

# KOSSEL MINI

## 制作手册



作者: BLOMKER INDUSTRIES  
翻译: 宋斌 tensunsong@qq.com



#Kossel Mini

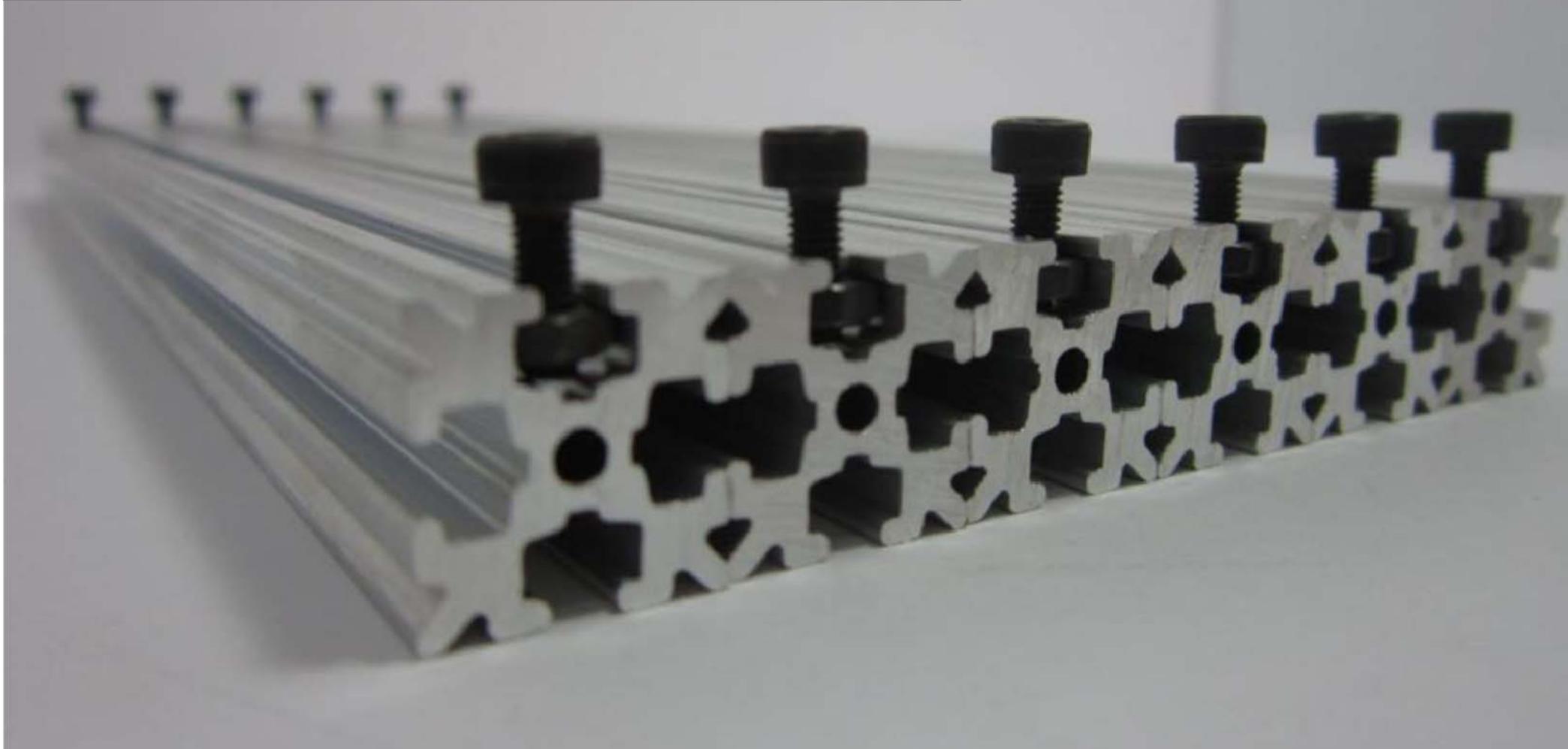
一款简约并有革命性结构的 3D 打印机  
Johann Rocholl [[reprap.org/wiki/Kossel](http://reprap.org/wiki/Kossel)]

#制作手册

采用简单易懂的形式，一步一步的介绍 Kossel Mini 的制作过程。  
Blomker Industries [[blomker.com](http://blomker.com)]

我们开始吧！

为制作推杆所需准备的夹具



注意：请在制作机身框架前，先完成{A}章和{B}章的制作。制作{A}和{B}章所用的铝合金型材和制作框架的型材型号相同。

{A01}

铝型材 240mm = 1 根

M3 x 8mm 内六角螺丝 = 2 根

M3 螺母 = 2 个

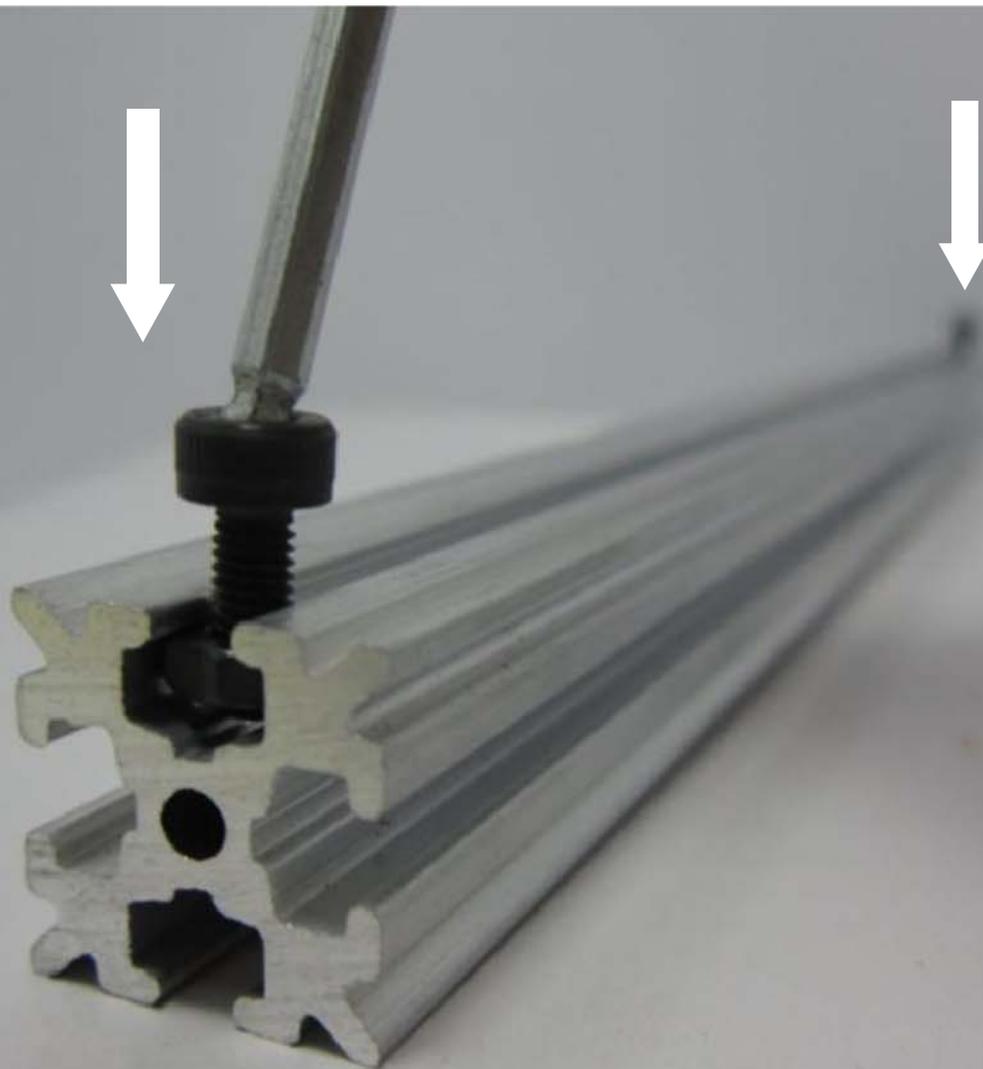
[零件准备]

推杆装配夹具材料需求如上。

{A02}

[工具]

M3 球头内六角扳手



[组装]

将 M3 螺母放入铝合金型材的槽内，使用 M3x8mm 的螺丝拧紧。同样的，在型材的另一端也安装一组。

{A03}



[重复步骤]

重复 {A01} 到 {A02} 步骤，如图所示，共制作 6 组推杆装配夹具。



我们继续吧

装配推杆

注意：推杆的制作质量，将决定整个 Kossel Mini 3D 打印机的整体精度。请将{B}章全部看完并理解后再开始制作。

{B01}

Traxxas 球头 = 1 个



Traxxas 拉杆 = 1 个



M4 x 20mm 无头螺丝 = 1 根



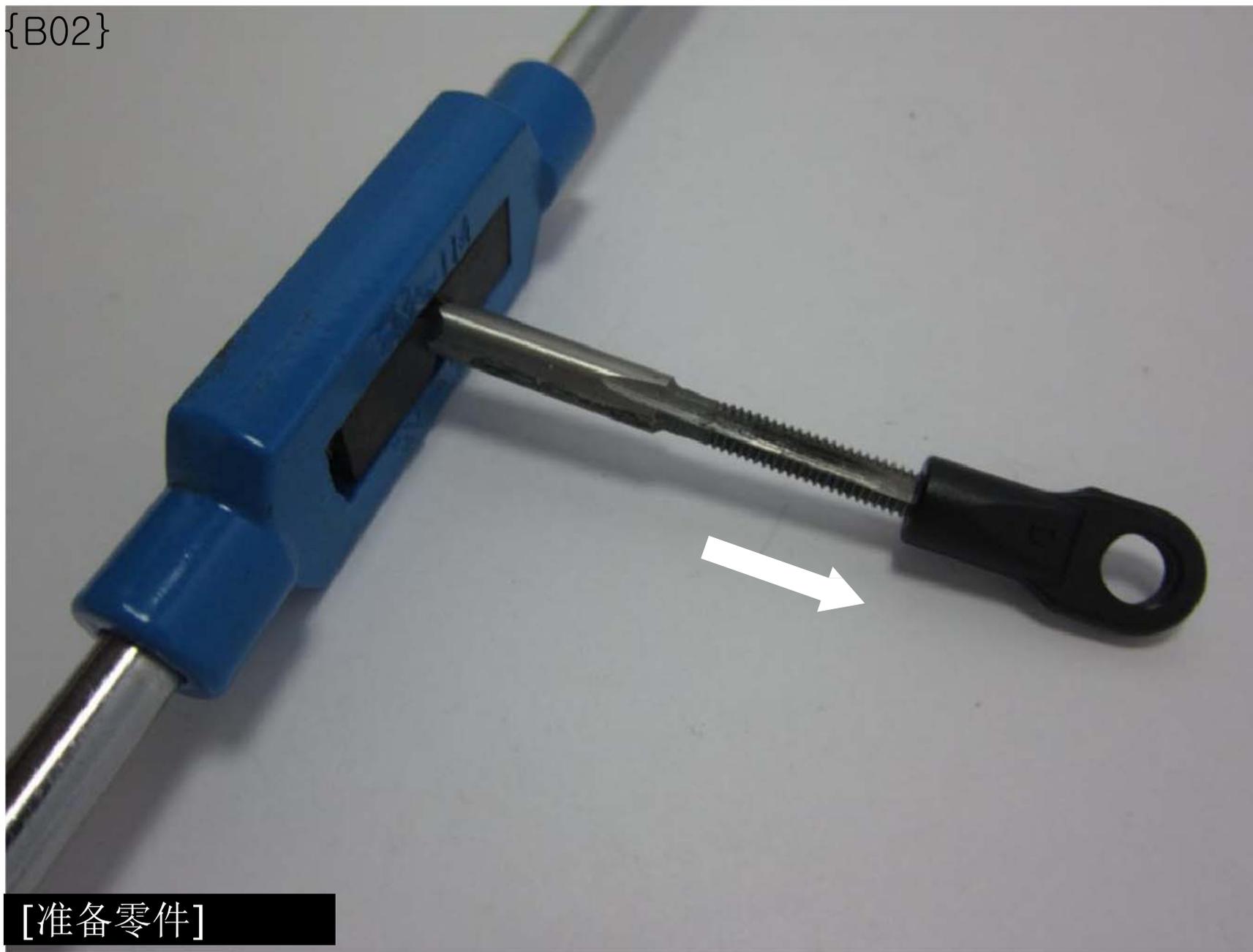
[准备零件]

制作推杆两端所需零件

{B02}

[工具]

M4 攻丝



[准备零件]

用丝攻在 Traxxas 球头拉杆上绞出 M4 螺纹

{B03}



### [组装]

将 Traxxas 球头按进球头拉杆，并将 M4x20mm 无头螺丝拧入螺丝孔。!!! 请注意螺丝和球头拉杆的同心度。

{B04}



**[重复步骤]**

重复{B01} 到 {B03} 步骤. 如图所示完成 12 组推杆头制作。

{B05}



180mm 碳杆 = 6 根

推杆头 = 12 组

[组装部件]

组装推杆所需零件

{B06}

[零件]

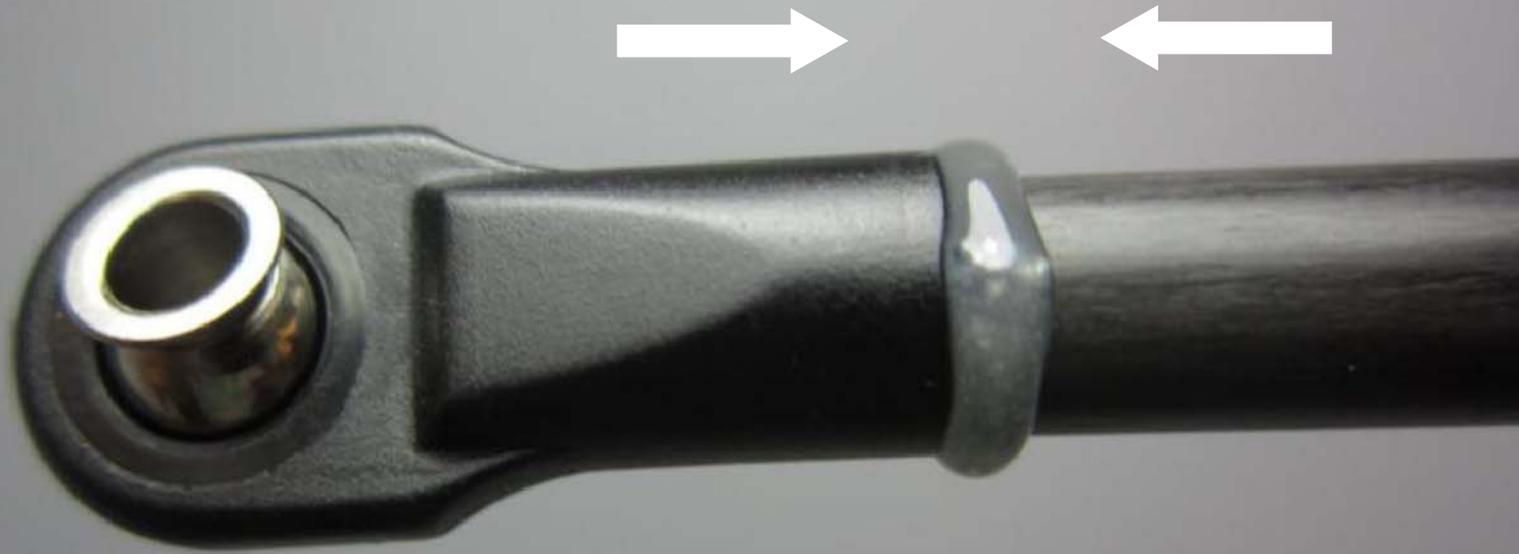
慢速凝结环氧胶



[组装部件]

在推杆头螺丝部分涂上环氧胶

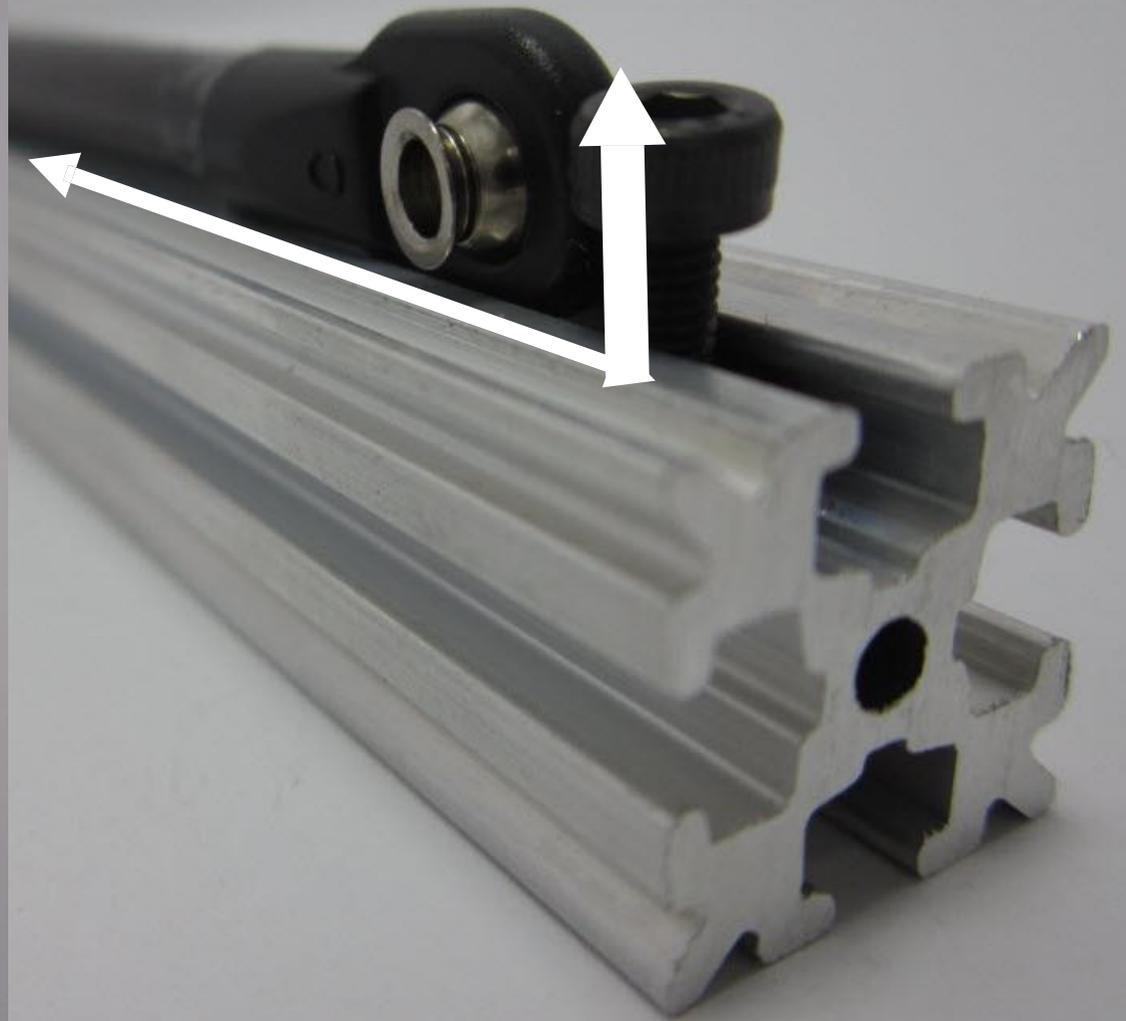
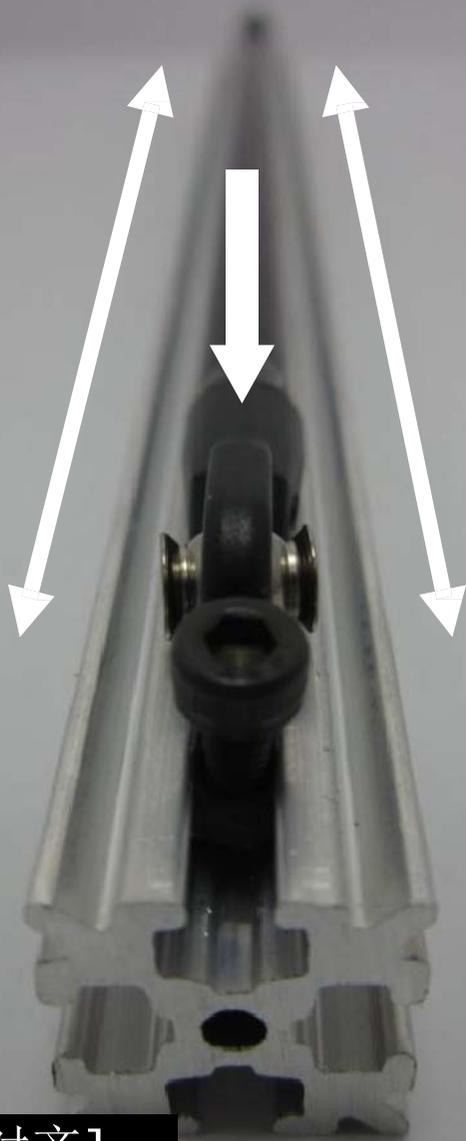
{B07}



### [装配]

慢慢的将推杆头插入碳杆中，可以让一些胶水流出也无妨。重复 {B06} 到 {B07} 步骤制作所有的推杆。

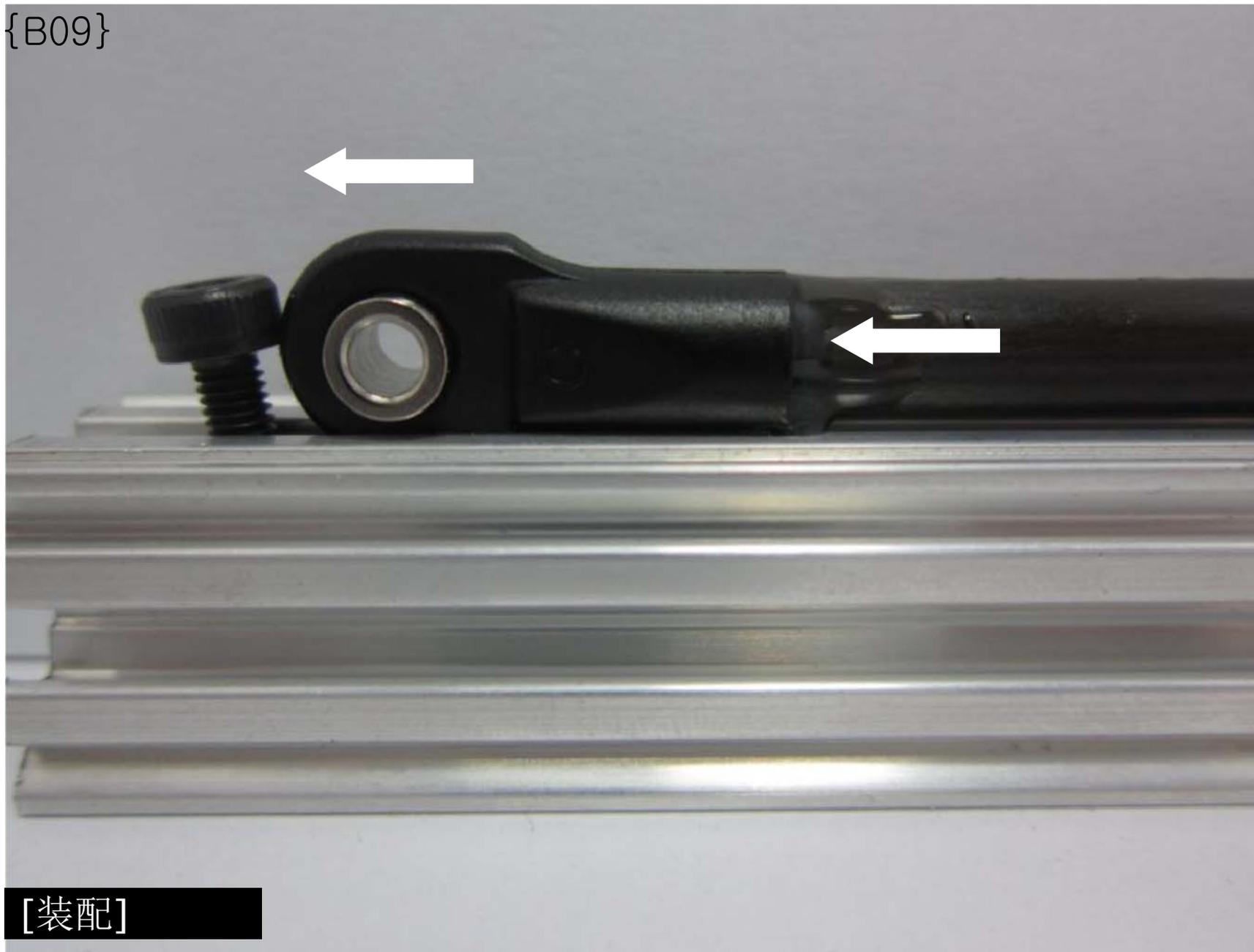
{B08}



[安放与对齐]

将推杆放入 {A} 章制作的推杆装配夹具里。!!! 注意：请保证所有螺丝与铝型材的垂直，还有所有推杆和槽的平行。

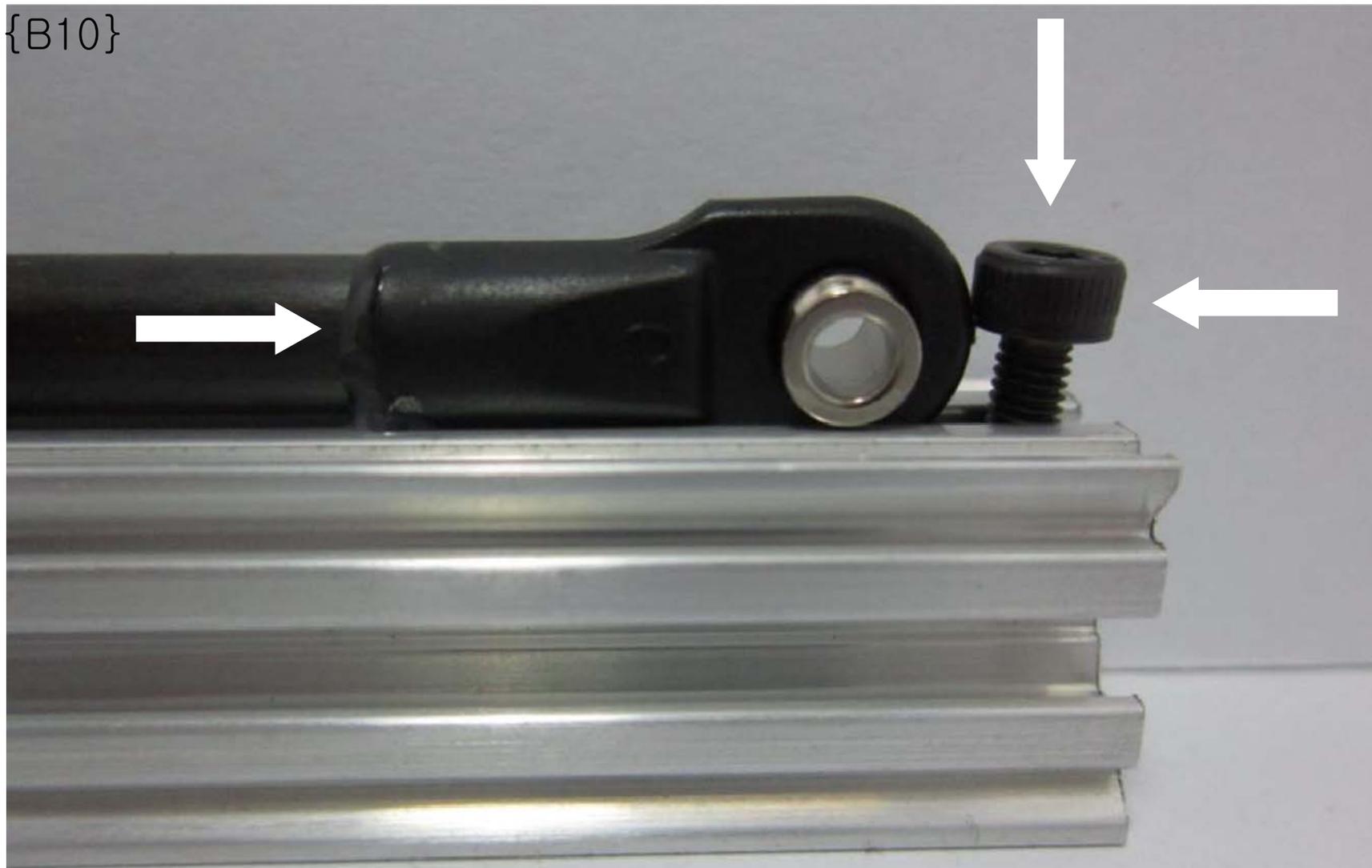
{B09}



[装配]

趁胶水没有干固前，将碳杆和推杆头安装到位。

{B10}



[装配]

将推杆另一头 M3x8mm 螺丝拧紧，要保证推杆在胶水干固过程中的稳定。

{B11}



[重复步骤]

重复步骤{B06} 到{B10} 制作其余 5 根推杆

{B12}



[端到端对齐]

!!!推杆最重要的是要保证所有的推杆长度的一致性。如图所示验证一致性最简单的方法是趁胶水没完全干固前，在球头处穿过一根内六角扳手。

{B13}



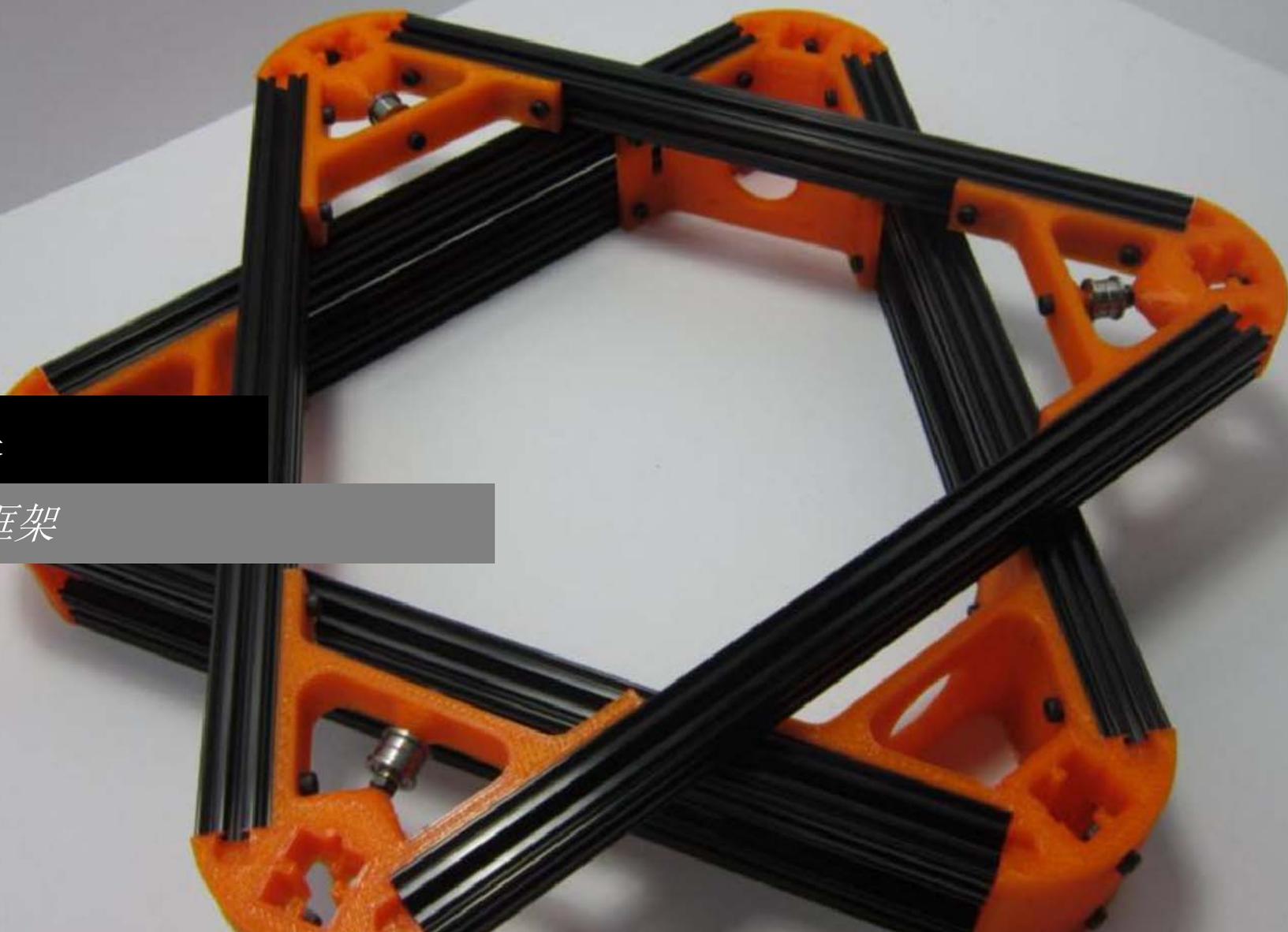
[将推杆在夹具中取出]

经过一个晚上以上的时间干燥，从夹具中取出推杆，检查长度的一致性和胶水的干固程度。

## 装配框架

安装主体框架

注意：请安装好所有其他相关的框架后，再安装顶框架。



{C01}

底框角部件 = 1 个

M3 x 8mm 内六角螺丝 = 10 颗

M3 螺母 = 10 颗

[零件准备]

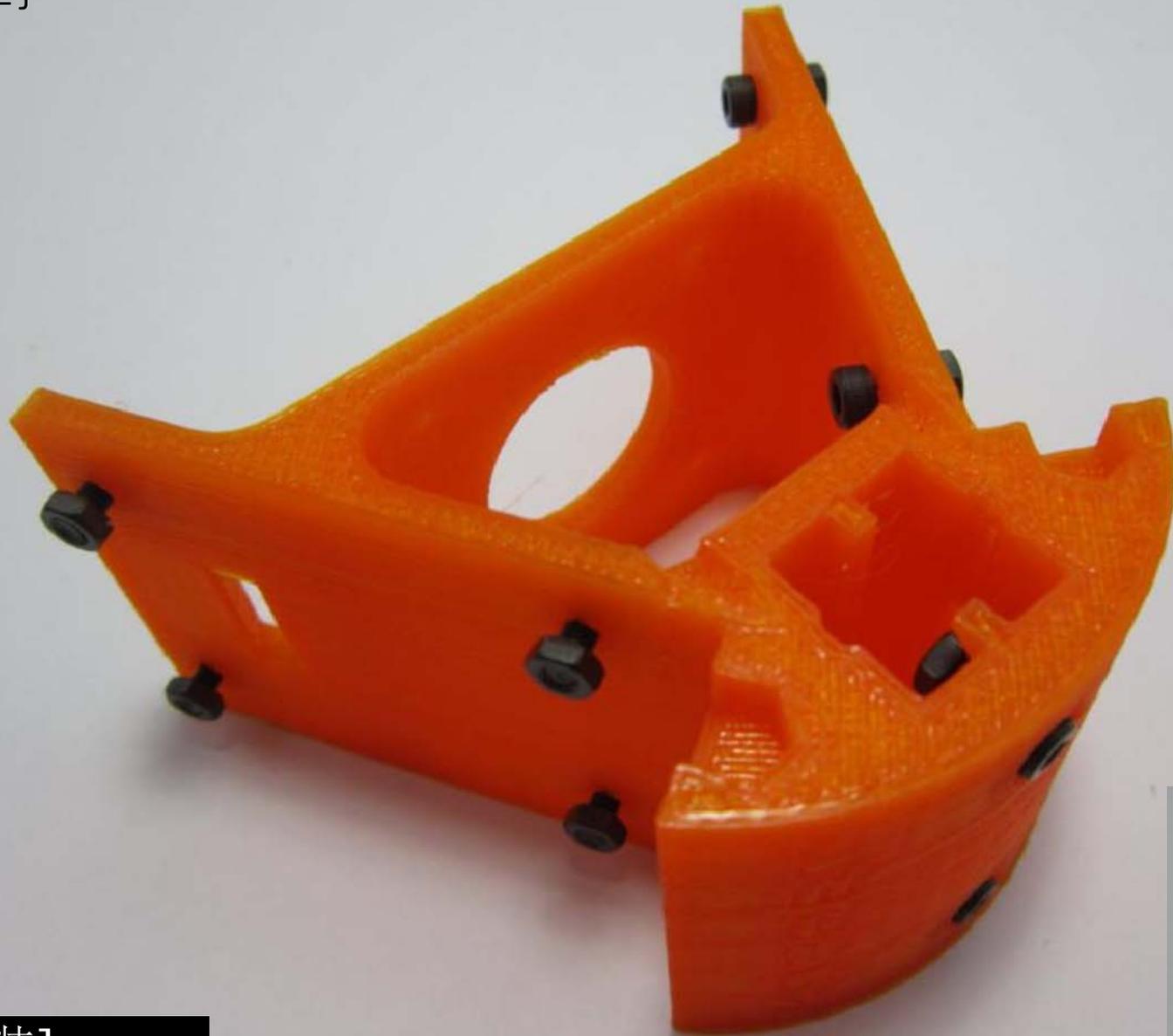
一个角组装所需零件



{C02}

[工具]

M3 内六角扳手



[组装]

如图所示，将螺丝和螺母预装配到底框角部件上。

{C03}



**[重复步骤]**

重复{C01} 到 {C02} 步骤，将底框三个角部件组装起来。

{C04}



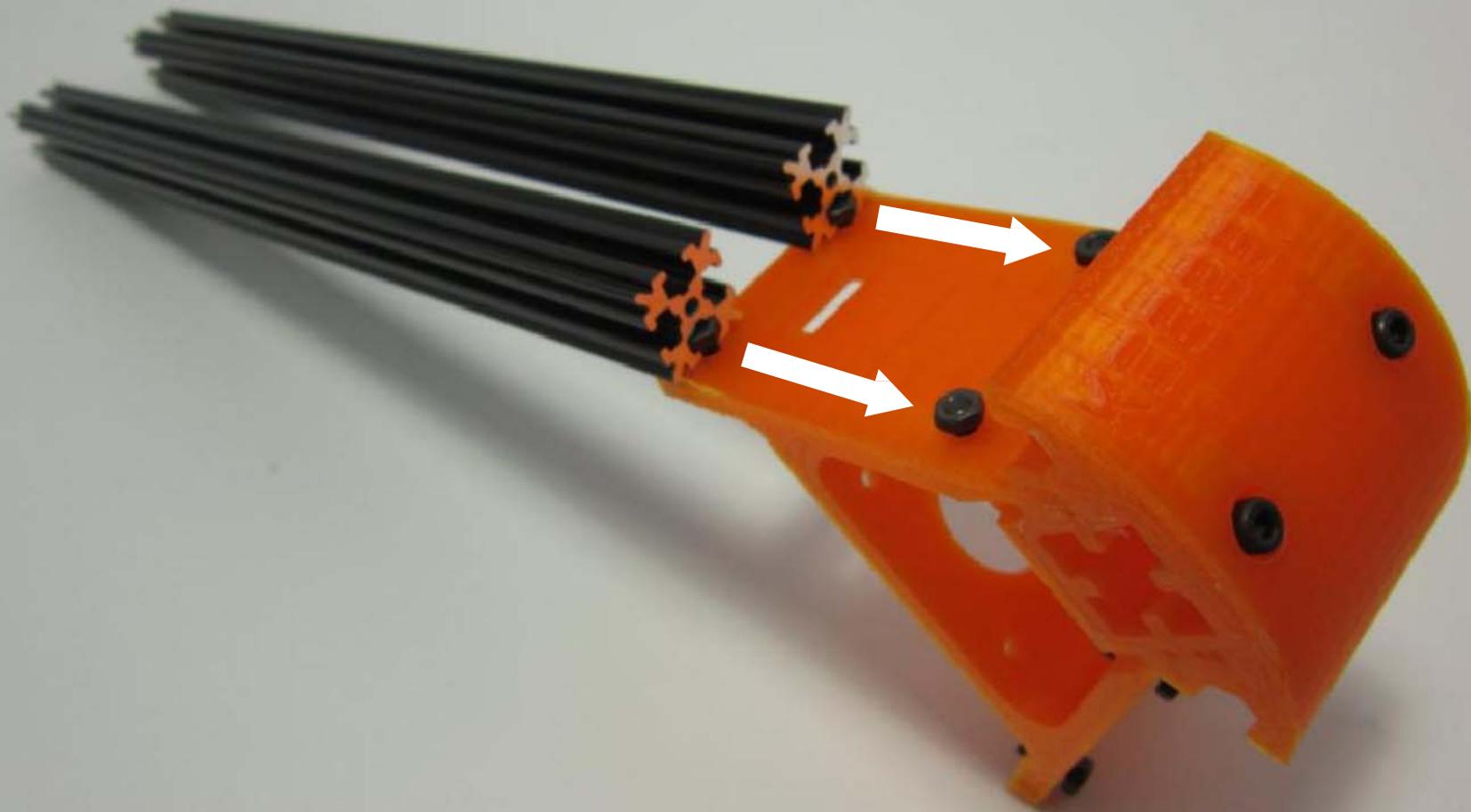
组装好的底框角部件  
= 1 一组

铝型材 240mm = 2 根

[零件准备]

底框零件准备

{C05}



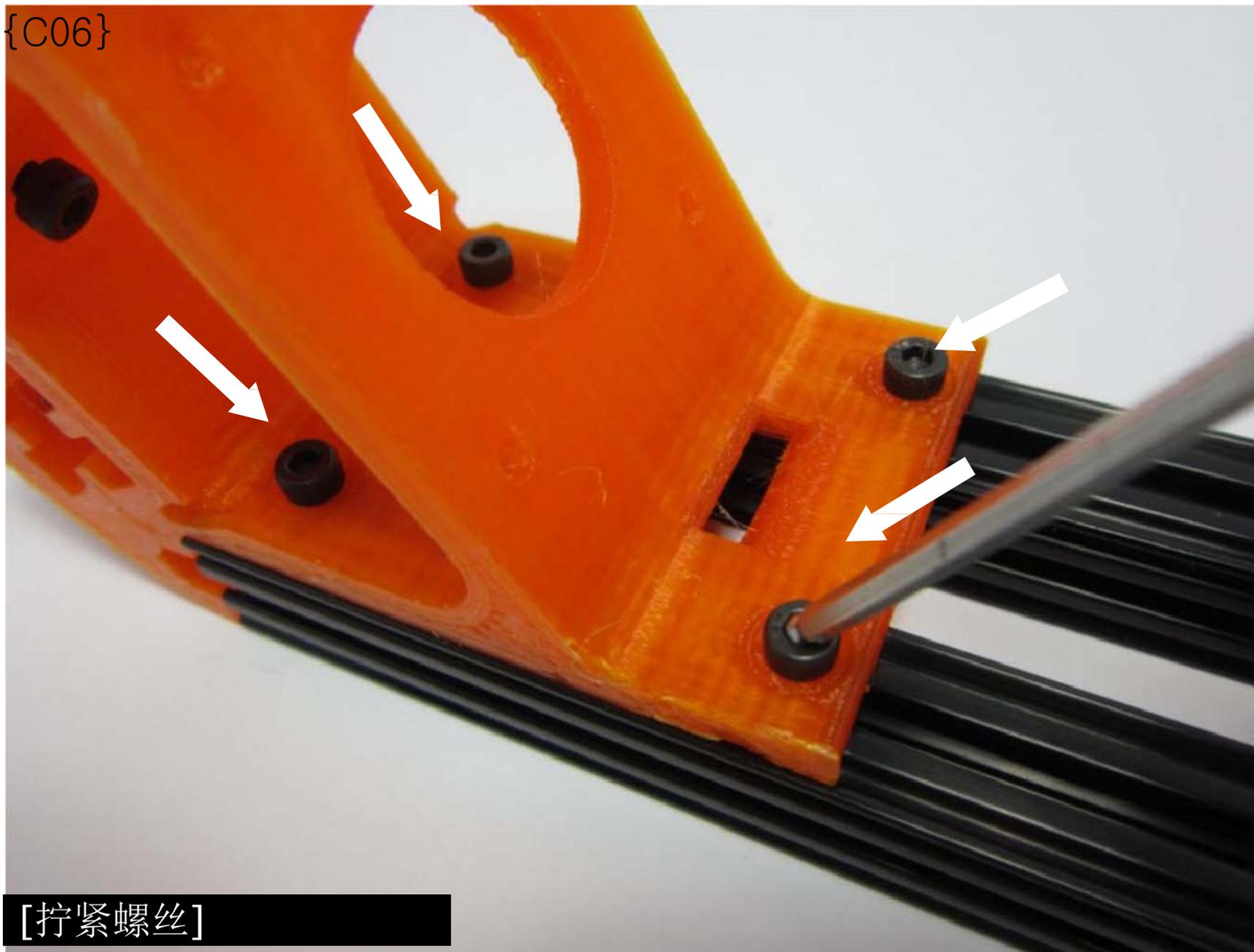
[插入槽并对齐]

将螺母对准铝型材的缺口插入，安装到位。

{C06}

[工具]

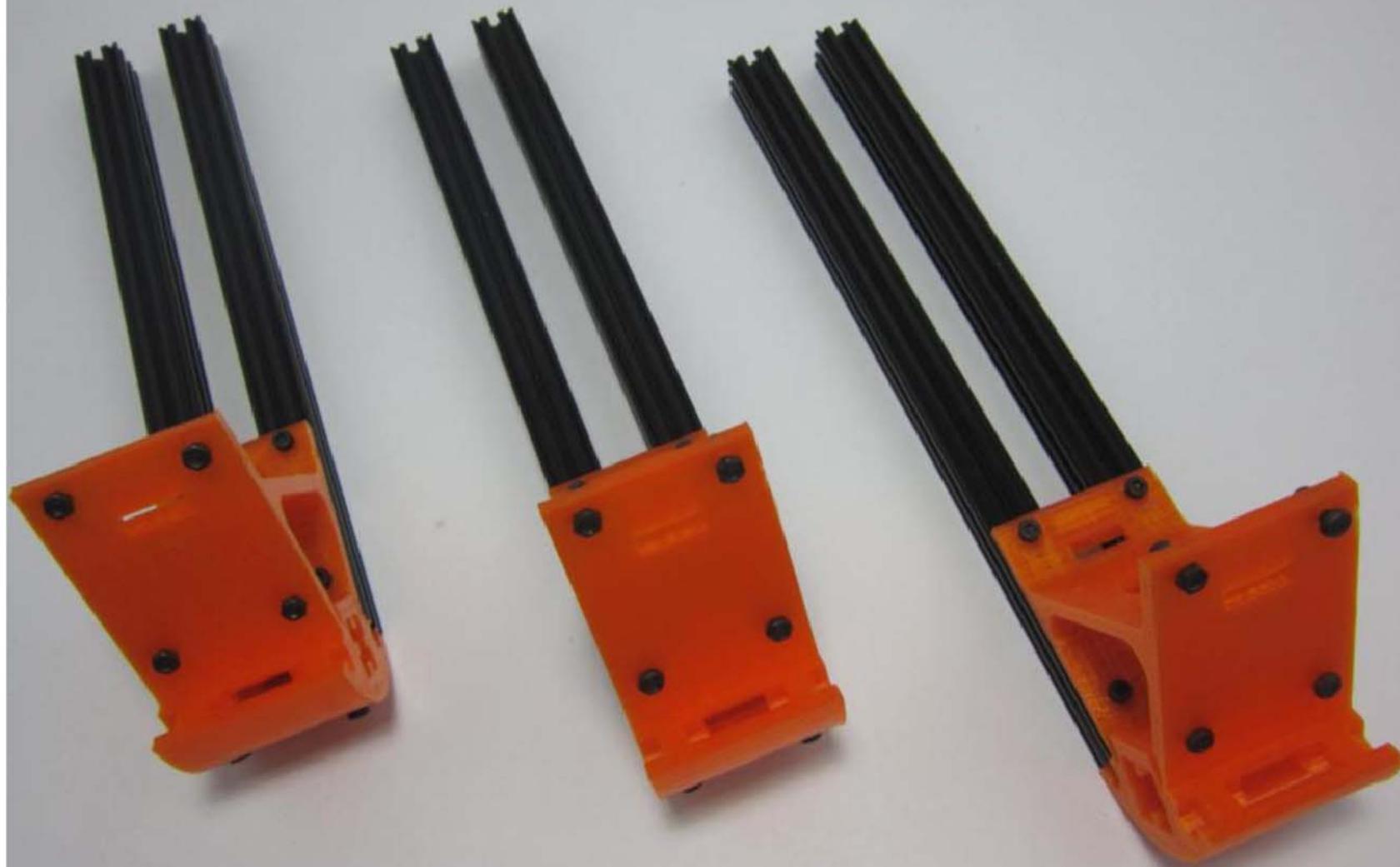
M3 内六角扳手



[拧紧螺丝]

检验并确认铝型材安装到位后，拧紧螺丝。

{C07}



[重复步骤]

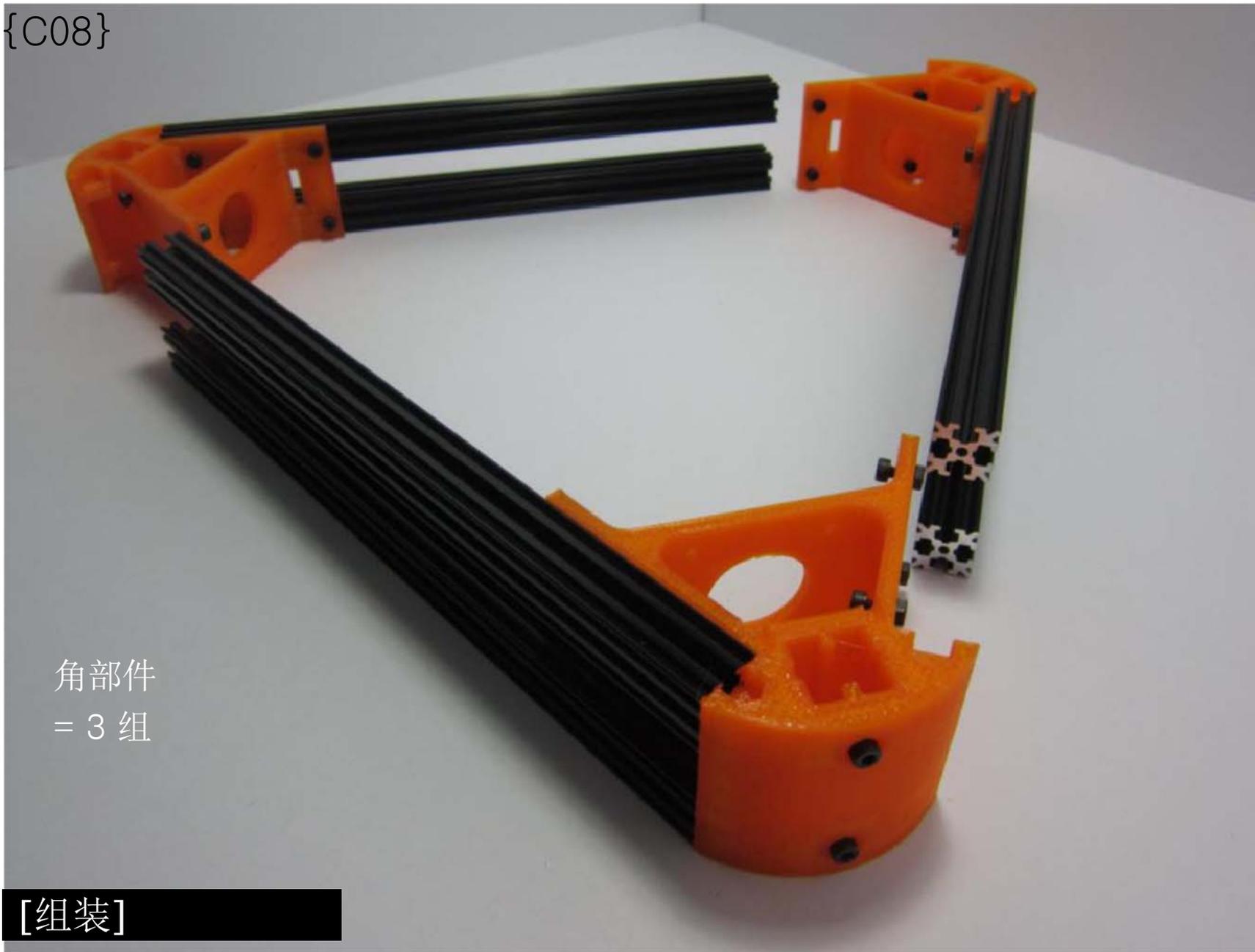
重复 {C04} 到 {C06} 步骤。如图所示组装三组角部件。

{C08}

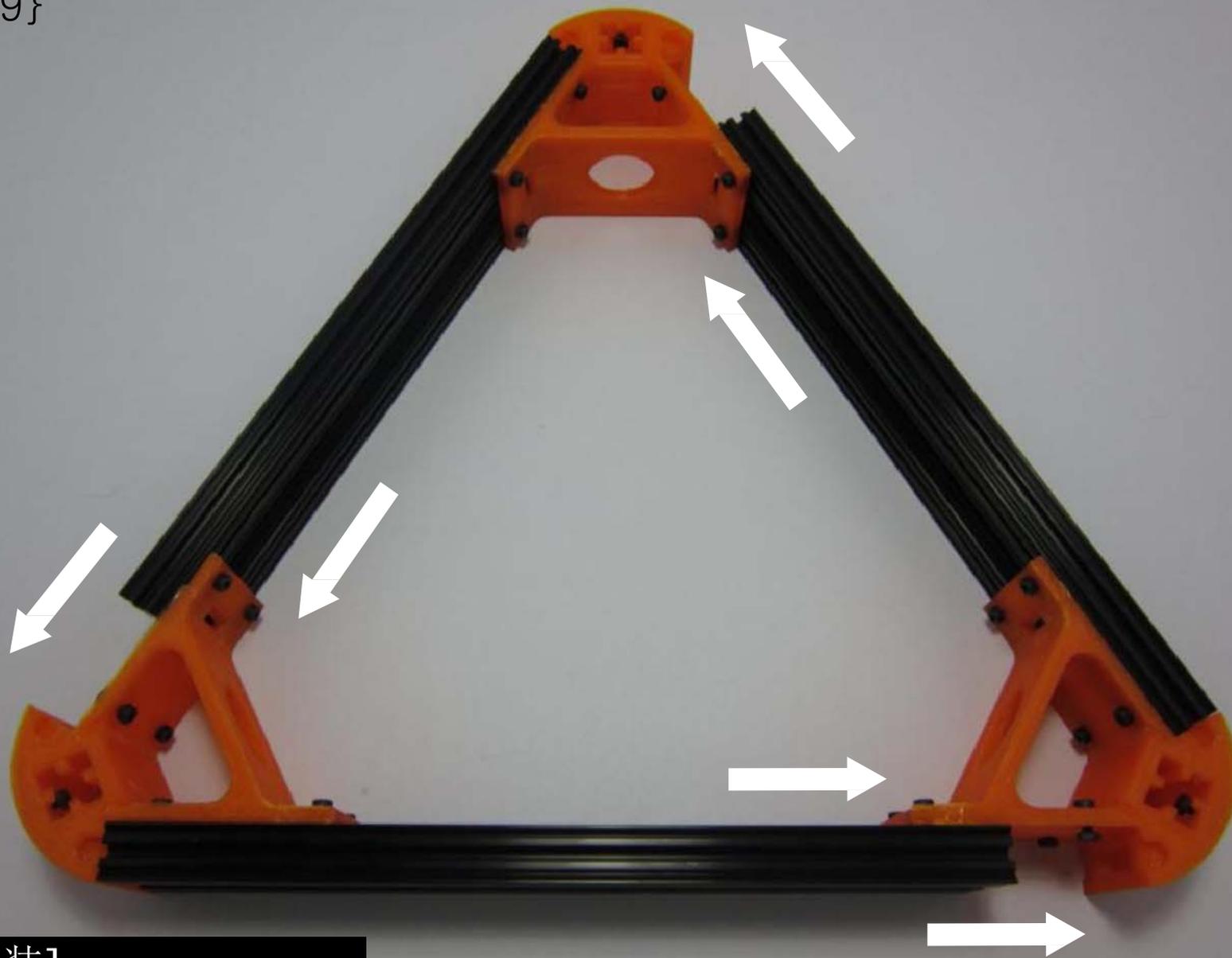
角部件  
= 3 组

[组装]

组装三组角部件



{C09}



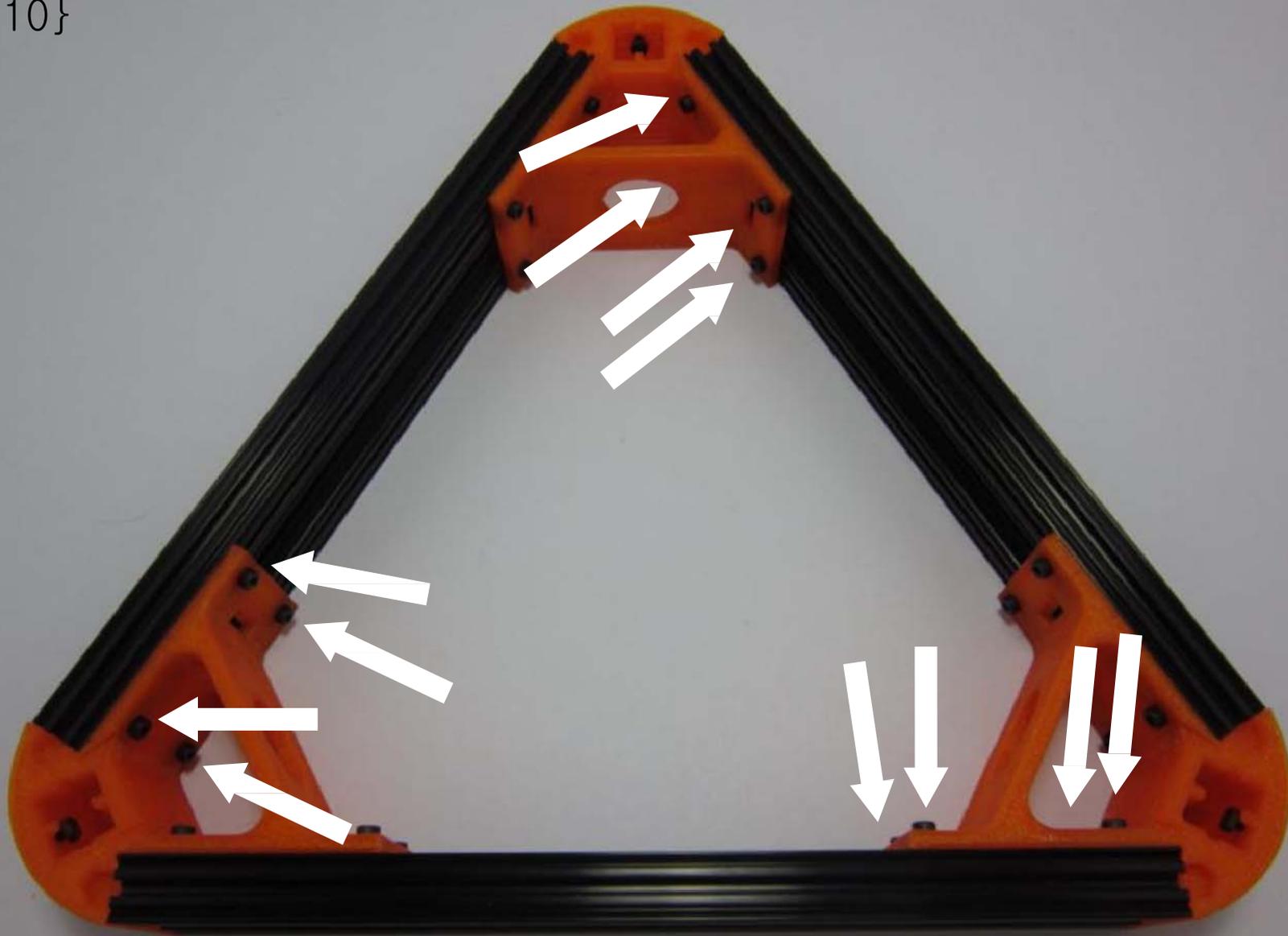
[组装]

如前，将三个组件的螺丝插入铝合金型材的槽中

{C10}

[工具]

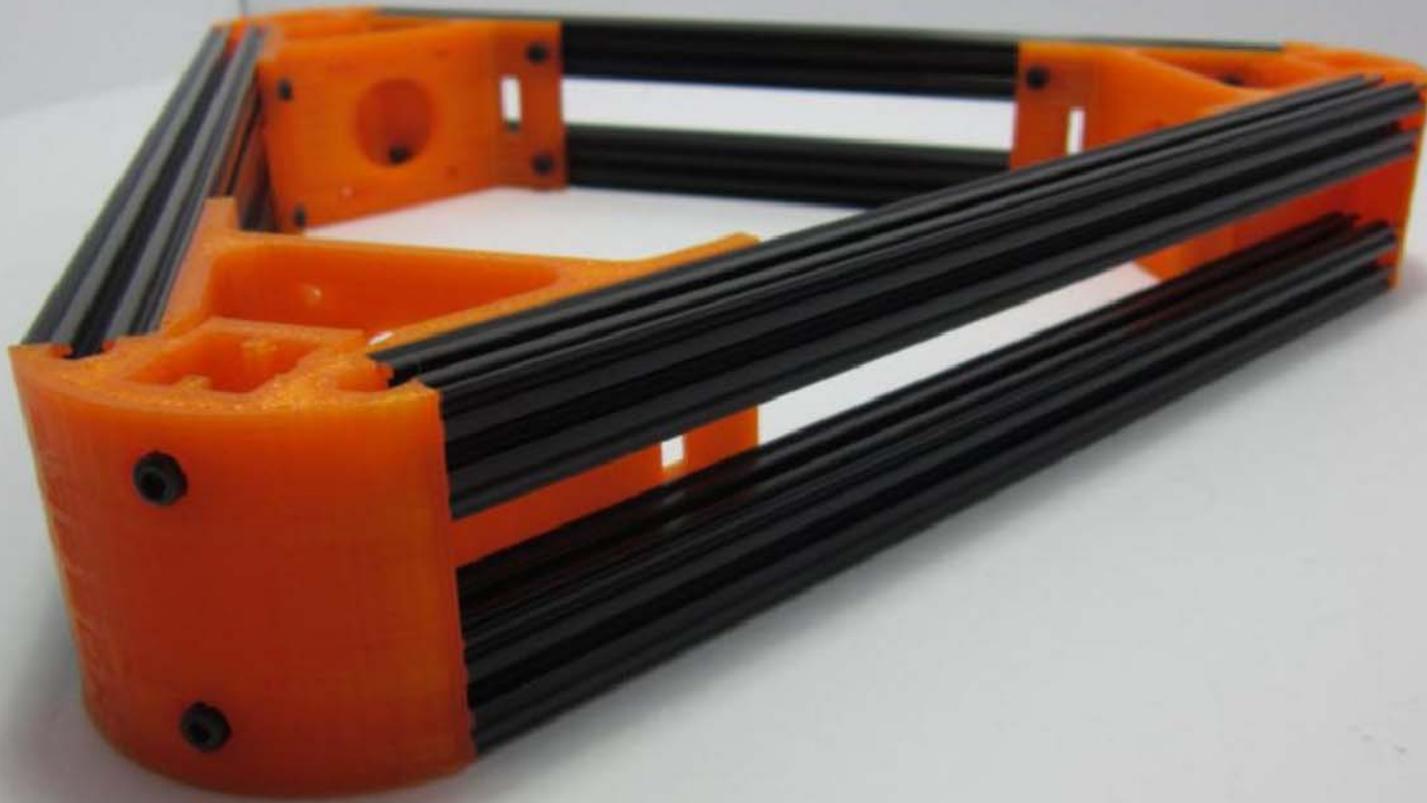
M3 内六角扳手



[拧紧螺丝]

检查框架及铝型材安装到位后，拧紧图中指示的螺丝。

{C11}



**[检查]**

将组装好的底部框架，放置在一个平整的平面检查其是否平整不变形。

{C12}

顶框角部件 = 1 个

M3 x 8mm 内六角螺丝 = 5 颗

M3 螺母 = 5 颗

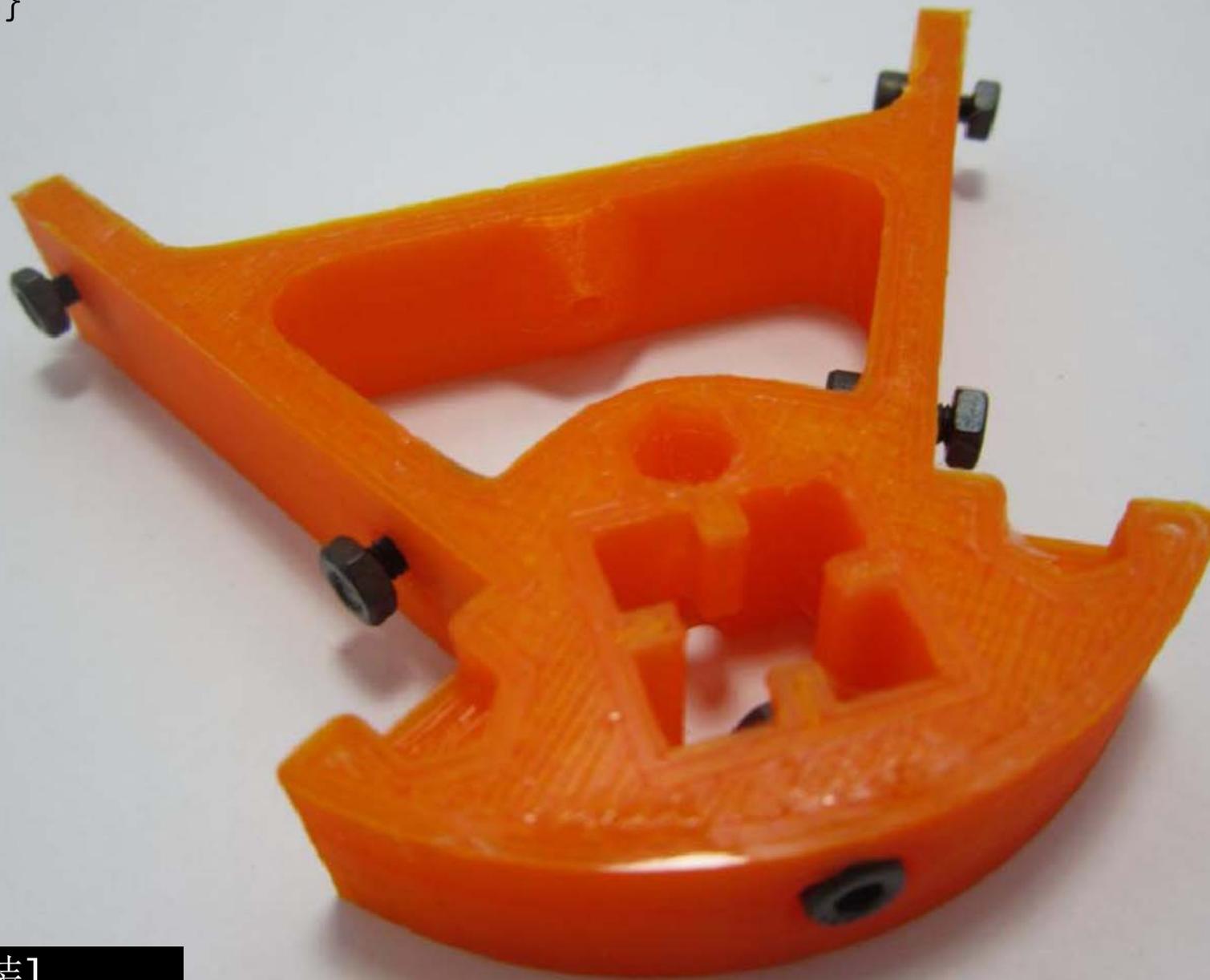
[零件准备]

顶框角部件零件准备

{C13}

[工具]

M3 内六角螺母



[组装]

