

**2022全球高科技、媒體及
電信產業趨勢預測**



Deloitte's Technology, Media, and Telecommunications (TMT) group brings together one of the world's largest pools of industry experts—respected for helping companies of all shapes and sizes thrive in a digital world. Deloitte's TMT specialists can help companies take advantage of the ever-changing industry through a broad array of services designed to meet companies wherever they are, across the value chain and around the globe. Contact the authors for more information or read more on www.deloitte.com.

目錄

前言	1
都是螢幕惹的禍	2
全世界都在流失用戶：全球影音串流大戰	3
老當益壯：遊戲主機歡慶問世50週年	9
永無止「晶」	14
一片難求：半導體供應短缺將延續至2022年	15
賭注加碼：瞄準半導體產業，創投資金創下新高	20
RISC-V興起：巨頭之下，開源晶片架構標準RISC-V能否立足？	26
建立連線	31
固定無線接取：逐漸蠶食有線寬頻的地盤	32
Wi-Fi 6：鋒芒不露—企業未來聯網不可或缺	37
醫療照護無所不在	44
與日俱進：穿戴式醫療科技	45
綠色與多樣性	51
智慧型手機的永續性：壽命更長且更環保	52
科技產業中的女性：漸入佳境，但仍面臨新挑戰	59
嶄新的下一步	67
從球員卡到數位影視：NFT帶領運動收藏品進入數位時代	68
人工智慧下的隱私：同態加密及聯合學習有助穩固人工智慧隱私安全性	75
2022量子運算技術：話題滿滿，但是否用處多多？	81
人工智慧全面檢視：人工智慧監管日趨嚴格	87

前言

2022年高科技、媒體與電信產業趨勢預測

在去年的《高科技、媒體與電信產業趨勢預測》報告中，我們將新冠肺炎稱為讓高科技、媒體與電信產業改變的「催化劑」；而在近兩年後的現在，人們依舊無法擺脫疫情的影響。但我們衷心期盼，2022年除了能夠走出疫情的陰霾外，還能夠獲得更多成就。

新冠肺炎確實加速了許多預測趨勢：因疫情封鎖而驅動的遊戲主機銷售成長；更激烈的影音串流服務競爭導致的用戶流失；傳統電視收視佔比下滑；更普及的健康與醫療科技；5G及其他用於企業與家庭的先進聯網能力的成長。不過，疫情之下仍存在新的黃金契機，包含新興科技如 RISC-V，其開源特性為晶片架構帶來優勢；量子運算以及它的近親—量子通訊和量子感測；可增加電視廣告觸及率的定址廣告技術，以及為體育及其他媒體貨幣化提供了新途徑的非同質化代幣（NFT）。事實上，從 2020 年 3 月後才開始的體育 NFT，其交易額已超過十億美元！

本年度的部分預測可讓我們作為警惕。科技產業雖在提高女性勞動力方面持續取得進展，但仍需要加大努力來維持成果。男性及男孩的閱讀量可能持續低於女性及女孩，進而影響學業成就以及社交技能。人工智慧的相關規範可能會更加嚴格，並針對某些人工智慧應用程式進行限制，甚至禁止使用。

然而，也有許多值得分享的亮點：新興的隱私強化技術有助於解決人工智慧應用的隱私及安全難題；全球半導體短缺的現象可望獲得緩解，同時數十億美元的創投資金將湧入半導體新創公司、刺激創新；智慧型手機的使用壽命延長，降低了對環境的影響；浮式太陽能發電面板（floating solar panel，或稱 floatovoltaics）已準備就緒，可望成為再生能源的生力軍。

期許《2022 高科技、媒體與電信產業趨勢預測》能夠確實反映出世界的現況，並描繪出即將來到的未來。



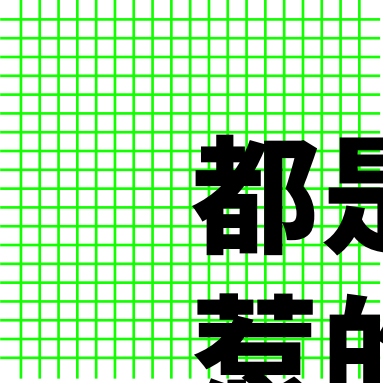
Ariane Bucaille
全球高科技、媒體與
電信產業負責人



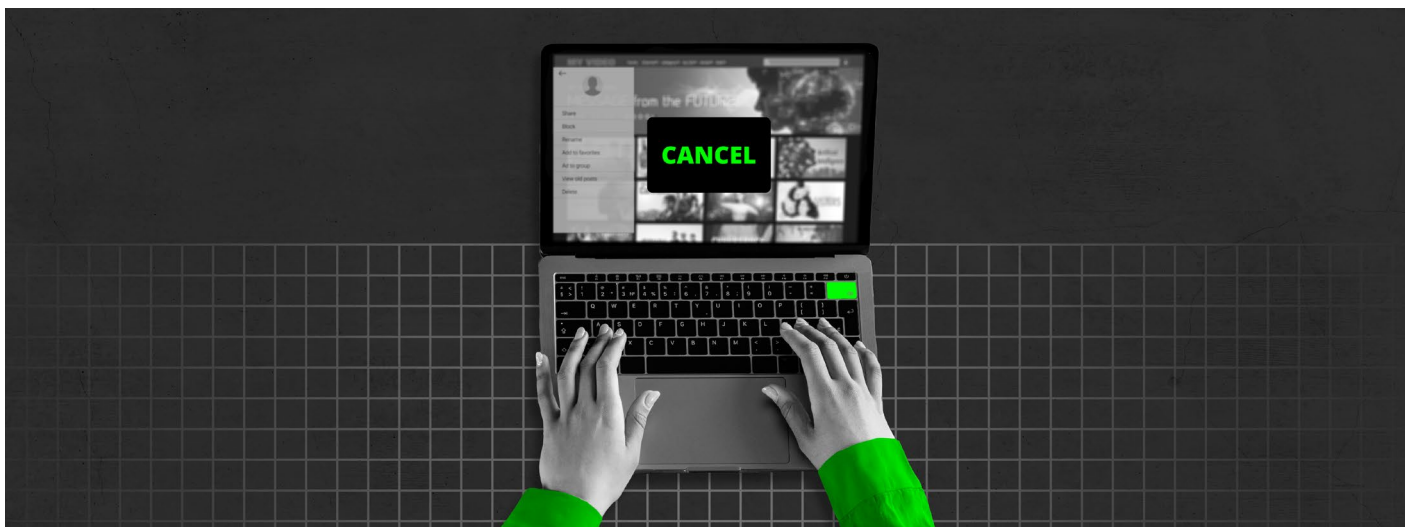
Gillian Crossan
全球電信產業負責人



Kevin Westcott
全球電信、媒體與娛樂
產業負責人



**都是螢幕
惹的禍**



全世界都在流失用戶：全球影音串流大戰

訂閱制隨選影音(SVOD)服務商力圖吸引全球觀眾，
進一步點燃市場競爭並加速用戶流失
依市場需求客製化商業模式可能將是成功關鍵

Chris Arkenberg, Paul Lee, Andrew Evans, and Kevin Westcott

隨著領先的串流服務供應商向全球擴展版圖，各國的媒體公司紛紛推出自家的國內影音串流服務，而激烈的競爭創造了豐富的消費選擇，同時也加速了用戶的流失。2022年，Deloitte Global 預測全球至少有 1.5 億個隨選串流影音服務的付費訂閱將遭取消，每個市場的用戶流失率將達到 30%。

這顯然是個惡耗。幸好，整體新增的訂閱數會高於取消訂閱數，每人平均訂閱數也將上升，而在流失率最高的市場中，許多用戶仍可能再次訂閱之前曾取消的服務。這些都是訂閱制隨選影音（Subscription video-on-demand，簡稱「SVOD」）競爭市場成熟的跡象。隨著 SVOD 技術逐漸成熟，可能需要利用不同的創新商業模式以及盈利途徑，才能向全球成本敏感度不同的地區擴展商業版圖。

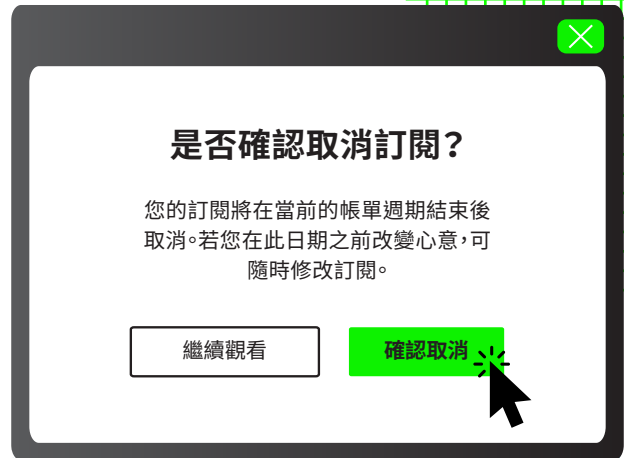
在消費者獲得更多選擇的同時， 供應商失去了更多顧客

「顧客流失」在此是指訂閱者取消訂閱。對於 SVOD 供應商而言，獲取每位訂閱者的成本可達 200 美元，這無疑是個重大難題，儘管獲取成本可能因市場而異。¹ 隨著 SVOD 供應商數目增加，以及未開發的消費者數目減少，訂閱者獲取成本可能會隨之提高，而使客戶保留率日益重要。

用戶流失的現象在 SVOD 服務普及率最高、服務選擇最多元的美國最為顯著。成熟市場的特點在於，強檔節目內容會在主要服務之間傳播，而隨著新供應商進入美國市場，消費者擁有更多優質及小眾的訂閱選擇，以取得並持續收看真正想要的節目內容。然而，管理及支付這些訂閱內容讓許多消費者感到精疲力盡，並且對於所支付的成本更為敏感。這些情形可能促使使用者取消訂閱，或尋求更便宜的廣告贊助影音串流產品，進而在管理成本的同時，能依據需求新增、取消服務，達到「只為想要的內容付費」的目的。

供應商企圖以優質內容挽留顧客，為此每年花費數十億美元開發或購買頂級節目。

最終所造成的結果是，2021 年美國約有 80% 的家庭訂閱付費 SVOD 服務，² 但用戶流失率約為 35%。³ 供應商企圖以優質內容挽留顧客，為此每年付出數十億美元開發及購買頂級節目。但如此高昂的費用支出不可能一直持續下去，消費者將會承受更多的價格上漲。



因此，更多美國 SVOD 供應商提供更便宜或免費的廣告方案，以價格做為對抗用戶流失的另一種手段。

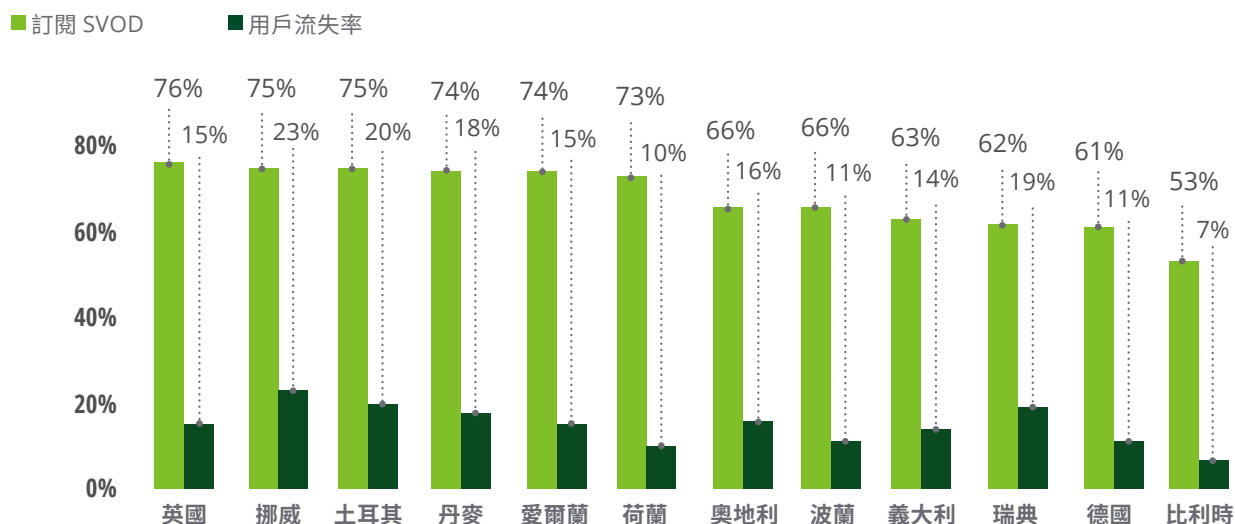
較年輕的歐洲 SVOD 市場則多複製美國的模式。歐洲的廣電業者在一開始推出隨選服務時，所提供的節目數量相對較少，且通常不需任何成本。但來自美國的供應商隨即提供了內容更豐富的付費訂閱服務方案，並以數據驅動的內容推薦提供更簡單的使用者體驗。競爭促使許多歐洲供應商紛紛仿效，進而造成該市場大幅成長。截至 2021 年年中為止，歐洲各國的用戶流失率介於 7% 至 23% 之間（圖 1）⁴。但 2022 年歐洲市場的競爭可能會更加激烈，進而導致更高的流失率，不過預計仍將低於 25%。

付費訂閱適合已開發國家，而發展中國家的受眾則更偏好免費的廣告贊助選項。⁵ 在拉丁美洲，全球與當地的 SVOD 服務供應商正以低於已開發國家的價格，針對這些地區提供量身打造的方案與內容。⁶

圖 1

2021 年年中歐洲各國的用戶流失率介於 7% 至 23% 之間

2021 年部分歐洲國家 SVOD 服務的訂閱率及流失率（單位：百分比）。



調查問題：「您有訂閱以下哪種數位訂閱服務？在過去的 12 個月內，您或您的家人是否有訂閱或取消任何付費影音串流服務？」

註：權重基數：在奧地利 (1,000)、比利時 (2,000)、丹麥 (1,000)、德國 (2,000)、愛爾蘭 (1,000)、

義大利 (2,000)、挪威 (1,000) 以及瑞典 (1,000)，年齡為 18 至 75 歲；在英國 (4,160) 受訪者年齡為 16 至 75 歲；

在荷蘭 (2,000) 受訪者年齡為 18 至 70 歲；在土耳其 (1,000) 受訪者年齡為 18 至 55 歲；而在波蘭 (2,000) 受訪者年齡為 18 至 65 歲。

資料來源：Deloitte 數位消費趨勢，2021 年 7 月至 8 月。

許多供應商選擇以廣告彌補使用者獲取以及影音內容的成本，以降低因用戶流失所造成的每月訂閱成本。部份大型區域競爭者也鎖定新移民社區，在與領先串流媒體合作的同時，將內容提供給更多的觀眾。⁷

在亞太地區，免費的廣告隨選影音 (ad-supported video-on-demand, 簡稱「AVOD」) 服務占據主導地位。中國與印度的 AVOD 訂閱量達到數億，遠高於 SVOD 的訂閱量。例如，印度的影音串流供應商 Hotstar 擁有 3 億名活躍使用者，其中僅有 4,640 萬名付費使用者；⁸ 而中國的愛奇藝則擁有 5 億名觀眾，其中 1 億名為付費使用者。⁹ 這些服務提供從免費至付費會員 (Premium) 的多種價格等級，重點在於將免費廣告使用者升級銷售為付費會員，¹⁰ 企圖以訂閱營收抵消更高的潛在串流內開發和使用者獲取成本。¹¹

不僅如此，這些供應商更提供了多重服務搭售，包括內容創新及廣告、遊戲與音樂，以及行動優先互動。¹² 這些服務讓供應商得以聚集大量受眾，並以各種方式從中增加獲利，而非僅僅是透過訂閱及影片，¹³ 同時亦有助於減少用戶流失的現象。

亞洲的行銷模式，在美國的影音串流服務商試圖拓展全球版圖，以及歐洲、拉丁美洲與非洲的供應商發展自家服務時，或許可帶來些啟發。¹⁴ 隨著多個市場的成熟，可預測 SVOD 服務的成長對於廣告贊助模式的依賴將日益加重，同時 SVOD 服務將不再以訂閱數作為成功與否的衡量標準，而是來自所有服務及來源所獲得的總營收，而這可能有利於那些不單只提供串流影音服務的媒體公司。

結論

無論採用的商業模式為何，隨著競爭的加劇，全球供應商都應該控制用戶流失率。影音內容開發及顧客獲取的成本不太可能下降，而開發新顧客與留住現有觀眾的壓力將持續。為了取得成功，SVOD 供應商應該致力於深入了解客戶及其終身價值、為不同的客群開發更多的選擇，並凸顯出多元娛樂選項的價值。

提供更多種的價格等級：供應商可依據訂閱使用者區隔的不同，為每個市場量身打造更多的價格等級。透過由多個廣告贊助與補助的價格等級吸引觀眾，再以 VIP 等級鎖定高級使用者，並提供獨家內容，例如：電影首映及付費會員獨享的體育賽事。供應商還可為免費的廣告贊助服務的訂閱者提供激勵計畫，提供免費訂閱者觀賞付費及獨享內容的途徑。

了解合作夥伴的價值：與電信業者或有線電視合作可觸及大部分的人群，尤其是在行動優先市場。此舉將有助於 SVOD 供應商縮減分銷及顧客管理的成本，或制定更多激勵措施，促使用戶繼續使用訂閱方案。而與製片廠及發行商合作亦有助於管理成本、觸及更廣大的受眾，以及開發區域性的內容。然而，SVOD 供應商應確保顧客的滿意度以及對顧客資料的存取權，不會因這種合作方式而受到削弱。

了解客戶價值：擁有更佳的小型顧客群資料，對於有效建立個人化內容、開發新顧客以及保留顧客的策略至關重要。這些資料有助於預測顧客因為成本敏感度上升，或因為對內容不感興趣而離開的時機，甚至可更深入獲知不同市場群體的成功秘訣，以降低開發新內容的風險。透過使用資料了解顧客的終身價值，可讓供應商與顧客建立更持久的關係，特別是與利潤更高的年齡層：若可留住一位高忠誠度的 20 歲顧客，供應商將可在未來的數十年內獲得持續性營收。

向其他供應商學習：SVOD 供應商可從世界各地成熟的隨選服務學習，以預測並且減少顧客流失。亦可向已擁有客戶流失管理經驗的電信商、遊戲與社交媒體業者（SVOD 的兩大競爭對手）學習。

SVOD 的成功基礎在於，可作為更具彈性的付費電視替代方案，後者的成本與限制較多，而由於消費者已經習慣自行組合娛樂節目，因此不太可能放棄這種自由。SVOD 供應商最終取得成功的方式，可能在於與消費者建立細緻入微的關係、持續不斷提供價值，而非設法增加消費者離開的難度。

Endnotes

1. Deloitte calculated this range by dividing “marketing” expense by “net subscriber adds” for three major streaming services. Using the same calculation, J.P. Morgan estimates Netflix’s customer acquisition costs for the following years—2018: US\$82.81; 2019: US\$95.31; 2020: US\$67.89. See: Timothy Green, “Here’s why Netflix’s marketing costs exploded,” *Motley Fool*, April 21, 2019.
2. Leichtman Research Group, “78% of US households have an SVOD service,” press release, August 28, 2020.
3. Kevin Westcott et al., *Digital media trends, 15th edition: Courting the consumer in a world of choice*, Deloitte Insights, April 16, 2021.
4. Deloitte, *Digital Consumer Trends, June–August 2021*. Weighted base: All respondents aged 18–75 in Austria (1000), Belgium (2000), Denmark (1000), Germany (2,000), Ireland (1000), Italy (2000), Norway (1000), and Sweden (1000); aged 16–75 UK (4160); aged 18–70 Netherlands (2000); aged 18–55 Turkey (1000); and aged 18–65 Poland (2000).
5. Hernán Amaya, “Claro Box TV to be launched in all Latin American countries,” *TAVI Latam*, April 28, 2021.
6. John Hopewell, “HBO Max to launch in Latin America at \$3–\$6 per month with live sports, theatrical window for Warner movies,” *Variety*, May 26, 2021.
7. Tom Grater, “How Brazilian TV giant Globo is planning to compete with Netflix & Amazon in the streaming war,” *Deadline*, January 19, 2021.
8. Gaurav Laghate, “Disney+Hotstar FY21 net loss widens to Rs 600.8 crore; income up 5%,” *Economic Times*, October 27, 2021.
9. iQIYI, “iQIYI announces first quarter 2020 financial results,” press release, May 18, 2020; iQIYI, “Company overview,” accessed October 7, 2021.
10. Pioneer Consulting APAC Insights, “What SVOD players in southeast Asia can learn from China,” February 17, 2020.
11. Nikki Sun, “Alibaba, Baidu and Tencent learn Netflix lessons in content fight,” *Nikkei Asia*, June 1, 2021.
12. Jeff Loucks, Mark Casey, and Craig Wigginton, *Ad-supported video: Will the United States follow Asia’s lead?—TMT Predictions 2020*, Deloitte Insights, December 9, 2019. Deloitte’s 2021 Digital Media Trends Survey found that churn for paid streaming video services—those who have cancelled or both added and cancelled a service—has stabilized in the United States around 34%.
13. *Ibid* (*Ad-supported video*).
14. Netflix has announced a free tier for users in Kenya, as a way for people to experience its service. Netflix offers a subset of its catalog to watch for free with the intent that this encourages upgrading to a subscription. See: Cathy Conk, “Netflix launches free plan in Kenya,” *Netflix*, September 20, 2021.

About the authors

Chris Arkenberg | United States | carkenberg@deloitte.com

Chris Arkenberg is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. He has dedicated his career to exploring how people and organizations interact with transformational technologies.

Paul Lee | United Kingdom | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a UK partner and the global head of research for the technology, media, and telecommunications (TMT) industry at Deloitte. In addition to running the TMT research team globally, Lee manages the industry research team for Deloitte UK.

Andrew Evans | United Kingdom | aevans@deloitte.co.uk

Andrew Evans is the United Kingdom's Media & Entertainment audit leader and sits on the TME Executive. He has over 20 years' experience working with television, broadcasters, music, licensing, and gaming companies both in the United Kingdom and globally.

Kevin Westcott | United States | 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.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Jana Arbanas, Sophie Beerlage, Ines Blanco, Ankit Dhameja, Concha Iglesias, Antonio Lazaro-Carrasco, Danny Ledger, Javier Moncada, and Jan-Piet Nelissen.**



老當益壯：遊戲主機歡慶問世50週年

電玩遊戲主機市場並未感受到中年危機，其保持競爭力的秘訣在於不斷創新的遊戲內容、玩家體驗以及商業模式

Paul Lee, Chris Arkenberg, and Kevin Westcott

遊戲主機生態系將在 2022 年迎來 50 週年慶，同時可望打破過往的營收紀錄、全面發展最新一代的設備，並擁有更堅實的發展基礎。¹ Deloitte Global 預測，2022 年主機市場將創造 810 億美元的營收，較 2021 年成長一成。而遊戲玩家將於年底達到 9 億人，預計每位可帶來 92 美元的收益，明顯多於每位電腦遊戲玩家預計的 23 美元及每位手機遊戲玩家預計的 50 美元。²

2022 年遊戲主機的營收中，約有 590 億美元來自軟體的銷售，包括電玩遊戲、訂閱費用（超過 100 億美元）以及應用程式內購買。供應鏈困境曾限制了 2020 年底發行的最新一代遊戲主機的供應量，但隨供應鏈問題緩解，遊戲主機硬體銷售額可望超過 220 億美元。重要的是，與前幾代遊戲主機相比，最新一代遊戲主機推出的售價能維持更久的時間，證明了其定價的韌性。³

預期在 2022 年之後，主機軟體的銷售額將持續成長，並在 2025 年前達到近 700 億美元。⁴ 在這段期間內，包括下載、訂閱、遊戲通行證 (Game Pass)，以及應用程式內支付 (in-app payments) 等數位遊戲消費，其銷售佔有率將從 2022 年的 65% 提升至 2025 年的 84%。

多元創新成為遊戲主機生態系的強力後盾

以遊戲主機為中心的生態系日漸擴大，不斷創新遊戲內容、玩家體驗以及商業模式。這些創新正將遊戲主機生態系的基礎，從成品的一次性銷售（無論是實體遊戲主機或是遊戲本身），轉變為鼓勵玩家每日上線（通常為多人線上遊戲形式）、永久且持續發展的娛樂服務，進而成為穩定的收益來源。

訂閱制是重要的發展之一。在此報告中，我們預測 2022 年遊戲主機擁有者的多人及單人遊戲訂閱數將超過 2 億。到 2025 年，這些訂閱可能帶來超過 110 億美元的營收，遠高於 2020 年的 66 億美元。⁵ 從一台被持有 8 年的主機所獲得的訂閱營收，可能與遊戲主機本身的銷售金額相同。

另一個值得注意的創新是遊戲的可下載內容 (Downloadable Content, DLC)，為玩家提供了遊戲的新「副本」及故事線、虛擬貨幣的使用以及遊戲內的附加物，例如更佳的裝備及獨特的服裝。一些遊戲還演變成為遊戲即服務 (games-as-a-service)，不斷更新遊戲的故事線、內容以及事件，鼓勵玩家定期上線遊玩。例如 Rockstar 公司的《俠盜獵車手 5》(Grand Theft Auto 5) 從 2013 年 9 月開始營運，為玩家提供最頂級的單人遊戲體驗。但在持續拓展遊戲世界之後則演變成多人線上遊戲，使其成為 2010 年至 2019 年間美國市場上最暢銷的遊戲。⁶

另一種方式則是每年定期釋出新的遊戲版本，而非不定期釋出。這種策略常見於《FIFA 國際足盟大賽》、《世界足球競賽》(Pro Evolution Soccer) 和《勁爆美式足球》(Madden) 等體育類遊戲中。因為現實生活中，每個球隊的球員都會不斷改變，且每年都會發生一兩次重要的球員轉會事件，因此體育類遊戲較適合每年更新。這種每年釋出新版本的遊戲還可與額外的收益來源結合，例如應用程式內支付以及遊戲通行證。

還有一項創新是，主機遊戲製造商從手機遊戲經驗中取經，提供免費遊戲，透過應用程式內支付獲利。在這類案例中，最著名的是 Epic Games 所推出的《要塞英雄》(Fortnite)，已讓玩家消費數十億美元。⁷ 部份案例例如《火箭聯盟》(Rocket League)，則是由過去直接銷售的遊戲轉變為這種模式。⁸ 而熱門的多人線上遊戲與沉浸式的社交媒體類似，透過購買「皮膚」(衣服、髮型等) 及「表情」(通常為手勢及舞蹈動作)，讓遊戲人物更具社交性且更有個人風格。

遊戲主機成長的最後一個推動因素是與行動裝置逐步整合。雖然遊戲向來只專為兩種裝置中的一種而設計，但現在主機遊戲已開始與互補的智慧型手機應用程式整合，讓玩家能夠從任一裝置登入同款遊戲。到 2022 年，這種稱為「跨平台連線」(cross-play) 的新興趨勢將加速發展。《決勝時刻》(Call of Duty) 是遊戲主機與行動裝置整合的早期範例，可說是最熱門的多人線上主機遊戲系列之一。這個系列推出了行動版的遊戲，讓玩家即便沒有大螢幕，仍可隨時隨地遊玩及消費。根據一項估計，《決勝時刻：Mobile》擁有 2 億名活躍使用者，而每日的活躍使用者人數約為 3,000 萬。⁹

在 2022 年，關於遊戲主機與行動裝置整合是否對遊戲主機有利的爭議仍有待定論。但隨著時間的推移，跨平台連線可能會降低遊戲主機的價值，或至少削弱單一遊戲平台推出獨家遊戲新版本的重要性。這凸顯了遊戲生態系日益緊張的情勢：最暢銷的遊戲系列正與執行遊戲的硬體裝置爭奪主導權。

結論

遊戲主機在 2022 年相當活躍，其中以營收線的成長最為顯著。¹⁰ 2020 年至 2021 年間剛推出三款最新一代的遊戲主機，¹¹ 而多款重要的新遊戲則預計將在 2022 年至 2023 年¹² 推出。擁有 6 年平均壽命的新款遊戲主機仍將是最吸引人的遊戲體驗。

遊戲主機未來亦不會缺乏新客群，且將影響到爭取相同客群的其他媒體。遊戲主機的使用者基礎年輕、身強體壯，且群體不斷擴大。Deloitte 針對美國消費者所進行的研究指出，14 至 24 歲的受訪者多將遊戲列為最喜歡的娛樂形式，排名甚至在電視及串流影音媒體之前。¹³ 隨著該世代的年齡增長，遊戲仍可能是其生活的重要部份。千禧世代和 X 世代的玩家亦不斷成長，而在遊戲主機陪伴下長大的中年玩家仍保持高忠誠度，或在 40 歲到 50 歲時重回遊戲主機的懷抱。¹⁴

疫情進一步促進了遊戲的普及以及熱衷度。疫情期間，家長花費更多時間陪孩子玩遊戲，而這種社交活動極可能會持續下去。¹⁵ 在 COVID-19 疫情減緩後，戶外活動可能會與遊戲競爭民眾的娛樂時間，但即使在重新開放的城市中，遊戲仍是相當受歡迎的娛樂選項。¹⁶ 在受疫情社交距離限制以前，《要塞英雄》、《決勝時刻：現代戰域》以及《Apex 英雄》等熱門遊戲，都已建基於社交體驗，進而加強顧客留存率：離開遊戲可能代表與朋友失去聯繫。從競爭的角度而言，雲端遊戲將可望取代遊戲主機，但在 2022 年所造成的威脅程度並不高。部分原因是網路尚未準備就緒：在今年，全球大多數家庭仍缺乏在進行高效能雲端遊戲的同時，亦能滿足其他家用頻寬需求的聯網技術。即使是 720 像素（低於高清）的雲端遊戲，也需要 20 Mbit/s 的專用網路連線。此外，雲端遊戲需要上游玩家資料處理，因此對資料連結、甚至資料管理計畫都有更高的要求。¹⁷ 而在遊戲體驗方面，隨著以 4K 解析度（8K 解析度也已就緒）為裝機基礎的遊戲主機穩定成長，雲端遊戲服務所提供的 4K 體驗將失去吸引力。¹⁸ 儘管遊戲發行商已將部份遊戲移植到雲端，但他們發現沒有發布雲端平台獨家遊戲的誘因。顯然，雲端遊戲必須提供比遊戲主機更多的價值才能夠驅動成長，例如實現能同時容納數千名玩家、更廣大而豐富的遊戲世界（大部份的多人線上遊戲，在同一世界的玩家人數上限為 150 名）。

