3D印表機噴頭詳解
(以D-Force 系列為例)

3DPW露天拍賣
祥貿科技企業有限公司
2017、2018版權所有

版權及其他說明

- 本公司為D-Force系列商品之正式授權代理商，技術服務與各部位零件均完整提供。
- D-Force台灣官網: www.d-force.com.tw。
- 歡迎整份單一檔案傳閱、轉發、分享、社群軟體轉貼、社團之非商業使用，不需要經由本公司同意。
- 若未經本公司書面授權進行部分內容擷取使用，將被視為侵權行為。
- 以任何形式利用本說明從事商業行為，將視為侵權行為。包含利用本說明進行收費之開課或教學、或是搭配本說明書販賣任何商品、或是利用本說明書宣傳非本公司之商品；若有以上需求，請事先告知本公司並取得本公司書面同意。
- 一旦發現侵權，法律追究，決不寬待。
- 本公司專營3D列印、設計、耗材、掃描、雷切、CNC、機器人零件等相關商品歡迎至台灣露天拍賣搜尋3DPW。或是直接點選連結 http://class.ruten.com.tw/user/index00.php?s=cohibabid
- 本公司為台灣最早最大之DIY 3D相關商品設計販售公司，創意是DIY是精隨，山寨與抄襲是不被人欣賞的行為。
- 本公司雲端硬碟有更多免費資訊 www.3dprow.com/google_drive.html
- 本公司歡迎各界提案、合作、提出建議。
- 歡迎對於本說明書提出建議，請Email至: service@3dprow.com
- 3DPW、D-Force為祥貿科技企業有限公司之註冊商標。

