

科技情报参考

2020年第34期（总第291期）

主办:扬州市科学技术局

承办:扬州市科学技术情报研究所

2020年12月15日

金属 3D 打印成为研发应用新热点

自 1986 年，美国科学家 Charles Hull 获得 SLA(立体光固化成型法)技术发明专利，并成立全球首家增材制造公司 3D Systems 开始，3D 打印产业拉开了帷幕。从 2011 年开始，全球开始掀起 3D 打印热潮。作为其中发展潜力与前景最为广阔的一种技术，金属 3D 打印技术被《麻省理工技术评论》杂志评为 2018 年十大革命性技术之一。

一、金属 3D 打印技术的相关背景

(一) 概念

增材制造 (Additive Manufacturing, AM) 俗称 3D 打印，融合了计算机辅助设计、材料加工与成形技术、以数字模型文件为基础，通过软件与数控系统将专用的金属材料、非金属材料以及医用生物材料，按照挤压、烧结、熔融、光固化、喷射等方式逐

层堆积，制造出实体物品的制造技术，是对于传统工业生产的一种“变革性”方法。

金属 3D 打印技术属于 3D 打印技术中的一个重要分支，一般利用激光、电子束能量源熔化金属粉末，使得金属粉末熔结，堆积形成一个整体结构。

（二）分类

金属 3D 打印技术主要包括粉末床熔合技术 (PBF) 与定向能量沉积技术 (DED)。PBF 技术又包括选择性激光烧结技术 (SLS)、选择性激光熔化成形技术 (SLM)、直接金属激光烧结技术 (DMLS)、电子束熔化成形技术 (EBM) 等。DED 技术则主要包括直接金属沉积 (DMD)、激光工程化净成形技术 (LENS)、电子束自由成形制造 (EBFFF)、电弧增材制造等。其中 SLS、SLM、EBM、LENS 是应用较为广泛的金属材料 3D 打印技术。

（三）优势

金属 3D 打印技术的主要优势在于重塑产品设计、改良制造过程和优化供应链。企业因此将拥有更灵活的新产品供给、更富时效的生产活动、更低的运营成本，同时促进绿色生产、安全生产。

（四）意义

金属 3D 打印技术是具有生产革命意义的新一代制造方式，也是工业 4.0 生态系统的核心要件，正对传统工艺流程、生产线、工厂模式、产业链组合产生深刻影响，是下一代工业革命的驱动引擎，也是新一轮的全球制造业竞争的战略制高点。

二、国内外金属 3D 打印发展现状

（一）国外

1、世界产业格局基本形成

全球 3D 打印产业已基本形成了美、欧等发达国家和地区主导，亚洲国家和地区后起追赶的发展态势。美国率先将 3D 打印产业上升到国家战略发展高度，引领技术创新和产业化，美国企业以非金属材料的 3D 打印为主。欧盟及成员国更偏向于发展金属 3D 打印技术，产业发展和技术应用走在世界前列。俄罗斯凭借在激光领域的技术优势，积极发展激光 3D 打印技术研究及应用。日本全力振兴 3D 打印产业，借助 3D 打印技术重塑制造业国际竞争力。

2、德国在金属 3D 打印方面处于领先地位

德国 2008 年成立了增材制造研究中心（DMRC），在金属 3D 打印方面处于全球领先地位，占市场总份额的 50%以上。在德国，有 5.5%的 3D 打印品是直接可用的成品。迄今为止，完全通过 3D 打印创造出来的价值已经高达 100 亿欧元，而德国占了其中的 10%。德国有很多从事金属粉末成型的各种技术的服务商和设备商，如 EOS、Concept Laser、ReaLizer 等。

3、大型企业进军 3D 打印产业，从下游用户跻身上游提供商

目前，国际大型企业如波音公司、GE 公司、惠普公司等纷纷进军 3D 打印产业，有些企业如 GE 公司还实现了从下游用户方到上游设备提供方的转变。GE 本身是 3D 打印的下游应用企业，2016 年收购了 Arcam、Concept Laser 以后，跻身为其上游 3D 打印设

备厂商中的一员。市场研究公司 SmarTech 预测到 2026 年 GE 将占据金属打印设备市场 16%以上的市场份额。

表 1 国外金属 3D 打印重点企业概况

公司名称	主要业务
3DEO	专注于降低金属 3D 打印的单件成本，主要使用不锈钢粉，正在开发镍合金、钴铬合金等金属粉末。
3D Systems	生产一系列直接金属打印（DMP）3D 打印机，公司 ProX DMP 系列 3D 打印机，涵盖入门级到全面的工厂解决方案。
Stratasys	航空航天、汽车、医疗、消费品和教育等行业的应用型增材技术解决方案的大型全球企业
Desktop Metal	致力于创建既适用于大规模生产，也适用于办公环境的金属 3D 打印系统。
Markforged	提供基于原子扩散增材制造（ADAM）技术的 3D 打印机。
Sciaky	电子束增材制造（EBAM）和电子束焊接技术的全球领导者。
Arcam AB	提供从医疗植入物到航空航天一系列针对特定行业需求的打印机。
EOS	提供一系列金属打印机，包括入门级产品 EOS M 100。同时为其金属打印机提供材料，包括铝、钴铬合金、马氏体时效钢、镍合金、不锈钢和钛。
Renishaw	RenAM 500M 打印机是一种激光粉末床融合添加剂制造系统，直接针对工厂车间的金属打印应用。

（二）国内

1、产业概况

（1）以环渤海、长三角、珠三角为核心的空间发展格局已形成

从区域分布来看，我国 3D 打印产业集聚态势明显，目前已基本形成以环渤海、长三角、珠三角为核心，以中西部部分地区为纽带的产业空间发展格局。其中，北京、浙江、陕西、湖北、广东等省份产业发展较快。目前，北京市从事 3D 打印技术研发、生产与服务的企业达 70 家以上，广东省从事 3D 业务的企业超过 400 家，陕西省从事 3D 研发生产企业超过 70 家。

