

面向 3D 打印的混合支撑结构建模与设计

王文伟

内蒙古锡林郭勒职业学院 内蒙古 锡林郭勒 026000

DOI:10.18686/jxgc.v2i2.21253

【摘要】作为快速成型制造技术的一种,3D 打印技术的应用优势突出,能够直接从模型数据生成产品,能够有效缩短产品研制周期,这一技术的应用不会因为模型复杂度高导致整体的制造成本增加。现阶段,对于 3D 打印技术的应用在制造领域的研究越来越多,考虑到目前很多 3D 打印设备自身的单向制造特性,导致很多 3D 打印模型无法满足直接打印的需求,所以需要针对相应的模型进行处理,其中,混合制成结构件建模和设计很有必要。对此,本分析了面向 3D 打印的混合支撑结构建模和设计思路,为实现 3D 打印中的一些技术问题提供解决提供一些思路。

【关键词】3D 打印;混合支撑;结构建模;设计

就 3D 打印技术来说,这是一种自下而上的材料累积制造技术方法,也是增材制造技术的一种。3D 打印基于三维数据模型,将计算机相关软件作为控制基础,实现材料的逐层的叠加,真正实现从无到有的物品构建。相对于传统切削、钻孔等减材技术来看,这一打印技术的优势突出,它能够有效降低制造成本,满足个性化制造的要求,还能够突破形状限制,减少废料增加等。现阶段,3D 打印技术在很多领域都实现了应用,例如模具制造、生物工程、航空航天、工业制造、汽车制造、医学、建筑等领域,应用越来越广泛。

1 3D 打印技术流程

3D 打印技术是模型到产品的制造过程,也就是从刚开始的一个模型完成到产品的最终打印成型,完成一个必要的过程。在 3D 打印技术应用中,原始模型无论是借助 CAD 软件设计还是借助三维扫描获得相关点云数据,在技术加工处理中,都要将其进行转换,使其成为满足 3D 打印技术处理的数字文件,也就是 STL 文件,这一过程即为模型数字化的转化过程。此外,要确保整体的打印流程顺利进行,在具体的数字化过程中,还需要对一些模型进行优化处理,进行模型支撑结构设计、模型分割等,如果模型优化出现了问题,则会造成模型最终无法打印成功,所以,将这一过程总结为模型的可打印处理。针对优化处理后的模型实施分层处理,获得打印切片。再使用 3D 打印机对切片逐层成型,完成整体的模型打印。就目前的 3D 打印设备来看,包括点成型式、线成型式、面成型式,相应的成型打印技术也有其对应的技术应用特点,在具体的打印中需要对相应的技术部分进行质量控制。这就要求在 3D 打印技术应用中,必须要把握技术的打印工艺特点,这对模型优化处理具有重要意义。

2 模型支撑结构设计

在自然界中,大多数的结构都是优胜劣汰的存

在,而近年来,以仿生结构为支撑机构设计基础的设计方法得到了越来越广泛的应用。但是现阶段应用的方法多局限于单一结构,也就是对一个模型中的结构采取一种仿生结构设计。不过,在三维模型的不同部分中,其形状以及力学性能上的差异性比较明显,要是能够对模型的不同部分进行形状特征以及力学性能要求设计相应的支撑结构,对提升模型整体强度,有一定的积极作用。对此,在相应模型中进行多种支撑结构可行性的设计,研究混合内支撑结构设计方案,按照相应的形状差异,通过三维模型的划分来构建相应的组件,再对不同类型的部件进行不同背部结构生成设计,最终将两种不同的内部构建结合起来,实现模型中的连通,通过这样的方法能够实现混合结构应用,相对于单一类型的内部结构设计,其结构的强度和重量比都更加理想。

2.1 基于骨骼肌结构的 VCOL 组件支撑结构设计

就 VCOL 的主要形状类型来看,更多的是呈现柱状,这一结构中,主应力主要集中在轴向位置,对此,需要较强的轴向强度,保证轴向强度比径向和切向强度都要高。肌纤维结构属于一种多圆柱状结构,这类结构中,轴向强度也比较强,这正好满足了 VCOL 组件的要求,所以,借助仿真肌纤维结构进行