如图所示，将全部 M3x8mm 螺丝及螺母预安装到顶框部件上。

{C14}



M3x25mm  
内六角螺丝  
= 1 颗

F623ZZ  
法兰轴  
承  
= 2 个

M3  
垫片  
= 4 个

M3 螺  
母  
= 1 颗



组装完成顶框部  
件 = 1 组

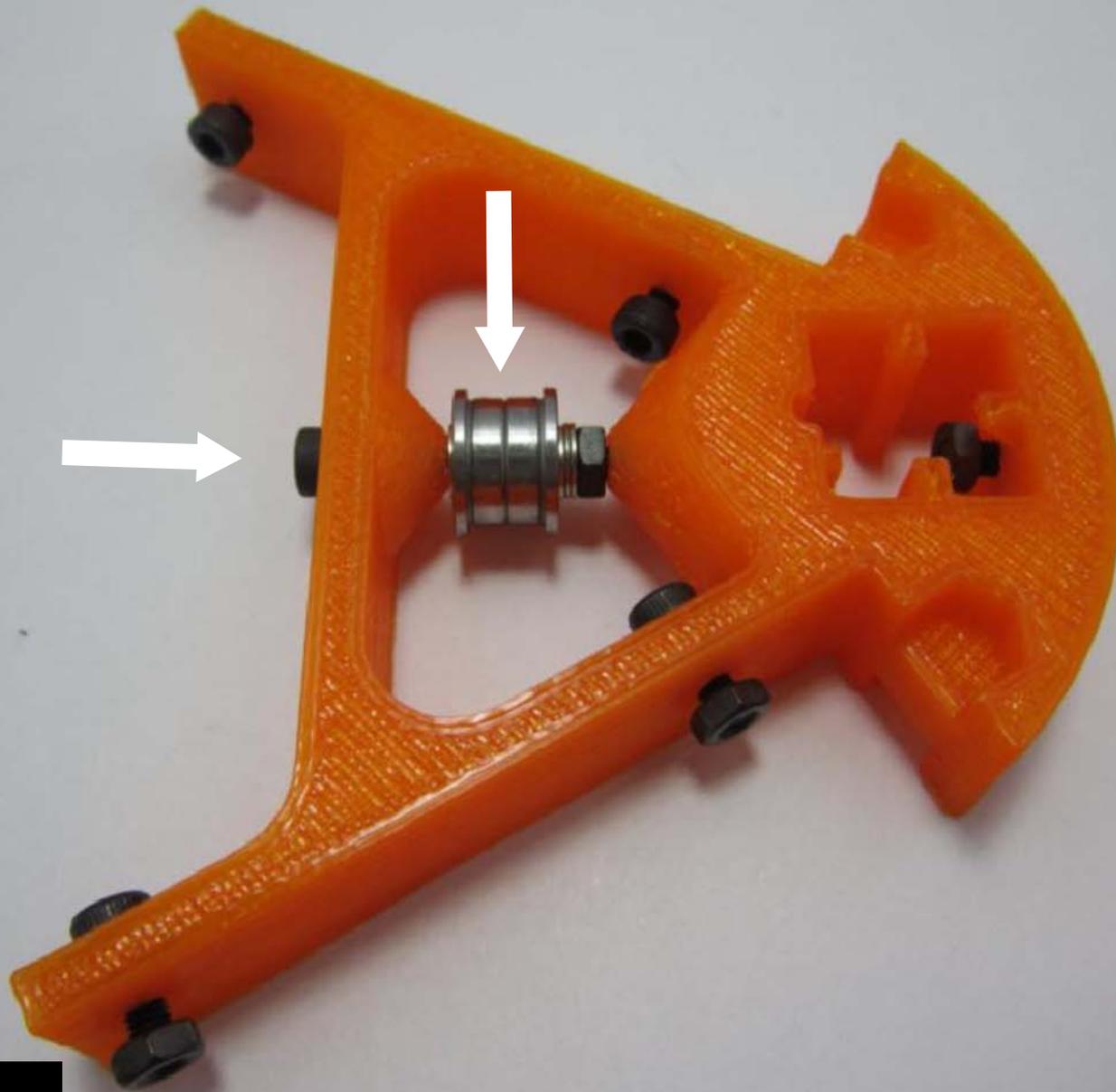
### [零件准备]

根据图中所示准备安装到顶框部件上的零件。

{C15}

[工具]

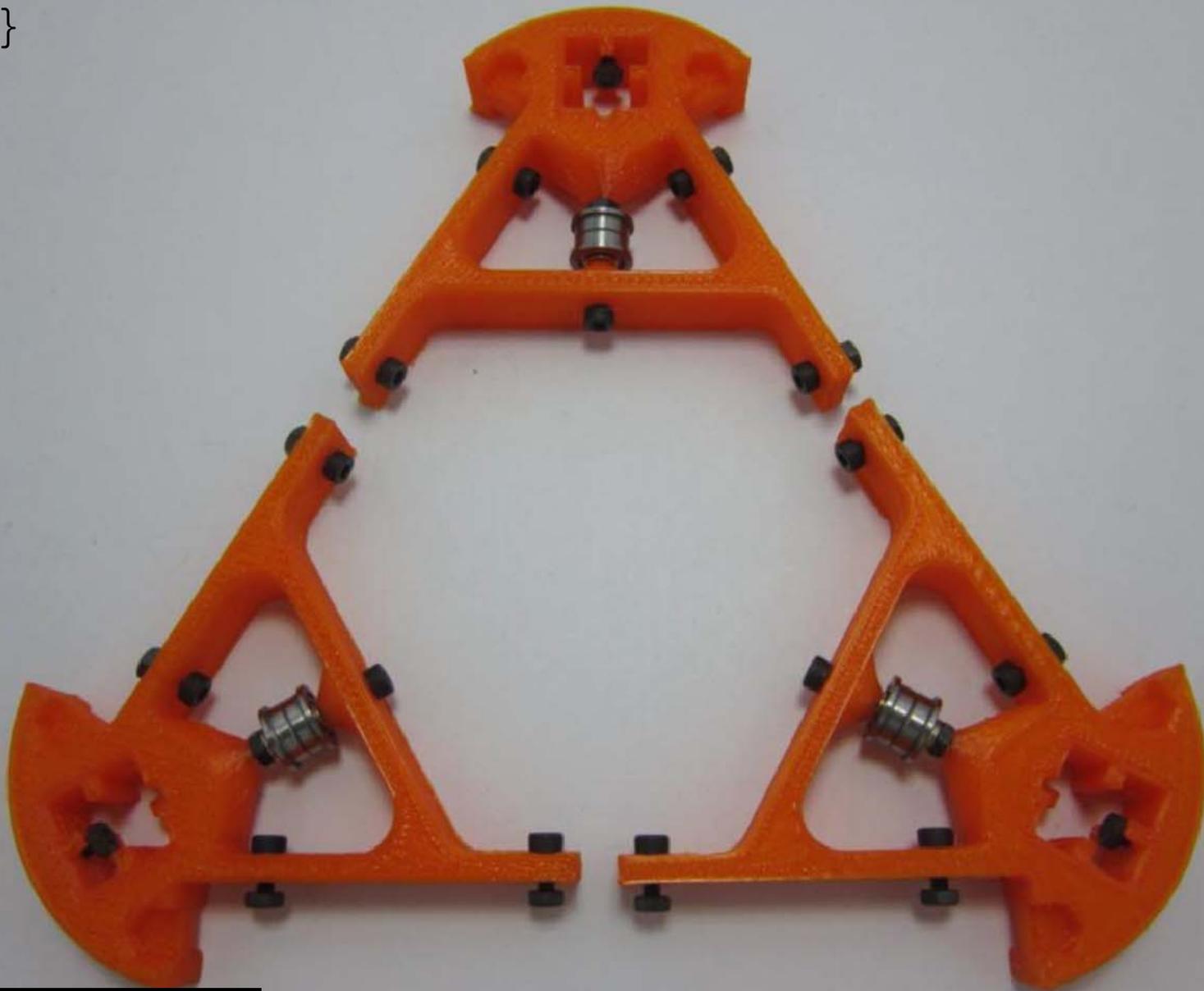
M3 内六角扳手



[组装]

根据图中顺序将法兰轴承安装到顶框部件上，拧紧所示 M3 螺丝。

{C16}



[重复步骤]

重复 {C12} 到 {C15} 步骤. 组装三组顶框部件。

{C17}



铝型材 240mm = 1 pc

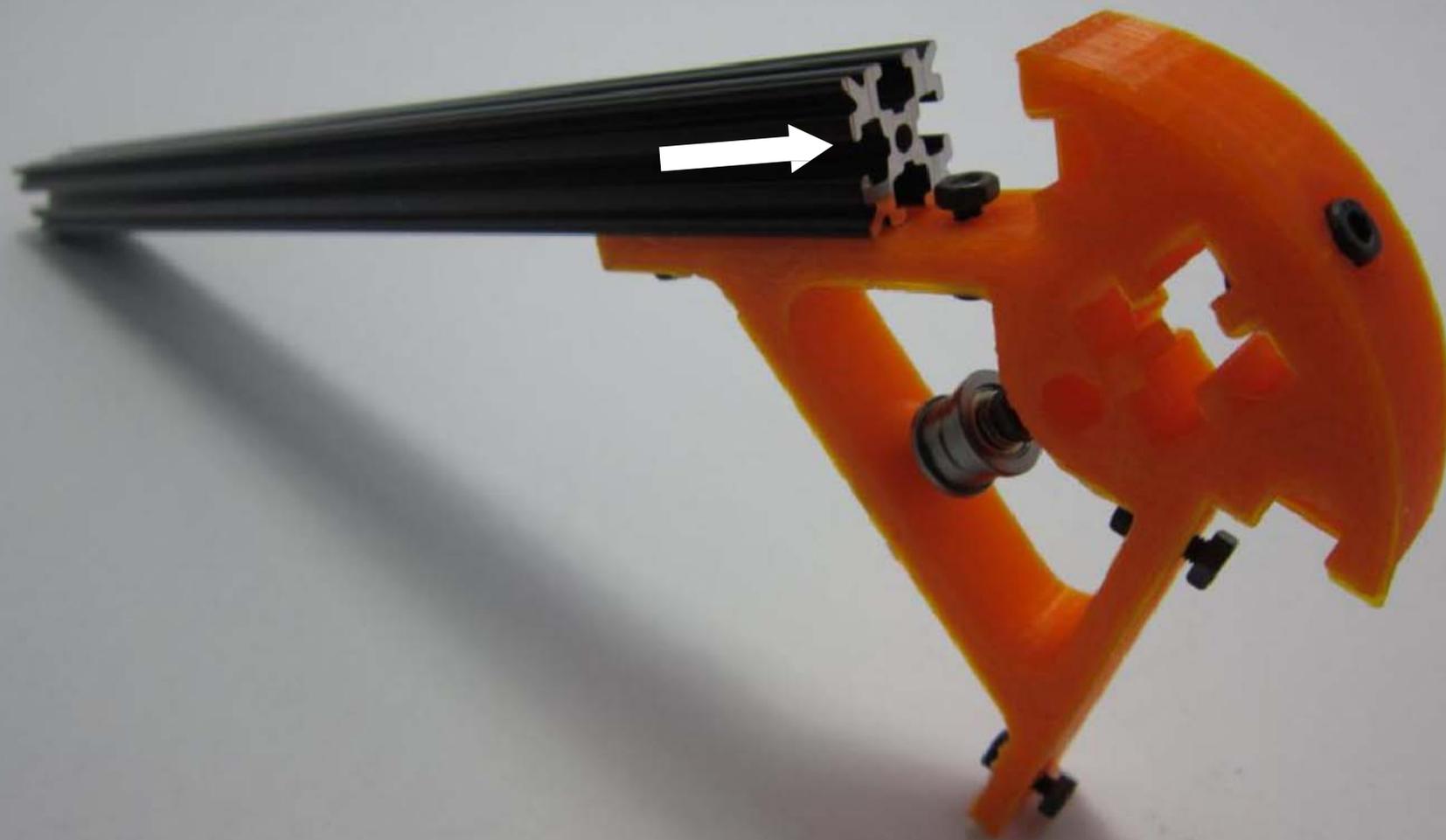


法兰螺母组装完成的  
顶框角部件 = 1 组

**[零件准备]**

顶框一个角所需零件

{C18}



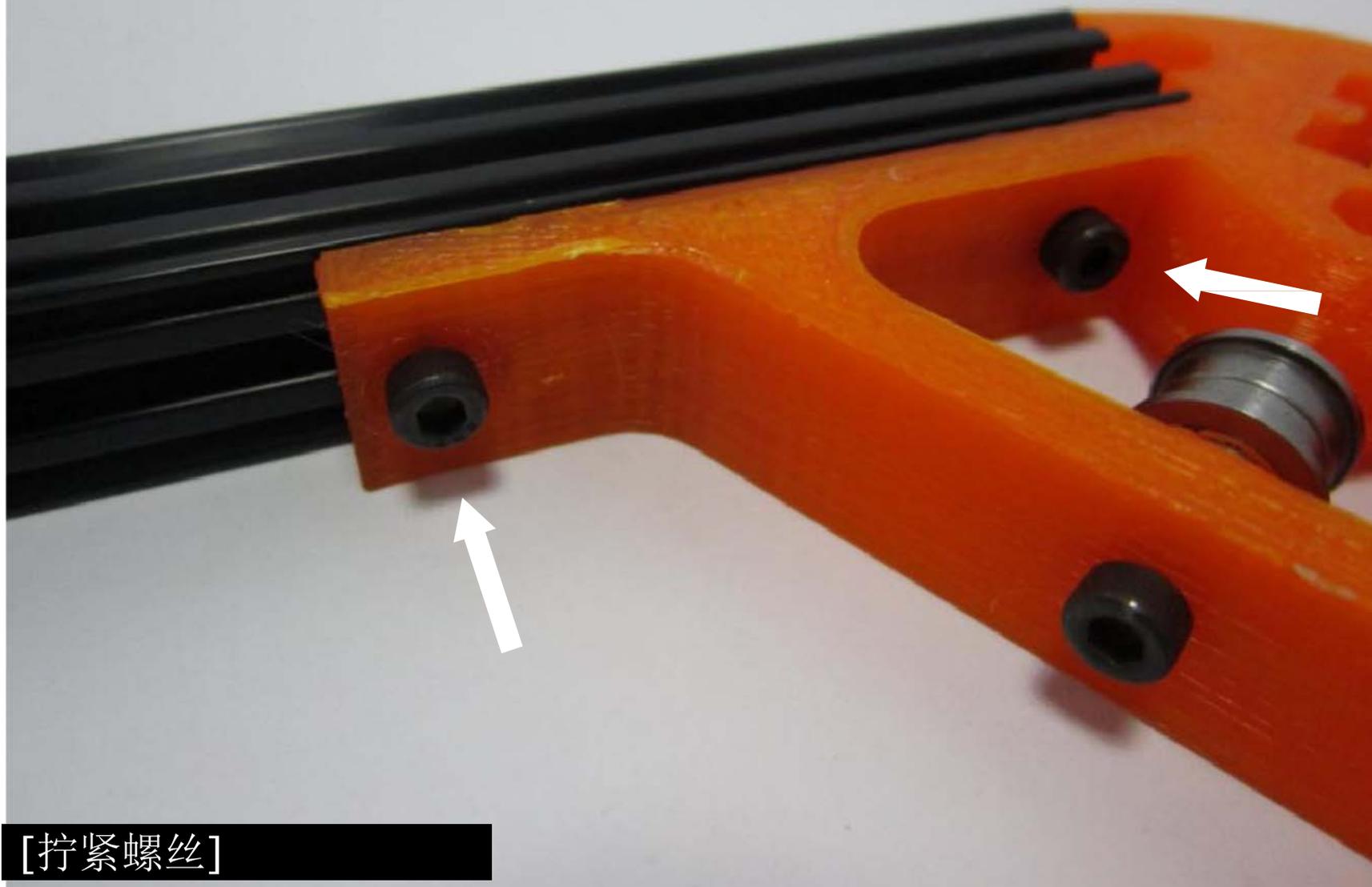
**[安装铝型材]**

和底框角部件一样，装入铝合金型材，并安装到位。

{C19}

[工具]

M3 内六角扳手



[拧紧螺丝]

拧紧图中所示螺丝。

{C20}



[重复步骤]

重复 {C17} 到 {C19} 步骤，组装完成三组顶框部件。

{C21}

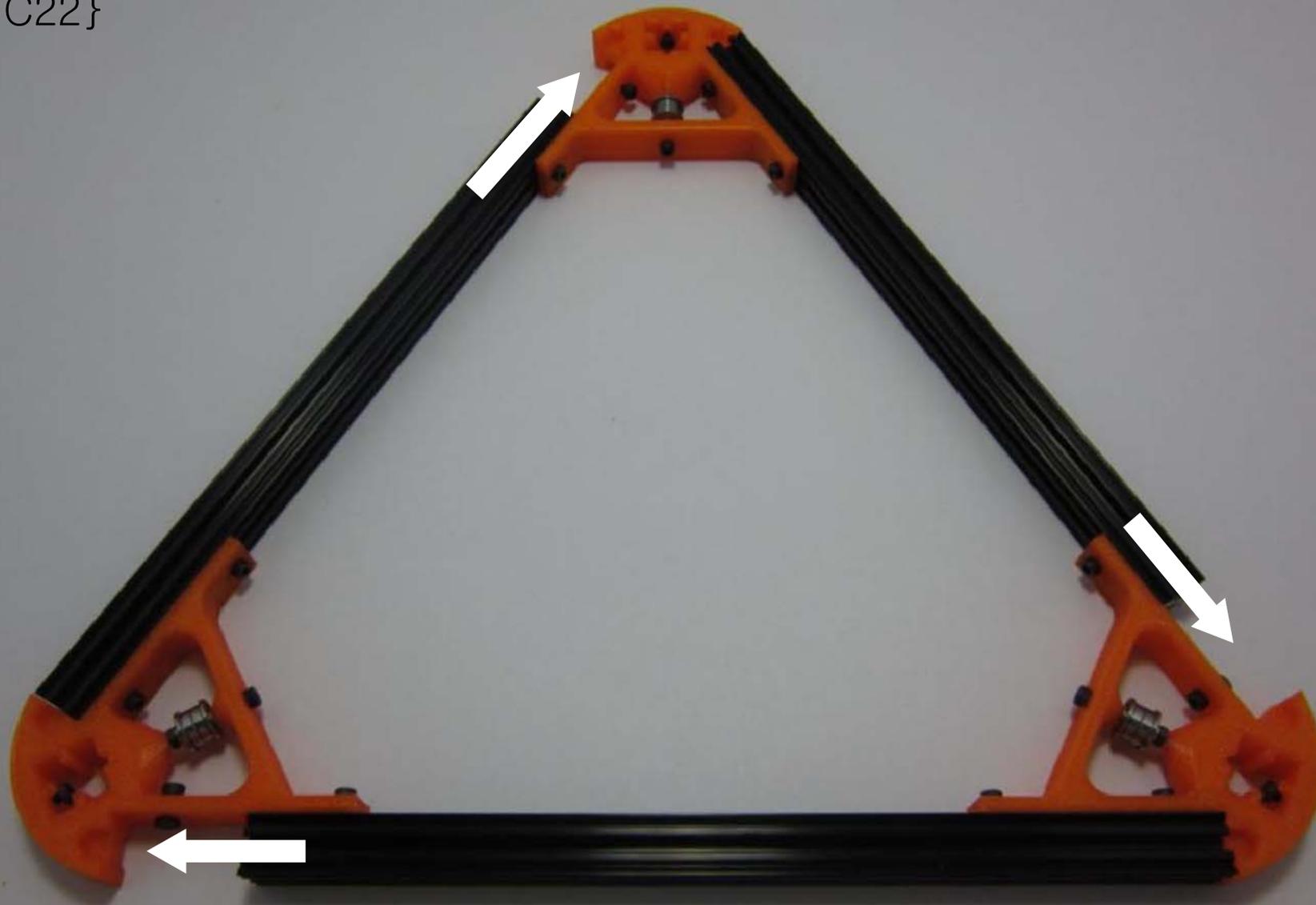


组装好铝型材的顶框角部件 = 3 组

[零件准备]

顶框组装零件准备

{C22}



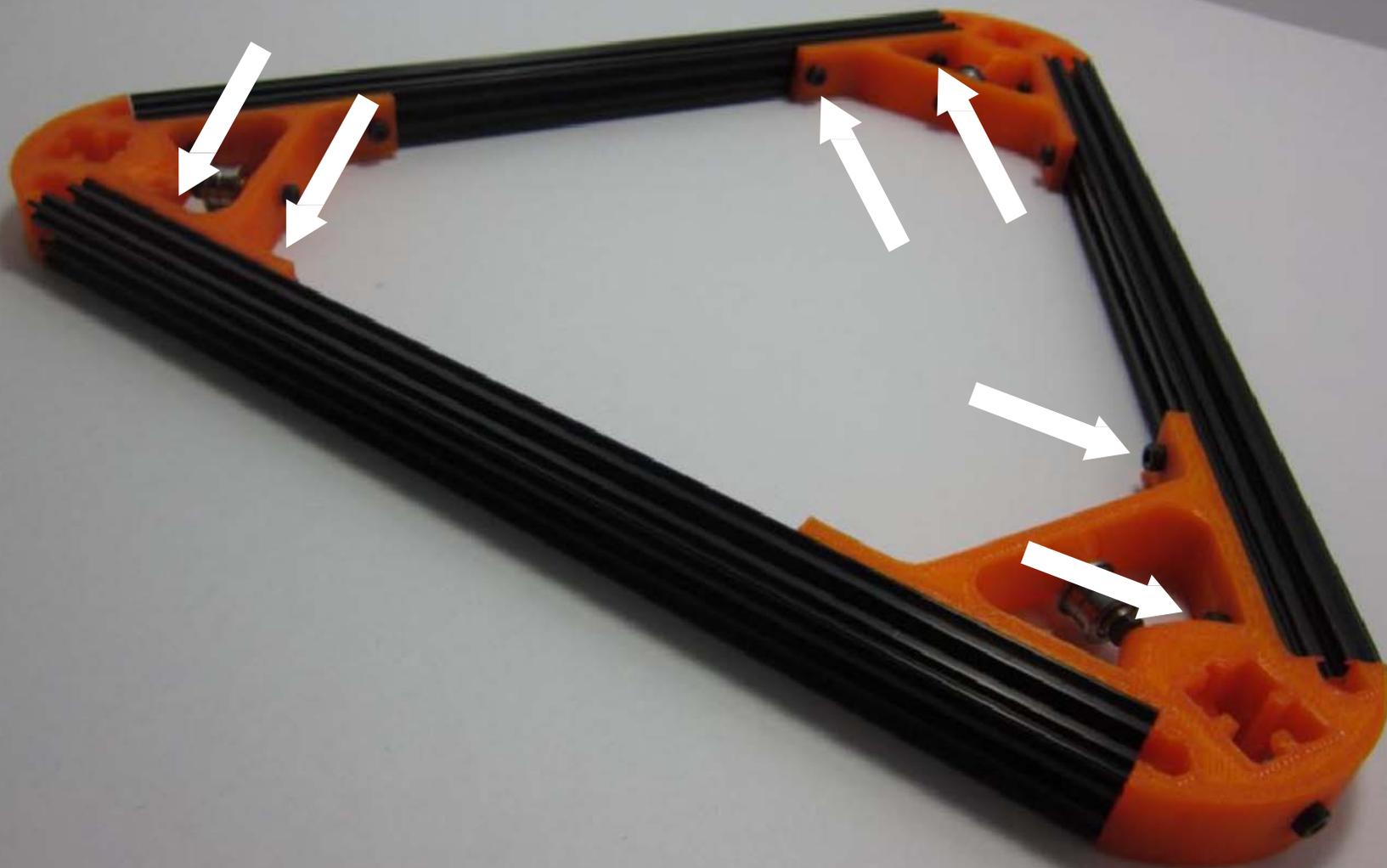
[对齐装入]

和底框一样，将铝型材安装到位不留缝隙。

{C23}

[工具]

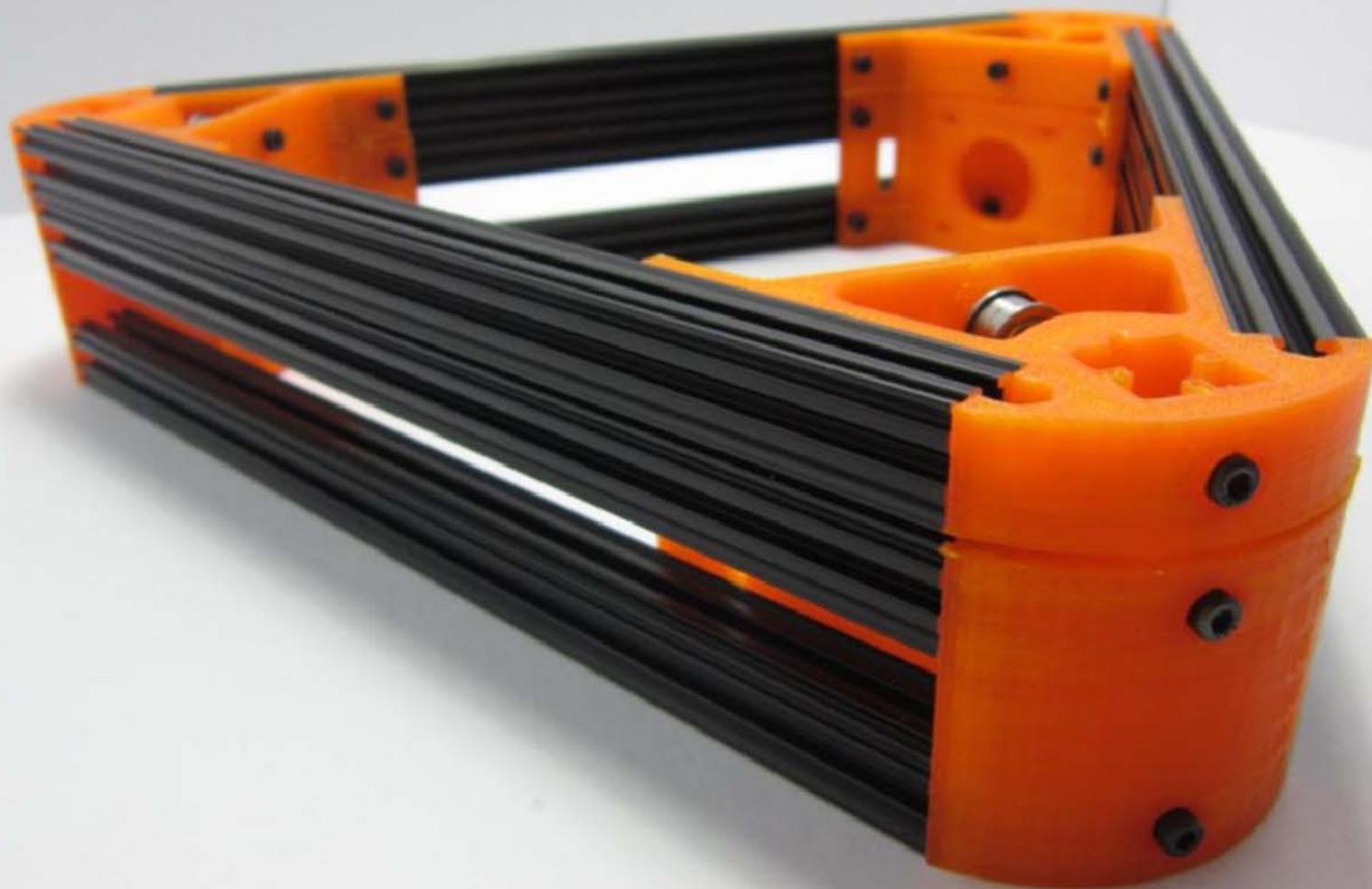
M3 内六角扳手



[拧紧螺丝]

拧紧图中所示的 M3 螺丝。

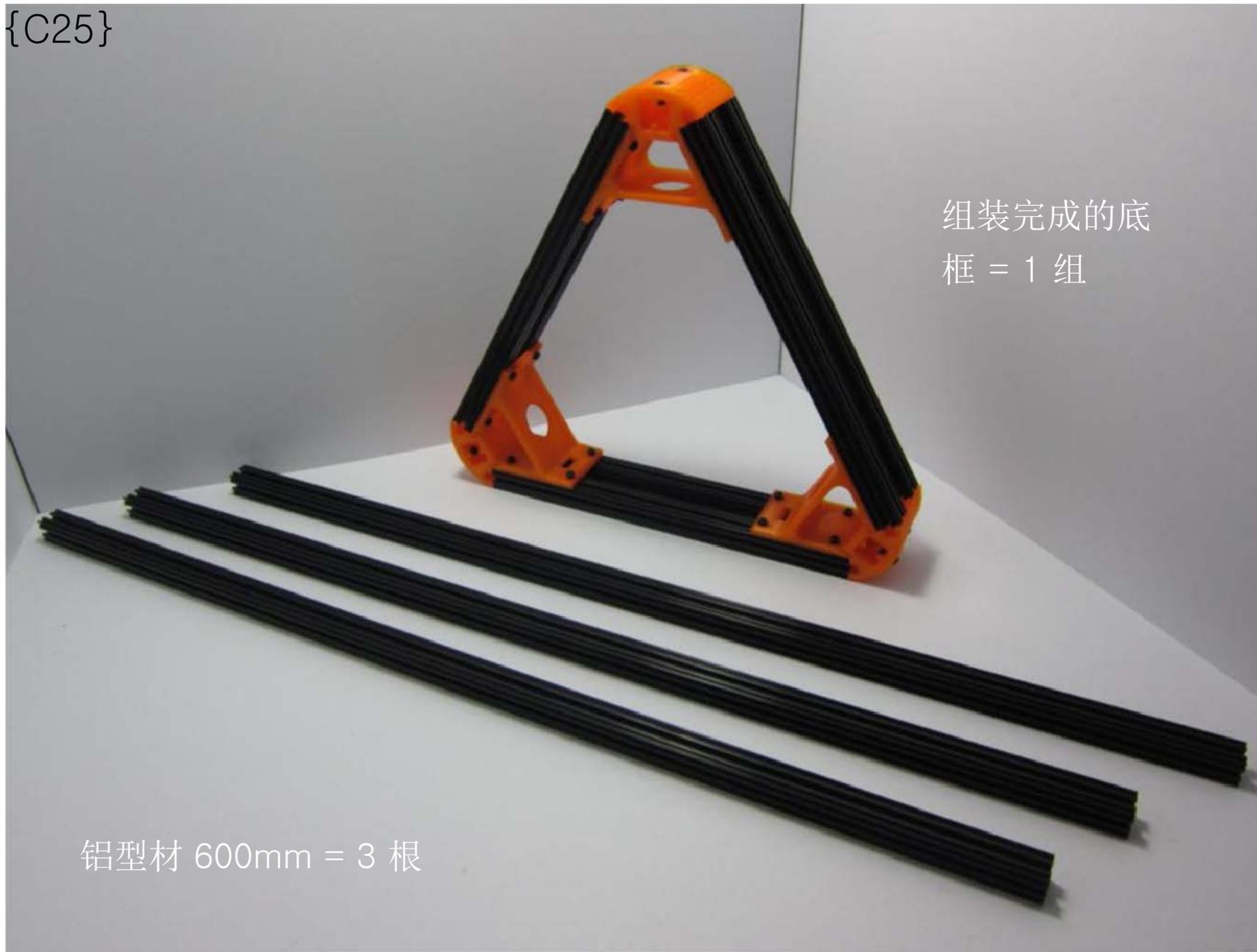
{C24}



[检查]

将顶框和底框部件如上图一样叠放在一起检查一致性。

{C25}



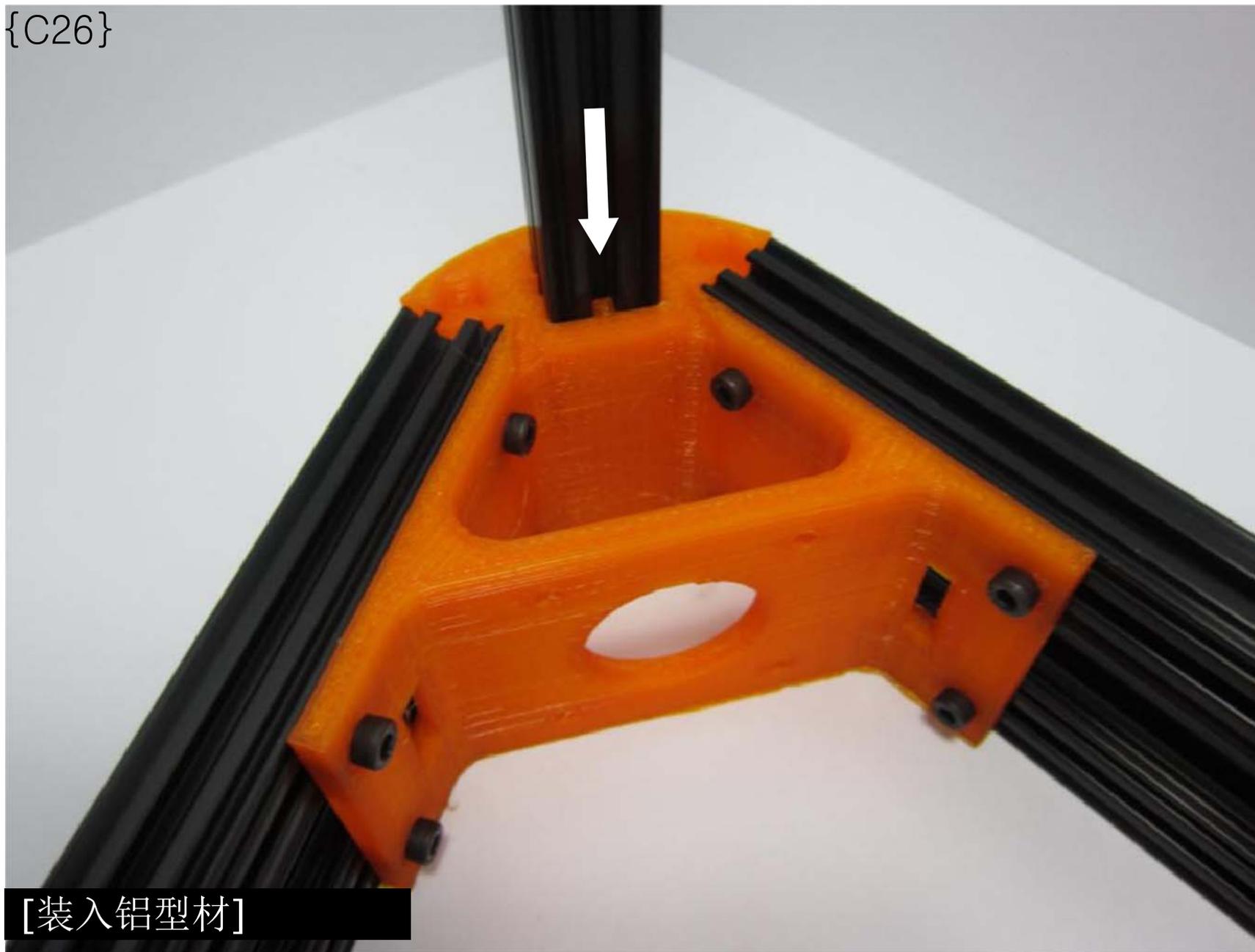
组装完成的底  
框 = 1 组

铝型材 600mm = 3 根

[零件准备]

主框架安装零件

{C26}



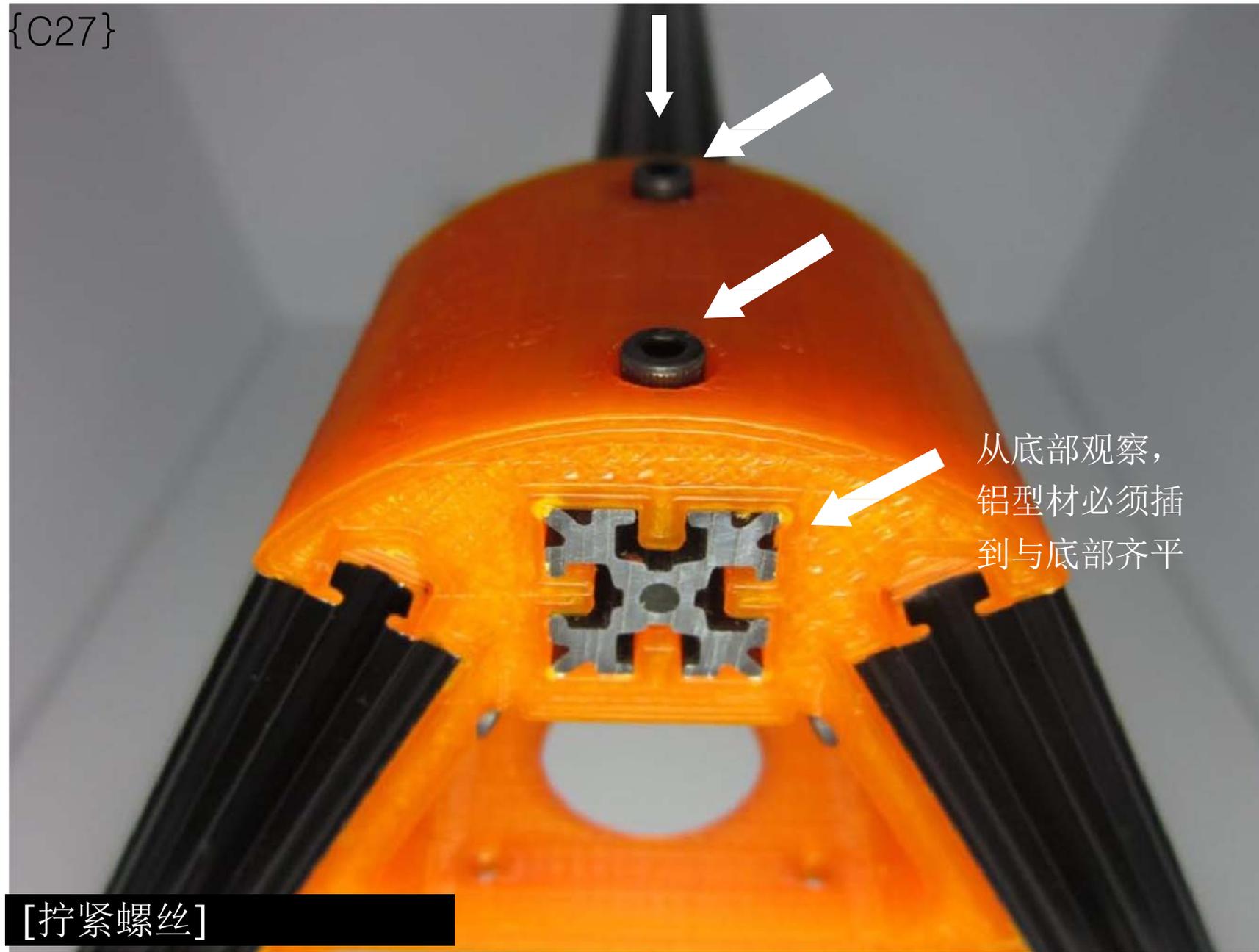
[装入铝型材]

如图所示插入铝型材。

{C27}

[工具]

M3 内六角扳手



从底部观察，  
铝型材必须插  
到与底部齐平

[拧紧螺丝]

铝型材必须插尽，底部与底框底面齐平。

{C28}



[重复步骤]

重复{C26} 到 {C27} 步骤，将三根铝型材安装底框上。

{C29}

限位开关座 = 1 个



M3 x 8mm 内六角螺丝 = 1 颗



M3 螺母 = 1 颗



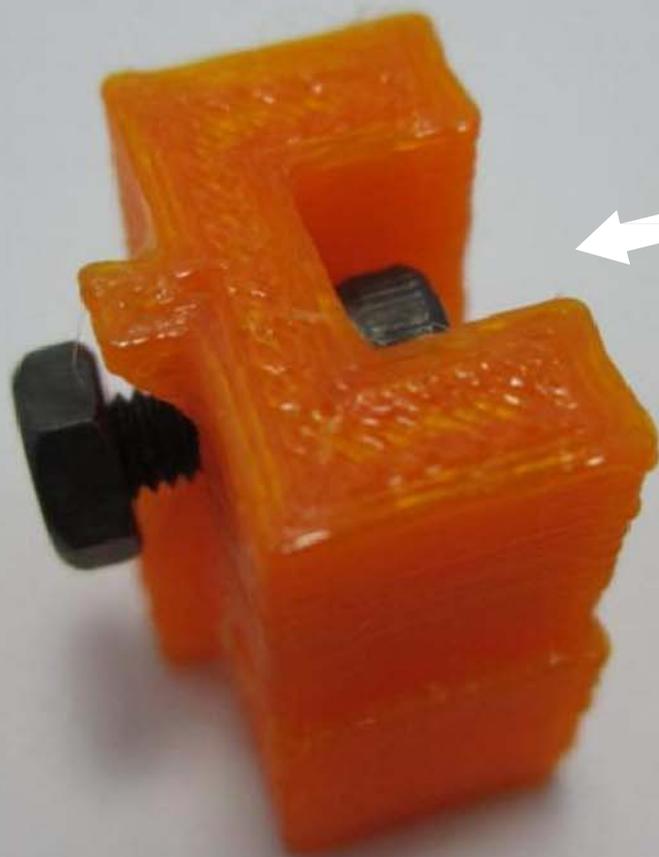
[零件准备]

限位开关座零件

{C30}

[工具]

M3 内六角扳手



[组装]

如图所示将 M3 螺丝及螺母安装到限位开关座上。

{C31}

[工具]

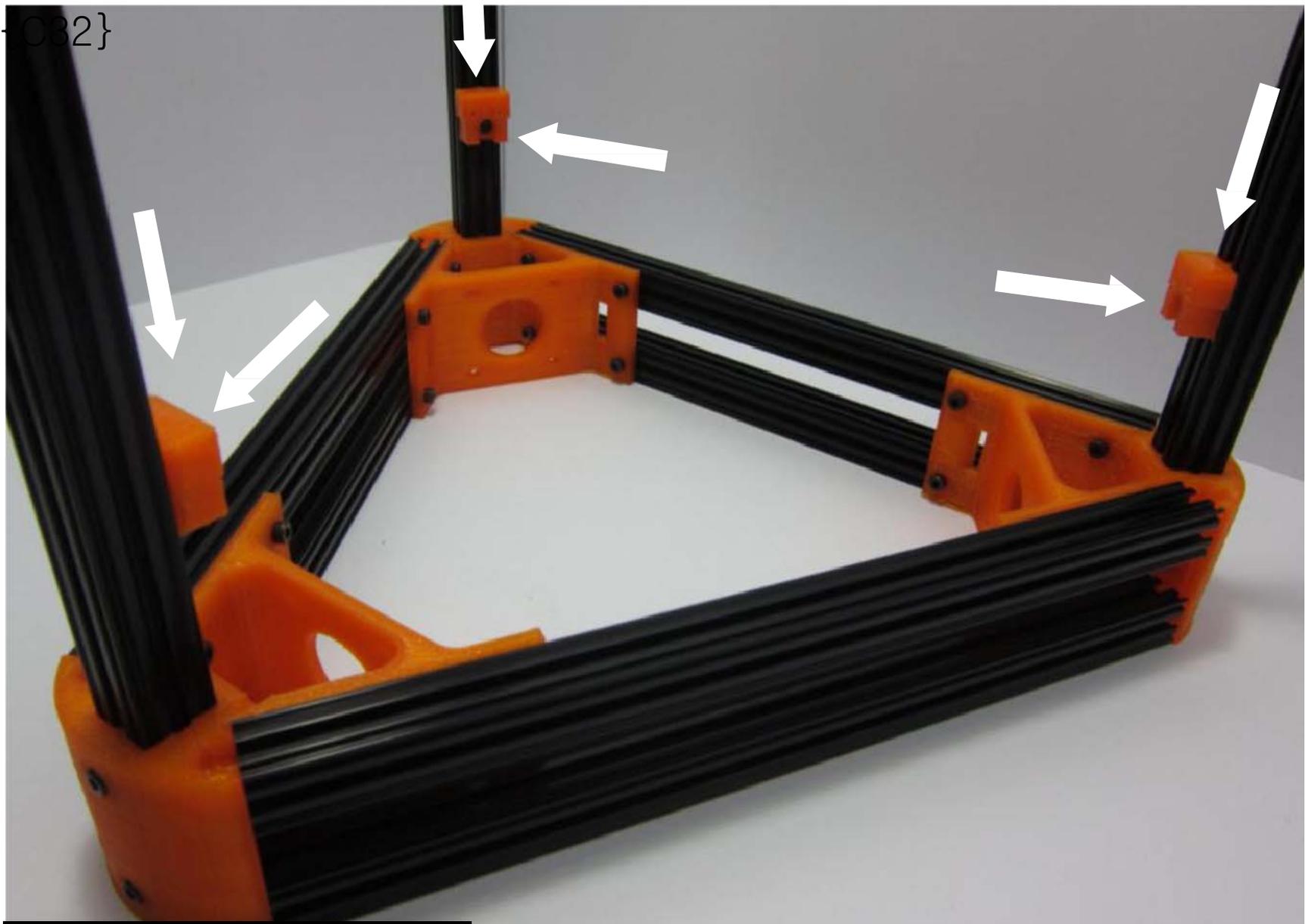
M3 内六角扳手



[重复步骤]

重复 {C29} 到 {C30} 步骤。组装 6 组限位开关座部件。

C32}



[工具]

M3 内六角扳手

[安装位置]

如图，将三个限位开关座预装到垂直铝型材上，等到导轨安装完成后再拧紧固定螺丝。

{C33}

直线导轨 400mm = 1 组

M3 x 8mm 内六角螺丝 = 16 颗

M3 螺母 = 16 颗

[零件准备]

直线导轨组装所需零件

{C34}

[工具]

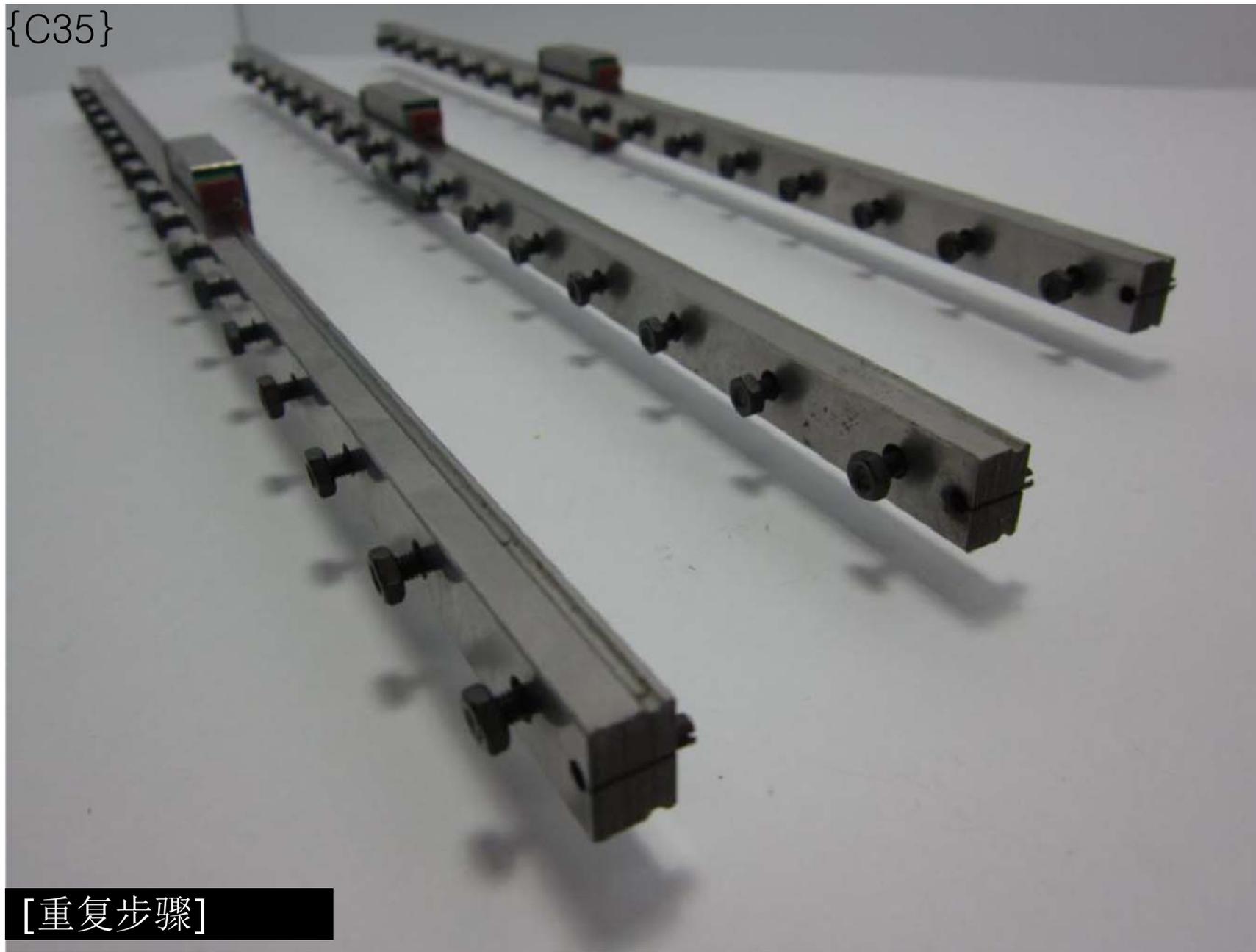
M3 内六角扳手



[组装]

将 16 颗螺丝预装到直线导轨上。

{C35}



[重复步骤]

重复{C33} 到 {C34} 步骤。如图预装好三组直线导轨。

{C36}



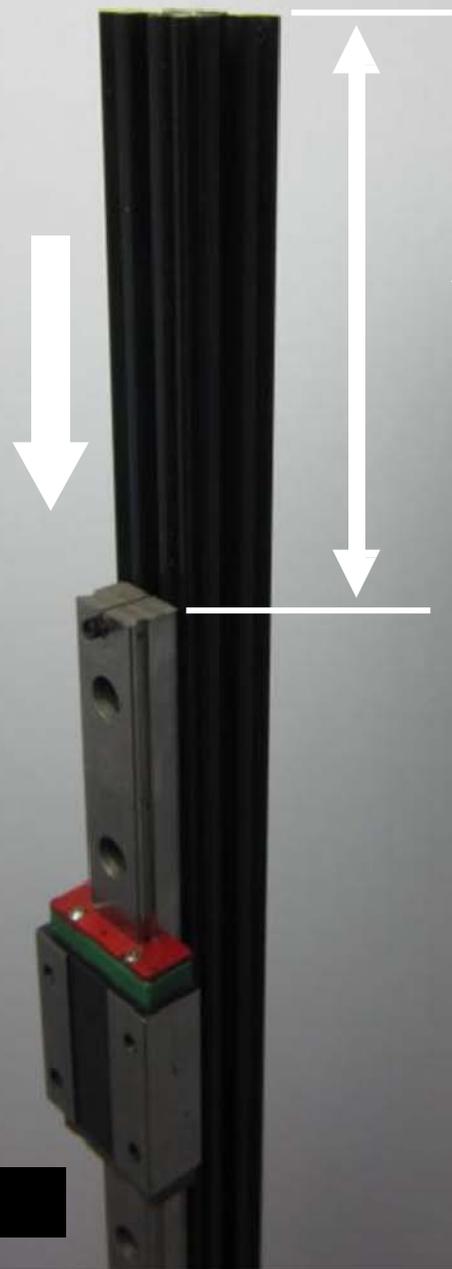
前面装好的主体  
框架  
= 1 个

预装完螺丝的直线导轨 400mm = 3 组

[零件准备]

组装直线导轨零件

{C37}



建议将直线导轨安装到  
距离垂直铝型材顶部  
70mm 的位置。

### [安装位置]

将 400mm 直线导轨如图所示安装到位，建议导轨安装的应最大限度保证滑块靠近工作平面方向的移动空间。

{08}

[工具]

M3 内六角扳手

[拧紧螺丝]

!!!注意检查三条导轨位置的一致性。检查完成后拧紧所有 48 颗 M3x20mm 螺丝。

{C39}

[工具]

M3 内六角扳手



[拧紧螺丝]

拧紧之前预安装的下部限位开关座的 M3x8mm 螺丝。

{C40}

安装完成直线  
导轨的主框架  
= 1 组

限位开关座 = 3 组

**[零件准备]**

上部限位开关座零件

{C41}

[工具]

M3 内六角扳手



[安装到槽上，并拧紧螺丝]

将顶部限位开关座安装到直线滑轨的顶部，并将螺丝拧紧。

{C42}

挤出机步进电机安装座 = 1 个



M3 x 8mm 内六角螺丝 = 2 颗



M3 螺母 = 2 颗



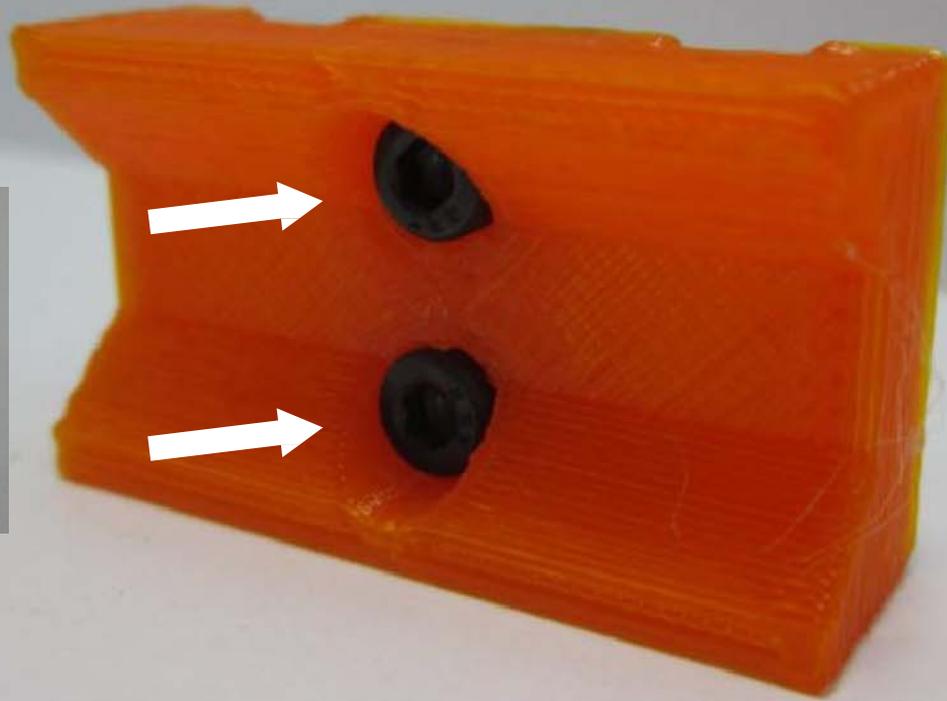
[零件准备]

挤出机电机安装零件

{C43}

[工具]

M3 内六角扳手



[组装]

将 2 颗 M3x8mm 螺丝和螺母预装到安装座上。

{C44}

之前安装好的主框架 = 1 组。



预装好的挤出机安装座 = 1 组

[零件准备]

挤出机安装座所需零件

{C45}

[工具]

M3 内六角扳手



[安装到导轨上]

如图，将安装座安装到其中一根垂直框架的中间。拧紧 M3x8mm 螺丝。

{C46}

滑块推杆座 = 1 个



M3 x 8mm 内六角螺丝 = 2 颗



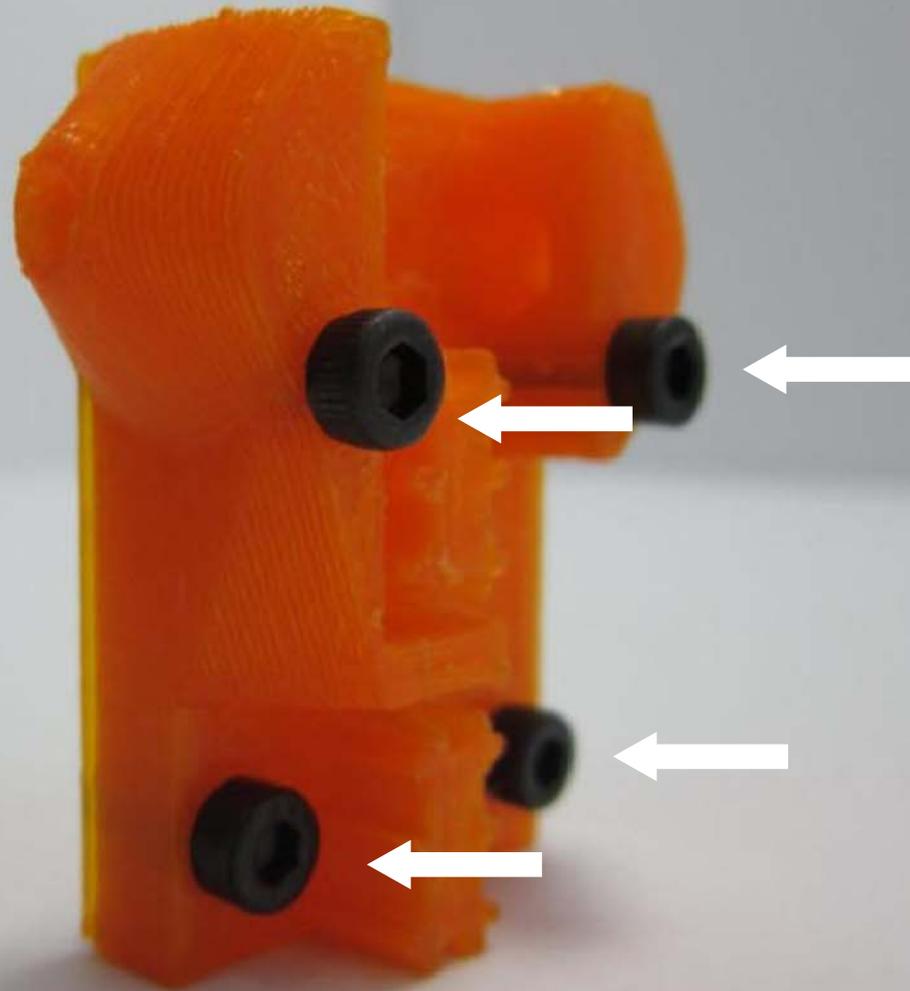
M3 x 16mm 内六角螺丝 = 2 颗



**[零件准备]**

滑块推杆座零件准备

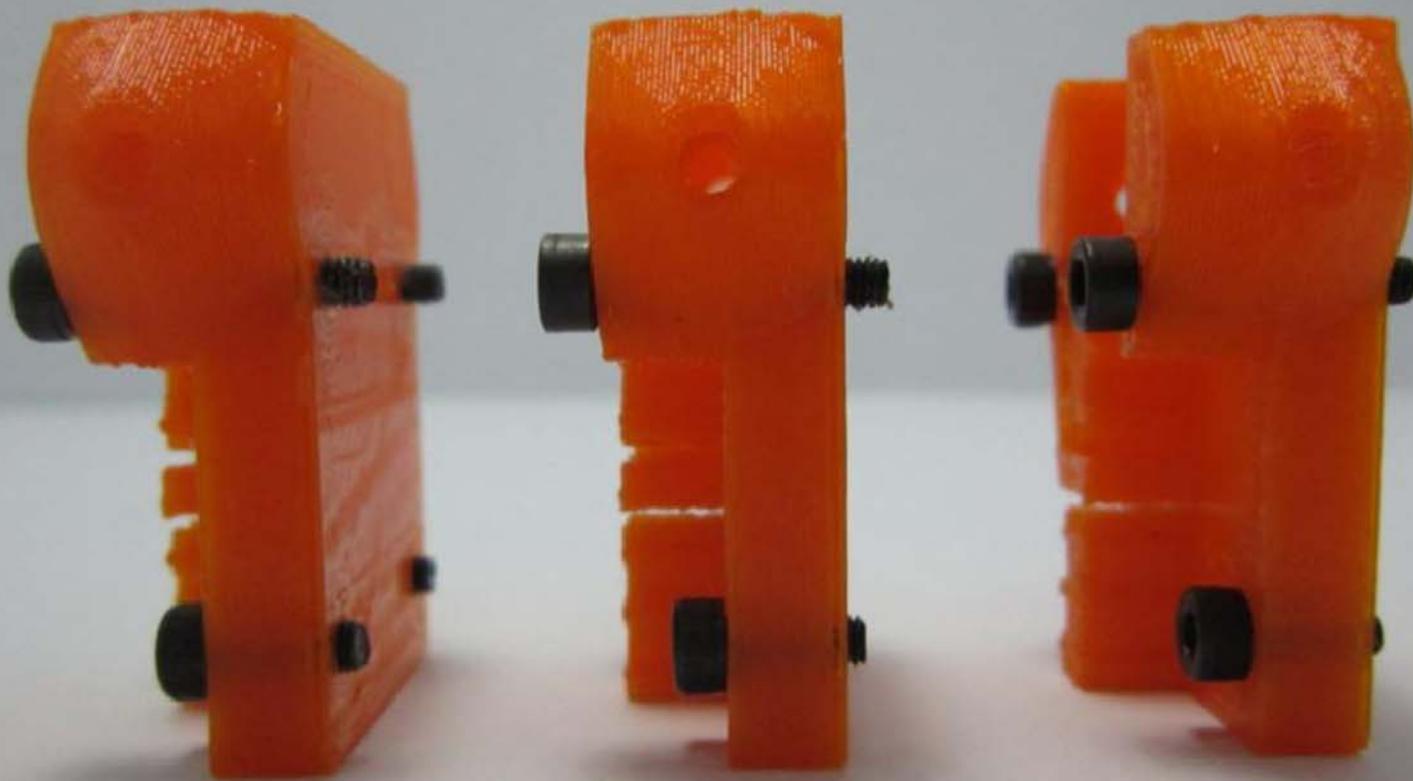
{C47}



**[组装]**

如图所示，将两枚 M3x16mm 内六角螺丝插入推杆座上部孔中，将两枚 M3x8mm 螺丝插入推杆座下部孔中。

{C48}



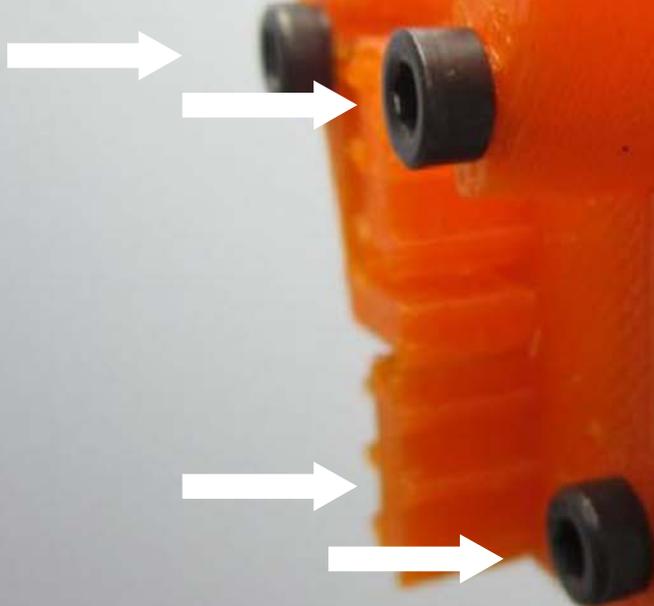
[重复步骤]

重复 {C46} 至 {C47} 步骤. 组装好三组滑块推杆座

{C49}

[工具]

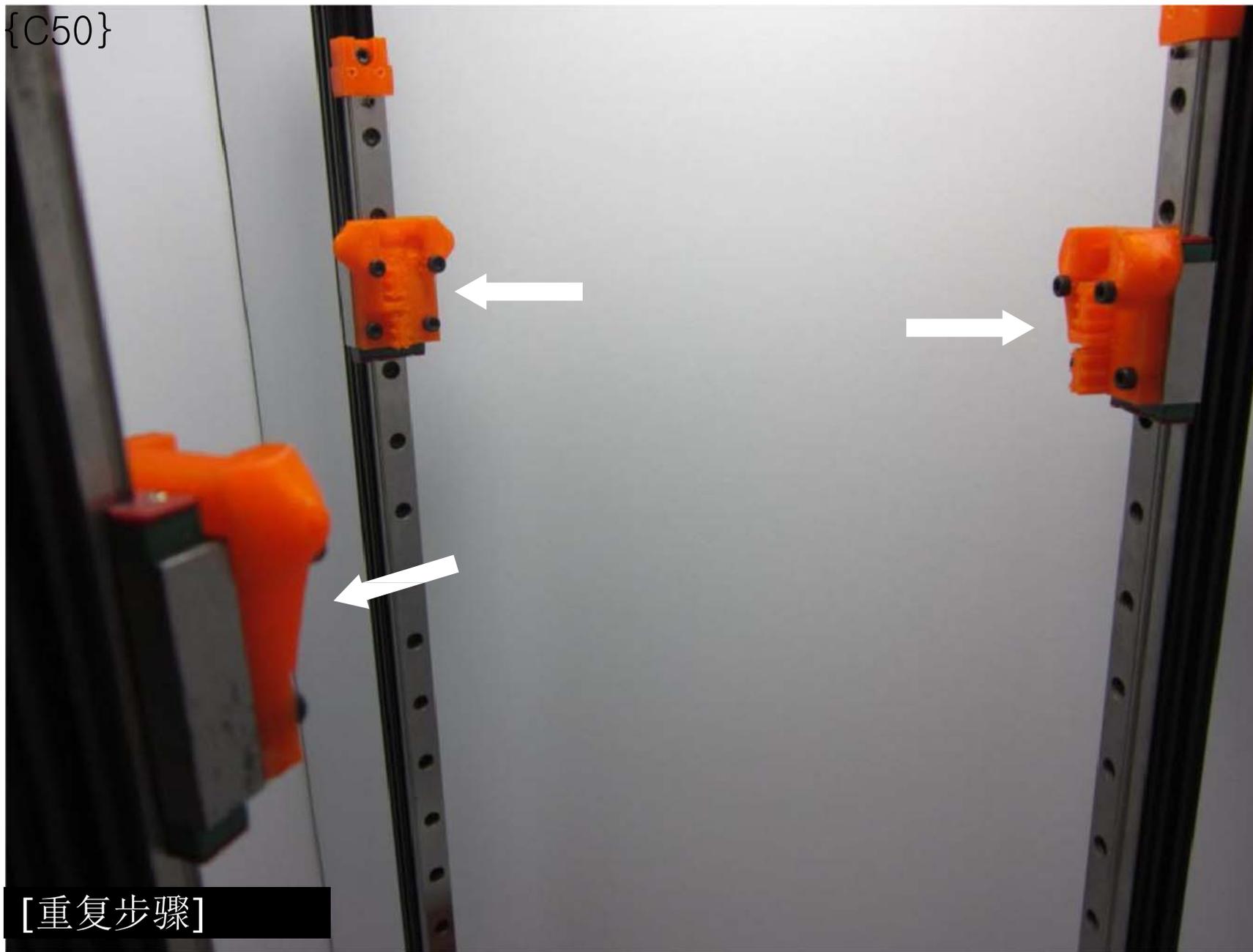
M3 内六角扳手



[安装]

将滑块推杆座安装到滑块上，拧紧所有螺丝。

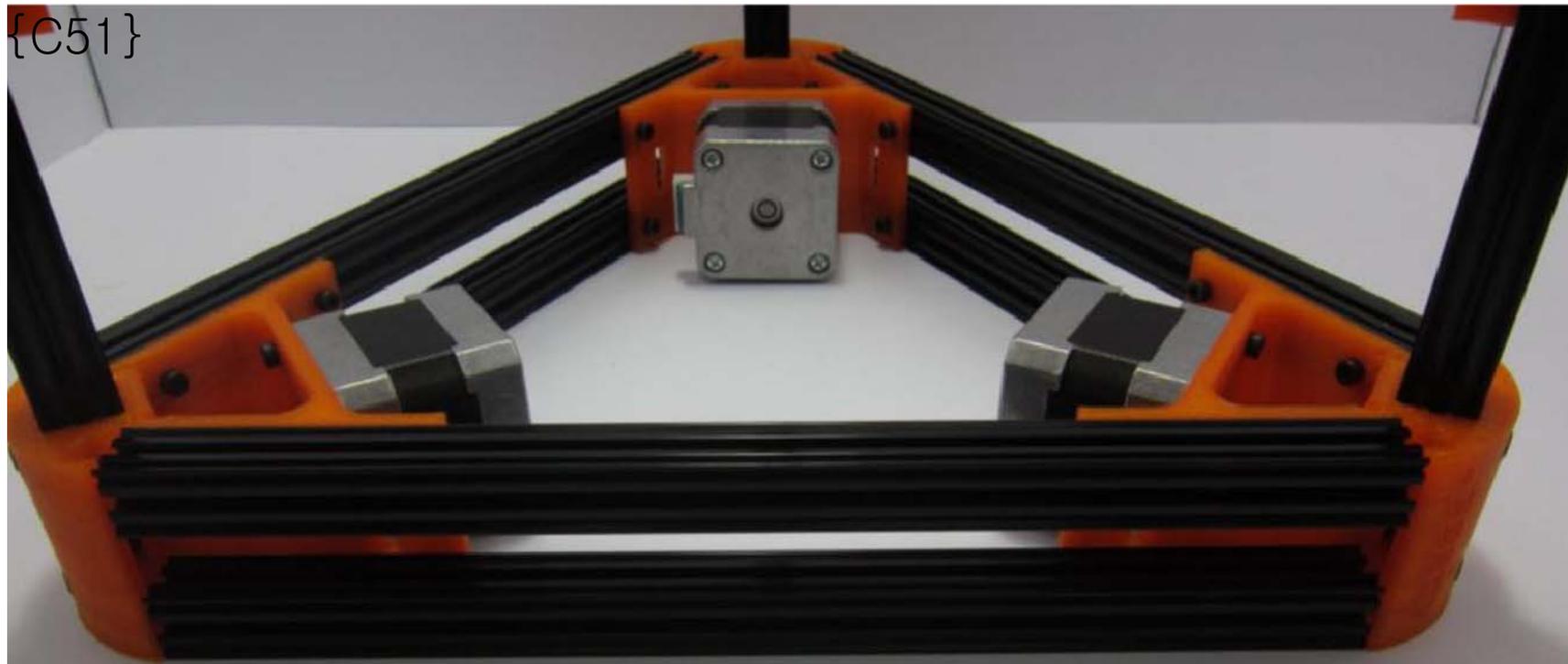
{C50}



[重复步骤]

