

汽车机械制造领域中 3D 打印技术的应用分析

郭君扬

(河南工业职业技术学院机械工程学院 河南 南阳 473000)

摘要: 3D 打印技术因其本身的性能优势,已经广泛应用于航空航天、汽车及船舶等多个领域。为切实保障自身的稳定、高效发展,很多汽车机械制造企业已经开始进一步深化 3D 打印技术的应用,并取得了较好的效果。3D 打印技术的应用,有效地提升了汽车机械制造质量与效率,并解决了汽车传统机械制造过程中的诸多问题。文章就汽车机械制造领域中 3D 打印技术的应用及趋势分析进行了详细论述。

关键词: 汽车机械制造; 3D 打印技术; 应用; 趋势

0 引言

探究并分析汽车机械制造领域中 3D 打印技术的应用,需明确 3D 打印技术的定义、优势与基本使用方式,并结合汽车机械制造的基本要求,实现制造过程与 3D 打印技术的融合发展,以此来发挥出 3D 打印技术的最大价值与效用。此外,还需结合各项汽车机械的生产需求,来调整 3D 打印技术的使用方式,并需根据使用效果、反馈与出现的问题,进行 3D 打印技术的完善与优化,切实提升机械制造质量与效率,推动汽车机械制造企业的稳定发展。

1 3D 打印技术概述

1.1 3D 打印技术的定义

3D 打印技术指的是一种快速成型的技术,其可通过金属粉末或陶瓷、塑料等材质,迅速建立数字模型,再逐层加工,最后完成材料成型。该项技术多用于结构比较复杂的物品。通过 3D 打印技术,可极大缩短物品生产、组装周期,提升生产企业的经济效益。

1.2 3D 打印技术应用优势

3D 打印技术应用优势主要体现在如下几方面。

(1) 降低生产成本:因 3D 打印技术选择的是增材加工的生产方式,故而不需投入较多的原材料进行前期试验,可直接完成塑形,这会极大地节约材料成本,提升企业收益。

(2) 缩短研发周期:3D 打印技术主要依托于先进的数字化技术、信息设备,不需借助模具来进行复杂构件的生产,可有效缩短产品前期的研发周期,并可保证生产出产品的质量。

(3) 简化复杂结构产品的生产过程:利用 3D 打印

技术,可借助计算机完成建模,直接生产对应的物品,即使是一些复杂的汽车零件,也可通过 3D 打印技术进行小批量生产,生产工艺得到了大幅度简化。

2 汽车机械制造领域中 3D 打印技术的应用

2.1 汽车轮毂制造中的应用

选择 255/55 R18 型号的铝合金轮毂,探究如何通过 3D 打印技术完成轮毂制造。

2.1.1 设计三维几何模型

选择适宜的三维 CAD 绘图软件(如 Pro/E)展开对轮毂的 3D 数字模型设计。

2.1.2 进行切片处理

将以上通过软件设计而成的 3D 数字模型转化为对应的 stl 文件格式,再借助计算机前台控制软件 Cure 完成对数字模型的切片处理,在切片后通过 Cure 导出 Gcode 控制文件,该文件可直接被 3D 打印机识别,在将文件导入 3D 打印机后,通过 3D 打印机 Arduino 主板中装设的固话软件完成文件读取,其后开始逐层打印。

2.1.3 轮毂打印

进行轮毂打印时,可通过 X Line 1000R 型 3D 打印机来完成。在打印过程中,需注意以下几点。

(1) 选择适宜的激光器。因在打印时产生的铝粉在面对 CO₂ 激光器时有着较大的反射率,因此进行发动机缸盖加工时可由光纤激光器或者 Nd:YAG 激光器完成,该种激光器打印出的零件尺寸不低于 380mm×235mm×120mm。激光器参数见表 1。

(2) 选择打印工艺参数:依靠直接金属激光烧结成型技术(DMLS)完成轮毂打印,设定好 DMLS 成型技术烧结参数,按照图中方式进行选择:

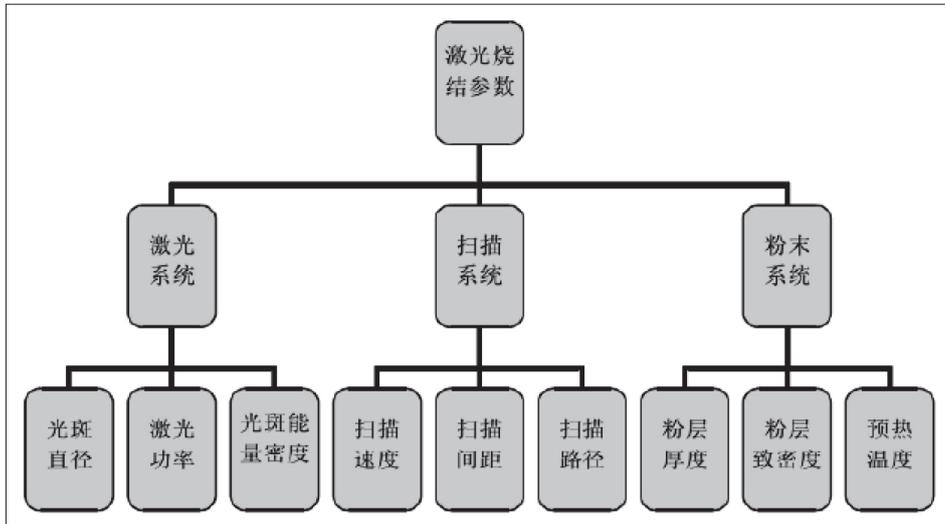


图 DMLS 成型技术烧结参数

表 1 激光器设备参数表

规格	X Line 1000R 型快速成型机
设备尺寸	4415mm × 3070mm × 3900mm
材料	镍基合金、钛合金、铝合金
加热	温度最高 200℃ (9kW)
光斑直径	0.1 ~ 0.5mm
激光速度	10 ~ 100cm ³ /h
熔铸厚度	0.03 ~ 0.2mm
成型尺寸	630mm × 400mm × 500mm

(3) 通过试验以获取最正确的工艺参数：在展开试验时，只改变扫描效率和激光功率，而不改变其他参数，并对试验结果进行分析。试验结果见表 2。

表 2 试验结果

试验参数		试验结果
激光功率 /W	扫描效率 /m·s ⁻¹	
1000	0.7	飞溅严重、烧结线粗大
800	0.7	光滑、均匀一致
700	0.7	比较光滑、均匀一致
600	0.7	质量不好、粗细不一
1000	0.4	飞溅严重、烧结线粗大
800	0.4	较光滑、较均匀
700	0.4	光滑、均匀一致
600	0.4	较光滑、均匀一致
1000	0.2	飞溅严重、烧结线粗大
800	0.2	轻微飞溅、较光滑、较均匀
700	0.2	较均匀、较光滑
600	0.2	光滑、均匀一致

(4) 确定关键参数。

① 确定光斑直径。光斑直径指的是激光照射在粉末上得出的直径，打印材料为铝合金，而该材料熔点低，在进行熔化时只需较少的能量，故而在激光功率相同时，选择直径为 0.2mm 的光斑；

② 确定激光功率。激光功率会对轮毂成型质量造成影响，结合表 2 可知，为最大限度地提升成型效率，可选择 800W 的激光功率、0.7m/s 的扫描速度；

③ 确定光斑能量密度。密度可通过激光功率 / 光斑直径求出，

得出数值为 253W/mm²；

④ 扫描速度。扫描速度与激光功率相配合，是影响 3D 打印技术使用效果的最关键因素之一，需在合理范围内选择合理的扫描速度，以得到效果较好的细化微观组织，综合各方面因素，选择打印速度为 0.7m/s；

⑤ 打印间距。综合分析试验数据，结合扫描间距对激光能量分布产生的影响，可知扫描间距越小，会让激光能量分布、粉末受热越均匀，因本次打印激光选择的束光斑直径为 0.2mm，为确保零件质量、成型速度，可选择的扫描间距为 0.1mm；

