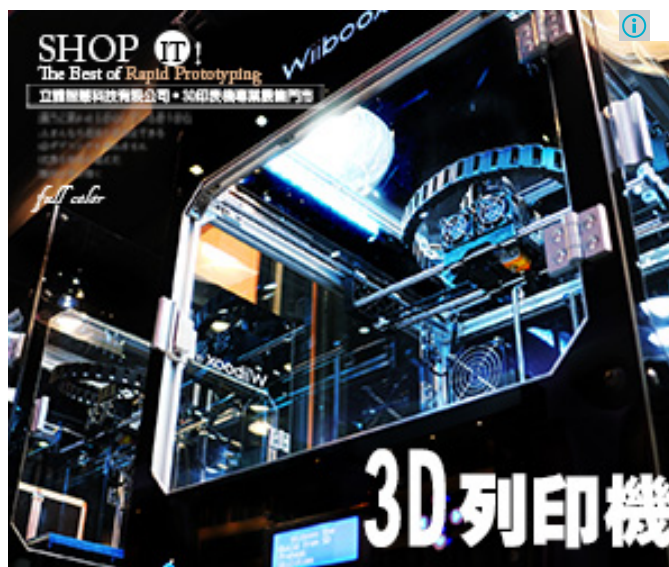


教程整理：kossel 800元自製3D印表機

© 2014-12-08 00:15:00



寫在前面

3月26日，maximscy在arduino吧上開帖對reprint的kossel delta並聯臂架構3D印表機進行了長達一個半月的製作live，原帖「**【項目發起】800元組裝一台3d印表機全教程流程**」引來眾多網友關注，目前回復近9千，至今仍在攀升中（後續眾籌到thingiverse的kossel 800項目命名十有八九也是由此而來）。據我所知，至少在這次live前，國內還沒有關於reprint kossel開源3D印表機的詳細教程。

kossel是啥？reprap是啥？kossel delta、kossel 800、kossel mini、kossel pro又是啥？沒關注過kossel和開源3D印表機的網友看到這一定要醉了，這都什麼玩意……這個科普小編放到文尾，這裡要省下篇幅說別的。

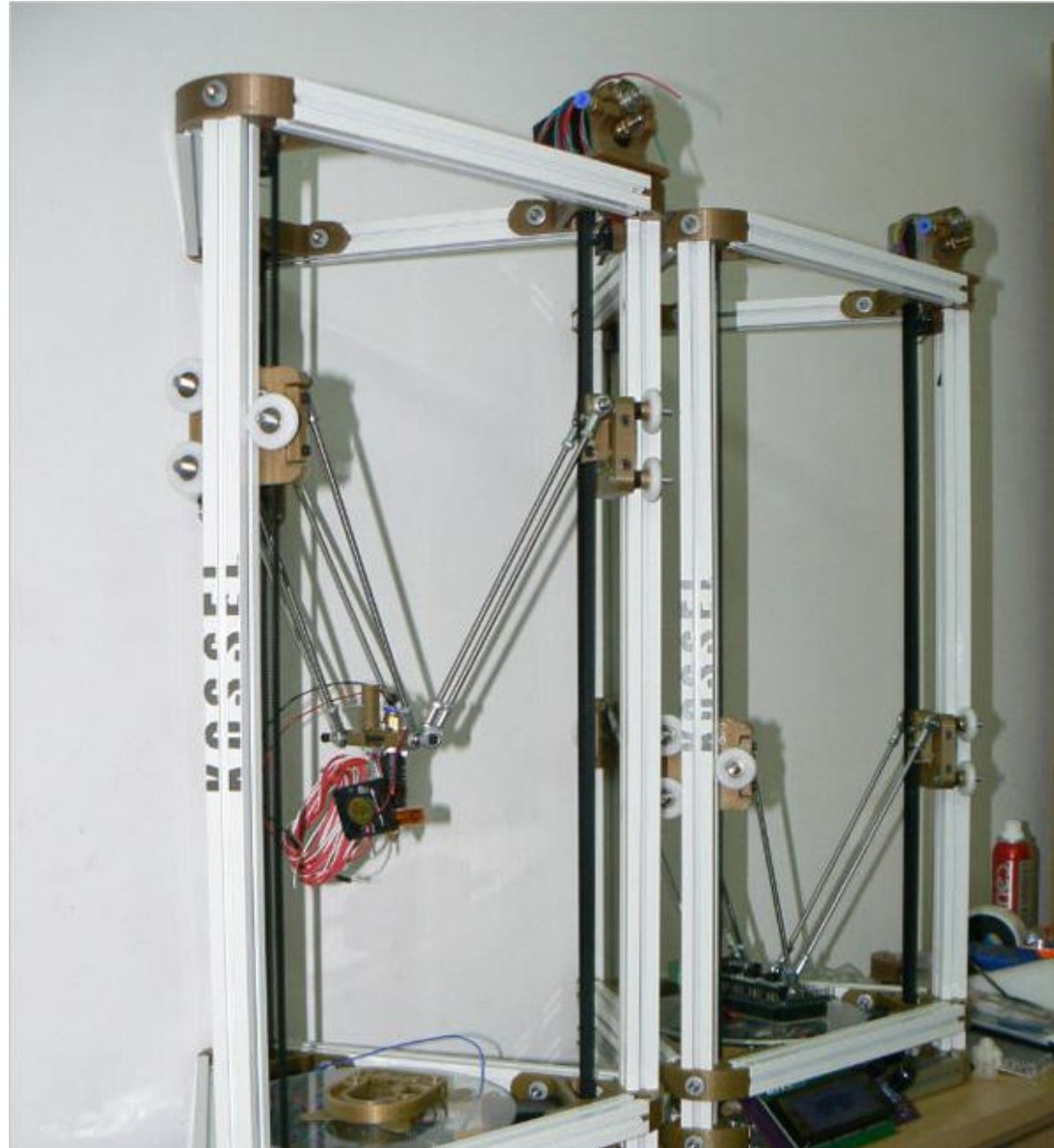
要聲明的，這是一篇教程整理，絕非原創（實際上，既然是開源項目，本身已經沒有原創非原創之分，只是忌憚最近的少年不可欺事件~），小編整理、分享出來僅僅是為了更多人關注3D列印，或者說給各位geek和diy達人們一個新素材。畢竟3D印表機一直以來被視為高不可攀的設備，比較有名的MarkerBot在國內動則數萬元。即使在TB上，DIY的各類機型也至少要3000元以上。還有就是，一個買成品一個自己創造，不言而喻。



既然說到Creativity（創造力），太平洋論壇里就常年藏匿著各種高深莫測的大神，比如基本上和M大神同期，cixiyut在我們diy極客營發表的「**自我複製？自己動手做kossel mini**」，總成本也不到1000元，相信4月份的時候，有的網友也拜讀過，只不過，無論從列印精度還是成品質量上，maximscy的kossel 800都勝於cixiyut的kossel mini（小編也是有節操的！絕不偏袒~）。

不多說了，最後一句，希望大家多多關注3D列印~

最近我要做的這台kossel delta型開源3d印表機性價比非常高，具有速度快、靜音、三臂並聯結構、擴展性強、便宜的特點。圖紙啥的都有，只是用到Arduino Mega2560電路板和ramps1.4擴展板。





ADVERTISEMENT



天空科技股份有限公司

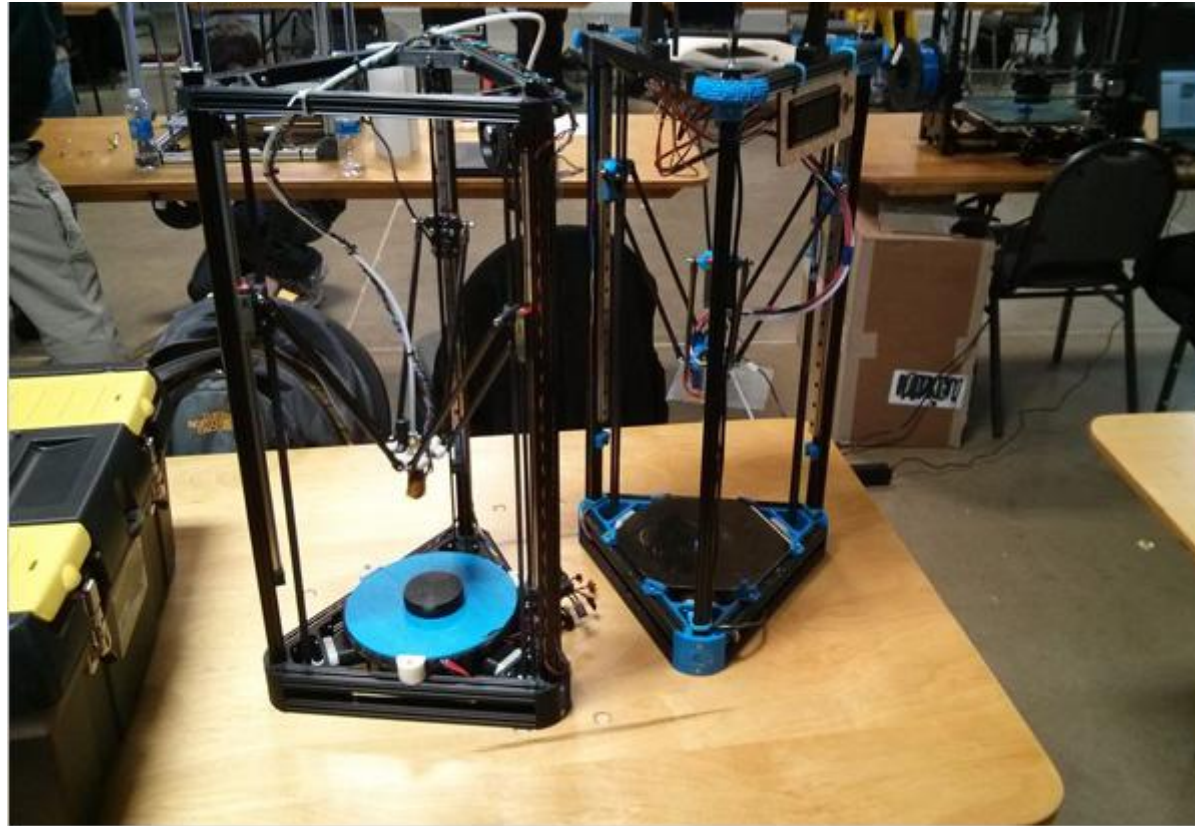
2016年最新科技3D列印機

➤ 按我觀看

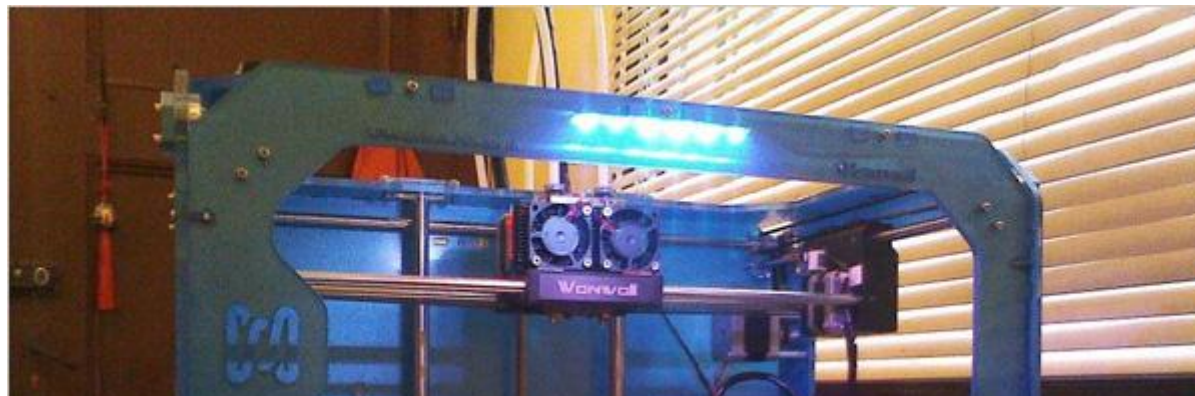
成品，鎮樓

reprap的開源delta三臂3d印表機kossel和rostock（也是一種並聯臂架構3D印表機，kossel的子系）的性價比非常高，比起makerbot的replicator的封閉設計，其可以通過簡單的更換鋁型材和滑塊來增加列印面積。





kossel





replicator

kossel 的自動校準平台高低功能，此類功能 xyz 軸架構的 3d 印表機是沒有的：
http://v.youku.com/v_show/id_XNjQxNzg2NjM2.html

kossel 的列印速度極快，所以具有懸樑架構的列印能力，有此類能力的還有 ultimaker：
http://v.youku.com/v_show/id_XNjQzMdk5MTUy.html

實際上，國外有2個kossel印表機的開源思路：行星步進機和滑軌的替換解決方案。如果能搞出來，可以省去買行星步進機以及直線滑軌，那麼成本還能再下來200左右。





一些科普

Kossel（科賽爾）3D印表機是RepRap（replicating rapid prototyper，翻譯過來就是自我複製）開源印表機中delta（三角洲）並聯臂架構中的最新開源機型，由Johann設計。原版圖紙地址點這裡。其具有輕量化，可自行加大列印體積，自我複製，高速，擴展性強的特點。

RepRap的核心部件是熱塑性塑料擠出機，產品基於Arduino平台以及其它用於控制步進電機的板卡。RepRap被視為一個完整的複製系統，而不是簡單的一塊硬體。為此，該系統包括CAD的3D建模系統和CAM軟體和驅動程序的形式，把RepRap用戶的設計轉換成一組指令，通過RepRap的硬體，轉變成物理物體。RepRaps的列印出的物體材料是來自與ABS，PLA聚乳酸，和類似thermopolymers的材料。

kossel 800、kossel mini、kossel pro都是kossel delta衍生的產品。其中，kossel 800就是maximscy主導的眾籌項目，今天要做的這個「800塊錢自製3D印表機」實際上就是kossel 800。