重复步骤 {C49}. 将三个滑块推杆座安装到相应的滑块上。

{C51}

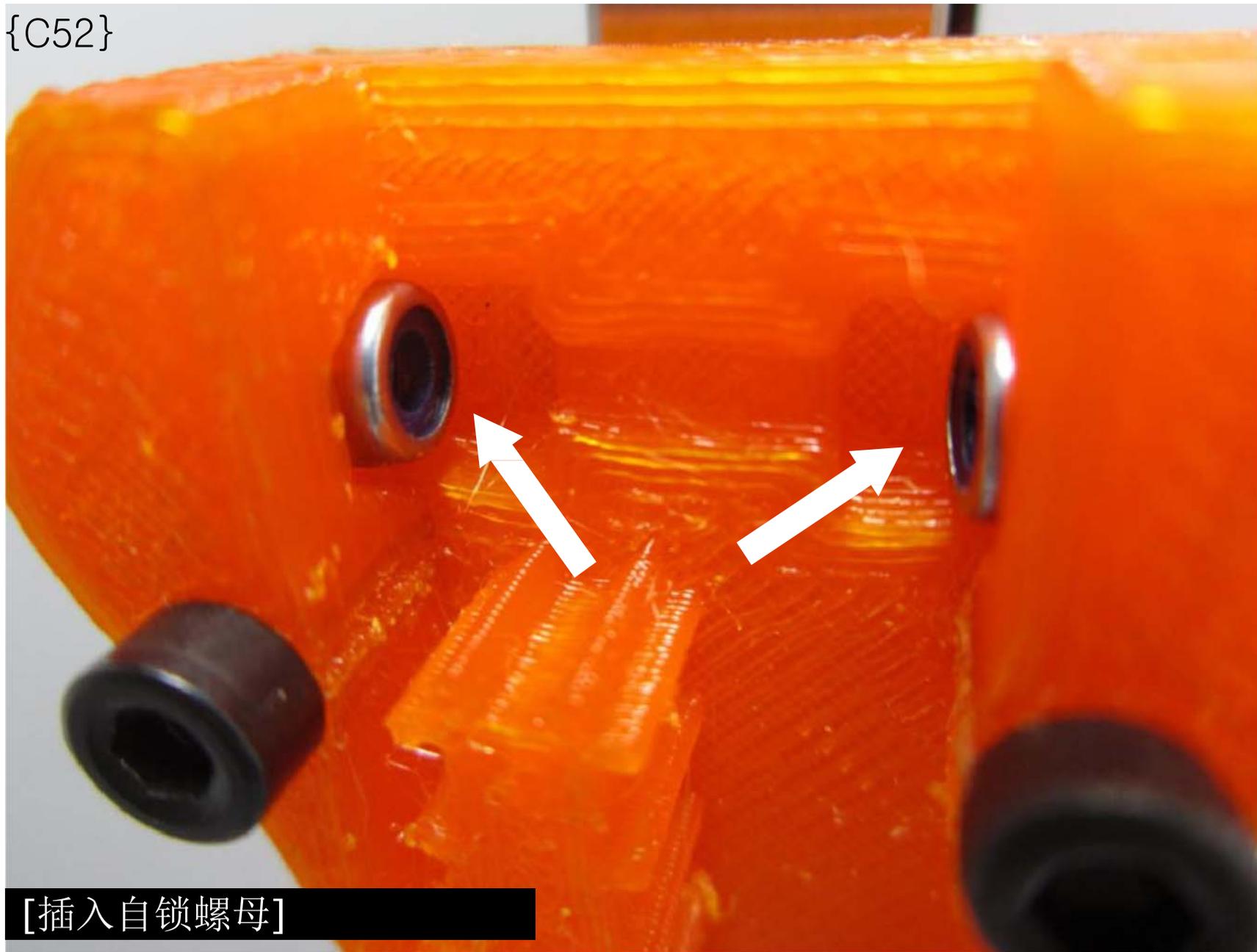


M3 尼龙防松  
自锁螺母  
= 6 个

[零件准备]

滑块推杆座零件

{C52}



**[插入自锁螺母]**

插入两颗自锁螺母到滑块推杆座。重复此步骤，将所有自锁螺母插到三个滑块推杆座内。

{C53}

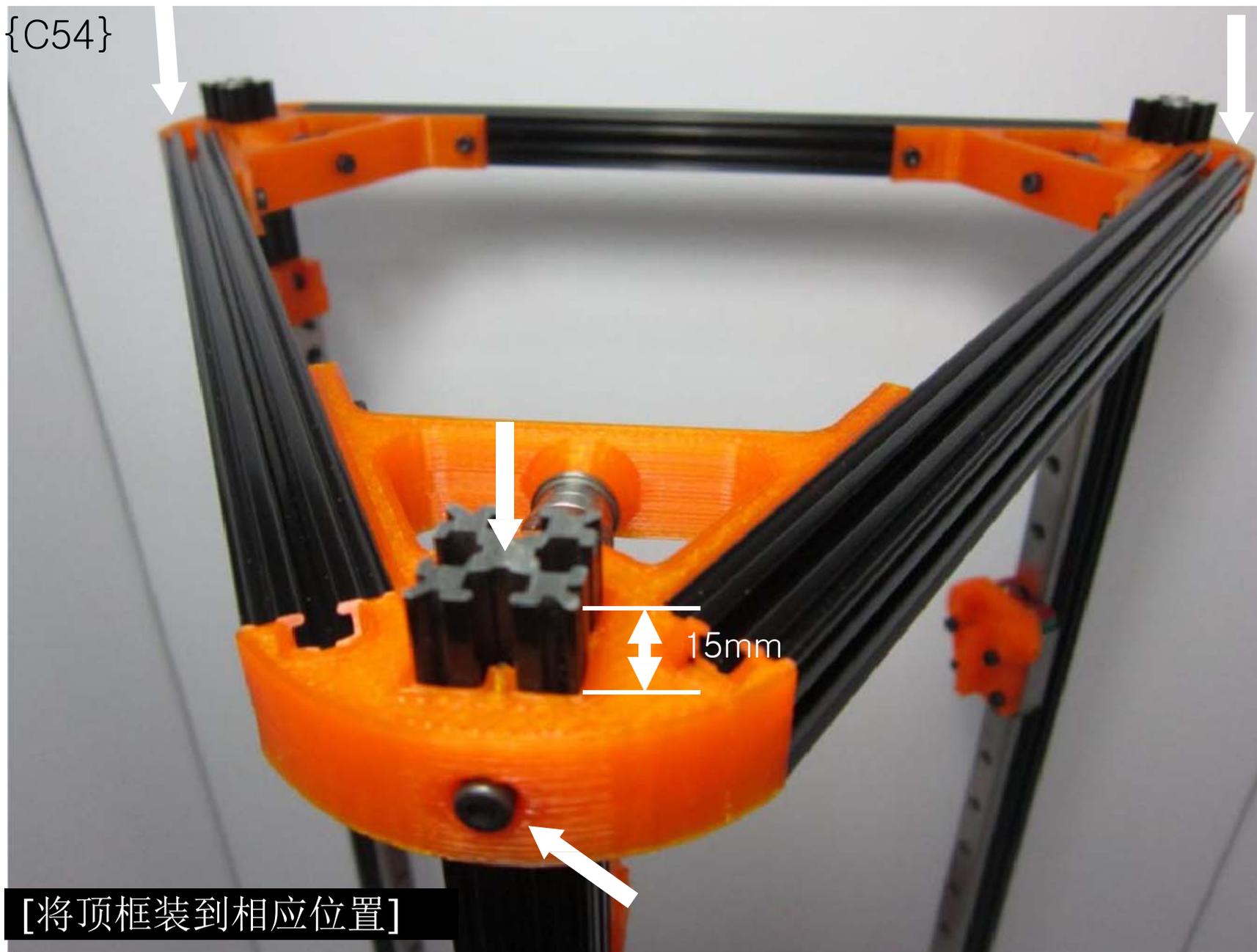
已完成底框、导轨及相关部件  
安装的主框架  
= 1 组

顶框  
= 1 组

[零件准备]

安装顶框架零件

{C54}



[将顶框装到相应位置]

将顶框安装到离垂直框架上，离框架顶部 15mm。将顶框上的 M3x8mm 螺丝拧紧。

{C55}



M3 螺  
母  
= 1 pc



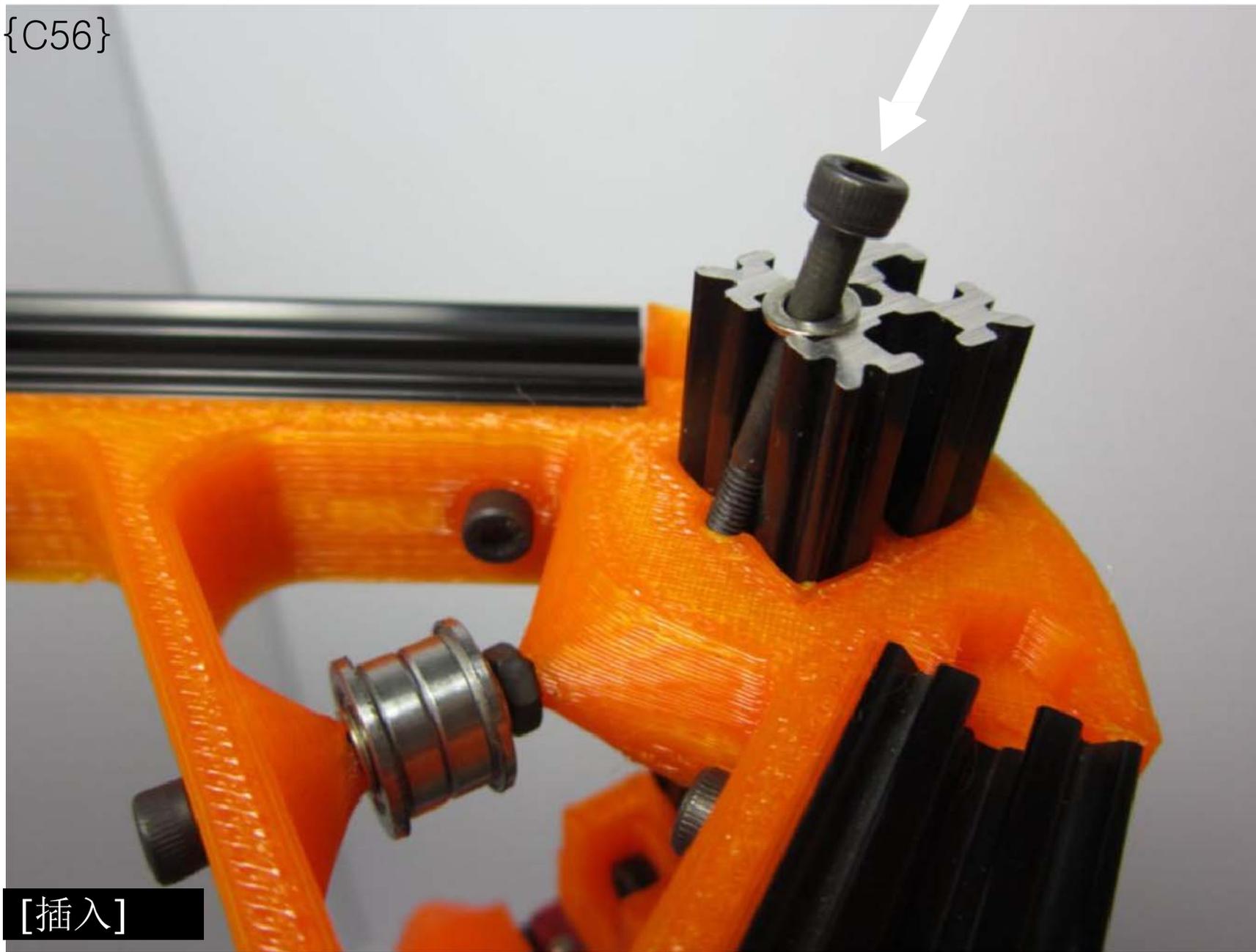
M3x35mm  
内六角螺丝  
= 1 pc

M3  
垫片  
= 1 pc

[零件准备]

顶框固定零件准备

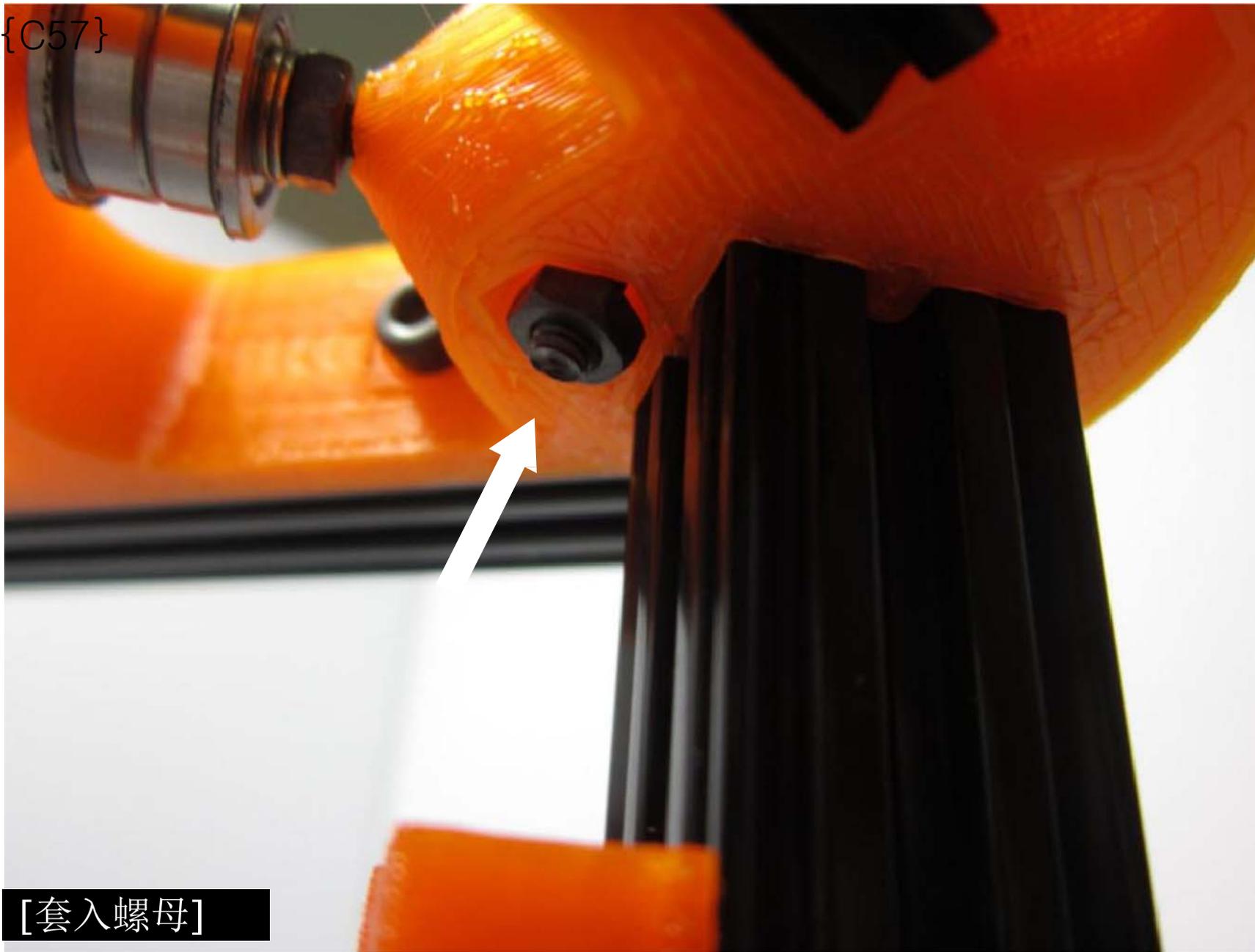
{C56}



[插入]

如图插入螺丝

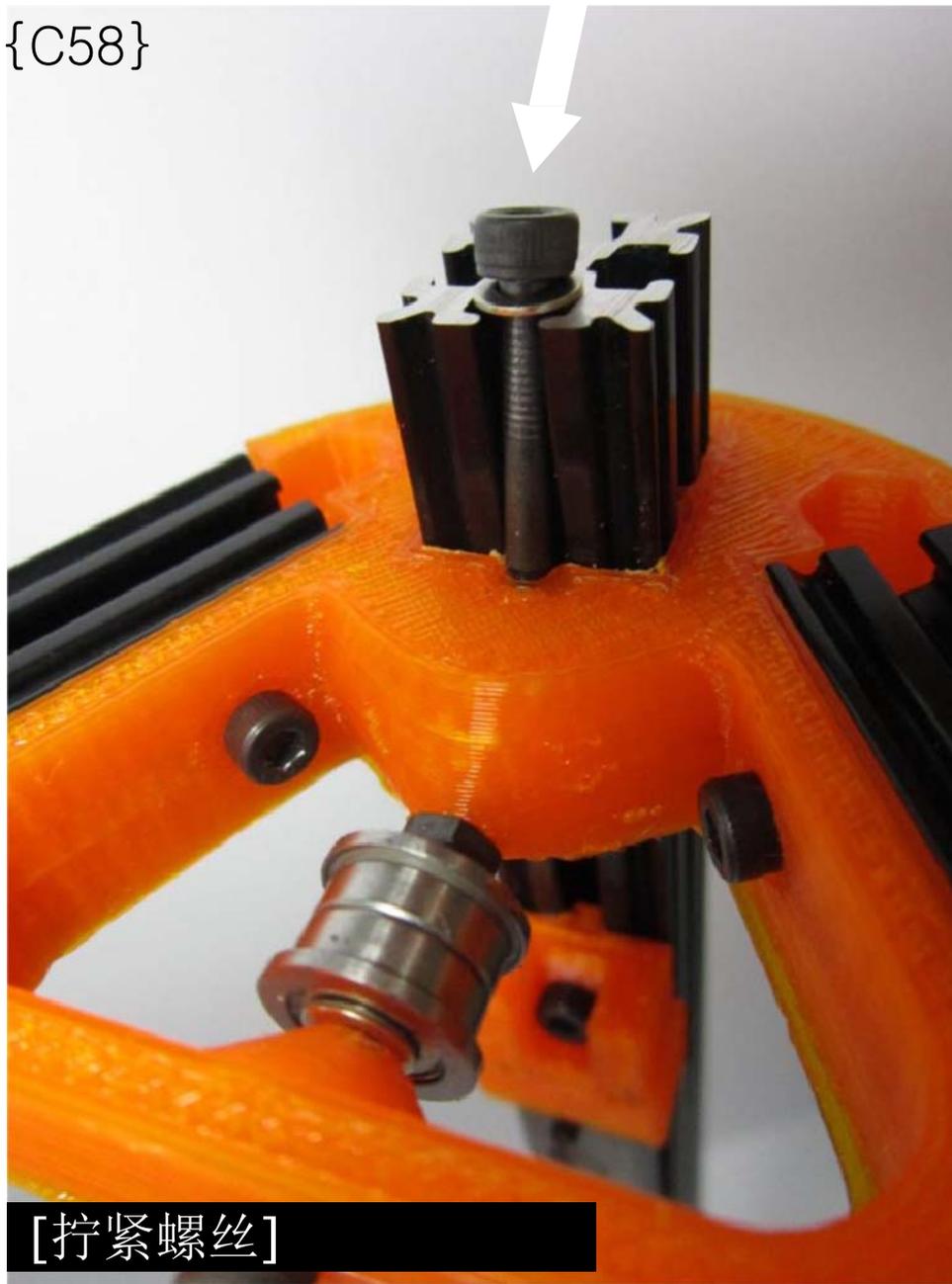
{C57}



[套入螺母]

如图套入 M3 螺母

{C58}



[拧紧螺丝]

[工具]

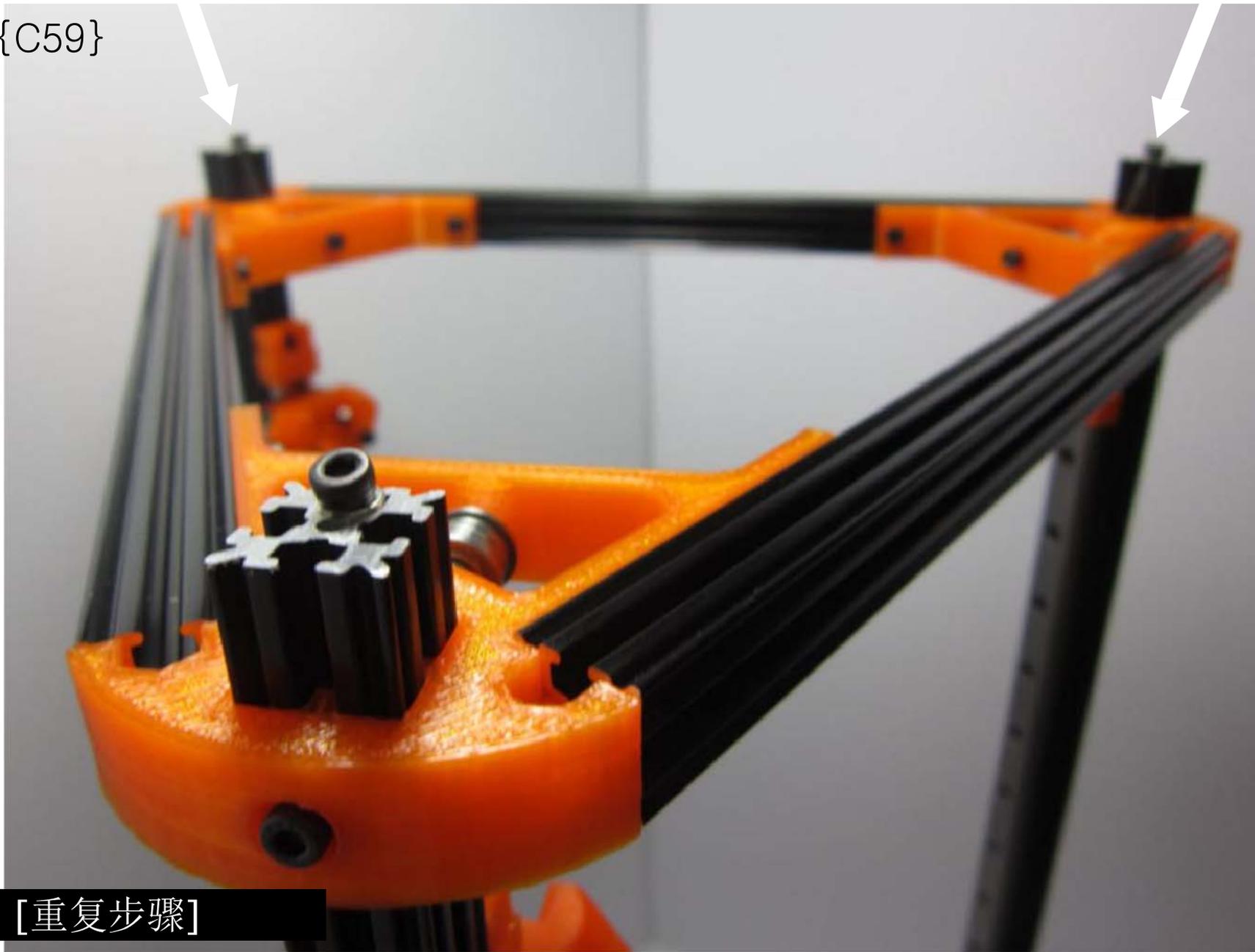
M3 内六角扳手



从下面观看皮带  
张紧螺母

轻轻拧紧 M3 螺母，不要太紧防止顶部框架被拉高。

{C59}

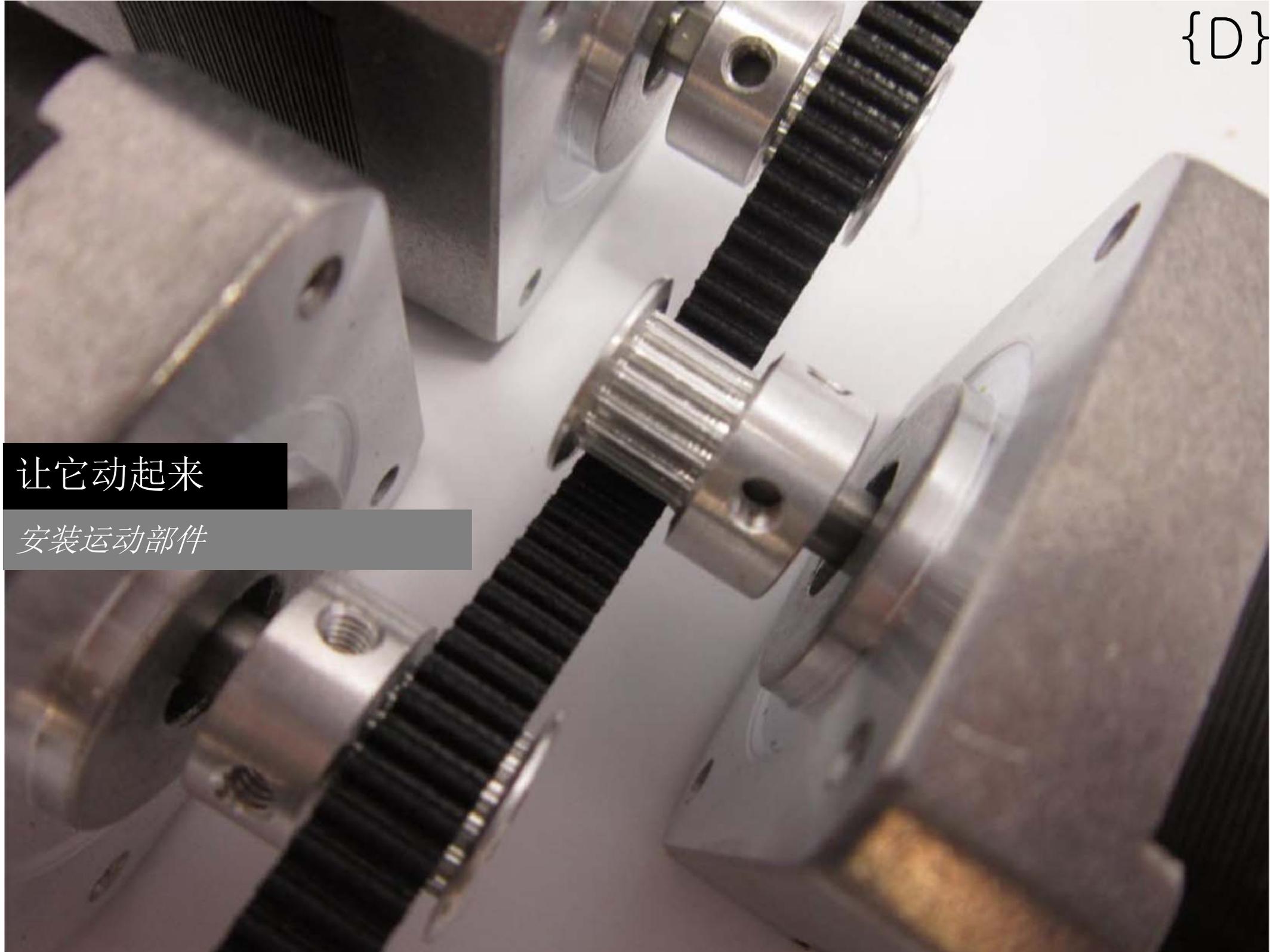


[重复步骤]

重复 {C55} 至 {C58} 步骤，拧紧其他两个螺丝。

让它动起来

安装运动部件



{D01}

NEMA17 步进电机 = 1 个



GT2 铝合金 16 齿同步带轮 = 1 个



顶丝 = 2 个



[零件准备]

步进电机安装零件

{D02}

[工具]

M1.5 Allen Key



[组装]

如图用顶丝将同步带轮安装到步进电机轴上。

{D03}



**[重复步骤]**

重复 {D01} 至 {D02} 步骤. 如图将完成其他两个步进电机同步带轮安装。

{D04



主框架 = 1 组

三个步进电机组件  
= 3 组

M3x8mm  
螺丝  
= 12 颗

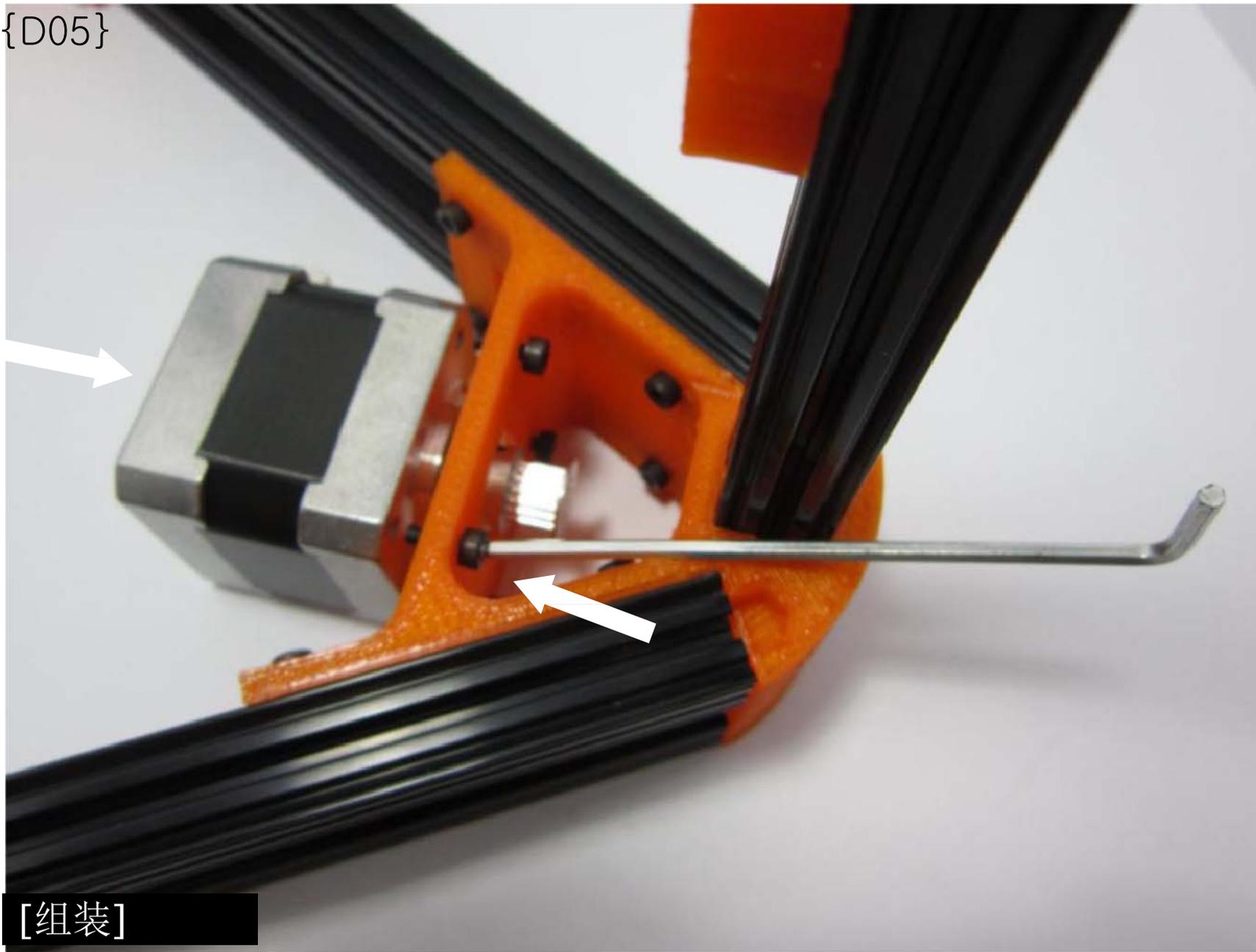
[零件准备]

步进电机安装零件准备

{D05}

[工具]

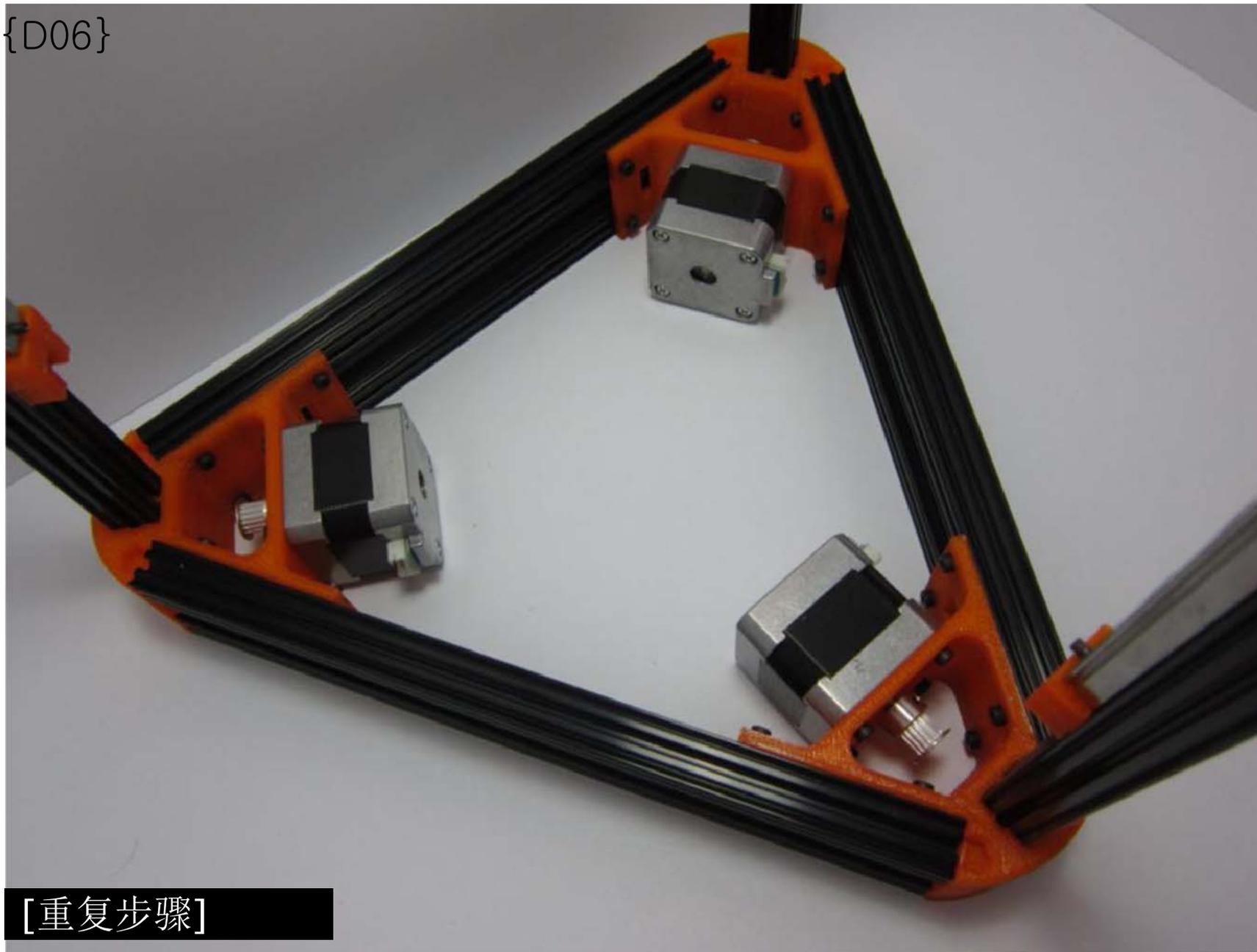
M3 内六角扳手



[组装]

如图，用 4 颗 M3x8mm 内六角螺丝将步进电机安装到框架上。

{D06}



[重复步骤]

重复 {D05} 步骤安装所有的步进电机。

{D07}



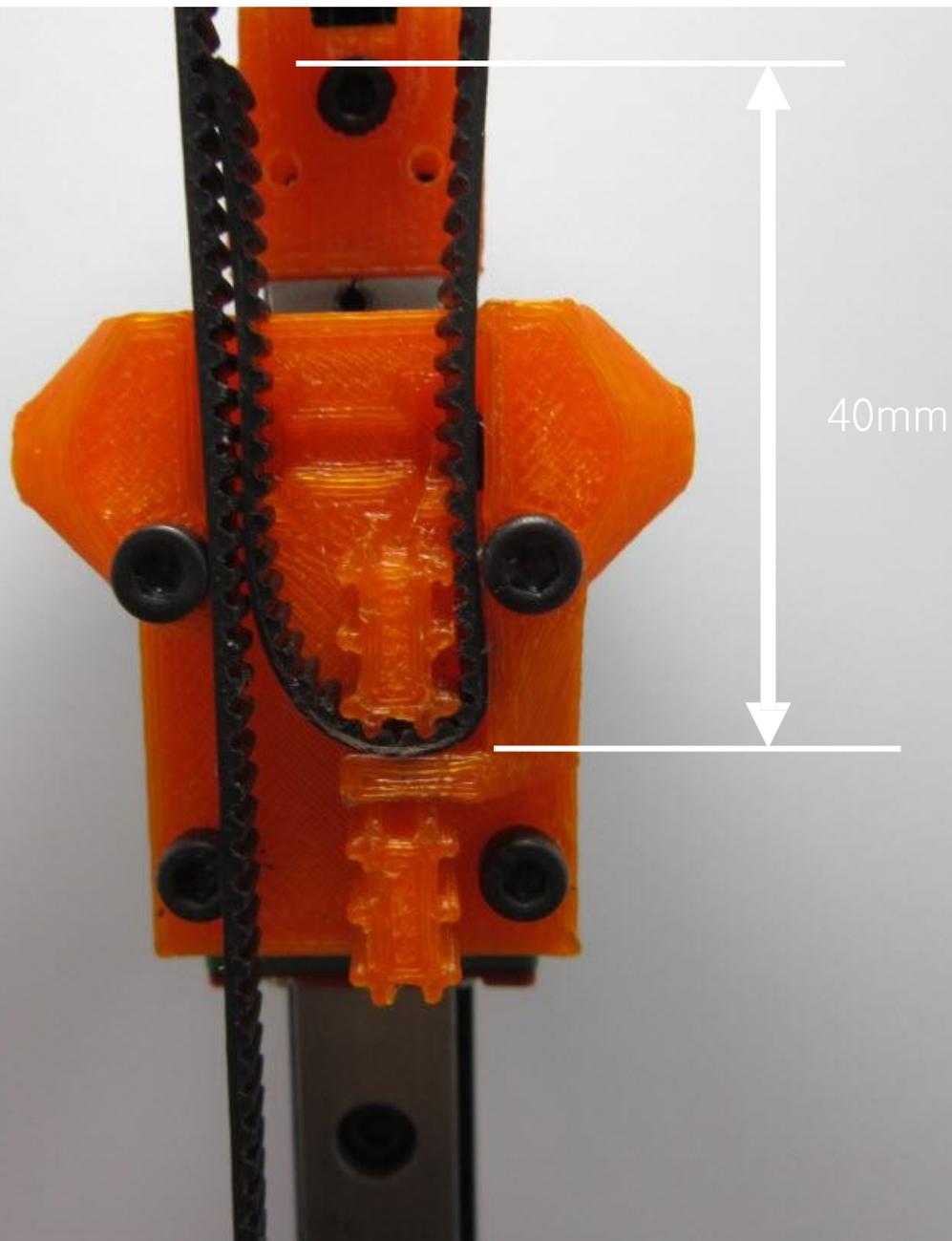
开口 GT2 同步带 1300mm = 1 条

### [零件准备]

安装同步带驱动部分的零件准备。

注意：将本机器需要 4000mm GT2 同步带均等截取成三段。

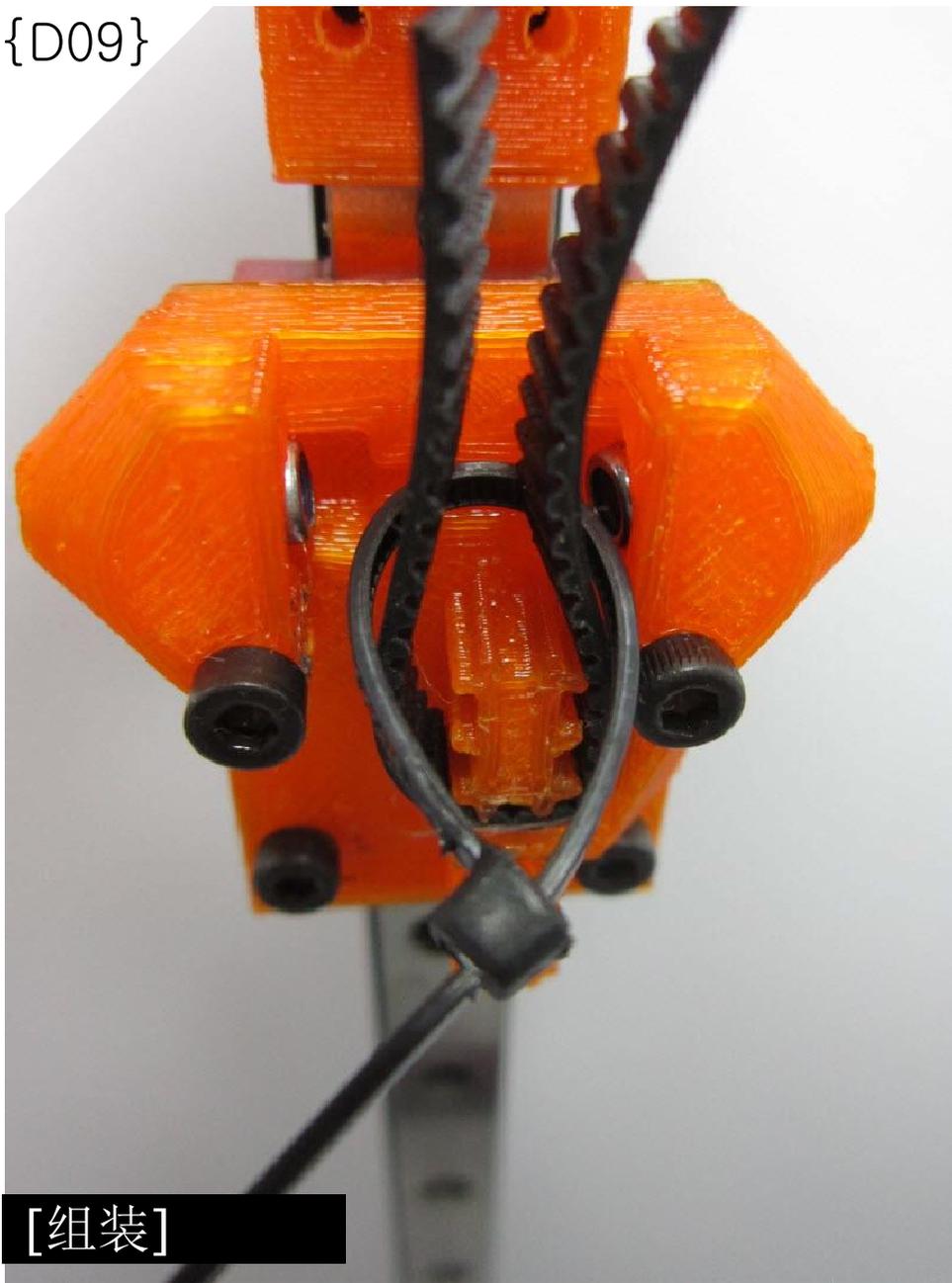
{D08}



[组装]

如图所示，将同步带安装到滑块推杆座上。

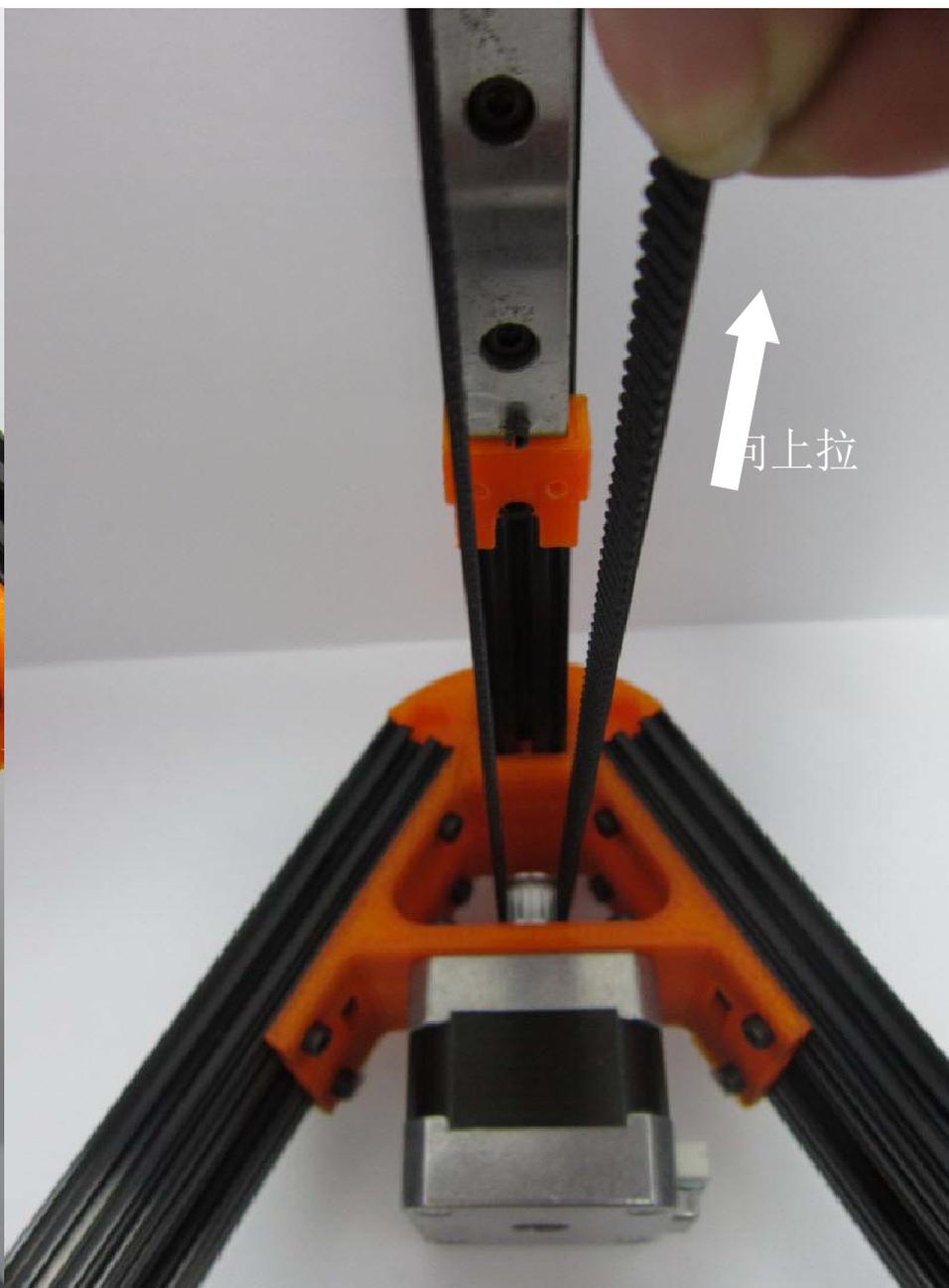
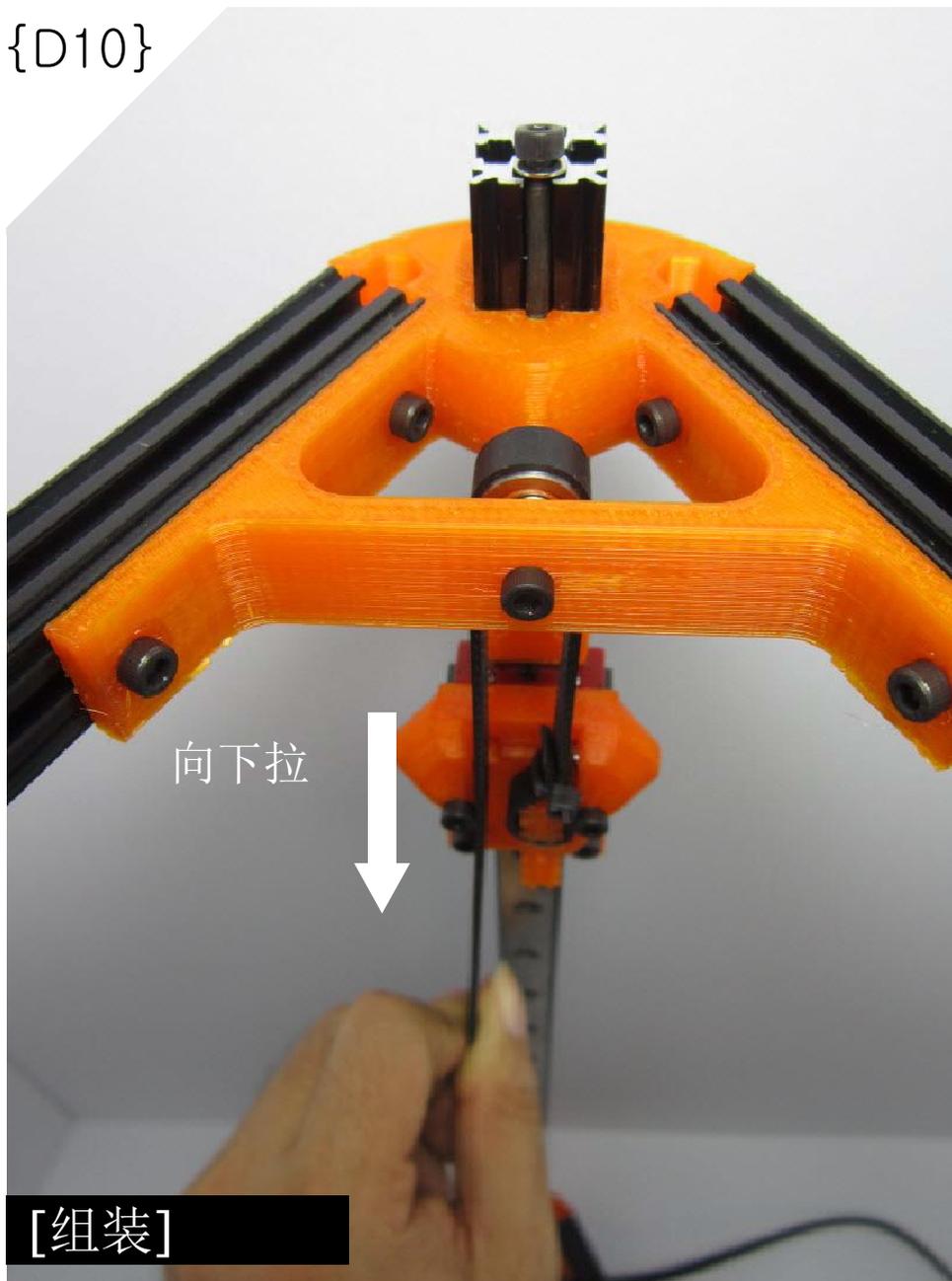
{D09}



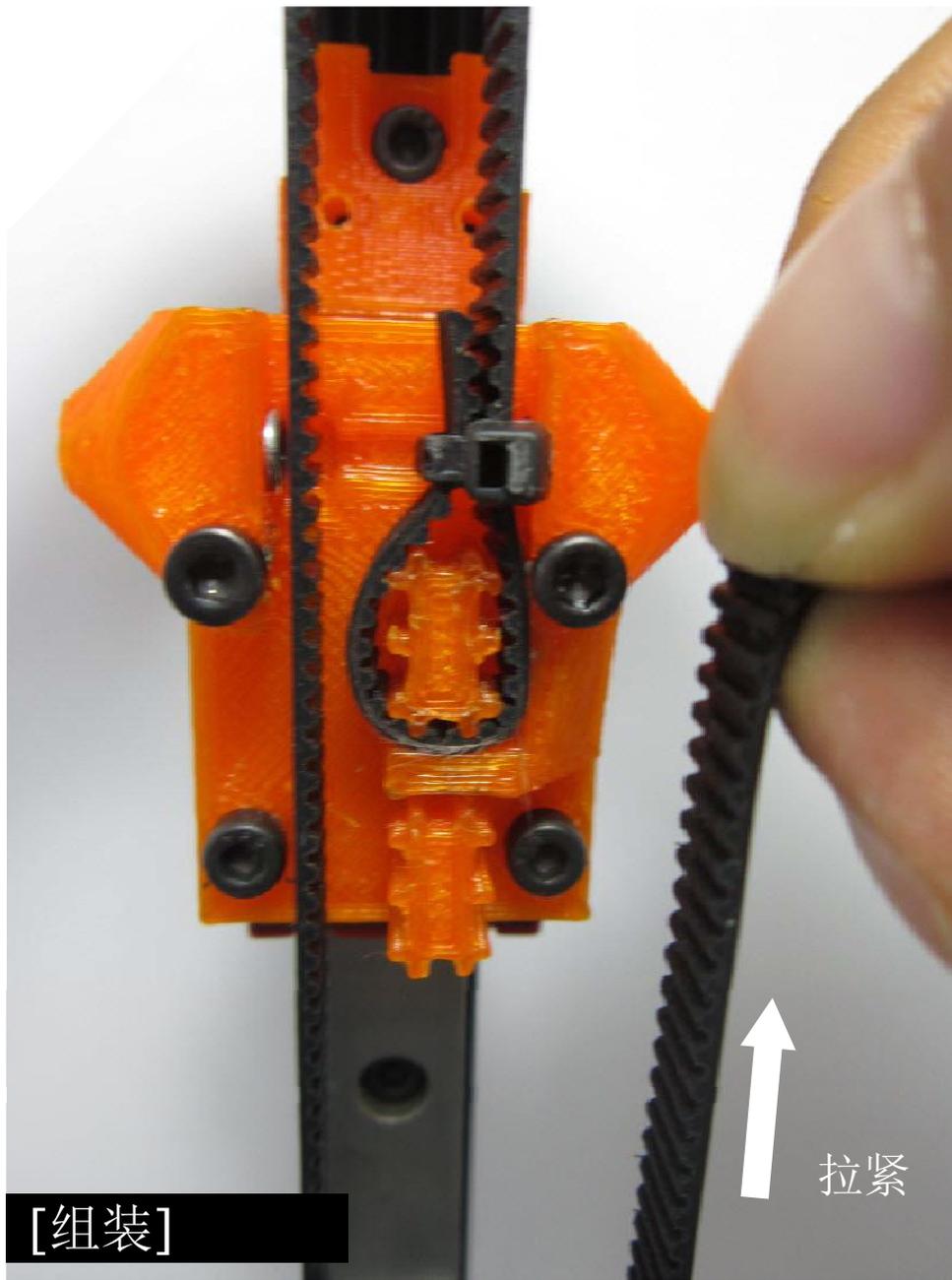
[组装]

如图，用尼龙扎带将同步带扎紧。

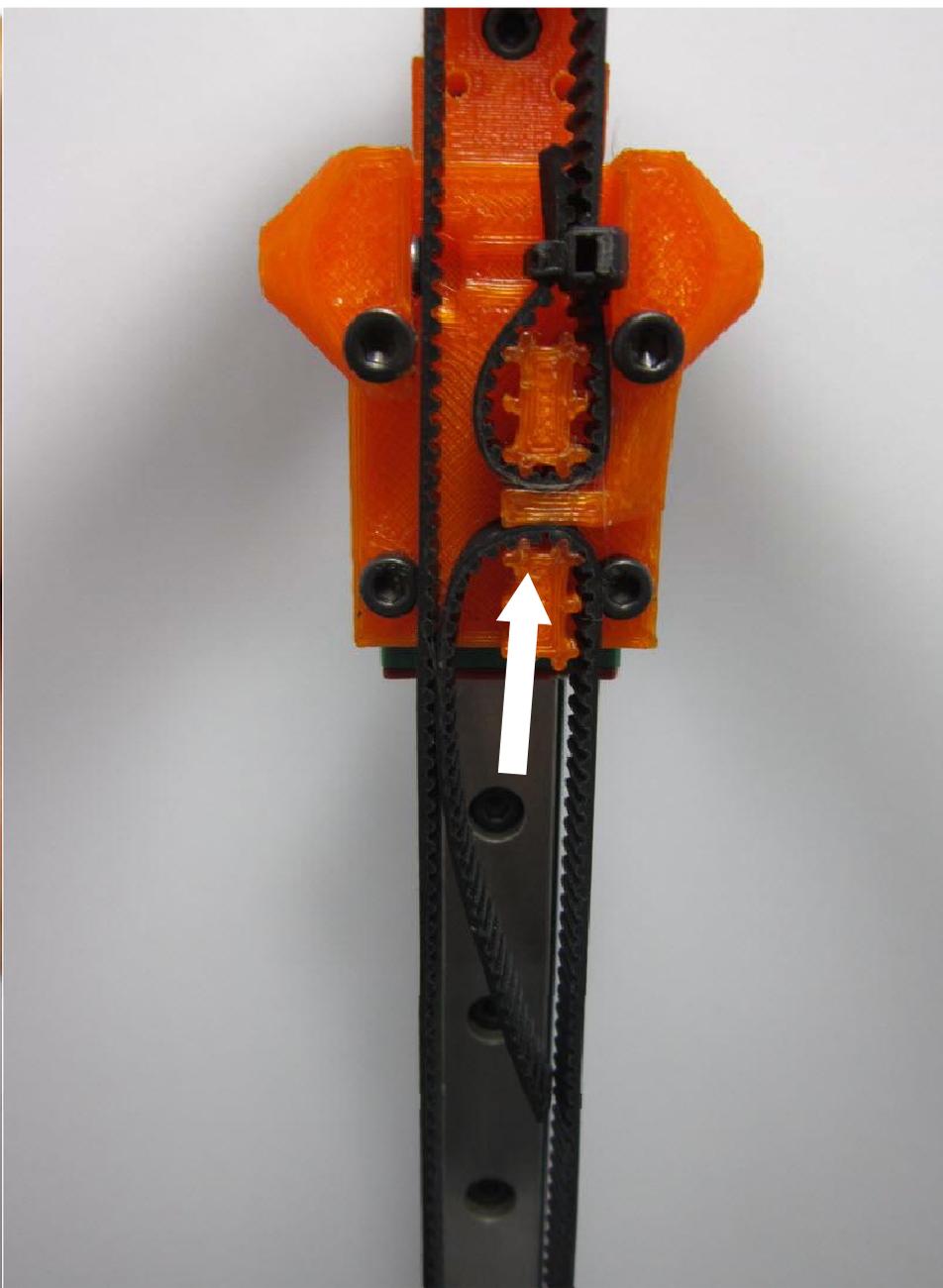
{D10}



同步带穿过顶部法兰轴承后向下拉，然后穿过底部的步进电机同步轮向上拉。拉的过程中注意保证同步带的平直。

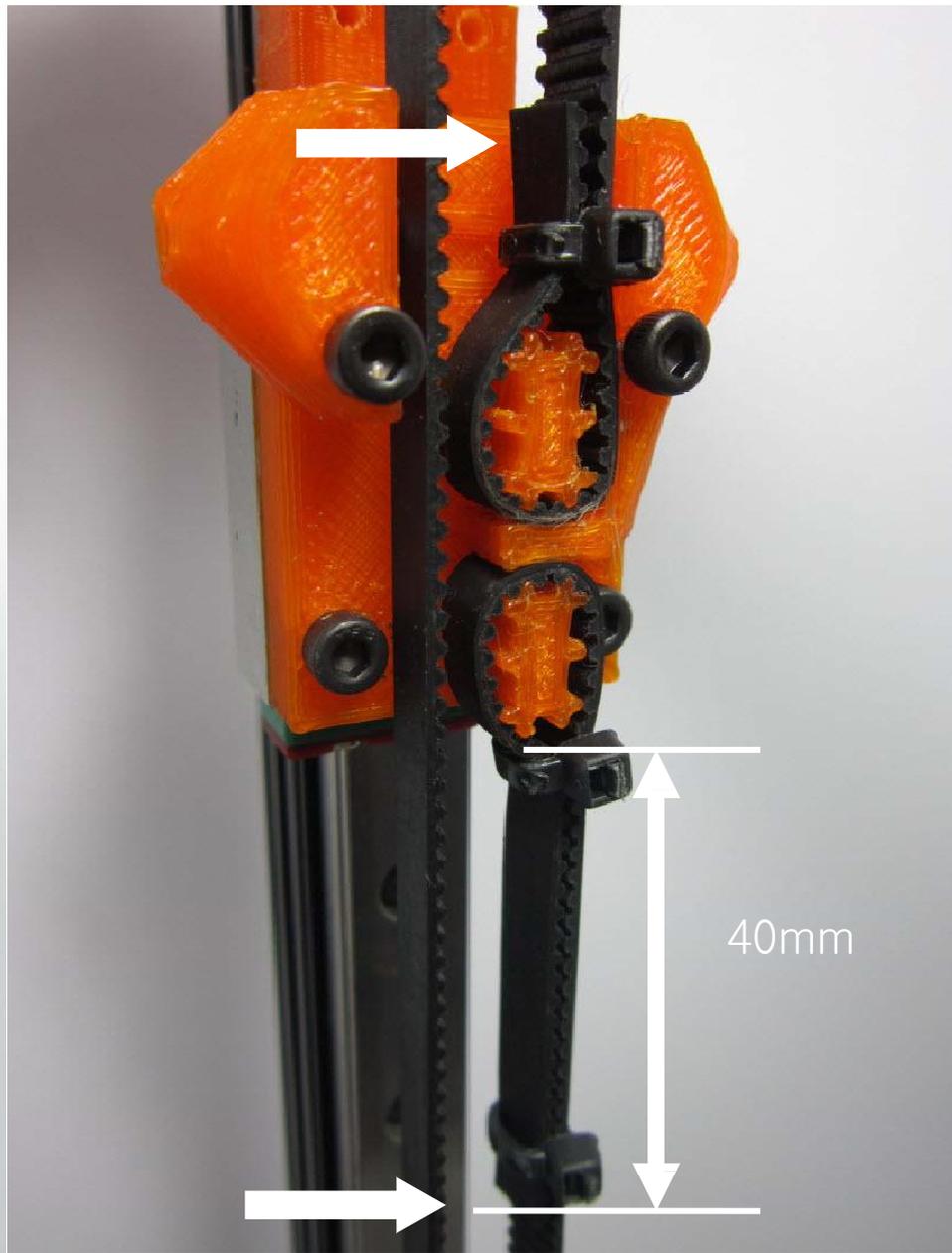


[组装]



将同步带拉紧后，如图所示，绕过滑块推杆座

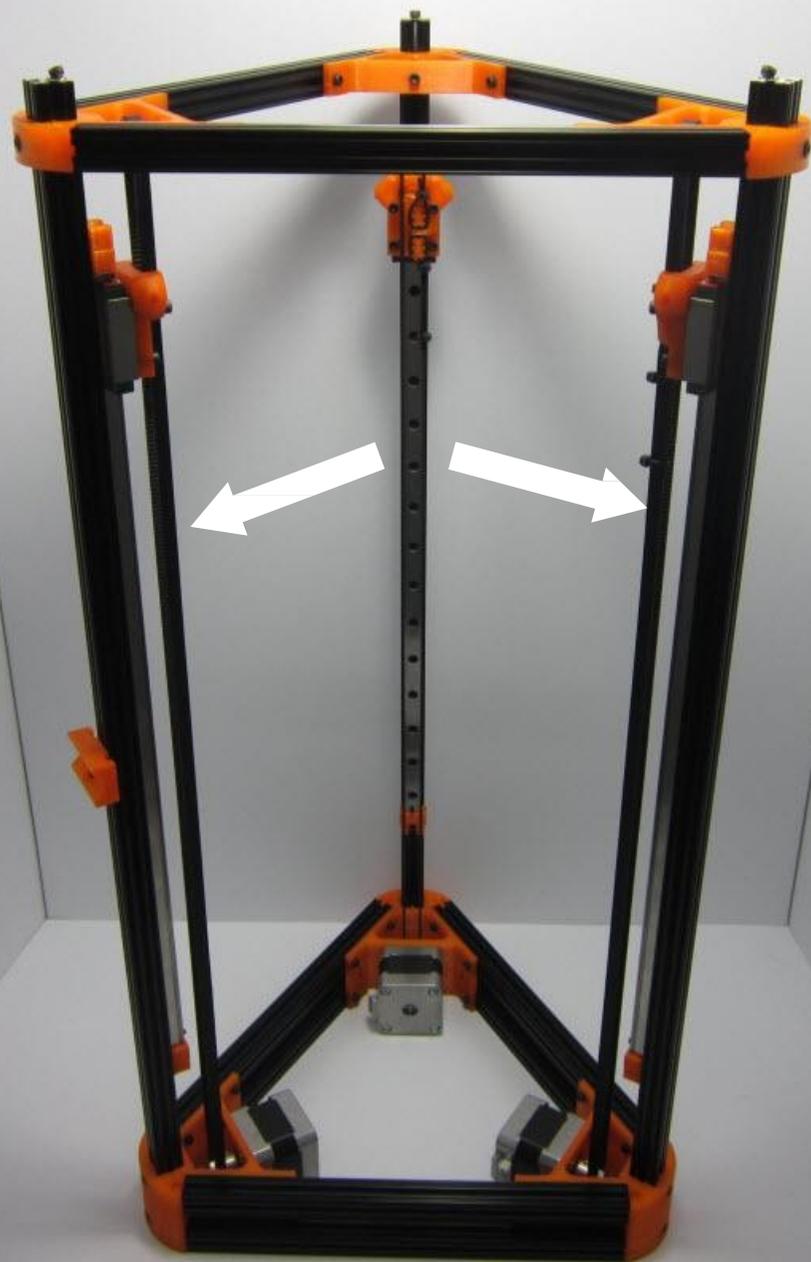
{D12}



[组装]

