

证券研究报告
交通运输行业/行业深度报告
2026年9月30日

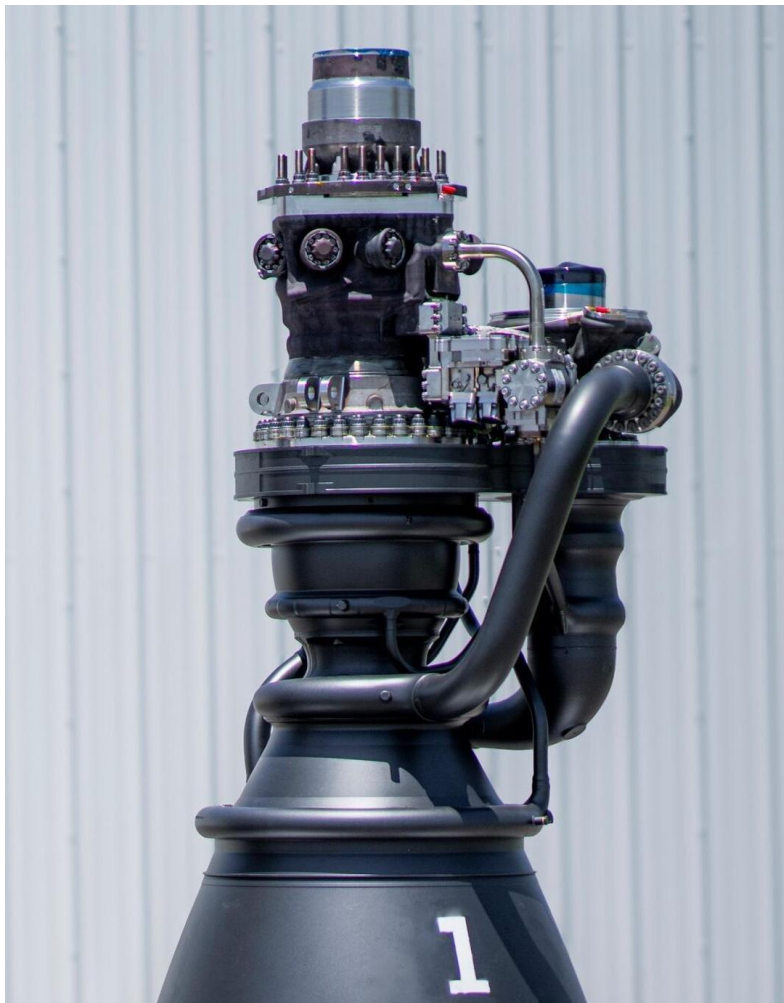
商业航天：3D打印重塑航天制造范式

——增材制造篇

证券分析师：李景星 S0370522090001

行业评级：强于大市（维持）

目录



一、商业航天需求升级，3D打印赋能制造变革

二、3D打印产业链全景扫描

三、市场规模高增，行业加速渗透

四、相关上市公司

风险提示：航天发射节奏不及预期风险；认证准入周期长、认证失败风险；航天级产品良率、一致性与在轨可靠性风险；上游特种粉末、高端设备供应链受限风险。



一、商业航天需求升级，3D打印赋能制造变革

1.1、商业航天时代对航天制造技术提出新全新要求

商业航天制造需求全面升级，3D打印成为实现批量多批次、快速迭代、减重降本与可靠性提升的重要技术支撑。

批量多批次：2025年我国全年完成50次商业航天发射，占比我国全年宇航发射总数52%。与此同时，中国于2025年12月向国际电信联盟（ITU）提交超过20万颗低轨卫星频轨资源申请，释放出大规模低轨星座建设的强烈需求信号，现有发射能力相比未来大规模星座组网需求仍存在较大提升空间。随着卫星部署从“单星发射”逐步转向高密度、批量化组网，火箭需要具备更高的运力、更强的一箭多星能力以及更高频、更低成本的发射能力。

快速迭代：随着可重复使用火箭和液氧甲烷动力等新一代技术加速发展，商业火箭技术持续演进，对发动机性能、回收可靠性和重复使用能力提出更高要求，推动研发模式由“一次研制、长期定型”转向快速持续迭代。火箭企业需要通过高频试验与实际发射不断获取飞行数据，及时验证技术方案并优化设计，因此研发与制造周期需要缩短，以适应快速迭代的新需求。

极致减重降本：火箭减重不仅能够减少材料消耗，还可释放更多运载能力，轻量化由此成为商业火箭设计的重要方向。3D打印通过近净成形突破传统制造的结构约束，使复杂轻量化设计能够直接转化为实体，同时减少材料浪费、加工工序和零部件数量，实现“减重降本”协同优化，有助于企业应对商业航天发射成本竞争加剧的市场现状。

复杂构件可靠性：传统制造往往需要将复杂部件拆分为多个零件分别加工，再通过焊接、螺栓等方式连接，随着连接界面增加，潜在失效风险也随之增加。3D打印能够实现复杂内流道与多零件一体化成形，在突破复杂结构制造限制的同时减少焊缝和连接界面，从而兼顾复杂功能实现与整体可靠性提升。

商业航天发射



50次

占全国宇航发射总数54%

商业运载火箭发射



25次

2025年全年

入轨商业卫星



311颗

占全国入轨卫星总数84%

2025年



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。

资料来源：国家航天局、中国航天报，金元证券研究所整理

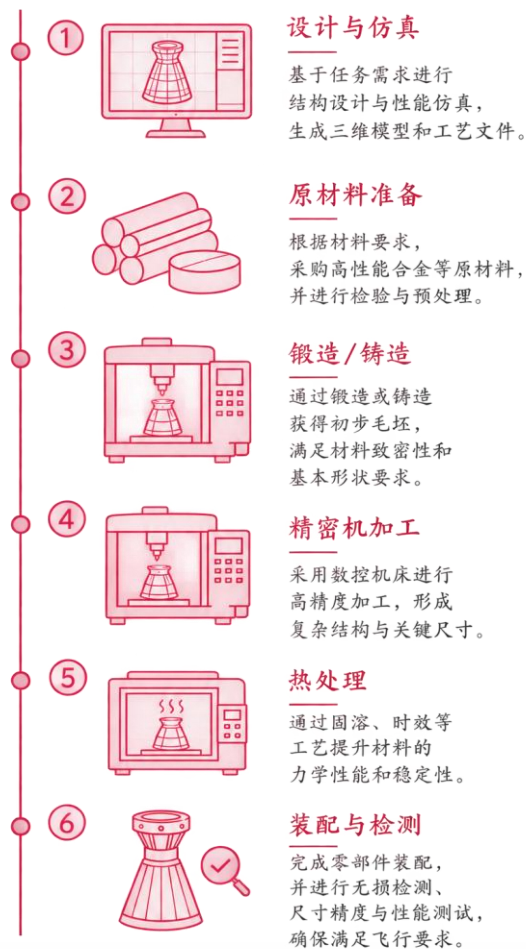


金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

1.2、传统航天制造工艺的弊端

- **设计被“可制造性”绑架，而非最优结构：**传统航天制造高度依赖锻造、铸造、机加工和焊接等技术，设计需严格适配设备与工艺限制。拓扑优化后的轻量化高强结构、点阵结构、复杂随形流道等高性能方案在技术上难以落地，设计人员被迫采用冗余更高的简单结构。
- **材料浪费触目惊心，成本不可控：**减材模式下，锻件与机加工的材料利用率常不足10%~15%，钛合金、高温合金等高价值材料需经多道工序获得最终零件，大量原材料最终被切削为难以直接利用的废屑，造成严重浪费，使成本居高不下且难以控制。
- **制造周期以月为单位，严重拖慢迭代：**航天部件制造需历经设计、模具制备、加工、检测等多个环节，复杂部件从设计到实物往往需要 6-18 个月。若出现设计变更，原有模具工装便需作废重做，前期投入难以摊薄，严重制约研发阶段的小批量试制与快速迭代。
- **连接结构太多，影响可靠性：**复杂部件需拆分多件加工后焊接、螺栓装配，连接界面增多带来潜在失效点，焊缝易产生气孔、裂纹、残余应力，关键部件还存在密封、疲劳隐患。
- **材料组织与力学性能的统一性难以保证：**传统工艺易导致材料组织与性能不均：铸造易现疏松气孔，锻造存在各向异性，焊接产生热影响区，为保证安全性与可靠性只能增加重量。
- **大型整体结构很难一次成形：**火箭贮箱箱底等超大部件受传统设备吨位、成形尺寸限制，必须分块成形后焊接拼装，大幅增加焊缝数量与长度，引发焊接变形、残余应力等问题。

传统航天零件制作流程



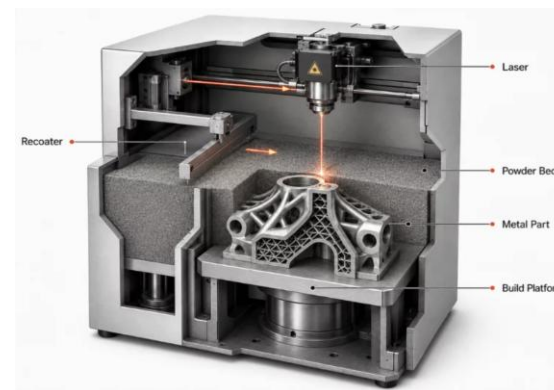
1.3、航天制造的工艺革命：3D打印（增材制造）

概念：3D打印正式名叫增材制造（Additive Manufacturing, AM），以三维数字模型为起点，先由切片软件把模型离散为若干二维截面，再由设备将金属粉末、塑料线材、光敏树脂等材料按截面逐层沉积、熔融或固化，层层堆叠直至成形，与传统CNC“削掉多余材料”的减材制造相反。航天领域的3D打印以金属增材技术为主流，更适合复杂结构、定制化、小批量、快速迭代的场景。

