



FORMLABS 白皮書：

Form 2 農場

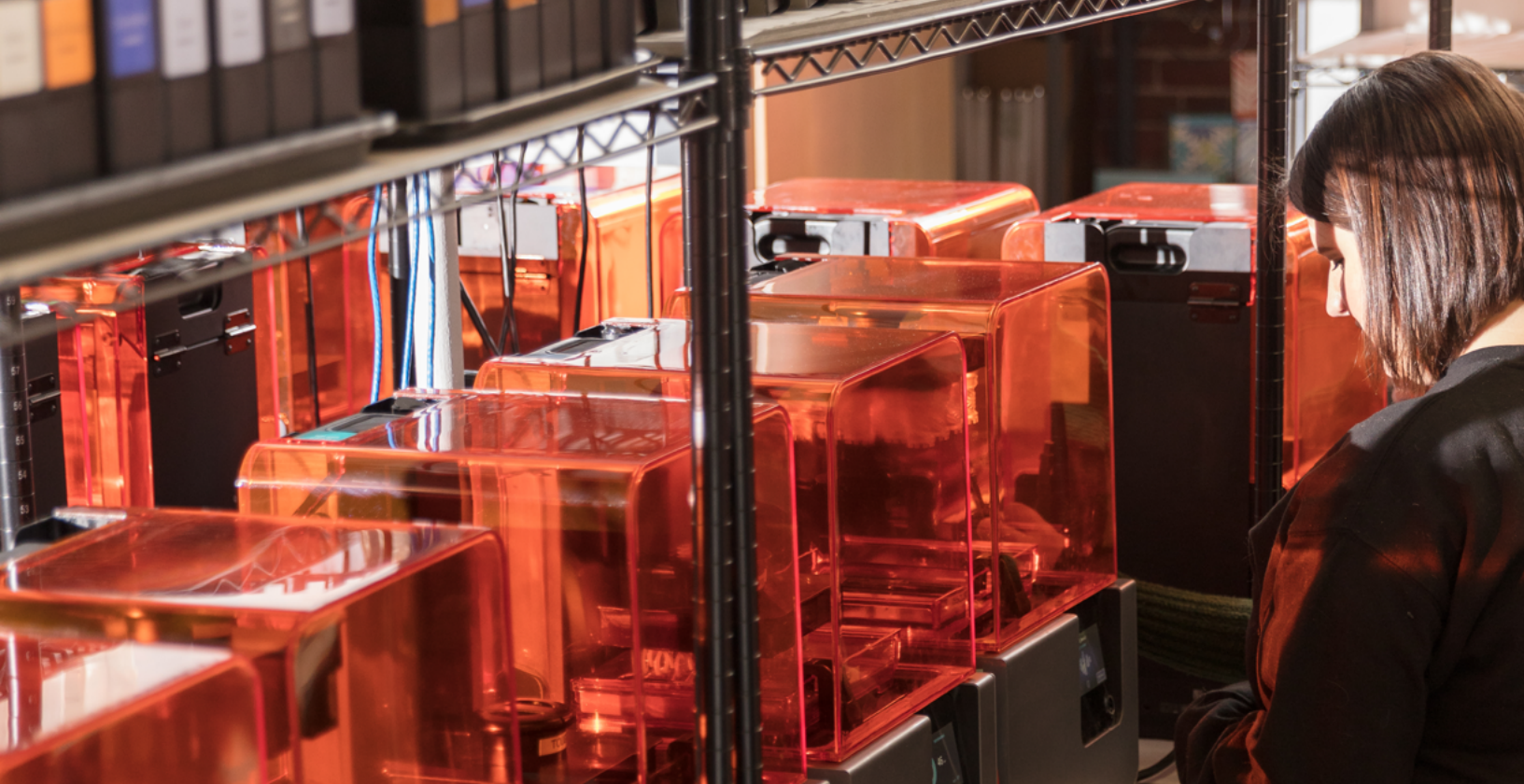
如何創造一個能夠進行快速打樣及小量生產小型廠房

翻自Formlabs原文：“Managing Multiple 3D printer”

formlabs 

目錄

序論.....	3
為何要設置列印機廠房?.....	4
端到端3D列印7步驟.....	6
了解3D列印流程.....	7
設計及設備注意事項.....	8
設置及管理.....	9
電腦工作站.....	10
3D列印機設置.....	10
耗材管理.....	13
清洗區.....	14
風乾區.....	15
光固區.....	15
後處理區.....	16
品質控管.....	16



