

行业研究

3D 打印，将数模“投影”到现实

——3D 打印行业深度报告

要点

“降维”制造，复杂度“免疫”：3D 打印是一种以数字模型为基础，以粉材（或丝材）为原料，通过逐层打印的方式来生产产品的技术。与传统减材、平材制造相比，3D 打印通过逐层生产的模式，有效将 3 维空间中的零部件数模投影到 2 维平面，进而实现“降维”制造，也由此衍生出 3D 打印最重要的特性，即随零件复杂度、定制化程度的提升，单位制造成本变化不明显。

高端领域，有效的减重&降本将来进一步提升渗透空间：3D 打印由于其加工周期短、材料利用率高、设计自由度高等特点，能较好满足航空航天零件制造高复杂度、短制造周期、小批量的要求。随装备进一步高端化发展，传统机加工、铸锻造工艺在制造复杂零部件中将愈发乏力，进而推动 3D 打印的加速渗透；另一方面航空航天装备减重可带来巨大经济效益，3D 打印可以通过拓扑结构优化设计、零件一体化成型等方式助力航空航天装备减重，利用“二次降本”来拓宽 3D 打印工艺的应用空间。

民用领域，成本为王，设计端降本和行业应用拓展的关键：3D 打印在民用领域的拓展，是伴随设备成本降低、打印效率提升而逐步推进的过程。我们认为目前 3D 打印在民品端应用拓展慢的核心原因是制造业仍然按传统工艺的零件设计来设计 3D 打印零件，进而忽略了应用 3D 打印后优化零件设计的能力。而 3D 打印的加工本质是逐层打印，加工时间和零件体积正相关，通过优化零件设计有望带来 3D 打印制造效率的提升，进而实现加速降本。

全球市场达千亿，未来持续高增：根据 Wohlers Report 的数据，2022 年全球 3D 打印总产值约 182 亿美元，同比+18%，预计 2031 年全球 3D 打印市场规模将达到 853 亿美元，2021-2031Cagr 约 18.8%；根据中国 3D 打印产业联盟统计，2021 年我国 3D 打印产业总产值达到 265 亿元，同比+27.4%，赛迪顾问预测到 2024 年我国 3D 打印产业规模将高速增长到 500 亿元。

投资建议：3D 打印制造工艺因其不同于传统制造工艺方法，将有望在部分领域取代传统工艺，同时通过借助 3D 打印强大的复杂零件制造能力，将有望助力打开零件设计自由度，从而进一步推动 3D 打印的应用加速。高端领域 3D 打印应用渗透率的提升，有望带动 3D 打印技术、设备日趋成熟，促进行业应用成本下降，最终助力实现民用领域“平价”。我们重点推荐金属+非金属 3D 打印设备核心供应商**华曙高科 (688433.SH)**；建议关注金属 3D 打印设备+服务龙头企业**铂力特 (688333.SH)**；金属 3D 打印上游粉末核心供应商**有研粉材 (688456.SH)**。

风险分析：高端领域应用拓展不及预期、民品应用拓展不及预期

国防军工
增持（维持）

作者

分析师：刘宇辰

执业证书编号：S0930522090001

021-52523865

liuyuchen0@ebsecn.com

分析师：王凯

执业证书编号：S0930522070003

021-52523852

wangkai8@ebsecn.com

联系人：杨硕

yangshuo1@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：

重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			22A	23E	24E	22A	23E	24E	
688433.SH	华曙高科	33.29	0.24	0.37	0.56	139	89	60	增持

资料来源：，光大证券研究所预测，股价时间为 2023-11-22；

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

投资聚焦

3D 打印工艺作为区别于传统减材、平材制造的新制造工艺，在加工复杂零件上具有较大的优势。随应用领域、市场规模的逐步扩大，有望助力设备成本下降，进而打开民品端的大规模应用。当前时点，我们看到 3D 打印正逐步从生产小批量多批次产品走向生产规模化生产的转变，具备较大前瞻性布局研究的价值。

创新之处

本报告分析了 3D 打印工艺的制造本质，推演了其降维制造的能力带来的 3D 打印工艺几大特点，顺之讨论了 3D 打印工艺在高端领域推广的逻辑和后续趋势，并阐述了我们对于民用领域 3D 打印应用的研判。

股价上涨的催化因素

- 1) 高端领域 3D 打印应用渗透率的进一步提升；
- 2) 设备、原材料成本随行业成熟后逐步下降，为民用领域的大规模应用提供可行性；
- 3) 在民用领域看到从设计端考虑 3D 打印工艺的应用，并带来产品成本达到与传统工艺可比。

投资观点

我们认为，3D 打印行业正处在高端领域渗透率持续提升，民用领域从 0 到 1 的过程，行业具备长期增长的潜力。随各领域下游逐步推广 3D 打印工艺，中游核心设备厂商有望首先受益。

重点推荐：华曙高科，布局金属、非金属 3D 打印设备，设立欧洲、美国子公司参与全球竞争，随 3D 打印在各下游领域的应用拓展，公司业绩有望维持高增，首次覆盖给予“增持”评级；

建议关注：铂力特，国内金属 3D 打印设备&服务龙头，向上游布局金属粉末材料。募投项目逐步落地，公司未来增长潜力得到保障。受益于高端领域 3D 打印应用的进一步拓展、民用领域逐步起量，看好公司发展的持续性；**有研粉材**，积极布局 3D 打印金属粉末，有望随 3D 打印下游应用扩展长期受益。

目 录

1、 3D 打印——将数模“投影”到现实	7
1.1、 什么是 3D 打印	7
1.2、 工艺分类	7
1.3、 “降维”制造，复杂度“免疫”	10
2、 高端市场支撑行业发展，民用市场打开星辰大海	13
2.1、 高端领域：从 1 到 N，减重和降本有望进一步提升渗透空间	14
2.2、 民用领域：从 0 到 1，成本为王，寻找差异化竞争优势	18
3、 广阔空间，从设计端降本打开	21
3.1、 产业上下游，设备商为核心	21
3.2、 全球 3D 打印市场持续高增	22
3.3、 中国市场增速高于全球	24
3.4、 设备厂商壁垒高，打印效率是关键	26
3.5、 行业发展推演	30
4、 行业内主要公司及投资建议	31
4.1、 华曙高科（688433.SH）	31
4.1.1、 公司介绍	31
4.1.2、 营收稳步增长	32
4.1.3、 金属、非金属设备双线布局	33
4.1.4、 公司看点	37
4.1.5、 关键假设和盈利预测	38
4.1.6、 估值和评级	39
4.2、 铂力特（688333.SH）	41
4.2.1、 公司介绍	41
4.2.2、 业务快速扩张，营收高速增长	42
4.2.3、 专注金属 3D 打印，打通产业链上下游	43
4.2.4、 公司看点	46
4.3、 有研粉材（688456.SH）	48
5、 风险分析	50

图目录

图 1: 平材（上）、减材（中）&增材（下）制造示意图	7
图 2: 2020 年金属 3D 打印工艺市场占比.....	8
图 3: SLM 技术示意图	9
图 4: EBM 技术示意图.....	9
图 5: SLS 技术示意图	9
图 6: LMD 技术示意图.....	10
图 7: EBF 技术示意图	10
图 8: WAAM 技术示意图	10
图 9: 单位制造成本随产品复杂度变化.....	11
图 10: 3D 打印和传统工艺规模效应对比	11
图 11: 用 3D 打印制造的 CFM LEAP 燃油喷嘴.....	12
图 12: 拓扑优化设计空间（全承载式客车车身）	12
图 13: 拓扑优化结果	12
图 14: 国内 3D 打印相关专利年申请量（单位：件）	13
图 15: 2021 年全球 3D 打印下游市场规模占比	13
图 16: 2022 年全球 3D 打印下游市场规模占比	13
图 17: 铂力特 2016 年至今航空航天收入占比.....	14
图 18: 华曙高科 2019-2021 航空航天收入占比.....	14
图 19: 3D 打印技术——航空航天发展路线图.....	15
图 20: 飞行器结构减重的直接经济效益.....	17
图 21: 装备寿命周期费用及帕莱托曲线.....	17
图 22: 钢铝车身成本（单位：美元）	19
图 23: 钢铝整车成本（单位：美元）	19
图 24: 钢铝整车成本 vs 续航里程&减重程度	20
图 25: 3D 打印产业链图.....	21
图 26: 全球 3D 打印总产值	22
图 27: 2022 年全球 3D 打印产值结构.....	22
图 28: 2022 年全球工业级 3D 打印机装机量占比.....	23
图 29: 全球工业级 3D 打印设备销量（台）	23
图 30: 全球金属 3D 打印设备销量（台）	23
图 31: 全球 3D 打印材料产值（亿美元）	24
图 32: 3D 打印材料价值量占比.....	24
图 33: 全球 3D 打印市场规模预测（单位：亿美元）	24
图 34: 中国 3D 打印总产值（亿元）	25
图 35: 2019 年中国 3D 打印市场结构（销售额）	25
图 36: 中国 3D 打印设备产值规模（亿元）	25
图 37: 中国 3D 打印材料产值规模（亿元）	26
图 38: 2019 年中国 3D 打印材料价值结构.....	26
图 39: 中国 3D 打印市场规模预测	26

