



Research and
Development Center

3D 打印：颠覆性技术，有望从 1 到 100 撬动千亿产业链

——增材制造行业深度报告

2023 年 7 月 12 日

张润毅 军工行业首席分析师

S1500520050003

+86 15121025863

zhangrunyi@cindasc.com

任旭欢 军工行业研究助理

+86 18701785446

renxuhuan@cindasc.com

证券研究报告

行业研究

行业深度报告

增材制造 行业

投资评级

-

上次评级

-

张润毅 军工行业首席分析师

S1500520050003

+86 15121025863

zhangrunyi@cindasc.com

任旭欢 军工行业研究助理

+86 18701785446

renxuhuan@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编：100031

3D 打印：颠覆性技术，有望从 1 到 100 撬动千亿产业链

2023 年 7 月 12 日

本期内容提要：

增材制造（AM）作为一项颠覆性技术，是制造业升级发展的核心助推力：历经 40 余年的探索与锤炼，增材制造技术的应用范围由模型和原型制造进入产品快速制造阶段，并正在向产业化、规模化迈进。我们预计，随着航空航天、汽车、医疗等高景气行业的快速发展，增材制造有望迎来黄金发展期。因此，我们推出增材制造行业专题报告，深度梳理增材制造的原理与发展脉络、下游需求与市场规模，从产业链视角挖掘增材制造投资机遇。

增材制造与传统精密加工技术相比，具备诸多优势：1) **能够快速加工成形复杂零件：**增材制造贴合“设计引导制造”的创意驱动，基本不受零件形状的限制，可以加工内部结构复杂的、传统加工无法完成一体制造的产品。2) **缩短产品研发周期，加速产品迭代：**无需传统工具夹具和多重处理，可在单个设备上快速制造所需零件。3) **材料利用率高：**金属增材制造有效避免了传统加工切割过程产生废料的问题，材料利用率可达 95%，远超航空锻造的 15-25%。

量变到质变，我国增材制造产业规模化发展或将提速，千亿市场呼之欲出：1) **复盘过去 10 年，产业规模 CAGR 达 41.42%：**据左世全《增材制造十年发展及展望》数据，在 2012-2022 年间我国增材制造产业规模自 10 亿元增至 320 亿元；并有望于 2023 年超过 400 亿元、于 2027 年超过千亿。2) **据铂力特公司公告援引《Wohlers Report 2022》数据，2021 年全球航空航天、医疗、汽车增材制造产业规模占比分别以 16.8%/15.6%/14.6%位列前三，合计占比 47%。**3) **我们认为，未来 10 年或是我国军用飞机放量列装、国产大飞机与商业航天蓬勃发展、航空发动机、新能源汽车与医疗器械快速迭代的黄金发展期，增材制造有望充分受益于下游高景气，加速实现产业化规模化发展。**

我国增材制造产业能力逐年提升：1) **已形成完整的产业链：**包括上游原材料、扫描设备、软件和设备零部件，中游增材制造设备，下游增材制造服务。2) **装备从进口转为自主生产：**米级多激光器 SLM 装备等自主开发装备相关核心指标达到国际先进水平；超高速激光熔覆头等十多类关键部件取得攻关突破和自主生产；2022 年我国增材制造装备出口 36.6 亿元，较 2019 年增长近 1 倍。3) **增材制造企业数量持续增加：**全产业链共有企业超 1000 家，2012-2022 年，以增材制造为主营业务的上市公司由 1 家增至 22 家（含新三板），规模过亿的企业由 3 家增至 42 家。

受益标的：1) **设备与产业链一体化布局：**铂力特、华曙高科；**新三板：**峰华卓立、先临三维；**未上市：**易加三维、鑫精合；2) **服务：**超卓航科、银邦股份；3) **原材料：**有研粉材、中航迈特（未上市）；4) **零部件及控制系统：**金橙子。

风险提示：1) 下游领域较为集中的风险；2) 增材制造装备核心器件依赖进口的风险。

目 录

1 增材制造（3D 打印）：颠覆性制造技术，传统工艺的重要补充	5
1.1 增材制造的原理与发展历程	5
1.2 增材制造：高效率、低成本的颠覆性技术，让复杂结构制造更简单	6
1.3 增材制造主流技术路线	7
2 增材制造应用多领域开花，“从 1 到 100”或迎“黄金发展期”	9
2.1 我国增材制造产业正在迈向规模化、自主化、集聚化发展新阶段	9
2.2 增材制造应用场景广泛，在航空航天、汽车、医疗等领域大有可为	10
3 产业链梳理及受益标的	16
3.1 增材制造产业链梳理	16
3.2 增材制造（3D 打印）相关受益标的	18
4 风险提示	24

图表目录

图表 1：增材制造技术原理	5
图表 2：增材制造行业发展历程	6
图表 3：增材制造与传统精密加工技术对比	7
图表 4：增材制造（3D 打印）工艺技术类别	7
图表 5：SLM 设备原理	8
图表 6：SLM 成型原理	8
图表 7：电子束选区熔化原理	8
图表 8：电弧增材制造原理	8
图表 9：2019-2022 年中国增材制造产业营业收入情况	9
图表 10：2022 年增材制造产业链各环节营收占比	9
图表 11：我国增材制造产业布局	10
图表 12：2021 年不同领域增材制造服务规模占比	11
图表 13：2019-2021 年全球航空航天增材制造规模（亿美元）	11
图表 14：GE 公司采用金属增材技术制造的燃油喷嘴	12
图表 15：叶轮及叶片构件内部的点阵结构	12
图表 16：GE9X 发动机采用 EBM 制备 TiAl 合金低压涡轮叶片	12
图表 17：航空发动机可应用金属直接增材制造零部件示意图	12
图表 18：增材修复在航空发动机整体叶盘上的应用	13
图表 19：NASA 增材制造液氧甲烷发动机铜合金推力室	13
图表 20：2019-2021 年全球汽车行业增材制造规模	14
图表 21：宝马开发 M850i 夜空特别版 3D 打印刹车卡钳	14
图表 22：2019-2021 年全球医疗行业增材制造规模	15
图表 23：3D 打印医疗器械主要类型	15
图表 24：增材制造产业链全景图	16
图表 25：金属增材制造主要材料分类	17
图表 26：增材制造金属制粉的常用方法的原理和优缺点	18
图表 27：2016-2023Q1 铂力特公司营业收入	19
图表 28：2016-2023Q1 铂力特公司归母净利润	19
图表 29：2016-2022 铂力特剔除股份支付影响的归母净利润&净利率	19
图表 30：2016-2022 铂力特盈利能力逐年提升	19
图表 31：2016-2022 铂力特各业务营收占比	20
图表 32：2016-2023Q1 铂力特研发费用&研发费率	20
图表 33：2019-2023Q1 华曙高科营业收入	21

图表 34: 2019-2023Q1 华曙高科归母净利润、毛利率、净利率	21
图表 35: 2019-2022 华曙高科各业务营收占比	21
图表 36: 2019-2022H1 华曙高科各行业领域业务营收占比.....	21
图表 37: 2017-2023Q1 超卓航科营业收入	22
图表 38: 2017-2023Q1 超卓航科归母净利润.....	22
图表 39: 2018-2022 超卓航科各板块业务营收占比	22
图表 40: 2017-2023Q1 超卓航科毛利率&归母净利率.....	22
图表 41: 增材制造 A 股重点投资标的梳理	23

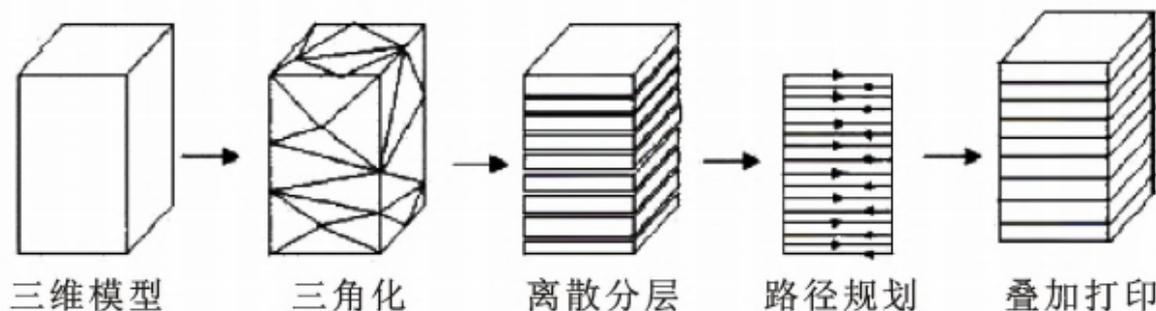
1 增材制造 (3D 打印): 颠覆性制造技术, 传统工艺的重要补充

1.1 增材制造的原理与发展历程

增材制造 (AM) 又称“3D 打印”，是制造业有代表性的颠覆性技术：它基于三维模型数据，采用逐层叠加材料的方式，直接制造与相应数字模型完全一致的三维物理实体模型；我们认为，增材制造或将对传统的工艺流程、生产线、工厂模式、产业链组合产生深刻影响。

- **增材制造将复杂的零部件结构离散为简单的二维平面加工，有望解决同类型零部件难以加工的难题：**以计算机三维设计模型为蓝本，通过软件分层离散和数控成形系统，将三维实体变为若干个二维平面，利用激光束、热熔喷嘴等方式将粉末、树脂等特殊材料进行逐层堆积黏结，最终叠加成形，制造出实体产品。
- 增材制造 (AM) 相对于传统的减材制造 (SM) 和成形制造 (FM)，简化了生产流程，避免了生产周期长、成本高、难以生产复杂零件等缺点，已经广泛应用到航空航天、船舶制造、石油化工、生物医药等领域，促进了制造业的发展。

