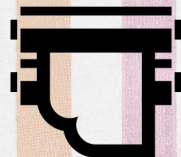


自造者 時代

啟動人人製造的第三次工業革命

克里斯·安德森 Chris Anderson 著
連育德 譯



Makers

The New Industrial Revolution

makerspace

the Long Tail of talent

Maker Movement

small batches

3D Printer

自造者時代：啟動人人製造的第三次工業革命
Makers: The new Industrial Revolution

目錄

序一	重新發明每一樣東西	林之晨	01	第 5 章	物品長尾理論	01
序二	迎接台灣的自造維新運動	徐紹中	01		就是要顛覆！／工業級工匠／快樂經濟學／ 實體產品數位資訊化／實體世界吹起混搭風／小量生產	
Part 1	革命 The Revolution			Part 2	未來 The Future	
第 1 章	發明革命席捲而來		01	第 6 章	製造轉型新工具	01
	自造者其來有自／小雜誌，獨立音樂，網民大串連				三軸齊下，一次搞定／客贖印刷俱樂部／ 愛不釋手，渾然忘我／實現捕捉	
第 2 章	新工業革命		01	第 7 章	開放式硬體	01
	白塗書大集合／有製造斯有種／製造自己來／ 灑水器新標榜／灑水器行，其他東西也就行				我的第一個家庭手工業／營運一飛沖天／獲利，其實有道／ 開放式設計的優點／社群營造術／無牆城堡／「海盜」改邪歸正	
第 3 章	知古、鑑今、看未來		01	第 8 章	製造業龍頭大變身	01
	革命的力量／第二次工業革命／第三次工業革命？／ 曼徹斯特的昨日與明天				廿世紀發明家有苦難言／靈光再現／競賽拉出人才長尾效應／ 這不是沙灘車！／底特律大西部精神再現	
第 4 章	你都是設計家		01			
	「桌上型」將改變一切／設計自己來					

自造者時代：啟動人人製造的第三次工業革命

Makers: The new Industrial Revolution

目錄

第 9 章	開放式企業	01	導讀	工業世界的新樣貌	01
	最不像執行長的執行長／喬伊定律勝出：開放式製造模式／ 開放式供應鏈／自造者能製造出工作嗎？／地理微積分／超現代化工廠				
第 10 章	自造者時代籌資法	01	附錄	新世紀工場	01
	地下創投經濟／自造者對上跨國企業／籌資的未來何去何從？／ 社會資本／無心插柳柳成蔭／投票定勝負／手工產品工業化			CAD 新手上路／3D 印刷新手上路／3D 掃描新手上路／ 雷射切割新手上路／數控工具機（CNC）新手上路／電子零件新手上路	
第 11 章	自造者汽車	01	致謝		01
	唔好玩出虛心萬丈／樂高的長尾／原子與位元的虛實整合				
第 12 章	雲端工廠	01	註釋		01
	救命火箭／芝廬開門／DIY 工廠				
第 13 章	DIY 生物學	01			
	可編程物質／DNA 自造				

自造者 時代

啟動人人製造的第三次工業革命

克里斯·安德森 Chris Anderson 著
連育德 譯



Makers

The New Industrial Revolution

Maker Movement

small batches

3D Printer

the Long Tail of talent

makospace

| 第9章 |

開放式企業

製造方法要創新，成立公司的方式也得先創新才行。

1930年代中期，羅納德·寇斯（Ronald Coase）剛從倫敦政經學院畢業，思考著一個許多人會覺得愚蠢的問題：為何會有企業的存在？為何大家要效忠一個組織機構，聚在同一棟建築物，把工作完成？他最後找到答案，1937年寫下史上留名的〈企業的本質〉（The Nature of the Firm）一文¹。他說：企業的存在，是要將時間、麻煩、混淆與錯誤等「交易成本」（transaction costs）最小化。