VCOL 组件的内支撑结构设计具有一定的可行性。因为肌纤维结构轴向界面的相关形态差异性明显,所以,使用轴向扩展方法中,需要把握有效的实施步骤。第一步是对于 VCOL 组件进行切割,使其和轴向切片图像相互垂直,第二步对切片图像和肌纤维结构实施混合运算,最后,生成内部的混合机构。在 MC(移动立方体)算法下将具备内部结构的相邻切片结合起来,就能够获得相应的内部支撑结构。

2.2 基于四面体晶体结构的 NCOL 组件支撑结构设计

NCOL 组件自身是没有应力方向的,也就是说,这一组件需要承受来自所有方向的载荷。在自然界中,很多超硬的材料,例如金刚石、宝石等,它们的强度都比较高,而它们都有相同的特征,就是内部具有晶体结构。就金刚石的内部结构来看,其与原子组成分子再由分子组成其他矿物质不一样,内部结构主要是碳原子整齐交错的结构,其中的各个碳原子和周边的四个碳原子直接组成四面正三角形形式,形成相应的立体结构,构成比较牢固的晶体结构。

针对具体的 NCOL 组件,使其和 TCS 结构进行运算,针对这一构件外部的 TCS 进行剪裁,保证 TCS 在组件中的完整结构,这样就能够获得一个包含 TCS 的 NCOL 组件。

针对相应的支撑结构进行设计,需要针对相关的参数进行调整,包括对 TCS 结构分辨率、球、杆等大小进行调整,这是因为,分辨率越高的情况下,结构的实际支撑强度也会更大,这样生成的打印模型强度也能够不断提高,而球、杆的尺寸大小和其强度也有密切关联,尺寸越大,强度越强。不过,调节分辨率和球、杆的大小,这一过程中都要消耗更多的材料,要保证相关的支撑强度平衡,保证消耗的材料和增加的强度对等,则需要在实际的应用中进行合理控制,做好科学地调节。

2.3 过渡结构设计

因为上述的两种组件是在前面步骤中单独生成的,因此需要一个过渡结构,这样才能够实现相邻组件的有效连接。过渡结构设计主要作用是为了满足相邻组件的连接需要,为构建完整的模型做好准备。在过渡结构设计中,需要遵守相关的原则:

第一,确保材料消耗尽量减少;

第二,确保模型内部相邻组件的连通性,构建连接的基础;

第三,保持模型强度稳定。

综上所述,进行过渡结构设计,需要涉及的内容

包含过渡层以及支撑杆设计。为了有效实现对 TCS 结构的应力分散,在过渡层中进行 TCS 结构侧的支撑杆添加,在确保两组件连通性的情况下,引入支撑杆,在相应过渡层中延伸过渡结构。具体做法是先将 TCS 结构投影到过渡层中,再在 TCS 的投影以及过渡层中进行运算,获得在过渡层的可支撑区域。在不影响过渡层连通性的情况下将后续的支撑杆添加到这个区域中。接下来,实施区域的聚类,放弃一些小区域,再针对相应区域应用算法采样,将以此获得的点均匀地分布在过渡层中,确保支撑杆在 TCS 结构应力上能够实现均匀分布。最后,在 TCS 的结构侧形成垂直于过渡层的平面法线,扩展形成相应的支撑杆,实现和 TCS 之间的结构相交。这样就能够实现相应的支撑杆能承受 TCS 的压力,对于提升模型的强度具有一定积极作用。

2.4 混合支撑结构与单一支撑结构对比

通过对比混合支撑结构和单一支撑结构的材料消耗情况以及产生的力学性能影响,能够对混合支撑结构有更好的评价和认识。在对比 MFS 或者是 TCS 的单一支撑结构和两种叠加在一起的混合支撑结构,打印完整模型和半成品。对比分析得出,两种混合支撑模型实体比 TCS 模型重,但是比 MFS 模型轻。此外,整体模型重量是半成品重量的两倍以上,半模型中不存在未成形材料,与相关模型内部结构连通性较好,所以整体打印模型中的未成型材料应该在打印产品表面挖孔倒出。整体模型重量没有半成品的两倍,可能是因为有部分未打印材料没有完全倒出。在对比集中结构模型的打印情况后,ME-FS 结构模型残余材料相对较多,可能会造成对模型的轴承和对力学分析结果产生一定的影响。对此,针对相应的力学性能进行测试,发现 TCS 结构以及混合结构的可承载力中,混合结构的承载力更强。在实验观察中发现,TCS 结构和混合结构的强度相比之下,混和结构的强度更高。