图 40: 2021 年全球工业级 3D 打印设备销量市场份额 (按销售数量)	27
图 41: 2018 年中国企业用 3D 打印设备市场份额 (按企业数量)	27
图 42: SLM solution, NXG XII 600 设备 12 个激光器同时工作	29
图 43: Tesla Model Y 使用一体化压铸带来 40%成本下降	30
图 44: 华曙高科发展历程	31
图 45: 华曙高科股权结构	32
图 46: 2019-2023Q1-3 公司营收及 YOY (单位: 百万元)	33
图 47: 2019-2023Q1-3 公司归母净利润及 YOY (单位: 百万元)	33
图 48: 2019-2023Q1-3 公司毛利率&净利率	33
图 49: 2019-2023Q1-3 公司期间费用率	33
图 50: 华曙高科 2022 年营收结构	34
图 51: 华曙高科 2021 年下游结构 (销售额口径)	34
图 52: 华曙高科金属 3D 打印设备——FS621M Pro	34
图 53: Flight 403P 系列设备	36
图 54: 2019-2022H1 公司 3D 打印设备营收结构 (单位: 百万元)	36
图 55: 华曙高科粉末材料营收 (单位: 百万元)	37
图 56: 华曙高科 2019-2022 年海外收入情况	38
图 57: 铂力特公司发展历程	41
图 58: 铂力特股权结构图	42
图 59: 铂力特营收&YOY (单位: 百万元)	42
图 60: 铂力特归母净利润&YOY (单位: 百万元) (计提股份支付费用前)	42
图 61: 铂力特毛利率&净利率	43
图 62: 铂力特期间费用率	43
图 63: 2022 年铂力特营收结构	43
图 64: 铂力特定制化产品 (整体叶盘、缘条、燃油喷嘴)	44
图 65: 铂力特 3D 打印定制化产品营收 (单位: 百万元)	45
图 66: BLT-S310	45
图 67: 铂力特-金属粉末	46
图 68: 有研粉材 2022 年收入中, 核心业务占比达到 90%	48
图 69: 有研粉材 2018-2023Q1-3 营收情况	48
图 70: 有研粉材 2018-2023Q1-3 归母净利润情况	48
图 71: 有研粉材近年毛利率水平	49
图 72: 有研粉材期间费用率情况	49

表目录

表 1: 3D 打印技术一览表	7
表 2: 不同金属 3D 打印工艺优劣势对比	8
表 3: 航空航天 3D 打印技术应用案例	15
表 4: 航空领域 3D 打印需求	16
表 5: 部分金属 3D 打印设备生产商	27

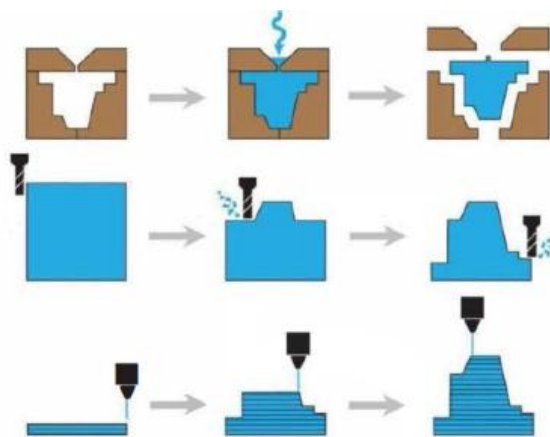
表 6: 各公司 SLM 技术设备参数	28
表 7: 华曙高科参股控股公司	32
表 8: 华曙高科金属 3D 打印设备	35
表 9: 同行业金属 3D 打印设备关键技术指标对比	35
表 10: 华曙高科高分子 3D 打印设备	36
表 11: 华曙高科与竞争对手设备、软件参数对比	38
表 12: 华曙高科业务拆分 (单位: 百万元)	39
表 13: 华曙高科与可比公司估值比较	39
表 14: 华曙高科盈利预测与估值简表	40
表 15: 铂力特金属 3D 打印定制化产品	44
表 16: 铂力特 3D 打印设备产品	46
表 17: 公司历次产能扩张情况	47
表 18: 铂力特 2020 年股权激励计划考核表	47
表 19: 有研粉材募资投向	49

1、3D 打印——将数模“投影”到现实

1.1、什么是 3D 打印

3D 打印，是一种以数字模型文件为基础，运用粉末状金属、树脂、塑料等可粘合材料，通过逐层打印的方式来构造物体的技术。相较于传统的材料去除、切削加工技术，3D 打印技术采用材料逐渐累加的方法制造实体零件，因此又被称作增材制造（Additive Manufacturing, AM）。

图 1：平材（上）、减材（中）&增材（下）制造示意图



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所

1.2、工艺分类

根据 2012 年美国材料与试验协会（ASTM）公布的 F2792-12A《3D 打印技术标准术语》分类，结合 2018 年中国发布的 GBT35021-2018《3D 打印工艺分类及原材料》，根据成形原理，将 3D 打印技术分为 7 种基本工艺。

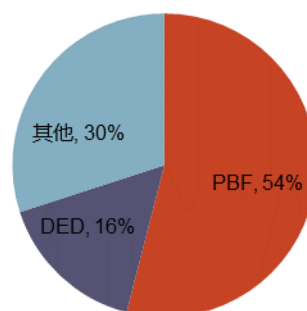
表 1：3D 打印技术一览表

ASTM F2792-12a	G/B T 35021-2018	材料	应用领域
Vat Photopolymerization	立体光固化	光聚合物	原型制作
Material Extrusion	材料挤出	聚合物	原型制作
Material Jetting	材料喷射	多种聚合物、蜡、金属	原型制作、铸型制作
Binder Jetting	粘合剂喷射	石膏、聚合物、金属、铸造砂	原型、铸模、直接零件生产
Powder Bed Fusion (PBF)	粉末床熔融	聚合物、金属	原型制作、直接零件生产
Sheet Lamination	薄片叠层	纸、塑料膜、金属片材	原型制作、直接零件生产
Directed Energy Deposition (DED)	定向能量沉积	金属	零件修复、直接零件生产

资料来源：《金属材料 3D 打印技术研究进展》（柳朝阳），光大证券研究所整理

根据《金属增材制造在发动机涡轮设计中的应用》（Julien Pavillet）中的数据，到 2020 年 54%的金属 3D 打印市场采用粉末床熔融（PBF）的工艺，16%的市场采用定向能沉积（DED）工艺。

图 2：2020 年金属 3D 打印工艺市场占比



资料来源：《金属增材制造在发动机涡轮设计中的应用》（Julien Pavillet），光大证券研究所整理

不同 3D 打印技术各有优劣，在实际应用中，通常从成形零件力学性能、精度、成形效率、成本等方面综合考虑，选择适合的 3D 打印工艺。以当前应用最广泛的 PBF 工艺为例，该工艺成熟度较高，生产零件力学性能好、精度高，但同时存在成形速度慢、成本相对较高等问题。另一项广泛应用的 DED 工艺虽然成形精度低，但胜在成本低、成形速度快，在大型构件及零件修复领域占据一席之地。

表 2：不同金属 3D 打印工艺优劣势对比

基本工艺	成形技术	优势	劣势
粉末床熔融（PBF）	选区激光烧结（SLS）	工艺简单、成本低、成形快	力学性能不佳
粉末床熔融（PBF）	选区激光熔化（SLM）	精度高（±0.1mm），当前应用最广泛	成形慢
粉末床熔融（PBF）	电子束熔融（EBM）	精度高（±0.4mm）、成形速度比 SLM 快	成本高
定向能量沉积（DED）	激光熔融沉积（LMD）	成形快，常用于零件修复	精度低
定向能量沉积（DED）	电子束自由成形（EBF）	成形快	精度低
定向能量沉积（DED）	电弧熔丝 3D 打印（WAAM）	成形快	精度低、成本低
粘合剂喷射（BJ）	粘结剂喷射 3D 打印（BJAM）	成本低、成形速度快、可大批量生产	工艺问题导致力学性能不佳，尺寸受限
材料喷射（MJ）	金属纳米颗粒喷墨（NPJ）	精度极高	材料成本高、材料种类受限
薄材叠层（SL）	超声波 3D 打印（UAM）	速度极快、尺寸大	工艺问题导致力学性能不佳

