解密 3D 列印機規格

本文章由 Formlabs 客戶開發團隊負責人 Jon Bryant 分享了他與數百名評估 3D 列印機的專業人士合作收集而來的見解。

2014 年 3D 列印產業蓬勃發展，無數的新興公司忙著宣稱是 3D 列印的新革命者，大約每星期我都會看到一家新的專業 3D 列印公司出現，每家都吹捧一個“新”功能或“獨特”規格的產品。

當然這些日新月異引起了消費者和商業買家的注意。隨著產品推出，越來越多人對 3D 列印的應用感興趣，尤其是在工業工程和設計原型方面。然而，無意義的行銷術語和專業 3D 列印機規格表的使用，也一同增長。

-----常見規格比較表-----

技術	DLP-SLA	Laser-SLA	LCD-SLA	DLP-SLA	DLP-SLA	Laser-SLA	FDM
XY 解析度	25~ 80μm (adjustable)	140μm	75μm	100μm	37 ~ 100μm	250μm	> 100μm
每層解析度	10μm (Customized)	25μm	10μm (Customized)	20μm	5μm	5μm	100μm
最高速度	3.8 in/hr (Z 100μm) (very fast)	1.2 in/hr (Z 100μm)	1000cc/hr (=1.7in /hr) (Z 100μm)	1.0in / hr	2.7 in/hr (Z 100μm)	-	Slow
表面平滑度	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good (Lower speed)
最大列印尺寸	6.1 x 3.7 x 7.1 (L x W x H)	5.7x5.7x 6.9 (L x W x H)	7.5x4.8X 7.8 (L x W x H)	5.0x3.2X 9 (L x W x H)	7.5x4.25x 9.4 (L x W x H)	7x7x8 (L x W x H)	11.2x6.0x6.1 (L x W x H)
使用材料	Resin	Resin	Resin	Resin	Resin	Resin	PLA
XY 解析度控制	YES	NO	NO	NO	YES	NO	NO

你注意到什麼? 對我來說，大寫字母，數字和括號特別顯眼。如果我不是很懂，可能會看著這項數據而覺得我要的是被突顯的列印機。畢竟，它的規格最好，數據也最令人印象深刻（儘管混亂）。問題是實際上這張比較表並沒說太多。

如果我買了一台專業的 3D 列印機，它不能幫助我了解什麼是真正重要的：物件是如何印出來的？這種方法沒辦法幫助客戶選擇適合自己需要的 3D 列印機，就長遠來看，這對 3D 列印行業的發展也沒有幫助。

這篇文章並非就技術面打擊每台 3D 列印機規格。相反地，我的目標是講清楚 3D 列印機規格到底表示什麼，並幫助一些企業了解他們真正應該尋找的是什麼？以下我們開始逐一進入上表中所列的各項規格：

XY 解析度

這是光固化（SLA）的 3D 列印機最常被討論的規格。在許多情況下它也剛好是最無用的。通常 XY 解析度是用來描述模型的細節或特徵。上表所列的 DLP-SLA 列印機（25-80 microns）XY 解析度令人眼睛一亮，不過實際上這個數字到底說的是什麼？這極有可能是投影機的實際解析度(這就是為什麼它是可變的範圍)。這個數字並沒有透露全貌，最後會影響列印機輸出的變數太多了。只看 XY 解析度，我們被導向相信投影機像素大小和固化樹脂模型是 1：1。

這就是為什麼這是錯誤的計算：它並沒有考慮到材料本身，在列印過程中，使用軟體，或許多其他變數(專業的 3D 列印機有超過 100 種會影響模型品質的不同設定)。結果是這項規格並沒有告訴我們到底可以用這台機器製作什麼。

層厚度

這個規範一般用來描述一個物件的表面光潔度，通常較低的層厚度會較好，但須注意的是，物件表面的粗糙度並不是標準的跟著層厚度變動。

以下做說明，我們列印了一些物件來觀察層厚度及表面光潔度之間的關係，結果並不如預期，以下有兩張戒指的圖片，一個用可鑄造樹脂列印，另一個則用黑色樹脂列印，而使用可鑄造樹脂列印的物件，表面較平滑且微小的鑲孔表現得更明顯。

可鑄造樹脂列印(層厚度 0.05)

黑色樹脂列印(層厚度 0.025)