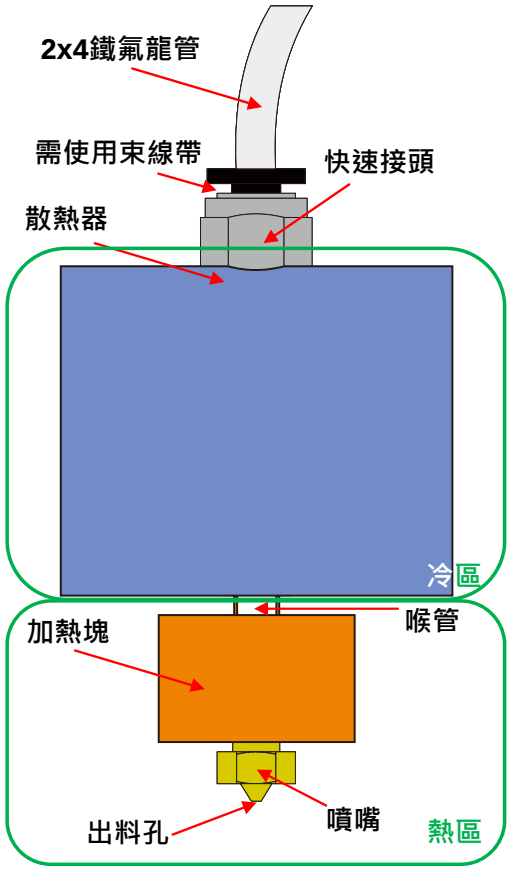
常見名稱與解釋

- 加熱頭、噴頭: Hot-end，指整個出料的加熱模組，功能是將線材從進入後預熱、加熱及從噴嘴出料，另一個重要工作是防止低溫材料提早融化而黏在加熱頭內，主要包含加熱塊、喉管、噴嘴及一些溫控電子件等。請注意噴頭並非噴嘴在描述上請避免誤會。
- 鐵氟龍管，PTFE tube或Teflon tube，鐵氟龍有高耐熱(大約250~300 ℃)與低摩擦力的特性，所以3D印表機常見有兩個地方使用鐵氟龍管，一處是送料管，常見遠端送料管使用2x4mm(內2外4)，將塑膠線從擠出機送至加熱頭內，為了降低摩擦力，所以使用鐵氟龍管，某些加熱頭更使用此送料管直接進入喉管熱區，這樣更需要鐵氟龍耐熱的特質。另一個常見的位置是剛提到的喉管內並不使用送料管直接進入，而是使用2x3mm(也有使用2x4的)的鐵氟龍管以兩段鐵氟龍管的方式來設計喉管。
- 喉管: Heat break，顧名思義用來隔絕熱的傳遞，也用來引導線材進入熱區(加溫區)，通常上半部置入散熱片內以便散熱，下半部結合加熱塊，最後連結噴嘴，這樣的結構不是絕對的，根據不同的加熱頭設計可能有所不同，喉管內部由於有線材經過，而且由於在列印過程線材回被抽拉，所以喉管的內壁常需要特別處理，比方使用鐵氟龍管防止沾黏，或是高精度研磨、甚至用鈦合金製作等，都是為了達到所需的特性而設計。
- 噴嘴: Nozzle，位於加熱頭最前端，熔化的線材被加壓後由噴嘴的小孔擠出，所以孔徑關係著列印的列印出的”線寬”，一個0.3mm噴嘴繞外圍三次(三圈、三層)即是0.9mm邊厚(牆厚Wall thickness)，同理一個0.4mm的噴嘴繞三次即為1.2mm厚，當切片軟體牆厚以mm為單位設定(非以圈數設定)時，若設定的厚度不是噴嘴孔徑的倍數時，切片軟體大多以模擬(按照出量的百分比)方式列印，比方當一個0.4mm噴嘴設定牆厚為1.0mm時由於0.4(線寬)x2(圈)=0.8(牆厚)，所以會有0.2mm的誤差以模擬方式出料。常見孔徑有0.2mm/0.3mm/0.4mm等，噴嘴的直徑將會是塑膠線才擠出後的直徑。(列印時是否以模擬方式出料與切片軟體有關)。另外值得一提的就是噴嘴的孔徑大小與列印層高無關，無論是0.3/0.4/0.5mm的噴嘴都可以列印出0.1~0.3mm的層高，與噴嘴直接影響的是線寬，而層高是機器Z軸每層移動的高度 (除非是過小/過大的噴嘴搭配過小/過大的層高，為了考量出線流量與美觀才略有關聯)。

常見名稱與解釋

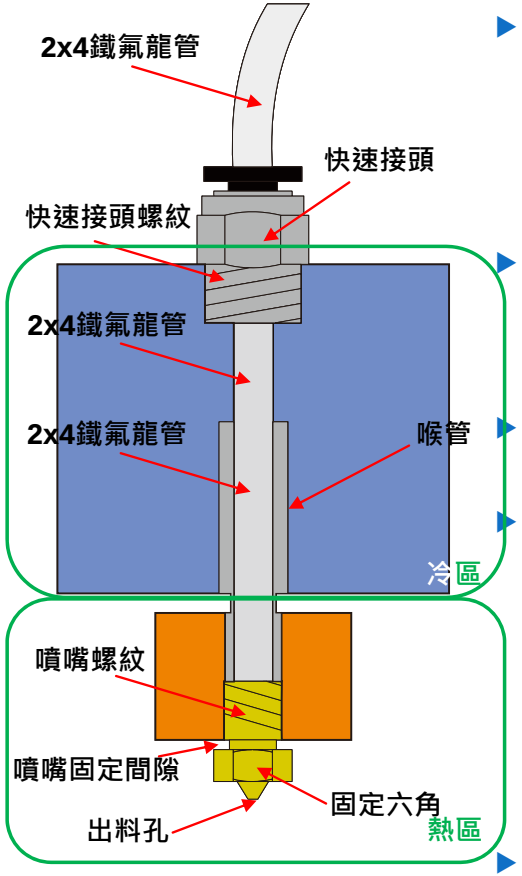
- 加熱塊: Heater block，通常是鋁合金材質，故又稱加熱鋁塊，加熱塊一方面固定了喉管、噴嘴以及加溫器與溫度感應器，一般具有此加熱塊的加熱頭設計都會將加熱器固定於此，此加熱塊可以將熱傳遞至噴嘴，同時加熱塊也有儲存熱能的功能，講簡單一點就是加熱器不直接對噴嘴加熱，透過加熱塊加熱的好處就是當噴嘴的熱能散失時，加熱塊仍然有熱能可以讓噴嘴不至於快速降溫。某些加熱頭設計上喉管或噴嘴直接貫穿加熱塊，不論設計為何，功能都大約如此。
- 散熱器: Heatsink，前面談了很多都是加熱，熱最終也必須散去，否則傳導至不該熱的地方將導致線材提早熔化而塞料甚至電路或機械故障，散熱器通常也是鋁合金的，與喉管上部緊密結合，為了持續帶走由侯管傳達至散熱器的熱能，設計上常常加裝風扇來吹散熱器，而散熱器本身為了增加散熱效能，會設計為一片片的增加面積。
- 溫度感應器: Thermal sensor，常用有熱敏電阻(NTC thermistor)、鉑熱電組或稱電阻溫度感應器(RTD)以及熱電偶(thermocouple、TC)三種，熱敏電阻價格低，誤差也可接受，一般工作範圍大約-50~300 ℃左右，為－負溫度係數(Negative Temperature Coefficient)之感應器，可以直接經由A/D轉換之後以查表或換算方式取得溫度；RTD(Resistance Temperature Detector)常見有PT100，PT是Platinum而100代表在0 ℃時為100Ω阻值，比NTC類型的價格高、溫度曲線佳、每℃阻值變化小、適用溫度範圍大、傳遞信號電線本身對溫度影響大以及較不易控制(需要放大電路)等差異性；熱電偶能工作的範圍更大，以塞貝克效應設計製造，也需要放大電路作介面。