無論如何，未來將有越來越多遊戲在網路上執行及釋出，遊戲主機製造商應為此著手布局。對遊戲主機生態系而言，最具競爭力的方式，是將遊戲主機最佳的要素，也就是高效能邊緣計算，與優質的雲端服務結合，而其服務已涵蓋線上市集及多人線上遊戲等。遊戲主機製造商可透過開發、採購或取得更多知識產權（IP）內容授權，強化其遊戲開發工作室的角色，亦可探索遊戲主機如何為居家遊戲服務提供品質保證，並且在內容控制、社交內容管理，以及為不同家庭成員提供不同購買方案等方面發揮更多作用。此外，遊戲主機製造商還應考慮提供 Premium 會員硬體方案或是增加顯示卡的選項，以滿足玩家的各種需求，例如電子競技活動的玩家通常更偏好客製化及可擴充的電腦。

總而言之，遊戲主機的人氣依舊旺盛，絕非已經過時的平台。藉由提供具吸引力且高度社交化的遊戲體驗，以及可帶來經常性收入的商業模式，遊戲主機將會持續蓬勃發展、欣欣向榮。五十週年快樂！

Endnotes

1. The first home video games console was the Magnavox Odyssey, which was launched in September 1972. The console could display three square dots and one line of variable length. The console sold 350,000 units over its lifetime. See: Wikipedia, "Magnavox Odyssey," accessed October 6, 2021.
2. Deloitte estimate based on data from Tom Wijman, "Global games market to generate \$175.8 billion in 2021; despite a slight decline, the market is on track to surpass \$200 billion in 2023," Newzoo, May 6, 2021; IDG forecast cited in Sony Interactive Entertainment presentation: Jim Ryan, "Game & network services segment," Sony, accessed October 6, 2021; App Annie, *Gaming spotlight 2021 report with IDC*, accessed October 6, 2021; Dean Takahashi, "Newzoo: There will be over 3 billion gamers by 2023," *VentureBeat*, June 25, 2020; James Davenport, "2022 is eating 2021 alive to become a monster year for PC gaming," *PC Gamer*, July 21, 2021.
3. Most successful consoles have seen price drops after about a couple of years, but the Nintendo Switch, launched in 2017, was still selling at full price in July 2021. Sony's PS5 is expected to remain in tight supply through 2022. See: Kyle Orland, "Nintendo's 'OLED model' Switch estimated to cost just \$10 more to produce," *Ars Technica*, July 15, 2021; Hirun Cryer, "PS5 shortages will continue until next year according to Sony," *GamesRadar+*, May 10, 2021.
4. IDG forecast for physical and digital software downloads, cited in Sony Interactive Entertainment presentation: Ryan, "Game & network services segment," p. 6.
5. Juniper Research, "Video games subscription revenue to exceed \$11 billion by 2025, but cloud growth will be slow," press release, October 5, 2020.
6. Jeff Grubb, "NPD: The top 20 best-selling games of the decade in the U.S.," *VentureBeat*, January 16, 2020.
7. Mitchell Clark, "Fortnite made more than \$9 billion in revenue in its first two years," *The Verge*, May 3, 2021.
8. *Rocket League* went free to play in September 2020. See: Max Parker, "Rocket League free to play arrives September 23," *Rocket League*, September 15, 2020.
9. ActivePlayer.io, "Call of Duty: Mobile," accessed October 6, 2021.
10. In July 2021, Sony announced it has passed 10 million sales for the PS5, making the latest-generation console the fastest selling ever. See: Veronica Rogers, "A new milestone: SIE sells 10 million PlayStation 5 consoles globally," Sony, July 28, 2021.
11. Following from the launch of Sony's and Microsoft's new consoles, Steam announced the launch of its Steam Deck console in July 2021, priced at US\$400. See: Ryan McCaffrey "Steam Deck FAQ: Valve answers the biggest questions," IGN, July 15, 2021.
12. A list of new releases for 2021–2023 is available at these sources: Sam Loveridge and Heather Wald, "Upcoming PS5 games: All the new PS5 games for 2021 and beyond," *GamesRadar+*, September 29, 2021; Loveridge and Wald, "Upcoming Switch games for 2021 (and beyond)," *GamesRadar+*, September 28, 2021; Loveridge, "Upcoming Xbox One games for 2021 and beyond," *GamesRadar+*, September 29, 2021.
13. Kevin Westcott et al., *Digital media trends, 15th edition: Courting the consumer in a world of choice*, Deloitte Insights, April 16, 2021.
14. Sony Interactive Entertainment notes that its PS1 gamers have stuck with them. See: Ryan, "Game & network services segment," p. 7.
15. Conor Pharo, "Parents playing five extra hours of video games a week to bond with their children, poll finds," *Independent*, October 30, 2020.
16. *Economist*, "As lockdowns lift, media firms brace for an 'attention recession'," July 3, 2021.
17. The upstream link instantaneously updates the game state to the server; this information must then be streamed back to players (up to 150 of them in some multiplayer games). See: Chris Arkenberg, *Cloud gaming and the future of social interactive media: Moving gaming to the cloud may promise richer playing experiences and provider opportunities—if both parties are willing to commit*, Deloitte Insights, March 9, 2020.
18. A long list of potential challenges to cloud gaming can be found here: Sean Hollister, "To succeed cloud gaming needs to disappear," *The Verge*, June 23, 2021.

About the authors

Paul Lee | United Kingdom | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a UK partner and the global head of research for the technology, media, and 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 | United States | carkenberg@deloitte.com

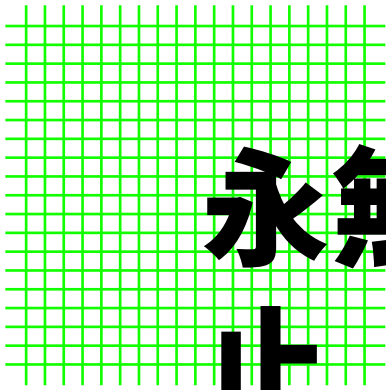
Chris Arkenberg is a research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. He has dedicated his career to exploring how people and organizations interact with transformational technologies.

Kevin Westcott | United States | kewestcott@deloitte.com

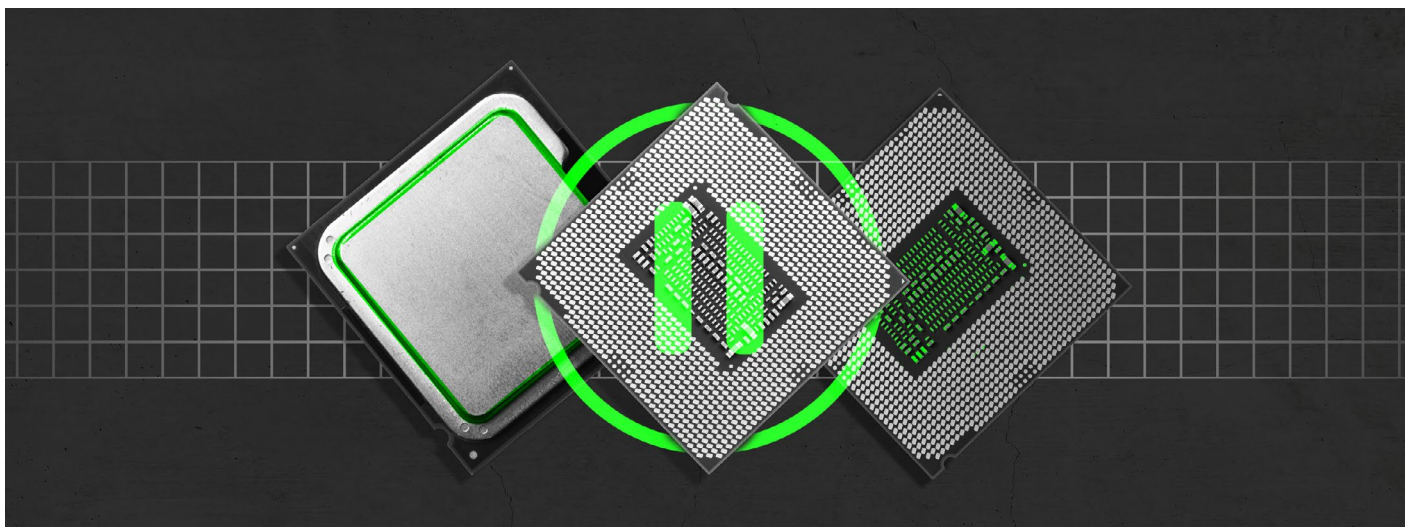
Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the-top, publishing, licensing,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

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Sam Blackie, Neil Clements, Adam Deutsch, Emmanuel Durou, Mitsuki Imamura, Hanish Patel, Suhas Raviprakash, Takeshi Shimizu, Matthew Sinclair, Ayako Tobe, Shunichi Tomita, Daan Witteveen, and Motoko Yanagawa.**



**永無
止「晶」**



一片難求：半導體供應短缺將延續至2022年

消費者、業界及政府對晶片需求高漲，半導體產業竭力應對

Duncan Stewart, Dan Hamling, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

全球對於半導體相關產品需求大增，晶片用量急劇增加，但2022年全球仍得耐心等待，直到晶片供應量趕上持續成長的需求，尤其是在當地製造的晶片。Deloitte Global 預測，多種晶片在2022年仍將面臨短缺，部份零組件的訂單交付時間將延至2023年，意即此短缺現象仍將持續24個月才得以緩解，與2008年至2009年間的晶片短缺情況類似。¹

好消息是，雖然晶片短缺將延續至2022年，但情形將比2020年秋季或2021年多數時期緩和，且影響不會擴及所有晶片類型。在2021年中，多種半導體供應出現短缺，顧客需等上20-52週的時間，導致製程

延誤或停滯，造成數百甚至數千億美元的營收損失。Deloitte 預測，2022年底前，這些訂單的交付時間將縮短至10-20週左右，產業供需可望在2023年初達到平衡。

需求以及更多的需求，就這麼簡單

造成晶片長期短缺的首要因素可歸納為：受數位轉型推動，需求大幅激增，並因疫情而加速擴大。消費性裝置甚至不是推動需求的唯一或主要因素。業界所有機械產品的數位化程度日益提高，而垂直產業對於數位化的依賴程度也與日俱增。例如：

- 2020年以及2021年裝置與資料中心的晶片需求量激增。疫情推動2021年初個人電腦的同期銷售成長率超過50%，²雲端運算資料中心的晶片採購量則成長了30%。³儘管這兩個領域的成長速度在2021年後期略為緩和，但2022年的需求量仍將遠高於長期趨勢。
- 汽車產業的晶片使用量正快速成長，且可預見其在未來將保持成長。在2010年，一般汽車所安裝的微晶片價值300美元。隨著汽車數位化程度提升，晶片價值可能在2022年成長至500美元以上，全年總額可望超過600億美元。⁴儘管有跡象顯示汽車產業的晶片短缺會在2021年夏季緩解，⁵訂單交付時間仍較以往來得更長，且汽車製造商仍在減低產量。⁶
- 醫療照護產業的晶片使用量也可能增加。主管機關正在進行穿戴式裝置及智慧貼片等聯網家庭醫療裝置的許可作業，尤其是在視訊看診普及之後，⁷這些裝置的使用量可能會達到數億個。
- 預計在未來幾年內，對於人工智慧專用晶片（特別是用於機器學習的訓練和推理）的需求將以每年50%以上的幅度成長，其中多數的晶片需要最尖端的製造技術。⁸

受到晶片短缺影響的案例中，汽車產業可能最廣為人知。但是關心晶片短缺的不僅僅是汽車製造商及其他終端消費者，整個供應鏈都十分關切。多數供應鏈的規劃著重於資源整合及成本效益，但也可能因此使供應鏈變得脆弱。在各層級供應商之間，有限的可見度且缺乏即時溝通，可能會導致「長鞭效應」，即需求的微小變動在傳遞的過程中一點一滴被放大，導致累積需求波動幅度增加。⁹

目前，半導體製造商正拼命追趕進度。全球三大半導體製造商宣布2021年的年度資本支出累計超過600億美元，且2022年的投入金額可能再提高。¹⁰其中部

份用於增加現有晶圓廠的產能，另一部份則用於興建新的設施，例如英特爾（Intel）耗資超過200億美元在亞利桑那州新建兩座新晶圓廠。¹¹除此之外，2021年及2022年對半導體新創公司的累積創投金額，將較過去15年的年平均值成長三倍以上。即使這些新創公司主要著重於晶片設計而非製造，但都期望能占用仍舊吃緊的產能製造晶片。¹²

為了預防短缺情形再次發生，各國政府正努力提高本土晶片的供應量。截至2020年，全球有81%的半導體代工製造來自台灣或韓國。¹³美國、¹⁴歐盟、¹⁵及中國¹⁶均致力於提高國家或地區的半導體產能，此過程稱為「在地化」。在地化不僅是為預防供應短缺，同時也為加強國家安全：擬撥款520億美元的《美國晶片製造法案》（CHIPS for America Act）即為《國防授權法案》（National Defense Authorization Act）一部分。¹⁷

在晶片製造產業的歷史中，將製程集中在極少數地區（例如過去的矽谷，以及最近的台灣和韓國）將帶來風險，而這些在地化措施的目的即在於降低這類風險。在產業景氣狀況良好時，這種聚集可提高效率、周轉時間以及盈利能力，但事實證明也將提高風險。若有多個國家決定透過增加自身產能來降低這種風險，整體產業的產能利用率與過去幾十年相比可能會呈下降趨勢，儘管波動仍會維持。以長遠的角度而言，代表短缺情形可能會減少，但代價是效率降低。

然而，在地化的過程需要時間。提高晶片的產能理應是個緩慢的過程，畢竟尖端的晶片被稱為史上最複雜的裝置，而世界上最專業的半導體製造商需要花費數十億美元以及無數個年頭、傾盡所有專業知識，才可順利讓新工廠啟動並運行。¹⁸

而情形也遠比想像中複雜，若非刻意觀察，可能無法得知半導體製造的關鍵短缺部分。缺乏封裝基板（封裝晶片中的微型界面層）即為其中之一。

這項短缺已限制了晶片製造好一段時間，使訂單交付時間長達一年或更久。¹⁹ 此外，製造商不僅需要工廠建築及晶圓，還需要更多設備如光刻工具以及打線封裝設備等，這些設備可在半導體晶圓上壓印出奈米級圖案，並在晶片封裝中打線互連。而上述這兩種設備，無論新舊均供不應求。光刻工具的訂單交付時間超過10個月，而通常供應充足的打線封裝設備，訂單交付時間也在6個月以上。²⁰

「數位轉型建立在矽晶圓的基礎之上，擴大了半導體創新的驅動力。對於半導體的需求已不再侷限於一兩個殺手級應用，而是在經濟朝向數位化與自動化過程中做的全面性、結構性的轉變。」

— 應用材料公司總裁暨執行長 蓋瑞·迪克森
2021年第三季財務報告
2021年8月19日²¹

結論

考量晶片短缺情形可能會持續至2022年，各方皆應做好準備以應付更長的訂單交期與可能的延遲，受影響的程度則因產業及應用而異。

2021年中期，部份最急迫的短缺情形似乎有所緩解，這取決於所需的晶片類型。而用於超大型資料中心、人工智慧及加密貨幣的晶片需求增加，可推斷出此類型的晶片在未來6-12個月內的供應將相對吃緊。

晶片使用者可預期，最先進的製程節點（3奈米、5奈米及7奈米）所製造的晶片，直至明年仍會供不應求。這些晶片製造難度最高而產率往往較低，較少晶圓廠有能力製造，同時需求高。先進程度較低的製程節點則可能會更快恢復供需平衡。

與此同時，半導體製造商、經銷商及設備供應商所面臨的最大挑戰，在於如何避免業界熟知的超漲超跌循環。根據過往經驗，每次短缺過後均會出現一段供過於求的時期，導致價格、營收及利潤下降。過去25年的循環彷彿像在坐一趟沒有人自願上車的雲霄飛車，1996年到2021年間，晶片的年同比營收曾不下七次飆升超過20%，但也曾在相同時期內五次暴跌近20%。2001年的下滑尤其令人難受，當年的營收較前一年下滑近50%。²²

然而，從長遠來看，整體趨勢仍呈向上成長。儘管面臨持續短缺，2021年全球半導體的銷售額已成長25%，預期2022年將再成長10%，達到6,060億美元，²³ 這幾乎是1990年580億美元的10倍。以全球GDP佔比來衡量，2021年的晶片營收比30年前增加了130%。²⁴ 在社會生活各層面的數位轉型所驅動的需求成長下，無論晶片是短缺還是過剩，半導體營收在全球經濟產出中的佔比仍有望繼續擴大。

Endnotes

1. Tim De Chant, "Chip shortage shows no signs of abating, may drag into 2022," *Ars Technica*, June 4, 2021.
2. IDC, "PC shipments show continued strength in Q1 2021 despite component shortages and logistics issues, according to IDC," April 9, 2021.
3. Deloitte analysis of public statements from hyperscalers.
4. Deloitte, *Semiconductors—the next wave: Opportunities and winning strategies for semiconductor companies*, April 2019.
5. Stephanie Yang and Yang Jie, "TSMC expects auto-chip shortage to abate this quarter," *Wall Street Journal*, July 15, 2021.
6. Trefis Team, "Toyota, Ford, VW cut production on chip shortages. These stocks stand to benefit," *Forbes*, August 23, 2021.
7. See companion 2022 TMT Prediction on wearable health monitoring devices.
8. Deloitte, *Semiconductors—the next wave*.
9. Aref Khwaja, Debanjan Dutt, and Chris Richard, *Reimagining the auto manufacturing supply network: Using the semiconductor crisis to effect positive change for the future*, Deloitte, April 2021.
10. Deloitte analysis of public statements from foundry companies.
11. Intel Newsroom, "Intel breaks ground on Arizona fabs," September 24, 2021.
12. See companion 2022 TMT prediction on VC investment in fabless semi companies.
13. Yen Nee Lee, "Two charts show how much the world depends on Taiwan for semiconductors," CNBC, March 15, 2021.
14. Semiconductor Industry Association, "CHIPS for America Act and FABS Act," accessed October 6, 2021.
15. Toby Sterling, "EU says its ready to invest 'significant' funds in chip sector," Reuters, May 20, 2021.
16. Semiconductor Industry Association, "Taking stock of China's semiconductor industry," July 13, 2021.
17. Semiconductor Industry Association, "CHIPS for America Act and FABS Act."
18. Ian King, Adrian Leung, and Demetrios Pogkas, "The chip shortage keeps getting worse. Why can't we just make more?," Bloomberg, May 6, 2021.
19. Debby Wu, Takashi Mochizuki, and Bloomberg, "Shares of this obscure chip component supplier have surged by over 1200% in the past three years," *Fortune*, September 16, 2021.
20. Anton Shilov, "Issues with chip packaging to affect supply of client processors in 2021," Tom's Hardware, January 21, 2021; Mark Lapedus, "Long lead times seen for equipment," *Semiconductor Engineering*, March 18, 2021.
21. Motley Fool, "Applied materials (AMAT) Q3 2021 earnings call transcript," August 19, 2021.
22. Semiconductor Industry Association, "Global semiconductor sales increase 1.9% month-to-month in April; annual sales projected to increase 19.7% in 2021, 8.8% in 2022," June 9, 2021.
23. Ibid.
24. Duncan Stewart, *Measuring semiconductors' economic impact in a smarter world: Chips are playing an ever-larger role in global products and operations*, Deloitte Insights, April 22, 2021.

About the authors

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Dan Hamling | United States | dhamling@deloitte.com

Dan Hamling joined Deloitte Consulting LLP after more than 30 years of experience in various high-tech industries and firms. As part of Deloitte's technology industry group and Supply Chain and Network Operations offering, he facilitates digital transformations at Deloitte's largest technology clients.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

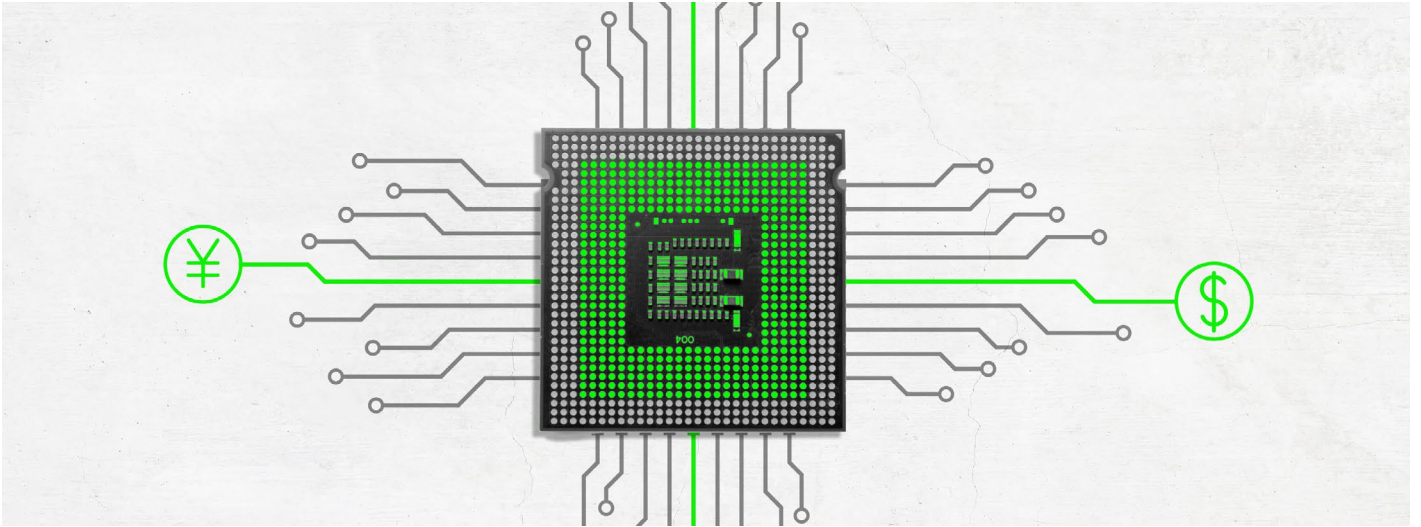
Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications industry (TMT) leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Gillian Crossan | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Chris Arkenberg, Roger Chung, Ralf Esser, Brandon Kulik, and Chris Richard.**



賭注加碼：瞄準半導體產業 創投資金創下新高

隨著創投公司向無廠半導體新創投入巨資，
此一創新生態系已勢在必成

Duncan Stewart, Karthik Ramachandran, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

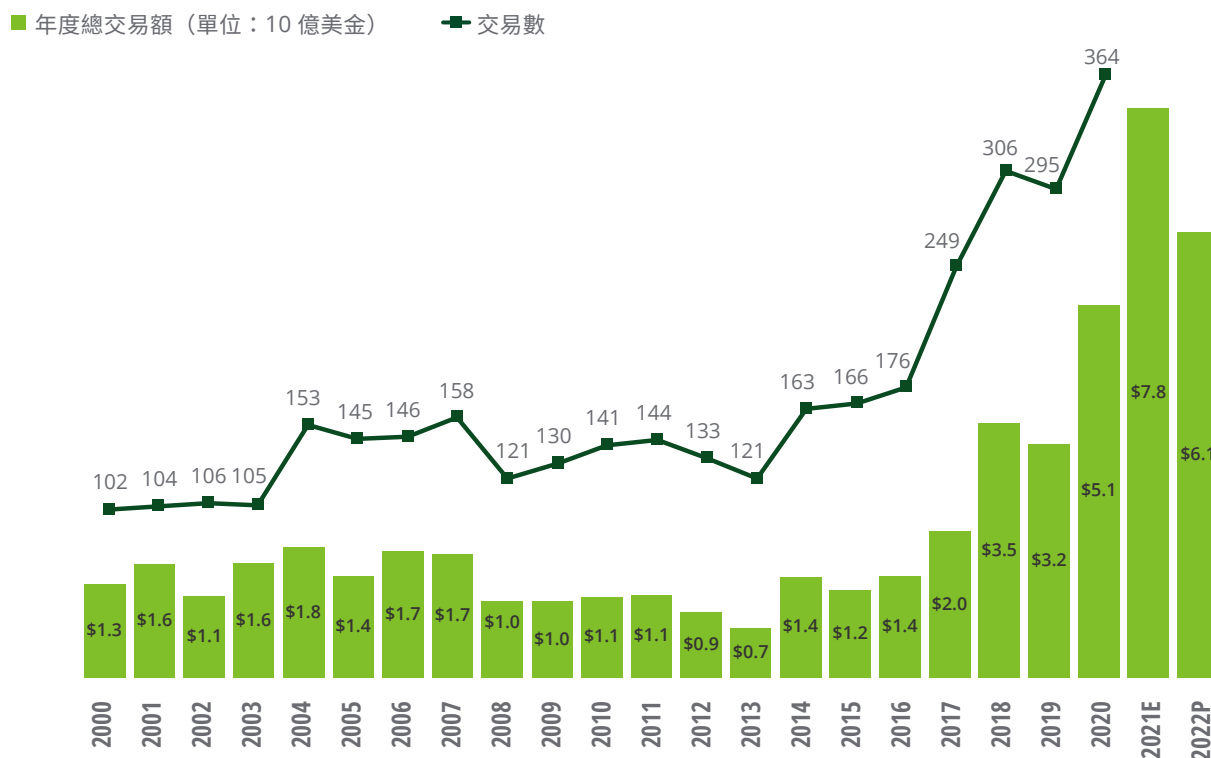
半 導體領域的風險投資開始真正起飛。Deloitte Global 預測，2022 年全球創投公司 (VC) 對半導體新創公司的投資額將超過 60 億美元。該數字雖然僅佔 2022 年創投預估總額逾 3,000 億美元的 2%，但也已僅次於 2021 年的驚人數字 80 億美元，且是 2000 年至 2016 年間每年投資規模的三倍以上。(圖 1)。

從近期趨勢看來，大部分資金可能將流向中國的企業。從 2019 年至 2020 年，對中國半導體企業的投資額已翻了三倍，僅 2021 年上半年，中國境內外的創投公司對其晶片企業的投資額就達到 38.5 億美元，此數字已經等同、甚至高於全球在過去 20 年中的 19 年，對整個產業的投資總額。¹

圖 1

全球創投公司正逐步提高對半導體的投資

2000 年至 2022 年間，半導體創投公司的年度交易數與年度總交易額（單位：10 億美元）



資料來源：PitchBook 網站上 2000 年至 2021 年第二季的資料；2021E 及 2022P 的數值，分別為 Deloitte 根據 2021 年的部份資料，以及 2022 年的預測報告推估所得。

創投公司盼能夠以小博大

在此必須說明，創投公司並未將這筆資金用於建設新的晶圓製造廠。許多新的晶圓廠（「代工廠」）將在 2022 年及 2023 年完工，而每個新的代工廠耗資數十億美元，其資金來自於政府與晶片製造商本身。大多數創投資金轉而投向所謂的「無晶圓廠」半導體公司。這些公司從創投公司獲得數輪達數千萬或數億美元的資金，同時也有大型晶圓企業將無晶圓廠晶片視為戰略投資，不定期投入資金。

無晶圓廠半導體公司並不生產任何實體晶片（名稱的由來）。公司的業務包括聘用工程師與其他必要的員工、購買晶片設計與驗證工具，以及為晶片方案進行電子

設計。之後再將設計發送至第三方代工廠，由代工廠將設計套用至實際晶片進行製程及測試，如果方案可行，則繼續封裝。晶片有時運行良好，有時則可能需要從頭再來。

對創投公司而言，不僅進場成本更低（以百萬美元，而非以十億美元計），且報酬率亦可能更佳。某些投資可透過上市、與特殊目的收購公司（SPAC）合併，或由另一家晶片公司收購來獲取豐厚利潤後出場。創投公司即是根據以上經驗法則，投資一系列的半導體新創公司。這類事件的發生頻率及金額在過去幾年中持續成長，增加了半導體產業對創投公司的吸引力。²

在 2020 年，半導體產業已從企業創投公司（共 148 筆交易，43 億美元）及私募股權公司（共 30 筆交易，43 億美元，未被納入圖 1 中 2020 年的資料）獲得大量投資。截至 2021 年上半年，企業創投公司與私募股權公司已投資 52 億美元，可望超過 2020 年的投資程度。³ 預期企業創投公司仍將特別活躍：半導體產業的巨型併購交易，讓對這類交易更感興趣的新公司如雨後春筍冒出。

在未來幾年，幾乎可肯定將見到比過去 20 年來更多的全壘打半導體股，而部分原因在於每年的半導體交易數及總額不斷成長。在 2004 年至 2016 年間，創投公司每年平均交易數不到 150 筆；而在 2020 年與 2021 年，數字躍升至每年約 380 筆，其主因在於每間公司均募得了更多資金。