從列印結果可以看到，雖然黑色樹脂使用較低的層厚度列印，但在物件的表現上可鑄造樹脂卻略勝一籌，這是因為 Formlabs 可鑄造樹脂被設計在以 0.05 層厚度列印時會有最佳的效果，而 Formlabs 團隊也不斷研究列印及材料設定間的關係，以追求最好的鑄造結果。

某些公司將列出 Z 軸解析度，而不是層厚度，他和 XY 解析度具有相同的效用，因為這涉及到 Z 軸電動機可移動的距離。

總結：當列印機製造商宣稱能達到多細微的層厚度，並不意味著列印機將會有更好的表面光潔度。

最大速度

這是一個難以量化的標準，特別是在不同的列印機。同樣，沒有足夠的資訊，讓我們真正了解生產零件時，列印機將如何執行。不僅標準變量影響列印時間，物件的幾何形狀和生長方向也是會影響的因素。

例如，一個較高的物件比起較貼近平台的物件需要更多列印時間，因為具有較多的列印層數。另外，物件的生長定向及支撐材生長方式也會影響列印時間。

一個常見的問題是列印機能夠多快地列印出一英寸的立方體。該例子的問題是，它是非常特例的。除非你是一個骰子製造商，否則以一英寸的立方體來估算你的物件要花多長時間列印不是一個好方法。

表面光潔度

表面光潔度會受到層厚度的影響，但有一點要記住：表面光潔度沒有真正的規範。表面光潔度會根據物件的幾何結構（彎曲或平順的表面）和列印定向而有所不同。比較列印機之間表面光潔度的唯一方法是，除非 3D 列印企業公佈工業標準的物件及輪廓，但短時間內可能不會出現。

準確度

精度是不包括在上方比較表中的規格，但最近某些 3D 列印機公司開始公布。很多 3D 列印機買家做會犯的錯誤就是認為 XY 解析度或層厚度將決定最終列印物件的精度。

事實是，全球精度難以確定，這主要是因為它可以通過長度，幾何形狀和生長定向的影響。下面是一個大型工業機器精度聲明的例子：

Accuracy (typical)	0.001-0.002 inch per inch (0.025-0.05 mm per 25.4 mm) of part dimension. Accuracy may vary depending on build parameters, part geometry and size, part orientation, and post-processing.

一個大型工業列印機的精確度（售價約 100,000 美金）

以更好的方式來評估專業 3D 列印機

事實上，在 3D 列印業界整體缺乏一套標準的機器規格，來說明每台 3D 列印機能做到的所有事。即使擁有成熟的技術，規格並不代表一切。曾經有個電腦運算速度測試，其中高階規格的 Windows 電腦卻輸給較低階規格的 Mac。

真正的輸出是取決於硬體，作業系統，應用程式和其他種種因素。下面有四個方法，幫助您有效評估不同的 3D 列印機：

到公司聊聊---這將會幫助你更快的了解不同列印機，並且在其中做選擇。要了解一間公司的技術和產品如何運作的最好方法，就是和公司的團隊交談。

索取一個樣品物件---上面已經提到，3D 列印機規格不是評估列印機實際生產能力的好方法。想要了解哪台列印機將會滿足您的需求，可以向 3D 列印製造商要求一個樣品物件。一旦你收到樣品，可以要求該公司提供更多的資訊。例如：

- 它花了多長時間列印？
- 使用多少耗材？
- 使用多少的層厚度列印？

如果你在幾家不同的公司做了幾次後，您會看到來自不同列印機的物件，表面光潔度將會有所不同，即使以相同的層厚度來列印。

要求客製化樣品物件---並非所有的公司都會做到這一點，但詢問看看也無妨。觀察列印您的設計物件會幫助你了解機器的運作。如果你大多數的物件都有智慧財產權保護，那麼請嘗試設計具有類似功能的物件，以避免發生保密協議問題。

當發送客製化樣本的設計，確保這個設計和你之後的應用有相關。通常建議發送您往後應用上大約有 80%相關的設計。發送複雜且和你日後的應用上沒有太大關聯的物件，並沒有真正的意義。

尋找設計指南---大多數 3D 列印製造商已有公佈設計指南，以幫助客戶了解如何更好地利用他們的列印機和設計模型。像 Formlabs 設計指南就為不同類型的模型特徵提供了相關的規格。詳見 (https://www.taiwanteama.com.tw/uploadfiles/126/3D%E5%8D%B0%E8%A1%A8%E6%A9%9FDM/FORM2-DM/Formlabs-%E8%A8%AD%E8%A8%88%E6%8C%87%E5%8D%97.pdf)。