速推动虚拟开放式RAN架构的转变。最后，开放式RAN的发展赶上了多重技术发展浪潮的时机，包括5G、虚拟云、分布式边缘计算和人工智能驱动型自动化等。所有这些因素均有力推动着开放式RAN的发展，使之从一个新颖概念逐步变成现实。

虚拟开放式RAN分类术语

正如在新兴技术中所常见的，开放式RAN分类术语并不固定。工程技术、配置组合以及相关标准方面的持续发展，使得术语的定义时常显得相互矛盾。在此，我们尝试理清术语所需的语言表达，以更好地讨论和理解这一技术。

开放式RAN包含两个基本概念：虚拟化和开放性。

虚拟化RAN将以软件为驱动的功能从基础硬件中分离出来，用低成本通用硬件建造的可编程RAN架构替换特定用途建造的硬件。这使得运营商能够使用单一的虚拟化基带单元支持多个射频，而无需在每个蜂窝站点使用具有固定功能的专有实体基带单元。[6]这些虚拟化架构有助于RAN边缘网络中以软件为基础的服务的动态引进和管理，无须再更换基础硬件。

开放式RAN将虚拟化带上了一个新的台阶，不仅将软件应用从基础硬件设施中分离出来，同时还能将基带元件之间的通信接口——集中单元 (CU) 、分布单元 (DU) 以及射频单元 (RU) ——替换为基于标准的开放式接口。基于标准的开放式接口可使运营商从不同供应商采购射频、基带和软件，并实现即插即用式的互操作性。[7]

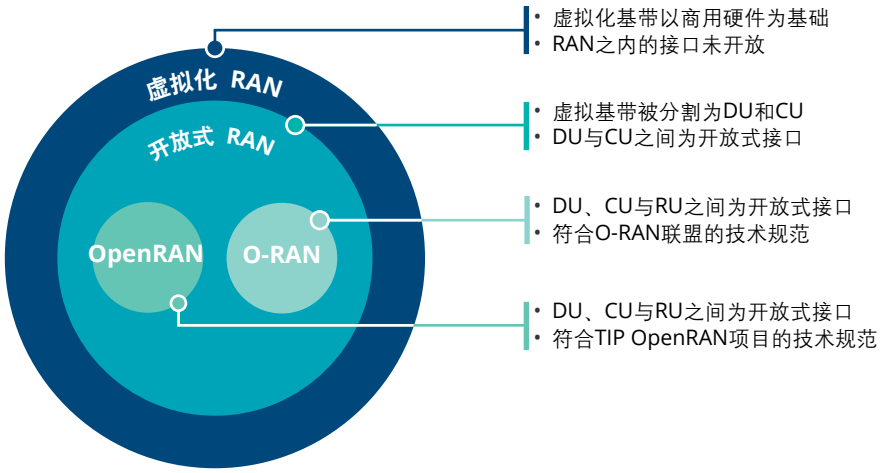
RAN可以是虚拟化但非开放式的。RAN边缘网络的虚拟化和开放是两个独立的决策。运营商可以选择通过将软件功能从基础RAN硬件中分离出来并转移至原生云架构，从而实现RAN的虚拟化，无论其是否开放及标准化通信接口。本文中，我们使用“开放式RAN”一词指代虚拟化的开放式RAN架构，这种架构既能使运营商以虚拟方式灵活管理RAN基带元件，又可选择从不同供应商采购基带硬件和软件组件 (图2) 。

许多人可能认为，虚拟化只是最终实现全面开放所必须的第一步。若接口依然保持封闭并由供应商掌控，新晋者便无法参与进来。

开放式RAN的开放程度亦有不同，且具有多种类型。例如，O-RAN联盟 (倡导O-RAN) 和电信基础设施项目 (倡导OpenRAN，勿与我们所用的“开放式RAN”混淆) 均在推行特定的基于标准的开放式RAN参考架构、标准和协议，意在促进供应商之间的互操作性。

图 2

RAN可以是虚拟化但非开放式的



注释：CU = 集中单元，DU = 分布单元，RU = 射频单元
资料来源：德勤分析。

多种趋同因素正在推动开放式RAN应用

多种主要驱动因素正助力加速开放式RAN的应用，但均存在多重阻碍。

虚拟化RAN架构可降低总体购置成本

虚拟化RAN架构——无论开放或封闭——最具吸引力的价值主张之一，是其降低RAN网络总体购置成本的潜力。这些成本降低来源于多个方面，如：

更低的前期资本配置成本。随着资本密集度持续上升，同时注册用户和收入增长逐步趋缓，移动网络运营商日益将虚拟化RAN视为从根本上改变网络经济的重要手段。5G的建设需要额外增加约三到四倍数量的蜂窝站点，而总体上蜂窝正变得越来越小，可安装于屋顶、路灯及电线杆之上。[8] 要实现5G所承诺的更广覆盖率、更大容量、更高速度和更低延迟，以及克服高频段频谱传播限制的特性，需要达成更大的网络密度。据估计，到2021年，美国需要增加超过200万个5G蜂窝站点，而当前的数量仅为约200,000个。[9] 开放式RAN使运营商能够采用单一的虚拟化基带单元支持多个射频，实现基带功能的汇聚集中，从而有效降低总体硬件成本，同时使设备安装变得更小、更简便、更加节能高效。

虚拟化架构亦能使实体网络投入具有“未来保障”。运营商可在同一实体基础设施的基础上，利用软件升级RAN的性能和功能，以顺应不断变化的市场环境，而无须拆除并更换整个实体系统。

RAN架构接口的开放将带来供应商之间的竞争，能够进一步降低硬件成本。开放式RAN使运营商能在不同的供应商之间做出选择，不仅限于传统电信供应商，还包括硬件制造商、网络规模公司（Webscaler）、原始设计制造商及其他寻求进入这一市场的企业。从任一供应商采购的现成原件更换单个RAN元器件的能力，可有效提升灵活性，同时降低成本，减少系统扩展和维护造成的停机时间。尽管如此，供应商选择增加可带来的成本节约仅仅是理论上的。不少行业专家认为，测试与整合多供应商系统所增加的成本、时间和精力，可能足以甚至完全抵消供应商多样化所带来的效益。[10] 此外，通用硬件的RAN密集处理性能可能难以与定制优化硬件平台相匹配。

更低的自动化运行开支。开放式RAN可有效解决数据流量持续增长和用户期望不断提升之间的矛盾难题，同时还具备减少长期网络运行和维护开支的潜力。以软件为中间媒介的RAN架构，可赋能运营商将运营灵活度和智能自动化水平提升至全新层面，从根本上转变自身的网络管理方式。[11] 借助可编程RAN基础设施，在移动网络边缘的分布式RAN站点推出新特性和功能亦可变得更为简便、更具成本效益。不仅如此，通过开放式接口，这些网络特性和功能还可实现在任何供应商硬件上的有效运行，无须如当前一样派遣工程师和技术人员现场开展硬件整合工作。因此，开放式RAN可有效有减少网络维护、升级和优化所需的大量耗时耗力的工作，而代之以集中管理的轻量化、自动化计算流程。

然而，这种类型的自动化具有多重挑战。要达成此种运营效率，运营商将需要进一步熟练掌握信息技术类系统管理和软件工程方面的能力，效仿云服务提供商开展极速创新，向世界展示如何利用网络平台创造价值。同时，运营商还须采取以服务为导向的业务实践，采用快速开放运营和持续创新与交付(CI/CD) 实践迅速而精准地部署新应用——而在更为传统的RAN部署中，运营商则无须如此。[12]

并非所有运营商均渴望在运营方面采取更为实际的行动。例如，任何可能影响网络可靠性的事物均有可能会使移动网络运营踌躇不前。[13] 为降低这种风险，部分运营商更倾向于传统系统的便利和简单，可以依赖少数可靠的供应商提供经过充分测试的新型电信级解决方案，享受全套部署、维护与整合支持服务。如若出现故障，这些运营商可直接仰仗一家供应商进行修复，而无须识别和分离相关问题，然后从一堆未经验证的小型供应商中找出造成故障的罪魁祸首，而这些供应商还可能会拒不认账，推托责任。

开放式RAN可促进创新

除上述资本支出和运营支出的节约之外，开放式RAN亦可推动创新加速。利用开放式RAN，移动网络运营商在引进新特性和新功能时无须更换网络设备，而可以使用经过白盒测试的软件更新实现变更，极大缩短了升级和创新周期。此外，供应商之间实现互操作性，无需派遣技术人员进行定制化现场整合，从而进一步减少新产品和服务发布的时间、人力和成本。

供应商亦可从开放式RAN中受益，因为市场参与将会开放，准入门槛将会降低。由于实现了互操作性，供应商可开发供多个运营商使用的产品和解决方案，而无须针对具体运营商创造独有的一次性产品。互操作性亦能使供应商专注于其最擅长的领域——硬件、软件或芯片等，无须开发整套一体化端到端系统，从而推动最佳解决方案组合。

可能最重要的，是开放式RAN系统使移动网络运营商能充分利用流经其网络的数据流量获取洞察，以开发进一步提升网络性能的解决方案。开放式接口可促进第三方人工智能/机器学习驱动型解决方案的开发，助力运营商应对带宽密集型应用的持续增长，以及无所不在的网络和设备中流经的大量数据。包括RAN智能控制器 (RIC) 和网络自优化 (SON) 等在内的应用不断涌现，是管理未来网络复杂性的必要和有效工具。终极目标是采用经人工智能优化的闭环自动化技术，通过零接触、全自动化的端到端网络管理及服务协调，进一步降低成本并实现超精细化运营。[14]

开放式RAN创新为运营商提供更多机遇，使其从商品化“无声管道”式网络连接服务提供方进一步演变发展成为交付差异化客户体验的服务者。例如，移动网络运营商可为企业客户提供针对特定用途优化的网络服务。相关例子包括稳定性极佳且具有近实时响应的工厂机器人专用网络，或用于油气管道或油井钻机等大范围资产监控的低功率广域网络。虽然企业是否会考虑——更别提付费——使用此类服务仍有待观察，但这些服务的确有潜力为运营商打开其过去未曾积极参与的企业市场。

利用开放式RAN所实现的创新虽可创造新的收入，但同时亦会带来新晋参与者的竞争风险。尽管当前竞争格局仍以“合作”为主，但开放式RAN之下，网络规模公司（Webscaler）、设备供应商、系统整合商等替代参与者能够更容易地获取新型低成本无线设备，从而颠覆整个移动通信市场。例如，**日本**乐天和美国**DISH Networks**计划采用开放式架构打造低成本替代网络，与老牌移动网络运营商展开直接竞争。**Facebook**启动电信基础设施项目的初衷，亦是希望进一步推广低成本无线设备的使用。

开放式RAN可助力提升供应商多样性，增强供应链安全保障

经过多年合并整合，当前RAN供应商市场主要由五大参与者主导：**华为**、**爱立信**、**诺基亚**、**中兴和三星**。五家公司共占据超过95%的市场份额，其中排名前三的供应商——**华为**、**爱立信和诺基亚**——控制着80%的市场。[15]

市场的高度集中使相关问题成为了美国政治辩论的前沿话题。美国政府劝告和禁止使用联邦资金从可能对国家安全带来风险的企业采购通信设备或服务，相关政策已经限制了许多公司与中国设备制造商的业务。[16]这便将上述五大供应商中的两家（**华为**与**中兴**）直接排除，进一步加剧了市场集中化。此外，2020年4月，美国国务院推出“5G干净网络”计划，所有进入或离开美国国内及国外外交体系的5G移动流量的传输、控制、计算和储存设备均被限制使用不可信的供应商。

采取相同措施的并非只有美国。全球多个政府亦实行了旨在限制使用不可信供应商的计划。2020年7月，英国宣布将禁止新的采购，并要求从英国网络中完全移除受限制的设备。澳大利亚、新西兰和日本亦全面禁止国内5G部署项目采用不可信供应商。

随着限制供应商的国家越来越多，对新方法的迫切要求正使开放式RAN在全球范围内受到更大关注。为推动替代方案，美国政策制定者似乎正日益偏向开放式RAN。他们更倾向于通过市场化进程发展替代供应商，以扩大供应商生态系统，使移动网络运营商拥有更大的灵活性和选择。

对于美国移动网络运营商而言，若贸易紧张局势升级，且国家安全与本土网络提供商挂钩，美国国内缺乏与世界最大型参与者同等量级的“国家代表企业”可能会引发一系列问题。然而，尽管缺少重要的综合性无线设备制造商，美国本土仍拥有一些最杰出的开放式RAN新兴初创企业，包括**Altiostar**、**Mavenir和Parallel Networks**。这些供应商大部分均提供符合O-RAN架构的开放式RAN网络。此外，美国在硬件、芯片和软件供应链生态系统领域还拥有众多最重要的企业。这些企业可相互合作，快速开发出一套端到端电信级开放式RAN解决方案。

行业正就开放式RAN形成统一阵线

通过开放市场和引进竞争，开放式RAN在传统老牌企业和具有前瞻性的新晋企业之间划出了一道分割线。然而，这些新晋企业大部分仍需在市场上站稳脚根。目前，权力的天平被牢牢把握在少数传统供应商手上，且其力量可能还会进一步增强。话虽如此，开放式RAN将会迫使老牌供应商改变自身以硬件为重的业务模式，转向更加以软件为中心的策略，在转型过程中引入新的业务和竞争风险。

这种局面为多项以行业为主导的开放式RAN倡议创造了发展条件，这些倡议意在集合供应链合作伙伴形成生态系统，通过明确、制定和测试相关标准和参考架构，推动开放式RAN的应用。除“第三代合作伙伴计划”（3GPP）定义的标准外，[17] 多个行业组织亦在引领开放式RAN的发展，每个组织均有各自不同的宗旨。比较重要的行业主导型开放式RAN倡议包括：

O-RAN联盟。该联盟于2018年初成立，是一项由运营商牵头的全球性倡议，旨在定义新的无线架构。其主要目标是开放射频拉远单元与基带单元之间的设计和接口，同时也专注推动供应商之间的互操作性。

电信基础设施项目（TIP）。该倡议由Facebook于2016年初发起，目前拥有超过500个成员和12个项目团体。其OpenRAN项目团体专注于在O-RAN联盟架构和接口的基础上打造白盒基带和射频单元设计。TIP的主要目标是发展形成一个生态系统，以在接入、传输和核心网络中全面激励创新，促进供应商多样化，降低部署和维护成本。

开放式RAN政策联盟。开放式RAN政策联盟于2020年年中成立，旨在倡导政府制定政策以助力推动开放式RAN的应用。其成员规模正在持续增长，涵盖运营商、设备制造商、软件开发商和芯片制造商等。

开放网络基金会（ONF）。2020年8月，ONF宣布多项开放式RAN领域的新计划。该组织旨在推动集中单元、分布单元和RAN智能控制器等开放式RAN元件所包含的功能实现开源实施。

从技术角度而言，O-RAN联盟的工作更为基础，能够促进与其他许多组织的合作。TIP于2020年初宣布与O-RAN联盟达成联络协议，该协议将允许两个组织共享信息，并有望防止出现重复工作。2020年年中，电信行业游说组织全球移动通信协会（GSMA）宣布将与O-RAN-联盟合作加速开放式RAN技术的应用。[18] ONF亦表示将携手O-RAN联盟共同开发解决方案。

如同开放式RAN的其他方面，这些组织之间的相互依赖和交互角色十分令人费解。虽然出发点良好，但各种倡议五花八门，各自提供差异甚微的开放式RAN解决方案，亦有可能会导致行业进一步分化。为能交付对多个利益相关方普遍具有吸引力的解决方案，这些不同组织须统筹协调各自工作，向运营商提供可推动其学习并拥抱开放式RAN的简单途径。

开放式RAN供应商生态系统示例

电信生态系统中，规模或大或小的企业，包括一级和二级运营商、网络规模公司（Webscaler）、传统供应商和行业各领域的初创企业，正开始围绕开放式RAN模式联合在一起。部分这些企业包括：

传统RAN设备供应商。这些企业因其对开放式RAN的应用程度不同而差别各异。

- 如：**华为**，**爱立信**，**诺基亚**，**三星**，**中兴**

新晋开放式RAN供应商。多家资金雄厚的新晋企业正专注于以软件为驱动的RAN架构，利用即插即用式跨硬件基础设施大幅改进移动网络的经济性。这些企业的声誉正在逐步提升，致力发展成为开放式RAN变革的主要受益方之一。

- 如：**Altiostar**，**Mavenir**，**Parallel Network**

网络硬件、软件及元器件提供商。许多过去一直以企业为中心的硬件和元器件供应商正在参与开放式RAN行业倡议，积极打造自身的产品组合以满足运营商的迫切需求。虽然这些供应商大多不提供无线技术，但他们不断寻求开展合作，在软件、硬件设备或元器件方面贡献力量，以期共同开发出全面的一体化解决方案。

- 如：**思科**，**富士通**，**IBM**，**NEC**，**三星**，**慧与**，**戴尔**、**联想**

芯片制造商。每一家芯片制造商均提供独具特色的解决方案，其中数家还提供用以推动开放式RAN应用的成套加速器方案。市场对于加大5G RAN芯片解决方案投入的情绪正日益高涨，以期弥补受限与非受限供应商之间的差距。

- 如：**英特尔**，**高通**，**英伟达**，**Marvell**，**Xilinx**

云服务提供商。云服务提供商最初寻求为移动网络运营商提供基于云的虚拟环境服务，用以存放和运行内部应用程序和最终的外部软件定义解决方案。如今，网络规模公司（Webscaler）和移动网络运营商之间日益开展合作，共同提供针对特定用途、以企业为导向的解决方案，如有低延迟需求的网络。随着新晋参与者（如**乐天**或**DISH**）等提供的新型批发无线设备持续涌现，网络规模公司（Webscaler）和云端媒体提供商可能会崛起成为传统移动运营商的有力竞争对手，甚至有可能会采用开放式架构开发竞争性网络，以寻求连接下一批十亿消费者。正是出于这种愿景，加上对高成本电信设备的不满，Facebook牵头启动了电信基础设施项目。

- 如：**Amazon Web Services**，**微软**，**谷歌**，**IBM**，**Facebook**

阻碍与挑战

开放式RAN的应用存在诸多挑战，多与高度专业的技术工程问题相关，不在本章节的讨论范围之内。正在延缓移动网络运营商开放式RAN应用的因素有多种，部分较为普遍的担忧如下：

电信级可扩展性。目前为止，开放式RAN的试验基本限于本地和地区性部署。在规模较小的情况下，开放式RAN整合的复杂性及其对RAN网络功能的负荷能够得到有效管理。一些运营商正在服务设施不完善的地区开展开放式RAN试验，这些地区的闲置投资潜力以及对高性能网络的要求较低，且现有基础设施极少或者完全缺乏。例如在土耳其，**沃达丰**正在与供应商合作，采用灵活方法对软件和设备配置进行快速迭代更新，跟踪关键绩效指标，为达成性能阈值提供佐证，增强信心。

这种架构能否扩展至规模更大、流量负荷更高且性能要求更强的网络仍有待证实。不过，在为数不多的开放式RAN实际部署中，有一个项目已经显示出可扩展性的某些迹象。该项目由日本电商巨头**乐天**负责建设。乐天有望在2021年底前在日本部署完成7,000个开放式RAN站点——相当于一个欧洲中等国家（如奥地利或葡萄牙）的水平。[19] 但是，由于这一网络的注册用户数量相对较少，此项技术能否进一步扩展以支持千万甚至上亿用户仍未可知。

沉没成本。传统RAN的购置总成本，包括基础设备、站点租赁、支持、维护和能源成本，可以说是单个移动网络中最为昂贵的部分，占网络总成本的65-70%。如此便不难理解开放式RAN在成本方面所具有的吸引力。多项调查结果表明，相对于传统蜂窝配置，开放式RAN可降低40-50%的资本开支，以及30-40%的运营支出。[20] 这些调查大部分均列举了**乐天**作为案例，该公司正致力采用开放式RAN架构打造首个规模最大的端到端虚拟化原生云网络。

需要注意的是，尽管购置总成本的论点在绿地环境下（如乐天的例子）可能是合理的，但在已经进行了大量投资的“棕地”环境中，这种量级的成本节约不大可能会实现。其中一个主要原因是， 5G部署是以与现有4G架构的互操作性为基础的，这也是5G所必须的，而4G的封闭式供应商架构却将运营商锁定，只能选择同一家供应商。因此，若要在现有架构下推进开放式RAN应用，运营商将需要更换原有设备，这将极大提高开放式RAN部署的总体成本。[21]

对供应商互操作性的担忧。新的解决方案必须与原有RAN系统展开竞争，而原有的RAN系统均已被充分验证、紧密整合，且专门针对高性能进行设计和优化。尽管开放式RAN可带来更多的供应商选择以及更大的实施灵活性，但亦增加了不同软件和硬件潜在组合之间配置不兼容的风险。每个多供应商端到端解决方案均须在受控环境下进行大量测试，相比传统网络配置，这将耗费更多的时间、人力和成本。

为探索缓解这一问题的方法，多个以行业为主导的倡议（包括O-RAN联盟）均在举办“互操作性测试”相关活动，汇集不同元器件供应商的多元生态系统，开展端到端运营商解决方案的测试、验证和强化，使之亦能够与现有架构实现互操作。一些领先供应商及联合体亦在启动公共实验室，在受控和托管环境下开展互操作性测试和验证。[22]

系统整合。整合的复杂性亦会给开放式RAN的应用带来极大阻碍，原因在于维持现有传统模式的一大益处，是运营商可将实施、升级和维护工作完全交给供应商负责。在当前环境下，发生故障——事实上故障总会发生——的责任是十分明确的。若运营商选择放弃对单一供应商一体化交钥匙系统的依赖，他们必须培养新的能力，以统筹和管理复杂的多供应商RAN部署——这将要求运营商具备内部系统整合能力，或通过供应商/第三方获取相关能力。

尽管只是粗略估计，**乐天**的案例仍使我们有理由保持乐观。在组建自身的绿地移动网络过程中，乐天承担了系统整合的重大职责，统筹协调了至少10家不同供应商，达成了多个行业“第一”。乐天首席执行官最初以为RAN整合将是供应商协调工作中最为复杂的部分，但后来意识到，虽然RAN整合工作极具挑战性，但仅有一成挑战来自RAN本身，其余九成则来自于“各个方面”。[23]

着手推进开放式RAN应用

许多运营商均迫切希望推进开放式RAN应用，同时市场也在快速发展。虽然真正可扩展的商业级解决方案可能仍需时日，但很多人坚信，行业终会攻克其中的技术和工程难关，实现突破。一份2020年年中针对运营商的调查发现，大部分运营商相信5G开放式RAN基带单元的实际应用将会在两年之内出现。[24] 该调查还发现，运营商未必会等到其功能完备、性能相当之时。许多运营商表示，若开放式无线单元能够达到传统一体化系统的八成性能，他们将会乐意接受，尤其是用于服务设施不完善地区的服务。[25]

即便开放式RAN尚未完全可用于大规模商业部署，并不代表企业仍有时间驻足不前。鉴于电信行业的计划周期可长达数年，甚至横跨数十年之久，当下采取行动将会使运营商极大受益。评估自身业务现状，了解企业未来发展方向，同时明确变革路径，如今正当其时。

运营商应着手开展自我学习，深入了解开放式RAN所带来的机遇和挑战。通过参与行业联盟，借鉴已经进行开放式RAN实验和实地测试的企业经验，从而辨明宣传炒作与事实真相，不失为一个好的切入点。运营商亦可与供应商及其他专家交流合作，了解全球运营商的部署趋势，分析相关技术和生态系统成熟度，并根据自身实际评估替代部署方案的总体购置成本。

在工程人员攻克技术难题的同时，运营商可采取果断行动，制定操作实施计划，打造积极创新和持续提升的组织与文化，以支持开放式原生云构架所实现的以软件为中心的新业务及运营模式。运营商要实现开放式RAN的成功过渡，将需要获取新的能力，引进并培养内部人才，同时采用新的工作方式。

正在开展的重大开放式RAN实施与试验

日本**乐天**集团计划在2021年底前完成7,000个站点部署，正在引领电信行业开放式RAN架构转型变革。乐天向来以颠覆式创新而著称，目前正积极利用不同供应商的优势获取网络中的各类零部件，这种做法是前所未有的。[26] 旧有基础设施的缺乏使得部署的风险和成本大大降低。

美国**Dish Network**公司计划打造首个全面开放、符合RAN技术标准的全国性独立5G无线网络。该公司正在遴选能够助其建造这种新型绿地网络的供应商，计划到2023年6月5G网络覆盖70%的美国人口。[27]

沃达丰目前正在英国、南非、莫桑比克、土耳其、爱尔兰及刚果民主共和国广泛开展开放式RAN试验，并针对多种不同无线技术（2G、3G、4G及5G）设定了明确的商业部署时间线。该公司正寻求部署横跨其整个欧洲业务版图的开放式RAN技术，范围覆盖14个国家的100,000个站点和4亿人口。

西班牙电信宣布2020年将在德国、西班牙、英国和巴西开展4G和5G开放式RAN技术试验。这家西班牙运营商将与多家供应商合作，共同开发并在业务覆盖区域部署O-RAN试验。[28] 西班牙电信还在秘鲁拥有多个开放式RAN项目。