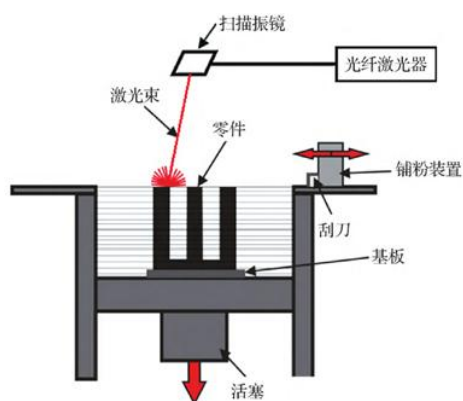
资料来源：《金属 3D 打印技术的应用与发展前景》（张赛博），《金属材料 3D 打印研究与应用》（乐方宾），《金属零件 3D 打印技术的研究》（王庆辉），光大证券研究所整理

粉末床熔融 PBF

粉末床熔融工艺，指通过热能选择性地熔化/烧结粉末床的制造工艺。工艺原理是先将一层金属粉末铺设到构建托盘上，然后能量源（激光或电子束）按当前层的轮廓信息选择性地熔化托盘上的粉末，加工出当前层的轮廓，然后下降一个层厚的距离，进行下一层的加工。

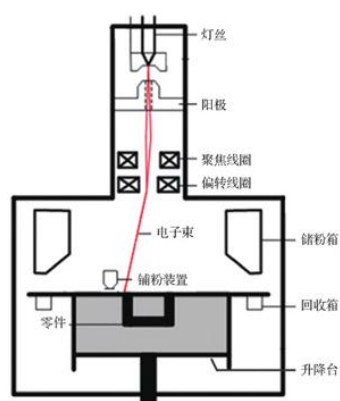
粉末床熔融根据加热源的不同、使用材料的不同又可分为：选区激光烧结（SLS）、选区激光熔化（SLM）和电子束熔融（EBM）等，其中 SLM 工艺以其成型零件力学性能较好、精度较高等特点，成为目前主流的金属 3D 打印技术之一。

图 3：SLM 技术示意图



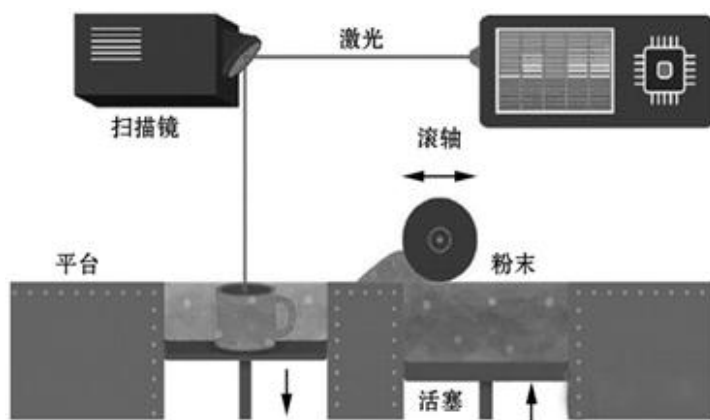
资料来源：《金属增材制造技术在航空领域的应用现状及前景展望》（许世娇），光大证券研究所整理

图 4：EBM 技术示意图



资料来源：《金属增材制造技术在航空领域的应用现状及前景展望》（许世娇），光大证券研究所整理

图 5：SLS 技术示意图



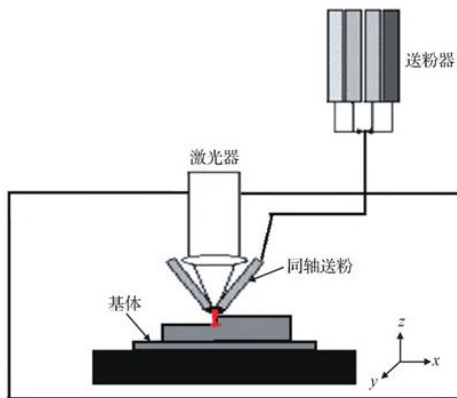
资料来源：《金属材料 3D 打印技术研究进展》（柳朝阳），光大证券研究所整理

定向能量沉积 DED

定向能量沉积技术，指利用聚焦热将材料同步熔化沉积的 3D 打印工艺。该工艺的原材料为粉末或丝材，通过将粉末或丝材送入能量源（激光、电子束或电弧），使材料在能量源产生的熔池区域沉积进而成形。

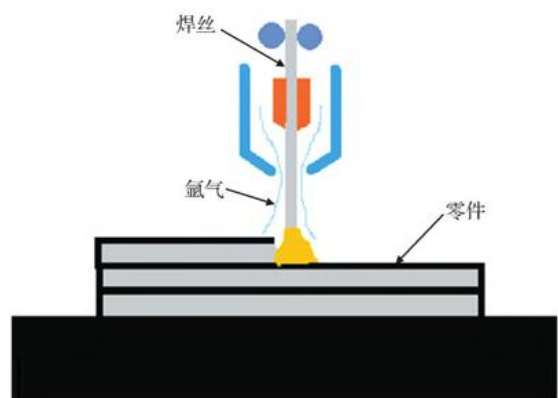
根据使用的能量源和原材料形态不同，定向能量沉积又分为：激光熔化沉积成形（LMD）、电子束自由成形（EBF）、电弧 3D 打印（WAAM）三种工艺。

图 6: LMD 技术示意图



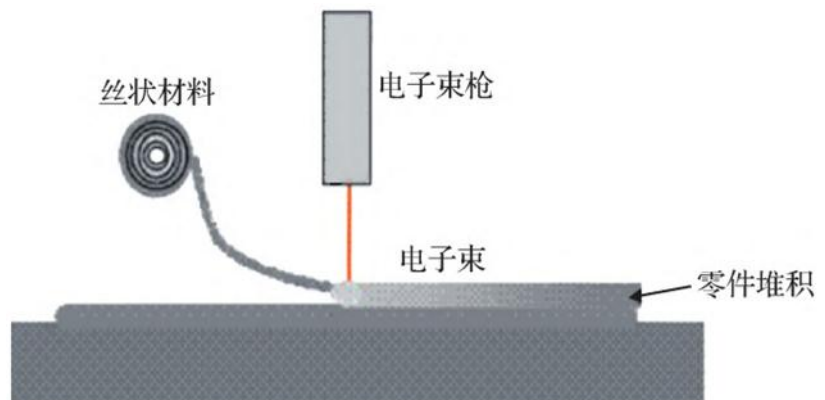
资料来源：《金属增材制造技术在航空领域的应用现状及前景展望》（许世娇），光大证券研究所整理

图 7: EBF 技术示意图



资料来源：《金属增材制造技术在航空领域的应用现状及前景展望》（许世娇），光大证券研究所整理

图 8: WAAM 技术示意图



资料来源：《金属增材制造技术在航空领域的应用现状及前景展望》（许世娇），光大证券研究所整理

1.3、“降维”制造，复杂度“免疫”

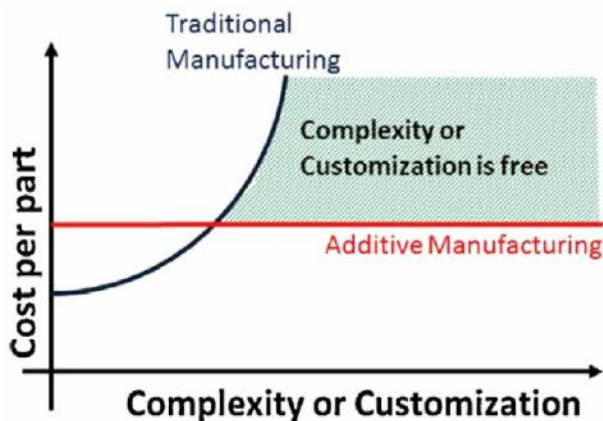
由于 3D 打印的核心是基于**数字模型**进行**逐层**生产，与传统减材（机加工）、平材（铸造、锻造）等制造工艺相比，具有产品**复杂度“免疫”**、**规模效应弱**以及**无模具制造**的特点。而从复杂度“免疫”的特性中，又能衍生出**供应链短**、**零件轻量化程度高**的特点。

复杂度“免疫”

在传统生产制造体系中（平材&减材），随最终产品设计复杂度的提升，所需加工制造工序也随之增加，与之相应地，加工成本也随产品复杂度的提升同步上升，而 3D 打印基于**数模、切片、逐层打印（制造）**的生产模式，有效实现了**零件降维制造**，**回避产品复杂性带来的制造成本提升**。

另一方面，从可制造性的角度来看：1）平材制造中锻造工艺在可加工复杂度上较为受限；铸造工艺虽可以通过增加型芯等手段完成有内部结构产品的制造，但也受流道设计等的限制；2）减材制造对有内部复杂腔体产品的加工不具备优势。相比之下，3D 打印可为产品设计带来更大的自由度。