序論

藉由桌上型光固化 (SLA) 3D 列印機廠房，小型企業，實驗室及企業家能夠負擔得起在家生產小量高品質物件。

使用多台3D列印機克服了傳統高成本打樣及製造流程的障礙，並開啟了低成本內部生產的門，特別是高度客製化產品，這份文件將會評論端到端 3D 列印流程，包括專業使用者的建議、簡單設計部分及管理注意事項，及我們自己設置的列印廠房，對於6台以上的桌上型3D列印機投資，分析了所有開始的準備。

“任何對於創造產品有熱情和願景的人都可以從一台列印機開始，一旦你準備好擴大，開始使用多台打印機來提高生產。”

Eduardo Salcedo
Researcher at Indiana University–
Purdue University Indianapolis (IUPUI)

為何要設置列印機廠房？

當用於短期製造生產時，一個列印機廠房節省了大量的時間及成本相較於外包或傳統生產方式，像是射出成型，讓數以百計的物件生產暢行無阻。而用於原型設計時，擁有多個3D打印機有助於快速迭代多組件設計，並允許公司支持多個設計項目和團隊，而無瓶頸。

關於小量生產

我們選擇了一個普通列印零件來比較使用以多台Form 2列印機的小量生產運行成本，外包給代工服務機構和射出成型的物件是以用於小型電氣部件的外殼，包括主體和頂蓋為例。



主體：

2.8 in x 2.7 in x 2.8 in

頂蓋：

3.1 in x 0.3 in x 2.4 in

成本比較 (以新臺幣表示)

小量生產		Form 2	代工服務機構	大型射出成型機
100 pc	單個價格	\$810	\$44,500	\$14,000
	總價格	\$81,000	\$445,000	\$140,000

FORM 2

使用Form 2 列印一個外殼需要 \$810元，其中包含了耗材 (樹脂、成型槽、後處理、其他配件等)，保養，以及機器在五年內折舊的因素，然而這其中不包括隨著使用者變動的人事成本，假設並聯使用六台列印機，每個外殼列印及後處理耗時將近0.5 小時，無論列印的件數多寡，這些成本將保持恆定。

代工服務機構

服務機構傾向於對一次性原型提供小量生產的折扣，但其成本仍然根據物件數量線性增長，一個流行的線上3D列印服務提供了每個物件約\$ 4450 元(列印100件計算)。100 個物件生產交付周期大約2-4周。

大型射出成型機

射出成型需要大量的工具投資，這通常使得小量生產成本非常昂貴，在這種情況下，線上客製化零件服務提供了估計\$ 140,000 的工具，這意味著對於100件的列印零件，成本是每件14,000元