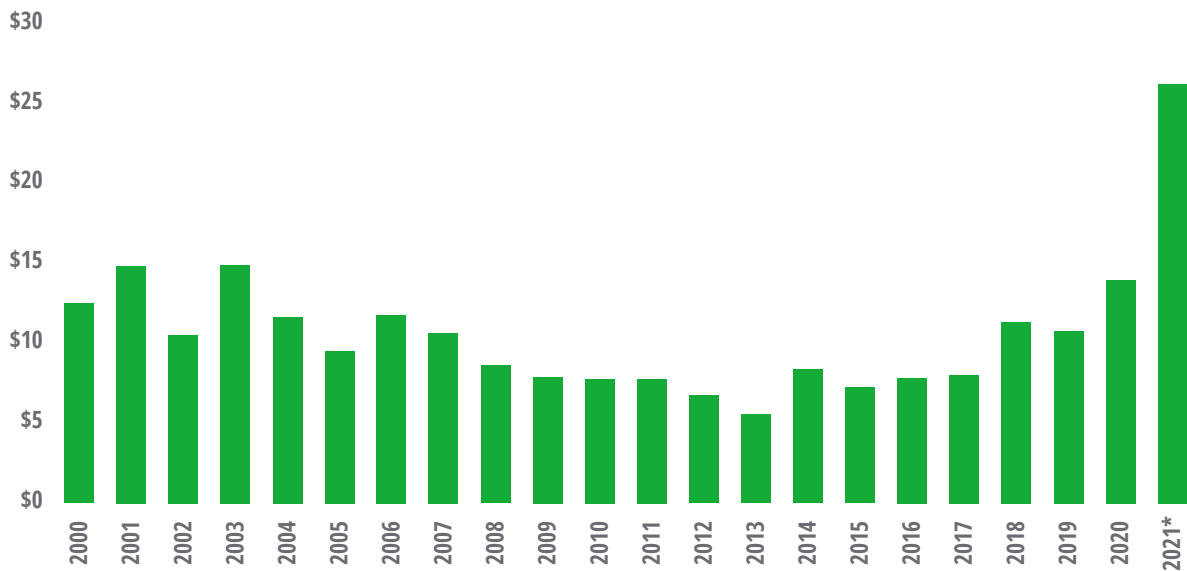
2004 年至 2016 年之間，每筆交易的平均投資額略低於 900 萬美元。數字在 2020 年提高至 1,400 萬美元，並且在 2021 年的上半年再次攀升至 2,600 萬美元（圖 2）。由於 2021 年每筆交易的平均金額約為本世紀多數時期的三倍，半導體新創公司獲得更多資金挹注，得以用於創新以及克服阻礙。

舉例而言，高效能人工智慧晶片製造公司 Cerebras Systems 已募得超過 1 億美元，該公司便借助這筆資金開發出史上最大的晶圓。Cerebras 的晶片是世上唯一的晶圓級處理器，其中包含 2.6 兆個電晶體、85 萬個人工智慧優化核心，以及 40GB 的高性能晶圓記憶體，這些都是為了加快人工智慧處理速度。⁴ 它比世上最大的 GPU 還大了 56 倍，核心數目增加了 123 倍，記憶體則增加了 1,000 倍。

圖 2

2021 年度上半年，半導體的交易規模激增

2000 年至 2021 年間，創投公司半導體投資的平均美元價值（單位：百萬美元）



註：*2021 為 2021 年迄今為止的第二季資料（截至 2021 年 6 月 30 日）。

資料來源：Deloitte 分析 PitchBook 數據

結論

創投公司的投資熱潮預計不會在短期內消退。Deloitte 預測，創投公司對半導體的投資在 2020 年至 2021 年後仍將居高不下，主因有下列四點：

對新型晶片、晶片設計及架構的高度需求。由於終端市場需求強勁，用於高效能運算與機器學習（人工智慧的主要類型）的新型晶片正在吸引投資挹注。⁵而瞄準其他成長市場，例如隱私強化技術、汽車應用與加密貨幣等的特殊晶片製造公司，其需求量也在提升。⁶這些應用所需的性能必須從硬體層級進行根本的改變，無法僅由軟體層面解決。

估值提高。科技公司的整體估值飆升，尤其是半導體公司。自 2016 年以來，標準普爾 500 指數（S&P 500）已上漲 121%，納斯達克指數上漲 198%，而費城半導體指數則上漲 418%。科技巨頭，甚至是 SPAC 也開始盯上矽晶圓，為創投公司提供額外的退場選項。

政府投資增加。世界各國政府正將大量的投資引向半導體產業。作為《美國晶片製造法案》（CHIPS for America Act）的一部分，美國已撥款 520 億美元投資半導體產業。⁷歐盟則訂定了 2030 年自身晶片製造的全球佔比加倍至 20% 的目標，並頒布《歐洲晶片法案》（Chips Act）。⁸數十億美元的歐盟政府資金將直接或間接透過創投基金流向無廠半導體新創公司。中國則自行設立了 500 億美元的基金，用於投資國內的半導體公司，⁹期望提高晶片產能並擴大本土的製造能力，而其中部分原因是為避免美國的高科技產品禁運。（不過，中國多年來苦心發展國內晶片產業但過程艱辛，部分原因在其無法取得尖端的關鍵製程技術。）¹⁰

不斷成長的晶圓廠產能，資本與研發的拓展計畫。半導體產業正在大幅提高產能。2021 年與 2022 年，已動工或即將動工的新晶圓廠有 29 間：中國及台灣各 8 間、美洲有 6 間、在歐洲、中東及非洲共有 3 間，日本與韓國則各有 2 間。¹¹因此，從 2020 年至 2022 年底，全球產能預計將提高 36%，200 毫米等效晶圓的每月投片量（wafer starts per month，為衡量全球晶片總體產能的指標）從 2,200 萬片提高至 3,000 萬片。¹²現有的半導體公司將使用這些產能的一部分，但創投公司所資助的新創公司亦將使用相當一部份的產能。

再進一步說明，何種新型晶片、產業與客戶類型，最有可能獲得創投公司的大部分資金，並且推動創新？正如對 RISC-V 的預測中所提及，RISC-V 架構得到了大幅的成長及投資，但許多其他領域也正在吸引投資。人工智慧與機器學習（尤其是邊緣人工智慧）、資料中心與高效能運算、5G 與物聯網（IoT）晶片等，均有望在未來幾年內顯現出高於產業平均的成長率。總體而言，代工廠亦期望加強自身的晶片研發環境，讓新創公司及其他小型企業能更快、更輕鬆地開發晶片。

創投公司對半導體的投資可說是人人都應關心的議題。從較高層次而言，創投交易越多、資金就越多，進而表示將有更多的創新晶片問世。晶片的創新帶動了運算能力的創新，而所有人都渴求這些創新所推動的產物。不妨將創投公司對半導體產業的投資視為一座花園：他們正散播更多種子、努力施肥。最後能否開花結果，讓我們拭目以待！

「數位轉型建立在矽晶圓的基礎之上，擴大了半導體創新的驅動力。對於半導體的需求已不再侷限於一兩個殺手級應用，而是在經濟朝向數位化與自動化過程中做的全面性、結構性的轉變。」

—應用材料公司總裁暨執行長 蓋瑞·迪克森，〈2021年第三季財務報告〉，2021年8月19日¹³

Endnotes

1. Deloitte analysis of PitchBook data.
2. Downing Ventures, "The rise and rise of the semiconductor," May 26, 2021.
3. Deloitte analysis of PitchBook data.
4. Cerebras company website, accessed October 6, 2021.
5. Matthew Gooding and Victor Vladev, "AI semiconductor funding rockets as demand for advanced chips grows," *Tech Monitor*, July 21, 2021.
6. Chris Metinko, "Designing a better chip: Venture dollars flood into semiconductor space amid industry shortage," Crunchbase, June 3, 2021.
7. Semiconductor Industry Association, "CHIPS for America Act and FABS Act," accessed October 6, 2021.
8. Toby Sterling, "EU says its ready to invest 'significant' funds in chip sector," Reuters, May 20, 2021; Foo Yun Chee, "EU plans 'Chips Act' to promote semiconductor self-sufficiency," Reuters, September 15, 2021.
9. James Thorne, "It's US vs. China in race to build chip technology of tomorrow," PitchBook, May 4, 2021.
10. Eric Chang, "China struggling with semiconductor self-sufficiency," *Taiwan News*, May 10, 2021.
11. Yonhap, "Global chipmakers to break ground on 29 fabs by 2022: Report," *The Korea Herald*, June 23, 2021.
12. *EPS News*, "Five fabs own 54% of global semiconductor capacity," February 10, 2021.
13. Seeking Alpha, "Applied Materials, Inc. (AMAT) CEO Gary Dickerson on Q3 2021 results—earnings call transcript," August 19, 2021.

About the authors

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Karthik Ramachandran | India | karramachandran@deloitte.com

Karthik Ramachandran is a senior research manager with Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications. He has more than 14 years of experience in performing industry deep-dive analyses, strategic business research, and financial benchmarking.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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.

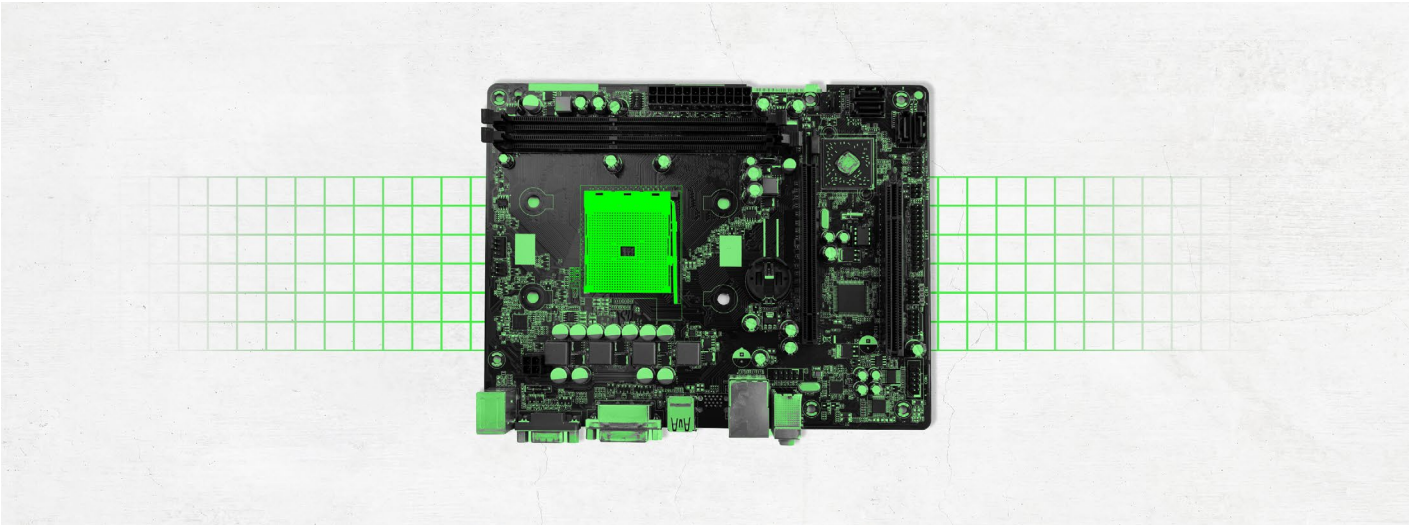
Gillian Crossan | United States | gicrossan@deloitte.com

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

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter:

Roger Chung, John Forster, Dan Hamling, Brandon Kulik, and Chris Richard.



RISC-V興起：巨頭之下 開源晶片架構標準RISC-V能否立足？

開源晶片架構RISC-V成本更低
也更易取得，但市場前景仍充滿未知數

Duncan Stewart, Eiji Kodama, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

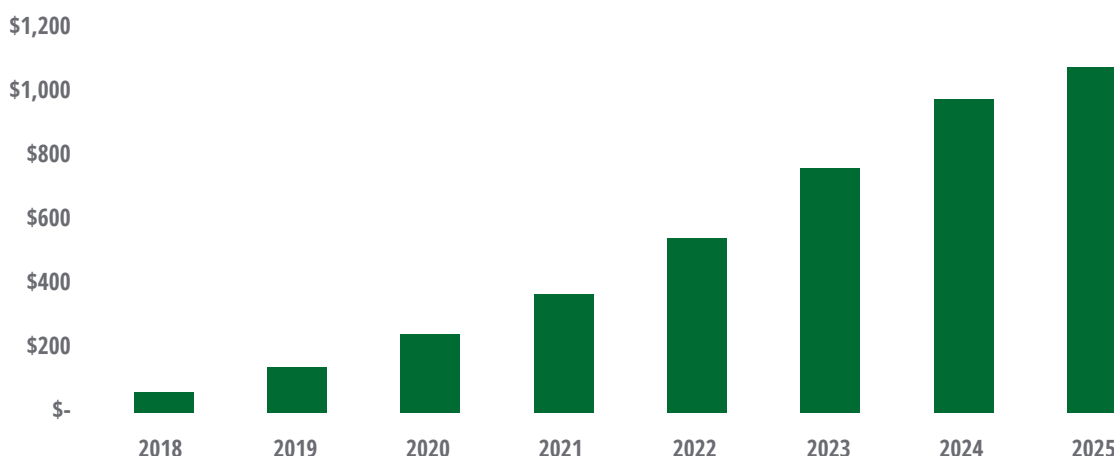
用於晶片設計的開放指令集架構 RISC-V（發音為「risk five」）對市場的影響力正如漣漪般逐漸擴大。Deloitte Global 預測，RISC-V 處理核心的市場在 2022 年將成長為 2021 年的兩倍，且隨著服務可觸及市場（Served Addressable

Market）拓展，在 2023 年將再次翻倍。¹ 一般預期，開放解決方案的營收成長會相對緩慢。儘管如此，RISC-V 在 2023 年的營收仍可能從 2021 年低於 4 億美元的規模成長到近 8 億美元，預計在 2024 年可達到近 10 億美元。²

圖 1

RISC-V 的營收有望呈現指數成長

2018 年至 2025 年間 RISC-V 市場總營收（單位：百萬美元）



資料來源：Omdia，《RISC-V 處理器研究報告》，2019 年。

RISC-V 正迅速發展，同時也面臨阻礙

傳統上來說，處理核心一以電腦、資料中心以及智慧型手機的中央處理單元（CPUs）最為人所知，一直以來採用封閉架構且受專利保護。近年來，幾乎所有全球部署的 CPU 均採用英特爾（Intel）和 ARM 公司專有的指令集架構（ISA）。與專有指令集架構相比，RISC-V 的開放性具有多項優勢。首先，RISC-V 是免費的，這可為企業節省數百萬美元的授權費，對處於早期發展階段的企業來說尤其重要。再者，RISC-V 不受制裁的影響：由於為開放架構，RISC-V 亦不受出口限制的影響；這一點讓已受到這些限制影響，或擔心將受到這些限制影響的公司（尤其是中國）產生濃厚興趣。

就技術層面而言，RISC-V 的設計較傳統指令集架構更容易修改，擁有更高的靈活性，並且還能相容於多種不同的應用程式。儘管質疑者認為 RISC-V 可能面臨跨生態系統的挑戰，但企業正在深入了解 RISC-V 處理核心在人工智慧影像感應器、安全管理、人工智慧運算，以及 5G 機械控制系統的應用。其他企業正規劃將其用於不同的儲存、圖形和機器學習應用程式。甚至 Intel 的晶圓代工服務部門也正在與 RISC-V 半導體公司 SiFive 合作。³

就技術層面而言，RISC-V 的設計較傳統指令集架構更容易修改，擁有更高的靈活性。

坦白而言，RISC-V 技術仍相對較新，未必適合所有的市場或客戶。此技術的優缺點並存：由於相對較新，鮮少有高調、「接到大單」（design wins）的情形，且缺乏 Arm 或 x86 指令集架構的部份功能，對設計師而言較無法取得同等程度支援。此外，相較於傳統封閉式指令集架構晶片，代工廠要製造一枚 RISC-V 晶片實質上並不會更簡單、更快速或有任何不同——他們的製造技術其實相同。即使到 2025 年，Intel（尤其是 x86 晶片）及 Arm 的晶片的銷量可能仍會比 RISC-V 這個剛起步的「菜鳥」高出許多倍。

那麼，有誰在乎 RISC-V？不同的利害關係人將有不同的答案：

中國在乎。由於近來美國的制裁行動，中國晶圓製造商已經或是擔心失去對 x86 或 Arm 指令集架構的使用權。即使貿易政策改變，中國企業仍意識到，目前坐享的指令集架構使用權未來隨時可能被收回。選擇

RISC-V 則可避免這種可能性，有助於中國實現減少對進口晶片依賴的積極目標。多年來，即使困難重重，中國仍致力提高國內自製晶片的供給。⁴RISC-V 組織的成員中約有三分之一來自中國，多家中國大型企業已宣布推出 RISC-V 晶片。

新創公司也在乎。自 2020 年至 2022 年的三年間，創投公司將投資約 220 億美元至各類半導體新創企業。客觀而言，該數字高於 2005 年至 2016 年，共 11 年間投資的 210 億美元。⁵這筆資金代表了有更多的晶片被製造，但新創公司通常預算有限，對於世界上最大的幾家智慧型手機企業而言，一百萬美元的授權費可能算不上什麼，但對於資金相對較少、需追蹤每月資金消耗率 (burn rate) 的新創公司而言卻極為關鍵。根據 2020 年的一項研究顯示，超過 23% 的新創公司，其特殊應用積體電路 (ASIC)，以及現場可編程陣列 (FPGA) 晶片都至少包含一個 RISC-V 處理器。⁶

人工智慧在乎。有不少新型人工智慧晶片使用 RISC-V。值得注意的是，這項技術預計在短期內並不會應用於資料中心，但亦有推測，人工智慧晶片可能會讓 RISC-V 比預期更早打入資料中心市場。⁷

汽車與物聯網市場在乎。2020 年汽車 RISC-V 的服務可觸及市場 (Served Addressable Market) 為 400 萬個核心，預計 2022 年可達 1.5 億個核心，2025 年達

29 億個核心。⁸為發展這項潛力，已有領先的 RISC-V 公司與汽車晶片製造商在 2021 年宣布成為策略合作夥伴，提供多種汽車應用程式的尖端解決方案。⁹汽車晶片的效能一般不比個人電腦或資料中心的 CPU，因此在汽車領域中所獲得的成功，可能預示 RISC-V 在其他物聯網市場的良好發展潛力。

個人電腦晶片製造商，至少目前還不太在乎。個人電腦的市場在短期內大規模轉向 RISC-V 的機率不高。儘管中國已計劃使用該項技術製造可支援各種開源瀏覽器的筆記型電腦，但其目標是在 2022 年底製造出 2,000 台筆記型電腦，相較之下，2020 年全球個人電腦的市場規模約為 3 億台。¹⁰俄羅斯也有相關計畫，但目標是 2025 年前銷售 60,000 套系統，其影響仍不大。¹¹話雖如此，RISC-V 在筆記型電腦中的可觸及市場商機很大，在 2022 年時將接近 3 億個處理核心。¹²

晶圓代工廠有一點在乎。儘管指令集架構對實際製造晶片的代工廠而言不那麼重要，但由於 RISC-V 擁有更低的成本及更高的靈活性，新型晶片設計可能迎來「寒武紀大爆炸」般的發展。代工廠可能需要製造無數的新型晶片，一開始的數量或許不多，但任何可能的新型晶片設計爆發，都將成為半導體製造商成長的一大助力。

結論

目前來看，傳統大型晶片製造商尚無理由擔心 RISC-V 會蠶食他們的業務。ARM 的指令集架構的授權費可能會提高，¹³但通常來說頂多是「區區」幾百萬美元。由於 Intel 從未對 AMD 與威盛電子 (Via) 以外的企業提供授權，Intel x86 的授權成本不得而知，但這項成本很可能也只是幾百萬美元。¹⁴

幾百萬美元看似很高，但對比熱銷智慧型手機或其他晶片用量以數百萬計算的應用，僅降低指令集架構授權成本並不現實。晶片製造涉及多種成本：設計、驗證 (verification)、確認 (validation)、軟體、製造、首次設計錯誤時必要的重新設計等等。總而言之，2022 年製造一片相對尖端設計的新型晶片可能將花費超過 5 億美元，¹⁵其中幾百萬美元的授權費大概不值一提了。

展望未來，RISC-V 能否在目前由兩大巨頭主導的產業中博得一席之地，讓我們拭目以待。值得注意的是，多年來全球已有近 50 種不同的指令集架構，¹⁶但 Arm 與 Intel 在 2020 年有近 100% 的市場佔比。MIPS、ARC 和 Tensilica 等公司仍然有小眾市場，但 Arm 與 Intel 其餘的競爭對手已完全消失。這並非由於晶片品質不佳，或是太貴、無法使用；相反，如同其他技術領域，科技產業看來對指令集架構的整合勢在必行。未來十年仍很可能是 ARM 與英特爾兩強稱霸，然而對 RISC-V 的擁戴者而言，也許有望能進入三足鼎立的時代。

Endnotes

1. Jeffrey Osier-Mixon, "Semico forecasts strong growth for RISC-V," RISC-V, November 25, 2019.
2. Aditya Kaul and Anand Joshi, *RISC-V Processors Report*, Omdia, 2019, accessed October 27, 2021.
3. Patrick Little, "SiFive collaborates with new Intel Foundry Services to enable innovative new RISC-V computing platforms," SiFive, March 23, 2021.
4. Dan McCarthy, "China's chipmaking just hit a record high, but self-sufficiency is still far away," *Emerging Tech Brew*, July 19, 2021.
5. Ariane Bucaille et al., "Upping the ante: Venture capital investment in chip companies reaches new highs," *Technology, Media, and Telecommunications Predictions 2022*, Deloitte, 2021.
6. Paul Dempsey, "RISC-V in nearly a quarter of designs (Wilson Functional Verification 2020—part one)," Tech Design Forum, November 27, 2020.
7. Nicole Hemsoth, "AI is RISC-V's Trojan horse into the data center," *Next Platform*, June 8, 2021.
8. Semico Research Corp, *RISC-V Market: Momentum building*, accessed October 27, 2021.
9. Renesas, "Renesas and SiFive partner to jointly-develop next-generation high-end RISC-V solutions for automotive applications, press release," April 21, 2021.
10. Gareth Halfacree, "China's ISCAS to build 2,000 RISC-V laptops by the end of 2022 as nation seeks to cut reliance on Arm, Intel chips," *The Register*, June 8, 2021.
11. Dr. Ian Cutress, "Russia to build RISC-V processors for laptops: 8-core, 2 GHz, 12nm, 2025," *Anandtech*, July 14, 2021.
12. Semico, *RISC-V Market: Momentum building*.
13. Stephen Nellis, "Exclusive: Arm raises prices on chip technology for some customers, sources say," *Reuters*, July 15, 2020.
14. Sebastian Moss, "Intel plans to spend \$20bn on semiconductor plants, create its own foundry business," *DCD*, March 24, 2021.
15. Bucaille et al., "Upping the ante."
16. Wikipedia, "Comparison of instruction set architectures," accessed October 27, 2021.

About the authors

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Eiji Kodama | Japan | eikodama@tohatsu.co.jp

Eiji Kodama assumed his current position after working at a major Japanese semiconductor manufacturer and at a think tank. He has engaged in projects in a wide range of fields, from strategy development to business model reform and system implementation support, mainly for technology companies in the semiconductor and AI industries.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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.

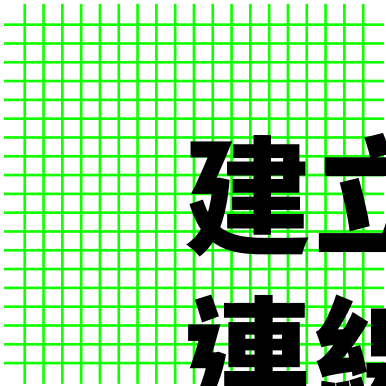
Gillian Crossan | United States | gicrossan@deloitte.com

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

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter:

Roger Chung, Dan Hamling, Brandon Kulik, and Chris Richard.



**建立
連線**



固定無線存取：逐漸蠶食有線寬頻的地盤

隨著5G強化效能，固定無線存取（FWA）的市場正強勁成長。FWA能否成為縮減數位落差的關鍵？

Naima Hoque Essing, Duncan Stewart, Kevin Westcott, and Ariane Bucaille

固定無線存取（fixed wireless access，簡稱「FWA」）¹使用無線電波，在行動通訊塔及客戶住家或辦公地點等兩個固定位置間提供網際網路服務，其經濟性和高資料傳輸速率終於開始可與有線網際網路服務競爭。Deloitte Global 預測，2022年FWA連線數將從2020年的6,000萬左右，成長至約8,800萬，其中5G的FWA佔總數的近7%（圖1）。雖然分析顯示，2020年至2026年間FWA連線總數的複合年均成長率（CAGR）為19%，但5G FWA連線將更快速成長，同期的複合年均成長率達到近88%。²

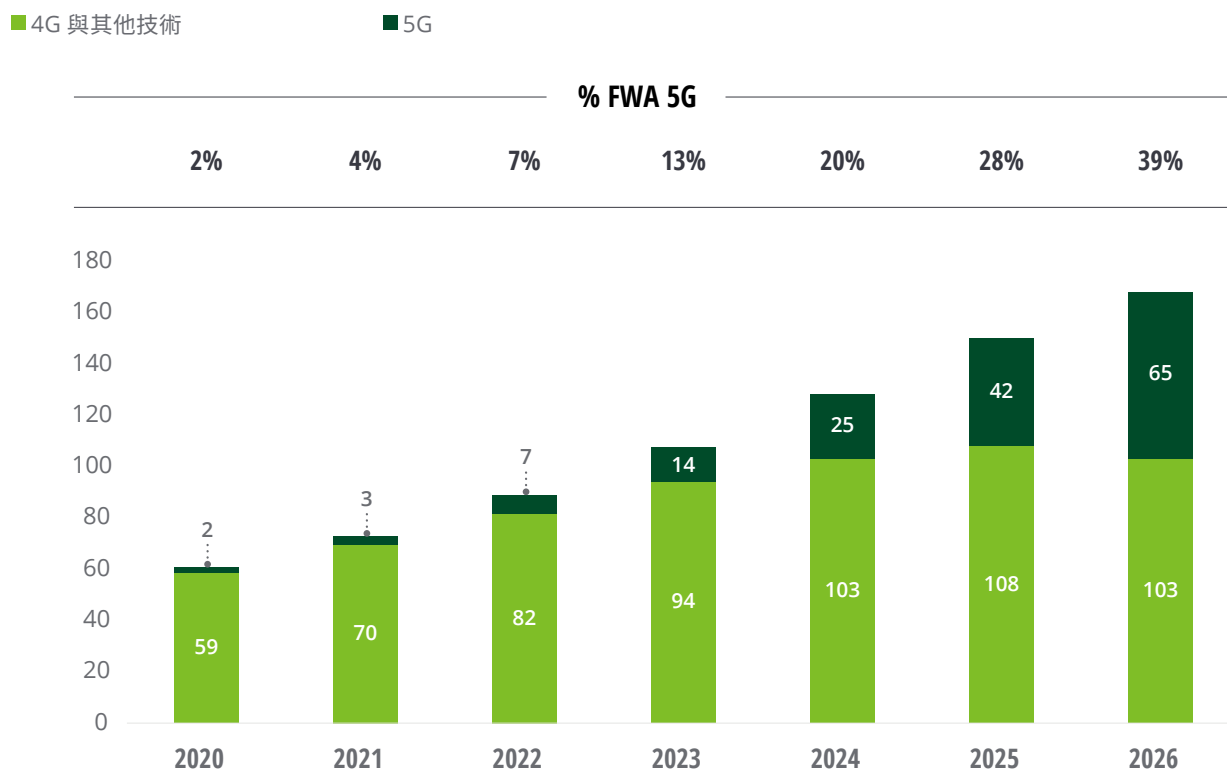
多種因素共同推動FWA成長

幾十年來，許多營運商在為客戶提供網際網路服務時，會選擇性部署FWA，尤其在服務不足、有線網路無法連接的區域。不過至今，除了在奧地利或芬蘭等少數國家外，營運商尚未大量採用FWA。然而，隨著政府增加提撥的寬頻資金，且越來越多主管機關將無線網路視為有線網路的替代方案，更多營運商正考慮使用FWA，尤其是增強型5G版本，以提供寬頻網際網路服務。

圖 1

全球 FWA 連線數正快速成長，5G 市佔率可望提升

該年的 FWA 連線數（單位：百萬）



資料來源：Deloitte 分析來自 Ericsson、Statista 與 ABI Research 的資料。

5G 可望進一步加速 FWA 的預期成長。除了更高的頻譜可用性之外，5G 擁有更深層的網路基礎設施與更高的頻譜效率，顯著提高了部署 FWA 時的經濟性及技術可行性，進而提供了全新的部署與營收商機。這些特性讓營運商更容易在服務設施不完善的市場運用 FWA，同時能夠在競爭的激烈市場中更具吸引力，以其作為目前有線網際網路連線（例如 xDSL 或寬頻纜線）的取代或替代方案。

FWA 所帶來最重要的影響，可能是透過改善服務設施不完善的市場的網際網路可得性，來縮減數位落差。在山區、島嶼等付費人口稀少或交通不便的地區，或甚至在受當地法令及許可規範、難以連線至客戶場域且成本高昂的城市中，要證明寬頻投資的合理性可能困難重重。而 FWA 可為此提供經濟的解決方案。³ 無線技術可減少大量的前期成本與時間，包含取得許可、

進行挖掘工程、鋪設使用者端的最後一哩（the Last Mile）光纖，以及部署由技術人員所安裝的設備至家庭和企業使用者等。

此外，營運商通常可以利用其現有的行動無線網路及光纖回程網路推出 FWA，進一步降低成本。

這些因素為過去無法提供寬頻網路服務的地區拓展了寬頻網路服務市場，如菲律賓、南非、斯里蘭卡和土耳其等地。

意識到高速網際網路對經濟發展的重要性⁴，全球各地政府正在實施大規模的計畫，以資助或補貼服務設施不足地區的寬頻網路建設。儘管這些項目大多為有線解決方案，但只要服務能夠滿足最低的效能要求，所使用的技術種類便不再重要。例如，美國聯邦通訊委員會（FCC）的「農村數位機會基金」（Rural Digital

Opportunity Fund)，向廣大的有線、固定無線與衛星網路供應商提供 90 億美元的資金。⁵ 而英國政府則發起了 12 億英鎊的「千兆寬頻計畫」(Project Gigabit)，目標是在 2025 年為至少 85% 的英國場域安裝具備千兆寬頻能力的設備，目前正在討論使用無線網路的可能性。⁶ 而歐盟也正在研究以 FWA 作為國家寬頻網路的可行性。⁷