大家有共同的目標，有固定的職能、職責與溝通方式，辦事就容易。若有相關事務，只要問鄰座同事，便能完成工作。

不過，昇陽（Sun Microsystems）創辦人之一比爾·喬伊（Bill Joy），在1990年受訪時講過一句話，凸顯了寇斯對企業的解釋有誤差。他說：「不管你的企業是何方神聖，最頂尖的人才都在別家公司。」這個觀察現在成了所謂的「喬伊定律」（Joy's Law）。背後含意是：為了將交易成本最小化，我們旗下的員工並非頂尖人物，而是我們所能請得到的人。企業如此運作，實在沒效率得可憐，即使是最頂尖的企業也一樣。

就某方面來看，喬伊的快人快語其實反映海耶克（Friedrich Hayek）的理論。海耶克與寇斯同一個年代，但論點相左，他認為中央集權式的企業不應該存在。1945年，海耶克發表他的著名論文〈社會的資訊使用〉（The Use of Information in Society）²，指出資訊的分布並不平

均，機關組織若採取集權統合的方式，將無法汲取到分散的知識。（他的重點在於：只有自由市場能夠做到。）

時間經過半個世紀，喬伊也得出類似心得，當時的昇陽正是全球最炙手可熱的科技公司。他的一番話，是在警傷大家不要因此志得意滿。儘管昇陽自認延攬了最厲害的工程師、擁有最先進的技術，但人才數目終究是內部不如外部。不管昇陽怎麼做，競爭對手還是有可能比它做得更好，因為就連實力最堅強的企業，也非開放式創新的對手。昇陽最後亦自身難保，現在成了甲骨文旗下一個部門，而喬伊也離開公司，成了創投經理人。

這番道理放在今天一樣成立，連全球數一數二的企業也是如此。以蘋果的用人策略為例。首先，蘋果位於美國，大多數員工都在加州庫比蒂諾市（Cupertino）的總部工作。公司徵人時，自然會偏好尋找本國人，或能在美國合法工作的人，也會偏好尋找住在舊金山灣區或願意搬到此地的人。（庫比蒂諾確實不錯，但如果你老婆不希望離開羅馬或清邁的家鄉，這裡再好也是徒然。）

跟其他企業一樣，蘋果希望找到有相關經驗的人，也注重學歷，以得知對方的智商與工作道德。儘管賈伯斯是輟學的天才，然而蘋果內部跟他一樣的人並不多。蘋果的思維雖然「不同凡『想』」（think different），但現在的用人策略跟其他好企業相差無幾，都是著重在專業資歷。

蘋果找人，人也要願意被找才行。因此，已經找到工

作、又不想離職的人就不列入考慮。蘋果習慣不找小孩、老人、罪犯，就算這些人再聰明也沒用。此外，不懂保密、不想遵守工作合約的人，蘋果也不考慮。

但在這些族群當中，不乏有聰明、甚至是聰明絕頂的人。即便是蘋果，也因為身為企業組織、而非開放式社群，因此逃脫不了喬伊定律的魔咒。

社群傾向於人人立足點平等，原因之一在於，企業所承擔的法律責任與風險，社群並沒有。社群不像企業一樣，要先檢查推薦信，請求職者簽合約後，才能讓他們參與工作。社群能夠大膽採用參與者，因為不用支付他們薪水，所以就算成果不佳，衝擊也不大。（這不是說參與者拿不到報酬，而是論功行賞，並不是拿固定薪水。）

當然，社群並非無所不能，全球經濟亦不能完全靠大家義務幫忙。喬伊想表達的重點是，人力市場正在轉變。有了網路，你便不需屈就鄰座同事，反而能找到最頂尖的人才，就算你在底特律，他們在達卡，工作照樣完成。更重要的是，別人也能找到你。在開放式創新的社群裡，參與者會物以類聚，被好玩的專案與優秀人才所吸引。只要有工作在開放式環境中完成，他們就能找得到。我在成立機器人社群時，便曾親身體驗過。