(2) 工艺技术不断突破，产品整体性能与国外相当

我国增材制造的工艺技术水平加速提升，一批工艺装备、关键零部件、软件系统实现突破。我国是目前世界上唯一掌握飞机钛合金大型主承力结构件激光快速成型技术并实现装机应用的国家，大型钛合金结构件激光成形技术具有国际领先水平。西安铂力特激光成形技术公司研发的激光选区熔化装备，在铺粉效率、定位精度等关键技术指标上已达到国际先进水平。华中科技大学研发的“智能微铸锻一体化”金属增材制造技术，产品的部分技术指标和性能均超过传统铸件的性能。

(3) 国内金属 3D 打印企业主要客户集中于航空航天高端装备领域

由于航空航天领域客户粘性较大，销售费用率相对较低，盈利能力的绝对值以及稳定性往往能够得到可靠保证，因此大多数国内优质企业主要依托于航空航天领域发展并逐渐拓宽市场。国内金属 3D 打印行业的龙头企业铂力特在航空航天领域的主要客户比例高达 68.94%。

表 2 国内金属 3D 打印重点企业概况

公司名称	主要业务
铂力特	金属 3D 打印原材料、金属 3D 打印设备研发及生产、金属 3D 打印定制化产品服务、打印工艺设计开发及相关技术服务。
联泰科技	3D 打印机、材料。
先临三维	3D 数字化与 3D 打印技术研发、3D 扫描设计技术、3D 打印制造技术、3D 视觉检测技术。

2、扶持政策

2012 年，3D 打印首次入选国家 863 计划。2015 年，工信部发布了《国家增材制造产业发展推进计划（2015-2016 年）》。2017 年工信部、发改委等十二部门联合发布了《增材制造产业发展行动计划(2017-2020 年)》。自 2016 年，科技部连续三年设立“增材制造与激光制造”重点专项，明确指出要发展的 3D 打印关键技术，2018 年该专项总预算为 7 亿元左右，拟支持 30-60 个项目。此外，还有各类规划也将 3D 打印作为重点发展的产业。

3、我国重点发展和支持的 3D 打印技术领域

根据对国家科技部、工信部在“十三五”期间发布的 3D 打印技术相关规划和重点专项的分析，我国重点发展和支持的 3D 打印技术领域如下：

(1) 工艺与装备方面：高性能大型金属结构件激光同步送粉增材制造工艺与装备、粉末床激光选区熔化增材制造工艺与装备、复杂精密金属构件电子束粉末床增材制造装备与工艺、复合增材制造技术及装备、高性能大型金属构件电弧/电子束熔丝增材制造

装备与工艺等。

(2) 核心器件方面：高效高精度激光增材制造熔覆喷头、高效宽幅微滴喷射阵列打印头、大功率高精度数字式扫描电子枪系统、高光束质量激光器及光束整形系统、高速扫描系统、大功率激光扫描振镜、动态聚焦镜、阵列式高精度喷嘴等。

(3) 软件方面：智能化增材制造系统平台、面向增材制造的模型处理以及工艺规划软件系统、嵌入式软件系统等。

(4) 材料方面：高温合金、高强合金钢、钛合金、轻合金、特殊钢；支持 3D 打印专用超细钛合金粉末制备技术，包括大功率冷坩埚熔炼技术、电磁约束底注技术、活性金属的超音速层流雾化技术、氧增量控制技术。

(5) 应用方面：国家支持面向航空航天行业、家电行业、个性化植入假体、修复与再制造的应用。

(6) 检测方面：金属增材制造缺陷和变形的射线检测技术与装备、金属增材制造的高频超声检测技术与装备。

(7) 理论方面：国家支持增材制造控形控性的科学基础等基础理论研究。

此外，国家还支持微纳结构增材制造工艺与装备、增材制造件后续电化学精整加工的整体制造策略与工艺技术、在传统制造结构件上增材制造精细结构的研究。

4、国内 3D 打印技术领域的重点高校

表 3 国内 3D 打印技术领域的重点高校及衍生企业

高校	科研团队	重点实验室	研究领域	衍生企业
清华大学	颜永年教授团队	清华大学机械工程先进成形制造教育部重点实验室	激光选区熔化 (SLM) 与激光熔敷沉积成形 (LCD)	江苏永年激光成形有限公司 (注册地为宿迁市)
北京航空航天大学	王华明教授团队	北航大型金属构件增材制造国家工程实验室	飞机、发动机等装备中钛合金、超高强度钢等高性能、难加工、大型关键构建激光直接制造技术	中航天地激光科技有限公司 (注册地为北京市)
西安交通大学	卢秉恒教授团队	西安交大先进制造技术研究所	光固化快速成形制造系统研究	陕西恒通智能机器有限公司 (注册地为西安)
华中科技大学	史玉升教授团队	华中科技大学快速制造中心国家重点实验室	粉末成形, 其中选择性激光烧结快速成形技术成套学术体系与系统得到广泛应用	武汉华科三维科技有限公司 (注册地为武汉)
西北工业大学	黄卫东教授团队	西北工业大学凝固技术国家重点实验室	主要开发激光立体成形的 3D 打印技术	西安铂力特激光成形技术有限公司 (注册地为西安)

承办: 扬州市科学技术情报研究所

地址: 扬州市文昌中路 403 号

电话: 87325339 传真: 85117036

网址: www.yzinfo.net.cn



扬州市科技文献
公共服务平台



扬州科技情报
微信公众号