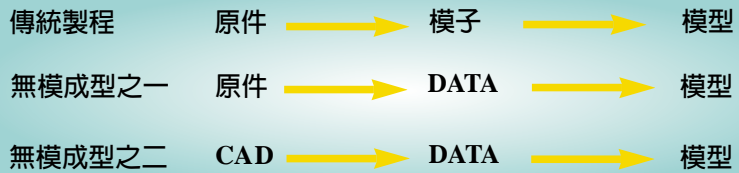


無「模」也能成「型」

■葉李華

電影「侏羅紀公園」系列雖然是標準的科幻片，其中的橋段卻不乏當今的尖端科技。例如在第三集的開頭，就介紹如何利用電腦操控「無模成型機」，輕易製作出恐龍骨骼的模型（更精確地說，是迅猛龍的共鳴腔）。男主角一直把這個模型帶在身邊，後來果然派上用場，在緊要關頭救了大家的性命。

在現實世界中，無模成型（rapid prototyping，也有人直譯為「快速原型設計」）則是一項方興未艾的高科技。



無模成型之一：掃描原件所得到的數據，可視為無模成型的「虛擬模子」。
無模成型之二：電腦輔助設計（CAD）所得到的數據，亦可視為無模成型的「虛擬模子」。

傳統的「模型」顧名思義是指用模子鑄成的造型，無模成型則顛覆了傳統的模型概念，以電腦中無形的數據取代有形的模子。這些無形數據可以

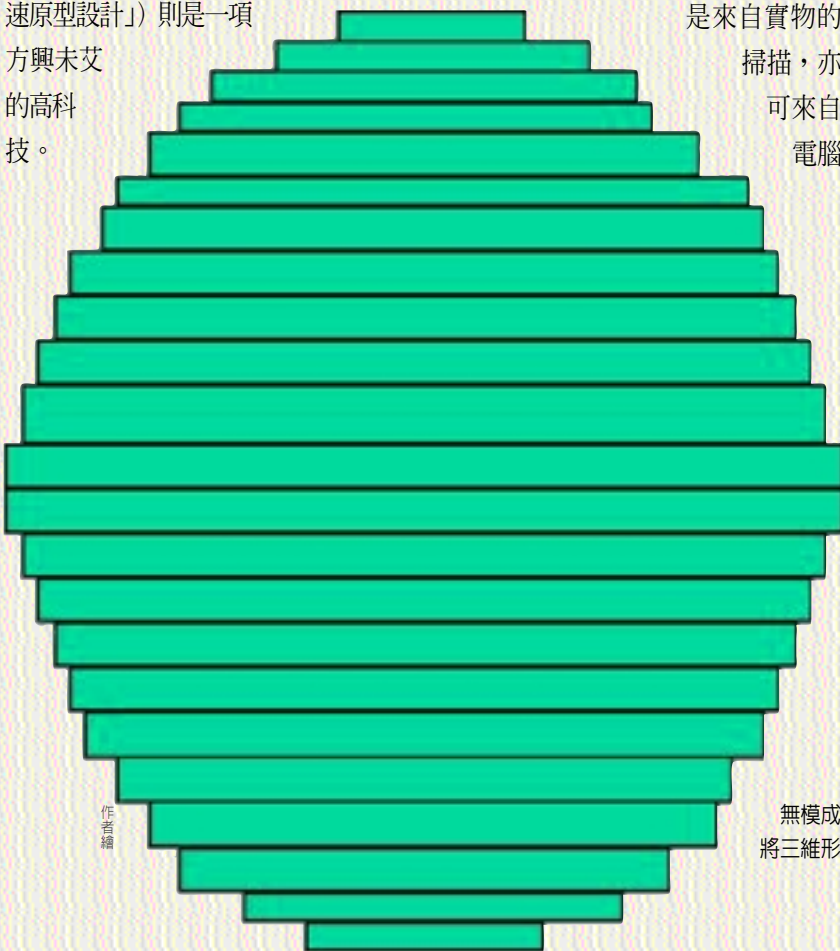
是來自實物的掃描，亦可來自電腦

輔助的虛擬設計。嚴格說來，其實「無模成型法」只是統稱，凡是符合「取代原本需要模子才能成型」的快速製程，都可以冠上這個名字。假如細分的話，無模成型法至少有五、六種不同類型。以下僅就最具代表性的三類，做些深入的介紹與討論。

1. **三維列印**（3D printing）：三維列印機的工作原理類似噴墨印表機，不過噴出的當然不是油墨。這種機器裡面有幾百個排成一直線的噴嘴，列印時一層又一層噴出熱塑性聚合物。等到噴出的聚合物冷卻後，成品就是一個立體的模型。然而這種模型硬度不夠，因此僅適合充當設計過程中的「模型」。

