

# FDM 3D打印质量问题 分析解决培训



FlashPrint



FlashAD



Print-Rite  
CoLiDo...



Cura 15.04



Ultimaker Cura  
4.8.0



Simplify3D中文  
版



PrusaSlicer



ideaMaker

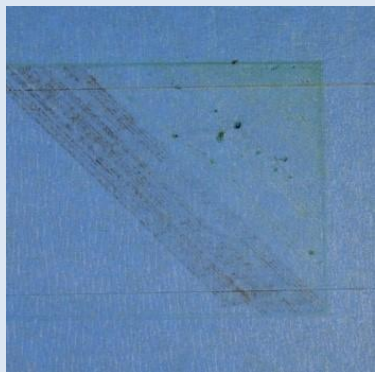


JGcreat 2.5.0

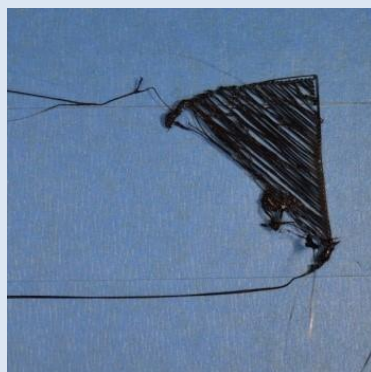


JGcreat4.8.6

如果试图提高 3D 打印零件的质量，本次培训是一个很好的起点。汇总了最常见的 3D打印问题的广泛列表以及可用于解决这些问题的软件设置。最重要的是，使用了大量真实的图像，使您在检查自己的 3D 打印零件时易于识别每个问题。



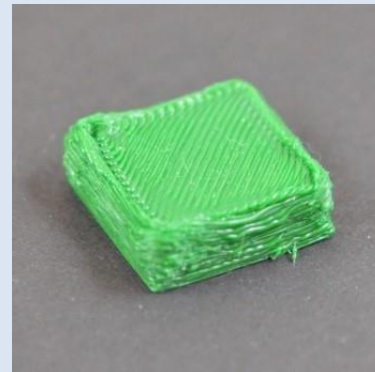
开始打印时耗材不挤出



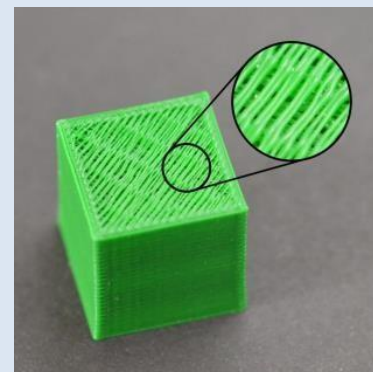
打印的耗材没法粘到平台上



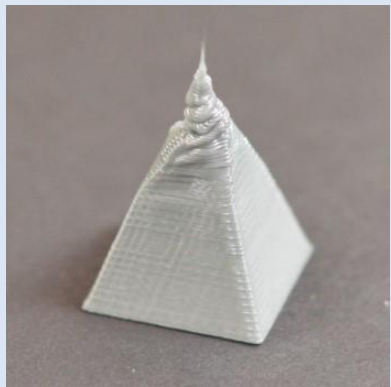
出料不足



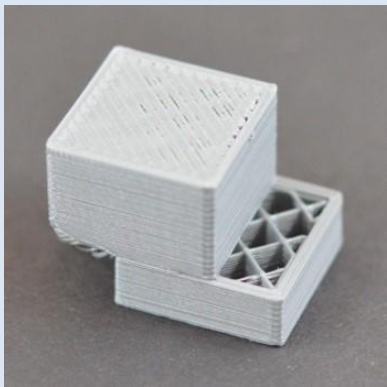
过度挤出



顶层出现孔洞或缝隙



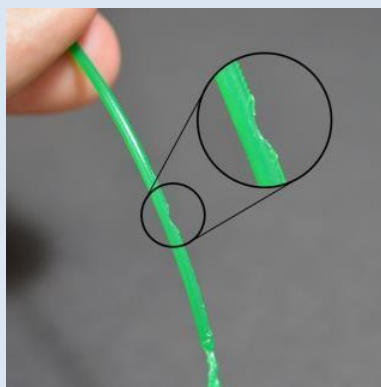
过热



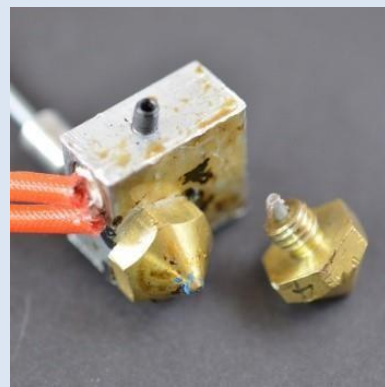
层错位



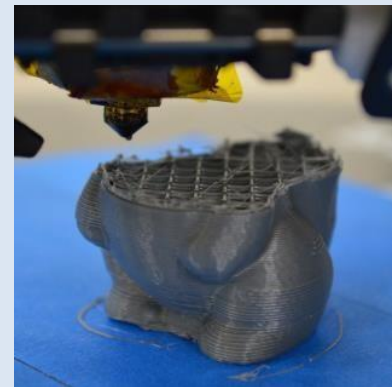
层开裂或断开



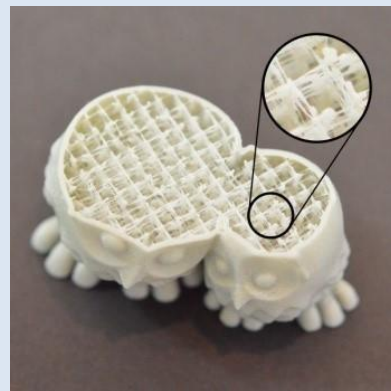
刨料



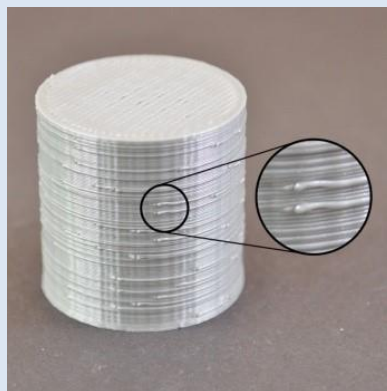
喷头堵塞



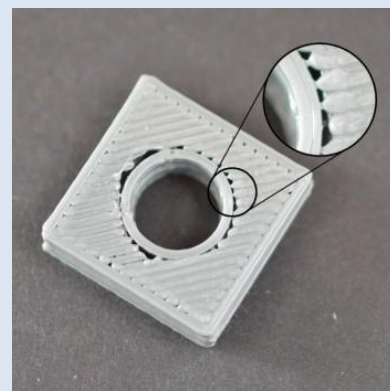
打印中途  
挤出停止



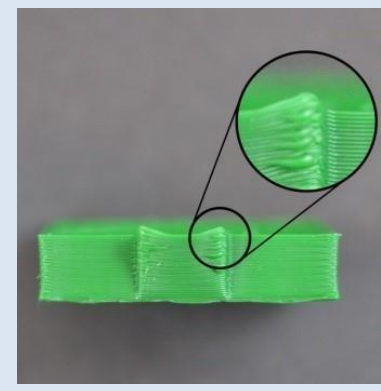
填充不牢



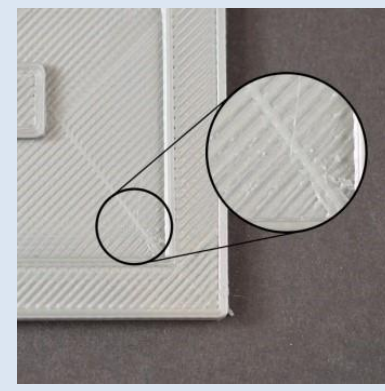
斑点和疤痕



填充与轮廓之  
间的间隙



边角卷曲和毛糙

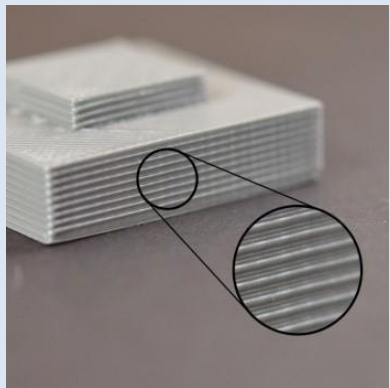


顶层表面疤痕

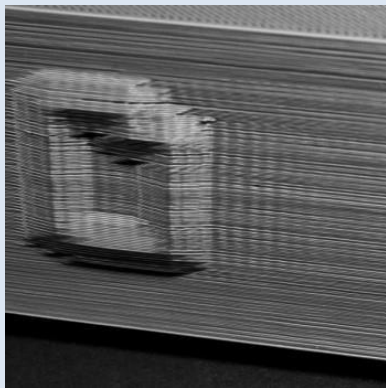


底面边角孔  
洞和缝隙





侧面线性纹理



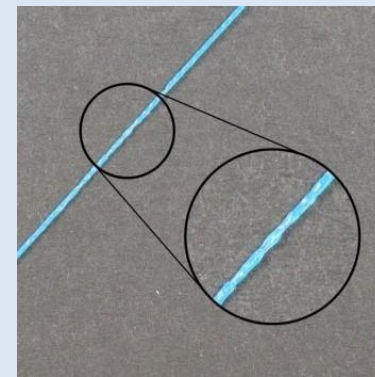
振动和回环纹理



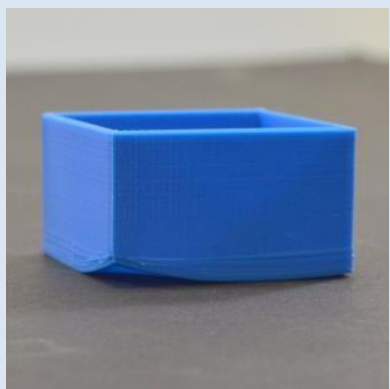
薄壁缝隙



细节打印不出



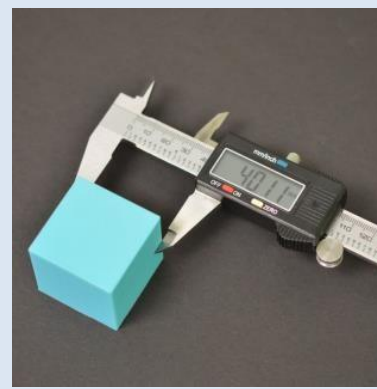
挤出不稳定



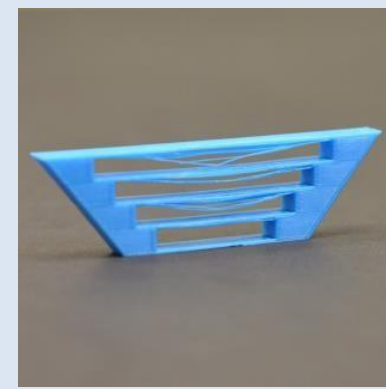
翘曲



支撑表面较差



尺寸偏差



架桥不良



拉丝或垂料



## 打印开始时耗材不挤出

### 打印开始前，挤出机没有装填耗材或漏料

大多数挤出机在高温下静止时都有漏料的问题。喷嘴内部的热塑料倾向于从尖端渗出，这会在喷嘴内部形成一个空隙，在该空隙中塑料会被排出。第一次预热挤出机时，在打印开始时可能会出现这种闲置渗出现象，而在挤出机缓慢冷却时，可能会在打印结束时出现这种空闲渗出现象。如果挤出机由于渗出而损失了一些塑料，则下次尝试挤出时，可能需要几秒钟的时间，塑料才能再次从喷嘴中挤出。