德国电信正在与两家供应商合作，基于一个分离的开放式RAN架构开发可编程开放式RAN平台。这项合作是德国电信的“欧洲开放式测试与整合中心”项目的一部分，旨在测试符合O-RAN技术规范的解决方案。

阿联酋电信是阿拉伯联合酋长国的电信服务提供商，目前正在与领先的RAN技术供应商合作启动首个中东虚拟化RAN网络。其解决方案意在将可编程RAN软件元素从硬件中分离出来，这将允许可普遍获得的硬件和服务器平台能够运行RAN软件，从而提升部署的灵活性、可扩展性、敏捷性，以及能源效益。

小结

传统RAN代表了封闭式专有系统的最后堡垒。如果历史重演，开放式RAN将踏上与开放式虚拟核心网络类似的行业转型进程——2013年，虚拟化核心网络的概念应运而生，七年之后的2020年，逾半数行业核心无线网络传输不再依托专门建造的设施，而是采用虚拟化网络解决方案。预计到2023年，超过80%的核心无线网络部署将实现虚拟化。[29] 尽管开放式RAN仍处于起步阶段，但这项技术正日益吸引人们的关注，可能由此发展为一项重大趋势，或将对电信行业带来颠覆性变革。

尾注

1. 德勤对公共可用信息（如新闻稿、公司网站和行业通讯）的分析；分析可能将同一国家的多个部署项目合并，且可能不全面。
2. Dell'Oro Group, "Open RAN market expected to eclipse $5B," press release, September 1, 2020.
3. Ken Wieland, "5G gives RAN market a Q1 boost–Dell'Oro," Light Reading, May 15, 2020.
4. Matt Kapko, "Open RAN set to capture 10% of market by 2025," SDxCentral, September 2, 2020.
5. Thomas Seal, "Huawei Barometer' shows political pressure on 5G rollout: Map," Bloomberg, September 4, 2020.
6. 开放式RAN使基带单元能够从蜂窝站点迁移至虚拟化的集中（集中单元）或分布（分布单元）数据中心。
7. Iain Gillott, "Open RAN integration: Run with it," iGR, April 2020.
8. Pongratz, "Industry voices—Pongratz: Virtualized and open RAN gain momentum," Fierce Wireless, March 6, 2020.
9. 美国无线通信和互联网协会，2018年。
10. 更高的整合成本相关内容将在后文讨论。
11. Open RAN Policy Coalition, "5G and Open RAN security: Next generation trust," June 2020.
12. 为将核心网络的多数传统功能分离至RAN边缘网络，乐天不得不花费大量时间和人力打造一个全新的自动化运营支持系统（OSS），与软件开发商紧密合作转化和丰富IT工作负荷管理技术，以满足电信级网络要求。
13. 近期一份关于网络连接和移动趋势的调查突出强调，消费者最关心提供商的网络可靠性和可用性。见Kevin Westcott et al., Build it and they will embrace it, Deloitte Insights, 2019。
14. Claudio Coletti et al., "O-RAN: Towards an open and smart RAN," O-RAN Alliance, October 2018.
15. Dell'Oro Group, "RAN market returned to growth in 1Q 2020," press release, May 15, 2020.
16. Bevin Fletcher, "FCC 'stuns' RWA with immediate USF ban on Huawei" Fierce Wireless, July 1, 2020.
17. "第三代合作伙伴计划"（3GPP）是一个标准组织，旨在为移动通讯技术制定相关协议。
18. Jamie Davies, "GSMA cosies up to O-RAN Alliance," Telecoms, May 29, 2020.
19. Martijn Rasser and Ainikki Riikonen, "Open future: The way forward on 5G," Center for a New American Security, July 28, 2020.
20. 同上。
21. 乐天成功说服诺基亚开放其光纤网络和无线设备，以Phase 1扩建的管理和维护所带来的收入为交换，以实现开放式RAN。
22. Eugina Jordan, "Open RAN 101—Integration and beyond: Why, what, when, how?," RCR Wireless News, July 23, 2020.

23. Matt Kapko, “How Rakuten Mobile corralled vendors for its open RAN vision,” SDxCentral, May 5, 2020.

24. Gabriel Brown, “The outlook for 5G open vRAN,” Light Reading, May 11, 2020.

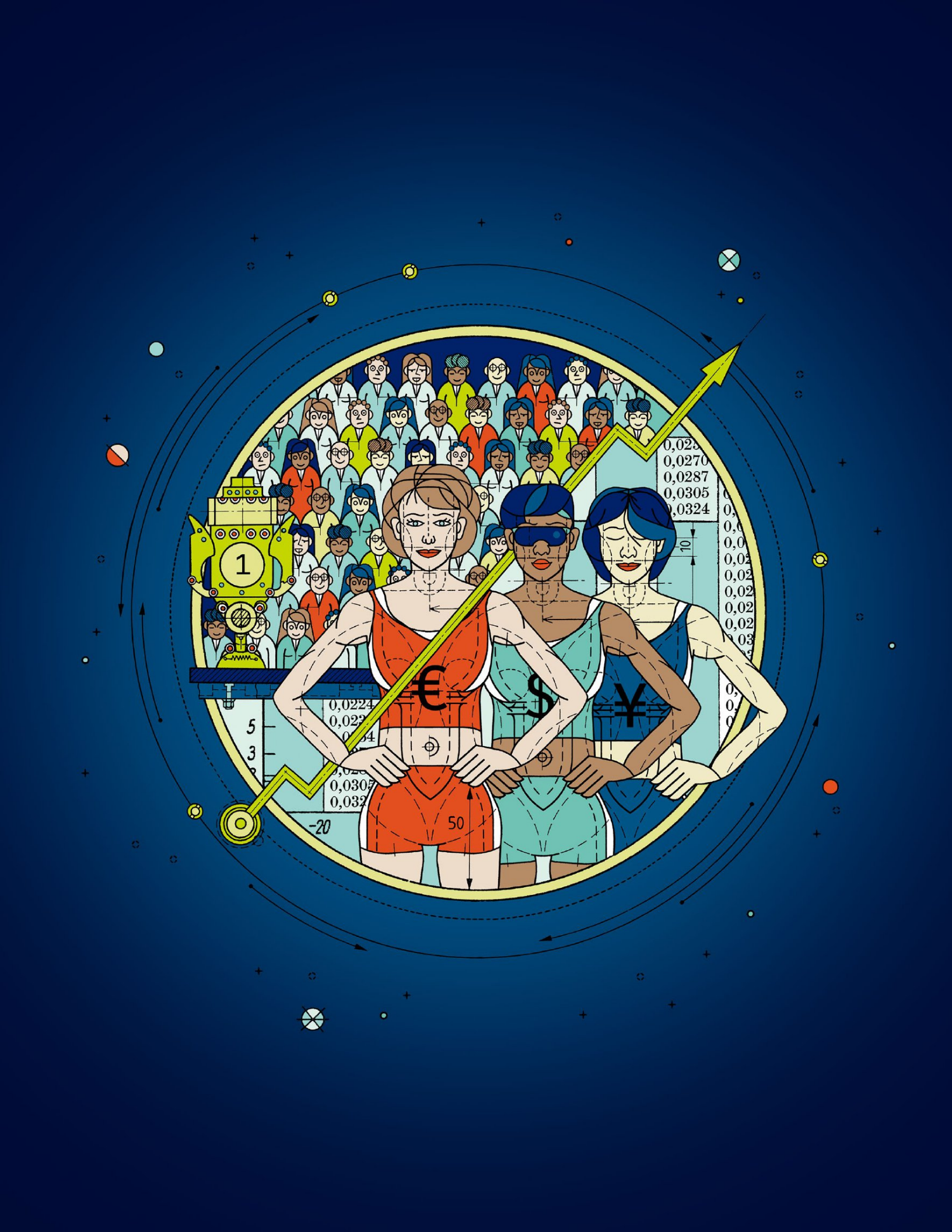
25. 同上。

26. Kapko, “How Rakuten Mobile corralled vendors for its open RAN vision.”

27. Ray Le Maistre, “DISH commits to open RAN for US 5G rollout, enters retail mobile market,” Telecom TV, July 1, 2020.

28. Matt Kapko, “Telefonica wades into Open RAN across global footprint,” SDxCentral, March 18, 2020.

29. 英特尔发言人引述Dell’Oro 2020年1月的调查报告，Telecom TV 演示，2020年6月23日。



1
0,0270
0,0287
0,0305
0,0324
10
0,0224
5
3
-20
50

女子体育的兴起

迈向商业化之路

Paul Lee, Kevin Westcott, Izzy Wray, and Suhas Raviprakash

德勤以往出版的《科技、传媒和电信行业预测》报告中对收录新兴行业的门槛要求是营收至少达到十亿美元级别。从这个角度看，如将全球女子体育行业（除去男女混合体育运动）[1]的电视转播权、赞助、比赛日（实况直播比赛）等营收全部计算在内，并不具备2021年报告的收录资格。

多数女子体育运动，如有电视转播权和赞助营收，通常为数百万级别，甚至多数达不到这一金额。德勤预测，2021年女子体育营收将远低于十亿美元，仅占全球体育业商业价值（男子体育、女子体育和男女混合体育）的一小部分。2018年，全球体育业商业价值为4810亿美元，较2011年增长45%。[2]

尽管如此，我们即将、也需要对女子体育展开讨论，因为根据预测，女子体育未来价值将远超十亿美元。十年来，诸多案例已经显示出，女子体育将能创造大量电视观众，为赞助商创造价值，单次赛事便能吸引数以万计的体育迷观看。体育迷的热情不可小觑：近期一项跨国调查发现，66%的受访者至少对一项女子体育感兴趣，体育迷（其中49%为女性）中，这一数字则高达84%。[3]新冠疫情的爆发加速推进对社会方方面面的根本性评估，其中之一便是对女子体育的认识、宣传和商业化途径。

简言之，只要满足几个特定条件，对女子体育进一步商业化的时机便已成熟。2021年后，女子体育面临的挑战是吸引大量电视和到场（如允许）观众观看多项体育赛事。进而为赞助商创造价值，并将提升市场推广费用和知名度。但实现这一点，整个体育业，包括各联合会、联赛、战队、赞助商及监管者在内需要持续投入，为女子体育创造更多机会以证明其商业价值。

尽管困难重重，女子体育已初获发展

女子体育赛事已多次显示其巨大的市场吸引力及商业化潜力。

这一情况在过去发生的频率并不高。某些情况下，女子体育因人为限制无法持续发展。拿英格兰女足举例，1920年，53000名观众观看了Dick Kerr俱乐部战胜St Helen俱乐部的联赛。1921年，英

格兰足球总会表示：“女性不适合踢足球，不应该鼓励女足发展[4]”，据此禁止女足球队使用其注册俱乐部的场地踢球。此禁令直至1971年才取消。

然而，女性早已在多项运动中崭露头角。例如，1900年奥运会是首次允许女性参加的奥运会，997名运动员中有22位是女性；到2012年，美国和加拿大奥运会队伍中的女性数量均已超过男性。[5]而1967年才有女性首次参加波士顿马拉松赛，距其首次举办已经过去了70年。[6]几年内便有女性首次以不到2小时30分钟的用时跑完纽约马拉松赛。[7]

就男女赛事所受市场支持相对平等的体育项目而言，二者商业影响力也大致相等。网球无疑是最佳示例，法国网球公开赛为男女赛事设置了相同金额的奖项。在美国，法网公开赛作为付费电视订阅和广告营收的主要推动者，其女子网球的电视收视率略高出男子网球。实际上，网球是2019年唯一一项女性运动员跻身全球体育明星排行榜前100的体育运动。

十年间，女子体育一次又一次显示对观众的高度吸引力。这促使电视转播权和赞助合同的关注度进一步提升。相较男子体育，这些交易的金额并不高，但却呈现持续上升的态势。值得注意的是，男子体育也在过去二十年间取得了迅猛的发展。

我们预计，女子体育显示相似的增长潜力，尤其在女子体育收视上尚存兴趣增长空间。这一潜力的实现将推动女队和赞助等投资增加，进而鼓舞更多女性角逐最高赛场。

营收来源

精英体育营收主要有三大来源：电视转播权、比赛日上座及赞助。

电视转播权：女子体育收视率不断增长

电视转播权是大型体育赛事主办方的最大营收来源。由于转播权的价值，不论是广告还是订阅收入，主要由观众数量决定，因此电视转播的女子体育要进账大笔营收，必须拥有大量的观众群。尽管相较男子体育，女子体育转播数量较少，但幸运的是，多项女子运动项目转播正在不断显现其巨大的市场吸引力。

截至今日，女足拥有最大的电视观众群。2019年法国女足世界杯收视率创下历史最高——9.93亿人观看了电视转播，4.82亿人通过数字平台观看。仅决赛一场直播就吸引了2.6亿人观看，在美国这个男足受众远落后于国际水平的国家，也有1430万观看了该场直播。实际上，对美国观众而言，2019年女足世界杯决赛比2018年男足决赛更具吸引力，观众数多22%。[8]

同样，2019年世界杯期间，单场附加赛的观众数目就绝对规模和占比而言均达较高水平。平均单场比赛直播观众数达1,730万，比2015年加拿大女足世界杯平均840万的观众数翻一倍以上。[9]意外的是，多数（61%）观众为男性[10]，体现女足吸引力之广。

2019年女足世界杯半决赛美国对英格兰进一步佐证以上数据。在英国，1170万人观看该场美国战胜英格兰的比赛，即截至当时全部电视观众的一半以上。创下女足比赛的历史最高观众数，并且该场比赛成为截至当时英国2019年最高收视的电视节目。[11]相较之下，尽管直播时间为美国时间工作日下午时分，但仍有740万人观看了该场比赛。[12]加上网络直播观众，该场比赛在美国的观众数目高达2000万，成为美国自2015年后女足世界杯决赛后最高收视的女足比赛，当时的观众数目为2540万（因在晚间空挡播出而大受欢迎）。[13]客观而言，2015年美国职业篮球联赛和国家冰球联盟决赛在美国市场中均未受到如此关注。

客观而言，2015年美国职业篮球联赛和国家冰球联盟决赛在美国市场中均未受到如此关注。

有人可能辩称国际足联世界杯的收视率历来很高，但其他女足国家队赛事的收视率也在不断攀升。2019年SheBelieves杯在美国的三场比赛（美国、英格兰、日本及巴西的巡回邀请赛）记录了美国平均观众数达43.9667万。这一数字比美国职业足球大联盟该赛季周末公开赛首秀的收视率高出近50%。[14]甚至女足的利基受众也在增长。在美国，全国女子足球联赛2020年首场比赛吸引57.2万观众观看，以绝对优势创下联赛最高观众数。[15]

女子网球的情况大致相同。事实上，女子美国网球公开赛在美国的收视数据高于男子比赛。2019年，女子美国网球公开赛决赛（美国运动员参赛）平均每场比赛吸引310万观众，大幅高出观看男子决赛的280万观众（无美国运动员参赛），而该场比赛已是自2015年最高收视的男子决赛。[16]2018年法网公开赛中，有两场女子决赛在美国收视率高出男子比赛。

其他女子运动项目也不乏观众。无论是板球还是无挡板篮球，许多女队的收视率都高居不下，特别是有国家队上场的比赛（见侧边栏《女子项目观众与日俱增》）。

女子项目观众与日俱增

- 板球领域，2020年T20板球世界杯公开赛澳大利亚对印度，在印度的电视观众数平均达360万人，各渠道受众总计达2000万。[17]在印度，该赛事的头12场比赛观看时长达4,100万小时，比2018年增长213%。[18]
- 橄榄球领域，2017年女子橄榄球世界杯决赛在英国的收视人数达260万。[19]尼尔森调查显示，该赛事的电视观众中56%为男性。[20]
- 无挡板篮球领域，2019年无挡板篮球世界杯半决赛在英国的收视人数为55万。[21]

但应注意到，女子体育拥有巨大的收视潜力，但女子体育相关的媒体报道却不充分。例如，一项针对25万篇以80余种语言撰写的新闻分析发现，法网公开赛的女子比赛报道率比男子比赛低41%。[22]这可能减缓女子网球的发展速率，因为收视率的增长往往源于知名度的提升。此外，女子比赛有时不在电视转播，有时下放至二级渠道或网络渠道播出。2020年3月20日，T20板球世界杯决赛在墨尔本播出，到场观众有86,174名，但为避免与一档新闻简报节目撞车只在二级渠道转播。[23]2011年日本队问鼎女足世界杯，7家新闻媒体未作相关报道，提醒观众尽早转向数字化渠道收看比赛。[24]

但是这一情况也在发生变化。尽管起步较低，但女子体育赛事的成功正促使电视报道，尤其在二级渠道或网络渠道的转播不断增加（见侧边栏《女子体育电视报道与日俱增》）。



女子体育电视报道与日俱增

- 2019年，CBS体育网——一家受众5,000万户的美国有线频道通过一项协议，将转播国家女子篮球联盟2019至2020年赛季的40场常规赛。[25]进一步扩大国家女篮联盟在娱乐与体育电视网（16场常规赛再加季后赛）、Twitter（20场比赛）及NBA TV（40场比赛）的报道率。
- 瑞士足球协会与公共服务广播商SRG SSR达成协议，将授权SRG SSR转播瑞士女子足球超级联赛2020至2021年赛季的部分比赛，进一步增加女足在瑞士的媒体报道。[26]
- 英国天空广播公司已借助其YouTube官方频道在英国进一步扩大女子体育的报道率。将在YouTube官方频道播出女子橄榄球六国赛、国家女子篮球联盟、无挡板超级联赛以及女子板球比赛。[27]
- 壹拾壹体育网已新设立壹拾壹女子板块，将购买全球范围内的女子体育项目转播权。近日，壹拾壹购入了比利时职业联赛的五年转播权。[28]
- DAZN——一家体育视频点播服务商，面向德国订阅客户，向女足世界杯购入26场德国队比赛的转播权。[29]

除了比赛报道外，越来越多女子运动或女性话题相关的体育内容正在涌现。英国的电信体育频道和Insight TV已结成合作伙伴创立电视真人秀*Ultimate Goal*，一路追寻28位女性竞争一个参赛名额，以期获得在顶尖女足俱乐部星探面前展示自己的机会。英国电信体育频道表示，这显示了该司“鼓励新一代女性参与足球运动，不论赛场内外”的承诺。[30]此外，英国天空广播公司正在输出以女子体育为中心的原创内容，包括女子体育明星访谈等。还新开设了一档杰出女子体育明星系列节目，如赛艇运动员Victoria Evans。[31]其他节目还有《与综合搏斗明星Leah McCourt训练》和《我的里昂生活》，后者展现了足球女将Lucy Bronze赛场之下的生活日常。[32]

随着收视人数、媒体报道不断增加，女子体育转播权市场也开始扩大。几年间，电视转播售价水涨船高，范围不断扩大。有时首次将女子赛事转播拿上谈判桌，有时很低的价格或免费转让转播权，作为保证电视报道的条件。

随着收视人数、媒体报道不断增加，女子体育转播权市场也开始扩大。

不可否认的是，女子体育的转播售价仍然较低。在美国，娱乐与体育电视网以2,500万美元的价格购入国家女子篮球联盟转播权。相比之下，美国男篮2019年的价格高达26亿美元。33但女子体育的价格正在稳步攀升，近年来可见显著变化（见侧边栏《全球女子体育电视转播权价值与日俱增》）。

全球女子体育电视转播售价逐年上升

- 据报道，英国广播公司以1,000至1,200万欧元购入2021年（已调整至2022年）在英格兰举办的欧洲女足比赛转播权，比英国电视四台2017年购入的价格高出100万欧元。[34]
- 此外，英国电信体育频道和英国广播公司就女足超级联赛2018至2019赛季和2020至2021赛季的特许经营权达成三年协议，并在一定报道率的保证下附赠转播权。英国电信体育频道承诺将提供每人次30场直播，而英国广播公司正通过网络或点播频道每周直播一场比赛。[35]
- 英格兰足球协会已指定一家公司管理自2021至2022赛季起的下一轮转播权售出事宜，预期以大幅报道率创收。[36]此外，英格兰足协指定一家代理机构负责女足超级联赛的国外转播售出事宜，并于2019年9月宣布与天空广播公司墨西哥分部及斯堪的纳维亚广播商NENT达成一项三年协议。[37]
- 在法国，据称Canal Plus 和TF1以1,300万欧元联合购入欧洲女足转播权，[38]比2017年的500万欧元翻一倍以上。[39]
- 在西班牙，女子足球俱乐部协会宣布以价值900万欧元的协议购入西班牙首个女足联赛——Liga Iberdrola的转播权。[40]协会中四家俱乐部有权在其视频平台播出特定比赛。[41]
- 在美国，国家女子冰球联盟与Twitch达成三年协议，将通过Twitch平台直播比赛。[42]国家女子冰球联盟因媒体转播权创收尚属历史首次。
- 随着转播权售价日渐攀升，转会费再创新高。2020年9月，丹麦足球名将Pernille Harde以巨额转会费加入英格兰切尔西女足俱乐部。[43]

比赛日上座率：女子体育赛事观众摩肩接踵

女子体育赛事除电视收视率良好之外，比赛日上座率表现也十分突出，数月间连连打破记录。

女子体育的吸引力今时不同往日。有时女子比赛的观众仅有千余人甚至数百人，特别是某些在训练场举行的比赛，座位数十分有限，由于可容纳人数较少、设施缺乏，一定程度上阻碍球迷到场观赛。例如，墨西哥女子足球联赛Liga MX Femenil，将其首季（2017至2018年）首赛定在训练场举办，不仅为球迷提供的场地极小，而且无法通过电视转播。[44]

然而近年来，观众过万的女子体育运动越来越普遍，很可能是因为比赛在大型场馆举办。回看墨西哥女足联赛，其上座率在首季举办期间不断攀升，仅在首年举办的决赛一场就吸引了51,211名观众。[45]

其他女子赛事则有更大观众群。女足比赛的历史最高观看人数是1999年中国对美国的女足世界杯决赛创下的，观看人数达90,185人。[46]

就上座率而言，国家队比赛是最受观众青睐的赛事之一。2019年11月，在伦敦温布利球场，多达77,768名球迷观看了英格兰负于德国队的女足比赛，创历史新高。[47]略高于观看英格兰对战黑山队男足比赛的77,277名观众。[48]国家女子板球队也曾出现过创纪录的上座率。86,174 名球迷观看了在墨尔本板球场举办的T20板球世界杯澳大利亚对战印度决赛，这也是澳大利亚有史以来女子赛事观众最多的一场比赛。[49]女子橄榄球六国赛也大受球迷青睐。2019年3月，多达10,545名观众到场观看英格兰对战意大利，创历史新高（截至当时）。[50]该记录在一年后被观看英格兰对战威尔士的10,974名观众打破。[51] 2019年，爱尔兰的6,047名女子橄榄球球迷观看爱尔兰对阵法国队，创下爱尔兰女子主场比赛单场上座率最高纪录。[52]

俱乐部比赛同样吸引了大批观众。2019年3月，60,739名足球迷在马德里竞技体育场观看了巴塞罗那足球俱乐部女队战胜马德里竞技俱乐部的女足比赛，打破此前同一场地举办的女子赛事48,121名观众的记录。[53] 2019年11月，在托特纳姆热刺足球俱乐部，38,262名足球迷到场观看伦敦热刺队与阿森纳的“超级德比”女足比赛。在利物浦俱乐部的主场安菲尔德球场，23,500名球迷观看了利物浦对战埃弗顿的同城德比战，这也是利物浦俱乐部主办的第一场女足超级联赛。[54] 美国国家女子篮球联盟2019年赛季上座率创下133万的历史最高，其中洛杉矶火花队主场比赛上座率最高。主场比赛观众人数总计192,224人，平均每场11,307人。

体育赞助：尚处萌芽，但势头强劲

全球体育赞助估值约为每年449亿美元，其中女子体育所占份额很少。[55]但女子体育赛事良好的电视收视数据和到场观众数正促使更多赞助商考虑对其赞助。女子体育市场的萌芽可能使女子体育的商业化价值超过男子体育。其他优势可能包括：达成交易难度相对较小以及增长潜力较大。

随着赞助利润不断增长，女子球队赞助也越来越多地不再与男子团队捆绑销售，而是改为单独出售。事实上，到2023年女足世界杯之时，我们预测所有女子球队至少收到一笔独立于男队的赞助。[56]

随着赞助利润不断增长，女子球队赞助也越来越多地不再与男子团队捆绑销售，而是改为单独出售。

近年来，女子赛事赞助的涌现体现其不断增长的赞助价值。2018年，Visa与欧洲足球协会联盟女足签订七年条约，作为欧足联女子冠军联赛和欧足联女子欧洲锦标赛等旗舰赛事的主要合作伙伴，成为欧足联历史首个女足赞助商。[57]同年，金融咨询公司Vitality成为2019年无挡板篮球世界杯指定赞助商之一，将加入该赛事目前的赞助条约，续期三年。[58] 2018年7月，史丹利百德公司成为巴塞罗那足球俱乐部女足Catalan 队的首家球衣赞助商，其后两年则有更多笔赞助公布（见侧边栏《赞助案例节选》）。

