



3D 打印行业研究

买入（首次评级）

行业深度研究

证券研究报告

机械组

分析师：满在朋（执业 S1130522030002） 分析师：李嘉伦（执业 S1130522060003）
manzaipeng@gjzq.com.cn lijialun@gjzq.com.cn

重视 DED 技术在商业航天成长潜力

投资逻辑：

什么是 DED？

DED 为金属 3D 打印的主流技术路线之一：金属 3D 打印主要技术路线为 PBF（粉末床熔融）和 DED（定向能量沉积）。DED 属于利用聚焦热能融化材料的即熔即沉积 3D 打印工艺，聚焦激光束在控制下按照预先设定的路径移动，粉末喷嘴将金属粉末（或丝状材料）直接输送到激光光斑在固态基板上形成的熔池，从而逐层凝固完成 3D 打印。

海外公司布局较早，国内企业迎头赶上：美国 Optomec 较早实现了 DED 技术的商业化开发和推广，目前开发的 DED 装备已经在工业领域实现应用；韩国 Insstek 开发的直接金属成型技术（属于 DED）在航天火箭喷管实现了多次应用；Trumpf 已将 DED 技术和现有的五轴铣削/车削机床进行了集成，从而实现打印+机加工一体化，整体已有较高的成熟度。国内企业目前正迎头赶上，中科煜宸送粉式金属 3D 打印装备采用具有自主知识产权的核心部件（如加工头、送粉器、工艺软件等），成果已广泛应用于航空航天、汽车制造等领域；九宇建木国内首家将 DED 多金属复合打印技术应用用于火箭发动机领域；融速科技采用电弧增材送丝技术（WAAM）打印航天核心关键部件。

为什么看好商业航天 3D 打印领域 DED 技术的应用潜力？

DED 在商业航天部分零部件 3D 打印中具备稀缺技术优势：DED 具备无成形尺寸限制、可实现多材料复合 3D 打印、可实现修复与再制造等多种稀缺优势，尤其适合在商业航天领域进行应用。例如火箭燃烧室腔体通常就会采用两段式结构，可通过 DED 技术在铜合金内衬的基础上打印因科镍 625 外套层完成多材料复合制造，这一点采用 PBF 技术路线则无法实现，只能进行多次打印后再进行焊接，在加工时间和产品性能上处于劣势。

“摸着 NASA 过河”，我们认为国内 DED 技术渗透率有望提升：目前整体来看，DED 技术已经在航空航天等领域已经实现了应用落地，取得了显著的经济和时间双重效益。尤其是 NASA 已经形成了多种实现 DED 加工的技术路线，实现了打印时间大幅缩短（L-PBF 大于 90 天、LP-DED 小于 14 天）、多合金 3D 打印突破（LW-DED）、100%材料利用率和高沉积效率（EB-DED）等优异成果，并且部分零部件已经通过了热试车测试。我们认为考虑 NASA 目前已经形成了 3D 打印的标准化体系并且相当重视 DED 技术研发，国内企业相比之下更多采用 PBF 技术路线，针对 DED 技术相关的研发布局依旧偏少，后续有望看到国内 DED 技术路线的渗透率提升。

投资建议

考虑商业航天行业正处高速成长期，3D 打印的渗透率有望持续提升。其中 DED 技术路线具备稀缺的技术优势，在商业航天 3D 打印领域具有较好成长前景，建议关注国内积极布局 DED 技术路线的企业。

风险提示

DED 技术渗透率提升不及预期。



内容目录

1. 什么是 DED?	4
1.1 DED 为金属 3D 打印的主流技术路线之一	4
1.2 海外公司布局较早, 国内企业迎头赶上	10
2. 为什么看好商业航天 3D 打印领域 DED 技术的应用潜力?	13
2.1 DED 在商业航天部分零部件 3D 打印中具备稀缺技术优势	13
2.2 “摸着 NASA 过河”, 我们认为国内 DED 技术渗透率有望提升	16
3. 投资建议	19
4. 风险提示	19

图表目录

图表 1: 3D 打印技术可以归类为 7 类	4
图表 2: 粉末床熔融与定向能量沉积在工业领域已经实现了成熟应用	4
图表 3: 粉末床熔融 3D 打印原理	5
图表 4: 激光选区熔化成形原理	5
图表 5: 激光近净成形原理	5
图表 6: 蓝光同轴送粉 LDED 沉积原理	6
图表 7: EBDED 技术原理	6
图表 8: 不同类型激光器在熔池形成过程中会有不同的行为特性	7
图表 9: 不同激光能量输入参数对单道几何参数的影响	7
图表 10: DED 打印中通过调制激光功率可以优化气泡问题并最小化孔隙率	8
图表 11: DED 打印中通过调制激光功率可以优化气泡问题并最小化孔隙率	8
图表 12: W-LDED 中两种常见的送丝方式	9
图表 13: WP-DED 送料机构	9
图表 14: WP-DED 送粉/送丝方式优缺点对比	10
图表 15: Optomec 开发的 DED 装备	10
图表 16: Insstek 开发的 DMT 技术在航天火箭喷管实现了多次应用	11
图表 17: Trumpf 将 DED 技术和现有的机床进行了集成	11
图表 18: 中科煜宸实现超大型激光熔化直接沉积制造设备开发	12
图表 19: 九宇建木商业航天总部基地签约落地无锡高新区	12
图表 20: 融速科技采用电弧增材送丝技术 (WAAM) 打印航天核心关键部件	13
图表 21: DED 和 PBF 技术对比	13
图表 22: DED 配套工业机器人实现大尺寸零部件加工	14



图表 23: DED 特殊的成形原理可以实现多材料复合 3D 打印	14
图表 24: DED 可在铜合金上继续沉积因科镍来制造外套层	15
图表 25: LDED 成形异质材料火箭发动机推力室结构件	15
图表 26: LDED 成形修复的叶片	16
图表 27: DED 技术已经在航空航天等领域已经实现了应用落地	16
图表 28: NASA 已经形成了多种实现 DED 加工的技术路线	17
图表 29: NASA 布局的一体化再生冷却推力室组件主要采用 DED 技术进行加工	17
图表 30: LP-DED 相比 PBF 打印时间大幅缩短	18
图表 31: LW-DED 通过验证实现多合金 3D 打印突破	18
图表 32: EB-DED 实现了 100%材料利用率且沉积速率较高	19
图表 33: 同轴送丝 AW-DED 实现了极高的材料利用率和低成本	19

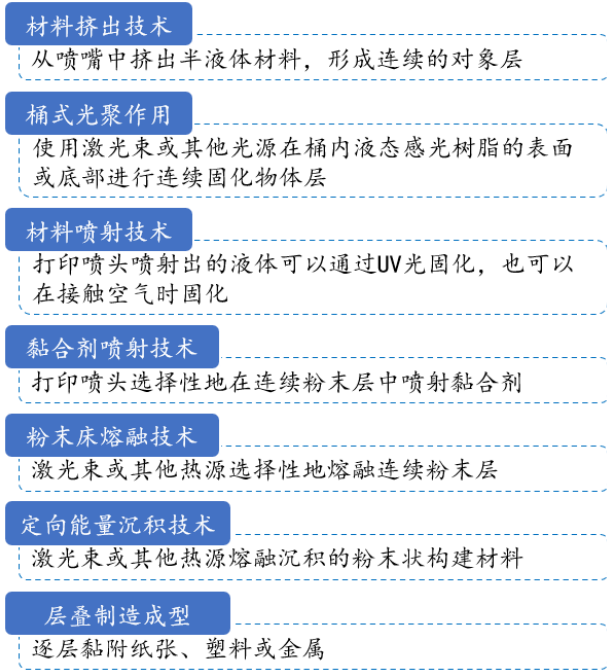


1.什么是 DED?