### 喷嘴离平台太近

如果喷嘴离平台表面太近，将没有足够的空间让塑料从挤出机中挤出。喷嘴顶部的孔基本上被堵塞了，因此塑料无法逸出。识别此问题的一种简单方法是，如果喷头没有在第一或第二层挤出塑料，而是随着平台沿 Z 轴继续下降而开始正常地在第三层或第四层周围挤出。

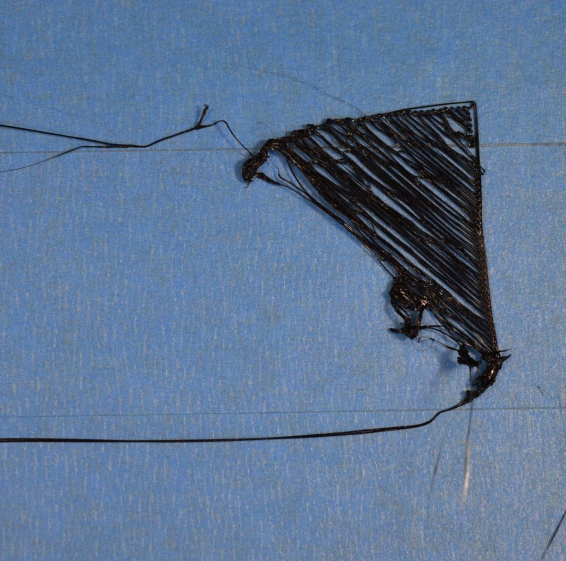
### 线材在驱动齿轮上打滑（刨料）

大多数 3D 打印机使用小齿轮来回推动线材。该齿轮上的齿咬入线材，并精确控制线材的位置。但是，如果您发现许多塑料屑，或者看起来像是线材上缺少一部分，则可能是驱动齿轮去除了太多塑料。一旦发生这种情况，驱动齿轮在试图来回移动线材时将没有任何东西可抓住。

### 挤出机堵塞

如果以上建议均不能解决问题，则可能是挤出机堵塞了。如果异物残渣滞留在喷嘴内，或者热塑料在挤出机内放置的时间过长，或者挤出机的热冷却不足，并且长丝开始所需的熔融区域之外变软，则可能发生这种情况。修复堵塞的挤出机可能需要拆卸挤出机





# 打印的耗材不粘在平台上

## 构建平台不水平

许多打印机带有几个螺钉或旋钮的可调节底座，这些螺钉或旋钮控制底座的位置。如果您的打印机的平台是可调节的，并且您很难将第一层粘在床上，那么您要验证的第一件事就是打印机的床是平坦且水平的。如果平台不水平，平台的一侧可能太靠近喷嘴，而另一侧则太远。

## 喷嘴离平台太远

一旦平台被正确调平，仍然需要确保喷嘴与平台的正确间距。您需要将喷嘴定位在距平台不远的合适位置不能太远也不能太近。为了与平台具有良好的附着力，线材轻轻粘在平台上。

## 第一层打印速度太快

在平台的顶部挤出第一层塑料时，您要确保在开始下一层之前，塑料可以正确粘结到表面上。如果打印第一层的速度太快，则塑料可能没有时间将其粘合到平台上。因此，以较低的速度打印第一层很常用，这样塑料就有时间粘合到平台上。

## 温度或冷却设置

当塑料温度降低时，它往往会收缩。为了提供一个有用的示例，假设正在使用 ABS 塑料打印一个 100mm 宽的零件。如果挤出机在 230 摄氏度下打印这种塑料，但是将其沉积到冷的平台上，则塑料很可能在离开热喷嘴后会迅速冷却。一些打印机还包括冷却风扇，这些风扇在使用时可以加快冷却过程。如果将此 ABS 零件冷却至室温 30℃，100mm 宽的零件将收缩近 1.5mm！

## 平台表面处理（胶带，胶水和材料）

不同的塑料倾向于更好地粘附于不同的材料。因此，许多打印机都包含针对其材料进行了优化的特殊平台材料。该床片倾向于很好地粘在 PLA 上。其他制造商选择了经过热处理的玻璃床，例如硼硅酸盐玻璃。可以将美纹纸胶带条粘贴到构建平台表面，并轻松除去或更换。

## 挤出不足

### 线材直径错误

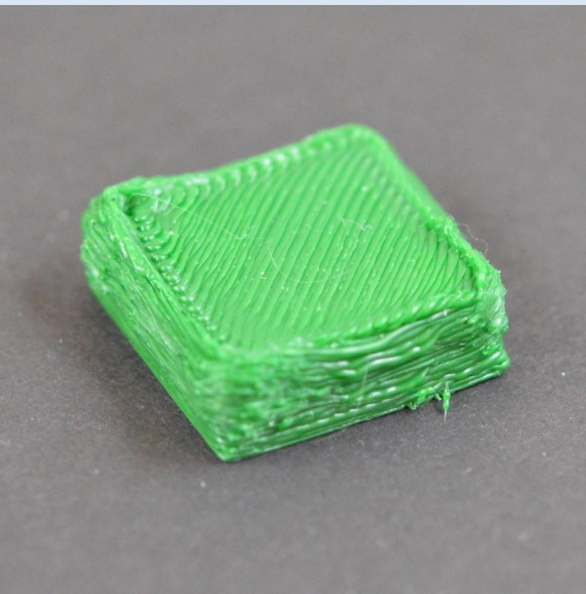
验证的第一件事是**该软件是否知道您使用的线材直径**。可以通过观察“**耗材直径选项**”。检查并确保该值与购买的线材匹配。需要用卡尺自己测量线材，以确保软件中指定的正确直径。**线材直径最常见的值为1.75mm 和 2.85mm、3.0mm**，还有**特殊定制的直径4.85mm**等许多塑料线轴的包装上也包含正确的直径。

### 增加挤出倍率

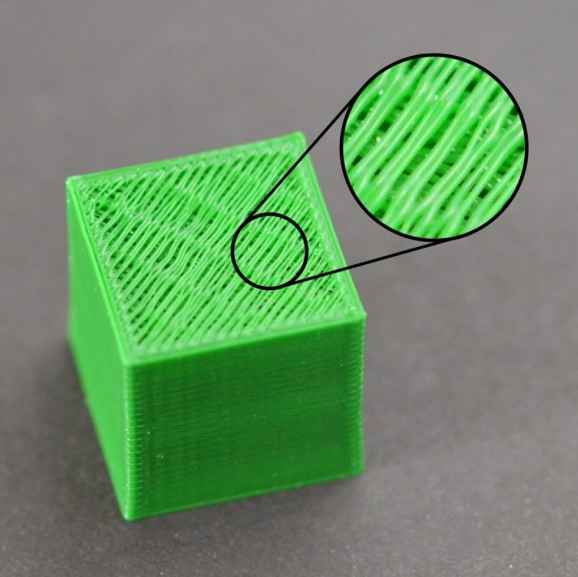
如果线材直径正确，但仍然存在挤出不足的问题，则需要**调整挤出倍率也就是流量**。打印机上的**每个挤出机都可以有一个挤出倍率**，因此，如果要修改特定挤出机的流速，例如，如果挤出倍数**以前为 1.0，并将其更改为 1.05**，则意味着您将挤出**比以前多 5% 的塑料**。对于 PLA 来说，通常会使用接近 **0.9 -1.0的挤出倍率进行打印**，而 ABS 的挤出倍率往往接近 1.0-1.05。尝试倍率增加 5%，然后重新打印测试立方体，以查看周长之间是否仍有间隙。

## 过度挤出

与打印机工作，确保喷嘴挤出了正确数量的塑料，这种精确的挤出是获得良好打印质量的重要因素。但是大多数 3D 打印机无法监控实际挤出的塑料量。如果您的挤出设置配置不正确，则打印机挤出的塑料可能比软件预期的更多。这种过度挤压将导致过多的塑料，从而破坏零件的外部尺寸。







## 顶层出现孔洞或缝隙

为了节省塑料，大多数 3D 打印零件都具有坚固的外壳，该外壳围绕着多孔的，部分中空的内部。例如，零件的内部可以使用 20% 的填充百分比，这意味着内部只有 20% 是固体塑料，而其余部分是空气。虽然零件的内部可能是部分中空的，但我们希望外部保持实心。

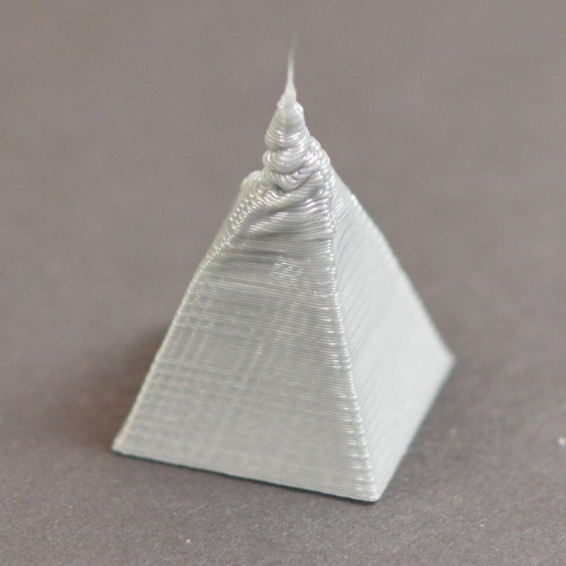
### 顶层实体层数不足

要调整所使用的**顶部实体层的数量**，当尝试在部分空心填充物的顶部打印 100% 的实心层时，**实心层必须跨越填充物的空心气穴**。发生这种情况时，用于固体层的**挤出物会下垂或下垂到气穴中**。因此打印的顶部打印多个实心层，以确保获得良好的平坦，完全实心的表面。如果注意到**顶面中的拉伸之间存在间隙**，则应该尝试的第一件事是**增加顶实体层的数量**。