赞助案例节选

2019年和2020年公布了多笔高额（尤其与此前女子体育赞助相较）赞助。2019年的赞助有：

- 巴克莱银行同意冠名赞助英格兰女足超级联赛。这笔金额达数百万英镑的赞助是英国女子体育有史以来的最高额品牌赞助。[59]
- 2019年，百威作为英格兰女足球队的官方啤酒赞助商，成为英格兰女足球队的官方合作伙伴。[60]此前百威已是英格兰男足球队的赞助商。
- 博姿签订三年条约，成为英格兰、威尔士、苏格兰、北爱尔兰及爱尔兰女足国家队的赞助商。[61]
- Westfield与澳大利亚女足国家队Matildas和澳大利亚女足甲级联赛W联赛再续两年赞助条约。[62]
- 西班牙能源公司Iberdrola与西班牙女足联赛再续六年赞助条约。[63]

2020年公布了更多笔高额赞助。在美国，国家女子篮球联盟宣布三家“创变者”赞助商，因其致力于“推动女篮、女子体育及女性社会角色的积极改变”而入选。[64]这些开创性的“创变者”有官方帐篷合作伙伴美国电话电报公司和官方专业服务机构德勤。[65]赞助包括推广造势、战略协作及财务出资。

在欧洲，百事可乐与欧足联女足签订五年赞助协议，该协议将与百事的欧足联冠军联赛赞助同时进行。[67]百事可乐将成为欧足联女子冠军联赛、欧足联女子欧锦赛、欧足联U19及U17女子锦标赛及欧足联女子五人制足球锦标赛的主要合作伙伴。[68]

德勤预测，越来越多的女子团队将拥有多位赞助商。例如，2020年1月，巴塞罗那俱乐部女足宣布增加一位官方合作伙伴Naulover，这是俱乐部首次收到街头服饰赞助商的赞助。[69]

若同时赞助男队、女队，越来越多的赞助商将为两队提供同等赞助。阿迪达斯为2019年国际足联女子世界杯的六支女子团队提供赞助，其后宣布将为男队、女队发放相同金额的绩效奖金。[70]

女子体育发展势头良好，投资不断增加

面向全球女子团队的投资不断增加，通常以收购形式进行。女队估值仅为男队估值的一小部分，但正是因为数额较小，投资女队才更具吸引力。2020年，法国女足球队里昂奥林匹克队以315万美元收购美国女足联赛常驻西雅图的女子足球队。[71] 2019年7月，皇家马德里足球俱乐部宣布以50万欧元收购常驻马德里的CD Tacon足球队并成立皇马女足球队。CD Tacon足球队此前在2020年5月升入西班牙女足甲级联赛La Liga Iberdrola，[72]此后将在马德里城训练基地训练比赛。

精英女子运动员待遇不断提升

女子体育投资的增加也体现在女性运动员待遇的提升。例如，2020年1月，美国国家女子篮球联盟同意提薪53%等新条款。2019年，美国国家女子篮球联盟运动员平均每赛季收入为11.6万美元。该条款将基本薪资调整至13万美元，并增加奖金和奖池设置。新规下，顶级运动员年收入可达50万美元。[73]其他福利还包括带薪陪产假、哺乳专区、[74]生育和领养服务及差旅条件提升（高端经济舱而非经济舱出行）。[75]

类似的变化也在欧洲发生。2019年1月，英格兰女子橄榄球队有28人签订了全职合同，[76]旨在加速球队提质，使运动员全身心投入橄榄球事业，备战2021年新西兰橄榄球世界杯。[77]自2014年起，法国女足U16至U19国家队常驻位于克莱枫丹的精英运动员国家队训练中心——国家足球中心，该中心隶属法国国立体育运动学院。[78]该中心为男女球队提供类似的训练条件（平等意味着相对进步） 和运动及学院课程。

收购并非女子球队的唯一收入来源。据称，2018年，英国曼彻斯特联历经13年的女足空白后，投入500万英镑重组其女足球队，该队仅经历两个赛季后便跻身英格兰四大最佳球队。[80]

女子体育的奖金额也在不断提升，成为女子国家队的另一收入来源。2019年女足世界杯共设立3,000万美元的奖金，其中400万美元颁给获胜球队。2023年世界杯预计将设置两倍以上的奖金，超过6,000万美元。[81]尽管上述奖金相较男子比赛尚属小额，但女子球队的奖金增长速度正逐渐超过男子球队。

投资也面向青少年赛事。相比向来丰富的男子青少年足球项目，多数地区没有为女孩设立青少年足球项目。例如，皇家马德里女足将设立青少年球队，从16岁以下至19岁以下均有设立。在协会层面，国际足联设立目标，到2026年实现设立青少年联赛的成员协会数量翻番。[82]国际足联还鼓励女孩在学校踢球，以期输送未来女子球员。国际足联力求到2026年，将女足球员数量增至6,000万人。[83]

尽管上述奖金相较男子比赛尚属小额，但女子球队的奖金增长速度正逐渐超过男子球队。

新冠疫情与女子体育

如能保持当前的发展势头，女子体育将能显示巨大的市场潜力。然而，受新冠疫情爆发的影响，2020年多数体育赛事按下了暂停键，其后男子体育及其顶级联赛成为最先恢复的赛事。

理想情况下，精英赛事将同时恢复男子和女子赛事。欧足联冠军联赛2019至2020赛季同时恢复男子和女子赛事，并于2020年8月结束，这是一个向好预兆。[84]最初为使男子球队恢复比赛（无到场观众），出台了“旅行气泡”政策，现在这一政策也适用于女子赛事，以便正常开展比赛。

校园和青少年赛事的恢复时间则较长，解除男女青少年球队训练限制较晚。然而，也可充分利用这段时间提升技能，诸如提高身体健康、灵活度等。

小结

总之，最关键一点是：女子体育有巨大的潜在价值，不仅表现在资金回报上，更体现在可促进性别均等。然而，充分挖掘女子体育的潜力还需有关各方采取行动：

- **广播公司应加大女子体育投入**。公共服务广播公司在部分地区的男子精英赛事上方面竞争优势较弱，因而女子赛事可能极具吸引力。且男女体育成本差距巨大：各大国家男子赛事单季成本可达十亿美元以上，而女子比赛常以媒体报道权交换转播权。
- **女子团队可追随男子团队的步伐实现发展，但同时应保持一定独立性**。依托知名的男子球队创立女子球队，能够迅速获得品牌认可度，使用训练设施也非常便利。女子球队也可复制竞争对手，创造同城德比战（如马德里竞技对阵皇家马德里、利物浦对阵埃弗顿）、历史之争（洛杉矶湖人队对阵波士顿凯尔特人队）、地区赛（如莱德杯）或国家队对抗等，这类比赛数不胜数。但女子球队在赞助和电视转播权的谈判上应保持独立性，只有这样才能获得自身价值，进而更具投资价值。球队应雇佣专人负责赞助权销售，积累经验与专长，实现球队价值最大化。此外，女子球队应善用在数字化推广和球迷关系构建方面的自由空间。在合同磋商阶段，女子球队比男子球队更具灵活度。通过社交媒体和流媒体平台，女子球队可以一对一与球迷交流，而男子球队更难实现这一点，因其沟通渠道主要为广播电视。
- **视频内容创造者应关注女子运动员的个人经历**。许多女性历经磨难最终实现目标，这样的故事还有很多。首位参加波士顿马拉松赛的女性、2015年和2019年世界杯的冠亚军美国队和日本队、四次摘得世界杯滑雪冠军的Lindsey Vonn……她们只是众多杰出女性中的一小部分，她们为达成目标克服重重挑战，永远力争上游。

- **重大女子赛事应设在大型场馆举办**。事实已经多次证明，只要有足够的知名度和充足的讨论度，如争夺重大奖项等， 女子体育将能吸引数以万计的观众到场观赛。（2021年，这一建议仅适用于允许比赛集会的地区。）
- **赞助商应把握女子体育的良机**。女子体育赞助除了作为体育赛事极具价值外，还可能因其积极社会走向的向好预示，受到女性消费者和职场人群的欢迎。女性具有高度购买力，体育赞助可以培养女性的品牌偏好。赞助商应注意到，女子体育赛事（以及男子体育）的观众既有男性也有女性；因此，面向男性的品牌赞助女子体育与面向女性的品牌赞助男子体育，同样极具价值。女子球队应注意到，她们有决定赞助方式的自由空间。而男子球队已与合作伙伴签订长期合同，受制于特定的品类定义，合作理念可能已经过时。
- **运动服装供应商可以进一步扩展女子运动服装市场**。运动服装供应商可能对赞助女子体育有极大兴趣，服装商每年800亿美元的营收中有270亿来自女性服饰。某领先零售商谈到行业的惯常思维："很长一段时间内，运动品牌认为'我们只要把尺码变小，颜色变成粉色，就可以满足女性消费者。'"[85] 有趣的是，尽管女性服装市场较小，近年来仍出现较大创新，主要为女性设计的运动休闲市场出现增长。
- **全球及国家级体育协会应设定目标，提高董事会女性占比**，一如商业世界。例如，国际足联力争实现到2026年至少有一位女性任职其成员协会执行委员会，到2022年国际足联三分之一委员会成员为女性。[86]

改变需要时间，可能需要十年甚至历经一代人的努力，才能充分实现女子体育的潜在价值。但越来越显而易见的是，女子体育正不断为赞助商、投资者、体育迷、运动员以及球队本身增创价值。我们期待，终有一天，女子体育将和男子体育具有完全平等的地位。

尾注

1. 男女混合赛事，如奥运会和法网公开赛等，不在营收计算范围之内。
2. Stefan Hall, “This is how COVID-19 is affecting the world of sports,” World Economic Forum, April 9, 2020.
3. Nielsen, “The rise of women’s sports: Identifying and maximizing the opportunity,” October 10, 2018.
4. The FA, “The history of women’s football in England,” accessed November 4, 2020.
5. Olympic.org, “Paris 1900,” accessed November 23, 2020.
6. 精彩纷呈，值得一读，体会前后态度的巨大转变。Kathrineswitzer.com, “The real story of Kathrine Switzer’s 1967 Boston Marathon,” accessed November 4, 2020.
7. John Carrol, “A history of women’s running,” Runner’s World, March 7, 2019.
8. Abigail Hess, “US viewership of the 2019 Women’s World Cup final was 22% higher than the 2018 men’s final,” CNBC, July 10, 2019.
9. FIFA, “FIFA Women’s World Cup 2019™ watched by more than 1 billion,” October 18, 2019.
10. Tanya Joseph, “Women’s sport has now reached the sponsorship tipping point,” Xeim Limited, August 9, 2019.
11. Sam Carp, “World Cups and record-breaking viewing figures: Inside the BBC’s summer of women’s sport,” SportsPro, August 13, 2019.
12. Ibid.
13. Hess, “US viewership of the 2019 Women’s World Cup final was 22% higher than the 2018 men’s final.”
14. Deloitte, “Unbundling rights key to long-term financial success of women’s football—Deloitte Sports Business Group,” accessed November 4, 2020.
15. CBS Sports PR, “Challenge Cup opener on CBS is most-watched @NWSL match ever,” Twitter, June 30, 2020.
16. Dave Nagle, “US Open: Most-watched ever on ESPN,” ESPN Press Room, September 10, 2019.
17. Ed Dixon, “Women’s T20 World Cup becomes most watched women’s cricket event ever,” SportsPro, March 9, 2020.
18. Ibid.
19. RUCK, “England are a TV ratings hit as record number watch Women’s Rugby World Cup final,” August 27, 2017.
20. Charlotte Rogers, “Why brands must rethink their approach to women’s sports sponsorship,” Xeim, February 8, 2018.
21. Sky Group, “Sky Sports targets new audiences for women’s sport in 2020,” March 5, 2020.
22. Signal AI, “Gender media coverage in tennis,” accessed November 4, 2020.
23. *Guardian*, “Huge MCG crowd turns up for World T20 final but anger at ‘disgusting’ TV decision,” March 8, 2020.
24. Philip Patrick, “The rise and stall of women’s football in Japan,” *Guardian*, June 10, 2019.
25. Kevin Draper, “W.N.B.A. games to air on CBS Sports Network in new deal,” *New York Times*, April 22, 2019.
26. David Svenson, “Swiss Women’s Super League boosts domestic coverage in SRG SSR deal,” SportBusiness Media, August 7, 2020.

27. Jonathan Easton, “Sky increases commitment to women’s sport,” Digital TV Europe, March 9, 2020.

28. Steven Impey, “Eleven expanding women’s sports, esports and digital efforts as part of rebrand,” SportsPro, August 3, 2020.

29. Steven Impey, “DAZN picks up Women’s World Cup rights in Germany,” SportsPro, May 29, 2019.

30. Tom Daniels, “BT Sport teams with Insight TV to produce a women’s football series,” Insider Sport, July 29, 2020.

31. Sky.com, “Extraordinary women: Victoria Evans,” accessed November 4, 2020.

32. Sky Group, “Sky Sports targets new audiences for women’s sport in 2020.”

33. Draper, “W.N.B.A. games to air on CBS Sports Network in new deal.”

34. Deloitte, Annual review of football finance 2020: Home truths, 2020.

35. Martin Ross, “FA to work with Women’s Sports Group on WSL’s next UK rights deal,” SportBusiness Media, March 10, 2020.

36. Ibid.

37. BBC, “Women’s Super League: First overseas broadcast rights deal agreed,” September 2, 2019.

38. TF1, “The TF1 and Canal+ Groups acquire broadcasting rights to the UEFA women’s Euro 2021 tournament,” October 4, 2019; Martin Ross, “Canal Plus and TF1 land women’s Euro 2021 rights,” SportBusiness Media, October 4, 2019.

39. Ed Dixon, “Canal Plus and TF1 score joint €13m Euro 2021 rights,” SportsPro, October 7, 2019.

40. Spain’s News, “Mediapro takes over the audiovisual rights of the Liga Iberdrola,” 2018.

41. Steven Impey, “Barcelona to broadcast every women’s home game in house,” SportsPro, October 18, 2019.

42. Bob Williams, “NWHL secures first media rights fee after signing Twitch streaming deal,” SportBusiness Media, September 5, 2019.

43. Ben Morse, “Pernille Harder joins Chelsea for ‘record transfer fee for the women’s game’,” CNN, September 2, 2020.

44. Salvador Perez, “Chivas TV will broadcast the women’s team; will play in Verde Valle,” ESPN, August 7, 2017.

45. Eric Gomez, “Brilliant Liga MX Femenil final the cherry on top of a groundbreaking debut season,” ESPN, May 6, 2018.

46. Wikipedia, “1999 FIFA Women’s World Cup,” accessed November 4, 2020.

47. ITV, “England women set attendance record of 77,768 at Wembley during 2-1 defeat to Germany,” November 9, 2019.

48. Sky Sports, “England vs Montenegro highlights,” accessed November 4, 2020.

49. Cricketer, “T20 World Cup final smashes women’s cricket attendance record at the MCG,” March 8, 2020.

50. Andy Baber, “Attendance record broken in Women’s Six Nations,” Six Nations Rugby, March 10, 2019.

51. England Rugby, “Red Roses enjoyed ‘fantastic occasion’—Cleall,” March 8, 2020.

52. Baber, “Attendance record broken in Women’s Six Nations.”

53. DW.com, “Record crowd for women’s club football match set in Spain,” March 18, 2019.

54. BBC, “Women’s football weekend: New Women’s Super League attendance records set,” November 17, 2019.

55. Bill Wilson, “Global sports sponsorship ‘to hit £35bn’ in 2019,” BBC, May 2, 2019.

56. Izzy Wray, “Unbundling rights key to long-term financial success of women’s football,” Deloitte, accessed November 4, 2020.

57. UEFA, “Visa signs ground-breaking seven-year women’s football deal with UEFA,” December 6, 2018.

58. England Netball, “Netball World Cup 2019 announces Vitality as title sponsor,” November 22, 2018.

59. The FA, “Barclays unveiled as title sponsor for FA Women’s Super League,” March 20, 2019.

60. John Glenday, “Budweiser inks first-ever sponsorship of women’s football,” The Drum, March 8, 2019.

61. Rebecca Stewart, “Boots inks FA deal to sponsor UK and Ireland national women’s teams,” The Drum, April 2, 2019.

62. Joe Levy, “FFA and Westfield extend Matildas title sponsorship,” SportsPro, May 2, 2019.

63. Tom Bassam, “Iberdrola extends deal as Spanish FA reveals women’s soccer restructure,” SportsPro, August 2, 2019.

64. WNBA, “WNBA announces progressive WNBA Changemakers partnership platform to elevate the WNBA and women’s sports,” January 14, 2020.

65. Ibid.

66. Ibid.

67. UEFA, “PepsiCo signs 5-year deal to sponsor UEFA Women’s football,” August 26, 2020.

68. Ibid.

69. FC Barcelona, “Naulover to become clothing partner for Barça Women,” January 30, 2020.

70. Alice Tidey, “Adidas announces equal bonuses for winning women’s World Cup players,” *Euro News*, March 9, 2019.

71. Sara Germano, “US women’s football scores open goal in virus-hit calendar,” *Financial Times*, July 11, 2020.

72. Ben Morse, “Real Madrid finally launches women’s team after official merger with CD Tacon,” CNN, July 1, 2020.

73. Jabari Young, “WNBA agrees to 53% pay raise, maternity benefits for players in new collective bargaining agreement,” CNBC, January 14, 2020.

74. Howard Megdal, “W.N.B.A. makes ‘big bet on women’ with a new contract,” *New York Times*, January 14, 2020.

75. Young, “WNBA agrees to 53% pay raise, maternity benefits for players in new collective bargaining agreement.”

76. Hannah Mendelsohn, “Women’s sport: The ten biggest moments in a transformative decade for women’s sport,” Give Me Sport, December 9, 2019; Sky Sports, “Bill Sweeney: RFU CEO on the future for English rugby and global calendar alignment,” June 28, 2020.

77. BBC, “England Women announce 28 players on full-time contracts,” January 3, 2019.

78. INSEP 是Institut national du sport, de l’ expertise et de la performance的缩写。

79. Insep, “Football,” accessed November 4, 2020.

80. Emma Sanders, “Man Utd Women: How they built a top-four WSL side in two years,” BBC, July 13, 2020.

81. Ed Dixon, “Fifa plans to exceed pledge to double Women’s World Cup prize fund,” SportsPro, August 5, 2019.
82. FIFA, *Women’s football strategy*, accessed November 4, 2020.
83. Ibid.
84. UEFA, “Matches: 1st qualif. round,” accessed November 4, 2020.
85. Cara Salpini, “Game-changers: Have women reshaped the sportswear market?,” Retail Dive, September 3, 2019.
86. FIFA, *Women’s football strategy.*


0,75
2
4
3
1
3
7,5
5,7
10
R25
200
250
280
320
440
540
690
870
Ø50

超量化运动员

技术、测量与体育事业

David Jarvis, Kevin Westcott, and Dan Jones

从板球到冰球、棒球到篮球，体育项目的数字化转型正如火如荼地进行。球会、球队、联盟、广播公司、场地运营商和运动员逐渐看到分析技术的价值，并正致力实现。计算机视觉、机器学习、先进无线连接和可穿戴传感器等技术正改变运动员训练、比赛和经营事业生涯的方式。但是，这种数据爆炸的情况正带来不同的新问题，包括如何最好地使用数据，以及如何以合乎道德规范的方式使用。为了着手解决这些问题，根据我们预测，多个职业体育联盟将在2021年底前制定有关球员数据的收集、使用和商业化的新正规政策。

数据彻底革新体育运动

如果对体育项目进行计量是可行的，则很可能已经有人、有地方在实行。如今，视频分析技术和可穿戴设备（如系带、袖子、带子、环子和智慧织物等）可对数以百计的不同指标进行分析。过去十年，分析技术在体育项目的使用慢慢地改变了一切行事方式，包括人才的物色和评估、运动员的训练和管理以及赛事在球场上的进行方式。[1] 数据和分析技术革命已开始令各类不同的体育领域之间的区别变得模糊，如电竞、虚拟体育、游戏、播送、梦幻体育、博彩和现场体验。随着数据和分析技术在体育领域的使用日渐成熟，行业不单要解决使能技术的问题，还需要解决有关数据权管理、隐私、监管、变现以及体验体育的新方式。

世界各地几乎所有大型职业运动队都有聘用最少一名分析专家，负责找出任何可以提升球队胜算的优势。在篮球项目中，视频采集和分析所产生的洞察增加了三分球投篮，并加强了对球员负荷管理的重视。在棒球项目中，对有效和无效的方式进行了深入的统计分析，大大改变了投球手管理，增加了“布阵防守”战术的使用，并以全垒打墙取代小球战术。如今，类似的 分析帮助美式橄榄球球队了解如何处理第四次进攻机会，并协助足球队选择射门的方式。

计算机视觉、机器学习、先进无线连接和可穿戴传感器等技术正改变运动员训练、比赛和经营事业生涯的方式。

今天不同的是，数据收集和分析越发实时，且不仅在球场或体育馆内进行，而是全天候开展。此外，现在可以同时计量身体内外的指标；位置、生物特征和生物力学的新层次数据正创造数以百计的新衡量指标，以供决策参考。最后，计算能力、云技术、机器学习演算程序和高速视频能力的发展，使收集和处理数据的方法变得越来越强大。

在这一超量化运动员的时代，当前迫在眉睫的问题是如何从数据收集（较容易）产生切实可行的洞察（较困难），再实现潜在变现（确实困难），并同时保护运动员权利，确保公平竞赛和竞争能力，以及满足联盟、球员和所有者的经济需求。

疫情下的“新常态”

新冠疫情期间，体育联盟和球队一直努力定义他们的新常态。各类联盟已调整了他们的赛事时间、地点和方式，力求保持球员、教练和员工安全和健康。有些球队采取“隔离区”措施（即单一场地比赛），在没有现场观众的情况下继续比赛，或者实施有限出行和严格的行为规则。此外，许多联盟和球队也在借助新技术进一步提升防护。

在美国，职业篮球联赛（NBA）和女子职业篮球联赛（WNBA）都让球员在佛罗里达州的锦标赛期间佩戴Oura指环，帮助监测他们的体温、呼吸率和心率，从而确定健康风险。[2]高尔夫球PGA巡回赛也使用了类似的技术，并获得满意成效。一名球手使用了Whoop健身追踪手带，发现睡眠期间的呼吸率有重大变化，促使他在无征状的情况下也接受新冠病毒测试。[3]他的测试结果为阳性，并退出了比赛，从而保护了其他球手。巡回赛如今已为球手广泛提供Whoop手带。德国足球甲级联赛（德甲）以及美国职业橄榄球大联盟（NFL）和NBA也在使用设备来监测社交距离情况和进行接触者追踪。[4]

这些技术在新冠疫情发生前已经存在，但疫情加速了有关技术的使用，让其有机会向大众证明成效。运动员已日益接受追踪技术，因为他们开始喜欢对自身健康和表现有更深的了解和掌控。与此同时，球队和联盟也欢迎额外的数据，以帮助做出健康和安全决策。

展望未来，新冠疫情驱动监测技术涌入体育领域的情况，引发了一些值得深思的问题。除了表现数据外，运动员是否会让其所属的组织进一步追踪他们的卫生与健康数据？他们是否会接受在睡眠、休息以及球场上都被持续监测？这次疫情过后，监测是否可帮助防止其他传染病通过更衣室途径爆发？上述问题和类似事项表明了职业体育项目收集和使用运动员数据的做法正有待加以讨论和治理。

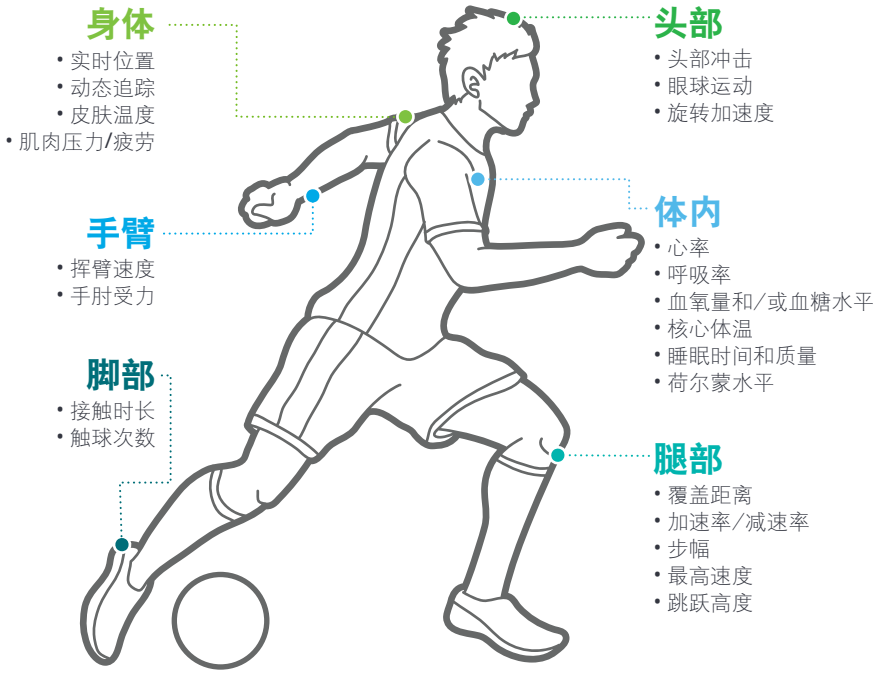
现况

在本文中，我们将集中探讨运动员一般被收集的两大类数据：

- **位置/追踪数据**。位置/追踪指标从三个维度计量球员（或球或其他物件）在球场上的实际位置。这类数据可包括位置、加速、侧向运动、速度、跳跃高度等衡量指标，通过视频分析技术或传感器配合全球卫星定位系统和地面无线网络收集数据。
- **生物特征数据**。生物特征数据指来自球员的任何生物信息。衡量指标可包括脉率、血糖或血氧量水平、排汗率、睡眠节奏等。部分生物特征数据（如心率）已被使用数十年；现在，通过数字传感器和普适性的低时延通信网络，可在更多的物理位置以更快的速度测量更多指标。

