

Deloitte.
Insights



**2023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。了解更多信息，敬请联系作者或访问www.deloitte.com。

目录

前言	3
电信行业：畅享互联	4
卫星通信，蜂拥而至：宽带卫星将挤占太空空间	5
触手可及：99美元5G智能手机将面世	12
5G乐土终来临：5G独立组网将变革企业网络连接	18
半导体行业：焕“芯”未来	24
芯片“智”造：半导体企业正利用人工智能设计更优芯片，速度更快、成本更低且效率更高	25
增压半导体：新材料芯片后来居上，硅芯片面临“高压”瓶颈	32
强强联合：抗辐射芯片加持，太空技术、核能领域突破新高	39
屏幕与传媒：悦见不凡	45
万众瞩目：AVOD观众与日俱增	46
体育直播：流媒体角逐的下一个战场	53
虚拟制作，至臻之境：实时特效开创先河	59
社交商业热潮：购物社交化，年销售有望突破万亿美元	65
VR前景透视：一切尽在内容	71
科技行业：科技赋能	77
企业“边缘”混战：边缘计算市场方兴未艾，各方摩拳擦掌	78
科技界的气候承诺：受组织和个人推动，科技行业领导者加速采取气候行动	85

并购：浪潮汹涌	95
游戏风云：行业整合、投资组合调整和游戏科技东风已来， 游戏并购乘势而上	96
卷土重来：2023年TMT资产剥离交易规模或迎强势反弹	101

前言

2023科技、传媒和电信行业预测

以简驭繁，事半功倍——经济等因素推动下，消费和企业支出方式改弦易辙

随着通货膨胀、利率上行、经济放缓及消费者信心颓靡成为年度热点话题，《2023科技、传媒和电信行业预测》的相关议题也很大程度上受其所限。本年度报告将继续聚焦科技创新和可持续发展，并侧重于考量外部因素的重要影响。

面对不断高企的燃油、生活用能和食品价格，许多消费者被迫重新审视疫情下的非必要消费。去年已取消订阅型视频点播（SVOD）服务的消费者们，如今纷纷转向更划算的广告型视频点播（AVOD）服务。我们预测到今年年底，各大SVOD服务商都将推出AVOD套餐。与此同时，油价上涨使得电动汽车的吸引力日渐攀升，进而拉动了对大功率碳化硅芯片的需求。

当前经济格局下，科技领域的资产剥离交易逆势反弹，游戏行业并购高潮迭起——许多标的公司的价格较一年前大幅下降。同时，卖价高于1000美元的5G智能手机并未掀起抢购热潮，反而低于100美元的5G手机有望以超预期的速度引爆市场。芯片行业则需要在减少人工的同时加快芯片制造速度，这意味着新型人工智能在芯片设计领域将大有用武之地。制作深受AVOD观众喜爱的爆款视频需投入大量时间

和金钱……但如果使用虚拟制作技术，则将大大降低投入成本。与此同时，各大零售企业正竭力通过“社交商业”模式力挽狂澜——这是一个价值高达数十亿美元的市场，年轻一代对其了若指掌。

我们预计，全球低轨卫星数量将在年底前达到逾5,000颗，高轨卫星对抗辐射芯片的需求也将日益看涨。我国在低轨通信卫星行业有望进入快车道，卫星发射数量上升空间巨大。预计2023年共计在轨低轨卫星规模超过800颗。到2027年我国低轨卫星网络总规模有望达到3,950颗。5G方面，我国已建成全球规模最大、技术最先进的5G独立组网网络。5G网络已覆盖全国所有地级市和县城城区。反观蔚蓝地球，在科技公司引领下，各行各业正加速推进转型，并纷纷设定2030年碳中和目标，共同守护我们的地球家园。

毋庸置疑，经济始终是发展的主线。我们能否如愿在2024年前（甚至更早）实现经济软着陆、迎来复苏，目前尚无定论。期待在下一年的科技、传媒和电信行业预测中，我们能够拨开重重迷雾，续写创新未来。



林国恩

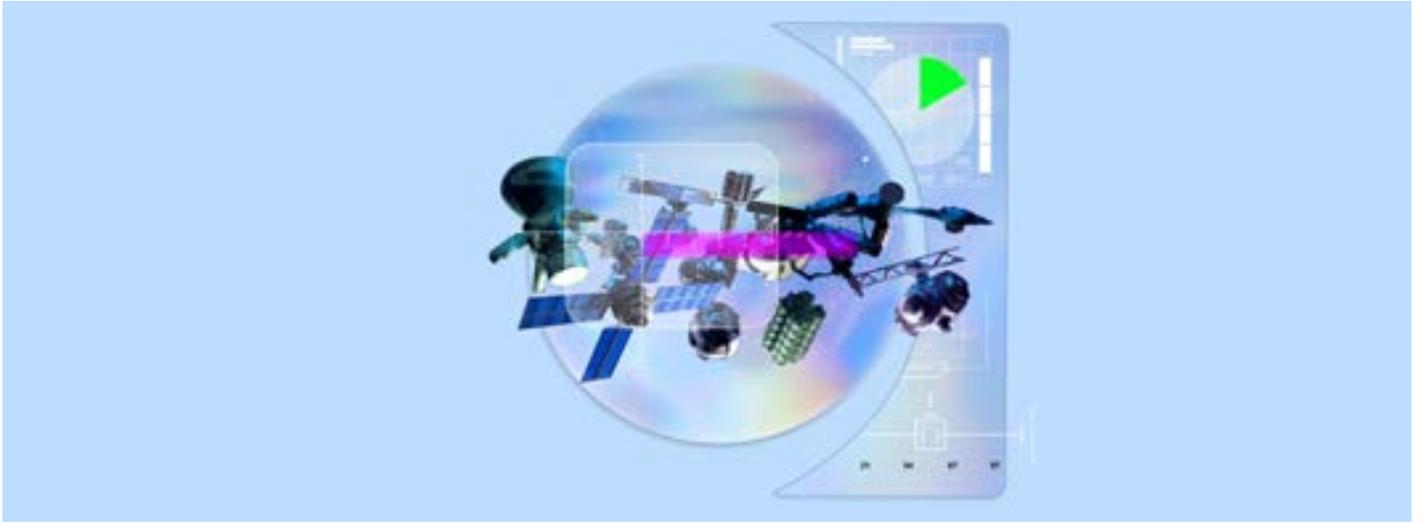
林国恩
德勤中国副主席
科技、传媒和电信行业主管合伙人
电信、传媒及娱乐行业主管合伙人



廉勋晓

廉勋晓
科技行业主管合伙人

电信行业： 畅享互联



卫星通信，蜂拥而至： 宽带卫星将挤占太空空间

低轨卫星可让世界各地畅享高速网络连接，前提是这些卫星能够各行其道、互不干扰。所幸的是，周边产业正加速崛起，为实现这一目标提供支持。

David Jarvis, Duncan Stewart, Kevin Westcott, Ariane Bucaille, Roger Chung, Taylor Lam

德勤《2020科技、传媒和电行行业预测》报告提出这样一个问题，低轨宽带卫星星座会掀起通信革命，还是带来太空垃圾？¹三年过后，这一问题仍然没有明确的解答，但很多企业都笃信前者。德勤全球预测，到2023年底，低轨宽带卫星总数将达到逾5,000颗，构成两大卫星星座，为全球各地（包括偏远地区）近一百万用户提供高速互联网接入服务。展望未来，倘若各家公司现有的低轨卫星星座计划均告成功，到2030年将会有七至十个

卫星网络投入运营并形成竞争态势，这意味着共有四至五万颗卫星为逾一千万终端用户提供服务。

精心布局，逐梦太空

宽带卫星部署预计将大幅增长，这对用户而言无疑是则好消息。新兴应用程序将不断涌现，价格也会随之下降，用户将迎来广覆盖、低延时以及更加可靠的卫星通信服务。但仍有一些因素阻碍了行业发

展进程，例如轨道环境越加拥堵、碰撞风险日益增长等，这对深化合作与统筹提出了更高的要求。与此同时，各国各地区以及全球的行业参与者将继续抢占频谱和轨道资源，并在发射能力及地面市场机遇方面展开竞争。主要的行业竞争者包括：

SpaceX星链计划 (Starlink)：目前在轨的星链卫星总数已超过2,600颗，可为近五十万用户提供服务。²除了传统的消费业务，星链卫星还在近期多起自然灾害中充当应急通信，发挥了显著的作用。³多家航空公司开始探索并测试高速机上互联网连接系统。⁴美国联邦通信委员会 (FCC) 还授权SpaceX为船舶、飞机及其他交通工具提供移动互联网服务，这也是SpaceX公司的早期承诺之一。⁵

亚马逊柯伊伯计划 (Project Kuiper)：亚马逊计划实现3,236颗卫星的在轨运行。虽然目前尚未将任何卫星送入轨道，亚马逊已于2022年4月宣布与三家企业达成数十亿美元的发射合同，计划在未来五年内完成大部分卫星的发射。⁶亚马逊须快马加鞭，在2026年前完成一半的卫星部署，并于2029年前将整个星座送入轨道，否则美国联邦通信委员会的授权将失效。

OneWeb：英国OneWeb计划实现648颗卫星的在轨运行，目前已完成三分之二的卫星部署，并致力到2023年底启动全球卫星通信服务。⁷OneWeb近期还与法国Eutelsat达成了35亿美元的合并交易。⁸合并后的公司将整合Eutelsat的地球同步卫星和OneWeb的低轨卫星网络，专注于为企业和政府提供通信网络服务。⁹

此外，加拿大卫星运营商Telesat计划于2025年开始部署由188颗卫星组成的光速 (Lightspeed) 星

座。¹⁰AST SpaceMobile公司的星座计划由243颗卫星组成，可让移动设备与低轨卫星网络直接连线。¹¹作为中国航天计划的组成部分，民营航天企业银河航天于2022年3月发射六颗试验卫星。中国太空“国网”的卫星总数或达1.3万颗。¹²

这些公司面临的重大挑战在于如何让卫星免受损害。目前，太空监视网可对超过3.1万个在轨目标进行追踪，包括6,000多颗在轨卫星。¹³除此之外，预计还有逾十万不可追踪的残骸碎片，包括报废的卫星碎片以及漆片等。为了防止卫星相互碰撞和被碎片击中，有必要对这些物体进行实时、精准定位，这一学科被称为太空态势感知 (SSA)。有效的太空交通管理 (STM) 同样至关重要，即通过技术手段和监管规定，提升卫星发射、在轨运行以及返回地球过程中的安全性。¹⁴

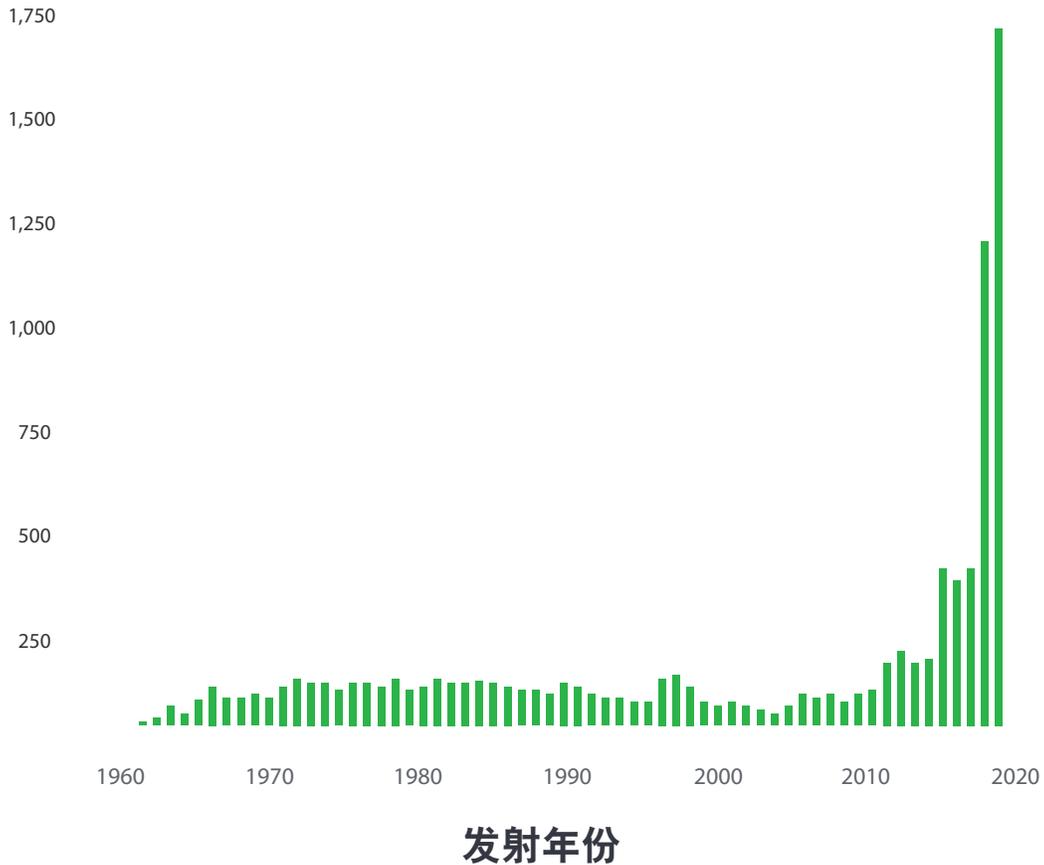
如今，政府通常会提供太空态势感知数据，但挑战依然存在。¹⁵无论是技术还是操作层面，大幅增加要追踪的卫星数量可能造成当前系统过载。自从低轨宽带星座热潮兴起，近乎碰撞（卫星在彼此相距1公里的范围内经过）的风险情况已大幅增加。¹⁶

这一挑战正推动新兴市场的形成与发展。其中最主要的是商业太空态势感知，尽管目前这一市场相对小众，但到2032年其市场规模有望增长至14亿美元。¹⁷太空态势感知提供商正着力整合地面与天基传感器以及强大的计算机模型，以追踪太空中的物体并预测其轨道路径。¹⁸完善的商业太空态势感知能力可为政府提供有力的数据支撑，共同绘制高度可信的太空运行图景。美国太空商务办公室 (Office of Space Commerce) 的资金扶持有助于这一市场的稳步发展，该办公室最早将于2024年接管民用太空交通管理职责。¹⁹

图 1

在商业卫星星座的推动下，低轨卫星发射数量大幅上升

■ 发射数量



资料来源：欧洲航天局，《2022年度太空环境报告》，2022年4月22日。

低轨卫星星座还将增强卫星在轨服务，并为清除太空碎片提供助力。清除太空碎片时，一颗专门的卫星会对接失效的卫星或物体，将其捕获并推入不同的轨道或大气层，随后安全地燃烧销毁。目前已多次完成太空碎片清除任务的概念验证，²⁰未来几年计划开展更多相关任务。²¹卫星在轨维修旨在延长卫星寿命：维修装置可为卫星补加燃料以延长其使用寿命，或在故障发生后更换个别部件，避免整颗卫星报废。交会与服务操作执行联盟 (CONFERS) 正致力为这一新兴行业制定标准。²²

中国低轨卫星通信市场呈快速发展趋势

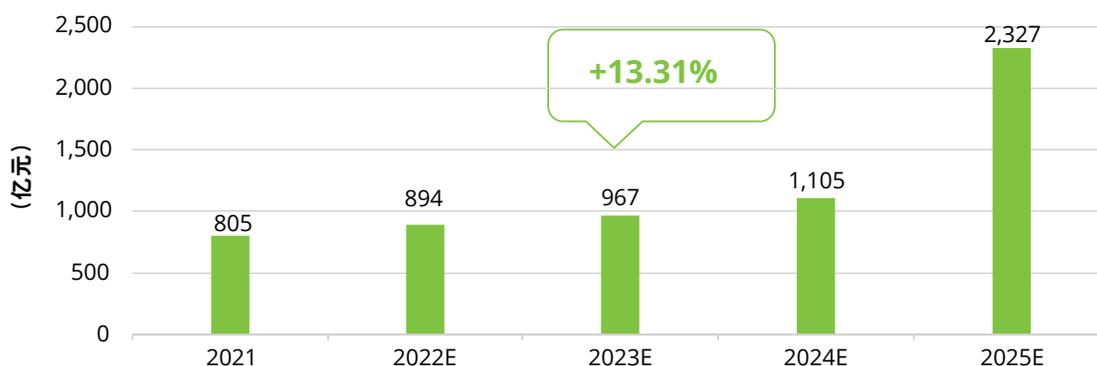
中国虽然在低轨卫星通信领域起步较晚，但随着卫星互联网被纳入我国新基建发展规划，将会进一步促使卫星通信市场发展提速。近年来，国防科工局、工信部等密集出台相关支持性政策文件，为卫星互联网行业发展提供政策支持，在短、中、长期时间内，积极部署卫星通信产业的发展，促进“天地通一体化”发展；同时，鼓励和引导民间资本进入卫星通信领域。

2022年，世界航天报告发射次数将超越历史纪录。美国准备发射145次；中国准备发射近50次，位居世界第二。但目前中国卫星发射主要围绕导航和遥感领域，通信卫星数量相对偏少。伴随高通量卫星带动宽带卫星通信业务蓬勃发展，中国低轨通信卫星行业有望进入快车道，卫星发射数量上升空间巨

大。预计我国2023年共计在轨低轨卫星规模超过800颗。长期考虑，参考StarLink等星座计划，随着产业链各环节技术成熟及成本下降，2027年我国低轨卫星网络总规模有望达到3950颗，预计卫星制造、发射和地面设备总投资达1690亿元，卫星运营市场空间可达7000亿元。

图 2

中国卫星通信市场规模预测



资料来源：中投产业研究院

小结

如果该行业延续当前的发展态势，低轨宽带卫星市场不仅会迎来增长，还将带动周边市场不断扩张，从而创造一个欣欣向荣的全新生态系统。为了确保这一生态系统的长续发展，所有相关方都应集中精力与资源，共同维护太空秩序。不确定性主要体现在：

- 在太空交通管理方面，全球合作的推进情况如何？参与者将在多大程度上建立并遵循“交通规则”？
- 可否广泛获取并运用优质的太空态势感知数据，以避免卫星运营商深陷碰撞风险？
- 在先进抗辐射芯片等因素的驱动下，²³如何有效运用不断优化的星载计算和处理能力，实时躲避太空碎片或其他卫星？
- 为避免陷入不可持续危机，近地轨道还能容纳多少太空碎片？如果情况变得更糟，市场将如何应对？

回到最初的问题，低轨卫星星座会掀起通信革命，还是带来太空垃圾？正如开篇所述，目前尚无定论。随着更多参与者入局、更多卫星升空，两种情况皆有可能——或许会同时存在。

尾注

1. David Jarvis, Mark Casey, and Craig Wigginton, *High-speed from low orbit: A broadband revolution or a bunch of space junk?*, Deloitte Insights, December 9, 2019.
2. Stephen Clark, "SpaceX deploys 53 more Starlink satellites on record-tying 31st launch of the year," *Spaceflight Now*, July 17, 2022; Michael Sheetz, "SpaceX's Starlink satellite internet surpasses 400,000 subscribers globally," *CNBC*, May 25, 2022.
3. Mihir Tripathy, "How is Starlink changing connectivity?," *Smithsonian Magazine*, September 13, 2022.
4. Micah Maidenberg and Alison Sider, "Delta Air Lines tested SpaceX's Starlink internet for planes, Delta CEO Says," *Wall Street Journal*, April 18, 2022; Michael Sheetz and Leslie Josephs, "SpaceX's Starlink to provide Wi-Fi on Hawaiian Airlines flights with free service for passengers," *CNBC*, April 25, 2022.
5. Micah Maidenberg and Drew FitzGerald, "SpaceX wins permission to connect planes, boats, and other vehicles to Starlink internet service," *Wall Street Journal*, June 30, 2022.
6. Jeff Foust, "Amazon signs multibillion-dollar Project Kuiper launch contracts," *Space News*, April 5, 2022.
7. Jason Rainbow, "Eutelsat and OneWeb agree multi-orbit merger plan," *Space News*, July 25, 2022.
8. Sara Reuberg, "Deal struck to create European satellite rival to Elon Musk's Starlink," *Wall Street Journal*, July 26, 2022.
9. 低轨道距离地球的高度为160至2,000千米，其轨道周期相对较短（约为90至120分钟），常用于远程遥感、载人航天与数据通信等。低轨卫星仅能在特定时间与地面小部分地区通信，因此需部署大量卫星方可实现全球化覆盖。地球同步轨道距离地球的高度为35,786千米。地球同步卫星的速度与地球自转的速度相同，因而与地面对应的点近乎同步。由于地球同步轨道拥有更广阔的视野，仅需部署少量卫星即可覆盖全球，因此分布着大量成像、通信和气象卫星。
10. Jason Rainbow, "Telesat to order 100 fewer satellites for LEO constellation," *Space News*, May 6, 2022.
11. Martyn Warwick, "New 243-strong satellite system will bring 4G and 5G to equatorial regions," *Telecom TV*, December 18, 2020.
12. Andrew Jones, "China launches test satellites for broadband constellation," *Space News*, March 7, 2022.
13. Space Debris Users Portal, *Environment report*, accessed October 26, 2022.
14. United Nations Office for Outer Space Affairs, "Space traffic management and small satellites: new topics to be included in United Nations international space law discussions," press release, April 25, 2015.
15. US Department of Commerce, "Department of Commerce and Department of Defense sign Memorandum of Agreement to advance coordination in space," press release, accessed October 26, 2022; National Space Council, *Recommendations on trust and interoperability in space situational awareness data*, accessed October 26, 2022.
16. Tereza Pultarova, "SpaceX Starlink satellites responsible for over half of close encounters in orbit, scientist says," *Space.com*, August 18, 2021; Ramish Zafar, "Starlink moved its satellites 1,700 times to evade Russian missile debris," *WCCF Tech*, July 16, 2022.
17. Jason Rainbow, "Getting SSA off the ground," *Space News*, June 17, 2022.

18. SCOUT Space, "A new vision for spaceflight," accessed October 26, 2022; Privateer, "Home," accessed October 26, 2022.
19. Sandra Erwin, "Office of Space Commerce to start developing architecture for traffic management," *Space News*, July 13, 2022.
20. *Astroscale*, "Astroscale's ELSA-d mission successfully completes complex rendezvous operation," press release, May 4, 2022; Jackie Wattles, "Satellite captures space junk for the first time," *CNN Business*, September 20, 2018.
21. Tereza Pultarova, "Commercial space clean-up service could be ready in 2024," *Space.com*, May 26, 2021; Sandra Erwin, "Space Force selects 125 industry proposals for on-orbit servicing technologies," *Space News*, May 2, 2022.
22. CONFERS, "Home," October 26, 2022; Mandy Mayfield, "Industry offering on-orbit satellite servicing," *National Defense*, January 29, 2021.
23. Duncan Stewart et al., *That's just rad! Radiation-hardened chips take space tech and nuclear energy to new heights*, Deloitte Insights, November 30, 2022.

关于作者

David Jarvis | davjarvis@deloitte.com

David Jarvis is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He has more than 15 years of experience in the technology industry and is a passionate expert and educator focused on the future of our digital society.

Duncan Stewart | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of TMT Research for Deloitte Canada and is a globally recognized specialist on the forecasting of consumer and enterprise technology, media & telecommunications trends. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

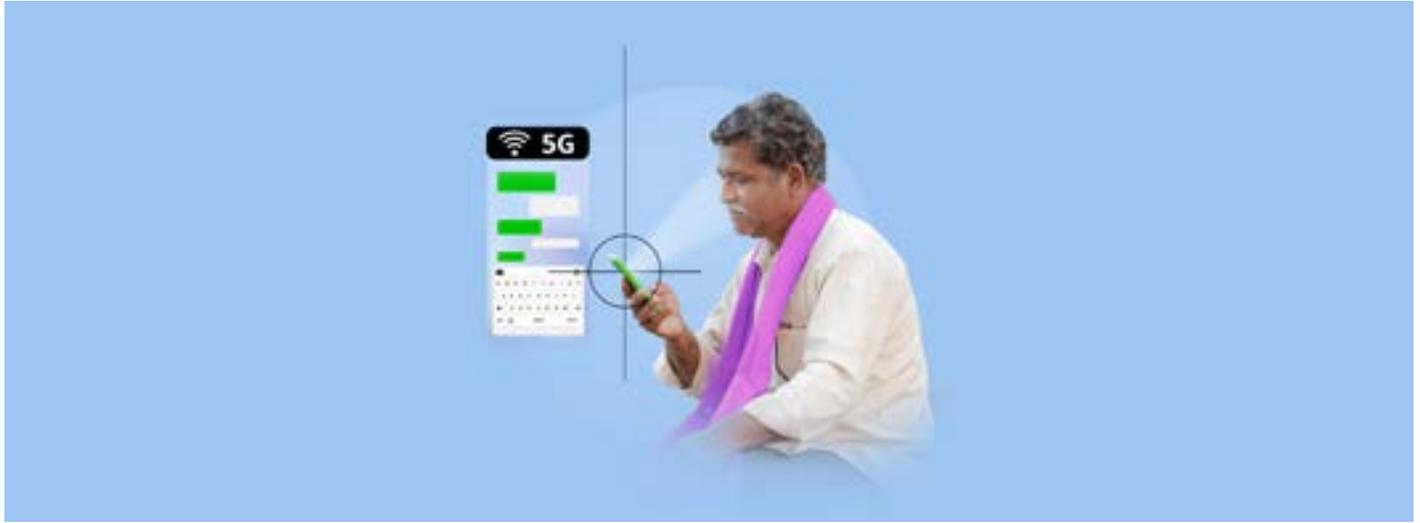
Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing, and games.

Ariane Bucaille | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global TMT industry leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

致谢

The authors would like to thank **Adam Routh** and **Aijaz Hussain** for contributing with their insights and expertise to this chapter.



触手可及：99美元5G智能手机将面世

百美元以内的5G智能手机将为全球消费者带来先进的无线网络体验，软件应用、广告投放以及内容销售将成为利润来源。

Ben Stanton, Paul Lee, Craig Wigginton, Gill Hofmeyr

全

球范围内，有数十亿人无法获得任何类型的智能手机，更别提5G智能手机了。对许多人而言，成本一直是其中的主要障碍，而如今这一障碍正在消失。德勤全球预测，第一批售价99美元或其他同等价值货币的5G智能手机将会在2023年发布。虽然这种手机在2023年智能手机销量中可能仅占极小份额，但将有望使几乎所有市场中的绝大多数消费者最终用上5G，加速推动5G在全球范围内的普及应用。

手机制造成本较以往更低，而供应商需寻求手机销售之外的收入来源

对发达经济体的消费者而言，99美元的智能手机可能令人难以理解，毕竟他们可以支付上千美元购买到最高端的手机。然而，这种低价位的手机其实早已存在。2022年，100美元以内价位的手机出货量预计将达到8,400万台，其中48%发往亚洲（不含中国），8%发往中国，11%发往拉丁美洲，8%发往非洲。¹

图 1

低成本零部件将使99美元5G手机成为可能

2023年单台低成本5G手机制造及交付成本预测



资料来源：德勤全球与CCS Insight及Counterpoint Research合作估算。

所有这些手机均为3G或4G手机，而德勤全球针对智能手机零部件成本的分析显示，制造出类似的5G智能手机是完全有可能实现的。

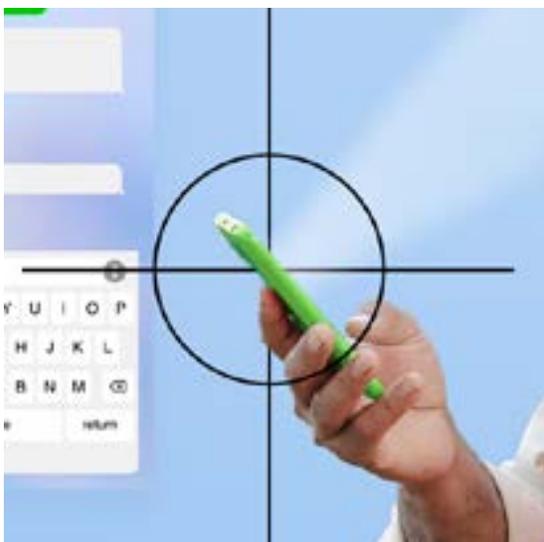
99美元的5G手机可能与999美元价位的机型同样大小，但零部件配置却大不相同：低端屏幕、单镜头摄像头、低功耗处理器以及适度的存储容量。这种手机的材料、运输和组装成本在2023年可低至每台87美元（图1），主要归因于2023年单个5G微处理器的成本将降至20美元以下。销售及市场营销、厂房设备以及能源消耗等商业运营成本可使每台手机成本增加至少40美元。两者相加，总成本达到了127美元，但部分具备强大通信、服务和内容能力的公司很可能对差价进行补贴，以使标价99美元或同等价值货币的5G智能手机得以上市。而2023年以后，零部件价格将进一步下降，供应商无需补贴也可维持这一价格。

很显然，智能手机供应商难以指望销售需要补贴的超低价手机来实现盈利。所幸在过去十年，除先期手机销售之外，许多供应商均已成功创造了多种收入来源：

- 预安装应用。**智能手机供应商可在手机中预装第三方开发者的应用并收取费用。过去，供应商通常以每台手机为基础向开发者收取费用，而基于业绩的付费模式——采用动态预装机制在智能手机激活之后衡量应用的实际使用情况——如今则更为普遍。对应用开发者而言，这使预安装成为网络广告之外一个切实可行的备选方案。预安装以单次安装成本付费模式操作，例如一台安卓手机的单次安装成本——无论用户是否打开过该应用——平均为1.22美元。²
- 广告。**在发达市场中，手机推送宣传某一设备生态（如无线耳机和智能手表）的通知十分常见。虽然此类产品的经销商不太可能将99美元手机

的购买群体视为目标客户，但对其他类型的公司而言，智能手机广告可能正合他们的需要。例如，本地新闻资讯可作为通知推送，智能手机供应商则通过点击量创造收入。

- **内容。**拥有自主应用和服务——包括游戏、云存储、电影电视、资讯、健康、购物、音乐、金融等——的移动通信公司，是能够通过99美元5G手机取得成功的主要潜在企业。依托内容收入，发展中市场已有部分电信公司为自有品牌的低成本4G智能手机提供了数额较大的资金补贴。加上通过SIM锁卡所产生的强制数据和呼叫方案带来的收入，从经济上而言，这些电信公司进一步提高对自主品牌设备的补贴亦是切实可行的。



- **应用商店管理。**在许多国家以及许多智能手机上，智能手机平台——iOS或安卓——决定了客户所使用的应用商店。然而在中国，许多智能手机供应商均运营着自己的应用商店，通过应用销售和应内购买实现收入创造。这种收入使他们得以为自主品牌设备的销售提供补贴，其同等设备的售价较世界其他地区低达40%。³

就数量而言，这一市场潜力巨大。首家推出99美元价位5G设备的公司——无论是智能手机供应商或移动通信公司——将会通过为较不富裕群体带来新一代先进技术而获得巨大声誉。这种手机很可能率先在中国推出，得益于中国城市地区几乎无处不在的5G网络覆盖。这些手机大概率由某一智能手机供应商设计和发布，并利用自身的应用商店和服务亏本销售手机硬件。

撒哈拉以南非洲及东南亚等新兴市场将紧跟中国的步伐。在非洲等5G普及度较低的发展中地区，许多电信公司计划首先推动5G智能手机的大量部署，之后再开展网络基础设施建设。通过确保其客户所使用的手机紧跟未来发展，这些电信公司可切实提高自身5G网络在运营首日的盈利能力。在推进这一战略的过程中，这些地区的电信公司却一再推迟5G网络的部署，一大主因正是缺乏价格低廉的5G智能手机。⁴然而，随着99美元5G手机的问世，电信公司的业务战略可能将迎来巨大转变——主要由于在5G网络技术下，千兆字节数据的传输成本较4G更为低廉。

小结

第一步十分明确：让客户实现人手一台5G手机。然而对许多人而言，99美元依然是十分高昂的价格。除手机之外，人们还需要为移动数据和服务定期支付相关费用。因此，提升信贷获取渠道很可能将成为99美元智能手机市场发展的一个重要先决条件。

这将是一个不小的挑战。发展中地区有29%的人没有银行账户，因此缺乏正式的信贷历史记录；⁵对贷款机构而言，向这一群体发放信贷将面临极高风险，且将产生高昂的额外费用。而如今，相关解决方案正不断涌现，帮助减小贷款机构所面临的风险敞口。例如，提供商可推送相关通知，若客户未能支付费用则通过远程方式将设备上锁。在拉丁美洲等地区，远程上锁机制有效将债务拖欠率从35%降至11%⁶——且设备被锁后，有83%的客户在15天内便还清了欠款，而此前通常需要数月。在发展中市场，许多电信公司已经推出了移动支付和资金解决方案，并具备充分的条件参与创造融资。

在制定5G发展长远战略时，电信公司需要平衡多个方面要素。首先，他们会产生网络部署成本，这是一项巨额的资本支出。其次，随着数据传输效率更高的5G取代4G，他们有可能会实现成本节约。同时在整个过程中，他们有可能面临不确定性，难以准确预测关税价格会在何时开始下降。因此，要制定制胜战略，电信公司可以5G的代际生命周期为基础打造盈利模型。在需求方面，他们也很可能需要量化单台99美元价位的手机可吸引的净新客户数量，以及其现有客户可增加的数据消费量。

也许最重要的是，低成本5G智能手机为电信公司提供了一个探索新型业务模式的平台。例如，对于有线互联网条件较差的家庭，这些手机可作为临时的固定无线接入设备，为处于网络覆盖范围的其他家庭设备提供高速宽带网络连接。

并非只有新兴市场的电信公司才能从低价5G手机获益。例如，发达经济体的许多制造商都渴望开展私有5G网络试验，但是许多试点项目均因缺乏有竞争力价格的5G调制解调器而一再推迟。5G智能手机虽不足以驱动一间智慧工厂的各项要素，却完全可用于进行大规模部署前的概念验证。

当然了，99美元价位的5G手机无法具备1,000美元价位机型的功能和性能。从某种角度看，这会引发有关5G的目的究竟是什么的疑问。举个例子，若5G是为了观看高清画质的视频，那么低价5G手机的存在便毫无意义——其低清晰度的屏幕无法显示具有高刷新率的4K高动态范围 (HDR) 内容，同时用户在获得高速、顺畅的下载体验后可能会发现，设备有限的存储容量正在迅速减少。但是，5G并非仅仅为了这些样板应用而存在。长期来看，对于数以千万还未能享受相关服务的人而言，5G能够为其提供一流的网络连接，助力在工作、教育或娱乐领域释放更大的价值。而这仅需99美元，实属划算！

尾注

1. Canalys估算及预测，“智能手机分析”。
2. Artyom Dogtiev, “Cost per install (CPI) rates (2022),” Business of Apps, August 29, 2022.
3. 例如，请见小米12 Pro 5G版在中国（652美元）和法国（1,102美元）的价格对比，截至2022年9月：小米，“小米12 Pro天玑版”，2022年9月；小米，“小米12 Pro”，2022年9月。
4. Business Daily Africa, “Costly phones slow Safaricom 5G rollout,” May 16, 2022.
5. Asli Demirgüç-Kunt et al., *The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19*, World Bank, 2021.
6. Trustonic, “How a Latin American mobile carrier reduced its bad debt and doubled credit application acceptance through our Telecoms Platform,” June 17, 2022.