最不像執行長的執行長

我成立DIY無人飛機社群幾個月後，已累積了幾百位

成員，有位喬帝·穆紐茲（Jordi Muñoz）加入社群，上傳了一個連結，內容是他改裝了一個新的開放源碼微處理器板，叫Arduino，用任天堂遙控器來操作玩具直昇機。

他在論壇的第一則貼文如下：「英文不是我的母語。如果說明得不清楚請見諒。我從任天堂Wii的Nunchuck搖桿拆出加速器，幫我的遙控直昇機做了一個自動駕駛儀。」他附上幾張直昇機的照片，機身內全都是電路板和電線，還提供直昇機升空的影片。

大家很快就注意到他的貼文，另一位成員給予正面回應：「你的英文很好，不用太擔心。有圖有真相，我們都很高興看到你的影片。你組裝的直昇機真棒。看到大家的構想很有深度，而且還組裝出成品，真的很讚。」

我自己看了也很佩服。我當時還沒用過Arduino，但因為這件事，我開始深入研究起來，後來聯絡上穆紐茲，請教他幾個相關問題，就此展開了兩人的網路友誼。

我喜歡他的熱忱，他有天不怕地不怕的實驗精神，而且有些我覺得難懂的軟體概念，他不費吹灰之力就能掌握。我感覺得到，他能做出不錯的成績。他對科技的敏銳度很強，因此願意嘗試好玩有趣的新科技，有時候是找到感測器，自學如何使用；又有時候，他會從名不見經傳的報告中找到運算法。

最後，我們開始針對DIY無人飛機的幾個專案一起合作，起初是飛機自動導航儀，後來是自動飛船遙控器板。

我們交換電路板設計，晚上各自在工作台把零組件焊接起來，進行測試。他教我如何設定 Arduino 程式，分享到哪裡買零組件、委外生產電路板最好。我則到部落格裡貼文，記錄我們合作的過程，並提供線上教學。

一開始，我們兩個只是志同道合的電子迷，與其他 DIY 迷分享破解方法。我們上傳到哪裡購買零組件的網路連結，讓大家了解製作過程，但如果想自己動手做，就得請人製作電路板，自己還要找線上供應商買零組件。因為麻煩，所以只有少數幾人採用我們的設計。

顯然，若想要更多人參與這類專案，就要簡化製程，不該只是分享設計檔案，讓社群成員自己想辦法買零組件，而是應該準備好所有組件，提供給大家。也就是說，我們必須大量採購零組件，包裝成套，再想辦法接單。

這表示有正式成立公司的必要，於是我邀請喬帝合作創業。他同意後，我心想也該是請他自我介紹的時候了。

我所知如下：他的全名是喬帝·穆紐茲·巴戴爾斯（Jordi Muñoz Bardales），第一次貼文時是19歲。他是墨西哥恩森那達市（Ensenada）人，在蒂華納市讀高中，剛搬到洛杉磯郊區的河濱市（Riverside）。他的高中女友擁有雙重國籍，因為懷了身孕，所以兩人剛結婚不久。他在等綠卡的時間沒事做，只能在公寓裡玩直昇機。他沒讀過大學。

不用說，上述都不重要，他在過程中證實了他的能力

一等等，這才是重點。我們最後一起成立3D Robotics，資本額幾百萬美元，在聖地牙哥有一座高科技工廠。公司由穆紐茲擔任執行長，我寫這本書時，他才24歲。

這是怎麼辦到的？可分三階段來看：

1. 有個聰明的小孩子，不在美國出生，英文不流利，學校成績也不怎麼好，但他有一項利器：網路。因為有求知慾又有衝勁，所以他利用網路這個史上最豐富的資料來源自學，成為全球數一數二的無人飛機專家。他單純只是興趣使然，卻在過程中培養專業知識，稱得上是「Google博士」。
2. 我排除萬難，決定要成立無人飛機公司時，合作對象是該領域中我所知最厲害的高手。我不要求他提供履歷，因為無此必要。對方能夠製造出厲害的機器，就已經證明他實力堅強。
3. 穆紐茲有社群的支持，自己抱著不怕失敗的精神，又加上可以求助Google，因此學會了電子製造與製造流程的基本功。他延攬一組小團隊，工程師有美國人，也有來自蒂華納、熟悉美、墨文化的墨西哥人，多為二十幾歲的聰明小伙子。³團員跟他一樣，該學的東西都在網路上自學，有時自己研究，有時問人。一年半下來，他們經營出一家世界級機器人公司。