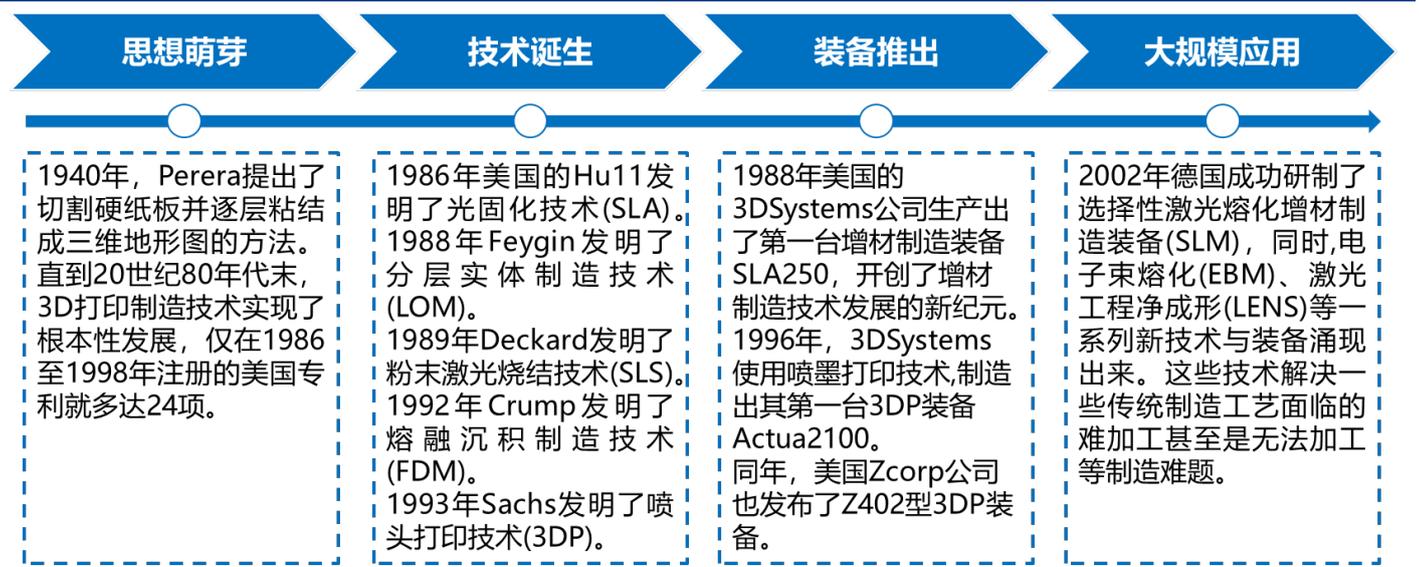
图表 1: 增材制造技术原理



资料来源: 张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》，信达证券研发中心

增材制造技术起源于美国，并在 21 世纪逐步成熟：随着工艺、材料和装备的日益成熟，增材制造技术的应用范围由模型和原型制造进入产品快速制造阶段，在航空航天等高端制造领域得到规模应用。根据华经产业研究院资料，增材制造行业发展历程大体可以分为四个阶段：

- **思想萌芽阶段 (1940-1998 年)：**1940 年，Perera 提出了切割硬纸板并逐层粘结成三维地形图的方法，直到 20 世纪 80 年代末，3D 打印制造技术实现了根本性发展。
- **技术诞生阶段 (1986-1993 年)：**光固化技术 (SLA)、分层实体制造技术 (LOM)、粉末激光烧结技术 (SLS)、熔融沉积制造技术 (FDM)、喷头打印技术 (3DP) 等技术先后面世。
- **装备推出阶段 (1988-1996 年)：**1988 年美国 3D Systems 公司生产出了第一台增材制造装备 SLA250，开创了增材制造技术发展新纪元；1996 年 3D Systems 制造出第一台 3DP 装备 Actua2100，同年美国 Zcorp 公司发布了 Z402 型 3DP 装备。
- **大规模应用阶段 (2002 年至今)：**2002 年德国成功研制了选择性激光熔化增材制造装备 (SLM)，同时电子束熔化 (EBM)、激光工程净成形 (LENS) 等一系列新技术与装备纷纷涌现。

图表 2: 增材制造行业发展历程


资料来源: 华经产业研究院, 信达证券研发中心

1.2 增材制造: 高效率、低成本的颠覆性技术, 让复杂结构制造更简单

增材制造加工在多种应用场景具备使用优势: 增材制造技术与传统精密加工技术均是制造业的重要组成部分, 目前增材制造加工与传统加工相比还存在加工精度、表面粗糙度和可加工材料等方面的差距, 但增材制造因其全新的技术原理和特点, 在多种应用场景有使用优势:

- **贴合“设计引导制造”的创意驱动, 快速加工成形结构复杂的零件:** 增材制造的原理是将三维工件切片以获得二维的轮廓信息, 通过叠层的方式实现产品成形。这种加工方式基本不受零件形状的限制, 特别是在制造内部结构复杂的、传统加工无法完成一体制造的产品方面, 具备突出优势。
- **缩短产品研发周期:** 增材制造无需传统工具夹具和多重处理, 可在单个设备上快速制造出所需零件, 加速产品研发迭代。
- **材料利用率高, 有利于降低制造成本:**
 - 1) **增材制造材料利用率远超航空锻造:** 根据铂力特公司公告数据, 金属 3D 打印技术的材料利用率可超过 95%; 而根据李蓬川《大型航空模锻件的生产现状及发展趋势》一文数据, 我国航空锻件的材料利用率约为 15-25%。
 - 2) 传统加工切割的过程会产生大量废料, 存在不完整的余料价值折损; 而增材制造根据二维轮廓信息逐层添加材料, 按需耗材, 因此材料利用率高于传统加工模式。
- **制造模式优化:** 免去了提前制造模具等工艺, 无需雇佣众多生产人员、使用庞大机床和复杂的锻造工艺, 可直接从计算机图形数据中生成复杂结构的产品, 具有“去模具、减废料、降库存”的特点; 在生产上能够优化结构、有望节省材料和能源, 提高生产效率并可降低生产成本, 助力实现无人化工厂。

图表 3: 增材制造与传统精密加工技术对比

项目	金属3D打印技术	传统精密加工技术
技术原理	“增”材制造（分层制造、逐层叠加）	“减”材制造（材料去除、切削、组装）
技术手段	SLM、LSF 等	磨削、超精细切削、精细磨削与抛光等
适用场合	小批量、复杂化、轻量化、定制化、功能一体化零部件制造	批量化、大规模制造，但在复杂化零部件制造方面存在局限
使用材料	金属粉末、金属丝材等（受限）	几乎所有材料（不受限）
材料利用率	高，可超过 95%	低，材料浪费
产品实现周期	短	相对较长
零件尺寸精度	±0.1mm （相对于传统精密加工而言偏差较大）	0.1-10μm （超精密加工精度甚至可达纳米级）
零件表面粗糙度	Ra2μm-Ra10μm 之间 （表面光洁程度较低）	Ra0.1μm 以下 （表面光洁度较高，甚至可达镜面效果）

资料来源：铂力特公司公告，信达证券研发中心

1.3 增材制造主流技术路线

增材制造技术自诞生至今近 40 年，正处于多技术路线并存的状态：1）根据我国《增材制造术语》（GB/T35351-2017），增材制造可以根据成形原理分为 7 种基本工艺。2）金属增材制造工艺原理主要为粉末床熔融（PBF）和定向能量沉积（DED）两大类，采用这两类工艺原理的金属 3D 打印技术都可以制造达到锻件标准的金属零件。

图表 4: 增材制造（3D 打印）工艺技术类别

工艺类型	工艺说明	主要工艺技术名称
粉末床熔融 (Powder Bed Fusion) (PBF)	通过热能选择性的熔化/烧结粉末床区域的增材制造工艺	激光选区熔化（SLM）、激光选区烧结（SLS）、电子束选区熔化（EBSM）
定向能量沉积 (Directed Energy Deposition) (DED)	利用聚焦热能将材料同步熔化沉积的增材制造工艺	激光近净成形（LENS）亦称激光立体成形（LSF）、电子束熔丝沉积（EBDM）、电弧增材制造（WAAM）
立体光固化 (VAT Photopolymerization)	通过光致聚合作用选择性的固化液态光敏聚合物的增材制造工艺	光固化成形（SLA）
粘结剂喷射 (Binder Jetting)	选择性喷射沉积液态粘结剂粘附粉末材料的增材制造工艺	三维立体打印（3DP）
材料挤出 (Material Extrusion)	将材料通过喷嘴或孔口挤出的增材制造工艺	熔融沉积成形（FDM）
材料喷射 (Material Jetting)	将材料以微滴的形式按需喷射沉积的增材制造工艺	材料喷射成形（PJ）
薄材叠层 (Sheet Lamination)	将薄层材料逐层粘附以形成实物的增材制造工艺	层压物体制造（LOM）、超声波增材制造（UAM）

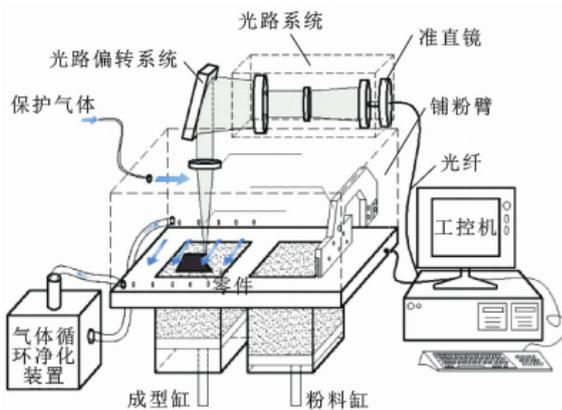
资料来源：铂力特公司公告，信达证券研发中心

- **粉末床熔融技术（PBF）是当今最广泛应用的增材制造技术之一：1）PBF 技术比较适合航空航天小批量、定制化的生产特点：能够解决其轻量化设计制、功能化设计要求，且随着技术发展与成本控制，未来或将能够实现大规模工业化生产。2）PBF 技术的主要代表性工艺有选择性激光烧结（SLS）、选择性激光熔化成形（SLM）、直接金属激光烧结（DMLS）和电子束熔化成形（EBSM）。**
- **定向能量沉积技术（DED）推广应用不及粉末床熔融技术，但能实现修复功能：1）DED 技术的成熟度和设备自动化程度不及 PBF 技术，在同传统制造技术的竞争中尚未形成显著的不可替代性。2）常用的 DED 技术工艺主要有激光近净成形（LENS）、激光立体成形（LSF）、电子束熔丝沉积（EBDM）、电弧增材制造（WAAM）。**

张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》一文介绍了三类常用的金属增材制造工艺：

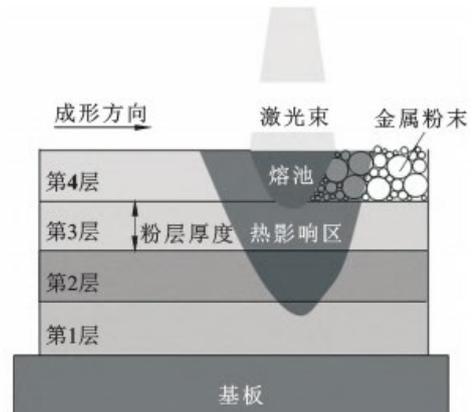
①激光选区熔化技术 (SLM)：当前最常用的一种加工工艺。**1)** 其原理是利用高强度激光能量源对金属粉末层按照路径规划逐层快速扫描熔化，然后经工作缸、送粉缸和刮刀通过程序联动完成铺粉工作。**2)** SLM 技术生产效率高，可以在短时间内制造出致密度极高的金属零件，缩短生产周期。

图表 5: SLM 设备原理



资料来源：张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》，信达证券研发中心

图表 6: SLM 成型原理

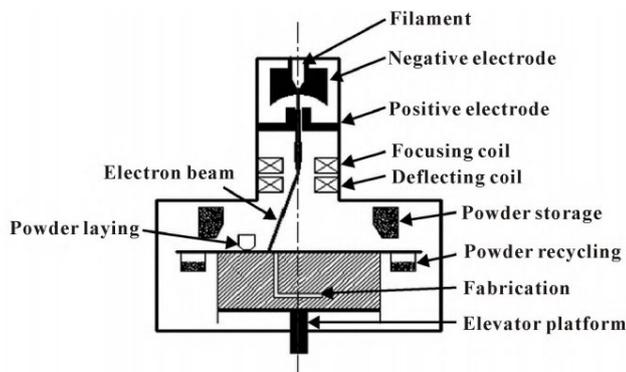


资料来源：张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》，信达证券研发中心

②电子束选区熔化 (EBSM)：**1) 原理：**在真空条件下，以高能量的电子束选择性地快速熔化金属粉末或金属丝，经过层层熔化堆积直至加工完成。**2) 优点：**EBSM 技术相比传统制造技术，制造产品周期短、材料利用率高、节省能源、无污染，其独特的真空加工环境更容易加工难熔的材料。**3) 缺点：**需要专门的真空环境，维护费用昂贵，打印的零件不能太大；由于电子束加工容易产生射线影响人身安全，需要有专门的保护设备。

