

基于 FDM 的 3D 打印机的研究与分析

王俊杰 庄自蹊 孔令鑫 唐书娅

南京工程学院 江苏 南京 210000

【摘要】材料快速成型技术随着 3D 打印技术的兴起,开始变得很适合产品或者零部件的加工和制作,可以说 3D 打印技术会在材料的加工工艺和产品的生产方向引起一项大胆变革。本文仅从 3D 打印机的成型工艺和具体的过程来加以介绍和分析,并且结合 FDM 类型的 3D 打印机的工作流程,来进行 3D 打印机的进一步详细分析。

【关键词】FDM; 快速成型; 工艺

1 3D 打印机工艺原理

随着国家对于制造业产业升级的调整与智能化程度的看重,使得国内相关的制造业企业,都在进行新一轮的自我更新和创新,推出了更为强大的技术方法和工具来自我推动,希望可以很好地占据产品研发和产品生产的市场份额。目前逐步提出了大量的创新思维的制造理念和开发出来许多相应的工具设备。在折现前端的制造技术当中,结合计算机技术和自动化系统的三维打印显得格外耀眼。总的来说,三维打印技术依托于计算机的辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM),是目前来说一项较为先进制造技术,能够快速、高效、便捷地进行产品的加工和形成,尤其是其在非标结构方向的运用更是具有极大的优势。

传统机械加工或数控加工的生产过程限制较多,需要进行原型设计—加工工艺选择—加工制造制定—零配件的配合组装,在这过程中环节的联系性过于紧凑,而且很多时候在具体的生产过程中,又会由于加工设备的不适合或产品过于复杂等诸多问题,使得任一环节的问题都会致使整个流程断送。而三维打印将设计到生产以及调试过程结合在一起,其作为一种利用三维模型的数据通过材料的逐层叠加而获得三维实体的工艺,很大程度上与传统工艺的生产思维的逆向过程。

二者的加工成型技术区别很是明显,一个是通过增材叠加制造,另外一个则是减材切削制造。因此从其工作原理来看,三维打印技术将提前设计和调试好的虚拟模型数据化之后,以适合比例厚度进行层层分离叠加,按照模型数据分析过程从底部到上端的顺序依次打印每一个层片,与此同时,层与层之间依靠材料处于不同环境下所产生的特性相互粘合,通过层层打印、层层粘合最终得到模型实体呈现。其大致的加工工艺链如下:先通过绘图软件进行产品的设计和分析形成三维模型,之后

将模型进行数据化得到所切合打印机打印过程的数据,之后进行打印前的调试和检测分析,在确定打印情况正常的情况下进行模型的打印,打印结束之后再进行产品的优化等后处理的过程,完成整个工艺链环节。



图 1 3D 打印机加工工艺链

2 3D 打印特性分析

依据上述的工艺链来看,与传统机加工或者数控加工等传统加工工艺比较,3D 打印包含的特征优势还是十分明显的:

首先,其不需要特定模具的制作,能够根据事先设计好的工件的三维模型获得任意复杂型状的物体,不需要其他模具设备的模型设计和制作。这一点在非标准结构的需要和制作方向显得十分的便利和使用,可以打印出传统方法难以加工的零件,由于传统的加工方法是切削打磨来减材制造,即是把毛坯件不需要的地方给切掉。或者是使用模具,把材料融化进去得到所需零件,这

样形成的零部件很大程度上既浪费资源，又容易使得零件不达标。

其次来说，3D 打印在产品的生产和制作过程当中，工艺周期短，但同时有着很多的制作配合精度。与传统工艺先制造模具后制作产品的过程相比，3D 打印的工艺周期较短，并且可以将零件产品制作的更加精密。

另外，成本低，因为 3D 打印是材料的叠加成型，所以会在很大程度上进行材料的完全利用，会省去在模具开发以及边角废料的很大成本，比较而言其成本优势显得格外明显。

此外，与传统作业对于黑色金属材料的大规模利用而言，3D 打印的制作材料选择更多，而且更多的是高分子的复合材料，在硬度、质量、强度和任性方向会有很多的选择和比较。

以上仅限于部分优势特征，但同时我们也有了解的是，3D 打印毕竟仍属于前端技术，在实际的落地和投入使用的过程中仍有一段路要走。

3 FDM 类型工作方式

就目前来说，市面可见的 3D 打印机都是属于 FDM 类型的 3D 打印机。FDM，熔融沉积成型（Fused Deposition Modeling, FDM），是材料加工的一种典型的快速成型工艺。