如图所示，用尼龙扎带将同步带扎紧，如图所示留出 40mm 的长度，为以后调整流出余量。剪去多余的同步带。

{D13}



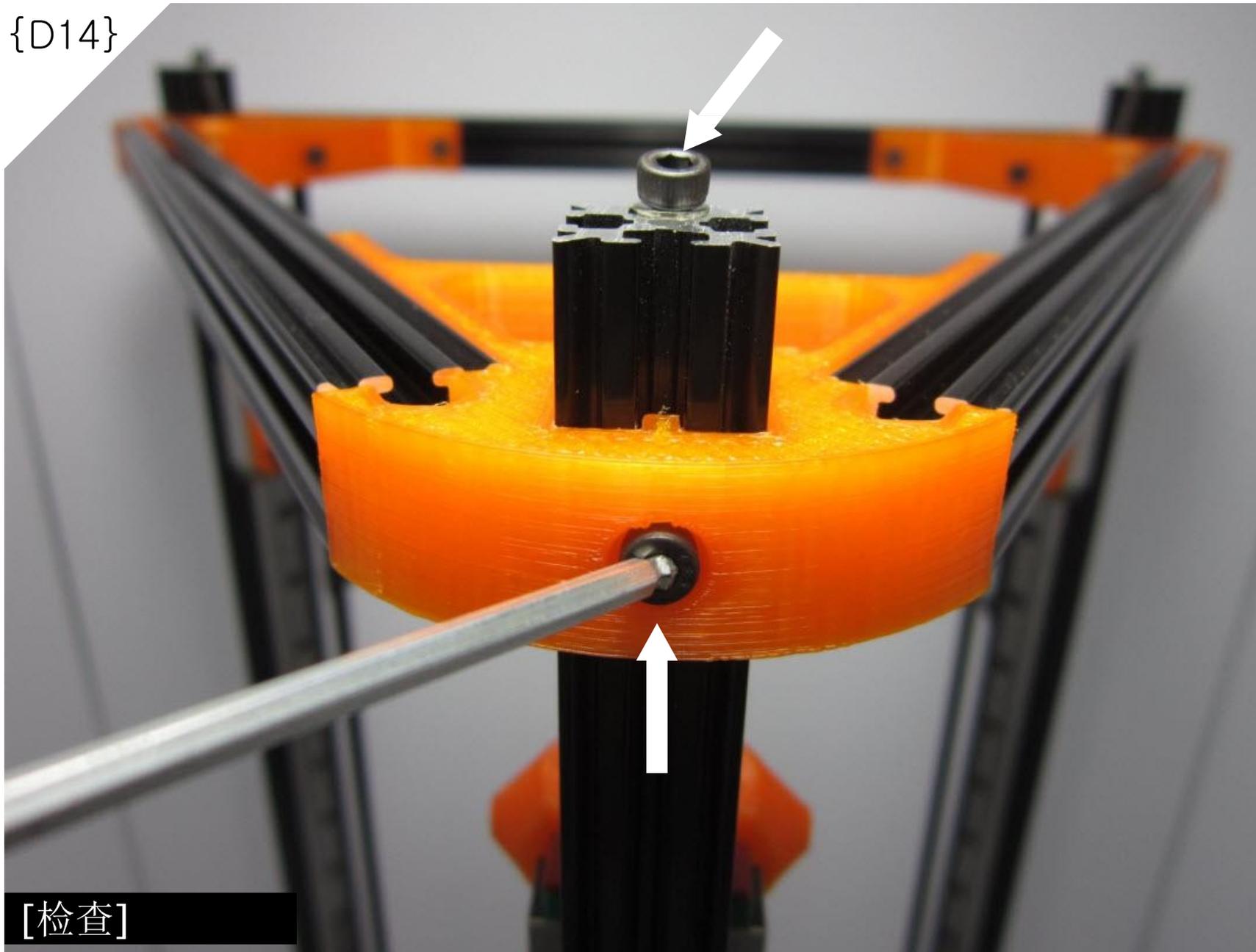
[重复步骤]

重复 {D07} 至 {D12} 步骤，装好所有三根同步带。然后做好直线导轨的润滑，保证滑块的移动顺畅。

{D14}

[工具]

M3 内六角扳手



[检查]

如果同步带张紧度不理想，可以拧松 M3x8mm 螺丝，然后将拧动框架顶部的螺丝将同步带调整到合适的张进度。

{D15}

中心控制块 = 1 个



M3 尼龙防松自锁螺母 = 6 枚



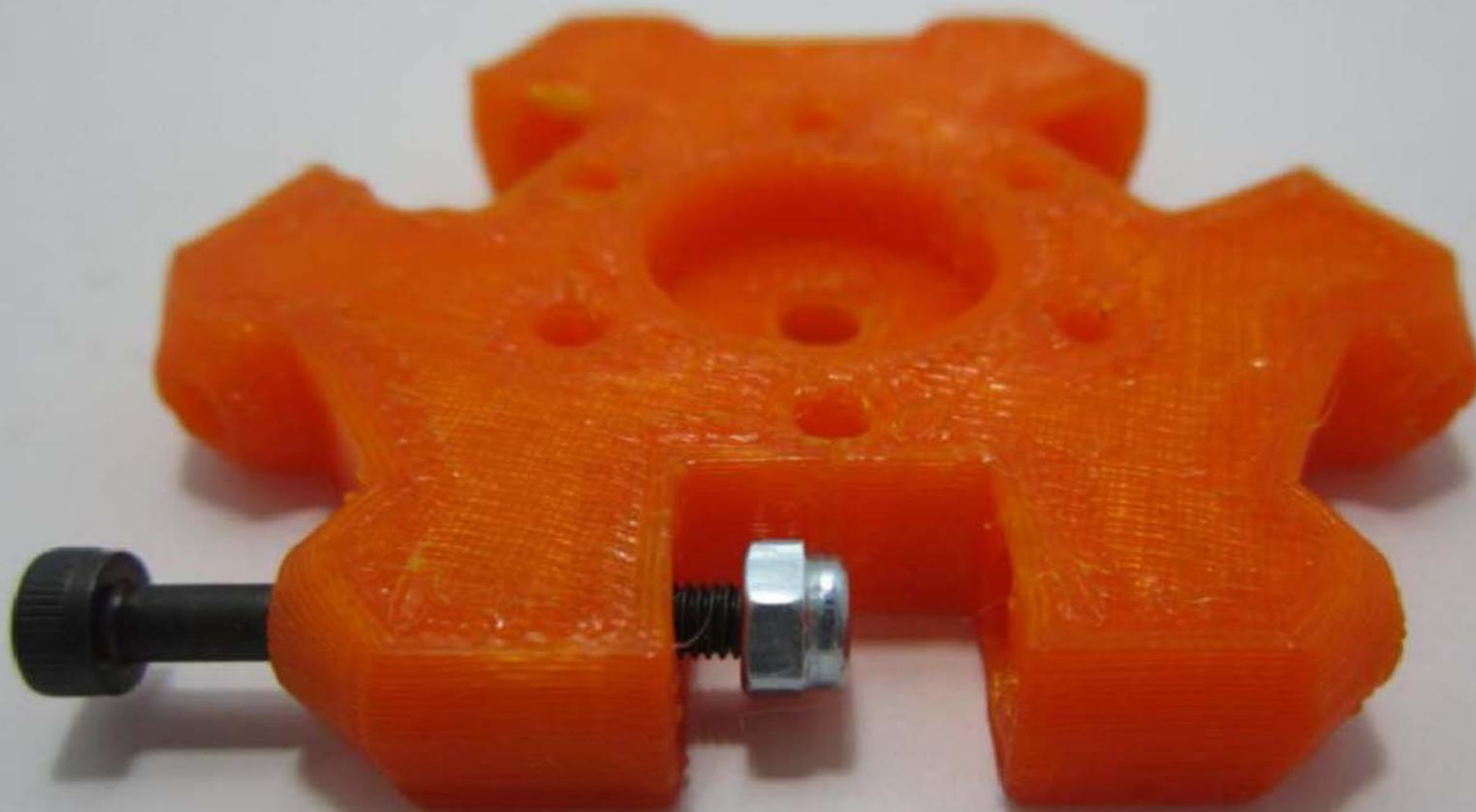
[零件准备]

中心控制块零件

{D16}

[工具]

*M3x25mm Cap  
Screw*



[组装]

如图将 M3x25mm 螺丝穿过中心控制块，在另一端拧入 M3 尼龙防松自锁螺母。

{D17}

[工具]

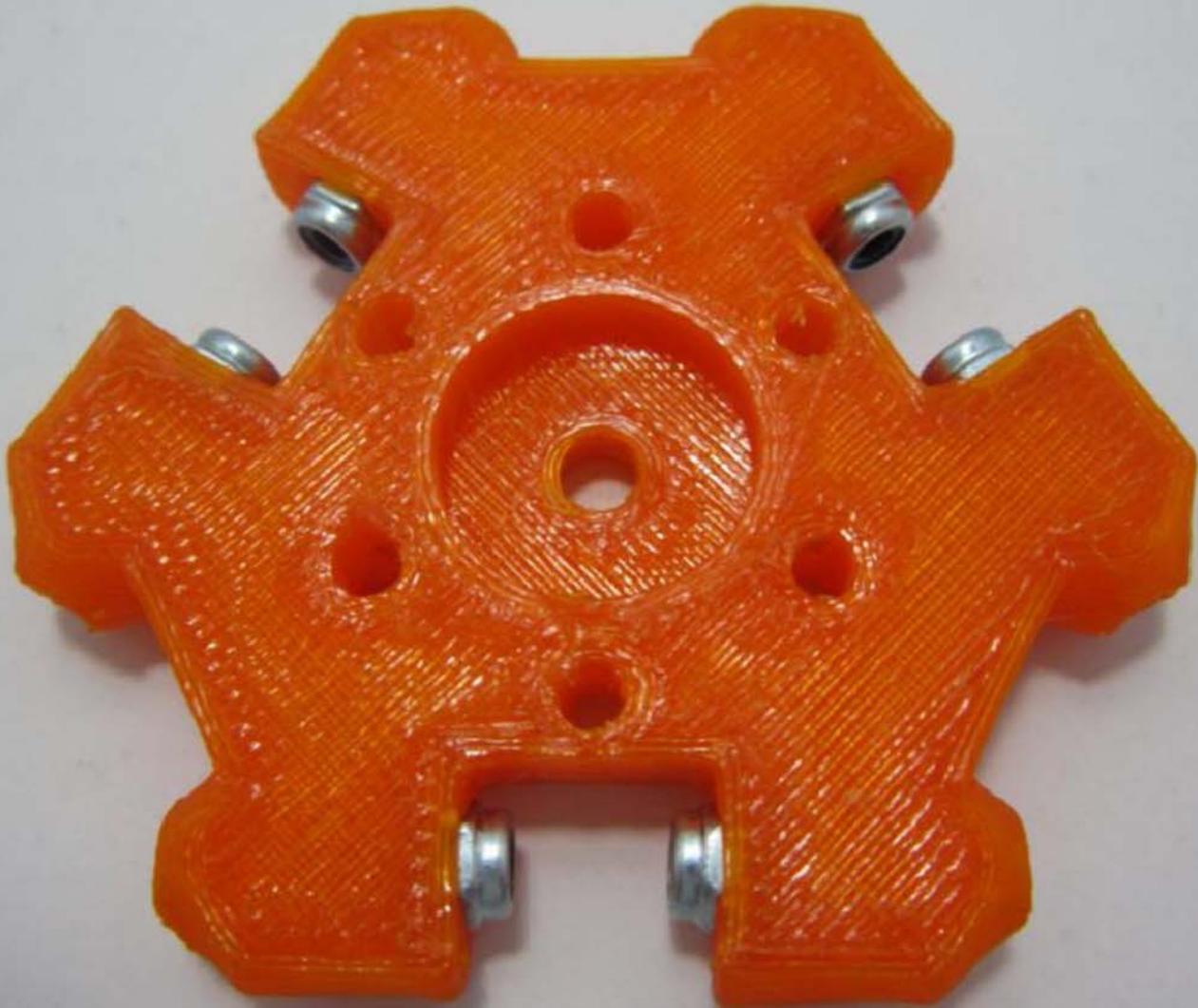
*M3x25mm Cap  
Screw*



[组装]

想外拉 M3x25mm 螺丝，让自锁螺母嵌入中心控制块中。

{D18}



[重复步骤]

重复{D16}至 {D17}步骤。装入所有的自锁螺母。

{D19}

之前组装的中心控制块 = 1 组



快速接头 = 1 个



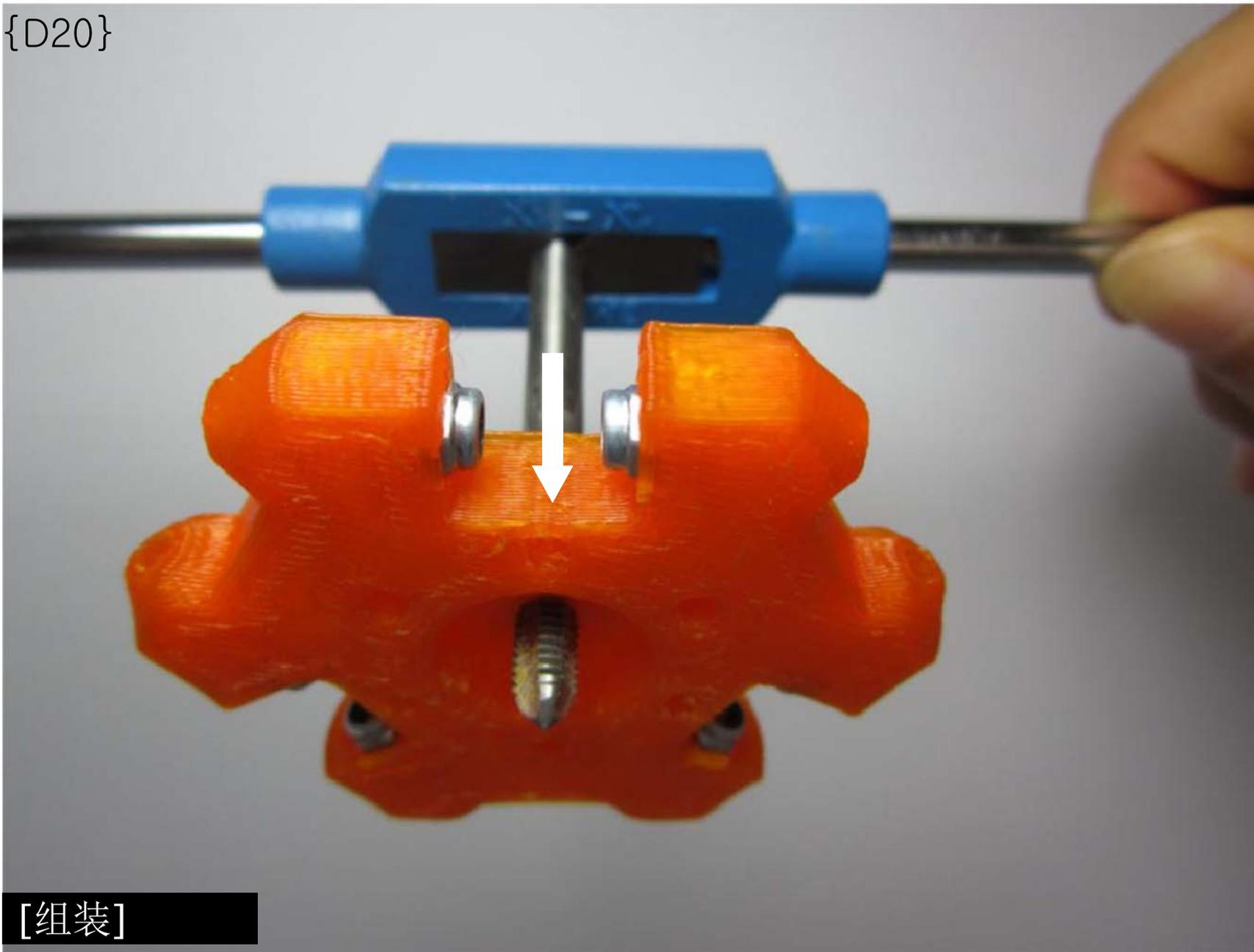
[零件准备]

快速接头零件

{D20}

[工具]

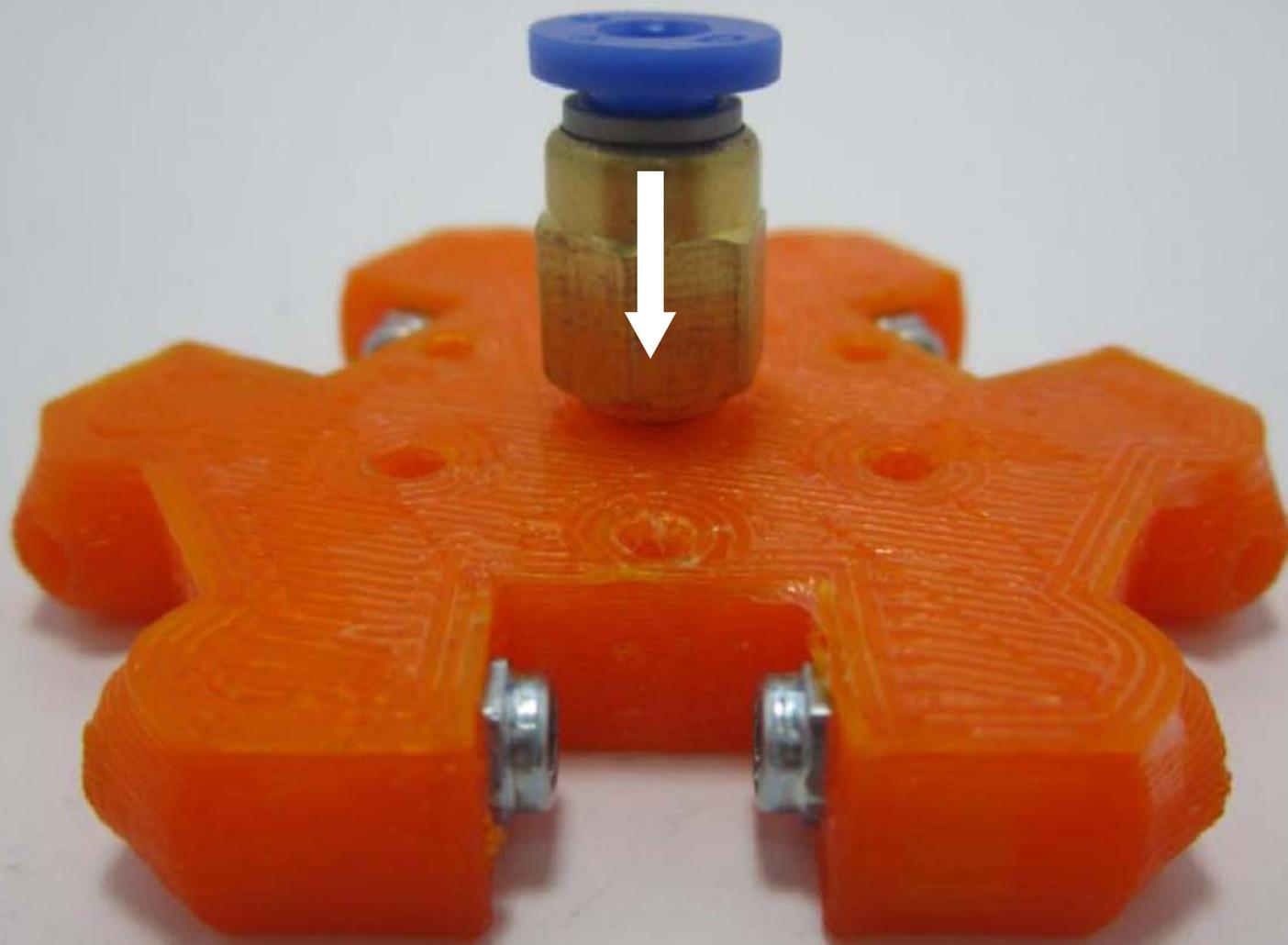
M5 Tap Drill



[组装]

用 M5 丝攻对中心控制块的中央孔攻出螺纹。

{D21}



[组装]

拧入快速接头

{D22}



M3x25mm  
螺丝  
= 1 枚



推杆  
= 1 根

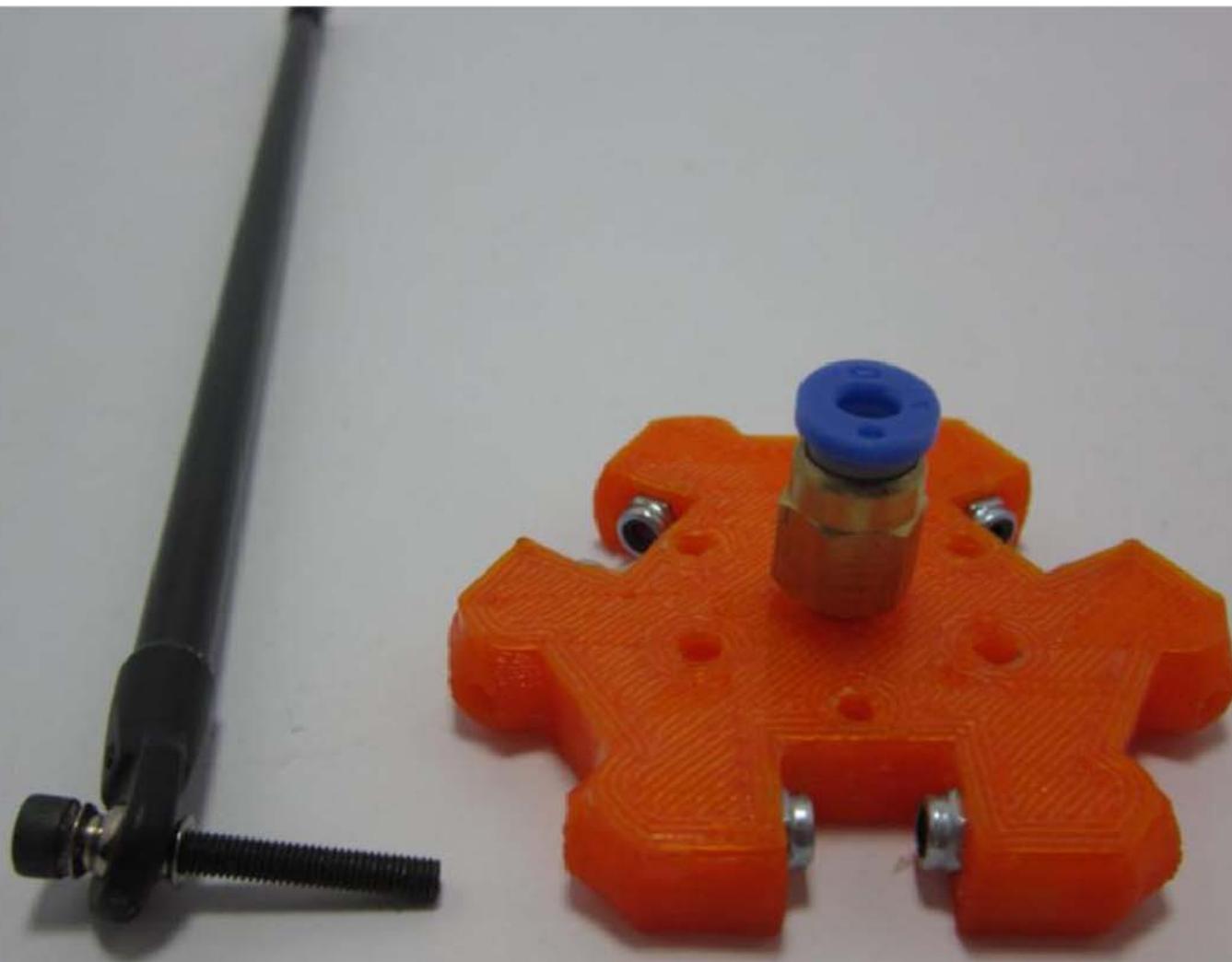


中心控制块 = 1 组

[零件准备]

推杆与中心控制块组装零件

{D23}



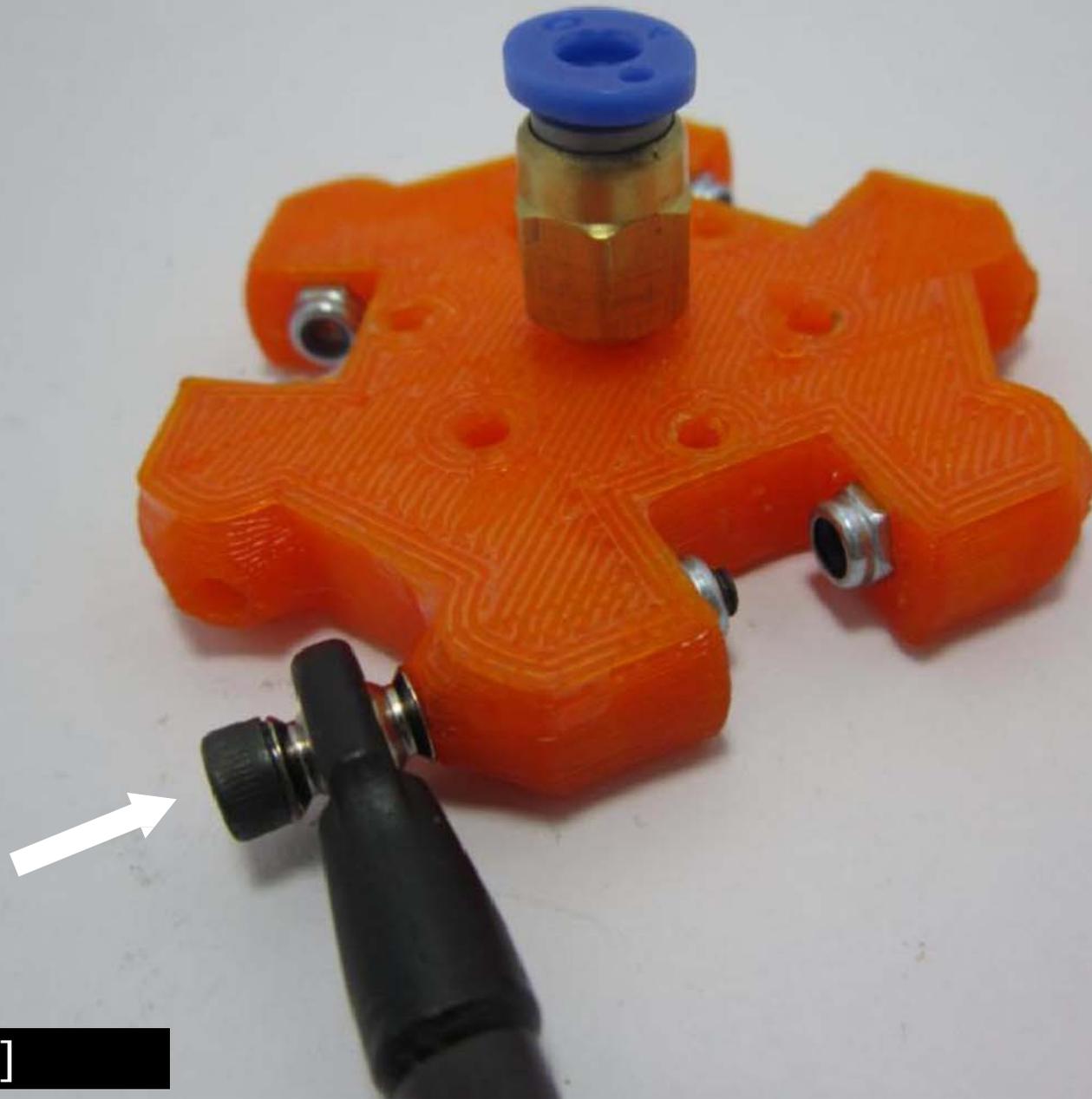
[组装]

用 M3x25mm 穿过推杆顶端的球头

{D24}

[工具]

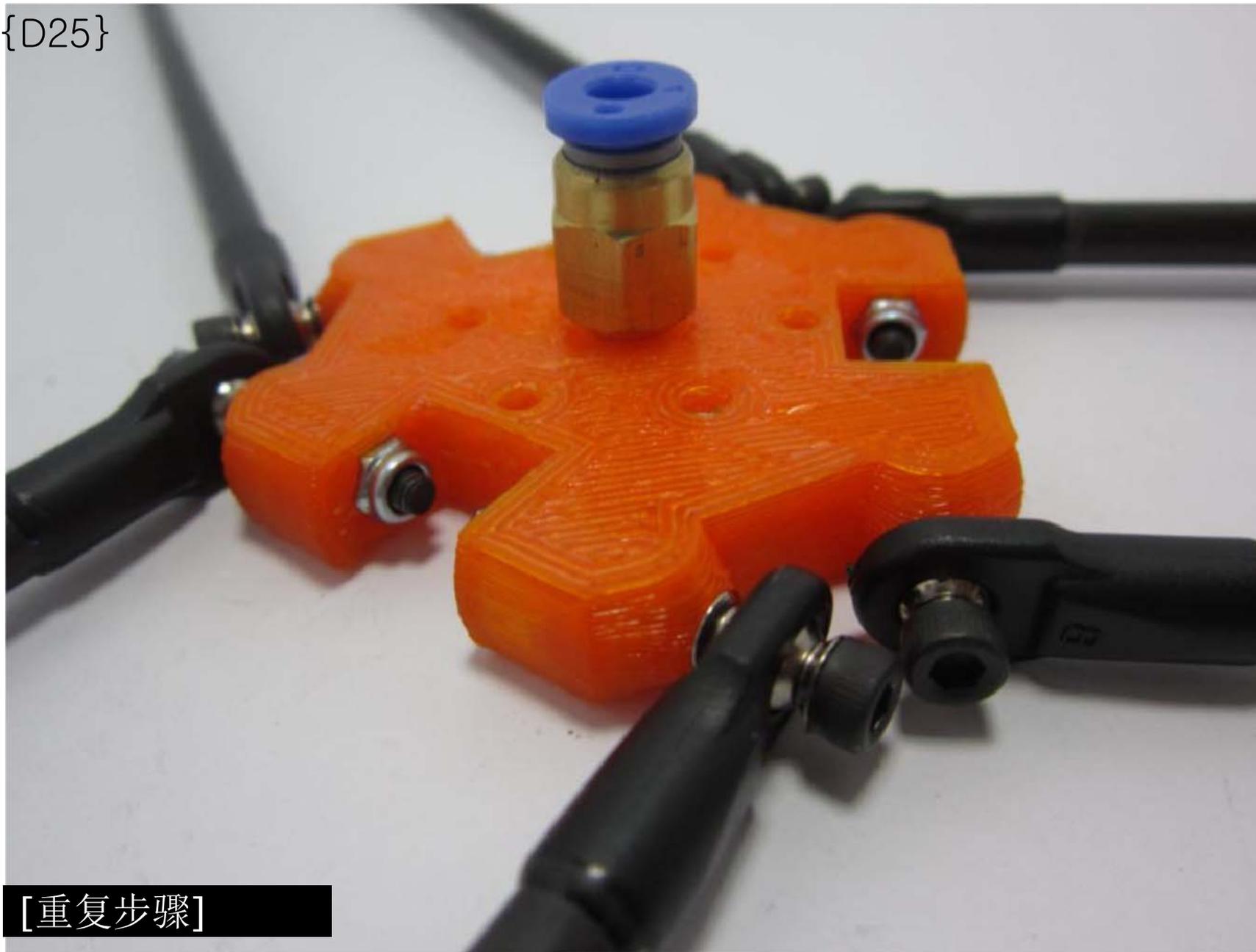
M3 内六角扳手



[组装]

如图，将螺丝拧到中心控制块的相应位置。

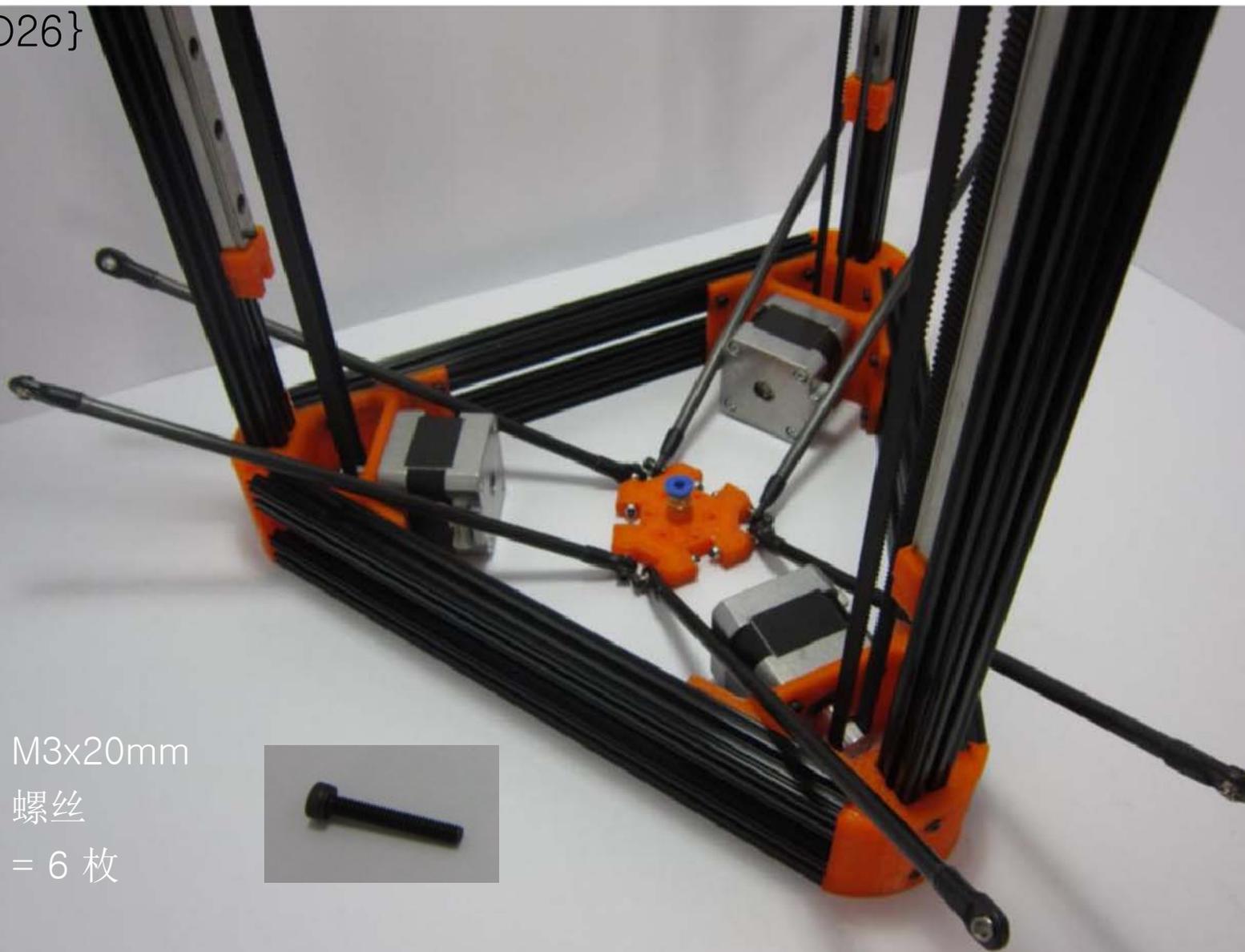
{D25}



[重复步骤]

重复 {D22} 至 {D24} 步骤. 将所有 6 根推杆安装到中心控制块上

{D26}



M3x20mm  
螺丝  
= 6 枚



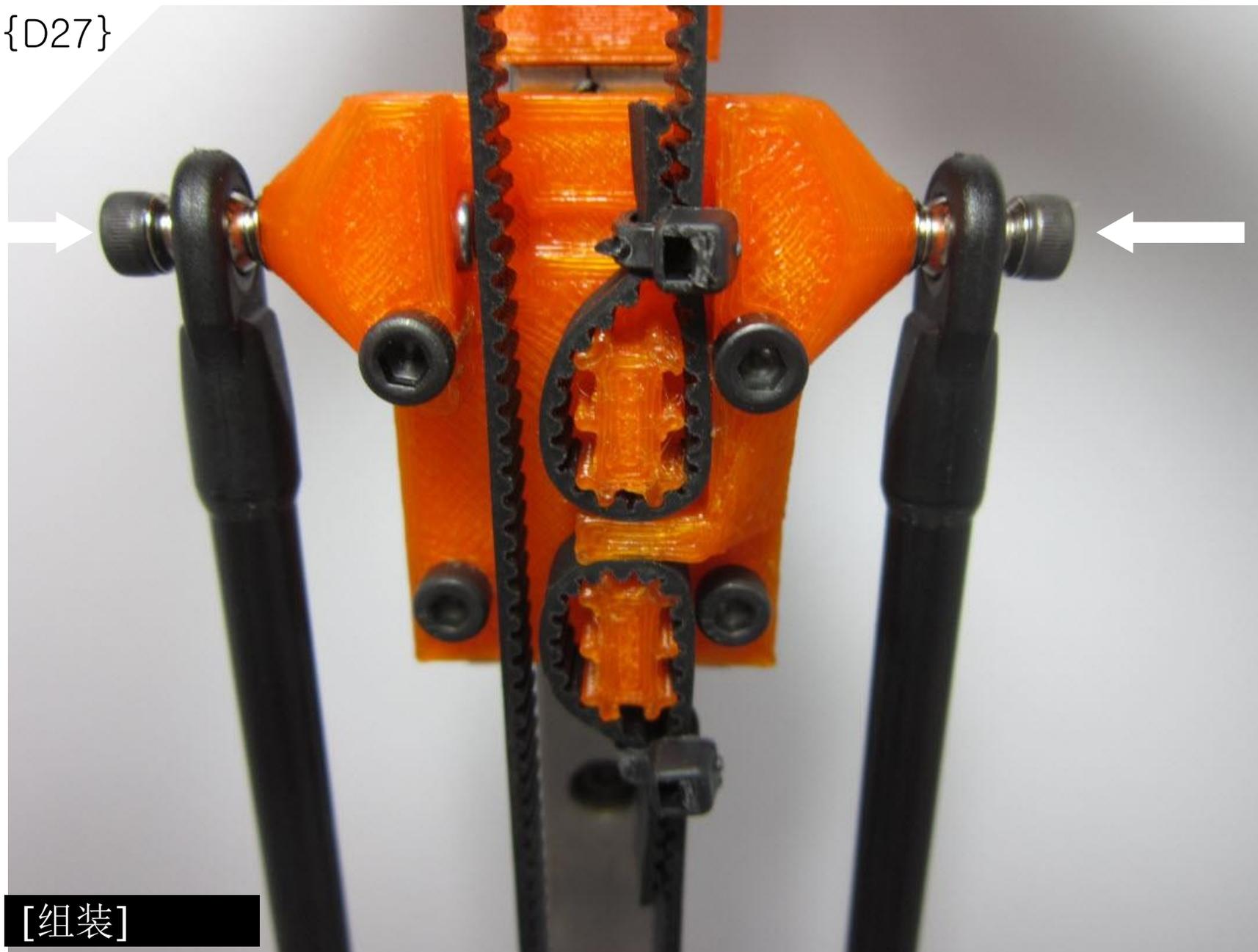
[零件准备]

中心控制块与推杆安装到框架主体零件

{D27}

[工具]

M3 内六角扳手



[组装]

用 M3x20mm 螺丝将推杆的另一端球头安装到推杆滑块座上。

{D28}



[重复步骤]

重复 {D27} 步骤，将所有推杆安装到位。完成后如图所示。

{D29}

NEMA17 步进电机 = 1 个

挤出轮 = 1 个



[零件准备]

挤出机步进电机安装零件

{D30}

[工具]

*M1.5 Allen Key*



[组装]

将挤出轮装到步进电机轴上，用顶丝将挤出轮固定。

{D31}



挤出机机体 = 1 个



625ZZ 轴承 = 1 个



M5 螺母 = 1 枚



M5x20mm 螺丝 = 1 枚

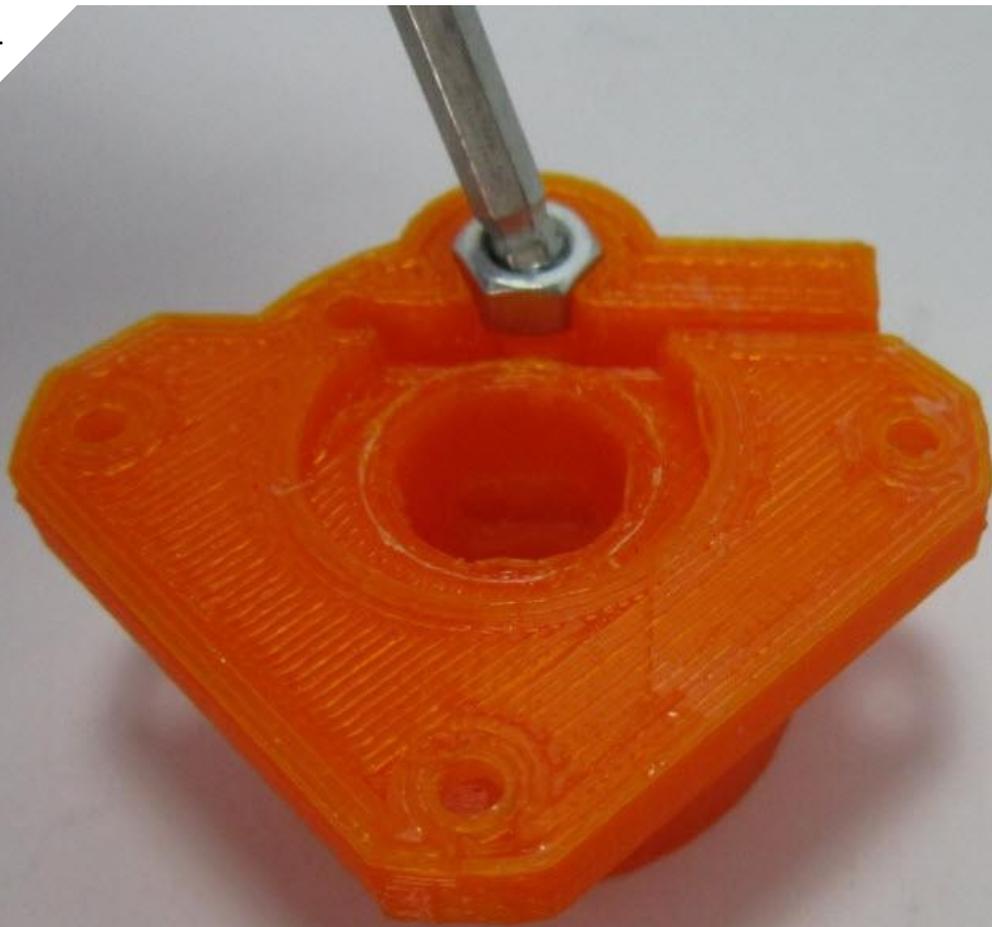
[零件准备]

挤出机安装零件

{D32}

[工具]

*M5 Allen Key*



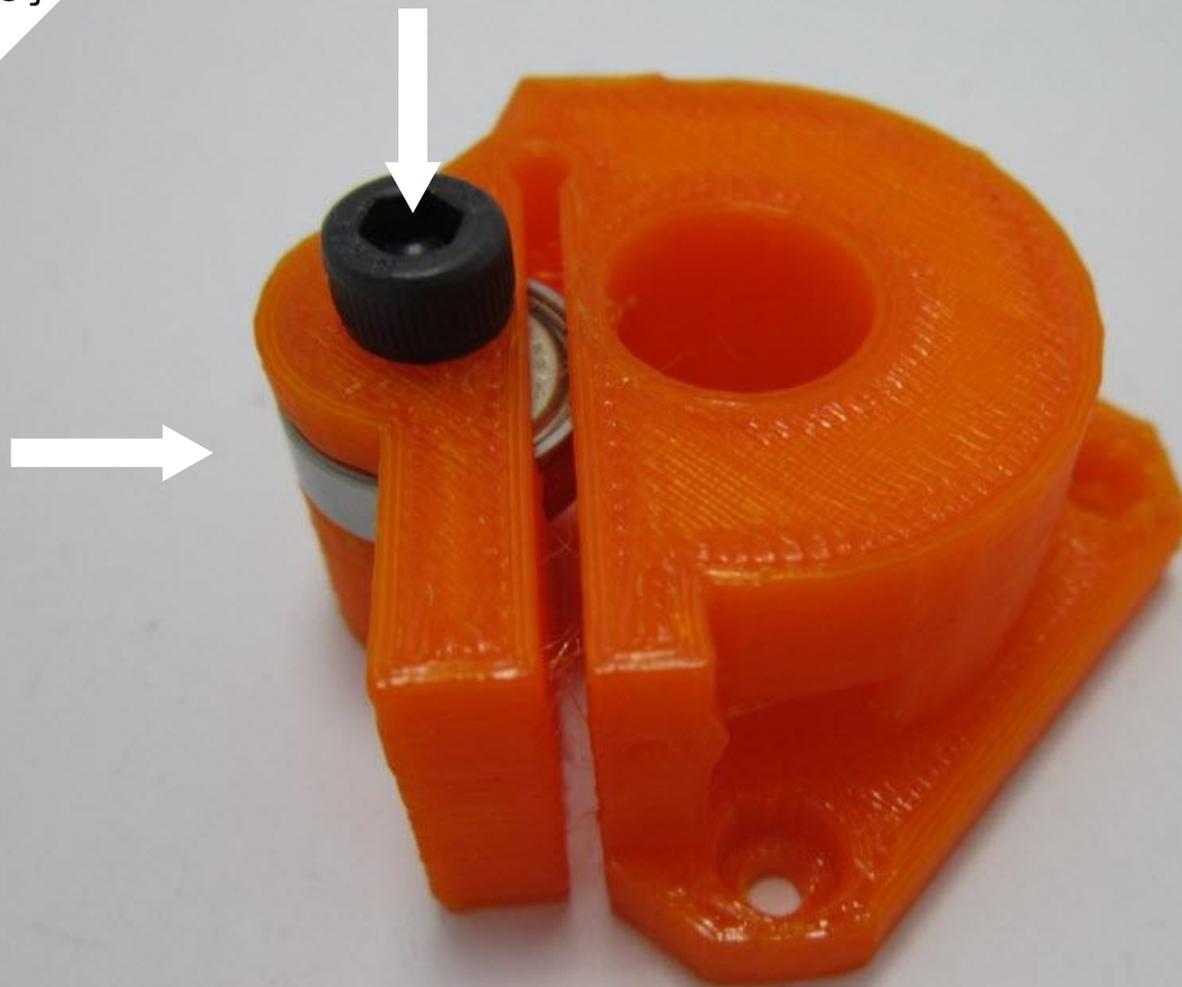
[组装]

如图将螺母压入挤出机主体。

{D33}

[工具]

M5 内六角扳手



[组装]

将 625ZZ 轴承插入图中所示位置，用 M5x20mm 螺丝固定。要注意 625ZZ 轴承是否能自由旋转。如果不行就要将轴承退出，然后再仔细清除槽位内的材料，直到轴承可以自由旋转。

{D34}



组装好挤出轮的步进电机 = 1 组



已装配轴承的挤出机主体 = 1 组



M3x8mm 内六角螺丝 = 3 枚

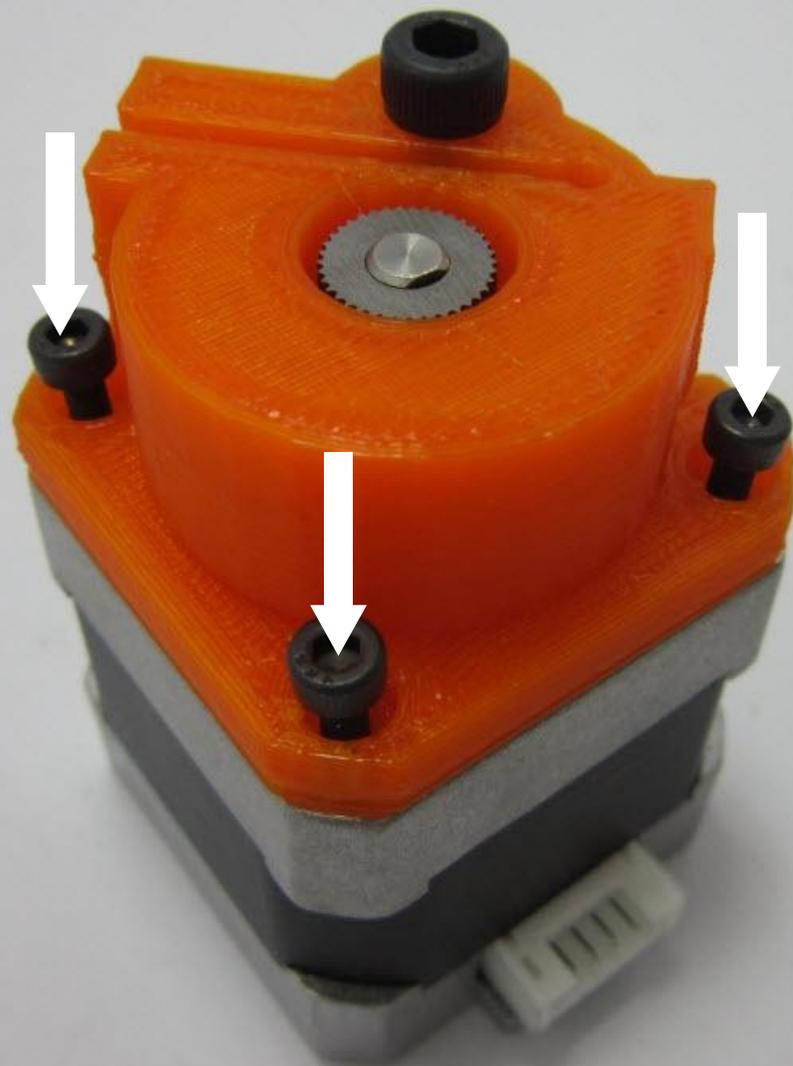
[零件准备]

挤出机主体与步进电机组装零件

{D35}

[工具]

M3 内六角扳手



[组装]

如图所示用 M3x8mm 内六角螺丝将步进电机固定到挤出机主体上。

{D36}



挤出机主体及电机 = 1 组



M3 螺母 = 1 枚



M3x20mm 内六角螺丝 = 1 枚

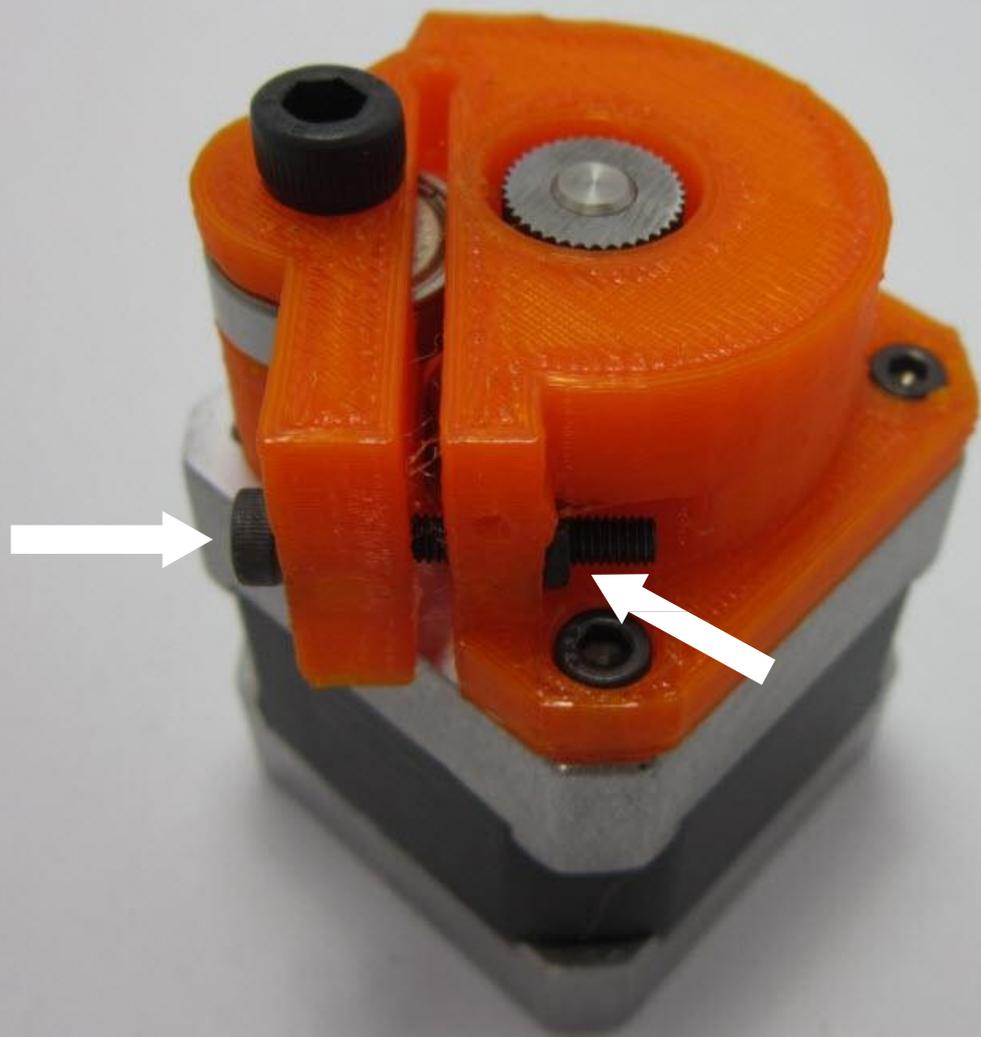
[零件准备]

挤出机压紧螺丝安装零件

{D37}

[工具]

M3 内六角扳手



[组装]

插入 M3 螺母，在另一侧将 M3x20mm 螺丝插入轻轻拧紧。现在还不要将螺丝不要拧太紧。

{D38}



挤出机主体 = 1 组



气管快速接头 = 1 个

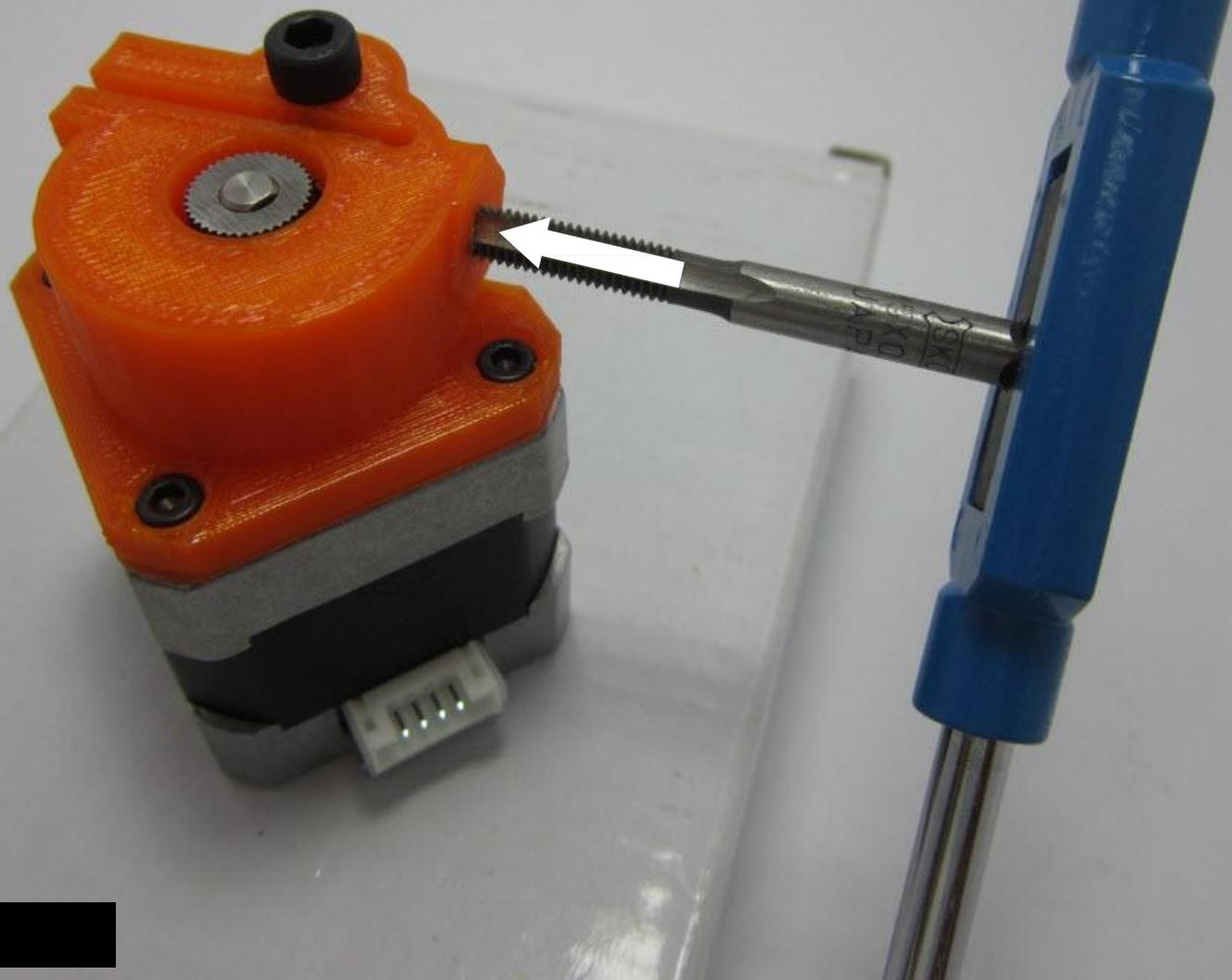
[零件准备]

挤出机快速接头安装零件

{D39}

[工具]

M5 Tap Drill



[组装]

用 M5 丝攻对图中所示位置的孔进行攻丝。只要攻出能让快速接头拧入的距离就可，不用太深。

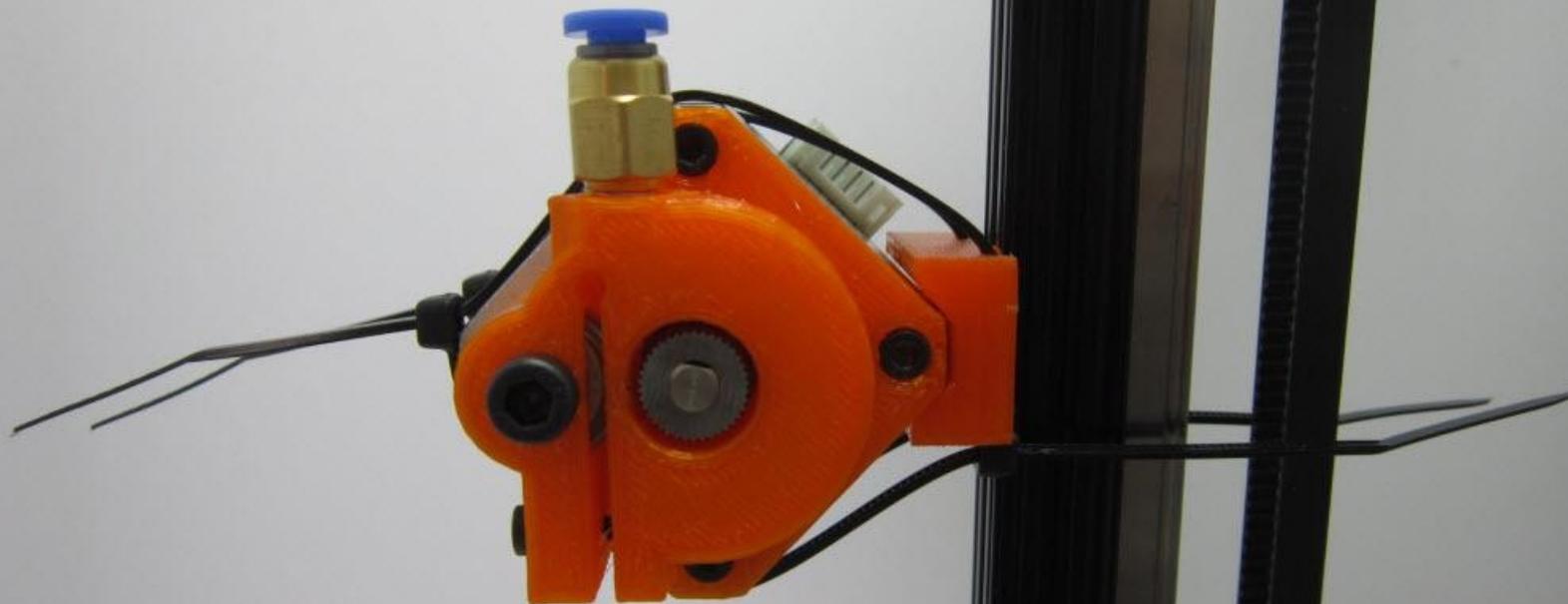
{D40}



[组装]

如图所示拧入快速接头。

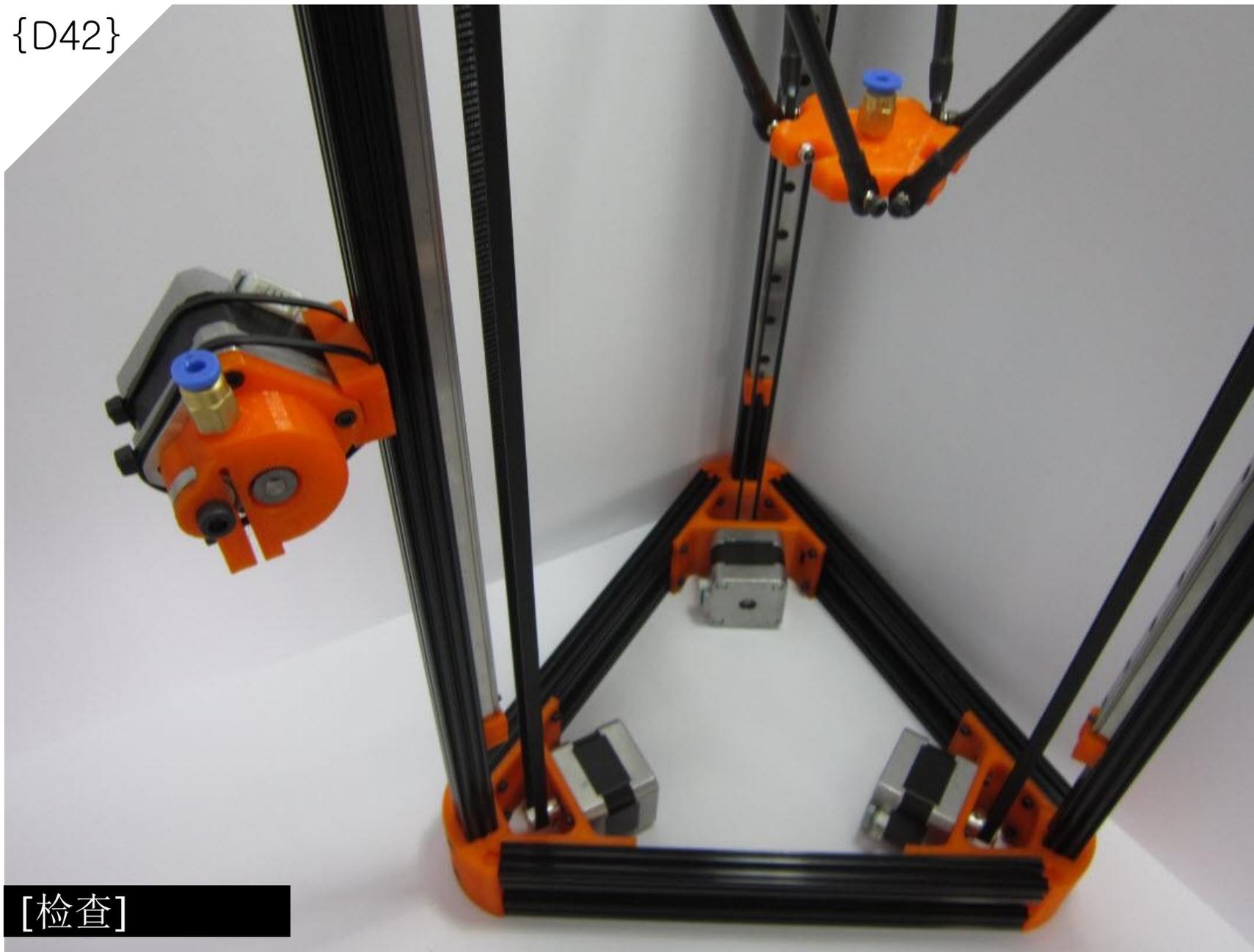
{D41}



[组装]

如图所示将挤出机用尼龙扎带固定到挤出机固定座上。

{D42}



[检查]

挤出机最终固定状态如图所示。

{D43}

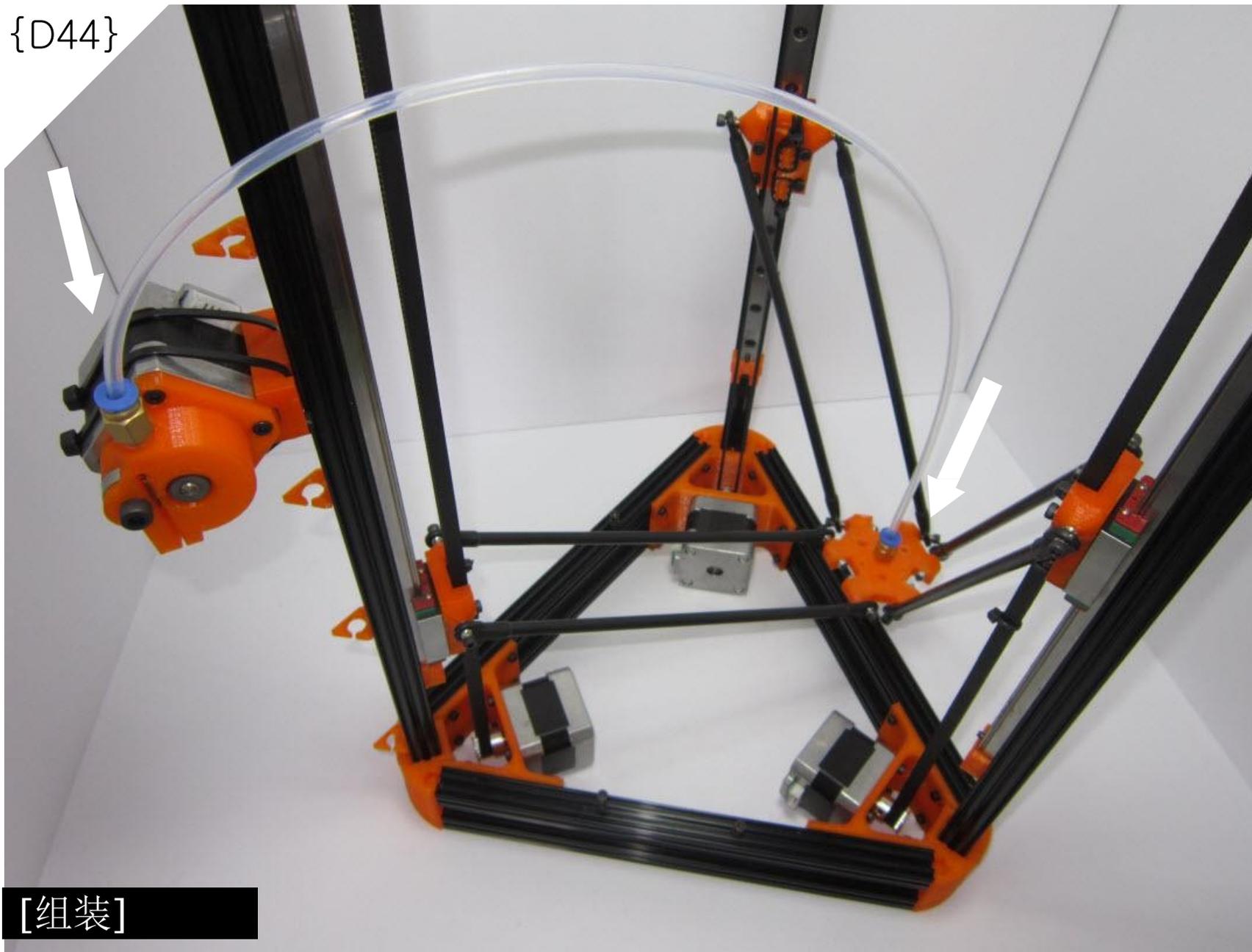


PTFE 挤出引导管 550mm = 1 根

[零件准备]

挤出引导管零件

{D44}



[组装]