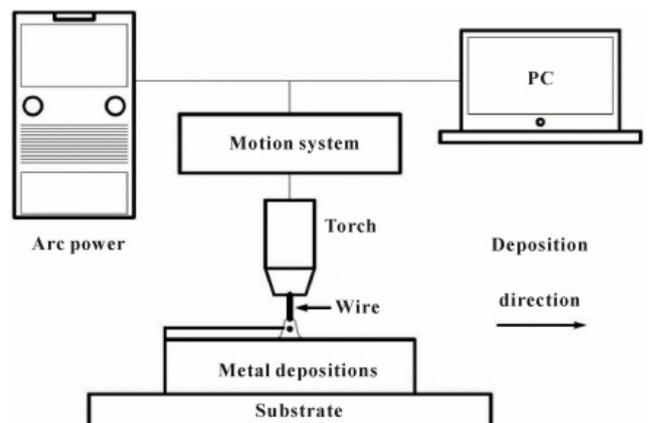
③电弧增材制造 (WAAM)：**1) 原理：**以电弧为能量源熔化金属材料，按照路径规划进行层层堆积直至成形。**2) 优点：**具有高效生产、节约成本、安全可靠的特点；相比于 SLM 和 EBSM 技术，在大尺寸结构件制造中有一定的优势，通过一体化成形复杂结构件的加工方式，简化了传统制造的准备过程，缩短了研发周期。**3) 缺点：**表面质量较差，需经过表面加工过后才能使用。

图表 7: 电子束选区熔化原理



资料来源：张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》，信达证券研发中心

图表 8: 电弧增材制造原理



资料来源：张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》，信达证券研发中心

2 增材制造应用多领域开花，“从 1 到 100” 或迎“黄金发展期”

2.1 我国增材制造产业正在迈向规模化、自主化、集聚化发展新阶段

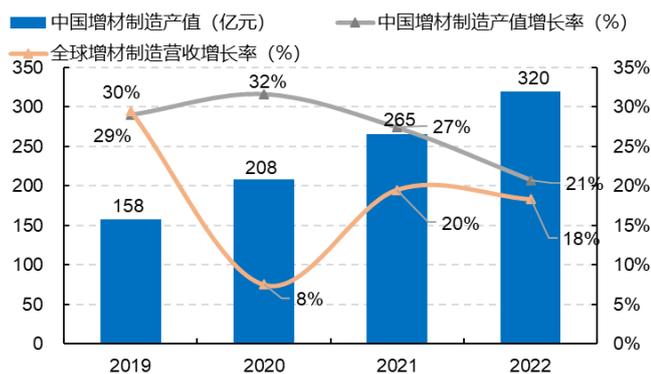
根据工信部装备工业发展中心总工程师左世全在增材制造产业发展（广州）暨 2023 年增材制造产业年会上的报告《增材制造十年发展及展望》，我国增材制造产业发展呈现以下趋势：

①我国增材制造产业整体实现从研发创新向产业规模化发展蜕变：1) 2012-2022 年，我国增材制造产业规模自 10 亿元增至 320 亿元，CAGR 为 41.42%。2) 预计 2023 年我国增材制造产业规模有望超过 400 亿元。3) 按照 25% 的复合增长率保守估算，我国增材制造产业规模有望在 2027 年左右突破千亿元。

■ **企业数量持续增加：**我国增材制造全产业链相关企业数量超过 1000 余家，以增材制造为主营业务的上市公司数量从 2012 年的 1 家增长至 2022 年的 22 家（含新三板），规模以上企业数量由 2016 年的 20 余家增至 2022 年的近 200 家，其中规模过亿的企业数量由 2012 年的 3 家增至 2022 年的 42 家。

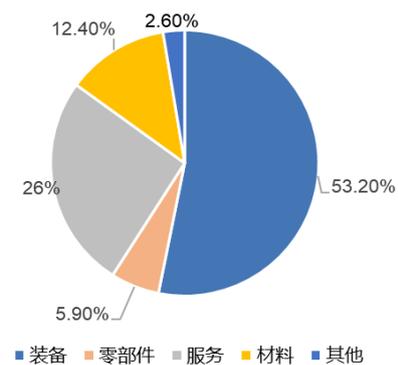
■ **装备营收占比超过一半：**2022 年我国增材制造专用材料、零部件、装备、服务等各个环节营收占比分别约为 12.4%、5.9%、53.2%和 26%。

图表 9：2019-2022 年中国增材制造产业营业收入情况



资料来源：李方正、李博、郭丹《中国增材制造产业发展现状与趋势展望》，Wohlers Report，信达证券研发中心

图表 10：2022 年增材制造产业链各环节营收占比



资料来源：李方正、李博、郭丹《中国增材制造产业发展现状与趋势展望》，信达证券研发中心

②我国增材制造装备实现从进口为主到自主生产转变：1) 我国高精度桌面级光固化增材制造装备、多材料熔融沉积增材制造装备持续保持领跑并畅销海外；米级多激光器激光选区熔化装备、多电子枪电子束熔化装备、大幅面砂型增材制造装备等自主开发装备相关核心指标达到国际先进水平；超高速激光熔覆头、电子枪等十多类关键部件取得攻关突破和自主生产，其稳定性、可靠性得到不断改善。2) **我国增材制造装备海外认可度不断提高：**2022 年，我国增材制造装备（含消费级）出口 228.7 万台，较 2019 年增长 59.7%，出口金额 36.6 亿元，较 2019 年增长近 1 倍。

③增材制造技术应用实现从原型制造向直接制造发展：由快速制造原型样件逐步向直接制造最终产品质变，已应用于航空航天、医药、汽车等国民经济 39 个行业大类、89 个中类，覆盖产品结构设计、原型制造、批量生产、工装制作、保障修复等全寿命周期。

■ **航空航天领域：**新一代战机、国产大飞机、新型火箭发动机、火星探测器等重点装备的关键零部件逐步应用增材制造技术，解决了诸多过去难以制造的复杂结构零件成形问题，实现产品结构轻量化。

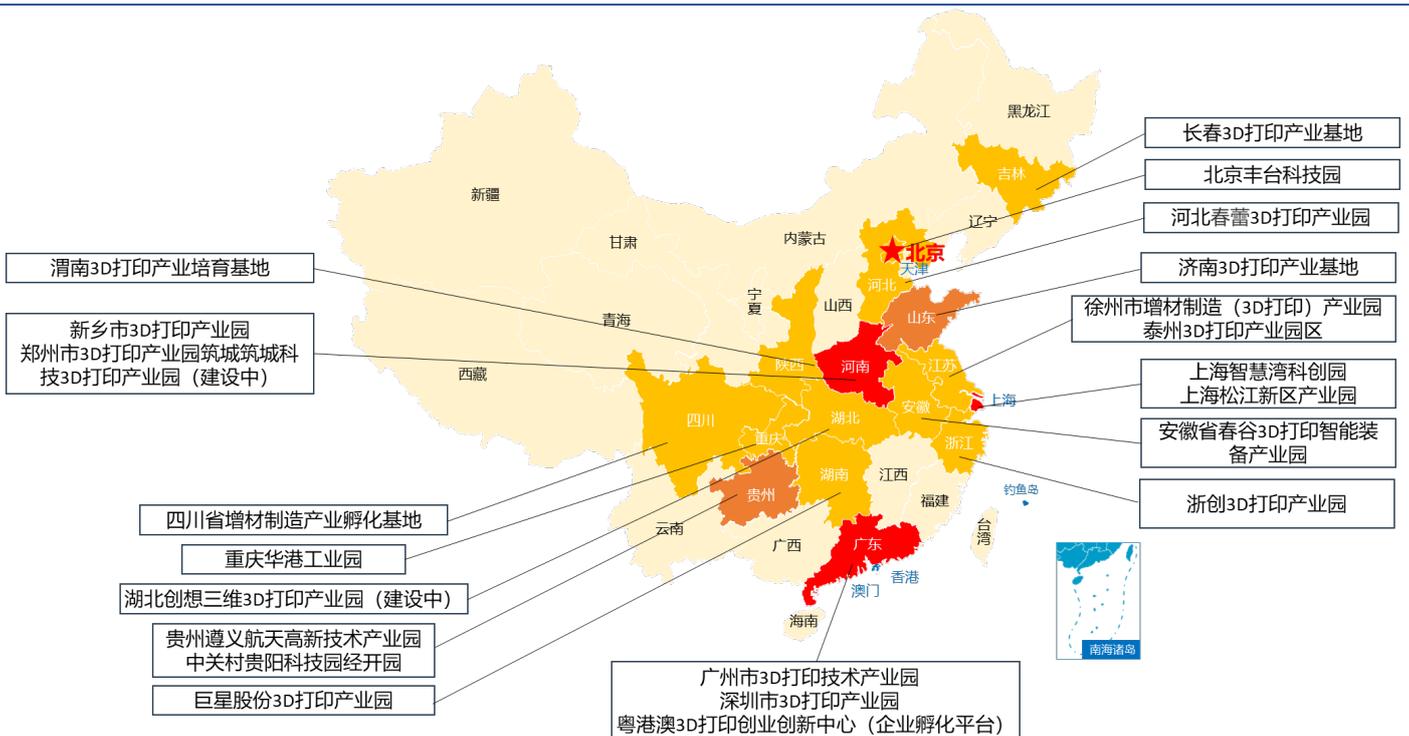
■ **医疗领域：**增材制造被应用于医疗植入定制、修复体制作、诊疗辅助器具制作、个性化

矫正器具打印、细胞/组织/器官打印等；髌白杯、脊柱椎间融合器等增材制造医疗植入物已获得 NMPA 认证，实现临床应用，拓展疾病治疗解决方案；增材制造技术实现口腔正畸牙模批量定制生产，解决传统机加工制造复杂的问题，满足患者个性化需求。

- **汽车领域：**增材制造被应用于概念车、零部件创新、定制化夹具制造、内饰创新等研发试制方面，达到缩短研发周期，以及减轻重量、减少材料损失、自由定制配件、轻松更换备件等目的。
- **铸造领域：**将增材制造技术应用于砂型铸造、熔模铸造等铸造工艺中，大大减少铸造加工流程，提升产品制造效率，实现对传统铸造的替代。
- **其他领域：**增材制造被应用于建筑设施整体制造、文物复刻展示、高级手办、轻量化鞋品制造等。