### 挤出不足

如果您尝试增加填充率和顶层实心层的数量，但是**仍然看到打印顶部的间隙**，则可能是挤出不足的问题。这意味着您的喷嘴挤出的塑料不如软件预期的那样多。





## 过热

从挤出机挤出的塑料温度可能在 190 到 310 摄氏度之间。当塑料仍然很热时，它是柔软的并且可以容易地形成不同的形状。但是，随着冷却，它会迅速变硬并保持其形状。需要在温度和冷却之间达到正确的平衡，以便塑料可以自由地流过喷嘴，但可以快速固化以保持 3D 打印零件的精确尺寸。如果达不到这种平衡，可能会遇到一些打印质量问题，其中零件的外观不够精确且定义不理想。

### 散热不足

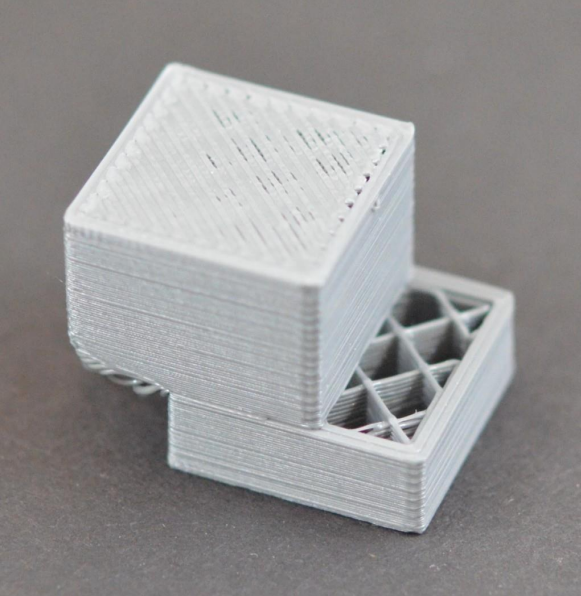
过热的最常见原因是塑料的冷却速度不够快。发生这种情况时，热塑料会随着其缓慢冷却而自由改变形状。对于许多塑料而言，最好快速冷却各层，以防止它们在打印后改变形状。如果您的打印机装有冷却风扇，请尝试增加风扇的功率以更快地冷却塑料。如果打印机没有完整的冷却风扇，则可能要尝试安装额外风扇或使用小型手持风扇来更快地冷却各层。

### 高温打印

如果已经在使用冷却风扇，但仍然看到此问题，则可能要尝试在较低温度下进行打印。如果塑料在较低的温度下挤出，它将能够更快地固化并保持其形状。尝试将打印温度降低 5-10 度。

### 打印速度太快

如果要非常快速地打印每一层，可能没有足够的时间使上一层正确冷却，却又开始在它上面打印新的层了。这对于非常小的零件（每一层仅需要几秒钟的打印时间）特别重要。即使使用冷却风扇，仍可能需要降低这些小层的打印速度，以确保为层固化提供足够的时间。例如，如果允许软件调整打印时间少于 15 秒的图层的打印速度，则程序将自动降低这些小图层的打印速度。



## 层移位

大多数 3D 打印机使用开环控制系统。简单地说，它们对喷头的实际位置没有反馈。打印机只是试图将喷头移动到特定位置，并希望它到达那里。在大多数情况下，这是可以正常工作的，因为驱动打印机的步进电机功能非常强大，并且没有明显的负载来阻止喷头移动。但是，如果确实出现问题，打印机将无法检测到此情况。例如，如果在打印时碰巧撞到打印机，则可能导致工具头移动到新位置。机器没有反馈来检测到此情况，因此它将保持打印状态，好像什么都没发生。

## 喷头移动太快

如果以**很高的速度打印**，则**3D 打印机的电机可能难以跟上**。如果尝试使打印机移动的速度超过电机的处理速度，则通常会听到喀哒声，因为电机无法达到所需的位置。如果发生这种情况，打印件的其余部分将与之前打印的所有内容都未对齐。如果觉得**打印机的移动速度太快，请尝试将打印速度降低 50%**。如果这些速度中的任何一个过高，都可能导致变速。如果技术过关，可以调整更高级的设置，则可能还需要考虑降低打印机固件中的**加速设置**，以实现**逐渐的加速和减速**。

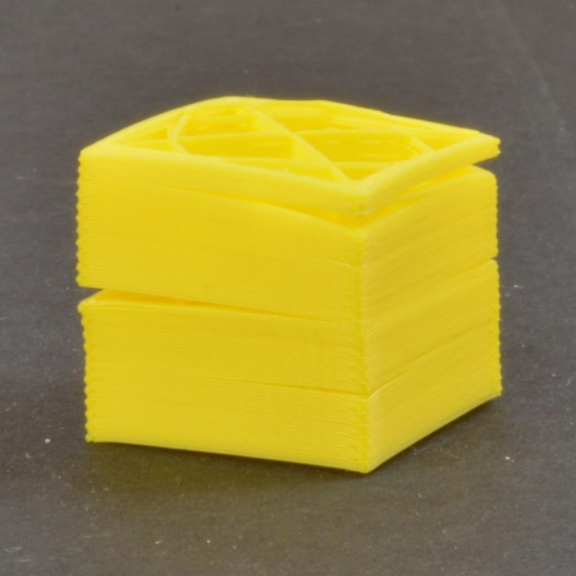
## 机械或电气问题

如果降低打印速度之后，层错位仍在继续，则可能是由于打印机的机械或电气问题。例如，大多数 3D 打印机使用的皮带可以使电机控制喷头的位置。皮带通常由橡胶材料制成，并用某种类型的纤维加固以提供额外的强度。随着时间的流逝，这些皮带可能会拉伸，这可能会影响用于定位工具头的皮带张力。如果张力变得太松，皮带可能会在驱动皮带轮的顶部滑动，这意味着皮带轮正在旋转，但皮带没有移动。如果皮带最初安装得太紧，这也会引起问题。皮带过紧会在轴承中产生过多的摩擦，从而防止电动机旋转。理想的组装要求皮带有些紧，以防止打滑，但在系统无法旋转的地方不要太紧。如果您开始发现层未对准的问题，则应验证皮带是否都具有适当的张力，并且皮带看起来没有太松或太紧。

许多 3D 打印机还包括一系列皮带，这些皮带由皮带轮驱动，皮带轮使用小的固定螺钉（也称为顶丝）固定在步进电机轴上。这些固定螺钉将皮带轮固定在电动机的轴上，以便使两个零件一起旋转。但是，如果松开固定螺钉，则皮带轮将不再与电机轴一起旋转。这意味着电动机可能正在旋转，但是皮带轮和皮带没有移动。发生这种情况时，喷头无法到达所需的位置，这可能会影响打印的所有未来图层的对齐。因此，如果再次出现层未对准问题，则应验证所有马达紧固件均已正确拧紧。

还有其他一些常见的电气问题，可能会导致电动机失去位置。例如，如果没有足够的电流流向电动机，则电动机将没有足够的功率旋转。电机驱动器电子部件也可能过热，这会导致电机暂时停止旋转，直到电子部件冷却下来。





## 层分离和分割

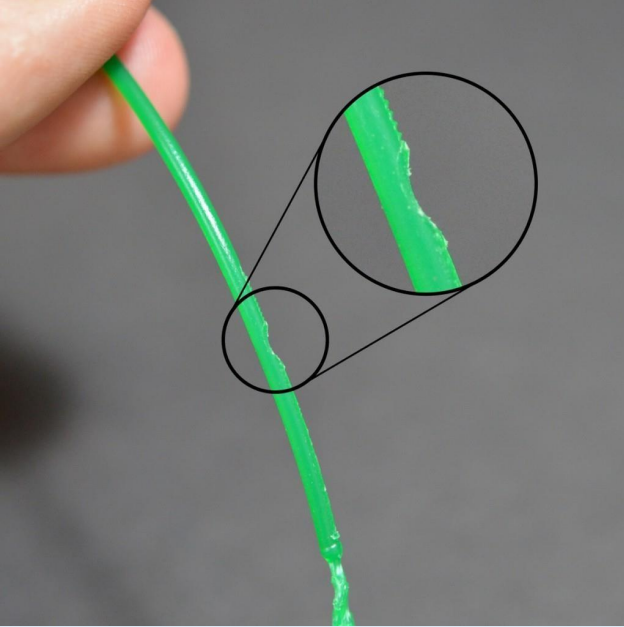
3D 打印通过一次打印一层来构建模型。每个连续的层都打印在前一层的顶部，最后创建所需的 3D 形状。但是，要使最终零件坚固可靠，您需要确保每一层都充分粘结到其下面的层上。如果各层不能很好地粘合在一起，则最终部分可能会分裂或分离。

### 层高过高

大多数 3D 打印喷嘴的直径在 0.3-0.5mm 之间。塑料从这个微小的开口中挤压出来，形成一个非常薄的挤压件，可以生产出非常细致的零件。但是，这些小喷嘴也限制了可以使用的层高。在将一层塑料打印在另一层塑料上时，您要确保将新层压在其下面的层上，以便两层粘合在一起。作为一般经验法则，您要确保选择的层高比喷嘴直径小 20%。例如，如果您有一个 0.4mm 的喷嘴，则不能超过 0.32mm 的层高，否则每一层塑料将无法正确地粘结到其下面的层上。

### 打印温度太低

热的塑料总是比冷的塑料粘合得更好。如果您发现各层之间没有粘结在一起，并且确定层高度不太大，则可能需要在较高的温度下打印以便更好的粘结。例如，如果您尝试在 190° C 下打印 ABS 塑料，您可能会发现零件的各层很容易分开。这是因为通常需要在 220-235C 左右的温度下打印 ABS，以在打印的各层之间建立牢固的粘合。尝试将温度提高 10 度，以查看粘合力是否得到改善。



## 刨料

大多数 3D 打印机使用使用一个小齿轮与另一个轴承夹住线材，以使齿轮抓住线材。驱动齿轮有锋利的齿，可使其咬入线材并向前或向后推动，具体取决于驱动齿轮旋转的方向。如果线材无法移动，但驱动齿轮仍在旋转，则可以从线材上刨掉部分塑料，以至齿轮无法抓住线材。这种情况称为线材被“刨料”，因为刨去了太多的塑料，挤出机无法正常工作。如果在打印机上发生这种情况，通常会从已刨掉的塑料中看到许多小的塑料屑。可能还会注意到挤出机电机正在旋转，但是细丝并未被拉入挤出机主体。

要检查的第一件事是挤出机的回抽设置。如果回抽速度太快，或者试图回抽太多的线材，则可能会对挤出机造成过大的压力，并且线材将难以跟上。作为一项简单的测试，您可以尝试将回抽速度降低 50%，以查看问题是否消失。