對於這種特定的外殼，在Form 2上列印的成本競爭優勢相較射出成型多出高達1,700件。

射出成型件的交貨週期一般為10-15週，包括開模和生產。

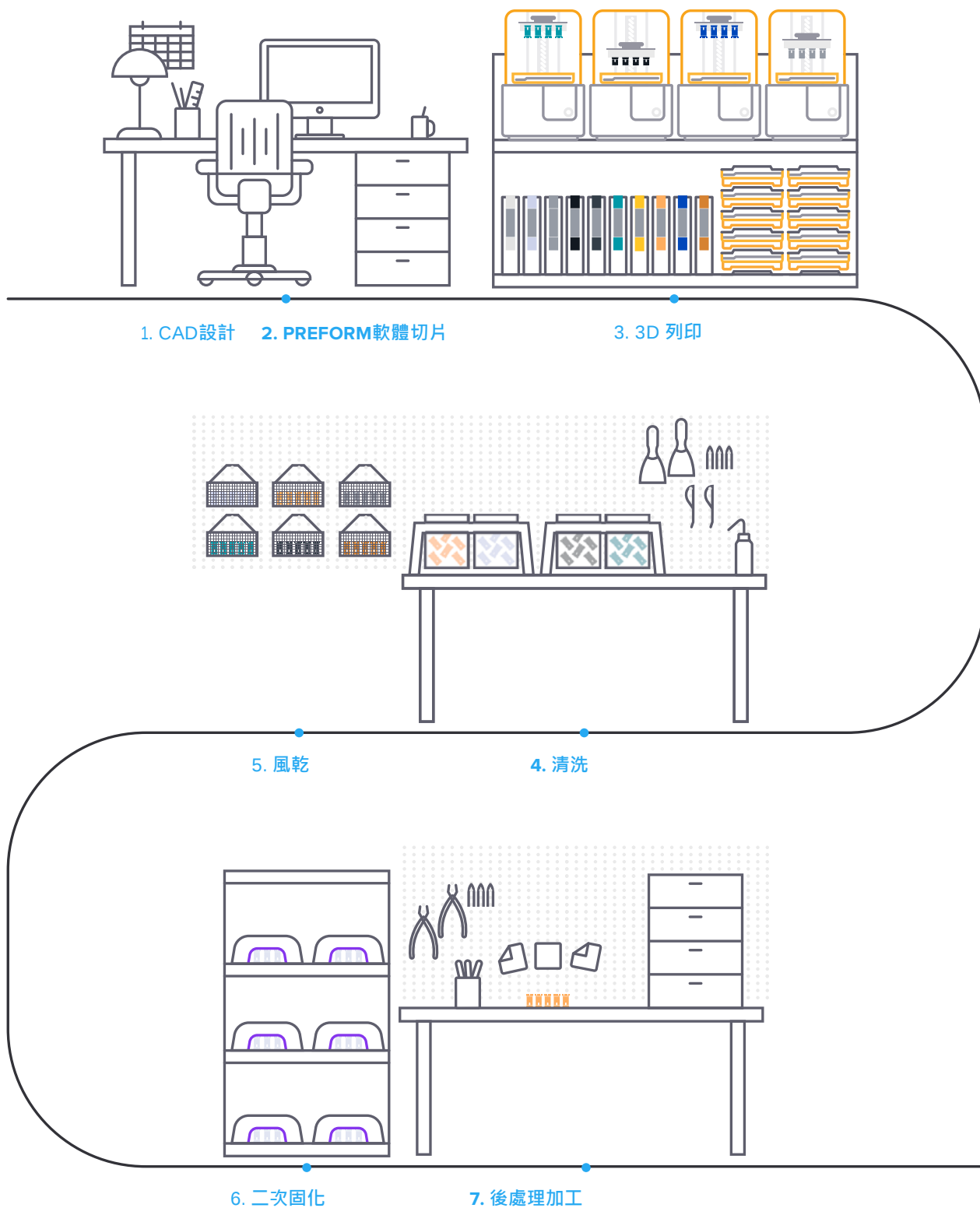
關於原型打樣 (不同單獨物件可同時列印測試組裝)

同時列印產品原型多個組件的能力可以明顯加速開發時間，並且可以使其有效地同時測試多個設計選項，例如，如果原型由兩個單獨的3D列印物件組成，則能夠同時列印，而不是按順序列印，這能夠有效地將周期時間減半。

對於同時處理多個項目的設計團隊，設置多台列印機可以防止在原型設計過程中產生瓶頸，尤其在工作流程中依賴3D列印時，這可能會導致嚴重的延遲。

端到端3D列印7步驟

了解完整的3D列印過程將幫助您思考如何設置和管理您的空間，使用Formlabs的Form 2 3D列印機來了解列印過程的步驟。



了解3D列印流程

1. CAD設計模型

Form 2 可以列印 OBJ 及 STL 檔案，這些是在你首選的CAD程序中能夠輸出的標準檔案類型。

2. 從Preform設定列印物件

以 Formlabs 切片軟體 Preform 設定你的列印檔案，若你打算同時列印多個檔案，那麼仔細擺放物件生長方向及優化支撐材設定將會值得你花時間去處理，當物件設定完成後，你能夠從Preform軟體上將他存成.form檔案。

3. 3D 列印

檔案從電腦上傳到列印機之後(透過 USB、乙太網路線或Wi-Fi) 你必須透過按下3D 列印機的start 按鈕來確認列印，你可以在列印機的觸控螢幕上看見預估的剩餘列印時間，或利用 Formlabs 雲端工具Dashboard來遠端監控列印程序。