④产业布局实现从零散分布到集聚发展演变：从零散状、碎片化到成链条、集群化发展演变。2013 年，全国首个 3D 打印产业园在陕西渭南建成，随后，广州 3D 打印技术产业园、安徽春谷 3D 打印智能装备产业园等 20 余个增材制造全产业链及相关配套服务的产业聚集地、产业园区在各地陆续涌现，初步形成珠三角地区、长三角地区为核心，京津冀地区和陕西、安徽等中、西部地区为纽带的产业空间发展布局。

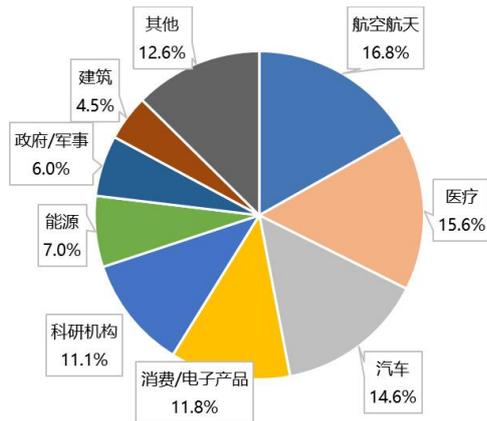
图表 11：我国增材制造产业布局



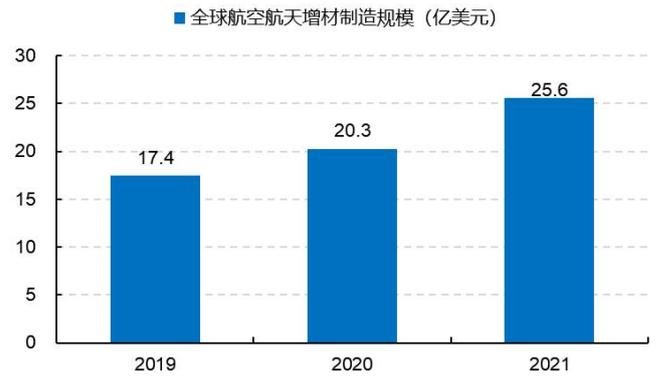
资料来源：南极熊 3D 打印网，网易，左世全《增材制造十年发展及展望》，信达证券研发中心

2.2 增材制造应用场景广泛，在航空航天、汽车、医疗等领域大有可为

金属增材制造下游应用领域众多，航空航天应用最多：1) 增材制造技术在航空航天领域率先得到验证和应用：航空航天企业对价格敏感度低，同时对复杂精密、大型构件制造的要求高。2) 随着材料的多样化和增材制造设备的发展，增材制造技术广泛应用于多个行业的产品开发。3) 根据铂力特公司公告援引的《Wohlers Report 2022》内容显示，在 2021 年全球增材制造服务规模中，航空航天占比最大，达到 16.8%，医疗、汽车占比紧随其后，分别为 15.6%和 14.6%。

图表 12：2021 年不同领域增材制造服务规模占比


资料来源：Wohlers Associates，铂力特公司公告，信达证券研发中心

图表 13：2019-2021 年全球航空航天增材制造规模（亿美元）


资料来源：Wohlers Associates，铂力特公司公告，信达证券研发中心

场景①：航空航天领域

徐明、吴凡《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》介绍了增材制造在航空发动机中的应用：

航空发动机不断追求更好的性能和燃油经济性，因此对发动机材料、结构及功能的一体化、轻量化设计制造的要求越来越高，在飞行器发动机发展历程中，零部件的设计制造呈现以下特征：

- **结构复杂且一体化程度高：**飞行器采用的零件通常具有较为复杂的结构，使得其加工难度和装配难度较高，为了避免装配带来的失效风险，结构复杂的部组件向着一体化发展。
- **轻量化要求：**对于飞行器发动机而言，轻量化的设计对于提高性能和降低油耗均具有重要意义。
- **服役环境恶劣：**随着飞行器发动机性能的不不断提升，涡轮前温度提高，相应零部件服役过程中承受的温度和压力越来越高，对构件的要求也越来越高。

铸造或锻造+机加等传统技术在很大程度上已经无法满足零部件快速迭代的研发、设计及验证需求。与传统制造技术相比，增材制造技术凭借其快速响应的特点，非常适用于零件的验证制造；同时对具有复杂结构的零件，在设计迭代优化中也具有明显的优势：

- **制造自由度高：**其分层成形的特性决定了在成形过程中不受零件复杂结构的影响，可以直接制备复杂结构零件。
- **设计自由度高：**这决定了可以对传统结构进行优化，在满足服役要求的基础上实现轻量化设计制造。
- **大幅提高材料利用率，显著降低买飞比（BTF）：**相比传统加工技术（ $BTF > 10:1$ ），增材制造技术将买飞比控制在 $BTF < 3:1$ 。

现代航空发动机由成千上万个零部件组成，通常具有复杂的结构，其中静态构件对服役性能的要求相对较低，符合现阶段增材制造的发展水平，已有相当数量的静态构件采用增材制造技术制造并应用。

- GE 公司采用 SLM 技术制备了 LEAP 系列发动机的高温合金燃油喷嘴，2015 年开始生产，2016 年通过了 FAA 认证，装机应用于 LEAP 系列航空发动机，截至 2018 年共生产 30000 多个燃油喷嘴，并已进入稳定批产阶段。
- GE 公司新的 GE9X 系列发动机中，共使用了 304 个增材制造部件：包括燃油喷嘴、低

压涡轮叶片、T25 传感器壳体、燃烧混合器和热交换器，该发动机于 2020 年 1 月在新
 型波音 777X 上首次试飞，是迄今最强大的商用喷气发动机，增材制造的应用层级由零
 件级应用向部件级应用发展。

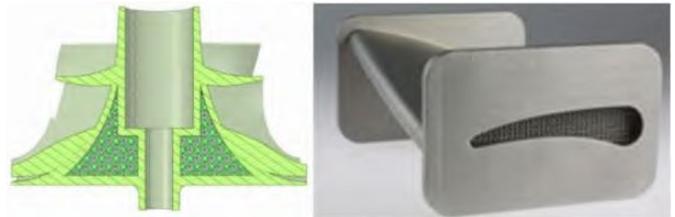
- 普惠公司采用 SLM 技术制备了航空发动机整流叶片，与传统的叶片制造工艺相比，实
 现了 50% 的减重并缩短了制造周期。
- 金属增材制造的点阵结构在发动机涡轮部件也得到应用，起到减重和改善性能的作用。
 研究表明，在压缩机叶轮内部采用点阵结构可以减小其惯性矩并降低零件重量。

图表 14: GE 公司采用金属增材技术制造的燃油喷嘴



资料来源: 徐明、吴凡《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》，
 信达证券研发中心

图表 15: 叶轮及叶片构件内部的点阵结构



资料来源: 徐明、吴凡《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》，
 信达证券研发中心

增材制造技术较为适合于航空发动机转动件复杂叶身结构的加工。

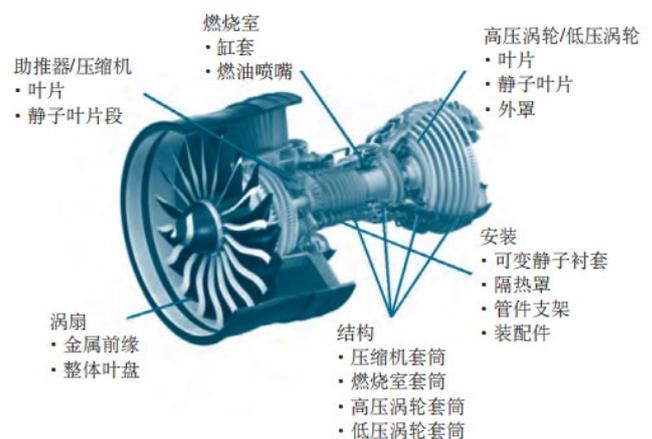
- 作为一款新型高涵道比涡轮风扇发动机，GE9X 将大量增材制造部件直接集成到发动机
 的核心结构中，该发动机采用 EBM 技术制备了 228 个 TiAl 合金低压涡轮叶片，达到了
 显著的减重效果。
- 中国航空制造技术研究院高能束流加工实验室采用 EBM 技术制备出 TiAl 合金低压涡轮
 叶片，并已进入性能考核验证阶段。

图表 16: GE9X 发动机采用 EBM 制备 TiAl 合金低压涡轮叶片



资料来源: 徐明、吴凡《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》，
 信达证券研发中心

图表 17: 航空发动机可应用金属直接增材制造零部件示意图



资料来源: 王强、孙跃《增材制造技术在航空发动机中的应用》，信达
 证券研发中心

**金属增材修复技术（特别是激光直接能量沉积技术 L-DED）已广泛应用于修复服役过程中的
 受损部件。通过原位修复，减少了原有零件的更换或报废，在缩短生产周期的同时实现了
 降本。**

- 以整体叶盘及整体叶环零件为例，其制造成本可能高达数十万美元，采用修复技术可以避免整个零件的报废，具有显著的经济效益。
- 发动机的高压压气机在工作过程中，压气叶片会与封严结构接触导致叶片叶尖磨损，叶片故障检查结果表明，叶尖磨损损伤率为 80%，报废率近 50%。传统焊接修复方法难以满足服役要求，采用激光直接能量沉积技术，可以利用激光能量集中、光束轨迹自动可编辑、光束移动速度快且运行控制稳定等特点，解决该类叶片修复难题。

图表 18: 增材修复在航空发动机整体叶盘上的应用



资料来源: 徐明、吴凡《金属粉末增材在飞行器发动机的应用及挑战》，信达证券研发中心

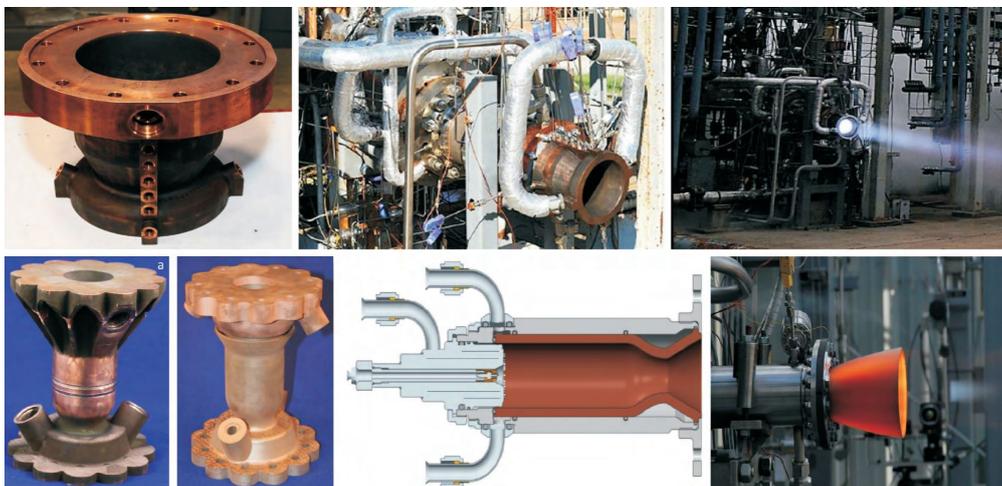
左蔚、宋梦华、杨欢庆、陈新红《增材制造技术在液体火箭发动机应用述评》介绍了增材制造在运载火箭中的应用:

空间技术的飞速发展对运载火箭提出了更高的要求: 1) 液体火箭发动机中金属构件朝着复杂、薄壁、整体化和轻量化、高可靠的方向发展; 2) 传统的航天研究机构和新生的商业航天公司为争夺国际发射市场, 特别重视新型号发动机研制周期和成本的降低。

金属材料的增材制造技术采用模型降维、积分加工的理念, 具备诸多优势: 1) 可一次、快速地近净成形出一体化构件, 无需焊接等装配环节; 2) 其快速/近快速凝固组织亚结构细小, 产品力学性能优异; 3) 一些先进结构, 如周期性点阵结构, 借助增材制造技术可大规模制备, 在发动机中应用可实现轻量化、隔热保温、减震降噪、防冲击、发汗冷却、催化反应等功能, 从而发动机材料-结构-功能一体化设计。

美国最早将增材制造技术应用于液体火箭发动机中: 除了传统的政府机构 NASA 和火箭发动机普惠洛克之外, 近年来新兴的商业航天公司如太空探索技术公司 (SpaceX)、蓝色起源 (Blue Origin) 也将研发重点投入到金属材料的增材制造研究和发动机工程化应用之中。

图表 19: NASA 增材制造液氧甲烷发动机铜合金推力室



资料来源: 左蔚、宋梦华、杨欢庆、陈新红《增材制造技术在液体火箭发动机应用述评》，信达证券研发中心

场景②：汽车制造领域

据易加三维官网介绍：随着增材制造技术的不断成熟和汽车制造业对整车节能减重要求的日趋严苛，应用增材制造技术打印生产出来的汽车配件，不仅结构强度增高，自重还大幅降低，这一关键优势，使增材制造技术在汽车行业的应用越来越广泛。

轻量化是汽车节能、降耗、增加续航里程的重要技术路径之一：据赵显蒙、李长青、张庆霞、刘坤、孙淑伟《轻量化技术和材料在汽车工程中的应用》数据，对于燃油车，汽车质量每减少 10%，汽车燃油效率将会增加 6%-8%；而对于新能源汽车，每减重 10%，续航里程可提升 5-6%。

汽车领域对增材制造技术的应用稳定增长：根据铂力特公司公告援引的《Wohlers Report 2022》数据，2019-2021 年汽车领域增材制造市场规模自 19.46 亿美元增至 22.26 亿美元，CAGR 达 6.94%。

- **增材制造使汽车领域的开发、设计、制造过程发生了巨大变化：**实现更安全的轻量化设计、更低成本、更短的研发周期。
- **全球著名车企将 3D 打印技术应用于汽车制造，并取得了良好的成效：**宝马、戴姆勒、通用、大众等众多知名车企已将增材制造技术应用于汽车零部件的量产，减少部件重量、增强承重能力，提高零部件性能。
- **汽车制造行业对 3D 打印的接受程度快速上升：**MakerBot 公司 3D 打印趋势报告指出，较 2020 年相比，2021 年有将近一倍的车企增加了对 3D 打印的应用。

图表 20：2019-2021 年全球汽车行业增材制造规模



资料来源：《Wohlers Report 2022》，铂力特公司公告，信达证券研发中心

图表 21：宝马开发 M850i 夜空特别版 3D 打印刹车卡钳



资料来源：南极熊 3D 打印网，腾讯网，信达证券研发中心

场景③：医疗领域

医疗领域对增材制造技术的应用快速增长，2019-2021 年全球医疗行业增材制造市场规模自 16.5 亿美元增至 23.78 亿美元，CAGR 达 20.07%。

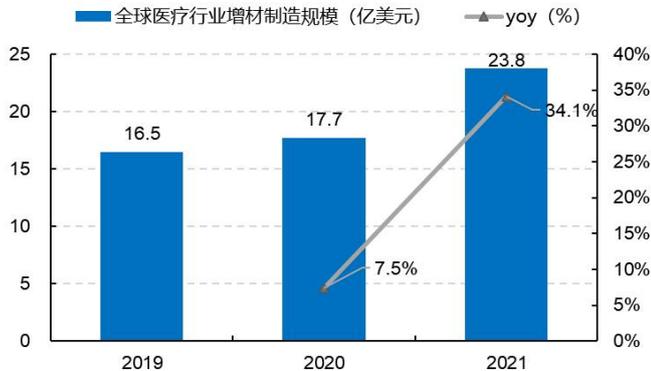
- 增材制造在医疗领域的应用不仅局限于假肢、植入物的制造，而且也可以利用此类技术制作微型工具，进行精确和复杂的手术，降低风险，还可以用于打印出人体内部器官 3D 模型，帮助制定手术计划或辅助手术教学，并让医务人员反复练手。
- 增材制造技术在齿科领域应用广泛，用于制备复杂且高度定制化的高价值小型产品。金属粉材是齿科 3D 打印中的重要材料，主要用于制造金属牙冠、口腔支架等。

据“武汉必盈生物科技有限公司”微信公众号介绍，增材制造技术在医疗领域的应用越来越

多，例如：

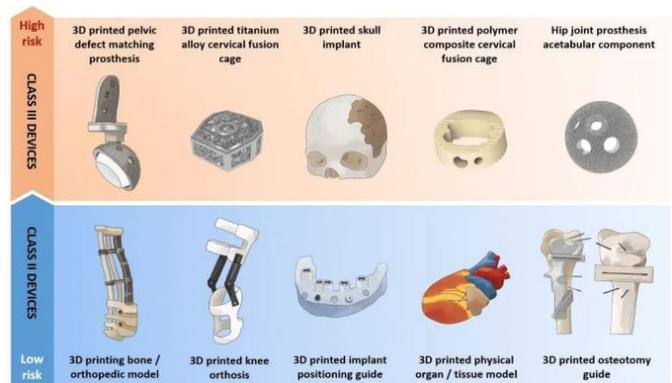
- **体外器官模型、仿生模型制造：**用于术前诊断、手术策划和预演，为诊断和治疗提供立体直观、可触摸的信息，便于医、工、患之间沟通，缩短手术时间、降低手术费用，有效提高诊疗水平。
- **手术导板、假肢设：**根据采集的个体数据，为患者量身定制手术导板和个性化假肢等器具，可提高手术效率和精确度；提升假肢设计和制作水平。
- **个性化植入体制造：**患者受损组织器官有大量个性定制需求，如颅骨、颌骨、鼻骨、下肢骨、脊椎、髌骨等，特别是整容塑形领域。3D 打印可实现精确复制受损部位形状并恢复其功能。
- **活性组织及器官打印：**通过细胞三维控制组装及后期的处理和培养，实现对于微环境、微结构和功能的模拟，逐渐融入全身循环系统并具备感知功能，最终实现组织与器官的原位打印和构建完整的生命体。
- **药物筛选生物模型和药物打印：**药物筛选需要对不同化合物的生理活性、药物毒性做大规模横向比较，生物打印技术制造药物病理模型、人造器官、以及人体器官芯片（甚至人体芯片）可避免大规模动物实验和人体实验带来的伦理、时间和费用问题，在短时间内大规模、高通量筛选新型高效药物。通过 3D 打印技术实现多种材料精确成型和局部微观结构，从而实现一种或多种药物同时精确控制释放。
- **3D 打印外固定支具：**3D 打印外固定支具带来的真正价值不仅仅是实现精准的定制化，更主要体现在让精准、高效的数字化制造技术代替手工制作方式，缩短生产周期。

图表 22: 2019-2021 年全球医疗行业增材制造规模



资料来源：《Wohlers Report 2022》，铂力特公司公告，信达证券研发中心

图表 23: 3D 打印医疗器械主要类型



资料来源：“南极熊 3D 打印”微信公众号，信达证券研发中心

3 产业链梳理及受益标的

3.1 增材制造产业链梳理

增材制造经过近 40 年的发展，已经形成了一条完整的产业链：据铂力特公司公告、左世全在增材制造产业发展（广州）暨 2023 年增材制造产业年会上的报告《增材制造十年发展及展望》介绍，**1) 上游**：主要包括增材制造装备零部件、三维扫描设备、增材制造软件系统、专用材料生产工艺及设备；**2) 中游**：以 3D 打印设备生产厂商为主，大多亦提供打印服务业务及原材料供应，在整个产业链中占据主导地位；**3) 下游**：行业应用已覆盖航空航天、汽车工业、船舶制造、能源动力、轨道交通、电子工业、模具制造、医疗健康、文化创意、建筑等各领域。

图表 24：增材制造产业链全景图



资料来源：左世全《增材制造十年发展及展望》，信达证券研发中心

① 增材制造上游：据左世全在增材制造产业发展（广州）暨 2023 年增材制造产业年会上的报告《增材制造十年发展及展望》，增材制造上游具体包括增材制造装备零部件、三维扫描设备、增材制造软件系统、专用材料生产工艺及设备等环节。

- **增材制造装备零部件**：包括大功率激光扫描振镜、高功率激光器、阵列式高精度喷嘴喷头、高精度平台及控制系统、动态聚焦镜、高品质电子枪等；
- **三维扫描设备**：包括接触式 3D 扫描仪和非接触式 3D 扫描仪；
- **增材制造软件系统**：包括过程监测与控制系统，工业设计、模拟仿真与模型数据处理软

件。

- **专用材料生产工艺及设备：包括 1) 金属专用材料：**钛及钛合金粉末材料、不锈钢粉末、模具钢、难溶金属粉末材料、高温合金粉末材料、铝合金粉末材料、高强铝合金粉末材料等；**2) 非金属专用材料：**包括有机高分子材料、无机非金属材料、复合材料。

图表 25：金属增材制造主要材料分类

材料体系	主要材料	材料特点
钛合金体系	TC4、TC11、TC21、Ti5553、Ti-8A1-1Er、T6A17Nb	比强度高、耐腐蚀、耐高温、兼容性好
铝合金体系	AlSi12、AlSi7Mg、AlSi10Mg、A17Si0.6Mg、AlSi9Cu3	密度低、强度高、耐高温、耐腐蚀塑性好
镁合金体系	Mg-9%Al、AZ91D、AZ31	密度小、比强度高
铁基合金体系	316L_304L、M2 高速钢、H3 模具钢	耐腐蚀、耐高温、力学性能良好
高温合金体系	Inconel 625, Inconel 718, Waspaloy, Inconel 939, Ni-Ti 形状记忆合金	耐高温、耐腐蚀、抗氧化、塑性好

资料来源：张朝瑞、钱波、张立浩、茅健、樊红日《金属增材制造工艺、材料及结构研究进展》，信达证券研发中心

3) 金属材料制粉设备：包括等离子旋转雾化 (PREP) 制粉装备、气雾化 (GA) 制粉装备、等离子雾化 (PA) 制粉装备、等离子球化 (PS) 制粉设备等。马剑雄、夏张文、周伟民《金属增材制造技术的发展与展望》一文介绍了四种制粉方法：

