



3D 打印全接觸

作為製造技術的後起之秀，3D 打印的概念出現於上世紀 80 年代；簡單來講，就是在現有二維打印(2D)的基礎上再加上一維，令印成品從平面升級到立體。3D 打印亦被稱為「增材製造」或者「累積製造」(Additive Manufacturing)，顧名思義，與傳統的切削製造技術相比，3D 打印可謂反其道而行。其原理是將原材料逐漸累加而形成產品：首先由電腦設計出物件的三維模型並將其分解成若干層平面切片，在此基礎上由 3D 打印機先像普通打印一樣在一個平面上用粉末狀材料打印出每一層，然後將這些可黏合的半成品切片逐層疊加，最後得到一個立體的產品。

3D 打印起跑 前景不可限量

3D 打印的最大優點是無需依賴機械模具或者歷經多道的加工工序，而是直接根據數字模型的文件製造產品，從而大大簡化製作過程；尤其是可以縮短產品的研製週期，亦方便對設計進行修改。可以說，產品結構越是複雜，3D 打印在成品精準度以及生產效率方面的優勢就越顯著。由於在製造過程中不存在切削等工藝，3D 打印還可有效減少剩餘物料的產生，並且其副產品能夠循環再用，從而減少用料浪費，故亦被認為是有利於保護生態環境的一種「綠色」製造方法。

時至今日，3D 打印技術仍處於初級階段，未足以對全球經濟產生顯著的實質影響；根據瑞銀的報告，2012 年增材製造在全球製造業產值中所佔的份額僅為 0.02%。然而，3D 打印的發展勢頭卻相當凌厲。諮詢機構 Wohlers Associates 在其年度報告中指出，2013 年全球 3D 打印的市場規模由 2012 年的 22.04 億美元上升至 30.7 億美元；這一增幅為 17 年來最高，超越了過去 26 年的 27% 平均年增長率，亦高於近三年(2011-2013)平均的 32.3%。

美國是 3D 打印技術的鼻祖和領跑者，在 3D 打印設備的安裝數量上更是一枝獨秀，截至 2012 年底佔全球總量高達 38%，大幅拋離位第二位日本的 9.7% (見附圖 1)；當今世界 3D 打印市場的兩大執牛耳者 Stratasys 和 3D Systems 都是美國公司。3D 打印技術的發展得到了美國政府的高度重視，奧巴馬總統在國情諮文中多次強調了 3D 打印技術的重要性。美國政府將人工智慧、3D 打印、機器人作為重振製造業的三大支柱，而 3D 打印產業最先得到政府的扶持。在「製造創新國家網絡」計劃中，聯邦政府和工業部門共同斥資 10 億美元，

遴選出製造領域中 15 項前瞻性技術並建立 15 個相應的創新中心，以全面提升美國製造業競爭力；其中，3D 打印亦率先獲准成立專門的發展基地。

美國遙遙領先 中港奮力直追

美國在 3D 打印產業化方面已捷足先登；相比之下，中國仍在蹣跚起步。目前，中國的 3D 打印尚未形成完整的科研和產業鏈；3D 打印企業規模亦普遍較小，所能達到的技術精度和效率與國際先進水平存在較大差距，擁有自主知識產權的企業更是鳳毛麟角。2012 年中國 3D 打印的市場規模僅為 1.6 億美元，佔全球的 7.3%；而根據中國 3D 打印技術產業聯盟提供的資料，2013 年中國約佔全球 3D 打印市場規模的 7.5%。

內地政府已開始重視 3D 打印，希望利用這項技術提升國內的產品開發和工業設計能力，加快製造業的轉型升級。在 2013 年國家科技部公佈的《國家高技術研究發展計劃(863 計劃)、國家科技支撐計劃製造領域 2014 年度備選徵集指南》中，3D 打印產業首次入選。內地的 3D 打印投資熱正在升溫；中國 3D 打印技術產業聯盟更預測，內地 3D 打印的市場規模到 2016 年將達至 2012 年的 10 倍，屆時中國或會超越美國成為全球最大的 3D 打印市場。

香港 3D 打印技術的起步其實亦並不算晚，香港生產力促進局早在 1995 年已率先引入 3D 打印機來協助港商製作首辦。隨著社會對於 3D 打印的認識和興趣不斷提升，不少企業加緊搶佔商機。在 3D 打印設備方面，已有香港公司推出全球最便宜的 3D 打印機，售價僅為 200 至 300 美元，希望以高性價比攻佔低端消費市場。在 3D 打印服務方面，除了生產力局下設的「快速原型科技中心」外，坊間亦有 3D 打印公司可以幫客人按訂單進行製造，印成品主要是用來協助設計及開發產品。以生產模辦為例，原先由內地工廠製造產品原型通常需費時 4 至 6 星期；但 3D 打印公司在晚上收到設計圖後，翌日即可製好模辦，在需要修改設計時更具有明顯的效率優勢。

