

FDM打印工艺优化

■ 江门市新会区会城邦诺模具加工部 (广东江门 529100) 柯秉光

摘要: 根据FDM打印的特点,从产品结构的角度探讨优化FDM打印件质量的打印工艺。引入打印支撑结构,提高产品质量。

关键词: FDM打印;特点;结构;打印支撑



设计部经理 柯秉光

随着3D打印的不断推广,越来越多生产商在产品正式推出之前,使用3D打印机进行手板的制作或者小批量的试产。FDM打印是目前性价比较高、使用较广的一种打印方式,尽管操作比较简单,但要打印出高质量的打印件,还需要根据产品结构优化打印工艺。

1. FDM打印的特点

从产品评估的角度来看,尺

寸精度、产品强度以及表面粗糙度是三个重要的指标。这三个看似独立的指标,其实都源于FDM成形原理而且密切相关。3D打印的工作原理是逐层加工叠加成形,FDM打印(熔融沉积成形)在这一原理的基础上还多了一个反复加热冷却的过程。

以圆柱体打印为例,图1所示为直径3mm、长50mm的圆柱,分别采用水平与竖直两种放置方式进行打印。由于两种方式圆柱与打印平台的接触面积都很小,于是添加了辅助裙边提高附着强度。打印完毕并清除辅助结构后,对比一下圆柱的横截面:水平打印的横截面由同向的条纹组成,开始层与结束层有缺失,轮廓断续不完整;竖直打印的横截面是实心的,轮廓是完整的圆

形。因此,FDM打印件的表面有个特点:打印表面趋于垂直表面更光滑;打印表面趋于水平(水平放置的平面除外)表面粗糙,大弧度的曲面会有层缺失的现象。把两根圆柱端面对齐,左右手分别握住两端同时进行折弯测试。当折弯至150°时,竖直放置的圆柱折断了,水平放置的圆柱仅出现细微的裂痕。所以FDM打印件的产品强度呈现各向异性,即层切面方向的刚性比垂直方向的低,这是打印层之间的附着力相对较低的表现。以10mm为一段,用卡尺分别测量两根圆柱各段的直径:水平放置的圆柱尽管剖面不圆,但各段相同位置公差在 $\pm 0.03\text{mm}$;竖直放置圆柱根部直径为3.08mm,10mm高的直径为3.02mm,30mm高的直径为

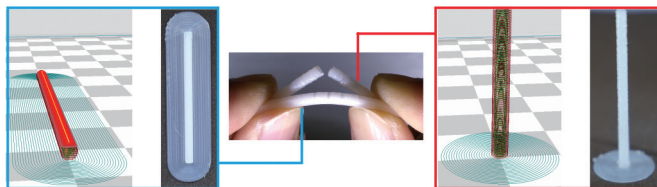


图1 圆柱的放置方式与折弯测试

3.15mm，往上的剖面直径基本是 (3.15 ± 0.03) mm。造成竖直放置圆柱剖面直径变化较大的主要原因有两个：一是温度影响了收缩，由于打印过程中打印平台恒温在 70°C ，所以根部的尺寸偏大；二是由于长径比大，导致打印过程中较高的部分有轻微的晃动，所以剖面直径偏大。

2. 产品结构与打印支撑

在FDM打印之前，要根据产品的实际使用情况，选用打印件放置的方式并确保打印件与打印平台有足够的附着力，以提高打印件的强度与表面质量。在使用允许的前提下，尽量采用打印壁厚均匀的空心模型，以减少因材料冷却收缩引起的精度降低甚至产品变形，选择合理的填充结构与比例，保证空心模型的强度。事实上，我们要打印的产品大多都是不规则结构的，比如一些悬空、悬垂的结构，仅凭上述方法不足以解决问题，需要引入打印支撑结构。图2用一个简化的图形，以打印表面与打印平台的夹角关系，列出了几种需要添加支撑的产品结构：悬空、悬垂、横梁和拱形。广义来说，非垂直的结构都属于悬空，但图2中BC、DE、GI不需要添加支撑，因为打印部分切向与打印平台夹角大于 45° 。悬垂结构GL对产品整体