1.1 DED 为金属 3D 打印的主流技术路线之一

从大的分类来看一般将 3D 打印分为 7 类，主要包括材料挤出 (Material Extrusion)、光聚合 (Photopolymerization)、粉末床熔融 (Powder Bed Fusion)、材料喷射 (Material Jetting)、黏结剂喷射 (Binder Jetting)、片材层压 (Sheet Lamination) 和定向能量沉积 (Directed Energy Deposition)。

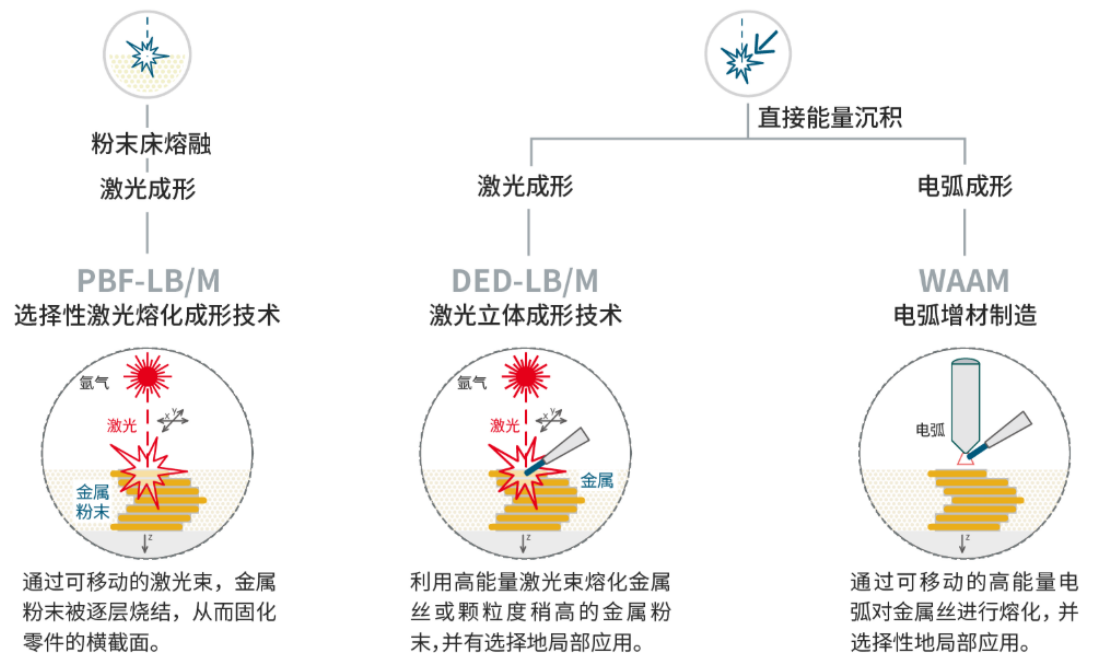
图表1: 3D 打印技术可以归类为 7 类



来源:《中国战略性新兴产业研究与发展:增材制造》,国金证券研究所

其中用于进行金属 3D 打印的技术路线主要为 PBF (粉末床熔融) 和 DED (定向能量沉积)。

图表2: 粉末床熔融与定向能量沉积在工业领域已经实现了成熟应用

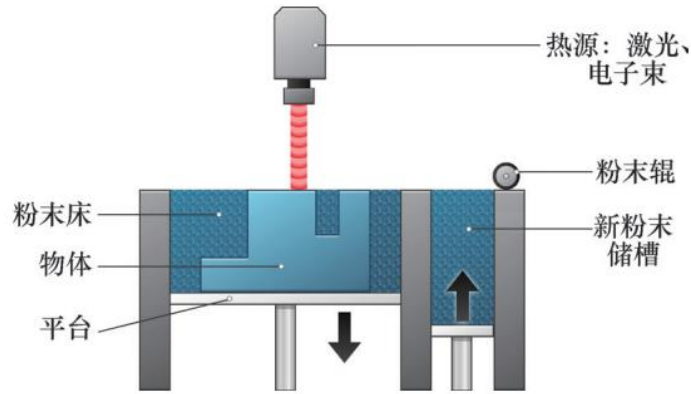




来源：铂力特官网，国金证券研究所

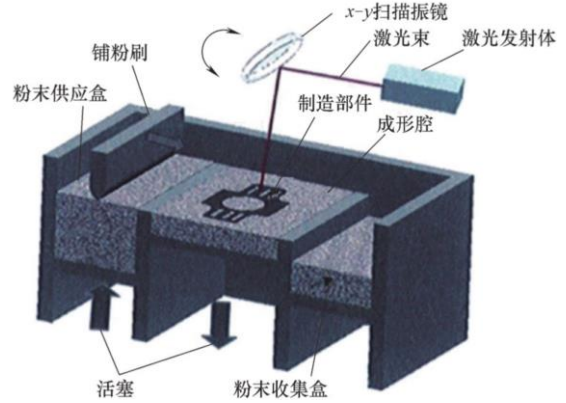
粉末床熔融工艺是指通过热能选择性地熔化/烧结粉末床区域的增材制造工艺。代表性工艺有激光选区熔化、激光选区烧结、电子束选区熔化。该技术路线的选材较为广泛，从尼龙到金属粉末都可以作为烧结对象。

图表3：粉末床熔融 3D 打印原理



来源：《增材制造技术国内外应用发展趋势》，国金证券研究所

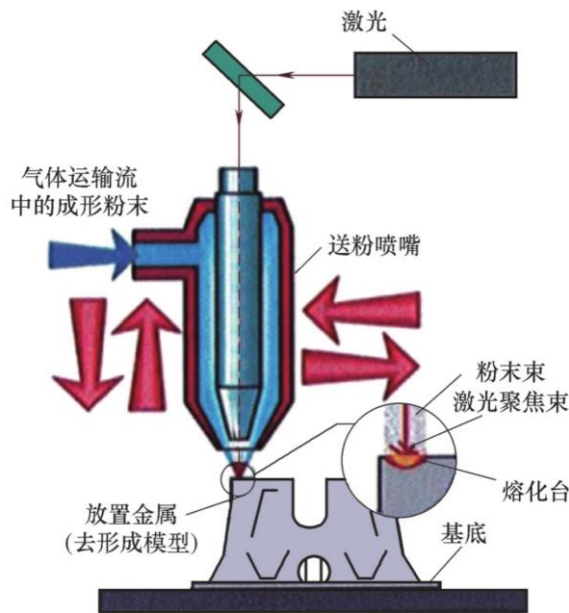
图表4：激光选区熔化成形原理



来源：《中国战略性新兴产业研究与发展：增材制造》，国金证券研究所

DED 是指利用聚焦热能熔化材料的即熔即沉积增材制造工艺，代表性工艺是激光近净成形。激光近净成形技术最早由美国桑迪亚国家实验室 (Sandia National Laboratory) 于 20 世纪 90 年代开发，是激光增材制造高性能金属零部件典型技术之一。其主要成形过程为：聚焦激光束在控制下按照预先设定的路径移动，同时，粉末喷嘴将金属粉末(或丝状材料)直接输送到激光光斑在固态基板上形成的熔池，使之按由点到线、由线到面的顺序凝固，从而完成一个层截面的打印工作。这样层层叠加，制造出近净形的零部件实体。