除了解決家庭無法取得寬頻的問題外，網路營運商也日漸認為以 FWA 取代目前有線網際網路服務（尤其是 DSL，在部分市場已不再被視為「寬頻」）的方案具有競爭力。⁸ 美國、義大利與瑞士的營運商對於使用 5G FWA 與光纖來升級並替換現有的 DSL 網路連線，已有明確的計畫，進一步透過淘汰傳統銅線網路降低成本。⁹

關於 FWA 的 5G 版本，全球許多網路營運商將 5G FWA 視為擴大營收的好機會，可讓 5G 與無線頻譜投資變得有利可圖。對許多人而言，FWA 正成為 5G 的主要應用之一。在已推出 5G 的供應商中，近 90% 同

時提供 FWA 服務，而未推出 5G 的供應商中，此比例則為 62%。¹⁰ 營運商早已展開相關計畫的國家包括澳洲、奧地利、加拿大、芬蘭、挪威、瑞士、英國以及美國，預計名單將繼續擴大。¹¹

營運商擁有多種部署選項，具體取決於服務區域的人口統計變項、頻譜可用性與技術組合。例如，在人口密集的城市地點，5G FWA 可用於增強現有的固定或行動網路，提供彈出式的廣域網路（例如提供中小型企業的網路、直播活動或建築工地）；還可用於加強冗餘與備援容量。正如疫情所帶來的結果，利用無線聯網填補光纖網路的數位差距，並做為後備方案以提供不間斷的網際網路存取，其重要性與日俱增。FWA 還可更廣泛作為目前家庭網際網路的競爭替代品，例如在完全或是幾乎沒有選擇的郊區。多數情況下，營運商會選擇性在擁有合適的頻譜、過高的無線網路容量以及適當基礎設施的地區推出 5G FWA，但也會在固定有線網路不符合經濟效益、或部署速度緩慢的地區推行。

結論

FWA 的成長對部份業者產生了影響，最明顯的是網路營運商有機會利用 FWA 增加營收來源。儘管與 FWA 相比，目前行動網路的頻譜應用可帶來更多利潤，但除了最密集的城市地區外，大多數的無線網路並未受到充分利用，因此可透過 FWA 服務填補上述未用容量以增加收益。不過，頻譜是一種稀缺資源，營運商應優先應用於可創造最高價值之處。此外，營運商擁有了新的方法和技術（例如小型基地台與網路站點密集化），有助於應對供不應求的情況。

5G FWA 也為網路設備供應商帶來了不少影響。與過去的版本不同，5G FWA 符合 3GPP 等產業標準，代表其可促進支援設備的一致性，讓更多的網路營運商遵循相同標準。如此一來，可讓設備供應商生態系統共同開發通用、具互操作性的設備與裝置，並大規模商業化，進而降低成本，簡化營運商與使用者的安裝過程。¹² 透過更普及的共同標準為基礎將發明商業化，可促進更大規模的創新。小型基地台、波束成形技術與大規模多輸入、多輸出 (Massive MIMO) 技術即是新射頻技術¹³ 的範例，營運商可部署這些技術以提高 5G 網路的頻譜效率和流量密度，特別是在面對網路容量問題的區域。

最後，行動網路營運商期望透過將 5G FWA 與行動方案結合，吸引新顧客並提高顧客黏著度，而有線電視公司應對此行動所帶來的競爭加劇保持警覺。雖然在可取得的前提下，有線網路仍較無線網路更為可靠，因此 5G FWA 尚未對有線寬頻構成威脅，但隨著無線網路的經濟性及便利性不斷提高，情形仍可能發生改變。

FWA 的商業價值正快速提升。除了作為有線聯網替代品的吸引力日漸增加外，FWA 的的成本優勢與品質表現使其成為將寬頻引入服務設施不足地區與競爭市場時，最明智且經濟的選擇。正因如此，FWA 可在讓網際網路普及的同時，也為電信業者提供新的營收、成長與創新的機會，而這可能會為所有人帶來雙贏的局面。

Endnotes

1. FWA is defined as a wireless internet connection between two fixed locations such as a mobile tower and customer home or office. It does not include portable battery-based Wi-Fi routers or dongles.
2. Ericsson, *Ericsson mobility report*, June 2021; TelecomLead, "Report on 5G fixed wireless access market," August 12, 2021; S. O'Dea. "FWA connections worldwide from 2020 to 2026 (in millions), by technology 2026," Statista, February 4, 2021; The Carmel Group, *2021 fixed-wireless and hybrid fiber-wireless report*, accessed March 6, 2021; Ericsson, *Ericsson mobility report*, November 2020.
3. Samsung reports that FWA can cost up to 40% less than laying fiber in a typical urban setting. Samsung Business Global, "Fixed wireless access network solutions," accessed May 2021.
4. Jack Fritz and Dan Littmann, *Broadband for all: Charting a path to economic growth*, Deloitte, April 2021.
5. Federal Communications Commission (FCC), "Implementing the Rural Digital Opportunity Fund (RDOF) auction," April 3, 2020.
6. GOV.UK, "Government launches new £5bn 'Project Gigabit'," press release, April 20, 2021. The UK Government has thus far budgeted £1.2B in the first phase of a £5B infrastructure program.
7. Tim Hatt et al., *5G fixed wireless: A renewed playbook*, GSMA Intelligence, March 2021.
8. Tyler Cooper, "DSL vs. cable vs. fiber: Comparing internet options," *BroadbandNow*, October 27, 2021.
9. Linda Hardesty, "FWA is hot: 72% of global service providers are offering FWA, says Ericsson," *FierceWireless*, June 16, 2021; Huawei, "5G FWA, game changer for fixed broadband," *Light Reading* (sponsored content), May 15, 2020.
10. Ibid: Ericsson, *Ericsson mobility report*.
11. OECD, "Chapter 3: Access and connectivity," *OECD Digital Economy Outlook 2020* (Paris: OECD Publishing, 2020).
12. ABI Research suggests that the 5G FWA CPE market will experience a 48% compound annual growth rate (CAGR) between now and 2025, with approximately 41 million units being shipped annually by that stage. Mark Patrick, "FWA: A truly tangible 5G use case that's already gaining traction," *Electronics Media*, June 20, 2021.
13. Massive MIMO integrates antennas, transmitters, and receivers to achieve better throughput and spectrum efficiency. Beamforming directs radio waves to avoid interference.

About the authors

Naima Hoque Essing | United States | 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.

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Kevin Westcott | United States | kewestcott@deloitte.com

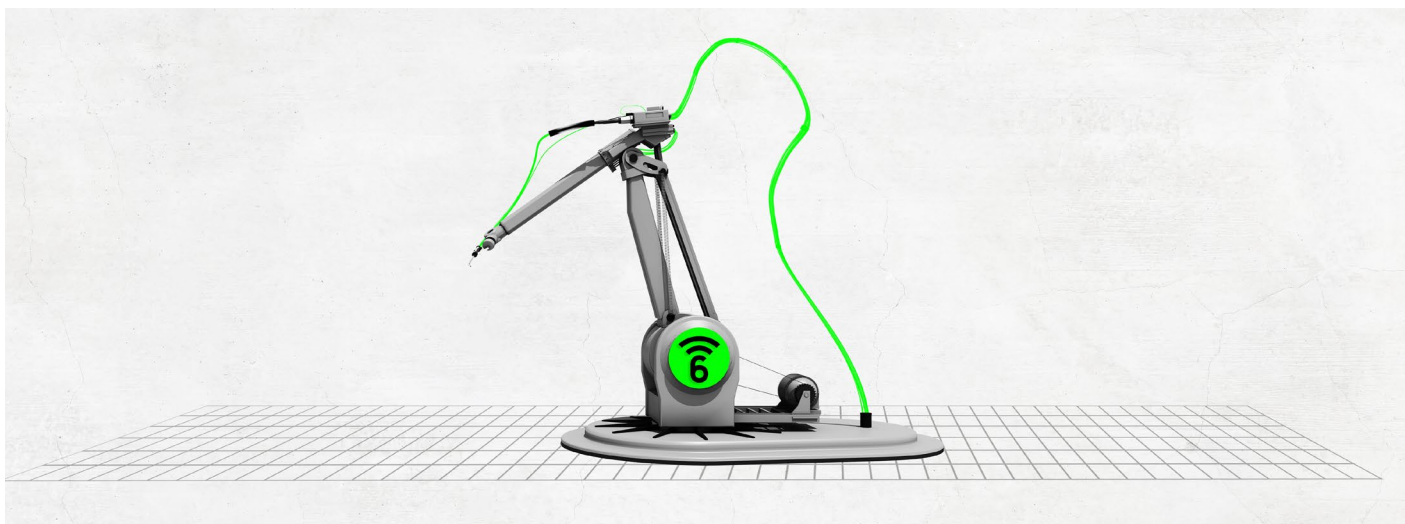
Kevin Westcott, vice chairman, is the leader of Deloitte's US Technology, Media & Telecommunications (TMT) practice and the global Telecommunications, Media & Entertainment (TME) practice. His industry experience spans film, television, home entertainment, broadcasting, over-the top, publishing, licensing,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

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media, & Telecommunications (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.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Jack Fritz**, **Paul Lee**, and **Dieter Trimmel**.



Wi-Fi 6：鋒芒不露 —企業未來聯網不可或缺

當企業利用先進網路技術開展創新，新一代Wi-Fi將發揮關鍵作用

Susanne Hupfer, Sayantani Mazumder, Ariane Bucaille, and Kevin Westcott

5G 可能獲得大眾較高的關注與討論度，但事實上，第六代無線網路 (Wi-Fi 6) 裝置的銷售量正悄悄超越 5G 裝置，並可能在未來幾年繼續保持此態勢。Deloitte Global 預測，2022 年 Wi-Fi 6 裝置的出貨量將超越 5G 裝置，達至少 25 億台，相較之下 5G 設備出貨量大約是 15 億台。¹ 如同 5G，Wi-Fi 6 在未來無線聯網技術中扮演重要角色。而這不僅是針對消費者而言，對企業而言亦是如此。

智慧型手機、平板與個人電腦是最熱門的幾項應用 Wi-Fi 6 的裝置，但 Wi-Fi 6 也同時應用於多種設備，包括無線攝影機、智慧家庭設備、遊戲主機、穿戴式醫療裝置與 AR / VR 耳機。²

Wi-Fi 6與5G的結合應用

隨著大量的媒體與廣告投入 5G 宣傳，大眾可能認為企業的新一代無線網路將完全圍繞著 5G 發展，而 Wi-Fi 6 充其量僅能發揮輔助作用。但根據 2021 年 Deloitte 對來自 9 個國家、437 名網路業務高階主管進行的全球先進無線聯網技術調查，有 45% 的企業正為自家的先進無線聯網計畫，同時進行測試或部署 Wi-Fi 6 與 5G 網路。³

事實上，幾乎所有受訪者（98%）皆預測其組織在三年內將同時使用這兩種技術。投入的資金預估亦反映出同時採用的情形：未來三年內，這些領先企業將平均分配 48% 的企業無線網路經費至 Wi-Fi，而 52% 的經費則用於行動網路技術。

此預測並不令人意外，因為 Wi-Fi 6 與 5G 有部份功能相似，但也有不同的互補優勢。

這兩種技術都可提供更快的網路速度、更低的延遲，以及更大的聯網設備密度及網路容量，但兩者差異在於覆蓋範圍、行動支援與成本等方面。Wi-Fi 6 及其早期版本較適合範圍更小且低價的區域網路，通常用於家庭與辦公地點內部的連線；而 5G 類型的行動網路則適合室內外的廣域網路，通常用於可大幅度跨越地理範圍的行動裝置（例如，智慧城市的各項應用、港口、機場以及聯網車輛）。⁴ 由於決策者的目標是混合各種使用情境，因此這兩種技術正同時受到評估，以判斷何種組合最為適切（圖 1）。⁵

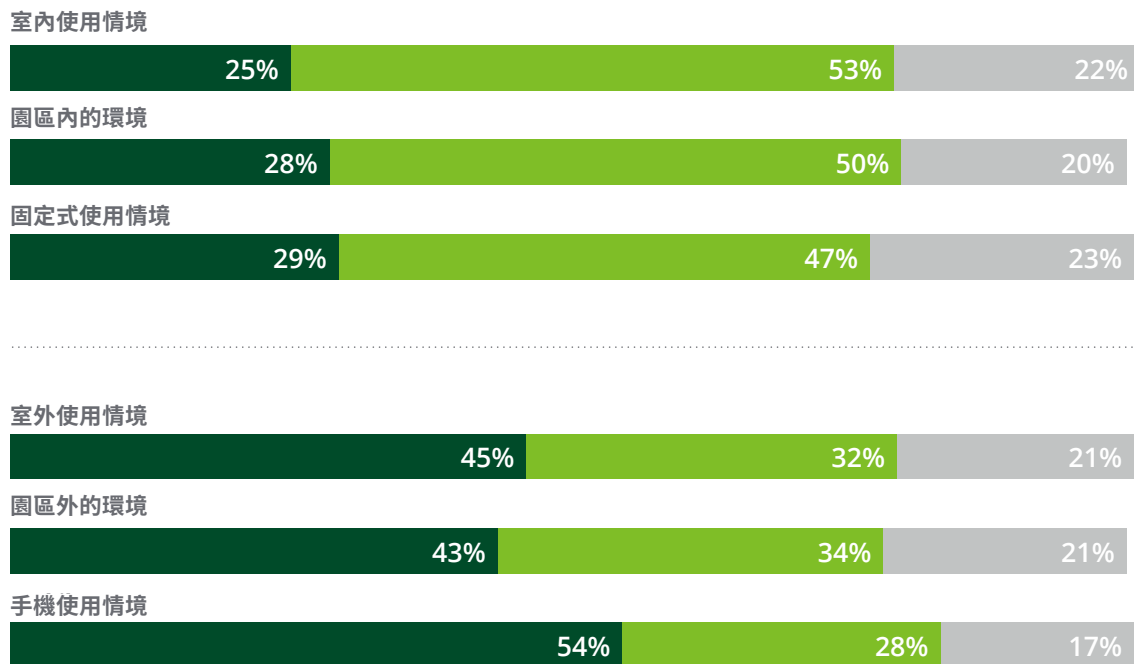
圖 1

5G 與 Wi-Fi 6 的互補功能

在下列情境中，您的組織更偏好使用何種新一代網路技術（5G 或 Wi-Fi 6）？

■ 偏好 5G ■ 偏好 Wi-Fi 6 ■ 無偏好

全球網路業務高階主管對各種情境的無線網路使用偏好



註：N 為 437 名全球網路業務高階主管。未列出回答為「不知道」的小部份受訪者。

資料來源：Deloitte 全球先進無線聯網技術聯網技術應用情形研究，2021 年。

除此之外，與前幾代的無線技術不同，Wi-Fi 6 與 5G 的設計適合共同運作，而無線產業的發展已朝向可在所有類型的無線網路間安全無縫漫遊的裝置前進。⁶ 產業協會及標準組織正聯手發展未來的網路標準，以融合行動與非行動技術，並將 Wi-Fi 6 整合至核心 5G 網路。⁷ 預期這個整合架構可帶來效益，包括改善工廠工作場所間的交通控制，以及為智慧城市及邊緣應用提供不間斷的服務。⁸

可以明確的是，這些網路的布建不僅僅是策略性解決方案，先進無線聯網技術更是受訪企業的戰略重點所在。

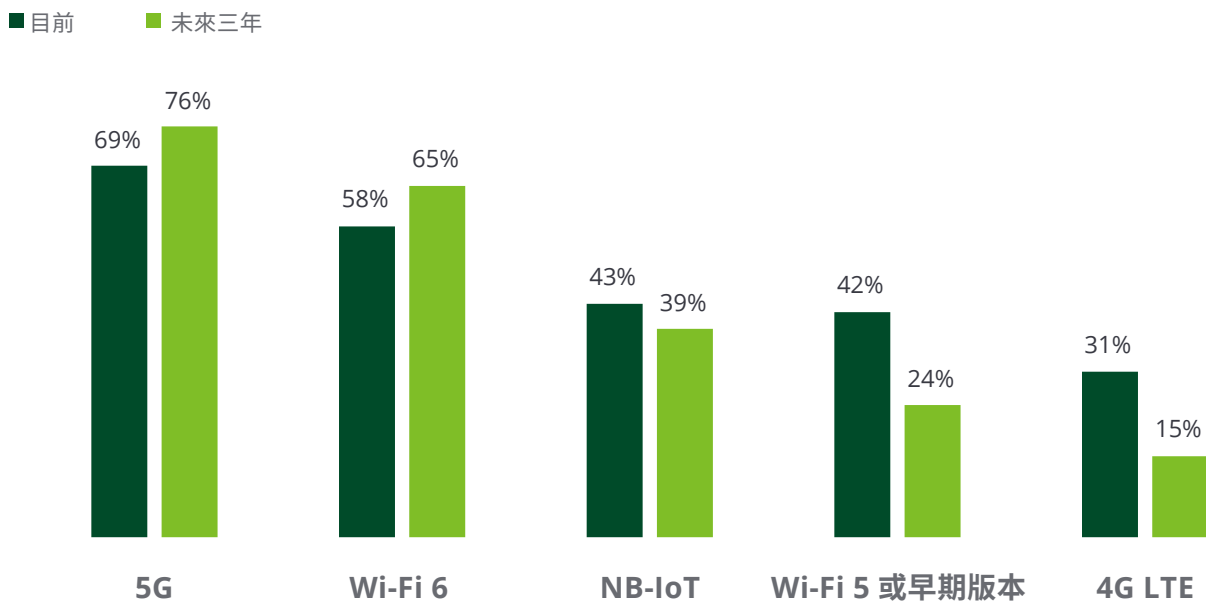
在十位網路高階主管中，有八位預期在 2023 年先進無線聯網技術將顯著改變其企業，以及其營運方式、新產品開發、商業模式以及與客戶間的互動。

這些決策者已將 Wi-Fi 6 與 5G 視為對業務最關鍵的無線技術（圖 2）。65% 的網路業務領導者估計，到 2023 年 Wi-Fi 6 將成為業務重要性排名前三的關鍵無線聯網技術，而有 76% 則將 5G 列入前三名。⁹ 在接下來的幾年內，隨著無線基礎設施的建設與更多設備的推出，領導者預期這兩種技術的重要性甚至將繼續攀升。

圖 2

業界已將 5G 與 Wi-Fi 6 視為最重要的無線聯網技術，且其重要性將持續攀升

全球網路業務主管列為對組織業務重要性排名前三的無線聯網技術所佔百分比



註：N 為 437 名全球網路業務高階主管。

資料來源：Deloitte 全球先進無線聯網技術聯網技術應用情形研究，2021 年。



儘管 Wi-Fi 6 與 5G 在組成解決方案時是對等的合作關係，不過 Deloitte 調查顯示，在所有參與研究的國家中，企業的 Wi-Fi 6 試點與部署速度均超越了 5G，在某些地區的差距甚至達到兩位數。雖然這些差距可能縮小，但預計 Wi-Fi 6 的企業採用率將持續領先至 2022 年（以及 2022 年之後）。一項可能的原因在於成本，因為 Wi-Fi 6 裝置較 5G 裝置價格更為實惠且易於取得。¹⁰ 而在部份國家也較難取得合適的頻譜：Wi-Fi 6 使用免費且免授權的頻譜，而 5G 卻通常需要企業從網路供應商或政府機構取得頻譜授權。在全球多個主要市場，政府已預留特定的頻譜，分配給特定地區的企業，例如工業園區或機場，通常做為名義成本。而政策、頻段的範圍、使用條件及成本將因國家而異。

易於部署的特性可能也為 Wi-Fi 6 占得領先地位的原因之一。Wi-Fi 網路已經普及，擁有大量的 Wi-Fi 設備做為基礎。在企業升級為 Wi-Fi 6 網路時，可利用向後相容性，避免一次汰換所有舊 Wi-Fi 設備。¹¹ 對相關領域的熟悉度或許也帶來了優勢：雖然 4G LTE 私人行動網路遍布全球，但企業所部署的 Wi-Fi 數目迎頭趕上，代表許多 IT 部門已經擁有部署與營運 Wi-Fi 網路所需的專業知識。

反之，5G 網路的設置（單獨或與網路營運商共同設置）通常代表學習新穎且可能更複雜的事物，以及適應仍在推出的標準，並可能要與同樣剛適應 5G 的合作夥伴共同合作。¹²

在部份國家，獲得合適的頻譜可能也是挑戰之一：Wi-Fi 6 使用免費且免授權的頻譜，而 5G 則通常需要企業從網路供應商或政府機構取得頻譜授權。

值得注意的是，擁有最多 Wi-Fi 6 試點與部署程度最高的國家（德國、巴西、英國、中國和澳洲），也同樣是是 5G 試點與部署程度最高的國家。

這一點也再次證實這兩種技術正同時受到採用，並且都在先進無線聯網計畫中佔有一席之地。

結論

在 2021 年的先進無線聯網調查中，有四分之三的決策者認為先進無線聯網技術可為其組織創造顯著的競爭優勢。為了把握此優勢，建議企業實施先進無線聯網計劃可留意下列事項。

第一個關鍵步驟是擁有明確的目標，而創新便是採用先進無線聯網技術的重要目標之一。根據高階主管調查結果，希望透過新技術進行創新是採用先進無線技術的兩個主要動因之一。五分之四的受訪者表示，對其組織實現物聯網、人工智慧、大數據分析及邊緣計算性能的能力，先進無線聯網技術非常重要或者極其重要。¹³ 提高效率則是另一個主要動因，排名第三則是增強與客戶的互動。

企業在採用技術時還應確定運用的目標情境、應用要求、部署與預算限制。了解 Wi-Fi 6 與 5G 的特有功能與相應成本（例如，裝置、解決方案與使用者終端設備），有助於決策者判別在不同的情境下，何種技術較合適。¹⁴ 對於某些進階的企業使用案例，例如工業物聯網的自動導引車（automated guided vehicles）與自主機器人（autonomous robot），Wi-Fi 6 與 5G 均有其支持者，甚至可能同時予以採用。¹⁵

由於先進聯網技術是成就其他創新科技的關鍵要素，領導者更應重視先進聯網技術，在端到端的企業架構中所發揮的重要作用。在考量如何運用不同類型的底層技術搭建與管理環境時，網路業務主管所面臨的重要課題之一便是應尋求哪些合作夥伴參與這項工作。為組建完整的先進無線聯網解決方案，企業通常會與各種供應商合作，例如雲端及應用程式供應商、管理顧問公司以及其他系統整合商、電信公司與網路設備供應商。¹⁶

基於基礎設施供應商與設備製造商在 Wi-Fi 6 初期試用階段中所發揮的作用，他們的專業知識有助於企業評估自我能力並建立試點。¹⁷ 電信公司也可為採用先進無線聯網技術的企業提供大量服務，利用擁有適合 5G 的頻譜所帶來的優勢，許多電信公司試圖將公共網路深入拓展到私人環境中。網路供應商憑借豐富的行動網路營運經驗，可提供網路安全、隱私功能，以及與其他電信業者建立的深厚關係，可用以支援廣域網路（WAN）與行動網路應用。而針對關鍵任務型服務（例如必須免於設備干擾的服務），專用且經授權的 5G 頻譜可能有更明顯的優勢。隨著 Wi-Fi 6 與 5G 整合程度日漸提升，網路營運商將得以引導並優化這兩種類型網路的流量，例如將流量卸載至 Wi-Fi 6 以減少行動網路的壅塞情形。¹⁸

無論最終結果如何，Wi-Fi 6 都將發揮重要作用。在先進無線聯網解決方案中，Wi-Fi 6 作為 5G 的重要互補夥伴，其扮演的角色將日益重要，幫助企業透過新一代聯網技術創造價值。

Endnotes

1. To arrive at our projections, we reviewed estimates of 2022 Wi-Fi 6 and 5G device shipments made by a variety of analysts, research firms, and industry groups. We computed weighted averages of these projections, giving relatively less weight to industry associations (which may have a vested interest in making exuberant estimates) and relatively more weight to analyst/research firms with long tenures.
2. 5G isn't limited to smartphones, tablets, and PCs either; 5G can be found in telecom base station equipment, connected vehicles/devices, broadband access gateway devices, and others.
3. To understand how enterprises around the world are adopting advanced wireless technologies, in Q4 2020, Deloitte surveyed 437 global IT and line-of-business executives who are responsible for networking at organizations in the process of adopting 5G and/or Wi-Fi 6 or planning to adopt either technology within the next three years. Nine countries were represented: China, India, Japan, United Kingdom, Germany, Netherlands, Portugal, Brazil, and Australia. See: Jack Fritz et al., *Accelerating enterprise innovation and transformation with 5G and Wi-Fi 6: Deloitte's study of advanced wireless adoption, global edition*, Deloitte Insights, March 22, 2021.
4. Intel, "5G vs. Wi-Fi 6: A powerful combination for wireless," accessed October 5, 2021.
5. Advanced wireless adopters tend to focus on usage scenarios involving *both* indoor and outdoor networks and both fixed and mobile devices. See Fritz et al., *Accelerating enterprise innovation and transformation with 5G and Wi-Fi 6*.
6. TechPower IT Solutions, "5G and Wi-Fi 6—friends or foes?," accessed October 5, 2021; Rowell Dionicio, "How 5G and Wi-Fi 6 will work together," Hewlett Packard Enterprise, November 5, 2020; Cisco, "5 things to know about Wi-Fi 6 and 5G," accessed October 5, 2021.

7. The 3GPP cellular standards organization is working to support integrated noncellular (e.g., Wi-Fi 6) access handling in core 5G networks, and the Wireless Broadband Alliance—backed by several wireless providers—has released a blueprint for convergence. See: NGMN, “NGMN & Wireless Broadband Alliance join forces to address RAN convergence opportunities,” press release, January 22, 2019; Joe O’Halloran, “Wireless Broadband Alliance rolls out roadmap for 5G, Wi-Fi 6 convergence,” *Computer Weekly*, January 26, 2021; Wireless Broadband Alliance, “Wireless Broadband Alliance releases blueprint for 5G and Wi-Fi 6 convergence,” January 26, 2021.
8. James Blackman, “5G and Wi-Fi 6 ‘blueprint’ sets out ‘limitless potential’ in Industry 4.0, smart cities,” *Enterprise IoT Insights*, January 26, 2021; Catherine Sbeglia, “What does Wi-Fi 6 and 5G convergence really look like?,” *RCR Wireless News*, August 20, 2020.
9. A related Deloitte study of US networking executives shows a similar view of the future: By 2023, 70% of US networking executives expect Wi-Fi 6 to be a top-three most critical wireless technology for their business, and 76% expect 5G to be in their top three. See: Dan Littmann et al., *Enterprises building their future with 5G and Wi-Fi 6: Deloitte’s study of advanced wireless adoption*, Deloitte Insights, June 1, 2020.
10. Giacomo Bernardi, “Why 5G won’t dethrone Wi-Fi 6 anytime soon at the edge,” *TechTarget*, August 18, 2021. Wi-Fi 6 devices may have some advantages when it comes to power consumption as well; see: Vertiv, “Operators are optimistic about the future services 5G will enable, but estimates suggest network energy consumption could increase by up to 170 percent by 2026,” press release, February 27, 2019.
11. Bernardi, “Why 5G won’t dethrone Wi-Fi 6 anytime soon at the edge.”
12. At the time of writing, the final timing for the commercial launch of 3GPP Release 17, the third phase of 5G, had yet to be finalized; see: 3GPP, “Release 17 timeline agreed,” press release, December 14, 2020. For a discussion of complexities involved in setting up 5G private networks, see: Lee Badman, “How to build a private 5G network architecture,” *TechTarget*, accessed October 5, 2021.
13. Fritz et al., *Accelerating enterprise innovation and transformation with 5G and Wi-Fi 6*.
14. Catherine Sbeglia, “Three key considerations when comparing Wi-Fi and cellular for your enterprise,” *RCR Wireless News*, January 22, 2021; Intel, “5G vs. Wi-Fi 6: A powerful combination for wireless.”
15. Mike Dano, “It’s 5G vs. WiFi 6 for the factory of the future,” *Light Reading*, December 18, 2019; Patrick Grossetete, “How 5G/Wi-Fi 6 will transform multi-access networks in industrial IoT,” Cisco Blogs, November 5, 2019.
16. Fritz et al., *Accelerating enterprise innovation and transformation with 5G and Wi-Fi 6*.
17. Joe O’Halloran, “Wi-Fi 6 ready for carrier network deployment,” *Computer Weekly*, November 12, 2020.
18. Wireless Broadband Alliance, “How will Wi-Fi 6 impact telecom carriers?,” accessed October 5, 2021.

About the authors

Susanne Hupfer | United States | shupfer@deloitte.com

Susanne Hupfer is a research manager in Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP, specializing in the Technology sector. She conducts research to understand the impact of technology trends on enterprises and to deliver actionable insights to business and IT leaders.

Sayantani Mazumder | India | sayanmazumder@deloitte.com

Sayantani Mazumder is a manager with the Deloitte Center for Technology, Media & Telecommunications. In this role, she conducts research and helps establish Deloitte's eminence on strategic issues and opportunities for technology companies.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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 | United States | 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.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter:

Jack Fritz, Andreas Gentner, Paul Lee, Dan Littmann, Jan-Piet Nelissen, Duncan Stewart,
and **Dieter Trimmel.**

A decorative graphic consisting of a grid of thin green lines, positioned to the left of the text.