除了幫助客人將圖紙化為實體之外，本港的一些 3D 打印公司更可提供研發顧問服務，協助客人提升技術水平和加快產品推出市場的進度。目前，3D 打印在香港的玩具、電子、醫療、鐘錶及廚具等行業得到較廣泛的應用；為個人消費者提供的訂製服務亦已出現，例如為婚禮、生日、畢業等特別日子打造獨特紀念品等。

潛在應用廣泛 推動個性製造

3D 打印之所以被認為是一項影響未來的重大技術甚至可能是引發第三次工業革命的催化劑，除了因為它有助於縮減產品製造時間及成本之外，更重要的是這項技術具有廣闊的應用空間，更有助於將創意轉化為現實的商品，能夠推動許多領域的發展。

在製造業中，3D 打印產品具有成本、生產速度以及精確度上的優勢，可以作為某些零部件的替代品。例如，在汽車業進行安全性測試時，便可用 3D 打印產品替代一些非關鍵部件，在提高效率的同時，亦可降低成本。

在生物醫療行業中，3D 打印產品同樣可以大展拳腳。現時醫療界已開始採用 3D 打印技術進行牙齒的種植、骨骼的修補以及醫藥體的植入等；最近有報導指，海地一名天生沒有手指的孤兒成為首名 3D 打印義肢的獲贈者，並已能夠用其「新手」傳球以及拿起水瓶等物品。美國更有生物技術公司借助 3D 打印技術製造出肝臟薄片，其功能幾乎與人體肝臟一樣，並且可維持 40 天；這種肝臟薄片可用來進行藥物測試，檢驗人體組織對藥物的反應，以加速新藥研發的過程和減少對人體測試的依賴。

在文化創意領域，3D 打印技術在文物保護以及科學研究方面亦可一顯身手。透過對文物或藝術品進行掃描所建立的 3D 資料檔案，可為將來對原物進行修復提供依據；在此基礎上打印出來的複製品，更可再現原物全部的外在特徵。3D 打印的文化替代品可用於展覽與研究，在促進科學和藝術發展之餘，亦保護原物不受環境或意外事件的損害，可謂兩全其美；而用家在 3D 打印之前還可更改複製品的比例設置，將其調節至最適合的尺寸。

日後隨著 3D 打印融入日常生活之中，普通人亦可以更方便地進行獨立設計，並自行製造出心儀的產品，例如為家中嬰兒或寵物打造獨一無二的 3D 塑像等。3D 打印出來的模型能夠更精準地合乎設計者的要求；當本來繁瑣複雜的製造工序得到極大的簡化甚至被取消之後，設計者便能夠更專注於設計環節，無需再花費太多心力去雕琢實物模型。這種「所想即所得」的全新概念突破了傳統的產品設計局限，讓每個人有機會成為設計師或發明家，釋放想像力去實現一些以前無法完成的創意，從而大大激發整個社會的創新潛能。

技術未臻完善 監管有待建立

儘管被廣泛認為是一項具顛覆性的技術變革，3D 打印並未臻完美。例如，目前可用於打印的物料種類有限，作為主要材料的樹脂存

在強度較差、價格較高以及難以儲存等缺點；而 3D 打印的產出效率以及生產精度亦有待提高。相對而言，3D 打印應用於航天、醫藥等「高新尖」領域的潛力較大；因為這些行業較不依賴規模效益，3D 打印技術在製造大型複雜構件方面可以發揮省工、省料的優點。但對於須遵循規模經濟效應的大批量生產，3D 打印在成本、品質和穩定性上仍難以和與傳統製造業相提並論，亦不可能取代鑄造、鍛造等主流的工業工藝。

當然，3D 打印的魅力之一在於讓消費者可以實現「自我生產」；個性化的零售製造業等新經濟形態有可能會因此應運而生。從理論和技術層面看，無論是以 3D 打印度身訂造的配件飾品，還是食物和衣服，現在都已不成問題。3D 打印較適用於訂製以及款多量少的產品市場，這其實亦是大規模量產模式力有未逮的一個細分領域。新興的個性化製造與傳統的大批量生產理應可以共存共榮，並非一定是勢不兩立或者要此消彼長。