4. 清洗

移除成型平台，然後使用Formlabs後處理組附的工具組取下列印完成的物件。

注意：當移除成型平台時，可能會滴落殘留的樹脂，成型槽切勿在移除平台前就先移除，否則樹脂可能會滴落在成型槽下方的列印機玻璃鏡頭。

為了保養 IPA，使用兩個清洗槽：一個清洗前10分鐘，另一個清洗後10分鐘，第一次清洗能夠洗掉物件上殘留的液態樹脂，讓第二槽的IPA能夠保持乾淨，延長使用壽命。

5. 風乾

物件浸泡完 IPA 後，取出進行風乾，我們強烈建議讓物件完全風乾，若觸摸未完全乾燥的物件可能會留下指紋，乾燥時間最長需要一天。

6. 二次固化

透過UV光進行的二次固化能夠讓物件達到最高的強度及穩定性，這個步驟對於Formlabs一般樹脂是有選擇性的，其他工程樹脂的話強烈建議要進行二次固化，而對於Dental SG 及可鑄用樹脂則是必需的。

7. 後處理加工

對於一些列印物件可以簡單的拆除支撐材，對於一些複雜或易碎的物件，可以使用後處理組中附的斜口鉗來剪掉支撐材，並且打磨使表面平滑，其他附加的選擇，像是礦物油，也可以對物件表面平滑度有很大的幫助。

設計及設備注意事項

此列表列出設置六個Formlabs Form 2 3D列印機所需的設備、設計和空間注意事項。

技術及配件	配備組織
6 台 Formlabs 桌上型 3D 列印機	1 台 打標機 製作列印機、成型槽及連接線標籤
Formlabs 列印耗材，包括成型槽	1 座堅固的工業網架 48" x 24" x 72" 配合訂做木板
6 組 Formlabs 後處理組 或 6 夸脫 聚丙烯材質清洗桶	獨立存放耗材空間
6 Formlabs 專業服務計畫 (每台列印機)	6 清洗籃網
2 UV 光固機	1 台 8口乙太網路轉接器
	6 條 Cat 6 乙太網路電纜
後續處理	必需品
砂紙 (目數介於 100 and 400，最高到 1500)	一次性手套
1 條超細纖維布	擦拭紙巾
1 瓶 礦物油	異丙醇 (IPA)
1 組 銼刀組	
1 大包 Q-tips 棉花棒	推薦清潔工具
1 組 壓力氣瓶	1 瓶 Novus 1 清潔劑
1 對防碎 護目鏡	100 張 PEC pad 拭鏡布
1 包 防塵口罩	