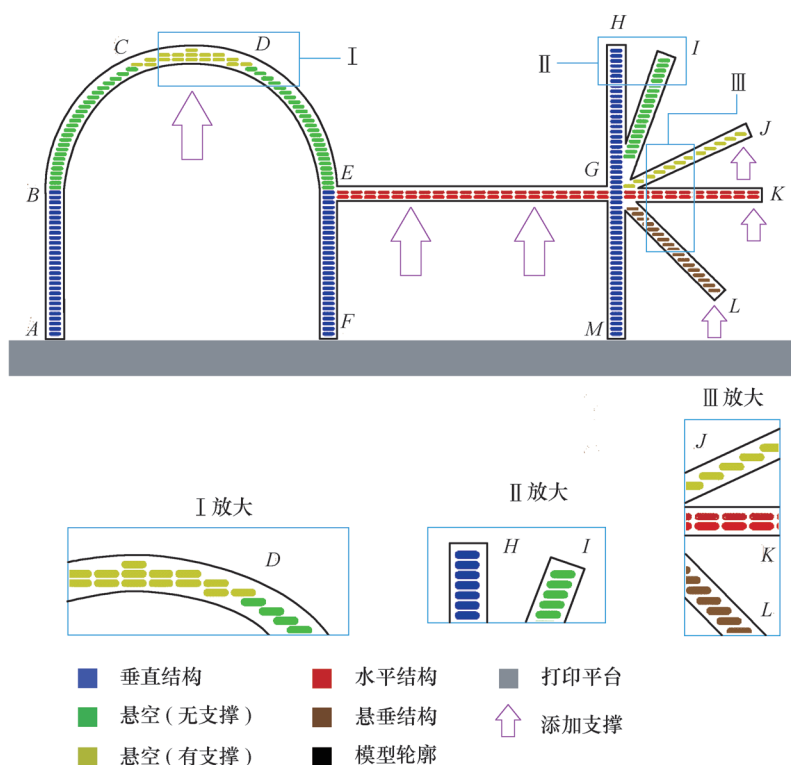


图2 模型结构与支撑

来说是先分开后连接，所以必须有支撑点。横梁EG、GK是水平悬臂，也必须有支撑才能保证产品的形状与精度。拱形CD可以看作是悬垂与横梁的极限结合体，所以大跨度的拱形也建议添加支撑。另外图2中的放大图也显示出不同结构内部的打印层结构，I放大图也作为水平放置圆柱横截面的简化显示。

3. 结语

3D打印的出现给传统的产品设计带来了一场革命，也是现代加工方式的重要补充。在汽车、

航空航天领域，3D打印零部件的使用稳步增长，针对3D打印零件的设计、仿真软件也越来越先进，不少老牌的工业设计软件也加入了3D打印功能。3D打印给设计师带来了神兵利器，能否驾驭为其所用也是一个挑战，若能基于传统理念不断拓宽思维，将会给人们带来更多的惊喜。

参考文献：

- [1] 柯秉光. 3D打印超简单不会建模也能玩转[M]. 北京：机械工业出版社，2017.

MW（收稿日期：20191226）

《金属加工（冷加工）》刀具、模具制造栏目征稿

《金属加工》（原名机械工人）杂志创刊于1950年，由机械工业信息研究院主办，属于国家级期刊。创刊70年来，一直关注制造业的发展变化，期刊内容来

源于生产、服务于实践，被誉为“一部机械制造技术的长卷”。

《金属加工（冷加工）》设有多个常规栏目，现“刀具”、“模具制造”栏目面向广大制造

业内人士征集稿件，欢迎大家踊跃投稿。

目前我刊采用网上投稿平台投稿，请在网站<http://tougao.mw1950.cn/>上注册后投稿。