《連線》雜誌編輯決定成立無人飛機公司，最後跟一名來自蒂華納的高中畢業生合作，20年前的機率會是多少？但到了現在，這樣的組合似乎再自然不過。如果對方是你共事愉快的人，而且已經證明實力，有什麼不跟他合作開公司的理由呢？如果你不認識對方，只知道他有好學歷，就這樣開始合作，風險似乎更高。

這就是人才的長尾效應。透過網路，大家可以秀出自己的作品，不用管教育高低或資歷多寡。透過網路，大家容易形成團體，一起合作，不管內容是否跟「工作」相關，卻跳脫公司的框架。同時，相較於企業，這些非正式的組織更不受地點限制，因為到處都有人才，沒必要為了貢獻專業而搬家。

《紐約時報》專欄作家湯瑪斯·弗里曼(Thomas Friedman)如此形容：「以前，只有國外的廉價勞力取得容易；現在，國外的廉價人才也取得容易。」說廉價，不單只是他們的工資較低，甚至常常不拿錢，是因為全球各地的人對某個專案有志一同，志願加入陣容，生計則由平常的工作來支撐。

時至今日，我們的3D Robotics公司約有一百位貢獻者(contributor)，大家齊心合作，將概念化為產品。其中，20名是支薪員工，大多負責工廠裡硬體工程與製造事項。其餘80人均為志工，負責軟體部分，各有正職工作，有人是蘋果的工程人員，有人是糕餅師傅，但有些人

花上幾週時間專門進行機器人工程，彷彿全職一般。有些人是專業軟體工程師，純粹想自我挑戰。有些人是業餘人士，把組裝機器人當成嗜好，來社群學習不足之處。

如果我們的公司走寇斯路線，找到的員工有些應該會是專業人士，但這麼一來，一定會漏掉糕餅師傅、在巴西廣告公司上班的繪圖設計師、在義大利經營救護車無線電公司的老闆、退休的汽車經銷商老闆、在加那利群島(Canary Islands)一家公司工作的西班牙人，以及其他許許多多為追求夢想而加入專案的人。他們的工作為何，並非重點所在。

簡言之，由於我們的企業不走寇斯路線，幫我們做事的人更多、更有才氣。**我們把交易成本最小化，靠的是科技，不是地利之便。**大家在社群網路的大屋簷下共事，一通Skype就能聯絡到「鄰座」同事。大家的目標一致，但不是因為上級有交代，而是體現了志同道合的真道理。

喬伊定律勝出：開放式製造模式

喬伊定律的出現，加上許多企業與社群在網路開放原則下應運而生，寇斯定律因此被顛覆。相較於在線上主持專案，傳統企業走寇斯路線，交易成本常常更高。有問題何必找剛好坐在你隔壁的同事，他不見得就有最好的答案。同樣的精力，何不到人才來自全球各地的線上社群求助呢？

企業充斥官僚作風與繁文縟節，用意是要維持組織的完整性。反觀社群因大家興趣與需求相同而組成，運作起來沒有多餘的程序。社群為專案而生，目的不在於支撐成立該專案的企業。

