

科技管理的全球挑戰： 中美競爭×AI革命×永續轉型

李傳楷*

“It was the best of times, it was the worst of times, it was the age of wisdom, it was the age of foolishness, it was the epoch of belief, it was the epoch of incredulity, it was the season of light, it was the season of darkness, it was the spring of hope, it was the winter of despair.” — Charles Dickens, *A Tale of Two Cities* (1859)

放在 2026 年，狄更斯這段話幾乎不像歷史，而像是對當代世界的預言。一方面，生成式 AI、AI Agent、機器人、自動化、生技與半導體革命，讓人類第一次真正接近知識的大規模自動化。一個人可以用一臺電腦完成過去需要整個組織才能做到的事；AI 甚至開始參與寫作、程式設計與研究。另一方面，資訊爆炸卻未必帶來理解，反而讓假訊息、情緒動員與演算法極化更加嚴重。人們愈來愈能「生成內容」，卻未必更能思考。

這對科技管理而言尤其如此。AI、半導體、平臺經濟與全球供應鏈重組，使科技從單純的工程或產業問題，轉變為國家競爭、地緣政治與社會治理的核心。科技管理的重要性因此前所未有地提升：它不只是研究如何管理技術，而是開始面對技術如何重構組織、制度與社會的問題。

然而，科技管理也面臨嚴峻挑戰。許多既有理論，例如交易成本理論、資源基礎理論或國家創新系統，大多建立於二十世紀的工業社會時代。它們預設企業邊界清楚、技術變化相對穩定，但今天的平臺資本主義、演算法治理與 AI 生態系，早已顛覆其背後的理論假設。此外，科技管理長期被夾在工程與社會科學之間：工程領域認為其技術深度不足，而傳統社會科學則質疑其理論性與批判性。因此，科技管理很容易陷入「什麼都研究，卻什麼都不是」的困境。

* 國立清華大學科技管理研究所教授

但也正因如此，科技管理反而位於學術界非常特殊的位置。它不像成熟學科那樣穩定，卻具備高度彈性與跨領域能力。尤其對臺灣而言，由於台積電（TSMC）在全球半導體產業中的戰略地位，科技管理已直接連結國家安全、供應鏈重組與全球秩序變遷。

一、中美科技競爭與科技地緣政治

近年來，中美競爭已逐漸從貿易衝突升高為科技地緣政治對抗。科技不再只是企業提升競爭力的工具，而是國家安全與國際秩序的重要戰略資源。尤其在半導體、AI、5G 與先進製造領域，科技能力已被視為國家權力的重要基礎。

在這場競爭中，半導體產業無疑是核心戰場。AI 與高效能運算都離不開晶片，而臺灣又在晶圓代工與先進製程上居於關鍵地位，因此成為全球供應鏈不可或缺的一環。美國著名智庫 New America 的資安政策專家 Samm Sacks 就以「小院高牆」(small yard, high fence) 來做比喻：小院子指的是半導體，高牆用來防堵中國，臺灣則是小院子裡面的重點保護對象之一。所謂「矽盾」(silicon shield)，正是指臺灣半導體的重要性，讓全球對臺海穩定產生高度依賴。

此外，中美科技競爭也正在改變全球半導體供應鏈的治理邏輯。過去全球化強調效率與成本最小化，但在地緣政治風險升高後，供應鏈治理逐漸轉向韌性、安全與區域化。例如，美國透過 CHIPS Act、出口管制與盟友合作，試圖重組高階晶片供應鏈；中國則透過舉國之力，瘋狂追求科技自主化以突破「卡脖子技術」。這些轉變讓半導體產業的生產網絡高度政治化，逐漸從「全球化」供應鏈走向「地緣政治化」供應鏈，也讓半導體供應鏈的重構變成一場無煙硝的「晶片戰爭」(chips war)。

對科技管理研究而言，這些代表研究典範正在轉移。傳統科技管理主要聚焦於企業層次的創新管理，例如研發管理、技術移轉、新產品開發與專利策略；然而在科技地緣政治時代，企業創新已深受國家政策、出口管制、供應鏈安全與國際政治影響。因此，科技管理研究正逐漸從「企業內部」的創新管理轉向「地緣政治」的創新治理。

若聚焦臺灣，未來至少有幾個重要研究方向：

1. 半導體供應鏈韌性：由於臺灣位於全球半導體供應鏈中心，因此有必要探討企業如何在地緣政治風險下重新配置生產、庫存、供應商與海外布局。
2. 科技民族主義與產業政策：主要是關於美國、中國與臺灣如何透過國家力量介入科技產業，以及臺灣如何在美中之間維持技術自主與戰略平衡。