优势：

- **一体化成型：**把原本需分件加工再组装的功能组件整体打印，零件数量级减少。
- **减少装配与焊点：**一体化成型减少焊缝和螺栓连接界面，失效点减少，可靠性上升。
- **轻量化：**设计自由度释放后，可引入拓扑优化等最优传力路径结构，减少冗余结构。
- **缩短研制周期：**设计变更只需改数字模型即可重新打印，免开模/工装，缩短制作周期。
- **材料利用率提升：**金属粉末按需熔融、近净成形，未熔粉末可复用，利用率可达90%以上。
- **复杂流道实现能力：**通过设计优化，异形流道等机加工不可达的结构可一体成形。

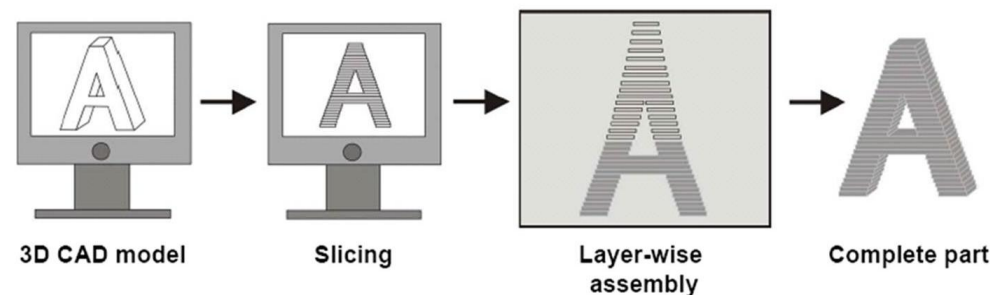
金属粉末床熔融 (SLM) 设备



已验证技术场景：

- **复杂内腔、流道：**推力室再生冷却流道、喷注器、随形冷却结构
- **轻量化拓扑、点阵：**支架、安装座、隔板、点阵减重结构
- **难加工高价值材料：**钛合金、镍基高温合金异形件
- **一体化集成：**原本需多件焊接、装配的组件
- **小批量、快速迭代、备件：**试制件、在轨备件、应急补件

3D模型切片与逐层增材成形流程

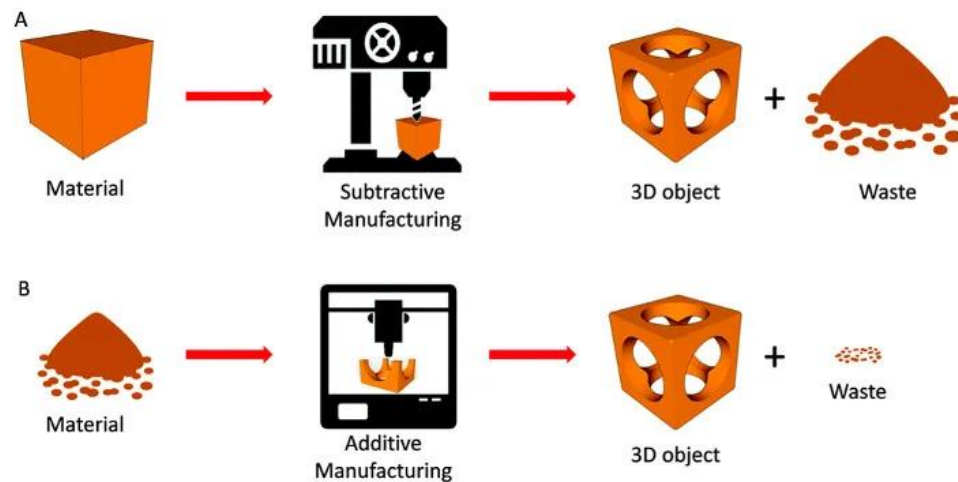


当前技术边界：3D 打印并非万能，目前在大批量、超大尺寸、主承力高疲劳、高精度配合的部件上应用仍需谨慎。

1.3、航天制造的工艺革命：3D打印（增材制造）

对比项	传统工艺	金属增材制造
结构复杂度	受锻造、铸造、机加工等工艺限制，较简单	突破传统加工约束，可实现复杂曲面、内流道、点阵等结构
工序数量	多工序串联，涉及模具、机加工、焊接、装配等	直接依据数字模型逐层成形，减少模具、加工及装配环节
周期	模具及工装准备周期长	无需专用模具，可快速由数字模型转化为实体，缩短制造周期
材料利用率	较低，以减材加工为主，大量材料被切削去除	较高，近净成形，按需添加材料，减少材料去除与浪费
减重幅度	受加工和装配约束，轻量化结构设计空间有限	支持拓扑优化、点阵、薄壁等设计，实现结构轻量化
可靠性风险点	零部件多、焊缝及连接界面多，可靠性较低	一体化成形，减少焊缝与连接界面，降低风险点，可靠性较高

传统减材制造（上）与增材制造（下）工艺流程对比



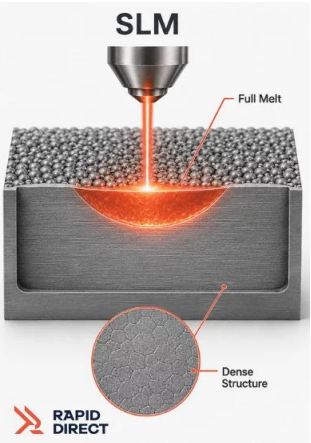
CNC机加工（左）与3D打印（右）同款产品对比



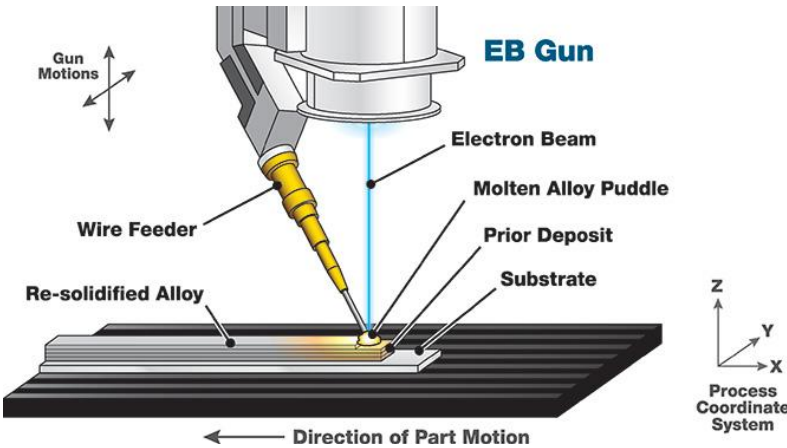
1.4、增材制造主要的几种技术路线

技术名称	原理	适用场景	优势	劣势
金属粉末床熔融技术与设备 (SLM)	激光选择性熔化金属粉末床，逐层堆积成形	高精度、复杂结构及精密动力部件，如SpaceX猛禽发动机一体化铜合金推力室	无支撑成型能力突出、构件内部缺陷率极低、成型表面质量最优、尺寸精度极高	成形效率较低；设备及粉末成本较高；需后处理
定向能量沉积技术与装备 (DED)	能量源同步送粉/送丝，将材料熔化并定向沉积	大型构件、复杂曲面及零件修复再制造，如火箭大型壁板、超大尺寸支架	成形尺寸大；材料利用率高（送丝理论近100%，送粉优化后可达70%-95%）；可进行增材修复	成形精度和表面质量相对较低；通常需后续机加工
弧增材制造技术与装备 (WAAM)	以电弧为热源熔化金属丝材，是DED的子类	超大尺寸、低复杂度金属构件，如大型贮箱、支架、舱体结构	成型效率高、制造成本低，适配超大规格构件成型	精度相对较低，仅适用于低复杂度构件；热输入大，易产生变形和残余应力

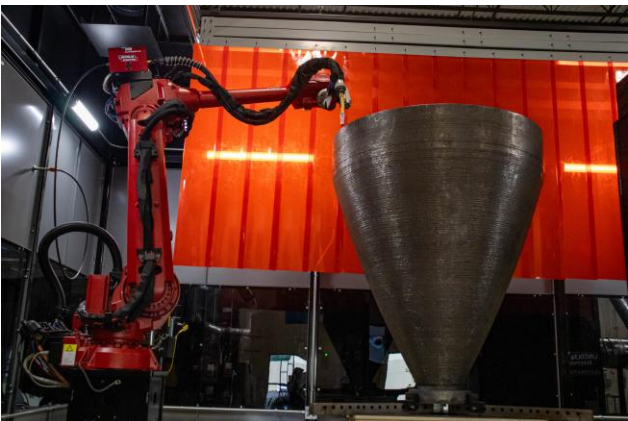
金属粉末床熔融 (SLM)