然而，社群無法自行製造出實體物品，仍須有人從事製造、庫存、投保責任險、客戶服務等工作。這些都要錢，必須要有法定架構，承擔日常運作之責，因此才有企業的存在。

有鑑於此，在新的製造業經營模式下，也需要新型的製造公司。本質上，必須整合傳統製造業的技術與專業知識，例如嚴格的品質控管，有效率的庫存管理，以及供應鏈管理等等，底價和品質才具競爭力。但另一方面，新型製造公司也要整合網路公司所長，為產品營造出社群，集社群之力，產品才能設計得更快、更好、更省成本。簡單來說，要師法最好的硬體公司，也要學習最好的軟體公司，把原子和位元發揮到極致。

艾默理大學 (Emory University) 高祖塔商學院 (Goizueta Business School) 副院長馬莉安·愛拉維 (Maryam Alavi) 主張，企業若想維持比開放市場低的交易成本，唯一一途，即是將內部結構複雜化，以因應日益複雜的外在市場。在亞斯本研究院 (Aspen Institute) 撰寫的〈工作的未來〉(The Future of Work) 一文中，她解釋說，這個現象的原因在於：系統理論 (systems theory)

的必要多樣性法則 (law of requisite variety)，並指出一個系統的複雜程度必須要能與運作環境匹配。愛拉維表示：「組織機構裡，會有一部分更強調階級制度，知道有哪些變數該處理，哪些不該處理；另外又有一部分需要靈活、開放、順勢而變。」⁴

新型產業組織模式於焉誕生，「各自小本獨立，彼此鬆散連結」(small pieces, loosely joined)。企業愈來愈小、愈虛擬、愈不拘形式。多數參與者都不是員工。他們臨時成軍、解散、再成軍，關鍵在於能力與需求，而非取決於關係與義務。不用管頂尖高手幫誰工作，只要專案夠有趣，自然會吸引他們前來。

開放式供應鏈

美國若依照上述原則，打造出製造導向型經濟，又是什麼樣貌呢？

表面上，這個問題似乎多餘：每天看報紙頭條，難免會讓人覺得美國製造業前途茫茫。畢竟，問題不只是國外人力成本更低，更令人憂心的是，就連供應鏈與技能也出現外移現象。

2009年，蓋瑞·皮薩諾 (Garry Pisano) 與史兆威 (Willy Shih) 在《哈佛商業評論》撰文分析美國競爭力⁵，文中指出，亞馬遜無法在國內生產電子書瀏覽器 Kindle 2 的原因如下：

1. 軟板連接器在中國製造，因為美國的供應商已經外移到亞洲。
2. 光電板在台灣製造，因為生產平面LCD的專業隨著半導體製造業外移到亞洲。
3. 射出成型的高度拋光機殼在中國製造，因為玩具、消費性電子、電腦都移往中國製造，美國本地供應商市場地位遭到擠壓。
4. 無線網卡在南韓製造，因為南韓已是手機與相關零組件的製造重鎮。
5. 控制板在中國製造，因為美國企業早已將電路板移至亞洲生產。
6. 鋰電池在中國製造，因為電池的研發與生產活動外移，隨著消費性電子與小筆電外轉到中國。

根據皮薩諾與史兆威的說法，現階段只有蘋果「能把第一流的設計實力留在美國，因為在零組件的選擇、工業設計、軟體開發各方面，他們深度參與，也懂得詮釋產品概念與使用者需求。」但即便如此，蘋果的產品仍得由中國製造。

看了真不服氣。但別忘了，美國製造業雖然歷經幾十年的黑暗期，但至今規模仍是全球第一（不過很快就會被中國超越）。考量通膨因素後，美國製造業產值自1975年至今成長逾一倍，目前逼近歷史新高。

有哪些產品仍舊是美國製造？大型零件組裝而成、國內銷售的產品（例如汽車）；人力成本占售價比重較低的高價值產品（例如飛機）；以及沒有大眾市場競爭的特殊產品（例如醫療設備）。