### 提高挤出机温度

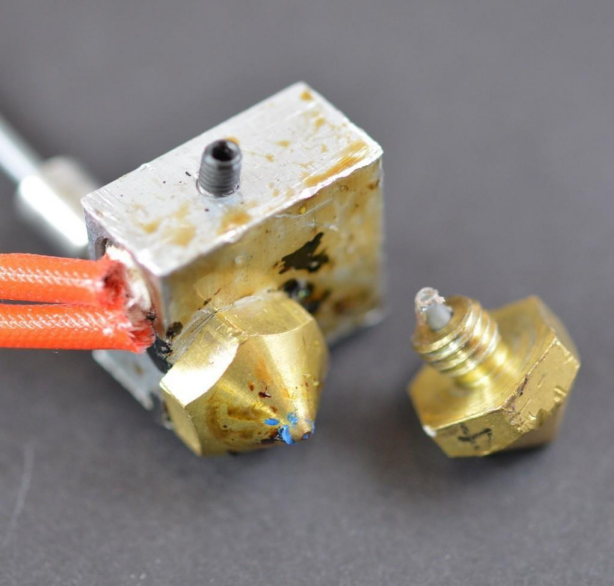
如果继续遇刨料的问题，请尝试将挤出机温度提高 5-10 度，以使塑料更容易流动。您可以通过单击塑料在较高温度下始终会更容易流动

### 打印速度太快

如果即使在升高温度后仍然遇到刨料的问题，那么下一步是降低打印速度。通过这样做，由于线材被挤出更长的时间，所以挤出机马达将不需要以如此快的速度旋转。挤出机电机的旋转速度较慢可以帮助避免出现刨料问题。

### 检查喷嘴是否堵塞

如果在升高温度并降低打印速度后仍遇到刨料的问题，则可能是喷嘴部分堵塞。



## 挤出机堵塞

3D 打印机在使用期内必须熔化并挤出许多公斤的塑料。所有这些塑料必须通过一个仅与单个沙粒一样大的小孔离开挤出机，不可避免地，有时这个过程会出问题，并且挤出机不再能够将塑料推过喷嘴。这些堵塞通常是由于喷嘴内的某些东西阻碍了塑料自由挤出。

### 手动将线材推入挤出机

您可能要尝试的第一件事是手动将线材推入挤出机。将挤出机加热到适合塑料的温度。轻轻地用手将线材推入挤出机中。在许多情况下，这种增加的力足以使线材通过出问题的区域。

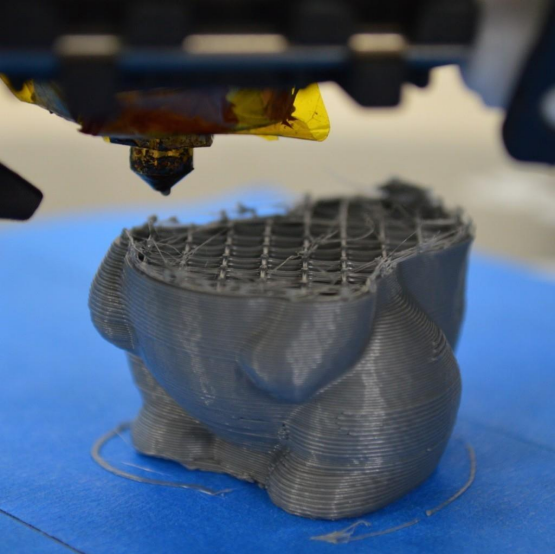
### 重新安装线材

如果线材仍然不动，则下一步是卸下线材。确认挤出机已加热到适当的温度，如果线材不动，可能需要施加一些额外的力。去除线材后，用剪刀剪掉线材熔化或损坏的部分。然后重新装入线材，并查看是否能够使用新的，未损坏的线材部分挤出。

### 清理喷嘴

如果您无法通过喷嘴挤出新的塑料部分，则可能需要在继续操作之前清理喷嘴。许多用户已经成功地将挤出机加热到  $100^{\circ}\text{C}$ ，然后手动将线材拉出（希望与里面的碎屑一起！）。其他人则喜欢使用针灸材料向后推过喷嘴头。还有许多其他方法，每个挤出机都不相同，操作也不一样。





## 打印中途，挤出停止

线材不足，这是很明显的，但是在检查其他问题之前，请先确认您仍然有线材导入喷嘴。极有可能是线材用完了，您将需要加载新的线材，然后再重新打印。

### 线材与驱动齿轮打滑

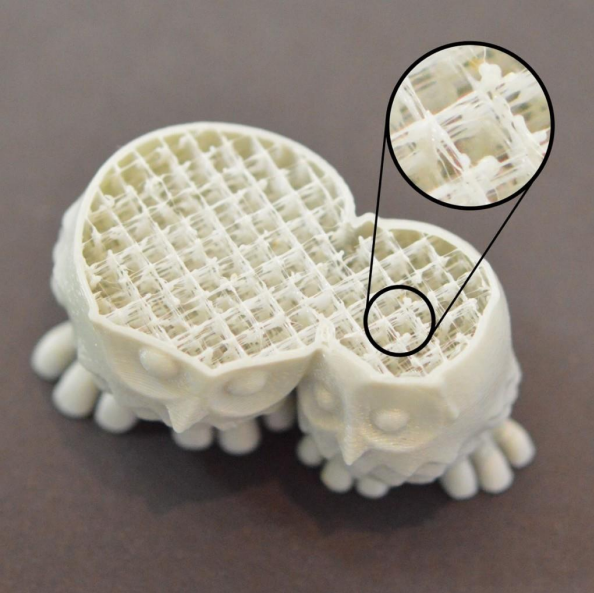
在打印过程中，挤出机马达一直在旋转，试图将线材推入喷嘴，以便打印机可以继续挤出塑料。如果尝试打印太快或挤出太多塑料，则该电机可能最终会磨掉线材，直到驱动齿轮无法抓住为止。如果您的挤出机电机在旋转，但是线材没有移动，则可能是原因。

### 挤出机堵塞

很可能是挤出机堵塞了。如果在打印过程中发生这种情况，则可能需要检查并确保线材清洁，并且线轴上没有灰尘。如果线材上附着了足够的灰尘，则在喷嘴内堆积时会导致堵塞。挤出机堵塞还有其他几种可能的原因，可以参考堵头部分处理。

### 挤出机电机驱动过热

在打印过程中，挤出机马达必须非常努力地工作。它不断地来回旋转，来回推动和拉动塑料。这种快速运动需要大量电流，如果打印机的电子设备没有足够的冷却，则可能导致电机驱动器电子设备过热。这些电动机驱动器通常具有热熔断器，如果温度过高，会导致驱动器停止工作。如果发生这种情况，X 和 Y 轴电机将旋转并移动挤出机喷头，但挤出机电机将完全不移动。解决此问题的唯一方法是关闭打印机并让电子设备冷却。如果问题仍然存在，您可能还想添加一个额外的散热块和冷却风扇。



## 填充不牢

3D 打印零件内部的填充物在模型的整体强度中起着非常重要的作用。填充物负责连接 3D 打印的外壳，并且还必须支撑将在填充物顶部打印的上表面。如果填充物看起来很弱，则可能需要调整一些设置，以增加打印的此部分的强度。

### 尝试其他填充模式

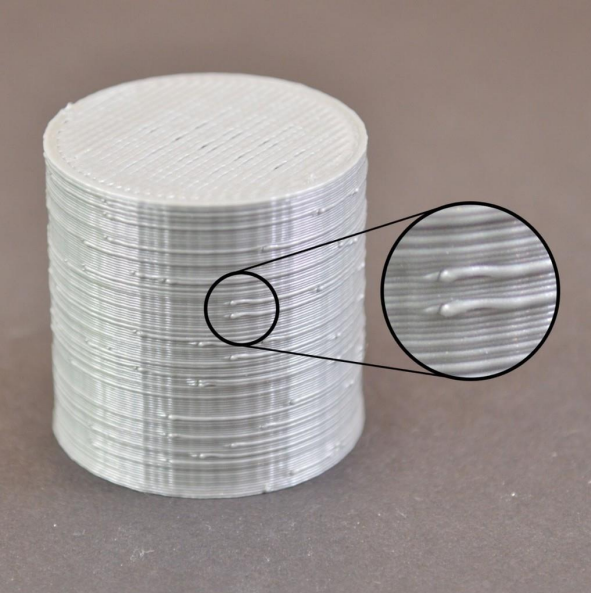
您应该研究的第一个设置是用于打印的填充图案。选项卡找到此设置。“内部填充图案”确定用于零件内部的图案。一些模式往往比其他模式更牢固。例如，网格，三角形和实体蜂窝都是强填充图案。其他图案（例如直线形和快速蜂窝状）可能会牺牲一些强度以加快打印速度。如果您在生产牢固可靠的填充物时遇到困难，请尝试使用其他样式以查看是否有区别。

### 降低打印速度

填充物的打印速度通常比 3D 打印的任何其他部分都要快。如果您尝试过快地打印填充物，则挤出机将无法跟上，并且您将开始注意到零件内部的挤出不足。由于喷嘴不能像软件所希望的那样挤出太多的塑料，因此这种挤出不足会产生较弱的丝状填充物，请尝试降低打印速度，以查看填充物是否开始变得更牢固和牢固。

### 增加填充挤出宽度

在某些切片软件里面，在S3D切片软件中另一个非常强大的功能是能够修改用于填充零件的拉伸宽度。可以使用 0.4mm 的非常精细的挤出宽度打印轮廓周长，但可以将填充过渡到 0.8mm 的挤出宽度。这将创建更厚，更坚固的填充壁，从而大大提高 3D 打印零件的强度



## 斑点和疤痕

在进行 3D 打印期间，挤出机必须移至平台的不同部分，然后不断停止或开始挤出。大多数挤出机在运行时都非常擅长产生均匀的挤出，但是每次关闭并再次打开挤出机时，都会产生额外的变化。如果您查看 3D 打印的外壳，可能会在表面上看到一个小标记，该标记代表挤出机开始打印该塑料部分的位置。挤出机必须在该特定位置开始打印 3D 模型的外壳，然后在打印完整整个外壳后最终返回该位置。这些标记通常称为斑点或疤痕。

### 回抽

如果开始注意到打印件表面上的细小缺陷，那么诊断出导致它们的原因的最佳方法就是在打印零件的每个周长时仔细观察。挤出机开始打印周边时是否出现缺陷？还是仅在周长完成且挤出机即将停止时才出现？如果缺陷在循环开始时立即出现，则可能需要稍微调整回抽设置。