如图所示，将 PTFE 引导管插入到挤出机和中央控制块的快速接头中。

{D45}



**[检查]**

必须保证中心控制块在任何工作平面都可以顺畅供丝。挤出管在任何角度和高度都必须保持一个相对平顺的弧线。

{D46}

铝合金安装卡环 = 1 pc

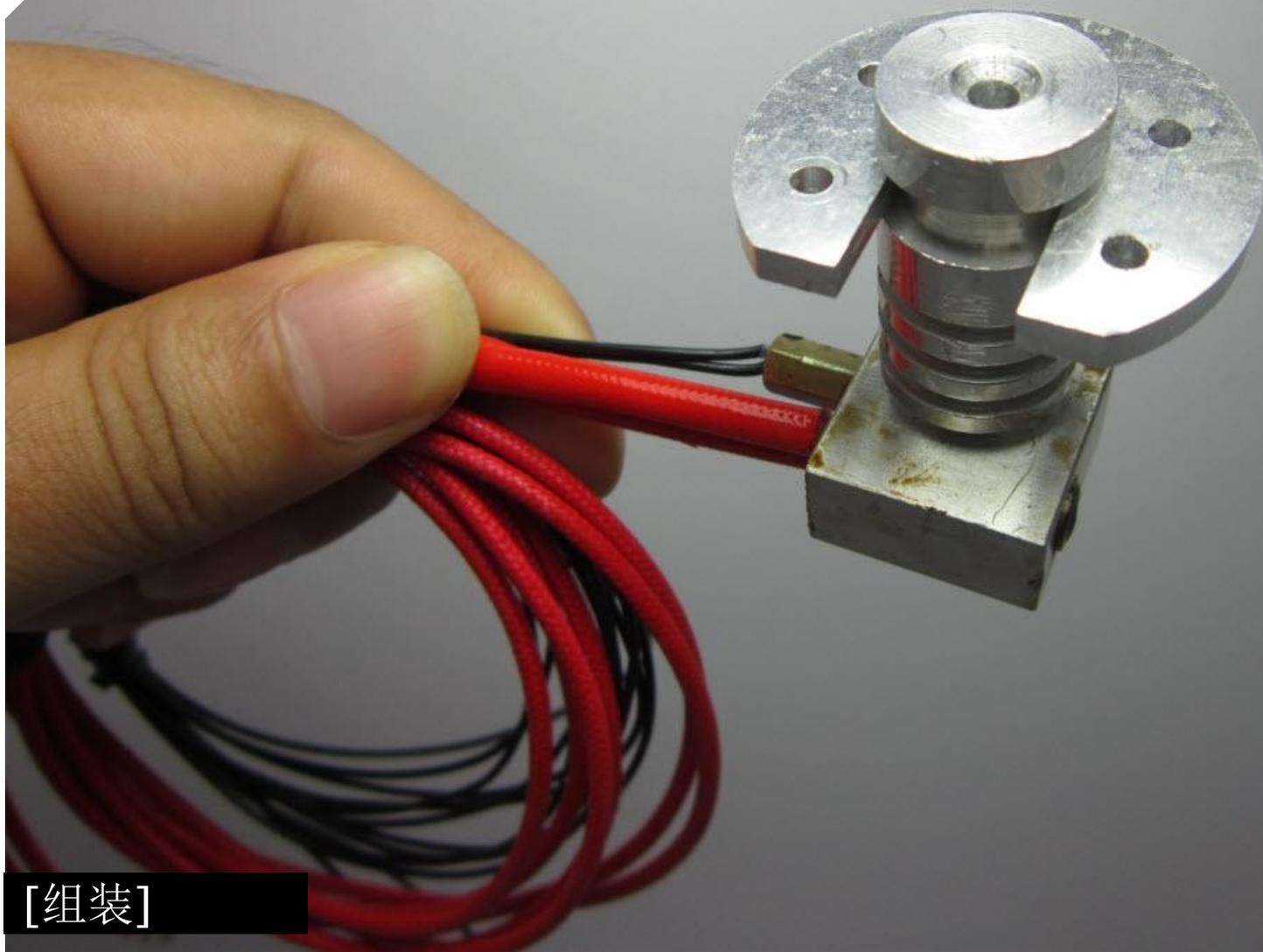


1.75mm 热头 = 1 个

[零件准备]

热头组装

{D47}



[组装]

如图，将安装环装到热头上。

{D48}



30mm 风扇 = 1 个

回形针 = 2 枚

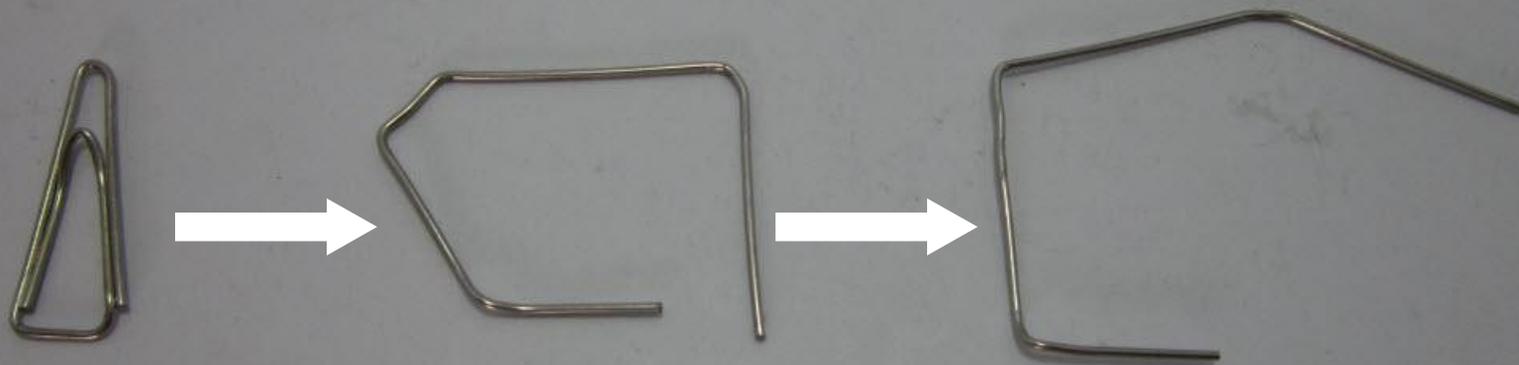
[零件准备]

冷却风扇安装零件

{D49}

[工具]

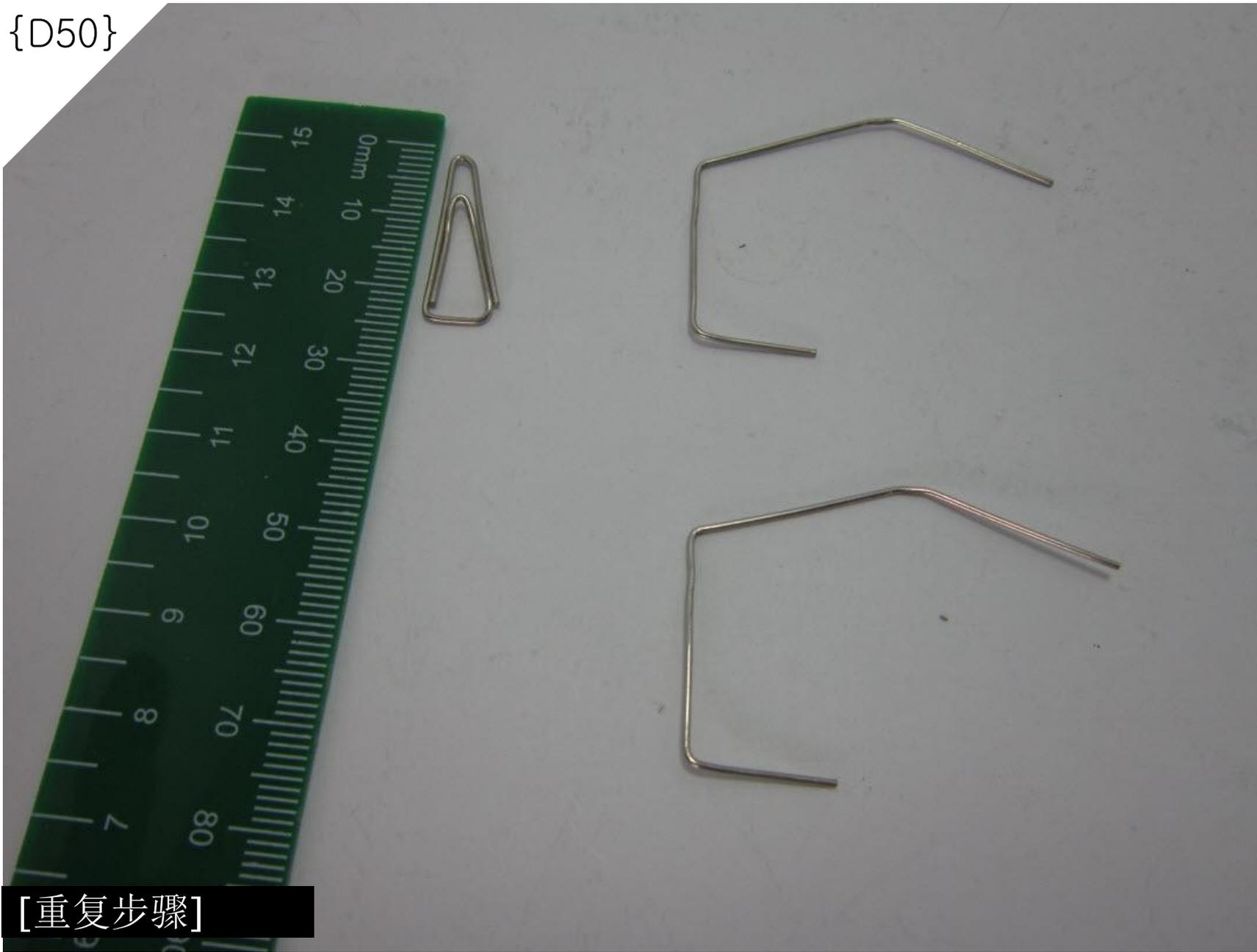
*Long Nose Pliers*



[拆开]

将回形针拆开，完成图中的形状。

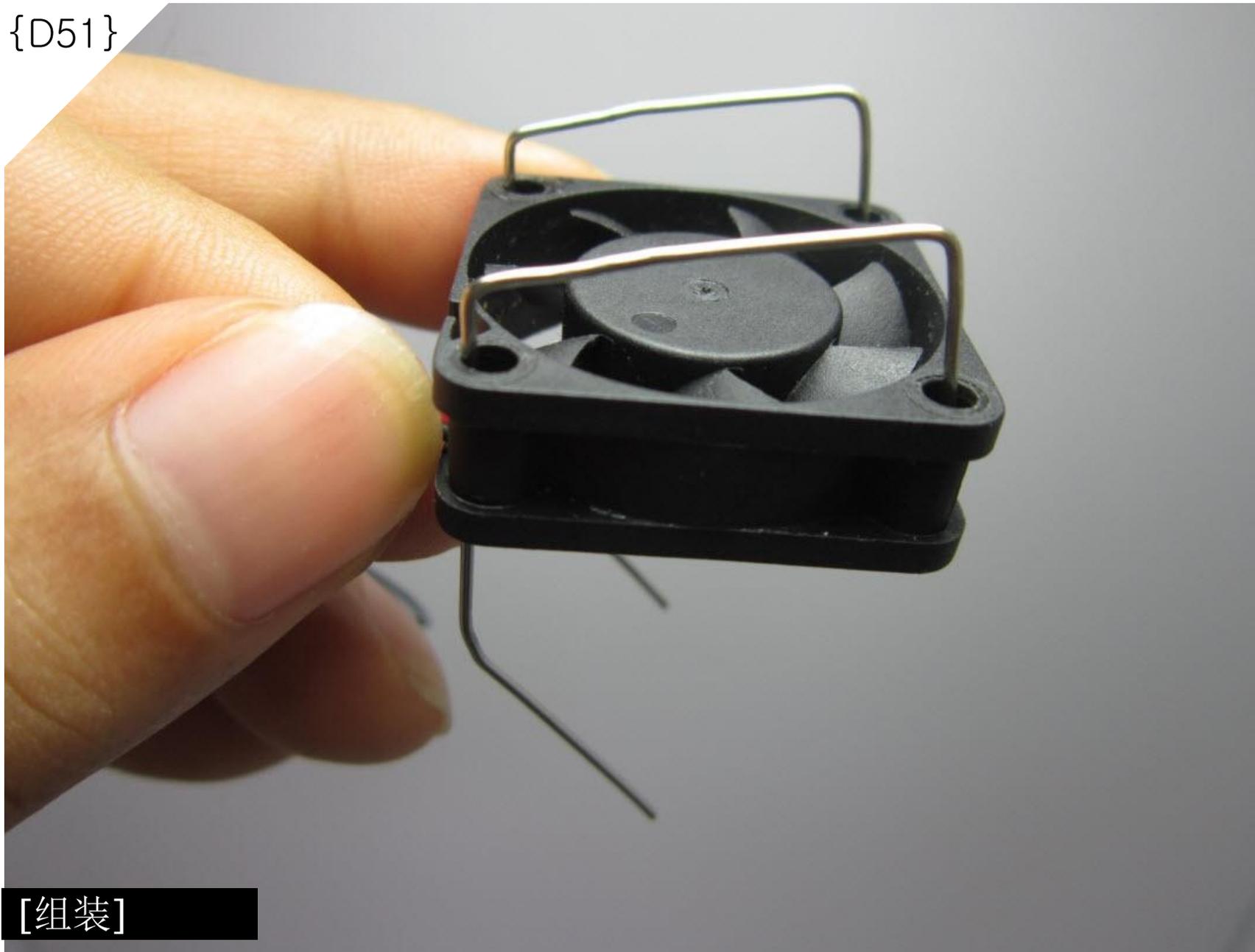
{D50}



[重复步骤]

重复步骤 {D49}. 将两枚回形针弯成图中所示尺寸的形状。

{D51}



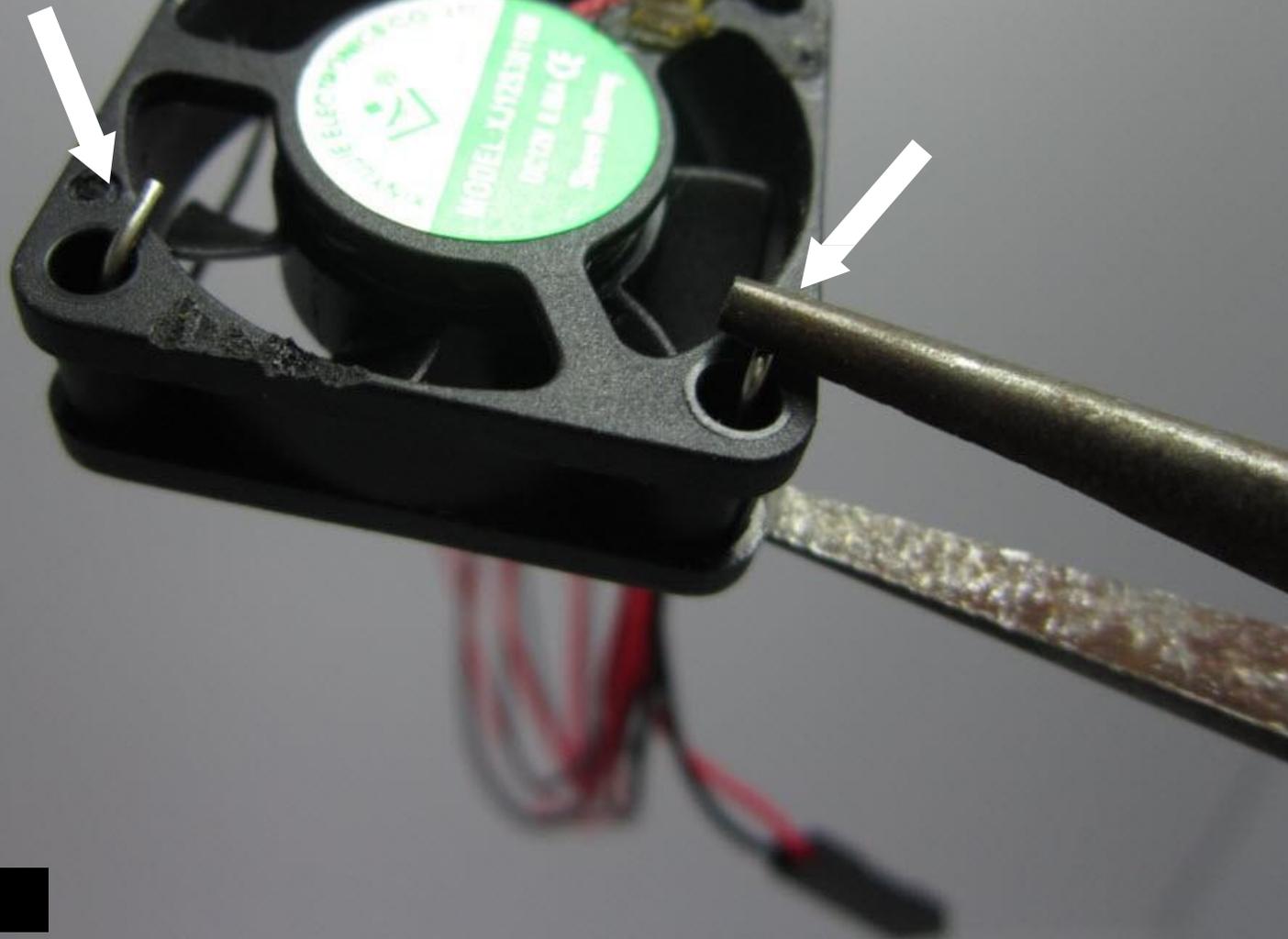
[组装]

如图，将回形针安装到风扇上。

{D52}

[工具]

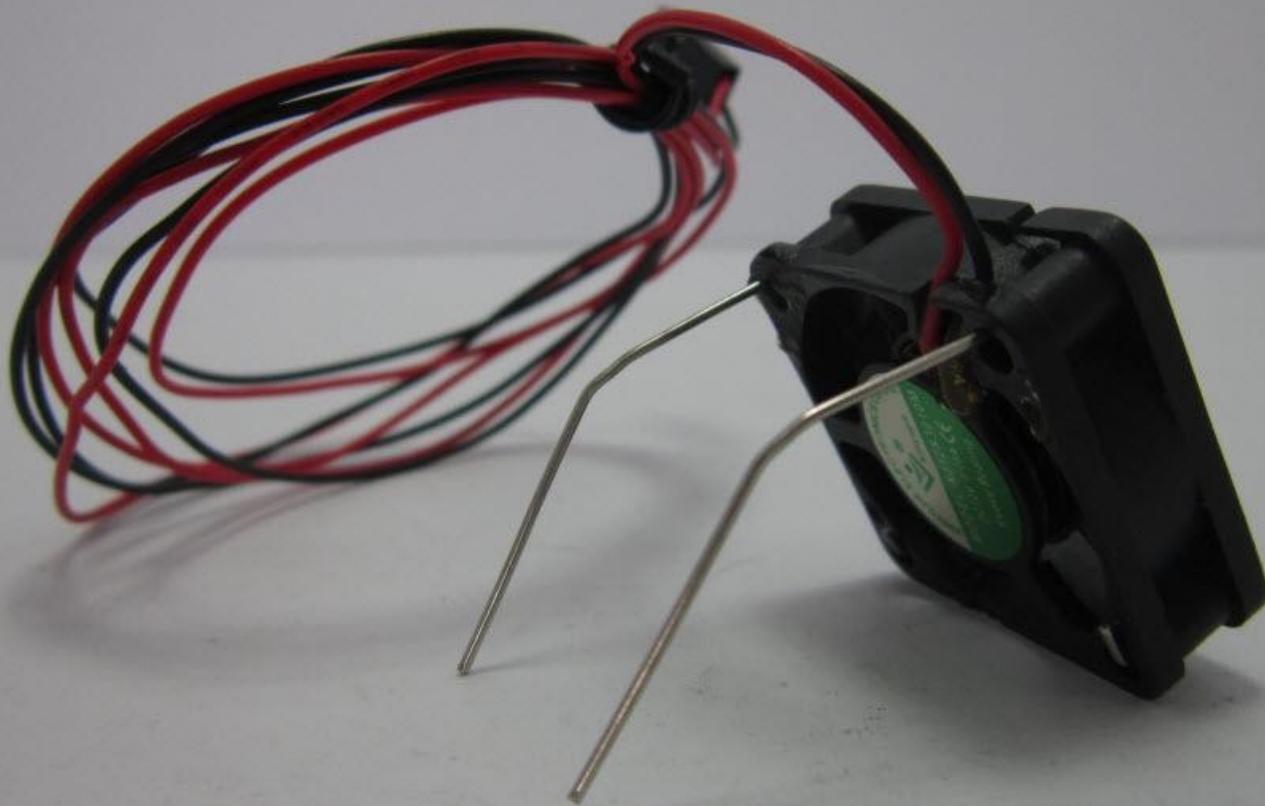
尖锥钳



[组装]

用钳子将回形针端头起，固定好风扇。

{D53}



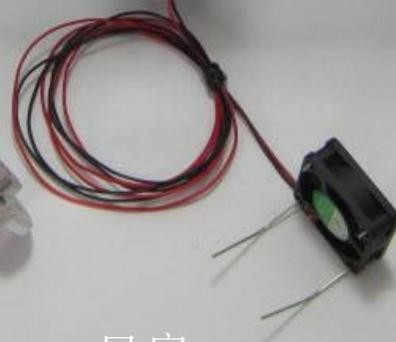
[组装]

装好回形针的风扇如图。

{D54}



热头  
= 1 组



风扇  
= 1 组

M3x20mm 内六角螺丝 = 2 枚  
M3x16mm 内六角螺丝 = 2 枚



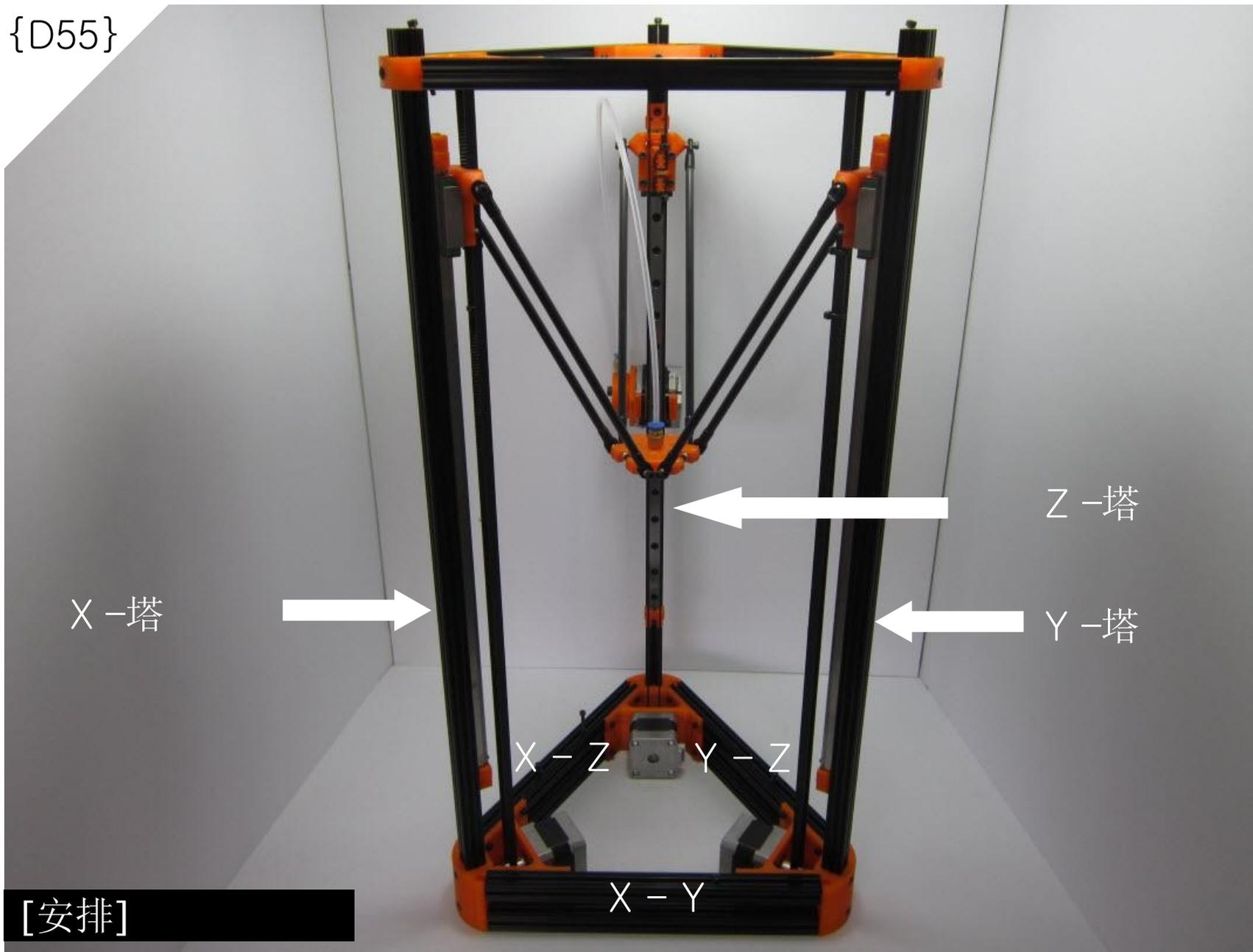
自动层高探头座  
= 1 组

M3 螺母  
= 4 枚

[零件准备]

完成安装所需零件

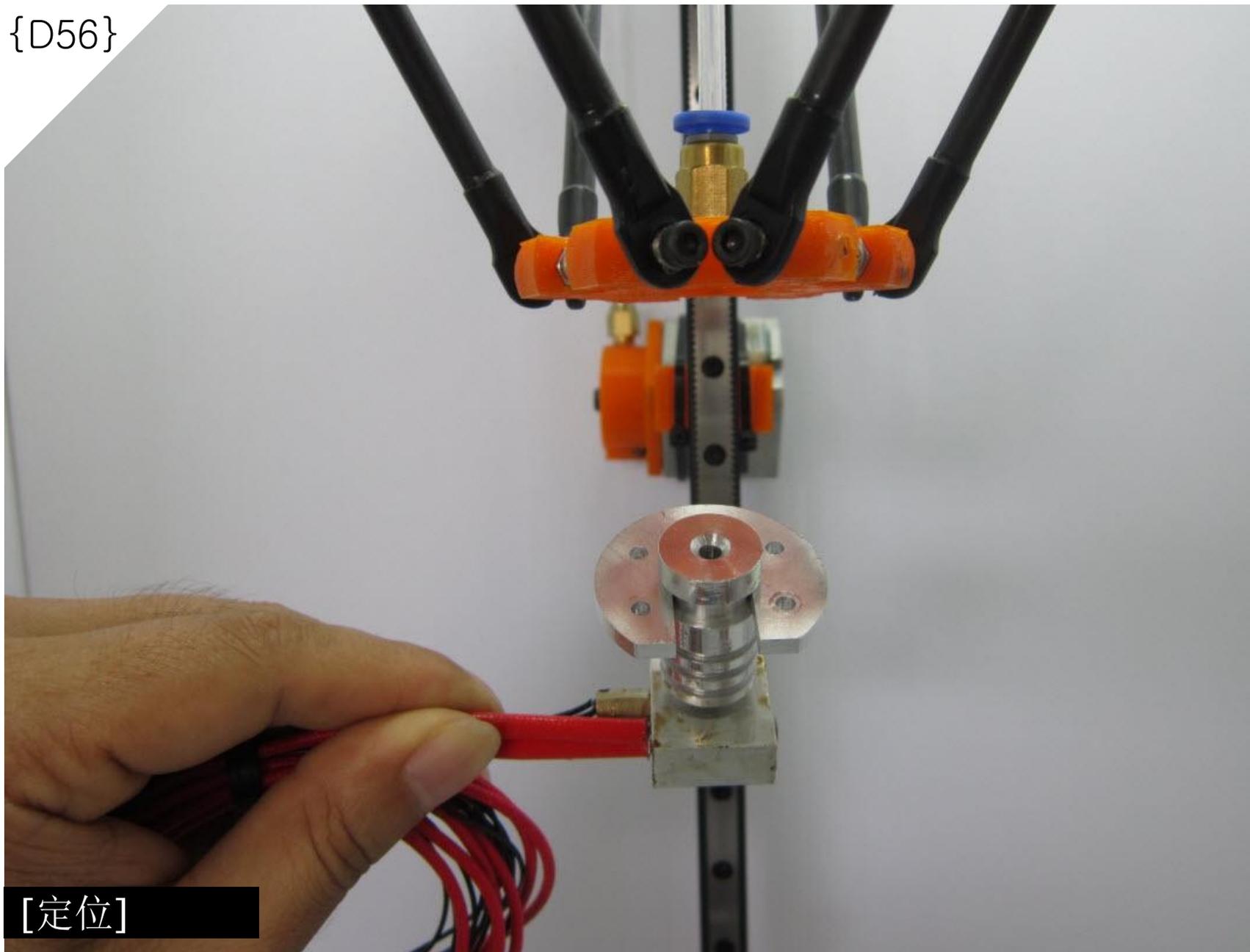
{D55}



[安排]

从这里开始，制作说明将按照图中所示的 X-Y-Z 的顺序安排及称呼各垂直支架。在习惯上，通常 X-Y-Z 塔是按逆时针安排的，安装了挤出机的支架为 Z 塔。

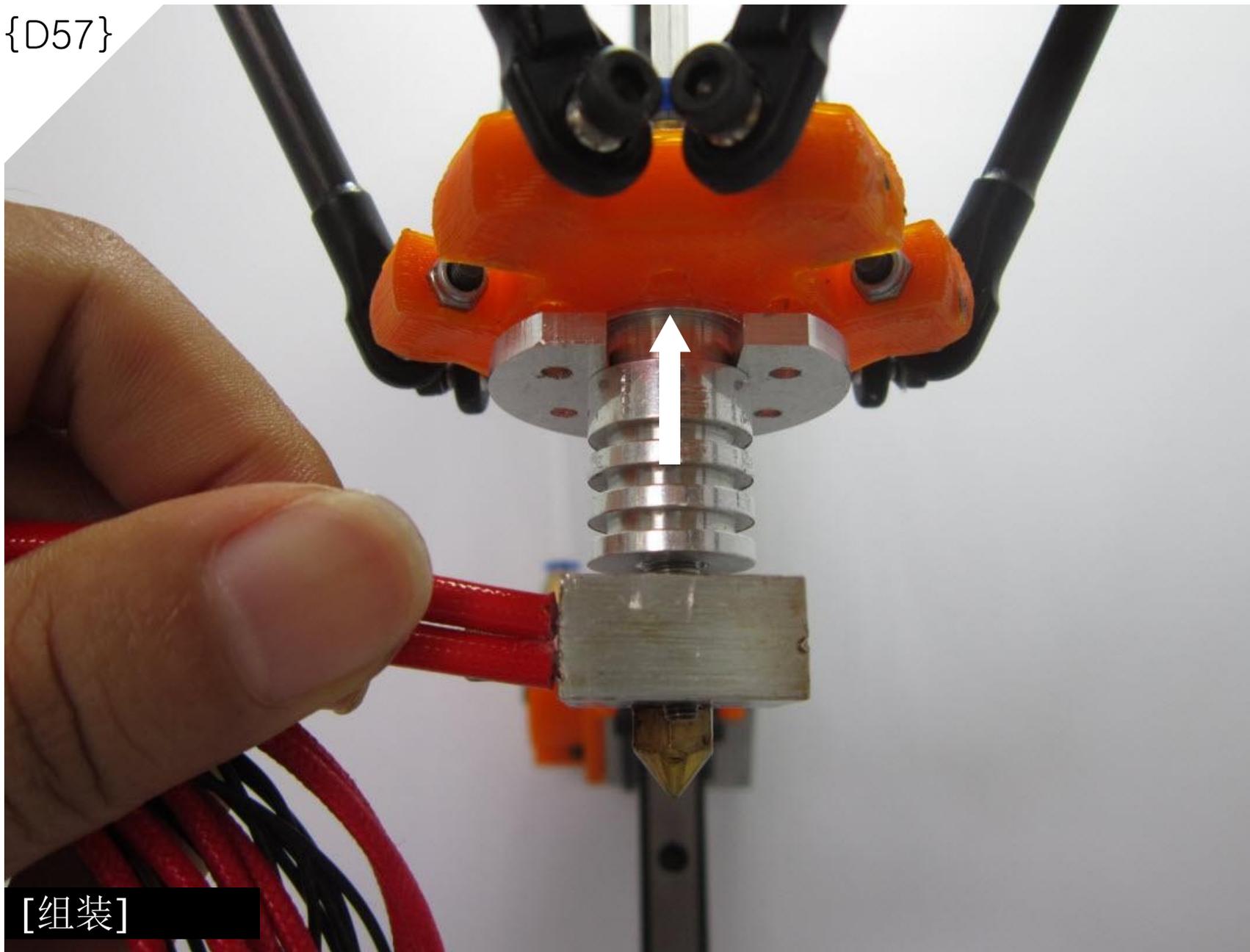
{D56}



[定位]

热头安装方向如图所示，注意看图片上的 Z 塔位置。

{D57}



[组装]

如图所示，将热头装到中心控制块中，注意对齐安装环与控制块的各螺丝孔。

{D58}

[工具]

M3 内六角扳手

M3x20mm 螺丝 = 2 枚

M3x16mm 螺丝 = 2 枚

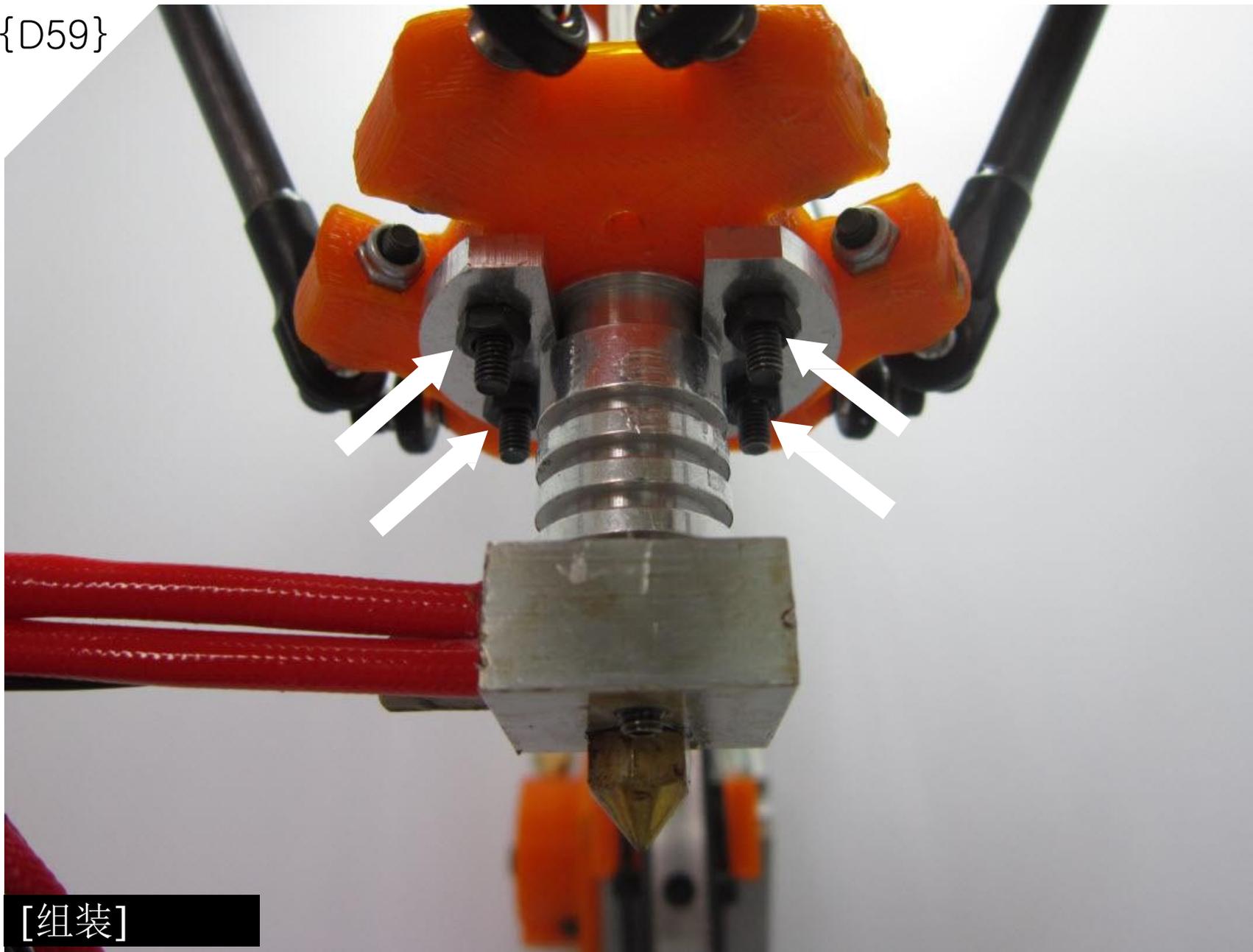
[组装]

用 2 枚 M3x20mm 内六角螺丝将自动层高探头座固定到中心控制块上。另外用 2 枚 of M3x16mm 如图所示穿过中心控制块。

{D59}

[工具]

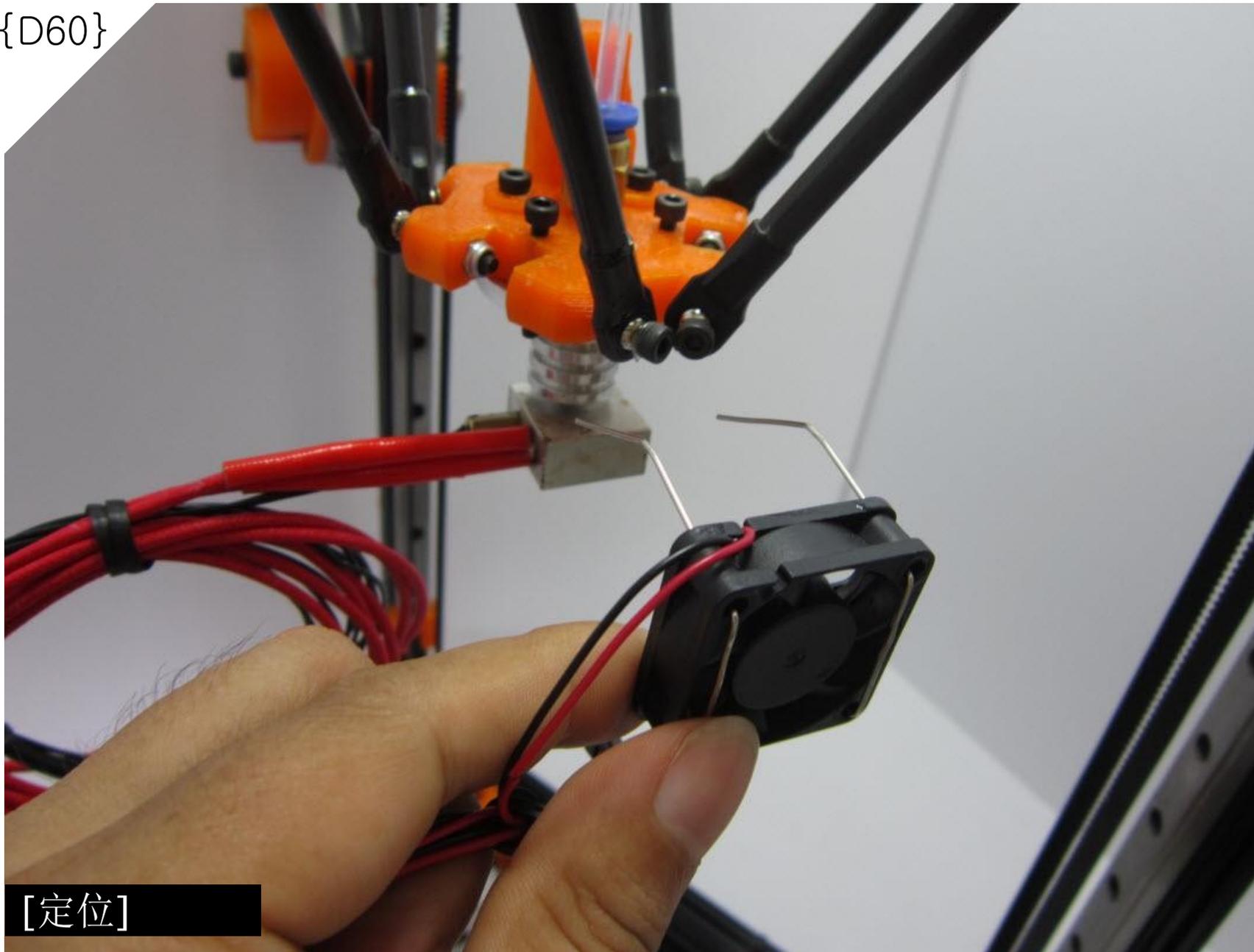
M3 内六角扳手



[组装]

在热头固定环这面用 4 枚 M3 螺母如图所示固定热头。

{D60}



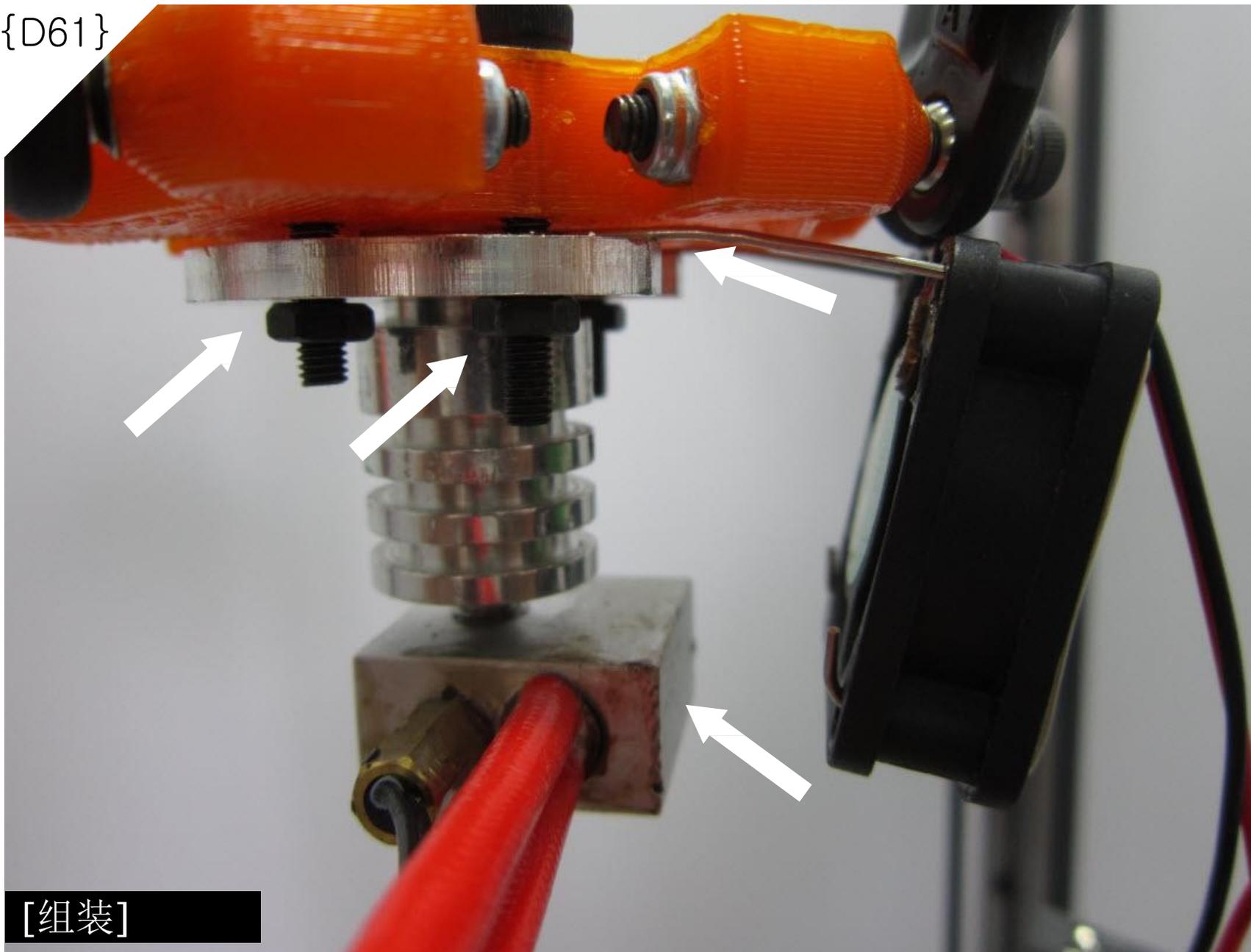
[定位]

安装冷却风扇，请注意图中的 Z 塔的位置。

{D61}

[工具]

M3 内六角扳手



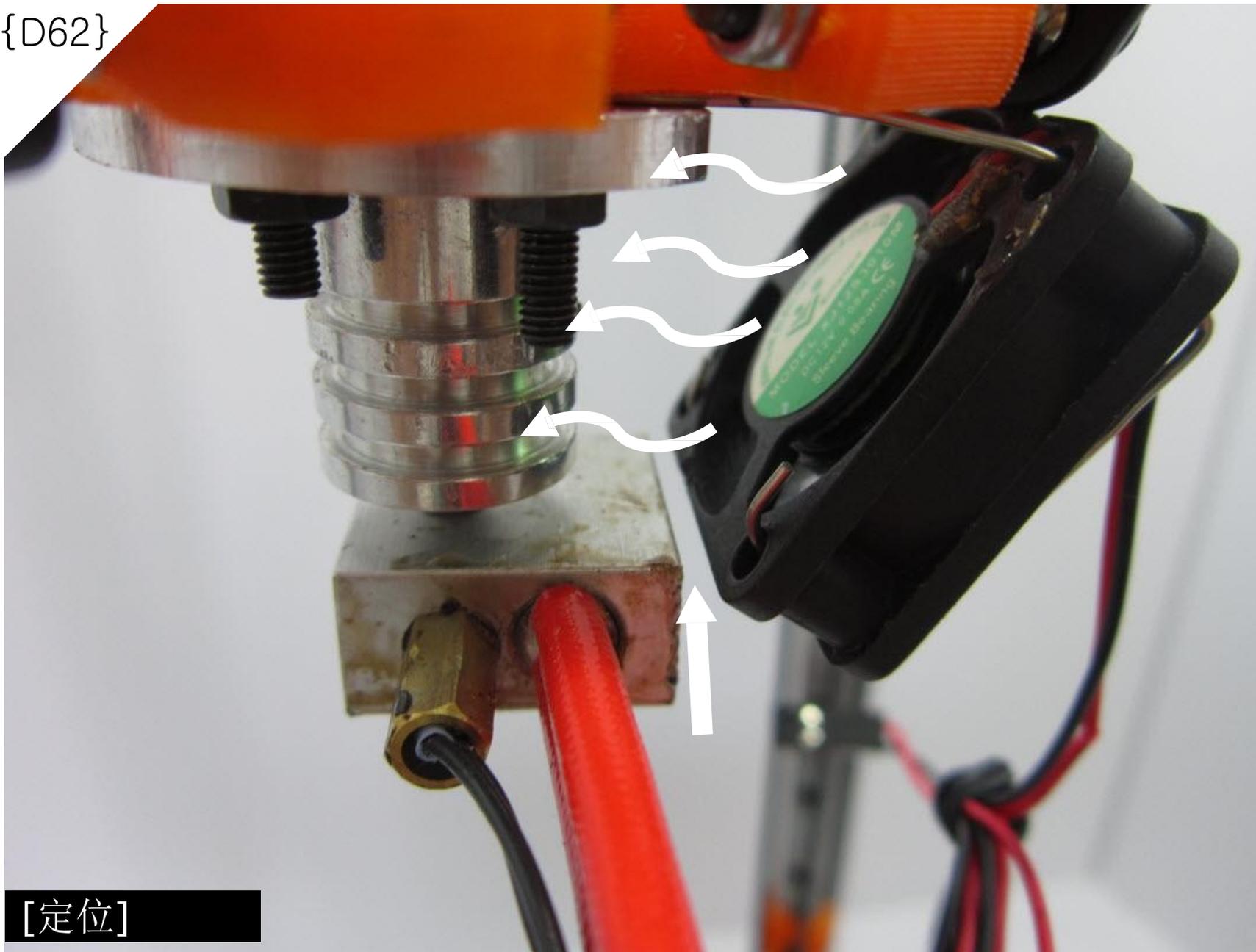
[组装]

如图所示，将回形针插到固定环和中心控制之间，风扇如图所示面向 X-Y 面 {D55}。拧紧所有螺丝确保热头和风扇的牢固。

{D62}

[工具]

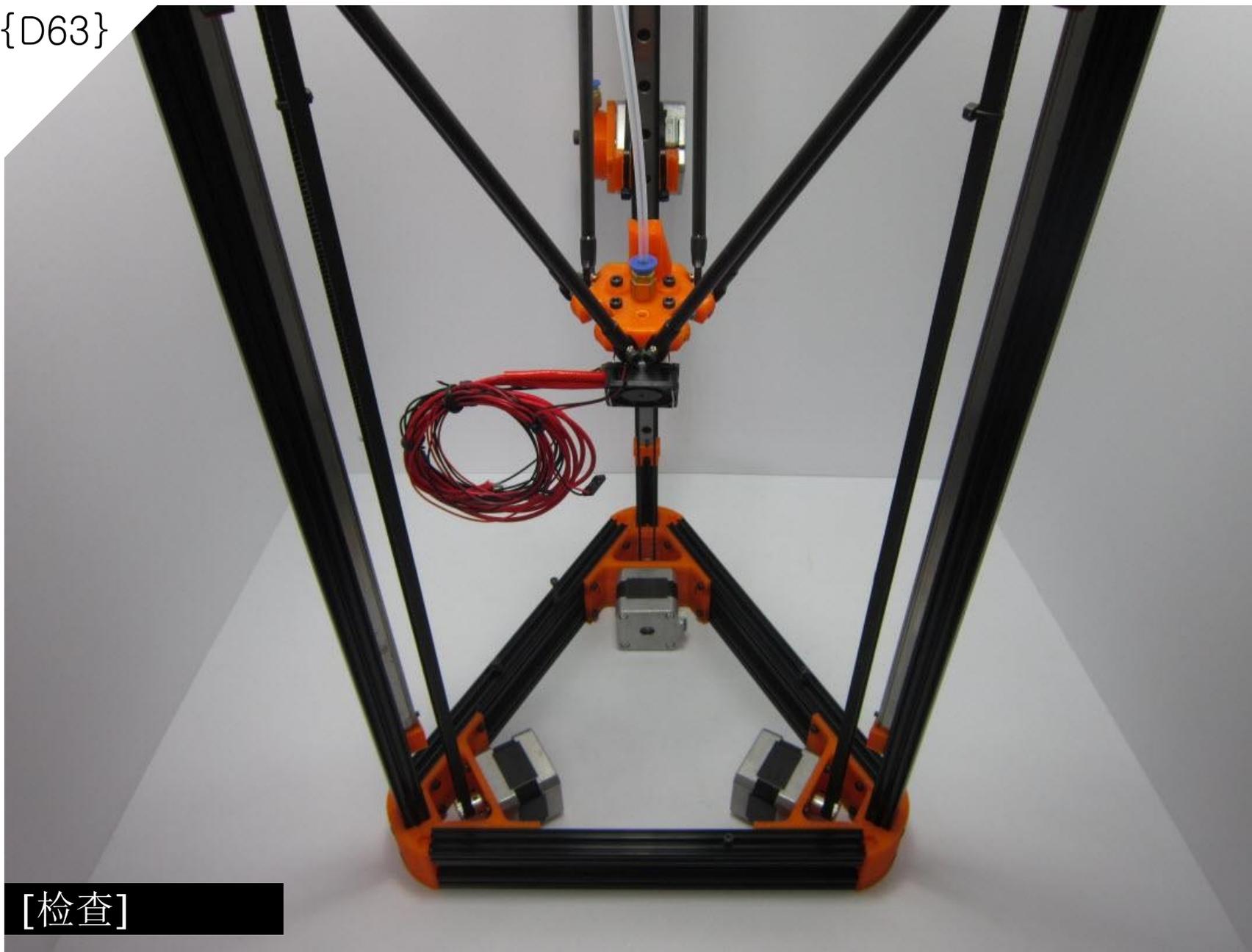
尖嘴钳



[定位]

风扇朝向热头上方的散热部分，气流不要吹到下方的加热块。风扇要与加热块保持一定安全距离。

{D63}



[检查]

风扇装配完成状态如上图

{D64}



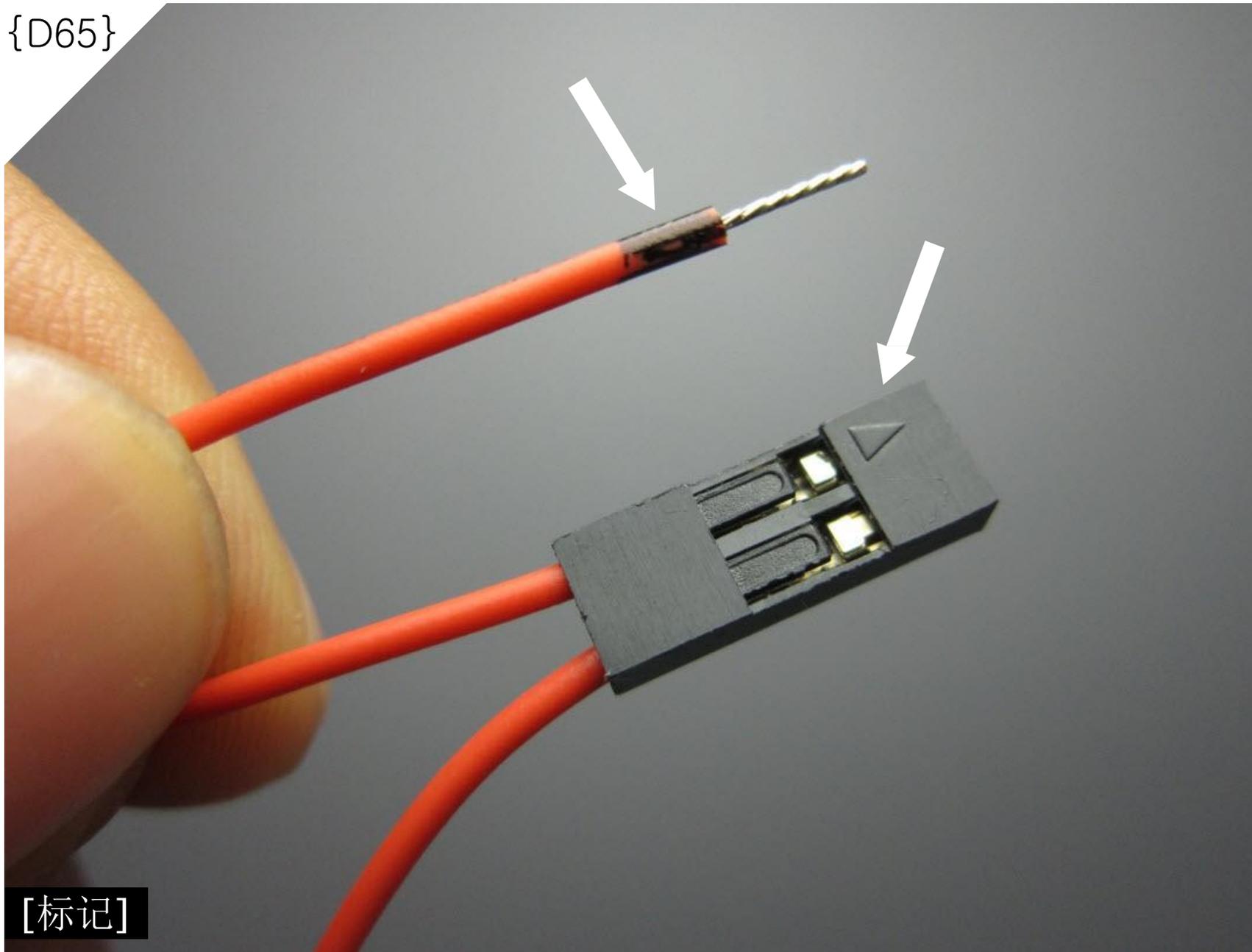
限位开关线= 3 条

限位开关 = 3 个

[零件准备]

限位开关安装所需零件

{D65}



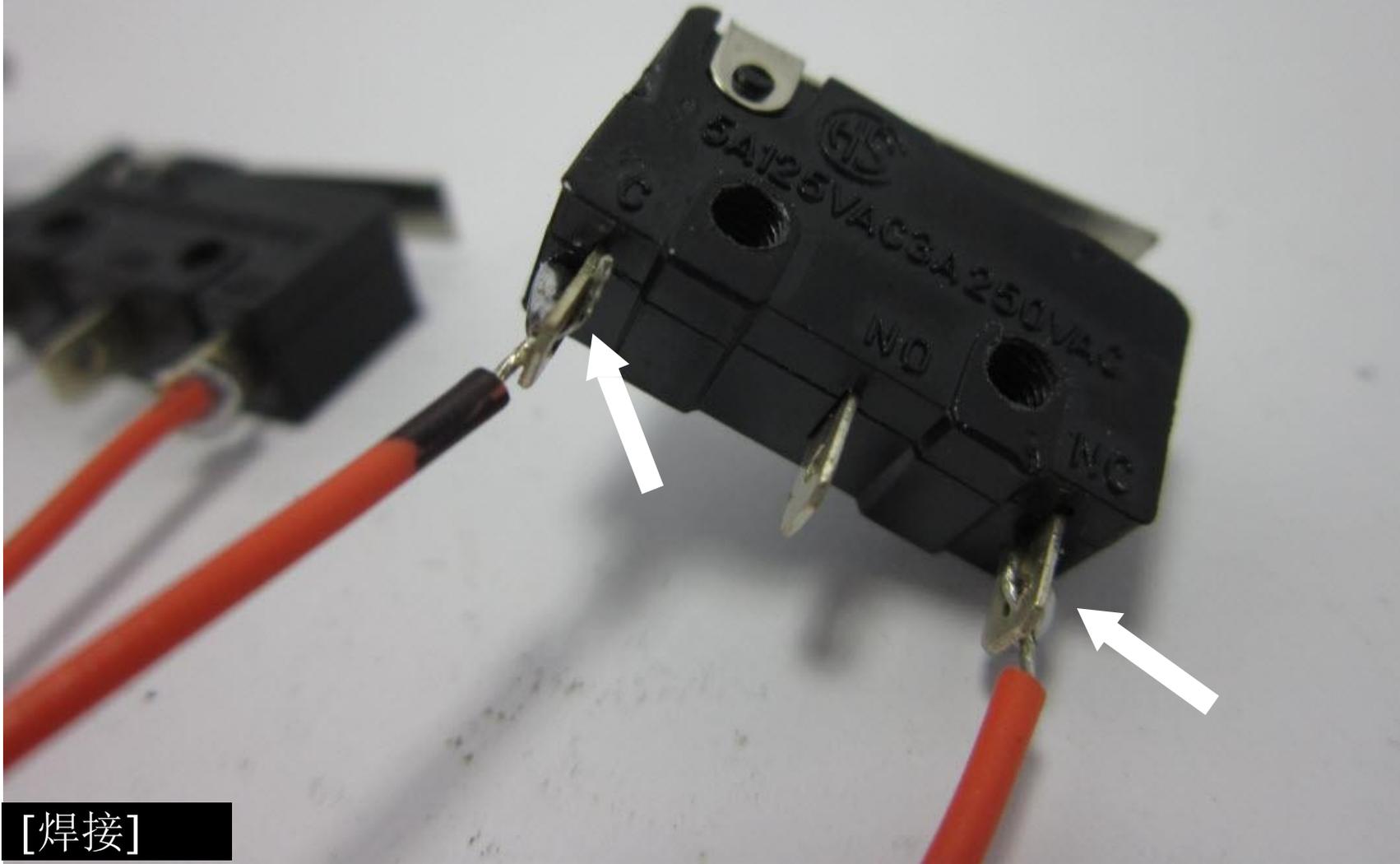
[标记]

如图所示用记号笔在插头上有标记的那条线的另一头做上标记。

{D66}

[工具]

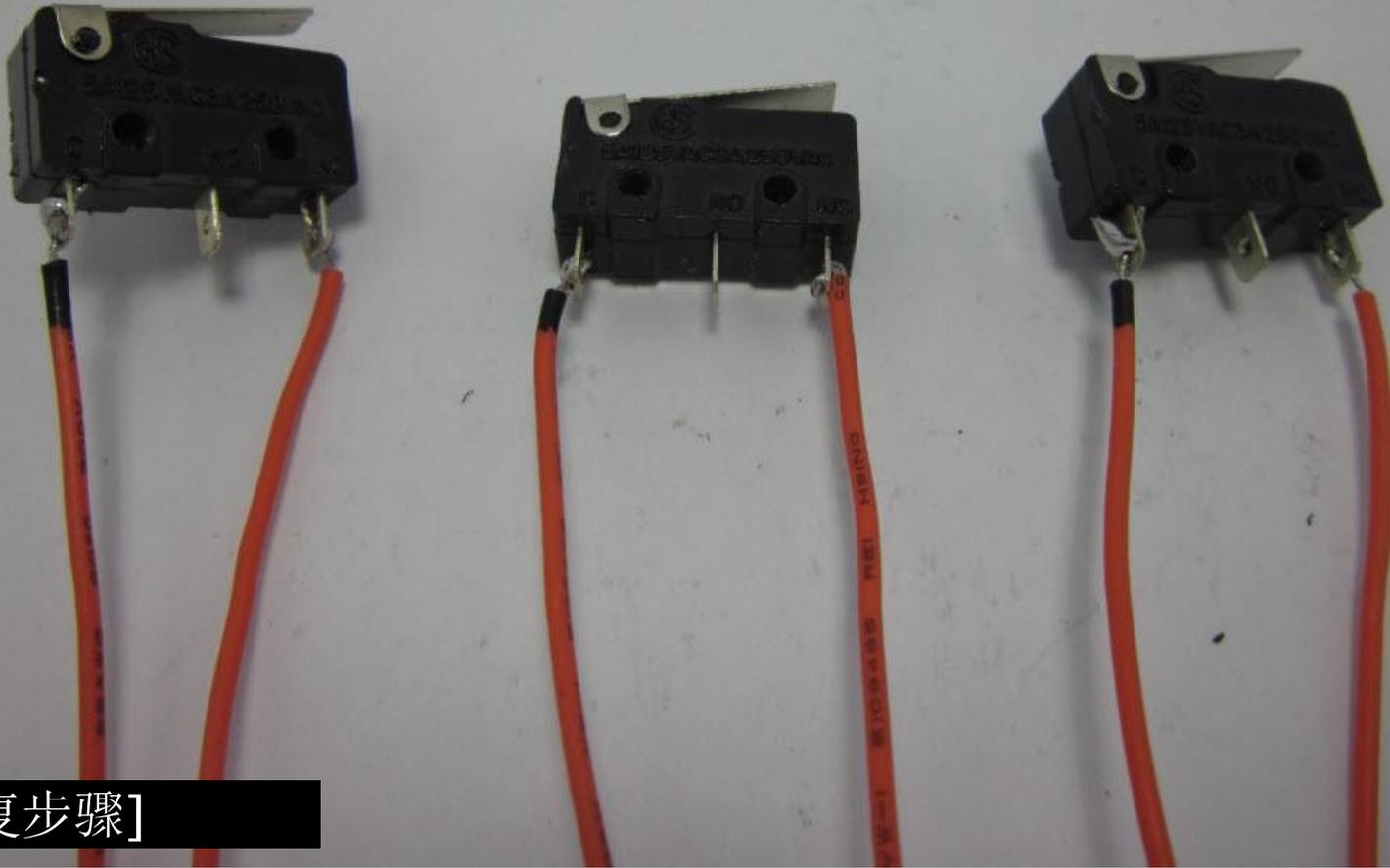
焊锡和烙铁



[焊接]

如图所示将有标记的线焊接到“C” (or “COM”) 接线桩，然后将另一条线焊接到“NC” (or “Normally Closed”) 接线桩上。

{D67}



[重复步骤]

重复{D65} 到 {D66} 步骤。如图所示制作三组限位开关连线。

{D68}

限位开关组 = 3 组



M2.5x12mm 螺丝 = 6 枚

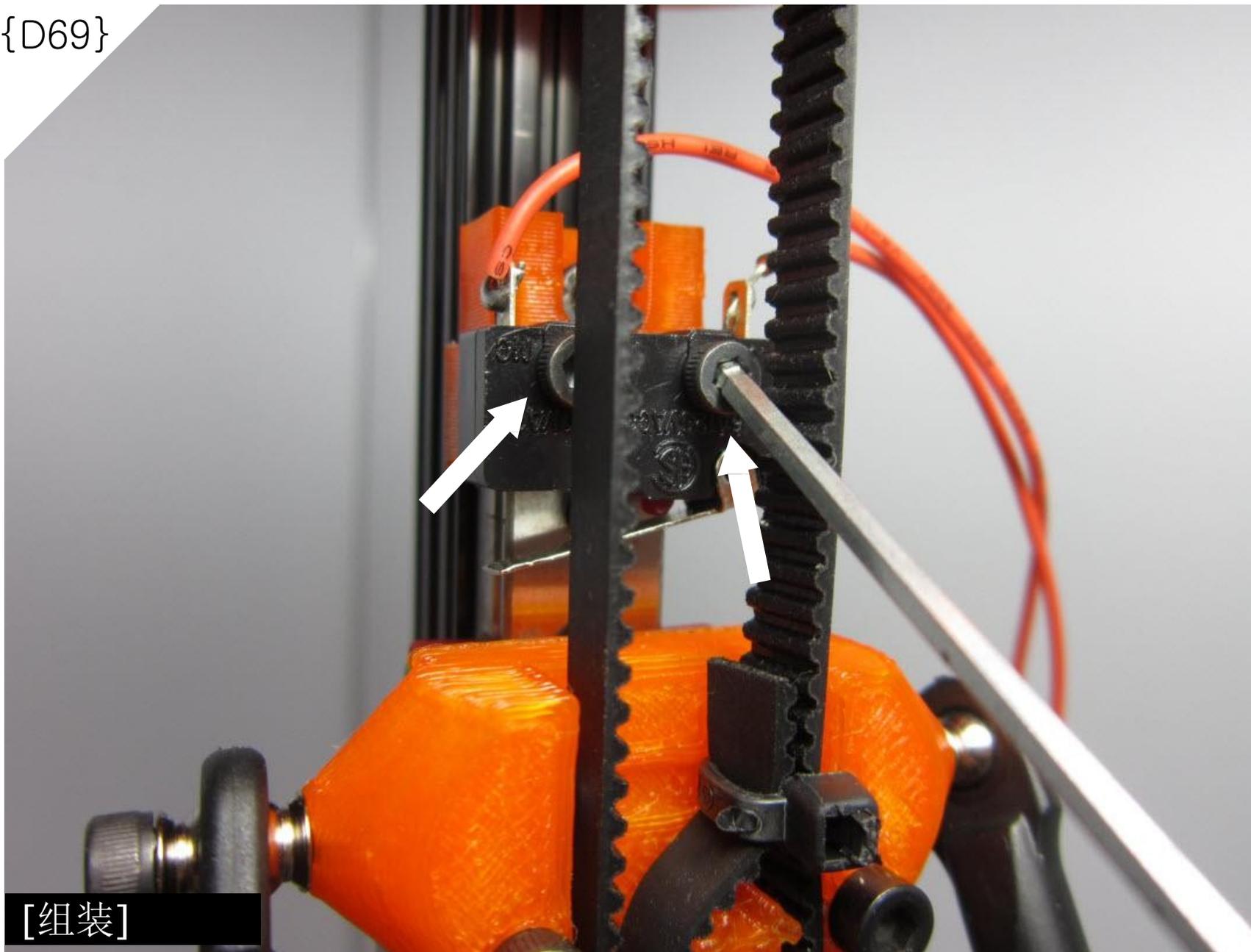
[零件准备]

限位开关安装零件准备

{D69}

[工具]

M2.5 内六角扳手



[组装]

如图所示，用 2 枚 M2.5x12mm 螺丝将限位开关固定到限位开关座上。

{D70}



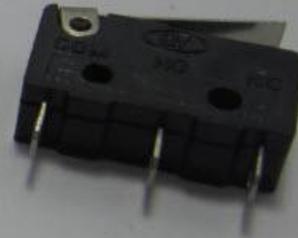
### [重复步骤及检查]

