

金属 3D 打印技术应用的困惑及解析

王正阳¹ 王凤慧²

1 航发优材(镇江)增材制造有限公司, 江苏 镇江 212000

2 江苏运达精密零部件有限公司, 江苏 镇江 212000

[摘要] 金属 3D 打印技术通过层层堆积的方式, 克服了零部件制造过程中的几何限制缺陷, 受到学术界和工业界的广泛关注。文中探讨了 3D 金属打印的分类、寻找金属 3D 打印技术的困惑, 以及结合 3D 金属打印应用技术分析其未来的发展应用。

[关键词] 金属 3D 打印; 困惑; 医学

DOI: 10.33142/ec.v5i2.5256

中图分类号: TP3;F84

文献标识码: A

Confusion and Analysis of the Application of Metal 3D Printing Technology

WANG Zhengyang¹, WANG Fenghui²

1 Hangfa Youcai (Zhenjiang) Zengcai Manufacturing Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

2 Jiangsu Yunda Precision Parts Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: Metal 3D printing technology overcomes the geometric limitation defects in the process of parts manufacturing through layer by layer stacking, and has attracted extensive attention from academia and industry. This paper discusses the classification of 3D metal printing, the confusion of looking for metal 3D printing technology, and analyzes its future development and application combined with 3D metal printing application technology.

Keywords: Metal 3D printing; confusion; medical science

引言

在 1980 年代后期首次出现的 3D 打印技术是“切片”技术, 使用计算机技术将一个物体分成一层又一层, 然后再加上数字控制技术, 在二维空间中进行制造一个层, 然后逐层建立形成 3D 元件的制造技术。与传统制造技术相比, 优点有时间短、生长速度、精确度和材料节省。他是当今信息时代的快速制造技术的杰出代表。随着科学、技术和材料的发展, 金属 3D 打印技术在工业化、生物医学和航空领域发挥着重要作用。与此同时, 金属 3D 打印技术的出现可以简化产品生产过程, 促进制造业的发展。

1 3D 打印技术概览

科学和技术进步促成了制造业的增长, 使人民的生活更加方便快捷。随着计算机、电子信息和现代管理技术的飞速发展, 现代机械制造已基本淘汰了原有的机械加工。与传统机械加工相比, 现代机械加工技术集机械、计算机、电子信息、材料、自动化、智能设计和工艺集成等技术于一体, 正朝着精密化、柔性化、集成化、绿色化、全球化的方向发展。数字 3D 打印机大大节省了打印产品的设计和制造成本, 使设计者能够对产品的外观和结构设计进行目视检查, 然后作出必要的改进, 使产品设计更加合理。3D 打印在 30 多年前首次出现。可在短时间内使用激光固化、纸张和平版打印技术的最佳组合。与普通数字打印机的一般原则非常相似。不同的打印材料也导致不同的打印结果。标准数字打印机的数字打印主要使用原材料, 主要是彩色纸和石墨, 3D 打印机主要使用不同的金属粉末、

陶瓷和砂岩材料。由计算机控制的专用计算机将需要材料逐层打印, 最终由数字计算机直接打印完成。根据其工作原则和特点, 广泛应用于许多领域。

2 3D 打印技术

2.1 熔融沉积成型(FDM)

熔融沉积成型 3D 打印是日常生活中最常见的打印形式, 利用材料的热溶性, 冷却后的固化过程通过对加热喷雾器、原料运输工具和电气-机械控制系统的精确控制, 在每一层进行打印, 并在形成后产生 3D 效应。FDM 打印机的特点如下: 低成本的配置流程, 简单的配置流程, 较低的维护成本, 材料的多样化, 但打印质量较低, 最终产品的表面显然需要进一步处理, 而 FDM 打印原则和配置特点需要符合下列性能要求的材料。(1) 在使用 FDM 消耗品之前, 材料处理首先需要直径 1.75 毫米或 3 毫米的丝材料, 这要求材料具有良好的粘性和弹性。(2) 在溶解的情况下, 材料应具有流动性。确保顺利通过孔口, 不出现堵塞等问题。(3) 考虑到 FDM 打印机的打印方法, 表面应均匀、完好无损, 并在环境温度下具有柔软。(4) 在溶解或撤出材料时, 应具备快速固化的能力, 同时考虑到热变形打印, 最好是材料的收缩率越小越好。