今天送到了一堆電子件，搞得房間裡都是盒子和塑料泡沫。





ramps1.4手焊套裝X3 步進電源線若干 ramps 操控lcd屏X3 限位器若干 步進驅動板若干 列印完成的限位塊若干。具體價格會全部配件到齊完成後核算。

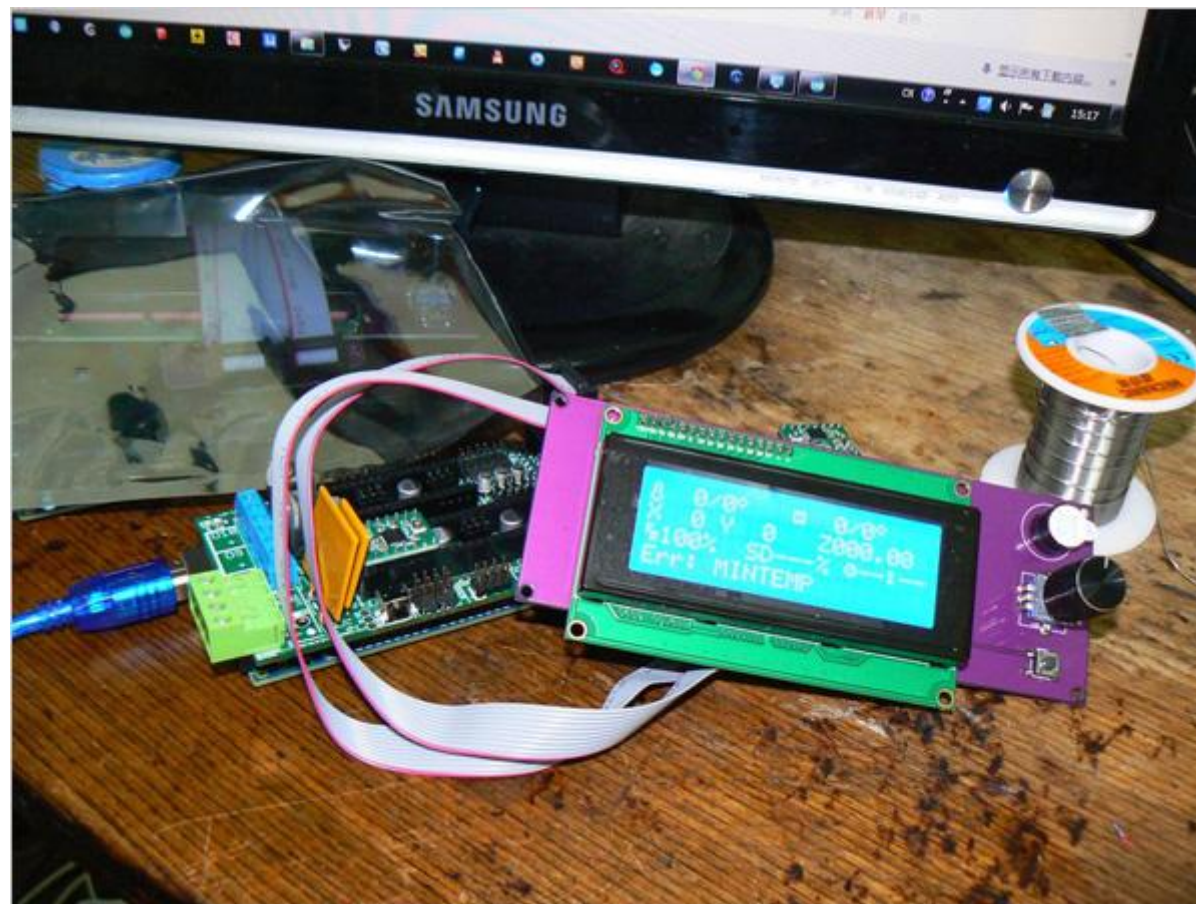


剛剛一枚ramps1.4手焊完畢，材料成本35元，買成品的話是65元左右。





ramps1.4和mega2560組裝完畢，燒錄Marlin固件完畢，連接lcdsd卡控制器模塊測試正常。這年頭3d印表機不能實現脫離上位機列印不叫印表機，所以一定要購買lcdsd卡控制器模塊，62元一個。



由於要壓到800元以內，所以每個零件都要精挑細選，將暴利的剔除，選擇性價比高又便宜的。

鋁型材到了，和自用的replicator印表機合個影，定了兩家工廠的型材分別測試。型材一套含切割70塊錢搞定。





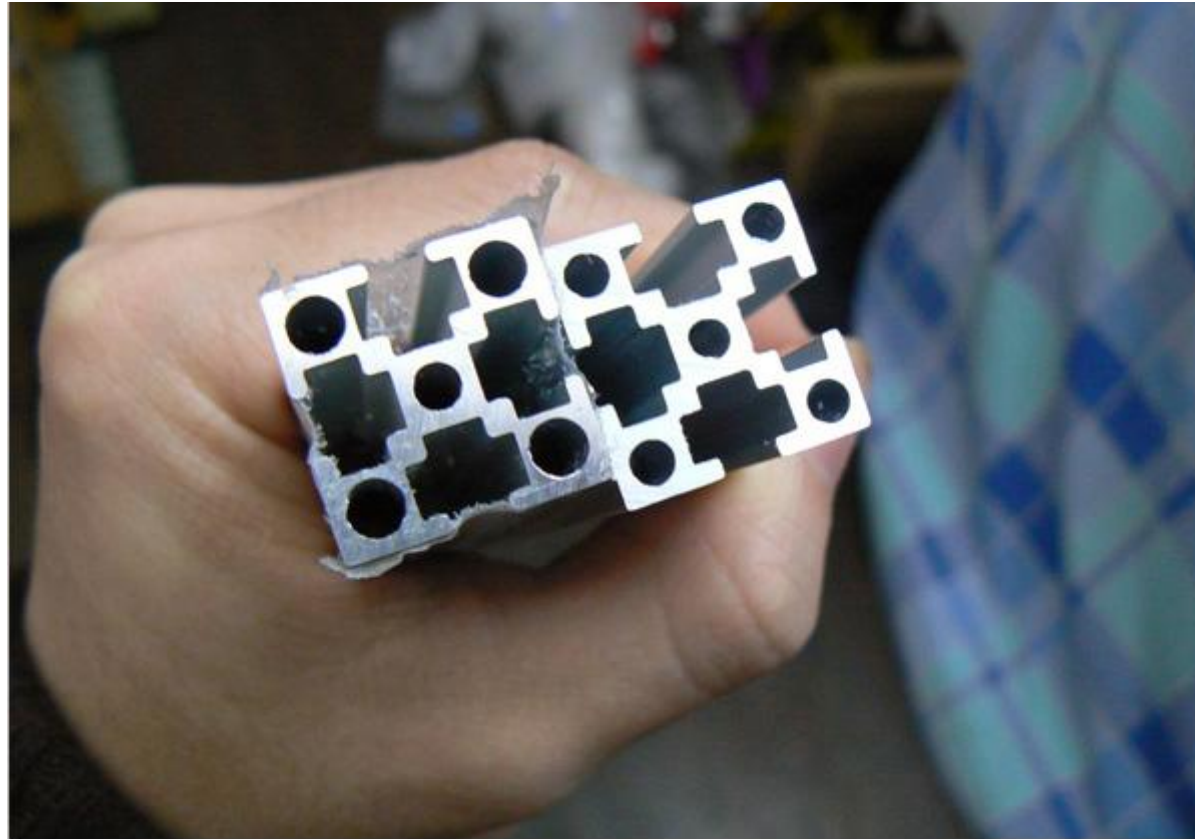


42步進到了，45一個，每台機器需要4個。如果使用行星步進方案的話只需要3個，但是要買一個昂貴的行星步進。如果是齒輪盒方案的話只需要4個普通的42步進即可。

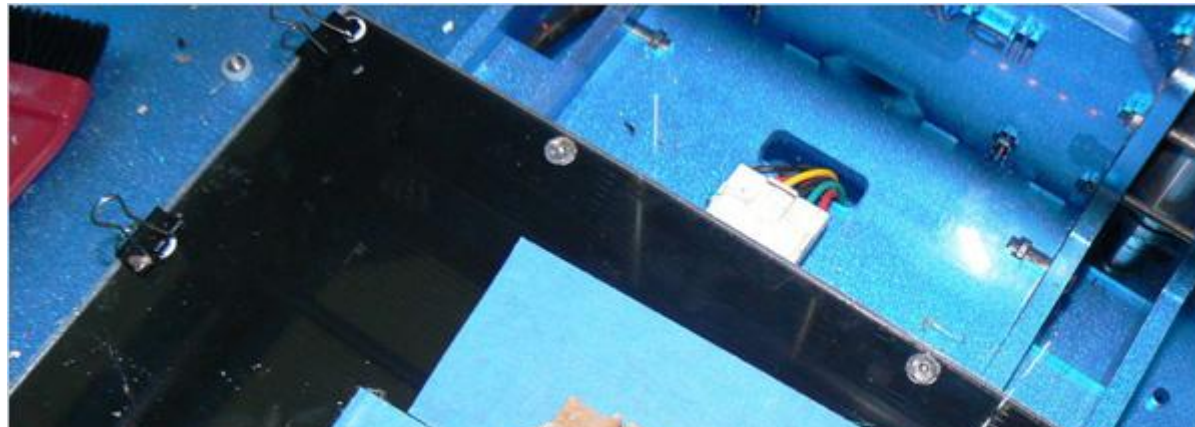


今天到了一堆2020國標鋁型材管子，廠家不同，規格相同但細節不同，左邊的槽孔有圓弧，右邊的沒有，對於需要安裝滑輪的kossel來說，左邊有圓弧容易滑輪移動而不脫出，所以左邊的更好一些。