图 9：单位制造成本随产品复杂度变化

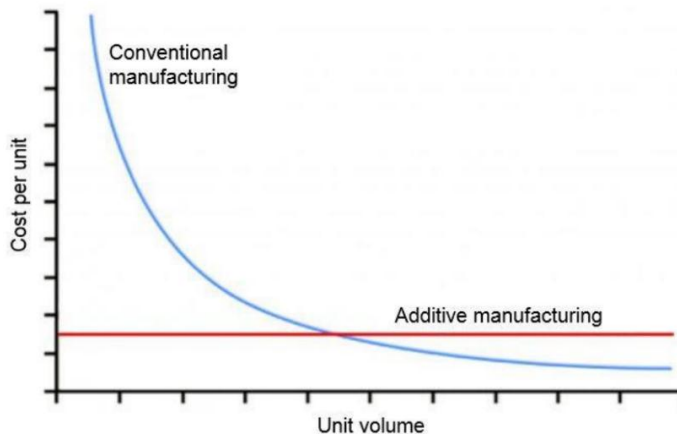


资料来源：《我国 3D 打印技术研究及产业化发展现状》（张雨明），光大证券研究所

适合精细化小零件生产

受限于制造速度，单个 3D 打印设备产能较传统制造工艺有限，相较于传统工艺中产能利用率提升带来的规模效应，3D 打印产量的提升往往伴随着扩产（固定资产投资），传统意义上的规模效应不明显。但基于 3D 打印“增材”制造的特点，反而在生产体积较小的零部件上具备优势。

图 10：3D 打印和传统工艺规模效应对比



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所

无模具生产，助力制造业成本改善

参考传统汽车制造业，随项目研发的推进，产品制造成本的改善潜能会逐步下降。特别是到了一定的项目节点，传统制造需要开模，后续更改零件设计势必带来额外的开模成本，进而抵消开模后零件优化设计的降本效应。而 3D 打印基于数模生产的特点，从根本上摆脱了批量化生产中对模具的依赖，有望助力传统制造业研发规划中的成本改善。

供应链压缩&轻量化制造能力

基于 3D 打印制造成本对零件复杂度“免疫”的特点，相较于传统锻造、铸造以及机加工等工艺，3D 打印可提升零件集成化程度：以 GE Aviation 的 CFM LEAP 发动机燃油喷嘴为例，传统工艺需要将一系列复杂零部件钎焊在一起最终成型，产品产能低，耐久性差，并且受制于传统工艺的加工能力，工程师很难进行优化设计以满足要求。通过 3D 打印的技术，成功将之前 20 多个组件构成的燃油喷嘴“打印”成一个单件。一体化成型技术压缩了供应链长度，降低供应链管理难度，提升供应链安全。

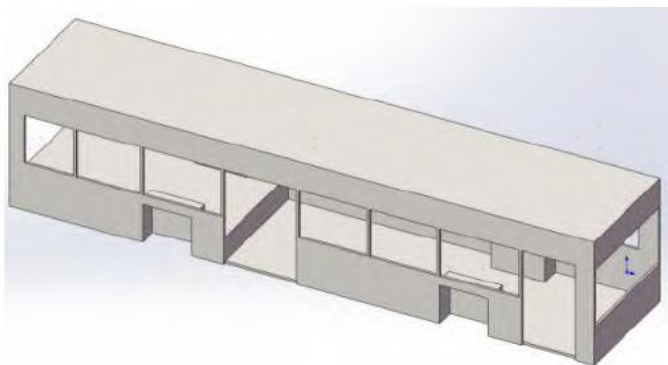
图 11：用 3D 打印制造的 CFM LEAP 燃油喷嘴



资料来源：《航空装备激光增材制造技术发展及路线图》（王天元），光大证券研究所

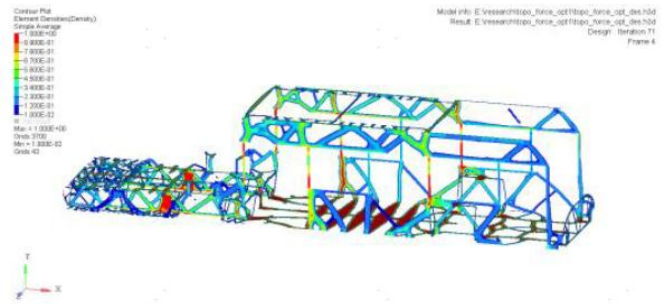
除开零件一体化成型带来的减重效应，拓扑结构优化也能助力实现零件轻量化。定义上来讲，拓扑优化是一种根据给定的负载情况、约束条件和性能指标，在给定的区域内对材料分布进行优化的数学方法，使用拓扑优化可以最大化材料利用率。受制于传统成型技术加工能力、加工成本的限制，并不能完全按理论计算所得的最优设计来进行实际生产。然而借助 3D 打印的制造对零件“复杂度”免疫的特点，通过零件一体化成型、拓扑优化进而最大限度提升产品轻量化程度，助力航空航天、汽车等对减重需求较高的行业实现二次降本。

图 12：拓扑优化设计空间（全承载式客车车身）



资料来源：《全承载式客车车身结构拓扑优化设计》（秦书祺等），光大证券研究所

图 13：拓扑优化结果

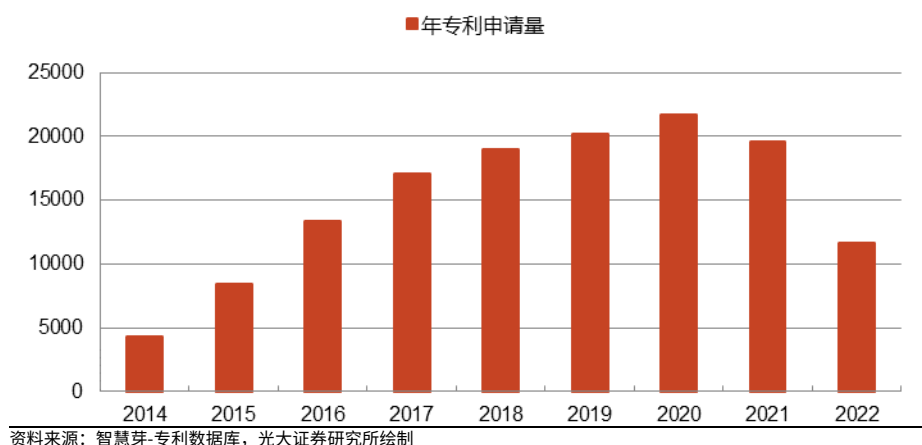


资料来源：《全承载式客车车身结构拓扑优化设计》（秦书祺等），光大证券研究所

2、高端市场支撑行业发展，民用市场打开星辰大海

自 3D 打印技术诞生以来，发展已经超过 30 年。而国内 3D 打印行业发展相对较慢，随 2014 年 SLS 和 SLM 核心技术专利陆续到期，推动了金属 3D 打印的商业化进展。从国内专利情况来看，自 14 年以来 3D 打印相关专利申请量逐年递增，到 2020 年达峰后，2021&2022 年均出现同比下降的趋势。我们判断，随着新申请专利数量的下降，或在一定程度上标志着技术发展已趋近成熟。

图 14：国内 3D 打印相关专利年申请量（单位：件）



从下游应用领域分析，根据 Wohlers Report 的统计数据，2021 年全球 3D 打印市场占比最高的下游领域为航空航天（16.8%），接下来是医疗/齿科（15.6%）&汽车（14.6%）；2022 年全球统计结果来看，占比最高的前三个领域分别为汽车（15.8%）、定制化产品（14.5%）以及航空航天（13.9%）。

图 15：2021 年全球 3D 打印下游市场规模占比

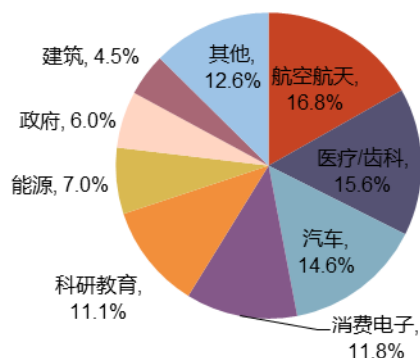
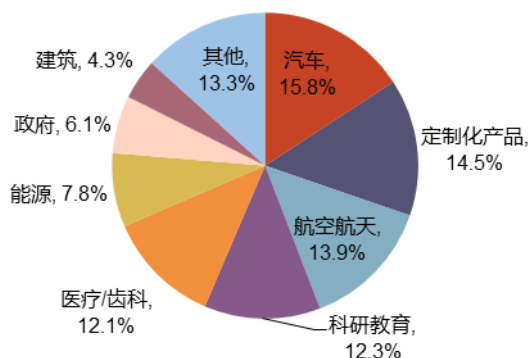