关于作者

Ben Stanton | bstanton@deloitte.co.uk

Ben Stanton is a TMT Insights manager with Deloitte UK. His research spans technology, media, and telecommunications, covering devices, connectivity, streaming, social media, data privacy, gaming, Web3, and the metaverse.

Paul Lee | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a partner at Deloitte UK, and head of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry at Deloitte. In addition to running the TMT research team globally, Lee manages the industry research team for Deloitte UK.

Craig Wigginton | cwigginton@deloitte.com

Craig Wigginton is Deloitte's global 5G leader. He has more than 30 years of experience leading large, complex accounts across the TMT industry, with an emphasis in the telecommunications sector.

Gill Hofmeyr | ghofmeyr@deloitte.co.za

Gill Hofmeyr is a director with Deloitte South Africa and a leader in both the Telecommunications, Media & Technology, and the Human Capital practice. She applies her 28-plus years of experience in both fields to the management of large-scale business design and transformation programs for clients.

致谢

The authors would like to thank **Wayne Lam** and **Ben Wood** of CCS Insight; **Ethan Qi** of Counterpoint Research; **John Helliwell** of Trustonic; **Garikai Matambo**, **Stefanus van der Merwe**, **Andronicah Jiyane**, and **Lynn Mountford** of Deloitte Africa; and **Kirti Khattri** of Deloitte India for their contributions to this chapter.



5G乐土终来临：5G独立组网将变革企业网络连接

未来网络将向5G独立核心组网转变，有望提升设备密集度、可靠性和时延，开启通向先进企业应用之门。

Naima Hoque Essing, Pedro Gonçalo Sanguinho, Ariane Bucaille, Pedro Marques Tavares, Roger Chung, Taylor Lam

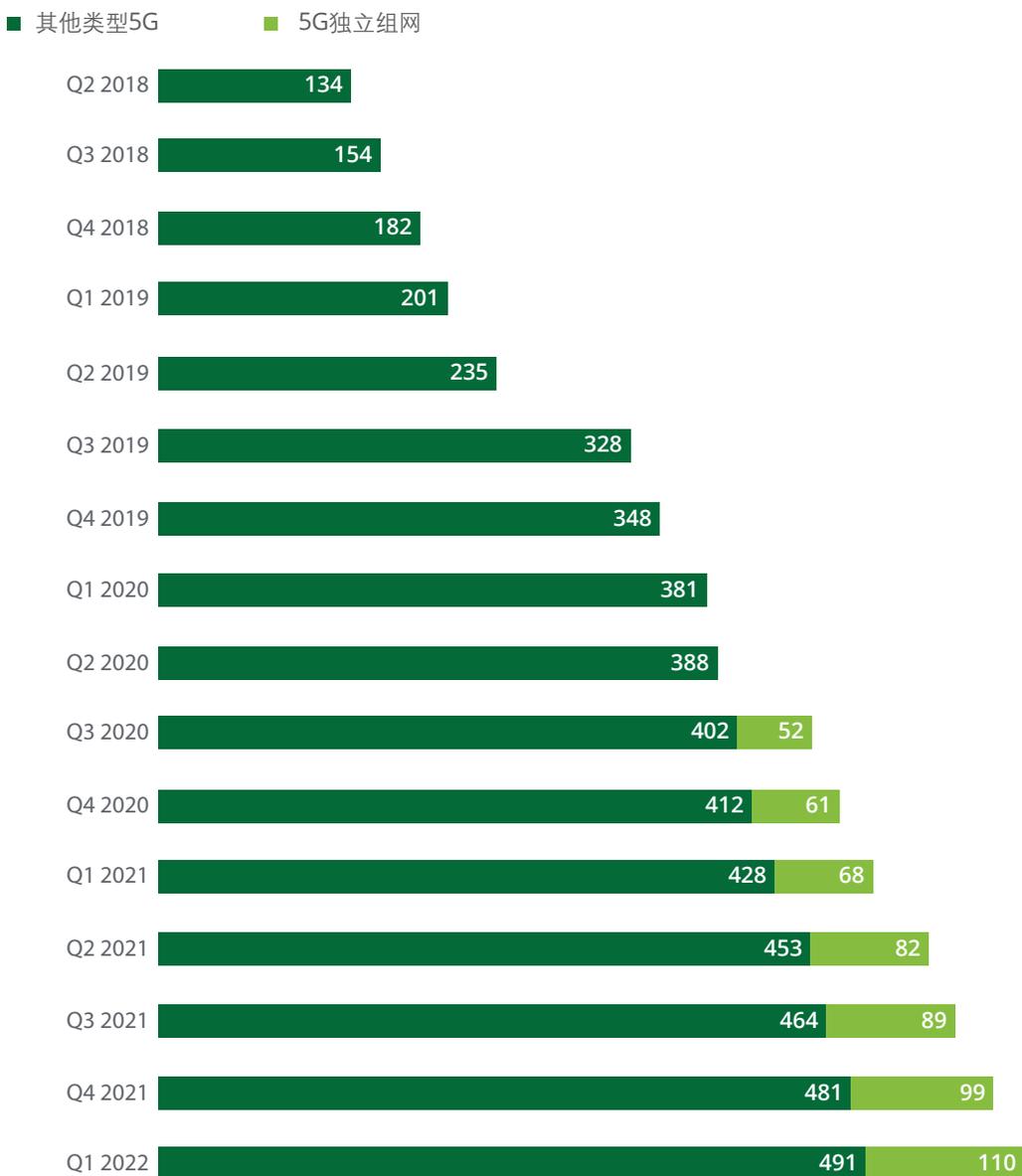
通 过引入虚拟化、以云为核心的技术能力，5G独立组网将加速推动颠覆性变革，能够实现比此前无线网络技术（2G/3G/4G）的渐进式发展更大、更快的进步。尽管数据在持续变化，德勤全球预测投资于5G独立组网——包括开展相关实验、计划部署或实施项

目——的移动网络运营商数量将会翻番，从2022年的超过100家增长至2023年底的至少200家。这些运营商正走在发展的前沿，协助释放5G久经传颂的巨大效益，开启通向颠覆性应用场景之门，助力运营商及其企业客户提高生产力、提升运营效率、改进成本优化并创造新的营收机遇。¹

图 1

5G独立组网投资持续增长，在5G整体投资中的占比日益增大

全球投资于5G部署的移动网络运营商数量



资料来源：全球移动供应商协会（GSA），“5G独立组网2022年6月总览”，2022年8月31日。

独立组网架构使5G的企业应用愈受重视

在2019年移动网络运营商最初开始实施5G无线网络时，大多数运营商选择了在自身现有4G或LTE核心网基础设施的基础上，以非独立组网形式部署5G无线电。这些早期的非独立组网部署主要面向消费大众，使其能够通过增强移动宽带（eMBB）立即享受到更快的网速和更高的数据传输速率（例如在智能手机上观看高清晰度视频）。然而，要实现5G更令人向往的特性，首先需完成向独立组网模式的迁移，且5G无线电需建立在5G核心网基础设施之上。原因在于，除eMBB外，5G独立组网还可实现另外两个典型的5G应用场景²，这在企业环境下有可能成为释放更大价值的关键：

- **大规模物联网（mIoT）**，可实现极高的设备连接密度（每平方公里多达百万台设备）并确保设备与设备之间的快速、无缝通信
- **超高可靠超低时延通信（URLLC）**，可支持高可靠性网络和1毫秒或以下的超低时延

最终，5G独立组网可助力实现统一的端到端虚拟网络架构，其中原生云编排、网络功能和管理系统从核心到边缘持续协同运作，同时具有电信级质量保障。这一统一平台可为移动网络运营商带来多重运营效益，包括更强的网络性能、更高的效率，以及更快的服务交付和创新周期。

对移动网络运营商而言，5G独立组网的最大吸引力在于其能创造的服务和营收新机遇。除接近于零的时延和庞大的设备密度之外，5G独立组网可使移动网络运营商能够向客户——尤其是企业客户——提供规模化网络接入服务，并让客户享受到无线光纤的网速、关键任务保障的可靠性、精准的位置服务，以及高服务水平的定制化网络切片。借助这种新型网络能力，企业可着手探索更广泛的前沿应用和业务场景，其中可能包括自动驾驶汽车、精密机器人、无人机检查与配送服务，以及人工智能驱动型安全保障、质量控制及预测性维护系统。

那么为何5G独立组网还未成为行业标准呢？原因在于，部署独立组网需要多项举措同步开展，要求在技术、运营和企业层面紧密协同和高度集成。5G独

立组网需要移动网络运营商将核心网络——本质上即网络的“大脑”——从单一整体式、以硬件为中心的基础架构，迁移至轻量化、模块化、虚拟化的新型云端架构。要实现这一点，需要对现有网络——包括高度复杂的编排、运营和业务支持系统以及网络功能——进行分解、重组并重写至软件之中，使其能够在不同云端环境下运营并具备电信级性能表现。此外，这些新型核心系统须与端到端网络中的其他部分充分融合，包括正处在转型过程中的边缘无线接入网络。

这一系列升级需要企业做出许多关键战略决策，这些决策将显著影响未来运营和资本成本、业务、运营及组织模式，以及潜在的收入增长和利润收益。例如，受到热议的一个话题是移动网络运营商是应在公有云上部署核心网，还是打造并运营自身的云基础设施。虽然私有的内部部署可给予移动网络运营商更多的控制权，但这通常需要大量的先期投资，且可扩展性较差。公有云能够提供构建完好的可扩展云平台，但在满足可靠性和数据隐私要求方面可能会有不少挑战。企业亦可采用综合性策略作为备选方案，但往往会面临极为复杂的多重云环境管理问题。

移动网络运营商面临的另一大阻碍，可能在于推动自身的员工和工作方法向更加企业化、敏捷和软件导向型的流程转变，以使5G独立组网的运营更具成效。这种转变可能会对员工角色与职责、文化与思维观念，以及总体工作方式产生深远的影响，对此企业应予以重视。

尽管面临重重困难，但独立组网似乎是大势所趋。部署实施5G独立组网是第三代合作伙伴计划（3GPP）³5G发展路线图的一部分，但更重要的是，若不采取行动，移动网络运营商将难以开展有效竞争。通过升级5G独立组网取代非独立组网架构，移动网络运营商可获得多重显著优势，包括：

运营复杂性和成本降低。独立组网支持来自多种接入技术的流量，能够实现单一网络中固定线路与无线、语音与数据、消费者与企业，以及4G与5G流量的有效转换，极大降低运营多个网络的复杂性和成本。

灵活性和可扩展性增强。独立组网基于云端的性质，可为移动网络运营商在定位和管理所需的核心网络功能方面提供更大的灵活性，无论在单一云、多重云、网络边缘、私有数据中心，抑或任一组合的环境下，均能助力打造最佳客户体验。

独立组网同时也更易于扩展，这对于未来顺应分布式（边缘）计算增长趋势而进一步开发成百甚至上千个边缘位置十分重要。⁴

迅速响应需求。5G独立组网的许多新特性有望成为现实，因其采用一个统一的、可编程的平台（称为服务化架构），使移动网络运营商能够将众多分布式位置作为单个统一网络进行无缝管理。这使得独立组网不仅易于扩展，并且更具弹性，可有效满足不断变化的需求，而无需增加额外的人员、硬件或成本。换言之，独立组网从本质上推动移动网络运营商从粗糙的资本支出模式向更为精细的运营支出模式转变。⁵

开发新特性。得益于其基于软件的服务模式和敏捷持续的创新及部署周期，5G独立组网可进一步加快服务交付，缩短创新周期。移动网络运营商亦能够更便捷地与第三方开发商合作，推出新的网络功能和特性。其中一个颇具前景的机遇，便是创造出更多先进的自动化工具，利用大数据技术有效降低网络成本和复杂性。例如，利用以人工智能驱动的新型应用，独立组网能够根据不断

变化的需求或环境条件进行自我优化并调整资源配置。⁶随着创新的进一步发展，企业亦有可能实现全自动化系统运行，最终达成闭环的、零接触式服务履行、提供及保障。

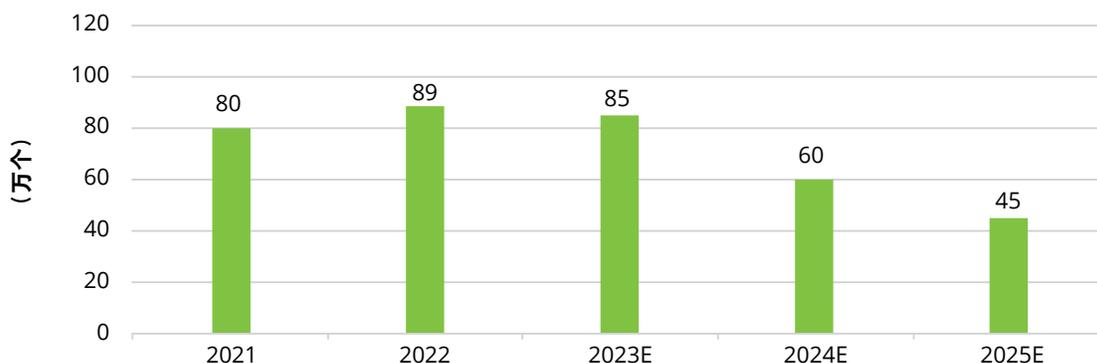
创造营收新机遇。例如，许多人将网络切片视为移动网络运营商进一步扩大潜在市场的重要机遇。利用网络切片技术，移动网络运营商可在同一基础设施中创建并管理多个不同的虚拟网络，并单独配置每个切片以支持特定客户应用对不同服务水平的要求。⁷这将促进运营商转变当前提供简单网络连接解决方案的业务模式，为客户提供更加先进的增值服务，如私有网络、网络运营托管以及定制化隐私与安全解决方案等。移动网络运营商还可以选择向第三方开发商开放自身的独立组网平台（类似于云服务提供商的做法），从而推动潜在创新应用的开发。

中国：开启行业新时代

随着近年中国5G基站建造数量的显著增加，目前，中国已建成全球规模最大、技术最先进的5G独立组网网络。截至2022年11月末，5G基站总数达228.7万个，比上年末净增86.2万个，占移动基站总数的21.1%，占比较上年末提升6.8个百分点。5G网络已覆盖全国所有地级市和县城城区。

图 2

中国新建5G基站数量预测



资料来源：前瞻产业研究院、工业和信息化部

中国在5G建设初期非独立组网比较有优势，但长远来看，5G网络转向独立组网是必然趋势，同时也是5G发展的必然选择。随着采用独立组网模式的5G商用网络覆盖率越来越高，将对经济增长和行业变革带来深刻影响，成为促进经济社会转型升级的新引擎。展望未来发展，5G SA是推进云

网融合落地的最佳契机，云网协同的优势可以加快5G与垂直行业的适配，促进5G开放生态的建立。如中国电信从架构、技术、服务多维度实现创新，能更好地满足垂直行业如工业、交通、媒体、警务、医疗、教育多样化的场景需求。

小结

移动网络运营商可采取以下多个举措，加速推动5G独立组网的部署转型：

- **明确适当的迁移计划、部署模式及云战略。**⁸基于自身遗留网络的现状，运营商决定向前推进的方式可能千差万别。从根本上说，5G其实是一种云技术，因此移动网络运营商应制定总体的云和数据管理战略，以管控5G独立组网。在某些时点，移动网络运营商可能需要采取果敢行动，迅速投入资源推动网络运营实现全方位数字化转型并向云端迁移。
- **自动化网络管理系统及组织架构。**在以数据为中心的超高速连接时代，自动化是降低成本和复杂性的重要方法。移动网络运营商最终有可能实现跨网络互通服务的全自动化管理与协调，无需人工干预。
- **引进合适人才并做好准备应对文化冲击。**由于5G独立组网本质上是将网络连接与信息技术计算融合，因此移动网络运营商可能需要引进工程技术人才或提升人才技能，以利用信息技术软件导向型运作模型 (DevOps) 强化现有网络运作模型 (NetOps)。移动网络运营商还可能需要考虑引进外包人才以填补特定领域的经验空白，进一步强化员工队伍。
- **审慎选择供应商。**市场中并没有任何一家供应商能够独立提供一整套、全方位的产品和服务帮助企业成功实现5G独立组网的迁移。这正促使移动网络供应商采用最佳供应商组合实施开放系统模式，而非仅仅依赖少数几个老牌供应商。然而，采用多个供应商的模式将会带来诸多挑战，难以保障所有组件能够顺畅整合并良好运作——这需要企业审慎选择供应商并开展有效的整合、测试及验证。

鉴于5G独立组网的功能和特性，移动网络运营商向5G独立组网迁移势在必行，只是时间和方式的问题。尽管挑战重重，但其所能创造的效益毋庸置疑：完全成熟的5G技术能力能够充分释放5G的潜能，助力移动网络运营商显著提高效率，推动创新，增创价值。

尾注

1. YouTube, "Open for debate: Is the industry moving fast enough on standalone 5G?," video, 57:14, July 25, 2022; Dan Jones, "What's happening with standalone 5G?," TechTarget, January 2022.
2. 5G独立组网将数据速率进一步提升至每秒10Gb，而5G非独立组网仅为每秒1.5Gb。
3. 第三代合作伙伴计划 (3GPP) 是移动通信行业的标准设定组织。
4. Naima Hoque Essing et al., *Battle for the Enterprise Edge: Providers prepare to pounce on the emerging enterprise edge computing market*, Deloitte Insights, November 30, 2022.
5. Guy Daniels, "Removing the barriers to cloud native operations within telcos," *Telecom TV*, September 14, 2021.
6. Qualcomm, "What's the role of artificial intelligence in the future of 5G and beyond?," September 21, 2021.
7. Naima Hoque Essing and Dan Littmann, *The 5G network slicing opportunity*, Deloitte Insights, August 19, 2020.
8. Samsung Newsroom, "Samsung introduces 5G migration strategy in new whitepaper: "5G Standalone Architecture," January 7, 2021; GSMA, "Guidance out now on 5G's Standalone Option 2 configuration," June 30, 2020.

关于作者

Naima Hoque Essing | nhoqueessing@deloitte.com

Naima Hoque Essing is a research manager in the Deloitte Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. Her research focuses on the impact of emerging technology, business, and regulatory trends on industries and enterprises.

Pedro Gonçalo Sanguinho | psanguinho@deloitte.pt

Pedro Gonçalo Sanguinho is a senior manager with the Global Telecom Engineering Excellence (gTEE) Center within Portugal's Consulting practice. He has more than 20 years' industry experience as a telecom engineer working mostly with network equipment providers, with comprehensive knowledge of E2E networks and wireless technologies.

Ariane Bucaille | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global TMT industry leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

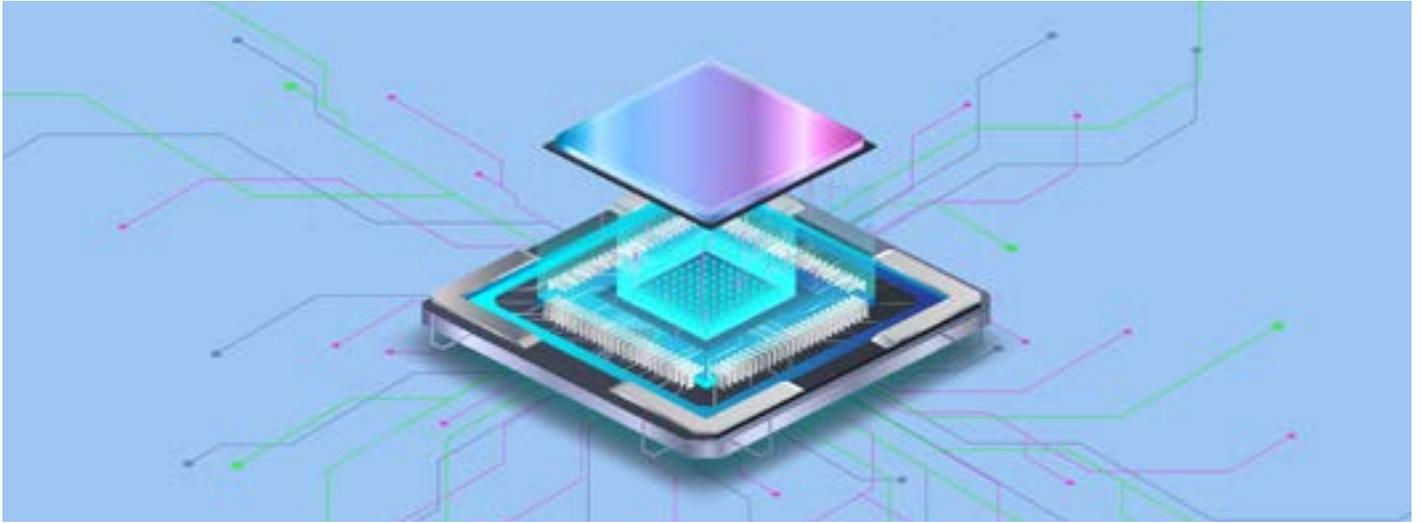
Pedro Marques Tavares | petavares@deloitte.pt

Pedro Marques Tavares is the lead partner of TEE, Deloitte's Center of Excellence for Telecom Engineering. He has more than 25 years of experience working with the TMT, energy and utilities, consumer, and public sector industries.

致谢

The authors would like to thank **Paulo Lopes Costa, Nuno Andre Oliveira, Thiago Elias de Silva, Junko Kaji,** and **Tim Krause** for their contributions to this chapter.

半导体行业： 焕“芯”未来



芯片“智”造：半导体企业正利用人工智能设计更优芯片，速度更快、成本更低且效率更高

近期机器学习的发展正赋能芯片企业解决芯片设计史上的一大难题：如何在平方英寸的空间排列上千亿个晶体管？

Jeff Loucks, Duncan Stewart, Christie Simons, Brandon Kulik, Roger Chung, Mark Lian, Leo Chen

人工智能正在迅速成为人类芯片工程师的强力助手，助力高效完成极度复杂的半导体设计工作。德勤全球预测，2023年全球半导体企业将投入3亿美元，以利用内部自有或第三方人工智能工具开展芯片设计，¹且未来四年这一数字将每年增长20%，到2026年将超过5亿美元。²2023年全球半导体市场规模预计将达到6,600亿美元，³相比之下这一数额虽然不大，但对于投资所

带来的超常回报而言却意义非凡。人工智能设计工具正在赋能芯片制造商拓宽摩尔定律的边界，节约时间和资金成本，缓解人才短缺困境，甚至带动过时芯片设计迈入现代化新时代。与此同时，这些工具亦能增强供应链安全保障，助力延缓下一波芯片短缺潮。换言之，用于芯片设计的人工智能软件工具的单用户授权费用虽可能需要数万美元，但利用这些工具设计的芯片价值可达数十亿美元。

与时间赛跑：先进人工智能极大加速芯片设计进程

数十年来，电子设计自动化 (EDA) 供应商已针对芯片设计开发了多种工具——2022年这一行业规模达到100亿美元以上，且正以每年8%的速度增长。⁴EDA工具通常采用基于规则的系统 and 物理仿真，以协助人类工程师开展芯片设计与验证。部分工具甚至融合了基础的人工智能。然而过去一年，在芯片制造商和科技企业已开发出自有人工智能设计工具的同时，规模最大的EDA公司也已开始推出先进的人工智能赋能型工具。⁵这些先进工具并不仅仅是试验品，而是正被应用于诸多真实芯片设计场景中，每年创造的价值可达数十亿美元。尽管并不能取代人类设计师，但这些工具在速度和成本效益方面具有显著的互补性优势，大大增强了芯片制造商的设计能力。

芯片设计与制造过程极为复杂。先进人工智能可在以下三个主要方面提供助力：

制造全新及更优芯片：采用10nm以下制程节点的芯片普遍应用于智能手机、计算机和数据中心，在芯片市场中增长最快，⁶也是目前最具盈利能力的部分。但其制造成本亦是最高，单个全新芯片设计投入高达5亿美元。⁷相比传统方法，先进人工智能工具可显著提高这些芯片的设计速度，从而降低成本。

提升过时芯片性能：2022年全年售出的芯片中，有三分之二采用65nm或更大的制程节点，而这是几十年前的过时技术。⁸将这些过时的芯片设计转至更为先进的制程节点（即“缩小”），能让这些芯片实体更加小巧、能效更高，且并不依赖于过时淘汰的制造设备。借助先进人工智能工具，芯片制造商能更快速度以更低成本完成“缩小”过程。

弥补芯片人才短缺：2022年全球芯片行业从业人数约为200万人，然而随着美国、欧盟和中国日益推进芯片自主化战略，到2030年芯片行业还需增加100万人。⁹先进人工智能工具作为一个可弥补人才短缺的方法，其重要性将会日益增长。

图 1

先进人工智能芯片设计工具将迅速增长，预计将为EDA工具的两倍以上、芯片销量增长的三倍以上

芯片销量、EDA工具及先进人工智能设计工具五年年均复合增长率预测（2023–2028）



资料来源：WSTS；Global Market Insights；及德勤全球。

芯片设计需要经过三个主要阶段：系统级设计、寄存器传输级设计（RTL）以及最终的物理电路设计。先进人工智能工具可真正发挥作用的，便是在最后的电路设计阶段。

芯片设计的目标是优化三个变量指标——功耗、性能和面积（PPA），从而使制造出来的芯片具有最小用电量、最大处理速度以及最小尺寸。采用传统工具进行PPA优化不仅耗时漫长且需要大量人力：设计迭代可能耗时长达数周，且这些迭代对PPA的提升往往极为有限。而从芯片设计到实体落地，再到设计与实体落地的评估、测试和仿真，可需要长达数年的时间。

芯片内部含有数以十亿计的晶体管，表现为不同的组合模块（包含存储器子系统、计算单元、控制逻辑系统及电源）和标准单元。在高度复杂的芯片中，这些组合模块被最长达到50千米的线路连接在一起。若组合模块未实现最优化排列，其连接所需的线路和空间则会更长、更大。各组件之间产生的非预期电荷量（称为寄生效应）可降低芯片的性能，增加功耗。

先进人工智能工具可用于检测人类完成的设计，发现导致功耗增加、性能下降或空间利用效率低的布局错误，提出改进建议，并对此进行仿真验证和检测。这些工具可从过往迭代中学习提升，以最大限度地改善PPA。但是真正革命性的一点，是先进人工智能可以自主完成这一过程，相比利用传统EDA工具的人类设计师，能够实现更优的PPA表现，某些情况下甚至能在几个小时内完成，仅需一名设计工