可以淘寶上直接搜索kossel買列印好的非標件（也可以自己列印，這樣精度更高一點）。有了kossel後就可以自己複製自己了。



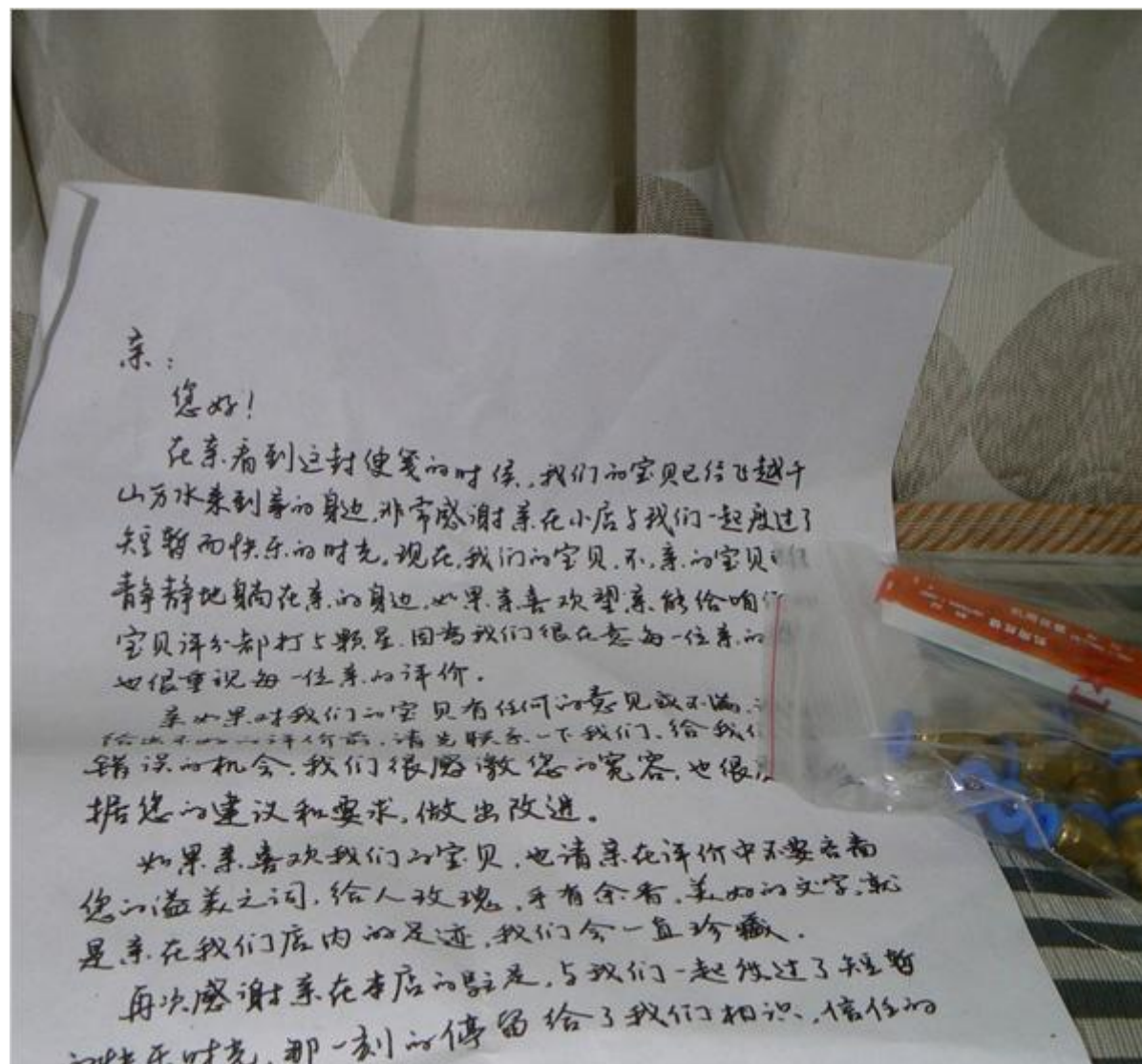


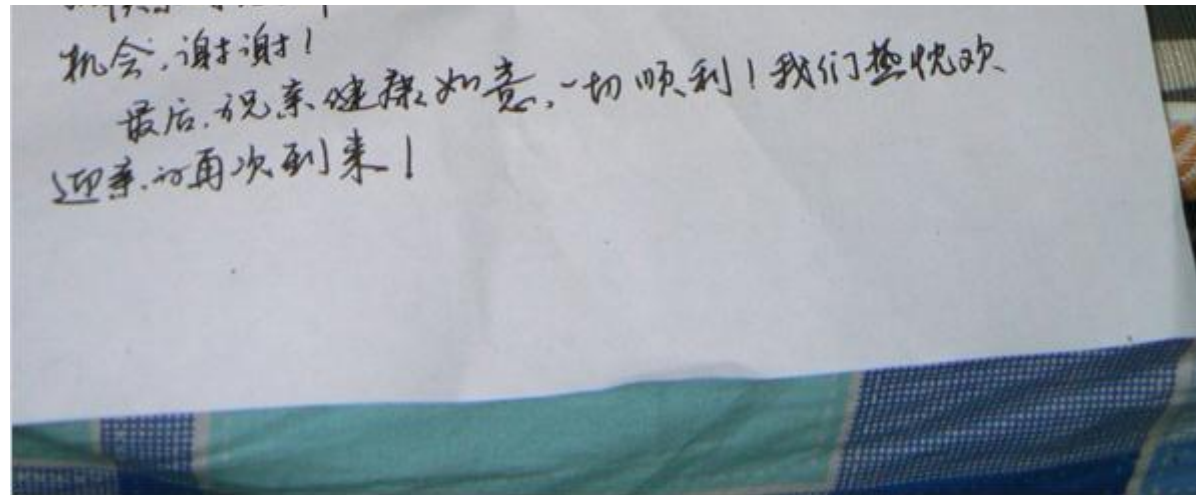
電源和一些其他五金配件到了，我選擇了不是機箱內置電源而是和ultimaker一樣的外置電源，12V6A OD5.5ID2.5的公頭外置電源。因為kossel的架構好，不需要驅動非常重的列印頭，所以速度快而且功率很小。27.5元含郵。



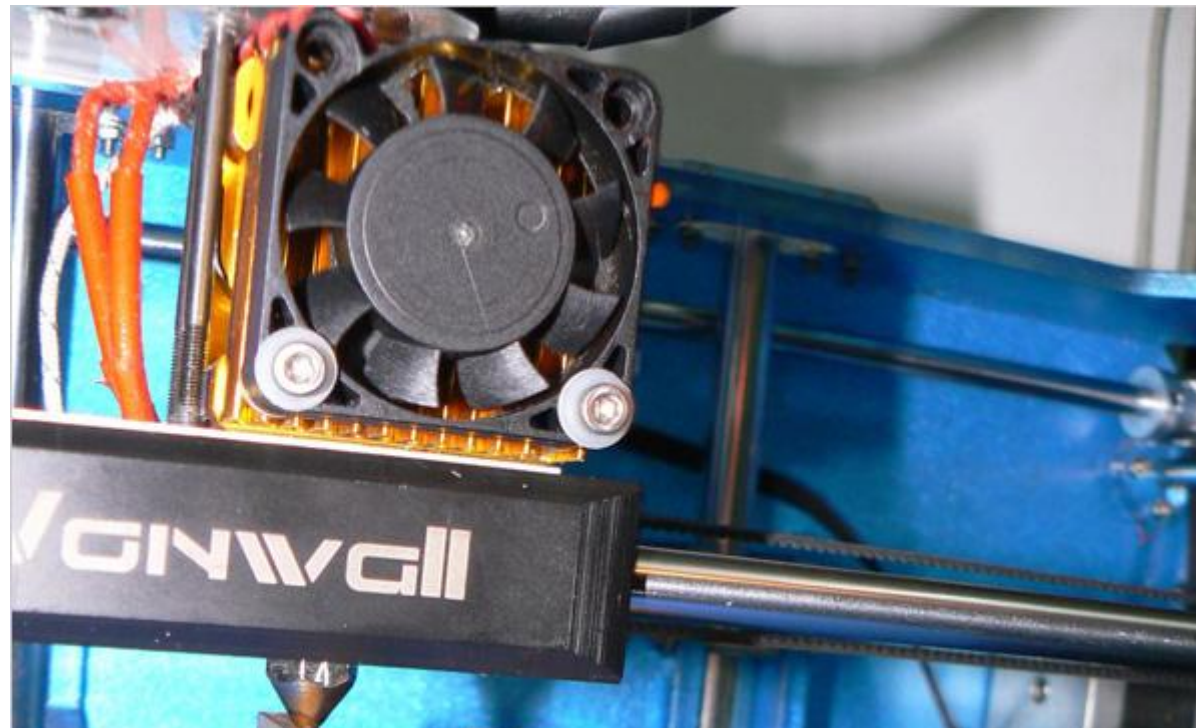


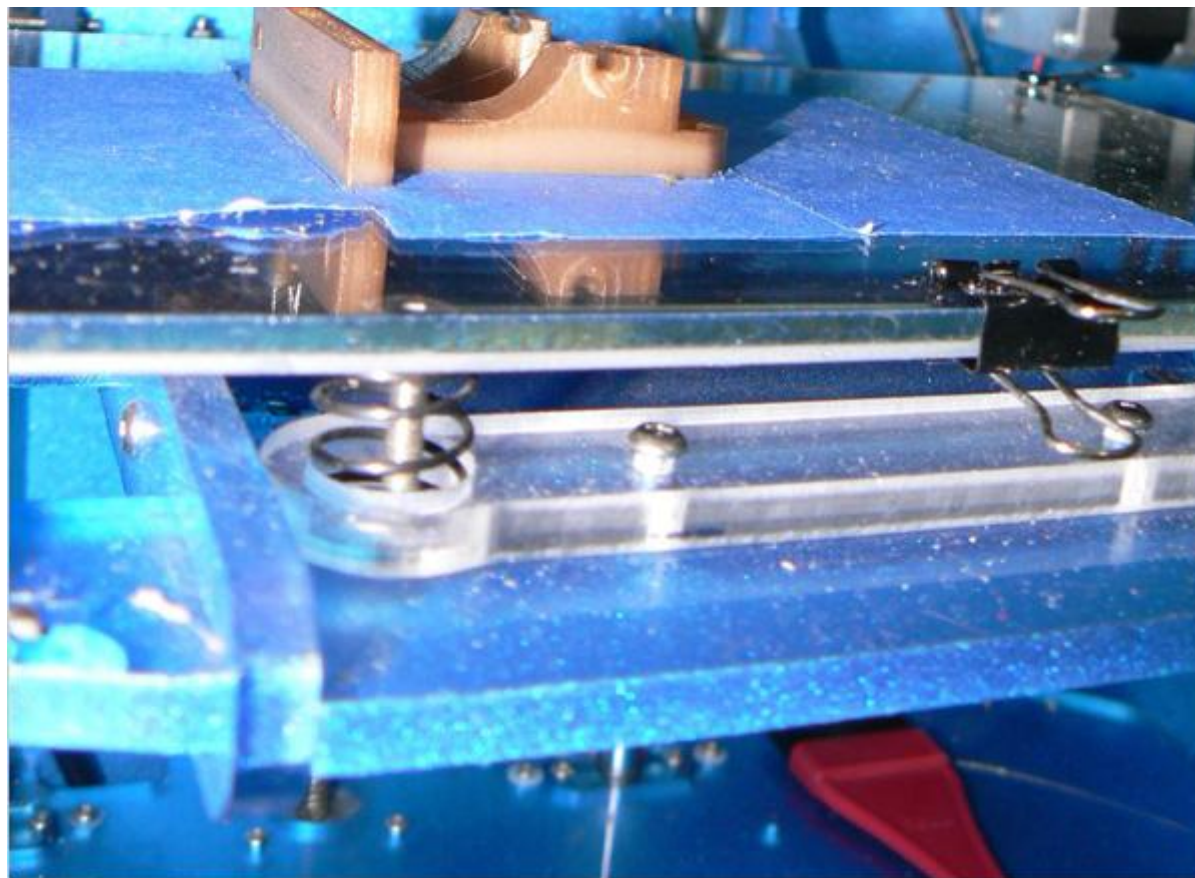
買零件收到的一封信-。-零件是PC4 5mm直徑 插4mmPFA管的PU管接頭，用來遠端擠出。這幾天都是難點，大家不必看懂每個零件的意思，先過一遍，晚會放出詳細購買清單。

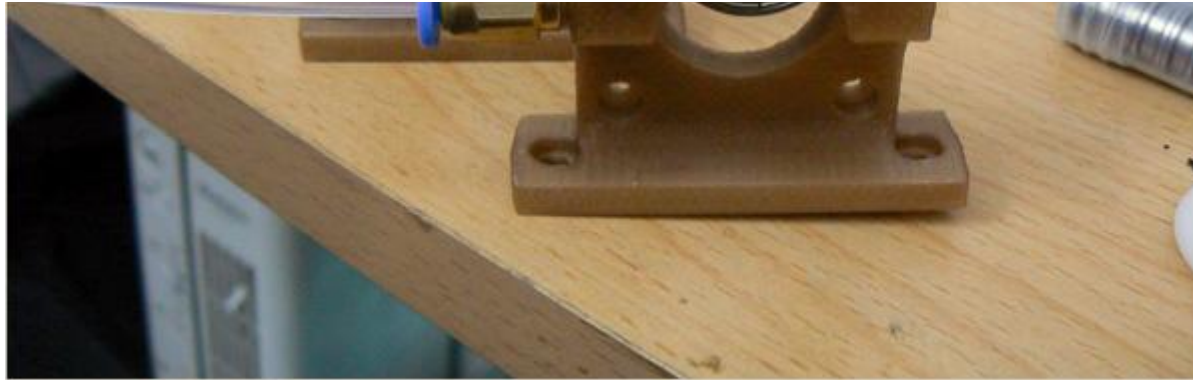




遠端擠出機的安裝，零件TB上有全套列印好的，我是自己列印的。遠端擠出機是比較重要的部件，所以要仔細對待。將黃銅管接頭插入接觸機的輸出接頭中。PFA管尺寸 外徑od4mm 內徑2mm 用於送絲，5塊錢搞定，黃銅管接頭4毛錢一個，軸承4毛。







列印頭到了，是j head列印擠出頭。說下擠出頭的問題：左邊的使用到了peek材質，所以一定程度上可以不用散熱風扇，右邊的是金屬材質，必須使用風扇防止材料在內冷卻堵塞。兩者都使用到了鐵氟龍內壁，已經很大程度上的解決了堵塞問題。左邊的110，右邊的60。



機械臂：也是kossel的關鍵部分，原設計中使用了遙控賽車的拉杆關節軸承和空心管通過粘合成為機械臂（圖中金色的那支）我認為遙控賽車的拉杆軸承不好，而且很貴（一套65元）可能會有虛位，所以換成了正宗的金屬關節軸承和絲杆。金屬關節軸承SI3mm 3.5元一個，共需12個，絲杆3mm185mm長，含切割13元。