图 16：2022 年全球 3D 打印下游市场规模占比



而从国内两家 3D 打印设备上市公司（铂力特&华曙高科）的下游分布来看，航空航天仍是国内 3D 打印的主要应用领域。

图 17：铂力特 2016 年至今航空航天收入占比

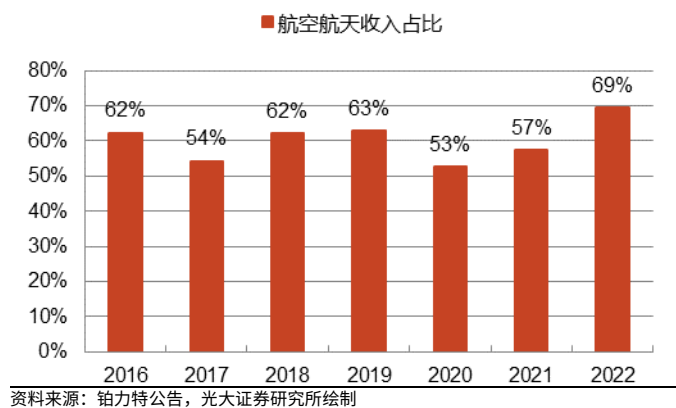
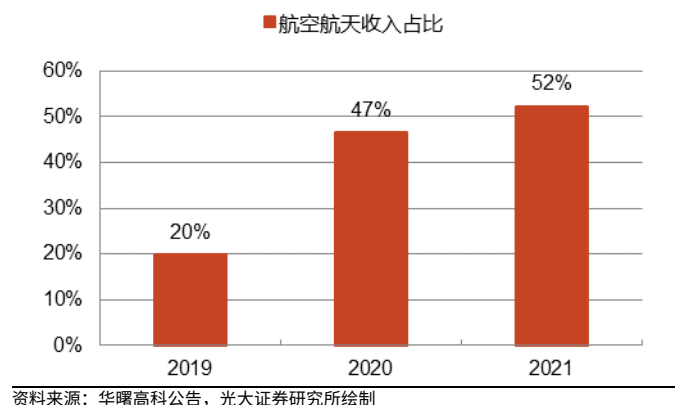


图 18：华曙高科 2019-2021 航空航天收入占比



2.1、 高端领域：从 1 到 N，减重和降本有望进一步提升渗透空间

应用现状

随着技术进步，3D 打印正在逐步改变航空航天工业的生产方式，包括商用和军用飞机、太空应用及导弹卫星系统。在航空航天领域，随着飞行器使用要求和设计水平的不断提高，新型航空航天产品不断向性能高、寿命长、成本低、可靠性好等方向发展，航空航天零件趋于结构复杂化和整体化。

金属 3D 打印由于其加工周期短、材料利用率高、设计更自由等优势，能够满足航空航天零件制造的低成本、短周期需求。其技术特点决定了其在航空航天领域具有天然优势，3D 打印技术的发展将为传统航天制造业的转型升级提供巨大契机。

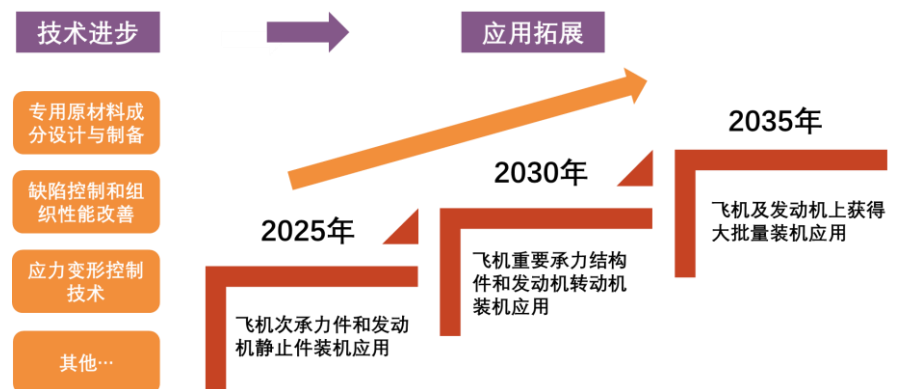
航空航天领域的零件，外形复杂多变，材料硬度、强度等性能要求较高，难以加工且成本较高。且新型飞行器正在向高性能、长寿命、高可靠性以及低成本的方向发展，采用整体结构、复杂大型化是其发展趋势，基于此发展趋势，3D 打印技术越来越受到航空航天制造商的青睐。

表 3：航空航天 3D 打印技术应用案例

应用领域	产品	具体应用点	应用效果
航空发动机	GE LEAP 式航空发动机	燃油喷嘴	减重 25%,去库存 95%,20 个部件整合为 1 个,成本降低 30%,耐用性提高 5 倍
	GE9X 航空发动机	T25 传感器、热交换器、颗粒分离器、燃油喷嘴、第五和第六级透平低压叶片	有效减少零部件生产、运输及储存,燃油效率提高 10%
	GE A-CT7 直升机发动机	中段总成结构	零部件运输、仓储简化,总成结构 7 个整合为 1 个,部件 300 个整合为 1 个,成本大幅度降低
	GE Catalyst 涡桨发动机	燃烧器	减重 5%,855 个部件整合为 12 个,油耗降低 20%,原型验证周期 12 个月缩短至 6 个月
	普惠 PW1100G 发动机	涡轮机匣部件内窥镜轮廓	零件制造速度提高 4~8 倍,减少 90%的材料浪费,研制特定部件成本降低 30%
	GE 某型发动机	轴承支撑	400 个部件整合为 1 个,零件制造周期由 2 年缩短为 100h 内
航空飞机	空客 A350 XWB	仿生客舱支架	减重 30%,成本降低 75%
	商飞 C919	主挡风窗框、大中央翼根肋、槽件、摇臂、卡夹等	降低开模成本, 缩短生产时间
	战斗机	吊耳、钛合金承力构件	轻量化
航天	Koreasat 5 与 Koreasat 7 通信卫星	天线支架	减重 22%,生产时间缩短 1~2 个月,成本降低 30%,产品性能提升
	火箭	喷管、叶片、燃烧室铜内衬	制造速度提高 10 倍,成本降低 50%

资料来源：《金属 3D 打印的现状与发展》（樊恩想），光大证券研究所整理

图 19：3D 打印技术——航空航天发展路线图



资料来源：《航空装备电子束增材制造技术发展及路线图》（张国栋），光大证券研究所绘制

PBF 工艺应用

航空发动机燃油喷嘴、轴承座、控制壳体、叶片等零件，内部具有复杂油路、气路和型腔，为提高效能而进行结构创新设计，更增加了结构的复杂性和制造难度。飞机发动机舱进、排气门格栅结构，武器舱的舱门支座等部件，结构非常复杂，这些新型复杂构件的成形对 PBF3D 打印技术具有迫切需求。

DED 工艺应用

航空发动机各类机匣、压气机、涡轮整体叶盘、尾喷调节片等结构，形状复杂，为提高效能甚至需要采用异种或梯度材料结构。飞机超高强度钢和不锈钢接头、滑轨、起落架、铝合金承力框、梁，钛合金框、支座、滑轨、滑轮架、筋壁板等承力构件，高马赫飞行器翼舵格栅结构承载骨架，为提高减重和承载效能须进行拓扑优化结构创新设计，结构的复杂性和制造难度增加，采用

传统工艺制造难度大，对 DED 3D 打印技术有明确需求。此外，零件修复也是 DED 工艺的重要应用点。

复合工艺应用

此外，飞机、发动机某些带局部凸台、耳片等特殊结构的承力构件，采用锻造工艺无法保证局部组织和性能；大型飞机的超大规格钛合金承力框，超出了现有锻造设备的加工能力，对锻造+3D 打印/增材表面连接的复合制造技术具有明确需求。

表 4：航空领域 3D 打印需求

部位	零件	技术
飞机	钛合金框梁、滑轨、滑轮架、起落架等重要承力结构	DED
飞机	超高强度钢起落架	DED
飞机	钛合金、铝合金格栅点阵复杂结构	PBF
航空发动机	燃油喷嘴类零件	PBF
航空发动机	涡流器、叶片类零件	PBF
航空发动机	控制、附件壳体类零件	PBF
航空发动机	机匣、轴承座类承力零件	PBF
航空发动机	整体叶盘、整体机匣类承力零件	DED
飞机/航空发动机	超大规格结构件	锻造+3D 打印