图1

技术大大地扩展了追踪和测量运动员的方法



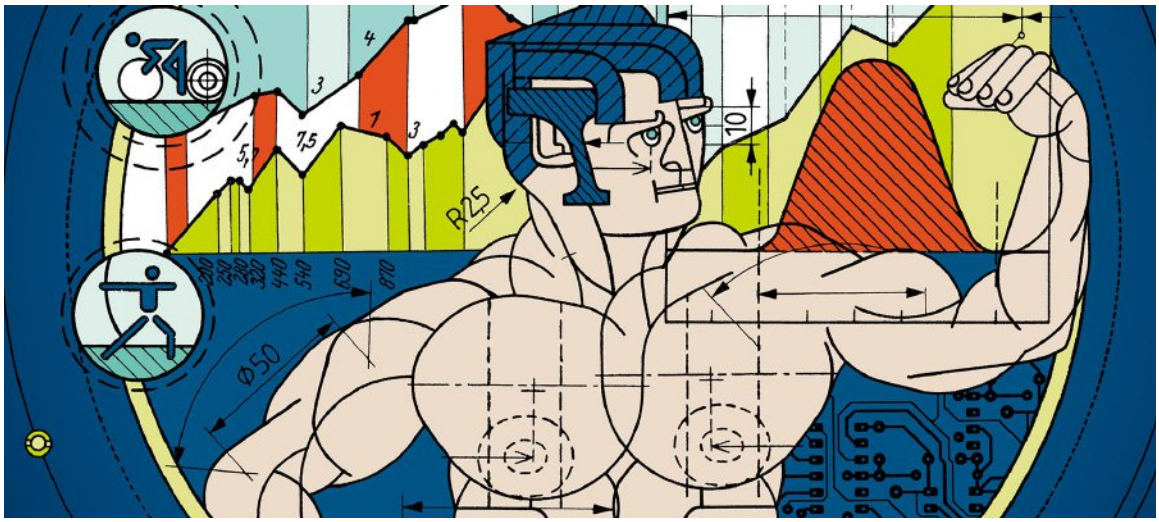
注：以上清单并非详尽无遗。
资料来源：德勤分析

量化运动员的市场多样化且分散，传感器技术、计算能力、数据存储和先进分析技术都有广泛的选择。这些技术的供应商除了有“体育技术”公司（如Catapult、KINEXON、Stats Perform和Zebra）、科技巨头（如亚马逊云服务、IBM和SAP），还有大量的初创企业。近年来，整体体育技术市场也吸引了大量创投关注，2014年至2019年末，全球交易和融资轮数共超过3,000宗。[5]

这些技术的供应商除了有“体育技术”公司（如Catapult、KINEXON、StatsPerform和Zebra）、科技巨头（如亚马逊云服务、IBM和SAP），还有大量的初创企业。

全球各地绝大多数大型体育联盟也以不同方式使用上述技术和方法。在使用过程中，他们的目光并不局限于技术本身，而也放眼于如何在技术的使用与球员和教练的需求之间取得平衡。例如：

- 自2014年，NFL开始在球员的护肩、球和球场内不同区域使用无线射频识别（RFID）标签。[6]每个球队也可从该系统获得自己的原始数据，按自身需求加以分析和使用。
- 美国国家冰球联盟（NHL）多年来一直在进行冰球和球员追踪试验。在2020年的全明星赛上，联盟展示了有关技术的最新迭代后，即开始全面结合采用。[7]
- 澳大利亚澳式橄榄球联盟过去多年一直在赛事中使用位置传感器和心率监测器。[8]他们甚至利用数据进行赛中调整。
- 2017年，美国职业棒球大联盟（MLB）批准球员自愿使用Whoop手带来追踪信息，以便日后更好地了解自己的表现。[9]与其他获批准的可穿戴设备一样，该手带也可让球员计量臂部受力等因素。[10]



美国奥林匹克与残疾人奥林匹克委员会的表现提升项目

Scott Riewald是美国奥林匹克与残疾人奥林匹克委员会（美国奥委会）高表现项目的高级总监，负责为美国奥委会各技术、创新以及数据和分析团队构建能力和提升他们之间的协作。他一直在加强这些不同群组的联系，而据他表示，他现在“正努力地拉近大家的距离，以建立统一的数据使用方法，为奥运和残奥运动员提供支持。”[11]

五年前，美国奥委会意识到他们在数据和分析技术方面还未达到他们想要和需要的水平，并决定将战略重点放在扩展有关能力的机会。该会与数千名来自不同体育项目的优秀运动员合作，让组织获得大量数据，从而有机会发掘“隐藏洞察”。[12]Riewald和奥委会也与不同奥运和残奥国家管理机构合作，共同建立最佳实践，提升数据和分析技术的一致性，以及对使用哪些技术提供建议。

美国奥委会运用“运动员360”表现管理平台来收集和分析运动员数据。该系统兼容不同平台的设备，可容易地收集来自不同体育项目、不同来源和不同技术（如可穿戴传感器）的数据。在未来两、三年，Riewald和奥委会的目标是能够以侵入性较低的方式收集更多的数据。例如，Riewald指出了由西北大学麦考密克工程学院罗杰斯研究小组首创的皮肤黏合式电子装置。[13]运动员配戴有关设备后，可以非侵入式方式测量排汗率、电解质流失量和血糖水平等对表现有影响的指标。

随着美国奥委会的能力渐趋成熟，他们不再单单局限于数据收集和整合，并正寻求为所有运动员发掘有意义和具影响力的洞察。Riewald希望利用数据更好地了解因果关系，即特定结果发生前的表现指标是怎样，从而更好地确定“成功之道”。[14]他的团队很努力地让运动员和教练了解数据收集和分析的重要性。他们希望明确价值主张，传达信息，从而引起好奇心，最终助推积极的行为转变。Riewald强调说：“从收集数据所得的成果，要能助力思考传达信息的方式，从而实现行为转变。”

Riewald非常关注这些发展对隐私、安全和道德的影响。每天都有越来越多的技术可用来监测运动员生活的方方面面。训练师和教练可能可以每时每刻追踪运动员的一切。Riewald表示，为平衡效益与风险，组织需有明确的理由来监测运动员，且必须向被监测者证明有关价值。他警告说：“即便你可以测量某些东西，不意味着你应该这样做。我们必须拿捏好分寸。我们希望提供相关的数据，为运动员的健康和表现带来积极影响，而不让运动员和教练面临数据过载的风险。”[15]

超量化带来的竞争优势

著名自行车教练Dave Brailsford爵士曾表示：“我觉得我们应该从小处着想，而不是从大处着眼，并致力通过聚沙成塔，实现持续改进。”[16]从人才物色、培训、赛前准备、比赛过程、赛后分析到休息和恢复的整个体育生命周期，超量化正帮助球队、联盟和球员发掘有关效益。其中三个领域在短期内有望开展进一步创新：

人才物色。如果球队要对一名球员进行重大的财务投资，将要确保该球员具备成功所需的技术、原体能、健康状况和心理素质。新冠疫情爆发之后，这一过程正越趋虚拟化。除了传统的现场评核，球队在发掘人才的过程中越来越多地使用自动化视频分析以及位置和追踪数据。有关发展有助于扩大职业球员人选范围，包括球探可能因未能出行而发掘的潜在球员。举例说，一名职业橄榄球候选球员由于受伤和新冠疫情无法出席传统的选拔活动，因此他提交了学校赛事的球员追踪数据，以证明他在现实环境可达到的速度。[17]在不久的未来，预计将加入更多生物特征数据，以扩展健康数据量，从而预测长远表现。有一天，球队将可从球员中学和大学时参与的青年体育项目获得其生物特征数据。尽管数据不大可能完全取代传统的评估方法，但将成为越来越重要的一套客观衡量指标。

赛中决策。如今，大部分生物特征数据的收集和分析在培训和练习过程中发生，或是用于赛后评估，在实际赛事中的使用仍未普及，即便已收集赛中数据，一般也不会让教练用来做出任何即时决策。事实上，有些联盟禁止赛中收集和使用生物特征数据，除非已获联盟明确批准。另一方面，赛中位置和追踪数据已受到广泛使用。诸如NFL、NHL和墨西哥足球联赛Liga MX等联盟也在一定程度上使用有关数据，并对赛事战略的成效有了更好的了解。[18]随着球队的经验日增，且数据收集变得更容易，分析速度更快，帮助教练和经理人指导球队的实时分析技术可能将发挥更大的作用，从而确定谁有受伤风险、谁已开始筋疲力尽、谁偏离了预定位置以及谁准备好担当重要角色。

减少受伤。对许多运动员和球队而言，能够预测哪些情况可增加受伤风险是梦寐以求的“圣杯”。对球队来说，这可为他们带来更多胜局和收入；对运动员而言，则作为帮助他们扩展事业和提升收入潜力的信息。要更有效地预测受伤，必须计量适当的恢复时间和睡眠量，以帮助平衡施力和拉力。相关的潜在效益广泛：一项研究估计，2019年，NFL因球员受伤而损失超过5亿美元。[19]所以无疑NFL最近与亚马逊云服务合作，利用机器学习和计算机视觉技术以及多个不同数据集，以获得有关头部和其他损伤的洞察。[20]

从计量到变现

运动员的超量化有助于提供更有效的培训，提升竞争力，帮助明星运动员保持健康；组织也深知这些效益可帮助提高入座率，吸引更多赞助商和提升广播收视率。

也许更加困难的是，要确定数字革命可如何为球队、联盟和球员自己创造新的收入来源。尽管小型体育项目正在开展创新，许多大型联盟刚开始测试如何将球员的生物特征和位置数据变现，有些联盟甚至已禁止将球员数据作商业用途。要制定明确的数据所有权政策，提供公平合理的收益分配，以及确保球员受到保障，当前仍有很多工作要做。但是，由于将球员表现数据变现的可能性太大，预计将鼓励各相关方在中、短期内开始着手解决以上问题。

我们预计以下领域在未来数年内将进行试验和创新：

球迷参与。联盟和球员协会可与广播公司和场地运营商合作，利用球员数据提升球迷体验，并为球迷打造参与体育项目和与运动员互动的新方式。此举或可产生新的直接收入来源，创造新的市场和赞助机会，和/或对已有收入来源带来光环效应。举例说，职业壁球协会（PSA）与Sports Data Labs合作，于直播时实时追踪和显示球员的心率。[21]目的是让球迷更好地了解该运动的体能特性，以及使赛事更加刺激；生物特征数据产生的任何收入由联盟、球员和合作伙伴摊分。[22]同样地，手球联盟LIQUI MOLY Handball-Bundesliga与KINEXON和Content Stadium合作，在运动场和各社交媒体平台直播实时球员表现信息。[23]

授权许可。让球员和联盟赚钱的另一方法，是向梦幻体育联盟、体育博彩公司、广播公司以及保健与健身公司等机构组织发出球员数据的授权许可。2017年，NFL球员协会与Whoop达成协议，其中包括同意让球员出售其经可穿戴设备收集的个人健康数据。[24]许多联盟已与体育博彩公司开展战略合作关系，如PGA Tour与DraftKings以及NBA与William Hill，为更多新机会提供基础。[25]当前也存在其他类型的机会：美式橄榄球联合会盟在短暂的运作中与米高梅合作开发一款应用程序，可在比赛期间下注，赔率根据球员可穿戴设备所得的数据而调整。[26]

WNBA清楚地看到这些机会。据该联盟最近与球员签订生效的劳资协议，他们意识到数据收集和使用的可能性，表示：“可穿戴设备和其他赛中技术的使用在增强广播、差异化球迷体验、球员健康和收入创造方面为WNBA带来独一无二的机遇。”[27]

主要考量因素的比较

任何提升运动员表现或增加体育经费的机会显然备受追捧。然而，任何新兴技术或方法的改变都会带来后果，有些是意料之内，有些则不是。如要实现超量化，我们认为需要解决三个关键领域：

数量或质量。教练及其员工传统上依赖直觉和经验。直到现在，有些人比其他人更广泛地使用分析技术，自行在数据与直觉之间取得平衡。凭借新增的位置和生物特征数据，分析技术变得更复杂，洞察也难以传达。为了提高数据的效用，必须做大量工作来确定最关键的指标，即哪些数据将发挥真正作用，哪些数据只会造成干扰。此外，对于是否相信数据而非亲眼所见的结果，当前仍

存在争议。一代球员的魔力是否有方法准确地量化？最后，有些人担心过度分析将减低项目带给球迷的娱乐性，实质上“破坏”了体育项目。举例来说，MLB广泛使用分析技术，使赛时更长，动作更少（多了三振球和全垒打）。[28]

表现或隐私。关于谁最终拥有球员数据（包括球队可收集的任何敏感健康信息）存在很多问题。美国很多职业体育联盟在与球员协会签订的劳资协议中制定了有关这一问题的指引和规则。有关规则订明球员数据的收集方式、数据的收集和使用是否属自愿性、数据的保护方式以及使用范围。有些联盟也设立了传感器和可穿载设备委员会，负责批准设备和数据的使用。举例来说，NFL表明“每位球员拥有传感器所收集的个人数据”，[29] NBA的劳资协议则表示“球员可完整地获取经获批准的可穿戴设备对其收集的所有数据”。[30] 但是，尽管这些协议有提供某程度上的保障和利益，但由于劳资协议属长期性质，可长达数年，因此不一定能配合技术发展的速度和潜在商业机会的快速发展。

这场争议的焦点在于什么对球员最好。许多运动员对利用可穿戴设备收集他们的数据（尤其是生物特征数据）感到不自在。有些运动员觉得自己是实验的一部分，有些则担心即使禁止生物特征数据的使用，但有关数据的收集可对合同谈判带来偏差。此外，也有运动员忧虑所需进行的数据收集将逐步干涉到工作以外的活动（如睡眠）。“红牌项目”是这种冲突情况的示例之一：英国数百名退役和现役足球球员起诉体育博彩公司和数据处理公司，指称他们非法从球员统计数字获利。[31]该诉讼的细节仍在逐步流出，但结果将可能决定有多少类型的球员数据可作商业使用以及谁可最终获利。

博彩或禁止。据估计，到2024年，全球体育博彩市场规模预计将高达1,500亿美元。[32] 随着2018年美国《职业及业余体育运动保护法》的废除，以及体育博彩在多个美国州份的合法化，美国联盟尤其渴求挖掘新的收入来源。[33] 这一潜在市场带来的一个新问题是，人们有可能利用个别运动员的数据来进行博彩，例如通过生物特征和位置数据来设定赔率，或对脉搏、最高速度和加速等特定指标投注。[34] 这样的使用可能会引起球员强烈反对，他们可能会认为这是对隐私的严重侵犯，但是，如果他们可大大地从中获利，则可能另作别论。美国伊利诺伊州已率先禁止在体育博彩中使用生物特征数据，除非相关球员协会允许。[35] 尽管人们对这类博彩有所渴望，但细节决定成败，球员、联盟、工会、立法者和商业企业必须共同商讨决定最佳的做法。

小结

在不久的未来，球迷坐在体育馆或球场抬头看记分板，查看实时球员最高速度或各球员在赛中的体力消耗水平排名，可能将会成为过时之事。同样的信息也可以向在家的观众或在社交媒体上直播。在家和在现场的球迷都可通过移动设备以真实或虚拟货币对下场赛果投注，赔率则受位置和生物特征数据影响。在理想情况下，这一切都应得到各相关方之间的妥善协定，包括保证数据收集属自愿性、保护球员权利、确保适当保持数据安全和隐私，以及制定详细的授权许可和报酬规则。

由于新兴的超量化市场格局在短期内可能会变得更加复杂，因此处理以上问题时必须十分谨慎。Yoji Berra有一名言道：“如果你不知道要去哪里，你可能无法达到要去的地方。”以下是一些有待明确的关键问题：

- 自动化视频分析、传感器技术和机器学习等计算机视觉的进步将如何加速先进技术的发展？
- 球员通过分享个人和表现数据所获得的经济利益是否足以吸引他们分享数据？
- 各类体育项目的球员与联盟之间是否能针对私人和敏感信息的收集、使用和变现达成一份标准协议？
- 表现数据最终可如何用于提升现场和远程球迷的体验？

要实现体育项目超量化的目标，运动员必须成为每个决策和每次对话的中心。运动员、训练师、教练、球员代理人和代表以及企业高管必须了解使能技术和负责任的使用。数据收集者和使用者将要令人信服地展示数据的价值并加以有效传达。运动员将要确保数据的分享与周全应用是符合自己的最大利益。最重要的是，各方之间必须建立与维持信任。互信是充分实现潜在效益不可或缺的要素。

尾注

1. Ben Cohen, Jared Diamond, and Andrew Beaton, “The decade when numbers broke sports,” *Wall Street Journal*, December 19, 2019.
2. Oura Health, “Oura partners with WNBA for 2020 season,” press release, Business Wire, July 30, 2020; Nicole Wetsman, “There’s unproven tech in the NBA’s COVID-19 prevention plan,” Verge, July 31, 2020; Andrew Cohen, “NBA offers players smart rings to search for signs of COVID-19,” SportTechie, June 18, 2020.
3. Jessica Golden, “PGA Tour procures 1,000 smart bands to help detect coronavirus symptoms in golfers,” CNBC, June 24 2020; Will Ahmed, “Podcast No. 80: Pro golfer Nick Watney on how WHOOP warned him of COVID-19,” Whoop, June 27, 2020.
4. Jessica Golden, “Here’s the device the NFL and NBA are using for coronavirus contact tracing and social distancing,” CNBC, July 21, 2020; KINEXON, “How KINEXON technology contributes to the restart in German professional sports,” June 8, 2020.
5. Michael Long, “Sports tech investment: Where are the venture capitalists spending their money?,” SportsPro, January 30, 2020.
6. NFL OPS, “NFL next gen stats,” accessed August 31, 2020.
7. Laine Higgins, “Big data is coming to the National Hockey League,” *Wall Street Journal*, October 10, 2019.
8. Niall Seewang, “Why Australia leads sports world in wearable technology,” ESPN, June 15, 2016.
9. Darren Rovell, “MLB approves device to measure biometrics of players,” ESPN, March 6, 2017.
10. Taylor Bloom, “Major League Baseball will now allow players to use two specific wearables during games,” SportTechie, April 6, 2016.
11. Scott Riewald (senior director for high-performance projects, United States Olympic and Paralympic Committee), interview with authors, August 20, 2020.
12. Ibid.
13. Northwestern University, “Rogers Research Group,” accessed August 31, 2020.
14. Riewald interview.
15. Ibid.
16. Eben Harrell, “How 1% performance improvements led to Olympic gold,” *Harvard Business Review*, October 30, 2015.
17. Joe Lemire, “Scouting in the NFL may never be the same,” SportTechie, April 22, 2020.
18. Joe Lemire, “Wimu Pro wearable grows to all levels of elite Mexican soccer,” SportTechie, June 6, 2019.
19. Teresa M. Walker and Larry Fenn, “AP analysis: NFL teams lost over $500M to injuries in 2019,” Associated Press, January 29, 2020.
20. Andrew Beaton, “The NFL wants to better predict injuries,” *Wall Street Journal*, December 5, 2019.
21. PSA, “New biometric data suggests squash could be world’s toughest racket sport,” April 6, 2018.
22. Mary Bates, “The rise of biometrics in sports,” *IEEE Pulse*, June 29, 2020.
23. KINEXON, “KINEXON and Content Stadium transform real-time data to real-time content,” October 14, 2019.

24. Mark Van Deusen, “Empowering players with data ownership,” Whoop, April 28, 2017.

25. NBA, “NBA announces sports betting partnership with William Hill,” press release, October 2, 2019; PGA TOUR, “DraftKings becomes PGA TOUR’s first official betting operator,” July 28, 2020.

26. Darren Rovell, “Alliance of American Football will have enhanced in-game betting,” ESPN, September 10, 2018.

27. Women’s National Basketball Association, *Collective bargaining agreement*, January 17, 2020.

28. Brian Costa and Jared Diamond, “The downside of baseball’s data revolution—long games, less action,” *Wall Street Journal*, October 3, 2017.

29. NFL, *Collective bargaining agreement*, 2020.

30. NBA, *Collective bargaining agreement*, January 19, 2017.

31. David Ornstein, “Players to sue for hundreds of millions over use of their statistics,” The Athletic, July 26, 2020.

32. Globe Newswire, “Global sports betting market size & share will reach USD 155.49 billion By 2024: Zion Market Research,” August 29, 2019.

33. Brent Kendall, Chris Kirkham, and Andrew Beaton, “Supreme Court ruling for New Jersey opens door to sports betting,” *Wall Street Journal*, May 14, 2018.

