

加法不夠 混和減法取勝

# 直接製造解放工業 無限潛能

作者／丁于珊

當傳統的減法製造遇上現今當紅的3D列印加法製造，  
兩種截然不同的製造方法，  
卻在互相輔助之下，引領出一場前所未有的工業革命。



(Source: FT Photo Diary)

# 直接製造革命

2013年，3D列印技術突然的爆紅，歐巴馬希望藉此技術重振美國製造業、經濟學人雜誌將其視為是第三次工業革命。然而，正當所有人都沉浸於3D列印的神奇之處時，郭台銘卻潑了市場一盆冷水。他認為，3D列印不過是個噱頭。

郭台銘的這句話來自於鴻海過去的經驗，他表示，鴻海早在30年前就已經開始使用3D列印技術，但由於其不具備大量生產的條件，所以也不具備商業價值。他甚至直言，若3D列印真的能夠引發第三次工業革命，「我的郭字就倒過來寫。」

## 不只3D列印 DDM才是關鍵

確實，3D列印雖有多種不同的技術，但若以目前市面上大多數的消費型3D印表機來看，其印製出來的成品在精度、細度、穩定度等各方面還算不上及格，還有許多改善空間，若要直接當成商品販賣，那麼就是在挑戰消費者的接受度，更遑論要引發第三次工業革命。也難怪郭台銘認為，3D列印技術生產出來的商品品質不好，能看不能用且一碰就碎。

話雖如此，但一個新技術要發展至成熟，至少得要50年以上的時間，而3D列印至今也僅30年左右，「趨勢是一定的，但必須更拉長時間來看，且不能只談3D列印技術，講到第三次工業革命，則必須擴大範圍，以數位製造的角度來看整個產業，」工研院積層製造與雷射應用中心總監曾文鵬認為，3D列印不應只侷限於個人化的消費型機種上，若是將其定義擴大到工業製造上，透過網路及軟體的輔助，在數位製造的環境下生產產品，那麼其影響範圍將會更廣泛，而這才是經濟學人所指的第三波工業革命真正的重點——直接數位製造（Direct digital manufacturing, DDM）。

事實上，郭台銘在去年兩岸企業家紫金山峰會主題論壇上曾說到：「絕對不會放棄製造業，希望將製造業網路化。」曾文鵬認為，從這個角度來看，郭台銘其實也認同數位製造這條路。

## 簡化製造方式DDM引領自造者時代

針對DDM，國立台灣科技大學工程學院院長鄭正元將其與3D列印做了簡單的區分。他指出，3D印表機比較偏向消費端，使用者不考慮成本，沒有特定目的，只做出自己喜歡的東西，例如家裡

既然能直接製造，也意味著廠商將不會有庫存問題，並能夠實現客製化的生產方式，將會一舉改變傳統的製造方式。



缺少零件，就用3D印表機印製出來，但不具銷售行為，也沒有產生利益；而DDM則偏向製造端，具備商業行為考量，能夠產生經濟利益和附加價值，這一部份包含自我製造以及工業的大量製造。

鄭正元進一步解釋自我製造的與消費性用戶的不同在於，自造者會透過3D印表機生產產品並販售，藉此帶來利潤，例如Kickstarter上的許多集資項目就屬於此。

而3D列印技術大廠Stratasys對DDM定義就更加明確，它指的是無須加工製造就能生產出產品，這也是3D列印的優勢之一。既然能直接製造，也意味著廠商將不會有庫存問題，並能夠實現客製化

的生產方式，將會一舉改變傳統的製造方式。

另外，也有人將DDM認為是積層製造（Additive Manufacturing,AM），或者說是快速成型（Rapid Prototyping,RP）。傳統的減法製造方法需要經過多道後處理程序；積層製造則是採用加法製造，層層堆疊成型，可以直接生產出終端產品，突破了過去傳統製造在一些形狀上的限制，提高工廠的生產效率。鄭正元表示，積層製造將過去的減法加工或模型成型的製造方式簡單化、單純化，如同數位相機將所有功能集結於一身，傻瓜化了單眼相機，「這種趨勢是對的，它讓即使是非專業的人也能夠很輕易的做到自己製造。」