美國招牌企業如奇異、寶僑、3M、波音、軍火大廠洛克希德馬丁（Lockheed Martin）等，甚至是美國鋼鐵（US Steel）這樣的純正本土派，如今仍是全球最大的製造商。而福特與通用等美國車廠，在政府出手紓困與企業內部大力改革之下，也有明顯的捲土重來之勢。再算進在美國設廠的外國車廠，2011年美國總產值接近歷史新高，只低於2000年網路泡沫破滅的前兩年。

換句話說，面對來勢洶洶的中國，美國仍有一些產業是在國內生產。

可見，選擇生產據點，不光是人力便宜就好，還有其他重要考量。企業若靠近消費者所在，設計就能更貼近消費者需求，這點看蘋果就知道。雖然iPhone手機背面印著「加州設計，中國製造」字樣，但根據加州大學爾灣分校（University of California, Irvine）的肯尼斯·克萊姆（Kenneth Kraemer）與其他兩位美籍經濟學家在2011年研究發現，iPhone價格有一半以上是由美國創造出來的。三人寫道：

這些產品與零組件固然在中國生產，但主要受益

者卻是美國經濟，因為大部分的產品設計、軟體研發、產品管理、行銷等高薪資職能，都被蘋果留在美國運行。大多數人沒深入觀察，會以為中國扮演吃重的角色，但實則比重相當低。再加上跨海運輸成本日益增加，貿易戰爭與關稅的政治風險，出貨延宕與干擾的潛在成本（亦需增加備貨以防萬一），不難看出製造活動東移的趨勢或許已經觸頂。⁶

自造者能製造出工作嗎？

但除了生產外移之外，大家過去幾年對製造業就業情況的了解並不夠深入。製造業產值過去40年加倍成長，但同期就業人口卻減少約三成。產值增加，是因為生產效率提升（主要是透過自動化），使得每人生產力上揚，但就業人數不增反減。

中小企業是美國經濟中最大的就業來源，但過去幾十年，製造商偏偏不走中小規模，為了與擁有低人力成本的外國企業競爭，紛紛設法擴大規模經濟。

事實上，說中小企業是就業來源，也不全然正確，應該說，中小企業所創造的工作機會為期並不長，因為許多中小企業成立不到3年就宣告倒閉。存活下來的，其實都是一人生意，而且甚至不是全職工作。

真正創造就業機會的，是規模愈做愈大的中小企業。

但與第一次工業革命不同的是，這類中小企業不必是產業龍頭，擁有大批員工。網路經濟下的企業，員工數大多只有幾百人，推特與Tumblr都是如此。同樣的道理，也適用在採行自造者營運模式的製造商。

以製造Jawbone防噪音無線耳機的Aliph為例。Aliph成立於1999年，創辦人為畢業於史丹佛大學的艾力克斯·艾西利（Alex Asseily）與荷森·拉罕（Hosain Rahman），至今耳機與JamBox手提音響每年銷量達幾百萬個。Aliph沒有工廠，生產全數委外，軟體由它負責，硬體則由合作夥伴製造。兩者結合起來，足以挑戰索尼的地位。

然而，Jawbone耳機雖然由一千多人製造而成，但Aliph的員工數卻只有一百多人，其餘都是幫委外伙伴工作。同樣走上委外路線的成功企業，大多數也是人員內寡外眾的現象。雖然這些公司的營收獲利已經超過「中小企業」的定義，但員工人數仍屬中小規模。它們的營運模式有如網路公司，因此組織架構通常更為精簡。

但由於進入障礙太低，因此中小企業也經常隨處可見。其中一些業者總是會有成為大企業的可能。矽谷之所以是經濟成長的火車頭，乃是由於許多新創公司在成立之初，無不懷抱著美夢，希望達到臉書那樣的成就。雖然絕大多數都無法美夢成真，只有少數人成功，但也能因此衍生出總值達數十億美元的諸多產業，以及幾萬個工作。

企業若採取自造者營運模式，又是網路導向，何以能擁有上述成就，原因有三：

首先，這類企業大多從開放式社群起家，因此網路效益的成長潛力龐大。社群的產品開發過程更快、更好、更省成本，且行銷效果更好。口碑是銷售的萬靈丹，而最好的口碑，莫過於來自親自見證過、乃至於參與過研發過程的人！