2. **雷射成型**（stereolithography, SL）：以電腦控制的紫外雷射光為「雕刻刀」，一層又一層地在液態樹脂上「雕刻」出想要的形狀。但是在這種成型法中，所謂的「雕刻」是一種

無模成型法使用類似微積分的概念，將三維形體視為由許多層薄片組成。



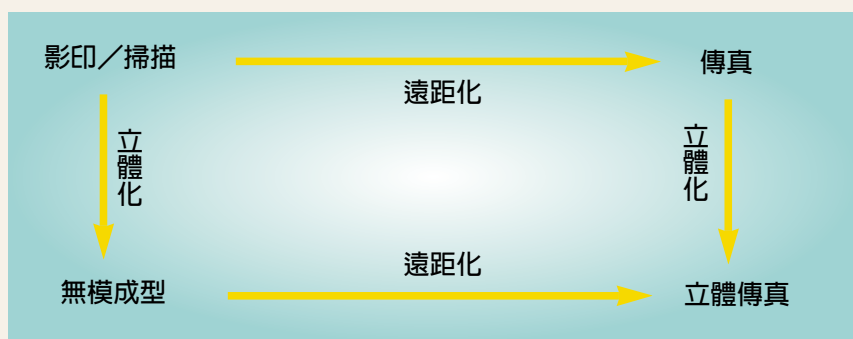
作者繪

作者繪

光化學作用——受雷射光照射的樹脂會快速凝結，未照射到的就仍然保持液態。最後讓固態樹脂和液態樹脂分開，前者就是我們想要的模型了。與三維列印比較之下，雷射成型做出的模型比較堅硬，因此有許多實用價值，例如某些元件已能用這種方式快速生產。

3.雷射燒結 (selective laser sintering, SLS)：同樣是利用雷射光為「雕刻刀」，同樣是一層又一層「雕刻」出想要的形狀，不過在此使用的是強力的二氧化碳雷射，而原料是塑膠粉末、金屬粉末或陶瓷粉末。「雕刻」的方式則改為燒結法——被雷射光照射到的粉末會立刻熔化，隨即再凝結成一團固體。如此製成的模型最堅硬，連金屬零件都可能這樣製造出來。

細心的讀者或許注意到，筆者一次又一次不厭其煩地使用「一層又一層」這樣的說法。這是因為無論在哪一種無模成型法中，都一定會用到這個類似微積分的概念——將



作者繪

三維形體視為由許多近乎二維的薄片組成。

至於無模成型在各行各業的應用，大概只能用「無可限量」來形容，因為實在難以想像有哪個領域會令它無用武之地。或許這樣說吧，我們只要想想電腦普及之後，印表機如何在許多場合取代打字機、印刷機並發揚光大，便能具體而微地想像無模成型機即將帶來的革命。

無模成型科技始於一九八〇年代，經過近二十年的研發，如今已經可算相當成熟。合理的下一步，自然是將這項科技網路化與遠距化。用白話文來說，就是所謂的「立體傳真」，亦可比喻為科技版的「隔空取

物」。美國航空暨太空總署 (NASA) 就對這項科技寄予厚望，希望有朝一日國際太空站 (ISS) 所需要的一部分零件，可以藉由「遠距無模成型」從地球直接傳上去。雖然還比不上科幻電影常見的量子遙傳 (可將任何生物或無生物從甲地以光速傳到乙地)，這卻是二十一世紀初便能實現的尖端科技。 □

附註：一個醫學實例

幾年前，美國一對連體嬰姊妹必須接受分割手術。由於兩人相連的情形太複雜，無論X光、電腦斷層掃描或磁共振造影所能提供的平面影像，都不足以讓醫生確定如何操刀。這時，無模成型科技派上了用場；利用電腦斷層掃描所獲得的數據，無模成型機以樹脂為原料，製成連體嬰骨骼結構的立體模型，讓醫療小組在開刀之前，就對兩人骨骼如何糾纏一目了然。結果手術相當成功，原本只有三條腿的連體嬰姊妹，分割後各自擁有一條健康的腿與一條略為殘缺的腿。如今兩人不但能跑能跳，甚至還能翩然起舞。

深度閱讀資料

<http://www.rapidprototyping.net/>
<http://www.mec.cf.ac.uk/services/>
<http://www.efunda.com/processes/>
<http://www.3dsystems.com/appsolutions/matrix.asp>
<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/7856/rpt.html>

葉李華
 交通大學建築研究所