图表5：激光近净成形原理

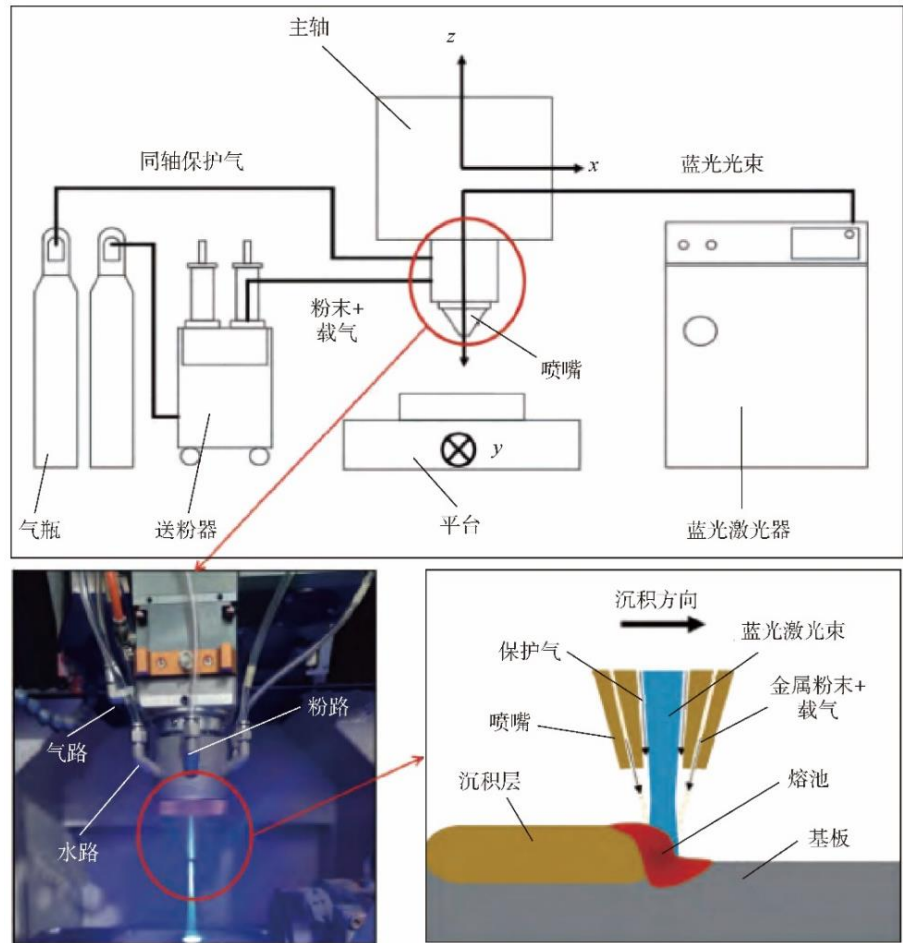


来源：《中国战略性新兴产业研究与发展：增材制造》，国金证券研究所

基于热源类型，DED 技术可进一步分为电子束定向能量沉积 (EBDED)、激光定向能量沉积 (LDED)、等离子定向能量沉积和电弧定向能量沉积等。其中，LDED 技术因其热影响区小、高能量密度与热输入的易精确控制等优点已广泛应用于不锈钢、铝合金、钛合金及高温合金等金属材料的制造，被认为是最具应用前景的增材制造技术之一。



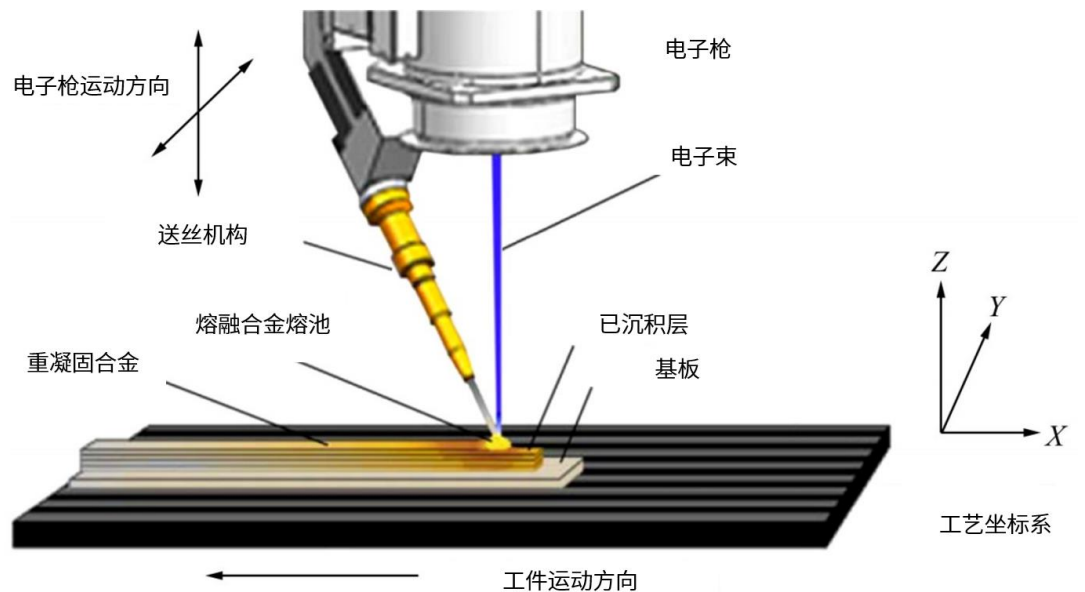
图表6: 蓝光同轴送粉 LDED 沉积原理



来源:《铜合金在增材制造领域的研究进展》, 国金证券研究所

EBDED 是基于电子束焊接发展而来的以电子束作为热源的路径, 处于真空环境的高能电子束作用于基材表面形成熔池, 金属丝材送入熔池并熔化为熔滴; 熔滴随工作台移动而近乎连续地进入熔池, 并在熔池移动后迅速凝固层层堆叠以形成实体。

图表7: EBDED 技术原理



来源:《层状复合钛合金增材制造研究进展及发展趋势》, 国金证券研究所



常见的 LDED 系统主要由激光器和送料机构组成：

1) 激光器：

LDED 采用的激光器主要包括连续性和脉冲型两种，连续激光器产生稳定的激光束，随着激光器的移动，熔池在沉积方向上沿激光路径扩展，这可能导致随着时间推移产生过量的热量积累。与此相反，脉冲激光器发射间歇性的激光，熔池在脉冲之间冻结，有利于减少热量的累积效应。

图表8：不同类型激光器在熔池形成过程中会有不同的行为特性

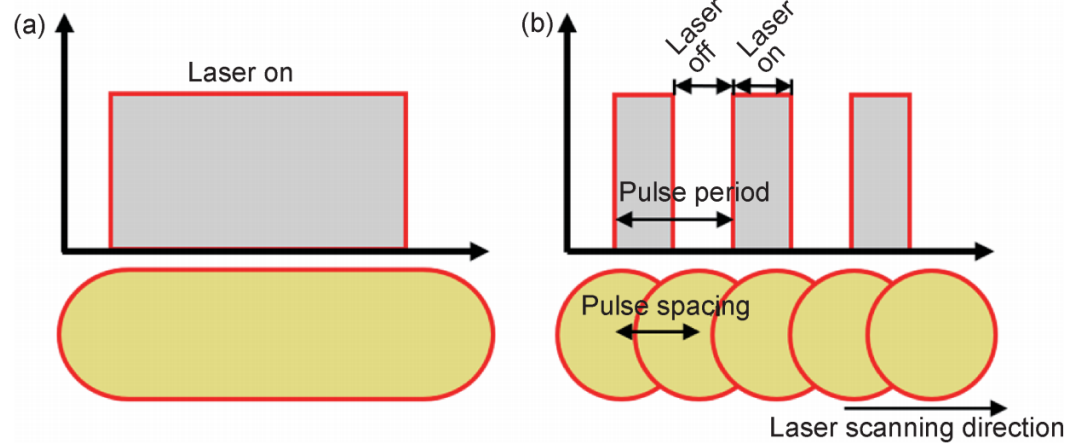


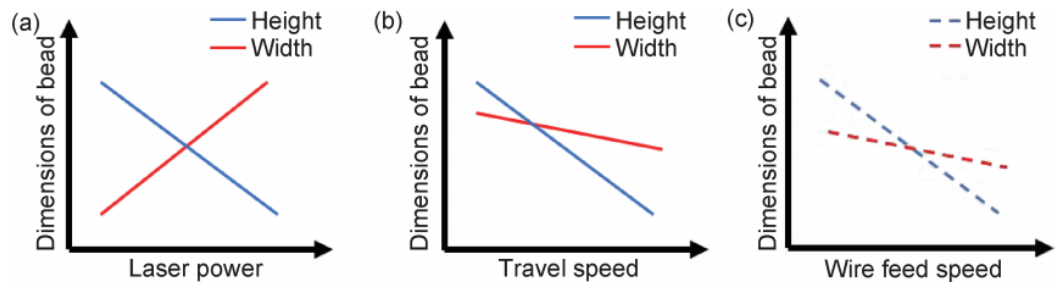
图1 不同类型激光器 (a)连续激光器;(b)脉冲激光器

Fig. 1 Different types of lasers (a)continuous laser;(b)pulsed laser

来源：《激光熔丝定向能量沉积增材制造技术研究现状与发展趋势》，国金证券研究所

激光功率、扫描速度和送丝速度均会对结构件的最终质量产生较大的影响。例如随着激光功率和单位长度内激光能量密度的增加，可以观察到单道的宽度增加，高度降低，原因是激光功率增加，熔池温度升高，基材发生重熔，形成了更大的熔池，同时熔池凝固速率降低，导致熔融金属在冷却前向外流动。