程师协助，而无需整个工程团队工作数周乃至数月的时间。

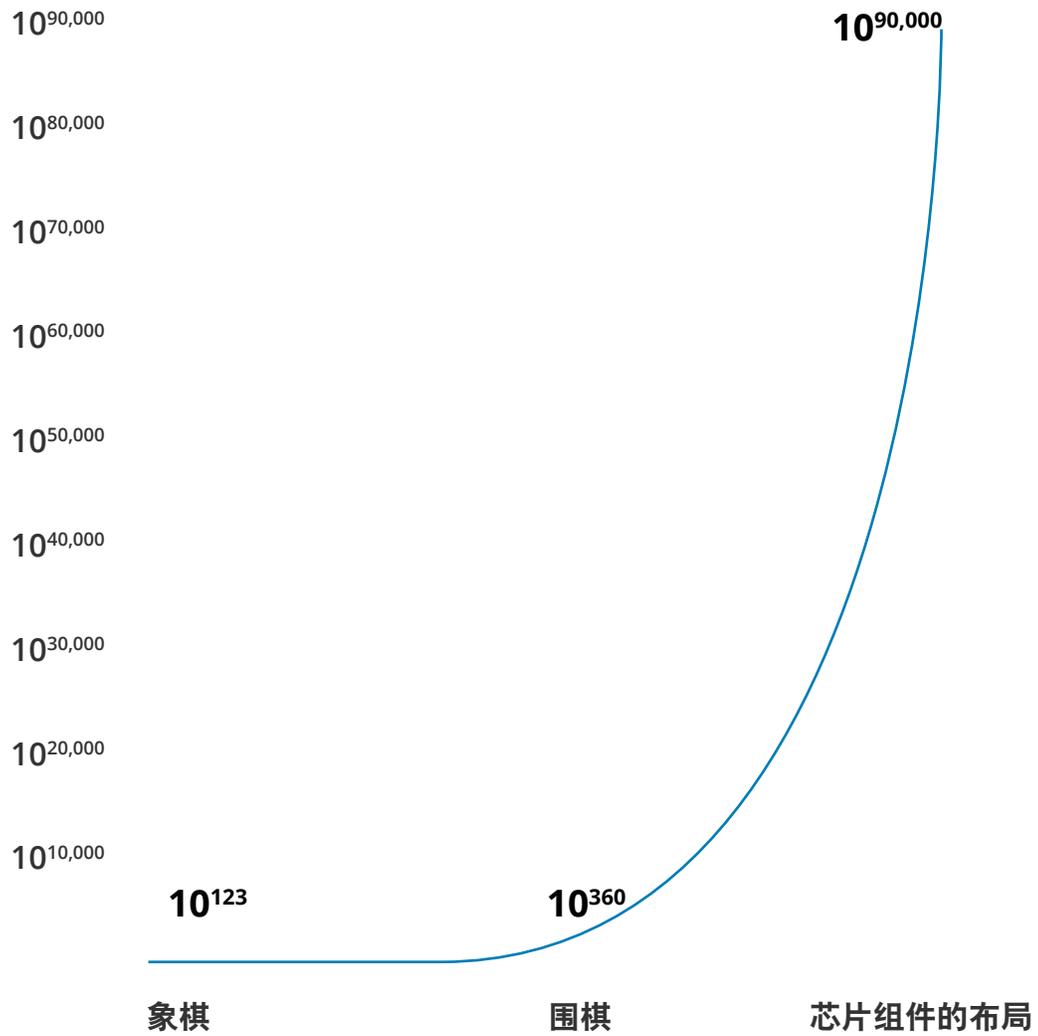
这些先进的人工智能能力基本可以分为两种类型：图神经网络（GNN）和强化学习（RL）。图神经网络是专门用于分析图形（包含“节点”和“边缘”的数据结构，节点可以是任何对象，而边缘则定义了节点之间的关系）的一种机器学习算法。¹⁰传统的深度学习神经网络在图形分析方面较为棘手，¹¹而图神经网络则能够从图形中提取信息，有效预测图形之间的联系，并在保留关键联系的同时将节点重新排列。¹²由于芯片的结果本质上与图形类似——宏模块和标准单元相当于节点，将其连接在一起的线路则相当于边缘——图神经网络是进行芯片分析和优化的绝佳之选。

强化学习可将物理芯片设计变成一个图形优化“游戏”。这与谷歌在战略棋盘游戏——围棋上用于击败人类冠军的是同一种技术。围棋比象棋甚至更为复杂，且曾被认为是超出人工智能能力范围的游戏。物理芯片设计的复杂程度远远高于围棋（图2），但强化学习依然可以同样的方式应对。它利用数以千计的“棋局”——芯片布局规划进行训练，通过仿真芯片设计找到最优的PPA排列。人工智能生成布局规划后，人类设计师可对有效优化PPA的设计（如减少了线路长度、拥挤度、密度、功耗和面积等¹³）给予“奖励”，并对不理想的设计给予“处罚”，从而进一步强化布局规划设计。久而久之，这种持续不断的强化能够提升强化学习系统，使其学习到如何自主生成更优设计。¹⁴

图 2

人工智能在象棋和围棋上击败人类已令人大开眼界，若是设计芯片呢？

相比象棋和围棋，芯片设计在配置上拥有的可能性远远更多



资料来源：摘自新思科技“什么是设计空间优化？”，2020年7月21日。

采用神经网络和强化学习结合实现的PPA，其表现与由经验丰富的设计师制造出的PPA不相上下，甚至更优，且所需要的人类工程师人数更少，耗时亦远远更短。这在现实中已有不少案例，近期有：

- 麻省理工借助人工智能工具开发电路设计，其能量效率是人类设计的电路的2.3倍。¹⁵
- 联发科采用人工智能工具调整一个关键处理器部件，使其尺寸减小了5%，能耗降低了6%。¹⁶
- Cadence成功将一枚5nm移动芯片的性能提升了14%，能耗减少了3%，仅需人工智能工具加上一名工程师用10天的时间完成，而无需10名工程师耗费数月之久。¹⁷
- 谷歌母公司Alphabet持续稳定产出芯片布局规划，PPA指标均优于经验丰富的人类工程师，且耗时在六小时以内，而非数周乃至数月。¹⁸
- 英伟达利用自有强化学习工具进行电路设计，在确保具备相同性能的同时，成品尺寸较人类工程师采用EDA工具设计的电路降低25%。¹⁹

中国：AI技术助力EDA发展

芯片设计环节繁多，精细且复杂，EDA工具对于提升芯片设计效率，优化芯片设计，保证芯片功能发挥着极为重要的作用。目前，美国三大EDA公司（Synopsys、Cadence、Mentor）占据全球EDA市场超过60%的市场份额¹，绝大部分芯片设计公司都需要三巨头的EDA工具。国产化率仅10%左右的国产EDA²，面对发展了二三十年的EDA三巨头的技术和商业壁垒，想要进一步提升国产化率面临极大挑战。目前，中国的AI技术全球领先，这种优势在一定程度上有助于短期内加快追赶步伐。还有不可忽略的云技术，随着云计算的发展，云上设计芯片能够减少芯片设计流程中耗时较多的芯片设计验证时间。受益于半导体产业向中国转移趋势，中国EDA市场将以14.71%的CAGR增长，预计在2025年将达到27.4亿美元的市场规模。

小结

主要芯片制造商和设计师如今正采用先进人工智能设计芯片，甚至在先进节点也不例外。事实上，部分芯片的复杂性日益增长，先进人工智能的使用可能很快便成为必然要求：例如，新思科技的最新芯片设计包含超过1.2万亿个晶体管 and 40万个人工智能优化核心。²⁰

借助基于云的EDA服务，先进人工智能亦正在加速普及，潜在市场进一步扩大。成功上云后，技术水平和计算能力不足的小型企业也能够充分获取先进人工智能能力，不再仅限于少数行业专家和市场领导者。²¹

规模最大的半导体公司甚至可以利用先进人工智能开发全新服务，创造新的收入来源。通过进一步扩大自身的神经网络和强化学习能力，这些公司不仅能够自主开展芯片设计，同时亦可为其重要客户提供芯片设计或联合设计服务，包括联合开发垂直专用芯片。

对芯片行业而言，人工智能的作用可并不仅仅局限于芯片设计。例如，人工智能可用于晶圆的外表检查，其检查次数可达到近九次，从而提升故障检测能力。²²借助人工智能，芯片公司还能有效应对供应链方面的挑战，如管理半导体组装和测试外包提供商网络。²³

近几年来，我们曾针对人工智而设计专门的芯片；如今，由人工智能设计芯片已成必然之势。未来将会如何发展？人工智能有望与人类联手，共同设计驱动其自身运行的硬件和软件，开启21世纪新一轮创新浪潮！

尾注

1. 德勤全球预测，2022年主要供应商的第三方人工智能芯片设计软件市场规模约为1.5亿美元，2023年将增长至超过2亿美元。此外，我们预测大型芯片公司内部自用的人工智能设计工具亦具有相当规模的价值。
2. 德勤全球根据EDA公司公开声明和相关分析报告预测的增长率。
3. World Semiconductor Trade Statistics, "The World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) has released its new semiconductor market forecast generated in August 2022," press release, August 22, 2022.
4. Global Market Insights, *Electronic design automation market report*, 2020.
5. 在EDA工具中融合机器学习元素已有数十年时间，而图神经网络和强化学习等先进人工智能技术的使用则是新兴趋势，并已经显著提升人工智能在芯片设计方面的成效。
6. John Ciacchella et al., *2022 semiconductor industry outlook*, Deloitte, 2022.
7. International Business Strategies (IBS), 2021.
8. Ciacchella et al., *2022 semiconductor industry outlook*.
9. 德勤全球采用自上而下（国家/地区最新报告的直接就业数据）和自下而上（所有大型公司报告的员工数据）两种方式估算2021年全球半导体行业的直接就业人数。鉴于到2030年该行业收入规模将增长80%，而行业集中程度相较于当前将会降低（因而单位营收则需要更多员工），我们假定行业将需要增加约50%的员工。
10. Abid Ali Awan, "A comprehensive introduction to graph neural networks (GNNs)," DataCamp, July 2022.
11. 如欲直观地了解关于为何神经网络难以有效分析图形数据，以及为何图神经网络表现更好的原因，参见Ben Dickson, "What are graph neural networks (GNN)?"，VentureBeat, 2021年10月13日；如欲从技术角度了解更多，参见DataCamp, "A comprehensive introduction to graph neural networks (GNNs)"，2022年7月。
12. Dickson, "What are graph neural networks (GNN)?"
13. Ed Targett, "AI outperforms humans in chip design breakthrough," The Stack, June 10, 2021.
14. BBC News, "Go master quits because AI 'cannot be defeated'," November 27, 2019.
15. Will Knight, "Need to fit billions of transistors on a chip? Let AI do it," *Wired*, July 9, 2021.
16. James Morra, "Cadence taps AI technology to speed up system design," *Electronic Design*, June 13, 2022.
17. John Koon, "Improving PPA with AI," *Semiconductor Engineering*, May 12, 2022.
18. Azalia Mirhoseini et al., "A graph placement methodology for fast chip design," *Nature* 594 (2021): pp. 207-12.
19. Rajarshi Roy, Jonathan Raiman, and Saad Godil, "Designing arithmetic circuits with deep reinforcement learning," NVIDIA Developer, July 8, 2022.
20. Stelios Diamantidis, "Why now is the time to create an AI strategy for chip design," Synopsys blog, June 16, 2021.
21. Jeff Loucks, *Artificial intelligence: From expert-only to everywhere*, Deloitte Insights, December 11, 2018.
22. Tobias Schlosser et al., "Improving automated visual fault inspection for semiconductor manufacturing using a hybrid multistage system of deep neural networks," *Journal of Intelligent Manufacturing* 33 (2022): pp. 1099-1123.
23. Deloitte, "Supply chain and network operations: Enterprise technology and performance," accessed October 26, 2022.

关于作者

Jeff Loucks | jloucks@deloitte.com

Jeff Loucks is the executive director of Deloitte’s Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He conducts research and writes on topics that help companies capitalize on technological change.

Duncan Stewart | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of TMT Research for Deloitte Canada and is a globally recognized specialist on the forecasting of consumer and enterprise technology, media & telecommunications trends. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Christie Simons | csimons@deloitte.com

Christie Simons is the Audit & Assurance Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry leader with Deloitte & Touche LLP. She specializes in serving fast-growing, dynamic venture-backed companies and large complex publicly listed technology clients with external audit, IPO, M&A, and SOX services.

Brandon Kulik | bkulik@deloitte.com

Brandon Kulik leads the semiconductor industry segment within Deloitte Consulting LLP’s Technology, Media & Telecom industry practice. He has more than 20 years of experience helping technology companies with market strategy, operational, talent, and technology solutions.

致谢

The authors would like to thank **Ariane Bucaille, Gillian Crossan, Dan Hamling, and Karthik Ramachandran** for their contributions to this chapter.



增压半导体：新材料芯片后来居上，硅芯片面临“高压”瓶颈

消费电子产品充电器和纯电动汽车等高压高功率应用日益普及，驱动氮化镓和碳化硅半导体迅猛发展。

Duncan Stewart, Karthik Ramachandran, Christie Simons, Brandon Kulik, Roger Chung, Mark Lian, Leo Chen

尽管硅一直是手机、电脑和数据中心所用芯片的标准材料，但却存在严重不足之处。随着纯电动汽车、消费电子产品快充、高效能太阳能板以及先进军事应用日益普及，硅并不适合这些高压高功率的应用。因此，德勤全球预测，2023年，主要由氮化镓和碳化硅等高功率半导体材料构成的芯片销售总额将达到33亿美元，较2022年增长40%。2023年全球半导体市场有望达

到6,600亿美元规模，¹尽管高功率半导体芯片只占其中一部分，但该领域却将进入高速扩张阶段。这些类别的芯片总称为复合功率半导体，其增长率预计将在2024年达到近60%，创逾50亿美元收入记录。鉴于该领域对迅速发展的相关行业和国家安全至关重要，各国各地区纷纷致力于确保本地拥有充足产能。

氮化镓、碳化硅芯片驶入快车道，助力环保

首先需要说明的是，硅芯片并不会因为复合功率半导体的发展而过时。不管是现在还是未来，硅将始终作为半导体材料。指甲盖大小的硅芯片能够容纳数十亿个晶体管，可在一两伏的电压下以不足毫瓦的功率运行，可供电池供电类消费设备维持数小时，而数据中心也不会出现过热情况。

但电脑、智能手机和数据中心的硅处理器均属于低压器件，工作电压为1至1.5伏左右，远远低于普通家用电源插座所提供的120伏或240伏电压。如果智能手机芯片直接连接到这些插座上，就一定会炸裂。

许多快速发展的应用仍需要更高的电压，这就意味着芯片必须能够应对数十、数百甚至数千伏电压。例如，纯电动汽车的快速直流充电器能够在480伏电压下工作，²纯电动汽车的内置电池和动力系统目前的工作电压通常为400伏，且大多数纯电动汽车的工作电压预计将在2025年达到800伏。³复合功率半导体还可用于风力涡轮机、太阳能电站、所有类型的电源、电气火车、航空航天以及防御系统等。⁴尽管称为功率金氧半场效应晶体管（MOSFET）的特殊硅基功率半导体已应用于此类设备多年，但在氮化镓和碳化硅为原材料的芯片加持下，这些系统可以实现尺寸缩减、降本增效、密度提升，同时还能增强工作频率，耐受更高温度。

图 1

复合功率半导体市场加速扩张

碳化硅和氮化镓功率半导体年度销售总额（10亿美元）

■ 碳化硅 ■ 氮化镓



注：E表示估值，P表示预期值。

资料来源：德勤基于AlphaSense信息所作的分析，Compound semiconductors: The crown joule of high voltage, Cowen Research, 2022年6月。

至2026年，消费电子产品充电器在氮化镓芯片市场的占比预计将达到66%，而以纯电动汽车为主的汽车应用在碳化硅芯片市场的占比预计将达到60%。

有趣的是，氮化镓和碳化硅芯片并不会出现相互竞争，因为二者均有自己的主导市场。至2026年，消费电子产品充电器在氮化镓芯片市场的占比预计将达到66%，⁵而以纯电动汽车为主的汽车应用在碳化硅芯片市场的占比预计将达到60%。⁶两种应用均具备可持续性和实用性。

氮化镓芯片非常适合用于消费电子设备的充电器，而全球共有超过100亿台此类设备。⁷但这个应用进程比想象的更为复杂。专用芯片可在墙上插头的120伏或240伏以及智能手机电池充电的5伏下工作。这些芯片与智能手机中的电源管理集成电路(PMIC)配合使用，可确保电池在接近充满电时安全平稳地充电，而不会过热。硅功率MOSFET将逐

渐被氮化镓芯片所取代，氮化镓芯片比等效的硅芯片更小，因此可以被压缩成更小的充电器。然而，为地球带来的最大益处是氮化镓芯片充电器的工作效率为98%，而硅芯片充电器的效率为90%。⁸八个百分点看上去不算多，但100亿台设备每年节省的能源却可高达千兆瓦。

碳化硅芯片预计将在2023年创造28亿美元收入，而随着纯电动汽车行业的发展，这一数字还将继续扩大。2021年全球纯电动汽车的销量为660万辆，较2020年翻了一番，2022年第一季度的销量较2021年同期高出四分之三。⁹此外，截至2022年第二季度，纯电动汽车占欧洲新乘用车销量的十分之一，¹⁰达到新高。根据一位分析家的预测，2023年7月，在英国售出的所有新车中，纯电动汽车的占比将高达50%以上。¹¹事实上，随着纯电动汽车内部电压从400伏提高至800伏，预计碳化硅芯片将在2023年创造28亿美元的收入，而这还只是保守的估计。一家领先的碳化硅半导体生产商在2022年第二季度电话财报会议上表示，其碳化硅芯片销售额季度环比增长了一倍。该生厂商还预估其碳化硅芯片全年销售额将翻一番，达到10亿美元左右，并表示已将碳化硅芯片三年远期销售订单额从之前的26亿美元提升至40亿美元。¹²



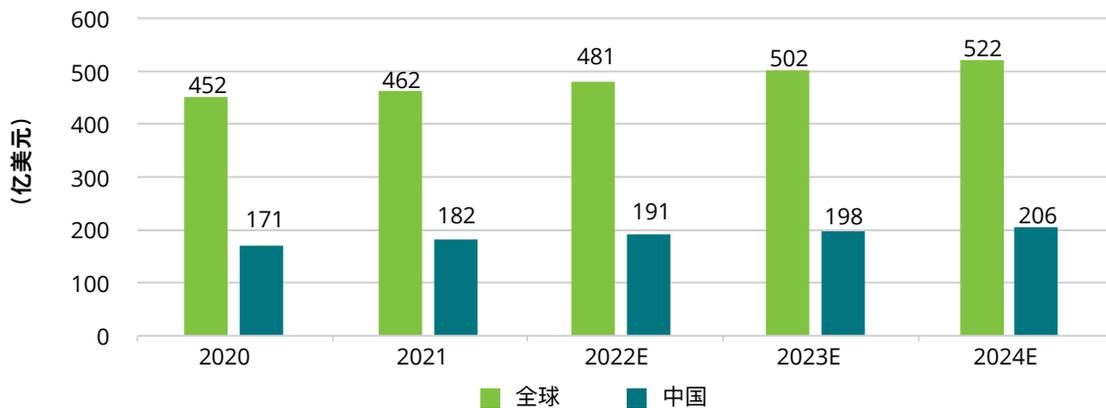
中国功率半导体呈快速发展趋势

中国是全球功率半导体最大的需求国，新能源光伏发展有望带动功率半导体需求的进一步提升。功率半导体用于所有电力电子领域，应用范围涵盖电源管理、计算机及外设设备、通信、消费电子、汽车电子、工业控制等多个领域。行业发展主要依靠新兴领域如新能源汽车、可再生能源发电、变频家电等带来的巨大需求缺口。

随着国内高电压、高功率应用（如消费电子产品、电池电动汽车）的普及程度不断提高，氮化物和碳化硅半导体正在加速发展。2023年，以碳化硅为代表的第三代半导体将保持快速增长。未来五年中国的功率半导体市场将以4.5%的CAGR持续增长，至2027年有望达到238亿美元¹。

图 2

2020-2024全球及中国功率半导体市场规模预测



资料来源：《功率半导体分立器件产业及标准化白皮书（2019版）》

小结

在氮化镓、碳化硅和其他功率半导体真正腾飞之前，还需要采取一些举措。首先应建立生产这些芯片的新设施（晶圆厂），而全球各地新建的氮化镓和碳化硅晶圆厂也在投入生产（图2）。然而，这些晶圆厂及其所需材料均引发了棘手的供应链和国家安全问题。硅、碳和氮资源充沛可供使用，但目前几乎所有的镓均来自法国、哈萨克斯坦和俄罗斯。¹³与半导体制造中使用的其他要素和气体一样，可用资源较少，因此生产风险较高。

此外，功率半导体生产的地域分布与传统的硅半导体生产存在显著不同，全球80%的产能集中在东亚，主要为中国台湾、韩国、日本和中国大陆。¹⁴尽管这四个地区在现有和计划中的功率半导体晶圆厂中占有相当比例的份额，但欧洲、中东和非洲地区以及美国所占比例也不相上下，东南亚也占据较少份额（图2）。¹⁵因此，从供应链角度看，功率半导体行业以及依赖于它的纯电动汽车和再生能源行业能够实现相对自给自足且具备一定韧性。

图2

复合功率半导体产能分布于全球各地

预计2022-2026年现有和计划中的碳化硅和氮化镓晶圆厂总数

欧洲、中东及非洲	~16
北美	~13
中国大陆	~13
日本、韩国和中国台湾	~12
东南亚	~7

注：东南亚包括泰国、马来西亚、新加坡、印度尼西亚和菲律宾。数据为德勤基于公开资料来源预估所得。

资料来源：多项公开数据。

功率半导体生产商面临一项挑战，他们很难开发出特定技术的设计工具、生产工具以及构建针对各种技术的包装、测试和组装能力。例如，硅晶圆与硅芯片不同，需要以不同方式进行蚀刻、掺杂和减薄。¹⁶

如此多的技术和工具有待开发，因此投入大量资金生产和开发这些高度专业的芯片并不足为奇。中国三大碳化硅生产商专门拨出40亿美元，作为2022年及未来的资本支出。¹⁷此外，中国还继续为碳化硅初创企业提供大量私募风投资金（仅2022年6月的总额估计就达到15亿美元）。¹⁸2021年，中国还产生了第一支超过3亿美元的碳化硅上市股，并见证了一家衬底生产商上市。¹⁹

不仅是中国，美国、欧洲、日本和韩国的碳化硅及氮化镓生产商计划在2022年实现至少100亿美元的资本支出。²⁰一家加拿大氮化镓公司从风投机构募集近2亿加元；一家美国氮化镓公司通过特殊目的收购公司（SPAC）上市，价值逾10亿美元；法国一家大型碳化硅公司在2021年年末收购了一家规模较小的法国同行。²¹

面对数万亿芯片，碳化硅和氮化镓不会取代硅，而现在以及未来，硅都将远胜一筹。尽管功率半导体仍属于小众市场，但基于其在承受高压方面具有优势，并且各方需要其所支持的更多产品，这一小众市场的增长速度可能远快于硅芯片主流市场。

尾注

1. World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), "The World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) has released its new semiconductor market forecast generated in August 2022," August 22, 2022.
2. CALeVIP, "Electric vehicle charging 101," accessed August 18, 2022.
3. Andrei Nedelea, "Most of the EV industry to shift to 800 volts by 2025, report says," INSIDEEVs, April 19, 2022.
4. 基于德勤分析，资料来源Hui Zhang and Haiwen Liu, "Potential applications and impact of most-recent silicon carbide power electronics in wind turbine systems," *Wind Energy Conversion Systems* (2012), pp. 81-109; Energy Efficiency & Renewable Energy, "Silicon carbide in solar energy," accessed September 26, 2022; CAF Power & Automation, "Silicon carbide, moving towards a more sustainable train," January 27, 2021; Military+Aerospace Electronics, "Silicon carbide MOSFETs for aerospace and defense power electronics applications introduced by SSDI," January 22, 2019.
5. Dean Takahashi, "Power Integrations saves energy with gallium nitride chips for mobile chargers," *VentureBeat*, May 24, 2021.
6. Patrick Waurzyniak, "The silicon carbide race begins," *Semiconductor Engineering*, September 20, 2021.
7. BankMyCell, "How many smartphones are in the world?," accessed September 26, 2022. There are well over 10 billion mobile devices (6.6 billion smartphones, plus feature phones, tablets, etc.) as of 2022, all needing chargers. Additionally, there are close to a billion laptops, plus smartwatches, e-readers, gaming devices, and more.
8. Amos Zeeberg, "What's down the road for silicon?," *The New York Times*, May 16, 2022.
9. IEA, "Global electric car sales have continued their strong growth in 2022 after breaking records last year," press release, May 23, 2022.
10. Blagojce Krivevski, "EU: Battery electric vehicle share reached 10% in Q2 2022," *Electric Cars Report*, July 26, 2022.
11. Robert Osfield, "UK market share BEV vs ICE (incl. hybrids) car sales with S-Curve projection," Twitter post, October 5, 2021.
12. The Motley Fool, "ON Semiconductor (ON) Q2 2022 earnings call transcript," August 1, 2022.
13. National Minerals Information Center, "Gallium statistics and information," USGS, accessed on August 18, 2022.
14. Dan Hamling, Duncan Stewart, and Karthik Ramachandran, *Five fixes for the semiconductor chip shortage*, Deloitte Insights, December 6, 2021.
15. 德勤全球对全球现有和计划碳化硅和氮化镓工厂相关的公开资料进行了分析。这些是实际生产点，而非公司总部。
16. Adele Hars, "How quickly can SiC ramp?," *Semiconductor Engineering*, July 21, 2022.
17. iMedia, "The SiC field of the third-generation semiconductor related standards," September 26, 2022; IjiWei.com, "China moves onto a faster track of developing silicon carbide semiconductors following a global trend," February 9, 2022.
18. 分析与预估结果基于公开二手资料中的数据和信息，包括Semiconductor Engineering、Chinaventure.com以及IjiWei.com。
19. IjiWei.com, "China moves onto a faster track of developing silicon carbide semiconductors following a global trend"; Jessie Shen, "China SiC substrate supplier to raise funds through IPO," *DIGITIMES Asia*, April 22, 2022.
20. 分析与预估结果基于公开二手资料中的数据和信息。
21. Charles Mandel, "GaN Systems nails \$189.7 million cad to drive semiconductor innovation," *Betakit*, November 19, 2021; Cision PR newswire, "Navitas Semiconductor and Live Oak II announce additional \$18mm PIPE investment and up to \$30mm forward-purchase agreement in connection with \$1.04 billion SPAC business combination," news release, October 7, 2021; Soitec, "Soitec acquires NOVAsiC to strengthen its silicon carbide wafer technology," press release, November 30, 2021.

关于作者

Duncan Stewart | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of TMT Research for Deloitte Canada and is a globally recognized specialist on the forecasting of consumer and enterprise technology, media & telecommunications trends. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Karthik Ramachandran | karramachandran@deloitte.com

Karthik Ramachandran is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. Through his research, Ramachandran provides pragmatic solutions to help high-tech and telecom companies identify and address long-term issues and growth opportunities.

Christie Simons | csimons@deloitte.com

Christie Simons is the Audit & Assurance Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry leader with Deloitte & Touche LLP. She specializes in serving fast-growing, dynamic venture-backed companies and large complex publicly listed technology clients with external audit, IPO, M&A, and SOX services.

Brandon Kulik | bkulik@deloitte.com

Brandon Kulik leads the semiconductor industry segment within Deloitte Consulting LLP's Technology, Media & Telecom industry practice. He has more than 20 years of experience helping technology companies with market strategy, operational, talent, and technology solutions.

致谢

The authors would like to thank **Dan Hamling, Negina Rood, Gautham Dutt, and Mark LaViolette** for their contributions to this chapter.