资料来源：《航空装备激光增材制造技术发展及路线图》（王天元）、《航空装备电子束增材制造技术发展及路线图》（张国栋），光大证券研究所整理

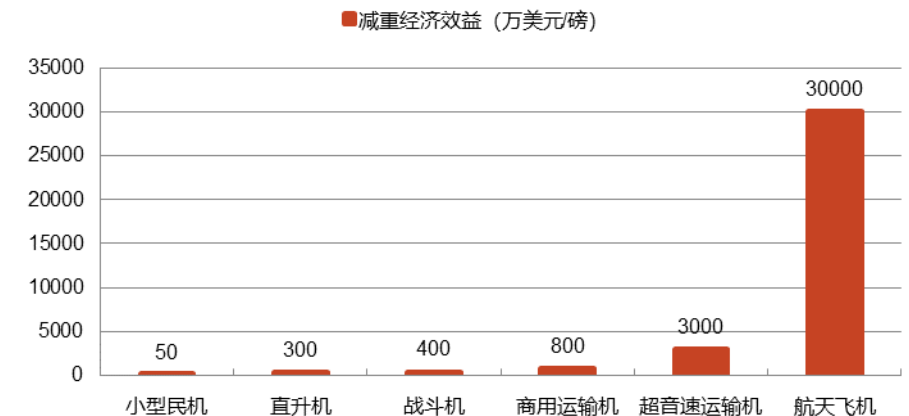
行业逻辑分析推演

为何航空航天推进更快？

纵观国内外市场，早期都是航空航天等高端领域贡献主要市场份额，其原因有如下 3 条：

- 1) 随航空航天装备高端化发展，对零部件内部精细设计要求越来越高，传统工艺的加工能力或不足以支撑复杂零件的加工；
- 2) 航空航天装备对减重的需求较高，以战斗机为例，每减重 1 磅，将带来 400 万美元的经济效益。3D 打印的应用，可通过零件集成化和拓扑优化设计进一步助力航空航天装备减重；
- 3) 相比于传统汽车制造、消费电子等年产量以百万、千万为单位计量的行业，航空航天相关产品年产量数量级较小，更适合 3D 打印规模效应弱的特点。

图 20：飞行器结构减重的直接经济效益



资料来源：中国腐蚀与防护网，光大证券研究所整理

全寿命周期降本，进一步打开应用空间

在飞行器装备的全寿命周期中，研发设计阶段约占总费用 20%，生产试验阶段约占 30%，剩下 50%是使用及维修费用。

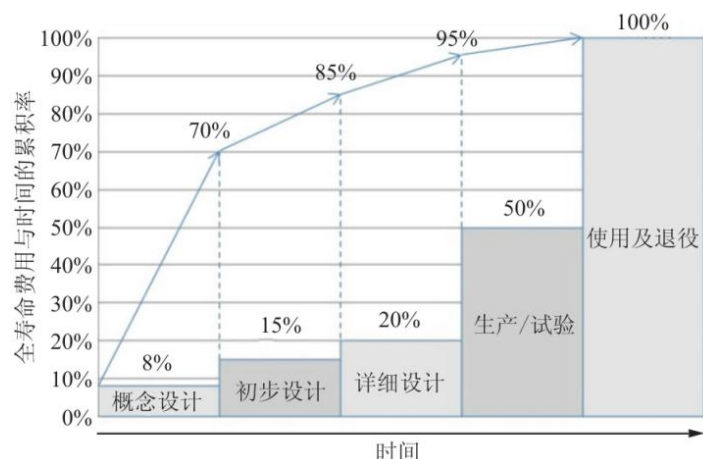
然而，根据帕莱托曲线，装备整体寿命周期的费用的 70%是由概念设计阶段决定的，而到初步设计阶段完成，整体寿命周期费用的 85%便已经定型。可以看出，优秀的设计，对装备总体成本、使用费用的控制起到了关键作用。

而早期设计本身在技术可行性的论证上存在一定的局限性：1) 传统工艺在复杂零件生产制造能力瓶颈制约着设计方案自由度；2) 数模阶段的论证，有时需搭配样件的实际试验，传统工业制备样件存在成本高、周期长等问题。

然而这些问题随 3D 打印的应用得到了较好的解决：

- 1) 3D 打印加工零件不受零件复杂度限制，助力产品设计创新；
- 2) 无模具生产能力推动研制阶段的降本、增效。

图 21：装备寿命周期费用及帕莱托曲线



资料来源：《航空装备全寿命周期费用多路径管控策略研究》（王泽宇），光大证券研究所整理

供应链高度整合，保障安全生产

供应链安全对制造业至关重要，对国防军工行业更是如此。习近平总书记在主持召开二十届中央财经委员会第一次会议时，强调“保持并增强产业体系完备和配套强的优势”，部署“建设具有完整性、先进性、安全性的现代化产业体系”。完整、可控、稳定，才能有韧性、够安全。在关系国民经济、民生福祉、国家安全等重要领域和关键行业，必须具备基本的物资生产、装备制造、零部件供应和能源原材料供给的能力；要占据关键核心环节，对产业链、供应链具有话语权、议事权和主导权，具有塑造力、控制力和反制力；能够有效承受来自国内国际偶然因素、突发事件和不利影响带来的冲击，不轻易堵链、阻链、掉链甚至断链。

对供应链安全的需求，或将进一步催动 3D 打印在国防军工领域的应用：

- 1) 3D 打印助力零件集成化程度提升，进而减少供应链环节；
- 2) 就 3D 打印制造本身来看，只需原材料+设备+后处理，即可获得成型零部件，同时无模具制造的特点，提升 3D 打印的制造柔性。

2.2、民用领域：从 0 到 1，成本为王，寻找差异化竞争优势

成本高在哪里？

相比于高端应用市场对成本的不敏感性、对零件复杂度要求高等特点，民用领域更关注成本的影响。而当前阶段，3D 打印设备价值量偏高，同时单台设备产能有限，导致成本居高，成为 3D 打印在民用领域扩展的主要制约条件。

而成本高的原因，主要有两方面：

- 1) 3D 打印单台设备产能偏低，因此规模效应不如传统制造工艺；
- 2) 是否重新设计零件？在衡量使用 3D 打印工艺的成本时，对比的是在传统零件构型下，3D 打印工艺与传统工艺的成本差别，而并没有考虑优化零件设计（通过拓扑优化等设计减重）带来的 3D 打印零件成本下降。

通过拓扑结构、点阵设计等优化后的零部件，一方面可以实现减重（原材料成本下降），更重要的是，3D 打印的加工本质在于逐层累加，加工时间和零件体积相关度较高，因此零件减重有望带来 3D 打印制造效率的提升，从而实现“反向规模效应”。

3D 打印会从哪些零件开始应用？拓展节奏如何？

- 1) 制造费用占比高的产品

由于当前 3D 打印设备价格较高，产能较低，带来制造费用提升较为明显。因此在一些工艺附加值（制造费用）占比较高的小零件、复杂件上，3D 打印的推广更有优势。

同时，相较于铸造、冲压等传统工艺单件制造时长随体积变化较小，3D 打印在生产小件上更具备比较优势。

- 2) 原材料加工难度大、单价贵的产品

相较于传统机加工，3D 打印材料利用率较高，且不用考虑原材料硬度过大带来的加工难度的提升。因此在钛合金、高温合金等原材料价值量较高，加工难度较大的零部件上具备较强的替代潜力。

3) 拓展节奏

我们判断，3D 打印的大规模渗透，是一个循序渐进的过程。通过在零件设计阶段考虑 3D 打印的加工制造能力，进而在部分零部件实现“3D 打印平价”。后续随着设备降本、单台设备产能提升，逐步拓展“3D 打印平价”范围。

同时，考虑到 3D 打印的大规模应用，会 1) 一定程度上替代传统机加工、铸造工艺；2) 需要在研发阶段颠覆性地采用适合 3D 打印制造的最优设计。

我们认为，1) 研发周期短、产品更迭快的行业，将更容易推广 3D 打印；2) 资产较轻的行业（特别是代工模式的行业），更不容易受原有资产拖累，推进 3D 打印进度更快。

二次降本或助力“平价”

以新能源汽车为例，我们讨论减重带来的二次降本效益。

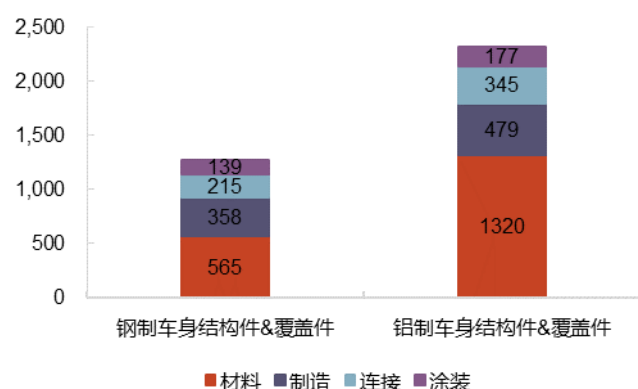
相比于钢制车身，铝制车身在材料、制造、连接、涂装成本上均不具备优势，根据《Material substitution in electric vehicle manufacturing, comparing advanced high strength steel and aluminum》文中的数据，全铝车身成本几乎是钢制车身的两倍（2,321 美元 vs 1,277 美元）。然而考虑到铝制车身减重带来的二级降本效果后（论文中钢制整车重量 1,433kg，铝制车身带来减重 191.5kg），钢制整车成本与铝制整车成本基本持平（20,672 美元 vs 21,011 美元，价格差距从 1,044 美元缩小到 339 美元），并且成本会随着续航里程的增加进一步降低，进而考虑到：