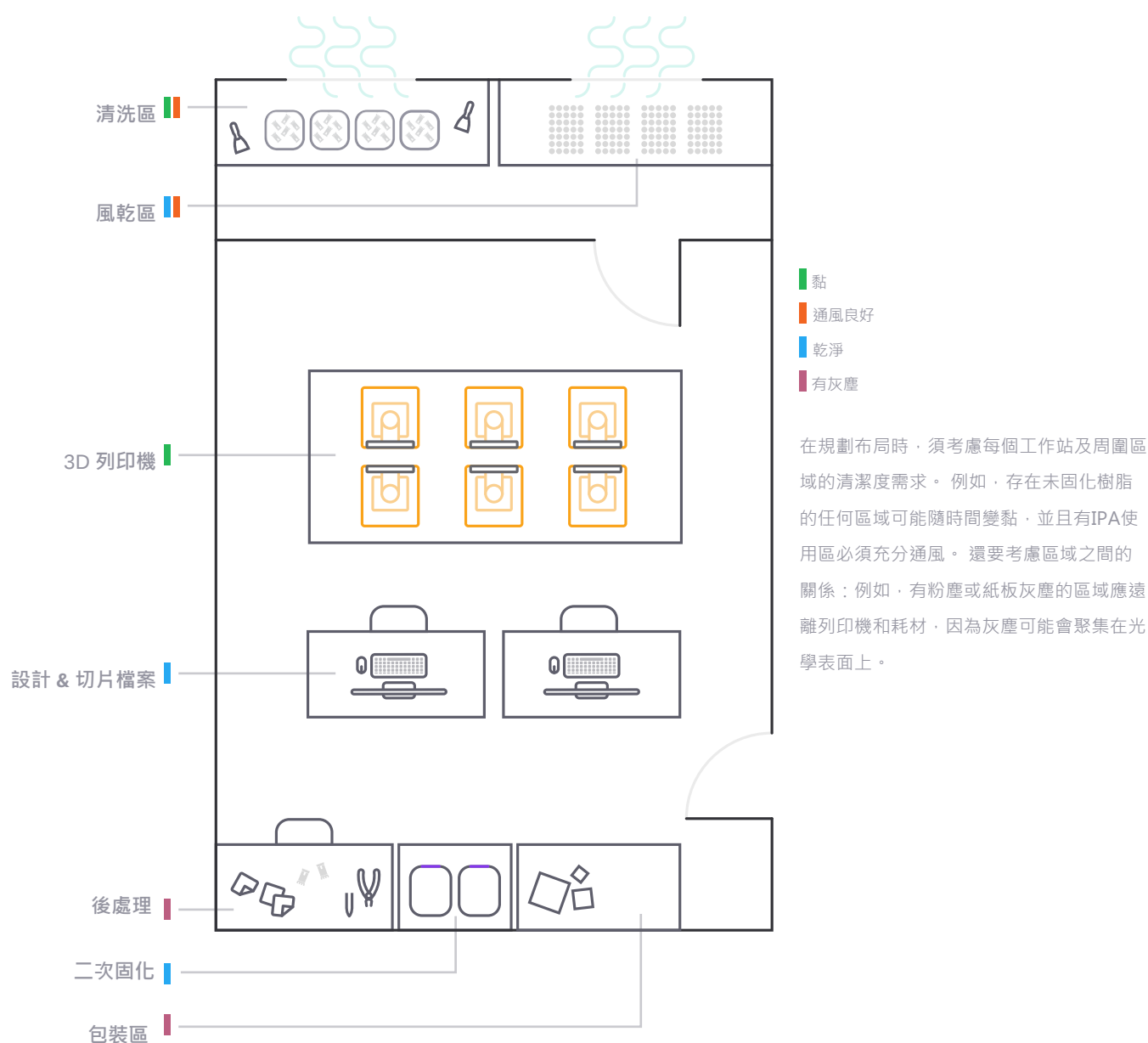
設置及管理

一般來說，最好先擬訂出一個組織佈局或平面圖，以盡量減少混亂。理想情況下，設置在遠離陽光直射，紫外線燈和灰塵的地方。

“這就像一條裝配線。是一個驚人的即時迭代過程。在一個房間內的工作站和列印功能之間的轉換是驚人的。”

Lyman Connor

Handsmith (producer of custom bionic prostheses)



電腦工作站

在你的3D列印機旁空出一個區塊，來放置電腦，如此你將可以輕鬆的上傳列印檔案透過USB傳輸線(若有需要)，且在上傳完成後即可開始列印。

3D 列印機設置

貼上標籤

在從 PreForm 上傳檔案到列印機時，你必須根據列印機序號來選擇一台列印機，每台列印機的序號都標示在機身後方，但如果你再每台列印機的機身前方都貼上辨識標籤，將會幫助你完好的管理每台列印機(特別是當你透過WiFi傳輸檔案時)。相同的，在每個成型槽都貼上標籤，有助於你分辨不同材料所搭配的是哪個成型槽。

如果你生產大量相同的零件，我們推薦為不同生產批次的零件貼上標籤，包括啟用日期、列印機序號、樹脂種類、成型配對槽號碼等。如此便可以輕易的追蹤到物件來自哪個列印檔案及列印機，在內部發現有缺陷的物件時就能快速找到問題，我們從列印的開始到結尾都使用紙標籤做辨認。



為了防止不同類型的樹脂交叉污染，最簡單的方法是購買多個成型平台，並為每種材料分配一個，以便清楚地標記。

放置機器

將你的列印機放置在一個堅固、平坦的表面，若使用鐵架將會有更好的工作效果，且須確認有足夠的空間讓列印機上蓋完全打開，及抽取或替換後方樹脂匣。

每台Form 2 所需空間大約是 13.5 x 13 英吋，列印機可以併排在一起，但機器中間留一些空間可以讓你更順利的插拔連接線，每台列印機須在後方及上方留下 4 英吋的空間，讓機器上蓋可以完全開啟。