第二，這類企業走網路公司的模式，因此擅長任何事都以網路進行，例如上網尋找低成本供應商，或使用代工服務中心從事虛擬製造。網路導向的企業會懂得善用最好的工具，達到節省預算、加快產品研發的目的。

最後，這類企業因網路而生，因此天生全球化。它們的利基地位橫跨國界，成立之初就以出口為目的。它們通常採線上銷售，不受傳統經銷方式與據點位置所限。也就是說，它們的成長速度不但可以更快，而且要擊退競爭對手也更容易。它們已經把全球當作競爭舞台，進口品很難對它們造成威脅。

此外，低人力成本國家的殺傷力可能比以前降低。以中國為例，製造成本日益增加，廣東等工業大省的工資逐年成長17%，又因為人民幣兌美元增值而雪上加霜。另一方面，美國工人的生產力也成長三倍（不見得是他們技能更純熟，或工作更努力，而是自動化程度提高，連帶提升員工個人的生產力）。波士頓顧問集團（Boston

Consulting Group）預估，到了2015年，在中國生產的淨成本就會趕上美國。⁷

隨著工廠自動化的效能日益提高，人力在一般產品的成本比重亦出現下滑，如此一來，便無法再以勞動力套利的論點為由，將製造工作移往海外。目前的汽車產業，人力占汽車整體成本不到15%〔美國汽車工會（United Auto Workers）表示該比重只有10%，但這個數字並未包含行政人員、管理階層與研發人員，只有組裝線員工〕。機器人只有愈做愈好、愈多，因此以後到工廠，只會看到愈來愈少的員工，由他們負責讓機器人準時收到零組件，另外就只剩下出貨部門。

國際貿易從第一次工業革命爆發以來蓬勃發展，若套用勞動力套利的論點，製造業勢必會流向低成本國家。但現在應以自動化的觀點來看，將會發現：低廉勞力的優勢正在消失，而其他因素如貼近消費者、運輸成本（包括未來可能實施的二氧化碳稅）、彈性、品質，以及可靠性，卻愈來愈重要。

舉幾個例子說明。開拓重工（Caterpillar）把德州的挖土機部門規模擴大三倍，新增了500個製造工作，因為德州更接近消費者與供應鏈所在。NCR公司目前正把自動提款機從中國撤回喬治亞州哥倫布市生產，以便增加上市速度，改善內部合作。即使是玩具商Wham-O，也因為美國工廠的自動化程度提高，生產更有效率，飛盤產能有

一半正由中國回流美國。

同時，利基型製造商紛紛在靠近客戶的所在地設廠，提供客製化或高週轉率的产品，因為客戶願意支付溢價。負責為城鎮招商的地區發展專家，現在很流行一個觀念：「經濟園藝」（economic gardening）。即使面臨工廠化農場的競爭，小農場仍能闖出一片天，同理，小型製造商只要營運靈活、又懂得創新，也能有一番作為。

紐約市還見到各種中小型製造商，有的公司生產信封（顧客隨時可以到工廠檢查設計圖，確認無誤後才開始生產）；有的公司如布魯克林機器工廠（Brooklyn Machine Works），則是手工製作BMX自行車（車價2,800美元，能否取得低廉人力，並非第一要務）。來到舊金山，有一群推崇創業精神的製造商組成「舊金山製造」（SFMade），在當地銷售各式產品，郵差包品牌Timbuk2與電動機車廠Mission Motors都是成員。

掌握地利之便的企業，產品不一而足，有的是特製家具（需要與客戶密切聯繫）；有的是高檔床墊（採接單後生產的模式可降低成本）；有的則是高級訂製服〔我公司在的辦公大樓位於舊金山南市區（South of Market），是熱門的高科技區，大樓裡也有一些紡織廠進駐，聘請中國移民生產在地設計的服飾〕。在地經營的企業一直以來都有，但現在這類企業不僅在地，若具備創新思維，透過網路亦能銷售到全世界。