**醫療照護
無所不在**



與日俱進：穿戴式醫療科技

智慧型手錶和穿戴式醫療裝置，讓大眾得以全天候監控健康狀況而對這些裝置的準確性、安全性的信賴程度，將是其成長的關鍵

Jeff Loucks, Duncan Stewart, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

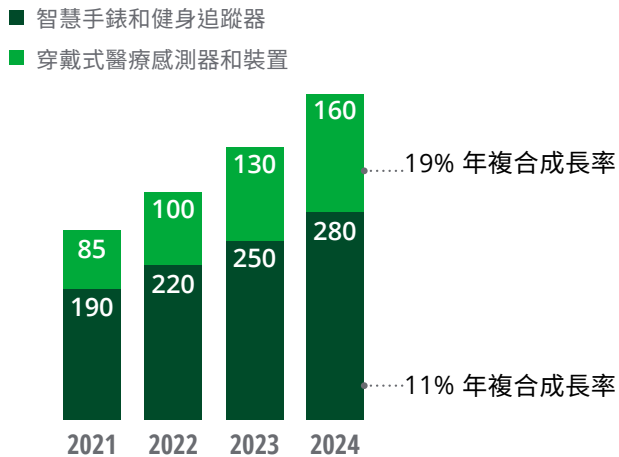
感測器和人工智慧的進步，讓數百萬人能夠藉由小到可戴在手腕的設備或銅板大小的貼片檢測和掌控慢性疾病的狀況，進而避免嚴重疾病。Deloitte Global 預測，2022 年全球消費性健康及醫療穿戴式裝置出貨量將來到 3.2 億（圖 1）。隨著新產品上市，以及有更多醫療照護提供者相信相關產品對於醫療的效

用，醫療健康穿戴式裝置於 2024 年的出貨量可達近 4.4 億件。上述數字包括面向消費者銷售的智慧手錶，以及醫療等級的穿戴式裝置（通常稱為「智慧貼片，smart patches」），而後者通常由醫療照護專業人員開具處方，但在大眾市場上的可見度也日漸提升。

圖 1

全球健康穿戴式裝置市場已相當龐大，並且正迅速擴張

2021-2024 年全球出貨量（百萬）



資料來源：Deloitte 產業市場規模資料分析

智慧手錶和智慧貼片在健康領域越來越智慧化，且應用範圍越來越廣

醫療照護業者生產了一系列的設備（包括手臂式血壓計和心電圖監視器），以協助病患間歇性監測健康指標。Deloitte 分析則集中於消費者迅速接受的智慧手錶和智慧貼片等設備。

Deloitte 2021 年《連結與行動趨勢》調查發現，39% 的受訪者擁有智慧手錶。¹ 其中，最常見的用途是幫助使用者健身、減重，以及突破比賽中的個人最佳紀錄（圖 2）。而新的硬體、軟體和應用程式讓智慧手錶逐漸轉變為個人健康診所，使得越來越多人不僅將智慧手錶用於監測自己的跑步速度，更開始監測自身健康狀況。現在，心率感測器已成為多數智慧手錶的標準

配備，其中有部分已獲得美國食品藥物管理局 (FDA) 批准，可應用於檢測異常狀況，例如心房顫動（造成中風的主要原因）。隨著這些裝置的精密度日漸攀升，消費者用以管理慢性病和檢測嚴重疾病症狀的比例可能會隨之增加。

新冠肺炎疫情凸顯了智慧手錶在監測健康方面的價值。隨著 COVID-19 蔓延，可測量血氧飽和度 (SpO2) 的智慧手錶日漸普及，可適時予以人們提醒；而在沒有輔助工具的情況下，人們難以察覺低血氧飽和度這種危及生命的症狀。² 超過一成擁有智慧手錶的美國消費者正在藉此檢測 COVID-19 症狀。不僅如此，疫情可能進一步促進了智慧手錶的銷售：擁有智慧手錶的美國消費者中，有 15% 是在疫情爆發後才購買智慧手錶。³

感測器、半導體和人工智慧等技術日益進步，推動了智慧手錶相關的迅速創新。例如，目前有部分智慧手錶配備光學感應器，可使用光體積變化描記圖法 (photoplethysmography, 簡稱「PPG」) 技術連續測量血容量和成分的變化。透過機器學習產生的演算法則不斷改進，並使用來自感測器的資料深入了解使用者的活動層次、壓力、心跳模式異常狀況等。⁴

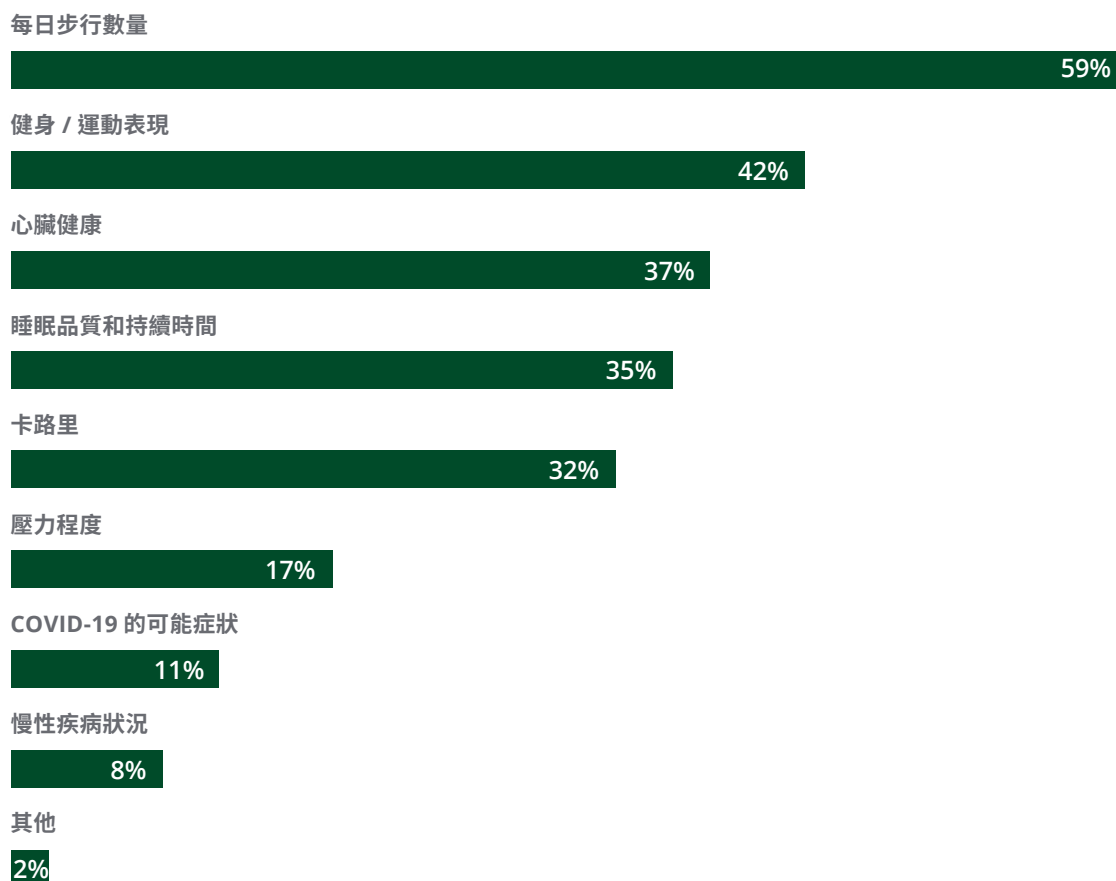
此外，業者也逐漸促使智慧手錶能夠監測血壓、使用 PPG 和其它技術，如拉曼光譜學和紅外線光譜法。⁵ 使用壓脈帶測量血壓既不方便又不舒適。最重要的是，僅僅定期測量血壓可能會錯過慢性高血壓的跡象，導致心臟疾病、心臟病發作和中風。全球目前有 13 億成年人患有高血壓，而準確、連續、不顯眼的血壓測量功能，將能夠擴大智慧手錶的市場。

當然，在不附著或進入人體皮膚的情況下，目前的智慧手錶感測器技術的功能有限。此時，智慧貼片便能夠派上用場。

圖 2

大眾使用智慧手錶監測心臟健康、睡眠品質和慢性病

請選擇您使用智慧手錶測量的所有項目。



注：此問題的受訪者皆擁有健身追蹤器或智慧手錶並確實使用上述裝置，該資料反映了 2021 年 6 月一項美國消費者調查結果。
資料來源：Deloitte 2021 年連網能力與行動趨勢調查

智慧貼片主要由醫療科技公司所開發，通常尺寸較小且不顯眼，可直接附著在使用者的皮膚上。部分「微創」智慧貼片則使用無痛穿透皮膚的微型針頭作為生物感測器，有時還可以藉此輸送藥物。

與提供廣泛健康資料和洞察的智慧手錶不同，智慧貼片通常設計用於單一功能，例如糖尿病管理、病患監測和藥物輸送。智慧貼片亦採用了更廣泛的技術。例如，測量心率變異性的智慧貼片通常使用心電圖技術，與智慧手錶相比，能夠更直接、更準確地追蹤心電動態。⁶

不過，智慧手錶和智慧手機仍然扮演著重要角色。智慧貼片所收集的資料可發送到智慧手錶和智慧手機應用程式，以進行彙整、分析與展示。利用適當的技術，包括互操作性功能（interoperability），醫師可查看病患健康記錄中穿戴式裝置所收集的健康資料，進而獲得更全面的資訊以便診斷和看護。

結論

從業界巨頭到新創公司，各類企業皆在開發醫療照護穿戴式裝置的新功能，以滿足2022年及其後的需求成長。不過，消費端和醫療照護端的普及程度仍較為緩慢，畢竟穿戴式裝置是相對新穎的技術。

採用穿戴式裝置所受到的阻力包含：

醫師的疑慮：醫療照護提供者發現，使用穿戴式科技在監測慢性健康狀況與追蹤生命跡象、睡眠品質和藥物治療方面十分有幫助。⁷然而，其也指出了三個主要缺點：

1. **資料效用：**Deloitte針對美國醫師的最新調查顯示，如果科技無法提高效率且不能融入工作流程中，臨床醫師往往不予採用該項新科技。⁸只有10%的受訪醫師表示，自己已將來自病患穿戴式裝置的資料整合，並納入電子健康記錄中。不過，這一點也正在慢慢改變：主要的電子健康記錄供應商現在允許消費者與醫師共享來自其健康應用程式的資料。⁹然而，目前大多數醫師仍無法使用來自病患穿戴式裝置的資料，或者需要手動輸入。¹⁰
2. **資料準確性：**有些醫師並不信任來自消費者穿戴式裝置的資料。例如，已診斷出患有心房顫動的患者可透過各種智慧手錶收到發作警報（應用程式已受美國食品藥物管理局和全球其他監管機構批准），¹¹但這種功能作為大規模篩檢工具的用處不大，反而會產生許多誤報，導致健康的使用者進行不必要的檢查，使病患和醫療照護系統承受了額外的壓力。¹²
3. **使用者錯誤和焦慮：**當穿戴式裝置佩戴不正確時，所收集到的資訊也可能會不準確。部分使用穿戴式裝置監測健康狀況的人也出現了焦慮和強迫行為。例如，過分關注脈搏率和心律可能會造成模仿嚴重疾病（如心房顫動）症狀的身體反應，增加不必要的入院和病患痛苦。¹³

資料隱私問題：COVID-19 疫情下，消費者越來越願意分享自己的健康資料。¹⁴然而，資料隱私仍然是個阻礙。根據 Deloitte 2021 年《連結與行動趨勢》調查，40% 擁有智慧手錶或健身追蹤器的人士擔心這些裝置所收集資料的隱私，60% 專門使用智慧手錶追蹤健康狀況的使用者表達同樣顧慮。

網路安全威脅：如同所有的連網裝置，醫療健康穿戴式裝置同樣會遭遇網路安全威脅，而這一點可能會對使用者造成十分嚴重的後果。假的智慧手錶警報可能會促使病患過量服用藥物，¹⁵藥物輸注泵和心臟節律器等醫療裝置也曾受駭客攻擊。¹⁶而隨著越來越多人採用智慧貼片給藥，數百萬人也可能因此易受威脅所影響。不僅如此，駭客近期甚至竊取了透過智慧手錶所收集的數百萬筆健康與健身記錄。¹⁷業者應針對醫療健康穿戴式裝置，將網路安全整合至其產品開發、軟體、供應鏈和雲端運算中。¹⁸

加強監管：目前，科技業者可以決定不將智慧手錶歸類為醫療照護裝置，以避免各種法律規範，例如美國《健康保險可攜性與責任法案》(Health Insurance Portability and Accountability Act) 要求使用者須明確知悉並同意分享敏感的健康資料。不過，隨著這些裝置及其輸出的資料彙整至電子健康記錄中、更多病患受其警報引導至醫療照護系統，監管單位可能會要求業者遵守更嚴格的法規。¹⁹

以上不利因素並非不可跨越的障礙，也並不阻擋未來兩年消費型醫療健康穿戴式裝置市場的成長。而穿戴式裝置的準確度將有所提高、應用程式也將變得更加智慧，使人們能夠監控更廣泛的健康指標和狀況。目前看來，主管機關似乎也可能將批准穿戴式裝置用於監測其他健康指標。因此，大型科技公司、醫療科技公司和諸多新創公司皆認為健康穿戴式裝置市場十分強勁，其投資和創新可能將促成此自我實現的預言。

Endnotes

1. Thirty-eight percent of consumers own a smartwatch or a fitness tracker. As noted above, we combine these categories in this study.
2. In 2020, tech companies with high smartwatch market share released products that measure blood oxygen saturation.
3. Chris Arkenberg et al., *2021 Connectivity and Mobile Trends Survey*, Deloitte Insights, 2021.
4. Tania Pereira et al., "[Photoplethysmography based atrial fibrillation detection: a review](#)," *NPJ Digital Medicine* 3 (2020).
5. Cat Ellis, "[Could the Apple Watch 7 really measure blood pressure—and why is it so important?](#)," TechRadar, August 5, 2021. *TMT Predictions 2022* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
6. Bruce Brown, "[CES 2021: New smart patch stores heart data for 11 days](#)," HealthTech Insider, January 7, 2021.
7. This application has been cleared by the US Food and Drug Administration and other regulators globally. See: HIMSS, "[The endless possibilities of wearable technology in healthcare](#)," April 28, 2021.
8. Bill Fera et al., *Improving care and creating efficiencies: Are physicians ready to embrace digital technologies now?*, Deloitte Insights, September 3, 2020.
9. Kat Jercich, "[Apple's health data sharing feature now live](#)," Healthcare IT News, September 21, 2021.
10. Ken Abrams et al., *How the virtual health landscape is shifting in a rapidly changing world: Findings from the Deloitte 2020 Survey of US Physicians*, Deloitte Insights, July 9, 2020.
11. Hiawatha Bray, "[A smartwatch could save your life](#)," *Boston Globe*, August 23, 2021.
12. Kirk D. Wyatt et al., "Clinical evaluation and diagnostic yield following evaluation of abnormal pulse detected using Apple Watch," *Journal of the American Medical Informatics Association* 27, no. 9 (2020): pp. 1359–1363
13. Lindsay Rosman, Anil Gehi, and Rachel Lampert, "[When smartwatches contribute to health anxiety in patients with atrial fibrillation](#)," *Cardiovascular Digital Health Journal* 1, no. 1 (2020): pp. 9–10.
14. David Betts, Shane Giuliani, and Leslie Korenda, *Are consumers already living the future of health? Key trends in agency, virtual health, remote monitoring, and data-sharing*, Deloitte Insights, August 13, 2020.
15. Zack Whittaker, "[Smartwatch hack could trick patients to 'take pills' with spoofed alerts](#)," TechCrunch, July 9, 2020.
16. A new cybersecurity center wants to protect medical devices against hacks.
17. Charlie Osborne, "[Over 60 million wearable, fitness tracking records exposed via unsecured database](#)," ZDNet, September 13, 2021.
18. Deloitte, "[Cyber, cyber everywhere: Is your cyber strategy everywhere too?](#)," accessed September 28, 2021.
19. Donna Marbury, "[3 reasons why wearables bring new complications for HIPAA compliance](#)," *HealthTech*, September 23, 2020.

About the authors

Jeff Loucks | United States | jloucks@deloitte.com

Jeff Loucks is the founder and executive director of Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications (the TMT Center). Using original research and deep industry expertise, Loucks and the Center develop insights that reveal emerging trends so executives can anticipate change rather than reacting to it.

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

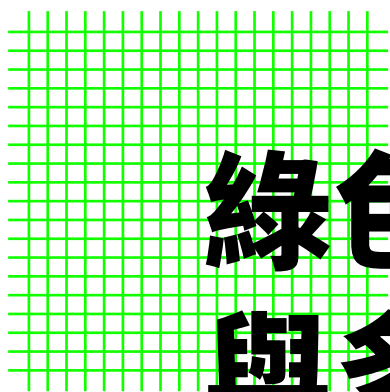
Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Gillian Crossan | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Ankit Dhameja, Wendy Gerhardt, Sonal Shah, and Glenn Snyder.**



綠色 與多樣性



智慧型手機的永續性：壽命更長且更環保

延長智慧型手機壽命能減少其帶來的環境影響，但如此一來
智慧型手機廠商能找到其他營收來源嗎？

Paul Lee, Cornelia Calugar-Pop, Ariane Bucaille, and Suhas Raviprakash

智 慧型手機是全世界最受歡迎的消費電子設備。Deloitte Global 預測，2022 年智慧型手機的裝機量預期將達到 45 億台，¹ 且將在 2022 年產生 1.46 億噸的二氧化碳或二氧化碳當量 (CO₂e)。² 儘管該數字不到 2021 年全球總排放量 340 億噸二氧化碳當量的 0.5%，但基於環境永續的立場，仍應思考如何減少不必要的設備浪費。³

這些排放量大部分 (83%) 來自 2022 年將出貨的 14 億台智慧型手機製造、運輸過程與首年使用所產生。⁴ 而另外 31 億台現役手機在 2022 年的使用將產生額外的 11% 排放量，其餘則分別來自現有智慧型手機的維修過程 (4%) 與生命終期處理 (1%)，⁵ 包括回收處理。⁶

製造智慧型手機的過程 將造成大量的碳排放

一台全新的智慧型手機在使用的第一年平均產生 85 公斤的碳排放量，其中 95% 來自於製造過程，包括原物料的提取及運輸。CO₂e 的釋放量則取決於下列幾項主要因素：

- **回收材料的使用量。**⁷ 重複使用材料促進碳排放密集的礦業減排。錫金屬可重複利用於電路板、鈷金屬可用於電池，而鋁金屬則可用於手機外殼。⁸ 回收稀土元素的技術也已經存在，用於喇叭和制動器等零組件。由於稀土元素體積小，因此直到幾年前，這項技術仍被認為無商業可行性。⁹
- **製造商設施的能源節約效率。** 生產智慧型手機的積體電路消耗大量能源，舉例而言，近三成的半導體製造廠，其營運成本源於維持溫度及濕度恆定所需的電力。¹⁰
- **製造生態系對可再生能源的依賴程度。** 此依賴程度關乎自有設施，以及承包製造業務的第三方。供應商可能須說服並且協助其外包供應鏈改用風力、太陽能及水力等可再生能源。¹¹

智慧型手機製造完成後，在一般 2 至 5 年的使用壽命，平均會因使用而產生 8 公斤的排放量。¹² 在這段時間結束時，生命終期處理的碳排放量取決於零組件回收的難易度。¹³

由於製造過程幾乎構成了整個智慧型手機的碳足跡，因此減少智慧型手機碳足跡最重要的一環在於延長手機的預期使用壽命。¹⁴ 使用中的智慧型手機總數仍維持不變，不過每台手機的使用週期將延長，在其生命週期中被一位或多位持有者所使用。即使將整新、運輸舊手機產生的碳排放納入考量，無論是由原本的持有者或是多位持有者共同延長使用時間，減排效益仍相當明顯。

幾項趨勢表明，從中期來看，智慧型手機的使用壽命確實可能延長：

智慧型手機變得更堅固，減少了意外更換手機的需求。

過去，螢幕破損及進水是手機報廢的常見原因，但現在螢幕可承受多次的短距離墜落，而差異點則是對墜落的耐受性。¹⁵ 旗艦機種的智慧型手機因售價更高而品質更佳，其防水性能也逐年增加。最新的旗艦機款目前可承受在 6 公尺深的水中浸泡半小時。¹⁶

延長智慧型手機的軟體支援時間。 供應商延長軟體支援的時間可大幅影響裝置的轉售價值，畢竟無用的手機將難以販售。為了使舊有手機能順利運作，智慧型手機供應商為每款手機建立或採買特定版本的操作系統。這類操作系統的更新可能包括使現有手機「看似」煥然一新的設計更改；更新的程式碼還可讓手機運作更加順暢，減少能源消耗。

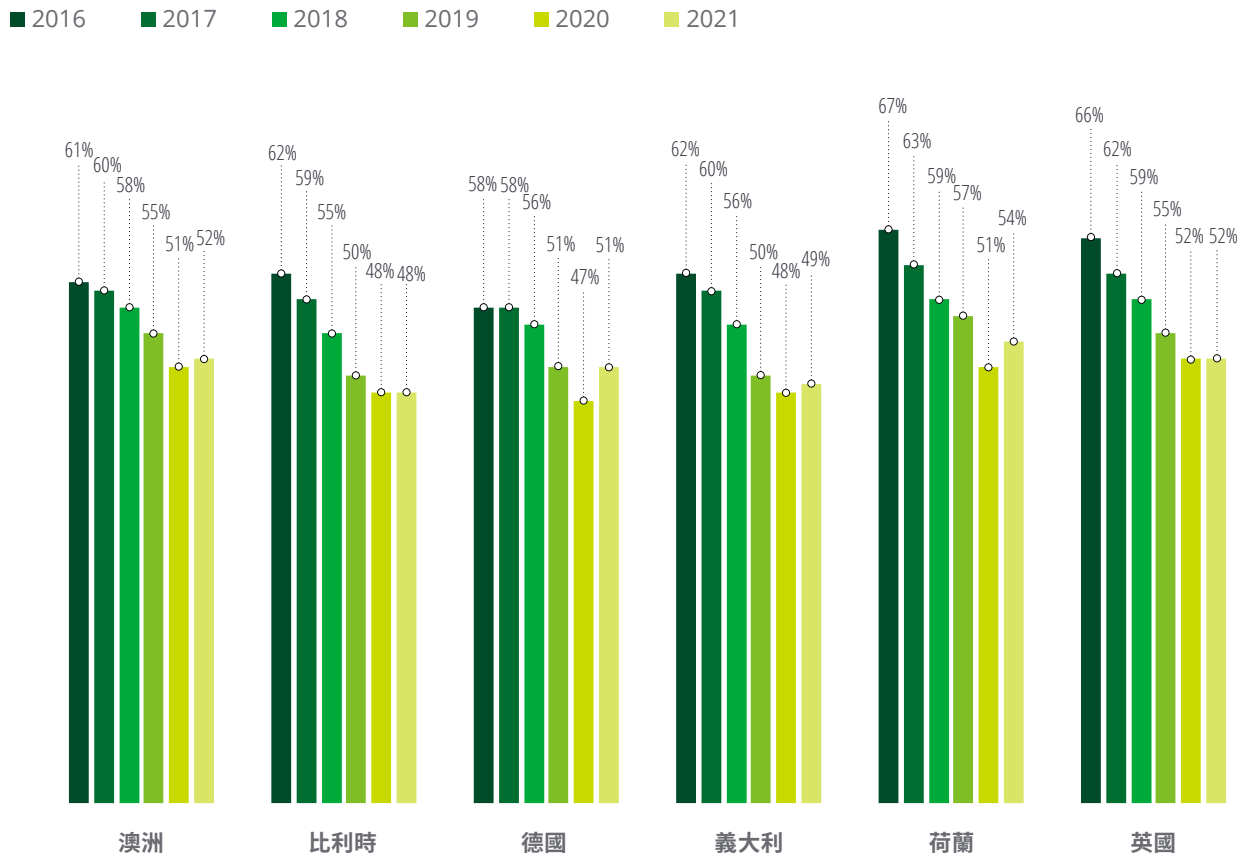
供應商還須定期提供安全性更新以修補安全漏洞。截至 2022 年年初，此類智慧型手機操作系統支援的年限在 3 年至 5 年間。雖時間長短取決於供應商，但預計至 2025 年，競爭壓力可能導至系統支援時間增加至 5 年。¹⁷ 自 2023 年開始，歐盟所有智慧型手機供應商均必須提供 5 年的安全性更新。¹⁸

消費者擁有手機的時間越來越長。 在已開發市場中，智慧型手機的平均持有時間持續穩步增長。圖 1 顯示了 2016 年至 2021 年，18 個月內曾經購買手機的使用者比例下降（2021 年市場出現逆轉，可歸因於疫情導致設備的消費量增加）。而同期的同一市場中，智慧型手機購於 3.5 年之前的比例則加倍，平均從 5% 成長至 10%。¹⁹

圖 1

消費者擁有智慧型手機的時間越來越長

2016 年至 2021 年間，在 18 個月內曾經購買手機的使用者比例



資料來源：Deloitte 數位消費趨勢報告，2016 年 5 月至 6 月、2017 年 5 月至 6 月、2018 年 6 月、2019 年 5 月至 6 月、2020 年 5 月、2021 年 6 月至 8 月。

旗艦型手機的售價目前一般在 1,000 美元以上。延長智慧型手機保留時間的強力動機是新裝置的高售價。相較於過去約兩年便能完全償付，新手機可能需要三年的時間。在 2017 年，智慧型手機定價 1,000 美元的想法讓人遲疑，但在僅僅一年後，這已成為旗艦產品的一般價位，多數供應商均提供多款定價在 1,000 美元或以上的智慧型手機。²⁰

整新機與二手機的全球市場正在成長。手機的名目轉售價值越高，交易的可能性就越大。定價 1,000 美元的手機，第一年後可能保有一半的價值，為每年更換高階手機的少數智慧型手機使用者提供強烈的交易動機。²¹

公司亦有進行整新的誘因：一台使用了一年、完全整新的手機，售價可能為全新手機的八成。在較富裕的市場中，已使用 4 年的高階手機可能並不受歡迎，但在新興市場中卻有著大量需求。與低價手機相比，高階手機也可能更防水防塵，並採用品質更佳的玻璃。²²事實上，2024 年智慧型手機整新機的市場預計將以每年 11.2% 的速度成長，屆時市值將達 650 億美元，並包含 3.52 億台手機。²³

結論

延長的智慧型手機使用壽命可能改造智慧型手機產業產生營益及利潤的方式。

智慧型手機供應商可以提供更高價的設備以抵消銷量下降的影響，並可向偏愛永續供應商的消費者收取綠色溢價（green premium）。但是，供應商還應考量如何增加裝置銷售外的營收，可能包括下列內容：

- 媒體服務和應用程式商店
- 線上儲存：隨著照片與影像的累積，需求將隨著時間逐步成長
- 單位排放量低於智慧型手機的補充硬體銷售（例如藍牙耳機的銷售額預計在 2022 年增長 35%）²⁴
- 保險費用²⁵，以及與購買或租賃智慧型手機相關的金融商品佣金

隨著時間改變，智慧型手機買家的消費行為可能受到供應商的綠色認證（green certificate）影響，但此現象在短期內不太可能發生。根據 Deloitte 2021 年中的一項跨國研究，13 個國家中有 10 個國家的消費者認為，是否使用可回收材料，是他們在選擇手機時最無關緊要的考量因素。²⁶

長期以來，營運商透過將智慧型手機與新的多年合約捆綁銷售來獲利，因此減少新手機的銷售算是一種懲罰，但行動通訊業者也可將合約與整新機捆綁，以及銷售保險等輔助性服務。此外，許多業者已有大量客戶使用不購機的資費方案（SIM-only），意即僅包括通話時間的費用，與新手機的銷售無關。

對於智慧型手機產業和其他產業而言，實現減碳目標通常需要企業改變經營方式。然而，最終的回報可能將超出單一個智慧型手機產業所獲得的回報。智慧型手機產業採取的措施可能影響其他種設備減少碳排。同一家供應商可以將減少智慧型手機排放的創新（例如使用回收材料）應用於產品組合中的其他設備，例如平板電腦。降低能源消耗以延長智慧型手機電池壽命的方式亦可用於其他設備，包括筆記型電腦或是智慧喇叭，這些設備以往為插座式，對節能設計的需求較少。²⁷ 這些減排總量，加起來可能遠超過智慧型手機本身的減排貢獻，即使並未超過，每一分減少仍然十分重要。²⁸

Endnotes

1. Gartner, "Gartner forecasts global devices installed base to reach 6.2 billion units in 2021," press release, April 1, 2021.
2. We have used a range of publicly available information to arrive at this prediction. For CO₂e emissions per device and the split by production, use, transport, end-of-life procession, see: Apple, *iPhone 12 product environmental report*, October 13, 2020; Huawei, "Product environmental information," accessed October 6, 2021; Google, *Pixel 5 product environmental report*, accessed October 6, 2021. For 2022 smartphone shipments information, see: International Data Corporation, "Smartphone shipments to grow 5.5% in 2021 driven by strong 5G push and pent-up demand, according to IDC," March 10, 2021; for the 2022 installed base of smartphones, see: Gartner, Gartner, "Gartner forecasts global devices installed base to reach 6.2 billion units in 2021." *TMT Predictions 2022* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
3. The global annual average per capita is 4.6 metric tons. Some developed markets have a much greater carbon footprint per capita. For example, the US annual average per capita is 15.5 metric tons: The World Bank, "CO₂ emissions (metric tons per capita)," accessed October 6, 2021.
4. International Data Corporation, "Smartphone shipments to grow 5.5% in 2021 driven by strong 5G push and pent-up demand, according to IDC."
5. This percentage is based on data for Apple iPhone 12, see: Apple, *iPhone 12 product environmental report*. *TMT Predictions 2022* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
6. These proportions are derived from publicly available sources on emissions per device; as emissions vary by smartphone model, we have used vendor market share data to estimate emissions across the installed base of devices. Sources we have used include the following: Apple, *iPhone 12 product environmental report*; Huawei, "Product environmental information"; Google, *Pixel 5 product environmental report*. *TMT Predictions 2022* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
7. Recycling avoids carbon-intensive processes like mining. Kimberly 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.
8. Apple's iPhone 12 uses recycled metals and rare-earth elements. Samsung plans to use recycled materials in all of its phones by 2025. Apple, *iPhone 12 product environmental report*; Samsung Newsroom, "Samsung Electronics announces sustainability vision for mobile: Galaxy for the planet," August 11, 2021.
9. Stephen Nellis, "Apple taps recycled rare earth elements for iPhone parts," Reuters, September 18, 2019; Yu Kun-ha, "3 Korean PEFs take 20% stake in Australian rare earth mining project for US\$250 mil.," *Business Korea*, July 21, 2021.
10. Srilatha, "Examining the carbon footprint of devices," Microsoft, November 23, 2020; Steve Chen, Apoorv Gautam, and Florian Weig, "Bringing energy efficiency to the fab," McKinsey & Company, accessed October 6, 2021; Shih-Cheng Hu et al., "Energy savings approaches for high-tech manufacturing factories," *Case Studies in Thermal Engineering* 17, no. 100569 (2020).
11. Apple has announced that 100 of their manufacturing partners are moving to 100% renewable energy. Once this is complete, this will remove 15 million metric tons of CO₂e annually. Apple, "Apple powers ahead in new renewable energy solutions with over 110 suppliers," press release, March 31, 2021. *TMT Predictions 2022* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
12. Deloitte estimate based on industry data.
13. Some vendors have designed processes to enable the dismantling of their devices such that core materials can be reused in new devices. Apple, "Apple expands global recycling programs," press release, April 18, 2019.
14. There would also be an impact on e-waste, with fewer discarded smartphones ending up partially or wholly in landfills. For more information on e-waste, see: Globalewaste.org, "The global e-waste statistics partnership," accessed October 6, 2021.