34. Brant James, “Biometrics: Currency, conundrum in sports betting future,” Gambling.com, November 30, 2018.

35. Jacob Gershman, “The brave new world of betting on athletes’ data,” *Wall Street Journal*, March 10, 2020.


R11
28,5
R20
R24
1.000,-
400,-
28
R6
V1 V2
V4
V14
7

电视开启新纪元

8K浪潮来袭

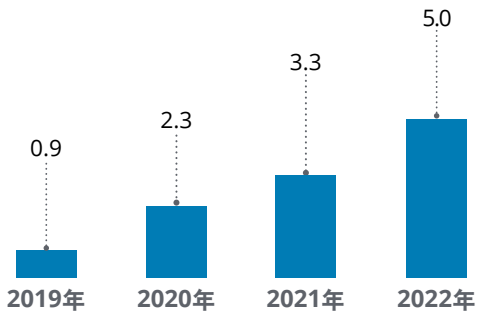
Paul Lee, Kevin Westcott, Cornelia Calugar-Pop, and Anil Kumar Tarigoppula

如果你有一台4K电视（现在很多消费者都已拥有），那么可能已经习惯在几乎看不出单个像素的屏幕上观看你最喜欢的节目、电影和视频。但几年之后，电视的图像也许会变得更加清晰。预计到2021年，8K电视（4K电视的升级和补充）的全球销售收入将达到33亿美元，随后这一数字将稳步上升（图1）。[1] 随着超大尺寸的8K电视越来越受欢迎，销售收入将主要来自于8K电视（预计销量将达到100万台，平均售价为3,300美元）。此外，2021年，与制作8K内容相关的设备（如摄像机、监视器、内存以及计算机）的全球销售额将达到数亿美元的规模。

图 1

未来两年8K电视销售额或将激增

8K电视全球销售收入（单位：1,000美元）



资料来源：德勤预测基于IHS Markit的数据，Display Supply Chain，2020年。

什么是8K？

8K标准以电视的分辨率命名，也就是说在16：9的屏幕上，有7,680（水平方向）x4,320（垂直方向）根线条，相当于约3,300万像素。[2] 而4K电视的分辨率仅有830万像素。[3] 8K电视的规格如下：

- 刷新率：每秒24到120帧
- 色域，包括自然界中已有的所有颜色以及其他人工颜色，并具备更大的亮度变化范围[4]
- 声音，升级至22. 2声道环绕声系统[5]

为什么有人质疑8K的大规模应用

总的来看，消费者使用8K电视面临三重重要挑战：

- **内容**。内容使设备具有使用的意义；缺少内容，设备多半时候可能都是多余的。然而，预计在2021年制作的视频内容中，8K内容占比将不足0.1%，[6] 而在所有视频内容（电视节目、电影、用户自制内容以及视频游戏）中，8K 内容的占比更低。

- **成本**。高档8K电视的价格可能高达数万美元。8K电视起步价约为1,500美元，售价远远高于起步价低于300美元的4K电视。

- **对照**。在盲样测试中，消费者很难区分8K和4K视频。[7]

这使得 8K电视不太可能在2021年实现长足发展，但我们认为这些挑战并非难以克服。目前已经有大量8K内容可供观看，未来几年，8K 内容还会继续增加。到2021年底，入门级8K电视的成本将降至1,500美元左右。我们通常用物理尺寸和峰值像素数来对比8K电视和4K电视，而非观看时的屏幕清晰度。

解决内容匮乏问题

考虑到2021年制作的所有视频内容中8K内容占比不到0.1%，大家可能认为观众很难找到8K内容。然而，据德勤估计，8K内容已经相当丰富，足以保证电视用户2021年全年每天24小时收看的节目不重复。

此外，缺少原生8K内容本身并不是影响购买8K电视的主要原因。2012年， 4K标准发布时，我们也曾担心缺少原生4K内容会影响人们购买4K电视。但4K内容的相对匮乏并没有让很多消费者感到困扰。2018年第四季度以来，尽管通过广播、卫星、视频点播和光盘等渠道提供的原生或修复4K内容较少，但4K电视的销量依然占据大多数。如果历史重演，如果8K 电视的价格与同尺寸的4K电视接近，很大一部分消费者将会选择购买。尽管消费者只是偶尔观看8K内容，他们依然愿意购买8K电视。

如果历史重演，如果8K电视的价格与同尺寸的4K电视接近，很大一部分消费者将会选择购买。

另外需要注意的一点是，2021年购买8K电视的消费者可能有长远考虑，他们也许希望电视能够使用7年（置换电视前的预期使用寿命）或更长时间。这就使得制作更多8K内容有了充足的时间。

但短期内如何获取8K内容？预计到2021年，至少有六个来源可以提供8K内容。

来源一：倍线技术

解决原生8K内容（即8K录制的内容）匮乏的主要途径是倍线技术，这项技术可内置于电视机中。借助本地（内置）人工智能算法和边缘计算，该技术可将输入的4K等低分辨率图像转换为8K图像。如果观众认为转换为8K的图像最初是8K录制的内容，则认为倍线技术是成功的。

如果观众认为转换为8K的图像最初是8K录制的内容，则认为倍线技术是成功的。

目前可通过倍线技术将大量4K内容 “输入”到8K电视中。以Netflix为例，它建立了世界上最大的4K内容库之一，拥有超过1,000个文件，可提供数万小时的视频内容。[8]

借助倍线技术，电视能够分析每一帧图像，并应用人工智能技术识别其中多个对象，如一副太阳镜、一个汉堡或一座建筑物。然后，倍线引擎通过恢复图像边缘，修复压缩伪影，并尽可能精准地为每个像素着色，将4K图像转换为8K。[9] 为了实现这种转换，电视会利用可能包含上万个参考图像的数据库。[10] 随着更多转换的完成，以及供应商对于如何优化倍线技术的理解加深，8K电视通过倍线技术转换图像的质量将逐步提升。8K电视的倍线算法还可以通过无线电进行更新升级。[11]

倍线技术对于8K而言并不新鲜，它是2012年生产的第一批4K电视的其中一个功能，旨在解决当时4K内容匮乏的问题。[12] 那时，倍线技术远未如此先进且令人信服。最初的转换方式主要是复制相邻像素：如果一个空白的新像素紧挨着一个蓝色像素，蓝色像素将对其进行填充，通常这会产生一个由四个蓝色像素组成的方块。升级后的倍线技术通过参考每个方向上平均16个相邻像素，以填充一个空白的新像素，但问题再次出现，这样会产生影响观看体验的伪影。然而，随着更先进的、人工智能驱动的技术不断发展，这些问题将被逐个化解。

倍线技术也可以将高清视频升频为8K。为此，需要为每个高清像素增加15个像素，这比从4K转换为8K更具挑战性。但随着技术不断升级，通过人工手段制作的（即使从高清转换而来的）8K视频也会更加逼真。

倍线技术还可用于压缩内容。原生8K内容可以降频为4K，之后也可以根据添加到压缩视频文件中的指令进行升频，修复为8K内容。这种方法被称为智慧降频，即显著降低视频所需的传输速率。 8K 高性能视频编码（HEVC）内容的传输速率可以从每秒40兆字节降为每秒25兆字节，[13] 按照开放媒体联盟的第一代视频编码标准录制的8K内容的传输速率可以从每秒35兆字节降为每秒17兆字节。[14] 这样就可以利用宽带、卫星或者地面广播传输8K内容。

来源二：重新录制的高清模拟和数字内容

8K分辨率并非新生事物，用70毫米胶片录制的影片的分辨率等同于8K。

目前已有多部电影被重新录制为8K影片（用65毫米和70毫米胶片拍摄的影片已被重新录制为超高清4K数字影片）。第一部修复的电影是《2001：太空漫游》，NHK电视台于2018年12月在BS8K频道播放了这部重新录制的影片。[15] 2019年3月，NHC电视台也播放了8K版本的《窈窕淑女》。[16] 很多其他用65毫米或者70毫米胶片拍摄的影片也可以修复为8K版本。大多数iMax电影使用 65毫米或者70毫米胶片进行拍摄，[17] 因此，可在iMax影院播放的影片或者有iMax版本的影片均可转化为8K版本。

6K录制的内容用途更广，既可以降频为4K，也可以升频为8K。例如，Netflix拍摄的第三季《纸牌屋》被录制为6K，但播放时降频为4K，而6K版本被用于储存。[18] 同样地，Netflix拍摄的《心灵神探》也被录制为6K。[19]

来源三：原生8K内容

目前，已有多部电影和电视连续剧被录制为8K，尽管播放时的分辨率只有4K或者更低，包括：

- Amazon Prime的《似水流年》第二季
- Netflix的《纸钞屋》第四季
- 《公民凯恩》联合编剧大卫·芬奇执导的一部黑白传记片《曼克》
- Netflix播放的由达米恩·沙泽勒执导的音乐剧《漩涡》
- 《银河护卫队2》

未来，如果8K电视的数量足够多，原生8K 内容将能按照8K 标准进行传输和播放。

来源四：用户自制内容

过去十年间，用户自制内容呈爆发式增长。得益于智能手机的普及，消费者以相对适中价格购买的摄影和视频工具的质量稳步提升。智能手机应用最受欢迎的功能之一是摄影，短期内，这可能是8K内容的主要来源之一。

智能手机应用最受欢迎的功能之一是摄影，短期内，这可能是8K内容的主要来源之一。

当前大多数智能手机的摄像头至少有1,200万像素，拍摄的图像有1,200万个像素（总的来说，每一帧图像由光点组成）。2021年，至少有10亿部拥有1,200万像素摄像头的智能手机将投入使用。只有8K显示屏才能充分展示1,200万像素的图像，用仅有800万像素的4K电视远远不够，用3,300万像素的8K电视展示1,200万像素的图像完全足够。所有手机预计将会拍摄超过一万亿张照片，艺术水准参差不齐，但像素数一致，只有8K电视才能充分展示这些图像。市面上也有配置了6,400万和10,800万像素摄像头的智能手机，这些智能手机的分辨率甚至超过了8K电视。[20]

智能手机拍摄的照片质量非常好，尤其是在有自然光的环境下。在8K电视屏幕上展示当这些照片时，看起来会很壮观，尤其是在装有锐化图像、除噪软件的8K电视上。

下一波普及8K视频的浪潮正汹涌而来。截至2020年8月，仅有几款高端智能手机有8K视频拍摄功能，包括三星S20、小米10和Red Magic S3。2021年及以后，这个数字可能会继续增长。这些设备可以高达每秒24帧的速度录制8K内容；[21] 在未来几年里，

画面刷新率可能会进一步提高。如今，大多数用户可能只是对8K视频有所耳闻，部分原因在于其存储要求高（每分钟600 MB），而且相对于4K和高清视频，8K视频的刷新率较慢。不过，录制8K视频的用户可以通过YouTube或Vimeo等在线平台分享视频内容。在2021年以及之后的几年里，随着智能手机内存容量的增加和刷新率的提高，智能手机拍摄的8K视频数量或将稳步增长。

来源五：8K或超4K专业内容

经常拍摄生日视频和企业视频的摄影师等专业用户可能会开始尝试录制8K视频。此外，胸怀抱负但设备预算较低的电影制片人可能也会进行尝试。目前，这些内容创作者可以购买佳能和夏普等品牌的微型8K摄像机（价格约为4,000美元）。[22]十多年前，早期8K原型摄像机重达数百千克，现在，佳能的8K摄像机重量不到1千克。

同样，目前也有用于拍摄6K视频的摄像机，之后这些视频可以升频为8K。截至2020年8月，生产6K摄像机的公司包括佳能、索尼、松下和Blackmagic Design。

我们可以通过8K电视在线观看8K专业用户拍摄的内容。[23] 2015年起，YouTube推出8K视频上传功能，Vimeo平台上也已有数千个8K视频。[24]

来源六：8K游戏机

之前几代游戏机利用4k打造产品卖点，8K游戏机未来可能也会如此。新一代8K游戏机将于2021年上市，尽管2021年可能没有太多新的游戏产品，但未来五年，我们将会看到越来越多8K游戏的出现。[25] 新一代游戏机可以处理更大的文件，[26] 内置的八核处理器能够加载更复杂的视频。[27] 也就是说，8K显示屏可能对业余玩家吸引力更大，而非数量少得多的专业玩家，因为他们注重更高的刷新率而不是分辨率，因此可能会继续使用4K或高清游戏机。[28]

经常拍摄生日视频和企业视频的摄影师等专业用户可能会开始尝试录制8K视频。此外，胸怀抱负但设备预算较低的电影制片人可能也会进行尝试。

8K的用途不仅限于娱乐

8K的应用不仅限于娱乐领域。例如，8K也可以用于辅助远程工作。8K显示屏可以更清晰地显示多个页面的内容（如一个人或一个团队的工作情况），而较低分辨率的显示屏则难以做到。身处不同地方的远程工作人员可以清晰地看到这些页面，例如图表、视频通话、表格以及数据表。这将使依靠单个屏幕或多个监视器的工作模式实现升级。

很多办公场所已经开始使用大型显示屏进行视频通话和协作。但对于2021年可能会长期居家办公的人来说，由于超高的分辨率，配备8K大显示屏可大大提高工作率。近距离（20-30厘米）查看文件时，在高清或4K屏幕上显示的文件可能会变得粗糙，但在拥有8K分辨率的80英寸显示屏上却非常清晰。此外，大屏幕也更适合与数十位同事进行视频通话，你可以清晰地看到屏幕上的每个人，而不再是一个个模糊的方块。

购买用于工作的8K显示屏可以享受免税以及/或者公司补贴。当然，工作结束后，也可以转换用途，用来观看娱乐节目或玩电子游戏。

8K显示屏还可以用来播放线上健身课程。实施封锁措施期间，大家不能去健身、跑步或骑行，这种内容的受欢迎程度陡然上升。随着高清显示屏和摄像机价格的下降，第一阶段的在线互动健身课程得以开展（包括跑步机和带有集成屏幕的静态自行车课程）。壁挂式大尺寸8K显示屏可以更大尺寸的图像显示教练和其他运动员，甚至达到真人大小。此外，这类显示屏也可以用来显示健身带和智能手表的各项指标。[29]

8K显示屏的另一个用途是“数字壁纸”，可用于装饰一部分或整个大屏幕。自数字屏幕诞生以来，数字图像就被用作屏幕保护器，显示热带鱼、分形图像以及个人照片等各种内容。电视流媒体周边设备供应商也将屏幕保护程序纳入其产品列表。[30] 8K电视的色域比4K电视更广，可以展示更丰富的图像，包括博物馆和私人收藏的艺术品。一些数字艺术即服务供应商开始涉足这一领域，随着8K电视的普及，这一群体还将继续壮大。[31]

突破成本限制

目前成本是阻碍消费者使用8K显示屏的一个重要原因。但在不久的将来，成本有望大幅下降，尤其是每小时的观看成本。加之电视作为身份象征的强大吸引力，到时候可能会有很多消费者会考虑购买8K电视。

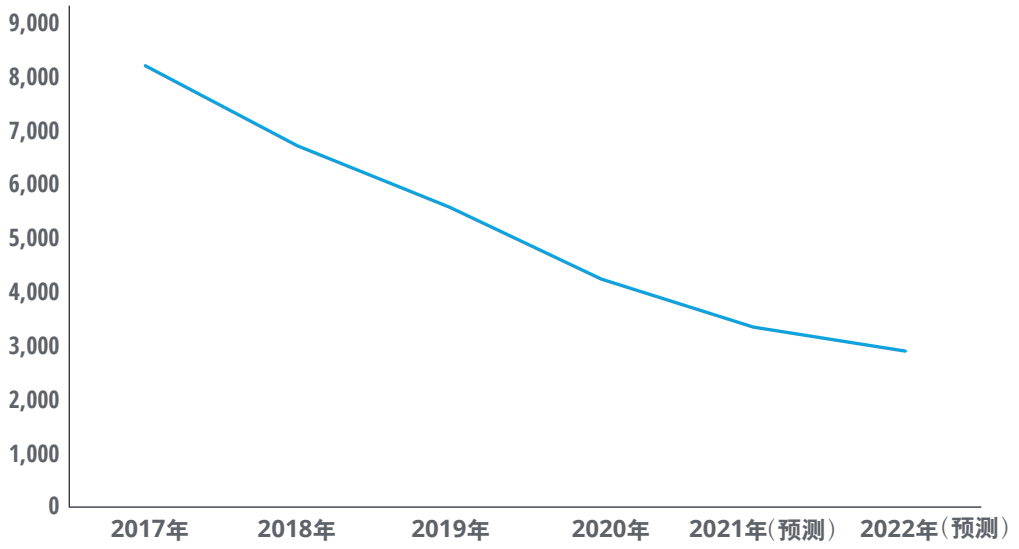
8K电视价格稳步下降

8K电视不太可能像4K电视一样普及，从推出至2019年，4K电视仅用7年时间就成为最受欢迎的电视产品，当年4K电视销量超过1亿台。[32] 8K电视的应用速度会较为缓慢，因为成本更高，尺寸也更大。但8K电视也将遵循同样的规律：随着价格的下跌，需求将随之增长。

图 2

8K电视价格中期呈下降趋势

8K电视全球平均售价（2017-2022年）



资料来源：IHS Markit（2017-2019年）、德勤预测（2020-2022年）。

2017年，8K电视的平均售价超过8,000美元。[33] 第二年，降至约5,500美元。[34] 到2021年底，预计入门级8K电视的价格将降至1,500美元或更低，平均售价为3,300美元（见图2）。随着价格的下降，销售额也将增长。2017年，8K电视的销量约为2,400台。[35] 2018年是8K电视上市的第一年，[36] 销量为18,600台。预计2021年全球8K电视销量将达到100万台，而上一年销量仅为55万台。尽管相对于当年约2.2亿台的总销量而言，只是沧海一粟，但增长趋势已十分明显。[37]

随着8K和4K显示屏的成本差异逐渐缩小，8K电视的销量可能会加速增长。成本差异越小，消费者就越可能选择面向未来的产品，尤其是尺寸更大（65英寸及以上）、价格更高的电视机。

此外，随着8K电视需求的增长，供应量可能也会随之增加，从而进一步压低价格。2018年，65英寸电视的全球产能仅为1,200万台。[38] 到2022年，预计全球电视产能将进一步增加，包括1.54亿台55英寸的电视和3,700万台65英寸的电视，其中大部分增加的产能是8K电视。这与4K电视的发展历程类似：2016年至2019年，全球生产4K电视的厂商数量从30家增至70家，增长了一倍多。[39]

虽然更低的价格对于消费者来说是好事，但从中期来看（2025年及之后），价格下降的速度可能会在很大程度上抵消8K电视制造商和零售商的收入增长。4K电视供应商已经经历过这个过程，2020年，美国4K电视的销量预计将增长12%至2,500万台，但预计供应商的收入仅增长2%。[40]

电视（包括8K电视）成本为25美分/小时

花费2,500美元或者1,500美元购买一台入门级8K电视似乎很难接受。但由于电视的预期使用时间长达7年，平均每天使用3至5小时，那么一台价值2,500美元的电视每天的成本不到1美元，每小时成本约为25美分，且费用由整个家庭分摊。

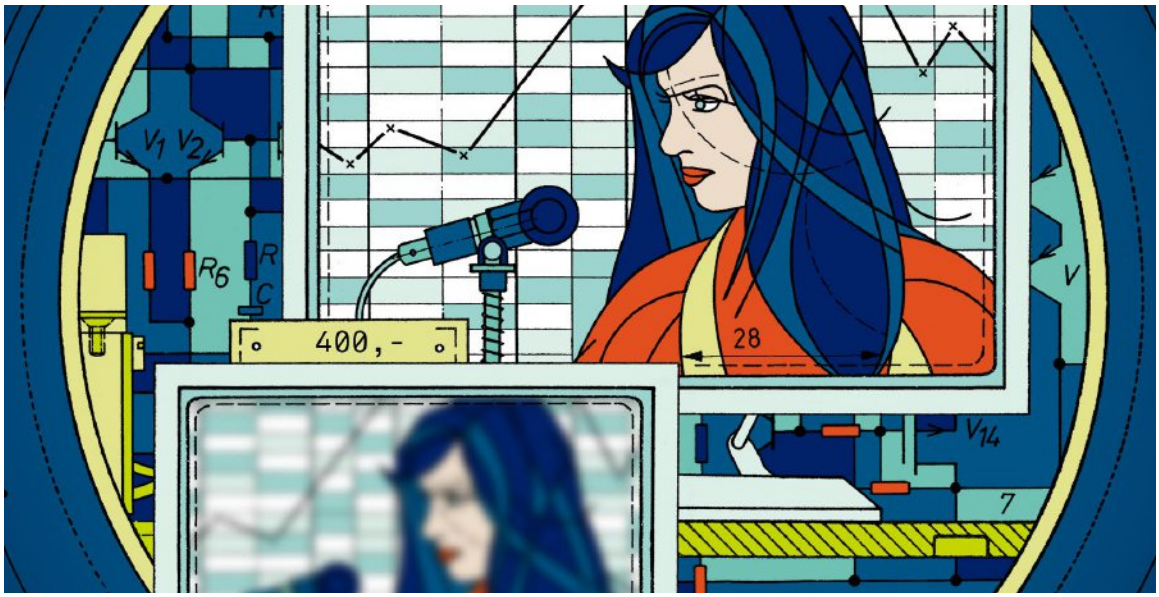
从这一点来看，很多消费者每年花在智能手机上的费用可能更多。很多品牌的智能手机售价都超过1,000美元，各品牌手机的平均售价约为340美元。[41] 预计2020年购买的手机的预期使用时间仅有2.7年。[42] 因此，一个三口之家，如果每人购买一部价值340美元的智能手机，那么7年内可能会在智能手机上花费2,500美元以上；如果每人每台设备平均花费1,000美元，则可能超过7,500美元。

很少有消费者会计算一台新电视机精确到每小时的成本。但新的8K电视的使用量、使用范围以及向朋友家人展示新的大型设备的满足感，都有助于证明购买8K电视的合理性。

居家时间延长将助推电视销售

2020年因新冠疫情采取封锁措施期间，电视机成为畅销产品。在美国，2020年上半年65英寸及以上的电视销量增长52%，第二季度65英寸及以上的电视销量增长77%。[43]在德国，尽管封锁措施有所放松，电视销量依然强劲。2020年5月和2020年6月的销量同比分别增长37%和21%。[44]

如果封锁措施持续到2021年，至少在广泛应用疫苗之前，人们可能会继续在家呆更长时间，从而减少在电影院等室内场所的时间。为了打发时间，他们可能会用减少外出所节省的钱来升级家庭娱乐设施。



新商业模式或降低电视购买门槛

一直以来，电视供应商的收入来源基本保持不变。制造商的大部分收入销售，等到出售下一套替代产品后才能获得更多的收入。几十年来，电视以及其他家用电器的制造商和销售商一直沿用这种商业模式。

然而，网络连接改变了这种商业模式，他们可以从有关使用习惯的信息中获利，从而降低购买电视的门槛。与其一次性获得所有收入，供应商可以在销售时以毛利率换取广告商和内容所有者在电视整个使用周期内的收入。这将降低电视机的价格，使其更具成本优势，同时也有望在设备的终身使用期内获得更多收入。对于消费者而言，这可能意味着他们能够以与4K电视相同的预算购买8K电视，但唯一的要求是为电视联网并接受相关条款和条件。

与其一次性获得所有收入，供应商可以在销售时以毛利率换取广告商和内容所有者在电视整个使用周期内的收入。

每次使用联网电视时都会产生对一系列供应商有用的信息。对于内容供应商来说，电视可以收集和分享关于观看的节目、选择的频道以及观看和删除的应用程序的相关信息；还可以收集用户点击了哪些程序，或者一旦启动便暂停或丢弃的数据。这可以为内容创造者或视频点播公司等内容集成者提供反馈信息。另外，联网电视可以作为内容提供商应用程序的门店。电视屏幕的空间可以出租给供应商，或者每次下载时收取佣金。电视机还可以用来显示电视供应商的分销广告，从而使广告摆脱电视广播公司和其他播放广告的传统实体。

联网电视还可以收集家电设施的相关数据，以帮助根据拥有的设备数量和质量形成对家庭情况的了解。例如，电视可以连接智能门铃或视频婴儿监视器，以显示门口情况，或者向家长报告婴儿入眠情况。然而电视收集额外数据的能力视各地区数据隐私法规而定。

当然，这种商业模式并不新鲜。[45] 虽然对于电视行业来说比较新奇，但其他设备已经收集或也能够收集对广告商有用的数据。考虑到这种模式的成功经验，电视行业很可能在20世纪20年代开始采用这种模式。

8K将加速电视变大趋势

自电视机被发明以来，电视屏幕尺寸已经持续增大了许多。2004年至2019年，美国电视机的平均屏幕尺寸从25.4英寸（按屏幕左下角到右上角的对角线测量）增至47英寸。也就是说，每年新安装的电视的平均屏幕尺寸稳步增加1英寸。[46]

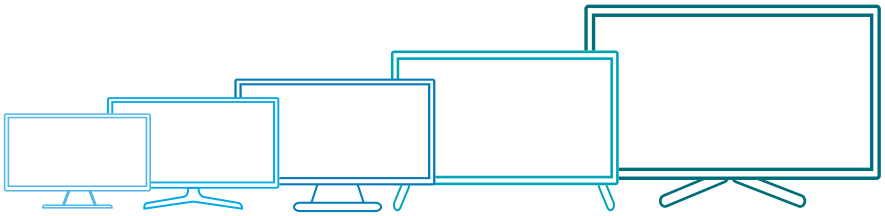
电视屏幕尺寸的增长得益于平板电视的普及。平板电视每平方英寸屏幕的生产成本远低于基于旧技术生产的电视机。2014年至2019年，美国每平方英寸屏幕的平均成本从2.15美元降至0.39美元，降幅达82%。[47] 与此同时，大屏幕电视机的销量也出现增长。分析结果显示，2019年，美国畅销的电视机尺寸为65英寸。同年，65英寸的电视机的价格下降25%。[48] 2020年上半年，美国65英寸及以上电视的销量增长52%；第二季度，65英寸以上的电视的销量增长77%。[49]

电视的屏幕越大，消费者选择8K电视的可能性就越高，因为8K电视能够提供平滑细腻、无像素颗粒感的图像。无论屏幕尺寸大小，在给定分辨率标准下，屏幕上的像素数不变。随着屏幕面积的增大，每平方英寸面积的像素数（PPI）会下降（图3），从而使图像的颗粒感增强。例如，在36英寸的高清电视上，200万个像素的分布非常密集，因此图像看起来非常平滑。[50]在尺寸更大的高清电视机上，如55英寸（是36英寸屏幕面积的两倍多），根据视距的不同，也可以辨别出单个像素。在55英寸的屏幕上，4K视频可以达到平滑细腻的效果，但在65英寸的屏幕上（1.17平方米，比55英寸屏幕大40%），却可能会看见单个像素。在85英寸（1.99平方米）或100英寸（2.76平方米）的屏幕上，只有8K内容（无论原生还是升频）可以保证图像平滑细腻。

80英寸或更大尺寸的电视可能会降低消费者的购买欲望，因为尺寸太大，大多数人的汽车都装不下。但在线订购和配送可以解决这个问题。2019年上半年，全球四分之一的电视销售业绩来自网络渠道。在中国，这一数字为50%。[51]即使在实体店进行调查，也可以发现，封锁措施可能加速了电视销售向线上渠道的转移。

图 3

随着屏幕尺寸增大，8K电视更高像素密度的重要性凸显



屏幕尺寸（对角线，英寸）	55	65	75	85	110
屏幕面积（平方米）	0.83	1.17	1.55	1.99	3.34
每平方英寸像素数（8K）	160	136	118	104	80
每平方英寸像素数（4K）	80	68	59	52	40

资料来源：德勤分析。

走出对比窘境

许多研究都探讨了消费者区分8K图像和4K图像的能力。这些研究表明，区分这两者很困难，因为图像内容五花八门，显示能力也不尽相同。自然纪录片似乎从8K中受益最多，也许是因为8K电视可以显示更丰富的颜色。

然而，长远来看，无法区分4K和8K可能并不重要。更重要的是，8K电视用户因为他们的平板电视能够显示8K图像而获得更多功能。这也说明消费者并不总是理性的。当大多数内容为高清视频时，4K格式出现了；而高清兴起于标清盛行的时候。即使在今天，如果预告片不提示观众，他们可能以为看的是4K影片，因为他们很难分辨两者的差别。