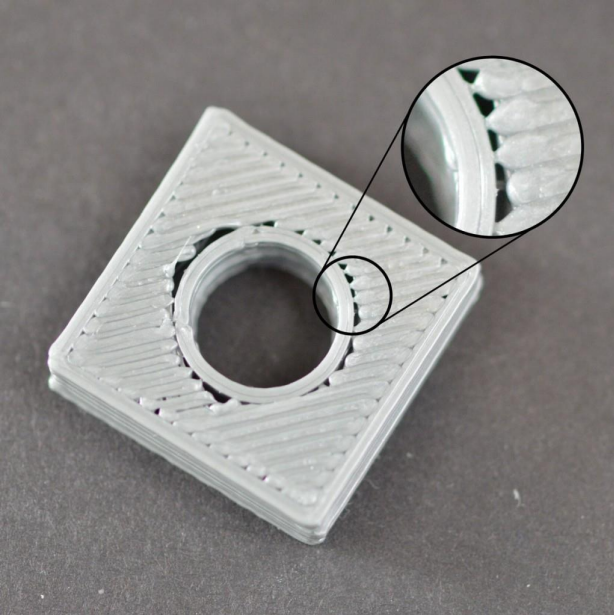
### 避免不必要的回抽

上面提到的回抽可以帮助避免每次喷嘴回抽时出现故障，但是，在某些情况下，最好简单地避免所有回抽。这样挤出机就不必反转方向，并且可以继续良好的均匀挤出。对于使用 Bowden 挤出机的机器而言，这尤其重要，因为挤出机电机和喷嘴之间的距离过长，使回抽变得更加麻烦。要调整控制何时回抽的设置。

### 选择起点位置

如果您仍在打印面上看到一些小缺陷，可以控制这些点的位置。可以将起点的位置随机化或将其对齐到特定位置。例如，如果您要打印雕像，则可以将所有起点对齐在模型的背面，以便从正面看不到它们。





## 填充与轮廓之间的间隙

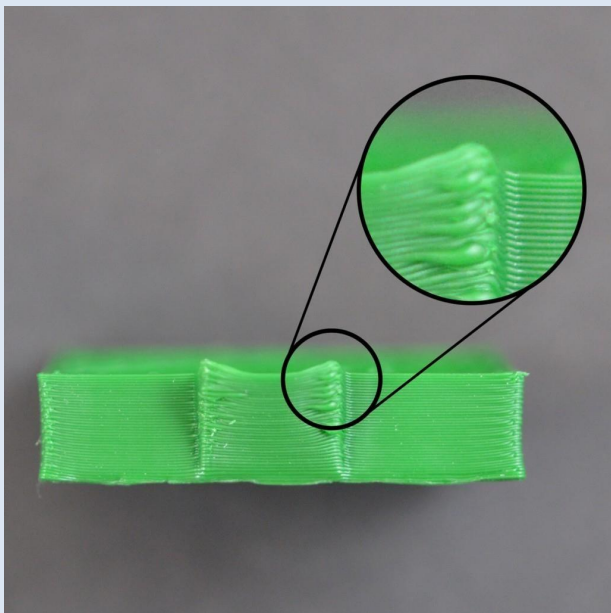
3D 打印零件的每一层都是使用轮廓周长和填充物组合而成的。周长勾勒出零件的轮廓，形成坚固而准确的外观。填充物被打印在这些边界的内部，以构成该层的其余部分。填充物通常使用快速来回图案以实现快速打印速度。由于填充使用的样式与零件轮廓不同，因此将这两个部分合并在一起以形成牢固的结合非常重要

### 轮廓重叠不足

调整周边轮廓和填充之间的粘合强度。此设置称为“轮廓重叠/重叠率”，它确定将有多少填充与轮廓重叠以将两个部分连接在一起。该设置基于您的挤压宽度的百分比，因此可以轻松缩放和调整以适应不同的喷嘴尺寸。例如，如果您使用 20% 的轮廓重叠，则表示该软件将指示打印机，以使填充物与最内周的 20% 重叠。这种重叠有助于确保两个部分之间的牢固结合。例如，如果之前使用的轮廓重叠为 20%，试着增加到 30%，来看看是否沿边与填充之间的间隙消失了。

### 打印速度太快

您零件的填充通常比轮廓打印速度快得多。但是，如果填充物打印得太快，则将没有足够的时间粘结到轮廓周边。如果您尝试增加轮廓重叠，但是仍然看到边界和填充之间存在间隙，则应尝试降低打印速度，以查看周边和填充物之间的间隙是否消失。如果不再以较低的速度出现间隙，直到你找到你打印机的最佳速度。

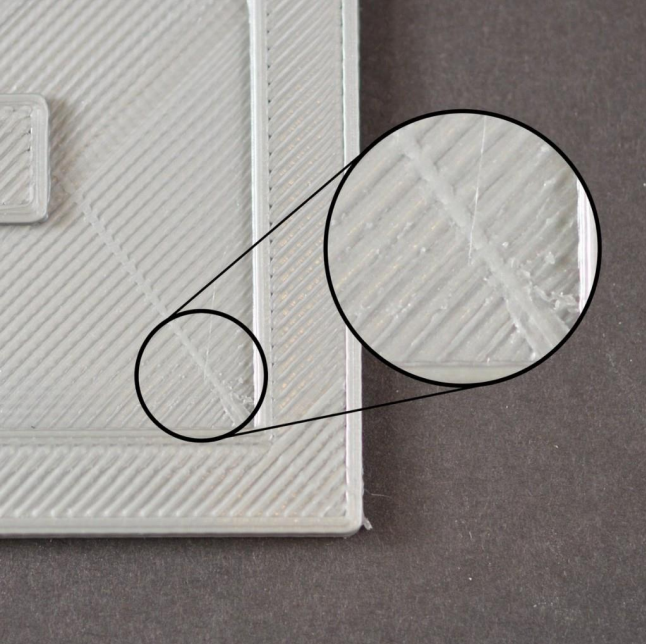


## 边角卷曲或毛糙

如果在打印中看到卷曲问题，则通常表明存在过热问题。塑料是在非常热的温度下挤出的，如果不能迅速冷却，则其形状可能会随时间变化。

可以通过快速冷却每一层来防止卷曲，使其在固化之前没有时间变形。参考“过热”部分

如果在打印的一开始就注意到卷曲，请参阅“打印的耗材不粘在平台上”部分以解决第一层问题。



## 顶层表面疤痕

3D打印的优点之一是每个零件一次构造一层。这意味着每层是独立的，喷嘴可以自由移动到平台的任何位置，因为该部分仍在下方构造。尽管这可以提供非常快的打印时间，但喷嘴在先前打印的图层上移动时会留下一个标记。通常在零件的顶部实体层上最明显。当喷嘴试图移动到新的位置时会出现这些伤痕和痕迹，但最终会拖拽以前打印过的塑料。

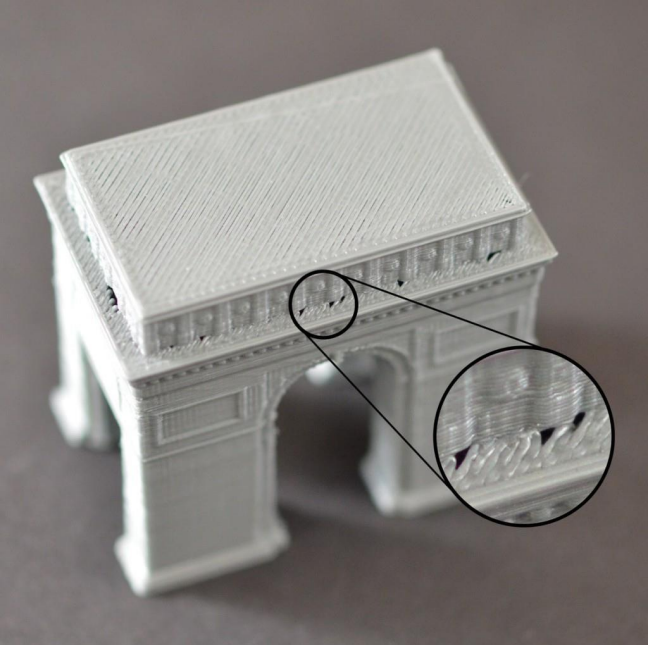
## 挤出塑料过多

应该验证的第一件事是没有挤出过多的塑料。如果挤出过多的塑料，则每一层往往会比预期的稍微厚一些。这意味着当喷嘴试图在每一层上移动时，它可能会拖拽一些多余的塑料。在查看任何其他设置之前，应确保不要挤出过多的塑料。看看是不是挤出量过多情况

## 垂直抬升（Z 抬升）

如果知道挤出的塑料量正确，但是在喷嘴在顶部表面上拖动时仍然遇到问题，那么可能值得研究一下。将导致喷嘴，在之前打印的层上面运动前，抬升一段距离。当喷嘴到达其最终位置时，喷嘴将向下放低以准备打印。通过升高高度，可以避免喷嘴划伤打印件的顶表面。将“回抽垂直抬升”设置为希望喷嘴升起的距离。例如，你输入 0.5mm，在移动到一个新位置前，喷嘴将总是抬升0.5mm。





## 底面边角孔洞和缝隙

构建 3D 打印零件时，每一层都依赖于下一层的基础。但是用于打印的塑料量也是一个问题，因此必须在基础强度和所用塑料量之间取得平衡。如果基础不够坚固，您将看到各层之间出现的孔和缝隙。

### 边沿周长不足

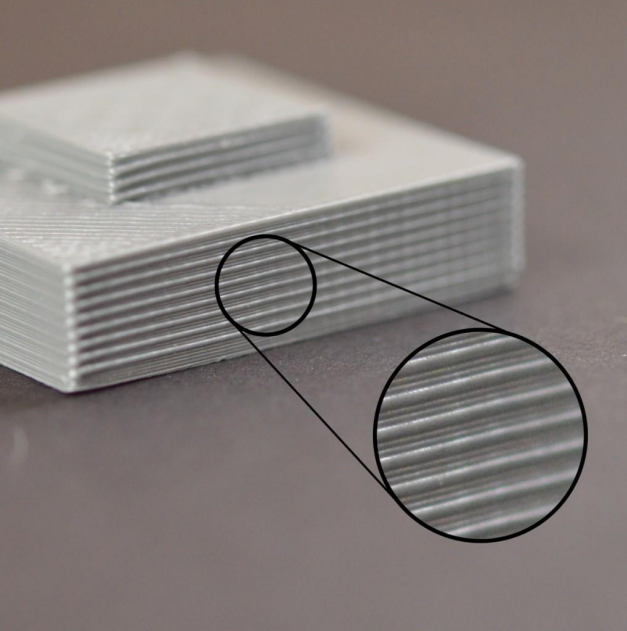
在零件上添加更多轮廓周长将大大提高基础的强度。由于零件的内部通常是部分中空的，因此周壁的厚度会产生很大的影响。要调整此设置壁厚，从原先3层增加到4或5层

### 顶层实体层不足

基础薄弱的另一个常见原因是没有足够的固体层覆盖打印的顶部表面。薄的上壁将无法充分支撑印在其顶部的结构。可以通过单击并选择“层厚”选项来调整此设置。如果您以前仅使用 2 层顶层实体层，请尝试使用 4 层顶层实体层进行相同的打印，以查看基础是否得到改善。