加熱頭外觀示意圖



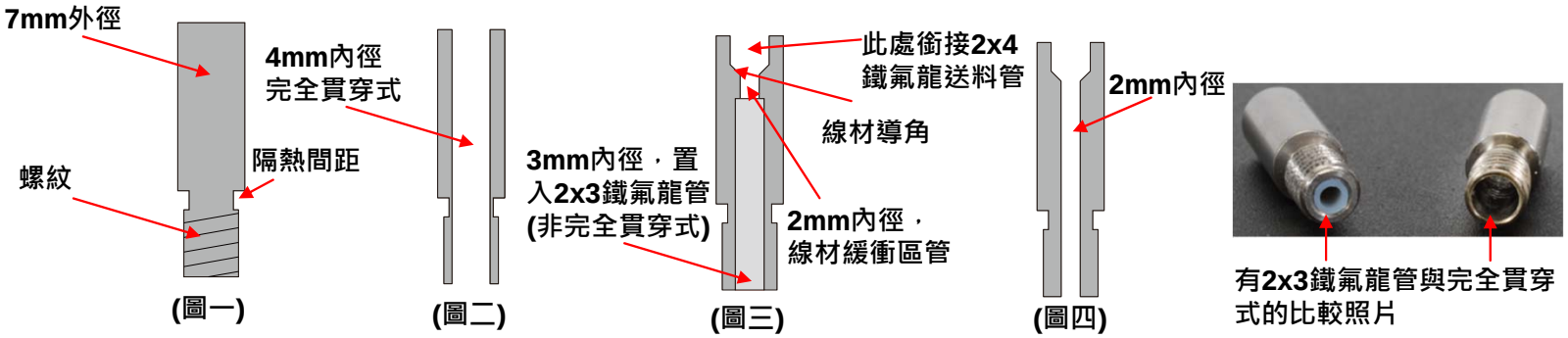
- D-Force加熱頭又稱噴頭，無論版本大多可以左圖做為基本結構。(市面大多加熱頭都是如此結構，可以參考)
- 2x4鐵氟龍管，鐵氟龍(PTFE)具有低摩擦高耐溫的特性，此處用來當作遠端送料管，我們所使用的1.75mm線材便從這個鐵氟龍管從擠出機送至此加熱頭，所以稱作遠端送料管。
- 快速接頭用途為卡住(咬住)鐵氟龍管，避免在動作時鬆脫或是掉落，快速接頭內部為金屬咬齒，用於咬住固定鐵氟龍管，機器長時間動作會讓此處鬆脫，所以當發現快速接頭咬不緊鐵氟龍管或是會隨著擠出機推料抽料而上下跑動時，務必需要更換快速接頭，哪怕是輕微些許的跑動也嚴重關係著列印品質。快速接頭有分貫穿式與非貫穿式，D-Force在加熱頭端多採用貫穿式，貫穿式顧名思義代表鐵氟龍送料管可以貫穿快速接頭從另一頭出來，非貫穿的則會止於接頭內部，用途不同不可用錯，否則也是嚴重影響列印品質甚至一列印立刻塞料。快速接頭原本設計並非適用於能承受管子長時間來回抽拉，即使一個良好的正常快速接頭也有可能因擠出機來回推抽而會略有間隙，一個簡單的方法就是使用束線帶固定在箭頭處(或是列印一個固定器)，將其間隙消除，避免鬆脫。
- 喉管是整根的，此處露出的部分是為了隔離熱區與冷區。
- 加熱塊又稱加熱鋁塊，因為大多以鋁合金製成，上面固定有加熱器(加熱棒)與溫度感應器(熱敏電阻或其他類型)。(左圖未繪製加熱棒與溫度感應器)
- 噴嘴，D-Force使用E3D規格，上方為M6螺紋，出料孔有各種規格從Ø0.2mm~0.8mm都有，使用上注意使用Ø0.3mm以下或是0.5以上時列印速度要放慢，以免壓力過大或是供料流量不足而列印失敗。