当大多数内容为高清视频时，4K格式出现了；而高清兴起于标清盛行的时候。

8K电视的受欢迎程度很有可能得益于75英寸或更大尺寸的超大显示屏的广泛吸引力。电视越大，体验越逼真。电视机正不可阻挡地从角落里笨重的立方体稳步向占据更大墙上面积的面板过渡，且颜色越来越鲜明、生动。8K和超大屏幕很可能会被消费者视作一个整体，不论视频内容的分辨率如何。它会让电视用户获得一种满足感，同时让参观朋友客厅里8K电视的访客羡慕不已。

8K电视生产端

本章节主要关注消费者使用8K电视的驱动因素，同时，我们也应该考虑激励和阻碍生产8K内容的各种因素。

8K电影和电视摄像机面世已经超过五年。最早进入市场的公司之一，Red，于2015年推出首款8K相机。[52] 然而，到目前为止，以8K录制内容寥寥无几。其中一个原因是，几乎没有商用8K电视摄像机出售：在过去十年的大部分时间里，市面上只能买到样机。此外，拍摄8K视频需要增加相当多的额外成本，如存储成本（存储时长一小时的原生8K视频需要超过7 TB存储空间，即每分钟需要约122GB的存储空间）和配备新监视器以及线缆的成本。

但是，录制8K内容的优点可以抵消掉当前的这些缺点。其中一个优点是，8K录制的内容后期制作效果更好。将8K视频降频为4K通常可以提供比原生4K素材更清晰的图像感。这种方法还可以消除图像中的某些伪影，[53] 使图像更稳定，但需要将图像放大20%。[54] 将原生8K 内容重新灌录为4K，对于有视觉特效（VFX）的电影很有用，因为这将便于对图像进行大量的后期处理。[55]

此外，对高分辨率的8K内容进行重新灌录也非常简单。在不降低分辨率的情况下，8K 文件很容易就能降频为4K，且像素将变得更小，细节也会更丰富。[56] 对于体育摄影来说，8K录制的内容可以让快速移动的物体（如跑步者、赛车）更容易转化为4K。事实上，8K相机（2020年夏天，价格降至4,000美

元）甚至可能改变体育摄影的拍摄方式。[57]体育摄影师过去一直依赖于速度越来越快的单反相机（单反相机每秒能够拍摄多张照片）。他们希望在拍摄的数百张照片中找出一张价值不菲的作品。有了8K视频，摄影师将可以以最高分辨率拍摄动作，然后挑出其中一帧画面（像素将达到3300万）。自然纪录片拍摄者的拍摄对象可能像球场上的足球运动员或拳击场上的拳手一样不可预测地移动，他们也可以从8K视频中获得高清的静态画面。[58] Blackmagic公司于2020年夏天推出12K相机，目前制作可将分辨率降为8K 的12 K照片的成本至少为10,000美元。[59]

体育摄影师过去一直依赖于速度越来越快的单反相机（单反相机每秒能够拍摄多张照片）。他们希望在拍摄的数百张照片中找出一张价值不菲的作品。

最后，8K录制的内容可以延长其变现时间。随着更多8K显示屏的出现，8K录制并灌录为4K以便在2021年发布的内容，将能在几年后以8K格式重新发布。这一点非常重要，因为录制内容的生命周期将能达到数十年。例如，1951年首播的《我爱露西》使用35毫米的胶片录制，[60]因此，多年后原始唱片可以重新灌录。《我爱露西》的蓝光高清修复版于2014年发行。[61]

从消费者到商业环境

大多数在2021年录制或重新灌录的8K内容瞄准了居家收看电视节目的消费者。但是，8K内容也可能会越来越多地用于商业用途，例如：

- **零售显示屏**。长期以来，视频显示器一直是实体零售商吸引消费者和促进销售业绩的重要武器。随着零售业摆脱封锁措施逐步复苏，8K显示屏可能会成为一个越来越重要的工具。它既可以用来吸引顾客进入商店，也可以用于推广产品和品牌。关于安装方式，8K显示屏可以由模块化的面板制成，也可以安装到曲面上，不一定要采用16:9的比例。

- **广告展板**。由于拥有更高的分辨率和更广的色域，8K显示屏对于制作室外和室内展板变得愈发重要。

- **贸易展览**。贸易展上的推介人需要不遗余力地争夺眼球。8K显示屏，不论是定制的或基于标准面板的，可以成为吸引访客的一种方式，这延续了数十年来用显示屏吸引潜在客户的趋势。

- **现场活动**。演唱会是一种场面宏大的大型活动，其中一个主要元素是作为音乐人背景的巨幅定制屏幕。如果举办现场活动的安全性得到认可，以8K幕墙为特色的大型演唱会可能会越来越普遍。U2是最早使用8K屏幕的乐队之一，其在2017年的“Joshua Tree”巡回演唱会上采用了一块5层高（14米）的8K显示屏，将舞台宽度延长至61米，用于展示高分辨率的视觉效果和乐队现场照片。此外，Taylor Swift和Lady Gaga等其他明星也正考虑在演唱会使用8K显示屏。[62]

8K录制的内容可以延长其变现时间。随着更多8K显示屏的出现，8K录制并灌录为4K以便在2021年发布的内容，将能在几年后以8K格式重新发布。这一点非常重要，因为录制内容的生命周期将能达到数十年。

- **办公场所**。接待区域决定了参观者对一家公司的第一印象。可以将8K屏幕可用于这些区域，展示公司的相关信息，如品牌价值。大型公司应该能够负担得起购买数万美元高级8K显示屏的费用。[63]

8K对邻近行业的影响

8K电视在消费者中的普及也可以为邻近行业创造机遇，尤其是电信行业。运营商应将8K电视视为销售高速宽带的机会。他们可以将最高速的宽带（1千兆比特/秒）与提供8K内容的视频订阅点播服务（SVOD）进行捆绑，将最佳画质与最快宽带连接服务相结合。然而，运营商不应指望网络流量的增加会实现收入的增长。2021年，8K电视不大可能对整个网络流量板块产生重大影响。一方面，8K电视的安装基数仍然较小，另一方面，支持8K显示的大多数内容的分辨率依然较低。

对他们而言，提供8K内容的SVOD供应商也许能够将这些内容放进其高级服务包。他们在存储和传送高分辨率内容时会产生额外的成本，但其中一些成本应该通过向8K内容收取额外费用来进行补偿。这与很多付费电视（包括SVOD）运营商对4K和高清内容（在某些市场）收费的做法类似。

小结

最终，8K对消费者的核心吸引力在于选择面向未来的视频，它将从感性和理性两个方面吸引买家。8K显示屏可以让消费者在像素密度、色域、屏幕亮度和音效方面，尽可能地享受最佳的电影和电视观看体验；并有望在目前为止最好的屏幕上体验下一代8K视频游戏；它还将使消费者以全新的方式使用大尺寸电视机。显示屏将不再仅仅用于观看视频内容，还可以用于显示数字壁纸，或者成为居家办公人士的办公工具。

评论人士不应以不合理为由否定8K的前景。因为曾经也有过类似的关于4K的观点：对于室内观看来说，屏幕太大；观众坐得太近或太远；或者很少有人能区分高清和4K。这些看似令人信服的、合理反对意见似乎并未起到主导作用。2021年大多数消费者仍会选择购买4K电视，但再过几年，他们可能会越来越多地选择8K电视。

现如今，对于几乎所有消费者来说，电视在日常生活中不可或缺。当然，也有一些家庭会把书架放在比电视更重要的位置，但此类情况可能会越来越少（可以说，书籍和电视某种意义上是虚荣心的体现）。一方面，8K在视频和音质方面拥有强大的吸引力；另一方面，市场可能想要推出房间中的“屏幕霸主”，而非仅仅是隐藏在角落的电视机。很多人想有机会吹嘘自己拥有最新款、最大尺寸、最先进的电视，而将于2021年及之后面世的8K电视将满足上述所有需求。

尾注

1. 德勤预测基于多个资料来源，包括Korea Bizwire，“8K TV war intensifies but consumers still prefer 4K,” 2019年10月24日；Display Supply Chain Consultants，“Samsung extends lead in advanced TV shipments in Q2,” 2020年8月3日。
2. “8K”一词中，K指1,000，8K指水平方向的像素数，7,680。像素总数等于水平方向的线条数量乘以垂直方向的线条数量。
3. 4K指水平方向上的像素数（四舍五入到最接近的整千数）。4K屏幕上有3,840根水平线条和2,160根垂直线条。
4. Sharp，“8K UHD reality will overwhelm you,” 2020年9月4日。
5. 音频规范将声音划分为24个独立声道，分布在22个扬声器和两个低音扬声器上。然而，由于很少有家庭拥有24个扬声器，8K视频可能通过6个扬声器提供5.1个声道。请参见 NHK STR, “22.2 multichannel audio format standardization activity,” 2011年。
6. 大部分内容可能是高清或标准清录制，仅有小部分内容为4K录制。
7. 了解更多关于已完成测试的相关情况，请参见Scott Wilkinson，“8K vs 4K TVs: Double-blind study by Warner Bros. et al reveals most consumers can’t tell the difference,” TechHive, 2020年2月28日。
8. HD Report，“List of 4k/HDR/Atmos movies and TV shows on Netflix,” 2020年9月29日。关于电视的预期寿命，请参见 Alexis C. Madrigal，“The new laws of TV upgrading,” Atlantic，2012年1月6日；Lee Neikirk, “How long should your TV last?,” Reviewed.com，2019年2月13日；Erin Lawrence，“When should I upgrade my TV?,” Best Buy Blog，2020年9月20日。
9. Samsung Newsroom，“‘All in’ on AI, part 2: Driving the evolution of 8K picture quality and advanced sound on TV through AI,” 2018年2月14日。
10. Michael Hicks，“Here’s the secret behind 8K AI upscaling technology,” TechRadar，2019年8月26日。
11. Samsung Newsroom，“[The Future of Viewing] ① QLED 8K: Where AI upscaling meets deep learning,” 2020年4月3日。
12. 为了解释初代4K电视如何应用倍线技术以及为什么有时会产生不理想的显示效果，请参见 Hicks，“Here’s the secret behind 8K AI upscaling technology.”
13. Jeff Baumgartner，“Putting the squeeze on 8K,” Light Reading，2020年5月19日。
14. Ibid。
15. Gavin J. Blair，“Japan’s NHK launches world’s first 8K TV channel,” Hollywood Reporter，2019年1月4日。
16. 几年前电影《窈窕淑女》已经被扫描为8K，以制作4K版本。通过扫描现有的版本，修复成用于播放的8K版本。请参见 Carolyn Giardina，“‘My Fair Lady’ gets 8K restoration,” Hollywood Reporter，2019年3月8日。
17. Display Dail，“Production of 8K content for 8K TVs,”2020年11月5日。
18. Jacob Kastrenakes，“Netflix had House of Cards’ third season made in 6K,” Verge，2015年3月10日。
19. Matt Mulcahey，“DP Erik Messerschmidt on shooting Netflix’s Mindhunter with a custom red Xenomorph,” Filmmaker，2017年10月26日。
20. 还有一些6,400万像素和1.08亿像素的设备，他们将9个像素压缩为1个，然后输出1,200万像素的照片。了解更多信息，请参见Sam Byford，“Why Samsung’s 108-megapixel camera isn’t just a gimmick,” Verge，2002年2月12日；Sam Byford，“Do 64-megapixel phone cameras really make a difference?” Verge，2019年10月1日。

21. Richard Bennett，“The best 8K phones in 2020,” Wondershare，2020年10月20日。
22. Jamie Carter and James Artaius，“What is 8K? And what does it mean to photographers and videomakers?” Digital Camera World，2020年7月7日。
23. Rasmus Larsen，“YouTube now streaming 8K video on 8K TVs with AV1 support,” FlatpanelsHD，2020年5月8日。
24. Vimeo，“Videos tagged ‘8k’”2020年9月23日。
25. Geoffrey Morrison，“PS5 and Xbox Series X can game in 8K resolution. Should you care?” CNET，2020年10月29日。
26. 游戏机将使用固态硬盘提升游戏内容加载速度。请参见Chaim Gartenberg，“Sony reveals full PS5 hardware specifications,” Verge，2020年3月8日。
27. Ibid。
28. Charlie Noon，“1080p Vs. 4K gaming: Is gaming at 4K worth it?,”WePC，2020年10月28日。
29. 例如，Apple Fitness+使可穿戴设备Apple Watch的数据能够通过Apple TV数字媒体扩展器展示在电视机。请参见Apple，“Apple Fitness+”2020年9月23日。《2021科技、传媒和电信行业预测》为独立刊物，未经苹果公司授权、赞助或通过其他方式核准。
30. Amazon Fire TV，“All 182 screensavers on your Amazon Fire TV and their locations (photos),” Medium，2017年6月16日；Benjamin Mayo，“Apple TV now features 10 beautiful underwater video screensavers,” 9to5Mac，2019年9月25日。《2021科技、传媒和电信行业预测》为独立刊物，未经苹果公司授权、赞助或通过其他方式核准。
31. 例如，请参见 Loupe，2020年9月23日。
32. GfK，“4K is becoming the standard for today’s TVs,” 新闻报道，2019年9月4日。
33. The Korea Bizwire，“8K TV war intensifies but consumers still prefer 4K”。
34. Ibid。
35. Ibid。
36. 8K电视于2017年第四季度首次上市销售。请参见 GfK,，“4K is becoming the standard for today’s TVs”。
37. Advanced Television，“IHS: Over half of Q4 TV shipments were UHD ,” 2019年3月7日。
38. Chris Chinnock，“Yes, you really can see 8K in your future ,” Information Display ，2019年11月28日。
39. GfK，“4K is becoming the standard for today’s TVs”。
40. Danielle Cassagnol，“Consumer tech U.S. sales to reach record $422 billion in 2020; streaming services spending soars, says CTA ,” Consumer Technology Association新闻报道，2020年1月5日。
41. GfK，“Global smartphone sales reached $522 billion in 2018 ,” 新闻报道，2019年2月22日。
42. Gartner，“Gartner forecasts worldwide device shipments to decline 14% in 2020 due to coronavirus impact,” 新闻报道，2020年5月26日。
43. Mike Snider，“Despite coronavirus pandemic, consumers still turned on by big-screen TVs,” USA Today，2020年7月20日。
44. Jörn Krieger，“Corona crisis drives TV set sales in Germany ,” Broadband TV News，2020年7月21日。
45. 另一种商业模式是以订阅方式提供电视，根据电视的型号规格以及观看广告的数量确定收费。

46. Advanced Television。“IHS: Over half of Q4 TV shipments were UHD ”。

47. David Katzmaier。“Remember when TVs weighed 200 pounds? A look back at TV trends over the years ,” CNET，2020年7月26日。

48. Jon Porter。“65-inch TVs are now the most popular choice for North American households: Report ,” The Verge，2019年7月5日。

49. Snider，“Despite coronavirus pandemic, consumers still turned on by big-screen TVs ”。

50. 了解更多关于像素密度的内容，请参见Tim Fisher，“How many pixels in an inch (PPI)? ,” Lifewire，2020年5月5日。

51. GfK，“4K is becoming the standard for today’s TVs”。

52. Jon Silberg，“8K ecosystem is ready for implementation ,” TV Technology，2020年4月20日。

53. Display Daily，“Production of 8K content for 8K TVs”。

54. Steve May，“Why 8K is transforming movies, and why you probably haven’t noticed yet… ,” Home Cinema Choice，2020年6月19日。

55. Silberg，“8K ecosystem is ready for implementation”。

56. Ibid。

57. James Artaius，“Sharp 8K video camera—still alive, still under $4,000, due second half 2020 ,” Digital Camera World，2020年1月14日。

58. Carter and Artaius，“What is 8K? And what does it mean to photographers and videomakers? .”

59. Chris George，“Wow! Blackmagic 12K camera makes stunning entrance (and the price is amazing too) ,” Digital Camera World，2020年7月17日。

60. Leigh Allen，“Filming the I Love Lucy show ,”American Cinematographer，2020年4月1日。

61. Gordon S. Miller，“I Love Lucy: Ultimate season 1 ,”High-Def Diges，2014年5月7日。

62. Stephen Armstrong，“Inside the Amish town that builds U2, Lady Gaga, and Taylor Swift’s live shows,”Wired，2018年1月5日。

63. Amrita Khalid，“The world doesn’t need 8K TV—yet ,” Quartz，2020年1月24日。


25
20
15
5
0
PEN
PA
PA
4
2
1
3
≈9,4
60°
35
2
R0,5
3,9 5
55
85
30

虚拟连接现实

数字现实头盔在企业和教育领域的应用

Duncan Stewart, Kevin Westcott, and Allan Cook

疫情导致无法亲自教授和学习技能时，企业如何培训工人卸载有害物质、配置风力涡轮机或者维修喷气发动机？[1] 其中一种方法是使用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）模拟此类环境，供员工进行实践。我们预计，在企业和教育机构购买带动下，面向企业和教育机构的VR、AR和MR（统称为XR或数字现实）可穿戴头盔的销量将在2021年比2019年增长100%。

2020年，全球XR头盔、软件和服务（包括消费者购买）的总支出上升至120亿美元，较2019年增长50%。[2] 尽管这一数字低于疫情前所预测近80%的增长率，但也远高于在2020年同比下降超过5%的全球信息技术支出。[3] 疫情后，XR有望恢复较高增长率。有组织预测，该行业总规模将在2024年达到730亿美元，或在2020年至2024年期间的年增长率达到54%（可能过于乐观）。[4]

尽管头盔基于较低的基数增长，2015年到2019年期间，企业和学校每年购买的虚拟现实、增强现实和混合现实头盔不到10万台，但增长趋势仍较明显。新冠病毒感染风险促使员工和学生加大应用这类头盔，开展虚拟教育而非面对面教学，从而拉动头盔在某些市场加速增长。随着新冠疫情助推此类头盔充分展现价值，在成本更低、安全性更高、学习记忆效果更好等多重优势的推动下，数字现实头盔或将在疫情结束后获得进一步发展。

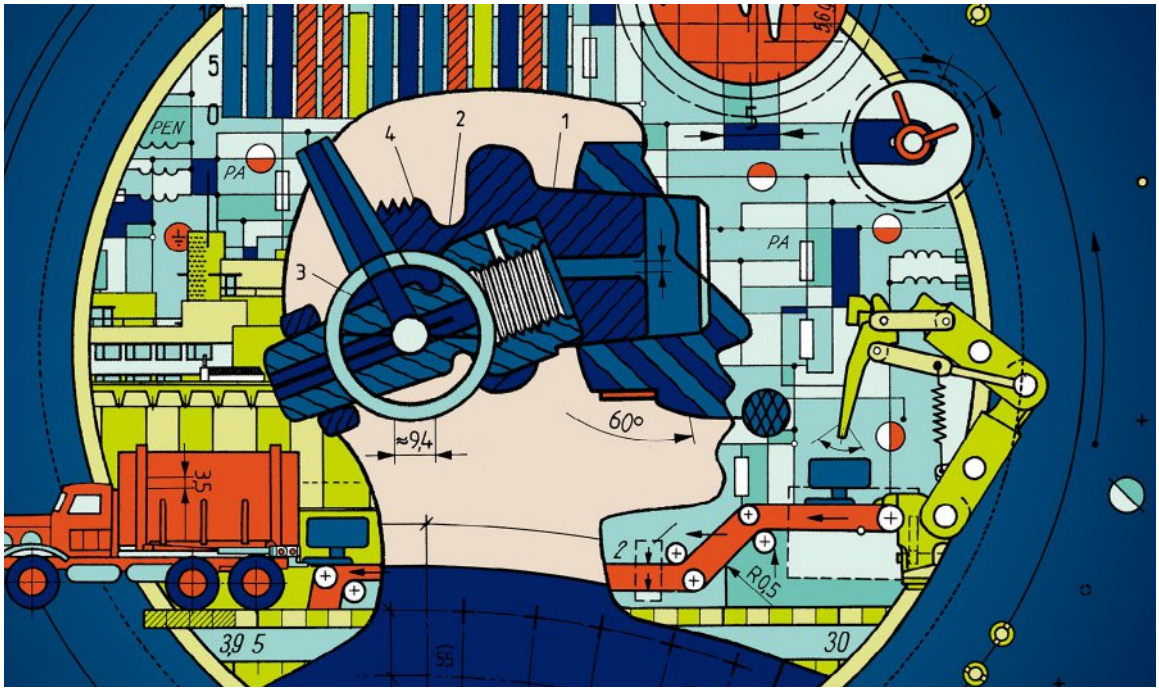
XR设备转战企业市场

整个XR设备行业中，培训和工业维护等企业应用预计在2020年分别创造13亿美元和4亿美元收入。[5] 这些数字仍低于个人消费者购买额，但未来几年内，企业的XR设备购买量将缩小这一差距，而数字现实市场有望在企业或教育领域实现最快增长。预计在2019年至2024年期间，用于公共基础设施维护、工业维护、物流和包裹配送管理的XR设备销量每年将翻一番以上。而在此期间，高等教育和K12实验室和实地研究在数字现实方面的支出预计每年增长120%以上。[6]

令人惊讶的是，XR设备的企业销量有望逼平个人消费者销量，尤其是疫情期间，消费者蜂拥购买虚拟现实头盔以消磨被关在家中的无聊时间。（消费类头盔市场几乎完全以虚拟现实头盔为主，而增强和混合现实头盔主要用作企业设备。）科技博主Ben Evans曾说过，疫情封锁促使各类技术“被迫进行试验”，包括居家办公工具、网上杂货配送以及游戏和视频流的家庭娱乐设备，而虚拟现实则是消费者加入其中的自然技术。[7] 消费类虚拟现实尽管未在2020年出现崩溃，但也未出现增长。再次引用Ben Evans的话：“这本应是（消费类）虚拟现实的增长时段，但现实情况却出人意料。”[8] 消费者在2020年购买了价值约29亿美元的虚拟现实头盔，较2019年的33亿美元下降了12%，不过预计2021年的销售额将反弹至35亿美元。[9] 2020年，头盔销售额降幅低于疫情封锁期间电影院上座率的降幅——今年全球电影上座率下降了66%。[10] 另一方面，头盔销量不及游戏机，由于数十亿人被困在家中自娱自乐，游戏机的销量在2020年3月的年增长率高达150%。[11]

鉴于消费市场增长低于预期，XR头盔制造商已经转向企业市场。首款增强现实头盔Google Glass在2014年发布时主要面向消费市场，但2017年重新推出后转向以企业市场为重心。[12] 2020年4月，Magic Leap宣布将企业作为其主要市场。[13] 微软的HoloLens一直以企业为目标客户，而不是个体消费者。甚至Facebook旗下的Oculus和HTC等消费类虚拟现实公司也在2019年成立了企业事业部。[14] 有传言称，苹果公司将在2021年推出增强现实和虚拟现实产品，开始可能主要面向消费者，但未来或将开发企业和教育应用产品。[15]

头盔只是整套XR设备的一大配件。加上企业XR设备的所有支出，2019年企业数字现实市场的收入可能达到130亿美元，较上年增长19%。由于涵盖内部研发，因此这一数字高于前述的XR市场总额。在企业数字现实市场发展的现阶段，内部研发支出相对较大。[16] 仅确定头盔的单位销售额和金额价值（不包括软件、服务和内部研发）是一项艰巨的任务，因为没有任何XR设备制造商按季度或年度披露以金额或单位计算的分段销售额。不过，尽管存在困难，但仍然可以从头盔制造商、企业和教育机构临时发布的各种公告以及媒体报道中收集到一定信息。



为何企业和教育领域的头盔销量未达到高位水平?