### 填充率过低

您应该检查的最终设置是用于打印的填充百分比，由“过程设置”下的滑块说明或在“填充”选项卡下找到。最上面的实心层将构建在填充物的顶部，因此重要的是要有足够的填充物来支撑这些层。例如如果以前使用的填充百分比为 20%，请尝试将该值增加到 40%，以查看打印质量是否得到改善。



## 侧面线性纹理

3D 打印零件的侧面由数百个单独的图层组成。如果一切正常，则这些层将看起来像是一个光滑的表面。但是，如果仅这些层之一出了问题，通常可以从打印件的外部清晰看到。这些不适当的层看起来像零件侧面上的线或脊。很多时候，缺陷似乎是周期性的，这意味着线条以重复的方式出现

### 挤出不一致

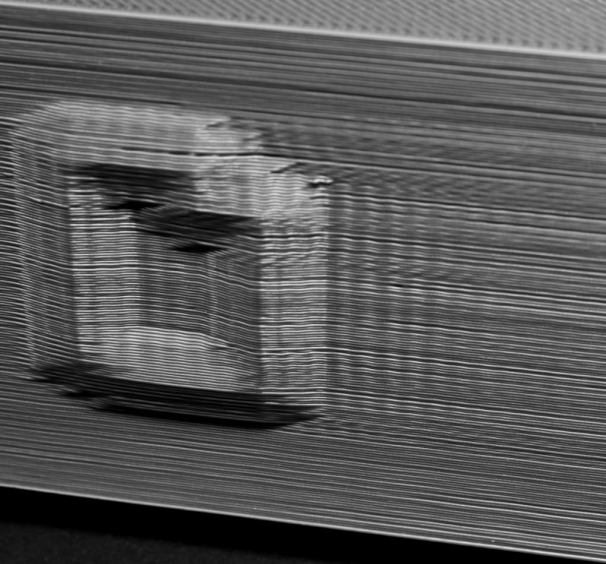
造成此问题的最常见原因是线材质量差。如果线材的公差较大，那么您会在打印的侧壁上看到这种变化。例如，如果您的线材直径在卷轴的长度上仅变化 5%，则从喷嘴挤出的塑料的宽度可能会变化 0.05mm。这种额外的挤压将形成一个比其他所有涂层都宽的层，最终看起来像打印件侧面上的一条线。要创建一个完美光滑的侧壁，您的打印机需要能够产生非常一致的挤压，这需要高质量的塑料。

### 温度变化

大多数 3D 打印机使用热敏控制器来调节挤出机的温度。如果此热敏控制器的调整不正确，则挤出机的温度可能会随时间波动。由于热敏控制器的工作方式的性质，这种波动通常是周期性的，这意味着温度将随着正弦波模式而变化。随着温度升高，塑料的流动可能与温度较低时的流动不同。这将导致打印件的层不同地挤出，从而在打印件的侧面形成可见的隆起。

### 机械问题

如果不知道造成不一致的挤出和温度变化的原因，则可能是机械问题导致了打印面上的线条和隆起。例如，如果打印台在打印时摆动或振动，则可能导致喷嘴位置发生变化。这意味着某些层可能比其他层稍厚。这些较厚的层将在打印的侧面产生隆起。另一个常见问题是 Z 轴螺纹杆的位置不正确。



## 振动和振纹理

振纹是一种波浪形的图案，由于打印机的振动或摆动可能会出现在打印件的表面上。通常，当挤出机突然改变方向（例如靠近尖角）时，您会注意到此模式。例如，如果要打印 20mm 的立方体，每次挤出机去打印方块的另外一个面，它需要改变方向。当这些突然的方向变化发生时，挤出机的惯性会产生振动，这在打印件本身上是可见的。

### 打印速度太快

引起振纹的最常见原因是打印机试图太快地移动。当打印机突然改变方向时，这些快速移动将产生附加力，从而导致挥之不去的振动。如果您觉得打印机的移动速度太快，请尝试降低打印速度。

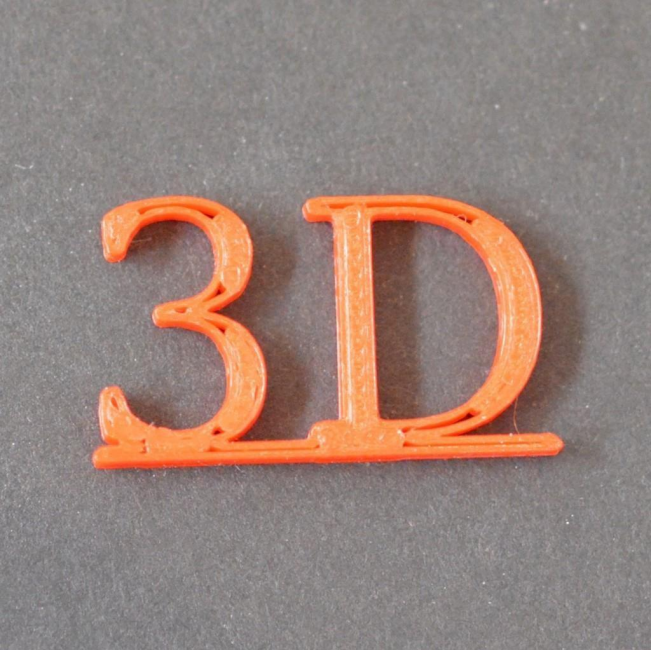
### 固件加速

在 3D 打印机的电子设备上运行的固件通常实施加速控制，以防止方向突然改变。加速设置将导致打印机在改变方向之前缓慢提高速度，然后缓慢减速。此功能对于防止振纹至关重要。如果您习惯使用打印机的固件，甚至可以尝试降低加速设置，以使速度更缓慢地变化。这可以帮助进一步减少振纹。

### 机械问题

如果没有其他方法能够解决振纹问题，那么您可能希望查找可能引起过度振动的机械问题。例如，可能存在松动的螺钉或损坏的支架，松动的皮带，结构的缺陷，从而可能导致过度的振动。在打印机运行时，请仔细观察它，并尝试确定振动的来源。我们有很多用户最终将这些问题归结为打印机的机械问题，因此当上面的建议无效时，有必要检查一下。





## 薄壁缝隙

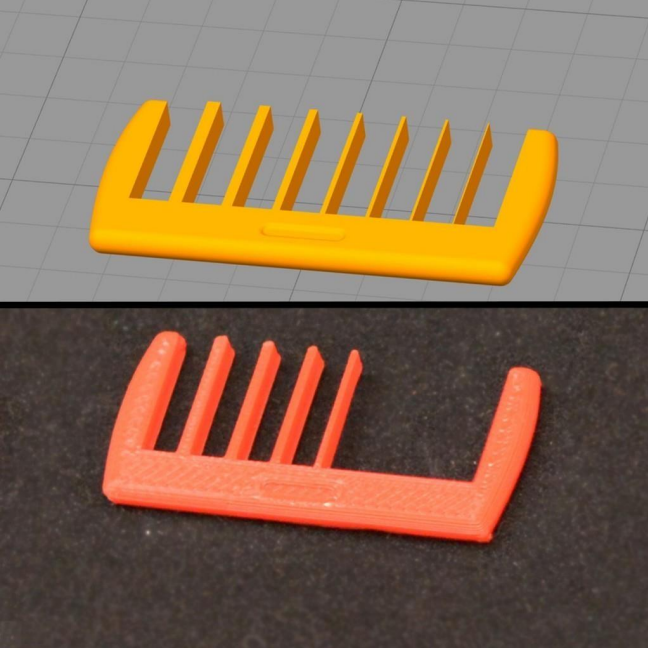
由于 3D 打印机有固定大小的喷嘴，因此在打印只比喷嘴直径大几倍的薄壁时，您可能会遇到问题。例如，你可能用 0.4mm 的喷嘴，打印 1.0mm 厚度，则可能需要进行一些调整，以确保打印机创建的壁完全牢固且中间没有空隙。

### 调整薄壁行为

需要验证的第一个设置是薄壁设置。要查看这些设置，默认选项通常使用一种称为“间隙填充”的东西来填充薄壁之间的小间隙。这将创建一个来回填充模式，该模式会进行调整以填充这些细小的间隙之间的空间。但是，该软件还包括另一个有用的选项，该选项可以单次填充这些薄壁。要启用此选项，请将内部薄壁类型更改为“允许单次挤出填充”。这将使用动态单次挤出，该挤出将调整大小以完美填充这些壁之间的间隙。

### 修改挤出宽度以便更好的适应

在某些情况下，可能会发现改变从喷嘴中挤出的塑料的尺寸会更好。例如，如果要打印 1.0mm 厚的壁，那么如果将喷嘴设置为 0.5mm 的挤出口，则可以实现快速而牢固的打印。这对于壁厚相当一致的零件最有效。



## 细节打印不出

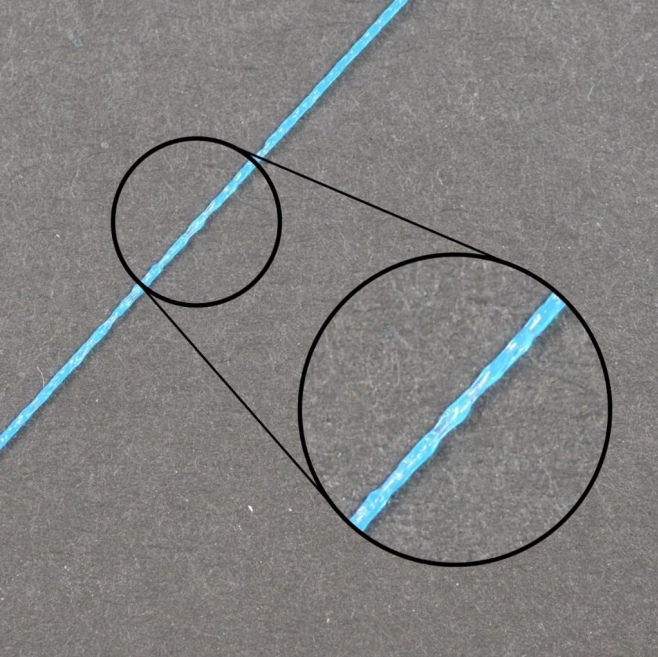
大多数 3D 打印机都有固定的喷嘴尺寸，该尺寸确定 XY 方向上的零件分辨率。常用的喷嘴直径为 0.4mm 或 0.5mm。尽管这对于大多数部件都适用，但在尝试打印小于喷嘴尺寸的超薄特征时，您可能会遇到问题。例如，如果您尝试使用 0.4mm 直径的喷嘴打印 0.2mm 厚的壁，那是不可能打印出来的。