除了在技術上仍存在局限之外，3D 打印亦引發了一些爭議。隨著 3D 打印日益普及，加上專門為 3D 打印玩家提供技術交流的網站相繼出現，消費者現在除了可以繼續如同往常一樣惠顧正版產品之外，亦可以選擇購買用 3D 打印的類似產品，甚至可從網上直接下載模型圖或者自行修改設計，進行「自我生產」。版權所有者的原有市場或會因此而遭到侵蝕，最近已有公司或設計師就涉及 3D 打印的侵權行為而採取法律行動的實例。但在各地政府修訂法律和增訂適用的規則之前，3D 打印領域的知識版權問題仍是難以監管的灰色地帶，相關的糾紛有可能會隨著技術的擴散和日後的普及應用而持續增加。

據報導，利用 3D 技術打印的金屬手槍已經問世，其殺傷力亦在試射中得到證明；不由令人擔心，倘若規管武器法案未能及時擴展到 3D 領域，將會對社會安全構成新的威脅。最近日本一名男子因持有利用 3D 打印技術製造的手槍而被警方以涉嫌「持殺傷性武器」逮捕，成為槍支管理法律處理 3D 打印品的首個案例。此外，3D 打印技術在醫學上的應用亦與幹細胞技術一樣，可能會陷入科學道德的困境；日後，當 3D 打印技術發展至能夠製造具備完整生命機能的生物器官時，勢必再度引發生命技術與社會倫理價值之間的爭議。

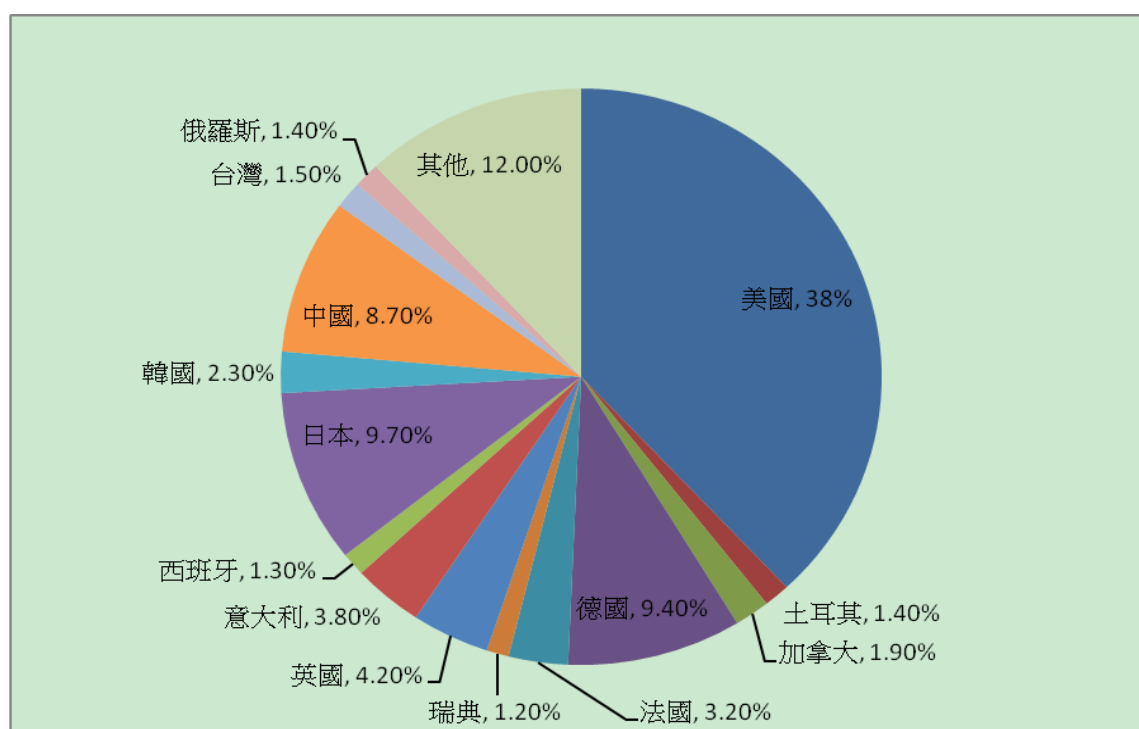
港可把握機遇 促產業多元化

新興事物的出現難免會給監管體系帶來挑戰；更何況 3D 打印是一項革命性技術，或會導致人類行之已久的生產和消費方式發生重大的變化。伴隨著 3D 打印技術的快速發展，相信越來越多的政府會

逐步將制定相關的監管政策提上議事日程。

著眼當下，當 3D 打印的產業化剛剛「小荷才露尖尖角」之際，香港業界和政府或可利用本港在創意設計、科技商品化、知識產權保護等方面的優勢，早著先鞭，把握正在湧現的商機。說不定，3D 打印還可以成為香港打造創意產業以及復興本土製造業的突破口，為產業多元化開啟另一番「風景獨好」的新景象。

附圖 1：1988-2012 年各國累積安裝的 3D 打印設備



數據來源：Wolhers Report 2013

2014 年 6 月