2.2 光固化成型(SLA)

SLA 打印使用液态光敏液体树脂, 与数字控制技术结合, 在紫外线光束诱导的树脂表面上产生光合作用, 从而使一个细的零部件固化。然后, 工作表面被紫外线激光光敏树脂的一种尺寸压低, 以固定新一层, 从而使一层复一

层地固化，最终完成零部件的 3D 打印。技术配置过程简单，打印精确度高，零部件的机械性能较高，但速度较慢，需要操作员的高度操作技能，目前主要用于医学研究和模具开发等领域。

2.3 选择性激光烧结，选择性激光熔融，电子束的选择性成型

消耗的材料主要是金属粉末，使用激光或电子束等选定的耗氧物质，最终实现 3D 制造。SLS 技术和激光熔融在一定程度上区分了线束使用金属粉末的 SLM 技术和电子电源，在这种情况下，选择性固化是使用广泛、高精度的消费者材料进行的，可以制造复杂的组件，性能较高。然而，目前，消费品粉末的制造是一个复杂、昂贵和可负担得起的预制设备过程，需要高度的操作技能。我们目前在这一技术领域使用的消耗品严重依赖进口，缺乏熟练的技术人员，这需要一些时间。

2.4 分层实体制造成型 (LOM)

LOM 是早期的 3D 打印技术，是用激光将材料从“层”切成碎片的最佳方法，然后通过激光循环将其分解成层，最后形成 3D 部分。按样式印制的方法适用于汽车制造等工业制造，而不是按样式印制。打印材料通常是薄薄的材料，例如金属板、塑料板和纸张材料。虽然生产大型零部件的方法有一定的速度，但很难将打印零部件与废物分开，消耗品的使用量不高，浪费量很大，打印零部件粗糙，具有明显的阶梯状的纹路且容易开裂。需要进一步加强对粘合剂和材料的研究，以改进目前打印过程中的问题。

3 金属 3D 打印技术的发展情况

我们的金属 3D 打印技术的发展进入了逐步发展的新时代。然而，与西方的发达国家相比，金属 3D 打印技术在已经初步成熟，而由于最初落后，我国在技术研究和开发方面仍落后于发达国家。特别是商业概念方面的差距、关键技术方面的差距、发展战略方面的差距等。然而，由于近年来的科学和技术发展，我国在这一阶段在应用金属 3D 打印技术方面取得了重大进展。总的来说，我国的金属 3D 打印技术发展得更快。此外，国内金属 3D 打印技术在技术上也较为成熟，其技术性能接近国际水平。虽然这些中心能够满足部分市场需求，但与国外的类似产品，例如依赖外国进口的高精密加工相比，它们在精确度和性能方面仍有一些差异。总的来说，金属 3D 打印技术在我国的应用没有达到市场饱和的程度。此外，在探索和应用金属 3D 打印技术方面存在着一些瓶颈，例如对高度合格的程序员和操作人员的需求很高。因此，在实践中，需要进一步提高生产加工的效率。

4 金属 3D 打印技术存在的困惑

4.1 技术能力

金属 3D 打印效率低下取决于生产方法本身。目前，正在广泛应用和研究的金属 3D 打印技术是激光生产技术。金属粉末通常用激光束迅速熔化，并在特定地点焊接开口，产生精密和密集的金属组件。3D 金属打印机，在使用过程中对金属粉末的能力有限，造成金属 3D 打印技术效率

低下；其次，3D 金属打印需要支撑。复杂的金属产品需要完成打印过程的支撑，这无疑增加了生产时间和成本。

4.2 产品性能

3D 金属打印产品的性能是影响 3D 金属打印应用的另一个关键因素。在传统金属制品的生产中，不同的成分使用不同的热处理过程，产品最终可能通过一系列的热处理过程实现预期的性能。每次热处理后，都会出现变形和体积变化。金属 3D 打印技术缺乏重要热处理的支持。通过一次性生产，产品的性能大大低于需求。3D 打印是通过层堆积进行的。在大多数情况下，不同层之间的界面网络和晶体密度都低于打印材料的质量，在某些格式化技术中，填料结构之间存在差距，因此所有 3D 金属打印结构都存在各向异性机械性能，图 1 显示了 PLA 成分的纤维方向与扩张力之间的关系。扩展试验的结果表明，不同的调动趋势可能具有不同的扩展力。显然，横向方向上布满纤维的零部件能够承受有效载荷。这也意味着打印纤维包装的方向必须与有效载荷的方向一致，以便打印材料能够承受较大的负荷。