### 重新设计有薄壁模型

如果在打印这些较细的特征时仍遇到问题，则另一种选择是重新设计模型，使其仅包含大于喷嘴直径的特征。这通常涉及在原始 CAD 软件包中编辑 3D 模型以修改小特征的大小。增添了小功能后，可以将模型重新导入到切片软件中，以验证打印机能够复制您创建的 3D 形状。如果特征能在预览模式中看到，那么打印机可以打印经过修改的特征。

### 安装开孔直径更小的喷嘴

在许多情况下，您将无法修改原始 3D 模型。例如，它可能是别人设计的一部分，或者是您从互联网上下载的一部分。在这种情况下，您可能要考虑为 3D 打印机购买第二个喷嘴，使其能够打印较小的特征。许多打印机都有可拆卸的喷嘴头，这使得这些售后市场的调整非常容易。例如，许多用户购买了 0.3mm 喷嘴和 0.5mm 喷嘴以提供两种选择。



## 挤出不稳定

为了使打印机能够创建准确的零件，它需要能够挤出非常稳定的塑料量。如果此挤压在打印的不同部分之间有所不同，则将影响最终的打印质量。通常可以通过在打印时仔细观察打印机来识别不一致的挤出。例如，如果打印机正在打印一条 20mm 长的直线，但是您注意到突出部分看起来很凹凸不平或大小不同很明显。

## 线材被卡住或缠结

应该检查的第一件事是正在送入打印机的塑料线轴。需要确保该线轴能够自由旋转，并且要轻松地在线轴上解开塑料。如果线材缠结，或线轴的阻力太大，无法自由旋转，则会影响长丝均匀地通过喷嘴挤出的均匀程度。

## 挤出机堵塞

如果长丝不缠结，很容易将其拉入挤出机，那么接下来要检查的是喷嘴本身。喷嘴内可能有一些小碎屑或异物，妨碍了正确挤出。一种简单的检查方法是使用控制面板从喷嘴中手动挤出一些塑料。观察以确保塑料均匀均匀地挤出。如果发现问题，歪歪扭扭挤出，则可能需要清洁喷嘴或更换喷嘴。

## 层高过低与平台不平

如果细丝自由旋转且挤出机未堵塞，看看是否设置错误层高，如果您试图以极低的层高（例如 0.01mm）进行打印，则塑料几乎没有空间离开喷嘴。第二原因是检查平台是否不平，存在凹凸点位导致。



## 挤出宽度错误

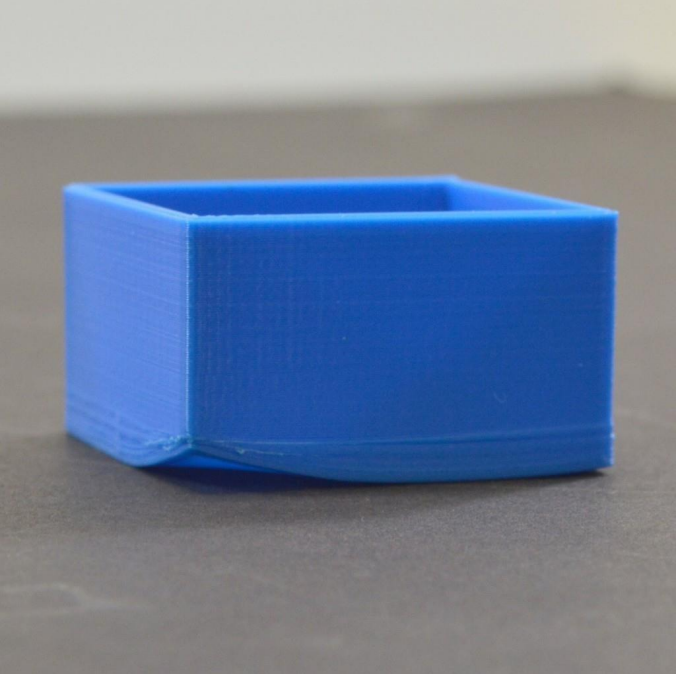
在切片软件中要检查的另一项设置是为挤出机指定的挤出宽度。如果挤出宽度明显小于喷嘴直径，则可能会导致挤出问题。通常，挤出宽度应在喷嘴直径的100-150 % 之内。如果挤出宽度远低于喷嘴直径（例如 0.4mm 喷嘴的挤出宽度为0.2mm），则挤出机将无法推动恒定的长丝流动。

## 耗材质量差

我们尚未提到的导致挤出不一致的最常见原因之一是打印时所用线材的质量。低质量的线材可能包含影响塑料稠度的额外添加剂。其他可能具有不一致的线材直径，这也将导致不一致的挤出。最后，许多塑料还具有随时间降解的趋势。例如，PLA 倾向于吸收空气中的水分，随着时间的流逝，这将导致打印质量下降。这就是为什么许多塑料线轴在包装中都包含干燥剂以帮助去除线轴中所有水分的原因。如果您认为线材可能有故障，请尝试将线轴更换为新的，未打开的高质量线轴，以查看问题是否消失。

## 机械挤出机问题

如果已经验证了上面的所有内容，但仍然存在挤出不一致的问题，那么您可能要检查挤出机的机械问题。例如，许多挤出机使用带有咬合线材的尖齿的驱动齿轮。这使挤出机可以轻松地来回移动线材。这些挤出机通常还包括调节装置，该调节装置改变将驱动齿轮压入线材中的强度。如果此设置太松，则驱动齿轮齿将无法切入线材足够远的位置，从而影响挤出机精确控制线材位置的能力。



## 翘曲/翘边

当开始打印较大的模型时，您可能会开始注意到，即使零件的前几层已成功粘附到工作台上，但随后零件仍会开始卷曲和变形。这种卷曲可能非常严重，以至于实际上导致模型的一部分与床分离，并可能导致整个打印最终失败。当使用高温材料（例如 ABS）打印非常大或非常长的零件时，这种现象特别常见。造成此问题的主要原因是塑料在冷却时趋于收缩的事实。

### 使用加热床

许多机器配备了加热床，可以帮助在整个打印过程中使零件的底层保持温暖。对于 ABS 之类的材料，通常将加热床温度设置为 100-120°C，这将大大减少这些层中的塑料收缩量。要调整您的加热床温度

### 禁用风扇冷却

到目前为止，您可能已经意识到，对于易于翘曲的零件，冷却可能是个问题。因此，许多用户喜欢在使用 ABS 之类的材料进行打印时完全禁用所有外部冷却风扇。这使所有层都可以长时间保暖，从而增加了成功的机会。您可以通过在风扇速度百分比中单击过程设置来验证风扇速度设置。

### 使用加热的机箱

虽然加热床可以使零件的下部保持温暖，但是一旦开始打印越来越高的物体，可能难以保持零件的上部收缩。在这种情况下，您可能会发现将打印机放置在可以帮助调节整个构建体积温度的机箱内很有用。为此，某些机器可能已经包括一个外部机壳。如果您的机器确实包括加热的机壳，请确保在打印过程中将门关闭，以免散发热量。



## 支撑上方的表面较差

有一个陡峭的悬垂或模型的一部分，但下面没有任何东西，则支撑结构可以为这些层提供基础。根据设置，可能会发现需要进行一些调整以完善零件底侧上支撑结构基础上方的表面质量。

## 降低层高

降低层高可以大大提高打印机的悬伸性能。例如，如果将层高从 0.2mm 减小到 0.1mm，则打印机将创建两倍的层，这使您的打印机在创建悬垂时可以采取较小的步骤。因此，您可能会发现在使用 0.2mm 的层高时，对于 45 度以上的任何悬垂都需要支撑结构，但是如果将层高降低到 0.1mm，悬垂性能可能会提高到 60 度。这具有明显的优势，可以减少打印时间并减少打印所需的支撑结构，但也可以使您在零件的底面上创建更平滑的表面。

## 支撑填充百分比

就像零件的内部一样，您也可以通过更改支撑填充百分比来调整支撑结构的密度。通常使用 20-40% 左右的值，但是如果零件的底层下垂过多，则可能需要增加该值。许多用户还喜欢将 密集支撑结构 用于此任务，因为它们允许您为大多数支撑使用较低的密度，并且仅在支撑结构的顶部附近使用较高的填充百分比。

## 支撑接触面设置

用户还可以通过增加调整支撑接触面，自动生成一层支撑面来承托打印的实体模型，换句话讲就是先打印一个较为光滑的平台，模型将会在这个平台上打印，后期把平台剥离即可

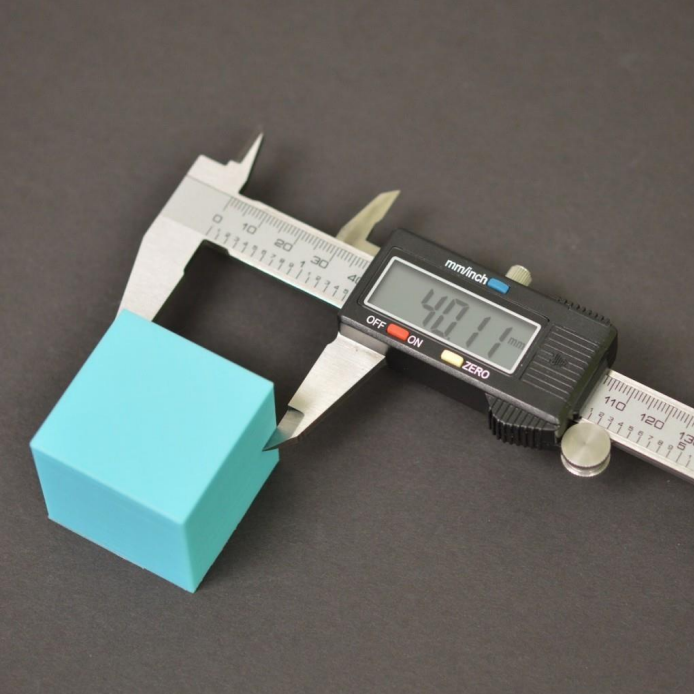


## 垂直分割层

创建可移除的支撑结构需要在提供给模型的支撑量与移除支撑的容易程度之间达到良好的平衡。如果您为模型提供了过多的支撑，则支撑结构可能会开始粘结到零件上，从而使其难以分离。如果只提供很少的支撑，则一次性支撑结构将很容易卸下，但是零件可能没有足够的基础来成功打印。切片软件允许您自定义分离设置，以便您可以在这些不同因素之间选择正确的平衡。您要检查的第一个设置是上部垂直分隔层。此设置确定在支撑结构和零件之间还剩下多少空层。例如，如果要使用与零件相同的材料来打印支撑结构，通常至少使用 1-2 个垂直分隔层。否则，如果您使用了 0 个分隔层，并且要使用相同的材料打印所有内容，则支撑可能会粘结到零件上，并且可能变得难以移除。