⑥ 确定扫描路径，因单向激光扫描会让构件内部出现应力异向性，为解决该问题，可按照层间垂直路线展开扫描，抵消内部应力间的导向；

⑦ 分层致密度。该项参数主要有辊子方向与运动速度、粉末材料等决定，在设备、材料确定之后，参数不能再调整；

⑧ 确定预热温度。一般来说，预热温度要求地域材料粉末熔化温度，超过高聚物玻璃化温度，而 3D 打印机预热温度包括 350℃、200℃ 和 53℃ 等常用温度值，而轮毂所用材料为铝合金，316L 不锈钢熔点超过铝合金，采用的是 350℃ 的预热温度，本次打印可选择 200℃ 的预热温度。

(5) 轮毂打印后的处理工作：依靠 DMLS 技术打印的轮毂，所用的是极细的金属粉末，打印叠层厚度最小的仅有 0.02mm，在完成打印之后再抛光，可有效提升表面质量。就当前阶段来说，依靠 3D 打印技术制成的金属制品，表面皆存在或大或小的瑕疵，需进行多次打磨抛光处理，以此来提升轮毂的表面质量与外观精美度。

2.2 汽车后视镜制造中的应用

2.2.1 三维建模与切片

在进行汽车生产机械制造时可直接采用设计阶段的三维数字模型，而因知识产权保护方面的阻碍，汽车制造企业基本很难直接得到数字模型，故而可选择以实物扫描的方式来得到后视镜的三维模型，检查三维模型的具体构造，与实物进行对比分析，若是存在缺失需及时修复；结合汽车机械制造、维修等方面的需求可选择1302鲁雕三维立体扫描仪，其是一种非接触式的扫描设备，具有高精度、高解析度、高效率、高寿命的特点，扫描范围为10mm~2m。

2.2.2 打印

后视镜是一种高分子材料ABS，其对表面粗糙度不存在过高的要求，可选择SLS、3DP、FDM等3D打印成型方式。

2.2.2.1 设备选择

选择的设备是Makertbot Replicator 2（参数如表3所示），选择的成型原理是FDM。

表3 参数表

成型体积	28.5×28.5×15.5cm
打印精度	340 μm/270 μm/100 μm（可调节）
定位精度	X轴 11 μm、Y轴 11 μm、Z轴 2.5 μm
耗材	PLA/ABS
连接	SD卡、USB
机身	PVC面板
打印平台	亚克力
喷嘴直径	0.4mm

2.2.2.2 参数设置

主要研究扫描方式、填充速度、补偿量、成型方向和分层厚度对打印质量与精度的影响，而其他参数对于后视镜打印的影响程度不大，可直接选择软件默认值。

其一，扫描方式。在打网格扫描、轮廓线扫描两种3D打印模式中，结合门把手结构与作用，优选网格扫描完成扫描，其虽然会消耗更长的打印成型时间，但是得到的产品内部结构更加稳定，且可满足使用所需。

其二，确定补偿量。确定补偿量，应按照补偿量公式来计算最终的补偿量Q：

$$Q = t\sqrt{[(\psi/t)\tan 2\theta + 1] / 2\sqrt{(\tan 2\theta + 1)}}$$

式中： θ —成型角度，代表成型件表面轮廓线在制作时

与Z轴形成的夹角，取值 $0^\circ \sim 90^\circ$ ；

t—分层厚度；

Q—补偿量。

其三，确定成型方向。成型方向会极大程度地影响后视镜的迟迅精度，若是选择错误或者有所偏差的方向，可能会造成尺寸出现较大的误差，造成打印出的零件不满足使用标准，通常规定成型方向范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

其四，确定分层厚度。就FDM熔融沉积成型技术来讲，可将分层厚度设定在0.15mm与0.3mm之间，打印的分层厚度可在0.3mm、0.25mm、0.15mm之间选择。