强强联合：抗辐射芯片加持，太空技术、核能领域突破新高

新一代抗辐射芯片支撑下，用于高辐射环境的设备终将追上21世纪发展步伐。

Duncan Stewart, David Jarvis, Christie Simons, Gillian Crossan, Roger Chung, Mark Lian, Leo Chen

抗辐射芯片小巧智能，能够承受其他多数芯片无法应付的辐射水平。德勤全球预测，抗辐射芯片电子产品市场将在2023年创造15亿美元销售额，¹尽管芯片市场总规模预计将突破6,600亿美元，²抗辐射芯片只占其中一小部分，但这些芯片的强大之处在于它们能实现的功能，而非创造的金钱价值。

先进抗辐射芯片助推全行业转型

电离辐射的能量比引发皮肤癌的紫外线高一万亿倍，不利于芯片使用。电离辐射会持续损伤芯片（根据总电离辐射剂量（TID）测量），降低芯片性能并最终导致设备无法正常工作。而高能粒子则引起另一种辐射效应。高能粒子会导致单粒子效应并将处理器或内存晶体管的值从1翻转到0或者从0翻转为1，这一现象被称为“位翻转”。经过足够多次的翻

转,计算就会被破坏,甚至造成称为“门锁”的永久性致命错误。³

太阳耀斑释放的高能粒子进入地球大气层时,可能引发“位翻转”现象。太空中,由于晶体管的尺寸较小,单粒子效应成为一个不容忽视的问题。与此同时,在更长时间的太空飞行任务中,总电离辐射剂量也值得关注。部分地面应用(例如福岛核电站核污染净化⁴)还要求对伽马射线具有一定的耐受性。另外,对于暴露在X射线下的医疗设备,强化抗辐射性有助于延长其使用寿命⁵。

尽管抗辐射芯片适用于所有应用场合,但在太空及核能领域却能发挥最大效用。

太空: 对于芯片而言,太空环境过于恶劣。振动、剧烈的热变化、静电放电和发射时的重力都要求太空芯片比普通智能手机芯片更加坚固。这些重重危险中,辐射可以说是其中最大的威胁。地球大气层能够非常有效地阻挡辐射。但更高轨道上的卫星位于大气层上方,因此会持续暴露在较高的有害辐射之下,而在太阳最活跃的时候,这些卫星还会间歇性地受到高度辐射照射。除了国际空间站阻挡的部分之外,目前太空中的大多数芯片都是“传统芯片”,能够耐受辐射,但因采用的技术已过时,无法实现人工智能图像处理和图形操作中端智能手机也能进行的处理流程。因此,许多太空设备都是“哑终

抗辐射芯片制造方式

抗辐射芯片有物理和逻辑两种制造方式。首先(本次预测的重点),芯片的物理制造方式有所不同,可采用碳化硅或氮化镓(详见关于这些材料的相应预测)等不同生产材料,或者硅的处理层可置于绝缘层或衬底上。其他方式还包括使用双极集成电路代替传统的互补金属氧化物半导体(CMOS),动态随机存取存储器(DRAM)代替静态随机存取存储器(SRAM),使用废弃的硼阻挡辐射,或通过专门设计进行辐射硬化。此外,在太空应用中,普通包装无法承受重力和其他环境条件。因此,抗辐射芯片需特制包装(如陶瓷),能够比其他普通材料更有效地承受更高的重力以及更广的温度范围。设计和布局工艺也可用于技术设备硬化。逻辑硬化可以通过各种冗余实现,也可通过特殊的硬化锁存器、布局工艺和定时电路实现。

端”,它们捕捉图像、提供连接并自主操纵,但需要通过地面处理协助完成所有任务。它们需要把所有东西传回地球,等待地球确定下一步行动,然后再把正确的指令传回来。这一过程比较缓慢。

适用于太空环境的新一代抗辐射电子设备或将改变这一局面,并可能带来巨大益处。例如,美国国家航空航天局(NASA)的Space Cube是一种现场可

编程门阵列 (FPGA) 机载系统,可帮助提高太空中的机载计算能力、自主性和人工智能/机器学习能力。⁶在这些技术进步的支撑下,航天器的智能化程度、耐用性和可信度均得到提升。成像卫星可以观测到海底地震等自然灾害,并提前数小时发出海啸警报,挽救数百万人的生命。不合法的甲烷排放(甲烷导致短期全球变暖的程度是二氧化碳的85倍)⁷可被实时检测到,因此可以更快抓获违法者并处以罚款。存在碰撞风险的卫星能够加快自主移动速度,降低失控碰撞和遭遇轨道碎片的风险。⁸

核能: 出于对安全和浪费的担忧,核裂变能源生产已在过去20年中有所减少,但实现《巴黎协定》2030年气候目标的时间仍较紧迫,因此裂变又重新引发了人们的关注。⁹未来十年,将涌现出多个全新现代化的核电站,比过去的核电站更小、更安全。日益先进的抗辐射芯片已经能为这些新型核反应堆提供有力支持。

然而,核能的核心并非裂变,而是聚变。更清洁、更环保、(理论上)更强大且更成功的聚变反应堆将

在几十年内推动解决地球的温室气体排放问题。但实现聚变需要磁场、高压以及不断波动的温度,而所有这些要素均需要非常稳健且极度抗辐射的芯片进行感知、阐释和控制。¹⁰随着近期的各种发展进步,聚变动力比以前想象的更具可行性,¹¹运行这些反应堆的必要性正在上升,并有望在这个十年末成为推动抗辐射芯片需求增长的关键因素。

中国抗辐射芯片正走向独立自主

在中国,抗辐射集成电路技术创新团队已取得诸多成果:成功研制具有国际先进水平的FPGA、CPU等多款宇航核心集成电路产品,已在北斗导航、载人航天、探月等重大航天工程中使用,实现了我国集成电路研制能力的跨越式发展。到2023年,中国将进一步推动抗辐射技术的开发和研究,致力于提升抗辐射芯片的国产化率。在未来,通过将AI功能与新一代抗辐射芯片集成在一起,空间设备可以自行处理所有高级分析——图像检测、图像分类、自动决策、及时行动。

小结

正如近期芯片短缺所暴露的问题一样，只在一两家工厂制造任何特定类型的芯片并不明智。各国各地区希望确保本地拥有抗辐射芯片供应商和制造商。例如，美国联邦政府斥资1.7亿美元在明尼苏达州推进抗辐射芯片制造。¹²

抗辐射芯片对军事和国家安全也相当重要。秘密军事监控卫星以及核武器就是其中的典型范例。所有军事应用芯片自给自足程度都不高，截至2021年，美国军事系统所使用的芯片中只有2%是由可信任的美国厂商制造提供。¹³

有趣的是，低空执行短时任务甚至可以使用商用现成技术 (COTS) 芯片，而无需采用特制抗辐射芯片，因为COTS芯片可在系统层级实现抗辐射。这就意味着抗辐射领域出现了重大变局，也降低了某些太空应用的芯片成本。¹⁴

如上所述，太空中使用抗辐射芯片的另一领域是整合人工智能/机器学习能力，并将边缘计算纳入太空应用，如此就无需将它们捕获的所有图片和图像发回地球，等待进一步分析和洞察，也可避免使用有限的网络带宽。将人工智能/机器学习能力与机载抗辐射芯片相结合，太空设备则可自行处理所有高级分析，如图像检测、图像分类、自动决策和及时行动。¹⁵

除了大力发展机载分析外，各公司还在试验将侧重分析的有效载荷送入轨道，专门用于执行高级数据处理和分析任务。此类计算密集型专用卫星可作为向其他轨道卫星提供边缘计算服务的枢纽。¹⁶

公司和政府或将鼓励持续研发抗辐射技术。近期，各方均在实施计划，如美国国家航空航天局的高性能航天计算 (HPSC) 项目，他们的重点在于使用先进芯片和现代架构推进新一代太空任务，旨在支持人类重返月球以及登陆火星的宏伟计划。美国国家航空航天局和Microchip近期合作开展了一项耗资5,000万美元的项目，致力开发星载处理器，其性能将超过当前工业处理器100倍之多。¹⁷

继续探索的方向包括研究复合物半导体 (氮化镓和碳化硅) 等材料，以新方式使用传统硅 (鳍式场效应晶体管 (FinFET) 和绝缘硅片 (SOI))，同时也催生出ARM或RISC-V等常见实用商业技术的抗辐射版本。¹⁸此外，目前几家芯片巨头正在试验先进技术节点和小于10nm的线宽，或将助推减轻发射装置的整体重量。这些举措至关重要，将有助于控制项目总成本，同时提高任务的成功率。

卫星产业可能会面临重大挑战。几十年来，太空传感器一直依赖于地面处理。大幅提升机载处理和内存能力带来全新机遇，未来几年，这些新功能将推动卫星产业大有可为，让我们拭目以待。

尾注

1. 德勤全球预测和分析基于公开资料信息。
2. World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), "The World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) has released its new semiconductor market forecast generated in August 2022," press release, August 2022.
3. JEDEC, "Single-event latch-up," accessed August 31, 2022.
4. Martin Fackler, "Six years after Fukushima, robots finally find reactors' melted uranium fuel," *The New York Times*, November 19, 2017.
5. Gary Hilson, "Medical devices require radiation-tolerant memory," *EETimes*, July 8, 2014.
6. Xilinx, "Radiation Tolerant Kintex UltraScale product overview," accessed August 31, 2022.
7. United Nations Economic Commission for Europe, "The challenge," accessed August 31, 2022.
8. David Jarvis et al., *Too congested before we're connected? Broadband satellites will need to navigate a crowded sky*, Deloitte Insights, November 30, 2022.
9. Laura Benshoff, "Nuclear power is gaining support after years of decline. But old hurdles remain," NPR, June 30, 2022.
10. Kyungsoo Jeong et al., "A Radiation-Hardened Instrumentation Amplifier for Sensor Readout Integrated Circuits in Nuclear Fusion Applications," *Electronics* 7, no. 12(2018): 429.
11. Jeff Tollefson, "Exclusive: Laser-fusion facility heads back to the drawing board," *Nature*, July 22, 2022.
12. Samuel K. Moore, "U.S. invests in fabs that make radiation-hardened chips," *IEEE Spectrum*, October 29, 2019.
13. Sujai Shivakumar and Charles Wessner, "Semiconductors and national defense: What are the Stakes?," Center for Strategic & International Studies, June 8, 2022.
14. 例如，由于抗辐射芯片价格相当昂贵且难以升级，因此采用商用/现代芯片，并在系统层级打造抗辐射功能。参见 Anastasi in Tech, "Computer chips for space travel", YouTube, 2021年9月14日。
15. Semiconductor Engineering, "Radiation hardening chips for outer space", YouTube, December 14, 2021.
16. Debra Werner, "Living on the edge: Satellites adopt powerful computers," *Space News*, January 24, 2022.
17. Praharsha Anand, "Microchip scoops NASA's \$50m contract for high-performance spaceflight computing processor," *ITPro*, August 16, 2022.
18. Rob Aitken, "Radiation-hardened Arm chips aim for the stars," *Arm*, February 27, 2020; Gareth Halfacree, "Microchip shows off rad-hardened RISC-V for low-cost satellites," *AB Open*, July 25, 2019.

关于作者

Duncan Stewart | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of TMT Research for Deloitte Canada and is a globally recognized specialist on the forecasting of consumer and enterprise technology, media & telecommunications trends. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

David Jarvis | davjarvis@deloitte.com

David Jarvis is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He has more than 15 years of experience in the technology industry and is a passionate expert and educator focused on the future of our digital society.

Christie Simons | csimons@deloitte.com

Christie Simons is the Audit & Assurance Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry leader with Deloitte & Touche LLP. She specializes in serving fast-growing, dynamic venture-backed companies and large complex publicly listed technology clients with external audit, IPO, M&A, and SOX services.

Gillian Crossan | gicrossan@deloitte.com

Gillian Crossan is a principal in Risk & Financial Advisory, Deloitte & Touche LLP, and leads the global technology industry sector. She has been with Deloitte US for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

致谢

The authors would like to thank **Karthik Ramachandran**, **Dan Hamling**, and **Brandon Kulik** for their help in supporting our research.

屏幕与传媒： 悦见不凡





万众瞩目：AVOD观众与日俱增

随着对价格敏感的观众越来越愿意为了折扣或免费视频而观看广告，AVOD模式的吸引力顺势上升。

Paul Lee、Jeff Loucks, Kevin Westcott

伴 随消费与产业经济的加速发展，广告型视频点播（AVOD）对观众的吸引力正日益提升。德勤全球预测，到2023年底，发达国家中近三分之二的消费者每月使用至少一种AVOD服务，同比增长5%。我们进一步预测，到2023年底，发达国家的订阅型视频点播（SVOD）都将在免广告视频订阅的基础之上，推出带广告的

订阅服务。到2024年底，此类服务商中有半数将推出广告支持的免费流媒体电视（FAST）服务。我们预计，到2030年大多数在线视频订阅服务将部分或全部迎来广告赞助，逐步转向广告赞助类视频占据主导的发展中国家模式——德勤全球早在2020年便对这一演变趋势作出预测。¹

我们还发现，SVOD服务商和拥有十余年市场经验的广播公司一样，纷纷推出了带广告的流媒体服务。（分析涵盖所有旨在提供专业生成内容的播放平台，不包括提供用户生成内容的播放平台，因后者内容生产成本较低，商业模式存在差异。）

内容付费走高和通胀压力之下，消费者热切追求折扣

在发达市场中，许多流媒体视频服务均为订阅会员提供无广告观看体验，并普遍认为，一旦观众习惯了不被广告打扰，就再也无法接受广告插播。

但实际上，随着流媒体服务的盛行，每家平台都推出不容错过的精品内容，观看费用也水涨船高，使得许多家庭（甚至包括最富裕国家的消费者）越难以负担无广告订阅费用。

高级无广告套餐定价为每月5美元到20美元不等，对于许多家庭来说尚可接受。²然而，时下多部爆款剧目分别在四五个平台播出，订阅成本因此大幅上升。例如，2020年HBO Max登陆美国市场时，带来了《老友记》和《生活大爆炸》这样的热剧。³《摩登家庭》则在Disney Plus上线。⁴而《富家穷路》也于2022年10月登陆美国Hulu。这些大热剧集都在不同平台上播出。⁵除此之外，随着通胀的急剧攀升，许多消费者的收入也大副缩水。⁶这一系列因素共同促成了AVOD的广泛普及。

带广告的订阅服务将包含每小时4到10分钟的广告，消费者可享受五折的优惠。换言之，用户可通过观看广告换取更便宜的订阅费用。除了观看广告节省费用之外，还可通过一次性订阅全年会员，额外获赠几个月的免费会员。

德勤全球在多个市场展开了消费者调查，了解他们在订阅新的流媒体视频服务时会选择何种套餐。在所有市场中，大多数消费者均表示会选择半价或免费的带广告套餐（见图1）。

除了带广告的低价SVOD订阅服务外，发达市场中47%的消费者通过带广告的流媒体订阅观看专业制作的内容，其中大部分都是免费内容（见图2）。此类内容通常由全国广播公司或影视公司提供。

虽然有观众抱怨，随着物价上涨，唯一符合预算的只有带广告的流媒体套餐，但广告毕竟已经成为大多数媒体内容的“常客”，广播电视、手机游戏、现场音乐会等都会穿插广告。各类数字广告牌在城市中无处不在，零售连锁店也拥有门店广告网络。因此，将广告引入流媒体视频的确是求变之举，但还谈不上革新。此外，SVOD平台推出AVOD服务时，并未在广告播放量上急于求成：2023年的标准广告时长约为每小时四分钟。相比之下，广播电视在黄金时段的广告时长可能是其两倍甚至三倍之多。

图 1

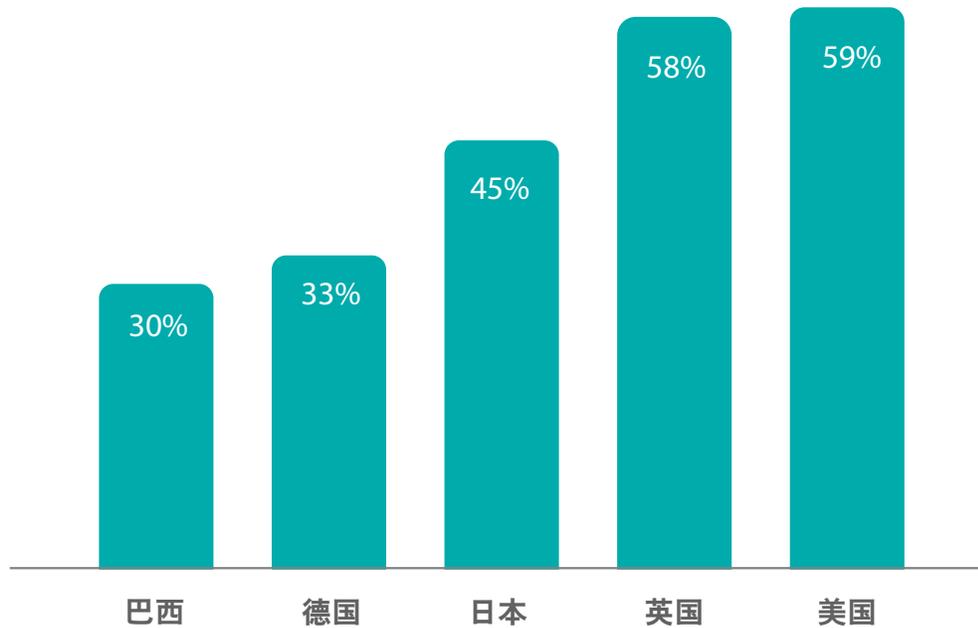
在大多数国家/地区，消费者更青睐能减免订阅费用的带广告视频套餐

	巴西	德国	日本	英国	美国
无广告/ 月费用	40% R\$40	38% €12	30% ¥1,500	39% £10	41% US\$12
每小时6分钟广告/ 月费用	26% R\$20	21% €6	15% ¥750	17% £5	25% US\$6
每小时12分钟广告/ 无月订阅费用	34%	41%	55%	44%	34%

资料来源：Kevin Westcott等，《2022年数字媒体趋势》（第16期），Deloitte Insights，2022年3月28日。

图 2

近半数消费者观看带广告的流媒体视频



资料来源：Kevin Westcott等，《2022年数字媒体趋势》（第16期），Deloitte Insights，2022年3月28日。

内容平台将借力AVOD，拉动会员和营收增长

对于没有广告渊源的“传统”SVOD平台来说，当前引入广告的关键目的是维持增长态势，特别是在2022年发达市场中会员净增量受限的情况下。

AVOD既可为新会员提供入门级优惠套餐，也可为现有会员提供更划算的选择，避免取消订阅服务。自2020年以来，会员流失已成为SVOD公司的根本性挑战。在美国，会员退订率自2020年以来一直徘徊在37%左右。虽然其他大多市场中流失率略低，但考虑到获客成本，流失率仍大大影响了盈利能力（见图3）。订阅成本或价格因素已成为2022年会员退订的主要原因，并可能更大程度上影响2023年的订阅量。

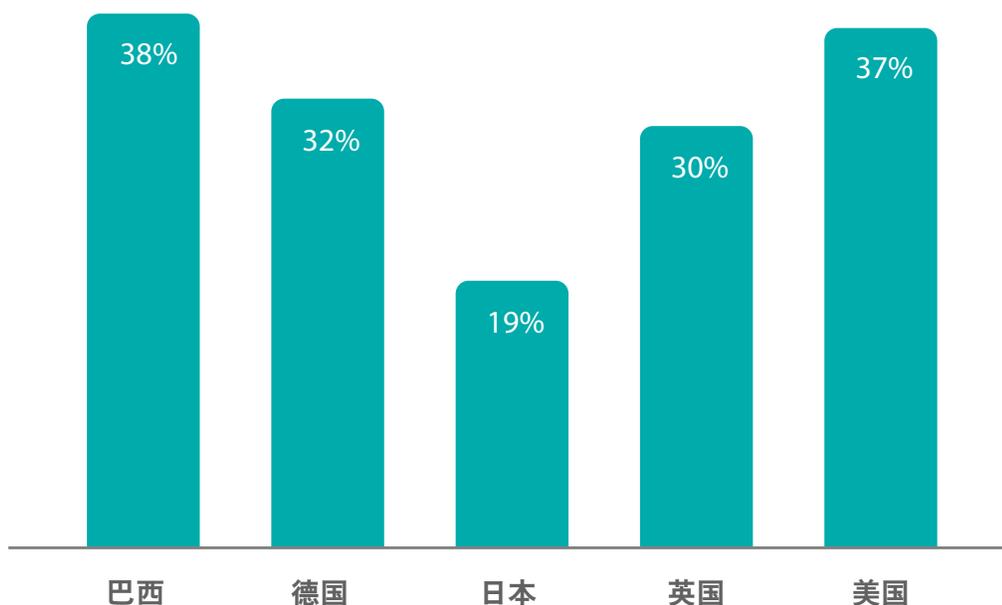
推动AVOD服务增长的一个根本原因在于通过广告产生额外收入。截至2022年中旬，许多仅提供视频点播的内容平台均面临无法盈利问题，而盈利则取决于用户的增长。对于传统广播公司来说，AVOD可带来额外的收入来源——不仅是来自线性广告的收入，更重要的是线上视频广告收入，此前这部分收入全被纯线上视频平台收入囊中。

通过推出AVOD服务，各平台致力响应广告商积压已久的需求。对广告商而言，在电视屏幕上播出广告至关重要，因为电视端广告的影响力往往胜过智能手机端的广告。近年来，随着广播电视收视率的下滑，观看广告的年轻观众数量也相应减少；而主要在电视端播放的AVOD则通常吸引16至34岁的观众，可有效解决广告商的需求，以较高价格实现精准投放。AVOD的千人成本（CPM）在美国市场或超过50美元，而在欧洲市场也达到30美元。

图 3

发达市场SVOD平台面临流失率难题

过去六个月退订过至少一家流媒体视频会员的消费比例



资料来源：Kevin Westcott等，《2022年数字媒体趋势》（第16期），Deloitte Insights，2022年3月28日。

小结

AVOD再掀热潮，对整个电视行业而言是一大利好。对于SVOD平台而言，在解锁额外收入来源的同时，也可有效减少会员流失；对于广播电视公司而言，AVOD让其多年来的服务更具影响力；而对于消费者而言，通过AVOD可继续以低价观看喜欢的内容，即便需要偶尔忍受看广告的烦恼。诚然，AVOD无法吸引所有观众，但大多数人都对其偏爱有加，最发达国家的用户也是如此。

迈向AVOD的路程自然不会一帆风顺，应逐步引导消费者有序完成过渡。SVOD平台可能需要开展结构重组、提升销售能力，并对现有内容的呈现模式进行调整，同时改变抽成方式、评估广告效果并推进文化转型。

最大的挑战之一在于，如何尽可能地提升广告的观赏性。这不仅关乎每小时广告量的多寡，更对广告多样性提出了严格要求。即使少量的重复广告也会让人觉得味同嚼蜡。广告的多样性应能媲美甚至超越传统电视广告。为此，内容提供商应向传统广播公司学习，借鉴其数十年来所积累的广告销售架构和文化。对于某些继承了广播公司传统的SVOD平台来说，这应该算是易事一桩；但对于从未有过广告销售经验的纯视频平台而言，摸索难度要高出许多。

原本面向无广告套餐用户的内容，可能需要进行重新编辑，以确定广告插播的时间点。而一开始就包含了广告插播的资源库内容则无需重新修改。某些授权内容可能不允许出现广告插播，因此需要修订相关协议。内容提供商也可效仿广播公司数十年来业已完善的另一个做法，也就是把内容分集播出，从而让爆款内容足以激起持续的现象级讨论。为此，应当对新内容进行定期的热点宣传和分批上架，而不是一次性上线一整季的内容。

AVOD市场的新参与者应当注意，这一市场的规模存在国家/地区差异，其中美国凭借全球最大电视广告市场的体量，从长远来看应该也会是这一领域的领头羊。美国电视广告市场预计在2022年将达到700亿美元，是英国的十倍。⁷同时，在英国等市场，从SVOD到AVOD的过渡也将面临来自本国广播公司现有广告赞助服务的竞争，尤其鉴于此类广播公司多年来已经推出过不少全国现象级的内容。

从零开始的广告植入应该被视为一种进步，而非倒退。从长远来看，在推动消费者为想看的内容买单时，不仅要依靠会员订阅，也须以广告收入作为进一步补充。这对于几乎所有媒体而言都是一直以来的常态，而非特例。AVOD模式的优点在于能让各收入水平的观众都能观看视频内容。即便大众依然更偏爱无广告的观看体验，但如果内容付费远超预算，那么这种倾向也将逐渐式微。

尾注

1. Jeff Loucks, Mark Casey, and Craig Wigginton, *Ad-supported video: Will the United States follow Asia's lead?*, Deloitte Insights, December 9, 2019.
2. 截至2022年9月30日，美国Apple TV+会员费用为每月4.99美元，Netflix高级订阅套餐的价格为19.99美元；参见Apple TV+ “Plans and pricing” 和Netflix “Plans and pricing”，2022年10月26日。《德勤科技、传媒和电信行业预测》为独立出版物，未受到Apple Inc的授权、赞助及许可。
3. Warner Media, “HBO Max launches today,” press release, May 27, 2020.
4. Disney + Hotstar, “*Modern Family*,” accessed October 26, 2022.
5. *Hulu Press*, “Hulu acquires US streaming rights for *Schitt’s Creek*,” April 28, 2022.
6. Ira Kalish, Weekly global economic update, Deloitte Insights, 2022年9月28日。以美国为例，“各行业平均时薪较上一年增长5.2%，与自12月以来的最低增幅持平。随着通胀率突破9%，工薪人士的购买力大幅下降。”
7. Jon Lafayette, “GroupM sees US traditional TV ad revenue dipping 0.4% in 2022,” *Broadcasting+ Cable*, June 13, 2022; *Thinkbox*, “£1 billion more invested in TV advertising in 2021,” March 9, 2022.

关于作者

Paul Lee | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a partner at Deloitte UK, and head of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry at Deloitte. In addition to running the TMT research team globally, Lee manages the industry research team for Deloitte UK.

Jeff Loucks | jloucks@deloitte.com

Jeff Loucks is the executive director of Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He conducts research and writes on topics that help companies capitalize on technological change.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing, and games.

致谢

The authors would like to thank **Rupert Darbyshire, Ben Stanton, Alexander Mogg, Ralf Esser, Chris Graves, Brooke Auxier, Akash Rawat, Andrew Evans, Chris Hanson, and Helen Rees** for their contributions to this chapter.



体育直播：流媒体角逐的下一个战场

随着市场版图持续扩大，流媒体服务商能否再下一城？

David Jarvis, Paul Lee, Pete Giorgio, Kevin Westcott

无论是足球、板球、棒球还是高尔夫，世界各地的流媒体服务商豪掷数十亿美元争夺赛事直播权，企图吸引并挽留越发“善变”的观众，并由此迈向变现之路。德勤全球预测，2023年，各大流媒体服务商将总计投入超过60亿美元，用于购买在全球主要市场的独家大型赛事直播权。¹相比而言，2021年所有流媒体服务商的全部内容支出合计约500亿美元。²流媒体服务商在赛事直播权上的支出占总投入的比例虽相对有限，但其意义不容小觑。赛事直播内容的支出增长进一步表明，流媒体服务商与大型赛事联盟之间的相互依赖与日俱增。

流媒体服务商和赛事主办方改弦易辙

继有线电视、广播和卫星服务之后，流媒体服务新晋入局赛事直播，共同打响体育赛事争夺战。一方面，具备传统线性播出渠道的各大娱乐公司和区域体育网络（RSN）业已提供流媒体服务；³另一方面，纯流媒体服务商仅将流媒体服务作为触达消费者的一种方式。而与此同时，还有各大科技公司正费尽心思扩大自身流媒体服务的覆盖面，从而增加用户在自家生态系统中的活跃时间。除此之外，各大赛事联盟和个人团队通过专门的流媒体服务与观众直连，专注于为超级粉丝服务。⁴

近期的两大案例突显了流媒体服务商当下的打法。一是苹果已经通过一项独家全球协议承诺斥资至少25亿美元，利用其Apple TV应用程序独家播出未来10年美国职业足球大联盟 (MLS) 全部赛事。⁵MLS的季票持有者将免费访问这款应用，但其他观众都需要为赛事内容付费 (Apple TV+订阅会员可免费观看部分赛事)。二是印度媒体巨头Viacom18以30亿美

元的价格获得了印度板球超级联赛 (IPL) 未来五年在印度市场的数字版权。⁶而此前同时斩获数字和电视版权的迪斯尼将在同一时期内向IPL支付30亿美元以保留电视版权。迪斯尼最近还获得了国际板球理事会赛事在印度市场的数字和电视版权，持续至2027年。⁷

图 1

各大公司对流媒体赛事直播的投资屡创纪录

近期主要赛事直播流媒体版权交易

赛事联盟	体育项目	公司	地区	总成交价 (每年)	签约时长
美国职业橄榄球大联盟 (周四美式橄榄球之夜)	美式橄榄球	亚马逊	美国	132亿美元 (每年12亿美元)	11年 2022-2033年
印度板球超级联赛 (数字版权)	板球	Viacom18	印度	30亿美元 (每年6亿美元)	5年 2023-2027年
英超	足球	Viaplay	欧洲9国	27亿美元 (每年4.5亿美元)	6年 2022-2028年
意甲	足球	DAZN	意大利	25亿美元 (每年8.4亿美元)	3年 2021-2024年
美国职业足球大联盟	足球	苹果	全球	25亿美元 (每年2.5亿美元)	10年 2023-2032年
西甲	足球	DAZN	西班牙	24亿美元 (每年4.7亿美元)	5年 2022-2027年
法甲 (80%赛事)	足球	亚马逊	法国	7.5亿美元 (每年2.5亿美元)	3年 2021-2024年
美国职业棒球大联盟 (周五棒球夜)	棒球	苹果	8个国家	5.95亿美元 (每年8,500万美元)	7年 2022-2029年

注：上述成交价中部分由欧元转换为美元，基于2022年9月20日汇率，1欧元=1美元。每年价格为整个签约期内平均每年的价格。资料来源：多项公开数据。⁸

流媒体服务商和赛事主办方都能从日渐增强的共生关系中获益匪浅。面对竞争和用户流失加剧，许多流媒体服务商企图通过赛事直播实现差异化，以吸引并留住用户。流媒体服务商还希望利用体育赛事直播引进广告商，因为广告商往往乐意为庞大的观众群买单。⁹赛事主办方则希望进一步通过版权变现，扩大产品受众，并赢得年轻消费人群的青睐。

媒体版权是英超、IPL、美国职业橄榄球大联盟(NFL)和NBA等顶级体育赛事的一大重要收入来源(还包括门票销售、赞助和周边商品)，而流媒体服务商也同样贡献了一部分收入。¹⁰对于新型小众体育运动和联赛，流媒体服务有助于扩大受众覆盖面，从而为打响知名度和进一步增长铺平道路。¹¹流媒体服务商还可以将一项体育赛事呈现给全球更多观众，让不同国家的观众更容易接触到此前也许知之甚少的运动。

好消息是，体育迷可获取与所热爱运动相关的更多内容(例如原创节目与纪录片、历史游戏、相关次级赛事等)。流媒体服务还可在个性化、交互性和实时数据分析方面开拓创新。在不久的将来，我们应该会看到流媒体服务商在定制化体验方面展开新的探索。FuboTV已经开始尝试整合体育博彩功能，而亚马逊也正计划在美国为NFL赛事同时提供多线直播，让橄榄球迷可以自由选择观看体验。¹²

然而，不同平台往往掌握着不同的直播版权，这让观众越加难以随心所欲地观看赛事，更不用说因此而增加的费用和麻烦。许多体育迷不得不订阅一个或多个付费电视和流媒体服务才能观看到自己喜欢

的球队和比赛。这可能让球迷因为错过喜欢的赛事内容而感到沮丧和失落。¹³赛事联盟和流媒体服务商需避免为球迷观赛制造人为障碍。

另一个挑战是，在进行高品质的体育直播时，流媒体平台面临的技术难度比电视转播更大。体育赛事往往瞬息万变，因而需要具备比其他类型内容更高的帧速率。¹⁴而体育迷，特别是付费订阅用户，也会对画质和稳定性提出苛刻的要求。此外，体育赛事对画面延迟问题更为敏感，而对于流媒体而言，延迟问题有时候可能会持续长达一分钟。¹⁵展望未来，流媒体唯有解决延迟问题，方可实现赛事博彩和交互等体验。

体育直播走向流媒体并非一夕之功。在相当长的一段时间内，传统广播公司可能仍是重要赛事版权的大买家，但其市场份额会相应缩水。其中一个原因是赛事版权的时效问题：尽管存在地区和赛事类型上的差异，但合约期限通常为三至十年不等。这表示对于一些诸如NFL这样的主要赛事而言，各大流媒体服务商下一轮竞标、抢占份额的机会将不会早于2030年代初。而另一个原因是，鉴于现有的线性广播公司已经具备高质量、低延迟且业已成熟的内容生产和传播设施及能力，赛事版权方可能不愿在其关键收入来源上冒风险。同时还需考虑到的是，免费的赛事转播向来是提升赛事整体知名度、培养新粉丝的关键所在。

小结

唯有经历一轮又一轮的版权交易，方可纵览体育直播的未来走向。下一步的关注重点是，NBA自2025年起在美国市场的播放版权将花落谁家。¹⁶为了推动体育流媒体行稳致远，赛事主办方和娱乐公司应着重思考以下几点：

- **一切以粉丝为先。**最好利用一手数据了解粉丝需求和喜好，并以合理的价格提供足量的高品质内容、便捷的观看体验、引人入胜的用户体验和独家用户权益。
- **扩大流媒体服务的影响力。**考虑整合社交媒体、体育博彩、游戏、梦幻体育和其他数字参与渠道。
- **提升流媒体的技术实力。**提高播出质量（例如将分辨率从4K提升至8K）、减少延迟并规避服务中断问题。

流媒体服务商和赛事主办方都应思考如何平衡长短期需求。纯流媒体服务商和科技公司应考虑高昂的赛事直播版权是否值得一搏，是否有助于吸引并留住用户，是否会为其他产品和服务带来光环效应。同时拥有线性频道和流媒体服务的传统娱乐公司应确定优先投资哪项服务。而赛事主办方应该思考的是，自身的版权交易是否既能满足当前的粉丝需求，又能同时培养下一代粉丝。若能找到这些关键问题的独到之解，便找到了立于不败之地的法宝。

尾注

1. 此处预估的赛事版权费仅涉及通过流媒体平台独家呈现体育赛事的公司，不包括同时在线性频道和流媒体平台播放体育赛事的公司。
2. Ampere Analysis, "Content spend sees double digit growth and reaches \$220 billion in 2021, driven by SVoD services," press release, December 20, 2021.
3. NESN, "NESN becomes first RSN to launch direct-to-consumer service with introduction of NESN 360," June 1, 2022.
4. Emma Roth, "NFL Plus streaming has live games for \$4.99 per month — but not on your TV," *The Verge*, July 25, 2022; FIFA, "FIFA launches FIFA+ to bring free football entertainment to fans everywhere," press release, April 12, 2022; Steve McCaskill, "Tottenham Hotspur launch SpursPlay global OTT platform with Endeavor," SportsPro, July 8, 2022; Andrew Cohen, "Inter Milan Joins Recast to Offer Pay-Per-View Channel With Behind-the-Scenes Footage, Player Interviews," Sporttechie, August 10, 2022.
5. Sam Stejskal, "MLS agrees to 10-year broadcast deal with Apple worth \$2.5 billion: Sources," *The Athletic*, June 14, 2022.
6. Patrick Frater and Naman Ramachandran, "India media landscape redrawn as Viacom18, Disney carve up \$6.2 billion IPL cricket rights," *Variety*, June 14, 2022.
7. Naman Ramachandran, "Disney star scores ICC India cricket rights through 2027," *Variety*, August 27, 2022.
8. Joe Flint, "Amazon to get exclusive NFL rights a year earlier than expected," *The Wall Street Journal*, May 3, 2021; Patrick Brzeski, "Viacom18 nabs streaming rights to India's premier league cricket for \$2.6B, Disney takes TV rights for \$3B," *The Hollywood Reporter*, June 13, 2022; Rica Roy, "Viacom18 Bags packages B And C As IPL digital rights rake in more than TV," NDTV Sports, June 14, 2022; Rory Jones, "Serie A rights picture set for reshuffle as DAZN and TIM open door to Sky deal," SportsPro, August 4, 2022; Michael Long, "NENT pockets Premier League rights in five more countries," SportsPro, July 7, 2021; Daniele Lepido, "DAZN nears football-broadcast deal with Sky in Italy," Bloomberg, August 3, 2022; Stejskal, "MLS agrees to 10-year broadcast deal with Apple worth \$2.5 billion: Sources"; DAZN, "DAZN secures La Liga rights in Spain," December 14, 2021; Rory Jones, "LaLiga TV rights split by Movistar and DAZN in €4.9bn deal," SportsPro, December 14, 2021; Tariq Panja, "As France chases title at euros, its league faces a \$400 million hole," *The New York Times*, June 20, 2021; Mike Ozanian, "MLB deals with Apple And NBC sports are worth A combined \$115 million annually," *Forbes*, March 9, 2022; Apple, "Apple and Major League Baseball to offer "Friday Night Baseball,"" press release, March 8, 2022.
9. Kendall Baker, Sara Fischer, and Neal Rothschild, "The NFL has an extraordinary grip on America's media diet," *Axios*, January 15, 2022.
10. Mike Ozanian, "World's most valuable sports teams 2021," *Forbes*, May 7, 2021.
11. Rick Porter, "Amazon snags partial WNBA rights amid live sports push," *The Hollywood Reporter*, May 12, 2021; Meg Linehan and Steph Yang, "2022 NWSL TV schedule: CBS television network to air 2 regular-season games, championship," *The Athletic*, April 13, 2022; Vince Rugari, "A-League seals landmark five-year, \$200m broadcast deal with Network Ten," *The Sydney Morning Herald*, May 26, 2021.
12. Matthew Keys, "FuboTV abandons plans to build sports wagering service alone," Fierce Video, August 4, 2022; Masha Abarinova, "FuboTV launches sports betting-centric network SportsGrid," Fierce Video, August 11, 2022; Lillian Rizzo, "Amazon wants its NFL coverage to come in different flavors," *The Wall Street Journal*, August 1, 2022.
13. Pete Giorgio et al., *A winning strategy for the future of sports streaming*, Deloitte Insights, July 21, 2022.