3. 臺灣企業的地緣政治策略：例如 TSMC 如何在美國、中國、日本與歐洲之間進行全球布局，以及企業如何回應出口管制與技術限制。近幾年也已經有研究將 TSMC 視為一種「制度中介者」(institutional mediator)，必須在不同國家政策與全球市場之間維持平衡。
4. 科技安全與國家治理：由於半導體與 AI 逐漸與國防、安全及基礎設施結合，科技管理研究也開始與國際政治經濟、公共政策與國家安全研究交叉。臺灣半導體人才外流、技術保護與國安法制，即是重要案例。

二、生成式 AI 革命

AI 的快速發展，被視為繼網際網路與智慧型手機之後最重要的科技革命之一。特別是近期生成式 AI 的突破，讓 AI 彷彿一夕之間就從無意識的自動化工具，升級為有意識的內容生成與推理系統。

然而，AI 並非是橫空出世，而是歷經了數十年的演進。AI 的核心理論——反向傳播演算法 (backpropagation)，其實早在 1980 年代就已出現。它讓神經網路能夠有效學習複雜模式，奠定了深度學習基礎，企業因此開始重視「資料」與「運算能力」，科技競爭也開始從硬體與製造能力，逐漸延伸到資料累積與演算法能力。2017 年 Google 提出 Transformer 架構，開始大幅提升 AI 在語言、影像與多模態任務上的效率與規模化能力。其核心的「自注意力」(self-attention) 機制，使 AI 不再只是特定任務工具，而成為可跨領域遷移的平臺技術。產業的競爭邏輯也從單一產品創新，轉向「平臺生態系」與「算力基礎設施」，Google、NVIDIA、OpenAI 等企業因此成為新一波的技术霸權。2020 年大型語言模型 (LLM) 的出現，更進一步改變知識生產與組織治理。生成式 AI 開始扮演「認知型基礎設施」(cognitive infrastructure)：能協助決策、寫作、程式設計與研究。

臺灣雖然不是 LLM 的主要平臺國，但臺灣在 AI 革命中的位置非常特殊。它是全球 AI 硬體供應鏈與先進半導體製造的核心節點，所以如果從臺灣的角度來看，生成式 AI 革命的關鍵應該不是誰能做出 LLM 或誰的 LLM 比較好，而是誰掌握 AI 背後的算力、晶片、資料中心、應用場景與治理制度。

1. 生成式 AI 的興起大幅提高對 GPU、AI accelerator、高效能運算晶片與先進封裝的需求。TSMC 在 2025 年年報中指出，AI 相關需求全年強勁，並帶動公司營收與獲利創新高；其先進製程也被明確定位於 HPC、智慧型手機與 AI 應用。這表示臺灣的角色不只是「代工製造」，而是 AI 基礎設施的關鍵支撐者。

2. 臺灣面臨「硬體強、平臺弱」的結構性問題。臺灣擅長晶圓代工、伺服器、電子零組件與供應鏈整合，但在大型基礎模型、雲端平臺、資料生態與 AI 軟體服務上，相對缺乏全球級主導權。因此，臺灣科技管理研究不能只問臺灣如何加入 AI 浪潮，而是要問臺灣能否從 AI 硬體供應者，進一步轉型為 AI 應用、AI 系統整合與可信任 AI 治理的創新者。
3. AI 革命使科技管理研究從「數位轉型」進入「AI 轉型」。對臺灣企業而言，AI 不只是導入 Chatbot 或自動化工具，而是可能重構研發、製造、品管、供應鏈、行政與決策流程。特別是在半導體、電子製造、醫療、金融等關鍵產業，生成式 AI 與 AI Agent 可能改變組織內部的知識分工，使員工從執行者轉為監督者、協作者與模型管理者。這延伸出人機協作、AI 治理、演算法決策、組織再設計與人才再培訓等科技管理議題。
4. AI 也與科技地緣政治緊密結合。AI 需要先進晶片，而先進晶片又高度依賴臺灣，因此臺灣在中美科技競爭中被推向更核心的位置。美國對 AI 晶片與先進半導體出口的限制，使 AI 不再只是產業競爭，而是國家安全與供應鏈治理問題。臺灣被排除在美國部分 AI 技術出口限制之外，也反映其在可信任科技供應鏈中的戰略地位。
5. AI 革命也帶來治理與安全問題。臺灣政府已推動「Ten AI Initiatives Promotion Plan (2025-2028)」，強調智慧應用、產業發展與 AI 治理等方向；同時，臺灣也因資訊安全疑慮禁止政府部門使用 DeepSeek，顯示 AI 治理已與資料主權、資安與兩岸關係連動。