- **等离子旋转电极雾化 (PREP) 制粉：**1) 由美国核金属公司于 1974 年首先发明，而后在俄罗斯得到发展应用。2) **原理：**金属棒高速旋转，并在等离子体加热熔化，离心力将液体抛出并粉碎为细小液滴，最终冷凝为粉末。3) **优点：**粉末的粒径可以根据等离子弧电流的大小和电极转速来控制。4) **缺点：**制取的细粉收得率较低，普遍只有 5% 左右，导致粉末成本较高。
- **气雾化法 (GA) 制粉：**1) GA 法分为真空感应熔炼气雾化技术 (VIGA) 和电极感应熔炼气雾化技术 (EIGA)。2) **VIGA 和 EIGA 都是利用高压气流将熔融金属液流破碎成小液滴并凝固成粉末：**VIGA 是金属或合金在真空坩埚条件下加热、熔炼，而 EIGA 是将预合金棒作为自耗电极感应加热。3) **VIGA 粉末收得率高：**其制备的粉末通常平均粒径 $<100\ \mu\text{m}$ ，满足 3D 打印要求。4) **EIGA 最大的优点：**避免了传统坩埚熔炼工艺掺入的非金属杂质，提高了粉末的纯度，降低了氧化程度。
- **等离子雾化法 (PA) 制粉：**1) **基本原理：**将金属丝 ($\phi 1 \sim \phi 5\text{mm}$) 送入预先安装好的高温等离子体的焦点处，金属丝迅速熔化或气化，在沉积过程中与冷却用的惰性气体发生热交换，凝固得到近球形粉体。2) PA 法是加拿大 AP&C 公司独有的金属制粉技术。
- **等离子球化 (PS) 制粉：**1) **原理：**利用载气将粉体送入高温等离子体中，粉体颗粒迅速加热、熔融，在表面张力作用下形成球形液滴，进入冷却室后迅速冷却凝固得到球形颗粒。2) **优点：**PS 技术制备的粉末具有纯度高、空心粉少、粒径分布均匀等优点，常用来制备高活性和难熔金属，如 W、Mo、Nb、TiN 等。3) 英国 LPW 公司开发出商业化 PS 设备。

图表 26: 增材制造金属制粉的常用方法的原理和优缺点

制粉方法	等离子旋转电极雾化 PREP	气雾化法 GA	等离子雾化法 PA	等离子球化 PS
原理	金属棒高速旋转，并在等离子体加热熔化，离心力将液体抛出并粉碎为细小液滴，最终冷凝为粉末	高压气流将熔融金属液破碎成小液滴后凝固成粉末	将金属丝送入预先安装好的高温等离子体的焦点处，金属丝迅速熔化或气化，在沉积过程中与冷却用的惰性气体发生热交换，凝固得到近球形粉体	利用载气将粉体送入高温等离子体中，粉体颗粒迅速加热、熔融，在表面张力作用下形成球形液滴，进入冷却室后迅速冷却凝固得到球形颗粒
制粉类型	低熔点合金的棒	非活性金属、高温合金的铸块或金属丝	活性金属和高熔点金属的金属丝	高活性、难熔金属的粉末
粉末粒度/微米	< 250	< 100	< 200	< 150
细粉收得率	低	VIGA: 较高 EIGA: 适中	适中	低
主要应用技术	定向能量沉积	粉末床熔融	粉末床熔融	粉末床熔融、定向能量沉积

资料来源: 马剑雄、夏张文、周伟民《金属增材制造技术的发展与展望》，信达证券研发中心

②增材制造中游: 据铂力特公司公告，增材制造设备是牵动增材制造行业发展的关键之一，增材制造的核心专利大多被设备厂商掌握，因此设备厂商往往在整个产业链中占据主导地位，这些厂商大多亦同时提供打印服务业务。

- **增材制造设备可分为桌面级打印机和工业打印机:** 据铂力特公司公告，**1) 桌面级打印机:** 随着国外桌面级打印机相关专利保护到期，技术壁垒下降，国内桌面级打印机厂家数量快速增长，加大了国内桌面级增材制造市场的竞争程度;**2) 工业级打印机:** 与桌面级打印机相比，工业级打印机技术壁垒高，资本投入大，一直以来发展较为缓慢，但当前工业级增材产业受到国家政策大力支持，市场呈现出快速增长形势。
- **增材制造行业整合加剧:** 设备厂商通过并购 3D 打印软件公司、材料公司、服务提供商等，逐步转变为综合方案提供商，加强了对产业链的整体掌控能力。

③增材制造下游: 据铂力特公司公告，增材制造技术在下游的应用方式主要分为直接制造、设计验证和原型制造。

- **直接制造是未来增材制造技术的主要发展趋势:** 根据三维模型，直接用增材制造技术生产最终产品，具有产品定制性强与产品精度硬度高的特点。
- 与传统制造相比，采用增材制造技术进行设计验证及原型制造，可节约时间与经济成本。
- 增材制造在维修领域也具有市场，使用增材制造技术不仅能简化维修程序，还可以实现传统工艺无法实现的高还原度与制造材料原型匹配的功能。

3.2 增材制造 (3D 打印) 相关受益标的

①铂力特

铂力特 (688333) 是国内最具产业化规模的金属增材制造企业之一: 公司专注于工业级金属增材制造 (3D 打印)，为客户提供金属增材制造技术全套解决方案，业务涵盖: 金属 3D 打印定制化产品服务、设备研发及生产、原材料研发与生产、结构优化设计开发和工艺技术服务 (含定制化工程软件的开发等)。

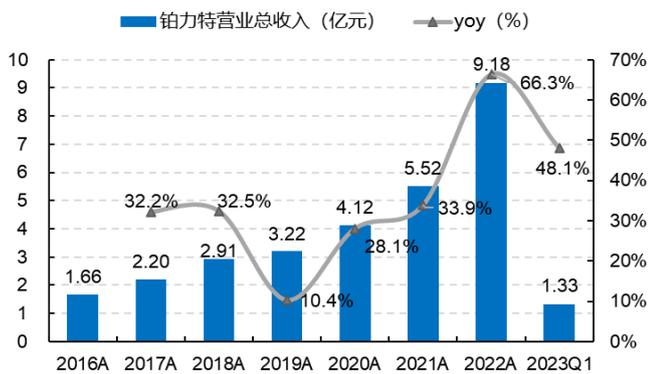
- **金属 3D 打印定制化服务:** **1) 公司主要使用三项技术:** 选择性激光熔化成形技术 (SLM)、激光熔覆沉积技术 (LSF)、电弧增材制造技术 (WAAM)。2) 公司深耕航空航天领域，增材制造的零件广泛应用于弹箭星船机，可实现年交付零件 50000 余件。

- **金属 3D 打印设备研发及生产：**公司自主研发了激光选区熔化成形、激光立体成形、电弧增材制造等系列金属 3D 打印设备。
- **金属 3D 打印原材料：**公司在金属材料、功能材料、金属基复合材料等方面具有丰富的研究基础，在金属增材制造的新材料开发领域处于国际领先地位。

铂力特深耕航空航天领域，持续开发新产品、新市场，经营业绩稳定增长：

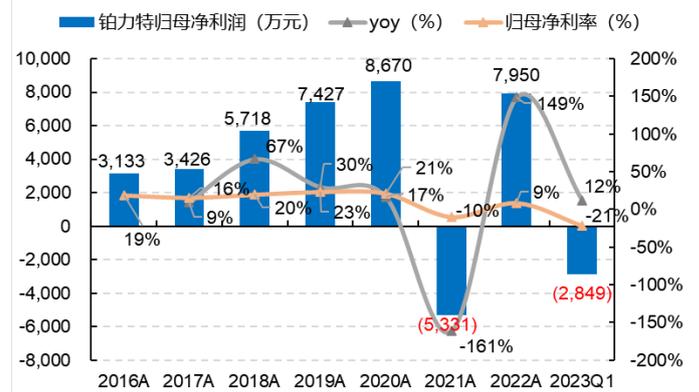
- 6 年 5.5 倍，2016-2022 年公司营收自 1.66 亿增至 9.18 亿，CAGR 为 32.9%；归母净利润自 3132.7 万增至 7949.9 万，CAGR 为 16.8%。
- 2022 年，公司营收 9.18 亿（+66.3%），归母净利润 7949.9 万（+149%），2023Q1 公司营收 1.33 亿，同比增长 48.1%。

图表 27：2016-2023Q1 铂力特公司营业收入



资料来源：WIND，信达证券研发中心

图表 28：2016-2023Q1 铂力特公司归母净利润

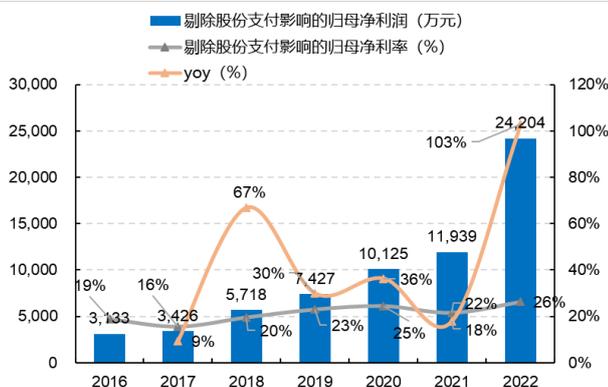


资料来源：WIND，信达证券研发中心

剔除股份支付影响，公司归母净利润逐年稳步提升：

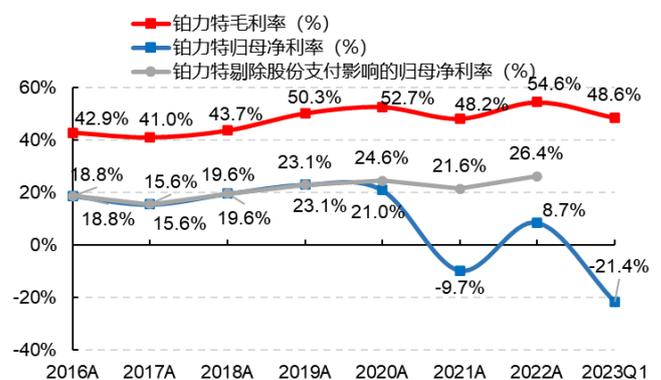
- 为了建立、健全公司的畅销激励机制，吸引和留住优秀人才，充分调动核心团队积极性，有效地将股东利益、公司利益和核心团队个人利益相结合，公司于 2020 年 10 月推出限制性股票激励计划。
- 2016-2022 年，公司剔除股份支付影响的归母净利润自 3133 万元增至 2.42 亿元，CAGR 为 40.6%。
- **盈利能力逐年提升：**2016-2022 年公司综合毛利率自 42.9%提至 54.6%（+11.7pct）；剔除股份支付影响的归母净利率自 18.8%提至 26.4%（+7.6pct）。