● 符合列印機容納尺寸的鐵架。

● 我們推薦使用堅固的工業架與木板。

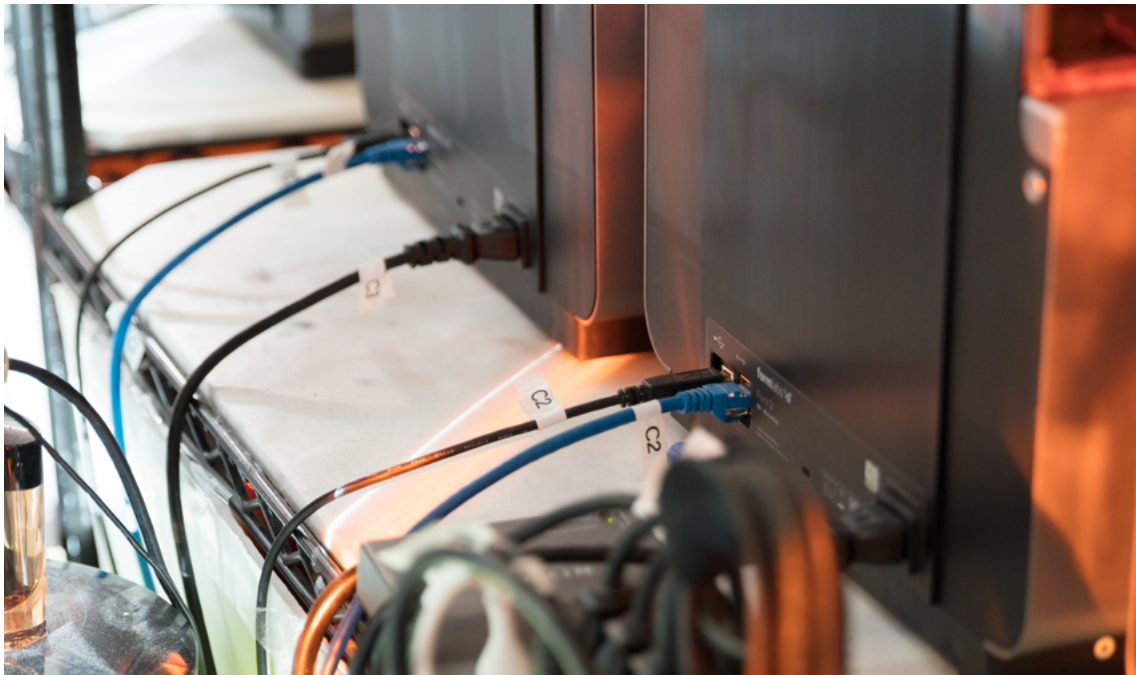
如果放置多個鐵架，要確認有足夠的空間供兩人同時進行工作且可以通過彼此的位置而不會碰撞列印機或相關設備，當成立工作團隊或多人使用列印機時，這就會顯得特別重要。

若你每天都會使用多台列印機，可以考慮使用推車來集中運送列印完成的物件，連同成型平台一同送至清洗區，如果使用推車集送物件，須調整走道寬度至可以容納推車的範圍。

同時我們也推薦增加鐵架來放置列印相關設備 (成型槽、樹脂匣、成型平台)，一次性手套及其他配件。

連線線管理

匹配電線到機器可能會在一個3D列印機廠房造成混亂，根據列印機的名稱或位置標記在所有電源線兩端（電源線，乙太網路線，USB連接線）如果您必須更改設置，這會使你很容易知道電纜屬於哪些列印機。



為了更容易保持辨識，將連接到每台列印機的連線貼上標籤會很有幫助。
在Formlabs，我們使用一個編號系統，所以我們可以移動列印機而不必重新連接一切。

耗材管理

當成型槽取出機器外時，必須蓋上蓋子防止環境光線使樹脂固化，為了避免灰塵或光線接觸到成型槽底部壓克力，建議將它們層層堆疊在一起儲存。

每台列印機會附贈一個成型平台，若需額外的平台也可另外購買，而為了避免平台沾到不同樹脂，最簡單的方法就是購買多個平台，每種材料使用一個專屬的平台，並貼上標籤做管理，如果多種樹脂共用一個平台，必須確保使用 IPA 徹底清潔，且完全乾燥後再進行列印使用。