电子束能量沉积 (EB-DED)



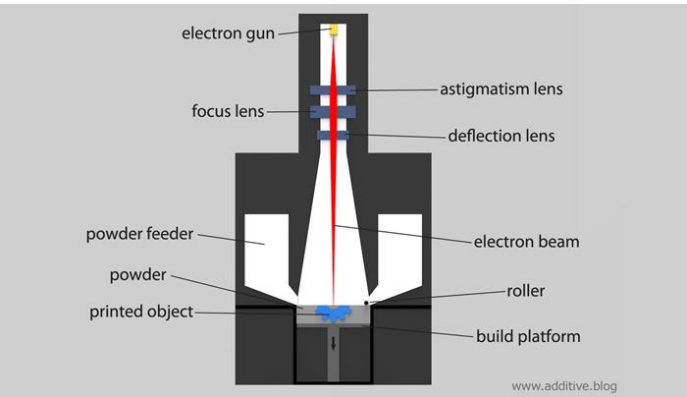
电弧增材制造 (WAAM)



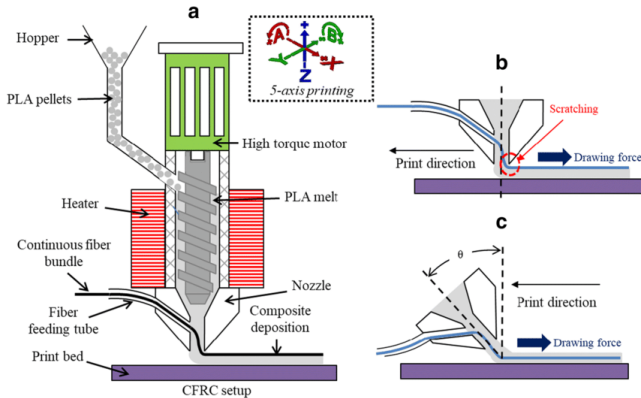
1.4、增材制造主要的几种技术路线

技术名称	原理	适用场景	优势	劣势
电子束熔融设备 (EBM)	在真空环境下利用高能电子束熔化金属粉末	钛合金、高温合金等高性能复杂构件	真空环境可减少金属氧化；高温预热有助于降低残余应力和变形；能量密度高、能量转换效率远超多数SLM设备	成形精度低于SLM、成形尺寸较；表面粗糙度较高；设备成本高
连续纤维复合材料增材 (CFRC-AM)	将连续纤维与聚合物基体结合，逐层沉积成形	卫星主体、整流罩、天线支撑等轻量化优先、需抗疲劳耐腐蚀的结构	比强度高；重量轻；纤维路径可设计，实现定向增强	材料各向异性明显；工艺及质量控制复杂；材料体系仍有限
结构功能一体化电路混合增材 (SFIC-AM)	多材料打印头同步/交替沉积结构基底、绝缘及导电材料	共形天线、智能蒙皮等结构与电子功能融合场景	实现结构、绝缘、导电等功能一体化；轻量化、共形化、小型化、高功能密度	多材料协同制造难度高；工艺复杂；材料兼容性和可靠性要求高

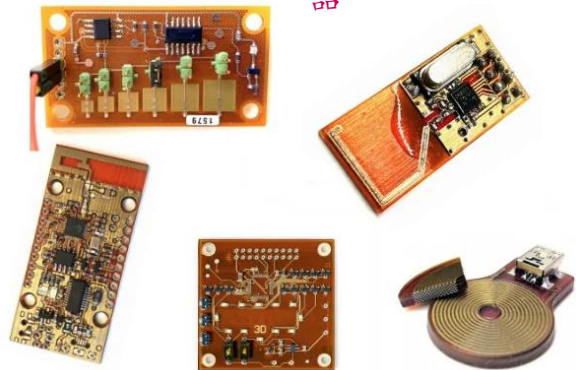
电子束熔融 (EBM)



连续纤维复合材料增材制造 (CFRC-AM)



结构功能一体化电路混合增材 (SFIC-AM) 打印成品



二、3D打印产业链全景扫描



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

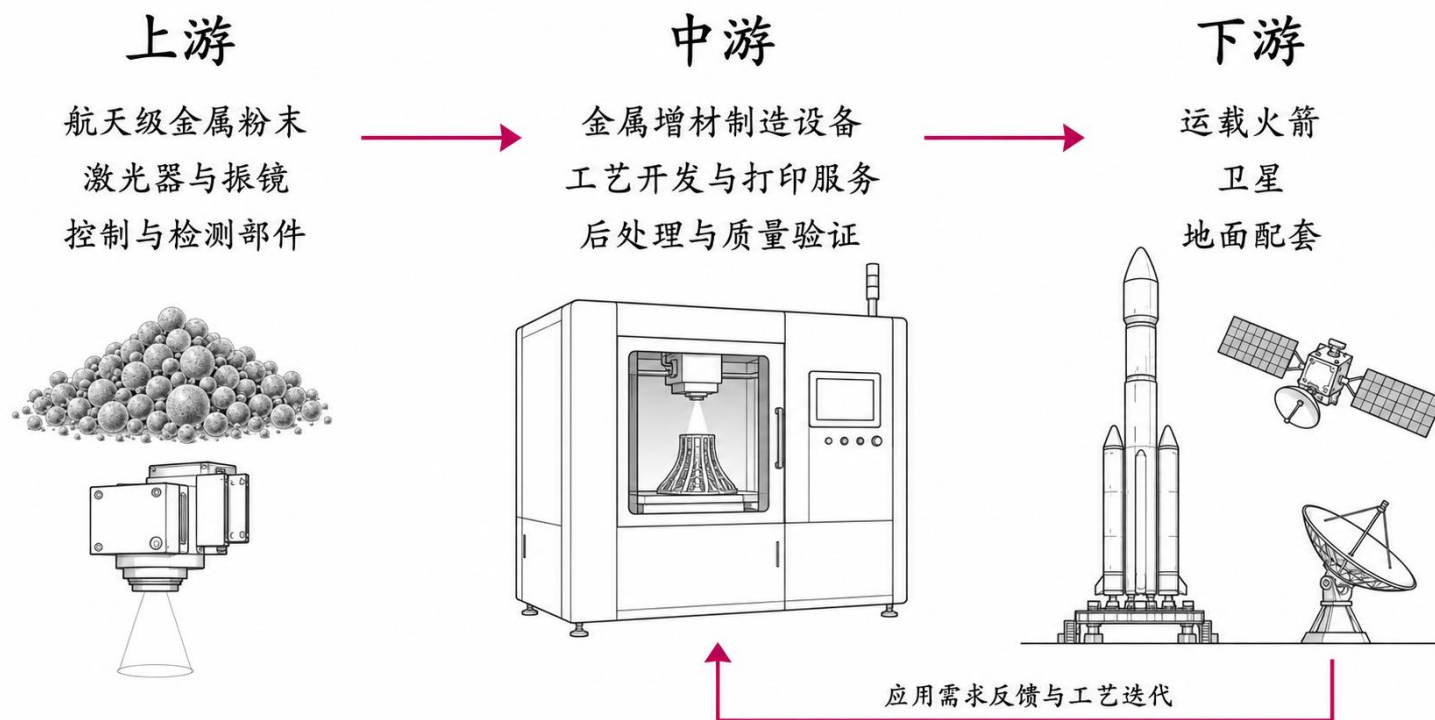
此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。



金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

二、3D打印产业链全景

商业航天3D打印产业链由材料与核心部件供给、装备与制造服务、终端应用构成。上游影响材料性能和装备稳定性，中游通过设备集成、工艺开发与质量控制实现合格交付，下游提出具体的结构、热控和可靠性要求。各环节需围绕同一构件协同验证，单独具备材料或打印能力尚不足以形成完整交付能力。



2.1、上游：材料与核心零部件

四类金属材料匹配不同航天工况

材料选择首先取决于构件的工作温度、载荷与散热要求。钛合金侧重轻量化承载，镍基高温合金适配高温受力部位，铝合金适合轻质结构与壳体，铜铬锆合金主要发挥导热优势。材料牌号还需与打印参数、热处理和检测要求配套验证，不能仅凭材料名称判断构件性能。

材料体系	主要优势	典型航天部件	选用重点
钛合金	比强度高、耐腐蚀	承力支架、框架、轻量化结构	承载、减重与疲劳性能
镍基高温合金	耐高温、抗氧化、抗蠕变	燃烧室、喷注器、高温管路	工作温度、热循环与受力
铝合金	密度低、便于轻量化	安装基座、壳体、地面工装	结构刚度、载荷与成形性
铜铬锆合金	导热性好、耐热冲击	再生冷却壁、散热与热控部件	热流密度与冷却结构设计