综合实验分析结果来看,混合支撑结构更易达到材料以及强度的最优目标。

3 结语

在某些 3D 打印工艺中支撑结构是必不可少的。一方面它们对于具有悬垂或桥梁的模型是必要的;另一方面它们增加了材料成本,增加了更多的后处理工作,并且损坏模型的表面。因此,正确的获得 3D 打印支撑结构是 3D 打印复杂模型的一个非常重要的研究方向。目前,3D 打印技术在很多领域都实现了广泛应用,技术应用成效良好,而在这一技术应用中,影响

3D 打印技术推广最主要的障碍之一就是 3D 建模过于复杂,用于建模的 3D CAD 软件太难掌握。这种状况也吸引很多研究人员投入精力尝试解决这个问题。对此,提出混合支撑结构的建模思路,通过地域 SDF 进行形状和力学分析,对相应的模型组件进行分割分类,按照相应结构组件的力学特点,引入 MFS 和 TCS

结构进行模型设计,通过最终的实验对比分析,得出混合结构模型强度比单一结构要强很多的结论,其生成相应的支撑结构,能够确保在最少的材料消耗基础上,实现支撑强度的提升。实验还得出,混合支撑结构方法更易实现材料以及强度的综合优化目标。

【参考文献】

- [1]Yi Wei Daniel Tay, Mingyang Li, Mingjen Tan. Effect of printing parameters in 3D concrete printing: Printing region and support structures[J]. Journal of Materials Processing Tech,2019,271.
- [2]麦志球,徐颖欣,钟绍坤.基于“博爱教育”理念的小学 3D 打印校本教材设计探索——以“智造佛山”3D 打印校本教材为例[J].教育信息技术,2020(Z1):158-160.
- [3]刘鸣柳.论 3D 打印中著作权侵权的风险防范——以对数据模型的保护为视角[J].法制与经济,2019(12):16-18.
- [4]何庄超,何玉成,朱柏霖,等.非共面 3D 打印导板在 CT 引导下肺癌-(125)I 粒子植入术中的穿刺误差分析[J].影像诊断与介入放射学,2019,28(05):335-339.
- [5]刘路坦,牛国旗,周乾坤,等.3D 打印多孔钛金属植物不同孔隙率对骨长影响的实验研究[J].蚌埠医学院学报,2019,44(09):1153-1157.
- [6]肖善华,严瑞强,方福政.基于分层切片算法的射钉器壳体逆向工程与增材制造的应用研究[J].机械管理开发,2019,34(09):269-272.
- [7]毛羽忻.面向 3D 打印的混合支撑结构建模与设计[C].中国自动化学会系统仿真专业委员会、中国仿真学会仿真技术应用专业委员会、中国科学技术大学.第二届中国系统仿真技术及其应用学术年会论文集(20th CCSSTA 2019).中国自动化学会系统仿真专业委员会、中国仿真学会仿真技术应用专业委员会、中国科学技术大学:中国自动化学会系统仿真专业委员会,2019:15-21.
- [8]刘宏伟,蒋俊锋,张云坤,等.金属 3D 打印个性化股骨假体和 4 种类型标准化假体的生物力学对比[J].中国组织工程研究,2019,23(32):5151-5157.
- [9]范雪,程蓉.工程制图手工测绘与三维建模、3D 打印结合的多样化实践教学[J].教育现代化,2019,6(57):51-52+55.
- [10]岳绚.全媒体模式下智慧化教材的探索与实践——以 3D 打印课程为例[J].湖北开放职业学院学报,2019,32(09):146-147.