通過堆疊在彼此的頂部或備用的成型槽上，防止灰塵或反射光到達成型槽光學表面的底部。

清潔及個人防護措施

一個良好的廠房，最重要的是清潔及個人防護，確保維持一次性手套及擦拭紙巾足夠的庫存，在處理樹脂或IPA時記得配戴手套，使用 [Novus 1](#) 或相似的丙烯酸清潔劑 (取代IPA) 及 [PEC PAD](#) 來清潔列印機外殼及成型槽，保持足夠的超細纖維布來擦乾物件。

在處理 IPA 時，請確實配戴手套和護目鏡，如果皮膚沾到樹脂，請勿使用 IPA 或洗手液清洗，取而代之的是清水及肥皂，你同時也需要圍裙來防護以免衣物受到汙染。

清洗區

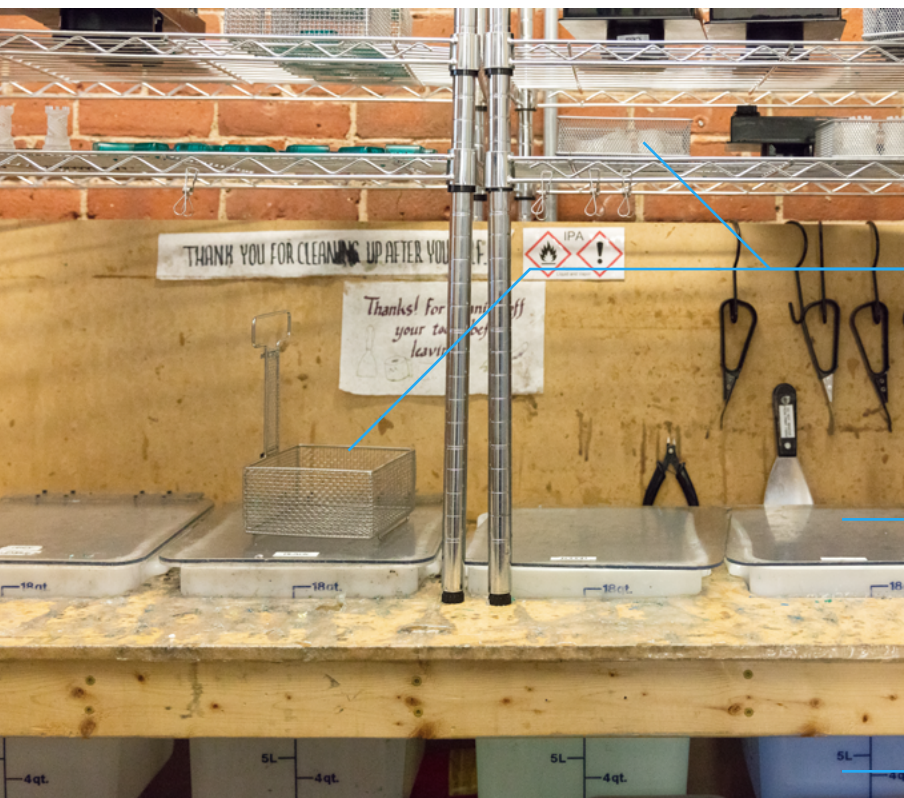
清洗區可以設置在與3D列印機同一張桌子上，從列印平台上移除物件也在此區域進行，使用後須以IPA徹底擦拭用過的工具。

你可以使用Formlabs工具組附的處理槽或更大的桶子，取決於你同時需要清洗的物件大小，Formlabs 工具組處理內徑約 17 英吋，深度約9英吋。

處理 IPA

若物件在風乾24小時後仍然有黏性，那麼清洗它的IPA就必須要更換，若發生這種情況，物件可以乾淨的IPA清洗來補救，如果使用密集，IPA 可能需要每周進行更換，使用後的 IPA 處理方式根據地區規範而有所不同，請確保你的處理方式是安全且適當的，且符合各項當地法規。