14. Harmonie Duhamel, "Video bandwidth – The definitive guide to bandwidth requirements for streaming video," Dacast, February 3, 2022.
15. Chris Wilson, "2022: The year live sports streaming kicks latency issues into touch?," MediaKind, February 21, 2022; Brian Ring, "Streaming's high latency—No one cares, but you still should: Ring," Fierce Video, May 13, 2021.
16. Bill Shea, "The NBA's next broadcast deal: After MLS' payday with Apple, what can we expect?," *The Athletic*, June 16, 2022.

关于作者

David Jarvis | davjarvis@deloitte.com

David Jarvis is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He has more than 15 years of experience in the technology industry and is a passionate expert and educator focused on the future of our digital society.

Paul Lee | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a UK partner and the global head of research for the Technology, Media & Telecommunications industry at Deloitte. In addition to running the TMT research team globally, Lee manages the industry research team for Deloitte UK.

Pete Giorgio | pgiorgio@deloitte.com

Pete Giorgio, a principal with Deloitte Consulting LLP, leads Deloitte's Global and US Sports practices. His main areas of focus are strategic growth, customer acquisition, digital transformation, innovation, organization transformation, new business operations and implementation, and cross-unit integration.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing, and games.

致谢

The authors would like to thank the following individuals for contributing their insights and expertise to this chapter: **Akash Rawat, Chris Hanson, Adam Deutsch, Kim Lachmann, and Ralf Esser.**



虚拟制作，至臻之境：实时特效开创先河

借助数字工具和技术，影视片场已能实现虚拟特效，制作更加灵活多样、经济高效，展现空前创造力。

Chris Arkenberg, Jeff Loucks, Kevin Westcott, Gillian Crossan

虚拟制作工具和技术正在逐步革新影视制作方式。虚拟制作可以将后期制作中的图像及视觉效果通过电脑实时生成，投向实体片场，从而提升制作效率，缩短制作时间。德勤全球预测，到2023年，虚拟制作工具市场将增长至22亿美元，比2022年预估的18亿美元高20%。这一增长由多股力量推动：影视内容高度依赖数字制作，其受众进一步扩大；流媒体视频服务希望通过此类内容增加片量，降低成本；远程办公、异地办公致使数字工具重要性进一步提升；以及部分顶

尖游戏引擎提供商希望进一步扩展电影和视频制作市场服务。

虚拟制作，焕发新境

多年来，电脑三维动画和视觉特效始终是丰富电影叙事的两大工具。2001年，根据J.R.R.托尔金《指环王》拍摄的同名电影便已显露数字工具和技术的不俗实力，开创视觉叙事的全新境界。

然而，在拍摄幕后，现场布景和后期制作尚不能完美结合。演员在绿幕前表演，被要求想象着后期将要添加的场景和特效。导演和摄像师在片场看到的是穿着动作捕捉服的演员，而非经过3D渲染后呈现的荧幕形象。特效场景无法可视化，只有等到后期制作才能见分晓。另外，许多镜头需要在现场完成拍摄，因此制作方必须将专业团队和道具请到现场，克服当地多种突发状况，在投入大量资金和时间的同时面临着高度不确定性。随着越来越多的影视工作室涌入市场，降低制作成本、缩短时间周期的压力与日俱增，影视制作方越发感到疲于应付。

而虚拟制作恰好能带来更大的制作自由度和灵活性。凭借游戏引擎、LED光源和增强现实等技术，虚拟制作可以将电脑实时生成的图像和视觉特效直接加入拍摄，片场所有人都能直接看到画面并与之互动。拍摄场景可以在游戏引擎中搭建，也可以使用摄影测量法进行捕捉，例如，可以通过扫描某个巴黎街区的所有平面，为其创建3D模型，之后这个街区的虚拟场景和视觉特效便可以在LED发光体上以高分辨率渲染呈现。换言之，在拍摄片场的幕墙和天花板安装LED，位于美国加州的影棚便摇身一变，成为巴黎街区的布景。演员身临数字场景，感受着虚拟元素，表演更加自然。借助摄像机的AR技术叠加，掌机和摄影师能够更快追踪动态的数字资源，如动作捕捉演员饰演的虚拟角色。舞台摄像机可以与虚拟摄像机紧密配合，精确追踪物理空间和虚拟空间中的运动。

虚拟制作带来的收益不仅能在拍摄现场体现，对制作人员而言，还是提升电影制作灵活性的法宝。例如，数字场景中的物体可以按需随意排布，真实布景、虚拟布景的灯光也可以轻松配合。不仅缩短制作时间，而且降低成本，消除时间和空间限制，开启创造的新篇章。¹

影视工作室开始支持更多种类的流媒体视频服务，甚至推出自家流媒体服务，在此背景下，许多大型影视制作项目开始采用虚拟制作技术。如工业光魔(ILM)采用虚拟制作技术，将部分室内影棚和室外场地打造为2019年美剧《曼达洛人》中的布景，将一个电影级视效的星际宇宙搬上了流媒体电视。²人们认为，这部剧的成功进一步催化了虚拟制作的推广。³

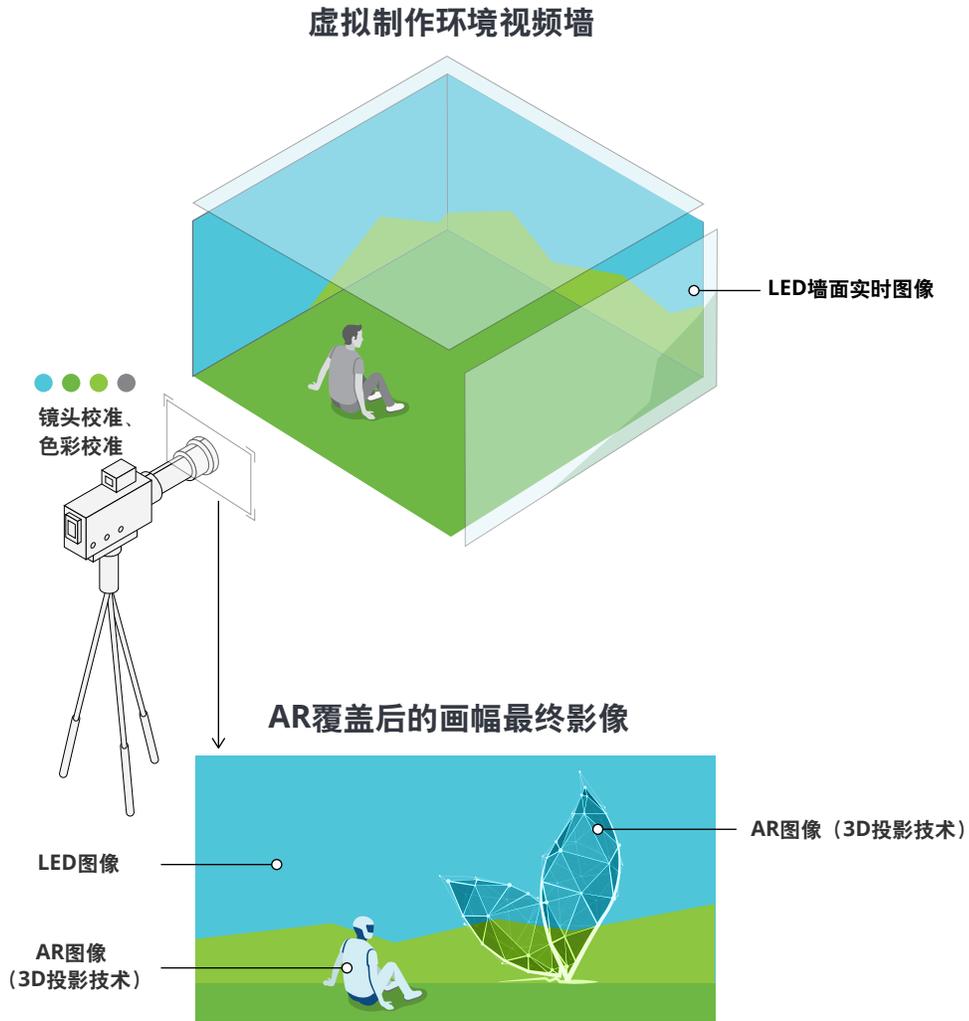
对于蔚为壮观的奇幻世界特效，观众从未厌倦。过去十年中，冒险片和动作片已经成为最成功的电影题材，奇幻片、科幻片紧随其后。这些类型的影片为三维动画和视觉特效提供了完美的展示舞台，但也对虚拟制作能力提出了越来越高的要求——化腐朽为神奇，把演员和观众带入一个天马行空的世界。⁴领先的流媒体视频服务商也借助这类影片填充节目单，虚拟制作技术成为满足观众严苛期望的制胜武器。⁵

新冠疫情进一步突显虚拟制作的价值，促进虚拟制作的普及。⁶在领先媒体和娱乐公司推出流媒体视频服务之际，疫情导致的停业和社交距离的要求使得观众从影院和移动端观影转为居家刷片。

图 1

虚拟制作在真实世界实现数字效果

LED墙面展现虚拟场景和元素，AR（增强现实）技术则为电影制作者创造实时叠加效果，如角色在演员身上的呈现



资料来源：德勤分析。

流媒体平台和影视工作室需要在不牺牲内容数量或质量的情况下充实原创片单，由此带动了虚拟制作和虚拟特效的普及，尤其是更依赖视觉特效的影视内容。新冠疫情之下，惯常同地办公的制作团队

开始采用远程和分布式办公方式。在专业制作人员无法前往拍摄地点或缺席片场的情况下，制作单位的解决方案是通过虚拟制作复刻拍摄要素。

视频游戏高仿真技术的进步，成为虚拟制作发展的关键驱动因素。Epic Games公司的虚幻引擎便是公认的业界先驱，借助高性能计算、3D建模和物理学原理，将费时费力的后期制作升级为真实质感的现场即时渲染，借此实现自身游戏技术实力的进一步提升。⁷其他包括Unity平台在内的游戏引擎领导

者也不断推动3D游戏体验和2D叙事的融合，未来将可能创造全新的IP、观众体验和娱乐形式。在通往元宇宙这块淘金热土的途中，电影和游戏之间的联动结合或可解锁集电影叙事、沉浸式社交游戏和网络直播于一体的全新娱乐形式。

小结

虚拟制作已经在影视制作业内占有一席之地，正积蓄能量由早期使用者阶段步入早期大众阶段。⁸由于大大提高了影视从业者和制作团队的灵活性和自由度，虚拟制作越发风靡。各大流媒体服务商之间的竞争加剧、观众面临经济衰退的风险，在此背景下，内容开发的成本压力有增无减，迫使更多影视工作室借助虚拟制作技术降本增效，加快制作周期。

但虚拟制作面临一个潜在障碍，即所需投资金额不菲。在一切规划得当的情况下，相较传统技术，虽然虚拟制作成本更低，制作速度更快，但其中所涉及的各种工具可能纷繁复杂、有较高的使用门槛，需要大量培训及购买精密昂贵的硬件设备。合格的虚拟制作人才目前仍然稀缺，因此成本较高。此外，相关的定制化服务企业较为分化。⁹大中型工作室和流媒体服务商或已筹备起独立的虚拟制作工具链，正在摸索如何将其完美嵌入制作链条中，小型工作室和流媒体服务商或需联手第三方，才能获得人才、软件和硬件的全套供应。上述各方都可能面临参考标准、安装与后续跟踪服务良莠不齐，以及实景和虚拟场景无缝融合方面的考验。¹⁰

另外，虚拟制作可能影响影视作品的制作周期和融资方式。虚拟制作的出现将不少后期制作工作转移到制作初期，因此制作单位必须做足先期准备工作：搭建数字资产，进行色彩搭配，调试软硬件等。而部分投资人不希望在制作初期就投入资金，因而选择拒绝投资。

未来，随着虚拟制作市场进一步扩张，虚拟制作的成本压力、专业门槛和筹资难度也将逐步下降。同时，随着行业发展成熟，最佳实践不断积累，虚拟制作将越来越便捷实用。随着布景、角色和画面等数字资源在不同媒介之间快速流动，游戏和影视制作的相互融合可能形成一个内容开发闭环。越来越多的制作单位开始热捧各种游戏和影视中的大IP宇宙，越来越多的观众也开始向往丰富多元、奇思妙想、栩栩如生的虚拟世界。娱乐越发社交化、交互性强，虚拟制作技术很可能成为元宇宙的基本构成模块和技术驱动要素。

尾注

1. Allan V. Cook, "The future of content creation: virtual production," Deloitte, 2020.
2. Jay Holben, "The Mandalorian: This is the way," American Cinematographer, February 6, 2020.
3. 同上。
4. Robert Demeter, "Which movie genres earned the most at the box office between 1980 and 2020?," Cutting Room Music, 2020.
5. Holben, "The Mandalorian."
6. Beth Merchant, "The evolution of ICFX: ILM stagecraft and dimension," Randi Altman's Post Perspective, July 20, 2020.
7. Randi Altman, "Virtual production roundtable," Randi Altman's Post Perspective, July 19, 2020.
8. Ibid.
9. Marcus Lim, "Virtual production here to stay, despite high costs and Asia's shortage of skills," Variety, December 1, 2021.
10. Lane Brown, "TVs are too good now: Why does *Home Alone* look better than the latest Marvel fare on the most advanced displays?," Vulture, July 20, 2022.

关于作者

Chris Arkenberg | carkenberg@deloitte.com

Chris Arkenberg is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. His research focuses on the coevolution of media, technology, and human behavior.

Jeff Loucks | jloucks@deloitte.com

Jeff Loucks is the executive director of Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. He conducts research and writes on topics that help companies capitalize on technological change.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing, and games.

Gillian Crossan | gicrossan@deloitte.com

Gillian Crossan is a principal in Risk & Financial Advisory, Deloitte & Touche LLP, and leads the global technology industry sector. She has been with Deloitte US for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

致谢

The authors would like to thank **Duncan Stewart** and **Ankit Dhameja** for their help in supporting this research.



社交商业热潮：购物社交化，年销售额有望突破万亿美元

在社交媒体博主和数字原生消费者的双重助推下，社交商业为媒体电商市场扩展奠定坚实基础。

Brooke Auxier, Ariane Bucaille, Kevin Westcott, Dennis Ortiz

社交媒体推送已成为购物新渠道，用户并非只看不买。德勤全球预测，2023年全球社交媒体的商品和服务消费将突破一万亿美元（图1）。¹这一预测假定该领域的复合年增长率为25%左右，2023年将有超过20亿人在社交媒体平台下单，根据目前的增长态势以及大众对移动数字产品的依赖有增不减，这一假设合情合理。²

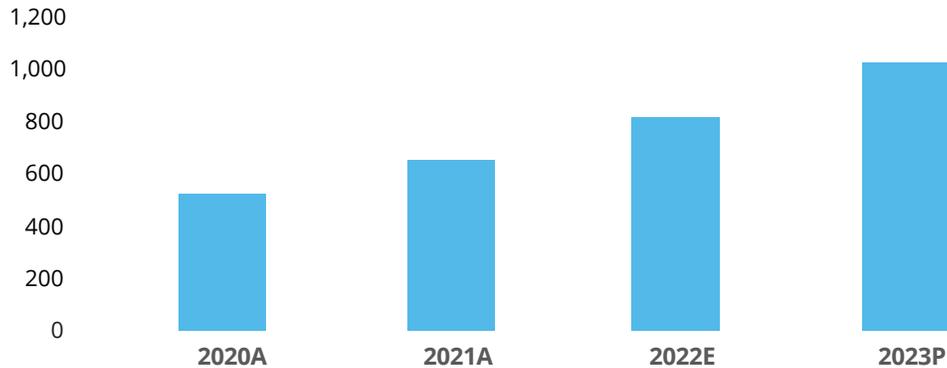
社交购物：成功种草和即时满足的双重享受

所谓社交商业是指用户通过社交媒体平台下单购物。这一业态结合了意外种草的惊喜和数字支付的轻松便利，创造出让人欲罢不能的购物可能。设想这样一个场景，刷社交媒体时，关注的博主刚好更新动态，一眼看中照片中博主的潮鞋。于是点点鼠标，在

图1

全球社交商业市场有望持续扩张，2023年销售额有望突破万亿美元

全球社交商业市场（单位：十亿美元）



注：2020、2021年数据为实际数据，2022年数据由德勤估算得出，2023年数据为德勤预测数据。

资料来源：德勤全球分析。

购物车添加博主同款商品，支付、下单，几天之后快递便配送至家门口。躺着完成全程操作，甚至无需切换应用。

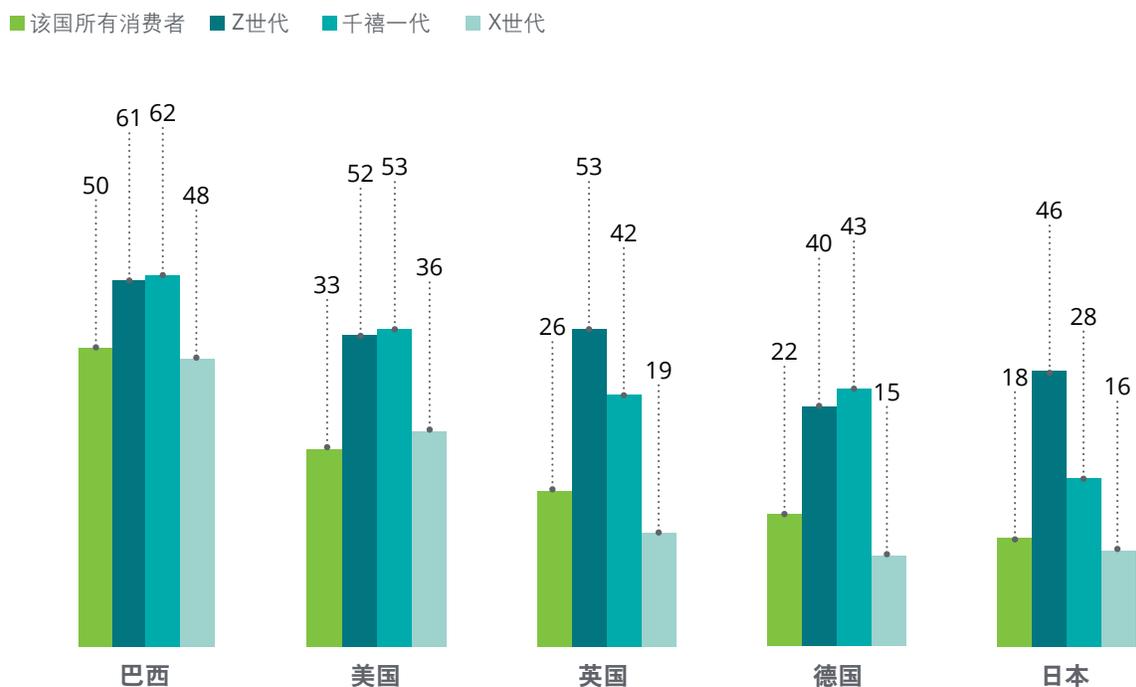
2023年，全球社交媒体用户预计将达50亿，³社交商业市场的增长速度远超传统电商，⁴且尚无放缓迹象。新冠疫情期间，社交商业市场迅速风靡，⁵疫情此起彼伏，而社交商业市场增长态势一飞冲天。一项2021年的研究表明，大约三分之一的美国消费者曾经通过社交媒体下单购物，三分之一以上的消费者表示借助社交媒体的推广方式间接触发其购买行为。⁶

社交商业不断增长的背后有哪些推动力量？很大程度上，创作者经济的崛起功不可没。数以百万计的网红、博主们凭借自身影响力向粉丝宣传和推广产品，且影响力遍及全球。在美、英、德、巴西和日本等多个国家，60%及以上的民众表示会关注网红动态。为了将粉丝转化为回头客（网红利用线上内容变现的主要方式）⁷，他们会与粉丝建立连接，鼓励粉丝入群，然后不断更新美照和自拍进行自我营销。不少网红仅发布一篇帖子就可以创造数千美元的收入，不过具体的回报金额根据各平台粉丝数量的不同也存在较大差异。⁸

图 2

表示其购买决策受社交媒体网红影响的受访者中，Z世代、千禧一代消费者占比最高

表示其购买决策受社交媒体网红影响的各类型消费者占比



注：巴西消费者总数为1,000；美国消费者总数为2,000；英国消费者总数为1,002；德国消费者总数为1,002；日本消费者总数为1,000。

资料来源：Kevin Westcott等，《2022年数字媒体趋势》（第16期），Deloitte Insights，2022年3月28日。

社交媒体用户十分认同网红带货的推广方式。比如，三分之一的美国消费者表示，社交媒体的网红会影响自身购买决策。在巴西，由于其民众相较其他国家受访者使用社交媒体、关注网红的频率更高，这一比例高达50%。⁹在中国市场，因为社交商业格局更为发达成熟，社交网红更是能做到一呼百应。¹⁰

目前，社交商业市场的生力军是千禧一代，约占全球人口的20%（图2）。¹¹不容忽视的是，许多Z世代（95后）年轻人随着年龄增长，经济实力逐步增强。Z世代是目前世界上人口数量最多的一代人，占全球人

口的30%以上，¹²而这一代人本就生于数字时代，他们中的大部分都保持着随时社交、随时在线的状态。绝大多数来自美国、英国、德国、巴西和日本的Z世代受访者表示会使用社交媒体平台，85%的美国Z世代社交媒体用户表示会每天登录社交媒体，50%以上的美国Z世代年轻人表示从社交媒体上获得购物灵感，¹³这是整个消费过程中的首要环节。未来，Z世代年轻人将继续通过网络购物，而他们所关注的网红将为他们精准推荐个性化产品，并提供所需的产品讯息。

小结

对品牌、社交平台和开发者而言，日益扩张的社交商业生态将创造无限商机。各大品牌、网红应专注于挖掘社交商业品类，跟踪用户行为、消费偏好相关的文化动向。

得益于创作者经济和内容创作者，社交平台的媒体消费量今非昔比，社交平台成为品牌定位潜在客户的理想渠道。网红不仅能代表品牌，且能与目标消费者建立情感链接，挖掘、联手这类社交媒体达人，将成为社交商业成功的关键。¹⁴

此外，各大品牌商将受益于社交营销的精准定位和个性化推荐。借助社交媒体的算法，品牌商将能高效识别推送广告的目标用户，调动数十亿的海量数据点，应用强大的分析工具洞察消费者行为和需求。在美国、英国、德国、巴西和日本，一成以上受访消费者表示会通过社交媒体发现所需商品。¹⁵社交平台还可以创造耳目一新的社交购物体验，如直播造势（这方面中国尤为成功）¹⁶、推出AR（增强现实）线上试穿功能。

多数社交平台已通过网红带货获利。平台获得新的变现途径，同时通过内容创作者的影响力完成用户留存。平台技术开发人员搭建基础架构、优化功能，打造浑然一体、方便快捷的购物和支付体验，将能进一步为平台获利。社交媒体、流媒体平台、游戏、音乐和播客，以及未来元宇宙中的绝大多数应用都是如此。

通过不断摸索，向更成熟的市场取经，社交商业正在全球范围内蓬勃发展，为更广阔的购物媒体市场提供蓝图。借助社交商业的发展，新产品更加触手可及，支付更加得心应手，跨平台购物更加迅捷便利。展望2023年，绝大多数数字体验预计都将直接支持购物，其他线上服务可能效仿社交媒体平台的一键下单操作。设想某一天，你在流媒体视频上刷到美食节目的时候，也可以一键暂停、选择食谱，将所有食材、配料添加购物车，选好送货时间，完成手机付款，接下来只需等待快递上门——晚餐一键到家。

尾注

1. Deloitte, "Social commerce and the creator economy: Business model considerations for the ecosystem," accessed September 19, 2022.
2. Accenture, "Shopping on social media platforms expected to reach \$1.2 trillion globally by 2025, new Accenture study finds," press release, January 4, 2022.
3. Simon Kemp, "Digital 2022: Global overview report," DataReportal, January 26, 2022.
4. Accenture, "Shopping on social media platforms expected to reach \$1.2 trillion globally by 2025."
5. Sarah Perez, "COVID-19 pandemic accelerated shift to e-commerce by 5 years, new report says," TechCrunch, August 24, 2020.
6. Kevin Westcott et al., *Streaming video on demand, social media, and gaming trends*, Deloitte Insights, October 19, 2021.
7. Carly Olson, "How do influencers make money? And how much? She'll tell you," *Los Angeles Times*, September 23, 2021.
8. Nashville Film Institute, "How much do influencers make? – Everything you need to know," accessed September 19, 2022.
9. Kevin Westcott et al., *2022 Digital media trends, 16th edition: Towards the metaverse*, Deloitte Insights, March 28, 2022.
10. Man-Chung Cheung, "Influencer marketing in China," Insider Intelligence, August 1, 2018.
11. Schroders Wealth Management, "What investors need to know about Gen Z," August 4, 2021.
12. 同上。
13. Westcott et al., *2022 Digital media trends, 16th edition: Towards the metaverse*.
14. Deloitte, "DEI in the creator's market: Leading with purpose in social commerce," accessed September 19, 2022.
15. Westcott et al., *2022 Digital media trends, 16th edition: Towards the metaverse*.
16. Michelle Greenwald, "Live streaming e-commerce is the rage in China. Is the U.S. next?," *Forbes*, December 10, 2020.

关于作者

Brooke Auxier | bauxier@deloitte.com

Brooke Auxier is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. Her research focuses on media, entertainment, and consumer technology. She has a PhD in journalism from the University of Maryland.

Ariane Bucaille | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global TMT industry leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

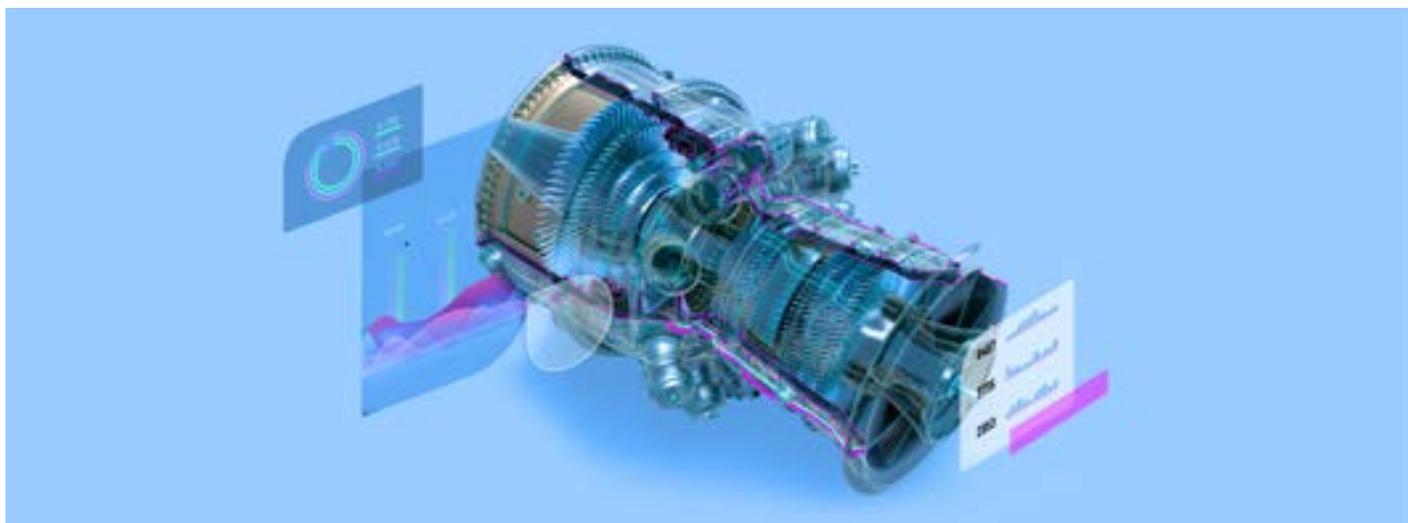
Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the-top, publishing, licensing, and games.

Dennis Ortiz | deortiz@deloitte.com

Dennis Ortiz is a principal with Deloitte Consulting LLP in the TMT practice focusing on the media and entertainment sector. He specializes in digital operations transformation, working with media clients to define their transformation ambition, design new operating models, and execute transformation programs across the media value chain.

致谢

The authors would like to thank **Akash Rawat, Jimmy Zheng, Abhilash Thalathoti, Kelly Moran, Duncan Stewart,** and **Lupine Skelly** for their contributions to this chapter.