15. Sean Hollister, "Corning's new Gorilla Glass Victus could let your phone survive a six-foot drop, plus scratch resistance," *Verge*, July 23, 2020; Vanessa Hand Orellana, "iPhone 12 drop test: The ceramic shield screen went above and beyond," CNET, March 5, 2021.
16. Adam Ismail and Jordan Palmer, "The best waterproof phones in 2021," *Tom's Guide*, September 21, 2021; Chris Velazco, "The Engadget guide to the best midrange smartphones," Engadget, June 15, 2020.
17. In December 2020, it was announced that Google and Qualcomm were working together to make it easier for smartphones with the Android operating system, most of which are based on Qualcomm chipsets, to have four years of support. Abner Li, "Google, Qualcomm lay the technical groundwork for 4 years of Android updates," 9to5Google, December 16, 2020; Google Pixel phones have historically had commitments of three years' worth of software updates from when the device first became available: Google, "Pixel phone help," accessed October 6, 2021; Apple provides support for at least five years and for some models, even longer. Karen Haslam, "How long does Apple support iPhones?," *Macworld*, July 15, 2021; Samsung provides five years of security update support for enterprise models: Samsung Newsroom, "Samsung raises the bar for mobile experience innovation committing to three generations of Android OS upgrades," August 18, 2020.
18. Christian Wölbart, "EU plans energy label and strict environmental rules for smartphones and tablets," *Heise*, August 25, 2021.
19. Deloitte, Deloitte Digital Consumer Trends and Deloitte Global Mobile Consumer Survey, May-Jun 2016, May-Jun 2017, Jun 2018, May-Jun 2019, May 2020, Jun-Jul 2021, Jun-Aug 2021. Percentage increase is based on an average of the results for Australia, Belgium, Germany, Italy, Netherlands, and United Kingdom.
20. Vlad Savov, "In less than a year, the \$1,000 phone has become entirely normal," *Verge*, August 21, 2018.
21. Vodafone UK has noted that it now resells 94% of phones that are traded in. Alan Lu, "Reducing e-waste: How your old smartphone can be recycled," Vodafone, October 27, 2020.
22. Andrew Heinzman, "Why you don't need an expensive smartphone anymore," Review Geek, January 18, 2021.
23. The refurbished smartphone market is forecast by IDC to grow from 225.5 million units in 2020 to 351.6 million units in 2025. International Data Corporation, "IDC forecasts worldwide market for used smartphones to reach 351.6 million units with a market value of \$65 billion in 2024," January 7, 2021.
24. Neil Mawston, "Bluetooth headphone revenues to grow 35% in 2022," Strategy Analytics, May 13, 2021.
25. The market for mobile phone insurance is forecast at \$29.5 billion globally in 2022, with a base value of \$23.3 billion in 2020, and a CAGR of 12.6%. Grand View Research, *Mobile phone insurance market size, share & trends analysis report by coverage, by phone type, by region, and segment forecasts, 2021-2028*, April 2021.
26. Based on responses from Deloitte's multinational Digital Consumer Trends survey, fielded in 2021.
27. Laptop vendors have started to offer devices based on chip architectures that are more power efficient, which were formerly only used in smartphones and tablets. John Loeffler, "How battery life could be the major mobile computing fight of 2021," TechRadar, December 31, 2020.
28. There are multiple other ways in which emissions for smartphones may be reduced. One would be to have battery technology that could tolerate far more recharges than that possible with the current formulation for which 500 recharges is considered a typical lifetime before performance degrades. New battery technologies that offer sufficiently better performance to warrant a wholesale industry shift is challenging—and would likely require, for example, the replacement of billions of chargers. There are lots of examples of innovations in battery tech, and one such example is here: IANS, "New technology to extend battery life in smartphones, electric cars," *Bridge Chronicle*, November 3, 2020.

About the authors

Paul Lee | United Kingdom | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a UK partner and the global 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.

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

Cornelia Calugar-Pop is the lead Technology, Media & Telecommunications researcher at Deloitte UK, where she conducts research and analyzes trends in the TMT space. Her responsibilities include production of regular analyses on topical issues, publication of thought leadership reports, research program management, and internal research support.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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.

Suhas Raviprakash | India | sraviprakash@deloitte.com

Suhas Raviprakash is a senior analyst at Deloitte Support Services India Pvt. Ltd. He works on flagship thought leadership reports such as *Digital Consumer Trends* and *TMT Predictions*, focusing his research consumers' digital behavior, tech adoption trends, misinformation, the impact of COVID-19 on the TMT industry, sports, and more.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Rafi Addlestone, Mike Barber, Sam Blackie, Neil Clements, Ben Combes, Emmanuel Durou, Sayantani Mazumder, Matt McDermott, Karthik Ramachandran, and Matthew Sinclair.**



科技產業中的女性： 漸入佳境，但仍面臨新挑戰

隨著疫情緩和，科技公司應重新檢視
對推動科技產業性別多元化的承諾

Susanne Hupfer, Sayantani Mazumder, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

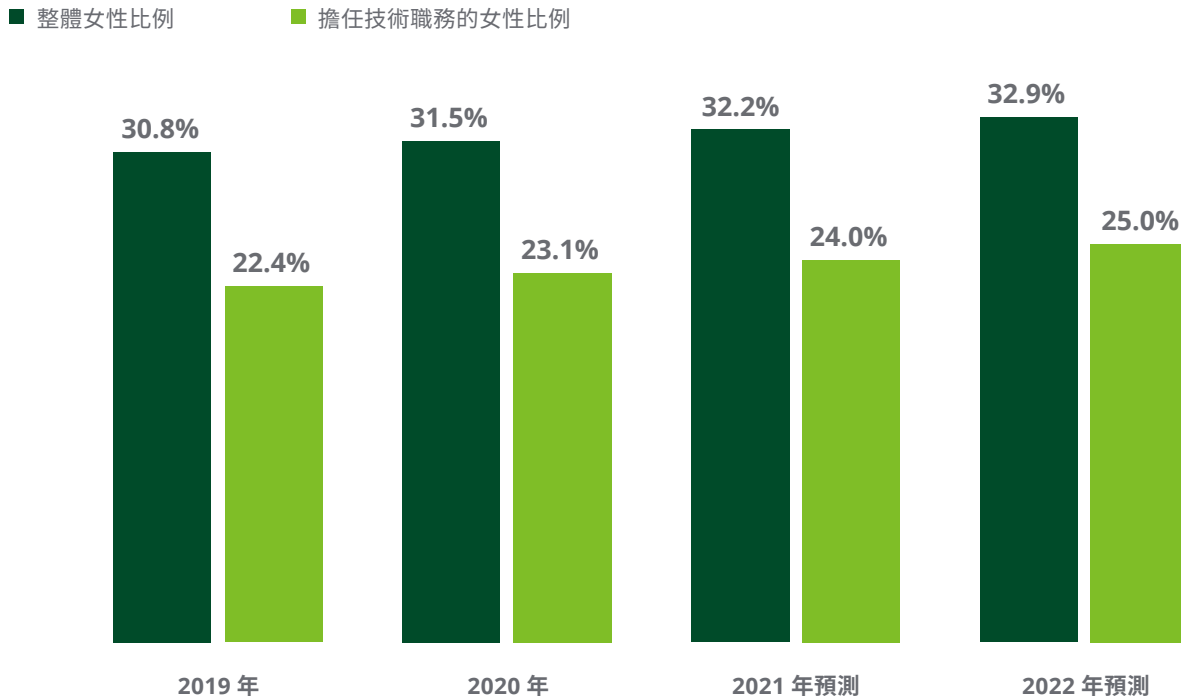
科 技產業、或者至少是龍頭科技企業，在未來一年將持續縮小員工的性別差距。Deloitte Global 預測，全球大型科技公司的平均整體女性比例將於 2022 年達到 33%，較 2019 年（圖 1）¹ 微幅提升 2%；擔任技術職務的女性比例亦將提升，但仍落後整體女性員工比例約 8%。

2 個百分點的成長雖然不多，但足以代表顯著的進步。取得進展並不容易，甚至招募、僱用、挽留與提拔女性的積極行動也進度緩慢。雖然進展的方向正確，但展望未來，科技公司仍需要更努力改善此一情形。

圖 1

大型科技公司女性員工的比例成長緩慢但穩定

大型科技公司的女性員工比例



資料來源：根據 20 家大型科技公司（平均員工數超過 10 萬名）勞動力多元化報告進行的分析，以及 2021 年與 2022 年的預測。

大型科技公司持續取得進展，但可能面臨停滯不前的風險

有研究顯示，多元團隊的表現更佳且更具創新性，業界領導者也普遍認為，性別、種族、年齡及其他社會因子多元的勞動組成對企業有利。² 在科技產業尋求自身未來榮景的同時，也須做好表率。

分析提供年度勞動力多元化報告的 20 家大型科技公司，結果顯示上述公司在過去兩年內保持了良好的性別多元發展態勢。³ 即使女性更易受到疫情所導致的全球失業率飆升與勞動參與率下降所影響，⁴ 許多企業的女性比例仍能維持成長。

部份可歸因於疫情初始時，科技產業的準備相對而言更為充分，可依靠熟練的連線操作及合作工具，迅速轉換為遠距與彈性工作模式。

此外，許多大型企業的勞動力多元化承諾與計畫已行之有年，而這些已付諸的多元化（性別與其他方面）承諾有助於企業渡過危機。此外，科技產業的就業（包括女性的就業）復甦較許多產業來得更早，或許使其更容易保持性別平等的進步。⁵

雖然知名的科技公司持續致力於性別多元化並報告進展成果，但對資源較少、聲望較低的小型科技公司而言，吸引及挽留女性的難度更大。⁶ 這類小型公司通常不公開員工性別多元化相關的數據，因此難以了解他們的進展情形，但 2019 年底針對全球科技新創公司高階主管的調查顯示，僅 43% 的企業訂有全公司的招募與晉升多元化成長目標。⁷ 在缺乏目標與透明度的情況下，相較於大型公司，小型科技公司的性別多元化表現也許更差，且在疫情期間落後的幅度恐怕會加大。⁸

持續的進步需要新的承諾與更多的努力。眾所周知，平等的女性比例面臨的挑戰包括教育渠道、招募與僱用、員工留任、薪酬與晉升等。⁹ 除了這些挑戰外，新冠疫情對勞工的身心健康與職業前景也造成了嚴重的打擊。2021 年 Deloitte《職場女性研究》(Women @ Work) 針對高科技、媒體與電信 (TMT) 產業中 500 名女性所進行的調查顯示，相較於疫情爆發前，TMT 產業的女性感到工作的動力與效率、對工作的滿意程度、工作與生活的平衡，以及對雇主的忠誠度急劇下滑 (圖 2)。¹⁰ 83% 的 TMT 產業女性受訪者表示工作量增加了，且多數受訪者表示花在家務與眷屬扶養的時間上升。¹¹ 工作與生活的界限分崩離析：對工作與生活平衡的滿意度下降 38%，而「關閉工作模式」的能力下降 19%。更值得擔憂的是，僅 38% 的 TMT 產業女性認為公司已給予足夠的支持，¹² 而僅 30% 的受訪者表示雇主提高了彈性工作的機會 (例如能同時承擔

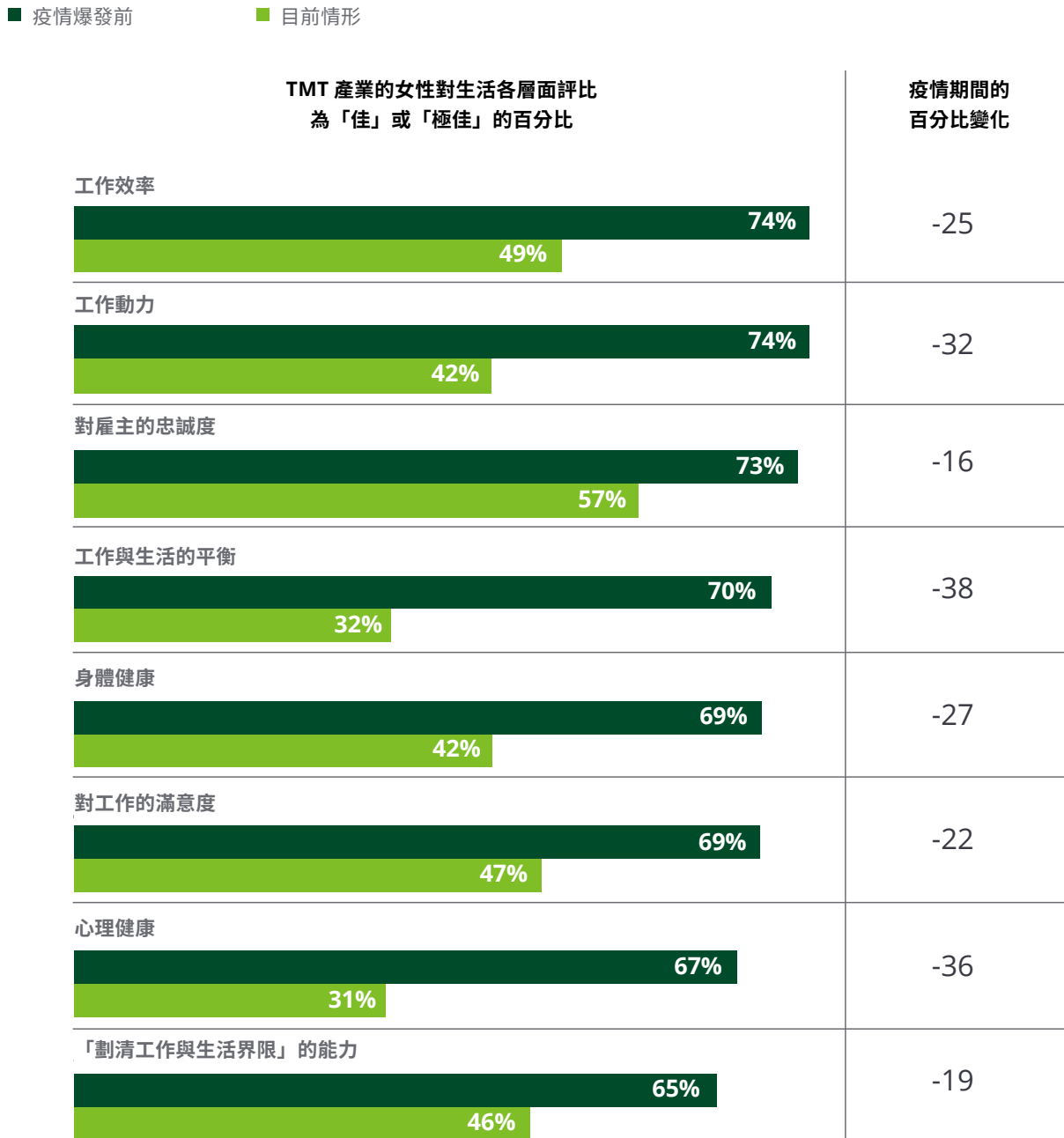
照護家人責任的工作自由，或其他承諾)；只有 22% 受訪者表示雇主曾明確表示不會期望對方「隨時處於工作模式」。¹³

公平的女性比例仍面臨著眾所周知的挑戰，包括教育渠道、招募與僱用、員工留任、薪酬與晉升等因素。

相較於同儕，多元種族與族群的 TMT 產業女性似乎更易受到疫情的負面影響。與在 TMT 產業的其他女性員工相比，這類女性更可能花較多時間在工作與家庭責任上，也更可能對自我身心平衡、工作的動力與效率，以及劃清工作與生活界限的能力自評不滿意，甚至極度不滿意。與其他 TMT 產業女性的 43% 相比，竟有超過一半 (52%) 的多元種族與族群 TMT 產業女性認為工作與生活的平衡不佳或極度不佳；而相較疫情前，59% 多元種族與族群的 TMT 產業女性對當前的職業前景感到更不樂觀，而其他 TMT 產業女性則僅為 48%。由於少有科技公司會詳細報告女性員工的組成細節 (即種族、年齡或其他社會認同)，因此難以衡量比例是否在其他方面獲得改善。但疫情對多元種族與族群的女性所造成的不同影響，可能使勞動人口多元化的推動更加困難。

圖 2

疫情期間，高科技、媒體與電信產業的女性對生活與工作的許多層面感到更不滿意



資料來源：2021 年 Deloitte《職場女性研究》(Women @ Work)，TMT 產業受訪者資料分析。
 註：於 2020 年 11 月至 2021 年 3 月間，針對 10 個國家的 500 名 TMT 產業勞動人口所進行的調查。

疫情所造成的壓力可能導致女性工作人口流失，甚至促使這些女性完全離開職場。多數 TMT 產業的女性 (51%) 認為自己的職業前景不如疫情前樂觀，有 57%

的女性預計在兩年內換工作，主要因素是缺乏工作與生活的平衡。不僅如此，竟有 22% 受訪者正考慮完全離開職場，主因是工作量增加而影響身心平衡。

但這些都是企業可改善的地方，包括 Google、Salesforce 及 IBM 在內的科技公司，已透過擴大育兒協助與給薪的家庭照顧假方案以應對疫情影響。¹⁴ 還有部份公司建立新的彈性工作及身心平衡方案，例如職務分擔、免費心理健康諮詢、員工集體放假，以及提

供兒童觀看的教育節目等等。¹⁵ 當科技公司主動制定方案及政策，以協助員工在家庭照護與身心平衡以及工作責任間取得平衡時，才可避免工作倦怠並提高忠誠度，進而在疫情及後疫情時代保留多元人才。

結論

綜觀這次疫情，企業應考慮何種未來工作模式可讓人才庫更廣泛且多元。不少企業從疫情期間學到教訓，有幾家主要科技公司正採用遠距優先的工作模式，而其他公司則採用結合辦公室與居家工作的模式，有些公司甚至正在嘗試使用更小型的分散式辦公室。¹⁶ 除了增加工作與生活的彈性，「隨處辦公」（work from anywhere）模式可將優秀且多元的人才庫拓展至全國甚至全世界，而不再侷限在辦公室的通勤距離內。¹⁷

對於缺乏女性人才的產業而言，擁有更廣大的人才庫以供選擇特別重要。透過科學、科技、工程以及數學（STEM）四個渠道多元培養下一代科技人才雖然值得讚許，但需要多年的努力不懈才可達到目標。與此同時，部分科技公司將目標放在吸引及招募被忽視的女性群體，例如二度就業或轉行的女性。另一些公司與執行「重返職場」（returnship）計畫的組織合作，為暫時離職後復職的女性提供培訓與指導。¹⁸ 其他公司則建立了學徒制度，旨在招募以及為「非常規人才」提升技能，例如缺乏傳統技術背景的轉職者。

除了僱用更多女性之外，要縮小性別差距還須解決留任女性員工與公平晉升的挑戰。研究顯示，約有一半的女性員工在職業生涯中期退出科技產業，而女性在科技產業的高階領導職位中所佔的比例不到四分之一。¹⁹ 根據 Deloitte 在 2020 年的一份報告，性別偏見是科技產業女性晉升高位的首要阻礙。²⁰ 然而對於提升創造性思維、推動商業成效，以及提供學習表率而言，多元化的領導可能是關鍵所在。²¹ 為女性提供正式的導師計畫與職業發展機會，還有晉升的性別比例目標，將有助於留住更多的女性人才，並將女性晉升至高階管理層級。但根據 Deloitte 《職場女性研究》，TMT 產業中只有不到四分之一的公司訂有這些方案。²²

畢竟，提升女性在科技產業的比例與公司其他重要措施相同，需要企業的領導階層提供承諾以及策略上的重視。企業應指派專責的高階主管，並致力於發展全面多元化、平等與具包容性的策略，以造就兼容並蓄的文化。問責制與透明化（確認衡量指標、報告結果與追蹤進度）極為關鍵，唯有如此企業才能評估策略是否有效，以檢討並改善執行方式。

Endnotes

1. Deloitte conducted analysis and projections using data from the diversity reports published by 20 large global technology companies, covering their diversity data through 2020.
2. David Rock and Heidi Grant, "Why diverse teams are smarter," *Harvard Business Review*, November 4, 2016; Stuart R. Levine, "Diversity confirmed to boost innovation and financial results," *Forbes*, January 15, 2020; Jennifer Riel, "Tolerance is for cowards," *Quartz*, October 27, 2017. While we're focused on gender diversity in this article, in 2019, several large tech companies renewed their commitments to racial diversity; see: Lauren Feiner, "Tech companies made big pledges to fight racism last year—here's how they're doing so far," CNBC, June 6, 2021.
3. Although not every large global tech company publishes these reports, almost all the largest players do, and we believe that the data is therefore a good proxy for large tech companies in general.
4. Rakesh Kochhar and Jesse Bennett, "U.S. labor market inches back from the COVID-19 shock, but recovery is far from complete," Pew Research Center, April 14, 2021; Courtney Connley, "Unemployment rate understates what's going on, expert says, as millions of women remain out of workforce," CNBC, March 5, 2021; International Labour Organization, "Slow jobs recovery and increased inequality risk long-term COVID-19 scarring," June 2, 2021; Karen Gilchrist, "Covid-19 has destroyed 22 million jobs in advanced countries, says OECD," OECD, July 7, 2021.
5. In the United States, the technology sector has already gained back many of its pandemic job losses. See: Galen Gruman, "US IT job growth jumps in August; 2021 on track for record hiring levels," *Computerworld*, September 7, 2021; *CompTIA, CompTIA tech jobs report*, accessed October 5, 2021.
6. Our analysis of data from Deloitte's *Women @ Work* survey revealed that women working at smaller TMT firms (US\$250 million to US\$500 million in annual revenue) may be facing a crisis of confidence in their current employers: More than a quarter (26%) of them say their loyalty to their employer is now poor/extremely poor (up from 3% prior to the pandemic), and only 32% report their motivation at work is good/extremely good. In contrast, at the largest TMT firms (more than US\$5 billion in annual revenue), 54% of women report their motivation is good/extremely good, and just 12% say their loyalty is poor/extremely poor. See: Deloitte, *Women @ Work: A global outlook, May 19, 2021*.
7. In November/December 2019, Silicon Valley Bank surveyed more than 700 technology startup executives in innovation hubs, mainly in the United States, United Kingdom, Canada, and China. See: Silicon Valley Bank, *2020 global startup outlook, 2020*.
8. Taking a broader view of IT roles across industries, a Deloitte analysis of US IT employment data by gender reveals an interesting trend: The percentage of women rose incrementally from 2016 to 2019 (about 0.3 points per year) but fell 0.8 points from 2019 to 2020, to 24.2%. This suggests that women may hold a slightly higher proportion of tech roles in industries outside the tech sector—but the growth appears to have hit a roadblock during the pandemic.
9. Deloitte, *Women in IT jobs: It is about education, but also about more than just education: TMT Predictions 2016*, January 13, 2016.
10. The Deloitte *Women @ Work* study surveyed 5,000 full- or part-time employed women aged 18–64 across 10 countries (Australia, Brazil, Canada, China, Germany, India, Japan, South Africa, United Kingdom, and United States) between November 2020 and March 2021. Respondents were diverse in terms of seniority, from C-level executives to nonmanagerial employees. We specifically analyzed responses of 500 women in the TMT sector. While the study did not break out technology results, we believe the TMT findings are a good proxy for the technology sector. See: Deloitte, *Women @ Work: A global outlook*.
11. *Ibid.* Sixty-two percent of TMT women report the amount of time spent completing chores and house-management tasks has increased during the pandemic; 53% say the amount of time spent looking after other dependents (such as elderly or disabled relatives) has increased, and 49% say the amount of time spent looking after children has increased.
12. *Ibid.*

13. Ibid. The proportion of employers that have established programs and policies to help mitigate the impact of the pandemic on the well-being of employees is surprisingly low: 27% of TMT women say their employer has reviewed and/or reset employee objectives to ensure they are realistic given the current circumstances; 26% say their employer has established regular check-ins with line managers to ensure they are OK; 23% say their employer has increased access to resources (such as counseling) to support mental health; and just 17% say their employer has provided paid time off to adjust to the new way of working (e.g., to fulfill caregiving responsibilities, or to establish a suitable working environment).
14. Google, *2021 diversity annual report*, July 1, 2021; Salesforce, "Creating a best workplace for parents during a pandemic requires intentionality," accessed October 5, 2021; IBM, *IBM 2020 diversity & inclusion report*, April 13, 2021.
15. Ibid. IBM created a range of flexibility and well-being programs in response to pulse surveys of female employees, such as free mental health counseling, part-time employment, and job-sharing arrangements. SAP and Cisco both established a "mental health day" to encourage employees to collectively disconnect. Salesforce inaugurated a weekly well-being video series in which experts offer coping skills and resources, as well as livestreams with educational and fun programs to entertain employees' children. Also see: Kathryn Mayer, "Software giant adds mental health day to ease COVID-related stress," *Human Resource Executive*, March 9, 2021.
16. Katherine Bindley, "Work-from-anywhere perks give Silicon Valley a new edge in talent war," *Wall Street Journal*, July 27, 2021.
17. Ibid.
18. Kristi Lamar and Anjali Shaikh, *Cultivating diversity, equity, and inclusion: How CIOs recruit and retain experienced women in tech*, Deloitte Insights, March 5, 2021.
19. Pamela Maynard, "Are we really closing the gender gap in tech?," *Forbes*, March 3, 2021; Macy Bayern, "Why more than half of women leave the tech industry," *Tech Republic*, October 1, 2019; Sarah K. White, "Women in tech statistics: The hard truths of an uphill battle," *CIO*, March 8, 2021.
20. Lamar and Shaikh, *Cultivating diversity, equity, and inclusion*.
21. Sylvia Ann Hewlett, Melinda Marshall, and Laura Sherbin, "How diversity can drive innovation," *Harvard Business Review*, December 2013; Beth Castle, "'You have to see it to be it': Why women role models are key to gender equality," *InHerSight*, March 7, 2021.
22. Deloitte, *Women @ Work: A global outlook*.

About the authors

Susanne Hupfer | United States | shupfer@deloitte.com

Susanne Hupfer is a research manager in Deloitte's Center for Technology, Media & Telecommunications, Deloitte Services LP, specializing in the Technology sector. She conducts research to understand the impact of technology trends on enterprises and to deliver actionable insights to business and IT leaders.