加熱頭透視結構



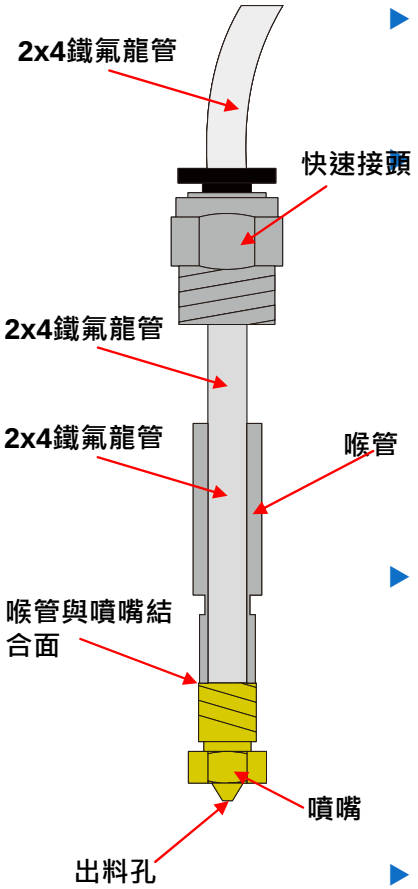
- 快速接頭的螺紋大多是M10，M是Metric公制的意思，10是指10mm所以M10是指公制10mm螺紋，內孔用於固定4mm管子，大多已PC4-M10標示，英制1分的螺絲及近於M10，所以市面有些1分與M10的互為替代品。快速接頭上方的塑膠部分可以按壓，將其按壓後(大約只有1mm按壓距離)可以鬆開其內部之金屬咬齒而鬆開管子，這是其之所以稱作快速接頭的原因。快速接頭內的金屬咬齒會老化鬆動，需要定時檢查更換。
- 喉管有一端會在散熱器內，另一端則在加熱塊內，橫誇冷區與熱區，喉管種類非常多種，D-Force使用E3D Kraken款式，冷區直徑7mm無螺紋，熱區為M6螺紋，市面許多相同規格可用，若有興趣可以多是是看不同的喉管所帶來的效果，後面會介紹D-Force所使用過的兩種喉管。
- 噴嘴螺紋M6，固定六角螺帽為用於鎖緊噴嘴，噴嘴體積小，為了方便固定才做此設計。
- 噴嘴固定間隙非常重要，加熱塊內的螺紋連接並固定了喉管與噴嘴，這三者(喉管、加熱塊、噴嘴)，許多人在自行組裝時犯了一個非常大的錯誤，就是將噴嘴先鎖到底，也就是沒有這個噴嘴固定間隙，原因是直接將噴嘴鎖到底頂多就是將噴嘴與加熱塊固定，這樣接下來鎖喉管的時候便無法對圓柱狀的喉管施力，即使使用老虎鉗也無法有足夠的力道鎖緊，使用鉗子更可能破壞喉管外緣，導致喉管損傷進而無法放入散熱器內。正確的安裝方式應是將噴嘴轉入加熱塊，保留大約1~2mm間隙後再將喉管鎖入，當兩者(喉管與噴嘴)在加熱塊中間相遇轉不動時，將加熱頭加熱至230~250℃，然後以工具鎖緊，緊度並不是要死命地轉緊，這樣噴嘴會斷掉，而是當已經鎖緊之後在略為轉緊。
- 一個完美的喉管與噴嘴結合，在其內部兩個金屬接觸面完全貼合，因為轉緊與熱漲冷縮在切面會略有磨擦痕跡，絕對不可能產稱溢料，注意絕對不要在此處使用鐵氟龍止瀉帶或是白色矽膠黏合，這是非常不恰當的做法。