图表 29：2016-2022 铂力特别除股份支付影响的归母净利润&净利率



资料来源：WIND，信达证券研发中心

图表 30：2016-2022 铂力特盈利能力逐年提升



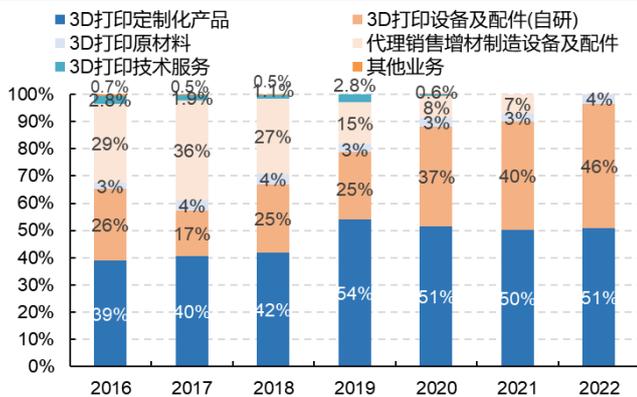
资料来源：WIND，信达证券研发中心

3D 打印定制化产品和 3D 打印设备及配件已成为公司两大核心主业，2022 年营收占比合计 96.5%：其中，2016-2022 年，1) 3D 打印定制产品营收占比自 38.9%提高至 50.9%，提升了 12pct，始终是公司第一大业务。2) 3D 打印设备及配件营收占比自 26.2%提升至 45.5% (+19.3pct)。3) 原材料营收占比由 2.5%提至 3.5% (+1pct)。4) **随着公司自研 3D 打印设备的不断成熟，代理销售的营收占比逐年下降：**公司主要通过子公司铂力特（香港）代理销售德国 EOS 公司的设备，2016-2022 年该业务营收占比自 29%降为 0。

公司聚焦金属增材制造技术，持续加大研究开发和技术创新力度，提升公司竞争力。

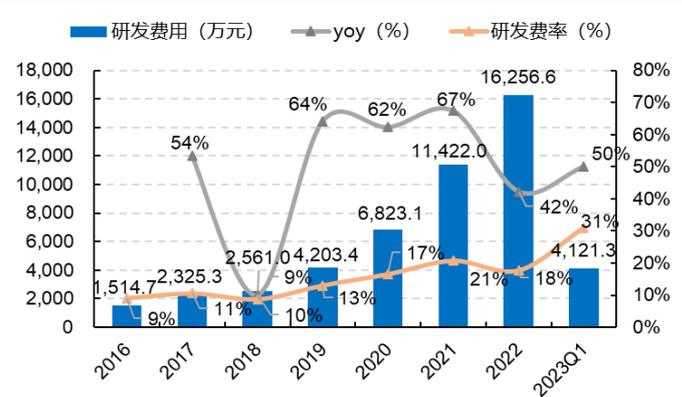
- **公司研发费率逐步提升：**2016-2022 年公司研发费率自 9.1%提至 17.7% (+8.6pct)，2023Q1 公司研发费率为 31% (+0.4pct)。
- **2022 年公司进一步加强研发能力建设：**研发费用 1.63 亿 (+42.33%)，研发费率 17.7%，较 2021 年下降 3pct，主要系营收增长幅度较大，研发费率有所降低。

图表 31：2016-2022 铂力特各业务营收占比



资料来源：WIND，信达证券研发中心

图表 32：2016-2023Q1 铂力特研发费用&研发费率



资料来源：WIND，信达证券研发中心

②华曙高科

华曙高科（688433）是我国工业级增材制造设备龙头企业之一，亦是全球稀缺的同时具备 3D 打印设备、材料及软件自主研发与生产能力的增材制造企业，销售规模位居全球前列。深耕增材制造十余年，公司专注于工业级增材制造设备的研发、生产与销售：

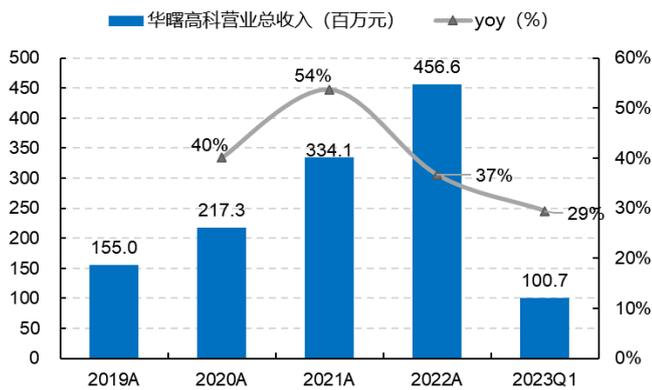
- **金属、非金属增材制造设备“双管齐下”：**持续自主创新，建立了涵盖金属（SLM）和非金属（SLS）技术路线的“设备-软件-材料-工艺-应用”全产业链一体化自主技术体系，在大尺寸、多激光、连续增材制造以及高性能粉末材料等研发应用领域走在国际前列。
- **公司拥有产品和服务对应的完整知识产权体系：**自主开发了增材制造设备数据处理系统和控制系统的全套软件源代码，是国内重要的能够加载全部自主开发增材制造工业软件、控制系统，并实现 SLM 和 SLS 设备产业化量产销售的企业。
- **公司形成了完整的自主技术与品牌体系：**形成了自主 SLS 高分子粉末材料产品及匹配 SLM 与 SLS 设备多样化应用的工艺体系，与公司核心产品形成协同效应。

受益于 3D 打印市场需求的不断增长，公司业绩持续稳步增长：

- **2019-2022 年公司营业收入、归母净利润 CAGR 分别达 43.4%/76.8%：**营收自 1.55 亿元增至 4.57 亿元；归母净利润自 1795 万元增至 9918 万元。
- **2023Q1 公司业绩实现“开门红”：**营收 1 亿元 (+29%)，归母净利润 2046 万元 (+10.1%)。
- **盈利能力持续提升：**2019-2023Q1 公司综合毛利率由 58.8%降至 57% (-1.8pct)，归

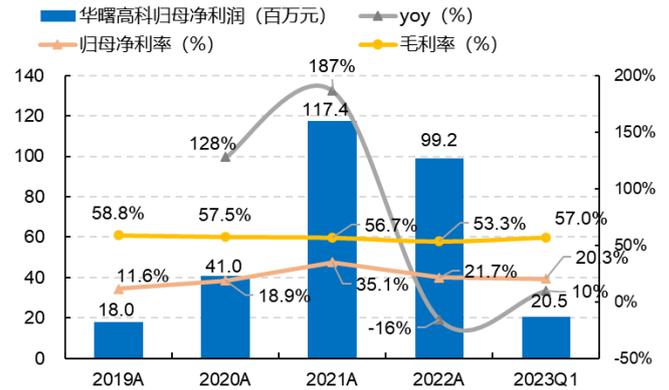
归母净利率自 11.6% 提至 20.3% (+8.7pct)。

图表 33: 2019-2023Q1 华曙高科营业收入



资料来源: WIND, 信达证券研发中心

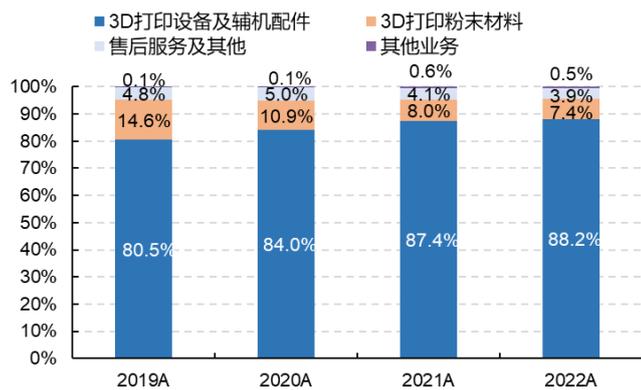
图表 34: 2019-2023Q1 华曙高科归母净利润、毛利率、净利率



资料来源: WIND, 信达证券研发中心

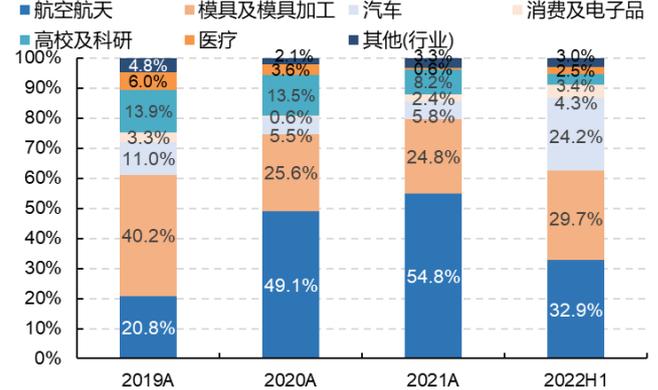
3D 打印设备及辅机配件是华曙高科的核心主业: 1) 2019-2022 年公司 3D 打印设备及辅机配件营收占比自 80.5% 提至 88.2% (+7.7pct); 其中, 2019-2021 年, 公司金属设备及辅机配件收入占比分别为 43.39%、67.09%、81.15%。2) 2019-2021 年, 公司航空航天领域业务营收占比自 20.8% 提至 54.8% (+34pct)。

图表 35: 2019-2022 华曙高科各业务营收占比



资料来源: WIND, 信达证券研发中心

图表 36: 2019-2022H1 华曙高科各行业领域业务营收占比



资料来源: WIND, 信达证券研发中心

③超卓航科

超卓航科是国内少数掌握冷喷涂固态增材制造技术并产业化应用在航空器维修再制造领域的企业之一, 主要从事定制化增材制造和机载设备维修业务。

- **公司设立初期专注于航空机载设备维修:** 主要从事军用及民用航空器气动附件、液压附件、燃油附件和电气附件的维修业务。
- **公司建立了公司冷喷涂固态增材制造技术体系:** 1) 经过多年研发创新, 公司实现了多种金属材料的高强度沉积, 并将冷喷涂固态增材技术成功应用于机体结构再制造领域; 2) **公司不断开发和拓展增材制造技术的应用场景和下游市场:** 研发出了适用于电子器件领域的靶材和适用于航空高温、高压环境的航空紧固件产品。
- **公司主要服务于军方及其下属飞机大修厂、军工集团下属单位以及民用航空运营企业等客户。** 基于公司在冷喷涂固态增材制造领域领先的技术水平、稳定可靠的产品质量及与军方的长期合作历史, 公司是 A、B 基地级大修厂多种型号战斗机起落架大梁疲劳裂纹冷喷涂修复的重要供应商。

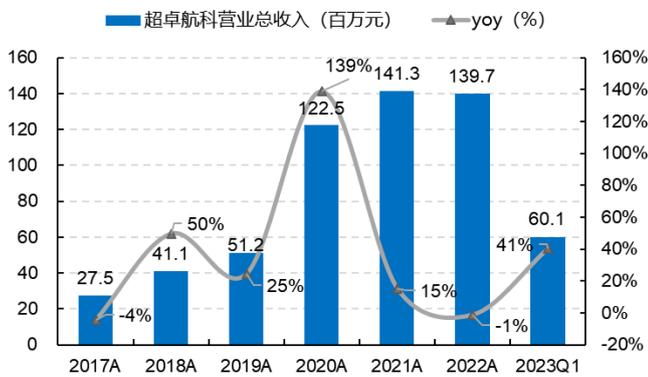
2017-2021 年公司业绩稳步增长，2022 年出现下滑：

- **2017-2021 年，公司营收、归母净利润 CAGR 分别为 50.6%/125.4%：** 营收自 2745 万增至 1.41 亿；归母净利润自 274 万增至 7073 万。
- 2022 年公司实现营收 1.4 亿 (-1.1%)，主要系宏观经济等因素影响，市场需求减少所致；实现归母净利润 5909 万 (-16.5%)，主要系原材料等成本上升、销售等费用增加所致。
- 2023Q1 公司实现营收 6005 万 (+40.7%)，归母净利润 2149 万元 (-16.6%)