如图所示重复 {D69} 步骤将其他的限位开关安装到位。确保各塔滑块撞击开关时都可令开关准确闭合。

{D71}



限位开关线 = 1 条



限位开关 = 1 个

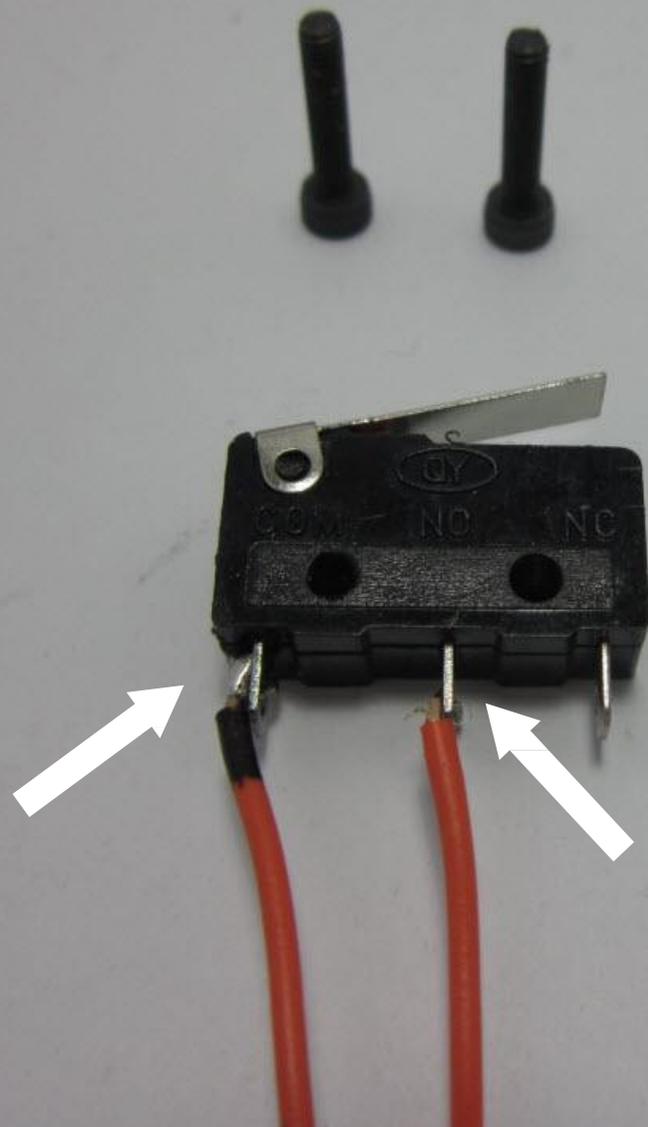
[零件准备]

自动调平限位开关零件准备

{D72}

[工具]

焊锡和烙铁



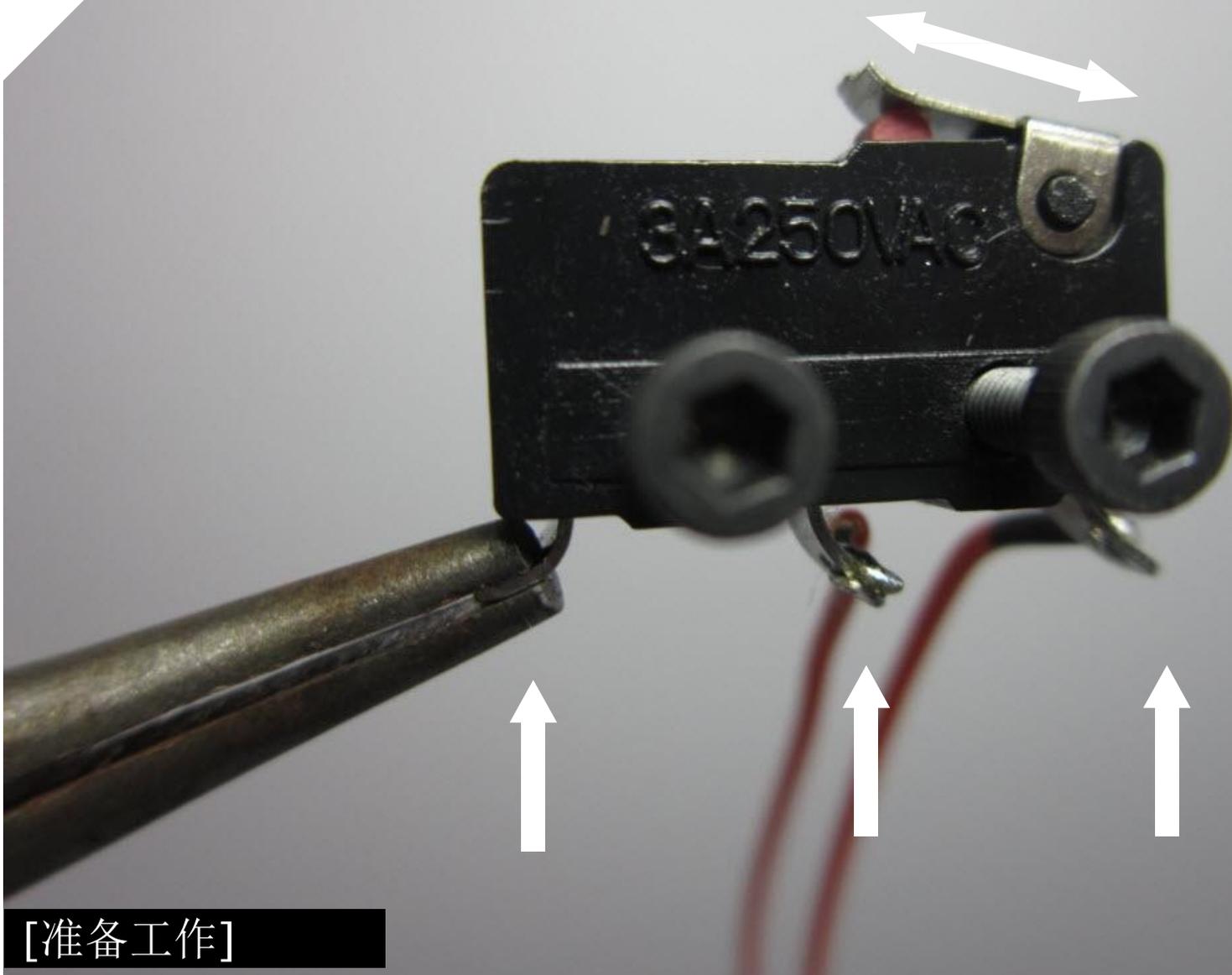
[焊接]

如图所示将有标记的线焊接到“C” (or “COM”) 接线桩，将另一条线焊接到“NO” (or “Normally Opened”) 接线桩。

{D73}

[工具]

尖嘴钳和金属剪



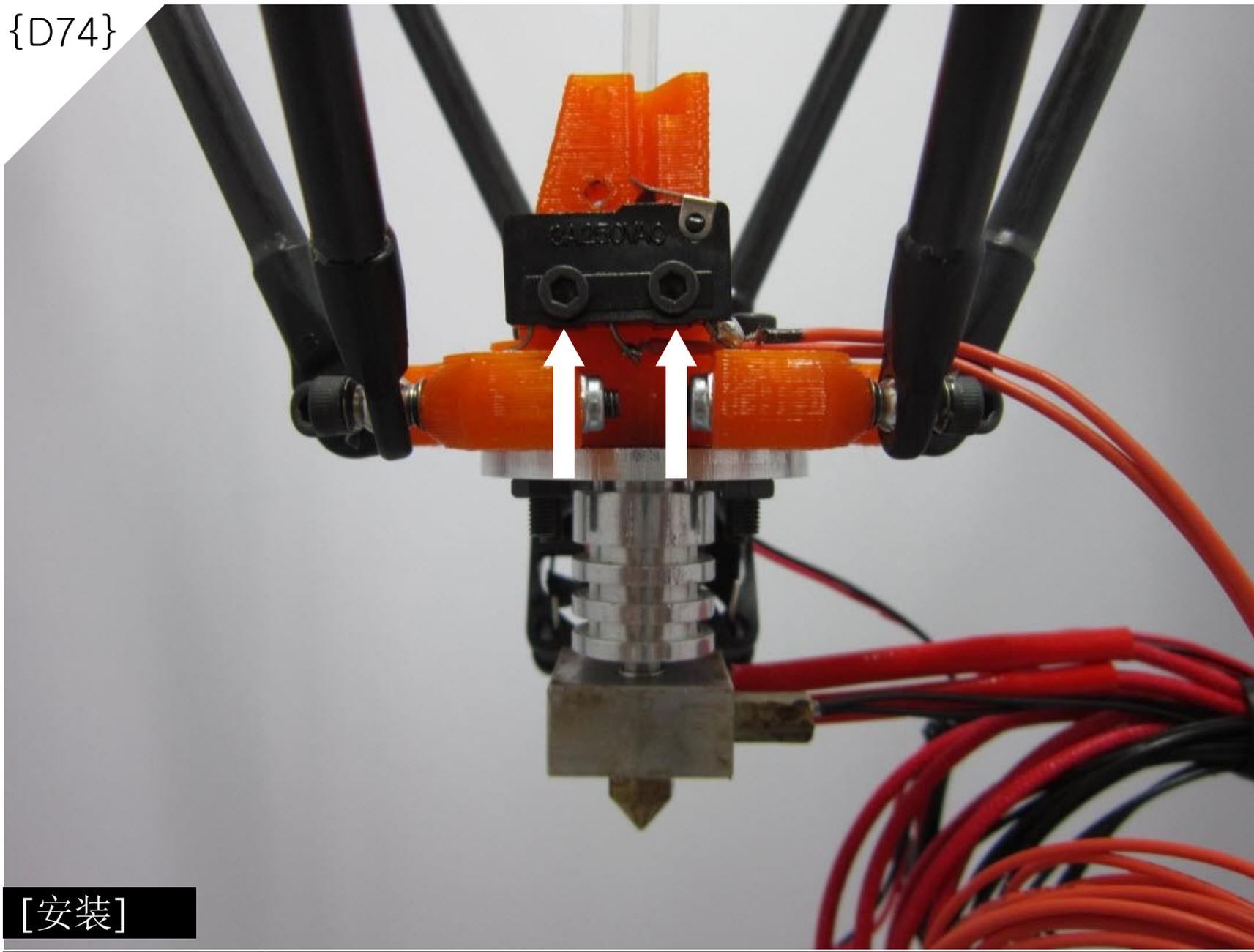
[准备工作]

如图所示，将开关各接线桩扳弯并剪短。

{D74}

[工具]

M2.5 内六角扳手



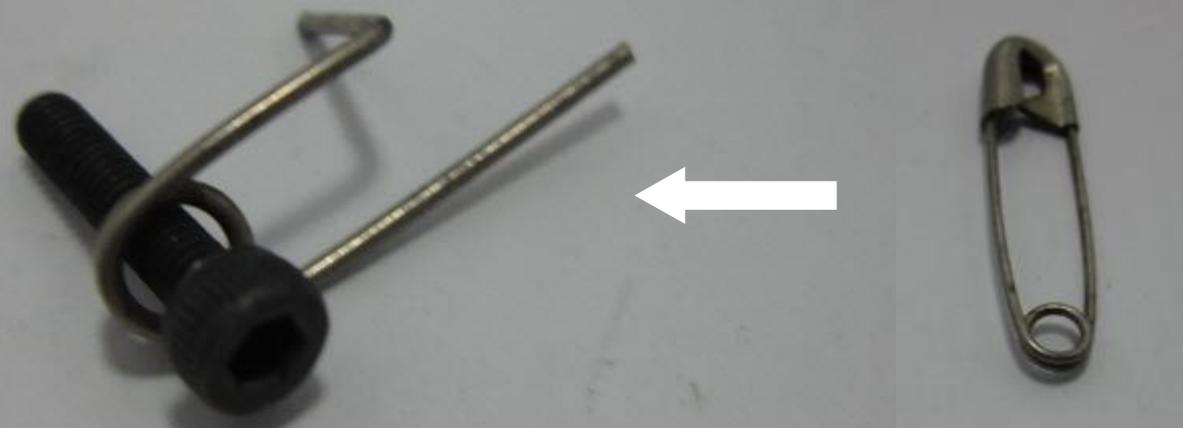
[安装]

如图所示用 M2.5x12mm 螺丝将自动调平限位开关安装到自动调平开关座上。

{D75}

[工具]

尖嘴钳及金属剪



M2.5x12mm 螺丝 = 1 一枚

2.5mm 直径扣针 = 1 一枚

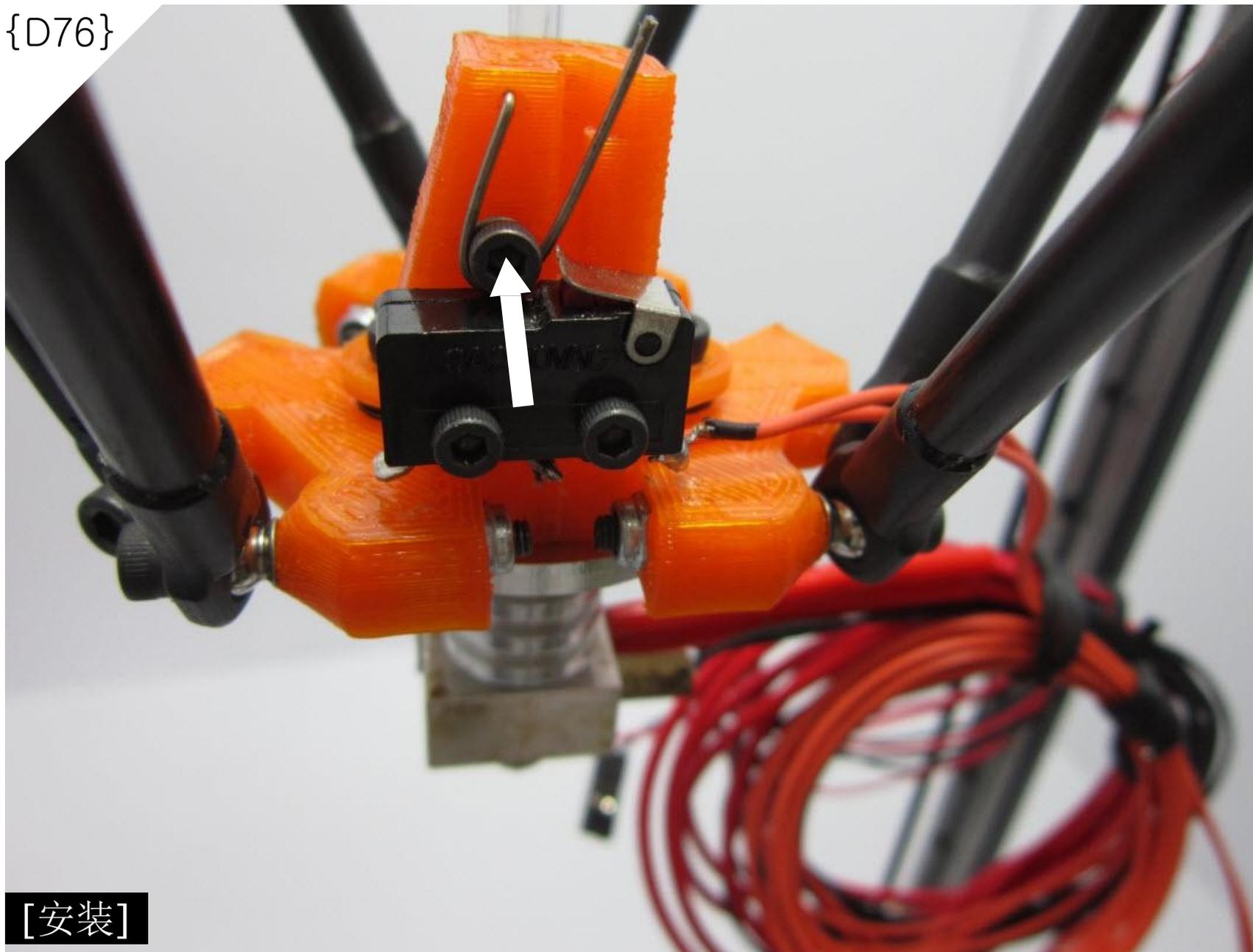
[零件准备]

自动调平装置零件准备，将扣针剪断扳成图中所示的样子。

{D76}

[工具]

M2.5 内六角扳手



[安装]

如图所示将扣针弹簧安装到自动调平装置的安装孔内。轻轻拧紧 M2.5x12mm 螺丝，确保可以扣针弹簧的形态。

{D77}



1.5mm 内六角扳手 = 1 pc



23.5mm 弹簧  
= 1 枚

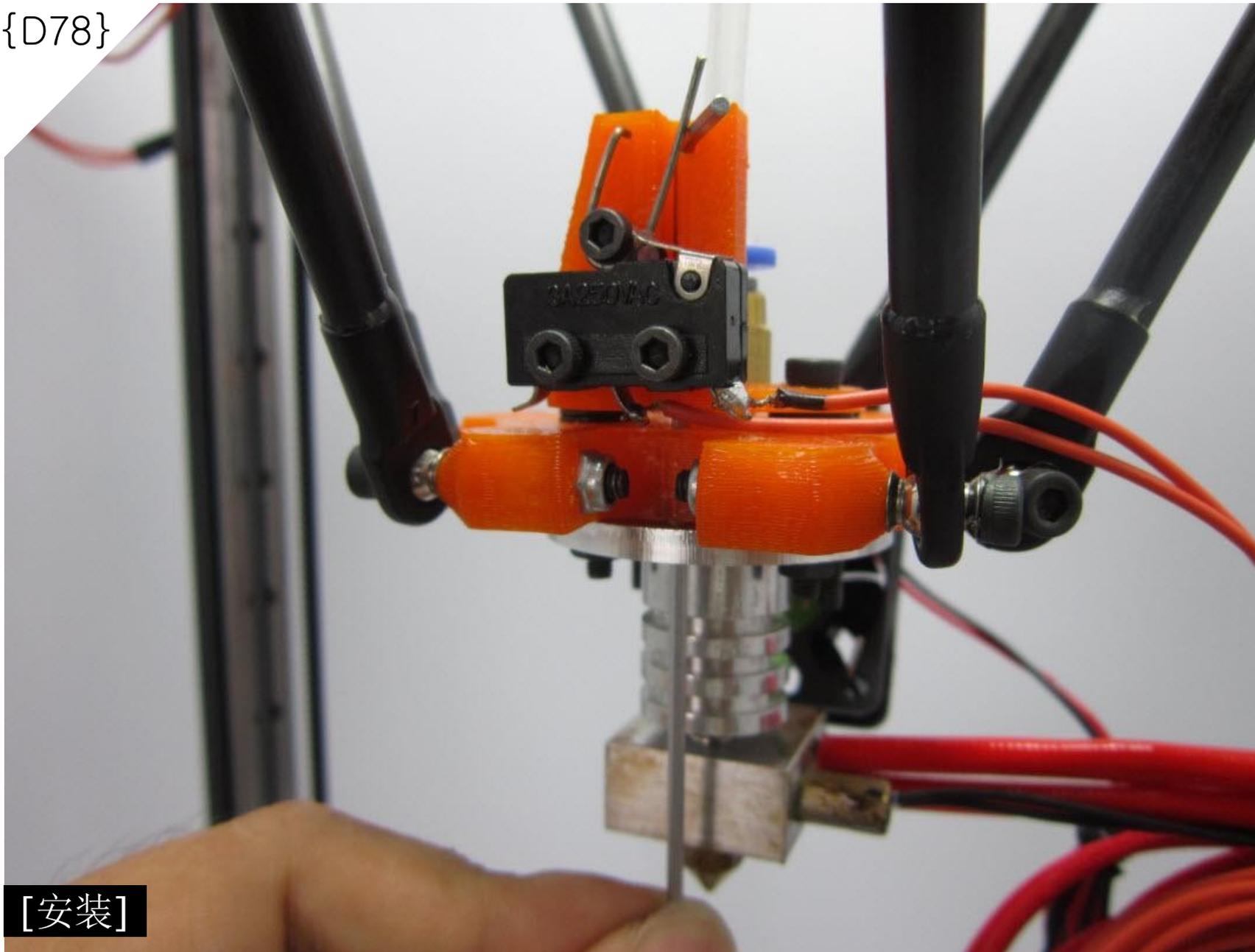


限位块 = 1 个

[零件准备]

自动调平装置零件准备

{D78}



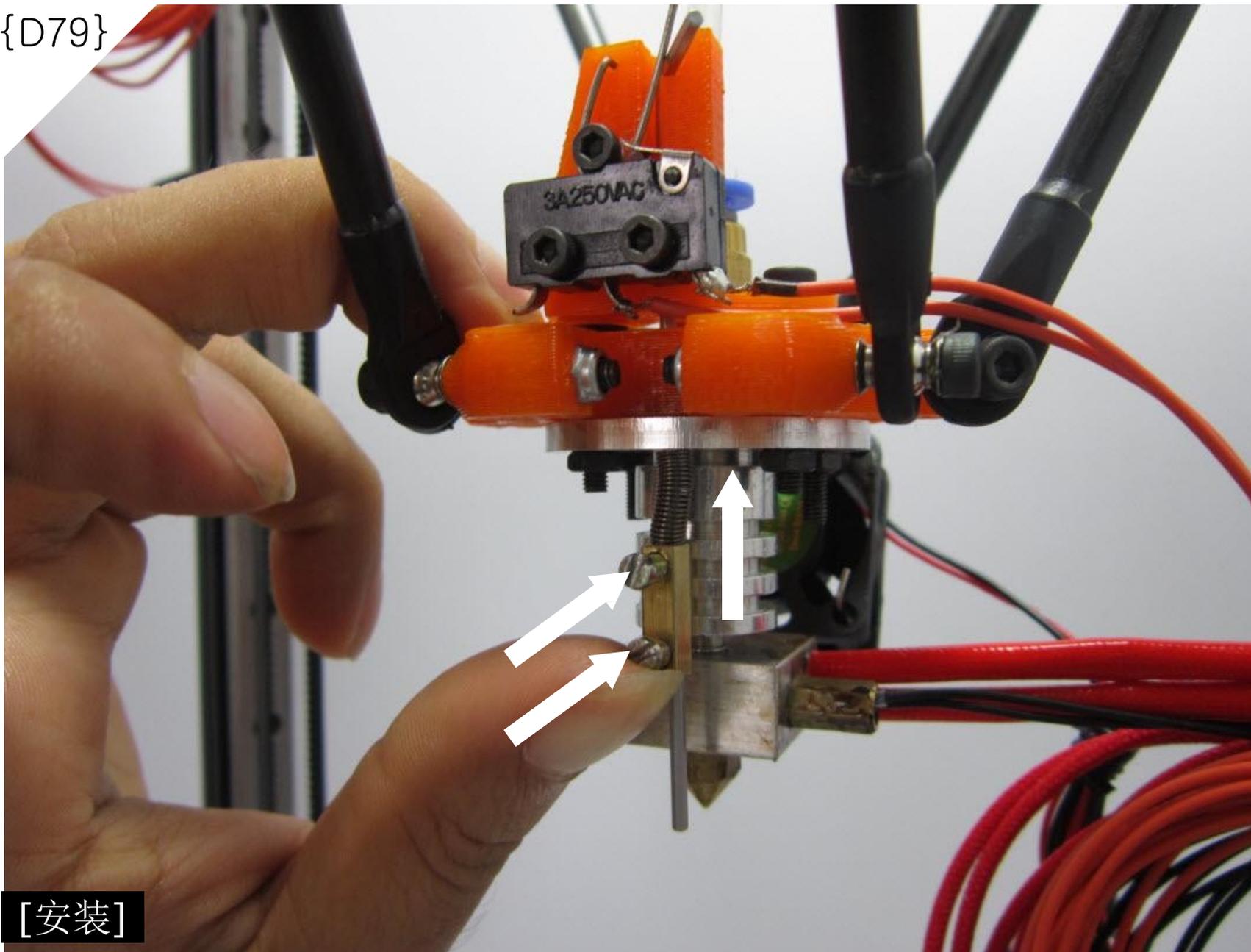
**[安装]**

如图所示将 M1.5 内六角扳手插入装置槽中，并停靠在缩回的位置上。

{D79}

[工具]

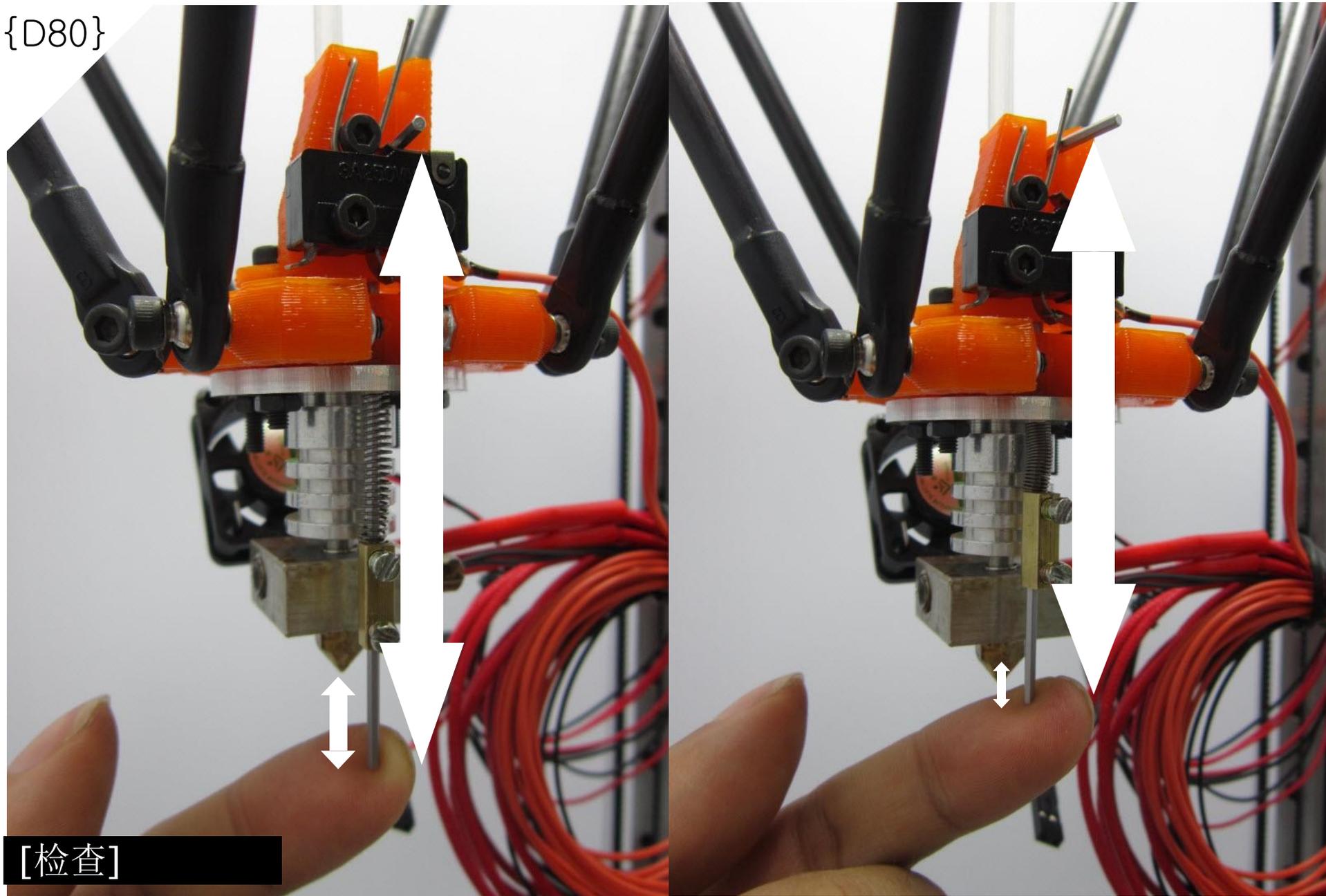
螺丝刀



[安装]

将 23.5mm 弹簧及限位块穿入 M1.5 内六角扳手。充分压缩弹簧并拧紧限位块上两个螺丝。

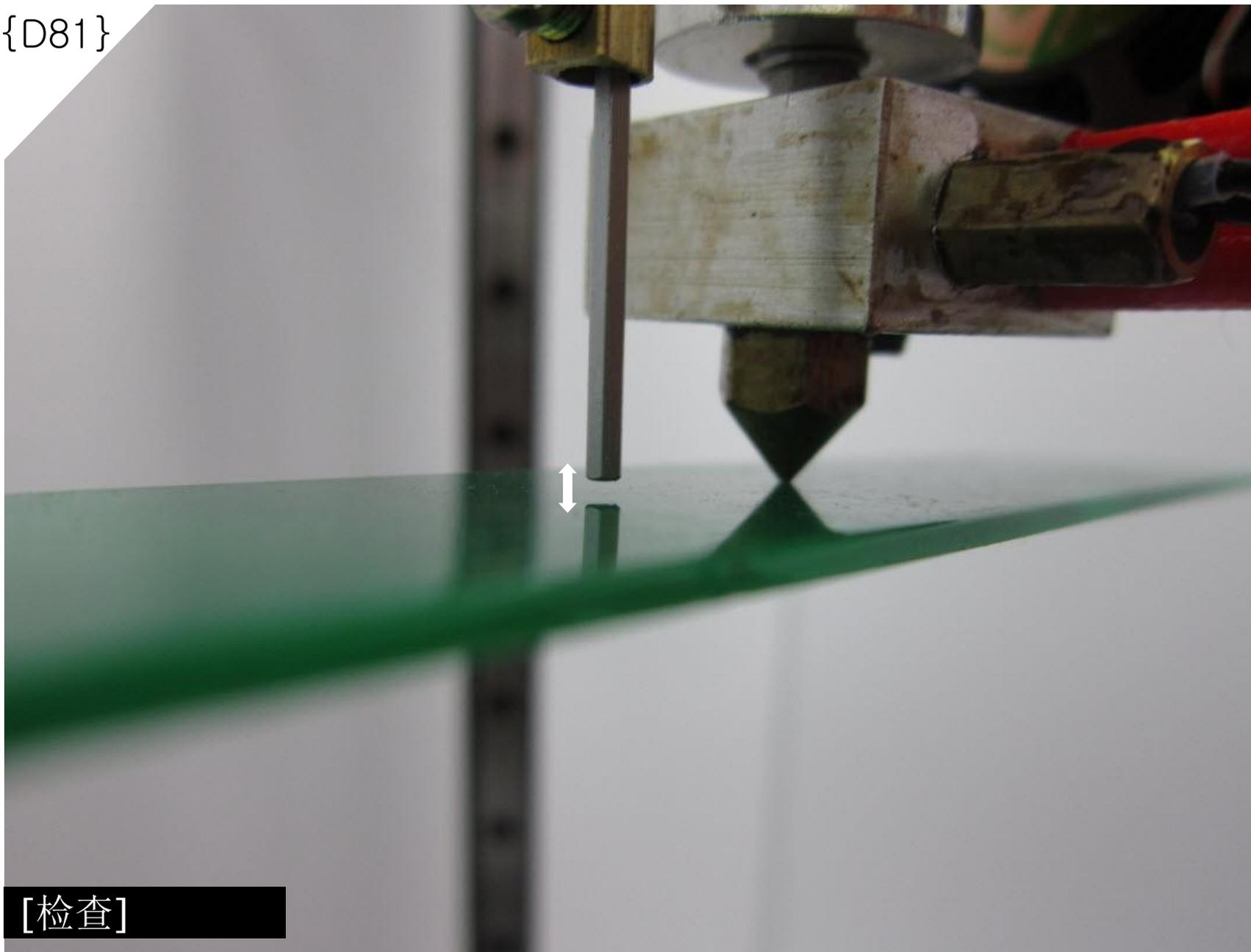
{D80}



[检查]

左图：自动调平部署时，探针必须低于喷嘴。右图：自动调平探针回收时，探针必须高过喷嘴。

{D81}



[检查]

当自动调平探针回收时必须高于喷嘴。

{D82}

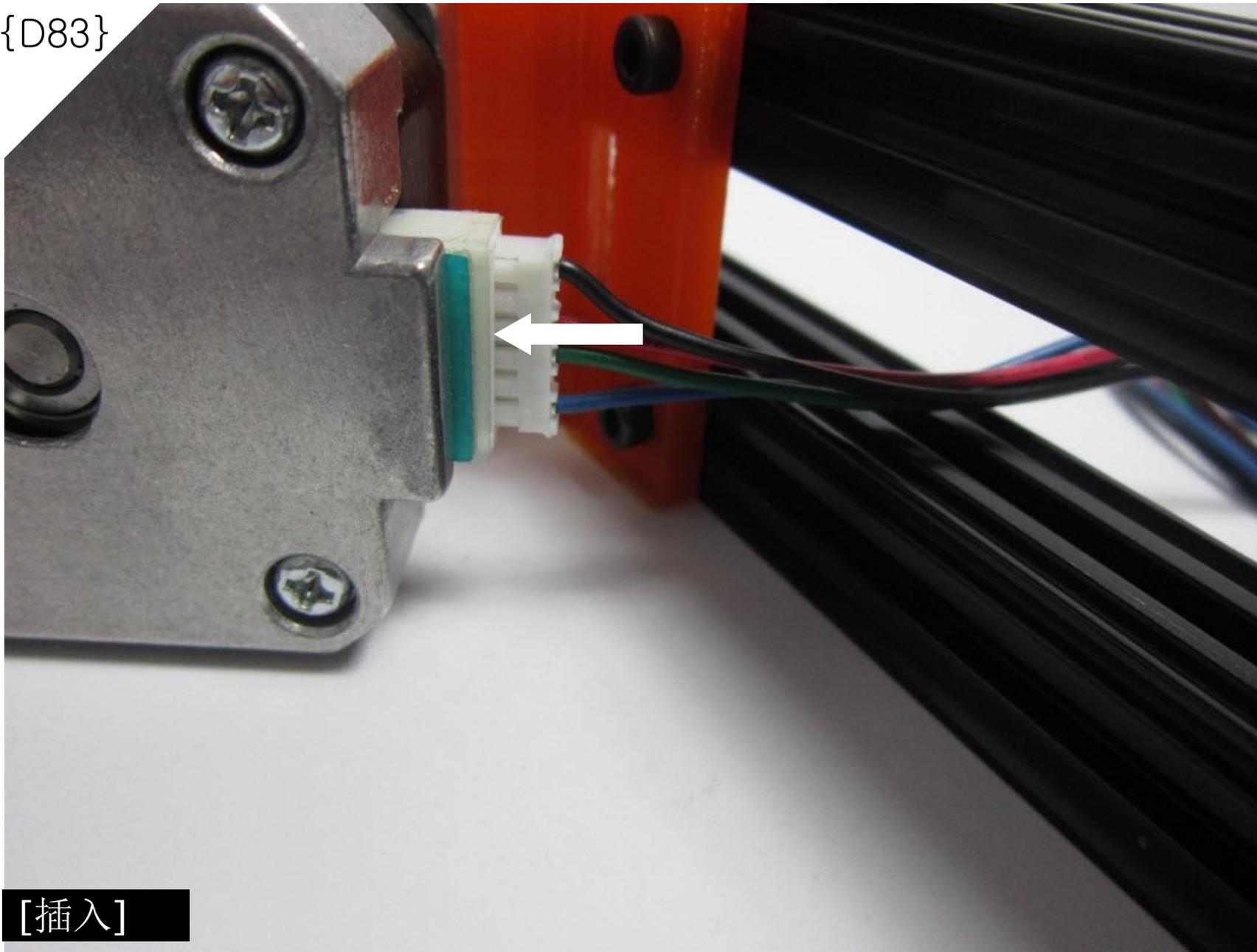


步进电机线 = 4 组

[零件准备]

如上图所示准备四组步进电机线

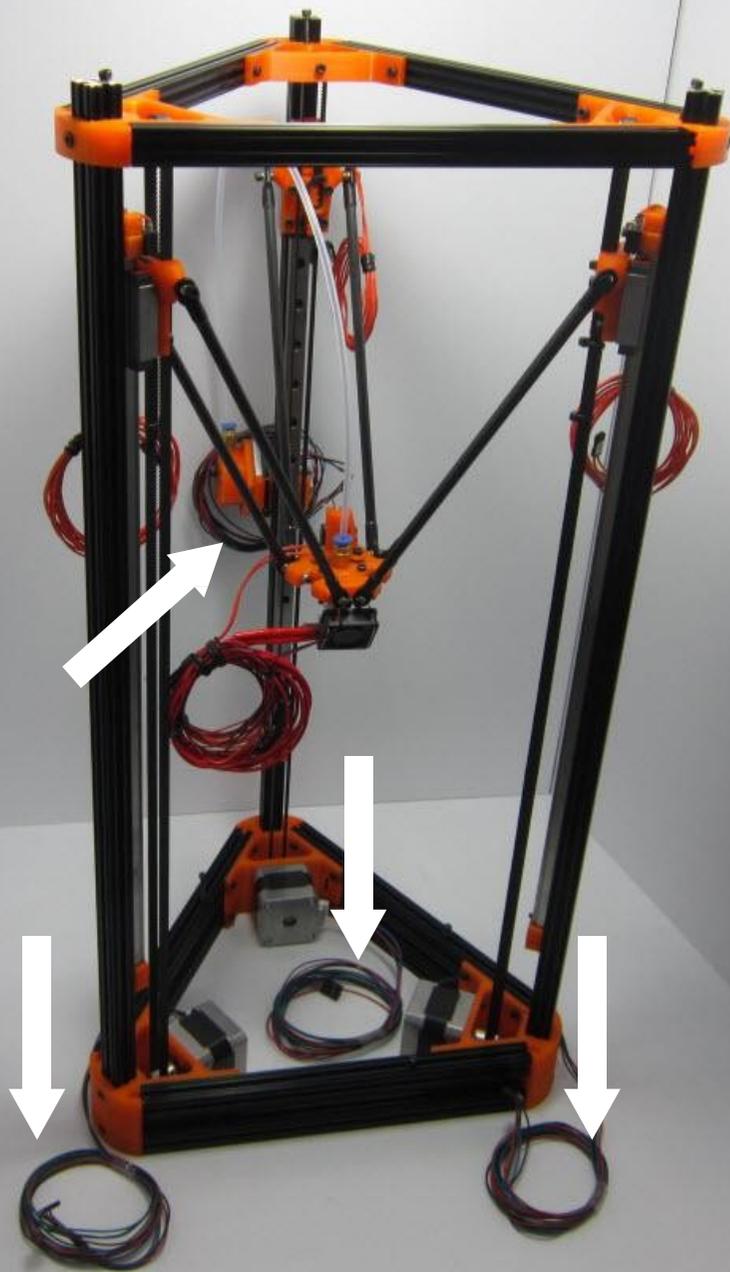
{D83}



[插入]

如图所示将步进电机线一头插入步进电机上的插座。

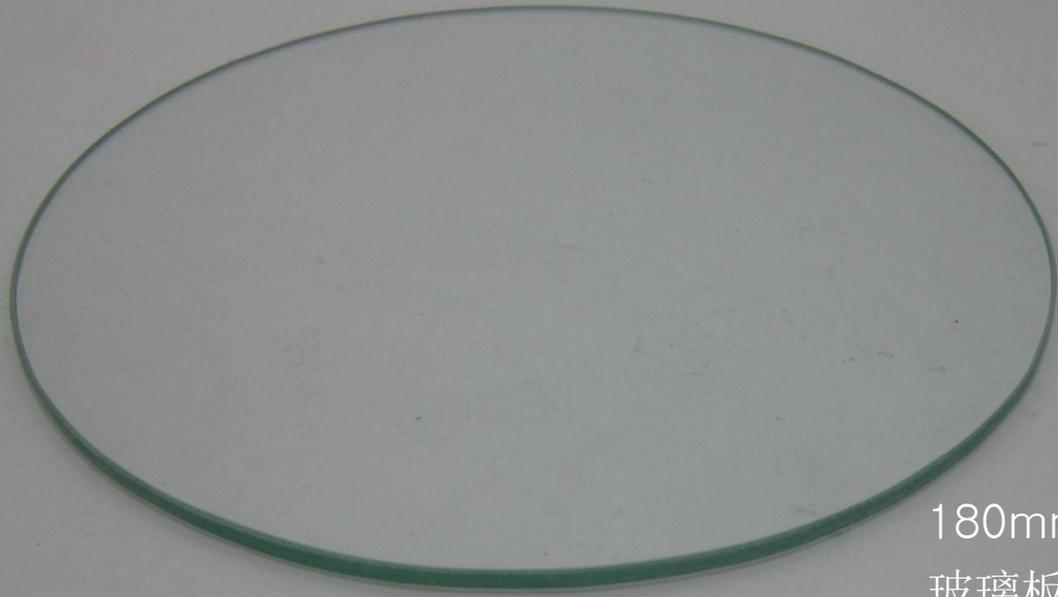
{D84}



[重复步骤]

重复步骤{D83} 如图中所示将各步进电机线插好。

{D85}



180mm 直径  
玻璃板 = 1 块



M3x8mm 螺丝 = 3 枚

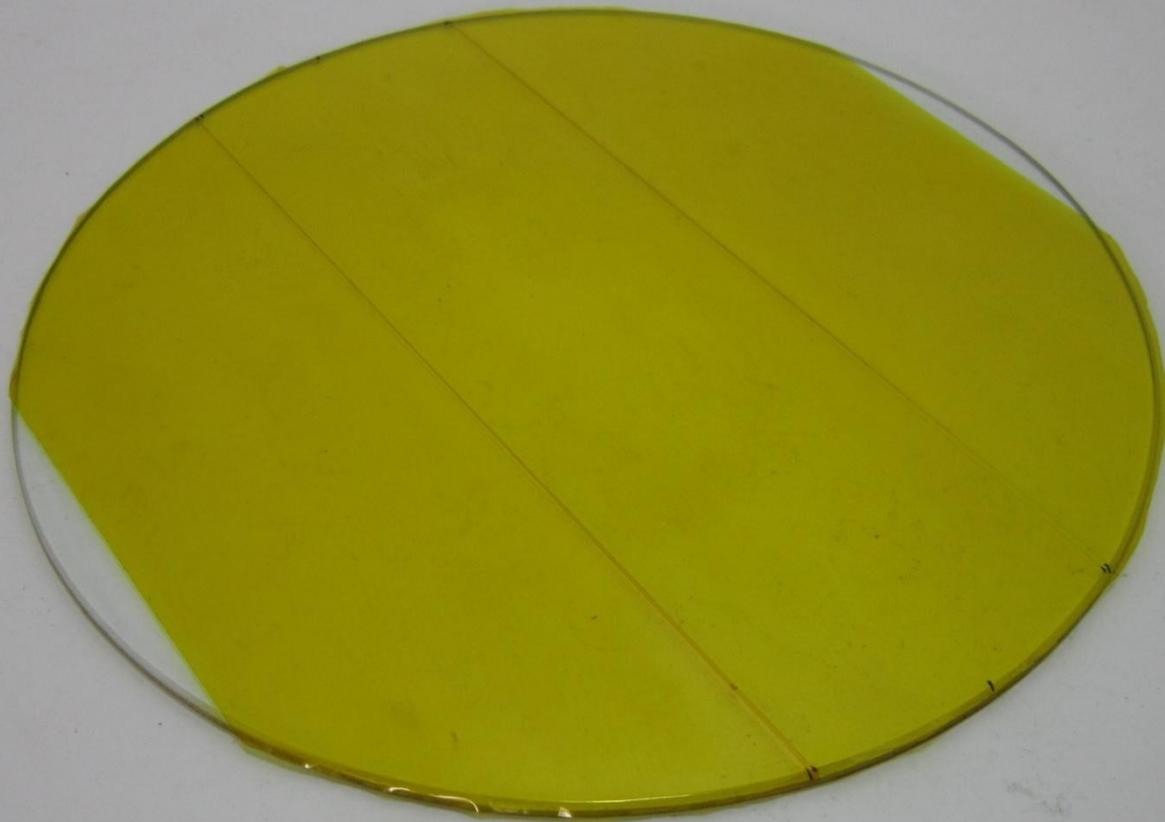


M3 螺母 = 6 枚

**[零件准备]**

打印床安装所需零件如上图所示。

{D86}

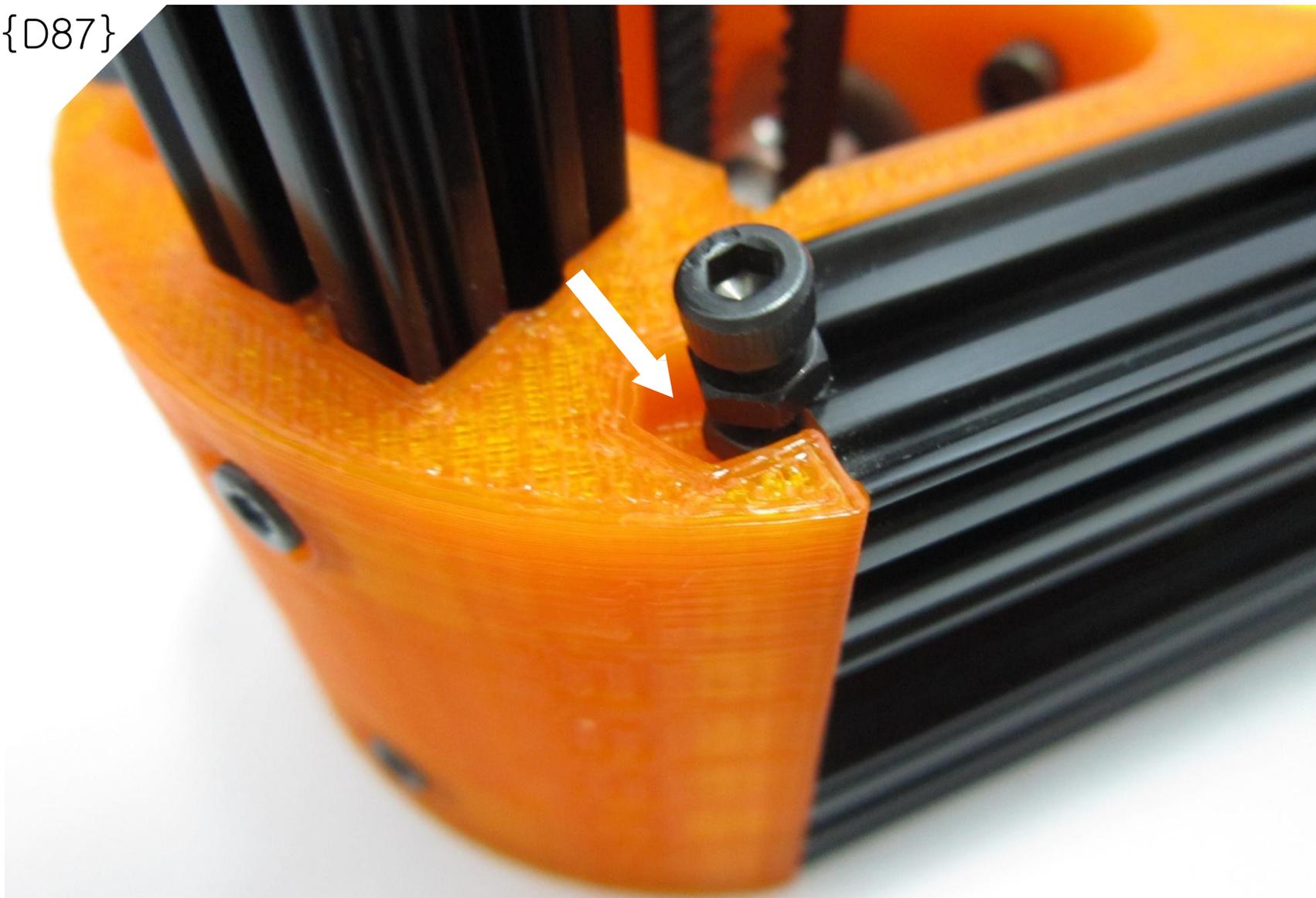


玻璃打印床固定螺丝组 = 3 组

### [准备]

使用耐热胶带贴在玻璃打印床上。并将螺丝和螺母按照图中所示组合成三组。

{D87}



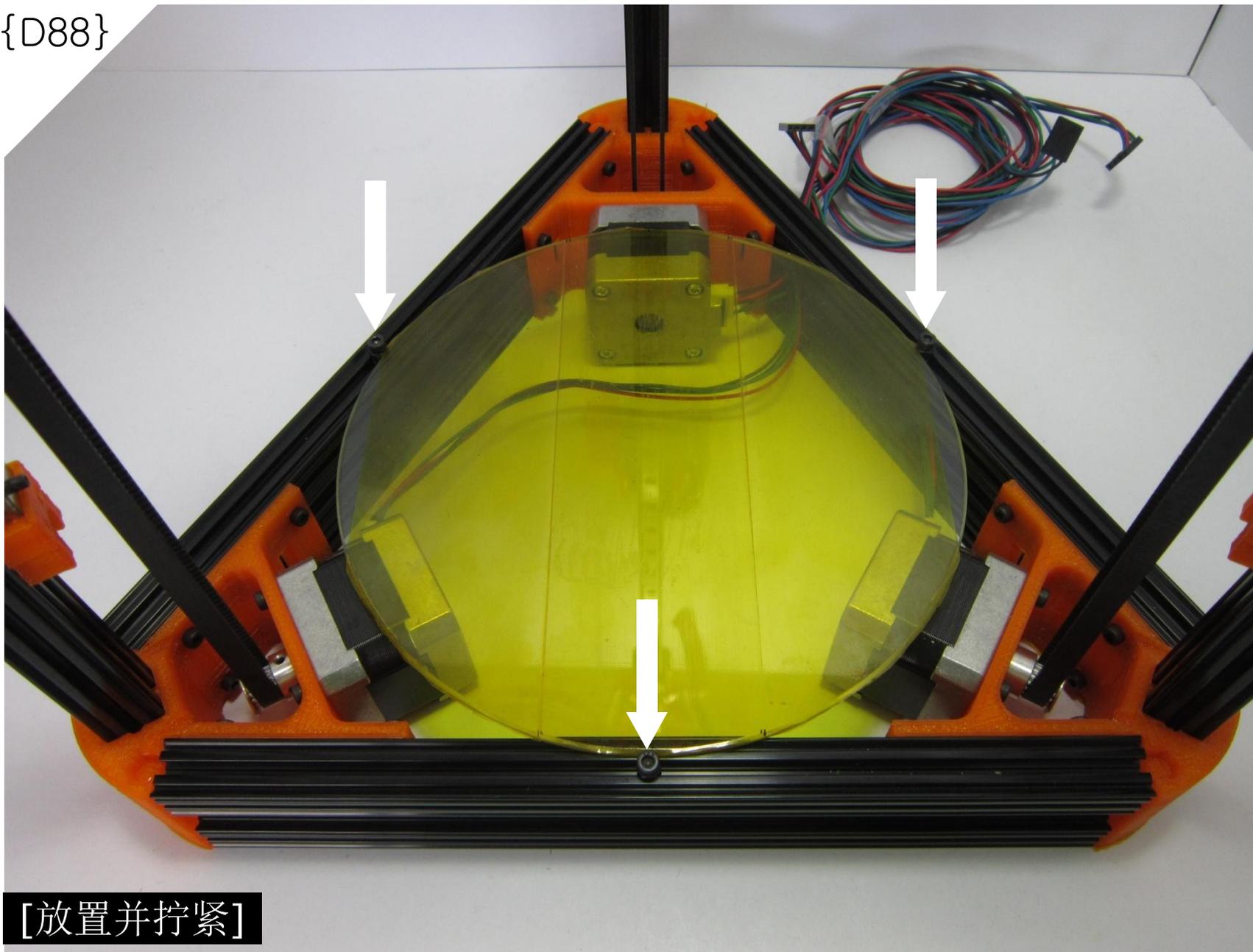
[插入]

如图所示，将螺丝组插入铝型材凹槽中。

{D88}

[工具]

M3 内六角扳手



[放置并拧紧]

放上玻璃打印床，并将螺丝在导轨中央位置拧紧，在打印前要保证玻璃打印床固定稳当。

{D89}



M3x20mm 螺丝 = 1 枚

M3 螺母 = 2 枚

[零件准备]

自动调平探针拉钩螺丝准备

{D90}

[工具]

M3 内六角扳手

X-Z 边

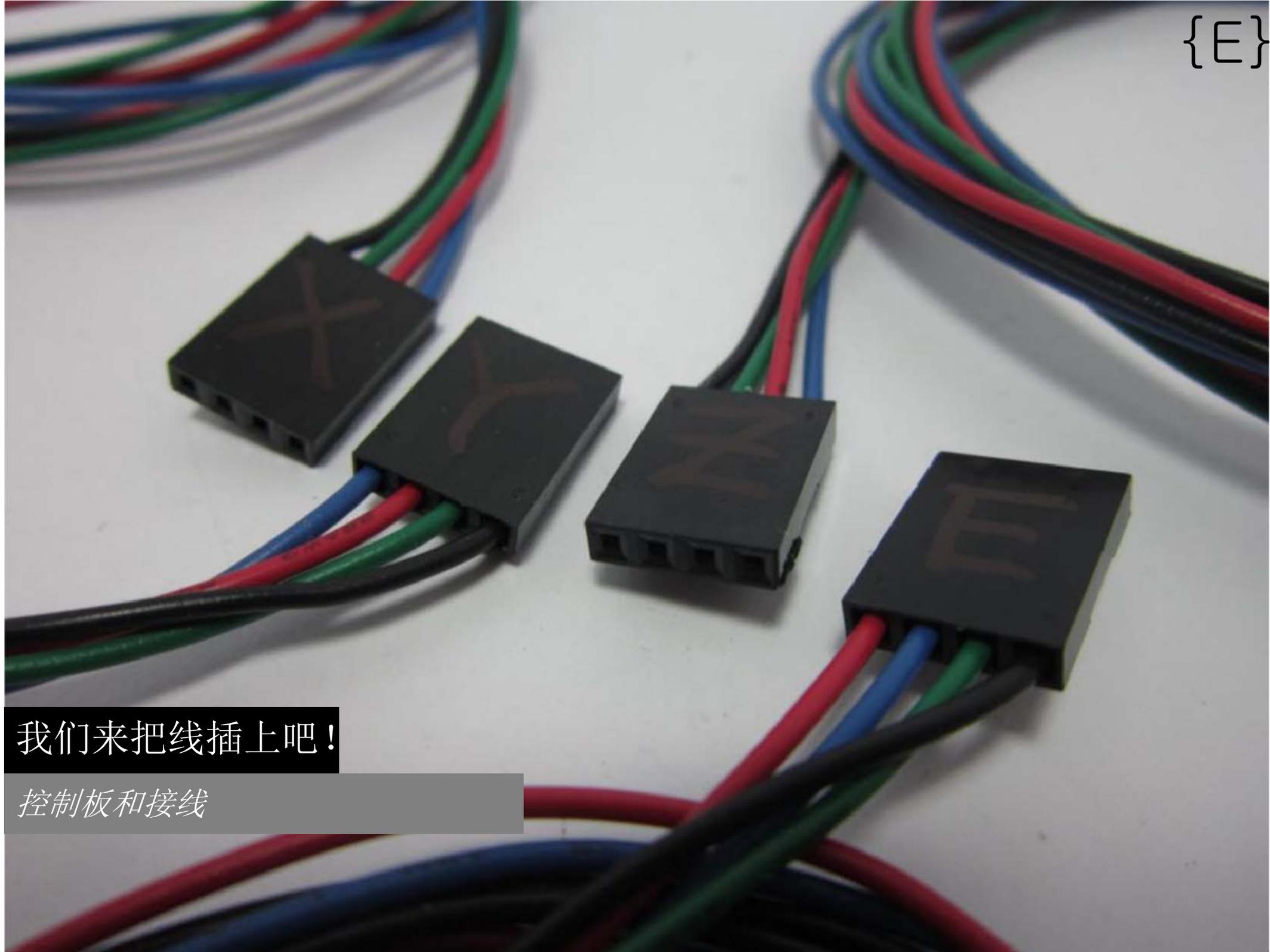
Y-Z 边

80mm

X-Y 边

[装入并拧紧]

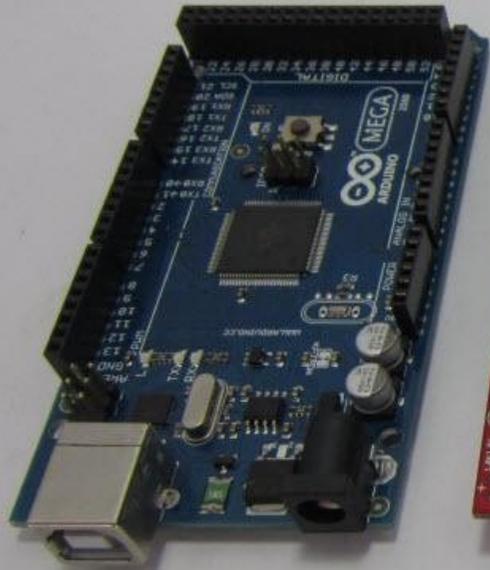
如图所示，将 M3x20mm 螺丝安装到 X-Z 边相应的位置并拧紧。



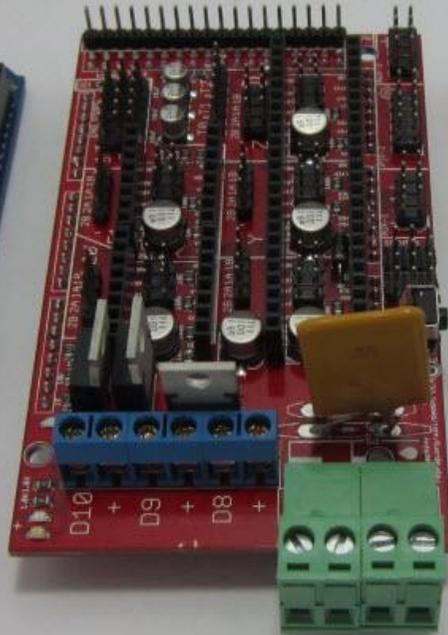
我们来把线插上吧！

控制板和接线

{E01}



Arduino  
Mega2560  
= 1 pc



RAMPS 1.4  
= 1 pc



步进  
驱动板  
= 4 pcs

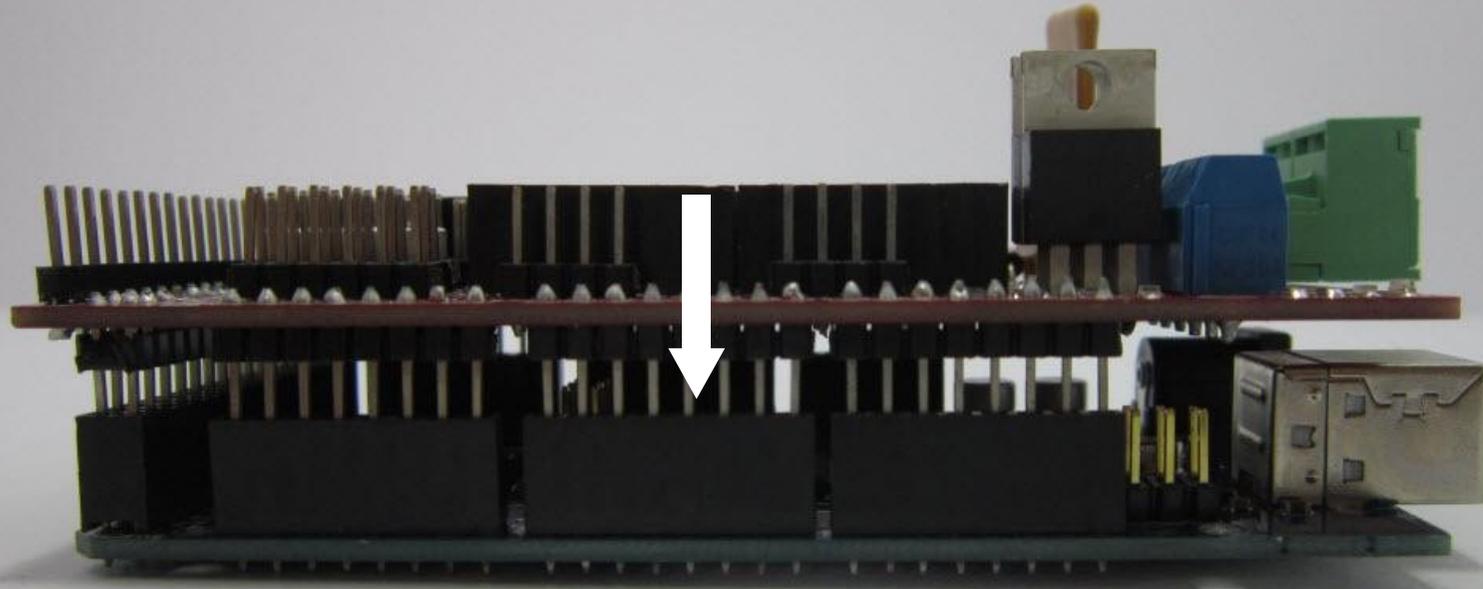


跳线  
= 12 pcs

## [零件准备]

根据上图准备控制板材料

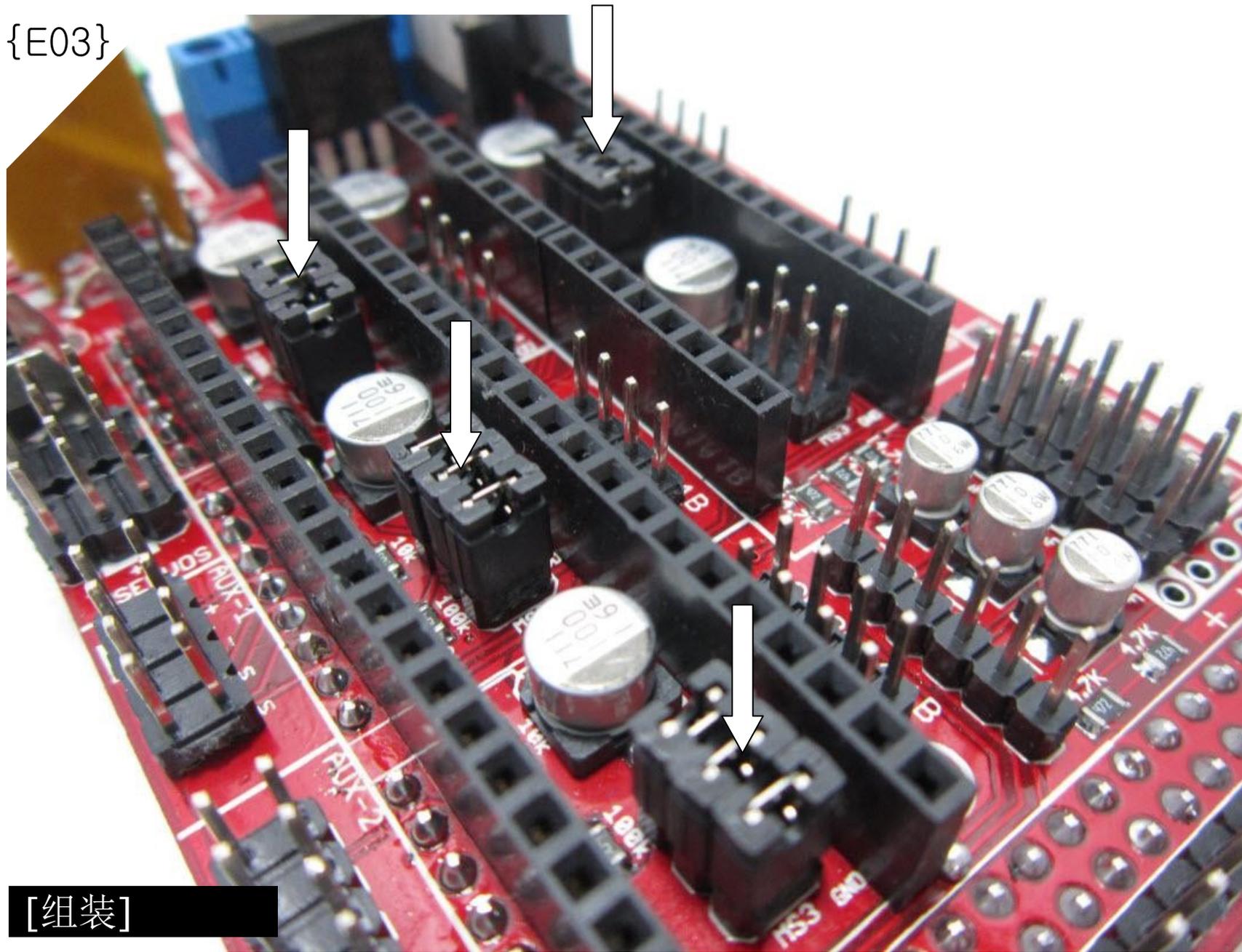
{E02}



[组装]

将 RAMP1.4 板如图所示插到 Arduino Mega2560 上。

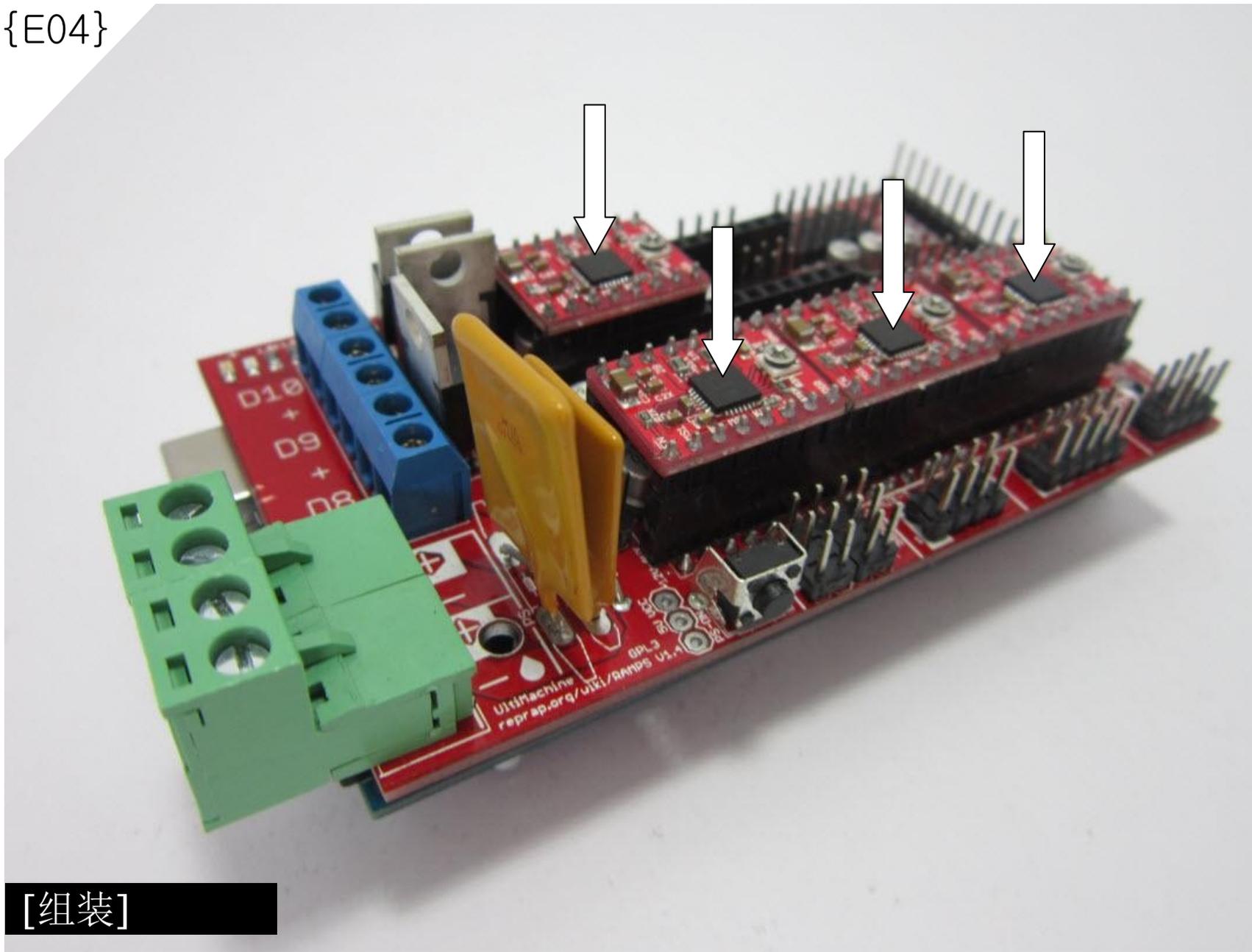
{E03}



[组装]

如图所示，在 RAMPS1.4 板上的每个步进电机针位插入三个跳线。一共需要 12 个跳线。

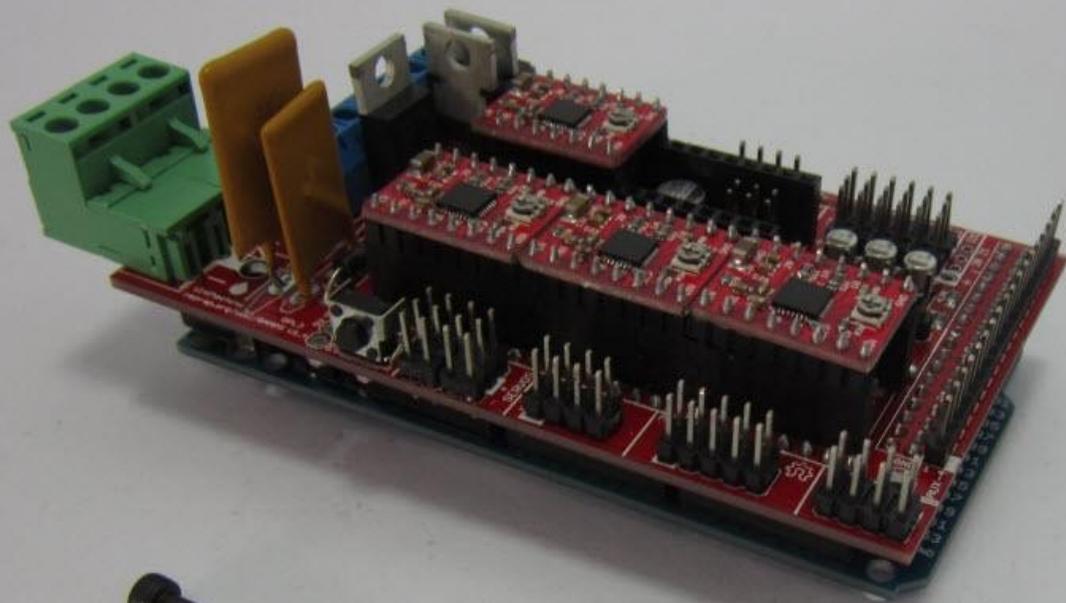
{E04}



[组装]

