

3D 打印技术及其在军事中的应用

陈颖 陈红迁 张少亮

(陆军装甲兵学院 车辆工程系 北京 100071)

摘要: 随着 3D 打印技术的逐渐成熟, 其应用的领域和深度也在不断扩展。本文简述了 3D 打印的概念、基本原理、打印设备及打印材料, 简要介绍了其技术在军事领域中的应用, 论述了在现代信息化战争背景下 3D 打印技术对军事装备维修、保障、研制方面的影响及其发展前景。

关键词: 3D 打印; 增材制造; 军事应用

0 引言

3D 打印技术是一种快速成型技术, 又被称为增材制造技术。它是一种以数字模型为基础, 运用粉末、金属、塑料等可粘合材料, 通过逐层增加材料、快速成型的方式来构造物体的技术。区别于平面二维打印, 它实现了三个维度的堆砌作业程序, 作业过程像是一台浇灌机从操作台的底部, 将打印材料一层层地喷涂起来, 根据编辑好的程序, 在 X、Y、Z 三轴上将模型展现出来。同传统制造相比较, 3D 打印技术将制造过程由等材、减材转变为增材, 有着颠覆性的巨大转变。

1 3D 打印原理、设备及其材料

1.1 3D 打印原理

3D 打印技术的原理, 如图 1 所示, 可以总结为: 首先, 根据具体工作要求利用三维软件设计出所需零部件的三维模型; 其次, 将所设计的三维模型进行分层处理, 并且根据所分层以及结构信息进行编程; 而后将三维模型转化为 STL 格式后输入 3D 打印机中, 根据零件的具体要求选择材料及工艺类型等; 最后, 在平面内黏结成截面形状, 再在垂直于平面的方向进行层层叠加, 最终堆砌形成三维实体, 如图 2 所示。

1.2 3D 打印设备

3D 打印设备主要包括激光固化式快速成型机、激光烧结式快速成型机、激光熔化式快速成型机、贴片刻写式快速成型机、电子束熔化式快速成型机、喷墨黏粉式 3D 打印机、熔融挤压式 3D 打印机、压电驱动式 3D 打印机、气动式 3D 打印机和电动式 3D 打印机。

1.3 3D 打印材料

目前, 3D 打印材料有 300 余种。常用的材料可以分为聚合物、金属、陶瓷三大类。此外, 还有石膏、秸秆、人造骨粉、覆膜砂等其他材料。

其中, 聚合物材料由于其强度高、性能好并且成本较低而被广泛应用。常见的聚合物材料有 ABS、PA、光敏树脂 UV 等。除此之外, 伴随 3D 打印技术、设备的飞速发展, 新型聚合物材料例如 Shapeways 公司研发的 EP (elasto