公司盈利能力总体呈现上升趋势：

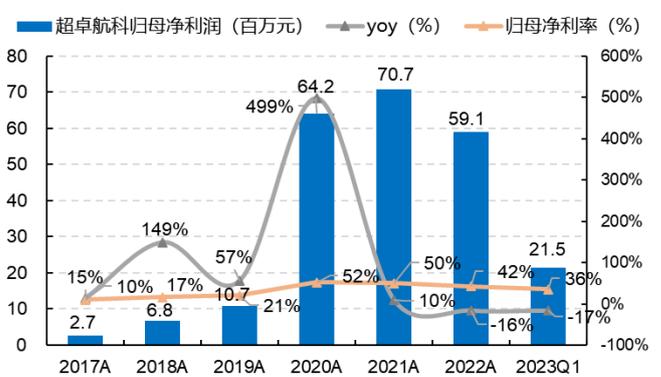
- 2017-2021 年公司毛利率自 35.8%提至 67% (+21.2pct)，2021-2022 年公司毛利率自 67%降至 53.2% (-13.8pct)。
- 2017-2020 年公司归母净利率自 10%提至 52.4% (+42.4pct)，2020-2022 年，公司归母净利率由 52.4%降至 42.3% (-10.1pct)。

图表 37：2017-2023Q1 超卓航科营业收入



资料来源：WIND，信达证券研发中心

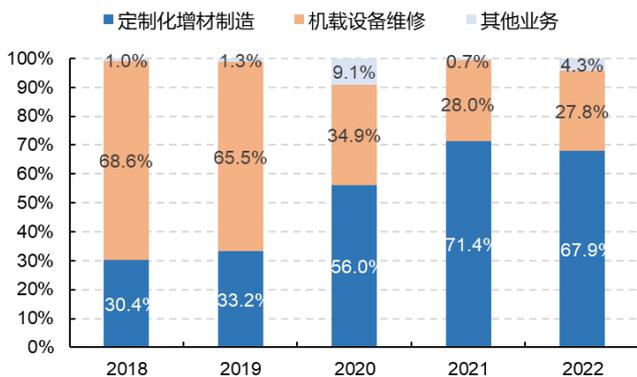
图表 38：2017-2023Q1 超卓航科归母净利润



资料来源：WIND，信达证券研发中心

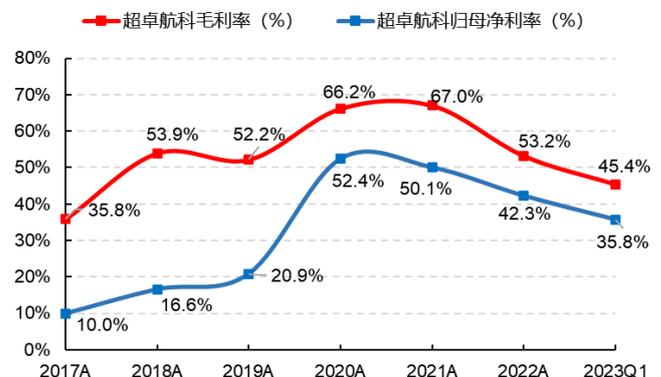
公司以定制化增材制造为核心主业，营收占比接近 70%： 2018-2021 年，公司定制化增材制造业务营收占比自 30.4%提至 71.4% (+41pct)，2022 年该比例为 67.9%，基本维持稳定。

图表 39：2018-2022 超卓航科各板块业务营收占比



资料来源：WIND，信达证券研发中心

图表 40：2017-2023Q1 超卓航科毛利率&归母净利率



资料来源：WIND，信达证券研发中心

④其他受益标的

我们按照增材制造产业链上下游关系，梳理投资标的如下：

■ 原材料：

- ◇ **【有研粉材】**铜基金属粉体材料和锡基焊粉材料领域的龙头企业，主要产品包括先进铜基金属粉体材料、高端微电子锡基焊粉材料和 3D 打印粉体材料等。
- ◇ **【中航迈特（未上市）】**专注金属粉末材料、金属 3D 打印设备研发生产，掌握高性能金属粉末材料设计与制备、智能化增材成形装备与工艺等核心技术。

■ 零部件及控制系统：

- ◇ **【金橙子】**激光振镜控制系统龙头，开发 3D 打印控制系统。

■ 设备及产业链一体化布局：

- ◇ **【峰华卓立（新三板）】**工业级 3D 打印机解决方案提供商，PCM 微滴喷射 3DP 打印开拓者，深耕于粘结剂喷射（Binder Jetting）3D 砂型打印技术的研发与创新。
- ◇ **【先临三维（新三板）】**拥有自主研发的“从 3D 数字化数据设计到 3D 打印直接制造”的软硬件一体化、完整技术链的科技创新企业。
- ◇ **【易加三维（未上市）】**专业的增材制造设备制造商和应用方案供应商，通过金属粉末床熔融（MPBF），聚合物粉末床烧结（PPBF）和光固化（SLA）开发和生产工业级增材制造设备，同时提供材料、服务和软件解决方案。
- ◇ **【鑫精合（未上市）】**金属增/减材制造整体解决方案提供商，以 3D 打印智能制造为依托，面向航空、航天、航海、核电等高端制造领域，专业提供 3D 打印设备研发制造、复杂金属构件定制化产品制造、机加工与钣金焊接、产品设计与优化、软件定制开发、产品修复与再制作等解决方案。

■ 服务：

- ◇ **【银邦股份】**参股公司飞而康是国内领先的金属增材制造技术全套解决方案提供商，下设三个事业部：特种金属粉末事业部、3D 打印解决方案事业部，特种制造技术事业部。

图表 41：增材制造 A 股重点投资标的梳理

细分板块	证券代码	公司简称	当前股价（元）	总市值（亿元）	2022年营收（亿元）	2022年归母净利润（亿元）	EPS			PE		
							2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E
设备与产业链一体化布局	688333.SH	铂力特	111.70	178.59	9.18	0.79	0.68	1.57	2.66	164.26	71.15	42.05
	688433.SH	华曙高科	33.80	139.99	4.57	0.99	0.27	0.39	0.59	125.19	85.87	57.38
	834914.NQ	峰华卓立	6.11	3.43	1.71	-0.15	-0.28	-	-	-21.82	-	-
	830978.NQ	先临三维	14.32	55.02	7.68	0.20	0.05	0.58	-	286.40	24.69	-
原材料	688456.SH	有研粉材	36.06	37.38	27.81	0.55	0.53	1.30	2.52	68.04	27.78	14.31
零部件及控制系统	688291.SH	金橙子	29.21	29.99	1.98	0.39	0.48	0.65	0.90	60.85	45.13	32.62
服务	688237.SH	超卓航科	45.50	40.77	1.40	0.59	0.75	0.86	1.31	60.67	52.68	34.79
	300337.SZ	银邦股份	6.79	55.81	39.44	0.67	0.08	0.36	0.52	84.88	18.73	13.13

资料来源：WIND，信达证券研发中心 注：当前股价选取 2023 年 7 月 11 日收盘价，eps 选取万得一致预期

4 风险提示

1) 下游领域较为集中的风险

增材制造技术的产品已从定制化产品逐步进入小批量生产阶段,但目前增材制造在整个制造体系中占比有限,若该领域增材制造应用的拓展速度不及预期,或对行业发展造成不利影响。

2) 增材制造装备核心器件依赖进口的风险

我国工业级增材制造装备核心器件仍部分依赖进口。增材制造装备核心器件,如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、动态聚焦镜等精密光学器件可能受出口国贸易禁用、管制等因素影响,或对行业发展产生不利影响。

研究团队简介

张润毅 (S1500520050003)，信达证券军工&中小盘首席分析师，上海交通大学硕士，证券从业经验 10 年。2020 年 4 月加盟信达证券，2013-2020 年先后供职于国泰君安证券、国盛证券，担任军工首席分析师；曾荣获 2014 年新财富最佳分析师第 4 名、金牛奖第 1 名；2015 年新财富第 2 名、金牛奖第 3 名；2016 年新财富第 4 名、金牛奖第 1 名、第一财经最佳分析师第 1 名；多次入围新财富、水晶球等奖项，具备扎实的航空航天+金融数学复合专业背景、机械/能源/军工等行业研究经验，善于把握行业发展趋势和重大拐点。

任旭欢 (S1500121120018)，信达证券军工&中小盘研究助理，同济大学硕士，西北工业大学学士，CMA，中级会计师，COMAC 注册系统工程师。曾供职中国商飞公司，从事成本工程工作，5 年产业工作经验。2021 年 11 月加入信达证券研究开发中心，从事军工&中小盘行业研究工作。

祝小茜 (S1500122080010)，信达证券军工&中小盘研究助理，本硕均就读于中央财经大学，经济学硕士。具备扎实的国防军工、经济学基础，曾在国家财政部有关军人事务财政支持的委托性课题中承担重要角色。2022 年 7 月加入信达证券研究开发中心，侧重军工电子研究。

冯钰博 (S1500123010012)，信达证券军工&中小盘团队成员，美国伊利诺伊大学香槟分校硕士，西南财经大学学士。2023 年 1 月加入信达证券研究开发中心，从事军工&中小盘行业研究工作。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北区销售总监	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售副总监	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华北区销售	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北区销售	樊荣	15501091225	fanrong@cindasc.com
华北区销售	秘侨	18513322185	miqiao@cindasc.com
华北区销售	赵岚琦	15690170171	zhaolanqi@cindasc.com
华北区销售	张澜夕	18810718214	zhanglanxi@cindasc.com
华北区销售	王哲毓	18735667112	wangzheyu@cindasc.com
华东区销售总监	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售副总监	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	朱尧	18702173656	zhuyao@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华东区销售	方威	18721118359	fangwei@cindasc.com
华东区销售	俞晓	18717938223	yuxiao@cindasc.com
华东区销售	李贤哲	15026867872	lixianzhe@cindasc.com
华东区销售	孙僮	18610826885	suntong@cindasc.com
华东区销售	王爽	18217448943	wangshuang3@cindasc.com
华东区销售	石明杰	15261855608	shimingjie@cindasc.com
华东区销售	粟琳	18810582709	sulin@cindasc.com
华东区销售	曹亦兴	13337798928	caoyixing@cindasc.com
华东区销售	王赫然	15942898375	wangheran@cindasc.com
华南区销售总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售副总监	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售副总监	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com

华南区销售	刘韵	13620005606	liuyun@cindasc.com
华南区销售	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com
华南区销售	郑庆庆	13570594204	zhengqingqing@cindasc.com
华南区销售	刘莹	15152283256	liuying1@cindasc.com
华南区销售	蔡静	18300030194	caijing1@cindasc.com
华南区销售	聂振坤	15521067883	niezhenkun@cindasc.com
华南区销售	张佳琳	13923488778	zhangjialin@cindasc.com
华南区销售	宋王飞逸	15308134748	songwangfeiyi@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司（以下简称“信达证券”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其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，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 20% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~20%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5% 之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，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顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。