其五，确定填充速度。建议在不影响后视镜成型质量、成型时间的前提下，为提升打印效果，可选择与挤出速度相等的填充速度，而挤出速度则取决于打印设备的硬件。

2.2.2.3 3D打印之后处理

通过DMLS技术打印得到的产品，最后还需经过抛光、喷漆和电镀等诸多工序，以此来提升产品的使用效果。

3 具体应用过程解析

3.1 汽车研发期模型塑造

汽车机械制造时，会涉及多个方面的因素，因此其研发周期通常比较长，究其原因，在于零件制造。而在引入3D打印技术之后，可提升零件生成效率。早在2010年，美国汽车行业已可以通过3D打印技术完成汽车机械的整体制造，所有零件的制作只耗费了2000h左右，生产周期大大缩短，与传统模式的机械制造相比，借助3D打印技术可缩短约40%的时间，节约近30%的成本，这对于汽车工业的长远发展来说极为有利。

3.2 验证零件、模具设计

汽车机械制造会涉及大量的零部件，因此模具和设计、制造需投入大量的资金资源，若是设计方案出现缺陷或者问题，再重新更改模具，势必会给汽车制造企业带来极大的损失。引入3D打印技术，可提前验证零件模具的可行性与有效性，避免经济风险的同时，控制模具设计成本；此外，针对一些结构比较简单的汽车零部件，可不需通过模具进行加工制造，只需3D打印技术即可实现零部件的小规模生产。

3.3 紧急零部件加工

就汽车机械制造企业来说，很多零部件储存会因各

种因素而出现短缺问题，此时采用传统模式的加工生产过程，不但会增加模具开发成本，还需投入较多的时间，这对于系列试验与验证来说极为不利。针对该种情况，可选择3D打印技术来完成，快速进行试验与验证，并降低制造成本。此外，若是零部件在汽车装配时出现问题或者故障，可通过3D打印技术来迅速制造新部件来替代故障部件，这对于一些汽车中的非标准零件制作来说极为有利，因其在市场上基本难以购买，需从总部调用，而3D打印技术则完美地解决了这个问题。

4 结语

综上，文章就汽车机械制造领域中3D打印技术的应用进行了论述与分析，强调了其重要性与必要性，分

析其在汽车机械制造领域应用的可行性、有效性，制定技术应用方案，并在实际应用过程中对方案进行不断优化，以此来发挥出3D打印技术在汽车机械制造领域的最大效用。

参考文献：

[1] 扈恩同. 3D打印技术在机械制造中的应用研究[J]. 世界有色金属, 2018(01): 42-43.
 [2] 范乃德, 唐瑞尹, 王长伟. 浅谈3D打印技术在汽车制造中的应用[J]. 科学与信息化, 2019(26): 23.

作者简介: 郭君扬(1993.05-), 男, 汉族, 河南南阳人, 本科, 助教, 研究方向: 材料成型与控制技术。

(上接第42页)

创造了极大的社会价值。而针对于特种设备检验检测系统中的应用，不仅可以改善传统的人工检测方式中诸多不足，也能够有效地提升检测质量和效率，为工作人员带来极大的便利，基于这一观点，本文结合物联网技术在特种设备检验检测系统中的应用现状和相关注意事项进行了论述，从较为常见的高频射频识别技术和应用程序编程接口技术这两方面的应用进行阐述，以供相关技术人员参考。

参考文献：

[1] 韩明. 物联网技术在特种设备检验检测系统中的应用探析[J]. 科技创新导报, 2020, 17(12): 137-138.
 [2] 吴石鑫. 特种设备检验检测技术应用效果研究——以物联网技术为例[J]. 现代信息科

技, 2019, 3(04): 155-156+159.
 [3] 张瑞, 汪军, 袁庆祝. 面向特种设备检验的物联网与区块链融合平台应用[J]. 江苏通信, 2022, 38(01): 56-60.
 [4] 卢月. 特种设备检验检测机构质量管理中的难点分析[J]. 中国设备工程, 2021(24): 168-169.
 [5] 王国兴. 关于特种设备检验检测安全问题的研究[J]. 中国设备工程, 2021(24): 178-179.
 [6] 李炳青. 特种设备检验检测机构质量管理难点探究[J]. 中国设备工程, 2021(20): 140-142.
 [7] 梁直晃, 张宏亮. 大数据技术在特种设备检验中的应用研究[J]. 软件, 2021, 42(07): 77-79.
 [8] 江能. 特种设备检验机构在特种设备安全管理中的作用[J]. 清洗世界, 2021, 37(05): 95-96.