- 1) 新能源汽车电池、电机成本占比高，车身减重降低了对三电系统的要求，进而带来整车成本的降低。
- 2) 后续制造工艺的升级（如一体化压铸工艺）将进一步降低铝制车身的制造成本。

铝制车身的整车成本甚至有望低于钢制车身的成本。

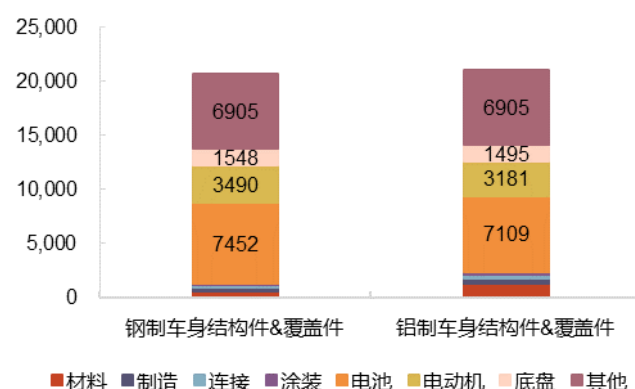
3D 打印的应用，从本质上也能助力新能源车减重，只是不同于全铝车身的材料减重，3D 打印主要依靠工艺&设计来实现减重。同时减重本身对 3D 打印工艺有“反向规模效应”，可助力行业进一步降本，进而实现正向循环，促进 3D 打印在汽车端应用的良性扩展。

图 22：钢铝车身成本（单位：美元）



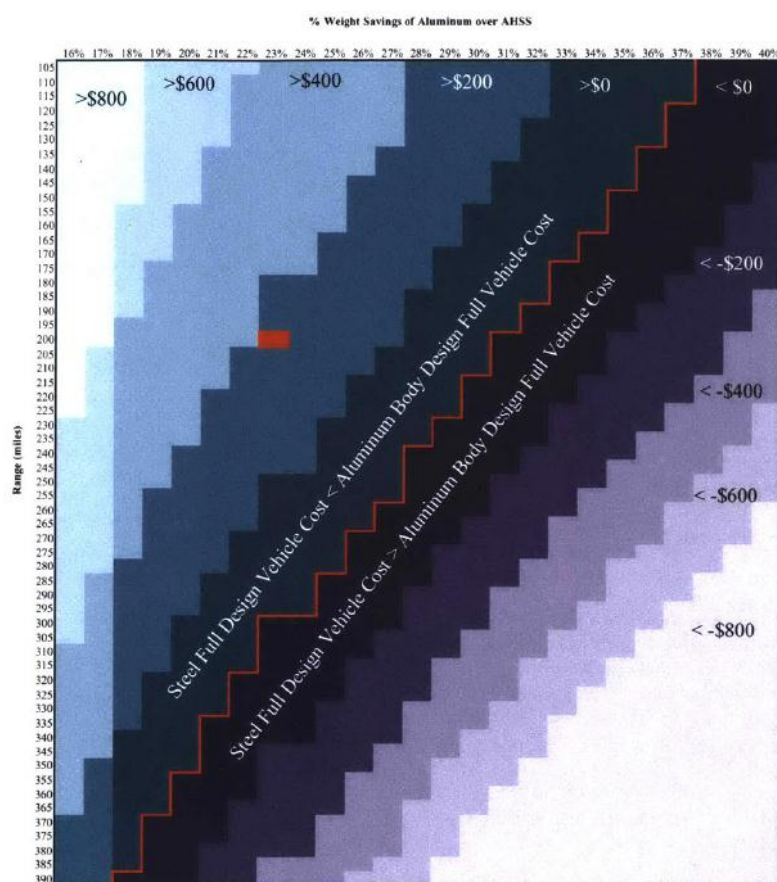
资料来源：《Material substitution in electric vehicle manufacturing, comparing advanced high strength steel and aluminium》(Burd, Joshua Thomas Jameson)，光大证券研究所整理

图 23：钢铝整车成本（单位：美元）



资料来源：《Material substitution in electric vehicle manufacturing, comparing advanced high strength steel and aluminium》(Burd, Joshua Thomas Jameson)，光大证券研究所整理

图 24：钢铝整车成本 vs 续航里程&减重程度



资料来源：《Material substitution in electric vehicle manufacturing, comparing advanced high strength steel and aluminium》(Burd, Joshua Thomas Jameson)，光大证券研究所整理

注：蓝色区域钢制车身成本低，紫色区域铝制车身成本低，红线标识为钢铝车身整车成本相等

3、广阔空间，从设计端降本打开

3.1、产业上下游，设备商为核心

3D 打印经过超过 30 年的发展，已经形成了一条完整的产业链。上游覆盖三维扫描设备、三维软件、原材料及 3D 打印设备零部件制造等企业；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，**3D 打印设备商在整个产业链中占据主导地位**：1) 设备需要对原材料适配，进而决定不同原材料的应用范围；2) 目前大型设备根据下游应用定制化程度偏高，**设备厂商更具备话语权**；下游行业应用已覆盖航空航天、汽车工业、医疗健康、模具制造、文化创意等各领域。

图 25：3D 打印产业链图



资料来源：铂力特招股说明书，光大证券研究所整理

上游

3D 打印产业链上游主要包括 3D 建模工具和原材料。与此相对应，聚集在产业链上游的企业包括三维软件开发商以及耗材生产商等。原材料主要包括金属、无机非金属、有机高分子及生物材料等几类。

中游

3D 打印产业链中游主要为设备生产商，设备可分为桌面级打印机和工业级打印机。近年来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急剧增长，新进企业增多，加大了国内桌面级 3D 打印市场的竞争程度。与桌面级打印机市场相比，工业级打印机技术壁垒高，资本投入大，但随着当前工业级 3D 打印产业受到国家政策大力支持，整个市场目前已呈现快速增长态势。3D 打印的核心专利大多由设备厂商掌握，因此在整个产业链中占据主导地位，这些设备生产厂商大多亦提供打印服务业务。近年来，3D 打印行业整合加剧，通过并购 3D 打印软件公司、材料公司、服务供应商等，设备生产企业转变为综合方案供应商，加强了对产业链的整体掌控能力。

下游

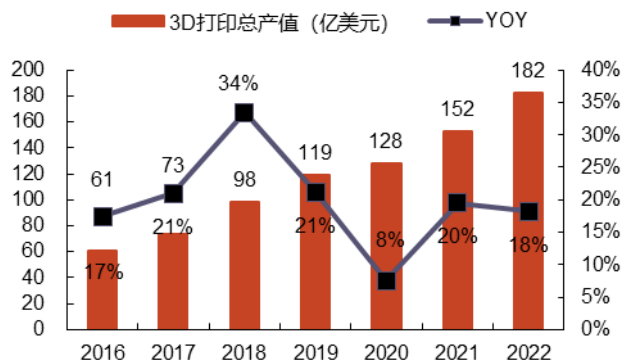
3D 打印产业链下游以航空航天、汽车工业、医疗健康、模具制造、文化创意等为主，当前其应用领域主要贴合“小批量”的特点。

3.2、全球 3D 打印市场持续高增

根据 Wohlers Report 统计数据，2022 年全球 3D 打印总产值 182 亿美元，同比增长 18%，增速持续保持高位，2020 年受国际公共卫生事件影响增速有所下滑。

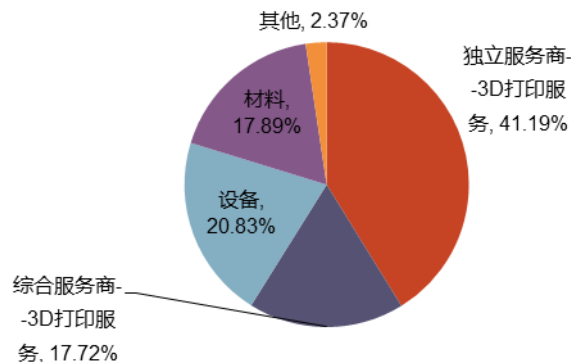
结构性来看，2022 年 3D 打印服务产值达 107.38 亿美元，其中 3D 打印独立服务商产值 75.08 亿美元，综合服务商产值 32.30 亿美元，分别占总产值 41.2%和 17.7%，3D 打印服务总产值历年增速均高于设备及原材料。3D 打印设备产值为 37.97 亿美元，材料产值 32.6 亿美元，分别占总产值 20.8%和 17.9%。