现下，FDM 三维打印机类型众多，在不同方向的应用也呈现着不同的效果。桌面级的 FDM 打印机多用于实验室或者科研的试验阶段，其价格相对便宜，但是打印尺寸有限，操作软件可控参数相对较少；而大型的 FDM 打印机多用于工厂模型制作，可控性强，打印尺寸大，持续打印时间长，但价格十分昂贵。而在结构的具体方向，FDM 三维打印机主流结构有两种：一种是基于笛卡尔坐标系的 XYZ 型，代表机型有 prusa i3、箱体式等；第二种是以 delta 结构为基础的并联臂型，代表机型主要是 Kossel 三角洲。两种结构在很多方面都呈现出很多的区别，包括了外观设计和工作运动原理。以其运动原理为例来加以阐述，XYZ 型打印机三轴相对独立，三轴分别控制打印机在 X、Y、Z 方向上的运动；而并联臂型打印机三个机械臂共同作用于喷嘴之上，三轴之间会相互影响，三轴协同控制打印机的运动，两种运动结构有其各自的优缺点，在此我们不加以展开论述，仅加以介绍。

在成型工艺原理方面，FDM 成型时采用的熔丝材料属热塑性材料，热塑性材料具有受热熔化受冷粘的特性，熔丝在数控程序代码的控制下层层堆积成形，如图 2 所示。加热喷头在数控程序的控制下，根据截面轮廓轨迹信息进行运动，在走完 X-Y 平面运动轨迹后，

喷头沿 Z 轴成型方向正方向移动一个分层厚度的距离。卷绕在丝轮中的热塑性材料通过供丝机构把熔丝运送至喷头的指定位置，并加热至成型软件中设定的温度，使熔丝呈熔融态，均匀地涂覆在成型平台上，一层冷却完成后再进行下一层涂覆，直至形成三维实体物件。

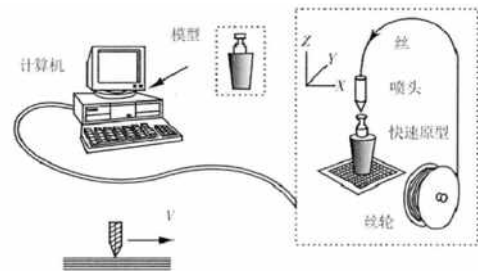


图 2 FDM 成型工艺原理图

具体展开分析来看，其成型工艺流程主要有：

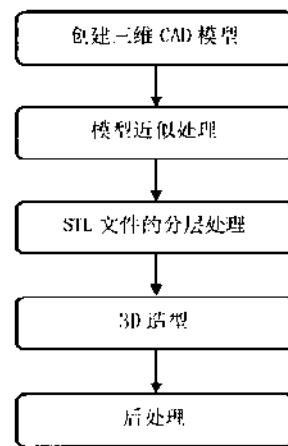


图 3 FDM 成型流程图

3.1 三维 CAD 模型构建

三维 CAD 模型设计，即零件造型。这是零件 3D 打印成型的前期步骤，零件设计合理与否，直接关系到成型件的成型效率和成型质量。

3.2 三维模型的近似处理

通过模型格式转换，得到 STL 文件，即将待成型零件模型离散化，形成打印数据的过程。

3.3 STL 文件的分层处理

由于 FDM 工艺的成型原理是分层叠加，所以必须得到每层的数据信息才能生成控制喷嘴运行的数控代码。

3.4 造型

产品的造型通常包括支撑结构的制作和原型件的分层堆积两个方面。

3.5 后处理

后处理的目的是增加制件的美观程度和表面光洁度。对于有支撑结构的成型件，去除支撑也是一项很重要的后处理内容。处理是否得当，直接影响制件品质。

综上所述,我们可以发现的是随着科技的不断发展和科研的不断深入,3D打印机的效率和质量都将有较快较好的发展,目前来说就打印的工艺流程来说,FDM的工艺流程已然较为便捷简单,但是在未来,能否将过程步骤进一步压缩,且同时更加智能化的处理,使得打印的产品或者零部件更加切合需要;同时在快速成型的材料的性能和特性分析上,以及在成型的原理上更加有所突破,使得成为材料成型方向一大新型的特色工艺,也未可知。就本文来说,仅是对FDM以及打印的流程及相关特性的部分分析与介绍,但仍希望可以对相关研究内容起到帮助作用。

【参考文献】

- [1] 王东立.面向模具制造的FDM快速成型技术研究[D].辽宁:辽宁科技大学,2016.
- [2] 李艳茹.基于FDM快速成型的质量精度研究及设备优化[D].内蒙古:内蒙古科技大学,2019.
- [3] 黄声德.面向FDM技术的宏微精密进给系统设计与优化[D].江西:江西理工大学,2019.
- [4] 刘雷.基于3D打印的快速模具关键技术研究[D].河北:河北科技大学,2018.
- [5] 周倩.FDM快速成型表面质量及其性能研究[D].山东:山东大学,2017.
- [6] 卜阳.水轮机运行中的故障处理分析[J].科技视界,2017(11):58.
- [7] 李传帅.基于FDM工艺的3D打印机成型精度研究[D].北京:华北电力大学,2017.
- [8] 朱景峰.基于FDM技术的快速成型机设计及工艺参数优化[D].宁夏:宁夏大学,2016.