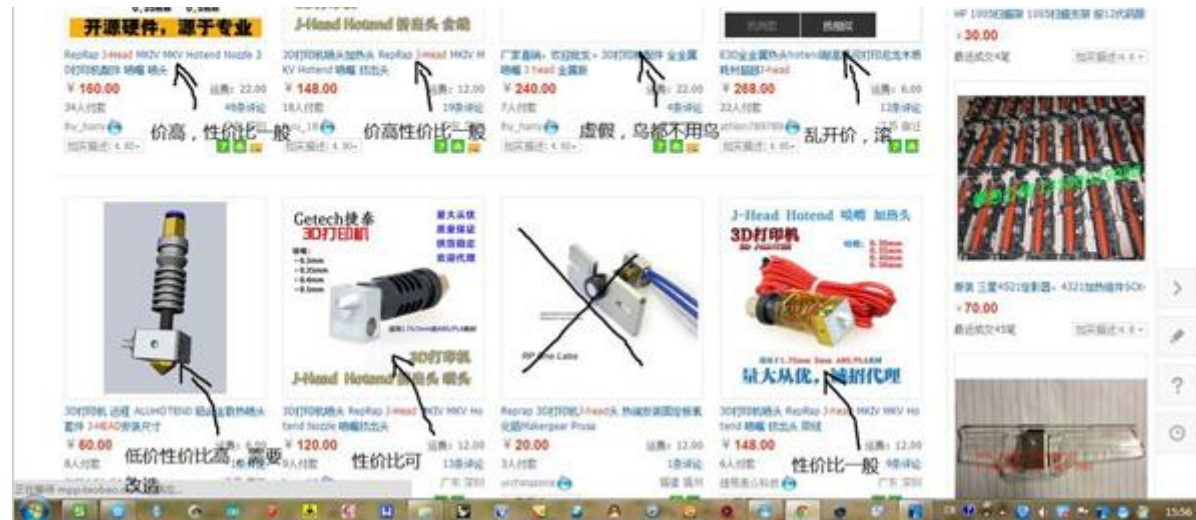




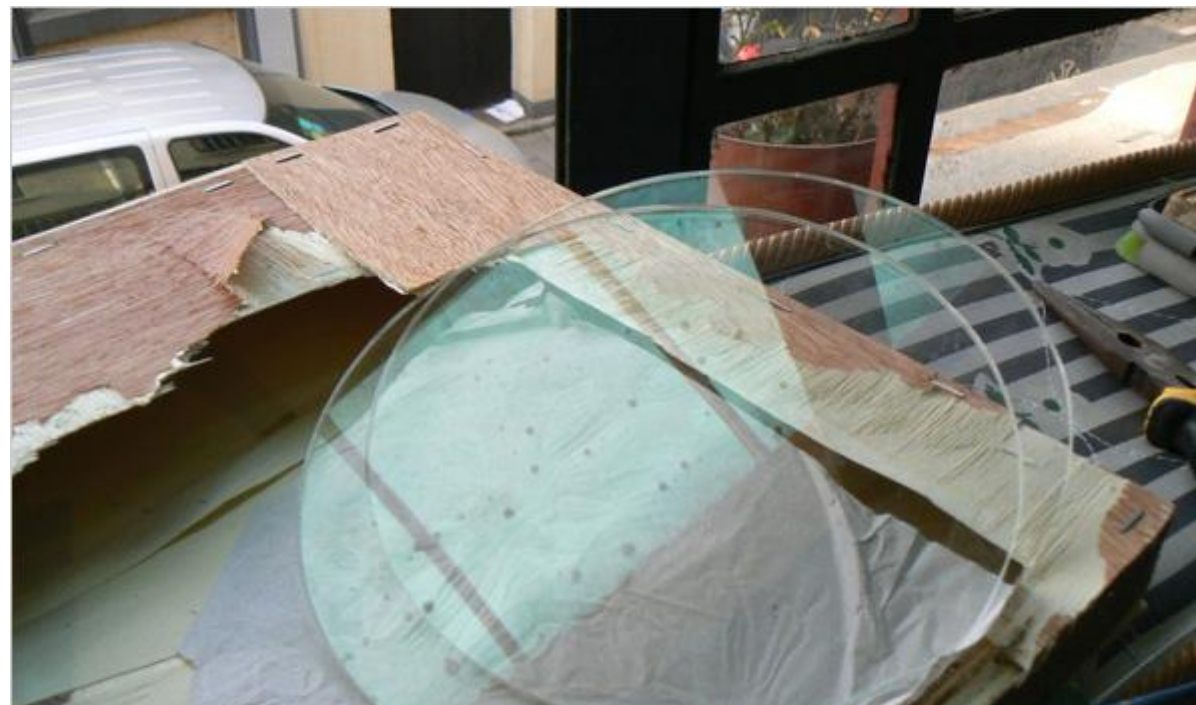
回過頭來繼續說下擠出頭的事，大家選購擠出頭的時候千萬要仔細，乍看銷量第一第二的性價比不錯，都是大公司工廠生產的，有其自己的品牌。看第一排第二個和第二排最後一個148的那個頭，保溫膠帶幾乎綁住了散熱peek全部，這是一個比較嚴重的錯誤，這樣會導致peek散熱不良而導致回流的塑料無法凝固而堵塞。可以發現一個問題，一些廠商其實根本不懂3d印表機的深入技術，而且賣得這麼貴。可恥。

關於擠出頭加熱回流的講解：<http://diy3dprint.blogspot.tw/2014/01/blog-post.html>





高硼矽玻璃到了，關於列印底盤，可以用一般玻璃，我用得是高硼矽玻璃，可以耐熱，雖然我不打算加熱底盤，但是買高硼矽玻璃可以方便以後升級成加熱底盤。玻璃30一片，直徑17cm，厚度3mm 30一片。

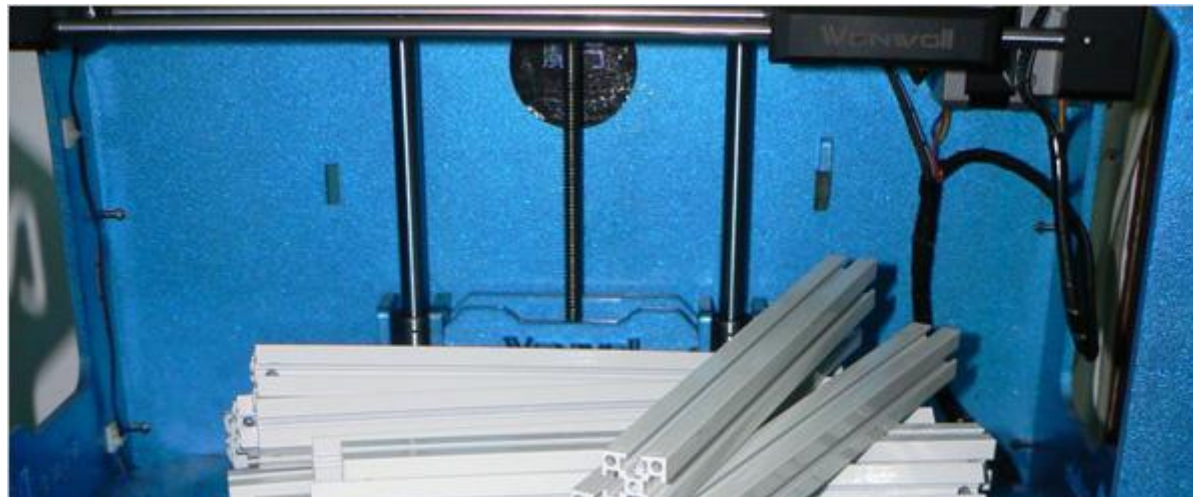
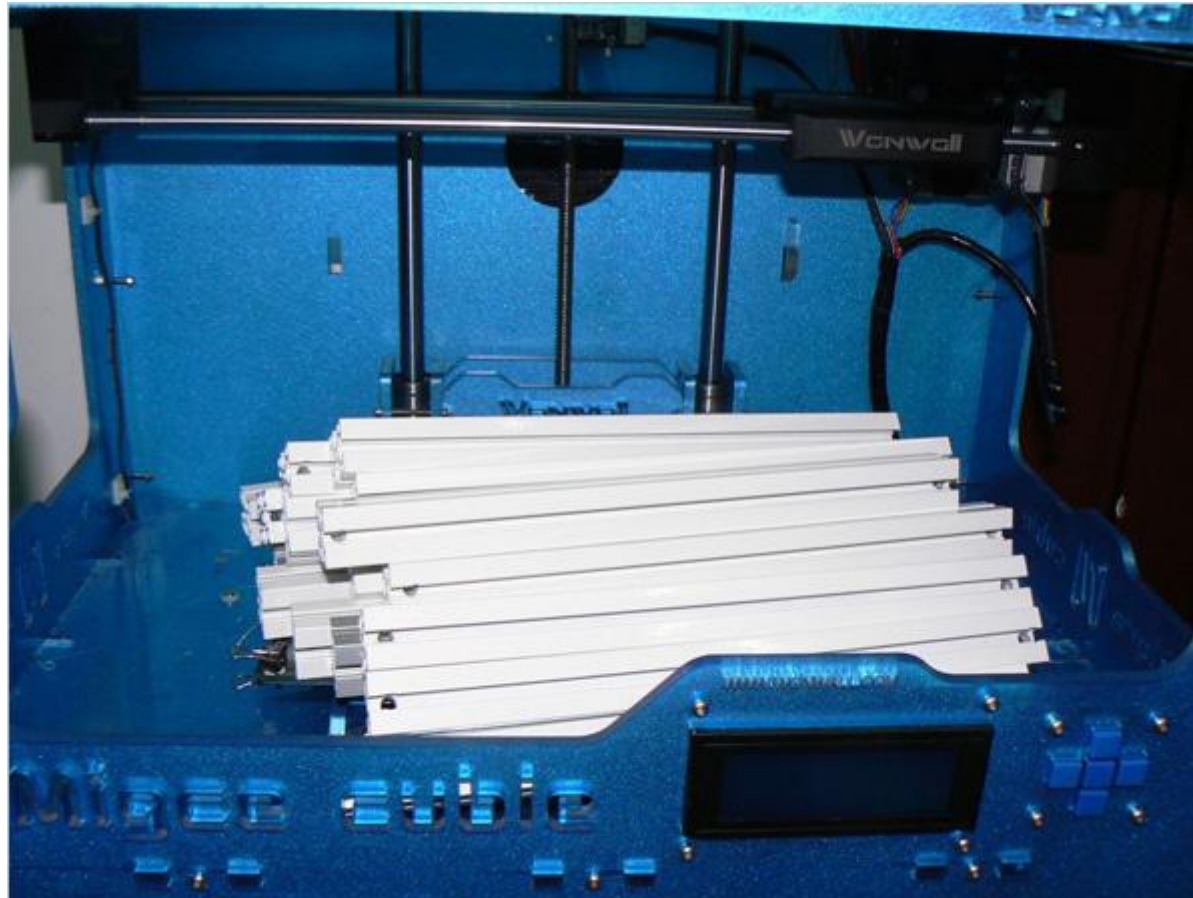