Dental SG 樹脂不能以清洗過其他樹脂的IPA進行清洗，其他樹脂的汙染將會損害其生物相容性，我們也同時建議可鑄用樹脂必須有專用的IPA清洗槽。



有手柄的網籃有助於達到物件周圍的最佳IPA流動，並且易於懸掛，以便在乾燥時獲得最佳氣流。

如果您選擇不使用工具組附的處理槽，我們建議使用6夸脫的水桶。確保所有IPA容器都有蓋子牢固關閉。

1夸脫 = 1/4加侖

6夸脫 = 3/2加侖

若有大量不同樹脂的列印物件，建議將每種樹脂使用的IPA區分開來，避免物件因為IPA而染色，特別是在透明樹脂物件的清洗時。

風乾區

經過清洗後，將物件放置在可風乾達24小時的良好通風區，在 Formlabs，我們將其放置在自助餐托盤或是網狀籃網來接觸更多流動空氣。



光固區

若列印需要後固化的零件，我們推薦使用 [UV light](#)，如果使用 Dental SG 樹脂列印，那麼美甲光療機的效果會非常好，專為牙材應用設計的光固箱可以設置在清洗區與後處理區相同的空間。

後處理區

在後處理區，你會需要一個空間來放置所有工具，且容納一個人 (或是多人) 坐在桌子前來處理印製完成的物件，為了避免液態樹脂沾染3D列印機，請將後處理區與列印機保持適當距離，或做好列印機保護措施。

我們的後處理區所包含的工具包括：所有工具組附的工具、砂紙 (目數介於150 到 400，及最高1500供拋光使用)、礦物油、一組銼刀，專用於清除樹脂的超細纖維布、清潔小區塊的棉花棒，和一罐除塵壓縮氣瓶。

個人防護用品應該要隨時設置在後處理區，配戴防爆護目鏡以避免固化樹脂碎屑噴到眼部，樹脂粉塵類似於丙烯酸粉塵，所以請保持配戴防塵口罩。

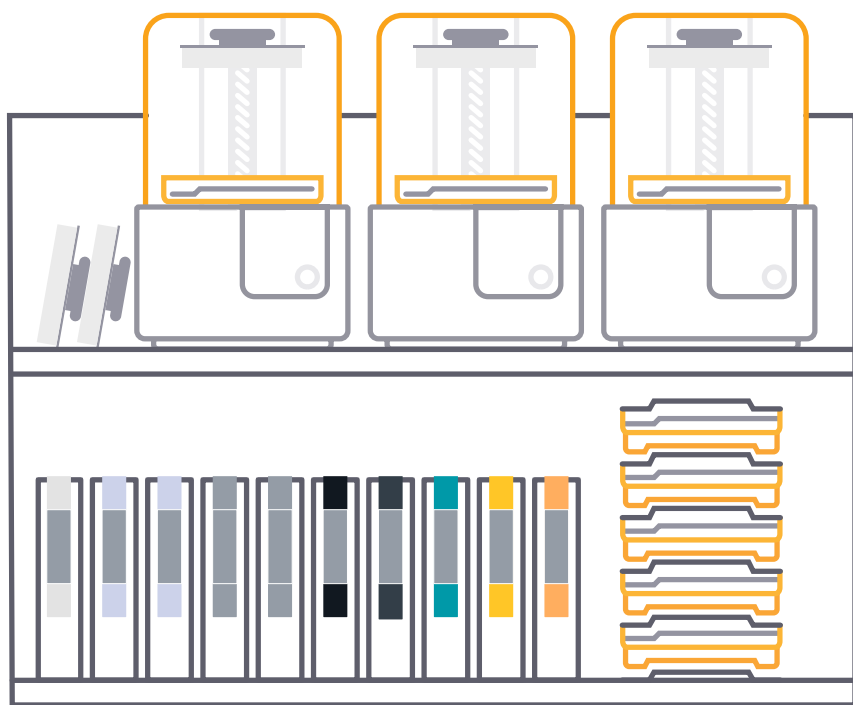
沾濕砂紙或以自來水進行打磨能夠降低樹脂粉塵量，也能夠將物件完美拋光。



Formlabs 後處理區配備了各種工具，像是挫刀組或礦物油，這將會對物件的表面光潔度有很大的幫助。

品質控管

我們目視檢查每個列印的物件，並將物件轉移置光線充足的地方，便於你發現一些起初沒有注意到的小缺陷，像是刮痕、表面殘留的小顆粒或是小洞。



formlabs  風雷



formlabs[®] 台灣獨家代理
台灣天馬科技股份有限公司
TAIWAN TEAM  TECHNOLOGY CO., LTD.