積層製造這項技術其實存在已近三十年時間，直



◀ 直接製造，也意味著廠商將不會有庫存問題，並能夠實現客製化的生產方式，將會一舉改變傳統的製造方式。  
(Source: alvnt pottery)

# 直接製造革命

到這兩年，隨著MakerBot引起關注度，才又以3D列印一詞吸引市場注意。不過也因MakerBot，讓目前市場的注意力大多放在消費性、個人化的3D印表機上，這一類的市場出貨量固然大，但曾文鵬表示，真正具影響力的仍是在工業製造端，這當中包括了軟體、材料、新製程、新設備等各種元素。

除此之外，DDM所帶來的影響，不僅是傳統製程上的改變，同時也促使商業模式從過去大量製造轉變為現今的客製化小量製造或自己製造，讓個人化的創意、發想得以實現，最明顯的案例來自於Kickstarter許多大大小小的集資項目。使用者可以透過3D印表機自己製造出Prototyping，放到Kickstarter上集資，或者在集資成功後利用3D印表機做出少量的生產。

而另一個案例則是醫材產業，例如牙科。傳統上，牙科診所製做矯正器或透明牙套，牙醫師或牙齒矯正師沒有主控權，當病患牙齒移動或有其他問題時，牙醫師沒辦法立即更改。若能夠配備3D印表機，再搭配掃瞄機、軟體等其他配件，且牙醫師也具備操控能力，就能夠依據病患的數據自己製造，針對現時現地的情況做出因應的改變。「商業模式已經改變，不再像以前談到生產就想到大量製造，」鄭正元說，極需要客製化的產業會率先導入3D印表機或DDM，這將掀起一場革命。

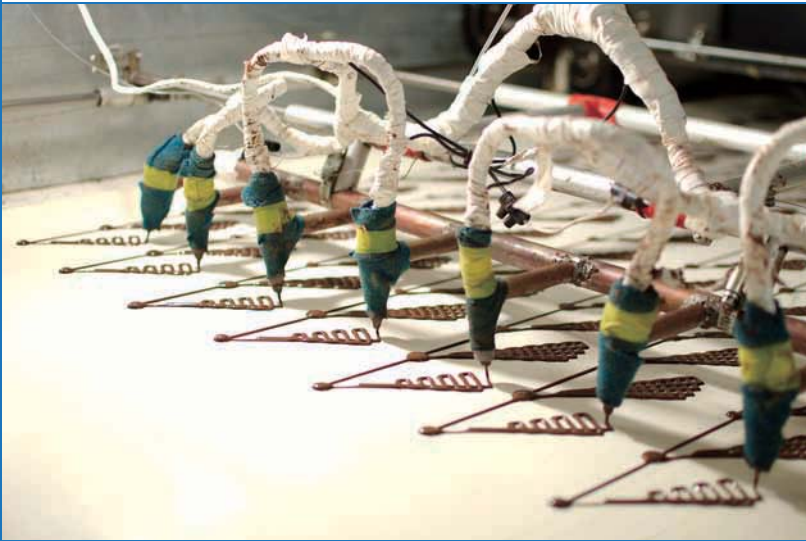


↑ 積層製造（AM），或者說是快速成型（RP）採用加法製造，突破了傳統製造在一些形狀上的限制。  
(Source: hexnet.org)

## 混合加減法 效率更高

不可否認的，這種直接數位製造的應用已經開始冒出一些苗頭，在汽車、醫材、航太等產業中，已有許多透過3D列印技術直接生產零件或產品的案例。不過，在新技術的演進歷程中，新產業要想取代舊產業，通常需要花上一段時間。如果想要利用3D列印技術取代目前傳統的CNC工具機，就現階段而言，不太可能。

雖比起傳統製造，DDM具備許多優勢，但其技術目前仍有許多難題要克服。最大的挑戰在於，相較於CNC，透過積層製造（即使是高階機種）生產的零件往往需要經過後加工處理，且比起傳統



← 積層製造受限於速度，只能小量生產、客製化，且在材料、大小上也都有所限制。  
(Source: 3D Printer)