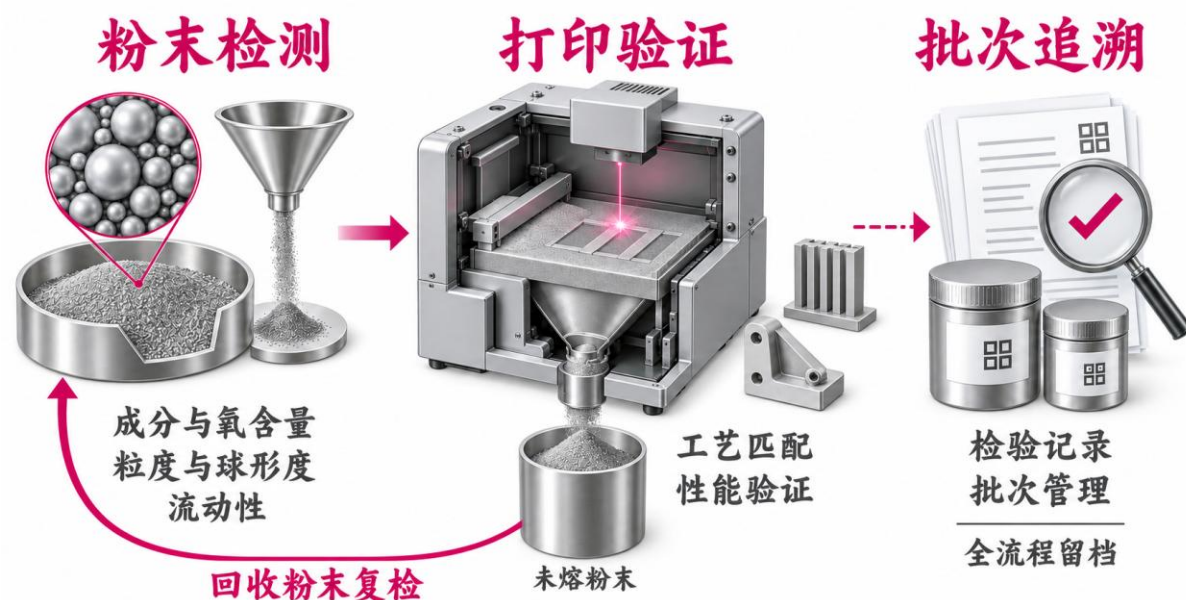


2.1、上游：材料与核心零部件

粉末供应重在质量稳定与可追溯

金属粉末的评价应同时覆盖化学成分、粒度分布、球形度、流动性和氧含量。采购端除关注单价，还需核对批次检验、适用工艺及打印件性能验证记录。粉末循环使用后也应继续控制纯度和批次差异，避免材料波动传导至构件质量。

国内供应能力已从粉末制备延伸至应用验证。以铂力特公开的钛合金粉末业务为例，其服务覆盖粉末试制、打印验证和批量生产，并对成分、粒度、形貌及物理性能进行检测。由此看，供应商竞争需要同时考察稳定供货、验证积累及与设备工艺的匹配能力。



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。



金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

2.1、上游：材料与核心零部件

激光器与振镜决定能量输入和扫描精度

在激光粉末床熔融设备中，激光器提供熔化金属粉末的热源，振镜控制光束沿设定路径扫描。二者与控制软件、光学系统共同影响成形精度和运行稳定性，是整机需要重点匹配的核心部件。

IPG提供面向增材制造的激光器，SCANLAB提供扫描系统、控制电子与软件方案。激光参数和扫描控制需围绕材料、零件结构与效率要求进行适配。

国内企业也已布局相关产品。锐科激光（Raycus）官网列有RFL-C200AM、C500AM和C1000AM系列，金橙子INVINSCAN产品页将3D打印列为应用场景。现有披露可以确认产品布局，航天应用能力仍应按设备型号、工艺与构件验证情况判断。



锐科 RFL-C500AM



金橙子 INVINSCAN



2.2、中游：设备制造与打印服务

设备集成与工艺沉淀构成中游核心价值

设备制造把材料、光学器件、运动控制和软件整合为可运行的成形系统，并通过工艺参数适配具体构件。其竞争力既包括幅面、精度与效率，也包括成形一致性、工程验证和持续服务能力。配套软件、工艺包及后处理能力共同影响最终交付价值。

价值环节	核心作用	评价重点
成套装备	集成热源、光路、铺粉与气氛控制	精度、效率、稳定运行
软件与工艺包	适配材料、结构和扫描策略	参数验证、可重复性
后处理与检测	改善性能并识别缺陷	质量一致性、验收记录
应用服务	连接客户需求和构件交付	工程积累、交付与维护



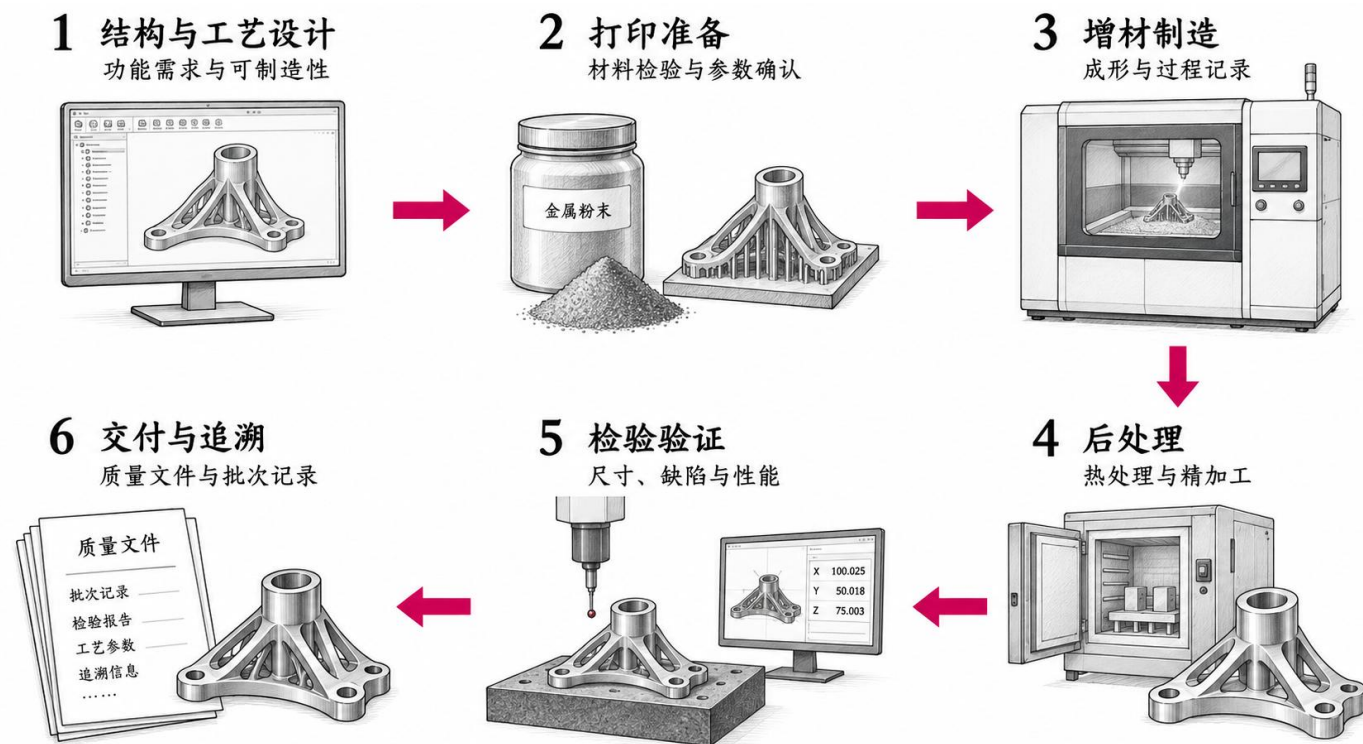
华曙高科 FS1211M



2.2、中游：设备制造与打印服务

全流程服务把打印能力转化为合格交付

航天增材制造交付覆盖结构优化、工艺开发、打印、后处理和检测验收。前端需匹配材料与设计，中段控制成形缺陷和残余应力，后端完成尺寸、内部质量及力学性能验证，并按构件要求选择相应工序。将各阶段参数与检验记录关联至同一构件，才能支持质量追溯和后续批次的稳定生产。



2.2、中游：设备制造与打印服务

大尺寸与多激光提升一体成形能力

大尺寸设备扩大单次成形空间，为大型复杂构件一体制造提供条件。多激光通过分区协同增加并行加工能力，也可用于同一平台上多零件批量成形。两者结合，有助于减少分件制造与后续连接，但实际收益取决于零件结构、材料和工艺参数。

华曙高科2025年2月披露技术升级，FS1521M-U成形尺寸为1510×1510×1650 mm，可选配16或32个500 W光纤激光器，显示大幅面与多激光已结合于商用装备。激光数量并不等于效率等比例增长，多光束搭接、气流除尘和热积累仍需协同控制，批产评价应关注合格件产出与全周期成本。



FS1521M 成形的太阳能电池板环
形安装面板（ $\phi 1458 \times 52\text{mm}$ ）



华曙 FS1521M 系列大尺寸多激光
设备



2.2、中游：设备制造与打印服务

高通量、多材料与智能化拓宽能力边界

装备升级进一步面向批量效率、功能集成和过程稳定性。高通量强调单位时间内的合格件产出，多材料复合服务于不同部位的性能需求，智能化则通过监测与反馈优化成形过程。三者进展不一，不能将多激光直接等同于多材料打印，也不能用单项监测功能代替完整质量验证。

升级方向	主要价值	关键要求	进展与边界
高通量	提高批量交付效率	打印、铺粉、清粉与后处理协同	需以合格件产出评价，非仅比较扫描速度
多材料复合	组合导热、强度等不同性能	材料相容性、界面结合与工艺匹配	按材料组合和具体构件逐项验证
智能化管控	发现异常并反馈调整参数	监测数据、控制算法与验证记录	EOS已披露实时激光功率调节，仍需最终验收