喉管的種類

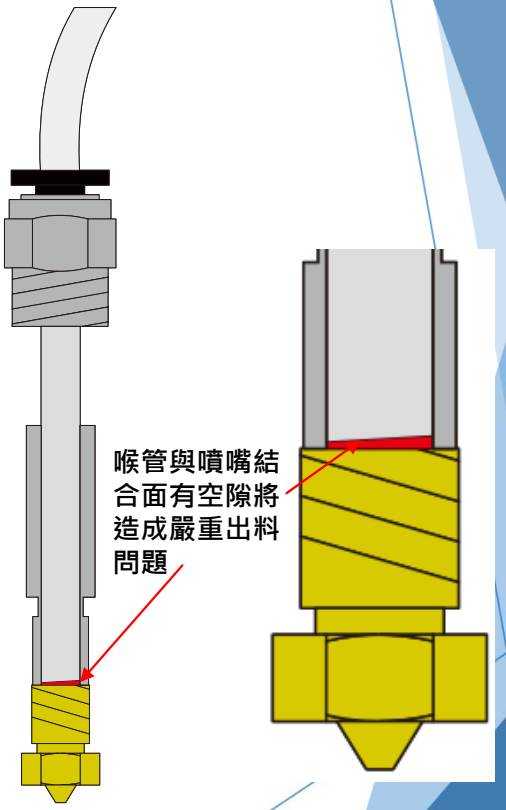


- 圖一為喉管外觀圖(E3D Kraken)。外徑為7mm深入散熱器，底端為M6螺紋鎖入加熱塊。中間小凹槽是隔熱設計。D-Force系列可使用三種喉管，正視外觀上完全一樣，但內部大有不同。
- 圖二完全貫穿式，用於將2x4鐵氟龍遠端送料管從外部直接插入喉管並貫穿正個喉管至底部，2x4鐵氟龍將會觸及噴嘴，同時將2x4鐵氟龍管作為遠端送料與抗沾黏線材的設計。
- 圖三為非完全貫穿式，下方使用2x3鐵氟龍作為抗沾黏線材的設計，防止管壁沾黏而堵料，上方有導角設計，並連接至2x4鐵氟龍遠端送料管。
- 以上兩種喉管都有使用鐵氟龍管設計，用於防止沾黏低溫材料，運用鐵氟龍特性，可防止管壁沾黏堵料。
- 圖四為無鐵氟龍管式喉管，不適用於低溫材料如PLA、EVA等等，因為低溫材料容易因喉管發熱而沾黏管壁導致堵料，此種適用於高溫材料如ABS、HIPS等，高溫材料不易沾黏管壁所以適用於此款，同時鐵氟龍管的耐溫大約是250~300℃，雖然列印高溫材料亦可使用有鐵氟龍管的喉管，但考慮鐵氟龍管耐溫極限，若長時間使用建議使用此款防止鐵氟龍管老化。更高溫的材料如PEEK、PEI等則應另設計專用。