图表9：不同激光能量输入参数对单道几何参数的影响

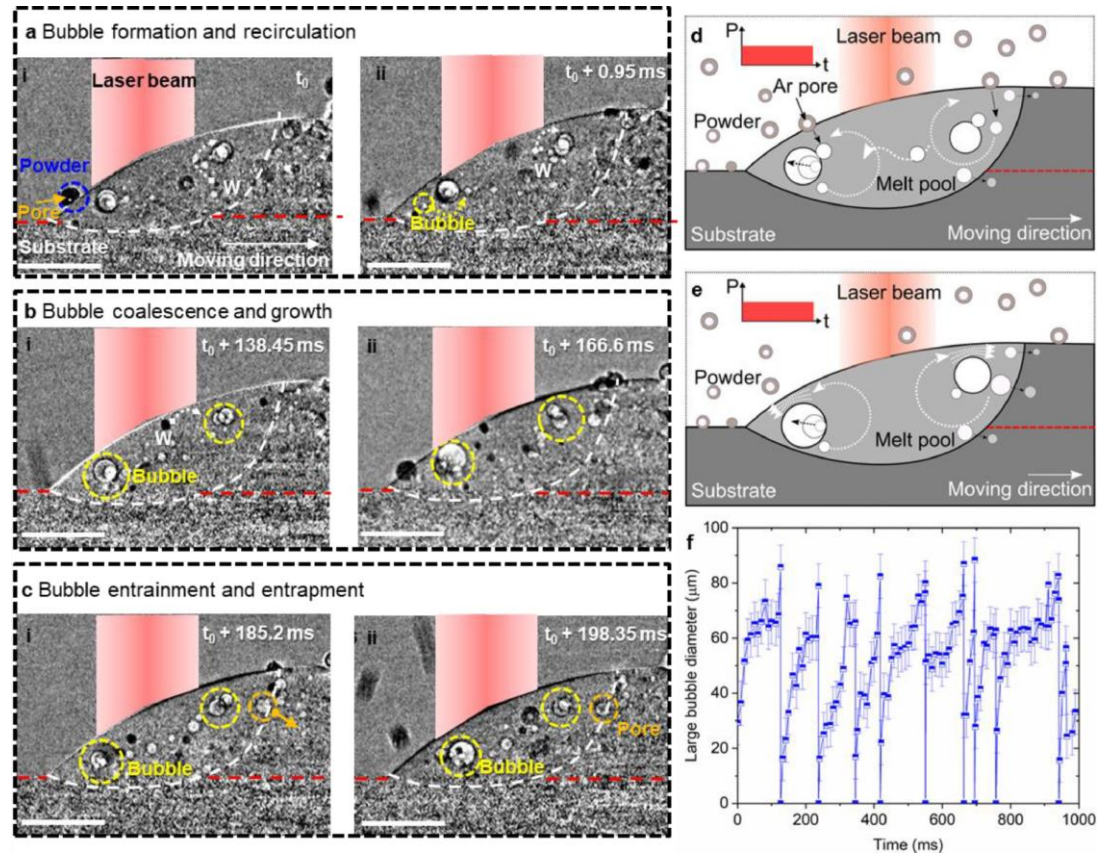


来源：《激光熔丝定向能量沉积增材制造技术研究现状与发展趋势》，国金证券研究所

在打印过程中出现的气泡会导致材料出现缺陷并影响最终性能，但通过调制激光功率，可以暂时扰动马兰戈尼流，可实现气泡动力学的有效控制，促进气泡逸出，从而实现低缺陷的 3D 打印。



图表10: DED 打印中通过调制激光功率可以优化气泡问题并最小化孔隙率



来源:《Pore-lean directed energy deposition additive manufacturing through laser power modulation》, 国金证券研究所

进行扫描策略优化也可以带来沉积表面质量和均匀性的显著改善。

图表11: DED 打印中通过调制激光功率可以优化气泡问题并最小化孔隙率

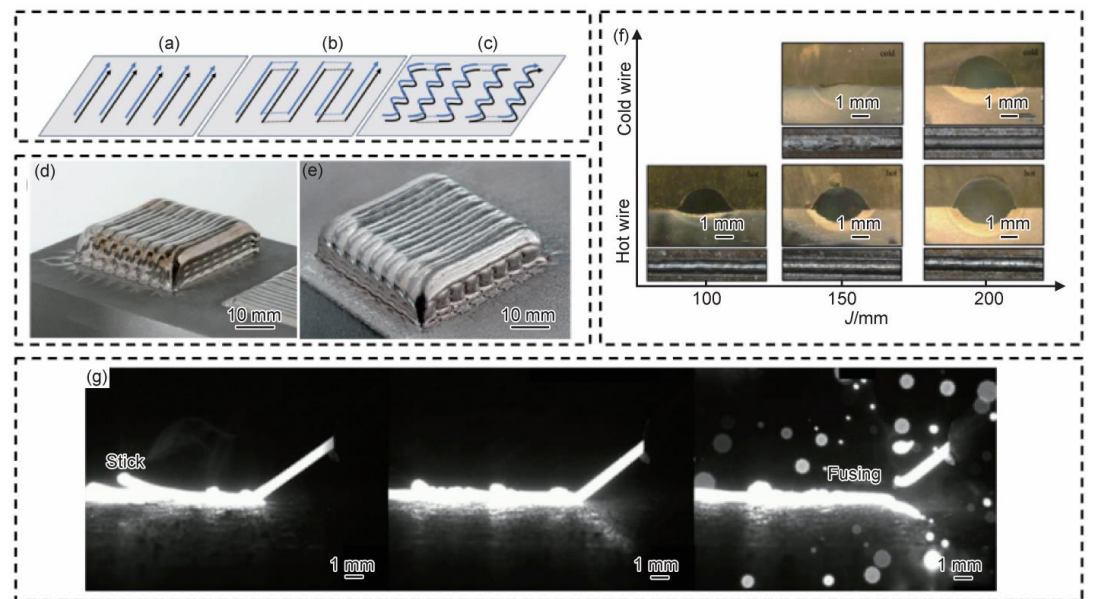


图6 W-LDED技术的沉积质量改善

(a)~(c)三种不同的扫描策略;(d),(e)通过曲折扫描策略制备的Inconel 718和Ti-6Al-4V的长方体^[75];
(f)热丝和冷丝穿透能力对比^[78];(g)不同预热温度下的沉积轨迹^[42]

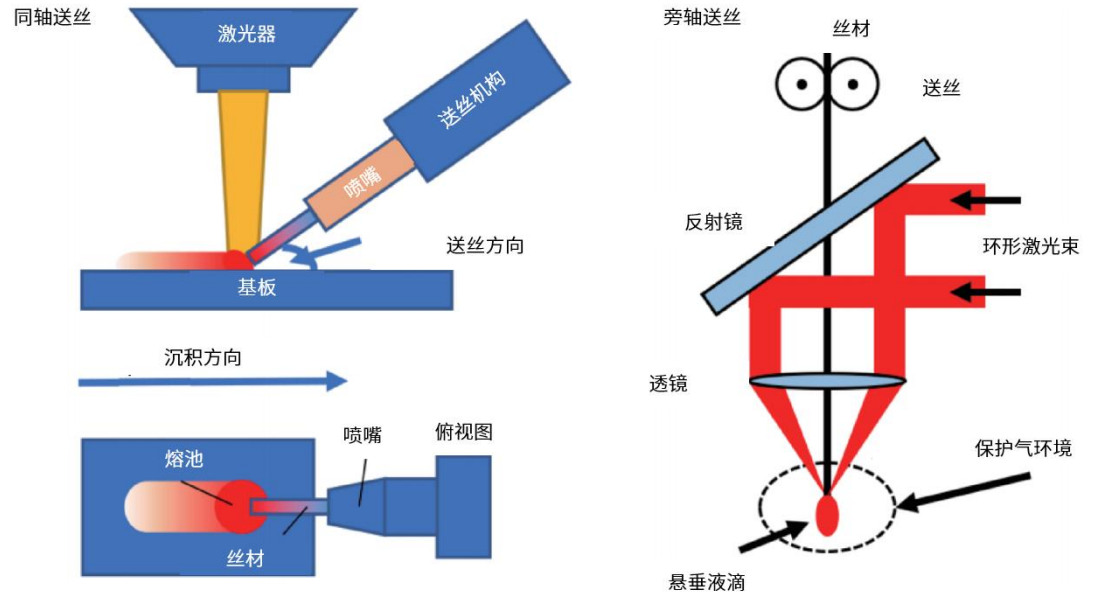


来源：《激光熔丝定向能量沉积增材制造技术研究现状与发展趋势》，国金证券研究所

2) 送料机构:

LDED 技术分为送粉式和送丝式，相较于粉材，使用丝材原料可以实现更大的沉积速率，同时丝材通常比粉末便宜，并减少粉末污染的风险。在 W-LDED（激光熔丝定向能量沉积）中，常见的送丝方式包括旁轴送丝和同轴送丝。

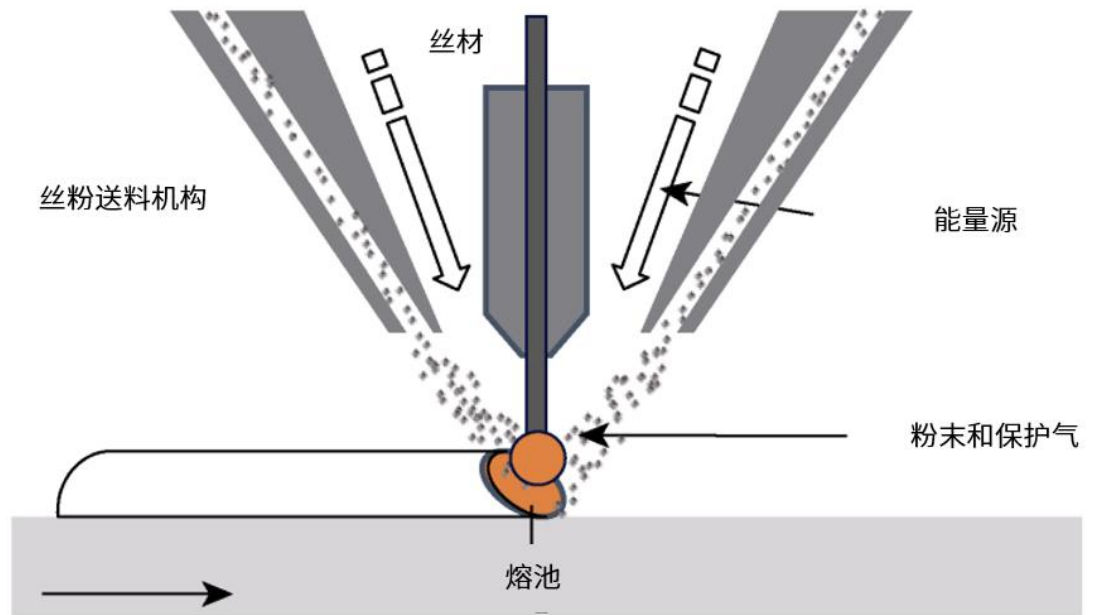
图表 12: W-LDED 中两种常见的送丝方式



来源：《激光熔丝定向能量沉积增材制造技术研究现状与发展趋势》，国金证券研究所

目前出现了一种新型的送料工艺，丝粉混合定向能量沉积（WP-DED）突破了传统单一送料方式的局限，实现了不同状态及材质的材料同步添加至熔池中。

图表 13: WP-DED 送料机构



来源：《丝粉混合定向能量沉积的研究现状》，国金证券研究所

WP-DED 工艺依据丝材、粉末与热源间的空间布局，演变出多样化的送料策略，包括双侧向送料、粉同轴与丝侧向结合、丝同轴与粉侧向结合，直至最终发展的同轴 WP-DED 技术。目前，WP-DED 技术主要分为两大应用领域：一是基于同质丝粉材料的高沉积速率 DED，旨



在通过高效沉积实现快速成形；二是基于异质丝粉材料的力学性能强化 DED，专注于通过材料复合提升部件的整体性能。相较于单一的粉末或金属丝进料工艺，WP-DED 工艺的沉积速率提高了约 87%，这一显著优势主要得益于输入能量与材料量的双重增加。

图表14: WP-DED 送粉/送丝方式优缺点对比

送料方式	优点	缺点
双侧送料	设备成本低、操作简单、易于实现	沉积具有方向性，粉末利用率低；材料对冲运动易导致熔池不稳定；材料与热源调节难度大，耦合不均匀
粉末同轴送料+丝材旁轴送料	降低了耦合调试难度，粉末利用率高，减少了材料对冲运动对熔池的扰动	沉积具有方向性，材料与热源之间耦合不均匀
丝材同轴送料+粉末旁轴送料	操作简单，沉积效率高	沉积具有方向性，粉末利用率低，颗粒分布难以控制
丝粉同轴送料	沉积控制精准，沉积效率高，耦合更全面，控制更简便	实现难度大，成本高

来源：《丝粉混合定向能量沉积的研究现状》，国金证券研究所

1.2 海外公司布局较早，国内企业迎头赶上

美国装备制造厂商 Optomec 较早对激光近净成形技术进行了商业开发和推广，并逐步推出了定向能量沉积设备。例如其 LENS 1500 AM CA 系统拥有 900×1500×900mm 的大尺寸工作空间，非常适合大型工业构件的修复、返工与改性。该系统采用高功率 IPG 光纤激光器，可直接以金属粉末为原料逐层堆积成型构件，所得材料的力学性能可与原构件相当甚至更优。

图表15: Optomec 开发的 DED 装备



LENS 1500 AM CA System

来源：Optomec 官网，国金证券研究所

韩国 Insstek 开发的直接金属成型（DMT）属于 DED 技术，通过两台视觉相机对熔池高度进行实时分析与控制来提升打印精度。已在航天火箭喷管实现了多次应用。