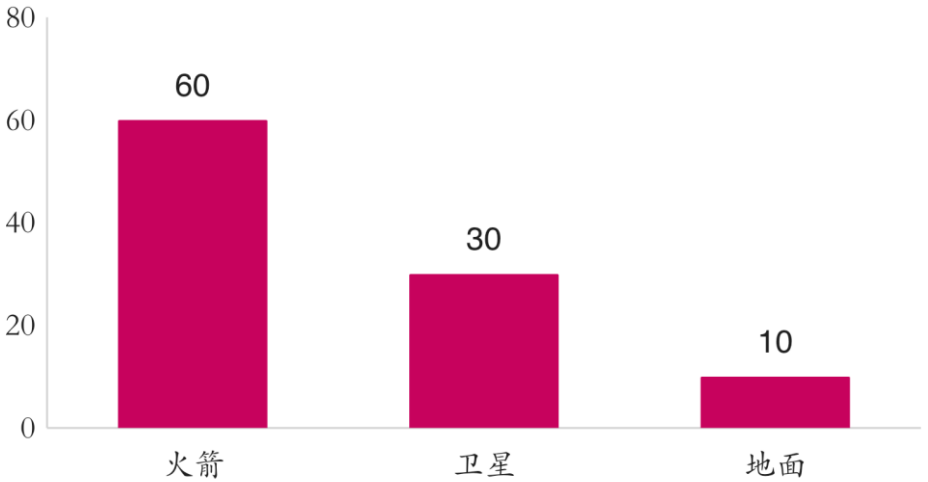
2.3、下游：应用场景与价值分布

火箭：杂构件制造与轻量化需求推动应用

火箭制造对复杂流道、结构减重和一体化成形的需求，与金属增材制造的工艺优势相匹配。推力室等动力部件可实现复杂冷却流道成形，箭体结构可结合拓扑优化减轻质量，管路阀件可通过集成设计减少连接环节。着陆支架、栅格舵等回收部件的结构优化和快速迭代需求，也为增材制造提供潜在应用空间。

应用系统	典型部件	主要制造价值
动力系统	推力室、燃烧室、喷注器、涡轮泵	复杂流道成形；功能集成
箭体结构	承力框架、转接段、仪器舱支架	拓扑减重；大尺寸近净成形
回收复用	着陆支架、缓冲连杆、栅格舵	潜在轻量化场景；需逐件验证
管路阀件	燃料与氧化剂管路、集成分流管、阀体	减少连接；优化内部通道

订单价值占比（蓝皮书估计，%）



2.3、下游：应用场景与价值分布

推力室：复杂冷却流道驱动应用

推力室及燃烧室同时承受高温、压力和热循环，冷却流道的几何设计直接影响换热与结构性能。金属增材制造能够将薄壁、内嵌流道与局部加强结构协同成形，减少分段加工和连接环节，适合传统加工难以实现的复杂构型。

NASA的RAMPT项目将增材制造用于铜合金燃烧室和喷管，并通过热试车评价组合结构；其中喷管采用定向能量沉积，说明不同部位可匹配不同工艺。商业化交付仍须完成热处理、必要机加工与检测，价值在于交付经验证的部件，而非仅完成打印。



RAMPT 项目复合材料包覆燃烧室与增材制造喷管

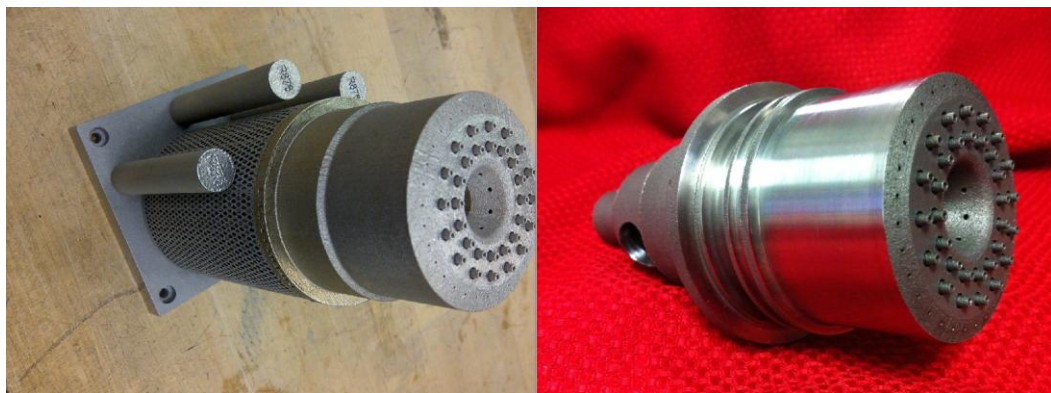


2.3、下游：应用场景与价值分布

喷注器与涡轮泵：集成复杂构件

喷注器承担推进剂分配与混合，涡轮泵承担增压输送，两类部件都包含复杂内部通道与精密接口。增材制造可减少部分零件拼装，使设计围绕流体功能展开；其实际收益取决于材料、流道表面质量、后处理可达性及试验验证。

NASA已公开增材喷注器、燃烧室和液氢涡轮泵的制造与试验工作，证明应用能够延伸至发动机多类核心部件。Rocket Lab披露，Rutherford发动机的燃烧室、喷注器、泵及主推进剂阀门采用3D打印；其中泵由电机驱动，应与传统燃气涡轮驱动的涡轮泵区分。



NASA 3D 打印喷注器及后处理状态



NASA 3D 打印涡轮泵

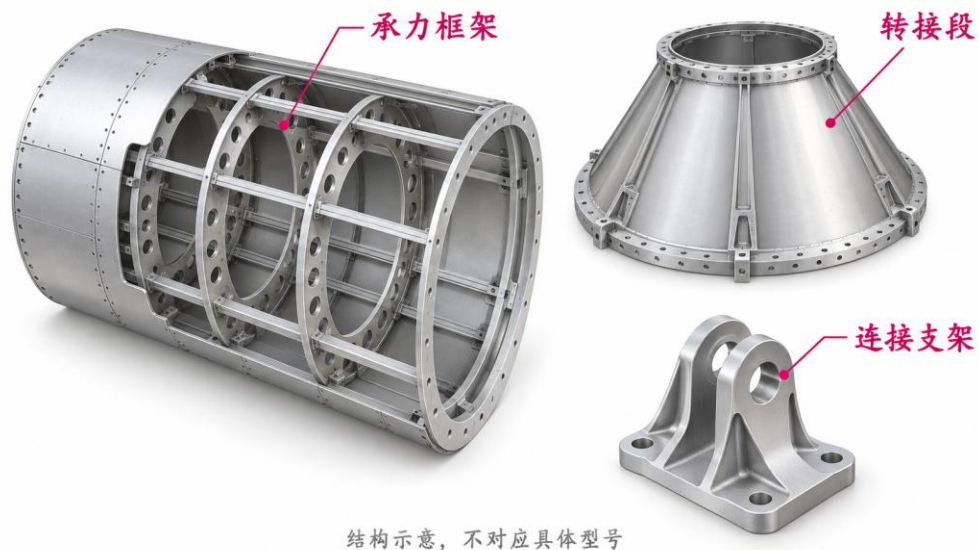
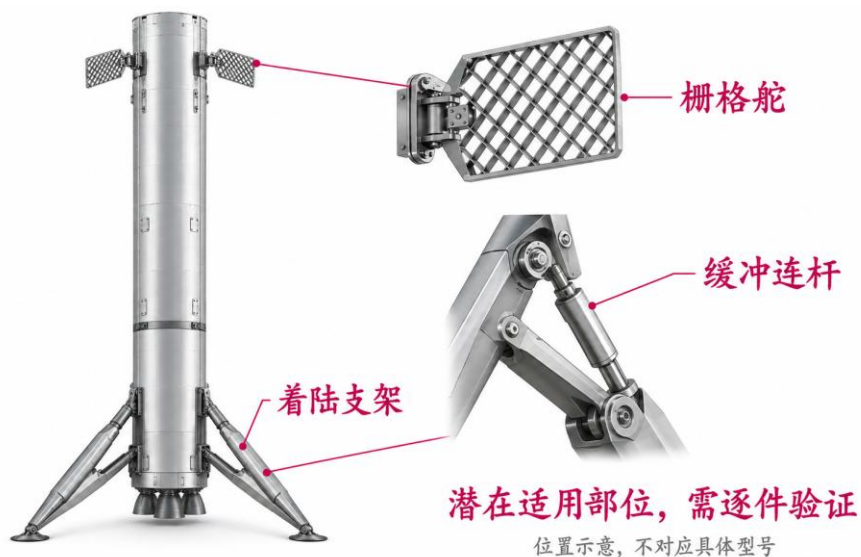


2.3、下游：应用场景与价值分布

箭体与回收：区分应用成熟度

箭体承力框架、转接段及连接支架强调承载效率和结构一致性。对于形状复杂、尺寸较大的构件，增材制造可结合拓扑优化与近净成形，减少材料去除和复杂工装。铂力特披露，其采用激光定向能量沉积，为“引力一号”批量生产30余件主捆绑相关零件，提供了箭体结构应用实例。