2015年到2020年期间，市场上共发布过几十个关于企业和教育数字现实的公告。基于对这些公告的深入分析，德勤全球发现了一些重要趋势。

头盔为共享技术，而非个人专属

尽管个人电脑和智能手机等部分企业技术工具是个人专属（员工每人一台），但打印机和LED投影仪等其他工具则由众多员工共享，几十名或数百位员工按需使用同一台设备，而且每次使用的时间较短。共享正逐渐成为XR头盔的主要使用方式。例如，沃尔玛在2018年购入17,000台Oculus Go入门级虚拟现实头盔，并向其所有的特大购物中心发放了四组，较小的购物中心发放了两组。通过使用这17,000台头盔，沃尔玛能够对超过100万名员工进行逾45个不同模块的培训，内容涉及新技术、客户服务/同理心与合规。平均每60名员工使用一台头盔。[17]

并非每位员工都需要头盔

很明显，办公室人员等部分类型的员工几乎不需要使用XR头盔。但即使是数字现实头盔可以发挥作用的工种，也并非每位员工都需要一台头盔。XR头盔在工作场所的常见用途是培训新员工，而非用来为现有员工提供支持。

并非每个地方都需要头盔

加拿大萨斯喀彻温省拥有120万居民，其中40%居住在偏远地区。该省在11个社区部署了两副谷歌增强头盔，以便现场医务人员能够与城区医疗中心的专家进行实时咨询。萨斯喀彻温大学外科部负责人Ivar Mendez表示，这种工具“对创面治疗至关重要”。[18]但是，尽管数字现实头盔在偏远地区能够发挥作用，但在全球大多数人口居住的城市地区却并不需要此类应用。

头盔仅占项目总成本的较小部分

2018年，美国陆军与微软就使用混合现实工具Hololens达成4.8亿美元交易，这是目前公开宣布的XR项目中最昂贵的一笔。[19]该协议并不是针对成品头盔，而是关于定制化的热传感和夜视设备，这些设备不仅用于训练，也用于战场。尽管在过去几年里，40,219台头盔的后续订单引发讨论，这些订单价值也超过20亿美元，[20]但最初的交易仅包括两年内提供2,500台头盔。即使这些头盔的价格是Hololens成品的10倍，每台大约3万美元，但2,500台头盔的硬件总价值也只有7,500万美元。换言之，整个混合现实解决方案的软件、服务和开发部分可能占合同总价值的六分之五以上，而头盔本身仅占16%。

数字现实头盔仍处于发展初期，大部分还在试用阶段

关于XR头盔的公告中，逾半数都包含“试点”、“试用”或“测试”等用词。头盔的培训、企业和教育市场仍处于初级发展阶段。因此，个别企业和学校只购买了几十台或几百台就不足为奇了。即便如此，如沃尔玛和美国陆军的购买和使用情况所表明的，后续购买量或许会达到数万台。

总之，头盔市场中目前发展最快的是沉浸式培训，尤其是现实培训较为危险、难度高或价格高昂的领域，以及供一线医护人员使用；[21]零售业应用（面向消费者，但仍属于企业使用案例）；在硬件、软件和服务领域用于构建数字现实战略。

教育领域应用情况

如前所述，教育类XR设备市场将在未来几年成为增长最快的XR细分领域，但增长幅度非常小。2015年至2020年期间，数字现实的教育用途已初具雏形；一份报告显示，2019年全球教育类XR市场规模仅为6.8亿美元，[22] 其中，与软件、内容和服务大不相同的头盔领域规模不足1亿美元。我们对头盔相关公告及合作伙伴进行了研究，并未发现大规模的教育类试点活动。市场上有部分小规模试点项目，但这些项目仅使用少量头盔。例如，加拿大布鲁克大学在疫情前就在教室里使用虚拟现实技术，但只配备了六台头盔。[23]

随着学校和大学因疫情而关闭停课，XR技术及XR头盔无疑成为发挥巨大作用的有效工具。举例而言，加拿大一所大专院校正在将虚拟现实技术用于焊接和汽车喷漆职业培训课程，认为该技术安全有效，而且“将在疫情限制放宽后继续使用这项技术”。[24] 肯塔基州的一所大学在疫情期间一直采用HTC Vive的虚拟现实头盔授课（尽管只有18台）。[25]加州、密歇根和墨西哥的其他学校也在工商管理硕士和其他课程中使用各种数字现实头盔。[26]

小结

企业和教育领域中XR头盔销量逐步增长，但也需注意的是，相较于软件、开发、内容和服务，头盔的销量将可能继续只占据数字现实项目总支出的较小比例。然而，未来硬件组件对项目价值的贡献率或将上升，因为其他众多成本往往是前期投入，而随着试点转为全面部署，头盔将越来越重要。

如果与其他几款工作场所使用设备的发展轨迹相同，那么企业类头盔的销量将得到进一步提升。20世纪80年代，有些企业仅有一台便携式计算机或无线电话/手机供员工共同使用。随着时间的推移，这些设备发挥的作用越来越多，因此每位员工都必须拥有自己的设备，再加之价格大幅下降，让大家都能够负担。数字现实头盔在实用性和价格上的类似转变也可能推动市场增长10倍，甚至更多。

目前尚不清楚XR头盔在疫情后的表现如何。部分企业和教育领域对数字现实头盔的应用可能只是昙花一现，他们在封锁期间使用头盔，而一切回归常态后则就此搁置。然而，对于大多数企业而言，新冠疫情时期更像是一场严峻的考验，XR头盔在此期间证明其有用性，进而刺激持续增长。毕竟，如果在现实世界中的训练太过危险、难度高或价格昂贵，那为何不在虚拟世界中开展训练？

价格将是刺激增长的重要因素。预计现有制造商和新进入企业都将以低于1,000美元的价格推出高质量的数字现实头盔。有望推动数字现实应用增长的其他因素包括：

- 到目前为止，部分企业的虚拟现实项目具体数据显示，其生产率平均提高了32%。[27]
- 学术研究表明，增强现实在工作场所的效果优于视频。员工更喜欢增强现实技术，因为这一技术帮助他们提高了解决问题的能力并减少错误的发生，而且他们认为增强现实比标准视频通话的效率更高。[28]
- 增强现实培训的学习记忆保持率为75%，几乎高于任何其他形式的培训。（讲座和阅读只有5-10%的记忆保持率。）[29] 另一项研究表明，增强现实技术能够帮助促进知识转移，使学习成果优于一倍以上。[30]
- 虚拟现实可适应各种学习风格，[31] 尤其对需要重复和记忆保持的培训非常有用。[32]
- 对于需在危险环境中进行的训练（如消防员），虚拟现实能够减少风险，保障员工和学员的安全。[33]

借助虚拟现实技术，人们无需出门就可接触训练设备，也不需要把重型设备带到特殊的训练场地。[34]

如果在现实世界中的训练太过危险、难度高或价格昂贵，那为何不在虚拟世界中开展训练？

计划部署XR设备的企业和教育机构可以考虑采取最佳实践：[35]

- **提高有效性**。XR应助力改善业务成果和投资回报率，而不是涉及制定远大的目标。数字现实技术需要以不可能的方式解决问题。
- **提升参与度**。为追求技术而开发的技术对任何人都毫无用处，只有符合人类工作方式才能实现更优效果。
- **提升灵活性和可延展性**。设计完善的解决方案应随着新的技术进步进行相应调整改进。
- **适应变化管理**。XR设备将在未来几年对工作场所和学校产生深远影响，随之将需要新的工作和思维方式。
- **提升易用性**。对于消费市场、企业和教育市场而言，数字现实头盔需要提升即插即用性。
- **提升外观吸引力**。早期的许多XR头盔尺寸过大，导致佩戴不舒适或者太过笨拙。对消费市场而言，外观吸引力更为重要，这一点同样也适用于企业和教育市场。

并非所有的工作和学习内容都适合使用XR设备，例如练习外科手术或精细机械操作时接收高度精微的触觉反馈。然而，随着技术的进一步发展，未来触觉反馈技术也将实现进步。[36] 因此，数字现实技术在企业和教育机构中的应用有望实现广泛普及，从而改变我们完成工作或开展学习的方式。

尾注

1. Tony DeMarinis et al., *Real learning in a virtual world: How VR can improve learning and training outcomes*, Deloitte Insights, August 14, 2018.
2. IDC, “Worldwide spending on augmented and virtual reality forecast to deliver strong growth through 2024, according to a new IDC spending guide,” November 17, 2020.
3. Gartner, “Gartner says worldwide IT spending to grow 4% in 2021,” press release, October 20, 2020.
4. IDC, “Worldwide spending on augmented and virtual reality forecast to deliver strong growth through 2024.”
5. Ibid.
6. Ibid.
7. Benedict Evans, “COVID and forced experiments,” April 13, 2020. For the previous statement about the consumer headset market being almost entirely for VR devices, see Jeremy Horwitz, “What’s next for consumer AR in 2020,” VentureBeat, December 26, 2019.
8. Benedict Evans, “The VR winter,” May 9, 2020.
9. SuperData, “SuperData XR Q3 2020 update,” October 28, 2020.
10. Georg Szalai, “Global cinema revenue to drop 66 percent in 2020 amid pandemic: Forecast,” *Hollywood Reporter*, September 3, 2020.
11. Christopher Dring, “What is happening with video game sales during coronavirus,” GamesIndustry.biz, March 31, 2020.
12. Jay Kothari, “A new chapter for Glass,” X blog, July 18, 2017.
13. Rony Abovitz, “Charting a new course,” Magic Leap, April 22, 2020.
14. Charlie Fink, “HTC doubles down with Vive VR Enterprise Solutions,” *Forbes*, July 1, 2019; Oculus, “Introducing the new Oculus for business,” April 30, 2019.
15. 《2021科技、传媒和电信行业预测》为独立刊物，未经苹果公司授权、赞助或通过其他方式核准。
16. SuperData, “XR will save enterprise $13.5 billion in training costs,” February 13, 2019.
17. Jane Incao, “How VR is transforming the way we train associates,” Walmart, September 20, 2018.
18. John Dujay, “Google Glass returns as workplace tool,” Canadian HR Reporter, February 1, 2018.
19. Makena Kelly, “Microsoft secures $480 million HoloLens contract from US Army,” The Verge, November 28, 2018.
20. Todd South, “The Army wants to buy 40,000 ‘mixed reality’ goggles,” *ArmyTimes*, February 11, 2020.
21. Jeremy Horwitz, “NHS finds VR training boosts coronavirus frontline worker performance,” VentureBeat, June 17, 2020.
22. Technavio, “COVID-19 impacts: Virtual reality market in education sector will accelerate at a CAGR of over 59% through 2020–2024,” Business Wire, August 7, 2020.
23. Maryanne St. Denis, “Brock prof to enhance online learning with 3D classroom,” The BrockNews, July 18, 2019.
24. Denise Ryan, “COVID-19: Trades schools are thriving in the new normal,” *Vancouver Sun*, June 7, 2020.

25. Alicia Kelso, “How one UofL class turned to virtual reality during COVID-19,” UofL News, July 13, 2020.

26. VirBELA, “VirBELA use cases,” accessed November 4, 2020.

27. Magid Abraham and Marco Annunziata, “Augmented reality is already improving worker performance,” *Harvard Business Review*, March 13, 2017.

28. XMReality, “Field study shows that remote guidance using augmented reality (AR) is more effective than a standard video call,” press release, October 30, 2018.

29. Bobby Carlton, *VR Learn: Virtual reality and learning*, Eliott Masie, January 2017.

30. Johannes Moskaliuk, Johanna Bertram, and Ulrike Cress, “Impact of virtual training environments on the acquisition and transfer of knowledge,” *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 16, no. 3 (2013).

31. Pixo, “How virtual reality suits different learning styles,” October 21, 2019.

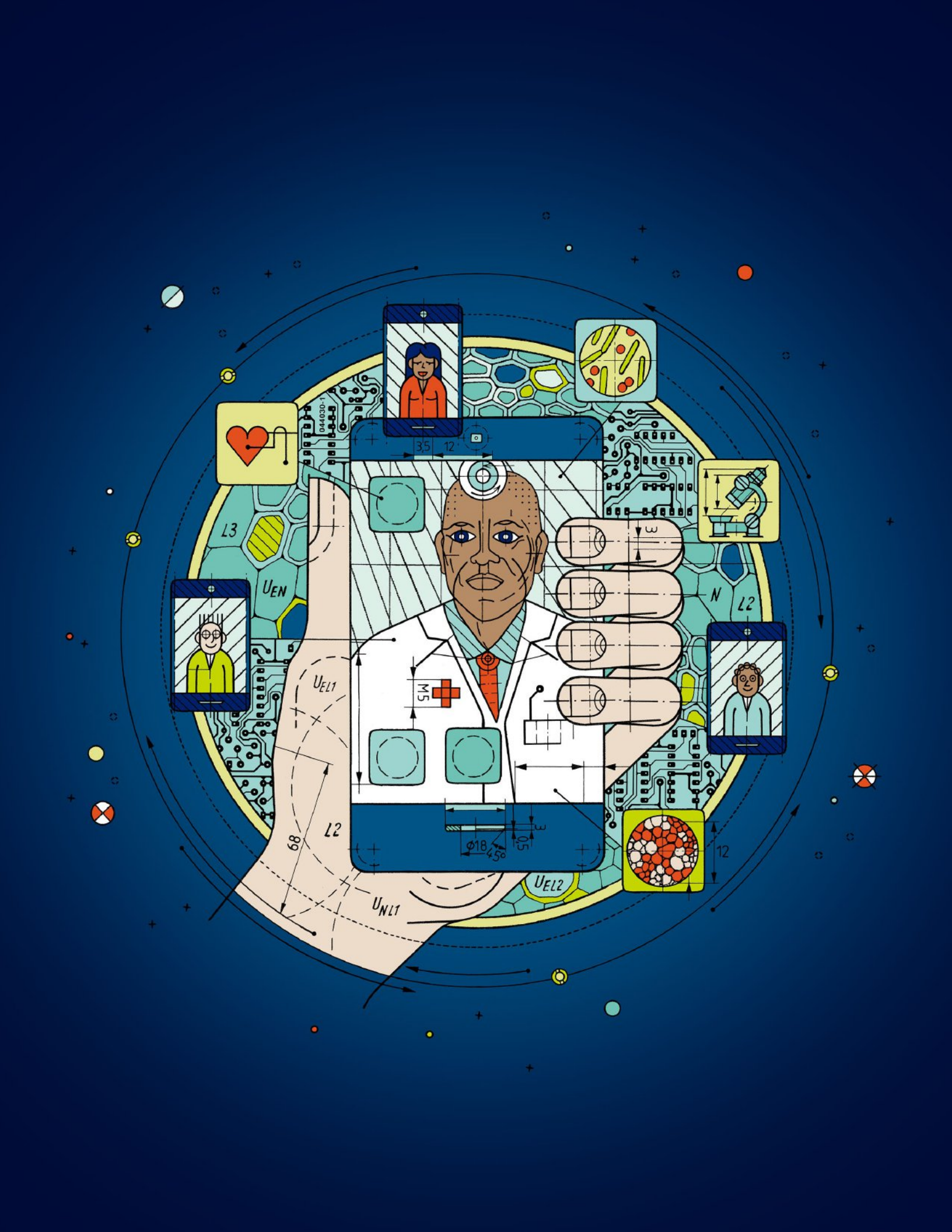
32. DeMarinis et al., *Real learning in a virtual world*.

33. US Fire Administration, “Virtual reality training may save firefighter lives,” July 8, 2020.

34. Dieter Holger, “How businesses are cutting employee training costs with VR,” VR Scout, March 17, 2018.

35. Henrik Ebbesen and Claus Machholdt, “Digital reality changes everything,” Deloitte Digital, accessed November 4, 2020.

36. Sophie Bushwick, “New virtual reality interface enables ‘touch’ across long distances,” *Scientific American*, November 20, 2019.



044030-1
3,5
12
L3
U_{EN}
N
L2
U_{EL1}
M5
L2
68
Ø18
45°
3
0,5
12
U_{EL2}
U_{NL1}

视频问诊爆发增长

新冠疫情令视频问诊热度上升

Duncan Stewart, Ariane Bucaille, Bill Fera, and Kenneth Abrams

因新冠疫情而转移至线上开展的活动中，视频问诊或最易引发担忧。毕竟，医生如何通过Zoom或Skype测量血压、检查喉咙或评估皮肤肿瘤呢？但事实证明，许多消费者（和医生）很快转变了他们对视频问诊效果和吸引力的看法，并准备长期采用视频问诊这一形式。

预计2021年全球视频虚拟问诊的比例将从2019年的约1%上升至5%。虽然5%听起来不算多，但值得注意的是，仅在2019年，经合组织36个国家就有85亿次问诊，总价值约5,000亿美元。[1] 因此这其中的5%相当于超过4亿次的视频问诊，价值约250亿美元，具体金额取决于相较面诊，视频问诊医生所收取的费用（包含由患者直接支付、或由保险或政府医保支付）。

这一增长态势与新冠疫情的关联非常明显。2020年4月，美国联邦医疗保险有43.5%的初级保健问诊采用远程医疗形式；而在疫情之前，这一数据仅为1%。[2] 虽然远程医疗还包括电话、电子邮件和非视频软件等形式，但视频问诊的数量出现了大幅上升。使用退伍军人事务部视频连线系统的人数增至每周12万人，2019年同期为每周1万人。[3] 与此同时，2020年春季，法国的视频咨询服务增长了40-100%。[4] 2020年5月的一项调查中，14%的加拿大人表示他们未来有可能选择视频问诊。[5]

视频等类型虚拟问诊量的上升对于提供相关技术支持的公司来说意味着业务的增长。预计纯远程医疗虚拟问诊技术市场将在2021年达到80亿美元。[6] 受虚拟问诊量增长的带动，预计2021年将售出超过330亿美元的医疗级家庭保健技术（主要是治疗和监测设备），比2019年增长近20%。[7]

现状分析

视频问诊技术已存在多年，如今在几大因素（其中新冠疫情为最重要因素）的共同作用下，这一技术的使用出现了更高增长。

新冠疫情让人们别无选择，监管壁垒也随之降低

仅在2020年3月，英国、美国和德国当局就放松了监管壁垒，修改了隐私相关规定，并支持包括视频问诊在内的远程医疗形式。[8] 引用一名英国医生的话：“我们基本在一周内就见证了10年的变化。”[9]

新冠疫情迫使人们学习如何使用软件。疫情期间，因隔离封锁需在家办公，数以亿计从未使用过视频会议软硬件的人开始使用这类工具。虽然疫情之前视频会议相对容易使用，但许多人并没有采用这一形式。疫情之后，几乎每个人都是视频会议的行家，设备调试、照明度设置、静音和取消静音无所不通。

值得注意的是，新增的能够熟练使用视频会议的群体中，65岁以上的人达到数千万。他们去看医生的频率比年轻人更高。虽然65岁以上人口仅占美国总人口的17%，但这一群体的问诊量占美国总问诊量的30%以上；[10] 2016年，65岁及以上老年人的诊室就医量比美国总人口的平均诊室就医量高80%。研究表明，长期以来，老年用户即使具备合适的工具和上网条件，仍不太可能使用数字应用程序，对程序不熟悉是导致这一情况的原因之一。[11] 新冠疫情为他们改变这一现状提供了动力。为了与子女、孙子和朋友保持联系，65岁以上的人群不得不在短时间内接受视频软硬件方面的培训。对于这一群体来说，与医生开展视频问诊也是一个附带的好处，而这可以推动视频问诊市场的大幅增长。

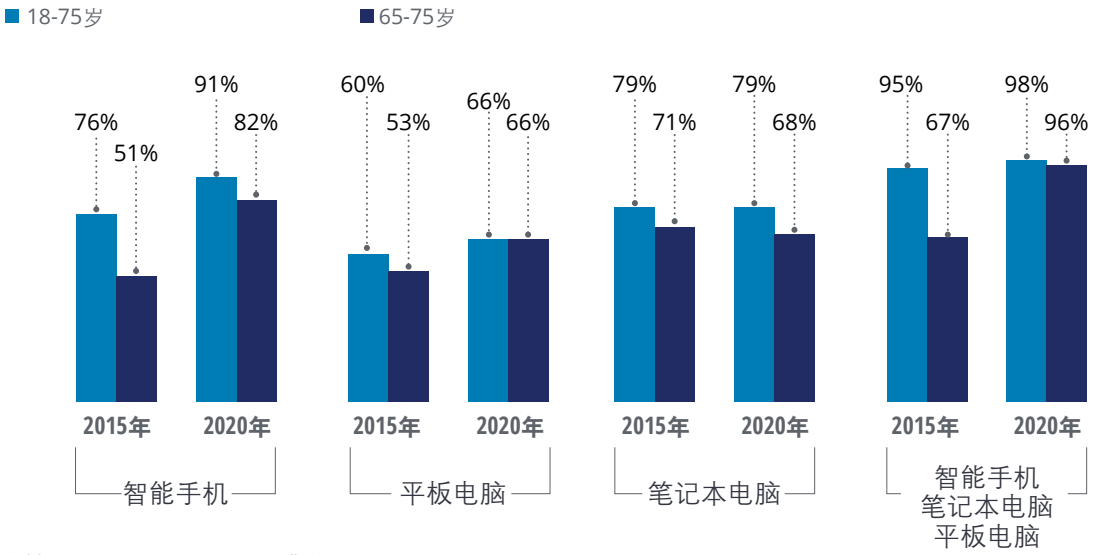
设备持有量和网络用户量均接近临界值，在老年群体中尤为突出

在过去的五年里，数字设备拥有量代际差距正在迅速缩小。随着越来越多的老年人具备上网条件，他们进行虚拟问诊的能力将提升。这一能力对于因行动受限或其他限制因素而难以亲自就医的人来说非常重要。

图 1

英国的数字设备（笔记本电脑除外）拥有量代际差距正在缩小

英国不同年龄段的电子设备拥有量



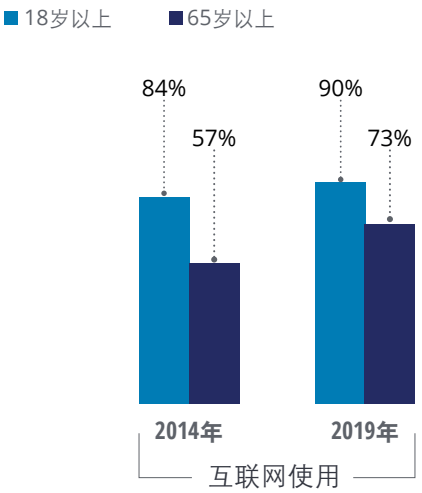
资料来源：德勤英国全球移动消费者调研，2015年和2020年版。

长期以来，尽管视频通话所需的设备（笔记本电脑、智能手机和平板电脑）已经普遍存在，但在65岁以上的人群中，此类设备的拥有量却并不算高。但如图1所示，这种情况已在发生改变。2015年，65至75岁的英国人中，三分之一的人没有可支持医疗视频通话的设备。到2020年，随着越来越多的老年人购买平板电脑，尤其是智能手机，这一数字已降至4%。

图 2

美国的互联网使用代际差距正在缩小

美国不同年龄段的互联网使用情况



资料来源：皮尤研究中心，“互联网/宽带使用情况”，2019年。

当然，设备不联网就没有什么用。值得注意的是，65岁以上人群在设备联网方面有了明显改善。2014年至2019年的五年间，美国互联网总体使用率上升了6个百分点，而65岁以上人群的互联网使用率上升了16个百分点。[12] 虽然2019年并非所有的美国老年人都能使用网络，但到疫情期间，约有四分之三的美国老年人都实现了联网，这或许达到了在65岁以上人群中广泛普及视频问诊的临界值。

网络覆盖和网速不断优化

虚拟问诊的增长在一定程度上取决于全球新增联网人口的情况。截至2017年，美国约12%的农村居民无法使用下载速度达10兆比特每秒（Mbps）和上传速度达1 Mbps的固定互联网服务。[13] 该等速度是指最快网速：在网络使用高峰时段，一个家庭有多个人同时使用网络，网速可能会慢得多。大多数视频虚拟问诊应用程序至少需要0.5 Mbps的上传速度，这意味着当网速低于最大值时，用户的网络将无法支持视频问诊。

同时值得注意的是，除农村人口外，某些特殊人群使用网络的水平也比较低。 “数字排斥”现象在部分群体中更为突出，此类群体包括社会福利住房居民、低收入群体、存在视力或其他方面残疾的人士、无家可归或失业人员、受教育程度较低的群体、母语非本国语言的群体等。[14] 正因为如此，这些人群一般在接受远程医疗，尤其是视频问诊方面会落后一些。

目前联网情况正在得到缓慢改善。各国政府正与网络运营商展开合作，努力让更多人使用网络，并获得更快网速，尤其是在农村地区。鉴于远程医疗在提供医疗保健服务方面的重要性日益凸显（同样也是在农村地区更为突出），前述举措将有望加快推进。[15] 此外，近地轨道卫星或有可能为全球网络覆盖提供高网速支持，虽然该等网络目前暂未投入使用，且许多问题也尚未得到解决，尤其是服务的费用问题。[16]

5G技术可更快地传输大尺寸图像和高质量视频文件，支持更优质的增强现实/虚拟现实和空间计算，实现更可靠的网络连接和高质量的网络服务，进而得以加快推进远程医疗的发展。5G支持下的远程医疗不仅可实现远程诊断和监控，甚至能够实现医生使用超低时延（低于10毫秒）虚拟技术开展实际操作和手术。[17]

新冠疫情或令视频通话成为常态

一直以来，大多数面向消费者和企业的电子通讯都是通过发送电子邮件/信息或语音通话实现，不到万不得已不会使用视频。虽然我们目前并没有确切数据表明这一情况可能会发生怎样的变化，但种种迹象已经在昭示未来走向。正如一位评论员所说，“视频通话是一种新的常态，而这一切都是因为新冠病毒。”[18] 视频通话受欢迎可能与其新颖性有关，而如果视频沟通相比非视频沟通受青睐的程度确实出现上升，这将对医疗视频问诊产生两大重要影响。首先，如果视频沟通取代邮件和语音通话成为新常态，那么视频问诊将占所有问诊量5%的这一预测可能太低。第二，视频可以大大提升虚拟问诊的有效性。显然，视频通话可以帮助医疗人员评估伤口或皮疹，也可以显示患者和医疗人员的脸。早在视频通话普及之前，1979年的一项开创性研究就已得出结论：“有效的非语言交流，如面部表情、语调等，对成功开展医患互动至关重要。”[19]

全球医疗问诊市场规模评估

让我们回到对视频问诊收入的预测。为什么我们相信在2021年视频问诊的价值将达到250亿美元？

当面问诊的市场非常大，然而尽管有资料提供某个国家每年的问诊数量，但却没有任何关于全球问诊数量的统计。我们采用两种不同的方法来衡量市场规模，预测到2021年全球医疗问诊（包括当面问诊和虚拟问诊）将有望产生超过7,000亿美元的收入；这其中，经合组织成员国将占到5,000亿美元以上；如果其中5%是由虚拟途径产生，那么视频问诊所产生的价值将达到250亿美元左右。