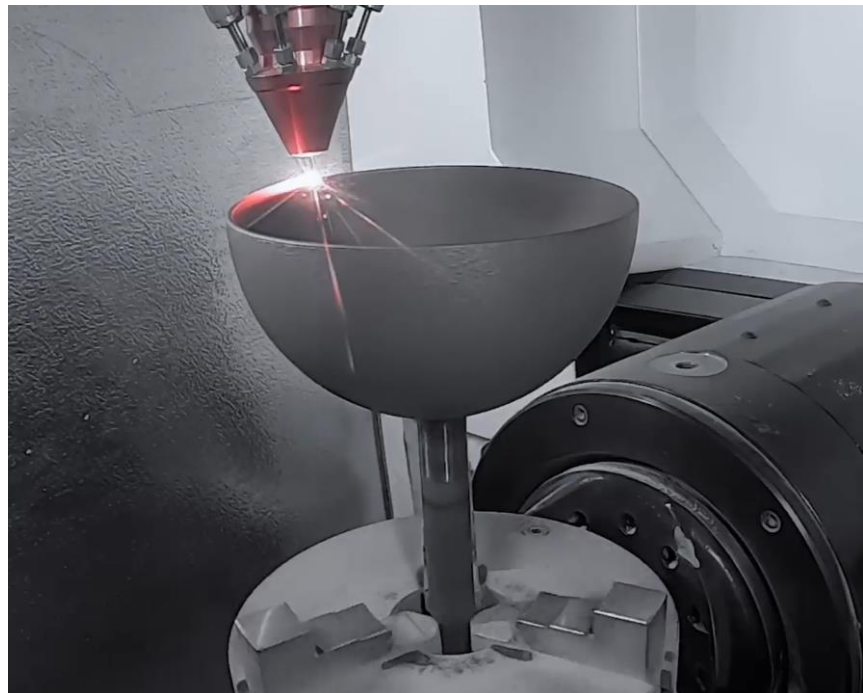
图表16: Insstek 开发的 DMT 技术在航天火箭喷管实现了多次应用



来源: Insstek 官网, 国金证券研究所

Trumpf 已将 DED 技术和现有的五轴铣削/车削机床进行了集成, 从而实现打印+机加工一体化。

图表17: Trumpf 将 DED 技术和现有的机床进行了集成



来源: Trumpf 官网, 国金证券研究所

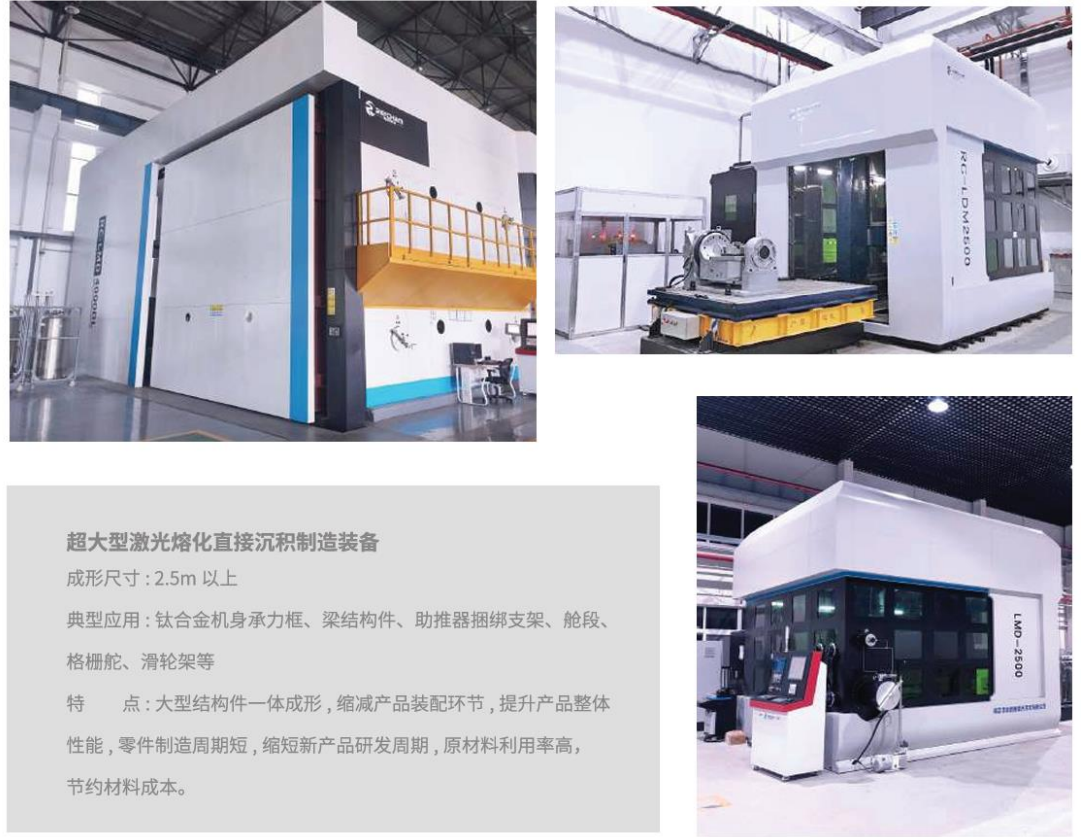
国内企业也正积极布局 DED 技术, 并实现了航空航天等领域的应用快速落地:

中科煜宸在大型及中小型金属激光增材制造装备方面已取得了突破性进展, 其中送粉式金属 3D 打印装备采用具有自主知识产权的核心部件(如加工头、送粉器、工艺软件等), 其



成果已广泛应用于航空航天、汽车制造、模具制造、科研院校等领域，为以上领域的终端用户提供了上百套智能金属激光增材制造装备。

图表18：中科煜宸实现超大型激光熔化直接沉积制造设备开发



超大型激光熔化直接沉积制造装备
 成形尺寸：2.5m 以上
 典型应用：钛合金机身承力框、梁结构件、助推器捆绑支架、舱段、格栅舵、滑轮架等
 特 点：大型结构件一体成形，缩减产品装配环节，提升产品整体性能，零件制造周期短，缩短新产品研发周期，原材料利用率高，节约材料成本。

来源：中科煜宸官网，国金证券研究所

九宇建木是国内首家将DED多金属复合打印技术应用于火箭发动机领域的企业，团队成员主要来自北京航空航天大学、西安交通大学、西北工业大学、华中科技大学等国内知名高校。公司凭借其高精度、高性能的发动机关键部件制造解决方案，已成功服务于多家国内商业航天头部企业。九宇建木商业航天总部基地项目将打造集DED金属3D打印技术开发、新材料、新工艺、新设备及零部件制造为一体的商业航天总部基地。

图表19：九宇建木商业航天总部基地签约落地无锡高新区



来源：无锡高新区在线，国金证券研究所



融速科技主要聚焦金属送丝 3D 打印，自主研发激光送丝增材设备 Laser 系列和电弧增材设备 STAR 系列，提供 30 余种金属材料的打印服务，自研 DED 工艺监控软件和路径规划软件，赋能工业生产超自动化，为航空航天、工程机械、3C 电子、船舶制造、石油器械、核水电、土木建筑、科研院校等领域用户提供一站式 DED 金属增材制造解决方案。

图表20: 融速科技采用电弧增材送丝技术 (WAAM) 打印航天核心关键部件



来源：融速科技官网，国金证券研究所

2.为什么看好商业航天 3D 打印领域 DED 技术的应用潜力?

2.1 DED 在商业航天部分零部件 3D 打印中具备稀缺技术优势

DED 和 PBF 技术相比在成型尺寸、精度等方面各有优劣，但在商业航天领域部分零部件制造中具有不可替代的优势。

图表21: DED 和 PBF 技术对比

	粉末床熔融 (PBF)	定向能量沉积 (DED)
特征分辨率/复杂度	特征分辨率高 壁厚与孔径 < 0.010 英寸	特征分辨率中等 壁厚 > 0.040 英寸，孔径数量有限
沉积速率	构建速率低 < 0.3 磅/小时	构建速率高 磅/小时 (部分系统 > 20 磅/小时)
多合金/梯度材料	单次构建仅用单一材料	单次构建可选用多合金或梯度材料
可用材料	可用材料数量多，且持续开发中	可用材料数量多，且持续开发中
生产效率	单次构建可生产多个零件，产量较高	通常仅限单次构建；编程/准备时间较长
零件尺寸/规模	受现有构建体积限制 直径 < 15.6 英寸 (400 毫米) 或 16" × 24" × 19"	规模受门架或机器人尺寸限制
附加特征/修复功能	无法 (或仅有限) 向现有零件添加材料	可向现有零件添加材料或特征

来源：NASA，国金证券研究所

1) 无尺寸限制，设置灵活:

定向能量沉积技术不依赖粉末床，不受空间尺寸限制，因此，可以制造较大尺寸的零部件。



图表22: DED 配套工业机器人实现大尺寸零部件加工



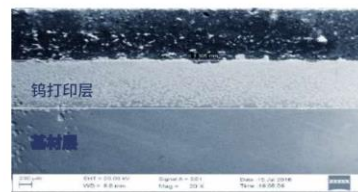
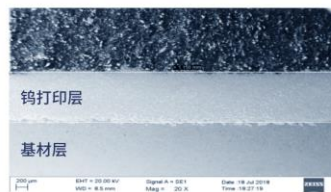
来源: NASA, 国金证券研究所

2) 可实现多材料复合打印, 构筑绝对稀缺技术优势:

PBF 技术在一次打印中只能使用一种材料, 而 DED 可以实现多材料复合 3D 打印。

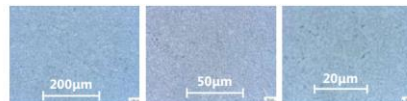
图表23: DED 特殊的成形原理可以实现多材料复合 3D 打印

特种金属3D打印

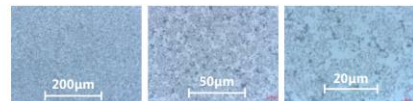


梯度金属3D打印

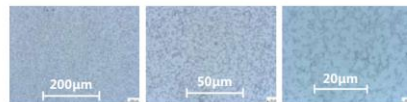
3D打印沉积态TC4+20%IN625



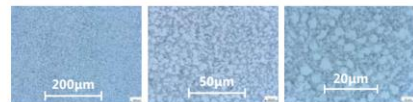
3D打印退火态TC4+20%IN625



3D打印沉积态TC4+30%IN625



3D打印退火态TC4+30%IN625



来源: 中科煜宸官网, 国金证券研究所

例如燃烧室腔体通常就会采用两段式结构, 可通过 DED 技术在铜合金内衬的基础上打印因科镍 625 外套层。



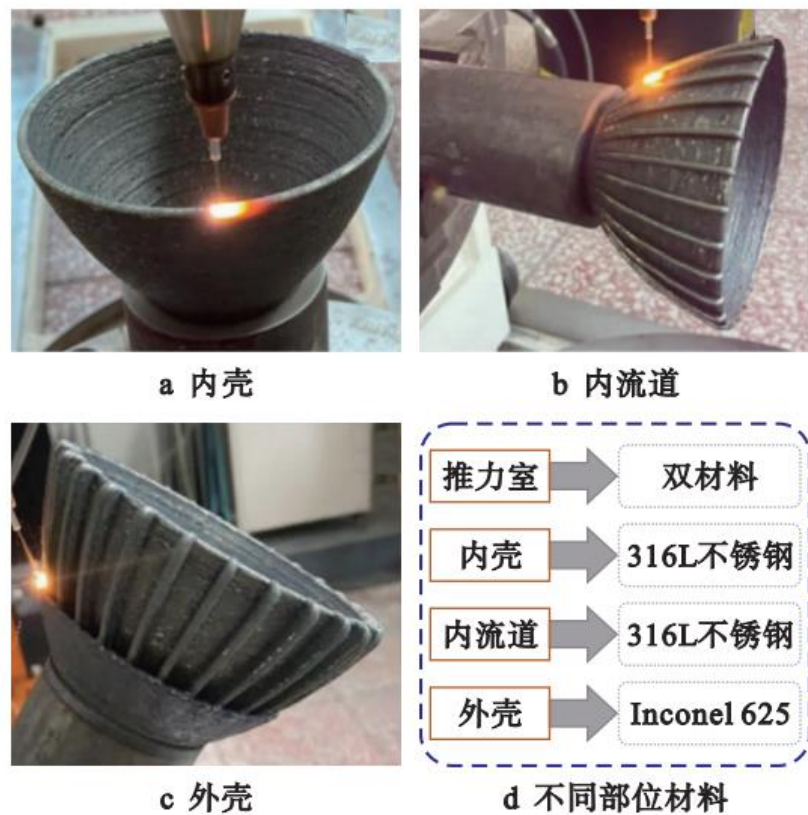
图表24: DED 可在铜合金上继续沉积因科镍来制造外套层



来源: NASA, 国金证券研究所

DED 打开了新的设计理念, 可以利用多种材料组合来满足零件各部分功能要求, 这一点在商业航天领域有巨大应用前景, 甚至有望推动航天器设计的创新与发展。

图表25: LDED 成形异质材料火箭发动机推力室结构件



来源: 《激光定向能量沉积技术的研究现状与应用进展》, 国金证券研究所

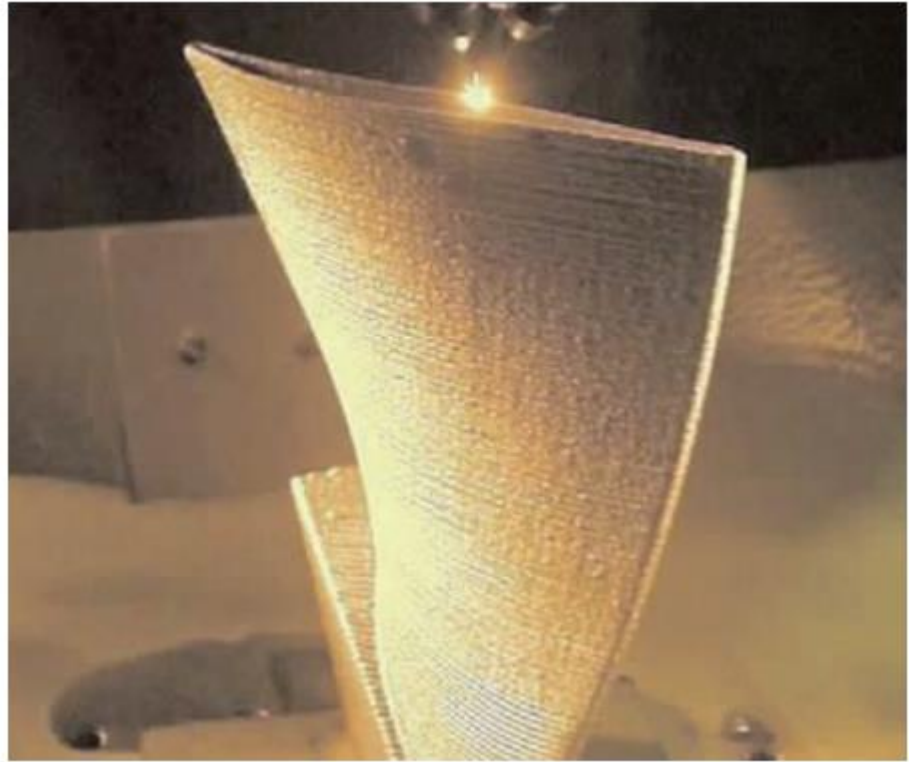
3) 可实现修复与再制造

DED 技术可对废旧或陈旧产品损坏、失效部分进行修复和再利用。不仅能恢复和维持产品的原有性能, 甚至可以对其性能进行提升, 对关键金属零件或模具进行表面改性, 从而增



强其机械和物理性能。

图表26: LDED 成形修复的叶片

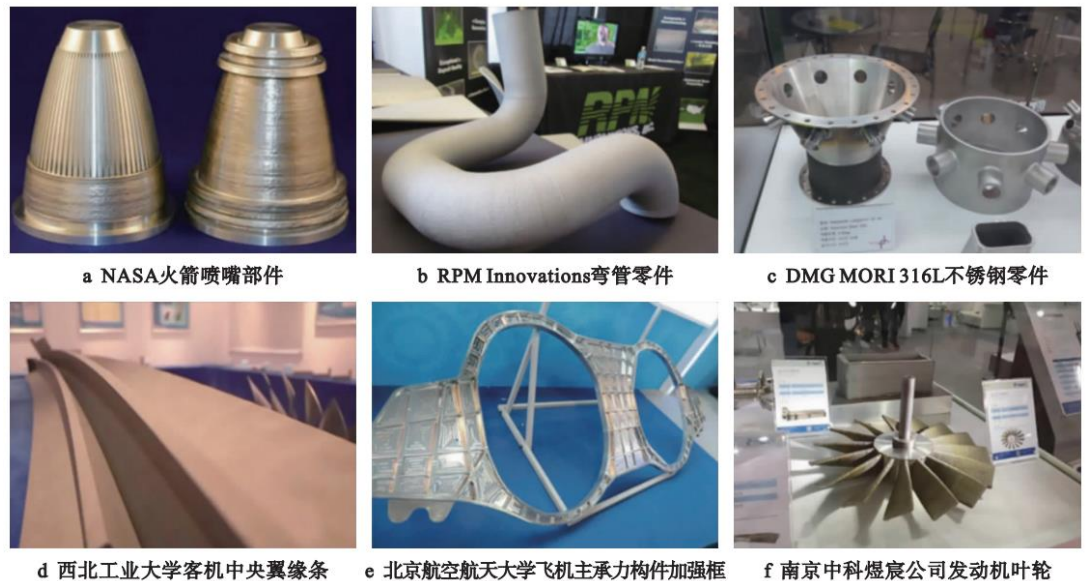


来源:《激光定向能量沉积技术的研究现状与应用进展》, 国金证券研究所

2.2 “摸着 NASA 过河”，我们认为国内 DED 技术渗透率有望提升

目前整体来看，DED 技术已经在航空航天等领域已经实现了应用落地，取得了显著的经济和时间双重效益。例如英国 GKN 公司利用 LDED 技术加固 Vulcain. 2.1 火箭喷嘴，并制造关键连接部件，选用超过 50kg 的镍基超高温合金，使得零件数量减少 90%，生产成本降低 40%，生产周期缩短 30%。