Sayantani Mazumder | India | sayanmazumder@deloitte.com

Sayantani Mazumder is a manager with the Deloitte Center for Technology, Media & Telecommunications. In this role, she conducts research and helps establish Deloitte's eminence on strategic issues and opportunities for technology companies.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

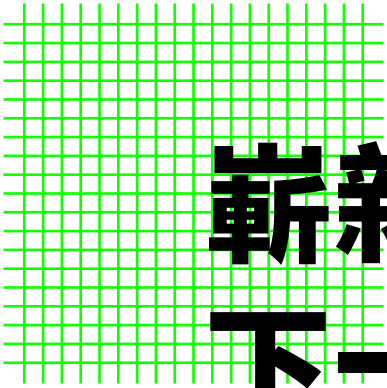
Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry leader and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Gillian Crossan | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Kenny D'Evelyn, Lester Gunnion, Nicole Patterson, Negina Rood, Christine Selph, Paul Silvergate, Duncan Stewart, and Jeanette Watson.**



**嶄新的
下一步**



從球員卡到數位影視： NFT帶領運動收藏品進入數位時代

粉絲不再只能觀看，甚至能擁有自己最喜愛的體育經典片段，讓非同質化代幣在運動市場中的地位更加穩固

Paul Lee, Theo Ajadi , Kevin Westcott, and Gillian Crossan

哪個球迷不想購買一段難忘的體育賽事經典片段？非同質化代幣（Nonfungible tokens，簡稱「NFT」），一種利用區塊鏈技術紀錄媒體內容所有權的獨特、數位辨識碼，能讓球迷購買自己喜愛的運動片段。Deloitte Global 預測，2022 年，運動媒體 NFT 的交易金額將超過 20 億美元，約為 2021 年的兩倍。¹

至 2022 年底，全球預計將有 400 萬至 500 萬的體育迷購買或獲贈 NFT 運動收藏品。大眾對運動 NFT 的興趣可能是受到更廣泛的 NFT 市場活動（包括數位藝術）所刺激；截至 2021 年 8 月，藝術市場前五大交易的金額已超過 1 億美元。²

NFT可能將大量創造新的收入來源

在 NFT 的世界裡，數位內容將獲得一組專屬且不可複製的辨識碼，這個辨識碼（通常是 Flow 或以太坊）將記錄在分散式資料庫、即區塊鏈上。這個辨識碼也能顯示出數位內容的所有權與使用權資料。NFT 的所有權可包括數位基礎資產的所有權，然而至目前為止，大部分售出的運動 NFT 皆未享有內容基礎的所有權或使用權。各個 NFT 都包含一份智慧合約，其條款無限期適用，且每筆交易立即適用，無法撤銷。

每個 NFT 都是獨一無二的，就像每筆實體限量印刷都擁有專屬的編號一樣，儘管商品本體長得一模一樣。透過這種方式，NFT 在一開始便為數位內容建立起稀有性。而這就是球員卡的數位翻版—2021 年³一張球員卡售價可高達數百萬美元，長期以來也都是球隊與聯賽的主要收入來源，在美國市場尤其如此。NFT 有效達到了與球員卡同樣的需求，只不過改以數位圖片或影片取代圖片、以像素取代紙板、以數位顯示（主要透過手機觀看）取代活頁夾、以線上交易平台取代收藏家交易會，以及以區塊鏈取代第三方認證機構。⁴

付費購買一段所有人都能免費觀看的影片的 NFT 版本，這看似不合邏輯。⁵ 然而，一張形式上毫無價值的印刷卡片卻能賣出七位數的價格，這看起來也相當不理智。⁶ 無論如何，其價值取決於需求量與稀少性，而需求也往往時增時減，更會受到內外部多重因素的影響。

2022 年，NFT 在運動產業中最常見也最有利可圖的應用方式，可能將是限量版運動經典片段或球員卡的銷售。⁷ 每個 NFT 的價值將取決於運動員的知名度、事件的重要性、NFT 中包含的額外內容，以及消費者的需求。重大事件的限定版 NFT 可在拍賣會上被出售，例如傳奇球星的致勝球、全壘打或灌籃影片，再附上該球星的評論片段；而 20,000 份沒有附加內容的相同影片，則可透過線上商店出售與交易。⁸ 這某方面很像藝術界的交易模式，同一件藝術作品擁有許多個複製品，然而，各個經過認證的複製品都有專屬的編號，價值也有所不同。⁹

價值取決於需求量與稀少性，需求也往往會時增時減，更會受到內外部多重因素的影響。

2022 年，各個平台與權利創造者大概會繼續測試各式各樣的所有權模式，以在激發消費者需求與維護智慧財產權之間找到最佳的平衡點，而後者的作用在於尊重第三方對數位基礎資產享有的固有權利。到目前為止，運動 NFT 提供的有限智慧財產權尚未抑制消費者的慾望，這顯示出需求的推動力很可能是來自擁有者的地位彰顯：稀少性本身即可推動內在價值。

疫情封鎖期間，體育聯盟、球隊與個人運動員的收入紛紛下滑，而 NFT 可為他們帶來額外的收入：¹⁰ 光是在 2021 年的前九個月，最大足球 NFT 平台的銷售額已達 1.28 億美元。¹¹ NFT 平台擁有人可在 NFT 合約中規定平台將對每筆交易的抽成，抽成的其中一部分可能又會回到上述權利持有人的身上。此外，如果 NFT 所使用的智慧合約可在加密的情況下簽訂，則當前的權利持有人便能就預先設定的權利取得相對的報酬。運動相關權利的管理錯綜複雜，使得上述方式更顯得珍貴。

NFT 也是個能強化粉絲關係的機會。權利持有人應思考如何最適當地運用 NFT 來提升粉絲的體驗，例如：讓對方能夠取得與展示支持團隊的 NFT，並一同參與當月最佳球員的決定（日本），甚至是決定比賽

中場休息時間播放的歌曲（義大利）。¹² 在某些情況下，NFT 也可用於如《夢幻總教頭》(Fantasy sports league) 的虛擬體育應用程式中，每個 NFT 將代表一名球員，而該球員可能是參加某個賽季比賽的球隊成員。

NFT 的應用範圍持續擴大，其中的一個類別可能牽扯到運動員設計或運動員品牌實體物件的數位版本，像是僅以數位形式存在的運動鞋。舉例來說，Gucci Virtual 25 是一款數位球鞋，只能透過擴增虛擬實境 (AR) 技術穿戴。¹³ 同樣地，有些人可能會質疑這背後的邏輯；然而，有人可能也同樣無法認同一雙實體球鞋要價 180 萬美元，或者無法理解數以萬計的電子遊戲玩家為何願意購買數位角色造型，如皮膚等。¹⁴

把錢花在純數位內容上可能會令一些人感到陌生。十年前，這個行為非常小眾。然而，電子遊戲花費的演變歷程顯示出，此概念正在迅速竄升為主流。到了 2022 年，遊戲玩家可能會花上數百億美元購買虛擬貨幣，再使用這些貨幣購買僅存在於虛擬環境中的遊戲相關裝備與技能。這些只能顯示在螢幕上的裝備與技能沒有庫存限制，其「製造」的邊際成本也趨近於零。¹⁵



結論

2022年，絕大部分的運動相關 NFT 很可能會在擁有最大粉絲群與收益的運動中日益茁壯，即足球、¹⁶ 籃球、棒球、橄欖球與曲棍球。然而，隨著時間推移，所有運動項目都可能發展出某種型態的 NFT。有些是為了紀念某個事件，或許是某位 F1 賽車手創下世界紀錄贏得錦標賽冠軍，抑或是某個足球員在國際比賽中踢進第 100 顆球。主要的初步考量之一將會是 NFT 的發展是否能建立在聯盟、團隊或運動員上。

2022年，創立運動收藏品相關的 NFT 平台可能仍會是一項複雜且具有挑戰的工作。以下十個關鍵可協助創立成功的平台：

- 授予一組專屬的特定權利給可出售的影片片段，並將詮釋資料 (metadata) 放入 NFT 中。¹⁷
- 建立或使用可應付暴增的交易量與全球需求的線上平台。
- 鑑別能在 NFT 上鑄造內容的合作夥伴，值得注意的是，鑄造成本落差極大。¹⁸
- 流程必須能夠規模化，搭配人工智慧的輔助，找出與能夠成套出售的影片並進行分級。¹⁹
- 納入健全的客戶實名認證 (Know your customer, KYC) 流程，因為任何可交易的資產都可能成為洗錢工具。不要忽視任何適用於 NFT 發行人或持有人的法規，例如增值稅、營業稅、預扣稅與會計原則。建立防止內線交易的程序。
- 讓 NFT 平台足以吸引小資族以及富有的長期投資人。入門價格定在幾美元即可，而偶爾的高價值交易會使平台的服務更饒富趣味。
- 持續迭代，嘗試各種方法讓不同類型的收藏家保持參與熱度，例如團隊建立、運彩與其他挑戰。²⁰
- 考慮舉辦額外的活動，例如夢幻團隊打造比賽。透過此類活動，也可在粉絲同意下收集對方的資料。
- 擬定零碳計畫。由於區塊鏈上會記載每筆交易資訊，而在 2021 年，此一技術也成為碳密集的活動之一，因此體育相關單位必須找出節能的方法。例如：達成共識使用如 Flow 等的權益證明 (proof-of-stake) 模型，例如 NBA 的 Top Shot 平台；而不採用以太坊等的工作量證明 (proof-of-work) 機制。²¹
- 最後，影片片段只是 NFT 策略的開端。NFT 還可以應用在其他的運動商品上，例如比賽門票與實體收藏品。NFT 門票可與智慧合約搭配，一旦轉售門票，就必須依照約定繳交一定比例的金額給門票發行單位。²² 此外，NFT 也可以應用在實體收藏品上，例如親筆簽名球或自行車選手運動衫。如此一來，就能進一步提高該技術為體育單位創造收入的能力。最後，體育單位也應考量區塊鏈的其他應用方式，例如貨幣。

從收入的角度來看，2021-2022 賽季可能是 NFT 開始產生重大影響力的第一個賽季。如果早期 NFT 採用者的體驗相當良好，那麼市場應該會持續成長，並成為粉絲體驗數位化、全球化與商業化的重要推動力。

Endnotes

1. As of September 2021, NFTs were available or expected for the NBA, UFC, and baseball. The NBA's Top Shot was the most established of all the platforms, with trading volumes of about US\$700 million by August 2021. LaLiga in Spain is reported to be launching it in June 2022. See: Eben Novy-Williams, "UFC to sell first NFTs as fighters gain share of licensing," *Yahoo News*, August 5, 2021; Tracy Hackler, "Panini America unveiling 2021 Prizm Baseball NFT Blockchain packs Monday," Panini America, August 22, 2021; Cryptoslam.io, "NBA Top Shot sales volume data, graphs & charts," accessed October 7, 2021; Jacob Feldman, "NBA Top Shot maker to create LaLiga NFT collectibles," Sportico, August 23, 2021.
2. The definition of art is both subjective and in a current state of flux. At the time of writing, in early September 2021, art included penguins, drawn digitally, and selling for thousands of dollars each. As well as penguins, there are kittens, ducks, apes, and more. New forms of art are always controversial, and NFTs are just the latest trigger for a chorus of disapproval. Trading volumes on the OpenSea marketplace, the largest for NFTs, was US\$2.5 billion in the first half of 2021. The value of the top 5 art sales was US\$102.83 million as of August 26, 2021. See: Olga Kharif, Vildana Hajric, Justina Lee, and Bloomberg, "Rolexes and Lamborghinis are so yesterday. NFTs are the new digital 'flex'," *Fortune*, August 28, 2021; Nfttrending.com, "NFTs are going mainstream as trading volume reaches new record level," August 3, 2021; Daniel Phillips and Stephen Graves, "The 15 most expensive NFTs ever sold," *Decrypt*, August 26, 2021.
3. Mark Saunders, "List: Highest-selling sports trading cards of all time," ABC 10News, April 25, 2020.
4. Twitter may soon enable NFT owners to show their owned items within their Twitter handle. Taha Zafar, "You might soon be able to show your NFTs as Twitter avatars!," *Cryptoticker.io*, September 29, 2021.
5. The valuation of art will always be subjective, and the discussion on what any piece of art is really worth is likely to be perpetually inconclusive. For one discussion, see: *Art Reveal Magazine*, "5 reasons people buy expensive art—the psychology behind the purchase," August 21, 2020.
6. One of the best-known names in physical sports cards has launched an NFT series for UFC. See: UFC, "UFC and Panini America to deliver first-ever UFC NFT trading cards," press release, August 4, 2021.
7. Each video moment is likely to be accompanied by a wide array of data explaining the context in which the play happened. See: SportsPro, "What is NBA Top Shot? Dapper Labs' Katy Tedman explains the NFT platform everyone is talking about," May 4, 2021.
8. For NBA Top Shot, tiers are Common, Fandom, Rare, Legendary, and Ultimate,, each of which has differing levels of scarcity. See: NBA Top Shot, "Moment Collectible tiers," October 2021.
9. There are often limited, numbered editions of prints made from an original artwork; an individual number and a signature are two indicators of authenticity. These prints are identical, save for the number, in the same way that a video clip is made unique via its incorporation into an NFT. See: S&P Gallery, "How do limited editions work?," May 17, 2021.
10. As an example, revenues for European football contracted by 13% in the 2019/2020 season. See: Dan Jones and Chris Wood, *Riding the challenge: Annual review of football finance 2021*, Deloitte, July, 2021.
11. Tom Bateman and Reuters, "Sorare football NFT game raises €580 million in record-breaking fundraising round - but what is it?," *Euronews*, September 21, 2021.
12. Fan tokens can be offered that provide owners with votes to make these kinds of decisions. In Japan, the full legality of each service has not yet been established. One of the players in the space, FiNANCiE, is not regulated by the Payment Services Act or Financial Instruments and Exchange Act. See: Jeff Wilser, "In Europe, football NFTs and tokens are no fantasy," CoinDesk, September 14, 2021; Tim Alper, "Fan tokens booming at Japanese pro football clubs," *Cryptonews.com*, July 22, 2021; FiNANCiE, About page, accessed October 7, 2021.
13. Gucci, "Gucci sneaker garage," accessed October 7, 2021.

14. Kanye West's first pair of Yeezys sold for US\$1.8 million. See: Bryan Hood, "Kanye West's \$1.8 million Yeezys are now the most expensive sneakers ever sold," *Robb Report*, April 26, 2021.
15. In the first quarter of 2021, spend on mobile video games was estimated at US\$22.2 billion, up 25% year over year. The majority of this spend would be on in-game content, rather than to pay for the download. Spend would be on a range of content, from double-point multipliers to seeds for virtual farms or custom colors for digital cars. Spend on in-game content on console and PC games is additional to this. Revenues for *Fortnite* in its first two years of operation were about US\$9 billion, all of which was from in-game spend. Revenues for EA's *Ultimate Team* service were US\$1.62 billion in 2020. See: Mike Minotti, "Sensor Tower: Mobile game spending hit \$22.2B in 2021 Q1, up 25% from 2020," *VentureBeat*, April 5, 2021; Mitchell Clark, "Fortnite made more than \$9 billion in revenue in its first two years," *The Verge*, May 3, 2021; Ronan Murphy, "How much money does EA Sports make from FIFA & Ultimate Team?," *Goal*, June 10, 2021.
16. In September 2021, Spain's LaLiga announced a deal with Sorare for the creation of NFT cards for players. See: Sorare, "LaLiga partners with Sorare to enter the world of NFTs," press release, September 9, 2021.
17. Manchester City, which won the English Premier League in 2020–2021, launched a commemorative NFT. See: Man City, "City drop NFT collection to mark Premier League win," press release, May 19, 2021. A series of Lionel Messi NFTs was launched in early August 2021. See: ESPN, "Messi has an NFT of his own: One-of-a-kind art for a one-of-a-kind player," August 5, 2021.
18. The cost of minting can be several hundred dollars per item, or can be zero, as per the charges for using Blockparty, which is based on the Flow blockchain. See: Flow, "Partner spotlight: Blockparty – premium NFT marketplace," July 20, 2021.
19. This selection process could otherwise be very time-consuming: For example, each weekend of the UK's Premier League, Spain's LaLiga, or Germany's Bundesliga could require the analysis of 900 minutes of game play per league, not counting extra time and after-match interviews. With a sport such as basketball, which features multiple point-scoring moments during each game, identifying clips may be easier than for soccer, where a game may conclude goalless after 90 minutes, and have fewer memorable moments for an algorithm to discern, or a Formula One race, which may see little overtaking on some circuits.
20. As an example, for the 2021–2022 season, fans attending an NBA game will be able to preorder NFTs of plays they saw live. These will be on sale at a physical kiosk, and NFTs will belong to a new tier called Fandom. See: Ledger Insights, "Dapper Labs' NBA Top Shot to launch NFTs at live games," August 5, 2021.
21. Justine Calma, "The climate controversy swirling around NFTs," *The Verge*, March 15, 2021.
22. The Dallas Mavericks NBA team is already considering this approach. See: Kai Morris, "Dallas Mavericks to provide NFTs with tickets starting next season," *The Tokenist*, June 16, 2021.

About the authors

Paul Lee | United Kingdom | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a UK partner and the global head of research for the technology, media, and telecommunications (TMT) industry at Deloitte. In addition to running the TMT research team globally, Lee manages the industry research team for Deloitte UK.

Theo Ajadi | United Kingdom | theoajadi@deloitte.co.uk

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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 | United States | Kevin Westcott

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 | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter: **Sam Blackie, Neil Clements, Emmanuel Durou, Ralf Esser, Richard Folsom, Peter Giorgio, Dan Jones, Kim Lachman, Rob Massey, Seiji Morimatsu, Hanish Patel, Adriano Picinati di Torcello, Jarick Poulsen, Suhas Raviprakash, Shin Satozaki, Matthew Sinclair, Lee Teller, Ayako Tobe, and Motoko Yanagawa.**



人工智慧下的隱私：同態加密 及聯合學習有助穩固人工智慧隱私安全性

如今這兩項新興隱私技術能有效保護人工智慧應用中的資料安全，但眼下的挑戰是如何強化這些技術的可行性

Duncan Stewart, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan



同態加密 (Homomorphic Encryption, HE) 與聯合學習 (Federal Learning, FL) 是兩種不同卻又相關的技術，目的都是為了解決同一問題：如何更安全、更有隱私地執行機器學習 (Machine

Learning, ML) 等人工智慧任務？Deloitte Global 預測，由於此問題日益緊迫，2022 年同態加密與聯合學習的市場成長率將達兩位數，金額超過 2.5 億美元；到了 2025 年，其市值預計會超過 5 億美元。¹

資料越安全，人工智慧的應用範圍就越廣泛

同態加密與聯合學習皆屬於隱私強化科技 (privacy-enhancing technologies, PETs) 的一環，² 都是能讓人工智慧更加安全與更具隱私的工具。透過同態加密，機器學習便能在資料加密的情況下繼續使用資料；而其他機器學習技術則必須先解密資料，增加遭受攻擊的可能性。聯合學習則將機器學習的能力部署至本地或邊緣裝置，不會將所有資料保存在同一處，以免因遭任何一次駭客攻擊而洩資，後者即為中心化機器學習可能會遇到的狀況。同態加密與聯合學習並不互斥，可以同時併用。

同態加密與聯合學習市場成長的主要推動力，是大眾對更安全與具隱私的人工智慧應用的新興需求。眾人皆知，人工智慧是許多產業的關鍵技術，而如今許多業界人士前所未有地開始關注隱私與安全。使用人工智慧的公司開始將同態加密與聯合學習視作降低未來風險的措施之一。對於在雲端環境使用人工智慧的公

監管機構正以全新的方式管理人工智慧，而同態加密與聯合學習技術則得以讓企業更符合此類法規。

司來說尤其如此，畢竟資料必須透過雲端上傳下載，且在外部處理，帶來攸關隱私與安全的潛在問題。監管機構正以嶄新方式管理人工智慧³，而同態加密與聯合學習技術或許得以讓企業更符合此類法規。諸如醫

療照護與公共安全等十分龐大的市場，對於人工智慧的隱私與安全極為敏感，業界人士也開始研究同態加密與聯合學習以解決相關疑慮。

同態加密與聯合學習這兩項技術相對來說較新穎，也較傳統的人工智慧更加複雜。雖然這兩項技術十分有效，卻也伴隨著相應的缺點。同態加密的運算速度比未加密資料更慢；聯合學習則需邊緣裝置使用效能更好的處理器，以及資料中心的核心硬體 (主要的人工智慧軟體所在) 與邊緣裝置 (機器學習在此運作) 之間具備快速且可靠的連線能力。

(在這種情況下，「邊緣」可以是智慧型手機等裝置，或者距離工廠中的機器人幾百公尺的電器)。

近期，同態加密與聯合學習的應用障礙與幾年前相比已有所降低。首先，Wi-Fi 6 與 5G 無線技術的使用越來越廣泛，其速度與可靠程度也有所提升，因此更有望能依賴邊緣裝置。部分供應商也推出許多開源工具，讓非專業人士更容易使用同態加密與聯合學習技術。⁴ 然而，實用性的真正躍進其實是來自處理器成本與效能的改善。在過去，同態加密的運算速度比未加密慢了 1 兆倍，而到了現在，在採用了新的專門處理器時，某些情況下速度僅慢了 20%。⁵ 同理，聯合學習技術所需的邊緣處理器越來越健全，同時也更便宜且部署更廣泛。全同態加密目前屬於處理器密集型的技術，而進化後的同態加密處理器所取得的重大進展可大幅減少所需的時間與成本。⁶

我們通常不會特別針對同態加密與聯合學習這類產值較低的技術進行預測。然而為什麼這次會破例？一部分是因為這兩種技術正來到十字路口。世界各地的監管機構紛紛開始起草人工智慧的相關規範，而儘管 2016

年歐盟《一般資料保護規範》(GDPR) 已然問世，這部法規並不是隱私規範的終點。每個月，新的相關規範有如雨後春筍般地出現，《一般資料保護規範》的實施也會上升到全新的水準。由於這些規範的出現，供應商與使用者大概會發現，在越來越多的地區與產業中使用人工智慧將變得更加困難。同態加密與聯合學習可協助公司遵守相關法律規範，進而大幅提升使用人工智慧的機會。

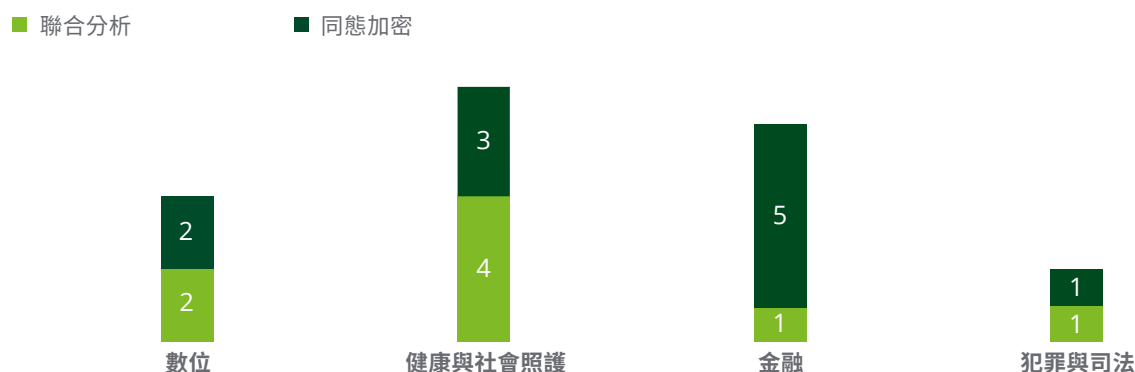
本文討論同態加密與聯合學習技術的另一個主要原因是技術的使用者。根據近期公佈的隱私強化技術資料庫，共有 19 個公開的前導研究、商品及概念驗證與同態加密及聯合分析技術（即聯合學習）有關。

雖然看似不多，然而，所涉公司包含 Apple、⁷ Google、微軟、Nvidia、IBM 以及英國國民健康服務機構；使用者與投資人則涵蓋美國國防高等研究計畫署、英特爾、甲骨文、萬事達卡與加拿大豐業銀行。此外，參與上述早期計畫的產業也都是業界之最。至於用例則以健康與社會照護產業以及金融業為主，在數位領域及犯罪與司法領域的應用也甚是重要（圖 1）。⁸

圖 1

同態加密與聯合學習技術吸引許多全球產業巨頭的目光

按各產業公布的同態加密與聯合分析前導研究、商品與概念驗證劃分



來源：Deloitte 對英國資料倫理與創新中心「用例庫」中的資料進行的分析。瀏覽日期：2021 年 9 月 30 日。

結論

世界各地的產業巨頭紛紛開始採用同態加密與聯合學習技術。儘管對大多數公司來說，同態加密與聯合學習在 2022 年應無法立即見效，然而，如果想要保護敏感資料的隱私與安全，那麼企業便應該持續關注上述技術以及其他隱私強化科技。此類技術可能最受以下領域青睞：

- 雲端供應商與使用者⁹
- 資料敏感性極高的機構，如健康照護、金融公司以及犯罪與司法等公部門
- 想要與競爭對手共享、比較資料的公司，但不想洩漏最寶貴的智慧財產權
- 資訊安全長與其團隊

如同量子運算等的其他新興技術（可參考《2022 高科技、媒體與電信產業趨勢預測》中的其他文章），企業如果想要探索同態加密與聯合學習技術，可先完成以下幾件事以便為未來鋪路：

了解產業面的影響：包括同態加密與聯合學習等隱私強化技術，將對產業以及周邊產業帶來什麼影響？從策略、經營與競爭的角度來看，更安全、更有隱私的人工智慧意義為何？為理解這一點，領導者必須跟上科技發展的腳步，並持續觀察同行、競爭對手與生態系統中的合作夥伴對相關技術的投資與試驗。

擬定相應策略：企業應召集適當的專業人才擬定隱私強化策略。目前的策略很可能是採按兵不動的方式，然而，領導者可以未雨綢繆，找出將觸發投資與探索開始或增加的事件，如競爭或技術發展等等。在時機成熟時，也應指派技能、知識與公司地位兼具的人才執行策略。

關注科技與產業發展：同態加密與聯合式學習的策略應隨著技術及市場而演變。領導者應調整策略以反映這些變化，並確保時機來臨時能夠把握觸發事件並採取相應行動。

更早將網路納入企業內部：企業通常只會在人工智慧部署階段導入網路安全。然而，各個企業可能都希望能更早納入網路，以配合同態加密與聯合式學習技術的使用。這種人工智慧與網路之間的搭配可能得以強化隱私與安全，同時也能大幅減少透明度的不足與責任的風險。

隱私與安全技術（包括同態加密與聯合學習）都只是工具，而非靈丹妙藥。儘管沒有所謂的「完美工具」，但同態加密與聯合學習技術可讓企業如虎添翼。上述兩者能協助保護位在人工智慧核心的資料，讓人工智慧的用途越來越廣泛，進而有望造福個人、企業與社會。

Endnotes

1. Reportlinker, "[Federated learning solutions market research report by application, by vertical—Global forecast to 2025—Cumulative impact of COVID-19](#)," press release, May 14, 2021; MarketWatch, "[Homomorphic encryption market size forecast 2021–2027](#)," August 2, 2021.
2. Holger Roth, Michael Zephyr, and Ahmed Harouni, "[Federated learning with homomorphic encryption](#)," NVIDIA Developer blog, June 21, 2021.
3. See companion piece, "Prediction on AI regulation."
4. Sergio De Simone, "[Google open-sources fully homomorphic encryption transpiler](#)," InfoQ, June 29, 2021; Flavio Bergamaschi, "[IBM releases fully homomorphic encryption toolkit for MacOS and iOS; Linux and Android coming soon](#)," IBM Research Europe, June 4, 2020; Dennis Fisher, "[Microsoft open sources SEAL homomorphic encryption library](#)," *Decipher*, December 3, 2018.
5. Roth, Zephyr, and Harouni, "[Federated learning with homomorphic encryption](#)."
6. Scientific Computing World, "[Optical accelerator enables fully homomorphic encryption](#)," August 25, 2021.
7. *Keeping AI private: Homomorphic encryption and federated learning can underpin more private, secure AI* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
8. Centre for Data Ethics and Innovation, "[Repository of Use Cases](#)," accessed October 6, 2021.
9. *TechTarget*, "[Homomorphic encryption](#)," accessed October 6, 2021.

About the authors

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

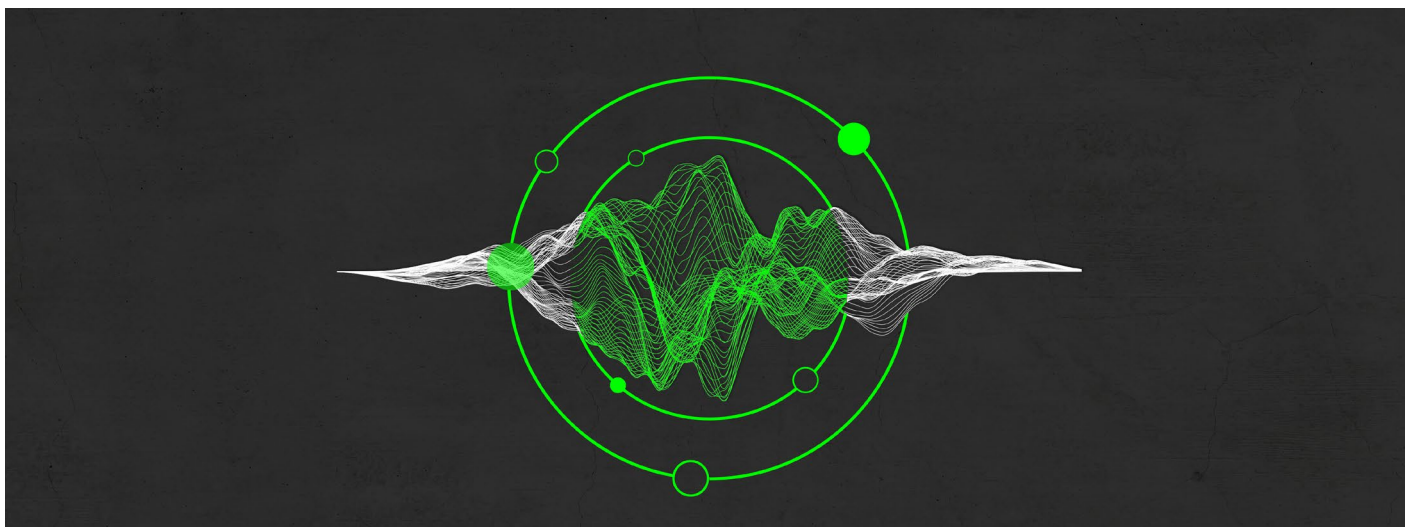
Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications industry (TMT) industry and also leads the TMT practice and the TMT Audit practice in France. She has more than 20 years of experience and is a chartered and certified public accountant.

Gillian Crossan | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank **Lukas Kruger** for his contributions to this chapter.