VR前景透视：一切尽在内容

VR市场高增长率的关键在于，开发实现VR独有功能的应用程序。

Naima Hoque Essing, Jack Fritz, Ariane Bucaille, Craig Wigginton,
Roger Chung, Taylor Lam, Mark Lian

预计到本年底，Meta Quest、HTC VIVE或索尼PlayStation VR用户将无处不在。德勤全球预测，2023年全球VR市场收入将达70亿美元，相较2022年47亿美元的收入增长高达50%。90%的收入来自头戴设备，预计2023年将

有1,400万台头戴设备售出，平均每台售价450美元。部分收入来自规模较小的软件市场，主要包括VR内容（大多是游戏和部分企业级应用），约有7亿美元收入。此外，2023年VR头戴设备的活跃用户量将达2,200万，比2022年中期高出近50%。

VR发展取决于其独有功能

2016年，德勤首次统计VR市场规模得出，¹硬件和软件总规模为10亿美元，基于此，若2023年达到70亿美元，可谓巨大突破。这一增幅部分源于底层技术的精进，包括处理能力、屏幕画质和音效的提升。2023年，头戴设备的处理能力、屏幕画质和音效或将进一步提升，实现更高的帧速率，呈现分辨率更高的显示画面，创造更具空间感的音效（用户能够辨别声音方向，如用户交谈的声音），从而营造身临其境的使用体验。优化人体工程学设计，包括减轻设备重量，提升透气效果，将进一步优化用户体验。

然而，VR设备的市场份额要迎头赶上其他数字设备，仍然长路漫漫。仅智能手机眼下就有近50亿的全球用户，²个人电脑、平板电脑和电视的用户数量也有数十亿之多。即便是2017年才推出的相对较新的产品——智能音响，到2023年底的用户量也可能超过5亿台。³对比之下，到2023年VR活跃用户仅有2,200万台，仍然归属小众爱好行列。

VR未来增长的关键在于，要能充分利用VR的沉浸式媒介，为消费者和企业打造好用的应用程序。社交VR游戏、下一代叙事、远程旅游、远程教育以及远程企业培训和协作办公等应用，如能进一步发展，将有助于VR的推广。然而，如果VR的使用场景过于新颖，或者应用程序扩展性差强人意，或者单纯在其他设备上运作更顺畅，那么VR的普及率预计将难以企及其他消费电子设备。VR硬件和软件商对此非常清楚：就消费者和企业VR应用的定位而言，预计2023年整个行业将取得长足进步，以满足其他设备甚至现实世界里无法满足的需求。

VR的用武之地在于，无需频繁精确操控（如打字输入）的沉浸式应用程序。这类应用会着重于追踪用户的手部动作，然后逐步追踪眼睛和身体运动。游戏应用也可以通过游戏手柄或阻力环同步输入。由于VR用户在四处移动时可能撞到周围的物体或人，所以VR体验更适合在专用空间而非公共场合进行。头戴设备和位置追踪设备可以对用户穿戴设备的物理空间进行建模，甚至追踪他们的身体运动。

由于目前无线头戴设备的电池续航存在限制，且部分用户会出现眩晕疲劳，因此VR较为合适的单次连续使用时间为几十分钟，而非几个小时。⁴某些用户可能也会因为头戴设备产生的热量而眼干。⁵因此，用户无法全天使用VR，但VR本无全天使用的必要性。

游戏可能是VR在消费领域的一大主要应用领域，特别是在第一人称射击、赛车和模拟器等强调代入感的游戏类型。VR在这类游戏方面的最大优势正是其高度沉浸式的体验。诚然，大尺寸电视和显示器也可以提供辽阔的视野，但VR可以带来无边无际的画面效果。随着索尼即将在2023年初推出第二代VR头戴设备，⁶同时20多个大型游戏或于2023年推出VR版或VR选项，⁷越来越多的游戏玩家有望开始试水VR。但其中一大局限在于，风靡游戏主机和电脑端的众多2D游戏最多可以允许150名玩家在线参与，而目前最领先的VR多人游戏只能同时容纳10名玩家在线。VR如欲扩大多人在线游戏的玩家规模，还需借助下一代网络技术优化其同步性能。⁸

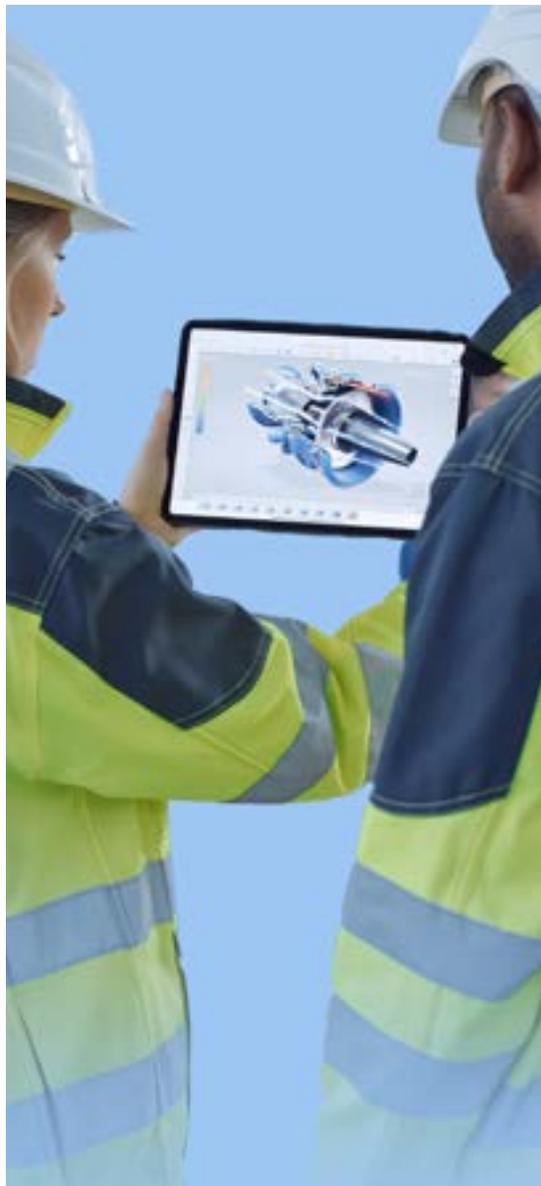
其他消费级VR内容还包括沉浸式惊悚恐怖类游戏。⁹远程旅行和远程教育应用也将满足一些小众市场消费者的体验需求。除此之外，VR还在正念冥想领域发挥作用，用户通过佩戴VR设备，要么瞬间置身热带雨林之中，要么仰头便能欣赏极光而无需忍受严寒。

VR的企业级用途主要体现在工作体验模拟、企业及工业系统可视化，以及摆脱物理距离限制等方面。例如，2023年的VR系统有望出色地完成小型团队的远程会议任务。很多人或许会发现，通过VR开展的虚拟会议将会抢尽传统2D视频会议的风头，因为在VR中可以眼耳并用，更容易观察到会议发言人。VR虚拟人物还可以让与会人员更加投入会议，避免类似2D视频会议不开摄像头、查收邮件或看手机的现象。

VR还可用来开展沉浸式的培训和作业模拟体验，为线下授课和2D网上教学提供补充。员工可以使用虚拟界面和机器模型进行训练，运行客户模拟程序，开展应急演练，从而避免潜在风险损失。此类模拟体验可以利用数字孪生对象，即通过连接实时数据传感器创建实体系统的3D虚拟模型，实现对机械、工厂甚至城镇的数字3D建模，重建出极具功能性的数字对象。¹⁰用户一旦能够直接接触、操作数字模型，企业元宇宙便可能应运而生，进而将远程办公人员召集到虚拟空间中，实现其与3D对象、团队和系统交互的可能。

中国VR产业虽然增长快，但相较全球市场体量仍然较小

我国VR设备产业呈快速增长趋势，仅2022年上半年，我国VR设备出货量同比增长达到166.2%，而2023年出货量更有望超过200万台。目前，我国VR产业发展日趋全面，在近眼显示、渲染处理等关键技术，整机设备、开发工具软件、行业解决方案、分发平台等产品供给，VR+教育、文旅、制造、健康、房地产等应用领域均取得较大发展。此外，我国虚



拟现实产业加速发展也激发了投融资信心和活跃度。但是，相比于全球市场，我国VR设备市场的整体规模仍然较小，2022年仅占全球出货量的15%不到，其主要原因在于国产VR生态尚不成熟，应用场景、内容制作、平台开发仍有待进一步完善。

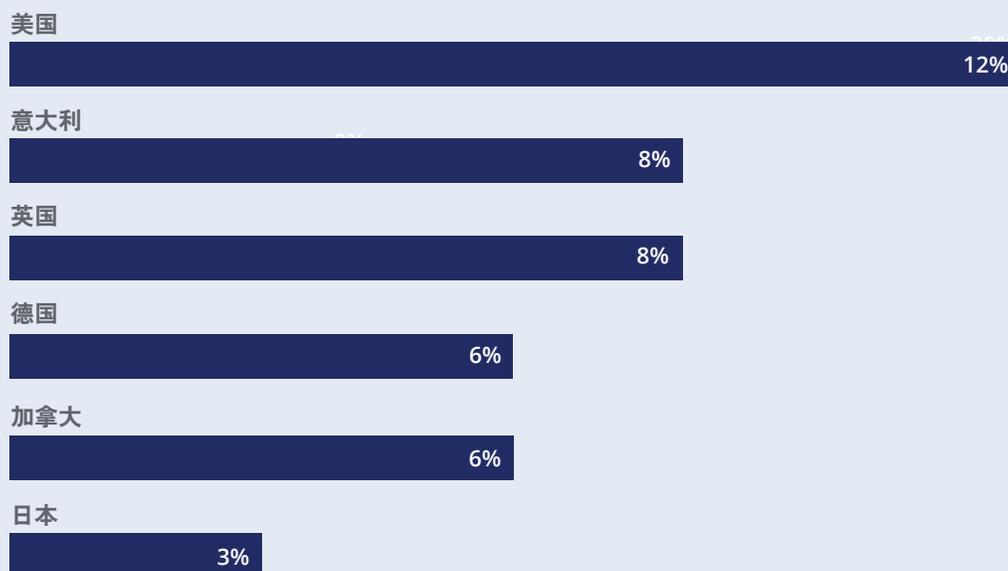
小结

如欲扩大VR的现实应用（尤其是消费端应用），首先须确保VR内容的质与量。在数百万个应用程序的支撑下，智能手机、平板电脑和互联网电视等设备得以蓬勃发展。而VR要想紧随其后，须有大量的VR应用程序持续创新。截至2022年中旬，市面仅有千余个VR应用。¹¹如今的消费端VR不得不与手机、平板、游戏主机和个人电脑等强有力的对手正面竞争，VR开发者正面临高品质创新的严苛挑战。

图 1

目前VR设备用户量仍然较少

2022年，表示拥有或有机会使用VR设备的受访者占比



资料来源：数据来自德勤《数字消费者趋势》（全球版），2022年4月至7月；其他德勤资料。

对于企业而言，管理层应清楚哪些应用程序适合哪种设备，并谨记短期内商业应用程序的应用范围非常有限。同样值得注意的是，智能手机初露头角时，主要应用是收发邮件，后逐渐扩展用途，到如今其应用已不胜枚举；VR的发展轨迹可能如出一辙。各大企业应持续追踪VR部署成效，并确定受欢迎程度高、弃用率高的应用程序分别是哪些。部分人群对VR兴趣寥寥，穿戴控制自身视野的设备，会令他们浑身不适、头晕目眩，而非爱不释手。企业还需通过其他举措推广VR应用，包括提供技术支持，提升连接性能与信息安全，甚至可为重要的应用数据收集、部署提供潜在的合规支持。例如，由于部分VR头戴设备可追踪眼部运动，催生有待监管的新型数据类型。

尽管面临空前挑战，VR市场仍有巨大的持续增长潜力。VR设备始终能够创造身临其境的体验，令人不禁连连感叹，但其发展前路尚不明朗。如消费者和企业能够提升应用的实用性、普及度，大众使用VR头戴设备以及周边产品的频率也将提高，为VR内容买单的几率也将提升。按照这一趋势，VR硬件和软件市场将能在增长的良性循环中相互借力、互利共赢，最终从小众圈层走向主流。

尾注

1. Deloitte, "Virtual reality (VR): a billion dollar niche," accessed October 21, 2022.
2. GSMA, *The mobile economy 2022*, accessed October 21, 2022.
3. 仅在2021年，智能扬声器的销量便达到1.63亿台。参见Canalys, Global smart speaker market 2021 forecast, 2020年10月22日。
4. 一份英国政府报告指出，使用时间为15至30分钟，其中包括休息时间。参见Department for Business, Energy & Industrial Strategy, The safety of domestic virtual reality systems, 2020年9月。
5. YouTube, "Trapped in the Metaverse: Here's what 24 hours in VR feels like | WSJ," accessed October 21, 2022.
6. Ben Lang, "PlayStation VR 2 launching early 2023, Sony confirms," Road to VR, August 22, 2022.
7. Nick Tan, "Sony confirms PSVR 2 will have over 20 launch games," PlayStationLifeStyle.net, May 25, 2022.
8. Rutgers, "Edge cloud augmentation for virtual reality MMOGs," accessed October 21, 2022.
9. Gergana Mileva, "How VR horror films can take fear to new heights," ARPost, June 29, 2021.
10. Aaron Parrott, Brian Umbenhauer, and Lane Warshaw, *Digital twins: Bridging the physical and digital*, January 15, 2020.
11. Janko Roettgers and Nick Statt, "Why Meta decided against an open VR app store," Protocol, April 7, 2022.

关于作者

Paul Lee | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a partner at Deloitte UK, and head of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry at Deloitte. In addition to running the TMT research team globally, Lee manages the industry research team for Deloitte UK.

Chris Arkenberg | carkenberg@deloitte.com

Chris Arkenberg is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media, and Telecommunications. His research focuses on the coevolution of media, technology, and human behavior.

Ben Stanton | bstanton@deloitte.co.uk

Ben Stanton is a TMT Insights manager with Deloitte UK. His research spans technology, media, and telecommunications, covering devices, connectivity, streaming, social media, data privacy, gaming, Web3, and the metaverse.

Allan Cook | allcook@deloitte.com

Allan Cook is a managing director with Deloitte Digital and the Digital Reality Business leader, working with clients on augmented reality (AR), virtual reality (VR), mixed reality (MR), 360-degree immersive strategies and experiences. He was also the Global TMT sector leader for ops transformation with more than 30 years of industry experience; and works with a wide variety of organizations on strategy, scenario planning, business transformation, innovation, and digital reality.

致谢

The authors would like to thank **Manya Kalia**, **Simon Ames**, and **Duncan Stewart** for their help in supporting our research.

科技行业： 科技赋能



企业“边缘”混战：边缘计算市场方兴未艾，各方摩拳擦掌

让运算更快、更安全、更便宜的边缘计算服务与产品成了企业投资新对象，引得云技术、电信、设备和平台企业争相竞逐。

Naima Hoque Essing, Jack Fritz, Ariane Bucaille, Craig Wigginton
Roger Chung, Taylor Lam, Mark Lian

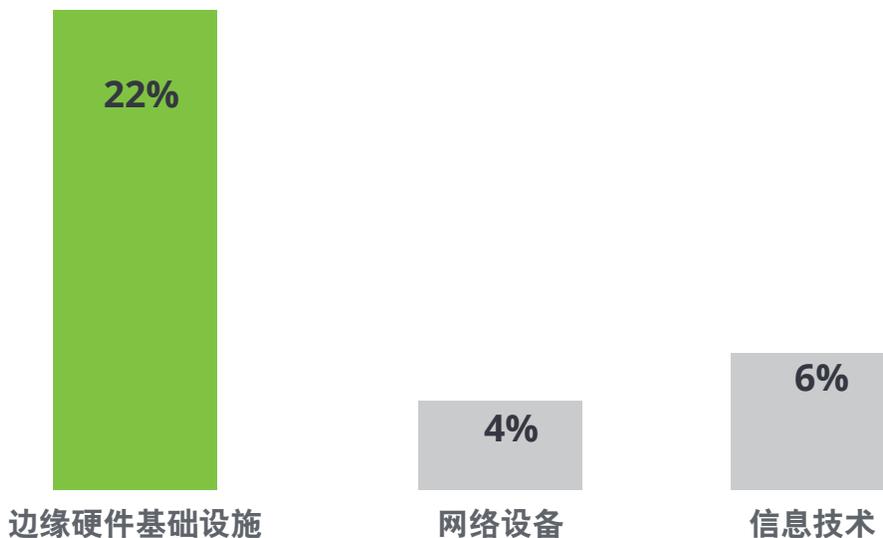
企业边缘服务正迅速成为数字化转型的新前沿，而这块蛋糕的规模之大，使得从公有云HYPERSCALER（超大规模业者）到通信服务商，从基础设备制造商到管理平台供应商的种种企业都你追我赶地想要分一杯羹。德勤全球《2021科技、传媒和电行行业预测》报告已经做出研判，认为边缘服务是一个值得瞩目的机遇。¹我们当时预判的一些阻力后来确实延缓了市场的整体发

展，降低了企业投资的意愿。但随着市场的发展，行业主要玩家的产品与战略逐渐清晰；德勤全球预测，边缘计算的企业市场在2023年将增长22%，²相比之下，同期的企业网络设备支出增长将仅为4%，整体企业IT支出增长将仅为6%。³这种增长一开始或以硬件投入为主，但随着市场进一步成熟，其方向或将转向软件和服务。虽然企业在边缘计算方面的投入日益增长，但起点基数仍相对较小。

图 1

企业边缘基础设施投入增长已经远超网络设备和总体IT支出的增长

2023年市场增长率预估值



资料来源：基于德勤对IDC、Gartner、Omdia、TBR、HPE、AvidThink、Precedence Research、Grandview以及STL预测的分析。

随着企业开始追求边缘计算带来的效益，相关服务商热情相迎

连接到互联网的设备已达数十亿的量级：智能手机、电脑、安保摄像头、机器传感器等等，不一而足。这些设备会产生巨量的数据，其中的大部分会通过互联网传输到云端应用程序。而云本身又依赖于少数几家企业所运营和提供的庞大集中式数据中心和平台。

这其中的问题在于，预计2025年前连接点的设备数量将陡增至1,500亿，数据规模将达到175泽字节，⁴届时通过遥远的云端处理数据的效率将逐步降低，成本也会不断攀升。此外，这种模式还可能无法保证新型应用程序所要求的实时数据和响应时间。因此，越来越多的组织正在考虑采用混合云模式，以通过边缘计算补足现有云战略的缺口。

边缘计算将云的可扩展和弹性计算能力分布在更贴近数据生成和使用的地方。这些地点的形式多样，比如企业的内部服务器、通信服务商的中央机房或基站塔、hyperscaler的区域数据中心、终端用户的设备，或者这之间的任何一点。

由于数据不必再远距离传输，边缘计算将有助于节省网络资源、降低传输成本、提高可靠性、减少延迟，⁵以及（或许也是最重要的一点）增强企业对数据和应用程序的掌控力。例如，边缘计算可以通过将敏感数据保留在企业内部，以帮助其满足日益严格的数据主权、隐私和安全要求。不但如此，当边缘计算与高级互联方案（特别是5G）相结合时，还可以为数据密集、AI驱动、时间敏感或事关重大的应用程序提供灵活和近乎实时的响应。低延迟、高级连接性能和更强的数据操控力，有望让诸如安保与质量控制领域的视频分析和计算机视觉、沉浸式混合现实训练、自动驾驶汽车和精密机器人等众多物联网运用案例变得更加切实可行。

当前发展中的边缘计算生态系统极具多样性。尽管芯片组制造商、设备制造商、应用程序开发人员、安全专家和系统集成商都是重要参与方，但

我们的分析将重点关注边缘计算市场的四大类型企业：公有云hyperscaler、通信服务商（CSP）、基础设施供应商和云管理平台。

图2

边缘计算市场赛道拥挤

边缘计算价值链上的代表性公司

公有云 hyperscalers	<ul style="list-style-type: none">• Amazon Web Services (AWS)• Microsoft Azure• Google Cloud
通信服务商	<ul style="list-style-type: none">• Telstra• Verizon• KDDI• SK Telecom• T-Mobile• Orange• Telenor• Telefónica• AT&T• Vodafone
基础设施 设备供应商	<ul style="list-style-type: none">• Dell• Nokia• Cisco• JMA Wireless• Mavenir• Ericsson• Hewlett Packard Enterprise (HPE)
边缘云 管理平台	<ul style="list-style-type: none">• Red Hat• VMware• Nutanix• MobileEdgeX• Amdocs

资料来源：多项公开数据。

公有云HYPERSCALER：HYPERSCALER或将在企业边缘计算解决方案的标准化、简易化和商业化方面发挥至关重要的作用，同时利用其平台、生态系统和市场带来易于使用、规模合适但可扩展且价格合理的解决方案。Hyperscaler将边缘计算视为其现有云业务的延展，并将其庞大的全球云基础设施进行区域划分（regionalize），形成更小的形态，使得客户能够在更接近或直接在其设备内处理任务。为此，许多公司与通信服务商、内容交付网络、移动塔台所有者和其他具备高度分布式网络设施的企业联手合作，共同将这些规模缩减后的边缘云平台安排在临近潜在客户的地方。一些hyperscaler甚至还更进一步缩减云平台，为企业客户提供全方位的边缘计算平台，让他们可以在自己的网络环境中部署自己的硬件基础设施。为了赢下这一市场，他们还与专门的系统集成商及其他各方合作，将销售渠道扩展到特定的垂直行业之中。

通信服务商：通信服务商也具备提供全套边缘计算解决方案的能力。除了在hyperscaler的集中云与企业自身的数据中心、服务器或设备之间提供连接之外，许多通信服务商还认为可以通过提供边缘计算解决方案以及安全可靠、可支持实时应用程序的网络连接获利。这些通信服务商正稳步开发自身的边缘计算基础设施、平台（通常与hyperscaler联手）以及服务——统称为多访问边缘计算（MEC）。通信服务商可以利用其5G网络作为多访问边缘计算的一部分，为客户提供多种多样的定制或统一的连接、计算、存储和安全边缘服务，甚至可以根据企业的特定需求开发自己的B2B和B2C应用程序。

许多通信服务商与企业客户维持着良好的关系、口碑和互信，从而为自身的多访问边缘计算业务打下了基础。而另一方面，许多企业仍有待把战略、价值主张、业务和运营模式、合作关系以及以客户为中心的销售能力建设到位，以有效地推出和交付这些服务。

基础设施设备供应商：对于基础设施设备供应商来说，边缘计算为他们带来了更多为服务商供应设备的机会，毕竟日益虚拟化和开放（基于通用标准）的网络性质正逐步降低准入壁垒，同时引

入了更多元化的供应商群体。诚如戴尔首席执行官Michael Dell近期所说：“全球有700万个手机基站，每一个基站都将变成数据中心”——可以想见，戴尔应该正打算向它们提供相应的边缘基础设施解决方案。事实上，在2022年世界移动通信大会（MWC 2022）上，不光是戴尔，HPE、思科和其他IT硬件供应商都已发布针对通信服务商和企业客户的全新从边缘到云（Edge-to-cloud）的计算解决方案。

在追逐这些新商机的过程中，许多IT设备供应商正在将其日益商品化、以硬件为中心的产品组合转变为更具附加值、以软件为中心和基于消费的业务模式。HPE便是这一趋势的代表之一。HPE在2018年就承诺投入超过40亿美元，以围绕其在MWC 2022上发布的基于云和服务的业务模式，发展自身的边缘计算业务。

与此同时，网络基础设施供应商们也纷纷加入战局。由于更高的频谱可用性、通用架构和使用案例要求，边缘计算和专用移动网络通常会被同时部署。因此，边缘计算和专用移动网络的市场发展可谓齐头并进，并在技术堆栈各层次和整个价值链上形成合作关系。由于移动网络所需的技能储备与边缘计算有所不同，因此这种联合部署的情况为具有无线电技术优势的网络基础设施供应商带来更广阔的获利机会。

边缘云管理平台：由于边缘计算具有许多部署选项，而每个选项都涉及到不同的供应商和应用程序，因而需要通过一个抽象层（即边缘云管理平台）来更好地管理这些形态各异的环境。此类管理平台正逐步开始推出带集中工具、KPI和仪表板的通用操作系统，从而使运营商、企业和开发人员能够更容易地在多样化、混合型的环境中量身打造性能和安全政策。这些可编程平台使用应用程序编程接口（API）来控制底层的物理网络基础设施。此外，鉴于API标准化和开源化程度越来越高，可以摆脱供应商方面的限制，而通过运用这些API便可让来自不同供应商的混搭组件获得更强的互操作性。使用这些API也能逐步消弭基础设施和应用程序之间的界限，因为网络功能已经越来越多地在通过代码而非基础设施来实现。

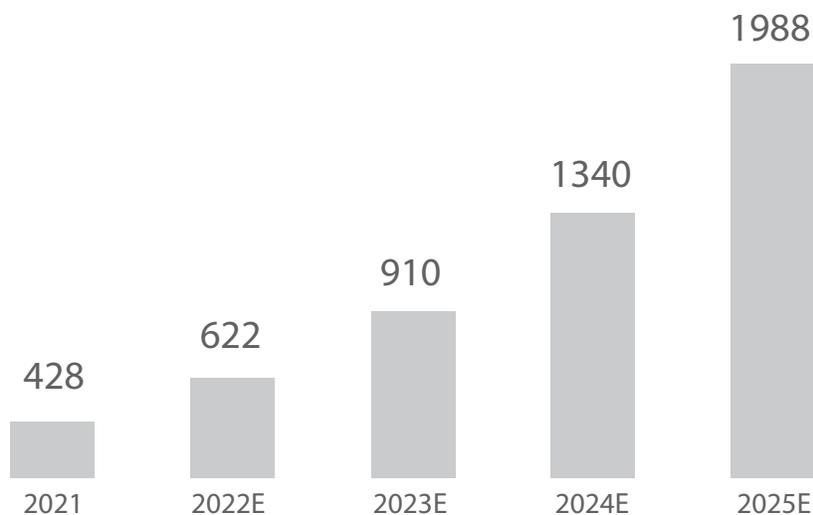
中国边缘计算行业快速发展趋势

随着中国5G产业的快速推进，互联网、物联网等行业全面进入了数据化的时代，车联网、智慧医疗、工业互联网、物联网、AI等应用行业逐步进入快速发展阶段，而这些产业的发展需要大量的数据计算作为支持，催发边缘计算需求。2021年，我国边缘计算市场规模已经达到427.9亿元，并2025年增长到1987.7亿元，年复合增长率达到47%。

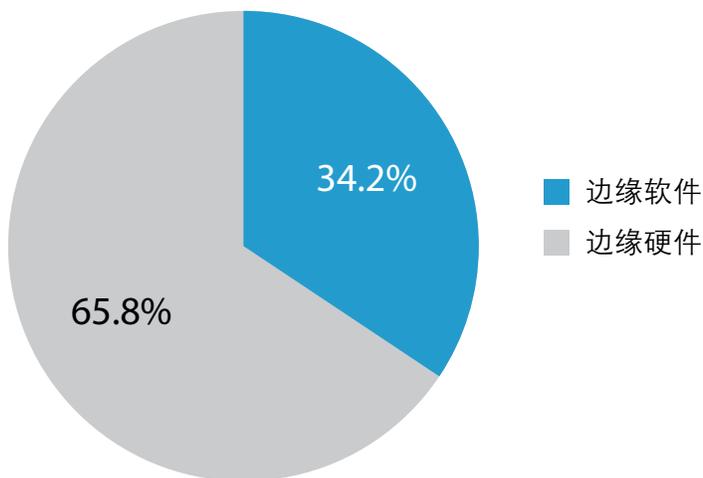
中国边缘计算的主要场景

游戏和电竞是初具商用规模的边缘计算应用场景。随着对沉浸性、交互性和数据密集性要求提升，游戏和电子竞技对边缘计算的产生了一定需求，这包括超低时延降低延迟，实时处理使能实时内容，以及更接近用户位置的海量处理数据。

中国边缘计算行业市场规模（亿元）



中国边缘计算细分行业规模（2021）



数据来源：亿欧

制造业的数字化和自动化为边缘计算提供了一系列应用场景。工业4.0背景下，制造业正努力进行数字化转型，包括现场工业机器人、柔性制造等，而制造流程的自动化、智能化转型依赖于低时延连接，以实现精确阈值和实时分析。

智慧城市为边缘计算在中国的部署提供了广阔的市场前景。安全和监控以及交通管理是我国近两年边缘计算在智慧城市建设中的重点应用领域。

自动驾驶汽车最需要边缘计算，但要具有商用规模需要一定时间。自动驾驶依靠大量数据实时处理并做出自动驾驶决策，但基于云的解决方案不支持紧急情况下的实时处理，因此需要通过边缘计算和C-V2X技术，提供自动驾驶所需的能力。中国是首批部署C-V2X的国家之一，已启动20多个C-V2X项目。

小结

虽然边缘计算的产品与服务市场潜力巨大，但相关服务商可能还需要耐心等待客户跟上脚步。许多企业和组织应该重新思考和打造自身的云、数据中心和网络化战略，以最大程度发挥新型边缘计算的能力。比如，他们根据自身的任务需求找到恰当的云-边缘模式混搭比例，并确定如何在内部机房、云端和边缘的数据中心保证数据的安全性和可访问性。

不过各大企业应该完全有能力解决这些问题，同时加大自身的边缘计算投资。而在此期间，各类企图分得一杯羹的供应商应该明白，划分阵营并不能通往成功，多方协同作战、相互配合，才能最终发挥这一市场的潜力。电信公司、hyperscaler、设备供应商和平台供应商往往会发现他们服务的是同一客户群体，但却拥有不同的价值主张。因此，常常会自然而然地形成协同效应——例如，眼下许多跨行业的合作逐步形成，通过为企业提供丰富多样的集成计算和网络解决方案，以形成整套的计算机视觉、虚拟和增强现实、机器学习和其他数据密集型或互联设备应用程序。有鉴于此，可以肯定地说，边缘计算业务将以合作关系和生态系统为生存土壤，而不仅仅依靠端到端解决方案供应商。

尾注

1. Chris Arkenberg et al., *Gaining an intelligent edge: Edge computing and intelligence could propel tech and telecom growth*, Deloitte Insights, December 7, 2020.
2. 基于德勤对IDC、Gartner、Omdia、TBR、HPE、AvidThink、Precedence Research、Grandview以及STL预测的分析。
3. Mikayla Gruber, "Gartner predicts IT spending growth despite economic strife," SDxCentral, July 16, 2022.
4. Hewlett Packard Enterprise (HPE), "Hewlett Packard Enterprise to present live webcast of Investor Relations Summit at HPE Discover 2022," press release, June 22, 2022.
5. 延迟指两点之间数据往返的时间，通常以毫秒（ms）为单位。
6. 欧洲标准委员会（European Standards board）与欧洲电信标准化协会（ETSI）共同推出标准软件平台、应用程序编程接口和程序设计模型，以定义边缘应用软件与蜂窝式无线接入网的交互方式。
7. YouTube, "Michael Dell: Edge is the new cloud.," video, 5:43, June 9, 2021.
8. Carl Weinschenk, "Verizon, Google cloud partner on 5G mobile edge computing," Telecompetitor, December 16, 2021.

关于作者

Naima Hoque Essing | nhoqueessing@deloitte.com

Naima Hoque Essing is a research manager in the Deloitte Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP. Her research focuses on the impact of emerging technology, business, and regulatory trends on industries and enterprises.