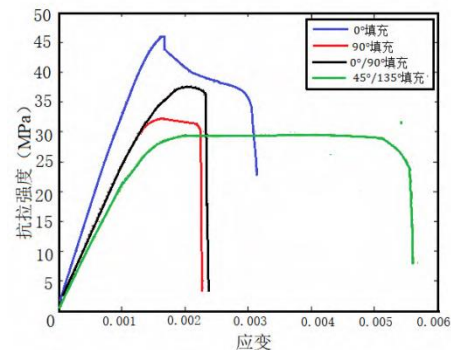


图 1 填充角度与零件强度的关系

4.3 打印材料

3D 金属打印材料的开发是一项国际挑战，也是开发金属 3D 打印技术的瓶颈。目前，3D 金属打印材料的开发正朝着高强度、高硬度、高弹性、抗腐蚀性和低熔点方向发展。目前的 3D 金属打印研究和开发活动侧重于不锈钢领域。其他 3D 金属，例如铜、金和钛，正在研究和开发阶段进行测试。这些材料价格较昂贵，不能满足工业市场的量产需要。

4.4 尺寸限制

目前，由于自由尺寸的限制，大多数商用金属打印机无法打印大批量的全部零部件。在一些规模较大的传统打印研究中，打印部分通常分为一系列可打印的小单元。然而，由于零件是拼接的，会影响到表面的质量和零部件的清洁。此外，零零部件机械方面仍然存在不足的问题。

4.5 打印机

3D 金属打印机目前主要来自欧洲和美国。我国目前只有一有家公司生产 3D 金属打印机，且只生产较小的产品。3D 打印技术可以选择相对简单的材料，许多可以选择的材料不能直接从生活中获得。

5 3D 打印的应用

5.1 医疗工业

在医药业,金属 3D 打印技术主要用于人体器官、模拟模型和移植。2012 年,Crzan 公司使用 3D 打印技术印制并植入病人,效果非常好。中国清华大学正在使用金属 3D 打印技术来打印细胞,这是医学上的一个新突破。专家们预测,心脏打印可以在 20 年内完成,尽管目前的 3D 打印技术在复杂的血管打印方面遇到一些困难。此外,2014 年,我国的一家医院成功地为病人打印了 3D 金属的假肢;金属 3D 打印技术可以修复病人的颅骨,可以提高手术效率,减少手术并发症;脑血管模型的 3D 打印可以模仿医生的手术环境,以减少风险。

5.2 陶瓷工业

在陶瓷工业中,3D 金属打印可用于制作模型,现在可以生产真正的陶瓷产品。外国公司在使用金属 3D 打印技术生产陶瓷产品方面取得了重大进展。2012 年,一家公司展示了通过其 3D 打印设备成功印制的陶瓷产品,且产品质量很高。虽然陶瓷工业在打印方面有许多困难,但也有很大的潜力。

5.3 工程设备设计工业

随着我们机器工业化水平的持续提高以及诸如信息和电子等新兴信息技术的迅速发展,智能化进程成为未来发展的主要技术方向。计算机可以通过 3D 传输技术实时传送打印在 3D 数据上的 3D 信息,并实时获得完整和详细的 3D 信息。与此同时,打印技术使用先进的电子打印设备,并在先进的打印技术下迅速印制各种高分子打印材料。在我们的机器制造中广泛应用新的 3D 打印机,不仅充分继承了打印技术对我国传统机器制造的重要影响,而且也是现代传统制造技术的一项重大创新。3D 新型打印机机械技术在我国机械工业自动化制造领域的广泛应用以改变生产方法和传统处理方法。金属 3D 打印技术近年来取得了迅速的工业发展,金属 3D 打印机和相关金属材料也逐渐成熟。在我们的机械工业中,广泛应用 3D 金属加工技术进行机械加工,这是我国传统打印设备制造管理模式的重大突破和重大技术创新。传统的机械化主要通过机械化模具的设计、制造、加工和焊接产生少量产品。机械生产的成本往往很高,而且在一定程度上可能导致人力资源的大量浪费。3D 打印技术主要用于这种打印材料的制造,从而使打印机完全自动化,减少浪费和减少人力资源。与此同时,3D 打印技术在数字处理和打印方面具有高度精确度,可以有效满足工厂小规模加工生产的打印需求,降低打印设计的费用,并减少打印加工的生产周期。这无疑是目前传统生产模式中的一项重大成就。