方法1：按次数计算各国问诊费用总金额

经合组织公布了各成员国每年人均医疗问诊数据。[20] 我们将获得的最新数据乘以各国2020年的人口总量，计算出各国每年的医疗问诊数量（图3）。这项分析表明，36个经合组织成员国13.1亿人口每年产生超过85亿次医疗问诊。

图 3

全球每年产生超87亿次当面及虚拟问诊

各国年医疗问诊总量（2019年或可获得的最新数据）

国家	年问诊量（百万）
日本	1594
美国	930
韩国	866
德国	829
土耳其	801
意大利	411
法国	385
墨西哥	361
西班牙	341
英国	340
波兰	288
加拿大	253
澳大利亚	199
新西兰	154
匈牙利	103
哥伦比亚	94
捷克共和国	88
比利时	83
智利	73
葡萄牙	71
斯洛伐克共和国	60
奥地利	59
以色列	54
瑞士	37
希腊	34
瑞典	27
立陶宛	27
爱尔兰	25
芬兰	24
挪威	24
丹麦	22
新西兰	18
斯洛文尼亚	14
拉脱维亚	11
爱沙尼亚	7
卢森堡	4

资料来源：经合组织医疗数据，其中未披露的国家数据由德勤研究提供。

在一些国家，患者及/或保险公司会为每次问诊支付特定费用。而在提供政府医保的国家，患者一般不用支付或只需支付很少的费用。对于提供政府医保的国家，我们估算了不享受此类医保的患者与全科医生进行15分钟问诊所需支付的平均费用。这个费用当然是最低水平：专科医生问诊的费用要高得多。

基于有关经合组织36个国家的各种资料来源，我们计算出单次问诊的加权平均费用约为61美元，但各国之间的平均问诊费用差别很大。[21] 将每个国家的问诊总数乘以该国的单次问诊平均费用，各国问诊费用总计约5,200亿美元。

方法2：根据GDP占比计算医疗问诊收入

我们采用的第二种医疗问诊市场规模评估方法是一种自上而下的方法，即根据GDP占比计算医疗问诊收入。

经合组织36个成员国2018年名义GDP累计为53万亿美元。[22] 同年，经合组织成员国在医疗保健方面的支出平均占其GDP的8.8%。[23] 当然，不同国家的具体医疗保健支出存在一定差异。基于各国医疗保健支出在其GDP中的占比，可计算出36个经合组织国家的医疗保健支出总额为6.6万亿美元。

基于各国医疗保健支出在其GDP中的占比，可计算出36个经合组织国家的医疗保健支出总额为6.6万亿美元。

经合组织确实有普通初级保健（不包括所有医院护理以及牙科、预防和家庭治疗等初级保健服务）支出数据，但只有22个成员国2016年的数据。从2016年这22个国家的数据来看，普通初级保健（即问诊）平均占卫生保健总支出的6.8%。[24]

假设36个国家的普通初级保健支出比例大致处于这一水平，2016年经合组织成员国的普通初级保健支出总额约为4,500亿美元。如果把专科医生问诊支出包括在内，经合组织医疗问诊的总支出可能超过5,000亿美元，与使用方法1得出的数据基本一致。

我们也掌握了一些非经合组织国家的年度问诊数据。例如，巴西2017年人均年问诊量为2.8次；巴西人口超过2.12亿，这意味着巴西医生接待的问诊量接近6亿。[25] 即使单次问诊费用仅为25美元，巴西市场也能产生150亿美元的价值。虽然我们缺乏俄罗斯、中国和印度等庞大市场的相关数据，但这些国家的人均年问诊量哪怕只有一到两次，全球问诊量也会增长数十亿。总体来看，全球问诊量每年可能超过120亿，创造达到7,000亿美元的价值。

小结

虽然视频问诊量不会一直保持在疫情期间的水平，但也几乎可以确定不会恢复到疫情前约1%的比例。有证据表明，许多医护人员都同意这一观点：2020年夏季一项针对美国医疗保健从业者的网络研讨调研发现，只有5%的受访者认为虚拟问诊量会恢复到疫情前的水平。[26]

患者的青睐是虚拟问诊有望长期得到应用的重要原因。在最近的一项调查中，近半数的美国人表示他们更喜欢那些能够通过电话或网络会议提供咨询的医疗服务人员。[27] 虚拟问诊的效率更高，可将问诊时间缩短20%。[28] 这一问诊形式可缩短患者看专科医生的等待时间（疫情前的一些研究显示，采用虚拟问诊后，在纽约市寻求专科医生问诊的平均等待时间下降了50%，旧金山下降了75%）。[29] 虚拟问诊省去了患者需亲自前往医生办公室的麻烦，同时也被视为一种更安全的问诊形式。[30] 此外，除便利性这一优点外，未来视频问诊其他价值的开发还将进一步推进这一问诊形式的普及。

然而，也有部分患者认为视频问诊不能等同于当面问诊。2020年4月的一项调查中，66%的受访者认为医生或护士需亲自对他们进行检查，才能了解他们的健康需求；56%的受访者认为虚拟问诊无法提供和当面问诊同样的服务质量/价值。[31]

总体来看，虽然视频问诊已得到不少患者、医疗从业人员、保险公司以及监管机构的认可，但视频问诊普及率要超过疫情期间，还需获得更多甚至是所有前述利益相关者的支持。医疗保健机构和医疗保健生态系统已经将视频问诊等视频医疗手段视作当面医疗服务的另一替代方案。能够将视频问诊视作一种不可或缺的重要医疗服务手段，并通过这一手段降低总体医疗成本，这是实现向“未来现实”过渡的必备条件。

医疗从业人员仍在学习如何优化视频技术以及自身行为，以适应新的医疗服务模式。例如，医疗从业人员需接受新的学习和培训，从线下面对面服务顺利过渡到线上虚拟服务。他们还应着重关注可穿戴设备和“近场设备”（智能设备：带有小型无线计算设备的日常用品）所支持的主动型医护模式，以及日益广泛普及的团队协作型医疗服务模式，该等模式可为医护工作者提供支持。

保险公司在一些市场发挥着关键作用。对于此类市场，保险公司和政府能否继续支持视频虚拟问诊的报销赔付将具有重要意义。长期以来，许多保险公司都未按当面问诊的赔付率处理虚拟问诊理赔（或对于虚拟问诊根本不予理赔）。然而，新冠疫情改变了这一形势。受疫情影响，美国的许多保险公司以及美国医疗保险和医疗补助服务中心放宽了关于虚拟问诊的报销赔付规定。美国的一项分析显示，2019年3月提交的医疗索赔中，只有0.2%与远程医疗有关；到2020年3月，这一数字上升到了7.5%。[32] 2020年疫情前的一项调查中，三分之二的受访医疗从业者表示，“（普及虚拟医疗手段）主要推动因素包括消除各类监管障碍，如许可限制以及“不同服务场地支付平等”实施限制等；同时在支付方式方面，还应对取得良好医疗效果的实践予以鼓励。”[33]

投资者及企业有望迎来虚拟医疗领域投资及并购活动的增长。2020年前两个季度，全球医疗创新资金投入较2019年同期增长了19%，达到创新高的91亿美元。[34] 2020年8月，Teladoc斥资185亿美元收购Livongo，两家远程医疗行业巨头合二为一。[35] 未来远程医疗领域有望涌现更多并购活动，即使并不一定都能达到如此规模。

视频问诊量的增长也可能会对其他行业产生影响。例如，电信行业将在虚拟医疗服务的广泛普及方面发挥重要作用。虽然美国90%的成年人和73%的65岁以上人口都能上网，但这一上网水平还需进一步提高，才能实现视频问诊的全面普及。其他发达国家的居民上网水平与美国基本相当，发展中国家和农村地区的居民上网水平相对较低。

此外，为医疗监控提供技术支持的行业领域也可能因视频问诊量的增长而受益。例如，虽然智能手表的销售额在2020年下降至250亿美元，但预计到2024年这一数字将增长到640亿美元，其部分原因是由于智能手表在医疗领域的应用。[36] 这反过来将推动医疗保健行业的变革：智能手表等可穿戴设备有望在未来五年将医院成本降低16%。[37] 但可穿戴设备也需要合理使用。例如，美国食品和药物管理局批准的一款Apple Watch可穿戴设备对于监测心房颤动确诊患者非常有用，但由于此类疾病假阳性率很高，因此该设备在筛查假定健康人群方面的功能会大打折扣。[38]

如今已不再会有医生带着黑色公文包上门服务。但得益于视频问诊的出现，患者现在又可以在家接受医疗服务了。虽然视频问诊或许永远无法完全取代当面咨询，但我们相信随着时间的推移，这一问诊形式将得到合理应用和广泛认可，变得像如今去诊室问诊一样平常。

尾注

1. Benjamin Mueller, “Telemedicine arrives in the U.K.: ‘10 years of change in one week’,” *New York Times*, April 4, 2020.
2. Assistant Secretary for Planning and Evaluation, “Medicare beneficiary use of telehealth visits: Early data from the start of the COVID-19 pandemic,” July 28, 2020.
3. Office of Public and Intergovernmental Affairs, “VA Video Connect visits increase 1000% during COVID-19 pandemic,” U.S. Department of Veterans Affairs, June 12, 2020.
4. *Connexion*, “Covid-19 sparks rise in online GP services in France,” March 6, 2020.
5. Amina Zafar, “Many Canadians used virtual medical care during COVID-19, poll suggests,” CBC, June 8, 2020.
6. Daily Chronicle, “Astonishing growth in telehealth virtual visits market which is growing exponentially with the major key players in the market within the forecast period 2020-2027,” August 28, 2020.
7. Kavita Joshi and Onkar Sumant, *Home and medical equipment market*, Allied Market Research, March 2020.
8. Mueller, “Telemedicine arrives in the U.K.”
9. Ibid.
10. Jill J. Ashman, Pinyao Rui, and Titilayo Okeyode, “Characteristics of office-based physician visits, 2016,” NCHS Data Brief No. 331, Centers of Disease Control and Prevention, January 2019.
11. Lancaster University, “Why some older people are rejecting digital technologies,” Science Daily, March 12, 2018.
12. Pew Research Center, “Internet/broadband fact sheet,” June 12, 2019.
13. Federal Communications Commission, *2019 Broadband deployment report*, May 29, 2019.
14. Karen Taylor, Bill Hall, and Sara Siegel, *Digital transformation: Shaping the future of European Healthcare*, Deloitte, September 2020.
15. Alex Schulte, Melissa Majerol, and Jessica Nadler, *Narrowing the rural-urban health divide: Bringing virtual health to rural communities*, Deloitte Insights, November 27, 2019.
16. David Jarvis, Mark Casey, and Craig Wigginton, *High speed from low orbit: A broadband revolution or a bunch of space junk?—TMT Predictions 2020*, Deloitte Insights, December 9, 2019.
17. AT&T Business, “5 ways 5G will transform healthcare: Improving patient experience with personalized, preventative care,” accessed September 28, 2020.
18. Sukhbir Cheema, “Video calling is the ‘new normal’ and it’s all because of coronavirus,” Mashable SE Asia, accessed September 28, 2020.
19. Howard S. Friedman, “Nonverbal communication between patients and medical practitioners,” *Journal of Social Sciences* 35, no. 1 (1979): pp. 82–99.
20. “This indicator presents data on the number of consultations patients have with doctors in a given year. Consultations with doctors can take place in doctors’ offices or clinics, in hospital outpatient departments, or, in some cases, in patients’ own homes. Consultations with doctors refer to the number of contacts with physicians, both generalists and specialists. There are variations across countries in the coverage of different types of consultations, notably in outpatient departments of hospitals. The data come from administrative sources or surveys, depending on the country. This indicator is measured per capita.” See: OECD, “Data: Doctors’ consultations,” accessed September 28, 2020.

21. 该加权平均费用是对各国年问诊量乘以该国单次问诊价格进行加权计算得出。

22. The World Bank, “GDP (current US$),” accessed September 28, 2020.

23. OECD, “OECD health statistics 2020,” July 1, 2020.

24. OECD, “Primary care,” accessed September 28, 2020.

25. The Commonwealth Fund, “Average annual number of physician visits per capita, 2017,” accessed September 28, 2020.

26. Edward Worthington, “The future of telehealth and telemedicine,” Alpha Sense, accessed September 28, 2020.

27. Klick Health, “Patients prefer physicians who offer telemedicine during COVID-19 and beyond, says new Everyday Health and Klick Health research,” August 6, 2020.

28. Jake DiBattista, “Is there a real time advantage to telemedicine?,” MiraMed, accessed September 28, 2020.

29. Brooke LeVasseur, “How telehealth and econsults are reducing patient wait times,” Patient Safety & Quality Healthcare, November 14, 2019.

30. Jacob E. Simmering et al., “Are well-child visits a risk factor for subsequent influenza-like illness visits?,” *Infection Control and Hospital Epidemiology* 35, no. 3 (2014): pp. 251–6.

31. David Betts, Leslie Korenda, and Shane Giuliani, *Are consumers already living the future of health? Key trends in agency, virtual health, remote monitoring, and data-sharing*, Deloitte Insights, August 13, 2020.

32. Worthington, “The future of telehealth and telemedicine.”

33. Bill Fera, Casey Korba, and Maulesh Shukla, *The future of virtual health: Executives see industrywide investments on the horizon*, Deloitte Insights, April 30, 2020.

34. StartUp Health, “StartUp Health’s 2020 midyear funding report shows a robust, diversified health innovation market,” July 1, 2020.

35. Tom Murphy, “Telemedicine provider Teladoc to spend $18.5B on Livongo,” Associated Press, August 5, 2020.

36. GlobalData, “Wearable tech market set to grow 137% by 2024 but smartwatches to see a 10% decline in revenue this year due to shipment delays and tighter consumer wallets, says GlobalData,” August 13, 2020.

37. Alexandro Pando, “Wearable health technologies and their impact on the health industry,” *Forbes*, May 2, 2019.

38. Mark Terry， “Apple Watch atrial fibrillation study has high rate of false positives,” Bio Space, March 18, 2019.
Apple Watch是苹果公司在美国等国家注册的商标。《2021科技、传媒和电信行业预测》为独立刊物，未经苹果公司授权、赞助或通过其他方式核准。

关于作者

Kenneth Abrams | kabrams@deloitte.com

Kenneth Abrams是一位医学博士，他也是德勤的首席医学官兼德勤战略业务总监。Abrams是一位拥有30多年执业医师和医师管理经验的麻醉师，他在临床策略、手术和性能改善、虚拟医疗和临床整合方面，都享有极高的业界声誉。

Chris Arkenberg | carkenberg@deloitte.com

Chris Arkenberg是德勤科技、传媒和电信行业中心研究经理，致力于研究个人及企业如何应对技术变革。

Ariane Bucaille | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille是德勤全球科技、传媒和电信行业（TMT）的领导人，主管法国TMT业务和TMT审计业务。她是一名特许公共会计师和注册会计师，拥有逾20年的丰富经验。

Cornelia Calugar-Pop | ccalugarpop@deloitte.co.uk

Cornelia Calugar-Pop是德勤英国科技、传媒和电信行业（TMT）的首席研究员，专业从事TMT行业趋势分析和研究，负责关键议题定期分析、领先理念报告发布，研究项目管理和内部调研支持。

Allan Cook | allcook@deloitte.com

Allan Cook是德勤数字现实业务负责人，也是全球科技、传媒和电信行业领导人。 他专注于为企业提供有关虚拟现实、增强现实、混合现实以及360度沉浸式体验的战略和实施计划方面的建议。

Naima Hoque Essing | nhoqueessing@deloitte.com

Naima Hoque Essing是德勤科技、传媒和电信行业的研究经理，专注于研究新兴技术、商业和监管趋势对行业和企业的影响。

Bill Fera | bfera@deloitte.com

Bill Fera是一位医学博士，专门从事科技赋能转型业务，协助人口健康战略发展。作为一名执业医师、医疗系统主管和顾问，Fera曾为各类医疗计划和医疗系统服务，以促进服务患者为首要核心价值的医疗模式的发展。

David Jarvis | davjarvis@deloitte.com

David Jarvis是德勤科技、传媒和电信行业中心高级研究经理，拥有12年以上科技行业经验，专精研究新兴企业及科技议题，以及长期变革可能产生的影响。

Patrick Jehu | pjehu@deloitte.com

Patrick Jehu是德勤科技、传媒和电信行业及科技子行业云领导者。他主导了许多大型的数字化和企业转型项目，协助全球最具盛名的品牌提升了市场竞争力。

Dan Jones | danjones@deloitte.co.uk

Dan Jones负责德勤的全球体育业务，就战略、商业、财务、监管、组织和企业架构为客户提供咨询服务。他是体育业务发言人和专家评论员，并撰写了年度《德勤足球财务报告》和《德勤足球财富榜》。

Paul Lee | paullee@deloitte.co.uk

PAUL LEE 目前担任德勤英国合伙人兼德勤全球科技、传媒和电信行业研究负责人，领导德勤全球科技、传媒和电信行业研究团队，同时负责管理德勤英国科技、传媒和电信行业研究团队。

Dan Littmann | dlittmann@deloitte.com

Dan Littmann协助电信行业客户制定增长战略并加速新产品和服务的发布。 他主导了多项研究工作，关注数字生态系统发展及其对无线和有线网络提供商的影响。

Michael Liu | jlliu@deloitte.com.cn

刘俊龙是德勤中国合伙人，领导云服务业务，并主管华北区管理咨询业务。 他拥有逾20年的服务经验，专注于提供技术战略、云和数字化转型服务。

Jeff Loucks | jloucks@deloitte.com

Jeff Loucks是德勤科技、传媒和电信行业（TMT）中心的创始人兼执行总监。利用深厚的行业研究能力和专精知识，Locks和TMT中心研究并揭示新趋势，帮助行业高管洞悉未来，应对变化。

Sanket Nesargi | snesargi@deloitte.com

Sanket Nesargi是德勤科技、传媒和电信（TMT）行业总监，专业研究5G和边缘网络及其适用性，以实现跨行业应用。

Nobuo Okubo | nookubo@tohmatsu.co.jp

Okubo Nobuo是德勤全球科技行业领导人，也是德勤日本合伙人。他在技术和管理咨询方面拥有逾25年的经验，尤其专精于电子行业。

Suhas Raviprakash | sraviprakash@deloitte.com

Suhas Raviprakash是德勤印度的高级分析师，也是英国TMT Insight团队成员。他专注于研究消费者的数字行为以及新冠疫情对各个垂直领域，如媒体制作、5G、电动自行车、游戏和虚假信息等的影响。

Duncan Stewart | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart是德勤加拿大科技、传媒和电信行业研究总监。他经常出席相关行业会议，与企业分享市场、科技和消费者趋势，探讨科技、传媒和电信行业长远发展前景。

Anil Kumar Tarigoppula | antarigoppula@deloitte.com

Anil Kumar Tarigoppula是德勤印度的助理经理，也是英国TMT Insight团队成员。 他拥有超过10年的行业经验，专长于调查数据分析，预测和电信基础架构。

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott是德勤美国副主席，美国科技、传媒和电信行业（TMT）和全球电信、传媒及娱乐行业（TME）领导人。 他拥有丰富的行业经验，涉及广泛，涵盖电影、电视、家庭娱乐、广播、出版、授权和游戏等行业。

Izzy Wray | iwray@deloitte.co.uk

Izzy Wray是德勤体育业务经理，主要关注女子体育业务及其商业潜力，并长期为客户提供广泛的战略、商业、财务和治理项目提供服务。

联系人

Our insights can help you take advantage of change. If you're looking for fresh ideas to address your challenges, we should talk.

行业领导人

Ariane Bucaille
全球TMT行业领导人 | 合伙人 | 德勤法国
abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille是德勤全球TMT行业领导人，同时也是德勤法国TMT行业领导人。

Kevin Westcott
全球TM&E行业领导人 | 合伙人 | 德勤管理咨询
kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott是德勤全球电信、传媒及娱乐行业(TM&E)领导人。同时，他也是德勤美国副主席兼德勤美国TMT行业领导人。

Nobuo Okubo
全球科技行业领导人 | 合伙人 | 德勤日本
nookubo@tohmatsu.co.jp

Nobuo Okubo是德勤全球科技行业领导人，同时也是德勤日本合伙人。

关于德勤科技、传媒和电信行业中心

德勤科技、传媒和电信行业（TMT）中心专注于研究并发表洞察，以帮助企业领导者清晰了解其业务选择。在新技术和新趋势背景下，本中心的研究将协助企业高管简化复杂的业务问题，并提出明智策略，提升企业长久竞争优势并赢得商业胜利。本中心将作为值得信赖的顾问，帮助高管更好地识别风险，获悉商业回报，赢取关键机遇，从而在快速变化的TMT环境中解决棘手挑战。

连接

了解有关科技、传媒和电信行业中心的更多信息并获取最新研究和洞察报告，
请访问 www.deloitte.com/us/tmtcenter。

订阅

如您想接收TMT行业电子邮件，请访问https://my.deloitte.com/subscriptions.html，
选择您感兴趣的领域进行订阅。

关注我们

敬请关注 @DeloitteTMT。

德勤中国联系人

林国恩
科技、传媒和电信行业领导合伙人
电话：+86 10 8520 7126
电子邮箱：talam@deloitte.com.cn

廉勋晓
科技行业领导合伙人
电话：+86 10 8520 7156
电子邮箱：mlian@deloitte.com.cn

卢莹
教育行业领导合伙人
电话：+86 21 6141 1801
电子邮箱：chalu@deloitte.com.cn

陈颂
半导体行业领导合伙人
电话：+86 21 6141 1911
电子邮箱：leoschen@deloitte.com.cn

刘俊龙
云服务业务领导合伙人
电话：+86 10 8520 7813
电子邮箱：jlliu@deloitte.com.cn

胡新春
德勤5G应用研究院院长
电话：+86 755 3353 8538
电子邮箱：tonyhu@deloitte.com.cn

陈耀邦
科技、传媒和电信行业华南区领导合伙人
电话：+86 755 3353 8227
电子邮箱：ybchan@deloitte.com.cn

李宝芝
电信、传媒及娱乐行业华南区领导合伙人
电话：+852 2852 6727
电子邮箱：pollee@deloitte.com.hk

何铮
科技、传媒和电信行业华东区领导合伙人
电话：+86 21 6141 1507
电子邮箱：zhhe@deloitte.com.cn

刘洋
科技、传媒和电信行业华西区领导合伙人
电话：+86 28 6789 8198
电子邮箱：yaliu@deloitte.com.cn

薛梓源
科技、传媒和电信行业风险咨询合伙人
电话：+86 10 8520 7315
电子邮箱：tonxue@deloitte.com.cn

殷亚莉
科技、传媒和电信行业税务与法律合伙人
电话：+86 10 8520 7564
电子邮箱：yayin@deloitte.com.cn

王佳
科技、传媒和电信行业税务与法律合伙人
电话：+86 10 8512 4077
电子邮箱：jeswang@deloitte.com.cn

程中
科技、传媒和电信行业管理咨询合伙人
电话：+86 10 8520 7842
电子邮箱：zhongcheng@deloitte.com.cn

陈兆临
科技、传媒和电信行业管理咨询合伙人
电话：+86 755 3353 8168
电子邮箱：andrewclchen@deloitte.com.cn

谢似君
科技、传媒和电信行业财务咨询合伙人
电话：+86 21 6141 1652
电子邮箱：trxie@deloitte.com.cn

濮清璐
科技、传媒和电信行业财务咨询合伙人
电话：+86 21 6141 1669
电子邮箱：qlpu@deloitte.com.cn

张耀
电信行业执行总裁
电话：+86 10 8512 4816
电子邮箱：yaozhang@deloitte.com.cn

钟昀泰
科技、传媒和电信行业研究总监
电话：+86 21 2316 6657
电子邮箱：rochung@deloitte.com.cn

周立彦
科技、传媒和电信行业高级经理
电话：+86 10 8512 5909
电子邮箱：liyzhou@deloitte.com.cn

李艳
科技、传媒和电信行业高级专员
电话：+86 23 8969 2507
电子邮箱：lavli@deloitte.com.cn

Deloitte.
Insights

敬请登陆 www.deloitte.com/insights 订阅德勤洞察最新资讯。

敬请关注 @DeloitteInsight

参与人员

编辑： Junko Kaji, Preetha Devan, Nairita Gangopadhyay, Rupesh Bhat, Abrar Khan, Sayanika Bordoloi, and Aparna Prusty

创意： Kevin Weier, Jaime Austin, Govindh Raj, Tushar Barman, and Swagata Samanta

推广： Alexandra Kawecki

封面设计：Christian Gralingen

关于德勤

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 www.deloitte.com/about 了解更多信息。

关于本刊物

本刊物中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其成员所或它们的关联机构（统称为 “德勤网络”）并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合资格的专业顾问。任何德勤网络内的机构均不对任何方因使用本通信而导致的任何损失承担责任。

© 2020。欲了解更多信息，请联系德勤全球。

CQ-012SC-20