Jack Fritz | jacfritz@deloitte.com

Jack Fritz is a principal in Deloitte Consulting LLP's Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and is a leader of the firm's 5G and Edge Computing practice with more than a decade of experience in the telecommunications industry. His work has focused on helping companies navigate strategic, technical, and regulatory choices as they pursue opportunities enabled by connectivity.

Ariane Bucaille | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global TMT industry leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Craig Wigginton | cwigginton@deloitte.com

Craig Wigginton is Deloitte's global 5G leader. He has more than 30 years of experience leading large, complex accounts across the TMT industry, with an emphasis in the telecommunications sector.

致谢

The authors would like to thank **Tim Krause, Hugo Pinto, Duncan Stewart, Arpan Tiwari**, and **Dieter Trimmel** for their contributions to this chapter.



科技界的气候承诺：受组织和个人推动，科技行业领导者加速采取气候行动

科技行业立下雄心勃勃的净零排放目标，运营效率、可持续的产品和技术创新将助力目标达成。

Susanne Hupfer, Karthik Ramachandran, Ariane Bucaille, Gillian Crossan, Roger Chung, Mark Lian

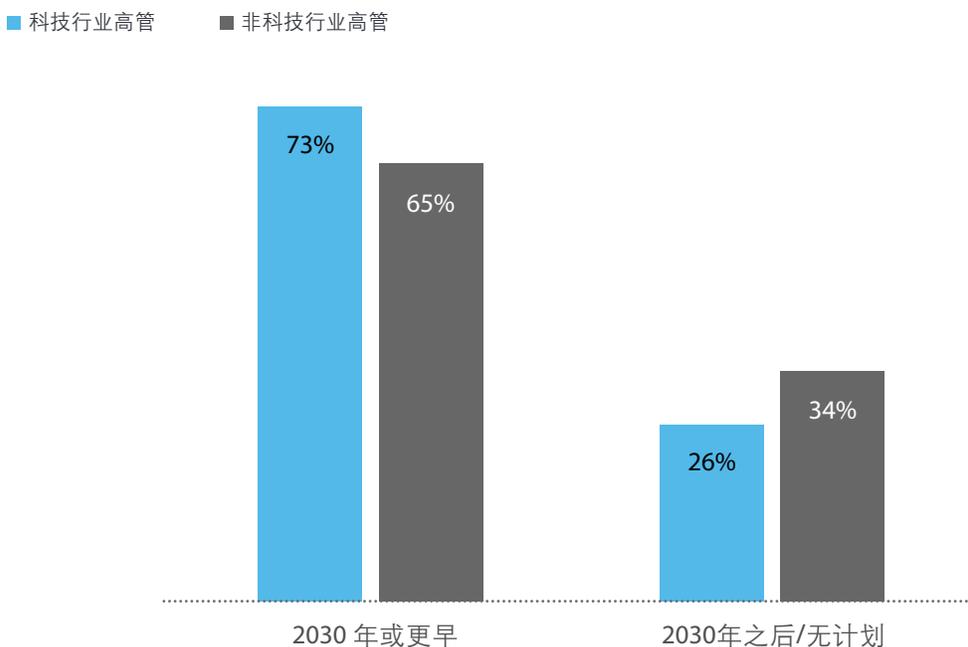
如今，实现净零排放¹是众多组织的头等大事，而科技行业展现出了极大的决心。德勤全球预测，2023年科技行业将比非科技行业更加积极地采取气候行动。所谓“积极”指的是，相比非科技企业，将有更多科技企业宣布到2030年实现净零排放目标。《德勤2022首席高管

可持续发展报告》对全球2,000多名企业高管展开调研，发现科技行业高管已将净零排放视为更加迫切的优先事项：计划到2030年实现净零排放目标的科技行业高管占比较其他行业高13%，而将该目标延至2030年以后或没有类似规划的科技行业高管占比较其他行业低24%（图1）。²

图 1

总体而言，科技行业较非科技行业设立了更具野心的净零排放目标

表示所在公司已制定净零排放时间表的受访者占比



注：分析基于对21个国家2,083名高管的调研。回答“不清楚”的占比很低，故未显示。

资料来源：德勤，《德勤2022首席高管可持续发展报告：弥合差距——从愿景到成效》，2022年。

随着科技行业高管的关注和受影响程度逐步加深，他们更有可能采取气候行动。

不过，从科技行业高管在德勤调查报告中表达的态度和经验来看，他们急于缓解气候变化影响的心态并不出人意料。与其他行业高管相比，参与调查的科技行业高管更担忧气候变化问题，并且有更多人表示自己已经遭受影响（图2）。³可能正因为亲身经历过气候变化带来的负面影响，他们才有了迅速行动起来意识。

同时，气候变化对企业的影响也与日俱增。在受访的科技行业高管中，37%的人表示所在组织已经面临水和能源等资源短缺的问题，与仅八个月前德勤开展类似调查时相比，增加了八个百分点。38%的人表示感受到了应对气候变化的成本

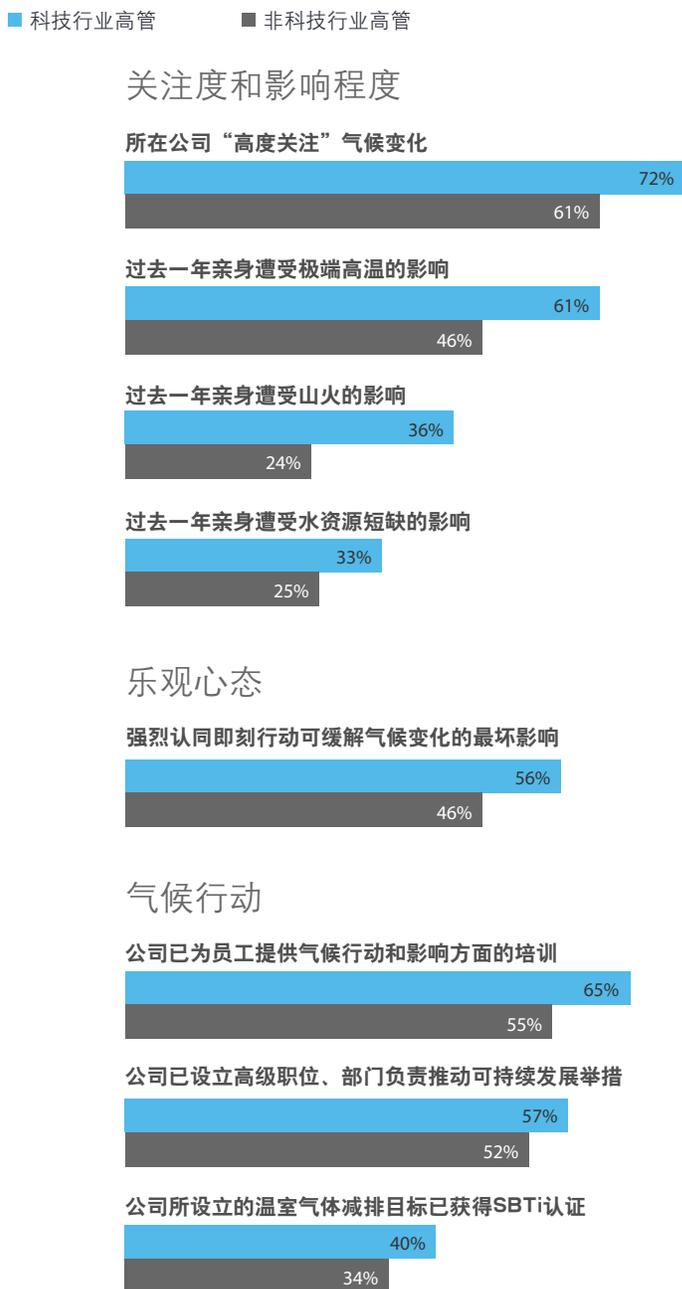
压力，较上一次调查时的比例翻了一番有余。42%的人表示公司的运营受到了与气候相关的灾害或天气事件的影响，较上一次调查时增加了18个百分点。

气候变化对组织造成的此类影响往往是间接的。例如，在2022年7月伦敦遭受破纪录的高温热浪期间，两家全球性科技公司的云数据中心因冷却系统故障而出现服务中断。⁴在此后的8月，中国四川遭受的历史性高温和干旱也危及到了该地区的电力供应，导致大批工厂停工，其中包括为大型科技公司供应电子元件的厂商。⁵2019年，为提早防范加州北部山火风险，当地提前多日停电，美国科学家被迫在两周内两次关停世界上最大功率的超级计算机之一。⁶2021年，德克萨斯州因严重暴风雪持续数日停电，导致三家大型半导体工厂停摆。⁷

图 2

科技行业领导者更加关注气候变化并亲身遭受重大影响，但他们改变现状的心态也更为乐观，并且更有可能采取气候行动

科技和非科技行业高管对气候变化的看法、经验和行动



注：分析基于对21个国家2,083名最高管理层高管的调查。

资料来源：德勤，《德勤2022首席高管可持续发展报告：弥合差距——从愿景到成效》，2022年。

来自利益相关方的压力进一步刺激了这些组织和个人的行动力。其中不光包括投资者，还包括客户、董事会成员，以及对温室气体排放、环境风险和相关缓减措施提出更严格披露规定的欧美监管机构。⁸

然而，即使眼前挑战严峻、压力重重，科技行业领导者也并没有两手一摊，丧失斗志。相反，2022年德勤通过调查发现，相较于其他行业高管，更多科技行业高管认为立即采取行动能够减轻气候变化的最坏影响。九成受访科技行业高管认为，公司目前的可持续发展举措将有助于缓解气候变化问题。八成受访科技行业高管认为，他们的努力将提高投资

者和客户满意度、员工士气、品牌知名度、营业利润、新业务收入、供应链韧性以及创新水平。⁹

不止如此，相较非科技公司，更多科技公司选择多管齐下以减轻气候变化的影响，包括专门设立高级职位推动可持续发展，为员工提供气候行动方面的培训，以及公开承诺经科学碳目标倡议组织（SBTi，一个致力帮助企业制定减排目标和时间表的联盟）认证的温室气体减排目标（图2）。¹⁰截至2022年8月，承诺根据SBTi标准制定净零排放目标的3,545家公司中，有338家来自科技行业，位居行业榜第二。¹¹其中，超过四成签约科技企业已经制定减排目标。



其他各种信号也表明，科技行业在可持续发展方面扮演着排头兵的角色。例如，2021年的一项分析发现，在市值排名前十的美国公司中，计划最早达成净零排放目标的五家企业均为科技巨头。¹²科技行业已经成为全球最大的可再生能源买家之一：2021年，各大科技巨头贡献了过半的清洁能源企业采购协议。¹³而在监管方面，一些大型科技公司本身也一直在为有关气候变化的强制披露规定呼吁发声。¹⁴

据估计，全球2%至3%的温室气体排放量来自科技行业，主要是由于科技行业生产制造过程需要耗费巨量的能源，数十亿计的联网设备使数据中心迅速增长。也正因为这样，科技行业以身作则的态度值得肯定。¹⁵令人欣慰的是，科技行业本身的碳足迹基数比其他行业小，因此科技公司可在减少自身碳足迹的同时向其他行业伸出援手。我们看到科技企业正在以下几方面率先部署：

1. 积极推动碳减排，促进生态系统合作。科技巨头正在全球范围大力投资太阳能和风力发电场项目，以获得企业运营所需的电力。而针对更广阔的价值链，苹果公司正助力供应商转向可再生能源，并投资修建新的太阳能发电厂，以弥补其产品用户所耗费的能源。与此同时，通过设立到2030年一半运输业务实现碳中和的目标，亚马逊公司已经推出了电动自行车、步行和电动汽车配送服务。为了实现到2030年全天候使用无碳能源的目标，谷歌公司也积极推动地热能源相关创新，同时把运算任务智能化地分配到使用无碳电力的地方。一些科技行业领导者也号召更多生态系统参与者承诺实现净零排放。例如，亚马逊公司于2019联合创立的“气候友好承诺”（Climate Pledge）计划现已有包括多家大型科技企业在内的近400个签署方。²¹
2. 推出气候友好型产品。一些科技公司正通过多种方式解决电子废物问题，包括在产品中使用更多可回收材料、采用更利于维修和回收的设计以及推动发展电子产品循环经济。²²截至2020年，戴

尔公司已经回收重达20亿磅的废弃电子产品，并在新产品中使用了1亿磅的回收材料。该公司致力到2030年前用可再生或可回收材料生产绝大部分产品。²³此外，苹果公司也已开始采购首批商用纯度低碳铝，用于生产手机。²⁴

3. 大力开发气候科技，助力自身与客户追踪并缓解气候变化影响。²⁵例如，多家科技公司已经推出相关工具，帮助客户追踪其云端和软件使用所产生的排放。²⁶其他一些企业也开始投资碳捕集技术，²⁷还有一些企业则利用分析工具和机器人技术降低能耗。例如，谷歌公司一直使用DeepMind人工智能软件，优化数据中心的用电量并预测风电场的发电量。²⁸各大公司还可以利用环境监测卫星、物联网、数据分析、区块链和人工智能等技术，提高建筑业、制造业和农业的生产效率，提高数据中心管理水平，减轻交通拥堵问题。²⁹

中国科技公司纷纷提出“碳中和”目标

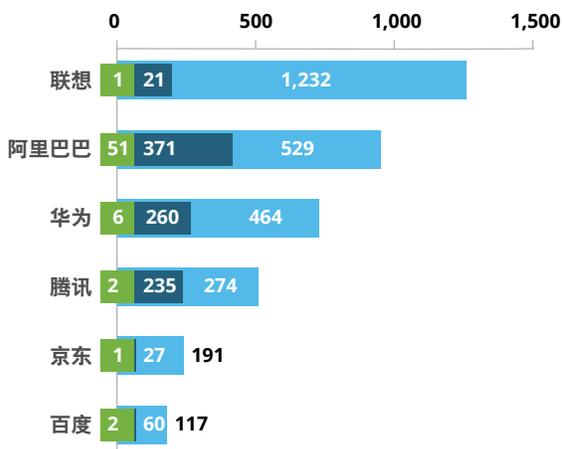
整体来看，中国ICT行业碳排放量总量规模相比于其他经济部门（包括钢铁、电力、交通运输、能源化工等行业）较小，在全国碳排放总量中的占比低于1.5%。但是，近几年随着我国ICT产业的快速发展，以及社会经济数字化转型的加速，驱动了ICT产业碳排放呈现快速增长的趋势。在此背景下，为响应国家“2060”双碳战略目标，百度、阿里巴巴、腾讯、华为、联想等中国高科技行业均相应提出了各自的“碳中和”计划、展开了一系列节能减碳的行动。

相比于其他制造业，来自科技行业的直接碳排放量较低，多数来自于外购能源以及供应链的间接排放，因此，科技行业的减排需要协同产业链共同完成，而目前科技企业的“碳中和”计划也均涵盖了实现自身运营碳中和、上下游价值链碳排、助力建设绿色生态等多方面减碳措施。

图 3

中国部分科技公司温室气体排放量 (万吨, 2021)

■ 直接排放 ■ 外购能源的间接排放 ■ 供应链产生的间接排放



科技企业“碳中和”计划

联想：2030年实现运营性直接及间接碳排放减少50%、部分价值链的碳排放强度降低25%；

阿里巴巴：2030前运营碳中和、上下游价值链碳排放强度减半，云计算碳中和；15年内平台带动生态减碳15亿吨；

华为：虽然华为还未制定具体碳中和路线，但其遵循绿色运营、绿色产品、绿色供应链原则，全面减少碳排；

腾讯：2030年前实现自身运营及供应链的全面碳中和；同时，2030年前，实现100%绿色电力；

京东：从绿色运营、低碳供应链、可持续消费等领域提出行动目标；2030年碳排量比2019年减少50%；

百度：2030年“碳中和”目标，力求在实现自身运营层面“碳中和”目标的同时，助力全社会节能减排

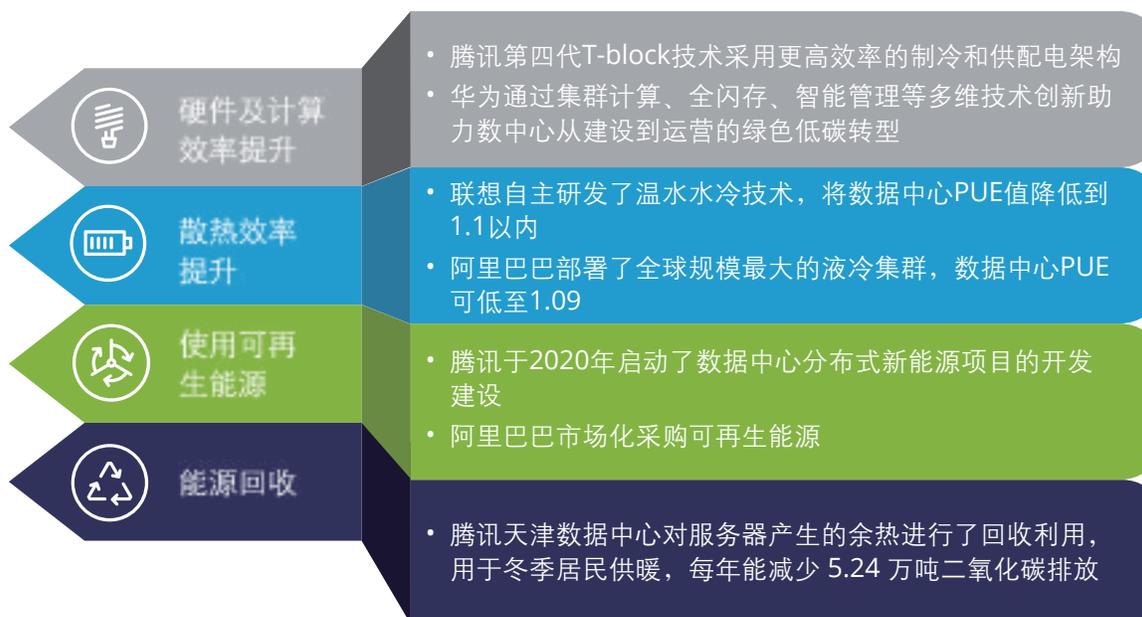
绿色数据中心建设是主要举措

科技企业的碳排放主要体现在电力能源的消耗上，数据中心用电是碳排放的主要来源。据开放数据中心委员会估算，2021年我国数据中心耗电量约为937亿千瓦时，而在科技企业的能耗构成中，数据中心占比最高预计到，到2030年，中国数据中心能耗总量预计将达到3,800亿千瓦时左右，碳排放增长率将超过300%。我国正积极鼓励绿色数据中心的建设，例如，2021年7月，工信部发布了《新型数据

中心发展三年行动计划（2021-2023）》，明确到2023年底新建大型及以上数据中心PUE（数据中心能源效率）降低到1.3以下。

中国科技企业也积极响应，通过各种举措提升数据中心能源效率，降低能耗。据国际环保组织绿色和平（Greenpeace）发布的《绿色云端2021》排行榜显示，在互联网云服务企业，阿里巴巴、腾讯、华为、百度跻身排行榜前列。

中国科技公司主要绿色数据中心举措



小结

为了应对气候变化挑战，科技行业领导者应该从以下方面思考如何调整公司的发展使命、运营、业务模式及产品和服务：

- **承诺实现净零排放。**关键的第一步是明确公司实现净零目标的计划和时间表。企业领导者应考虑寻求外部组织对公司的减排目标进行验证。
- **提升管理和治理水平。**科技公司可能需要提升自己的管理和治理能力，例如单独设立一个高级职位来推动气候相关举措，并将高管的薪酬与可持续发展绩效挂钩。改进治理和数据管理流程与措施有助于实现完备、准确的信息披露。
- **调适运营方式。**组织或需要重新思考其运营和生产行为。企业可能需要提高办公室、设备和生产环节的节能效率，使用更具可持续性的材料，减少差旅频次，就最新实践开展员工培训，并采购可再生能源。
- **优化产品组合。**公司可加大力度投资最具减碳潜力的产品和服务。例如，沃达丰公司致力通过提供车队管理、物流、制造和仪表计量相关的物联网服务，帮助客户在2030年前削减3.5亿吨的碳排放。通过数字化创新，科技公司可助力其他行业加速脱碳进程。
- **探索价值链协作。**科技领域的价值链排放量预计比自身运营排放量多七倍。组织应当与供应商和合作伙伴携手达成可持续发展的标准，而非只狭隘地着眼于自身的业务运营。当今时代的各行各业终将演变出错综复杂、相互关联的净零排放体系，采用全面的系统性方法可能才是真正富有成效的做法。

与任何行业一样，科技行业极易受到气候变化风险的影响。但科技行业高管似乎比大多数人更加了解自己的脆弱性，所以许多人已经许下有力的行动承诺。在2023年的净零排放竞赛中，科技企业或将成为实至名归的领跑者。

尾注

1. 联合国将“净零”解释为“将温室气体排放量尽可能减少到接近零，任何剩余的排放量都能从大气中被重新吸收，例如被海洋和森林重新吸收。”参见联合国“*For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action*”，2022年8月11日。
2. Deloitte, *Deloitte 2022 CxO Sustainability Report: The disconnect between ambition and impact*, 2022.
3. 为何更多的科技行业领导者表示亲身遭受恶劣气候变化的影响，原因仍不明确。可能与所处地理位置以及熟悉气候变化相关概念等因素有关。
4. Chris Stokel-Walker, “Data centers are facing a climate crisis,” *Wired*, August 1, 2022.
5. Laura He, “China’s worst heatwave in 60 years is forcing factories to close,” *CNN Business*, August 17, 2022.
6. Sebastian Moss, “How California’s wildfires took down a supercomputer,” *DCD Magazine*, January 17, 2020.
7. Jacques Leslie, “How climate change is disrupting the global supply chain,” *YaleEnvironment360*, March 10, 2022.
8. Addisu Lashitew, “The coming of age of sustainability disclosure: How do rules differ between the US and the EU?,” *Brookings*, June 6, 2022; Emily Abraham et al., “Executive summary of the SEC’s proposed rule on climate disclosure requirements,” Deloitte, *Heads Up*, Volume 29, Issue 2, March 21, 2022; Veronica Poole and Kristen Sullivan, *Tectonic shifts: How ESG is changing business, moving markets, and driving regulation*, Deloitte Insights, October 29, 2021; Gina Miani et al., “The ESG regulatory whirlwind: Accountability on the horizon,” Deloitte, June 4, 2021.
9. 《德勤2022首席高管可持续发展报告》。
10. 科学碳目标倡议组织（SBTi）是由全球环境信息研究中心、联合国全球契约组织、世界资源研究所和世界自然基金联合发起的一个合作组织。参见About Us: The Science Based Targets initiative (SBTi), 2022年8月5日。与SBTi展开合作的第一步是提交一封承诺书，确定有意向设立科学碳目标。然后，与SBTi一同制定并验证碳排放目标。参见“*How it works - Science Based Targets*”，SBTi, 2022年8月12日。
11. 德勤对科学碳目标倡议组织2022年8月中旬相关数据的分析表明，农业领域的签约方数量拔得头筹（包括食品、饮料生产和销售，以及林业和造纸领域），共有395家；科技行业位居第二，共有338家，其次是专业服务领域，共有303家。若将科技、传媒和电信行业视为同一行业领域，则排名第一，达到485家。
12. 谷歌公司表示已经实现净零排放；亚马逊、苹果、脸书以及微软公司已公布净零排放计划。参见Tim Quinson, “Tech firms are setting the most ambitious net-zero goals”，*Bloomberg*, 2021年4月7日。一些科技公司承诺将通过与亚马逊公司联合发起“气候友好承诺”或通过自身努力，达成净零目标。如苹果公司计划到2030年使各业务线实现碳中和。The Climate Pledge, “The pledge commitments”，2022年8月8日；Apple, “Apple commits to be 100 percent carbon neutral for its supply chain and products by 2030”，新闻稿，2020年7月21日。《德勤科技、传媒和电信行业预测》为独立出版刊物，未受到Apple Inc的授权、赞助及许可。
13. Justine Calma, “Big Tech drove record clean energy purchases in 2021,” *The Verge*, February 1, 2022; BloombergNEF, “Corporate clean energy buying tops 30GW mark in record year,” press release, January 31, 2022; Sam Schechner, “Amazon and other tech giants race to buy up renewable energy,” *Wall Street Journal*, June 23, 2021.
14. 保留融资渠道就是其中的一个原因。相当大一部分（超过60万亿美元）全球投资资产受“气候行动100+”倡议约束，全球617家投资机构发起该倡议，承诺制定负责任的投资决策。参见Tim Mohin, “Why are big tech companies asking for climate regulation?”，*Fast Company*, 2021年5月18日。另一个原因是期望获得更大的监管确定性。参见Justine Calma, “Tech giants call on SCOTUS to let EPA regulate CO2 emissions”，*The Verge*, 2022年1月26日。
15. United Nations Environment Programme (UNEP), “With new pact, tech companies take on climate change,” March 19, 2021; Cliff Saran, “COP26: IT’s role in tackling climate change,” *Computer Weekly*, October 25, 2021.
16. 预计科技行业需承担的全球温室气体排放责任远远小于其他行业领域。参见UNEP, “With new pact, tech companies take on climate change”；Hannah Ritchie等, “CO₂ and greenhouse gas emissions”，*OurWorldInData*, 2022年8月22日。

17. Amazon, "Amazon extends position as world's largest corporate buyer of renewable energy," April 20, 2022, accessed August 23, 2022; Jenny Darmody, "Apple invested in 17 renewable energy projects in 2020," *Silicon Republic*, March 18, 2021; Apple, *Annual Green Bond Impact Report: Fiscal Year 2021 Update*, 2021; Google Cloud, "24/7 Carbon-free energy: Powering up new clean energy projects across the globe," accessed August 23, 2022; Meta, *2021 Sustainability report*, May 2021; Meta, "Map—Meta sustainability," accessed August 23, 2022; Microsoft, *2021 Environmental sustainability report*, 2021.
18. Ben Lovejoy, "Apple supply chain doubled its use of clean energy last year, en route to 2030 commitment," *9to5Mac*, April 14, 2022; Adele Peters, "Apple invested in this solar farm to help clean up your power use at home," *Fast Company*, April 14, 2022.
19. Maria Deutscher, "Amazon announces London micromobility hub and new solar installations," *SiliconAngle*, July 4, 2022.
20. Catherine Clifford, "How Google plans to use 100% carbon-free energy in its data centers by 2030," *CNBC*, April 13, 2022; Ross Koningstein, "We now do more computing where there's cleaner energy," Google blog, May 18, 2021; Michael Terrell, "With new geothermal project, it's full steam ahead for 24/7 carbon-free energy," Google Cloud blog, May 18, 2021.
21. Amazon, "The Climate Pledge | Signatories," accessed September 26, 2022.
22. Kimberley Botwright and James Pennington, "Will your next phone be made from recycled materials? These 6 tech giants are working on it," World Economic Forum, September 24, 2020; Kelly MacNamara, "Big tech backs plan to tackle e-waste crisis," *Tech Xplore*, March 18, 2021; Michael Murphy, "Electronics can trigger a more circular, sustainable world—here's how," World Economic Forum, May 12, 2021.
23. Dell Technologies, "How we developed our most ambitious Advancing Sustainability 2030 goals," accessed August 8, 2022.
24. Lloyd Alter, "Apple gets first commercial-grade low-carbon aluminum from Elysis," *Treehugger*, April 1, 2022.
25. James Temple, "Half of the world's emissions cuts will require tech that isn't commercially available," *MIT Technology Review*, May 18, 2021.
26. BloombergNEF, "Tech giants launch emissions tracking tools for Scope 3," April 7, 2022.
27. Catherine Clifford, "Stripe teams up with major tech companies to commit \$925 million toward carbon capture," *CNBC*, April 12, 2022.
28. Nick Statt, "Google and DeepMind are using AI to predict the energy output of wind farms," *The Verge*, February 26, 2019.
29. International Telecommunication Union (ITU), *Turning digital technology innovation into climate action*, September 29, 2020; Börje Ekholm and Johan Rockström, "Digital technology can cut global emissions by 15%. Here's how," World Economic Forum, January 15, 2019; Mai Tao, "7 supply chain technology trends shaping a sustainable future," *Robotics & Automation News*, April 7, 2021.
30. Vodafone, "Helping society to decarbonize," accessed August 23, 2022.
31. Scott Corwin and Derek M. Pankratz, *Leading in a low-carbon future: A "system of systems" approach to addressing climate change*, Deloitte Insights, May 24, 2021.
32. 根据美国环境保护署数据，在信息技术领域，约12%的温室气体排放源自运营过程，88%的排放源自价值链。参见 Center for Corporate Climate Leadership, *Emerging Trends in Supply Chain Emissions Engagement*, Environmental Protection Agency, 2018年6月。
33. Deloitte, "Tackling your value chain emissions: Why reducing your Scope 3 emissions is vital to reaching net zero," accessed August 23, 2022.
34. Corwin and Pankratz, *Leading in a low-carbon future*; Andy Marks, "A business blueprint for a low-carbon future," *CIO Journal*, November 2, 2021.

关于作者

Susanne Hupfer | shupfer@deloitte.com

Susanne Hupfer, PhD, is a research manager in Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, where she conducts research to understand the impact of technology trends and to deliver actionable insights. She has over 20 years of experience in the technology industry, including software research and development, strategy consulting, and thought leadership.

Karthik Ramachandran | karramachandran@deloitte.com

Karthik Ramachandran is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. Through his research, he provides pragmatic solutions to help high-tech and telecom companies identify and address long-term issues and growth opportunities.

Ariane Bucaille | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (TMT) Industry leader and leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Gillian Crossan | gicrossan@deloitte.com

Gillian Crossan is a principal in Risk & Financial Advisory, Deloitte & Touche LLP, and leads the global technology industry sector. She has been with Deloitte US for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

致谢

The authors would like to thank **Derek Pankratz, Duncan Stewart, Jeanette Watson, Paul Silverglate**, and **Gautham Dutt** for their contributions to this chapter.