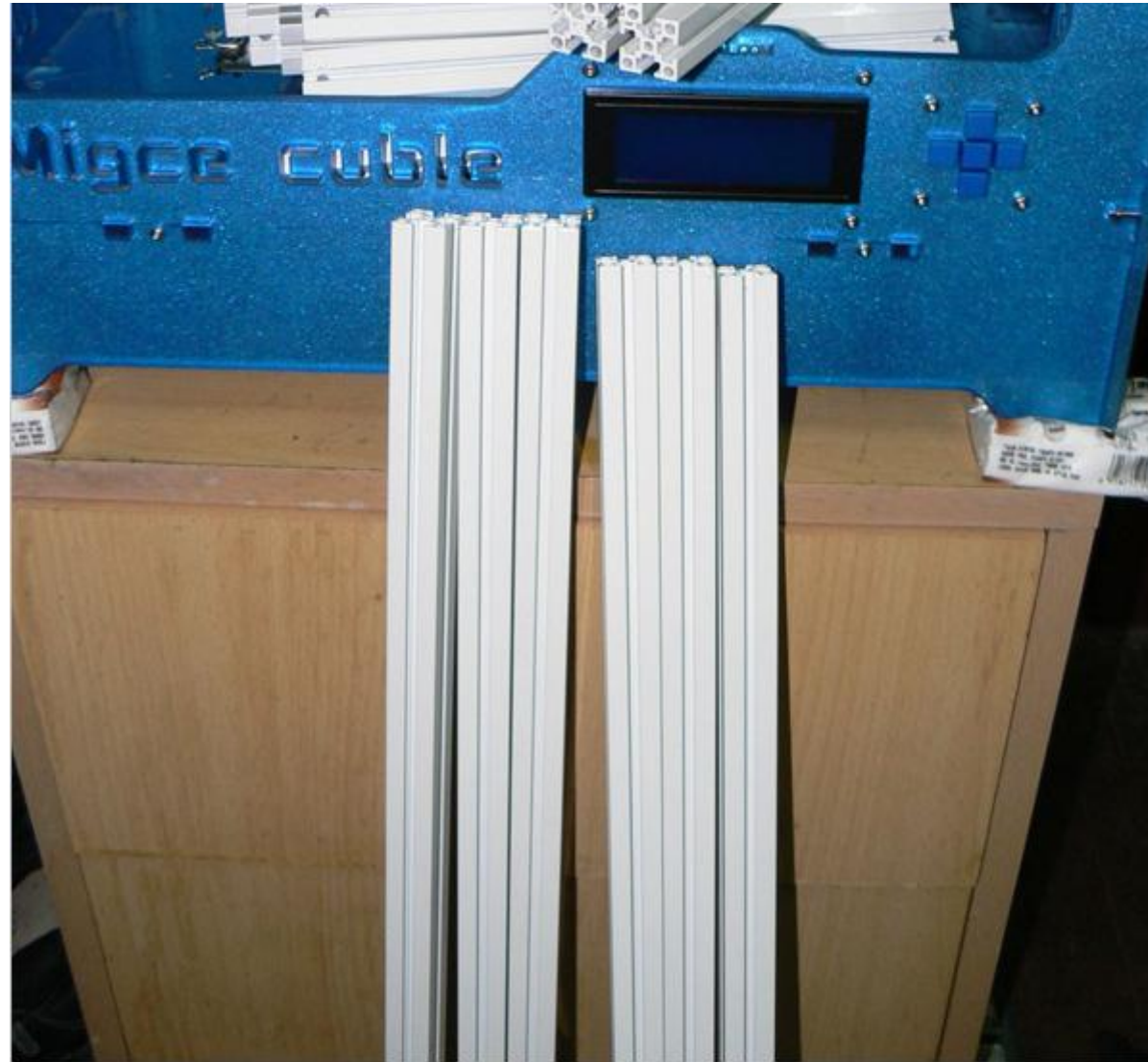


下面是一堆列印出來其他產品的零件。



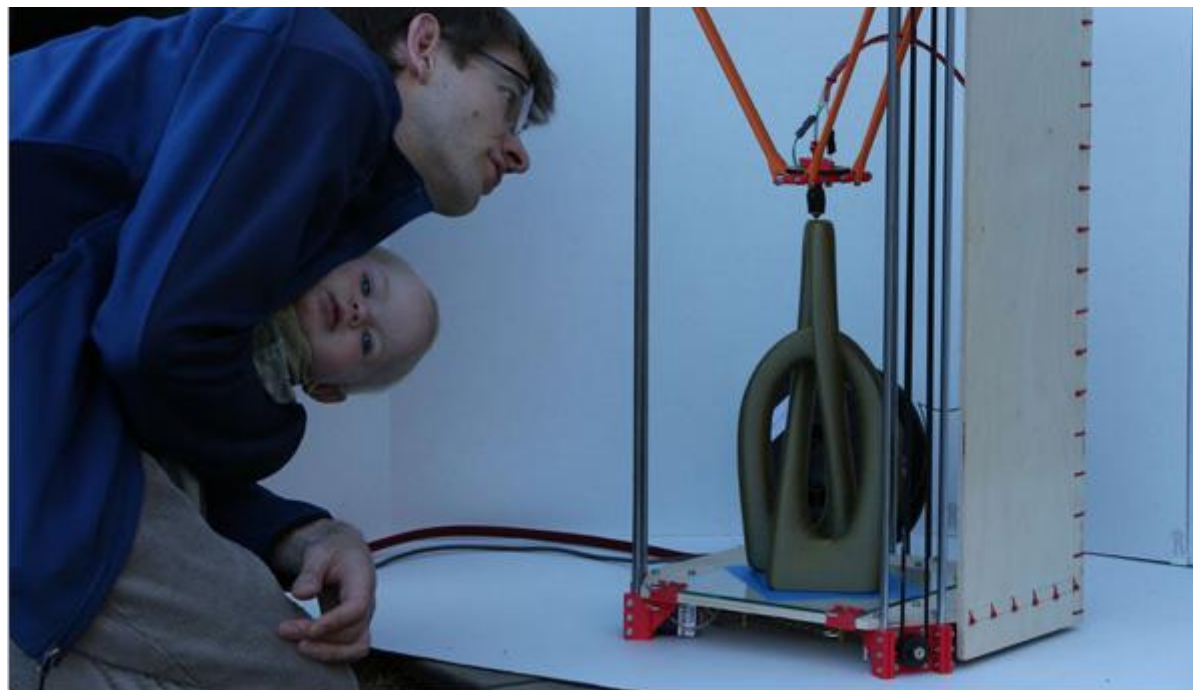
額外花費：因為老美的機器和國內的機器都是黑的要麼是鋁色的，想獨特美觀一點，所以決定上白色鋼琴烤漆，2020鋁型材烤漆三套花費250元，店家說如果量大的話每套不過25元，找的是家附近的鋁合金門窗店搞定。





國外論壇的圖，沒錯，這就是kossel另一個子系rostock。老外自己加大了尺寸，結果。。。三臂機型的優勢就是可以隨意加大框架尺寸。這點其他結構的印表機是很難做到的。所以建議新手第一台裝機務必要從三臂機型開始，以後升級很方便。

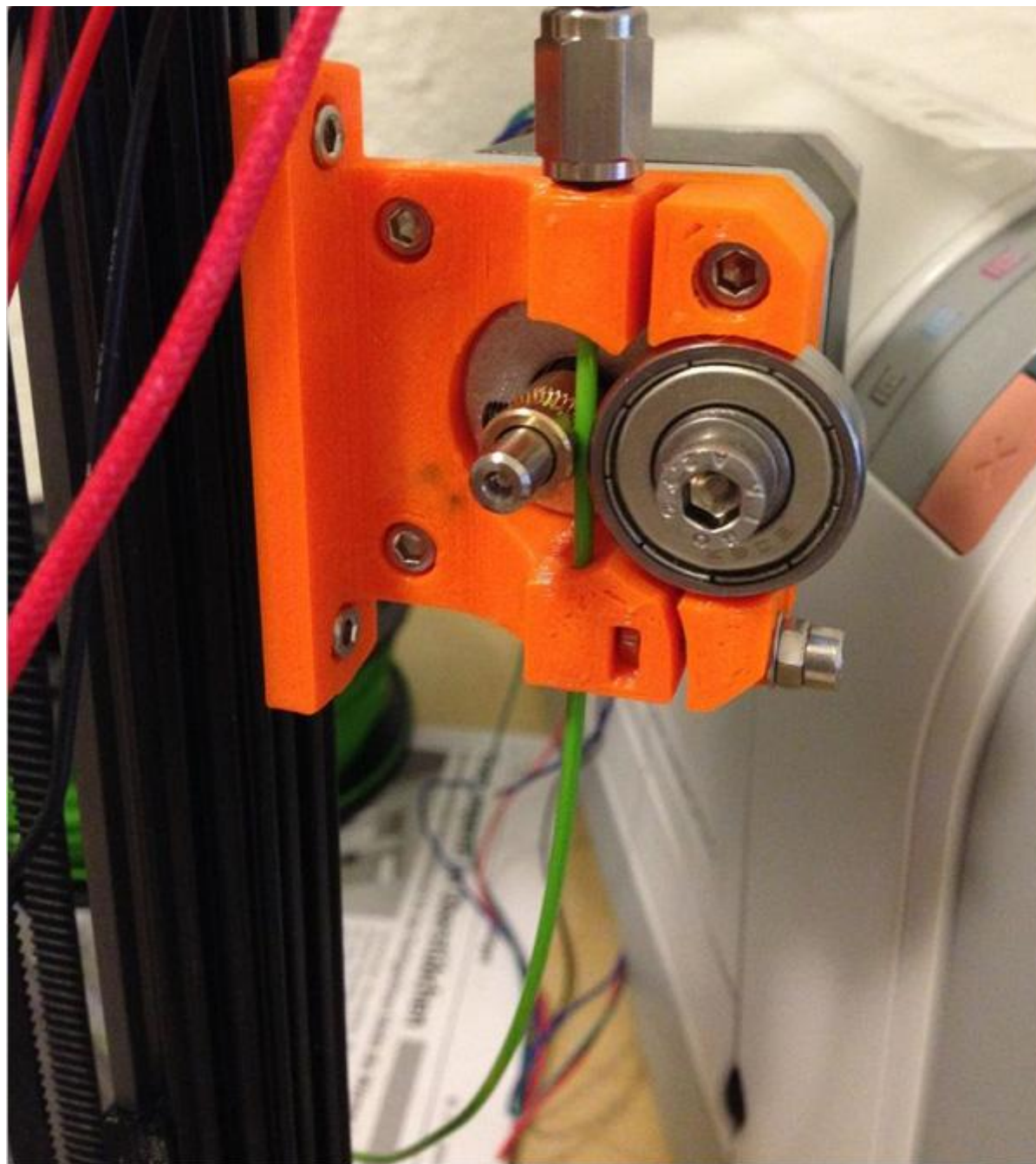




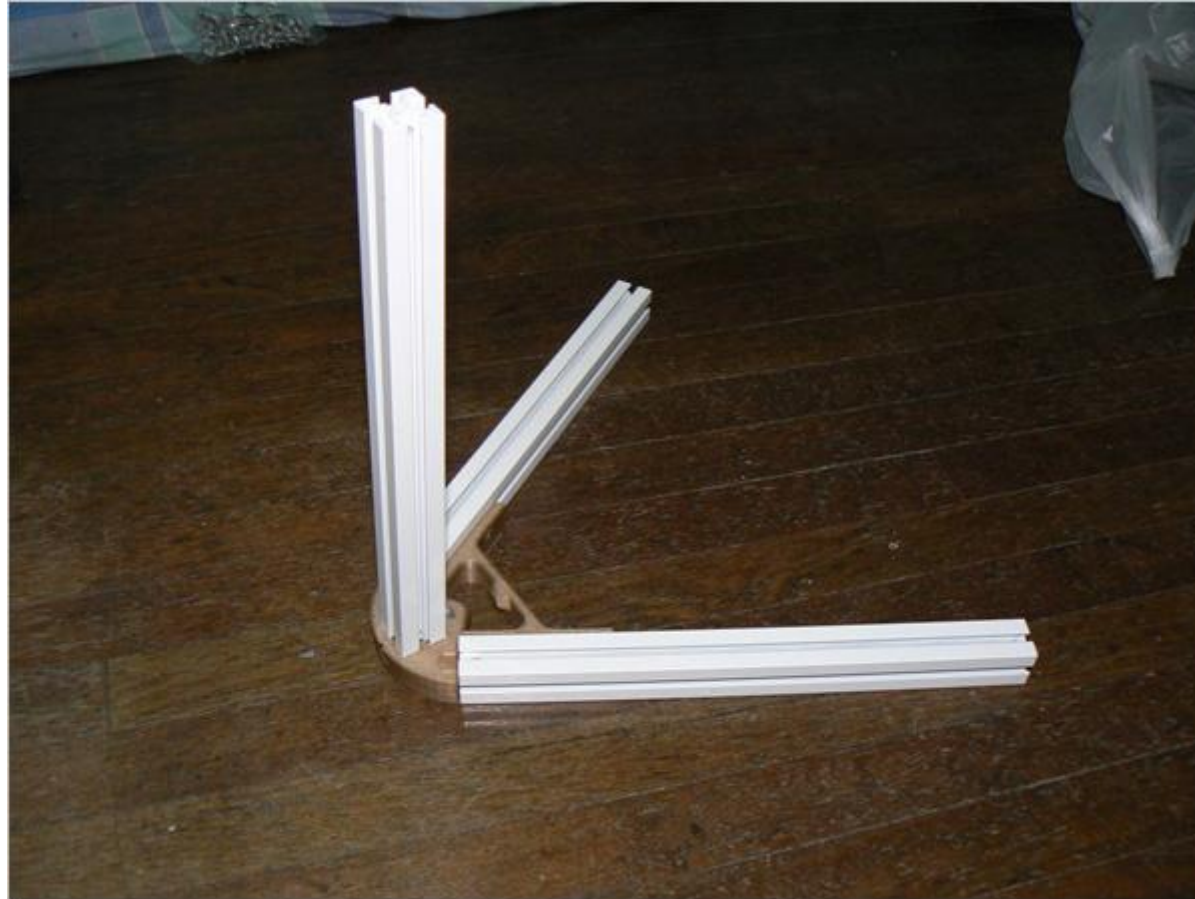
關於關鍵部件的擠出機步進這個成本大頭，國內很多玩家做法都是直接上原方案，我認為這是無腦的。原方案使用的送絲齒輪是11mm外徑的，而改良方案是使用5.5mm外徑的，這是什麼意思，就是用力矩比會差幾倍，11mm送絲輪送絲的話需要上很大的62mm 42步進（70元）或者更大的減速行星步進電機（200元）才能不失步，力矩要求基本在7.5n以上，但是如果換成了5.5mm外徑的送絲輪，就只需要5.5n左右的42電機（45元）就可以了。意思就是自行車爬坡的時候你如果上的是大齒輪檔當然累，如果上的是小齒輪檔就會很輕鬆。

我使用的方案：<http://www.thingiverse.com/thing:275593> Compact Bowden Extruder, direct drive 1.75mm





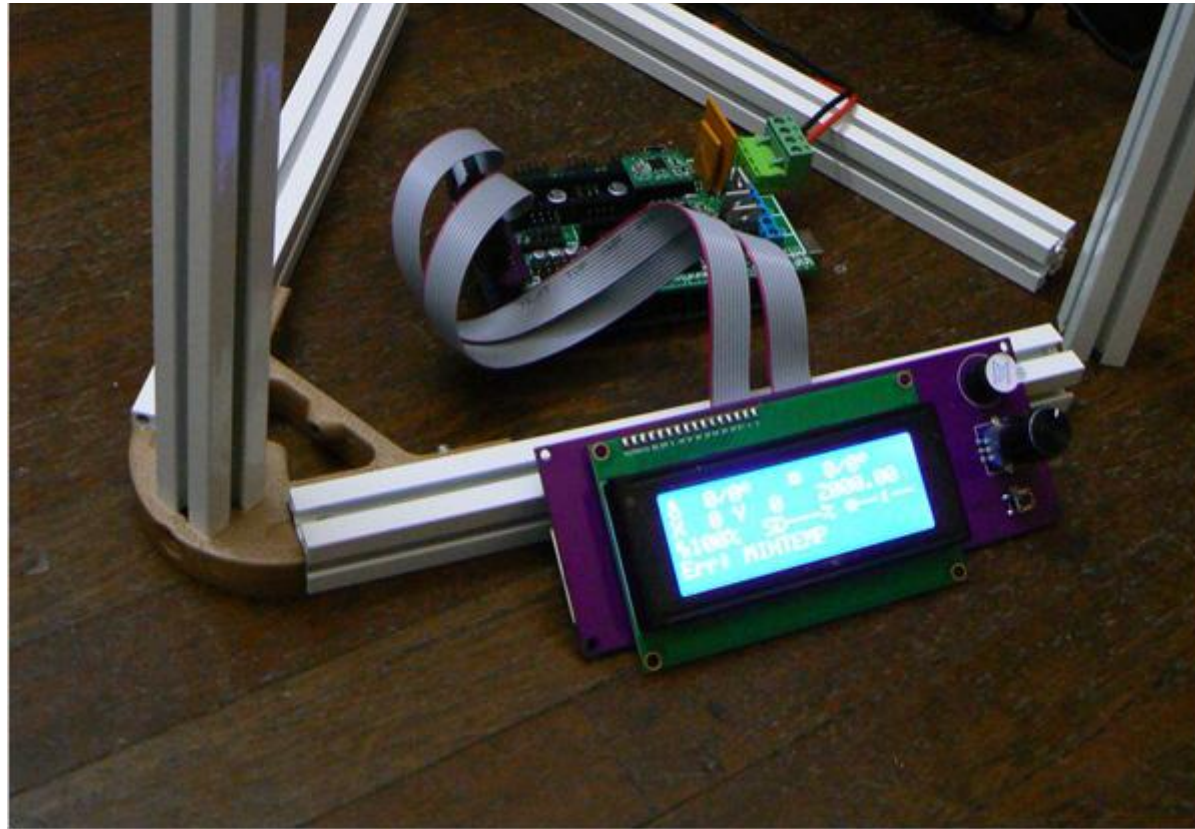
鋁框架烤了白色鋼琴漆，有點稍微變厚，所以對應部件要進行放寬鬆設計。鋁合金鋁型材為2020型材，需要240mmX9條 600mmX3條，合計需要3米，不過50元不到。