如图所示在 RAMPS1.4 板上插入步进电机驱动板（译者注：注意驱动板方向）。

{E05}



组装好的  
驱动板  
= 1 组



M3x35mm 螺丝 = 2 枚

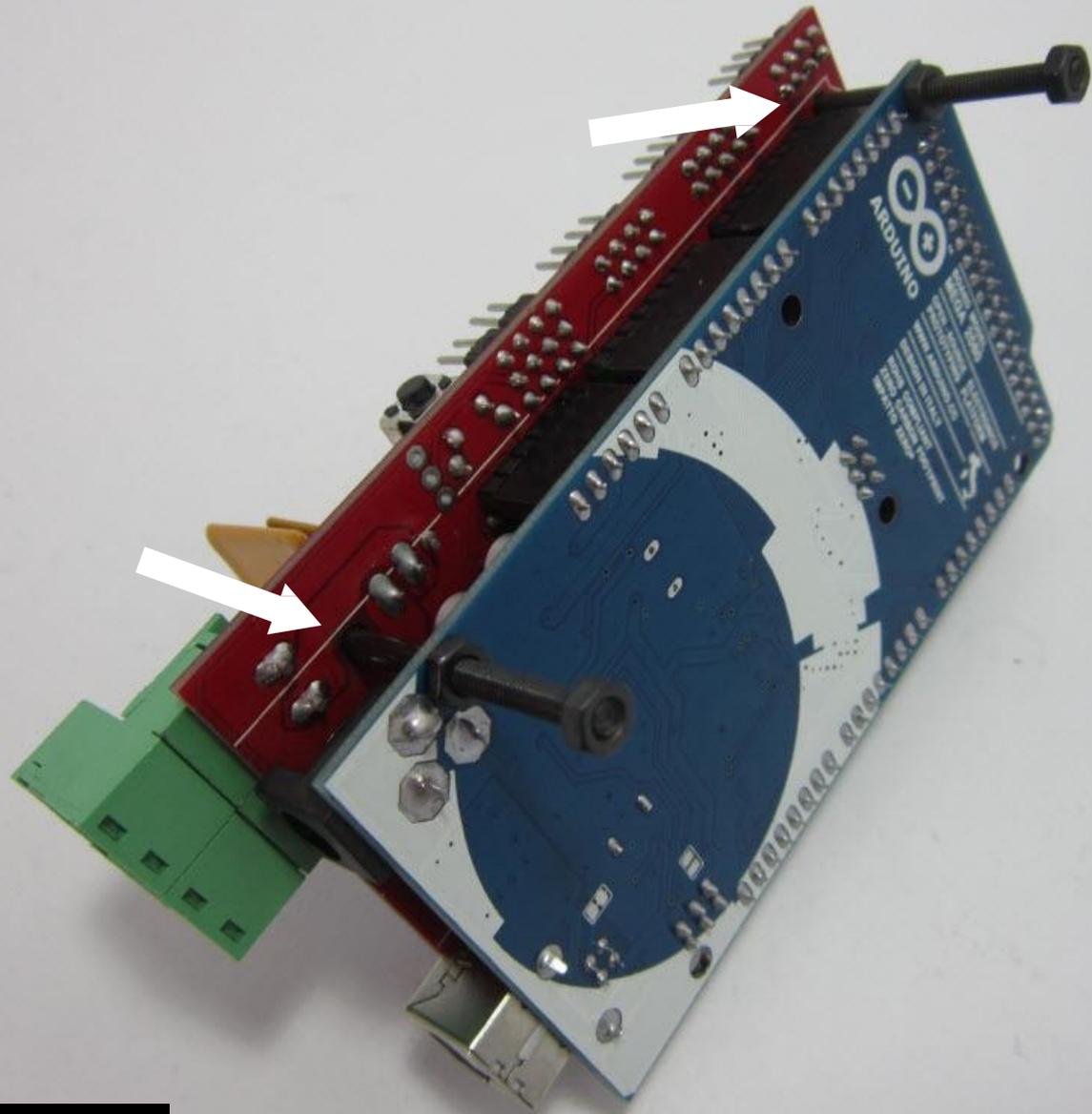


M3 螺母 = 4 枚

**[零件准备]**

安装控制板的零件准备

{E06}



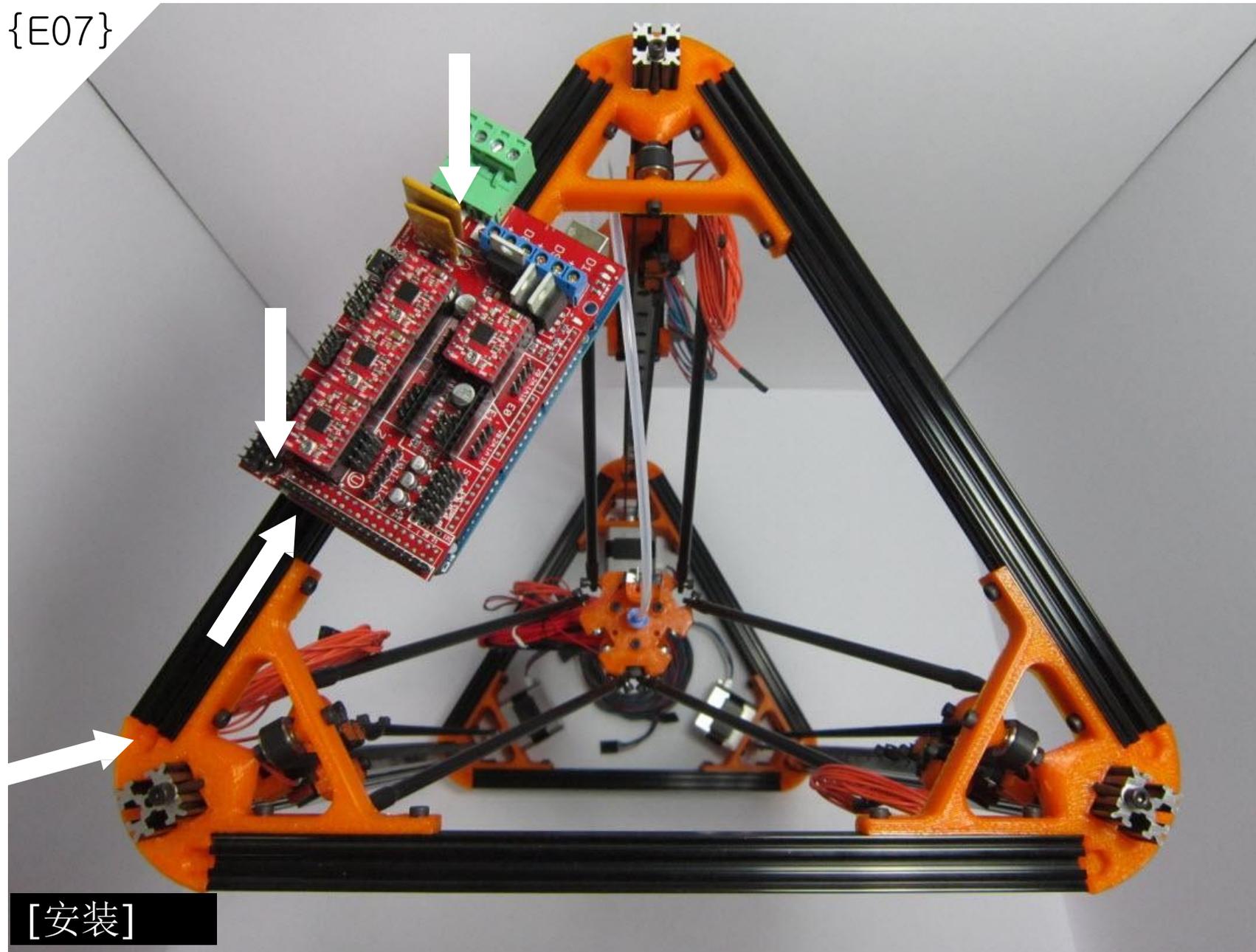
[组装]

将 M3x35mm 穿入板上的螺丝孔。并如图所示装上螺母。

{E07}

[工具]

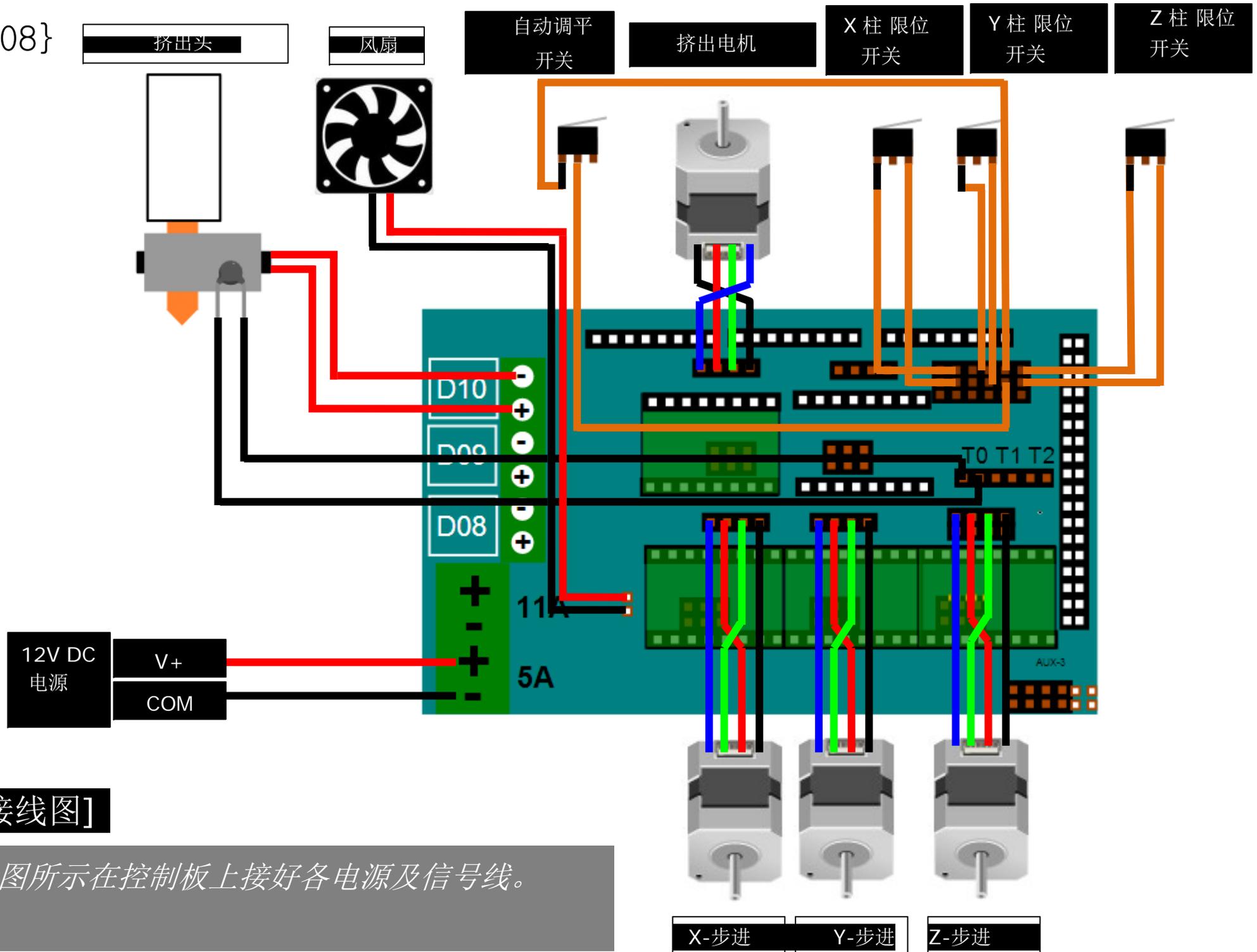
M3 内六角扳手



[安装]

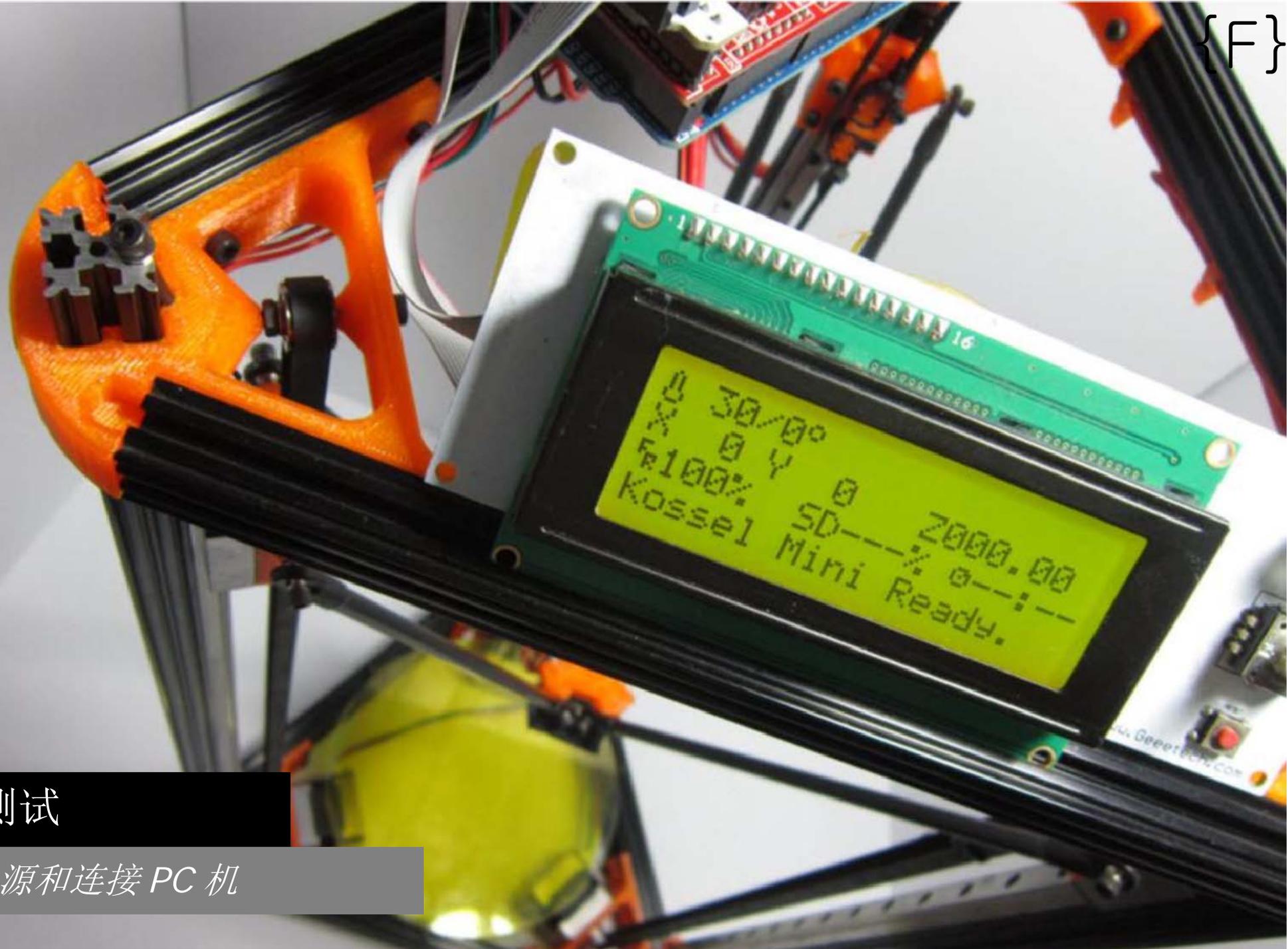
如图所示用两枚 M3x35mm 螺丝将控制板安装到上框架的 X-Z 边上。

{E08}



### [接线图]

如图所示在控制板上接好各电源及信号线。



## 通电测试

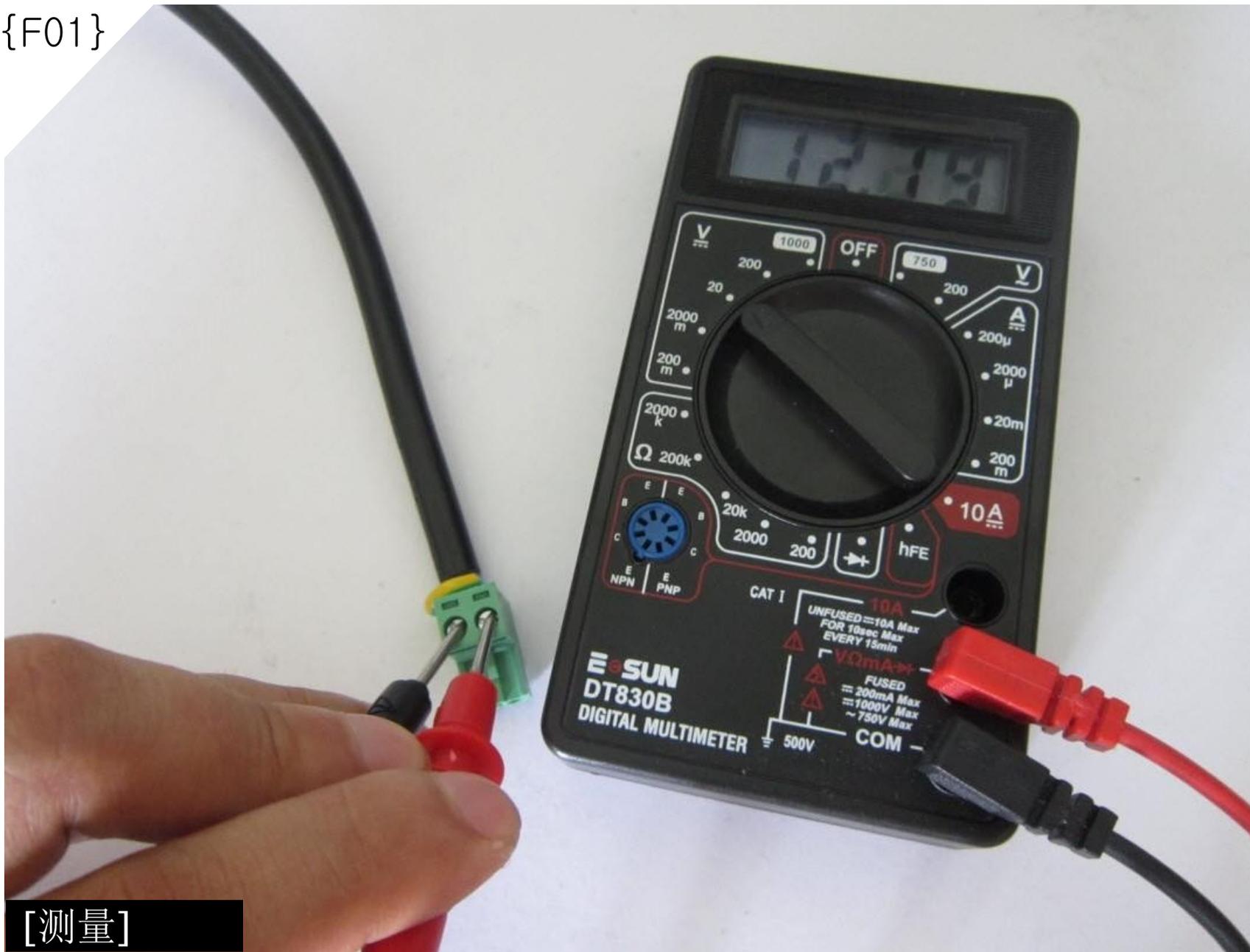
接上电源和连接 PC 机

注意：LCD 在这里只做展示。本指南手册，主要针对使用 PC 机对 Kossel Mini 进行调试。

{F01}

[工具]

数字万用表



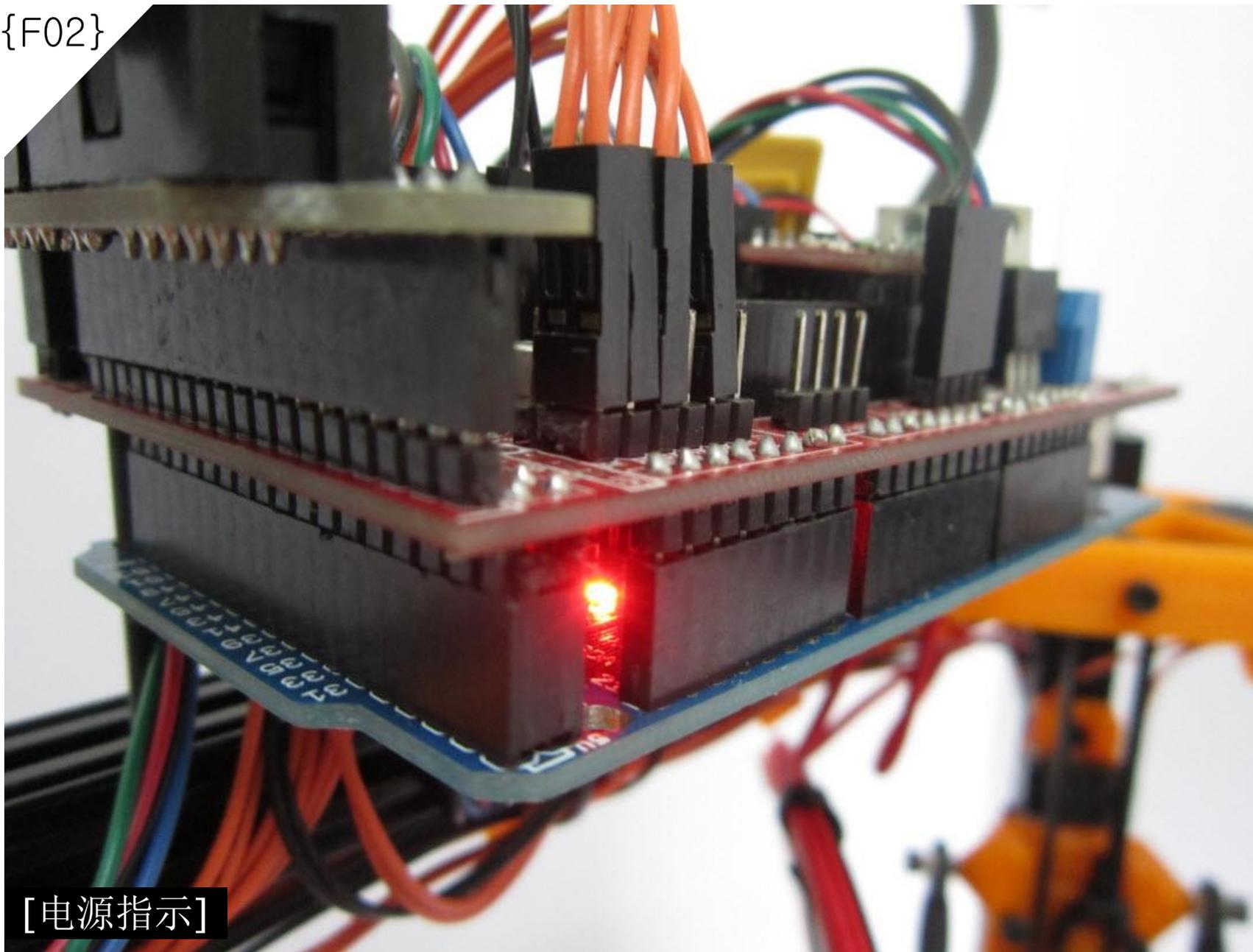
[注意]



[测量]

接到控制板的电源插座，极性正确的话应该显示+12v 电压。  
注意：一定要注意电源的极性，如果电线接反，控制板将被烧毁。

{F02}



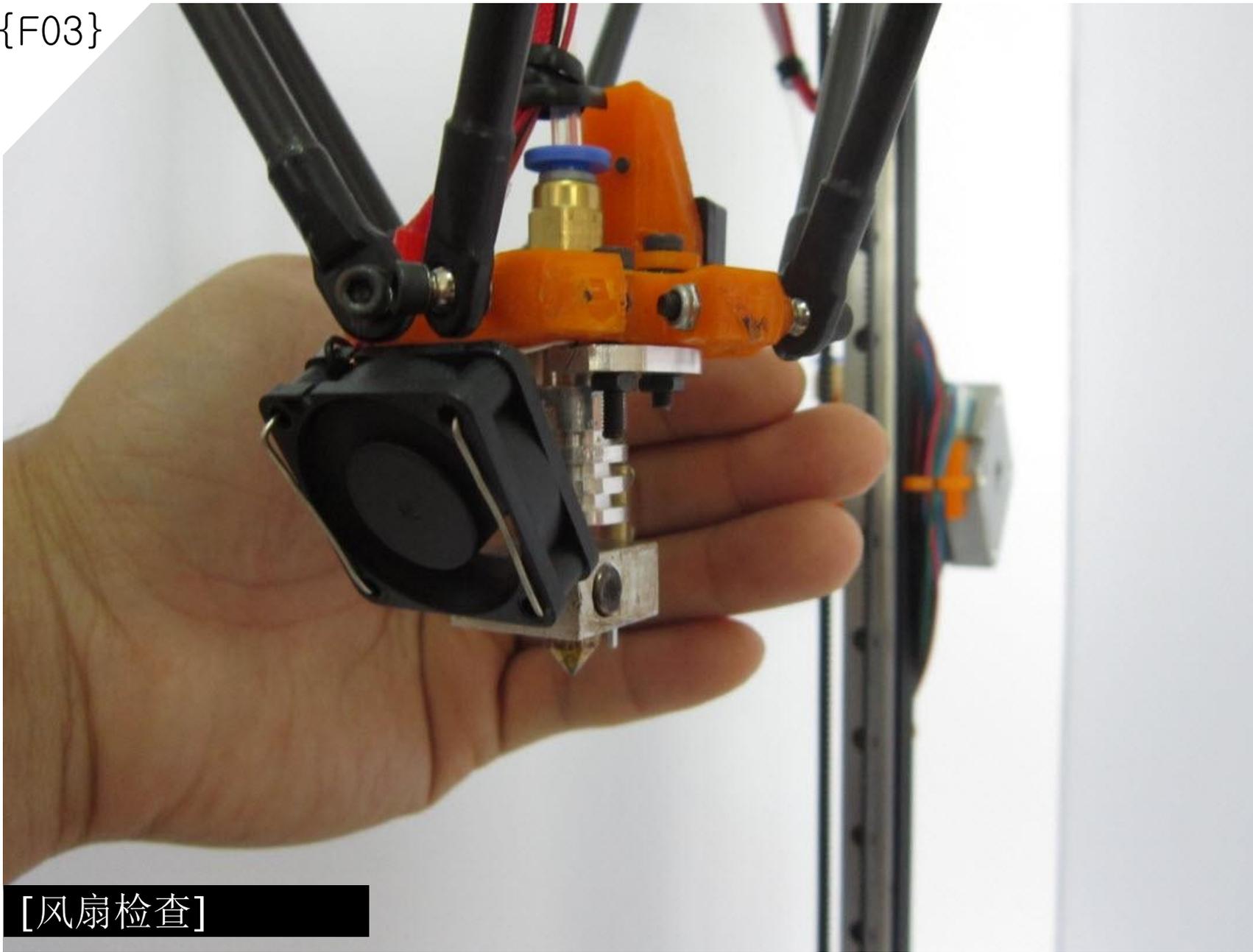
**[电源指示]**

对照 {E08} 再次检查接线，正确无误后打开电源。如果接线正确可以看到图中的 LED 灯点亮。

**[注意安全]**



{F03}



### [风扇检查]

确保风扇在控制板上电后一直运转，并按照步骤{D62}检查风扇的气流方向。  
!!! 风扇对喷头的冷却是必须的，缺少冷却将对导致喷头供丝障碍!!!

{F04}

## [软件和固件包]

*Windows* 用户可在以下网址下载 *Kossel Mini* 所用的软件及固件包。。

*[[http://www.blomker.com/KosselMini\\_Windows.zip](http://www.blomker.com/KosselMini_Windows.zip)]*

*Mac* 用户在此下载*[[http://www.blomker.com/KosselMini\\_Mac.zip](http://www.blomker.com/KosselMini_Mac.zip)]*

## [更新]

可以在以下网址获得软硬件的相关更新。

*Arduino* [<http://arduino.cc/en/main/software>]

*Printrun-Pronterface* [<http://koti.kapsi.fi/~kliment/printrun>]

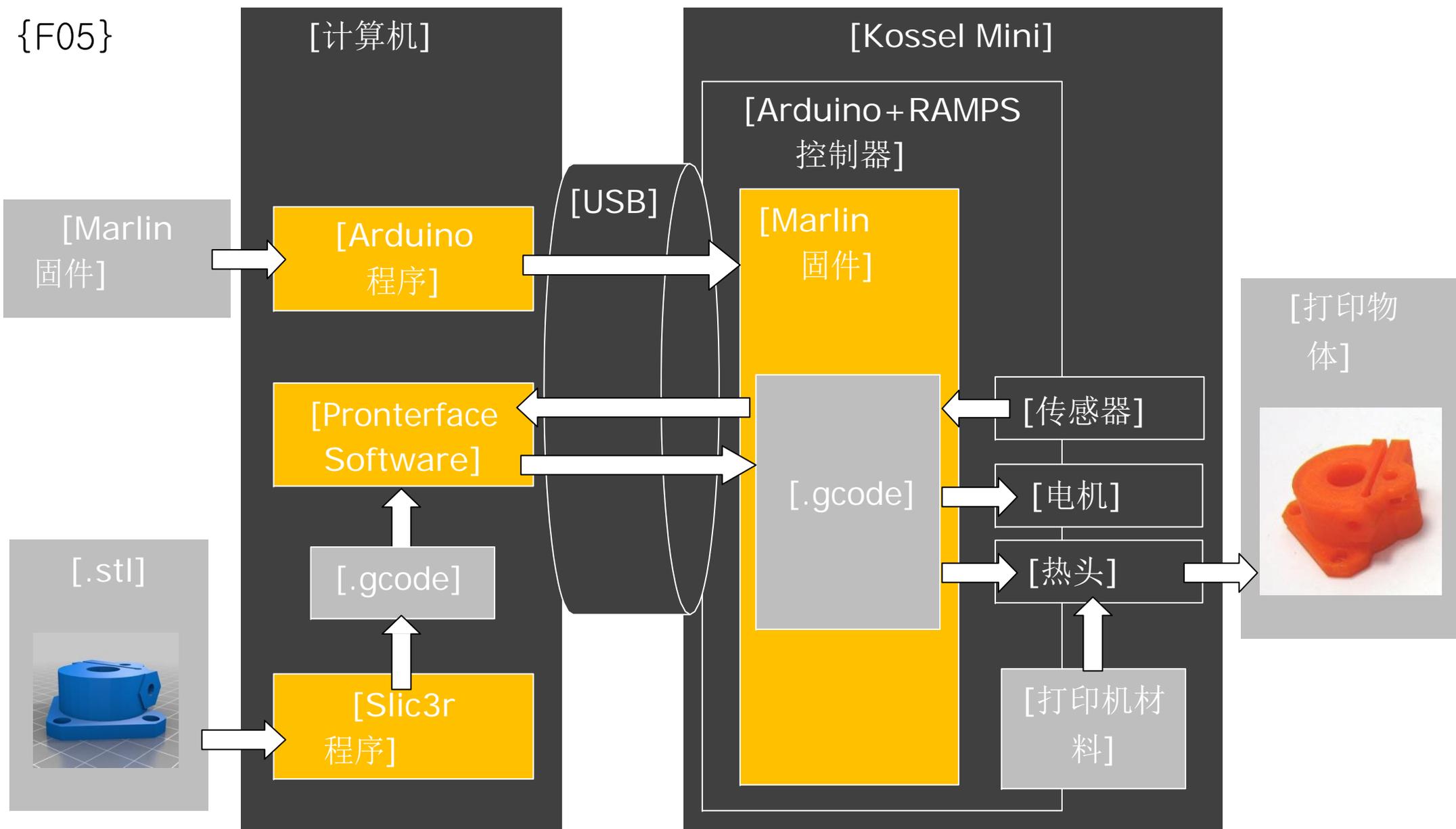
*Slic3r* [<http://slic3r.org/download>]

*jcrocholl Marlin* [<https://github.com/jcrocholl/Marlin>]

## [下载并解压到计算机]

下载相应的 *zip* 文件并解压出来。

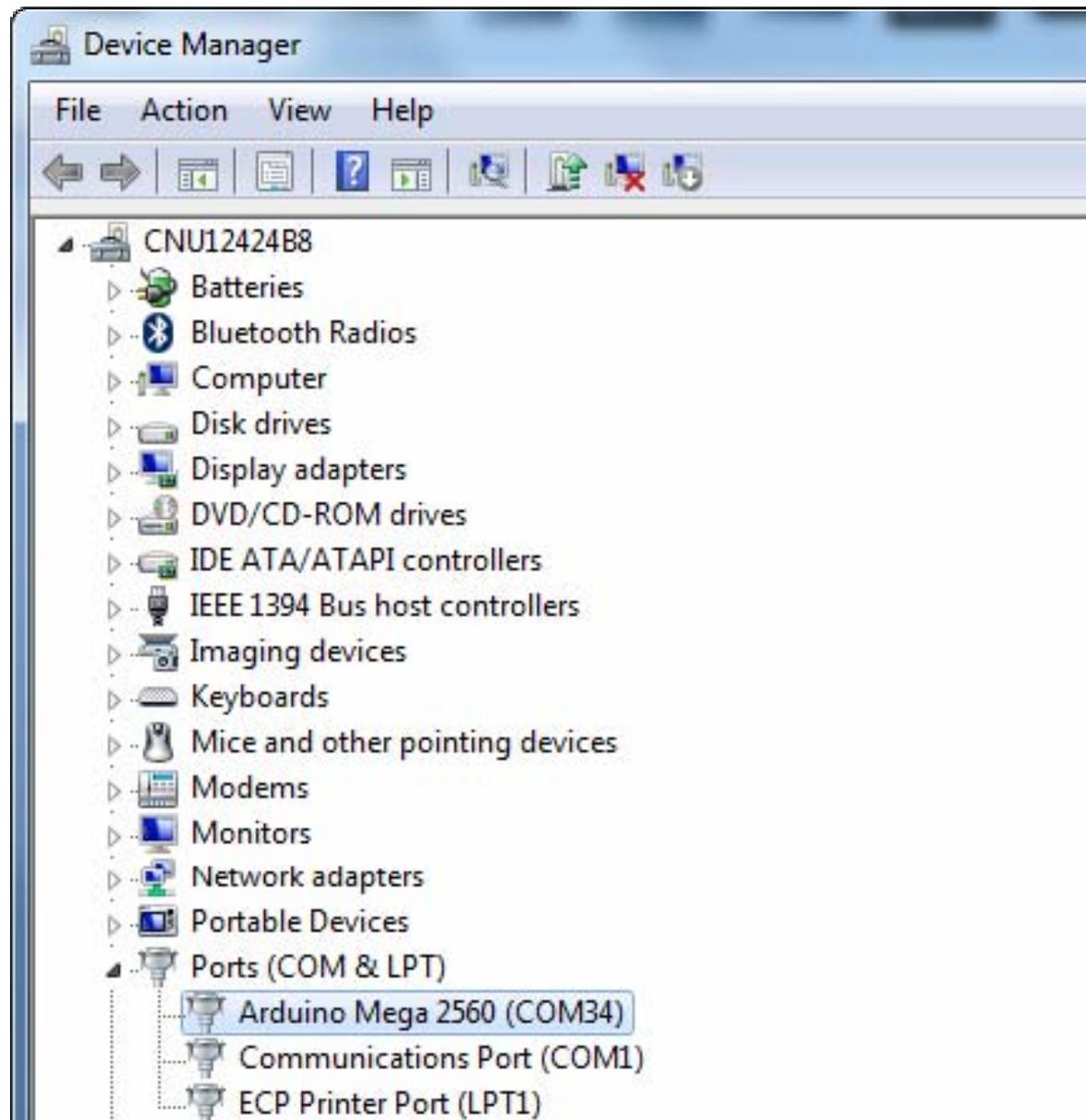
{F05}



## [Kossel Mini 固件及计算机操作简介]

本制作手册将介绍 Kossel Mini 的校准、调整、操作，到最终第一次打印的过程。

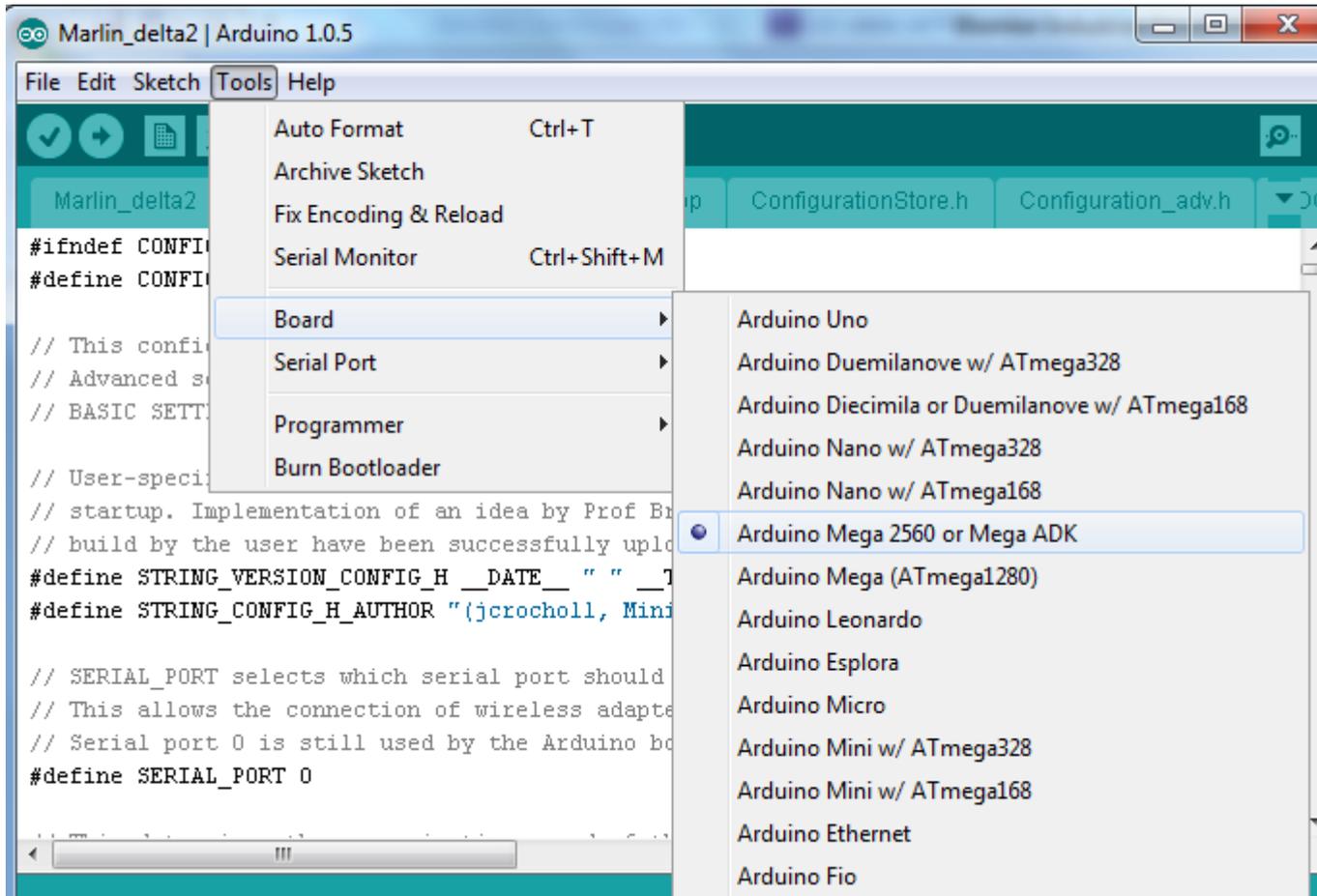
{F06}



## [安装及连接]

安装 *arduino IDE* 至您的电脑。将 *Kossel Mini* 的 USB 端口接到电脑。选择正确的 COM 口，这里图中显示是 COM34, 请根据您电脑的实际情况选择。

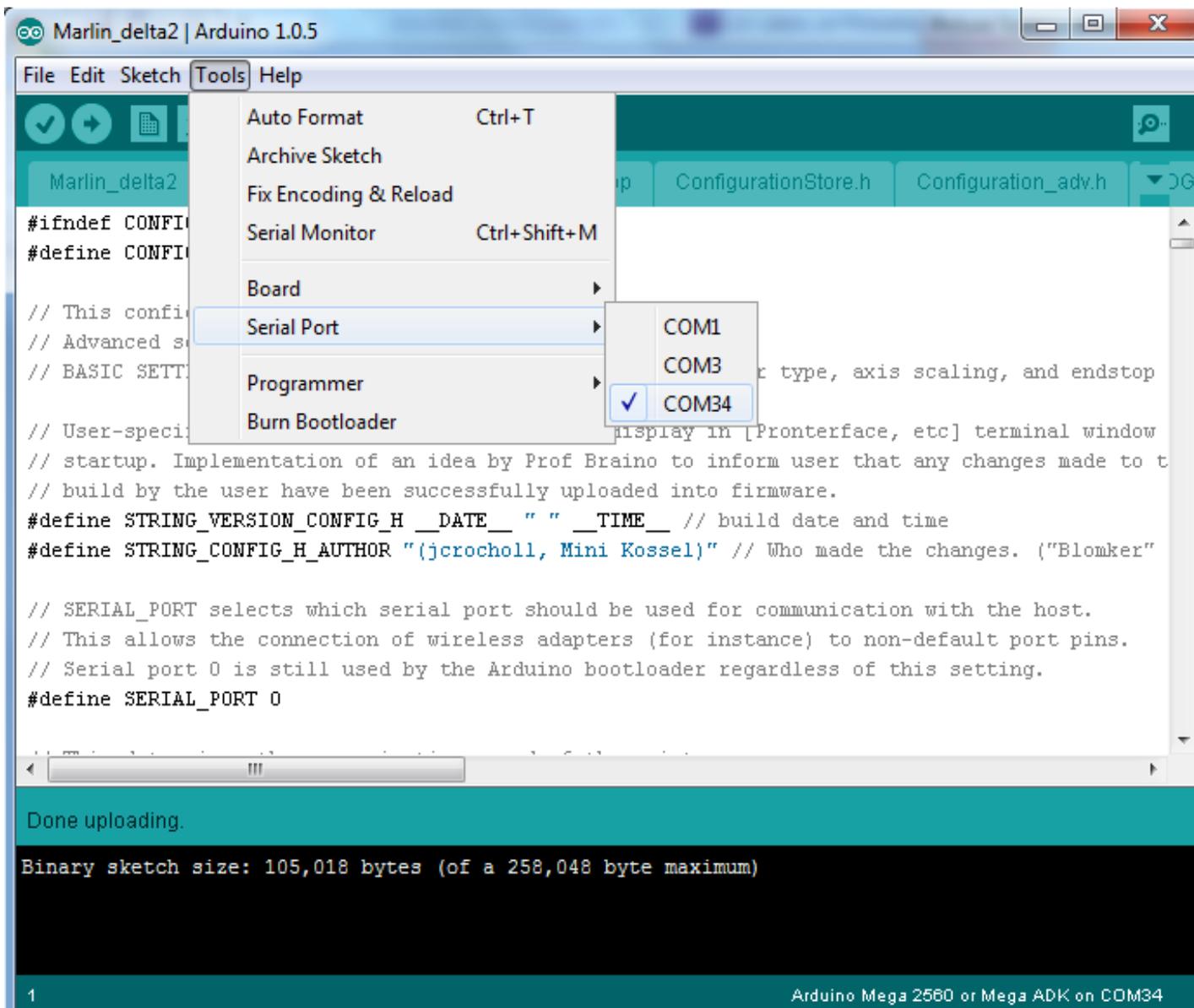
{F07}



## [用 Arduino 软件打开 Marlin 固件]

打开文件 [Blomker KM File/Marlin\_delta2/Marlin\_delta2.ino]。选菜单 *Tools->Board*, 如图所示点选 *Arduino Mega 2560*。如果你已经按照我们的{A}至{E}步骤装配好机器, 这个固件就可以让你开始后面的由{G}章开始的 *Kossel Mini* 调试和打印工作。

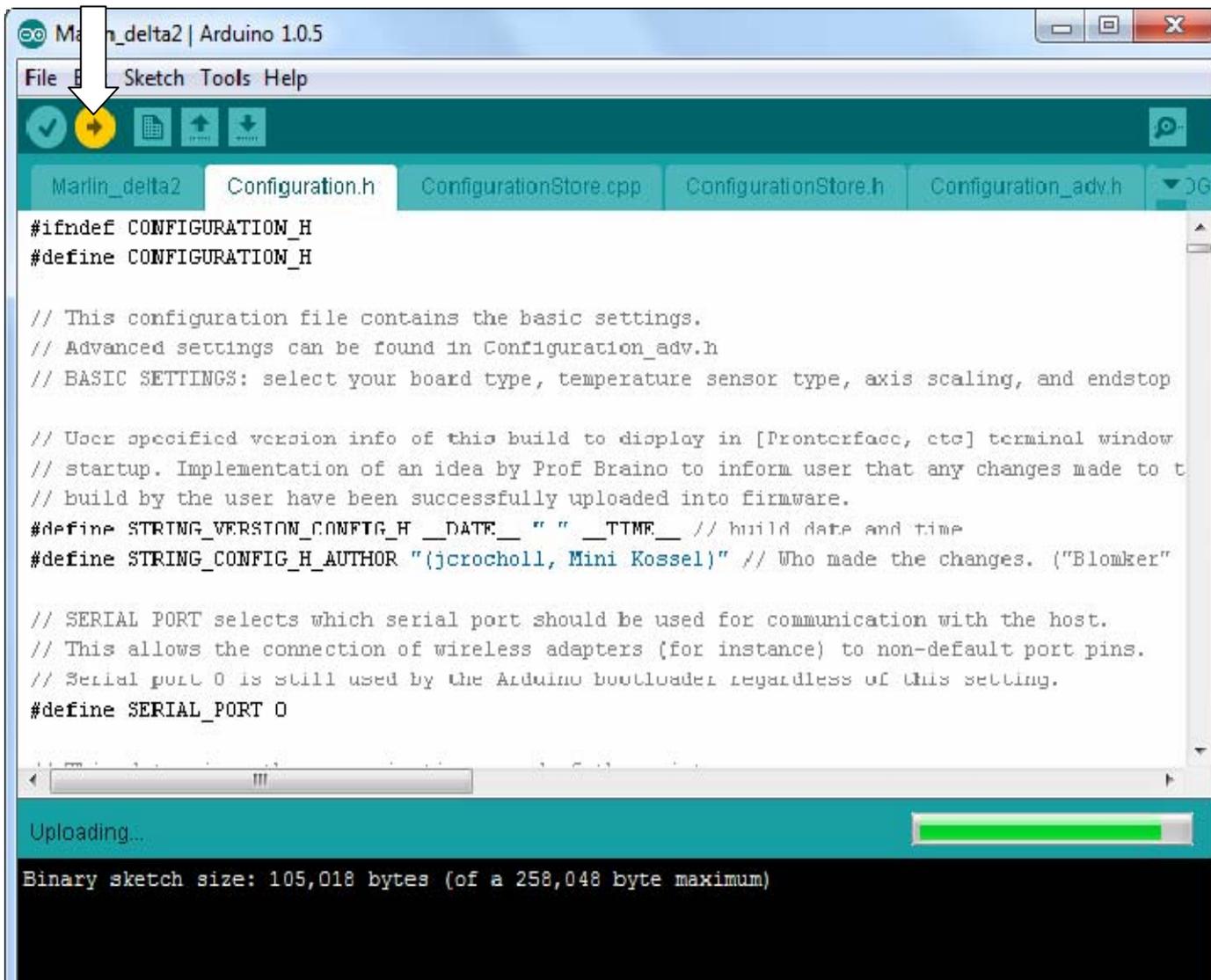
{F08}



[选择 COM 口]

选择菜单 *Tools*->*Serial Port*, 选择在{F06}节所示的 COM 口号。

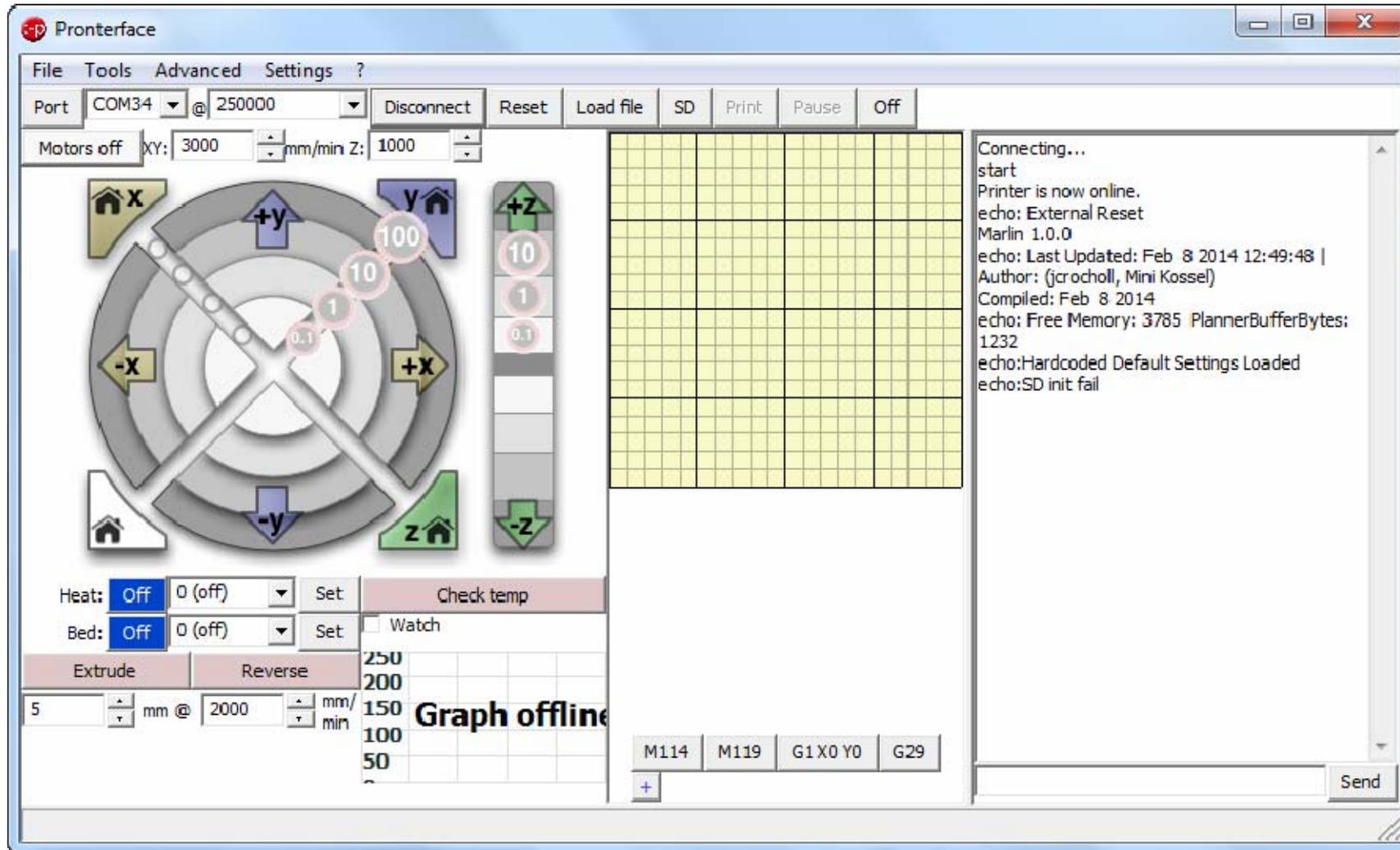
{F09}



## [上传固件到 Kossel Mini]

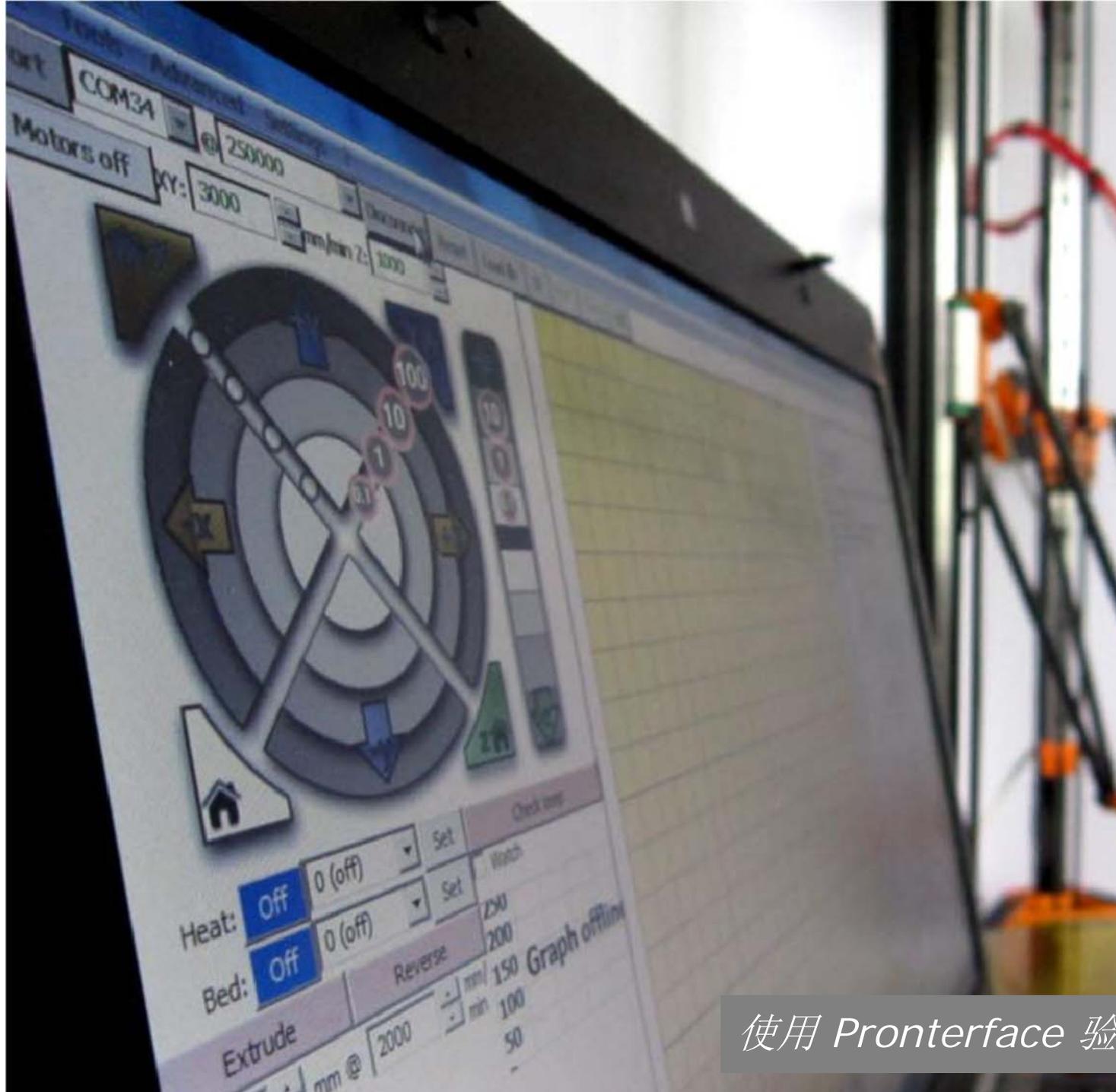
点选“Upload”按钮上传 Marlin\_delta2 固件到 Kossel Mini 控制板。当上传完成，回显示“Done Uploading (上传成功)”。

{F10}



## [使用 Pronterface 连接 Kossel Mini]

在{F04}步骤中解压出来的文件中，找到并运行[pronterface.exe]。和{F06}一样设置为相应的COM口,速率设为250000,点击“Connect”。当连接成功,会出现上图所示的状态。这里显示的“SD init fail”是因为LCD控制板上的SD Card未插入。



我们来测试吧

使用 Pronterface 验证 Kossel Mini 设置

注意：请检查 Kossel Mini 的线路及硬件的安装是否正确。并检查按照{F10}步骤已经将 Marlin\_delta2 固件成功上传到 Kossel Mini。

{G01}

[检验（译者注：[MCODE]是输入命令，[GUI]为界面图形操作）]

[MCODE] M119

[输出范例]

```
>>>M119  
SENDING:M119  
Reporting endstop status  
x_max: open  
y_max: open  
z_min: TRIGGERED  
z_max: open
```

[检查: x\_max, y\_max, z\_max]

如果限位开关为闭合状态显示 => "TRIGGERED"

如果不是闭合状态显示 => "open"

[检查: z\_min]

自动调平限位开关接触状态为 => "open"

非接触状态为 => "TRIGGERED"

{G02}

[验证喷嘴/XYZ 轴归位]

[GCODE] G28

or

[GUI]



[检查：喷嘴/XYZ 轴滑块运动]

*所有的滑车向限位开关运动，触碰限位开关后回退一小段，再次触碰限位开关。*

[重要提示]

*完成上面的步骤，就以为着喷嘴已经运行到 HOME 的坐标，  
[0,0, MANUAL\_Z\_HOME\_POS]。在这里是 [0,0,239]。*

*当这时电源中断，并且滑车已经移位，但是主控板仍然认为滑车还在 HOME 的位置上。所以必须重新发送 GCODE [G28] 或使用 界面上的“HOME” 按钮让喷头归位。*

{G03}

[检验当前坐标位置]

[MCODE] M114

[输出范例]

SENDING:M114

X:0.00Y:0.00Z:239.00E:0.00 Count X: 425.52Y:425.52Z:425.52

[检查: X:0.00Y:0.00Z:239]

这里显示当前喷嘴在 HOME 的位置。

“Z:239”与 Marlin\_delta2 固件的[Configuration.h]文件内的“#define MANUAL\_Z\_HOME\_POS 239”项相对应。后面将进行设置。

[检查: Count X: 425.52Y:425.52Z:425.52]

这组坐标是滑车在各塔上的绝对位置。

[重要提示]

如果显示“X:0.00Y:0.00Z:0.00E:0.00 Count X: 0.00Y:0.00Z:0.00”，说明控制板已经丢失了滑车的所有位置信息。需要重新进行一次归位。

{G04}

## [检查挤出机的挤出和抽回方向]

[MCODE] M302

and

[GUI]

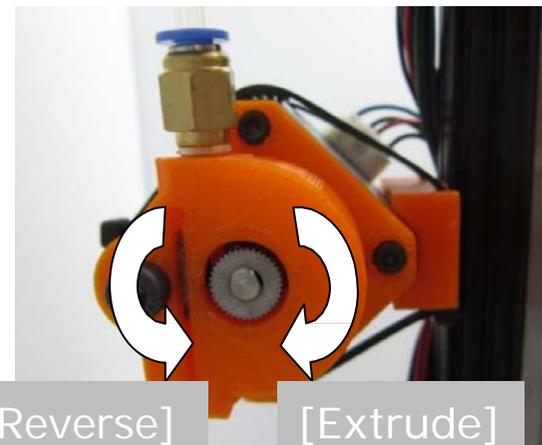


## [观察：挤出机上的挤出轮]

在发送 MCODE [M302] 指令后，观察挤出轮的旋转：

Extrude => 顺时针旋转为挤出

Reverse => 逆时针旋转为抽回



## [重要提示]

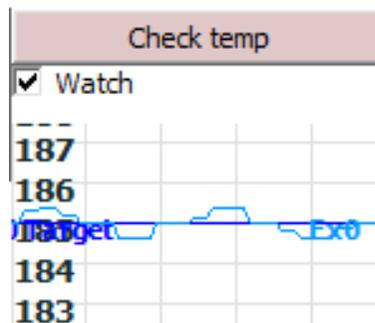
固件中的“#define EXTRUDE\_MINTEMP 170”项确定了挤出机必须在喷头达到 170 摄氏度后才进行运转。在这里，我们输入 MCODE [M302] 指令让挤出机可以在喷头未达到限制温度时进行运转。

{G05}

## [检查喷头温度]

[GUI]

Heat: **Off** 0 (off) Set and



[高温]



## [重要提示]

在做这个步骤以前，请参照步骤{F03}再次进行检查。在整个加热验证过程，操作者都不要离开，特别是温度超过 185 摄氏度以后。验证完成电机“Off”按钮停止喷头的加热

## [检查：喷头的温度是否可持续保持]

选择 185 (PLA) 然后选 “Set”. 验证在温度达到 185 度后可保持稳定（至少 15 分钟）。然后验证 230C 的温度。如果连续加热仍无法达到目标温度：

1. 检查确认风扇气流是否如步骤 {D62} 所示，没有吹到加热块上。
2. 参照步骤 {E08} 检查热敏电阻是否准确安装到位。

## [检查：是否过热]

风扇对挤出头进行连续冷却，务必确保必须让喷头散热体的温度（PLA 材料丝）控制在 100 摄氏度以下。

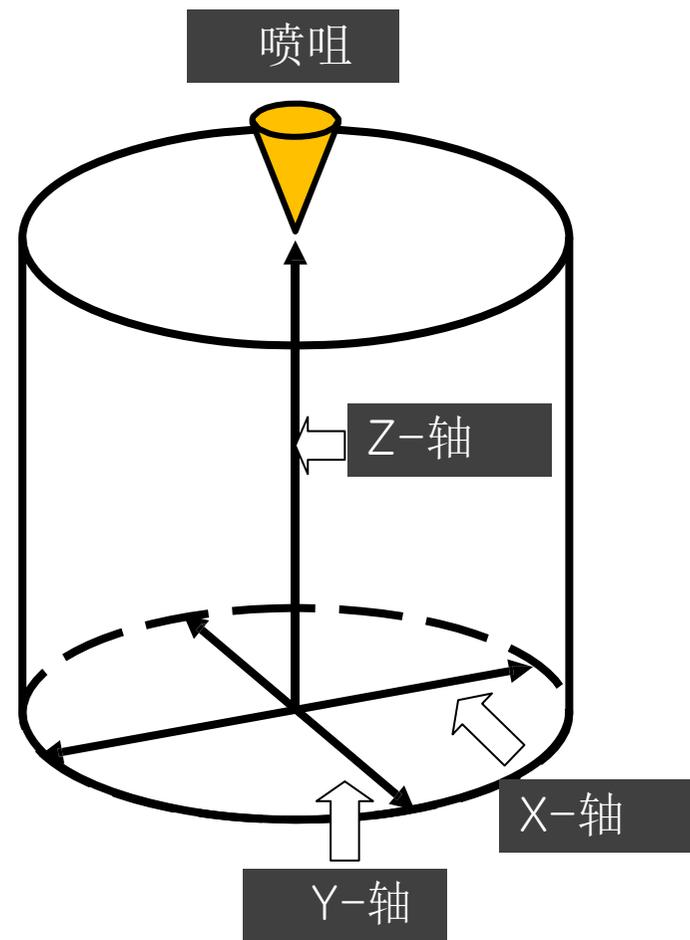
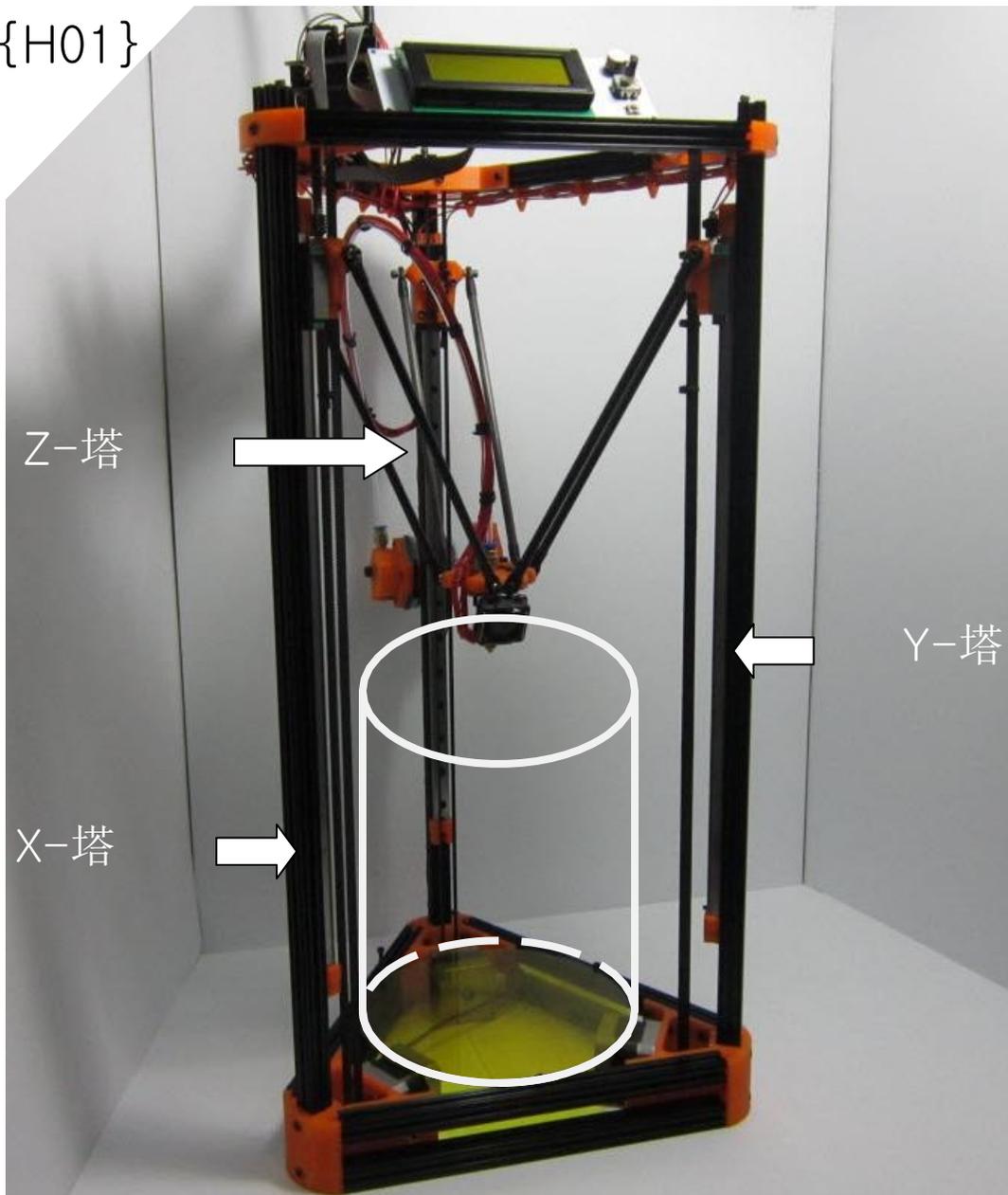
我们来校准吧！

校准与微调

注意：这里提到是数据并不是绝对单位。在 Marlin\_delta2 固件里的数据是参照工业化生产的 Kossel Mini 的数据，因此每个制作者制作出来的打印机所需数据都与固件里的数据并不完全相同。