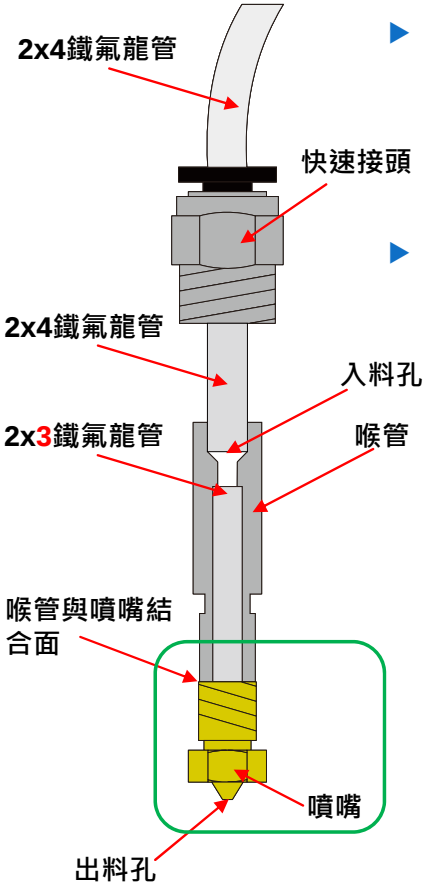
加熱頭結構剖析



- 完全貫穿式的喉管有幾個優點，1.在喉管底部的2x4鐵氟龍管比2x3的受熱耐用；2.由於沒有銜接處所以可以容許回抽的距離較長，測試過回抽超過10mm以上都沒有問題。
- 完全貫穿式的喉管也有些缺點: 1. 當2x4鐵氟龍管插入喉管時，往往會因鐵氟龍管與侯管摩擦而有些自然的阻力，再加上插入時是經過快速接頭，快速接頭本身也會對管子產生阻力，使用者很難判斷喉管是否真正已經插到底部，若是沒有完全插到底部，或是喉管在裁切時沒有完全切平，就會導致右圖狀況中間產生空隙，這個空隙會導致送料時產生阻力而流量不足，回抽時更是無法抽入鐵氟龍管而回抽效果非常的差，造成列印成品越多回抽越失敗，所以使用此種喉管一定要確認鐵氟龍管有插置底部；2.未加溫時，由於底部被殘料黏住，無法或難以拔出2x4送料管。
- 一個方法可以大幅改善此問題，1.裁切鐵氟龍管時使用專用裁切器，以確認管子前端是平的而不是斜的，2.先不要安裝快速接頭，直接將鐵氟龍管插置底部，手感會有撞擊底部的感覺，並且反覆兩三次確認到底部，此時以油性簽字筆在漏出的管壁上隨便找一個參考點做記號，然後抽出管子並安裝快速接頭，重新將館子插入，確認做記號的參考點與剛才一樣位置即可。
- 若在未安裝快速接頭時管子就很緊無法判斷是否到底，請換一條鐵氟龍管，並注意管子外壁不可有傷痕，以免讓管壁變粗而難以插入。某些快速接頭阻力過大並不適用，也請更換。



加熱頭結構剖析



- 非完全貫穿式的喉管優點大過缺點，1.只要在安裝喉管內2x3的鐵氟龍管時確認將鐵氟龍管完全切平，外部2x4的鐵氟龍送料管安裝時略有馬虎，或是快速接頭略有鬆動，都不會大幅影響列印品質，2.容易安裝2x4鐵氟龍送料管，此管只需經過快速頭，不需要塞入貫穿整個喉管，3.若發生出料不順或是堵料時。不需拆解就可以測試排解原因。

- 測試是否噴頭塞料的方法: 直接將2x4鐵氟龍送料管與快速接頭拆起，加溫至列印溫度，剪取一段線材約20公分，直接徒手將此段線材由入料孔插入至底部並且用力推壓(不需用力過猛)，此時線材應當從噴嘴出料孔”很順地”流出，若徒手推線材但無法順利流出或是阻力過大就代表綠色區域有問題了，此時才需要拆解查看，反之或是徒手推線材，線材順利流出，此時使用者的列印問題有極大的機會並不是在此處，請檢查其他地方如擠出機、Z軸底板間隙等。

關於噴嘴

- 不可否認，噴嘴的設計關係於列印的品質，究竟有那些應當注意的重點是設計與製造物美價廉噴嘴的關鍵。
- 請跟本公司購買物美價廉的高品質的專用噴嘴，噴嘴經過嚴格測試無論送料或是回抽都能順利進出。
- 許多人在噴嘴孔徑的精度上做很大的琢磨，在Ø0.3~0.5mm的一般使用上，雖不能說是錯誤但是劃錯重點，一個0.4的噴嘴(我們姑且相信是很精準的0.4mm)，您是否曾經故意將切片設定為0.3mm試試看? 相同的您是否將0.3mm的設為0.4mm測試過? 在0.3~0.5mm的一般口徑噴嘴，能容許的誤差就大約是0.1mm，拿一個0.4的去模擬0.3的與直接拿一個0.3的列印結果作比較，你會發現根本肉眼難以分別。
- 但是若是噴嘴孔徑小於0.3mm或是大於0.5就容許的誤差較小，尤其是0.2(或以下)的噴嘴，要印得完美除了使用正確孔徑的噴嘴以外，其他切片的參數也很重要。
- 使用0.6以上的噴嘴須注意加熱頭本身能乘載的流量，這與線材種類與線材特性也有很大關係，講簡單一點就是，若是擠出太快線材來不急加熱至適當溫度，就會產稱極大的列印問題。

END