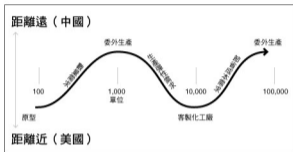
以舊金山的高檔巧克力品牌Tcho為例。Tcho目前由《連線》雜誌幾名創刊元老所經營，工廠位於灣區一座改建碼頭，製程從咖啡豆到成品都不假他人之手。Tcho起初以在地經營為主，顧客群多是會買手工自製食品的小眾——正因為這種小眾需求，幾十年前才會有Peets（也在舊金山起家）等高檔連鎖咖啡店的興起。但Tcho屬於網路年代下的產物，因此在電子商務與網路口碑的加持下，國際化的腳步更快，現在成立才滿5年，已能在美國各地逾400家零售商買到。工廠位於舊金山碼頭，老闆是網路先鋒的Tcho，目前巧克力訂單源源不絕，需要全天候生產才能消化。

地理微積分

我的用意不是說，企業以後不會再委外給中國等低成本國家生產。對許多產業而言，廣州的人力相對低廉，又有供應商群聚，兩個優勢相結合，非美國境內所能比。美國不生產手機，而中國是全球的玩具龍頭，原因就在此。

但可確定的是，委外中國並非唯一選擇。營運達到某種規模時，由中國工廠代工，日後或許仍舊是上上策。但在某種規模時，在地製造自有其優勢，且出貨延宕的問題可降至最低，營運彈性可增至最大，反而是更好的選擇。同時，隨著自動化程度提升，中國製造與美國製造的成本差距將逐漸縮小。

美國製造與中國製造的微積分圖形如下：



假設有家新公司名為「風科」(WindCo)，旗下第一款產品是住家型風力發電機。最初的原型由公司自製，亦寄出幾個給合作伙伴。接下來，便進入生產階段。但因為公司規模還小，產能不足，因此必須委外中國代工。

委外生產有助於產品上市，但銷量一旦起飛，賣出好幾百組，委外生產的限制也開始浮現。第一，營運缺乏彈性：產品銷售一空後，必須等好幾個月才能補到貨，而且中國代工廠亦偏好大量生產，導致風科一方面收貨量龐大，但另一方面銷售又急不得，因此現金大多套牢在產品庫存。

簡單計算，就可發現在地製造更符合成本。風科於是就近成立工廠，方便接單後再生產。如此一來，庫存管理

輕鬆許多，且更能夠根據客戶的回饋與需求，進行產品改良。

假設銷量持續上揚，如今達到幾萬組，找中國代工頓時又變得比較合適。在地製造與委外廣東代工，價差達三成。如果產量規模較小時，價差的重要性不及出貨時間與營運彈性，但產量一大，代工又成了無法抗拒的選擇。遇到市場有人低價競爭時，代工更是不得不然。因此產品又回到中國代工。

依成本考量而調整產能據點的做法，愈來愈方便，因為設計圖已經數位化，開模成本低，而且使用相同的自動化設備，到處都可添購得到。

在這樣的世界裡，美國絕對有競爭力。中國也有競爭力，而德國、墨西哥、波蘭也都有。數位製造讓大家在全球市場有了相同的起點，每個國家都能從事製造活動。唯一的問題在於，你要知道什麼產品做得比別人好。

超現代化工廠

用心看，就能發現例子俯拾即是。矽谷當然不乏採用上述進階生產模式的企業，但有些地方卻會讓人跌破眼鏡，例如紐約布魯克林區改建後的修車廠、拉斯維加斯的工業園區、威斯康辛州中部的農業城鎮。這些地方的企業都有一個共同點，亦即，皆位於創辦人居住的地方，而不像傳統工廠一樣，必須鄰近鐵路或公路方便運輸。同