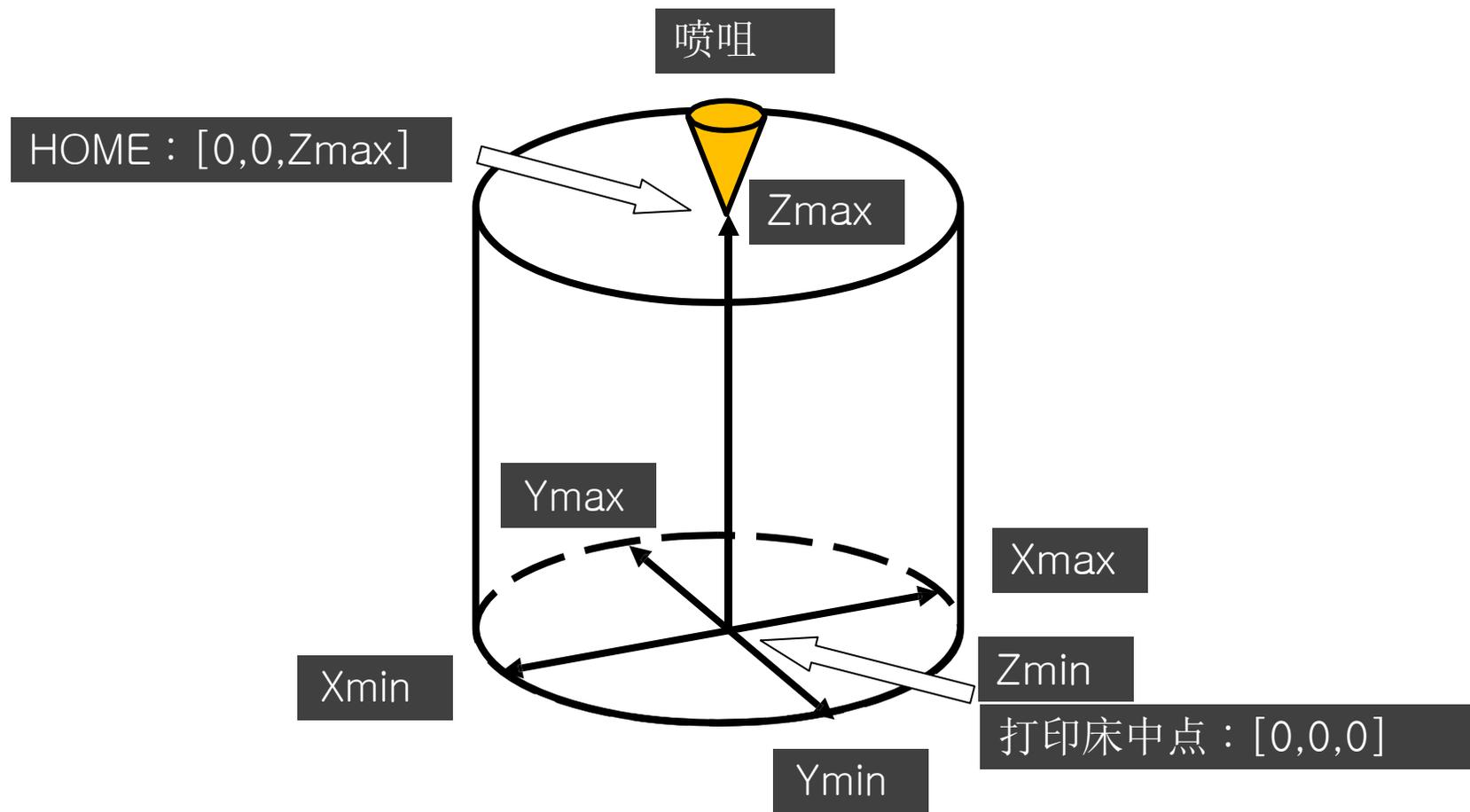
{H01}

[区分 XYZ 塔 和 XYZ 轴]



对于三角型 Kossel Mini 来说，区分 XYZ 塔和 XYZ 轴是至关重要的一环。实际上三角型 3D 打印机是通过 XYZ 三个塔上的滑车协同工作，将滑车运动转化为喷嘴的 XYZ 轴的坐标运动。

{H02}



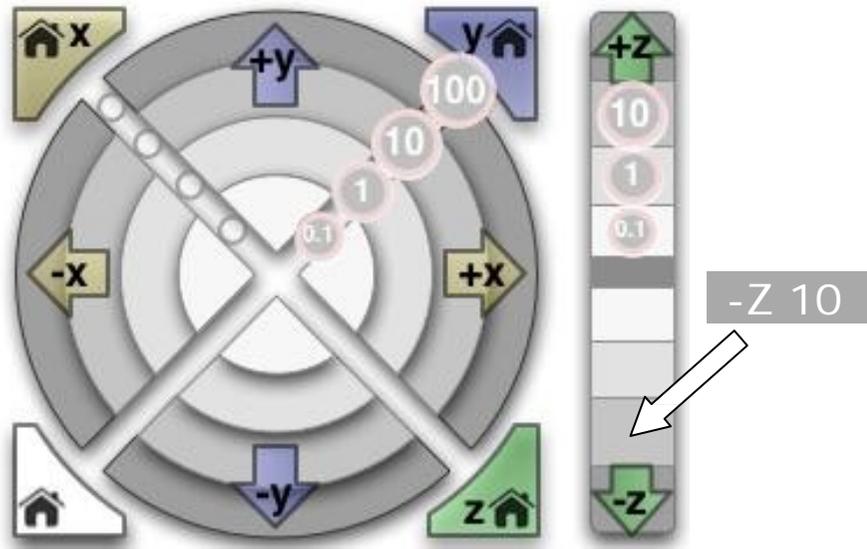
## [XYZ 轴和坐标]

*XYZ 轴使用的是毫米为单位[mm]。*

*打印机的打印空间的最大、最小 XYZ 轴运动范围在固件的 [Configuration.h] 文件中设置。*

*两个重要的数据就是 HOME 点坐标 [0,0,Zmax] 和打印床中心坐标 [0,0,0]。*

{H03}



[ GUI ]

OR

[ GCODE ] G1 X0 Y0 Z0

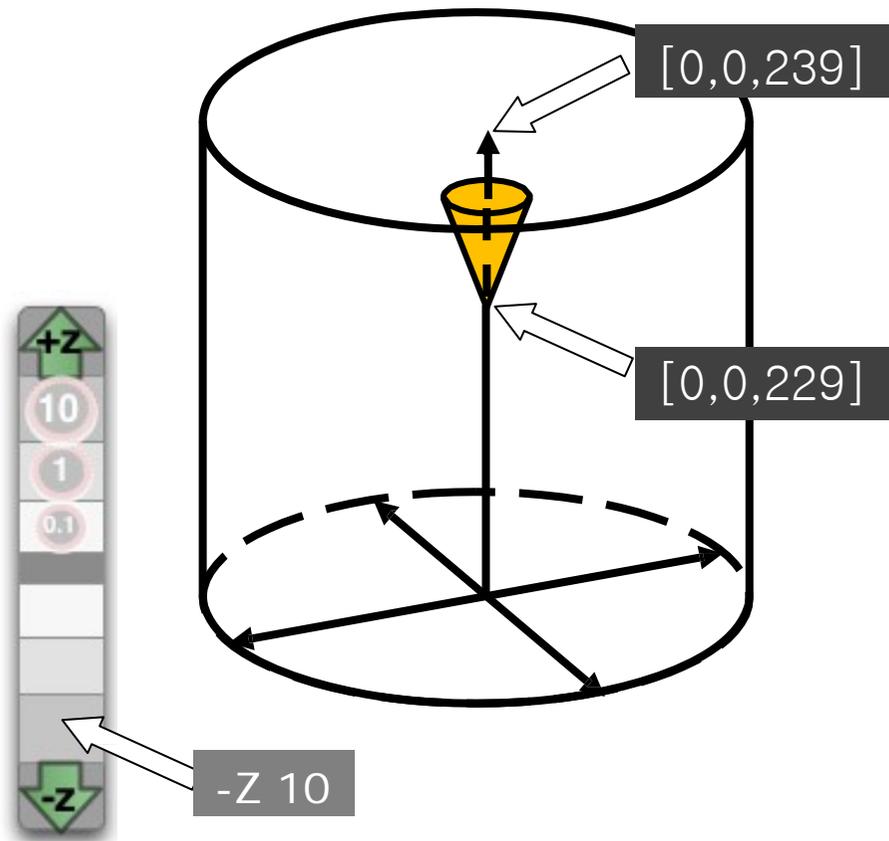
### [ 喷咀移动控制 ]

喷咀的移动可以发送 GCODE G1 + XYZ 轴坐标(毫米 mm), 或者点选 GUI 界面中操作盘上的移动距离(毫米 mm)来操作。

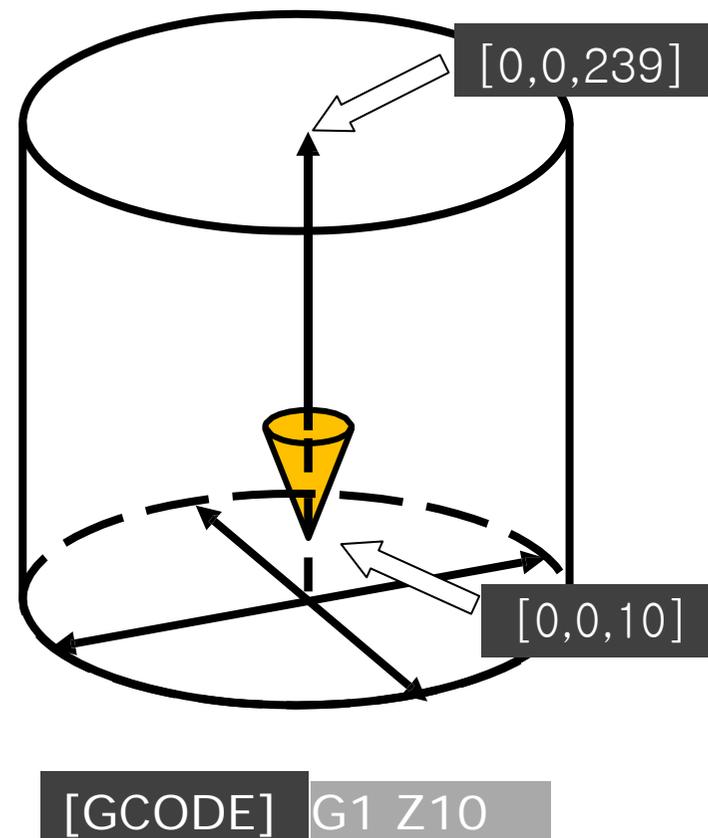
在界面操作上, (-) 代表轴向的最小位置运动。如平面坐标一样 XY 轴可以在中点的左右运动。但需要注意的是 Z 轴是不能运行到小于零 (<0) 的位置, 必须(>0)。

{H04}

### [相对运动]



### [绝对运动]



### [相对与绝对运动]

如果喷嘴在 *HOME* 位置，图上很好的展示了使用界面上的相对坐标和命令行的绝对坐标的运行操作。灵活运用这两样运动的操作，可以大大缩短校验的时间，特别是 Z 轴和打印床的自动调平。

{H05}

## [三角打印机运动的关键数据]

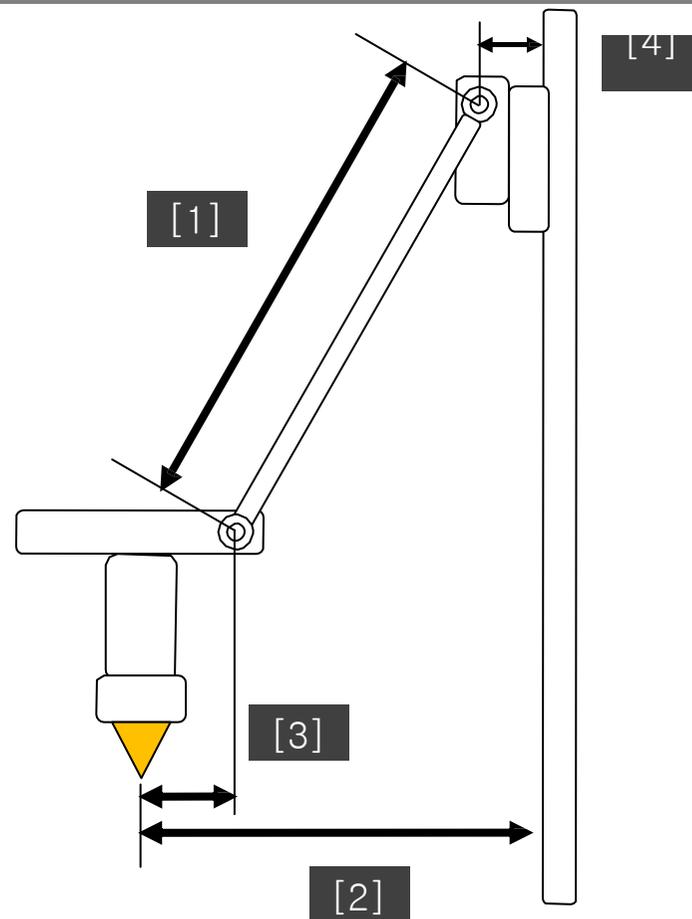
三角打印机就是将平面运行坐标转换为三个立柱滑车的运行来实现的。一些关键尺寸必须在固件的 [Configuration.h] 文件中配置，才能准确的运行。在测量各数据前，先发送 GCODE G28 让喷头归位。

```
// Center-to-center distance of the holes in the diagonal push rods.
#define DELTA_DIAGONAL_ROD 213.5 // mm (215) [1]

// Horizontal offset from middle of printer to smooth rod center.
#define DELTA_SMOOTH_ROD_OFFSET 136.5 // mm (137.0) [2]

// Horizontal offset of the universal joints on the end effector.
#define DELTA_EFFECTOR_OFFSET 20 // mm (19.9) [3]

// Horizontal offset of the universal joints on the carriages.
#define DELTA_CARRIAGE_OFFSET 12.0 // mm (19.5) [4]
```



{H06}

## Steps per millimeter - belt driven systems

The result is theoretically right, but you might still need to calibrate your machine to get finest detail. This is good start tho.

Motor step angle	Driver microstepping
1.8° (200 per revolution) ▼	1/16 - uStep (mostly Pololu) ▼
Belt pitch	Belt presets
2 mm	2mm Pitch (GT2 mainly) ▼
Pulley tooth count	
16	

Result	Resolution	Teeth	Step angle	Stepping	Belt
100.00	10micron	16	1.8°	1/16th	2mm

```
#define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {100, 100, 100, 95}
```

```
[X] [Y] [Z] [E]
```

[XYZ 和 E 步进电机 多少脉冲（步）每 mm]

如上图所示将转换后的数据输入到[Configuration.h] 文件的相应项中。

关于这些信息 Josef Prusa 提供了一个非常好的RepRap 计算工具，方便我们的试用。

[<http://calculator.josefprusa.cz>]

请注意，这里的挤出机步数是使用普通步进电机的步数，并非减速步进电机的。

{H07}

## [最大打印高度和打印床中心校准程序]

使用 Pronterface 进行最大打印高度和打印床中心校准方法如下:

1. 发送 GCODE G28 让喷头归位 (HOME)
2. 发送 MCODE M114 得到 Z 喷头在 HOME 位时的高度。Z:239 在 MANUAL\_Z\_HOME\_POS 239 in [Configuration.h] 体现出来 (译者注: 这里的 239 是根据 Kossel Mini 原尺寸定的, 如果你的打印机不是按照原尺寸制作, 请测量喷嘴在 HOME 位置时到打印床的距离的大约数, 填入一个比实际距离大 1-2mm 的数字。并烧录到控制板中再进行下面的操作。)
3. 发送 GCODE G1 Z10 让喷头接近玻璃打印床。
4. 使用界面 GUI 上的喷头向下移动 1mm (接近打印床)。
5. 重复第 4 步, 直到喷头下降到离打印床约 1mm 的地方。
6. 重复第 4 步, 使用 0.1mm 的幅度下降喷嘴。
7. 重复第 6 步, 直到喷嘴离打印床距离在 0.1mm 的距离。这时喷嘴所处的位置就是在打印床中心的 [0,0,0] 上。
8. 发送 GCODE M114 获得喷嘴现在的位置。
9. 新的 MANUAL\_Z\_HOME\_POS value = Old MANUAL\_Z\_HOME\_POS value - current Z value. 这个 是最终的 Z 轴运动最大值。
10. 更新 #define MANUAL\_Z\_HOME\_POS         ? 项的数值。 将修改后的固件按照 {F09} 步骤上传到控制板上。
11. 如果第 7 步无法实现, 这是因为软件限制了, 请修改 [Configuration.h] #define min\_software\_endstops false 并根据 {F09} 上传。要注意请断开 Pronterface 后再进行 {F09} 步骤。
12. 重复第 1 至第 7 步, 直到完成。最后重复第 11 步, 将值改回 true。

{H08}

## [G29 自动调平]

*GCODE G29 是一组连续的程序，最终使喷嘴在平面移动时与打印床处于一个相同的平面内。*

*当发送 GCODE G29 指令后，机器会执行以下三步操作：*

- 1. 部署 Z 探针*
- 2. 探针探测打印床 (37 个点)*
- 3. Z 探针缩回*

*G29 的如下代码可以在 [Marlin\_main.cpp]内找到：*

```
case 29: // G29 Calibrate print surface with automatic Z probe.
  saved_feedrate = feedrate;
  saved_feedmultiply = feedmultiply;
  feedmultiply = 100;

  deploy_z_probe();
  calibrate_print_surface(z_probe_offset[Z_AXIS] +
    (code_seen(axis_codes[Z_AXIS]) ? code_value() : 0.0));
  retract_z_probe();

  feedrate = saved_feedrate;
  feedmultiply = saved_feedmultiply;
  previous_millis_cmd = millis();
  endstops_hit_on_purpose();
  break;
```

{H09}

## [G29: 部署 Z 探针]

默认的 Z 探针部署是通过移动 Z 柱的 GT2 皮带的运动推动 Z 探针的水平部分实现的。

```
void deploy_z_probe() {
    feedrate = homing_feedrate[X_AXIS];
    destination[X_AXIS] = 25;
    destination[Y_AXIS] = 92;
    destination[Z_AXIS] = 100;
    prepare_move_raw();

    feedrate = homing_feedrate[X_AXIS]/10;
    destination[X_AXIS] = 0;
    prepare_move_raw();
    st_synchronize();
}
```

## [重要提示]

我们建议使用手动方式部署探针，在发送 G29 前先发送 G28。这可以无需额外增加 Z 探针水平部分长度（额外材料）。这样也可以防止探针在打印时意外部署导致打印失败。

手册中用手动部署探针不会影响后面对 GCODE G29 指令的调试。

在一般情况下自动部署 Z 探针是首选，请确保 XYZ 和你的 Z 探针水平长度是合适的。

（译者注：这段原文，我没看明白作者是什么意思。如果有朋友看过英文原文，明白说的是什么意思的，请发邮件告知我。谢谢！但对手册后面的操作不产生任何影响。手册采用的是手动部署方式。）

{H10}

## [G29: 探测打印床 (37 点)]

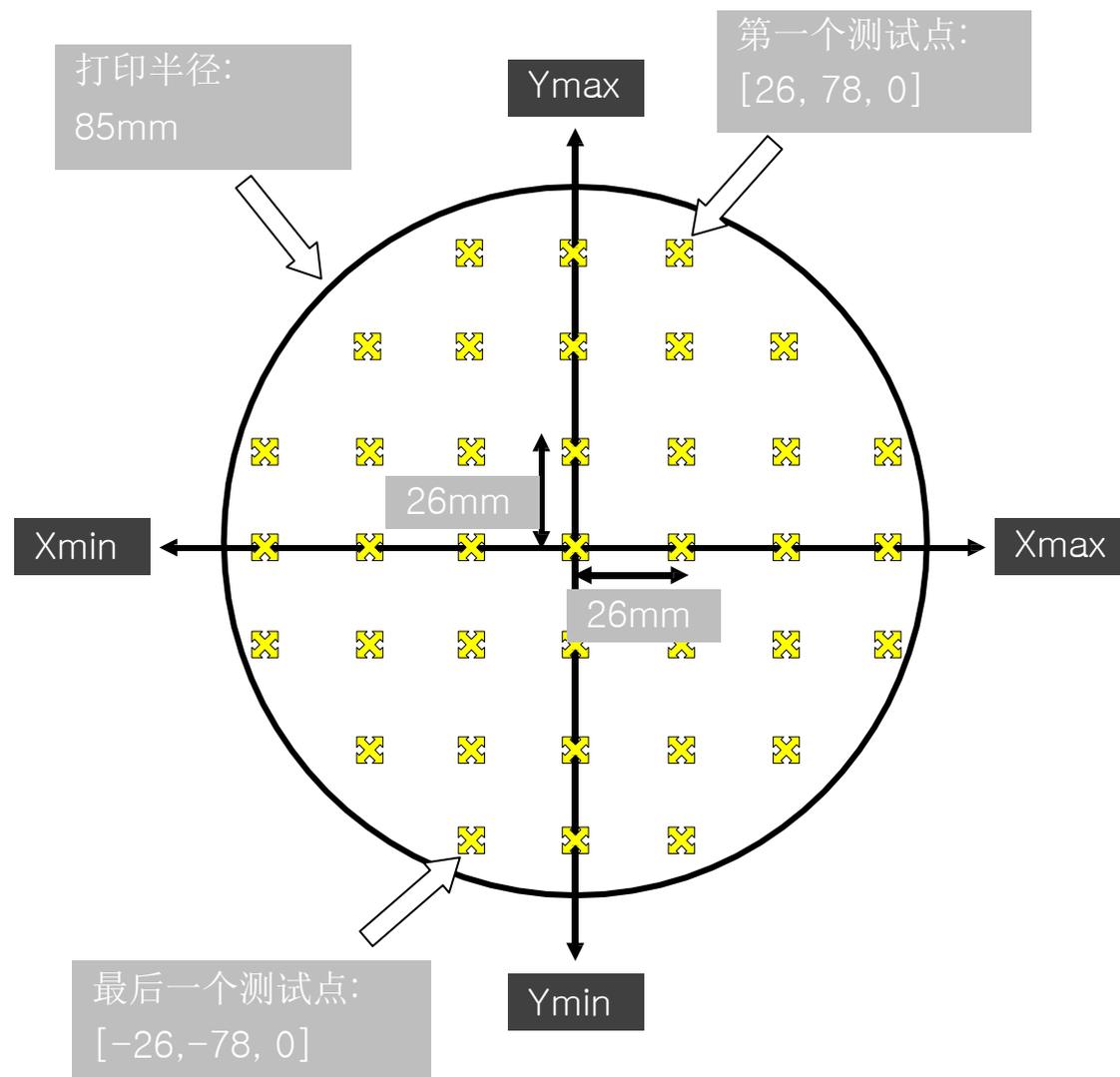
在默认状态下，探针将检测打印床上的 37 个点。在这，需要确定[Configuration.h]里的两个参数。

### [#define AUTOLEVEL\_GRID 26]

这个参数表示各探测点之间的距离。这个数值应少于打印最大半径的三分之一。

在 Marlin\_delta2 固件中选择 26 这个数值原因有：

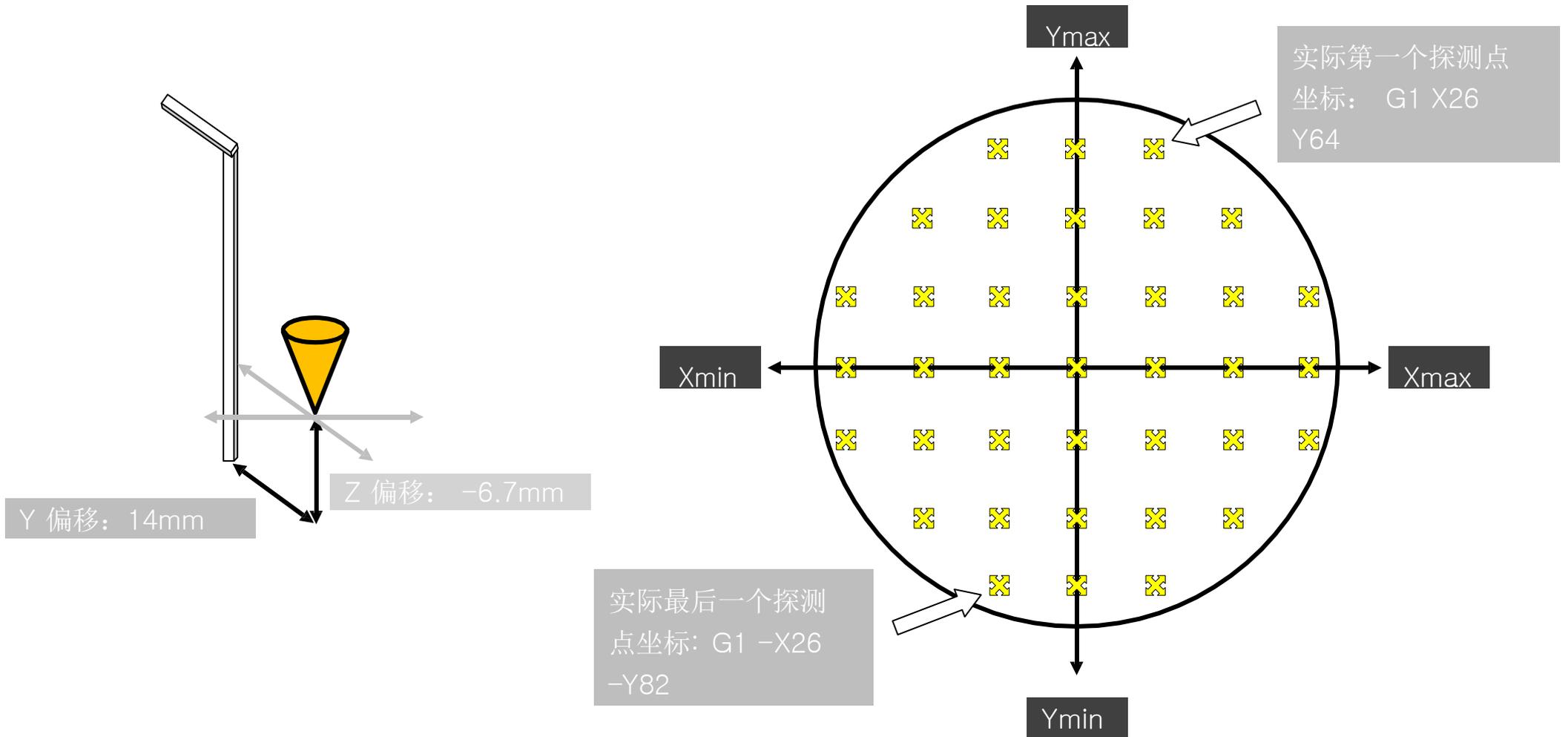
1. 打印区域 ( $X_{max}$ ,  $X_{min}$ ,  $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$  POS) 为 85mm.
2. 考虑到超过 26 会导致喷头与个支柱和皮带的碰撞。



{H11}

```
[#define Z_PROBE_OFFSET {0, 14, -6.7, 0}]
```

这个数值是探针到喷嘴的偏移距离。按照{D58}步骤安装。X轴偏移为“0”。X和Y轴的距离通过固件确定37个探测点的位置。Z轴的偏移，要在执行GCODE G29指令的前后确定，喷嘴处于[0,0,0]坐标时来测量。



{H12}

## [G29: Z 探针回收]

Z 探针的缩回，按照步骤 {D90} 中螺丝的安装位置决定。整个步骤是，喷头和 Z 探针移动到螺丝的位置下压将探针缩回。相关参数可设定方法如下：

```
void retract_z_probe() {
  feedrate = homing_feedrate[X_AXIS];
  destination[Z_AXIS] = current_position[Z_AXIS] + 20;
  prepare_move_raw();

  destination[X_AXIS] = -60.0; }
  destination[Y_AXIS] = 63.5;
  destination[Z_AXIS] = 30;
  prepare_move_raw();

  // Move the nozzle below the print surface to push the probe up.
  feedrate = homing_feedrate[Z_AXIS]/10;
  destination[Z_AXIS] = current_position[Z_AXIS] - 19; }
  prepare_move_raw();

  feedrate = homing_feedrate[Z_AXIS];
  destination[Z_AXIS] = current_position[Z_AXIS] + 29; }
  prepare_move_raw();
  st_synchronize();
}
```

Z 探针回缩操作前移动到指定的坐标。  
高度为 30。

这里设置 Z 探针缩回后喷头提升的距离。  
在探针回缩后，喷嘴提升到打印台面

40mm 的位置。如果你根据自己的  
需要设定参数，请保证距离为+10。  
例如： $29 - 19 = +10$

{H13}

## [G29 校正程序]

使用 Pronterface 进行 G29 自动调平校正程序过程如下：

1. 手动部署 Z 探针，将 “Z\_min: open” 设置打开。
2. 发送 GCODE G28 确保没有任何的位置误差。
3. 发送 GCODE G29 开始自动调平程序。
4. 当完成最后一个探测点的探测 (参见步骤{H10})，Z 探针移动到指定位置，（参见步骤 {H12}）
5. 如果 Z 探针最后未能回到缩回探针的螺丝位置，请及时用手将探针固定到收回状态
6. 当 G29 程序完成，重新手动部署探针。
7. 使用 Pronterface GUI 界面，将 Z 探针移动到归位螺丝的位置。并发送 MCODE 114 获得当前 XY 轴坐标，并记录下来。
8. 使用 Pronterface GUI 界面，移动 Z 探针以 1mm 的进度下降，知道 Z 探针被顶回回收状态。使用 MCODE 114 获得此时的 Z 坐标。
9. 如果需要，请将第 7 步骤中的各项数据按照步骤{H12} 修改相应的固件参数。
10. 如果需要，请更新前面的“19”这个数值为新的参数，公式为：New Value1 = 30 - Value（第 8 步获得的数据）。

{H14}

## [G29 继续校正程序]

11. 如果第 10 步更新了数据，请将“29”根据后面的公式计算出新值填入  $\text{New Value2} = \text{New Value1} + 10$ .
12. 如果在第 9-11 步修改了 Marlin\_delta2 固件的参数，请使用{F10}步骤将新固件刷入控制板。别忘了在上传之前断开 Pronterface 的连接。
13. 当上传完成，控制板将自动重启，原来保存在控制板中的 GCODE G29 指令获得的数据会被清除。
14. 重复第 1 至 13 步，整个检测将自动完成无需人工干预。
15. 发送 MCODE M114 确定喷头位置为 40 (离打印床 40mm)
16. 发送 GCODE G1 X0 Y0 移动喷嘴到中央。
17. 好像{H06}第 7 步一样，使用 GUI 界面移动喷头到打印床的中心位置 [0,0,0]
18. 发送 MCODE M114 检查 Z 轴方位是否为 (“0”)。如果是，G29 检测完成。
19. 如果第 17 步无法完成，或者第 18 步，返回的 Z 轴坐标大于 “0”。就必须减少固件里 `[#define Z_PROBE_OFFSET {0, 14, -6.7, 0}]` 的 Z 值。例如: -6.9, 反之亦然。修改参数后按照{F10}步骤上传固件。
20. 重复第 1 至 19 步，直到 G29 执行前后喷头坐标都为[0,0,0]。

{H15}

## [XY 平面验证]

完成了{H05} 至 {H14}，使用 Pronterface 进行以下检查：

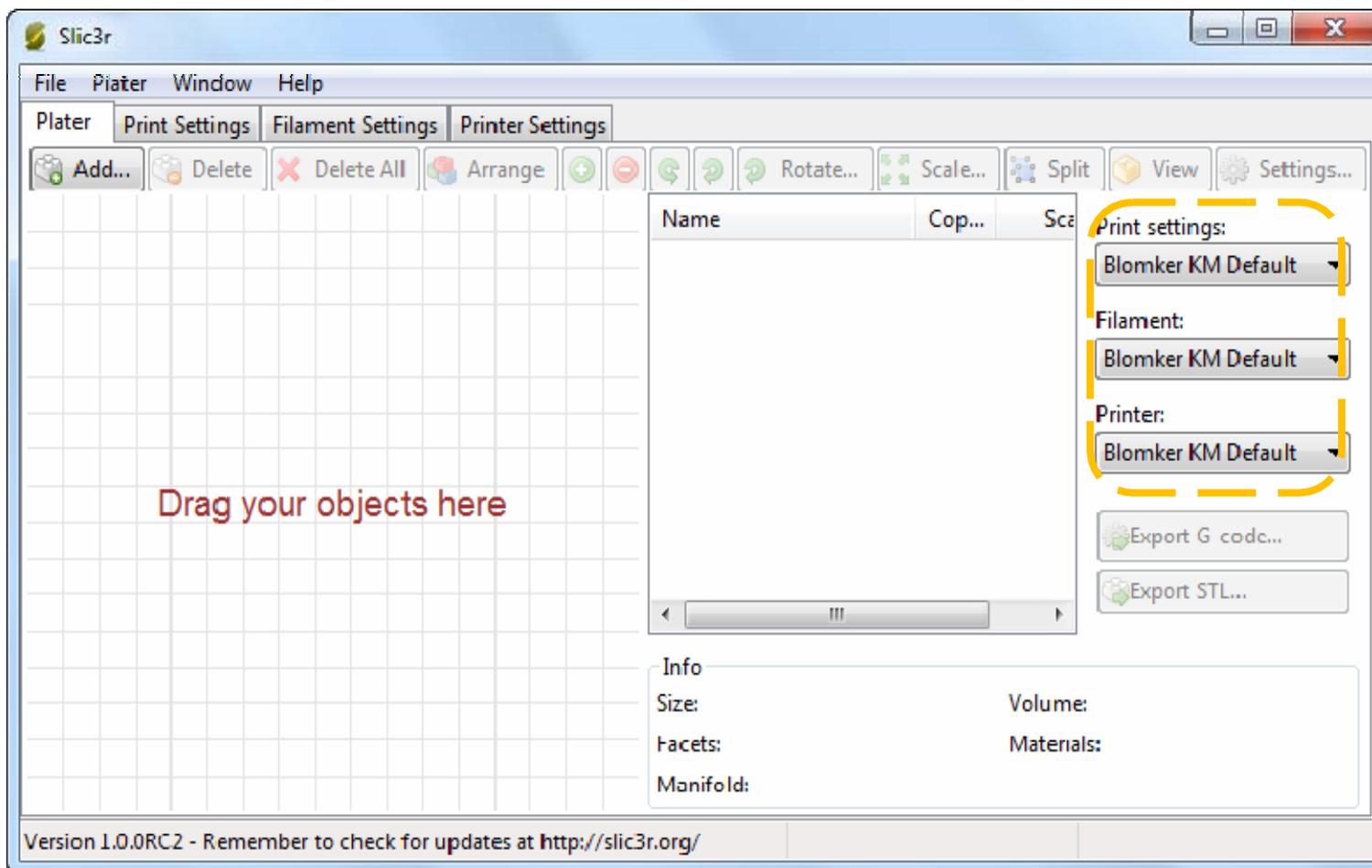
1. 移动喷嘴到离打印台面 0.4mm 的地方 [0,0,0.4]
2. 移动喷嘴到打印边界坐标 [85,0,0.4]
3. 检查喷嘴是否离打印中心 85mm
4. 如果喷嘴与打印床中心点距离小于 85mm。如{H05}所示修改 `#define DELTA_DIAGONAL_ROD _____` 项，反之亦然。
5. 按照{F10}步骤将 Marlin\_delta2 固件上传。
6. 重复第 1 至 第 5 步确保 XY 离中心距离是正确的 (85mm)
7. 再次重复第 1 至 第 5 步检查其他几个坐标[-85,0,0.4], [0,85,0.4] 和 [0,-85,0.4]。理论上，如果打印机的是对称并准确装配的，应该各点与中心点距离相等。



我们来切片和打印吧

使用 Slic3r 软件将 .STL 模型生成 GCODE 文件进行第一次打印测试

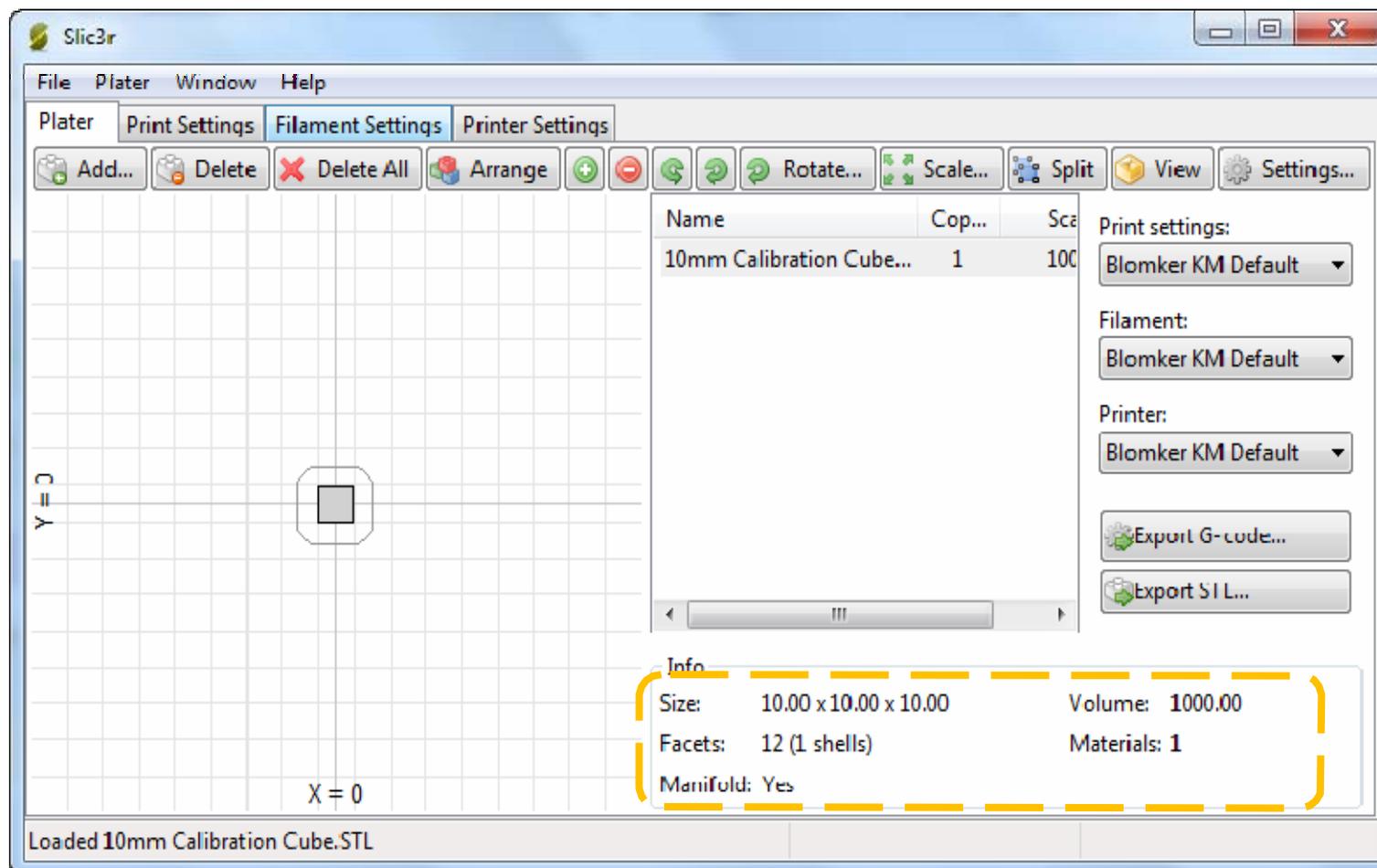
{101}



## [运行 Slic3r]

在步骤{F04}中解压的文件里找到并运行[slic3r.exe]。上图所示的 Blomker KM Default 并未载入, 选择菜单 File-> Load Config...。在[Blomker KM Files]载入 [Blomker KM Default Slic3r.ini] 配置文件。这个配置文件只适用于 Kossel Mini 的第一次打印测试, 如果有其他打印要求请进行相应的设置。

{102}



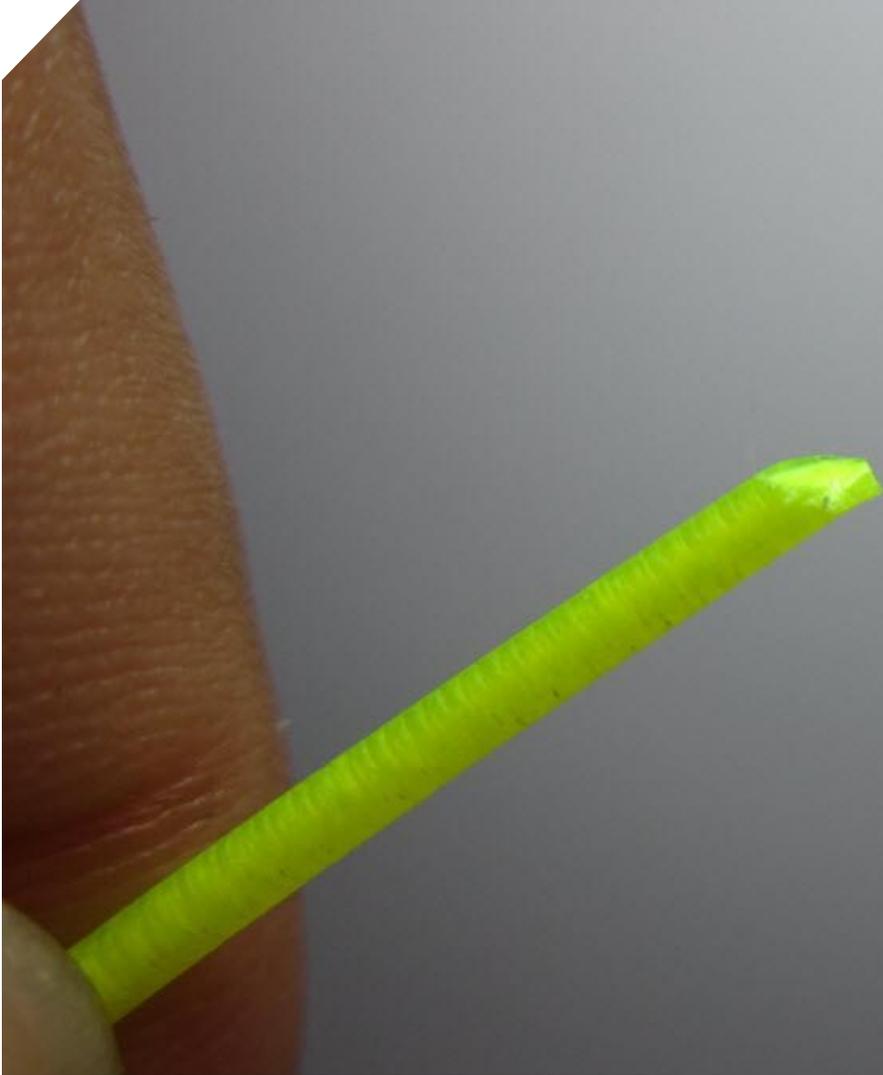
## [为第一次打印载入 .STL 文件并生成.GCODE]

在[Blomker KM Files] 文件夹找到[10mm Calibration Cube.STL]文件。将文件拖到 Slic3r 窗口将模型载入。如图所示，检查模型尺寸。点击“Export G-code” 按钮为第一次打印生成 .GCODE 文件。

{103}

[物品]

PLA 耗材



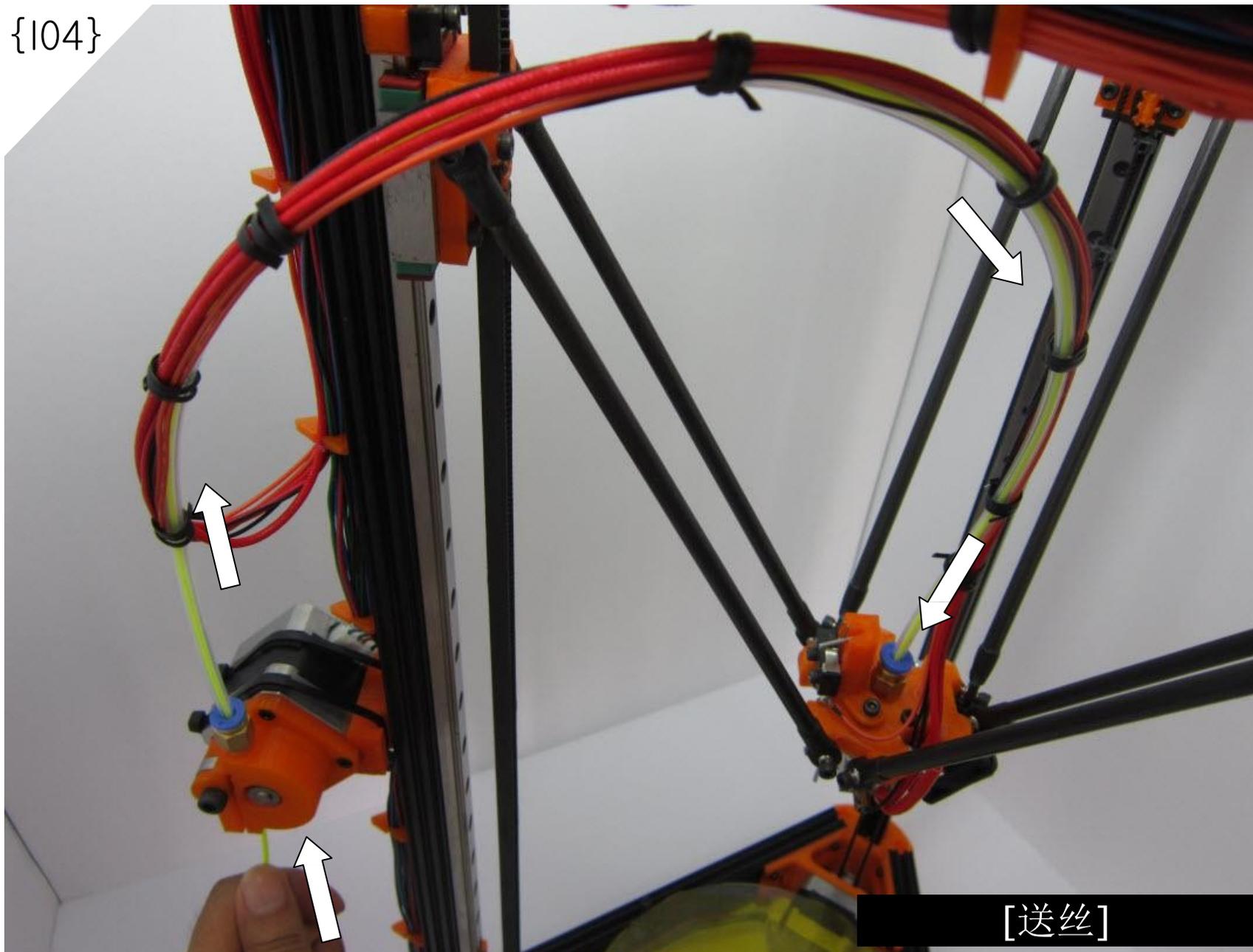
[PLA 材料]

如图所示，将材料丝的端头切除斜面，这样可以让耗材穿过挤出机和鲍登送料管到达喷头。

{104}

[材料]

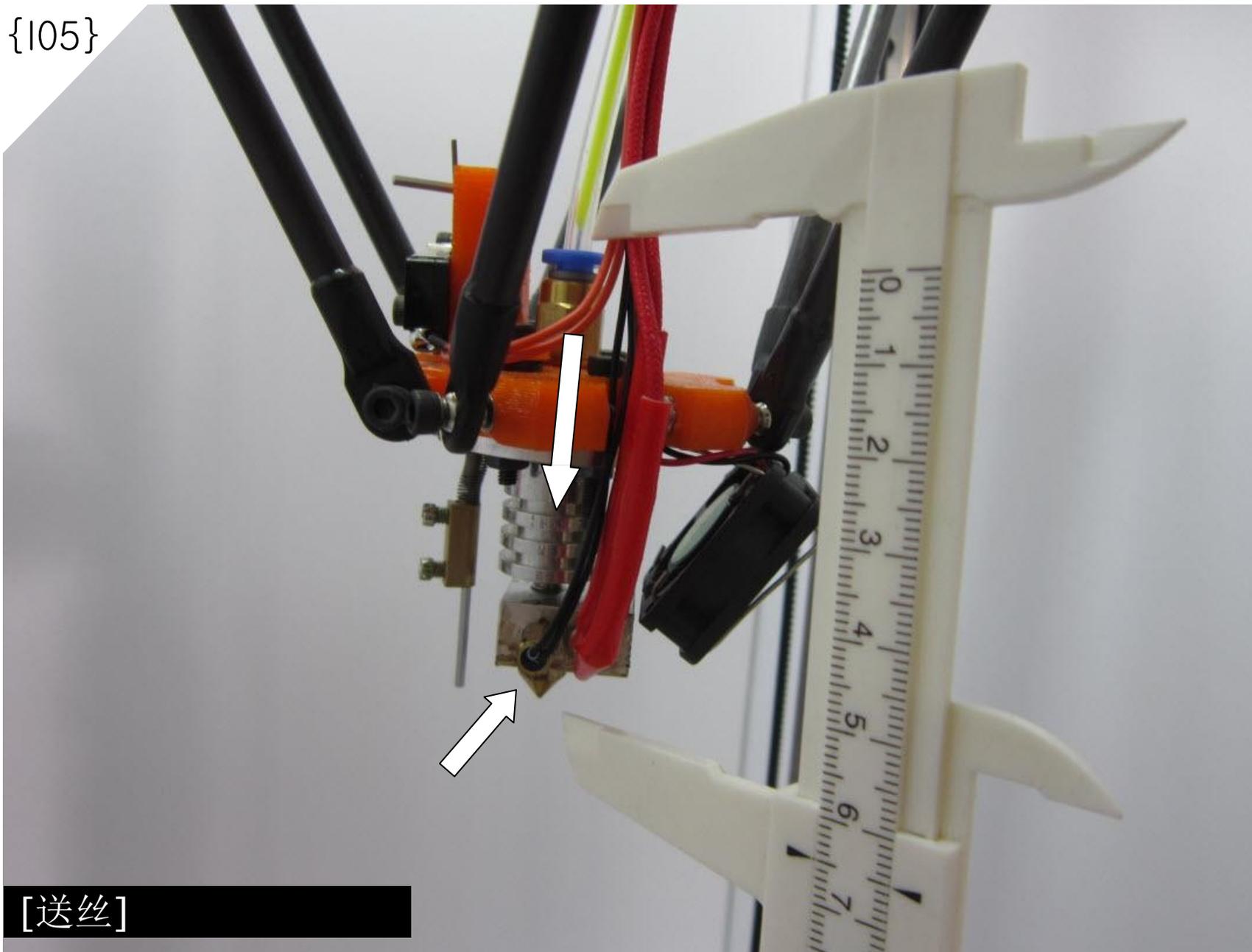
PLA 耗材



[送丝]

按照送丝方向将耗材丝穿入挤出机并到达喷头，可以按照{G04}步骤使用Pronterface GUI 界面方式入丝，或者如图所示手动送丝。（译者注：经译者实验所得如果是减速步进送丝方式，用手动推入比较难。）

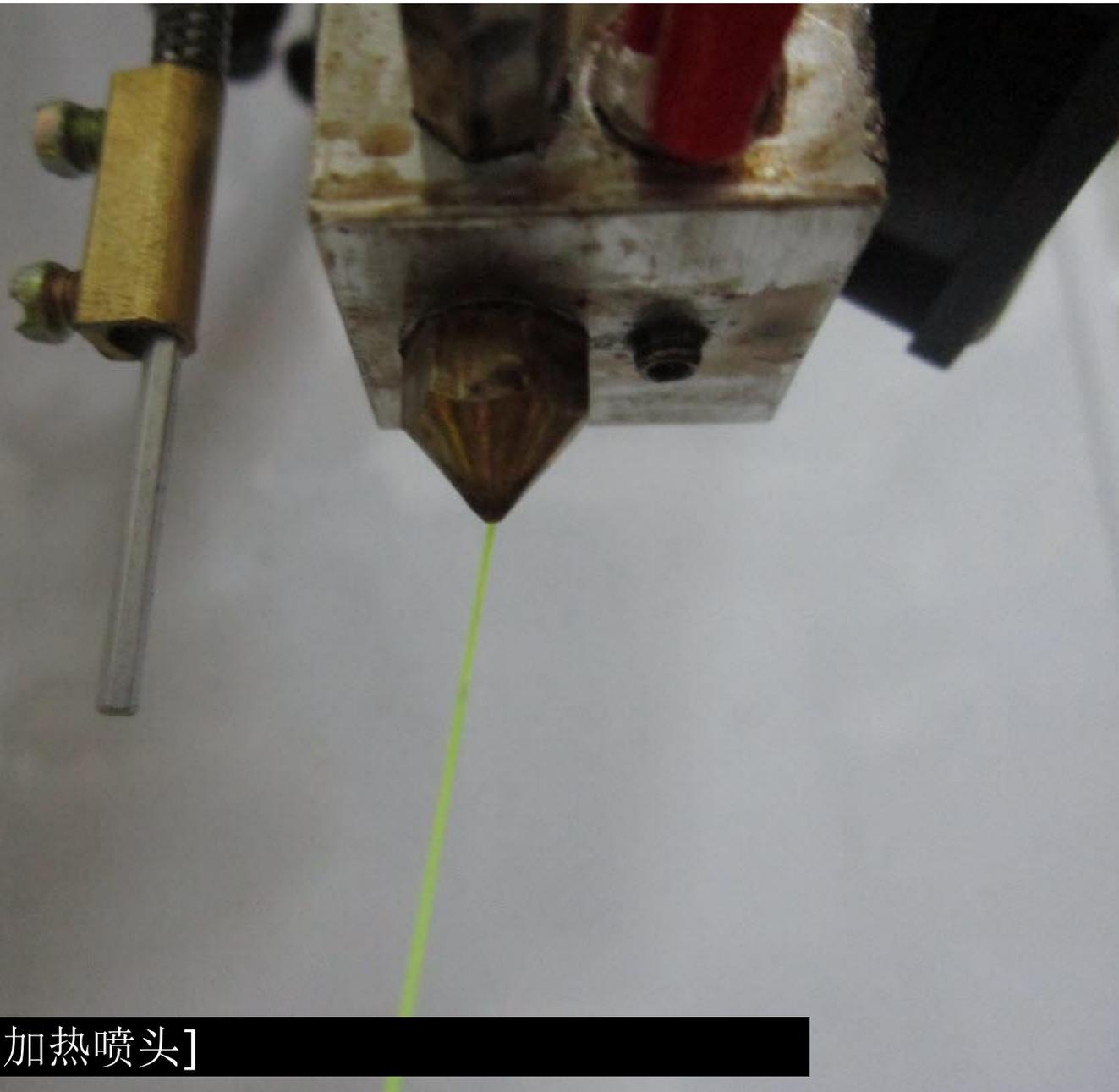
{105}



### [送丝]

从快接头到喷头大约有 60-65mm 距离，要保证 PLA 耗材丝到达喷咀的尖端，完全插入喷头里。

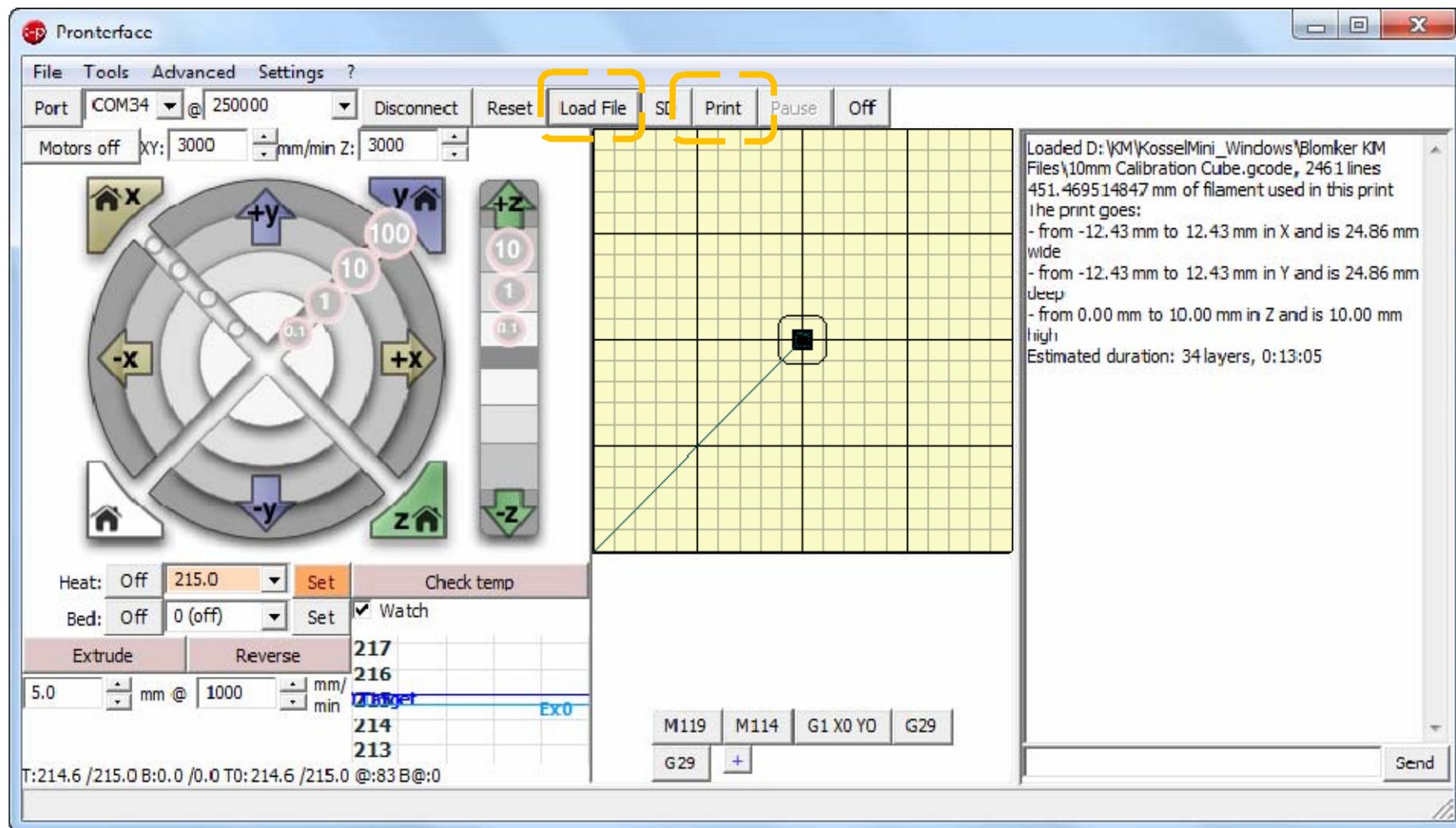
{106}



### [部署 Z 探针并加热喷头]

根据 {H09} 步骤部署 Z 探针。按照 {G05} 步骤将喷头预热至 215 摄氏度。当 PLA 耗材丝在喷嘴挤出，就可以开始打印测试了。

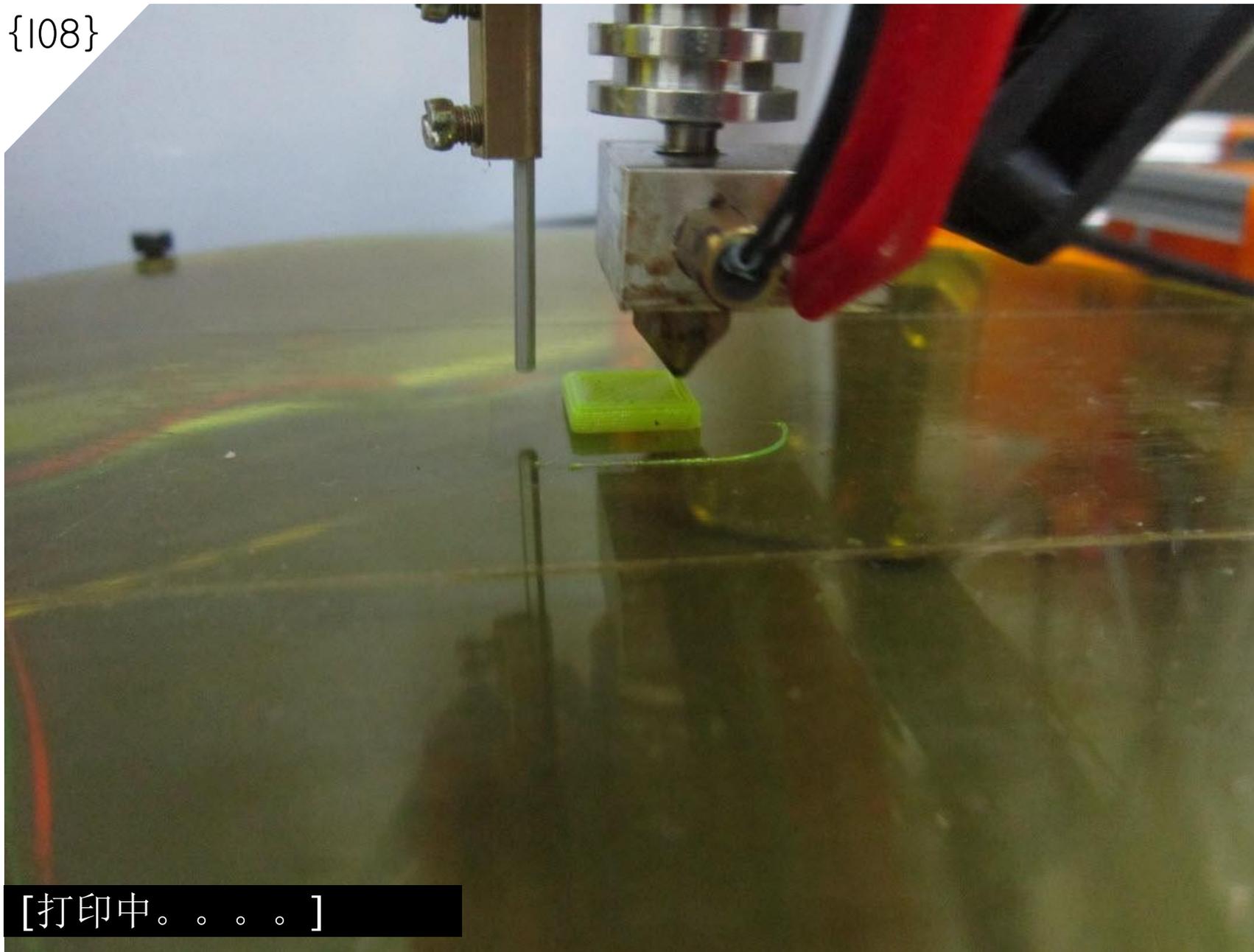
{107}



## [载入.GCODE 进行打印]

当温度稳定在 215 摄氏度以后，载入步骤{102}生成的 .GCODE 文件。点击“Print”开始打印。G28 和 G29 过程已经在 Slic3r 的 Blomker KM Default 做了设置，并已经被写入.GCODE 里，这里不用单独设置。

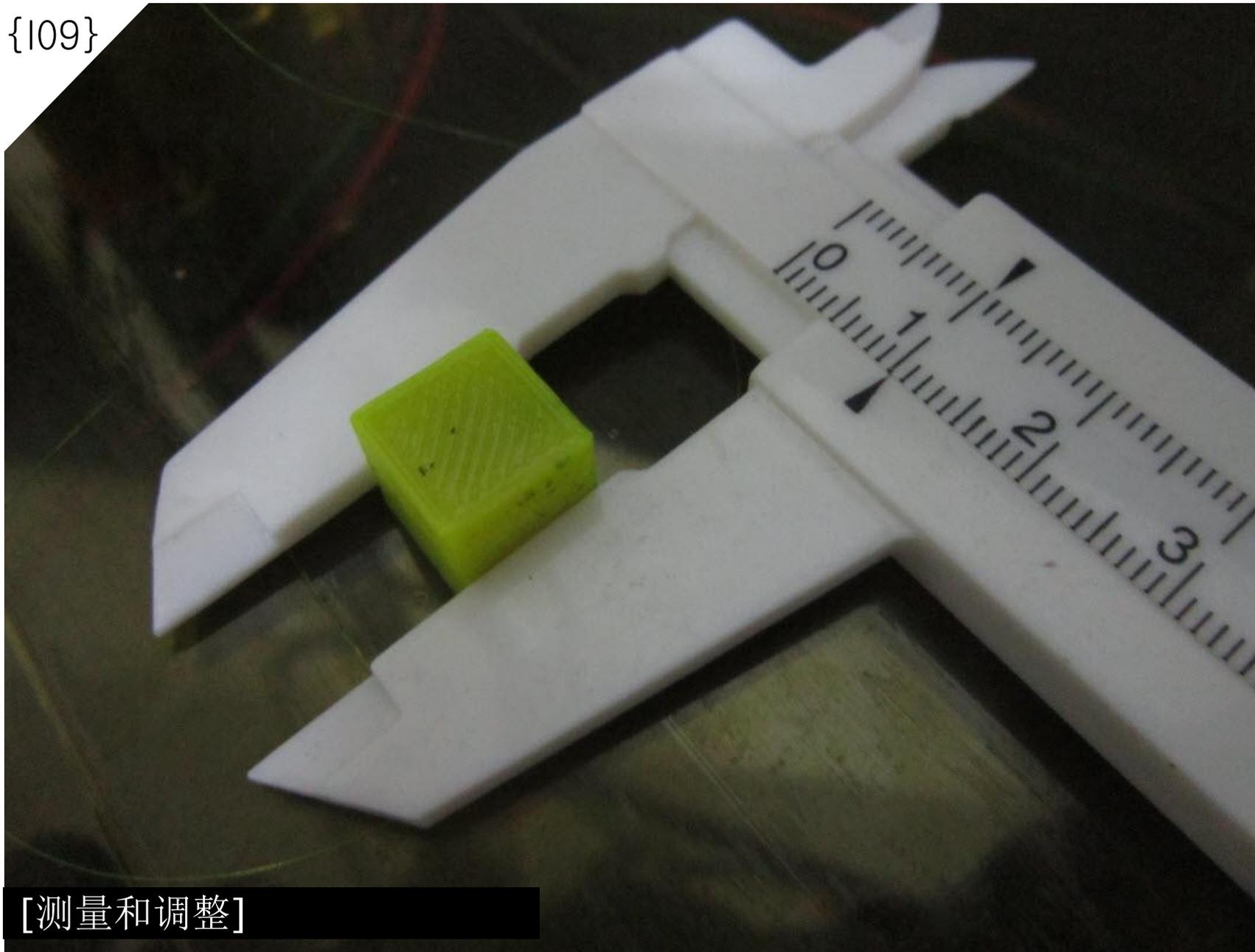
{108}



[打印中。。。。]

10mm 立方体打印中

{109}



### [测量和调整]

如果打印的尺寸不对，请回到步骤 {H15} 对各项数值进行调整。建议您重新操作 {H05} 至 {H15} 步骤。

材料表

材料名称	型号	规格	数量	材质	价格	说明
工业铝型材	HFS3-1515	600mm	3			
工业铝型材	HFS3-1516	240mm	9			
工业铝型材	HFS3-1517	170mm	1			
螺丝	M3x8		100	不锈 钢		大部分框架连接
螺母	M3		100	不锈 钢		
防松螺母	M3		100	不锈 钢		
螺丝	M3x20		6	不锈 钢		臂安装到垂直支架
	M3x25		12	不锈 钢		皮带惰轮和效应杆附件
	M3x35		6	不锈 钢		张紧
	M3x6		50	不锈 钢		导轨安装到型材 - 8 毫米太长了!
	M3x16		12	不锈 钢		推杆附件
	M2. 5x12		6	不锈 钢		微动开关
	M2. 5x16		3	不锈 钢		自动床整平探头
上银导轨	MGN-12H	400mm	3			
GT2 同步带	2mm 节距 6mm 带宽	1164mm	3			
法兰轴承	F623ZZ	3x10x4mm	6			
GT2 同步轮	16 齿		3			
步进电机 (42?)	NEMA17		3			
球头拉杆	Traxxas 5347		12			
螺杆	M4x20mm		12			
碳管	内径 4mm	180mm	6			
PFA 管	内 2, 外 4		1			

快速接管头	内 4 M5		2		
步进电机	NEMA-17	带齿轮箱	1		
送丝轮	22 齿 12 直径, 8 内径		1		
M3 螺丝?	M3 0.5X25		3		
M3 垫片			3		
625 滚珠轴承		5x16x5	1		
M5 螺丝	m5 0.8x20		1		
M5 垫片			1		
M5 防松螺母			1		
m3 螺丝	0.5x16		1		
M3 垫片			1		
M3 防松螺母			1		
欧姆龙微动开关	SS-5		3		
微型微动开关			1		
1.5mm 内六角扳 手			1		
扎带 2.5mm			1		
圆珠笔弹簧			2		
欧式接线端子			1		
热缩管			1		
控制板	RAMPS1.4 及 ARDUINO MEGA2560				
12v 5A 电源			1		