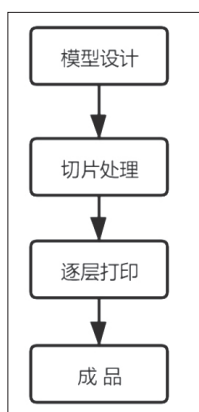


图 1 3D 打印原理

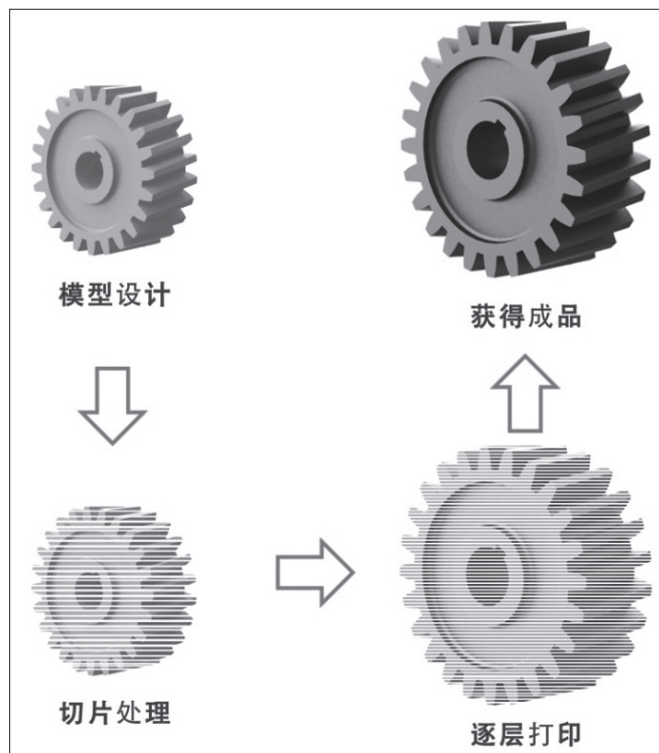


图 2 斜齿轮的 3D 打印制造过程

plastic)、杜邦高性能材料公司研发的 Dupont Hytrel 热塑性弹性体、Du Pont Zytel 尼龙和 Du Pont Surlyn 高聚物等更多材料也随之加入到 3D 打印的聚合物材料中来。

3D 打印的金属材料为金属粉末, 主要有不锈钢、铝合金、钛合金、高温合金等。对于结构复杂的构件, 金属材料 3D 打印的优势更为突出, 所以在军事装备、车辆制造等领域应用更为广泛。尤其是钛合金材料, 由于其强度高、耐热性和耐腐蚀性能极好, 常应用于在火箭、导弹等构件中。

2 3D 打印技术在军事领域的应用

作为一种先进制造技术, 经过近 30 年的发展, 3D 打印已广泛应用在航空航天、车辆制造、生物医疗、精密仪器、日用消费等领域。在军事领域中, 世界各国更是不甘落后, 积极发展并应用 3D 打印技术, 国内外均已有许多成功的应用案例。

例如, 中国首艘航空母舰“辽宁”号舰载机歼-15 是

于2012年10月至11月首飞成功的机型,广泛使用了3D打印技术制造钛合金主承力部分,包括整个前起落架,其研发时间仅为3年,研发周期的缩短与3D打印技术的参与不无关系。此外,我国在歼-20和歼-31研发过程中也同样采用了3D打印技术。美国伊利诺伊大学研究人员已打印出了三维微型曲面天线;深圳微航磁电有限公司在2013年采用3D打印技术制作了希尔伯特卫星GPS天线,获得了比四臂螺旋天线更好的性能;2015年4月,美国国家航空航天局利用3D打印技术制造首个全尺寸铜合金火箭发动机零件,降低了原有制造成本;2016年4月,中科院重庆绿色智能技术研究院和中科院空间应用中心研制成功国内首台空间在轨3D打印机,宇航员可使用该机器在失重的环境下加工零件,可大幅提高空间站实验的灵活性,减少空间站储备物资的种类与数量,从而降低成本以及空间站对地面补给的依赖。

从国家安全层面上讲,3D打印为新的战争环境(太空环境)提供了一项技术支撑。美国陆军研究实验室(ARL)2017年开发出了一种“按需小型无人机制造系统”(ODSUAS),可在24小时内能完成无人机从设计到制造的整个流程。3D打印出的无人机,飞行速度最高达到了55英里/小时,可在战场上实现监视敌军动向,帮助己方通讯,以及快速运送军需品等用途;2017年3月,3D打印的榴弹发射器RAMBO在美国陆军装备研究开发与工程中心成功通过测试。除了弹簧和紧固件,RAMBO的其他部件都通过DMLS(直接金属激光烧结)技术3D打印而成。虽然其铝质接收器和枪管在打印后需要一些处理(二者的打印时间约为70小时,后处理花了5个小时),但其整个制造过程仍然比传统方法快得多。除了RAMBO本身,研究人员还尝试3D打印了它的弹药(壳体)和一个M781 40毫米的训练轮。

3 3D打印技术对信息化战争的影响

3.1 3D打印技术对装备维修、保障方面的影响

现代战争是陆、海、空、天、电等全维空间展开的多兵种一体化的战争,依托信息网络大量地运用信息、新材料、新能源、生物、航天、海洋等高新技术水平的武器装备。战时装备维修器材保障需要筹措、储备、补充三个主要工作环节。现有的维修、保障主要依靠的是备用件,即根据相关数据及经验准备备用件跟随保障,当部件损坏或发生故障时进行更换。但是,现在的武器系统愈发复杂,零件更是成百上千,且战场环境瞬息万变时常会有带的没用上、坏的没带的现象。若多种类大量备件,会造成严重的浪费,可能存在某些零件剩余而某些零件却不够的现象。一旦装备遭遇报废或退役,某些专用零部件也很难再次被利用。同时,过多的零部件也对保障人员调用装备和维修装备提出了更高的要求。