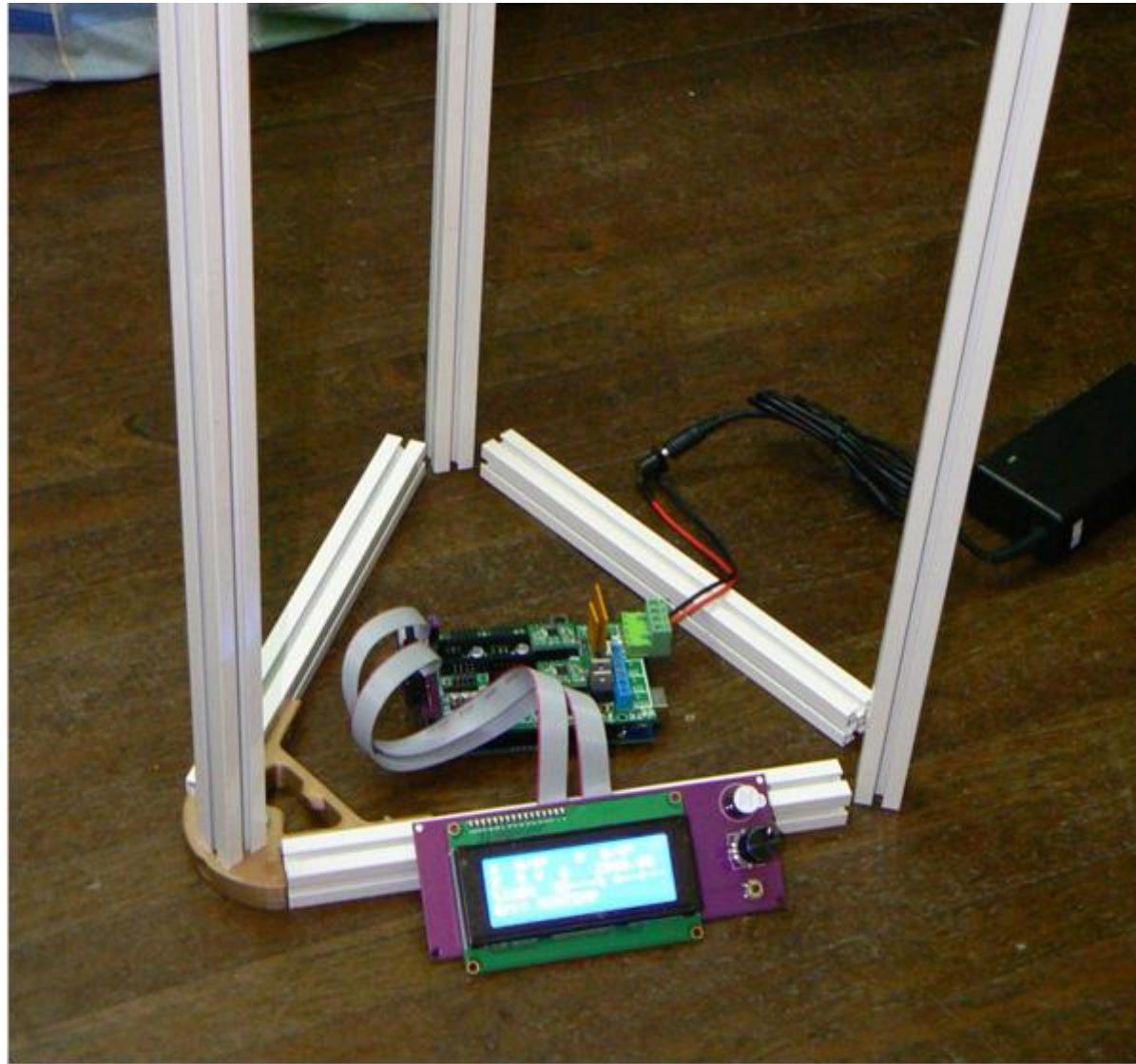
烤不烤漆自己選，用白色也是為了區分美版的黑色和國內的鋁色鋁管。





組合件還沒列印好，大概擺一下是這麼個意思。





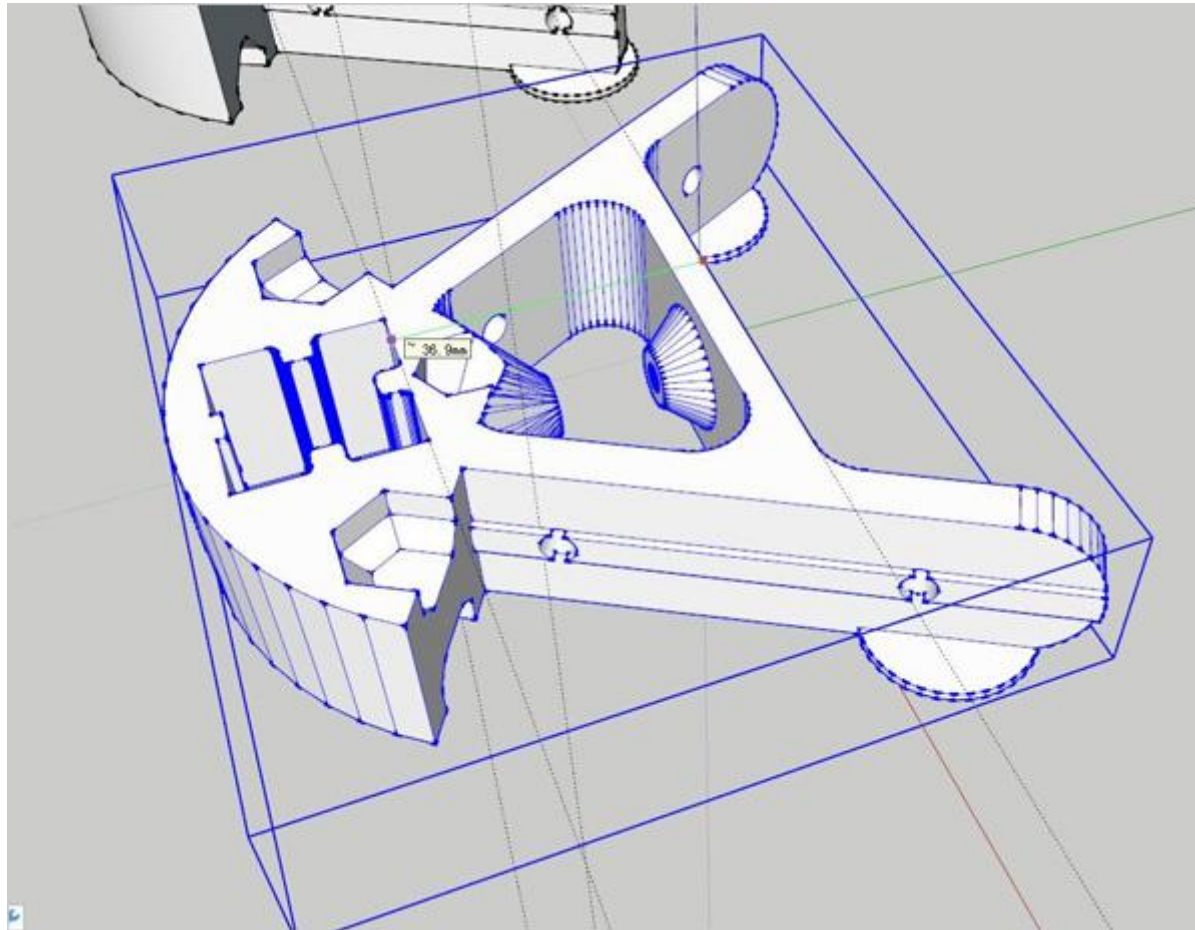
這幾天在改cad，支架零件的cad都改好了，適應國內2020的細扣管，不過列印出來有3度的誤差，搞得要重新列印。唉