## 使用第二台挤出机

如果您的机器配有 2 台或更多台挤出机，则可以通过使用其他材料作为支撑结构来实现明显改善。例如，使用可溶于水的 PVA 作为支撑件在 PLA 上打印零件非常普遍。因为模型和支撑结构是用不同的材料打印的，所以它们之间的粘接不会那么容易，这使您可以更好地支撑零件。如果对支撑结构使用其他材料，则可以经常将上垂直分隔层减小为零，并将零件的水平偏移减小到约 0.1mm。



## 尺寸偏差

如果要创建需要精确装配在一起的大型装配体或零件，则 3D 打印零件的尺寸精度是非常重要的。有许多常见因素会影响此精度，例如过度挤出或过度挤压，热收缩，线材质量，甚至第一层喷嘴对齐。

### 第一层影响

第一层的设置可能会影响尺寸精度。如果喷嘴对于打印的第一层来说太高或太低，则可能会严重影响零件的下一个 10-20 层。例如，如果您要打印一个 0.2mm 厚的层，但是您的喷嘴距离床仅 0.1mm，则这种多余的塑料可能会使第一层太大。以后的层也可能会受到该层上多余塑料的影响，这会在零件底部形成多个超大尺寸的层。因此，在花费过多时间来完善打印件的尺寸精度之前，您需要验证测量值不受第一层位置的影响。一种常见的实现方法是打印 50-100 层的模型，然后仅测量最上面的 20 层左右。这些顶层与打印在平台的第一层相距很远，因此可以最大程度地减少喷嘴定位的影响。在继续进行以下部分之前，请确保您的测量遵循这些准则。

### 挤出不足或过度

既然知道正在使用不受第一层位置影响的精确测量，如果挤出系数太低，您可能会开始发现周长之间的间隙，顶表面的孔以及小于预期大小的零件。如果挤出倍数过高，则可能会发现顶层倾向于向上凸出，而零件则大于预期。同样，在继续以下部分之前，您将需要验证挤出倍是否已正确校准。

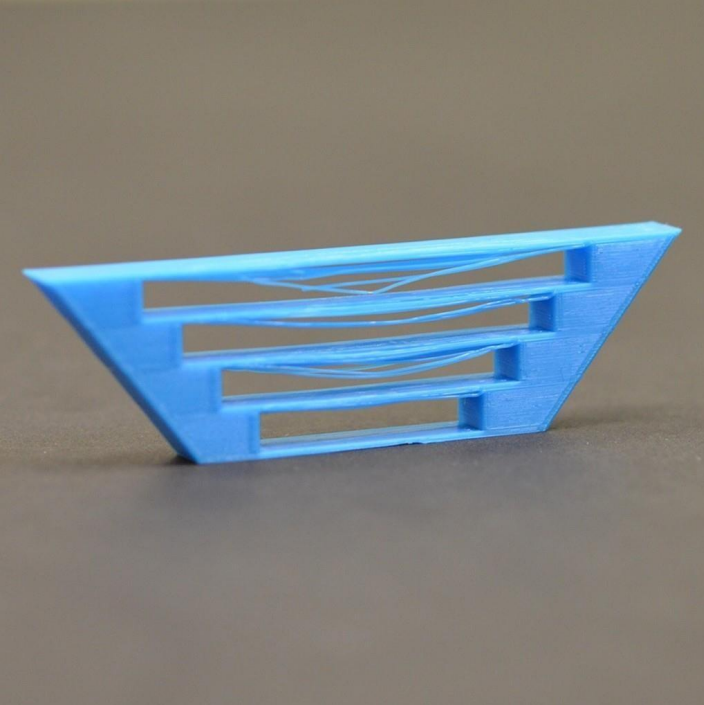
## 恒定尺寸误差

如果您已完成上述步骤，但是打印尺寸仍不正确，在某些切片软件里面可以精确偏移打印边缘以解决这些差异。此设置标记为“水平尺寸补偿”，可以在“过程设置”的“其他”选项卡上找到。例如，将此值设置为-0.1mm 将在 X 和 Y 方向上将模型缩小 0.1mm。当尺寸误差一致时，即使打印不同尺寸的模型，此设置也能发挥最佳效果。例如，如果零件始终过大 0.1mm，不管模型是 20mm 宽还是 100mm 宽，那么此设置都可以轻松解决该差异。

## 尺寸误差增大

如果注意到打印较大零件时尺寸误差趋于增加，则可以调整其他设置。例如，如果您的打印对于 20mm 宽的部分来说小了 0.1mm，但是对于 100mm 宽的打印件来说小了 0.5mm，那么问题可能出在热收缩。对于像 ABS 这样的高温材料，这可能是一个常见问题，因为塑料在冷却时趋于收缩。切片软件包括几个选项来帮助实现此目的。首先，您需要确定收缩率。在上面的示例中，该零件在 20mm 的打印面上收缩了 0.1mm，因此收缩百分比为  $0.1 / 20 = 0.5\%$ 。解决此错误的最简单方法是在界面中双击模型并将比例设置为 100.5%。如果您发现自己始终如一地进行这些更改，您还可以设置导入操作，以在每次导入新模型时自动执行此缩放。





## 架桥不良

桥接是一个术语，是指需要在两点之间挤出而没有来自下方的任何支撑的塑料。对于较大的桥，您可能需要添加支撑结构，但是通常可以在不使用任何支撑的情况下打印较短的桥以节省材料和打印时间。当您在两点之间桥接时，塑料将被挤出间隙，然后迅速冷却以建立牢固的连接。为了获得最佳的桥接效果，您需要确保使用这些特殊段的最佳设置正确校准打印机。如果发现挤出段之间下垂，下垂或间隙，则可能需要调整设置以获得最佳效果。

### 冷却散热差

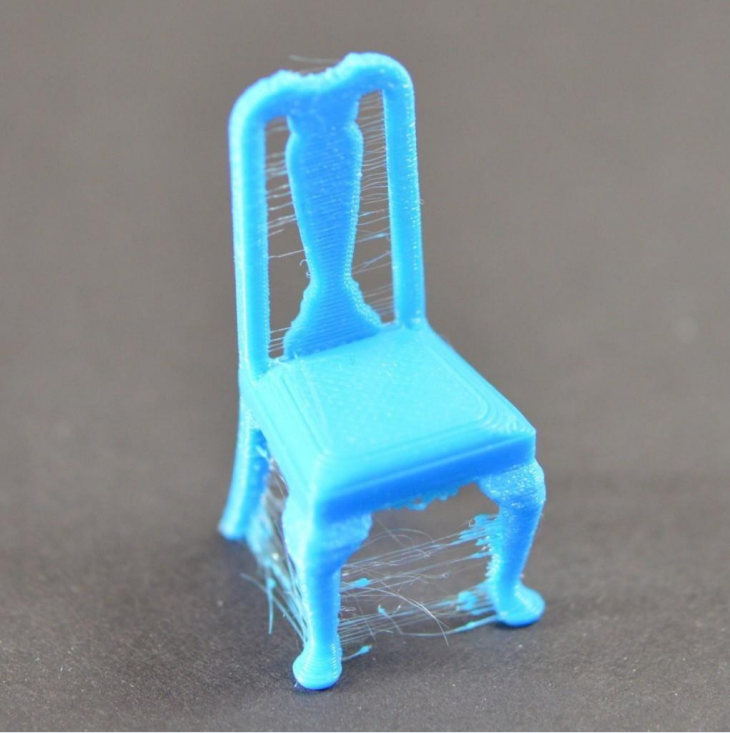
架桥环节对散热冷却的要求极高，越长的架桥难度越大，不同的机器喷头散热风扇角度不一，模型打印的方向不一，都会影响到架桥的性能，首先需要检查风扇是否开启并正常工作。

### 检查用于桥接填充物的角度

切片软件将自动计算出最佳的填充方向，以用于您的桥接区域。例如，如果您在X 轴上对齐的两个支柱之间桥接，则软件将自动更改该区域的填充方向，以确保填充也沿 X 轴拉伸。这样可以大大提高成功的机率，因此，如果您发现桥接结果不佳，则需要仔细检查以确保填充物的方向正确。

### 使用支撑来撑起更长的桥梁

如果在调整完上述设置后无法获得想要的结果，您可能会发现添加支持结构将使您获得最佳质量。支撑结构将为架桥区域提供额外的基础，从而大大提高其成功的几率。您可以启用整个模型的支持生成，或者使用部分支撑来辅助完成架桥环节



## 拉丝或垂料

当在 3D 打印模型上留下少量塑丝线时，就会发生拉丝（也称为垂料，胡须或“毛状”打印）。这通常是由于挤出机移至新位置时塑料从喷嘴垂出

### 回抽距离

最重要的回抽设置是回抽距离。这将确定从喷嘴中抽回多少塑料。通常，从喷嘴回抽的塑料越多，喷嘴在移动时垂出料的可能性就越小。大多数直接驱动式挤出机仅需要 0.5-2.0mm 的回抽距离，而某些 Bowden 挤出机可能需要 15mm 的回抽距离，因为挤出机驱动齿轮和加热喷嘴之间的距离更长。如果打印件出现拉丝现象，请尝试将回抽距离增加 1mm，然后再次测试以查看性能是否有所提高。

### 回抽速度

检查的下一个回抽设置是回抽速度。这确定了线材从喷嘴回抽的速度。如果回抽速度太慢，塑料将缓慢地从喷嘴中垂出，并可能在挤出机移至新目的地之前开始泄漏。如果回抽得太快，细丝可能会与喷嘴内的热塑料分离，或者驱动齿轮的快速移动甚至会刨掉线材表面部分。

### 温度太高

检查回抽设置后，造成过度拉丝的下一个最常见原因是挤出机温度。如果温度太高，喷嘴内的塑料会非常粘稠，并且更容易从喷嘴漏出。但是，如果温度太低，则塑料仍会有些结实，并且很难从喷嘴中挤出。如果感觉到正确的回抽设置，但仍然遇到这些问题，请尝试将挤出机温度降低 5-10 度。这会对最终打印质量产生重大影响。

## 悬空移动距离太长

正如我们上面讨论的那样，当挤出机在两个不同位置之间移动时发生拉丝，并且在移动过程中，塑料开始从喷嘴垂出。该运动的时间长短对垂出量有很大影响。短暂的移动可能很快，以至于塑料没有时间从喷嘴渗出。但是，长时间移动很可能会产生拉丝。

## 移动速度

最后，您可能还会发现提高机器的移动速度还可以减少挤出机在零件之间移动时垂出的时间。您可以通过单击过程设置的“速度”选项卡来验证机器正在使用的运动速度。X / Y 轴移动速度代表左右移动速度，通常与挤出机在户外移动所花费的时间直接相关。如果您的机器可以以更高的速度移动，您可能会发现增加此设置也可以减少零件之间的拉丝。