三、永續與綠色轉型

另一個與臺灣密切相關的重要議題，是永續轉型與綠色轉型。永續轉型強調經濟、社會與環境體系的整體重構；綠色轉型則較聚焦於低碳化與能源轉型。而這兩者又與 AI 轉型高度連動。

一方面，AI 可以提升能源效率、智慧電網與供應鏈最佳化，因此被視為推動綠色轉型的重要工具；另一方面，生成式 AI、資料中心與高效能運算也大量增加電力與晶片需求，可能形成新的高耗能基礎設施與「碳鎖定」(carbon lock-in)。

對臺灣而言，這種矛盾尤其明顯。臺灣是一個高度依賴科技製造與出口的經濟體，半導體、電子與 ICT 產業構成經濟核心，但同時也是高耗能與高耗水

產業。隨著 AI 與半導體需求快速成長，臺灣可能從「矽盾」逐漸走向「碳鎖定」，也就是高耗能基礎設施被制度化。

此外，歐盟碳邊境調整機制（CBAM）、RE100（Renewable Energy 100）與國際 ESG（Environmental, social, and governance）要求，也迫使臺灣企業加速綠色轉型。因此，永續治理已不只是企業社會責任，而是供應鏈競爭力的一部分。

未來臺灣科技管理的重要研究方向包括：

1. 半導體與永續治理：如何平衡 AI 需求、能源安全與淨零目標。
2. 綠色供應鏈與國際規範：全球 ESG 要求如何改變臺灣半導體供應鏈治理。
3. 能源轉型與產業政策：如何在供電穩定、核能爭議與再生能源之間取得平衡。
4. 科技地緣政治與永續轉型：中美競爭與半導體擴產是否形成新的「地緣政治碳鎖定」。
5. AI 與綠色科技：AI 究竟促進永續，還是反而形成新的高碳基礎設施？

四、結語

科技管理如今已不再只是「管理科技」的學科，而逐漸成為理解未來社會如何運作的重要入口。中美科技競爭、生成式 AI 革命與永續轉型，其背後真正的核心問題，其實都是：當科技開始深入重構組織、國家與日常生活時，人類究竟應該如何治理技術、分配風險，以及重新定義發展本身。

對臺灣而言，這種轉變尤其深刻。臺灣既是全球半導體供應鏈的核心，也是 AI 革命的重要基礎設施提供者，同時又是一個能源與資源有限的小型開放經濟體。這使臺灣在全球科技秩序重組中，同時擁有高度戰略性與高度脆弱性。

更重要的是，科技管理本身也正在被 AI 重新定義。過去科技管理研究的是「人如何管理技術」；但在生成式 AI 與 AI Agent 時代，技術本身已開始參與知識生產、決策甚至治理。正如 Harari 所言：AI 不僅將會取代舊工作，更可能讓人們在經濟體系中變得「多餘」，形成一個龐大的、無法進入勞動力市場的群體，而二十一世紀最嚴峻的政治與經濟挑戰，將是處理這群在社會上失去價值的「無用之人」。

所以對科技管理而言，未來真正需要研究的，已不只是技術創新本身，而是科技如何重新分配權力、資源與社會價值。尤其對臺灣而言，如何在 AI 革命、科技地緣政治與永續轉型之間找到新的平衡，或許將決定臺灣能否在下一波全球秩序重組中，保有自身的主體性與選擇權。

科技管理的全球挑戰：中美競爭×AI革命×永續轉型
台灣的戰略位置、研究方向與未來治理



圖一：本文摘要 (圖源：ChatGPT 生成)

參考文獻

Harari, Y. N. 原著、林俊宏譯 (2022)。《人類大命運 (增訂版)：從智人到神人》(Homo Deus: A brief history of tomorrow)，臺北：天下文化。

Addison, C. (2001). *Silicon Shield: Taiwan's Protection Against Chinese Attack*. Fusion Press.

Miller, C. (2022). *Chip War*. New York: Scribner.

Roussilhe, G., Pirson, T., Xhonneux, M., & Bol, D. (2024). From silicon shield to carbon lock-in? The environmental footprint of electronic components manufacturing in Taiwan (2015-2020). *Journal of Industrial Ecology*, 28(3), 746-761.

Sacks, S. (2019). On "China: Challenges to U.S. Commerce." A Hearing Before the Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation's Subcommittee on Security. https://www.commerce.senate.gov/wp-content/uploads/media/doc/03_07_2019%20Sacks%20Testimony.pdf

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems 30: Annual Conference on Neural Information Processing Systems 2017, Long Beach, 4-9 December 2017*, 5998-6008.