3D打印技术的成熟为信息化战争提供了新的手段和技术支撑。3D打印由于其快速性和方便携带的特性,使得跟随保障物资可大幅度减少,并可缩短复杂零部件的制

配时间,从而有效降低保障装备的准备和输送时间,缩短物流供应链。

例如,我军某次实兵演习时,某集团军工程团道桥连在急造军路演练中遇到意外情况,石子卷入挖掘机风扇,将水箱打穿,修理连利用随带的3D打印机根据相关数据即时打印三维模型,很短时间便打印出所需方形塞子,稍加打磨后,便塞住了被击穿的漏水水箱,使得挖掘机得以快速恢复使用。而仅一次演习,3D打印设备就先后6次处理、解决了突发情况,极大程度提高了野战情况下的抢修效率。

现代战争在作战范围越来越广阔的情况下,保障需要突破地域和空间的限制,实现抵前跟随、即时保障,即需要有需求即获取、损伤即修复的保障。而3D打印技术的登场,满足了信息化战争节奏快、损伤大的作战要求,有广阔的应用前景并将使装备维修和保障发生变革。

3.2 3D打印技术对装备研制的影响

由图纸、模具再到生产零件的传统研制方式,从成本和生产周期方面已经很难满足现代快速、多变的发展需要。利用3D打印技术,科研人员可以根据需求,在设计后直接进行打印,及时对设计进行验证并快速做出调整。同时,直接打印还能大幅度提高设计者的创造性,让各种创意以较小代价付诸于实践,从而得到更多的应用。由此可见,3D打印技术打破了原有的研发模式,开辟出了一套崭新的研发模式。

在生产加工环节,无论是单件还是批量生产,都能有效解决制造周期长、切削量大、内部缺陷多、模具加工困难、成本高、重量大等问题,大幅降低结构质量,对于一些特殊、复杂的零件其加工优势十分明显。此外,对装备制造企业来讲,利用3D打印制作样机,在缩减样机成本的同时使其结构、功能更加真实,可视化装配成型的样机将会使企业能够赢得更多机遇。

此外,3D打印技术能够使设计人员的想象力得到充分发挥,使武器装备的结构更加合理,功能和结构进一步优化和轻量化,缩短整个研发和生产周期。因此,加大对3D打印技术在装备的研制方面的探索、推广和应用,具有十分重要的意义。

4 结语

目前,3D打印正处于一个快速发展的阶段。在技术层面上,3D打印已经可以实现金属材料、聚合物等材料的打印,且性能基本与传统制造工艺相当,能够满足大部分工业应用的需求。

伴随技术的不断发展,3D打印技术应用的领域和深度在不断拓展,有着广阔的应用前景。但在注意到其快速性、便捷性、定制化、柔性化等这些优势的同时,也应注意注意到它的局限性,例如在打印的精度、表面质量等方面与传统机加工相比还存有一定差距,尤其是在强度、刚度、精度等有较高要求的军事装备方面,而设备成本高、原材

(下转第64页)

也能分析标签的信息存储情况,进而及时更新。访问数据库的过程中,主要是利用智能手机终端的4G网络和5G网络,检验人员通过App填写相关检验检测结果。对于远程数据库来说,在智能手持终端的访问下,二者可以实现数据的传输,目前起重机械检验检测利用的数据库主要为检验检测数据库、检验检测法规标准库、制造参数数据库。企业制造起重机械的过程中,识别制造检验数据库能够有效记录生产信息。

4.3 检验检测方案的执行

设置电子标签前要求起重机械的全部信息被完整录入,便于后期的信息识别与管理,在检验检测过程中利用手持智能终端对电子标签实时扫描以获取数据信息,然后利用远程数据库调取,确保信息具有合法性。在手持终端下可以编排当前的检验检测项目,完整记录检测结果,此外,检测人员在智能手机上下载的App可以实时查询起重机械的基本信息,编排起重机械的具体检验检测项目和流程,并生成项目表。在App内可以对检验检测结果直接记录,然后通过网络数据传输到数据库中,还可以把检验检测数据上传到智能手持终端中,然后生成检验检测报告,在保证检验检测项目高质量完成的同时能够及时出具检验检测报告并判定起重机械常见故障和其他功能。