2022量子運算技術： 話題滿滿，但是否用處多多？

量子運算技術的前景雖不明朗，但企業應抱持有備無患的心態儘早部署

Duncan Stewart, Scott Buchholz, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

儘管量子運算技術正處於穩步發展階段，但2022年，有關該技術的媒體報導數量可能會持續超過其實際的應用案例數。根據Deloitte Global 預測，多家量子電腦製造商未來將致力提高旗下產品的量子體積(Quantum Volume)，即用於運算之量子位元(Qubit)的數量及可靠性，並較2021年翻倍成長。事實上，2021年許多創投公司對量子運算產業的投資便已達到10億美元以上的水準，某家該產業的公司甚至以數十億美元的估值上市。¹

此外，若納入中國、印度、日本、德國、荷蘭、加拿大和美國政府在量子領域的投資，2021年的投資總額可能超過50億美元。²這些發展將成為新聞版面的焦點所在，但與此同時，預期全球只有少數幾家公司能在其日常營運中真正納入量子電腦應用，³且應用案例十分有限，主要仍與最佳化問題有關。甚至，2022年量子電腦的軟硬體以及量子電腦即服務(QC-as-a-service)所能產生的營收，可能會低於5億美元。⁴

量子運算技術蘊含無限潛力，但執行上難度頗高

量子運算產業當前的處境不禁讓人聯想到 1903 年 12 月 17 日，重於空氣的飛行器首次試飛成功的那天。當時沒有人對飛機的廣泛用途存有疑慮，且每個人都為動力飛行的成功雀躍不已。然而，飛行者一號當天的最佳紀錄是：一分鐘左右內飛行了 255 公尺，飛行速度約為 15 公里／小時；當時飛行器上僅有一名飛行員，既未裝載任何貨物，途中也未進行轉彎操作。換言之，該事件所象徵的重大歷史性意義遠超過其實用性。

話雖如此，飛機卻在十多年後的第一次世界大戰中發揮了重要作用，更何況現今的科技進步速度已不可同日而語。然而，量子運算技術會否走上相同發展道路，目前仍是未知數。

儘管量子電腦的性能比五年前好上數十倍，但在解決現實世界的問題方面，其經濟效益仍顯不足。事實上，其目前所能執行的許多任務都可在一般筆記型電腦上進行複製，且後者所需使用的成本十分微小。⁵ 量子電腦的實用性與否並不在於缺乏相關應用案例、資金、行動或進展，而是量子電腦當前還未強大到足以解決傳統電腦所無法處理的問題。究竟量子體積需達到何種「神奇數字」（衡量用指標，主要用於評估量子電腦運算能力所立基之「量子位元」組合的數量及可靠性），才能使量子電腦在現實世界中發揮效益，這一點仍有待商榷。

另外，各家公司對量子體積的測量方式各不相同，但這似乎可視為一種進步表徵，即同類產品的量子體積每兩年呈現翻倍增長走勢，甚至增加速度快過此趨勢。然而，目前尚不清楚量子電腦中的量子體積需達何種規模（一千、一百萬或十億？），方可用於處理現實世界的各種應用情境。

一般而言，我們的預測報告會在這裡討論哪類讀者應關注，以及為何要關注這個主題。部分產業確實需關注量子領域的發展並開始進行部署：對這類產業來說，設立開創性質的小型團隊，不失為一個規避風險的方法。但有別以往，對於許多產業的大多數讀者而言，我們的預測報告所要強調的訊息是，在未來一、兩年內或許不用太在意量子運算公司所釋出的各類新聞消息。

別誤會我們，此說法並不代表我們看壞上述企業的前景。事實上，這些公司不僅投入數十億美元的巨額研發資金，還致力於打破工程和科學間的界限。換言之，當具實用性的量子電腦在未來某天問世時，2022 年至 2023 年間所累積的種種進展都將成為該技術走上實用化道路的基石。然而，不論是提高量子位元的數量、製造更穩定的量子位元，或甚至是同步推展上述兩項工作，都不太可能在未來數年內產出真正具廣泛實用性的量子電腦。

這是否意味著人們可以完全無視量子電腦的發展？不盡然。在部分領域中，量子電腦的實用性和所需資金確實已就定位。這些領域包括：

- **最佳化**：從已公開的消息中可得知，現今已有一種特殊類型量子電腦，可用於解決現實世界中的最佳化問題，例如公車路線和無線電基地台規劃。但是，這類應用案例大多屬於概念性驗證試驗，而非大規模或實質性的部署。⁶ 換言之，這項技術是可行的、有效益的，但相關解決方案卻未能被持續沿用，原因在於採用傳統技術也能達到類似的最佳化效果，且更具成本效益。然而，一家加拿大連鎖雜貨店近期卻透過量子電腦，將最佳化運算時間「從 25 小時縮減至短短數秒鐘」，並計劃「在日常生產中應用量子技術」。⁷ 這意味著未來數年間，全球各地將有更多的物流和供應鏈廠商加入該技術的實際部署行列。
- **量子化學和材料科學**：對於一般電腦而言，要一個接一個原子地設計新材料並非易事，但無論是新半導體材料、工業生產中的催化劑，抑或醫療照護應用，量子電腦在模擬量子效應方面可能擁有不小的領先優勢。人們最初假定在研究內含數百個原子的實用性大分子時，可能需使用具備 800 至 1,500 量子位元的量子電腦，但這種電腦需要等到多年後才有望問世。⁸ 然而，就近期的軟硬體創新發展來看，此預估可能過於保守。事實上，現實世界中的應用將可望在 3 到 5 年內看見成果。⁹

同樣值得注意的是，除了量子電腦外還存在其他在特定用途上具實用性和經濟效益的量子設備。這類設備較常見的應用領域有兩種，且因為開發時間點早於量子電腦，所以具有更大的市場規模（至少目前看來是如此）：

- **量子感測**：次原子粒子 (Subatomic particles) 不僅可用於製造靈敏度極高的感測器，且不論在準確度或效能上均可超越傳統感測裝置。此種基於量子技術的感測器有望在許多應用中取代現有感測器，包括石油、天然氣和礦藏的探勘與監測，建築工地的勘察工作，以及用於探測最輕微的環境、地震或天氣變化。這些在現實世界中正在進行或即將實現的

應用，不僅使 2020 年量子感測市場的市值達到 4 億美元以上水準，而且仍不斷在增長中，其規模甚至極有可能在 2022 年超過量子電腦市場。¹⁰

- **量子通訊**：量子通訊是基於硬體的解決方案之一，可利用量子力學原理創建理論上可防篡改的安全通訊網路，並且能偵測通訊攔截或竊聽行為。其中，量子密

圖 1

量子運算技術可應用於多種產業

量子電腦的應用和產業範例

	最佳化演算法	量子化學／材料科學
	確定多個可行方案中的最佳解決方案或流程	分子、原子與次原子系統的模擬與建模
跨產業	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 供應鏈最佳化 ◆ 物流最佳化與車輛路線規劃 ◆ 流程規劃與最佳化 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 降低資料中心能耗 ◆ 材料開發
消費	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 分銷供應鏈 ◆ 定價與促銷最佳化 ◆ 產品組合最佳化 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 量子光達／進階型感測器
自然資源及工業生產	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 製造最佳化 ◆ 能源分配最佳化 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 表面活性劑和催化劑開發 ◆ 製程模擬／最佳化
金融服務	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 財務建模與建議 ◆ 信貸發放和客戶開戶 ◆ 保險定價最佳化 	
政府	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 城市規劃和應急管理 ◆ 案例分配最佳化 ◆ 後勤指揮 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 先進材料研究
醫療照護及生命科學	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 醫療／藥物供應鏈 ◆ 改善患者治療成效 ◆ 蛋白質摺疊預測 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 精準療法 ◆ 蛋白質結構預測 ◆ 分子互動模擬
科技、媒體及電信	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 網路最佳化 ◆ 半導體晶片電路布局 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 半導體材料開發 ◆ 材料製程最佳化

資料來源：Deloitte 分析。

鑰傳輸 (Quantum key distribution) 是目前最成熟的技術，該技術能提供極高等級的安全機制。以量子密鑰傳輸為基礎的通訊模式，可透過光纖網路、空中或衛星進行傳輸。¹¹ 儘管在速度、距離、對中繼器的

需求和成本方面均存在限制，但多個國家的公部門（軍方和政府）及私部門組織都在使用這項技術。¹² 此外，量子密鑰傳輸目前雖仍屬小眾市場，但其市值至 2030 年推估將達到 30 億美元的規模。¹³

結論

正如同態加密 (homomorphic encryption) 和聯合學習 (federated learning) 等其他新興技術 (請見其他章節的相關內容)，企業應開始考慮量子電腦對其產業造成的影響，即便 2022 年大多數公司未必能從相關應用中受益：

了解產業面的影響：量子技術究竟會對自身產業及相鄰產業帶來何種影響？量子電腦或許有望解決傳統電腦所無法破解的複雜問題，若從策略、營運和競爭等面向來看，此優勢背後的意義為何？為理解這一點，領導者應跟上科技發展的腳步，並持續追蹤同業、競爭對手及生態系統中的合作夥伴對相關技術的投資及試驗。¹⁴

擬定相應策略：領導者應召集具備適當知識者來擬定量子技術應用策略。或許該策略現階段會採按兵不動的方式應對，並在需開始或增加量子投資及研究的觸發事件 (如一個具競爭性或技術性的發展) 出現時，成功識別相關發展機會，以便為未來預做準備。換言之，當時機到來時，讓擁有合適技能、知識和組織地位者負責執行該策略是一件十分重要的事。¹⁵

進行相關試驗：目前市面上有各式各樣經濟實惠且富有彈性的服務，可供企業在應用量子演算法的同時，比較不同量子硬體架構的效用。¹⁶

關注科技與產業發展：量子策略應隨著科技現狀和市場變化發展，而領導者應調整策略以反映這些變化，並確保當時機來臨時能夠把握觸發事件並採取相應行動。¹⁷

有人說量子運算技術的實用化道路就好比一場馬拉松賽事，而非百米衝刺短跑。這說法雖然對錯參半，但就量子力學而言似乎不無道理。正如馬拉松比賽一樣，量子電腦技術的開發和商業化可能是條漫長且艱難的道路。不過，在真正的馬拉松賽事中，通常不到最後 100 公尺前我們很難看出誰有望獲勝，但我們事前都知道比賽距離有多長、半程標記在哪。若一名跑者能在一小時內跑完前面的 21.1 公里，那他就很有可能在兩小時內跑完全程。然而，當論及量子運算技術邁向實用化的馬拉松時，上述說法都與真實情況不符。我們不知道自己是是否已通過半程標記，也看不到終點線在哪裡。

Endnotes

1. Agam Shah, "[Quantum computing startups pull in millions as VCs rush to get ahead of the game](#)," The Register, October 8, 2021.
2. Yasmin Tadjdeh, "[Spending on quantum tech on the upswing](#)", *National Defense*, February 26, 2021.
3. Deloitte Global extrapolation based on published announcements and follow-up orders.
4. Assuming a roughly 30% annual growth rate, and 2020 revenues of \$250 million, 2022 looks likely to be over \$400 million but under \$500 million. Verified Market Research, "[Quantum computing market size and forecast](#)," August 2021.
5. Bill Siwicki, "[Deloitte's quantum computing leader on the technology's healthcare future](#)," Healthcare IT News, August 17, 2021.
6. Volkswagen, "[Volkswagen takes quantum computing from the lab to the factory](#)," August 18, 2021; TIM, "[TIM is the first operator in Europe to use quantum computing live on its mobile networks \(4.5G and 5G\)](#)," February 25, 2020.
7. D-Wave Systems, "[Save-on-Foods: Quantum computing in grocery](#)," video, November 24, 2020.
8. Michael Kühn et al., "[Accuracy and resource estimations for quantum chemistry on a near-term quantum computer](#)," *Journal of Chemical Theory and Computation* 15, no. 9 (2019): pp. 4764–80.
9. Joseph E. Harmon, "[Solving materials problems with a quantum computer](#)", Phys.org, July 28, 2020; IonQ, "[A new approach for accurately simulating larger molecules on IonQ computers](#)," March 22, 2021.
10. Mordor Intelligence, "[Quantum Sensors Market - Growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts \(2021–2026\)](#)," accessed October 5, 2021.
11. Scott Buchholz, Deborah Golden, and Caroline Brown, *A business leader's guide to quantum technology*, Deloitte Insights, April 15, 2021.
12. Quantum Xchange, "[Quantum Xchange breaks final barriers to make quantum key distribution \(QKD\) commercially viable with the launch of Phio TX](#)," press release, September 9, 2019.
13. Matt Swayne, "[Toshiba launches systems aimed at \\$20 billion quantum key distribution market](#)," *Quantum Daily*, October 19, 2020.
14. Scott Buchholz, Deborah Golden, and Caroline Brown, "[A business leader's guide to quantum technology](#)."
15. Ibid.
16. AWS, "[Amazon Braket: Accelerate quantum computing research](#)," accessed October 5, 2021.
17. Scott Buchholz, Deborah Golden, and Caroline Brown, "[A business leader's guide to quantum technology](#)."

About the authors

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Scott Buchholz | United States | sbuchholz@deloitte.com

Scott Buchholz is a managing director with Deloitte Consulting LLP, serving as the Government and Public Services chief technology officer and the national Emerging Tech Research director. A leader and visionary with more than 25 years of experience, he advises clients on how to navigate the future using existing and emerging technologies.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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.

Gillian Crossan | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank **Anh Dung Pham** and **Pedro Marques** for their contributions to this chapter.



人工智慧全面檢視： 人工智慧監管日趨嚴格

人工智慧在2022年將面臨更嚴格的監管審查，
影響將擴及各行各業

Duncan Stewart, Paul Lee, Ariane Bucaille, and Gillian Crossan

雖然監管法規往往落後於科技創新速度，但在人工智慧應用方面（包括機器學習、深度學習和神經網路），似乎正迎頭趕上科技變化的腳步。Deloitte Global 預測，人工智慧 (AI) 監管系統化的相關話題將在 2022 年掀起廣泛討論，且預期會有多項提案相繼產生。不過，要想將這些提案轉化為可實際執行的法規，恐怕要等到 2023 年或之後才有可能發生，部分地區甚至可能全面禁止人工智慧次領域的應用，例如公共場所的臉部辨識系統、社會評分 (social scoring) 和潛意識技術等。

監管的重要性無庸置疑，但 究竟該如何執行？

一般而言，預測本身應兼具準確和量化特性，但論及法規變化時卻未必是這麼一回事。儘管如此，目前我們仍有充分理由相信，人工智慧監管法規將變得更加普遍

和嚴格。截至 2021 年，歐盟¹ 和美國聯邦貿易委員會 (Federal Trade Commission)² 均針對擴大人工智慧監管力道提出了詳細建議。中國也正提議對科技公司實施多項監管措施，其中便包括人工智慧相關法規。³

為何現在才開始規範，而不是更早？可能原因如下：

- 僅僅不過五年時間，人工智慧在 2022 年將變得更加強大。在高效能專用處理器、更好的軟體和更豐富的資料集幫助下，人工智慧可執行更多任務，且變得經濟實惠。⁴ 因此，隨著人工智慧的普及程度擴大，反之也為其帶來更嚴格的監管。
- 部分監管機構擔心人工智慧對公平、偏見、歧視、多樣性和隱私等議題所帶來的影響。例如，現今的人工智慧是建立在機器學習的技術基礎之上，但其中潛藏的社會偏見已使機器學習受到監管機構和其他人的嚴格審查。⁵

- 從地緣政治的角度來看，人工智慧法規可說是一種競爭工具。若某個國家或地區有權為人工智慧制定全球適用的監管標準，則在該國或該地區營運的公司將擁有極大的競爭優勢，但這同時意味著其他外部公司將處於劣勢地位。

部分監管機構對人工智慧的危害大聲疾呼。例如，在 2021 年 8 月的一篇論文中，美國聯邦貿易委員會專員 Rebecca Kelly Slaughter 便寫道：「有大量證據指出，在各種高風險經濟領域（包括就業、信貸、醫療照護和住房領域）中使用基於演算法的決策，可能會導致帶有偏見、歧視且不公平的結果。」⁶ 她還表示，儘管美國聯邦貿易委員會可透過手中的現有工具更好地監管人工智慧，但「新法規將能更有效地解決人工智慧和演算法決策所產生的危害」。⁷

監管人工智慧是一件極具挑戰性的課題。事實上，問題的根本在於許多人工智慧運算機制本身缺乏「可解釋性」—即人們無法知曉某個演算法為何做出某項特定決策。對比易於解釋且可審核的技術（上個世紀常用於輔助決策制定），這種缺乏透明度的情況使得監管人工智慧變得困難重重。雖然法規的制定是為了防止人工智慧決策產生負面結果（例如偏見和不公平），但由於人們難以理解負責做出決策的人工智慧系統，也難以對其決策進行審核，我們很難準確預測此類負面結果何時會發生一直到民眾或機構受到實質影響。

另一個潛在問題是訓練資料的品質。歐盟《人工智慧管理法草案》規定：「作為訓練、驗證和測試之用的資料集應具有相關性、代表性、完整性且不得有誤。」然而，就機器學習所需的資料規模而言，該標準（特別是「完整性且不得有誤」的規定）為大多數公司和應用案例設下了難以跨越的極高門檻。⁸

隨著人工智慧的普及度逐漸增加，每個人都有充分的理由關心此技術將如何受到監管，因為這些監管機制能夠決定其在應用上可能帶來的好處和危害程度。以下的主要利害關係人應該特別感興趣：

人工智慧工具使用者：監管機構可能會嚴厲打擊危害特定族群權益的演算法偏見或其他問題。多項研究表明，人工智慧形成的偏見可能會造成性別、種族、性取向、財富或收入等方面的歧視行為，且此種偏見通常會使本就弱勢的族群處於更不利的地位。這是因為人工智慧實際上並非 100% 屬人工性質：它需要在資料集上進行訓練，而資料集往往會反映人類的偏見。換言之，透過這些資料集訓練出來的人工智慧並無法消除人為偏見，反而會進一步放大偏見。一個因資料集所導致偏差的著名個案是，某家公司試圖聘僱更多女性職員，卻發現所使用的人工智慧工具不斷招募男性職員。不論該公司如何努力消除偏見，礙於訓練資料本身存在的偏差問題，該公司最終便完全停用此類人工智慧工具。⁹

人工智慧法規將在不同程度上影響不同產業和功能部門對於人工智慧工具的使用。例如，人力資源領域中的人工智慧應用，尤其是用於招聘或績效管理，可能會受到不小影響。事實上，目前已經有多個案例表明，由人工智慧驅動的招聘、僱用、晉升、紀律處分、解僱和薪酬決策，均存在一定程度的問題。¹⁰

由於金融服務業不論在信用評分、貸款、房貸、保險或財富管理方面，均使用人工智慧為其決策提供所需資訊，因此該產業所面臨的影響可能最為顯著。

監管機構可能還會特別關注審核使用者原創內容的網路平台，這類平台大多十分依賴人工智慧技術。在沒有人工智慧協助的前提下，每天實時審核數百萬條內容基本上不可能，或至少在成本上難以負擔。然而，2020 年的一項研究宣稱，基於演算法的審查系統「仍缺乏透明度、無法對其決策負責且人們難以理解其決策過程」，而此情況「可能會加劇而非緩解現存於平台內容政策中的許多問題」。¹¹

從產業的角度來看，包括健康、教育、政府福利、區劃、公共安全、刑事司法系統在內的公部門可能會受到明顯影響。例如，用於執法和刑事司法的公共場所臉部辨識系統已得到廣泛應用，但這正是歐盟法規考慮列入禁用範圍的技術（不包含特定例外狀況）。¹²另一方面，對私營醫療照護和教育而言，監管力道的強弱也會對成績、獎學金、學生貸款和紀律處分等帶來不小影響。而金融服務業也將面臨顯著影響，因不論在信用評分、貸款、房貸、保險或財富管理方面，均使用人工智慧來為決策提供所需資訊。

相較之下，物流、採礦、製造業、農業等產業所受到的影響可能較小。當然這些產業的人工智慧演算法確實也存在問題，但這些問題往往與準確性和錯誤有關，而非偏見。儘管這些問題對人類產生直接危害的機率不大，但對環境有可能會造成影響。

人工智慧工具供應商：不少科技公司專門銷售純人工智慧工具或解決方案，而這些工具或方案包括了可能受到更嚴格監管或禁止的人工智慧技術子集，有些甚至只包含這類子集。另有多家公司提供整合式解決方案，

當中涵蓋了有可能受到法規影響的人工智慧元件或功能。超大規模供應商更有充分理由密切關注監管機構的動向，他們的人工智慧即服務（AI-as-a-service）產品可能會受到程度不一的影響，監管法規可能會禁止他們在某些地區銷售特定服務，供應商甚至可能需對客戶如何使用其人工智慧服務承擔相關責任。

同時屬於供應商的人工智慧使用者：許多科技網路平台和應用程式也是同一套人工智慧技術的重度使用者，他們將該技術直接銷售，或用來執行自身商業模式（或兩者兼具）。這些技術中最常見的是臉部辨識、情緒偵測和行為預測系統，皆為具一定爭議性的人工智慧工具。

監管機構與社會：法規制定者亦面臨自身的挑戰，需要在快速發展的技術與各方利害關係人的擔憂中找到平衡。他們將需要明確地闡釋全球和國家政策目標，從而制定與目標相符的法律、法規與行為準則。此外，敏捷且不斷精進的監管方式，可能會比基於規則但缺乏彈性的立法更為有效。最後，從總體層面來看，儘管監管機構和社會目標具一定關聯性，但在本質上又是相互獨立、有所區別，有時甚至未必能保持一致。

結論

未來兩年可能會相繼出現多種情境。

首先，受到已通過、施行的法規影響的利害關係人，可能會在部分司法管轄區停用人工智慧工具，或者完全停止特定司法管轄區的營運。當然，上述利害關係人也可選擇繼續營運、接受罰款並支付相應罰金，以作為在當地經營業務之必要成本。

其次，歐盟、美國和中國等大型主要市場將陸續通過人工智慧相關法規，而這些法規可能會相互衝突，企業無法完全遵守。

再者，也可能出現一套可作為黃金標準的人工智慧法規，如歐盟針對隱私制定的《一般資料保護規範》（General Data Protection Regulation），將有助簡化跨境法令遵循。

此外，人工智慧供應商和平台甚至有可能組成聯盟，並就如何使用人工智慧工具，以及如何透過一定程度的自我監管機制來提高其透明度與可審核性探討，從而降低監管機構認為需自上而下進行監督之必要性。

即使最後一種情境實際發生，監管機構也不可能完全置身事外。幾乎可以肯定的是，在不久的將來將會有更多人工智慧相關法規生效。雖然目前還不清楚法規的具體內容為何，但很可能會對人工智慧的應用產生重大影響。

Endnotes

1. European Commission, "Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union legislative acts," EUR-Lex, April 21, 2021.
2. Elisa Jillson, "Aiming for truth, fairness, and equity in your company's use of AI," Federal Trade Commission, April 19, 2021.
3. Arjun Kharpal and Evelyn Cheng, "The latest target of China's tech regulation blitz: algorithms," CNBC, September 9, 2021.
4. As one example, moving to specialized AI chips can see literally thousandfold improvements; Saif Khan and Alexander Mann, *AI chips: What they are and why they matter*, Center for Security and Emerging Technology (CSET), April 2020.
5. James Manyika, Jake Silberg, and Brittany Presten, "What do we do about the biases in AI?," *Harvard Business Review*, October 25, 2019.
6. Rebecca Kelly Slaughter, "Algorithms and economic justice: A taxonomy of harms and a path forward for the Federal Trade Commission," *Yale Journal of Law & Technology*, August 2021.
7. Ibid.
8. European Commission, Artificial Intelligence Act.
9. Jeffrey Dastin, "Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women," Reuters, October 10, 2018.
10. Tom Simonite, "New York City proposes regulating algorithms used in hiring," *Wired*, January 8, 2021.
11. Robert Gorwa, Reuben Binns, and Christian Katzenbach, "Algorithmic content moderation: Technical and political challenges in the automation of platform governance," *Big Data & Society* 7, no. 1 (2020).
12. European Commission, Artificial Intelligence Act.

About the authors

Duncan Stewart | Canada | dunstewart@deloitte.ca

Duncan Stewart is the director of research for the Technology, Media & Telecommunications (TMT) industry for Deloitte Canada. He presents regularly at conferences and to companies on marketing, technology, consumer trends, and the longer-term TMT outlook.

Paul Lee | United Kingdom | paullee@deloitte.co.uk

Paul Lee is a UK partner and the global 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.

Ariane Bucaille | France | abucaille@deloitte.fr

Ariane Bucaille is Deloitte's global Technology, Media & Telecommunications (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.

Gillian Crossan | United States | 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 for more than 25 years and has worked across sectors including energy, health care, consumer products, and technology.

Acknowledgments

The authors would like to thank the following individuals for their contributions to this chapter:

Beena Ammanath, Ralf Esser, Lukas Kruger, Susie Samet, and Nick Seeber.

Contributors

Rafi Addlestone, United Kingdom

Theo Ajadi, United Kingdom

Beena Ammanath, United States

Jana Arbanas, United States

Chris Arkenberg, United States

Mike Barber, United Kingdom

Neal Batra, United States

Sophie Beerlage, Netherlands

Sam Blackie, United Kingdom

Ines Blanco, Spain

Klaus Boehm, Germany

Roger Chung, China

Neil Clements, United Kingdom

Ben Combes, United Kingdom

Rupert Darbyshire,
United Kingdom

Adam Deutsch, United States

Kenny D'Evelyn, United States

Ankit Dhameja, India

Emmanuel Durou, United
Arab Emirates

Ralf Esser, Germany

Andrew Evans, United Kingdom

Krissie Ferris, United Kingdom

Richard Folsom, United Kingdom

John Forster, United States

Vincent Fosty, Belgium

Jack Fritz, United States

Michele Gabriel, Belgium

Andreas Gentner, Germany

Wendy Gerhardt, United States

Peter Giorgio, United States

Joachim Gullaksen, Norway

Lester Gunnion, India

Dan Hamling, United States

Lottie Hayton, United Kingdom

Concha Iglesias, Spain

Mitsuki Imamura, Japan

Dan Jones, United Kingdom

Florian Klein, Germany

Leslie Korenda, United States

Lukas Kruger, United Kingdom

Brandon Kulik, United States

Nathalie La Verge, Netherlands

Kim Lachman, Germany

Antonio Lazaro-Carrasco, Spain

Danny Ledger, United States

Paul Lee, United Kingdom

Dan Littmann, United States

Rob Massey, United States

Sayantani Mazumder, India

Matt McDermott, United Kingdom

Alexander Mogg, Germany

Javier Moncada, Spain

Seiji Morimatsu, Japan

Marlene Motyka, United States

Jan-Piet Nelissen, Netherlands

Hanish Patel, United States

Nicole Patterson, United States

Anh Dung Pham, United States

**Adriano Picinati di
Torcello**, Luxembourg

Jarick Poulsen, United States

Karthik Ramachandran, India

Suhas Raviprakash, India

Will Rayward-Smith, Australia

Helen Rees, United Kingdom

Chris Richard, United States

Negina Rood, United States

Beth Rosenstein, United Kingdom

Susie Samet, United States

Suzanna Sanborn, United States

Shin Satozaki, Japan

Kyra Schwarz, Australia

Nick Seeber, United Kingdom

Christine Selph, United States

Takeshi Shimizu, Japan

Paul Silvergate, United States

Matthew Sinclair,
United Kingdom

**Varunendra Pratap
Singh**, Norway

Duncan Stewart, Canada

Jukka-Petteri Suortti, Finland

Lizzie Tantam, United Kingdom

Pedro Marques Tavares, Portugal

Lee Teller, United States

Ayako Tobe, Japan

Shunichi Tomita, Japan

Dieter Trimmel, Germany

Shreyas Waikar, India

Jeanette Watson, United States

Daan Witteveen, Netherlands

Motoko Yanagawa, Japan

William Yarker, United Kingdom

聯絡我們

勤業眾信高科技、媒體及電信產業服務團隊

陳明輝 會計師 Gordon Chen
高科技產業負責人
gordonchen@deloitte.com.tw

林彥良 資深執行副總經理 Max Lin
風險諮詢服務
maxylin@deloitte.com.tw

鄭淑芬 副總經理 Candy Cheng
風險諮詢服務
candycheng@deloitte.com.tw

陳佳瑜 協理 Jacqueline Chen
財務顧問服務
jacqchen@deloitte.com.tw

陳宥嘉 會計師 Arthur Chen
稅務服務
arthurchen@deloitte.com.tw

溫紹群 資深執行副總經理 Rick Wen
電信、媒體與娛樂產業負責人
rickswen@deloitte.com.tw

陳鴻棋 執行副總經理 Chris Chen
風險諮詢服務
chrisachen@deloitte.com.tw

潘家涓 資深執行副總經理 Maggie Pan
財務顧問服務
mpan@deloitte.com.tw

李惠先 會計師 Susan Lee
稅務服務
susanhlee@deloitte.com.tw

蔡沛成 協理 Patrick Tsai
管理顧問服務
ptsai@deloitte.com.tw

專案聯絡

方瑋如 Betty Fang
高科技、媒體及電信產業專案主任
befang@deloitte.com.tw

陳韻如 Yvonne Chen
高科技、媒體及電信產業專員
yvonnchen@deloitte.com.tw

李晏汝 Ruby Lee
日商服務專案主任
rulee@deloitte.com.tw

Deloitte. Insights

Sign up for Deloitte Insights updates at www.deloitte.com/insights.



Follow @DeloitteInsight

Deloitte Insights contributors

Editorial: Junko Kaji, Preetha Devan, Prodyut Ranjan Borah, Rupesh Bhat, Arpan Kumar Saha, Ribhu Ranjan, Emma Downey, Nairita Gangopadhyay, Blythe Hurley, and Aparna Prusty

Creative: Jaime Austin, Sylvia Yoon Chang, Govindh Raj, Sanaa Saifi, and Rishwa Amarnath

Audience development: Maria Martin Cirujano

Cover artwork: Jaime Austin

About Deloitte

Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited (“DTTL”), its global network of member firms, and their related entities (collectively, the “Deloitte organization”). DTTL (also referred to as “Deloitte Global”) and each of its member firms and related entities are legally separate and independent entities, which cannot obligate or bind each other in respect of third parties. DTTL and each DTTL member firm and related entity is liable only for its own acts and omissions, and not those of each other. DTTL does not provide services to clients. Please see www.deloitte.com/about to learn more.

About this publication

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited (“DTTL”), its global network of member firms or their related entities (collectively, the “Deloitte organization”) is, by means of this communication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser.

No representations, warranties or undertakings (express or implied) are given as to the accuracy or completeness of the information in this communication, and none of DTTL, its member firms, related entities, employees or agents shall be liable or responsible for any loss or damage whatsoever arising directly or indirectly in connection with any person relying on this communication. DTTL and each of its member firms, and their related entities, are legally separate and independent entities.