金属 3D 打印技术可与数字控制技术相结合。3D 数字打印控制技术是指一种附加材料制造打印技术。机械制造商一般生产的机械工具、工具箱和辅助配件,只能通过专用的计算机化软件加以处理。快速零件建模和小切片制造工艺用于生产非复杂的小零件。进一步的发展促进了工业机械化和机械设备的快速发展。CNC 技术是系统中塑料材料和制造技术的物理还原。这样做的理由是在橡胶塑料

制造过程中增加更多的原材料层,这是材料实际还原的理想技术。通过扩大材料处理应用范围和解决传统数字技术目前无法直接完成材料处理这一复杂问题,可以在现代材料处理中充分应用两项数字技术。技术不仅有助于生产商避免原材料的危险浪费,而且还可以减少环境污染。这两种常用的技术方法解决了各自的不足之处,并相互补充,实现高精度和高质量的产品加工。

5.4 促进金属 3D 打印技术设备的转型

在不同领域应用金属 3D 打印技术具有积极的价值,因为它有助于提高生产力和产品质量。然而,机器制造的实际成本相对较高,中小企业的升级往往难以实现,通常只有规模较大的企业才能实现。在这种情况下,这一行业有可能被垄断,为此,在发展过程中,针对金属 3D 打印技术设备开展经济型改造,研究新的控制设备,以改善全面引进所产生的大量投入的状况,可以减轻经济压力,从而解决实际的技术问题。

6 结语

金属材料具有良好的机械、机械和化学特性,是工业生产和日常生活的理想材料。3D 打印技术与传统制造技术进行结合,无疑将有助于整个制造领域的发展。目前,快速制造技术在所有领域都发挥着重要作用。目前,从应用角度看,3D 打印技术在金属方面仍存在一些不足之处,尚未进入应用和广泛传播的阶段。然而,金属 3D 打印技术还不到 50 年。今后,效率、效力和最高性价比将最终表现出来。我们应当抓住机会增加对 3D 金属打印研究、开发和创新的投入。

[参考文献]

- [1]张胜,徐艳松,孙姗姗,等. 3D 打印材料的研究及发展现状[J]. 中国塑料,2016,30(1):7-14.
- [2]黄达,李金晟,吕昊,等. 生物 3D 打印干细胞的研究进展[J]. 中国临床解剖学杂志,2019,37(5):603-607.
- [3]张学军,唐思熠,肇恒跃,等. 3D 打印技术研究现状和关键技术[J]. 材料工程,2016,44(2):122-128.
- [4]王岩,程婷,卢万里,等. 3D 打印植物纤维素研究进展[J]. 纤维素科学与技术,2019,27(2):74-84.
- [5]陈尤旭,王德山,张伟,等. 面向软体机器人的 3D 打印硅胶软材料实验研究[J]. 中国机械工程,2020,31(5):603-609.
- [6]刘亚雄,贺健康,连芬,等. 西安交大个性化医用内置物的增材制造及应用[C]. 南京:中国机械工程学会,2013.
- [7]杨鑫,奚正平,刘咏,等. TiAl 基合金电子束快速成形研究进展[J]. 稀有金属材料与工程,2012,40(12):2252-2256.

作者简介:王正阳(1987.1-)男,毕业于昆明理工大学,硕士研究生,材料学专业,目前就职单位:航发优材(镇江)增材制造有限公司,热喷涂工段负责人,中级工程师;王凤慧(1985.4-)女,江苏工业学院,本科,金属材料工程专业,目前就职单位:江苏运达精密零部件有限公司,技术研发部工程师,中级工程师。