图表27: DED 技术已经在航空航天等领域已经实现了应用落地



a NASA火箭喷嘴部件

b RPM Innovations弯管零件

c DMG MORI 316L不锈钢零件

d 西北工业大学客机中央翼缘条

e 北京航空航天大学飞机主承力构件加强框

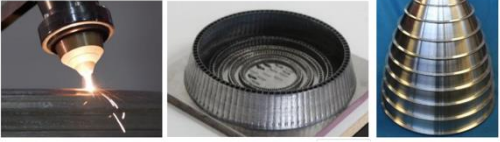



f 南京中科焜宸公司发动机叶轮



来源：《激光定向能量沉积技术的研究现状与应用进展》，国金证券研究所

尤其是 NASA 已经形成了多种实现 DED 加工的技术路线。

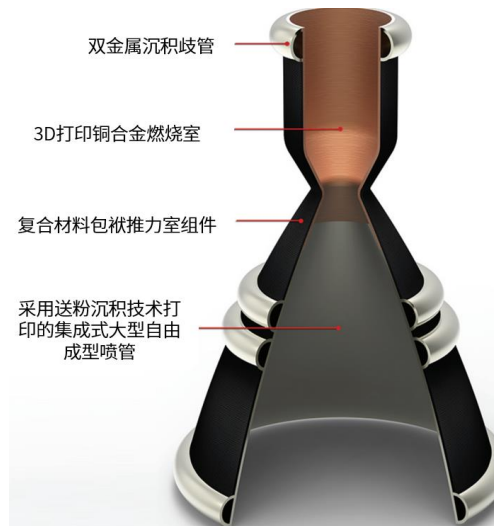
图表28: NASA 已经形成了多种实现 DED 加工的技术路线

<p>激光粉末定向能量沉积 (LP-DED)</p> <p>通过激光形成熔池，离轴喷嘴将粉末注入熔池；设备搭载于龙门系统或机器人系统</p>	<p>电弧丝材定向能量沉积 (AW-DED)</p> <p>采用脉冲丝材熔化极惰性气体 (MIG) 焊接工艺，利用沉积热量形成近净成形件；集成于机器人系统</p>
	
<p>激光丝材定向能量沉积 (LW-DED)</p> <p>通过激光形成熔池，采用离轴送丝沉积技术制造自由成形件；搭载于机器人系统</p>	<p>电子束定向能量沉积 (EB-DED)</p> <p>以电子束为能源的离轴送丝沉积技术；需在真空环境中完成</p>
	

来源：NASA，国金证券研究所

NASA 在其“快速分析与制造推进技术 (RAMPT)”计划下研发了一款轻量化的一体式再生冷却推力室组件，传统的推力室组件制造方式是分别加工喷注器、主燃烧室和喷管，再通过螺栓或焊接将各部件在接头处组装起来，NASA 则尝试直接在燃烧室上通过 DED 技术沉积喷管，以此制造一体式推力室组件，消除了复杂接头。同时用复合材料包覆层替代传统的实心金属护套提供支撑，使整体重量减轻了 40% 以上。

图表29: NASA 布局的一体化再生冷却推力室组件主要采用 DED 技术进行加工



来源：《A One-piece Liquid Rocket Thrust Chamber Assembly》，国金证券研究所

同时各细分技术路线均进行了实际应用并进行热试车测试，整体的技术成熟度较高：

1) LP-DED 实现打印时间大幅缩短。在 NASA 的使用案例中，可以看到大型零部件 DED 的打印时间大幅缩短。



图表30: LP-DED 相比 PBF 打印时间大幅缩短

L-PBF Development



>90 days using L-PBF (Large Platform)

DED Development



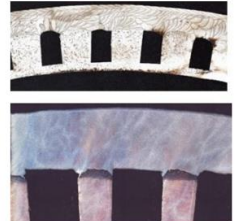
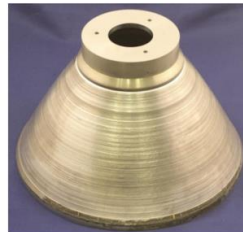
<14 days deposition using LP-DED

来源: NASA, 国金证券研究所

2) LW-DED 通过验证实现多合金 3D 打印突破。

图表31: LW-DED 通过验证实现多合金 3D 打印突破

- 可应用于多种构件, 包括火箭喷管
- 可实现“原位”或自由形态的二次材料沉积
- 已验证可实现多合金复合制造



来源: NASA, 国金证券研究所

3) EB-DED 实现了 100%材料利用率且沉积速率较高。



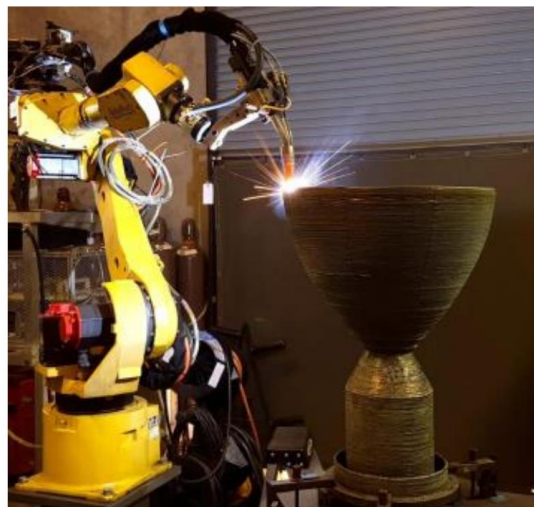
图表32: EB-DED 实现了 100%材料利用率且沉积速率较高



来源: NASA, 国金证券研究所

4) 同轴送丝 AW-DED 实现了极高的材料利用率和低成本。

图表33: 同轴送丝 AW-DED 实现了极高的材料利用率和低成本



来源: NASA, 国金证券研究所

我们认为考虑 NASA 目前已经形成了 3D 打印的标准化体系并且相当重视 DED 技术研发, 国内企业相比之下更多采用 PBF 技术路线, 针对 DED 技术相关的研发布局依旧偏少, 后续有望看到国内 DED 技术路线的渗透率提升。

3.投资建议

考虑商业航天行业正处高速成长期, 3D 打印的渗透率有望持续提升。其中 DED 技术路线具备稀缺的技术优势, 在商业航天 3D 打印领域具有较好成长前景, 建议关注国内积极布局 DED 技术路线的江顺科技 (投资九宇建木)。

4.风险提示

DED 技术渗透率提升不及预期: DED 由于具备多材料复合打印等稀缺技术优势, 未来在商业航天 3D 打印领域具有较好的应用前景, 尤其是参考海外 NASA 目前已经针对这方面进行



了长时间的研发并实现应用落地。但若后续 DED 技术渗透率提升不及预期，将对相关企业业绩增长造成不利影响。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明:

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于C3级(含C3级)的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海
 电话: 021-80234211
 邮箱: researchsh@gjzq.com.cn
 邮编: 201204
 地址: 上海浦东新区芳甸路 1088 号
 紫竹国际大厦 5 楼

北京
 电话: 010-85950438
 邮箱: researchbj@gjzq.com.cn
 邮编: 100005
 地址: 北京市东城区建内大街 26 号
 新闻大厦 8 层南侧

深圳
 电话: 0755-86695353
 邮箱: researchsz@gjzq.com.cn
 邮编: 518000
 地址: 深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心
 18 楼 1806



【小程序】
 国金证券研究服务



【公众号】
 国金证券研究