製造方式能在短時間內大量生產產品，積層製造受限於速度，因此只能小量生產、客製化，且不僅精細度也比不上減法製造方式，在材料、大小上也都有所限制。

鄭正元表示，未來在材料、技術更為進步後，或許可以不需經過後處理的程序，就可直接使用。不過以現況來說，曾文鵬認為若要提高積層製造的精細度，在製造速度上勢必更慢，所以最好的方式是整合加法與減法兩種製造方式，也就是透過積層製造達到客製化目的，而精度則靠CNC工法來處理。

積層製造專家楊世民同樣指出，當積層製造進入傳統製程裡，一定有新的設計模式及商業模式出現，但業者要的思維是要將其融入現有製程，在成本可負擔的情況下創造獨特性，而不是要將3D列印技術取代CNC。

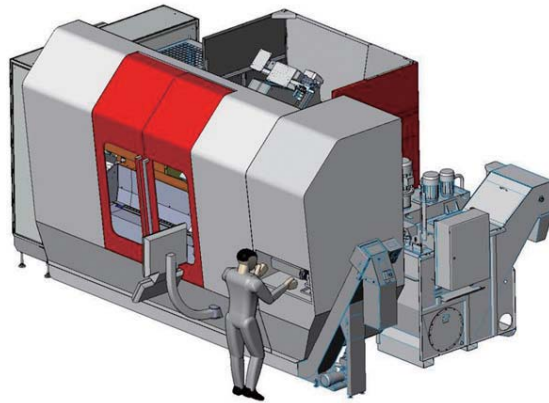
### 從展覽看趨勢 複合才是王道

因此，若更廣泛的來看DDM，那麼就不只是積層製造，還涵蓋其他非積層製造技術，「積層製造不是唯一的製造方法，且其目的也不在於要取代CNC，而是要做到傳統製造方法做不到的事情，」曾文鵬指出，未來的製造不會只有一種，而是

→ 若要提高積層製造的精細度，在製造速度上勢必更慢，所以最好的方式是整合兩種製造方式，透過積層製造達到客製化目的，而精度則靠CNC工法來處理。  
(Source: IZ@RO)



# 直接製造革命



↑ 結合積層製造與CNC的混合機種HSTM 1000整合雷射披覆、切削及探測在同一台工具機內，簡化了供應鏈並有效的提高生產效率。  
(Source: Bernard & Company's Blog)

將加法與減法製造做到某方面的共同運用，「未來在傳統工作母機上將會有很多不同的模組，複合式的發展才是比較終極的製造方法。」

而這樣的趨勢已經不只是未來，是現在進行式。2013年，在歐洲最大模具展EuroMold中，除了大型工具機以外，最明顯的趨勢是積層製造參展廠商數增加，且多家工具機廠商不約而同的將積層製造技術以模組化的方式，加入他們的設備中，展場中隨處可見這類型的混合機種。

曾文鵬以一家德國工具機大廠為例，他指出，這家工具機廠商過去不曾碰過積層製造，不過在這次的展覽中，卻推出一系列結合加法與減法兩種製造方式的產品，其製造速度較傳統積層製造快上20倍之多。

除此之外，在2013年展示規模居全球最大的德國漢諾威EMO工具機展中，也看到的同樣的趨勢。在去年的展覽中，由英國政府支持的MTC（The Manufacturing Technology Centre）打造出一台結

合積層製造與CNC的混合機種HSTM 1000，而這個研發成果被認為是改變了遊戲規則。

HSTM 1000整合雷射披覆、切削及探測在同一台工具機內，簡化了供應鏈並有效的提高生產效率，可用來生產新的零件或是訂製小批量的標準化產品。MTC指出，HSTM 1000做到了過去傳統製造業做不到的事情，並且“unlocked a lot more potential”。而這台機器也得到EMO展的創新首獎。

曾文鵬認為，積層製造與CNC的結合讓傳統的製造方法從2D進化到3D，提高效率的同時，也讓應用範圍更往上提升。以這樣的觀點來看，3D列印將不會被歸類在某一個產業之中，而是所有的產業都能藉由此技術找到新的可能性。

閉上眼睛想想十年後的未來，或許DDM的發展已經成熟，而3D列印最終不是取代傳統製造業，而是與CNC共同發展出更多潛在的新興應用。■