回收复用对轻量化、疲劳寿命和重复载荷承受能力提出进一步要求。着陆支架、缓冲连杆与栅格舵可列为潜在适用部位，但工艺选择需逐件论证，工程进度应以具体型号披露的零件制造和复用试验结果为准，不能仅凭整箭回收信息推定打印部件已通过验证。



2.3、下游：应用场景与价值分布

管路阀件：从连接集成走向交付

燃料与氧化剂管路、集成分流管及阀体需要在有限空间内完成输送、分配和启闭。增材制造可将复杂通道与结构本体协同设计，减少部分外部接头和装配工序；具体是否替代传统管材、机加工或焊接，应由几何复杂度、批量和验证成本共同决定。

国内已有阀体工程试用案例。铂力特披露，其与西安航天发动机有限公司围绕某型预研液体火箭发动机钛合金阀体开展整体制造，并实现发动机工程试用。后续价值兑现仍依赖流道清理、表面精整、密封与承压测试等交付能力，打印完成仅是制造流程的一环。



点火弯管



2.3、下游：应用场景与价值分布

火箭部件：动力构件加工与验证要求较高

推力室、喷注器及涡轮泵壳体、叶轮等动力构件结构复杂，对致密性、密封性和疲劳性能要求较高，生产过程中的精密成形、后处理和检测验证，是产品附加值的重要来源。转接段、桁架等结构件的重点在于减轻质量并保持刚度和承载稳定性；着陆支架、栅格舵等回收部件则需承受反复冲击和交变载荷，更看重抗疲劳性能与使用寿命。

价值类别	典型部件	毛利率参考区间	主要价值来源
精密动力部件	推力室、喷注器、涡轮泵、高温阀门	45% - 55%	复杂构型；严苛工况；验证与交付
轻量化结构件	转接段、桁架、舱体框架	30% - 40%	结构减重；大尺寸制造；批量一致性
回收专用部件	着陆支架、缓冲结构、栅格舵	35% - 45%	潜在重复载荷与寿命要求；需逐件验证

2.3、下游：应用场景与价值分布

卫星：结构与功能件协同拓展

卫星增材制造围绕结构承载、热量管理及载荷安装展开，既包括单件轻量化，也包括多功能集成。星座组网增加重复制造需求，但应用范围仍需逐件通过结构、热学及环境适应性评价。

应用系统	典型部件	核心适配价值
主结构系统	承力框架、轻量化舱体、连接件	拓扑减重；稳定承载
热控系统	内嵌流道散热板、异形热管基座	结构与散热功能集成
载荷与天线支撑	天线支架、载荷安装底座	复杂空间构型；接口集成
微纳卫星整星结构	一体化壳体、集成式框架	减少装配；模块化设计



钛合金拓扑天线支架



2.3、下游：应用场景与价值分布

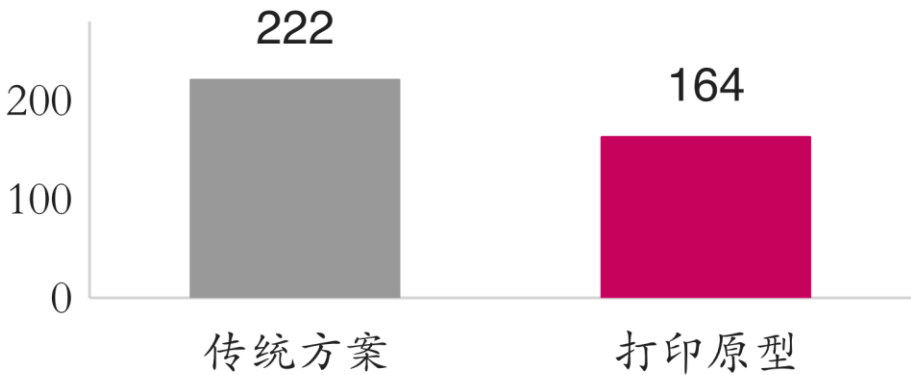
卫星应用：轻量化与结构集成提升部件价值

金属增材制造通过复杂构型与点阵结构设计，推动卫星部件轻量化和结构集成。欧洲航天局（ESA）于2014年公布的卫星传感器支架原型采用激光选区熔化工艺，质量由222克降至164克，减重约26.1%，体现了增材制造在轻量化结构件中的应用潜力。

卫星增材制造应用覆盖主结构、热控、载荷支撑及微纳卫星结构等环节，价值体现在承载减重、复杂流道成形、精密支撑和装配简化。设计优化、材料工艺及质量验证能力共同影响产品附加值，订单批量与验证成本影响项目盈利水平。

部件类型	应用价值
主结构	承载减重、结构集成
热控部件	复杂流道、散热集成
载荷支撑	精密支撑、稳定安装
微纳卫星结构	部件整合、装配简化

支架原型质量（克）

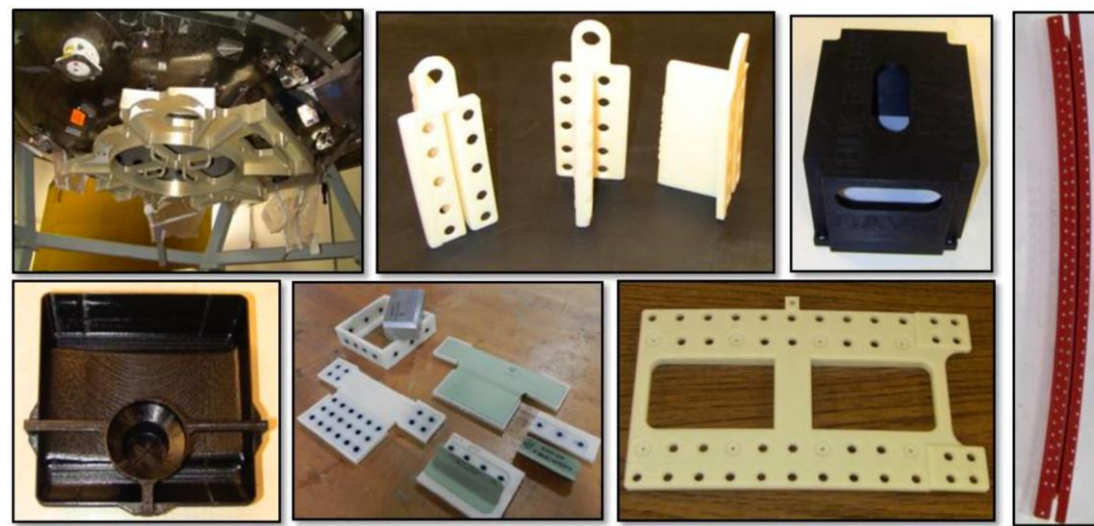


2.3、下游：应用场景与价值分布

地面配套：支撑制造与测试环节

地面配套覆盖轻量化工装、装配定位夹具、测试支架及测控设备结构件。增材制造适合构型复杂、需要快速改型的小批量工装，可缩短从设计到试用的环节，但承载、精度及使用环境要求仍须验证。NASA喷气推进实验室将机械地面支持设备列入增材制造中心的生产范围，说明该技术的应用不仅限于飞行部件。

前沿方面，ESA于2024年在国际空间站完成金属3D打印试样，并于2025年披露返回地面的质量分析工作，体现原位制造潜力；该案例属于技术演示，尚不能据此推断已形成常态化在轨备件供应。