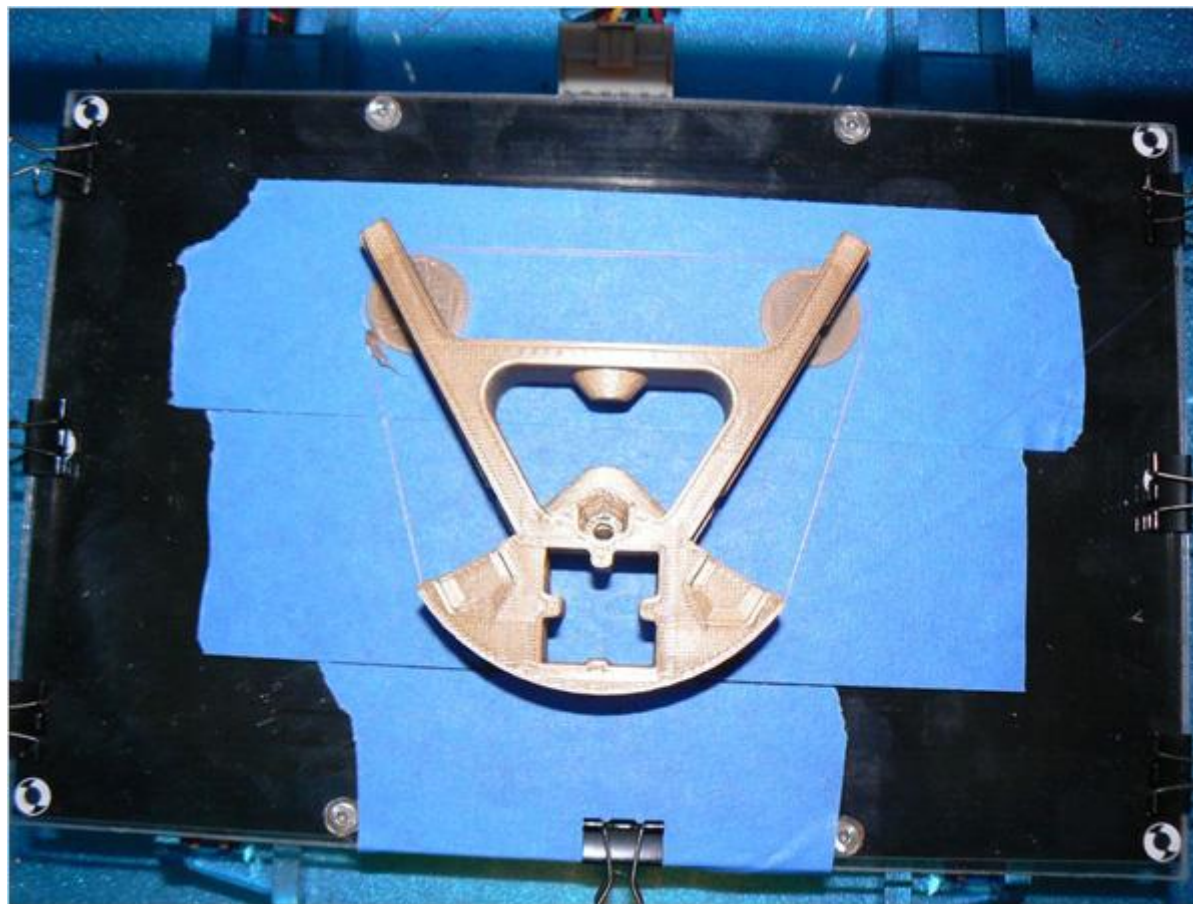


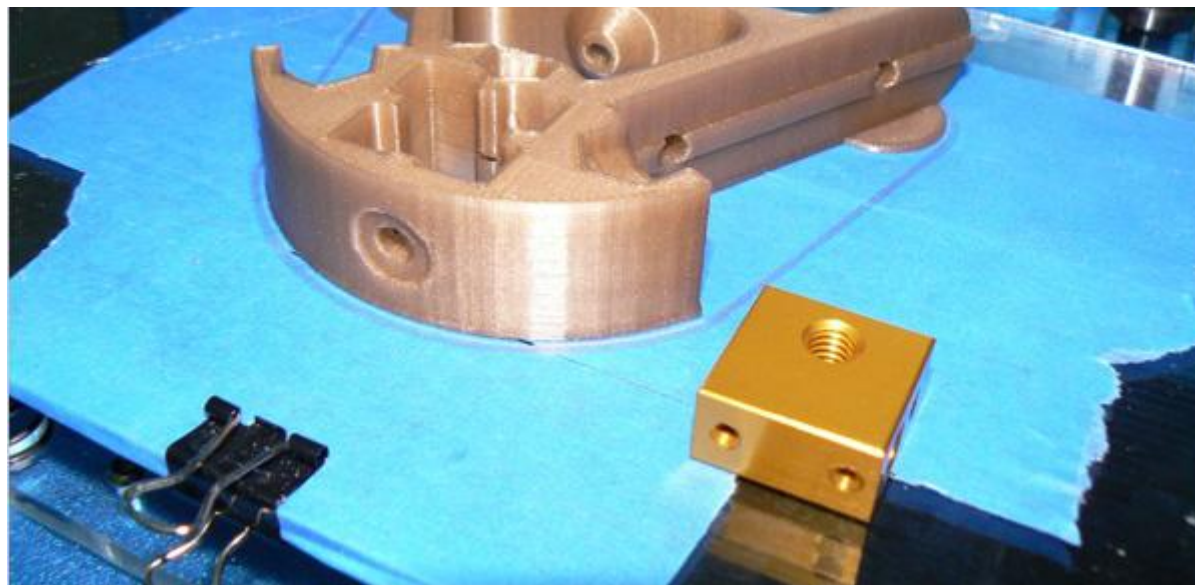
一直在糾結精度和誤差，可以想像，印表機框架做得好，列印精度才能上去。

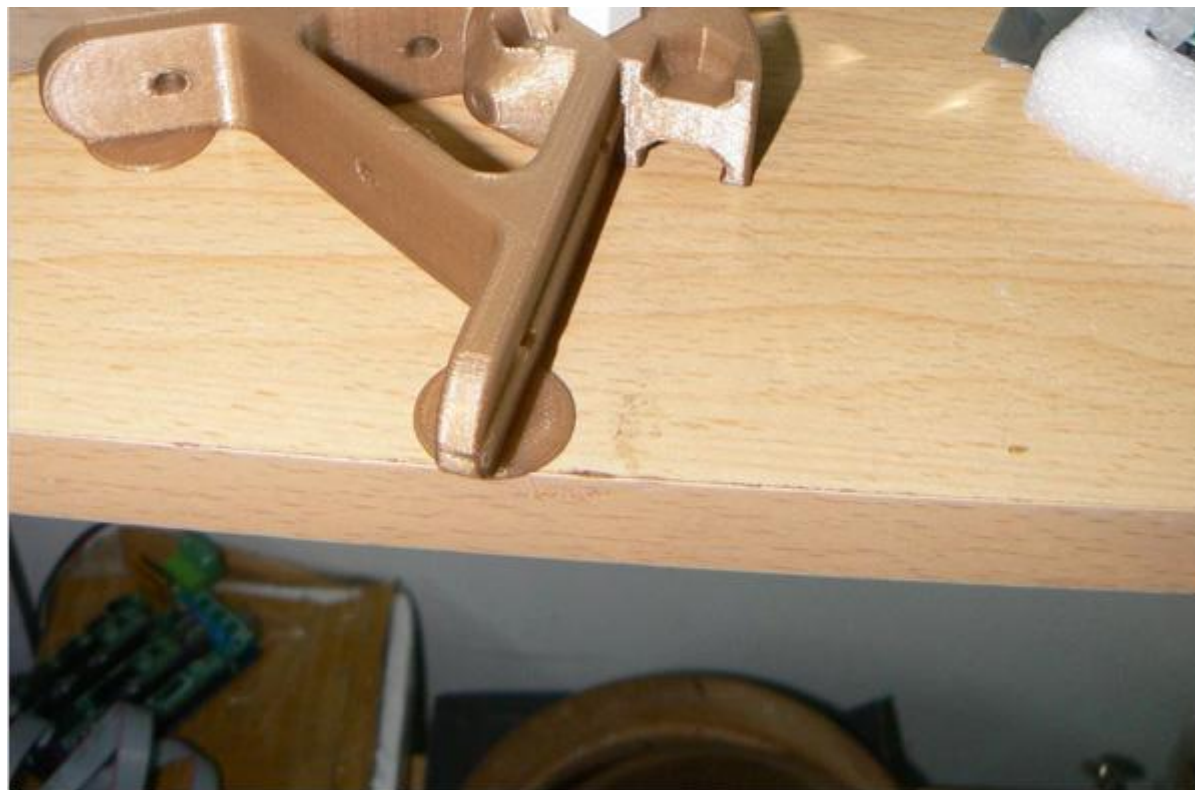


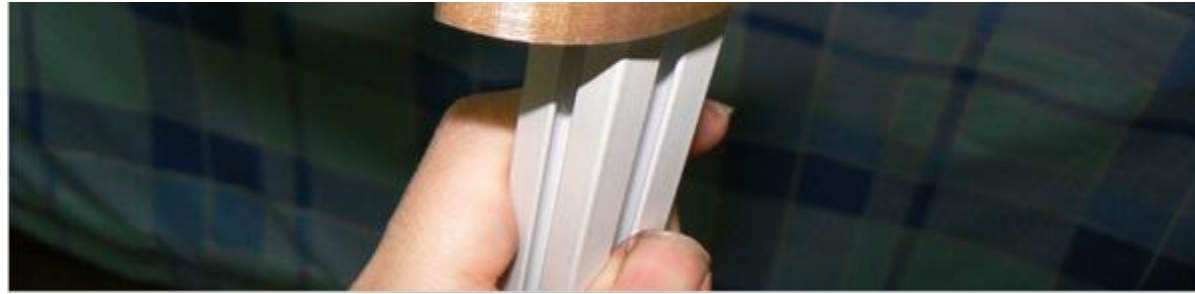


經過反覆調試，框架基本沒問題了，幾乎沒什麼誤差。框架設計圖cad文件會在製作改進完後放出連結。這個框架根據老美的1515版本改進的2020版本再改進成的2020窄版，這樣能適合國內的窄口2020型材，這樣鋁型材才能走滑車而不走高價的直線滑軌。









鑼鑼，kossel的頂部支架框架基本完成。

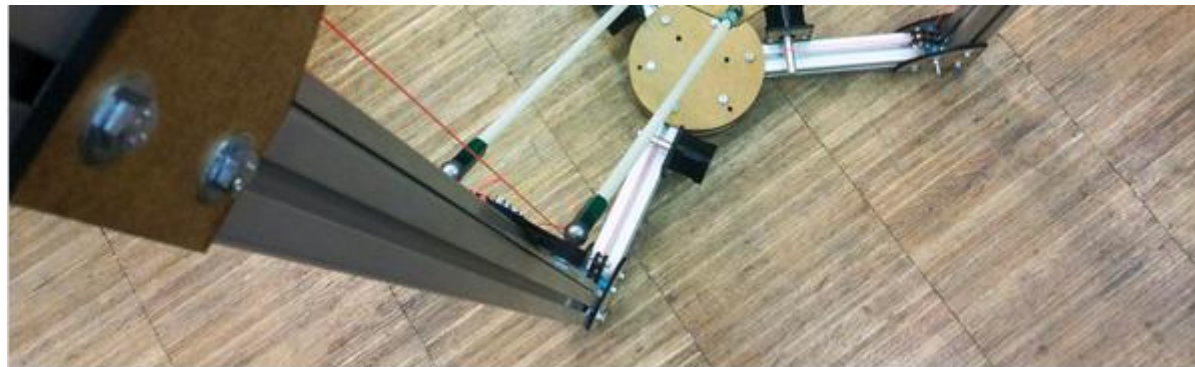




這是最低配置的delta式三臂機型了。同步帶，關節軸承，列印件都沒用到.....用的是繩索（釣魚線）來驅動三臂，絕對的delta超級屌絲機.....大家有興趣的話也可以自己做一下。

設計圖地址：<http://www.thingiverse.com/thing:199401>



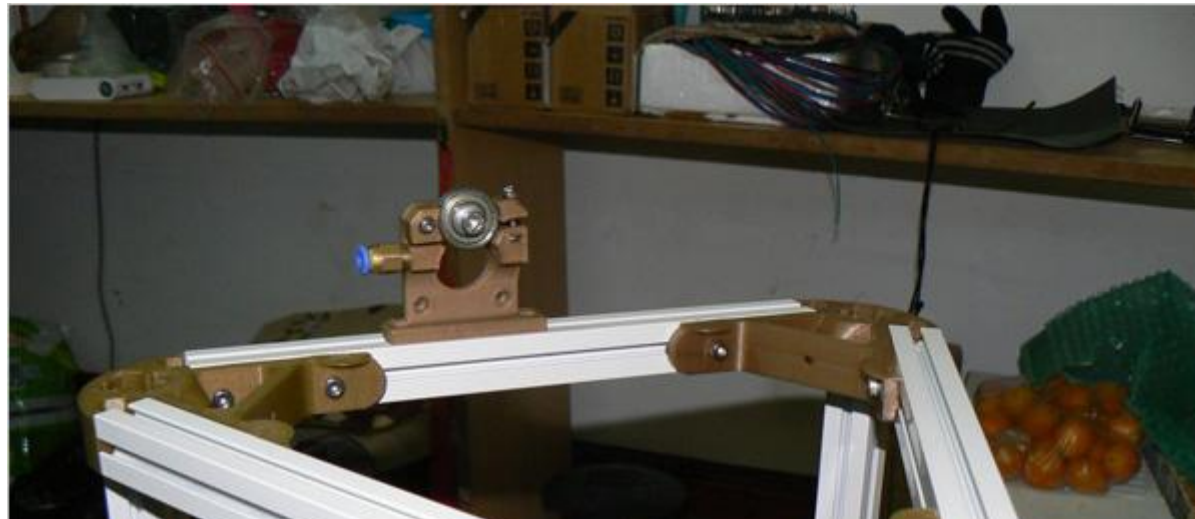


進度開始進入快車道，我現在每天修改cad文件，想把列印文件的種類從10多個縮到個位數內。減少零件的個數和種類有利於傳播，但是難度是不能降低性能和穩定性。kossel的第一步骨架至此基本沒什麼大問題了。





擠出機可以安裝在頂部，或者安裝在1/2高度，安裝在1/2高度可以有效加強精度，縮短PTFE管得長度。





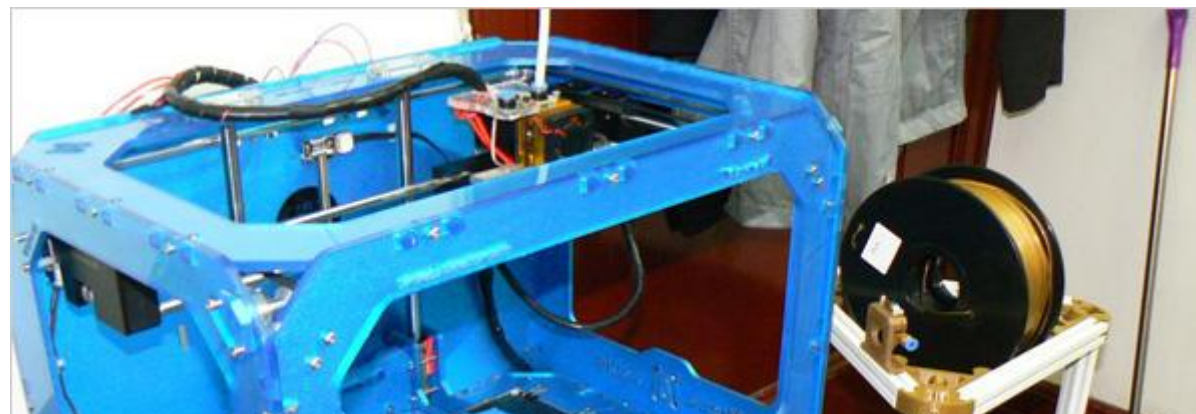
耗材可以橫放或者豎著放，也可以斜著放。



和makerbot replicator架構的3d印表機的體積高度對比。因為是三角長條型，占地面積很小。絲盤也可以不掛在背部。



makerbot像壯漢，kossel就像苗條的女人





下面是maximscy對於寫這個帖子的想法：

10年剛回國那時候，發現一個香港人在淘寶上賣reprap的盤古架構3d印表機，應該是叫「印塑堂」的極客工作室，那時候reprap國內也很少，國外也很少，所以這是最早的國內TB上的3d印表機產品，我要了個樣品，發現很粗糙，層高都0.3~0.4，偏移得厲害，因為那時候剛開始，所以國內真的沒對比和技術，所以那機型買的人也很少。所以就沒去關注這個機型。

到了13年年初的時候，離職開始自己干，發現makerbot的replicator和thingomatic架構開始在淘寶上躡紅，當時的3d市場還沒有現在這麼混亂，機種也不多，ultimaker架構開始在TB露臉。一些公司比較正規的開始依樣畫葫蘆地照抄這幾個架構的印表機，當然當時的製作成本還是比較高的，因為是新技術麼，都要定製零件，當時的國產印表機價格基本在5000+落後機型基本在4000左右。質量啥的有幾家還是過得去的，如閃鑄什麼的。

13年年中我自己裝配了一台replicator架構的香港改進設計的migcecube 3d印表機的套件，這個機型現在依舊是比較好賣的，因為價格不貴，而且樣子很好看。價格在5000左右。到了13年下半年，我發現了一些不對勁。

父母看報紙都會和我說「新聞今天在說3d印表機呢」，這時我突然意識到3d列印行業的一輪炒作開始了。仔細看淘寶的商品搜索，發現了幾個台灣人做汽配的，跑過來做一種叫做萬豪的品牌，當然也是清一色的抄襲makerbot設計，還在TB上刷評論刷銷量，我對其頁面抄襲其他產品的產品冊和產品設計

非常反感。他們只用了幾塊亞克力板還宣稱自主設計，我覺得這樣做生意不好，這樣做人不正。然後漸漸地，我發現國內隨著炒作入行3d印表機的公司或者團隊越來越多了，不過基本上從來沒有背離過抄襲這條路，基本都是成本千元左右然後賣個4~5000左右，質量開始層次不齊。

到了14年，部分良心商家，大學生團隊出的套件價格開始跌到2~3千區段，部分機型還是可以的，前幾個月國內的corexy架構自主設計得印表機開始點名時間眾募，價格在2880元我覺得是非常好的，前幾天美國的團隊推出了199美元的3d印表機，尺寸不大但是這個價格一出貨，國內大部分不良商家肯定會被迅速擠出舞台。因為我經常關心，所以基本了解成本，所以請小白們務必不要買超過4000元以上的3d印表機。

一個朋友前幾天說，某某公司的誰誰誰集了100萬不到，準備請幾個大學生和兼職工程師開始入行3d印表機行業了，其說這行業不難，趴點開源技術，切割幾塊板就可以做了。我覺得其實這正是大多數不良商家的現時心態：賺一票就走。

然後就要說到kossel，我認為這台印表機的架構是非常好的，其擴展性比其他封閉架構的印表機不能比擬的，你只要按照kossel設計團隊提供的算法計算，就能算出框架尺寸，做出一個房間大小的巨型kossel。

我出這個教程和今後擬眾募，其實就是想推廣kossel，當然是改進後的中國零件版kossel800架構，因為我覺得如果這台機器套件能做到1000元以內，那麼這個方案是極其可能鋪開來的，目的其實還有一個，就是把TB上那些賣3999、4999、6999和10000多的kossel方案的不良商家趕出（如果你精良，賣高價還情有可原），他們是違背開源精神的。

而且，往往這些商家還不能提供售後，賺了錢就走人。所以我希望，生態圈不要被他們搞爛了，是時候請他們滾了。

OK，咱們繼續，說下做框架階段的一些細節。

這是國外玩家設計的滑輪滑塊CARRIAGE方案，這個方案能有效降低成本，全套40元左右，替代掉200~300元左右的直線滑軌，精度經過測試相同，而且有直線滑軌沒有的靜音高速特點（600mm/s）。1515 19mm直徑方案由兩位國外玩家提出，2020國內鋁型材27mm直徑滑輪方案我會稍後放出。





暗金色（銅本色）的材料配色顯得質感還不錯，也建議大家嘗試。





下框架本來是用三個大零件安裝，每個列印需要至少4小時，現在我改成了和頂部框架使用一種通用零件，改動了零件設計，加了步進孔位，使步進機和2個支架合體成為一個大零件，減少了零件種類，和列印巨型零件的時間。







修改了N個版本，終於有個滿意的了.....