5 物联网技术的改进措施及发展方向

尽管物联网技术在起重机械的检验检测工作中可以显著节约人力成本,提升检验实效性,不过在具体应用中依然

存在一些问题,对设备操作人员和维修人员的专业性也提出了更高的要求。在我国工业技术不断进步的背景下,需要起重机械的制造企业全面提升管理水平,检验检测人员也要保证录入数据的准确性,完善数据库信息,及时把检验检测风险信息上传到网络中。企业需要定期开展人员培训工作,比如让技术人员参加物联网技术相关会议,学习更多关于物联网技术的操作和管理经验,进一步提升检验水平。

6 结语

综上所述,物联网与起重机械检验检测的结合是时代发展的必然趋势,对物联网技术的应用可以减少起重机械检验检测工作失误,提升工作效率。目前对物联网技术利用还有很大的提升空间,需要加强企业、高校、科研单位的合作,重视人才的培养,进而促进我国起重机械检验工作向自动化、智能化方向发展。

参考文献:

- [1] 邝吉贵,王建立.物联网技术在起重机械检验检测中的应用探讨[J].内燃机与配件,2020,15(16):150-151.
- [2] 王中华.物联网技术在起重机械检验流程中的应用研究[J].商品与质量,2020,22(12):168.
- [3] 王社福.探究物联网技术在起重机械检验检测中的应用[J].特种设备安全技术,2019,17(1):39-41.
- [4] 汤倩,姜浩.浅谈基于物联网技术的起重机械检验检测[J].工业设计,2017,16(7):185-186.

(上接第62页)

料成本高、加工效率低还是3D打印持续需要解决的问题。正因如此,3D打印技术不能完全替代传统制造,但可将其作为对现代制造的有效补充。未来的3D打印将本着设备、材料成本快速降低,性能大幅提高的方向发展,并有望在大规模生产上应用此项技术。

参考文献:

- [1] 黄卫东.材料3D打印技术的研究进展[J].新型工业化,2016(3):53-70.
- [2] 金大元.3D打印技术及其在军事领域的应用[J].新技术新工艺,2015(4):9-12.
- [3] 王运贇,王宣.三维打印技术[M].武汉:华中科技大学出版社,2013.
- [4] 3D打印材料的应用现状[J].苏州市职业大学学报,2018,29(3):27-31.
- [5] 吕金建,贾长治,杨建春.装备备件三维打印应急制造材料优选研究[J].机械制造,2018,642(56):51-53.
- [6] 王康,黄筱调,袁鸿.3D打印技术最新进展[J].机械设计与制造工程,2015,44(10):1-6.
- [7] 栗琳,朱斌,陈龙.国外维修保障理念的最新发展[J].

航空制造技术,2010(20):40-43.

- [8] 周加永,纪平鑫,莫新民,张昂,孟小净.3D打印技术在军事领域的应用及发展趋势[J].机械工程与自动化,2015(6):217-219.
- [9] 蒋立新,易翔翔,邵洁.3D打印技术的发展及在军工领域的应用[J].中国军转民,2013:58-61.
- [10] 郭朝邦,胡丽荣,胡冬冬.3D打印技术及其军事应用发展动态[J].战术导弹技术,2013(6):1-4.
- [11] 訾飞跃,李坡,张志雄.3D打印技术与装备快速维修保障[J].兵器材料科学与工程,2018,41(4):106-110.
- [12] 王家林,宋元元,王涛.3D打印技术在大型武器装备维修中的应用[J].科学技术创新,2019(25):58-59.
- [13] 郭继周,吴集,邓启文.3D打印技术对装备维修保障的影响与对策[J].装备学院学报,2016,27(2):22-25.
- [14] 罗大成,刘延飞,王照峰.3D打印技术在武器装备维修中的应用研究[J].自动化仪表,2017,38(4):32-36.
- [15] 周训国,晁国胜,刘华.3D打印技术在武警车辆应急维修中的应用[J].科技创新与应用,2019(3):159-163.