运载火箭制造用增材工装示例（ULA，2015）



三、未来发展看点与近期关注事件



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。

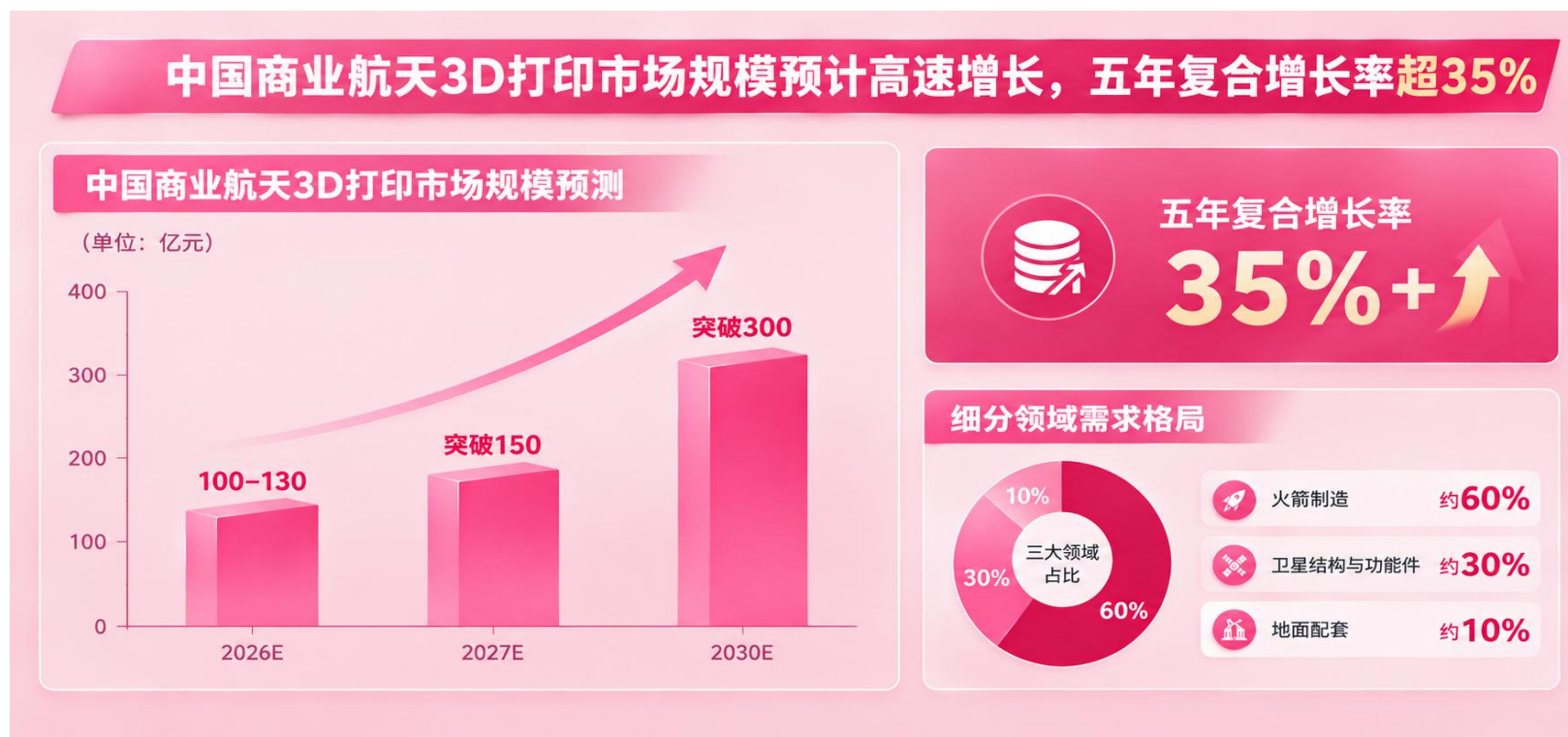


金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

3.1、全球与国内市场规模趋势

全球：2025年航空航天3D打印市场规模约40.4亿美元，预计2026年将增长至48.4亿美元，预计2034年将有望达到204.1亿美元；在2026-2034年的预测期内，复合年增长率为19.70%，

中国：目前我国航天3D打印的市场规模估计为130-170亿元左右，其中商业航天3D打印行业约100-130亿元。预计2027年国内商业航天3D打印市场规模将突破150亿元，2030年突破300亿元，五年复合增长率在35%以上，细分领域需求格局将大致呈现为火箭制造（约60%）、卫星结构与功能件（约30%）、地面配套（约10%）三大梯度。



3.2、市场规模高速增长核心驱动因素

低轨卫星星座组网+可回收火箭

- 低轨卫星星座规模化组网带动卫星批量制造与高频发射需求，可回收火箭推动发射频次提升及快速迭代，对轻量化、低成本、复杂结构和快速交付提出更高要求，推动3D打印向核心部件规模化应用渗透。

航天组件中的3D打印渗透率

- 渗透率是衡量3D打印技术在航天领域工程化落地成熟度的核心指标，直接反映技术的规模化应用程度与产业价值兑现能力。
- 目前火箭核心部件渗透率约75%-85%、卫星通用结构件约35%-50%，相比超90%和超70%的目标仍存在较大提升空间。随着技术成熟、成本下降和应用场景持续拓展，渗透率提升将驱动更多传统制造部件向3D打印迁移，进一步打开市场增长空间。

对比维度	美国现状	中国现状	中国五年内核心目标
火箭核心部件渗透率	90%+	75%-85%	90%+
卫星结构件渗透率	60%+	35%-50%	70%+

我国巨型低轨商业卫星星座——千帆星座



我国可重复使用火箭——朱雀三号遥二



3.3（1）、渗透率驱动因素拆解：政策与制度

政策体系持续优化完善，为航天3D打印规模化应用创造有利条件

驱动逻辑：战略引领+产业扶持+场景牵引+制度规范 → 技术产业化与应用条件改善 → 规模化应用加速 → 航天3D打印渗透率提升

政策方向	政策着力点	核心举措	代表性政策文件
推动支持	顶层战略设计	明确商业航天 战略性新兴产业 定位，纳入新型基础设施建设范畴，强化创新驱动、自主可控与协同发展	国家航天局《推进商业航天高质量安全发展行动计划（2025—2027年）》
	产业技术扶持	聚焦 增材制造等关键技术 与 先进装备 ，通过研发补贴、技术改造、首台（套）、税收优惠及产业基金等政策工具，支持技术攻关、成果转化与产业化应用	《上海市关于加快培育商业航天先进制造业集群的若干措施》；《北京经济技术开发区关于建设具有全球影响力商业航天产业高地的若干措施》
	应用场景推广	持续开放 政府与行业应用场景 ，推动卫星数据、通信服务等在多领域规模化落地，释放市场需求	工信部《关于优化业务准入促进卫星通信产业发展的指导意见》；北京商业航天十大应用场景
规范发展	行业准入监管	完善 卫星频率轨道申报、商业发射许可、航天测控及安全审查制度 ，优化审批流程、提升监管效率	国家航天局《推进商业航天高质量安全发展行动计划（2025—2027年）》《商业航天标准体系（1.0版）》
	频轨资源管理	完善频轨资源统筹管理机制， 规范申报、协调与使用流程 ，提高稀缺频轨资源配置效率	工信部《关于优化业务准入促进卫星通信产业发展的指导意见》《卫星网络国内协调管理办法（暂行）》



3.3 (2)、渗透率驱动因素拆解：国产化替代

国产技术持续突破，为航天3D打印自主可控与规模化应用奠定基础

驱动逻辑：材料自主化 + 成型能力升级 + 复合制造突破 → 技术与应用边界拓展 → 工程化、批量化应用加速 → 航天3D打印渗透率提升

发展方向：

- **成型能力升级：**大尺寸、高效率、高精度及多激光协同等国产增材制造技术持续成熟，超大箭体、舱体构件一体化成型精度、稳定性、一致性达到国际先进水平，构件良品率稳定在98%以上
- **材料自主可控：**航天级高温合金、高强铝合金、特种陶瓷、高熵合金等高端材料实现全面国产化，极端工况适配材料品类持续丰富，完全摆脱进口依赖
- **复合制造成熟：**多材料复合打印、结构功能一体化、智能工艺优化三维立体电路结构—功能一体化打印规模化落地，增材制造由单纯结构成形向多材料、多功能集成制造升级

国产高品质球形钛合金粉末制备

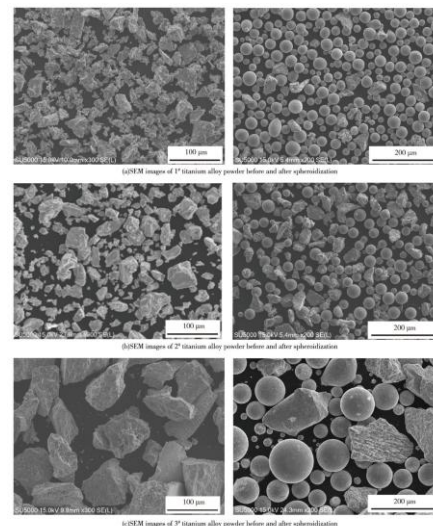


图2 钛合金粉末球化前后SEM图像
Fig. 2 SEM micrograph of titanium alloy powder before and after spheroidization

使用国产BLT-S825设备一体成形的吊挂
高度超2米



材料-结构-性能一体化增材制造
(MSPI-AM) 的概念及内涵



● Material
Metals & alloys
Composites
Multi-materials

● Structure
Topology
Cellular
Biomimetic

● Process
Machine
Software
Monitoring

● Performance
Mechanical
Physical
Chemical

● More coupling elements
● More future elements



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。

资料来源：工信装备研究院、国家航天局、中科院、铂力特、利泰金属，金元证券研究所整理



首都机场集团
Capital Airport Group



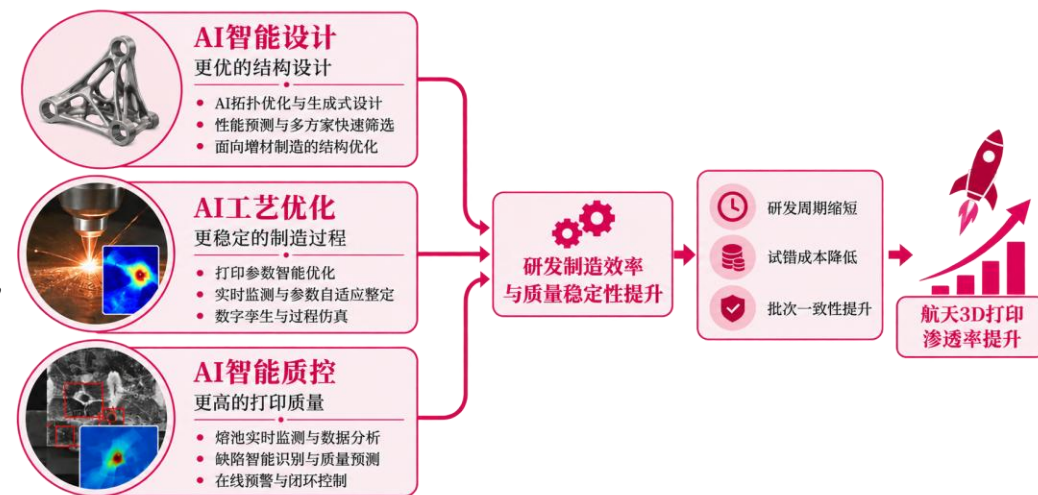
金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