并购：浪潮汹涌



游戏风云：行业整合、投资组合调整和游戏科技东风已来，游戏并购乘势而上

视频游戏公司、视频流媒体公司，甚至超大规模企业纷纷展开游戏并购，争先获取人才、技术和IP，以期拓展投资组合，迅速进军新市场。

Chris Arkenberg, Kevin Westcott

视频游戏公司的发展蒸蒸日上，而背后的交易市场同样欣欣向荣。2022年的游戏行业交易按下加速键。¹德勤全球预测，2023年游戏公司并购交易量将增长25%左右，略低于2022年预估的30%季度增长率。我们预计今年的大型交易将主要集中于受众和知识产权 (IP) 的收购，而较小规模的交易则更多地着眼于相关技术和WEB3解决方案。

2023年，交易总额可能出现同比大幅下降，但这主要是因为2022年产生了几笔历史性交易。然而，这些超常规收购可能会推动下一年竞争态势加剧。尽管2023年的交易总额可能下滑，但交易量持续走高，强劲发展势头凸显出游戏对广泛传媒和娱乐业的重要性。

行业蓬勃发展，更多媒体和娱乐公司见证游戏腾飞

疫情之下，封控和保持社交距离进一步推动游戏行业发展，但在此之前，视频游戏已经实现持续强势的增长。当下，即使大众逐步回归公共活动和线下娱乐，但仍在参与游戏娱乐活动。年轻玩家尤其如此，他们越来越喜欢通过多人游戏服务展开竞技和社交，并在游戏商品和内容上尽情氪金。游戏服务、体验以及商业模式不断推陈出新，游戏机供应链正在走向复苏，可以满足积压已久的新一代体验需求。同时，原计划2022年推出的多款游戏也即将在来年投入市场。

创新驱动游戏玩家数量增长，游戏营收自然也顺势上涨。德勤《2022年数字媒体趋势》调查访问了2009名美国消费者，几乎所有Z世代、千禧一代，甚至X世代受访者都表示他们会定期玩游戏，平均每周达到11小时。²一家市场研究公司预计，2022年年末，全球将有30亿人形成定期玩游戏的习惯。在游戏销售、游戏服务订阅以及虚拟商品和内容氪金等多重因素推动下，游戏公司今年的收入预计将高达2,000亿美元。³

行业发展如火如荼，各方竞争者和投机者们伺机把握并购带来的增长机会。游戏公司不断整合，相互争夺游戏受众和IP，⁴收购为游戏生态系统提供部件和服务的小型公司。⁵除了并购之外，一些公司也在购入主要生态系统供应商的份额。⁶许多媒体和娱乐公司都挖空心思把自身投资组合扩展到游戏领域，希望年轻一代受众能在旗下生态中流连忘返。⁷其中一些公司为旗下顶级特许经营产品收购游戏公司，以期开发出更多横跨电影、流媒体和游戏的大IP。⁸而初来乍到的Web3颠覆者正奋力将用户网罗到初期的元宇宙体验之中。他们的区块链游戏侧重于Web3元宇宙，吸引了大量资金，⁹并能为收购方提供一系列颇具吸引力的新兴技术、全新商业模式和稀缺人才。

德勤《2022年数字媒体趋势》调查访问的美国消费者中，几乎所有Z世代、千禧一代，甚至X世代受访者都表示他们会定期玩游戏，平均每周达到11小时。

如果游戏公司对并购这么感兴趣，为何我们还会预计2023年的交易额将低于2022年？尽管交易量或处于高位，但股市大规模下跌趋势导致游戏公司的估值也会应声下滑，相应也降低了收购成本，进而推动交易总额减少，同时刺激更多收购活动。然而，利率上升、即将出现的衰退压力以及宏观经济的不稳定性可能会让一些潜在收购者望而却步，从而把并购增长机会拱手让给那些资金更为雄厚、更着眼长远发展的公司。游戏的整体韧性也可能出现不确定性。2022年下半年，玩家钱包开始缩水以及夏季月份重新点燃了大家对线下现场娱乐活动的兴趣，导致游戏服务和游戏氪金的收入开始下滑。分析师预计2023年收入将出现反弹，但如果服务订阅和游戏氪金收入仍然继续处于低位，则可能表明2021和2022年的可观数据只是新冠疫情带来的昙花一现，而非永久性的增长。

即便如此，值得一提的是，2022年的一些交易规模巨大，其他任何情况下的交易都可能无法逾越。2022年第一季度出现了有史以来最大规模的视频游戏收购案（尚待监管部门审批），同时还有另外两宗广受瞩目的数十亿美元收购。仅这三起收购案的总价值就已经超越了2021年全年总计约600亿美元的600宗交易。¹⁰然而，随着游戏行业中更多分散的小鱼被少数巨头（包括一些超大型平台公司）吞并，这些交易可能会引发更激烈的竞争、整合和集中化趋势。¹¹事实上，2023年财大气粗的科技巨擘们将在游戏行业中更强势地攻城略地。

小结

各类并购活动总体上都在节节攀升，游戏并购尤为活跃。¹²虽然2023年游戏并购的交易总额较2022年有所下滑，但仍将超过前几年。预计游戏并购的交易量将继续加速上扬，特别是规模较小的收购。游戏公司将争夺受众，以期从中获得丰厚收益；他们也将四处寻觅能够解决现有挑战的相关工具与技术，比如确保游戏公平性、提供社交游戏的反成瘾手段；此外，他们还将努力增强自身的游戏开发和服务，如过程环境生成、更深入的受众分析和广告科技等等。即使迎来“加密货币寒冬”¹³并面临略显疲态的虚拟房地产市场，他们仍将在新兴的元宇宙和Web3解决方案领域掷下赌注。¹⁴

随着越来越多的顶级游戏公司和领先的超大规模平台不断扩大投资组合，并试图在传媒IP、游戏和新生元宇宙的融合发展中占据一席之地，真正发挥重要作用的或将是内容本身。嗅觉敏锐的企业正在大量买入故事版权，致力打造出可以通过电影、流媒体视频和游戏体验的电影宇宙。¹⁵预计更多制作工作室将持续扩大他们在这些媒介中的布局。

日益增长的游戏交易量也将进一步拉近西方和亚洲游戏市场的距离。¹⁶2022年，一大批欧美收购方开始购入亚洲游戏公司的股权，以求抢占亚洲玩家市场并攫取已在西方大获成功的IP。与此同时，中国、日本和韩国的领先游戏公司对西方游戏资产也进行了收购和战略投资。游戏已经成为一项全球性业务，而目前游戏公司纷纷待价而沽，吸引的不仅是同行竞争者，也有其他领域的注目眼光。

影视工作室、大型娱乐公司、超大型社交和平台企业以及私募股权基金等各方都已经看到了游戏行业蕴藏的无限商机。虽然2023年可能会出现诸多变数，但对于许多将并购视为增长战略的领军企业而言，这些不确定性中蕴藏着企业长足发展的绝佳机遇。

尾注

1. David Bloom, "Game industry M&A, investment still booming in Q2 but IPOs 'collapse' amid economic downturn," *Forbes*, August 3, 2022.
2. Kevin Westcott et al., *2022 digital media trends, 16th edition: Toward the metaverse*, Deloitte Insights, March 28, 2022.
3. Jeffrey Rousseau, "Video game market revenue forecasted to hit \$200bn for 2022," *GamesIndustry.biz*, May 5, 2022.
4. Jon Yelenic, "Embracer acquires Crystal Dynamics, Eidos-Montréal, and Square Enix Montréal," *GameDaily.biz*, May 2, 2022.
5. Michael Metzger, "Gaming M&A, financing & IPO deals to exceed \$150B in 2022," *Drake Star*, February 3, 2022.
6. Tom Ivan, "Sony makes \$1bn investment in Epic Games 'to deepen relationship in the metaverse field'," *VGC*, April 11, 2022.
7. Alex Weprin, "Netflix's game studio buying spree lays groundwork for next streaming battle," *The Hollywood Reporter*, March 30, 2022.
8. Yelenic, "Embracer acquires Crystal Dynamics, Eidos-Montréal, and Square Enix Montréal."
9. Blockchain Game Alliance (BGA), "DappRadar x BGA games report – Q1 2022," April 20, 2022.
10. Katie Holt, "Rising competition drives games-related acquisitions in 2021," *Ampere Analysis*, February 21, 2022.
11. Julien Fournier, "M&A in the gaming industry," *Finance Focused*, May 2022.
12. Trevear Thomas et al., *2022 M&A trends survey: The future of M&A*, Deloitte, January 2022.
13. Matt Maximo and Michael Zhao, "Bear markets in perspective," *Grayscale Investments*, July 2022.
14. Aidan Ryan, "The metaverse real estate boom turns into a bust," *The Information*, August 3, 2022.
15. Mark Sweney, "Swedish gaming giant buys Lord of the Rings and Hobbit rights," *The Guardian*, August 18, 2022.
16. Metzger, "Gaming M&A, financing & IPO deals to exceed \$150B in 2022."

关于作者

Chris Arkenberg | carkenberg@deloitte.com

Chris Arkenberg is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. His research focuses on the coevolution of media, technology, and human behavior.

Kevin Westcott | kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing, and games.

致谢

The authors would like to thank **Duncan Stewart** and **Ankit Dhameja** for their help supporting the research and analysis that went into this chapter.



卷土重来：2023年TMT资产剥离交易规模或迎强势反弹

许多TMT公司正致力于精简业务、专注主业，而2023年来自私募和风投机构的盈利压力和高息负担或将有助于实现这一目标。

Karthik Ramachandran, Duncan Stewart, Sriram Prakash, Gillian Crossan,
Pu Qing Lu, Taylor Lam, Mark Lian

受累于宏观经济失速、业务中断和IPO市场的疲软，2022年TMT行业资产剥离项目较2021年的创纪录成交额直线下跌：截至2022年上半年，资产剥离交易总金额比2021年上半年下降64%，尽管交易量仅减少了21%。然而当前形势已经逆转，资产剥离交易眼下已蓄势待发，准备反弹至历史高位附近。德勤全球预

测，2023年TMT行业资产剥离的总成交额可能同比扩大25%至50%，达到2,500至3,000亿美元之间，远高于2016至2020年期间平均2,440亿美元的水平。随着商业和投资环境的改善以及交易量恢复到历史水平，交易金额和数量的双重增长有望推动总成交额的稳步增长（图1）。¹

德勤预测方法

我们对2023年交易总额将达到2,500至3,000亿美元的预测，是基于我们预计整体交易量将恢复到历史水平，同时交易金额在经历2022年的跌势后将会强势反弹。

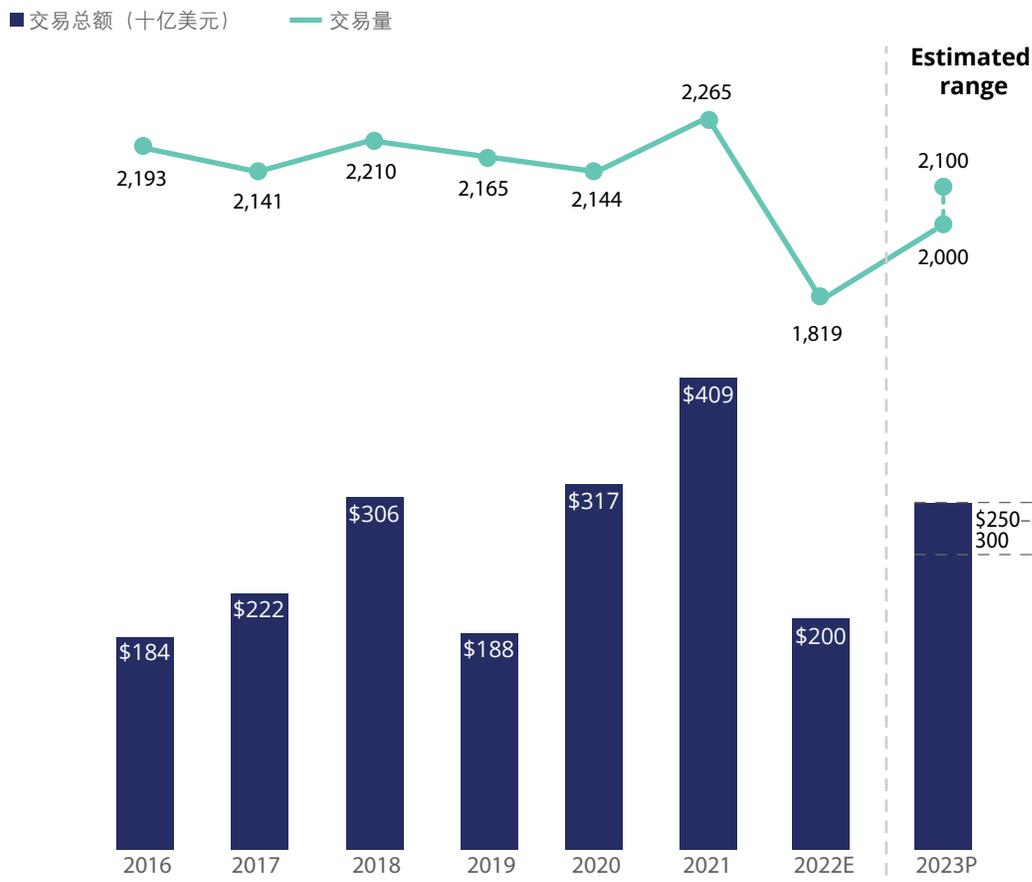
尽管2022年是异乎寻常的一年，但此前六年交易量均保持在极为稳定的水平，仅有3%左右的细微波幅（每年交易量为2200±60笔）。我们预计2023年本章提及的增长驱动因素将促进交易量回弹至约2000至2100笔，仅略低于长期平均水平。

与此形成鲜明对比的是，2016至2021年间的年交易总额却经历了大幅波动，幅度达到约37%（每年约为3000亿±1100亿美元）。引发部分年份资产剥离活动强劲波动的因素包括超大型交易（2018年）、下半年交易量激增（2020年），以及与并购大趋势步调一致的广泛交易行为（2021年）。我们对2023年交易额的预估值源于我们对私募和企业主导的交易案大幅攀升的预判，以及本文讨论的各种增长动因的合力推动。

图 1

2023年TMT资产剥离交易有望强势反弹

2016至2023年TMT资产剥离趋势



注：E表示估值，P表示预期值。方法请见尾注1。

资料来源：德勤分析，基于2022年7月Refinitiv数据库提取数据。

资产剥离获买卖双方青睐

2022年上半年资产剥离交易的下滑背后有许多因素，包括对整体盈利冲击的担忧。此外，在经历了2021年强势的并购和资产剥离潮后，各大企业可能仍在仔细盘点手头的资产组合。但许多TMT公司仍然将资产剥离交易视为提高自身敏捷性以应对未来变数的有效途径，并且随着形势好转，他们可能会再次行动。德勤《2022年全球资产剥离调查》便发现，未来企业领导者们将会在资产剥离交易上进一步发力。²

2022年上半年资产剥离交易的下滑背后有许多因素，包括对经济衰退的忧虑、信贷市场收紧、供应链问题层层叠加以及对整体盈利冲击的担忧。

我们预计，在多重因素的合力推动下，TMT行业资产剥离可能会于2023年年中迎来复苏。宏观经济不确定性和业务中断问题可能会促使一些公司重新斟酌其战略业务资产的组成，包括思考哪些资产真正值得持有。³另外，由于一系列困难导致收益表现不尽如人意以及股价持续下跌，激进型投资者很可能会向企业施压，敦促其尽快开展资产剥离交易。⁴从买方来看，随着资金流动趋于稳定且估值水平相较2021年末变得更具吸引力，私募股权投资者及部分风险投资机构⁵或将在2023年年中采取更加积极的行动。

TMT行业高管亦希望通过资产剥离实现一系列发展目标。有些高管计划加强自身或剥离实体的核心业务专注力；⁶有些希望释放特定投资和资产的价值；⁷而有些则两者兼具，以期进一步调整自身

的投资组合。所有这些目标均有可能涉及对非核心业务部门的剥离，表明2023年交易活动的增长将以此类小规模利基交易放量为起点，之后再迎来交易价值的增加。此外，计划开展大规模兼并的企业需要遵守监管相关规定，在合并获批之前需要率先剥离某些资产。

作为退出选项，我们预计IPO——特别是SPAC主导的上市交易——将在未来12至18个月内因估值上涨和利率上行而进一步走弱。鉴于IPO市场的低迷，我们预计私募股权买方将比战略性企业买家更为积极地将剥离资产收入囊中。私募股权公司持有创纪录的备用资金，并计划用以斩获有望带来更高投资回报率的精品资产。⁸卖方应将计划出售的资产准备到位，因为市场不太可能直接“接管”待价而沽的资产。

在科技领域，非核心资产、具有规模化潜力的专业化软件业务以及具有成熟商业模式但面临资金困境的业务部门将成为买卖双方都青睐的剥离标的。⁹大型多元半导体和电子企业可能会继续分拆部分代工工厂业务及设施，以便专注于核心业务并维系利润空间。从买家角度来看，私募股权投资者可以利用多地政府宣布的国家资金，同时考虑与有意向的芯片企业联合投资，收购被分拆出来的代工业务。监管机构也可能出于反垄断考虑，强制要求一些大型科技公司剥离资产，从而推动交易活动进一步加速增长。

与此同时，传媒与电信行业的融合趋势似乎正在放缓，一些大型电信公司开始将目光投向旗下媒体资产——特别是影视业务——的潜在买家，这些资产可能会促使企业进行分拆。但在许多媒体和娱乐业务的资产剥离背后，一个更显著的驱动因素其实是数字化和消费者行为的趋势。消费者对内容的消费模式，以及他们在电信、传媒和娱乐服务方面的支出正在不断变化。持续不断的流媒体竞争和个人有限的财务能力，正致使消费者削减自己的订阅数量：德勤《2022年数字媒体趋势报告》发现，近半数美国消费者认为自己支付的流媒体视频服务费用太高，导致三分之一的人计划降低开支。

¹¹此外，他们对于该在哪些内容和服务上付费也开始精打细算。¹²对于部分提供内容、广播、网络和娱乐服务的大型媒体娱乐巨头和集团公司而言，这些消费趋势可能会促使其放弃部分业务，以便专注于核心主业，同时巩固自身财务状况。

中国市场将持续是全球重要的并购市场之一，持续低迷了几年的并购市场2023年有望逐渐回暖。一方面，中国新上市公司数量达到新高，自2019年科创板注册制启动，截至2022年末，A股新上市公司数量超过1,500家，科创板上市公司数量累计超过500家。新上市的公司正在成为中国并购市场的重要参与方——业绩持续增长的压力驱动新兴上市公司通过并购实现业务范围的延伸、下游应用场景的拓展以及市场竞争力的增强。

以科技类上市公司为例，过去几年不乏涌现凭借在某一领域先进技术的突破开启创业，并凭借着国产替代、安全可控等市场机会获得风险资本的

资金支持和战略投资人带来的下游应用场景的拓展，并成功实现上市。但上市之后面临的产品线单一，市场空间有限，且持续的高估值需要新的增长机会来支撑，并购成为这类上市公司后续发展的重要选项。另一方面，并购项目的特点看，与上一轮并购潮寻求“多元化跨界全球化并购”有所不同，预计2023年中国市场的并购目的将更为聚焦，例如着眼于与自身业务增长更相关的并购。

德勤2022年《开启新篇章并购报告》（Charting New Horizons M&A report）建议，电信公司可部署一系列防御性并购策略来为核心业务保驾护航。例如，作为防御性战略的一部分，他们可以继续出售部分非战略资产。基站塔台和基础设施企业以及移动宽带服务商可出售传媒服务和大型数据中心等非核心资产，以加大在5G、固定无线接入或边缘计算等高增长领域的投资。

小结

在考虑开展资产剥离行动时，TMT行业高管面临着诸多问题，包括融资、借贷成本上升、供应链不确定性以及全球宏观经济的黯淡前景。在这种背景下，领导者可能需要考虑如下几方面的行动，厉兵秣马，为成功达成交易做足准备：

有效应对监管审查收紧：地缘政治紧张局势在过去两三年里达到了白热化。同时，数字化和科技的进步正在模糊各种边界，数据隐私问题愈趋严重，多个主要国家正在持续推进本土化战略以强化自身经济实力。这些因素催生出了许多监管方面的变化¹⁴，进一步加剧了资产剥离交易尤其是跨境交易的复杂程度。¹⁵更棘手的情况是，当剥离交易涉及业务横跨多个地区的对象时，所有相关地区的监管部门都将对交易的细节进行严格审查。无论是作为买方还是卖方，相关企业都应该清楚了解交易所在国家和地区的具体规定。

聚焦并优先发展核心能力：一家TMT公司可能在一个或多个高增长领域具有特别的能力，比如医疗健康应用、智能家居科技、先进材料、增强或虚拟现实、机器学习/深度学习等等。然而，即便是包含这些极具前景的机遇的特定业务部门，假如无法为更大的企业愿景和目标做出贡献，或许忍痛割爱将其剥离也不失为一种合理选择。此类分拆计划可有效使企业将资金和资源投向其他领域，以更好地为自身和客户服务。¹⁶

交易的同时加速推进转型：制定深思熟虑、计划周密的交易后战略，可以帮助TMT公司扩大资产剥离交易的效益。¹⁷即使在交易执行过程中，TMT高管也应着重推动最终交易达成最优目标。¹⁸

展示ESG方面的进展和积极成果：ESG已不再是可有可无的选择，而是推动资产管理机构和私募股权投资决策的关键因素。¹⁹对TMT公司，特别是科技行业的TMT公司而言，向潜在买家展示实实在在的ESG成果以增强自身的吸引力，如今已成为当务之急。²⁰一些公司可能会希望将ESG表现较差的资产分拆出来，使其不至拖累母公司本身。

总而言之，相比上一年度，2023年TMT公司应更容易将部分业务剥离出去。私募股权基金手握重金，在投资者施压下将会释放财力并愿意投资风险更大的交易。因此对于手头业务资产的去留问题，TMT高管们应运筹帷幄、顺时而谋。

尾注

1. 本章所述之“资产剥离”，指母公司出售目标公司多数权益，或目标公司处置自身部分资产的交易——其中目标公司属于TMT行业企业。图1所列数据反映了全球各地区的资产剥离交易状况。
2. Deloitte, *2022 Global Divestiture Survey: Realizing value in a fast-paced market*, 2022.
3. Paul Silverglate, *2022 Technology Industry Outlook*, Deloitte, January 2022.
4. 德勤《2022年全球资产剥离调查》发现，股东激进主义再次崛起成为卖方考虑进行资产剥离的一大驱动因素。
5. 尽管风投机构很少投资于传统的公司剥离资产，但他们正在评估技术管理买断分拆业务，风投机构通过这种方式投资于小型科技企业，并为其在优势领域中具有前景的业务理念提供发展资金。
6. 例如，VMware于2021年从戴尔公司分拆出来，以进一步强化自身的云基础设施及虚拟化软件业务，同时戴尔公司也能更专注于其核心企业数据中心和私人电脑市场。
7. 例如，中国制造企业集团比亚迪为旗下半导体公司比亚迪半导体提交了IPO上市申请，以助力比亚迪扩大电力半导体和光电子市场业务。
8. 基于一篇引用Prequin预测数据的文章，截至2022年2月，全球私募股权行业的基金备用金总额达到了1.78万亿美元。参见Maera Tezuka and Madeleine Farman, “Another PE dry powder record set; VC rounds in US fintech surged in 2021”, S&P Global Market Intelligence, 2022年2月11日。
9. 因此，2022年上半年软件公司的估值下跌较更广泛的科技企业更为显著。基于德勤对公开信息的分析，截至2022年8月31日，一支美国科技软件行业交易型开放式指数基金（ETF）估值较去年同期下跌了近34%，而同期纳斯达克100指数（代表广泛的科技行业）下跌了21%，标准普尔500指数则下跌了13%。
10. 例如，2020年一家大型科技公司扩大了自身微芯片制造部门的业务范围，以更专注于其核心芯片研发业务，而非制造业务。另一个例子是，一家私募股权机构收购了一家大型美国半导体企业位于美国的代工生产设施。
11. Kevin Westcott et al., *2022 Deloitte digital media trends, 16th edition: Towards the metaverse*, Deloitte Insights, March 28, 2022.
12. 德勤《2022年数字媒体趋势报告》（第16期）显示，美国消费者认为价格过高（41%）和缺乏有趣的内容（30%）是其取消媒体订阅的主要原因。

13. Iain Macmillan, Mark Purowitz, and Sriram Prakash, *Charting new horizons: M&A and the path to thrive*, Deloitte, 2022.
14. Louise Nash et al., “Ukraine crisis: Changing M&A transactions for technology companies,” Inside Tech Media, May 23, 2022.
15. 德勤《2022年全球资产剥离调查》发现，在完成最近一次资产剥离交易所需时间较计划更长的各行业受访卖家中，48%表示监管审批是一个重要原因，较2020年及2017年调查的40%有所上升。
16. 例如，2022年上半年，不少高科技半导体和电子设备行业企业将自身多个领域的利基业务部门剥离了出来，如分立元件（二极管、连接器、视频/音频设备）、组装和封装/测试设备，因为这些业务并不符合其战略重点领域。
17. Deloitte, *2022 Global Divestiture Survey: Realizing value in a fast-paced market*.
18. Deloitte, “Driving divestiture value: Transacting and transforming on parallel tracks,” October 4, 2020.
19. Deloitte, “Incorporating ESG across investment portfolios may open access to capital,” 2020.
20. 除在自身的设施中减少排放和能源消耗外，他们面临的压力也与日俱增，迫切需要监控供应商的ESG进展。详见：Deloitte, “ESG in Technology, Media & Telecommunications: Driving value through sustainability,” accessed October 10, 2022.

关于作者

Karthik Ramachandran | karramachandran@deloitte.com

Karthik Ramachandran is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. Through his research, Ramachandran provides pragmatic solutions to help high-tech and telecom companies identify and address long-term issues and growth opportunities.

Duncan Stewart | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of TMT Research for Deloitte Canada and is a globally recognized specialist on the forecasting of consumer and enterprise technology, media & telecommunications trends. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Sriram Prakash | sprakash@deloitte.co.uk

Sriram Prakash is a senior executive at Deloitte UK and has held leadership roles across M&A, strategy consulting, and insight functions. He serves as the global leader for M&A insights and ideation and is responsible for shaping insight-led market responses and driving thought-provoking conversations with clients.

Gillian Crossan | gicrossan@deloitte.com

Gillian Crossan is a principal in Risk & Financial Advisory, Deloitte & Touche LLP, and leads the global technology industry sector. She has been with Deloitte US for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

致谢

The authors would like to thank **Mark Casey, Joost Krikhaar, Pankaj Bansal,** and **Richa Khanna** for their contributions to this chapter.

撰稿人

Simon Ames, United Kingdom

Chris Arkenberg,
United States

Brooke Auxier, United States

Pankaj Bansal, India

Ariane Bucaille, France

Mark Casey, Netherlands

Allan Cook, United States

Paulo Lopes Costa, Portugal

Gillian Crossan, United States

Rupert Darbyshire,
United Kingdom

Adam Deutsch, United States

Ankit Dhameja, India

Gautham Dutt, India

Thiago Elias de Silva, Portugal

Ralf Esser, Germany

Andrew Evans,
United Kingdom

Jack Fritz, United States

Pete Giorgio, United States

Dan Hamling, United States

Chris Hanson, United
Kingdom

John Helliwell,
United Kingdom

Gill Hofmeyr, South Africa

Naima Hoque Essing,
United States

Susanne Hupfer,
United States

Aijaz Hussain, United States

David Jarvis, United States

Andronicah Jiyane,
South Africa

Manya Kalia, United Kingdom

Richa Khanna, India

Kirti Khattri, India

Tim Krause, United States

Joost Krikhaar, United States

Brandon Kulik, United States

Kim Lachmann, Germany

Wayne Lam, United States

Mark LaViolette,
United States

Paul Lee, United Kingdom

Jeff Loucks, United States

Garikai Matambo,
South Africa

Alexander Mogg, Germany

Kelly Moran, United States

Lynn Mountford, South Africa

**Nuno Andre
Oliveira**, Portugal

Dennis Ortiz, United States

Derek Pankratz, United States

Hugo Pinto, Portugal

Sriram Prakash,
United Kingdom

Ethan Qi, China

Karthik Ramachandran, India

Akash Rawat, India

Negina Rood, United States

Adam Routh, United States

**Pedro Goncalo
Sanguinho**, Portugal

Paul Silvergate, United States

Christie Simons, United States

Lupine Skelly, United States

Ben Stanton, United Kingdom

Duncan Stewart, Canada

**Pedro Marques
Tavares**, Portugal

Abhilash Thalathoti,
United States

Arpan Tiwari, United States

Dieter Trimmel, Germany

Stefanus van der Merwe,
Namibia

Jeanette Watson, United
States

Kevin Westcott, United States

Craig Wigginton, United States

Ben Wood, United Kingdom

Jimmy Zheng, United States

Taylor Lam, China

Mark Lian, China

Leo Chen, China

Pu Qinglu, China

Roger Chung, China

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.

Industry leadership

Ariane Bucaille

Global Technology, Media & Telecommunications industry leader | Deloitte & Associés |
abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications industry (TMT) leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France.

Gillian Crossan

Global Technology sector leader | Deloitte LLP | gicrossan@deloitte.com

Gillian Crossan is a principal in Risk & Financial Advisory, Deloitte & Touche LLP, and leads the global technology industry sector.

Kevin Westcott

Global Telecommunications, Media & Entertainment sector leader | Deloitte Consulting LLP |
kewestcott@deloitte.com

Kevin Westcott, vice chair, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice.

德勤中国联系人

林国恩 Taylor Lam

德勤中国副主席
科技、传媒和电信行业主管合伙人
电话: +86 10 8520 7126
电子邮件: talam@deloitte.com.cn

陈颂 Leo Chen

半导体行业主管合伙人
电话: +86 21 6141 1911
电子邮件: leoschen@deloitte.com.cn

胡新春 Tony Hu

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

陈耀邦 Bong Chan

科技、传媒和电信行业华南区主管合伙人
电话: +86 755 3353 8227
电子邮件: ybchan@deloitte.com.cn

刘洋 Liu Yang

科技、传媒和电信行业华西区主管合伙人
电话: +86 28 6789 8198
电子邮件: yaliu@deloitte.com.cn

叶勤华 Jimmy Ip

科技、传媒和电信行业审计合伙人
电话: +86 10 8512 5124
电子邮件: jiip@deloitte.com.cn

谢似君 Tracy Xie

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

殷亚莉 Yali Yin

科技、传媒和电信行业税务与商务咨询合伙人
电话: +86 10 8520 7564
电子邮件: yayin@deloitte.com.cn

张耀 Zhang Yao

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

周立彦 Lisa Zhou

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

廉勋晓 Mark Lian

科技行业主管合伙人
电话: +86 10 8520 7156
电子邮件: mlian@deloitte.com.cn

何铮 He Zheng

传媒及娱乐行业主管合伙人
科技、传媒和电信行业风险咨询合伙人
电话: +86 21 6141 1507
电子邮件: zhhe@deloitte.com.cn

王嘉华 Hanson Wang

德勤元宇宙卓越中心主管合伙人
电话: +86 10 8534 2558
电子邮件: hansonwang@deloitte.com.cn

李宝芝 Polly Lee

电信、传媒及娱乐行业华南区主管合伙人
电话: +852 2852 6727
电子邮件: pollee@deloitte.com.hk

濮清璐 Pu Qinglu

科技、传媒和电信行业华东区主管合伙人
科技、传媒和电信行业财务咨询合伙人
电话: +86 21 6141 1669
电子邮件: qlpu@deloitte.com.cn

陈兆临 Andrew Chen

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

江玮 David Jiang

科技、传媒和电信行业风险咨询合伙人
电话: +86 21 2312 7088
电子邮件: davidjiang@deloitte.com.cn

王佳 Jessie Wang

科技、传媒和电信行业税务与商务咨询合伙人
电话: +86 10 8512 4077
电子邮件: jeswang@deloitte.com.cn

钟昀泰 Roger Chung

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

李艳 Lavender Li

科技、传媒和电信行业助理经理
电话: +86 23 8969 2507
电子邮件: 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, Andy Bayiates, Aditi Gupta, Aishwarya Iyer, Dilip Poddar, Arpan Kumar Saha, Aparna Prusty, Blythe Hurley, Shambhavi Shah, and Preetha Devan

创意： Sylvia Chang, Jaime Austin, Sofia Sergi, Govindh Raj, Sanaa Saifi, Rishwa Amarnath, Ayushi Mishra, Pooja N, and Gautham Dutt (TMT center)

推广： Pooja Boopathy

封面设计： Sylvia Chang, Jaime Austin, and Sofia Sergi

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

本通讯中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构（统称为“德勤组织”）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，您应咨询合格的专业顾问。我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何（明示或暗示）陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。德勤有限公司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。

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤全球。