大概設計了5種，都說老外慫設計也是，除了厚實其他都不管了，搞得列印的時候因為上下溫度不同收縮而容易翹邊，如果這種方案出去，別人做不出來是要罵人的，所以改成了支架結構設計，不損失強度，又容易生產列印複製品.....



下面是老外的原設計，又厚又難列印，列印一個2小時，又會翹邊，改版的列印時間1小時10分。基本不會翹邊了。



印刷滑輪模塊，測量精度。簡單而又粗暴=枯燥。





還有就是造遠程擠出機。擠出機的設計者應該是個德國人，叫schlotzz，遠程擠出機設計圖地址：
<http://www.thingiverse.com/thing:275593>





稍安勿躁，不要再最後關頭出岔子，東西其實已經差不多了，不斷調試改進中.....





4月22日說明：

主要原因是我覺得裝好kossel並不難，難的是後期的調試和改進工作。機器用到的各色螺絲和零件我一直在做減法，還有連接件方案也一直在改。關於thingiverse上的那個2020方案實際上使用的不是國標的2020鋁型材，而是歐標的2020，所以型材槽位開口過大，大於6.5mm，所以是不能使用滑輪方案和一些後期改造的，（滑輪厚5.5mm）基本只能使用直線滑軌的，而且可能一些滑軌的開孔和其2020的也不同。這樣就不利於普及。

再者就是工作室的任務，手頭還有5台機器要做，其實我們可以保證每天完成一台kossel的裝配，但是我覺得依舊不能夠保證很好的質量，如果質量不能保證，就不能出貨，這是原則。說到質量，3D印表機比較關鍵的問題說到底就是精度和易維護性，精度由生產設備、供貨、設計、經驗決定，如果我現在做的是一個玩具，那麼我大可不必這麼糾結著1mm以內的問題，不過正因為我做的是3D印表機。可以想像，如果大家diy或者買了一台機器，要三天兩頭維護，即使機器賣1000元以內也無濟於事。

最後說下，關於kossel的血統——reprap，reprap 3d印表機有著一個比較明顯的血統觀念，那就是自己能生產自己的零件（非標件），如果你有了一台kossel，那麼你就能生產齣兒子kossel，孫子kossel。這個血統是其他3D印表機不具備的，也是其不使用工廠生產非標件的一個原因，這也是開源硬體的一個有趣的地方。



用垃圾桶和印表機比下大小，再簡單用金屬貼紙裝飾一下。







老外的滑塊設計理念容易因為形變產生傾斜，所以昨天又推倒了滑塊重新設計了滑塊，降低誤差。





程序控制都是現成的，不需要什麼高深的編程知識（但是如果你一點不懂...呃，也不會點進來看了吧）。用的是arduino，非常流行的單片機了，就不多說了。最後的最後，送上kossel自行採購版的零件清單：<http://tieba.baidu.com/p/3149701697>





點擊可查看原版大圖



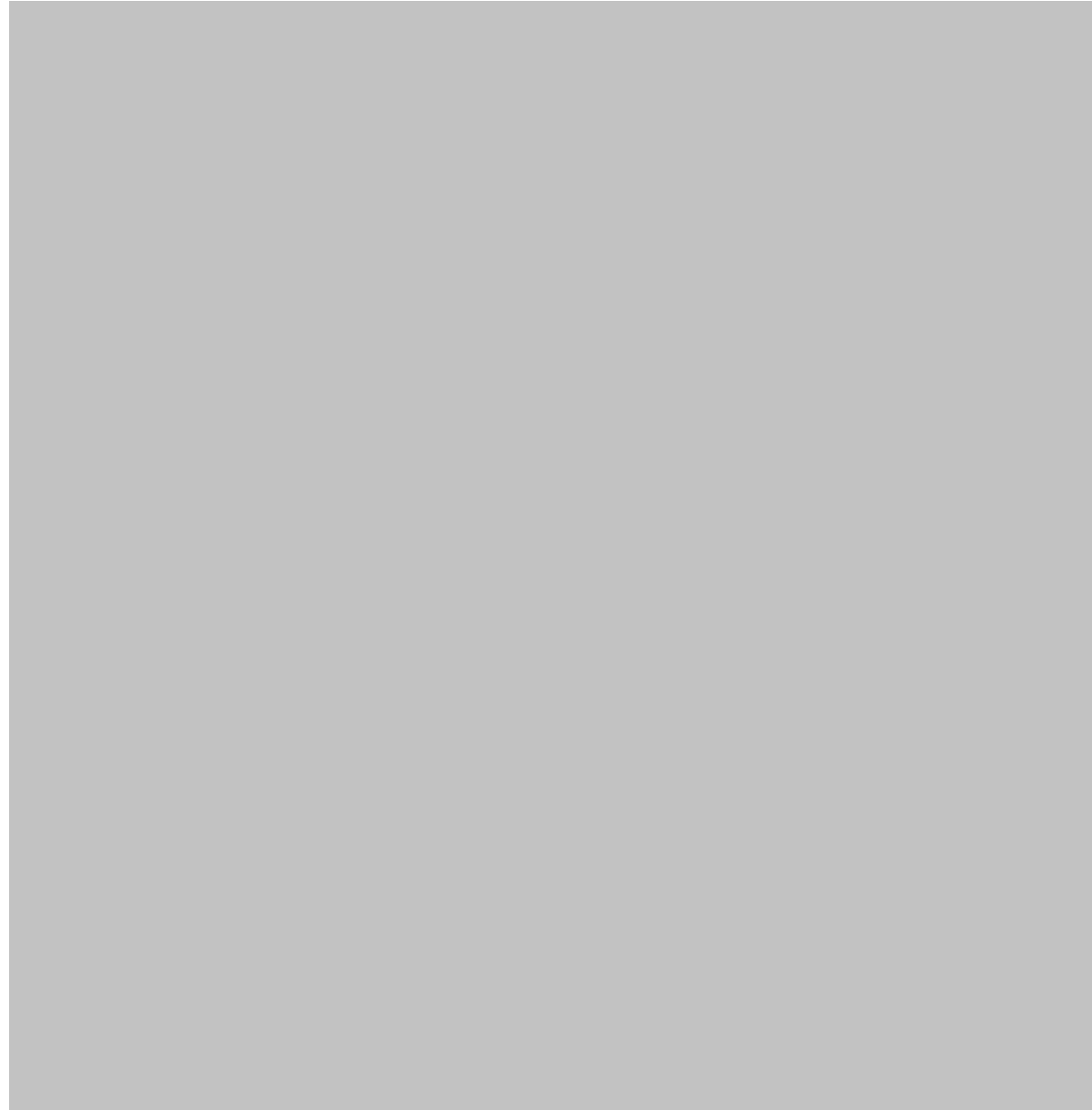


點擊可查看原版大圖



教程基本就這些了，下面的大家可以選看。

kossel不停地單性自我繁殖。增殖速度隨著kossel的數量增多而變快，如果有10台kossel，繁殖一台kossel的非標件只需要2.5小時。





第一個演示視頻：http://v.youku.com/v_show/id_XNjk3NDg0NDI4.html

昨天去卜蜂蓮花買東西，搜颺了一個馬培德的圓規和卷筆刀。還搜颺了個拇指滑板和發條火車拿回家研究研究，某些設計或許可以加入到kossel中。





半夜裡開機刷零件，銀色測試機新零件有點小問題，順便將小夥伴們定的小賤鍾零件做好了，準備吃早飯。強磁三臂目前比較順利，估計這幾天能開始各種測試。





fff和fdm熱堆積成型的模型放大看就是這個樣子。





強磁關節三臂的底座設計第一稿，兼容kossel原版的三臂底座設計，尺寸不變，可以上原版滑輪，也可以上原版滑軌，不用改動固件中的某幾個尺寸，咬緊皮帶設計，可以不使用環狀同步帶。具體還要測試測試。



強磁三臂設計基本搞定，不斷測試中。切割的工廠也聯繫好了，切割能做到 $\pm 0.2\text{mm}$ 也就是2絲。三臂是比較關鍵的部位。



每天開機10小時左右，測試強磁三臂的耐用性和不確定因素，強磁三臂有幾個小問題，不過瑕不掩瑜。有趣的是可以把2台kossel疊在一起.....









kossel800 強磁三臂滑輪小比例擠出機的120mm/s高速列印測試視頻：
http://v.youku.com/v_show/id_XNzEyMjM2OTQ0.html



說老實話，我也沒有想到kossel的滑輪方案精度一點不遜色於其他方案。圖中的Maker Faire Robot小人是測試印表機各項標準的測試模型。主要測試印表機的無支撐、定位、懸樑、擠出均勻、精度等各項水準。













下面是老外的失敗案例：





birdcage鳥籠測試是一個比較苛刻的3d印表機測試模型，一般熱堆積fdm印表機很難完美列印，sla和dlp則能勝任，因為模型太小，而且每根鳥籠柱子都測試印表機的高速抽送絲的能力，如果是遠端擠出機印表機，抽送絲能力則關係到是否會拉絲。所以非常變態。

下面是kossel800失敗三次後的測試結果：





這是老外的失敗案例：





還有老外用優越的DLP光固化印表機列印的模型：





使用inkscape Freecad製作的1米巨鍾：






樣品快速製作中 心047611691

3D列印設備3台,RT矽膠模
CNC樣品製作。機種齊全業
界最多，免委外，不怕參觀!

cid.com.tw



文章來源：太平洋電腦網 (/rd/SIG=27epghq/*http://office.pconline.com.cn/583/5833244.html)

 喜歡這篇文章嗎？快分享吧！

最全最專業自製3d印表機製作教程分享 (/jL8anx.html)

玩轉3D印表機 篇一：從修復Makerbot TOM 3D印表機說起 (/3dNko4.html)

【項目發起】千元組裝一台大型3D印表機全教程前言 (/D53Ed4.html)

從零開始，給自己設計一台3D印表機 (/5Q0yzk.html)

最具自我複製能力3D印表機Snappy面世 (/KBjy7R.html)

小白必看：主流3D印表機結構優劣對比 (/aLER.html)

German RepRap推出第三代X400 3D印表機 (/gkmy7.html)

乾貨|3D印表機什麼牌子好？ (/My5E0N.html)

真相值得挖 桌面級FDM 3D印表機精度如何？ (/aEmAxx.html)

牛！3D印表機IcePick Delta不使用線性推桿和軸承 (/3RzQDy.html)

混凝土3D印表機性能升級 列印高度達10英尺 (/KEyEeL.html)

10微米的比拼 9款3D印表機華山論劍 (/QeD5GG.html)

國內最好的3D印表機品牌哪個好，多少錢一台？ (/ADDDRO.html)

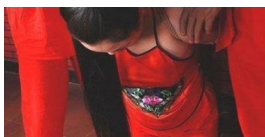
3D Hubs發布8月份《全球3D列印趨勢報告》 (/AD7LAm.html)

更多好文等你來搜尋

Powered by Google



她已香消玉殞16年，
如果還活著會比范冰冰
趙薇紅嗎？



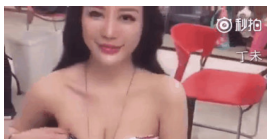
很黃很暴力 揭秘古代
監獄裡如何處置女囚



一字領千萬別亂穿，胸
大肩窄的姑娘，這樣穿
才性感漂亮！



范冰冰這部戲如果讓李
晨看了之後，李晨會是
什麼反應呢？



我想知道這衣服是怎麼穿的，明顯不合身



美女麻醉6小時 告訴你人性到底可以多黑暗



中國歷史上十大武將：關羽墊底，第一名最沒有爭議



你的姓名註定今生跟誰是一對？（准到嚇人！）



蔣介石丟掉整個大陸只因下錯了一步棋！



鞏俐遭老外集體歧視，丟的是誰的臉？史上最尷尬！



38部日本禁播獵奇動漫，你看過幾部？



絕對讓人震驚的駭人照片！不看後悔一生



她是劉文正的高徒，騙走王傑的車子房子，遭老公劈腿拋棄如今單身