3.3 (3)、渗透率驱动因素拆解：AI深度赋能

AI与增材制造深度融合，推动航天3D打印向智能化、闭环化制造升级

驱动逻辑：AI智能设计 + 工艺智能优化 + 智能质量控制 → 研发制造效率与质量稳定性提升 → 工程化、批量化应用加速 → 航天3D打印渗透率提升

核心判断：美国头部企业已逐步实现AI在设计、制造与质控环节的深度应用，构件缺陷率降低80%以上。AI在我国3D打印行业目前仍处于加速导入阶段，随着AI应用由单点向全流程拓展，制造效率与质量稳定性有望持续提升，进一步驱动航天3D打印渗透率上升。



① AI智能设计——提升复杂结构设计效率

- AI拓扑优化：**基于载荷、强度、刚度及轻量化目标自动优化材料分布，生成更适合增材制造的复杂轻量化结构。
- 生成式设计：**根据性能、材料及制造约束快速生成并筛选多种设计方案，减少人工反复建模与试错。
- 性能预测与设计迭代：**利用机器学习建立“结构—材料—性能”映射，快速预测设计性能并辅助方案迭代。

AI生成式设计的轻量化支撑结构



3.3 (3)、渗透率驱动因素拆解：AI深度赋能

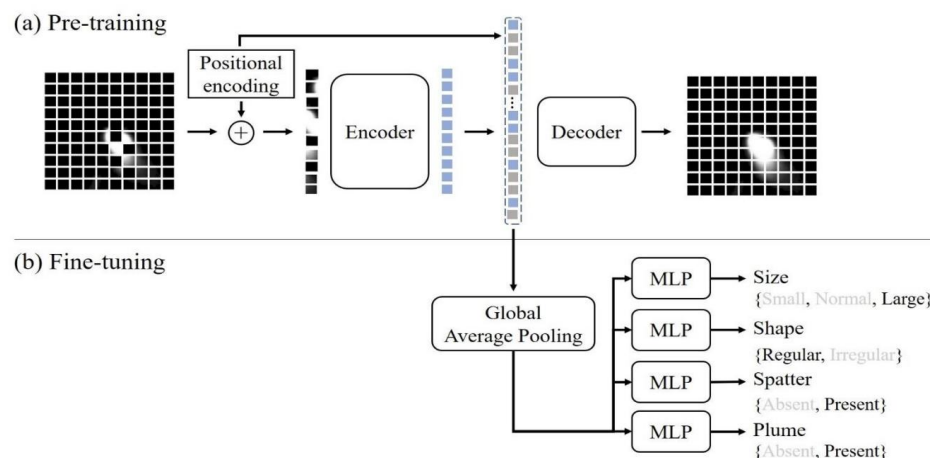
② AI工艺优化——熔池实时监控 / 闭环控制

- **打印参数智能优化**：建立激光功率、扫描速度、送粉/铺粉等工艺参数与成形质量之间的模型，寻找更优参数组合。
- **参数自适应整定**：结合打印过程中的实时监控数据，根据熔池状态等变化动态调整工艺参数，降低人工经验依赖。
- **数字孪生与工艺仿真**：构建打印过程数字模型，对温度场、熔池及成形状态进行预测，为参数优化和过程控制提供依据。

③ AI智能质控——AI缺陷/异常识别

- **熔池实时监控**：利用光学、红外、热成像等传感器实时采集熔池及打印过程数据，形成在线质量监测基础。
- **缺陷智能识别与预测**：通过机器视觉和机器学习识别孔隙、未熔合、异常熔池等潜在缺陷，实现异常预警和质量预测。
- **智能闭环质量控制**：将“实时监控—AI识别—参数调整”连接起来，使质量控制由打印后的事后检测逐步向在线监测和主动控制演进。

AI熔池异常监测的预训练与分类过程



AI与数字孪生驱动3D打印工艺优化



3.4、近期可关注事件

朱雀三号遥二 | 2026年8月19日

蓝箭航天朱雀三号遥二成功入轨并完成一子级陆地垂直回收，实现我国首次采用着陆腿完成入轨火箭一子级陆地回收。火箭回收系统深度应用3D打印技术，其中主腿与辅腿连接关节采用整体3D打印钛合金结构，在承受百吨级着陆载荷的同时实现轻量化，相关主腿较普通钢材方案减重约20% - 30%。

动力系统方面，天鹊系列发动机持续提升3D打印应用，面向20次复用目标的天鹊-12B发动机3D打印零件占比已达70%以上。燃烧室、涡轮泵、喷注器等关键部件由铂力特提供金属3D打印制造支持。



智神星一号首飞 | 2026年9月1日

星河动力智神星一号遥一完成首次飞行并成功入轨，其主动力系统采用自主研发的CQ-50可重复使用液氧/煤油发动机。

CQ-50的80%以上零部件采用3D打印；其中，度维科技采用SLM金属3D打印工艺制造推力室、涡轮泵、燃气发生器等核心热端构件，并针对复杂内流道及极端热载荷采用分段打印、精密机加工与焊接相结合的制造方案。本次首飞成功标志着相关3D打印部件随箭完成真实太空飞行工况验证。



第十六届中国航展 | 2026年12月7-13日

第十六届中国航展将于12月7 - 13日在珠海举办，集中展示航空航天领域前沿技术与装备。作为国内航空航天产业重要展示与交流平台，商业航天、先进制造及增材制造相关技术成果有望集中亮相。



近期重点飞行节点

天兵科技 | 天龙三号遥二复飞（预计2026Q4）

深蓝航天 | 星云一号首飞及一级回收验证（预计2027）

蓝箭航天 | 朱雀三号遥三、遥四的工程化复用飞行验证



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。



首都机场集团
Capital Airport Group



金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

相关上市公司

- 铂力特（688333.SH，未评级）：设备+粉末+航天金属打印件，商业火箭推力室主力供应商，产业化成熟
- 华曙高科（688433.SH，未评级）：金属/高分子设备+航天构件，试样和小批量订单
- 斯瑞新材（688102.SH，未评级）：铜合金3D打印粉末+火箭推力室铜基增材件，客户试样验证阶段
- 有研粉材（688456.SH，未评级）：钛/高温合金球形粉末，上游耗材
- 飞沃科技（301232.SZ，未评级）：收购新杉宇航，火箭发动机3D打印零部件
- 锐科激光（300747.SZ，未评级）：3D打印设备光纤激光器

风险提示

航天发射节奏不及预期风险：商业航天产业高度依赖火箭发射频次、入轨载荷订单落地进度。若火箭研制/发射试验多次失利、发射计划推迟、客户卫星组网节奏放缓，会直接减少航天零部件订单，下游3D打印产品需求收缩，导致企业产能利用率下滑、收入确认延后。

认证准入周期长、认证失败风险：航天产品需完成材料鉴定、工艺鉴定、产品定型、航天准入资质（国军标、航天院所供应商名录等）。认证周期普遍长达数年，投入大量研发试样成本后仍存在鉴定不通过风险；新供应商进入核心院所/头部商业火箭公司准入壁垒高，资质获取存在不确定性。

航天级产品良率、一致性与在轨可靠性风险：航天零部件对缺陷控制要求严苛，金属 3D 打印易存在气孔、裂纹、残余应力等问题；批次性能波动会导致产品测试报废、返工抬升成本。一旦产品在轨失效，企业将面临高额追责与赔付，是赛道核心技术风险。

上游特种粉末、高端设备供应链受限风险：航天用高温合金、钛合金球形粉末以及大尺寸多激光金属打印设备，部分高端牌号与核心组件仍依赖进口，面临出口管制、交付延期风险；原材料价格波动也会持续挤压毛利率。



投资评级说明

金元证券股票投资评级标准：

买入：预期未来 6 个月内股价收益率超越沪深 300 指数的涨跌幅 15%以上；

增持：预期未来 6 个月内股价收益率超越沪深 300 指数的涨跌幅 5%~15%；

中性：预期未来 6 个月内股价收益率相对沪深 300 指数涨跌幅差异在-5%~+5%之间；

减持：预期未来 6 个月内股价收益率弱于沪深 300 指数的涨跌幅 5%以上。

金元证券行业投资评级标准：

强于大市：预期行业相关指数在未来 6 个月内超越沪深 300 指数表现；

中性：预期行业相关指数在未来 6 个月内基本与沪深 300 指数表现持平；

弱于大市：预期行业相关指数在未来 6 个月内明显弱于沪深 300 指数表现。

免责声明

本报告由金元证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告所载资料的来源及观点的出处皆被金元证券认为可靠，但金元证券不保证其准确性或完整性。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业财务顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，金元证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告所载的信息、材料或分析工具仅提供给阁下作参考用，不是也不应被视为出售、购买或认购证券或其他金融工具的要约或要约邀请。该等信息、材料及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，金元证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

金元证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。金元证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。金元证券的自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

在法律许可的情况下，金元证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到金元证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

本报告的版权仅为金元证券所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