图 26：全球 3D 打印总产值



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

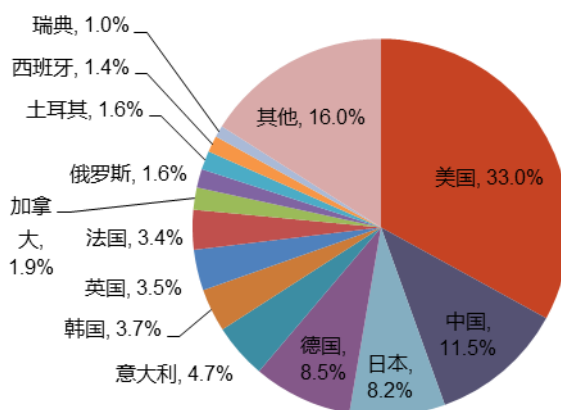
图 27：2022 年全球 3D 打印产值结构



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理；

截至 2022 年，按照工业级 3D 打印机装机量统计，美国是工业 3D 打印装机最多的地区，占比 33.0%，其次是中国（11.5%）和德国（8.5%）。

图 28：2022 年全球工业级 3D 打印机装机量占比



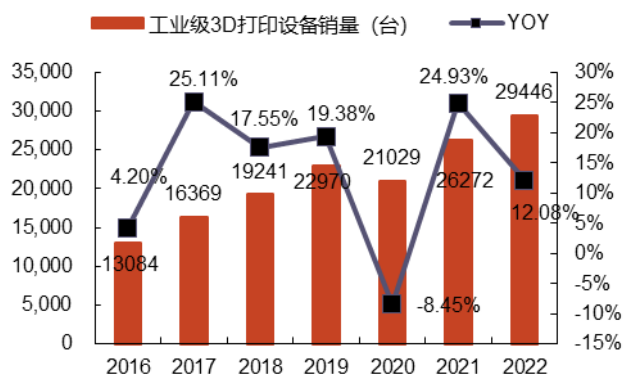
资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

设备和材料

2022 年全球工业级 3D 打印设备销售量达 2.9 万台，同比增长 12.08%。其中金属 3D 打印设备共计销售 3049 台，同比增长 27.20%，约占总设备销售量的 10.35%，同比+1.23pcts。

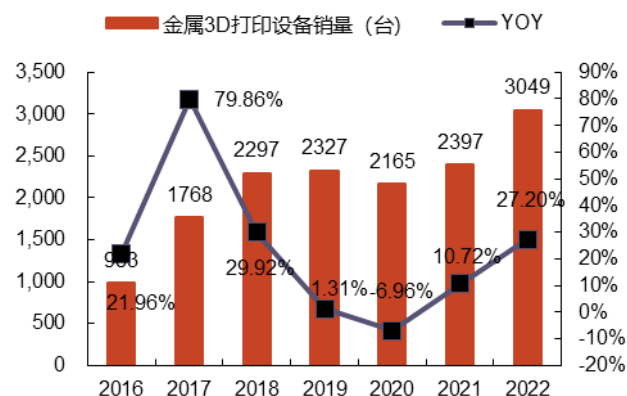
金属 3D 打印设备价格远高于非金属 3D 打印设备。根据 Wohlers Report 调研统计，2021 年全球工业级 3D 打印设备平均价格为 9.3 万美元，近年来价格趋于稳定；而 2022 年金属 3D 打印设备平均价格为 44.94 万美元，均价出现近年来的首次下降（2019-2021 年分别为 46.76/50.18/51.48 万美元），判断或与市场规模起量、中国厂商参与竞争有关。

图 29：全球工业级 3D 打印设备销量（台）



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

图 30：全球金属 3D 打印设备销量（台）



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

2022 年，全球 3D 打印材料总产值 32.60 亿美元，同比增长 25.45%，3D 打印材料近年来增速较快，仅 2020 年受国际公共卫生事件影响同比增速相对较低。

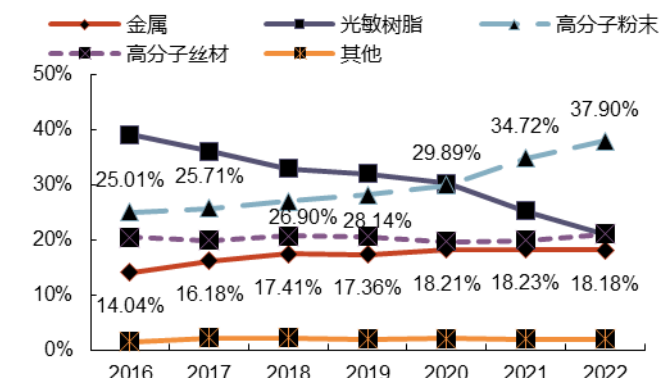
结构性来看，2022 年 3D 打印材料价值量最大的为高分子粉末，产值达 12.36 亿美元，占总材料价值的 37.90%，且近年来占比持续上升。2022 年金属材料产值为 5.93 亿美元，占总材料价值的 18.18%，近年来占比逐年缓慢上升。

图 31：全球 3D 打印材料产值（亿美元）



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

图 32：3D 打印材料价值量占比

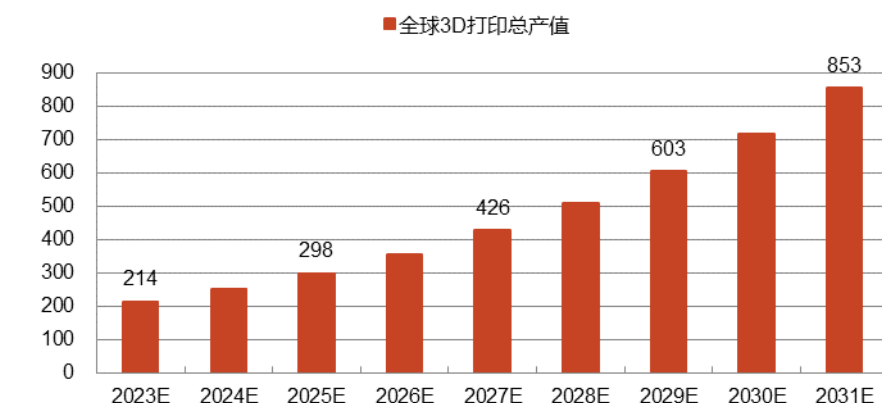


资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

市场规模预测

根据 Wohlers Report 预测，2031 年全球 3D 打印市场规模将达到 853 亿美元，2021-2031Cagr 18.79%。此外，当前全球非金属 3D 打印市场规模远高于金属市场，AM Power 认为 2027 年前金属市场的增长速度将是聚合物市场的两倍以上，金属与聚合物 3D 打印市场规模的差距将持续缩小。

图 33：全球 3D 打印市场规模预测（单位：亿美元）



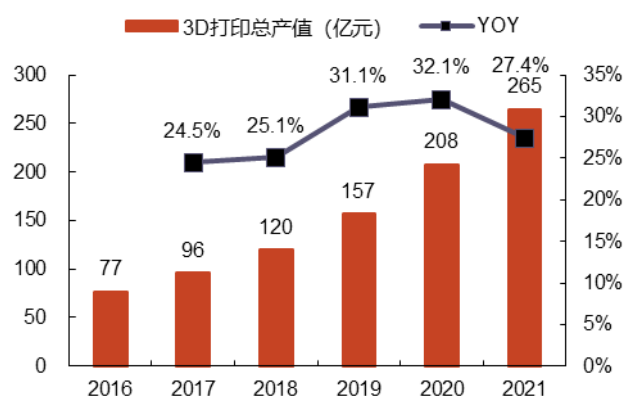
资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

3.3、 中国市场增速高于全球

市场总览

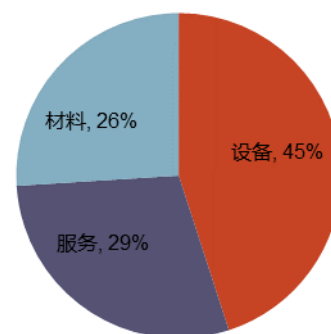
据中国增材制造产业联盟统计，2021 年我国 3D 打印产业总产值达 265 亿元，同比增长 27.4%，长期增速保持高位。结构性来看，3D 打印可分为设备、服务、材料 3 大板块，根据赛迪统计数据，2019 年设备占总产值 45%，其次是服务（29%）、材料（26%）。

图 34：中国 3D 打印总产值（亿元）



资料来源：赛迪智库，中国增材制造产业联盟，光大证券研究所整理

图 35：2019 年中国 3D 打印市场结构（销售额）

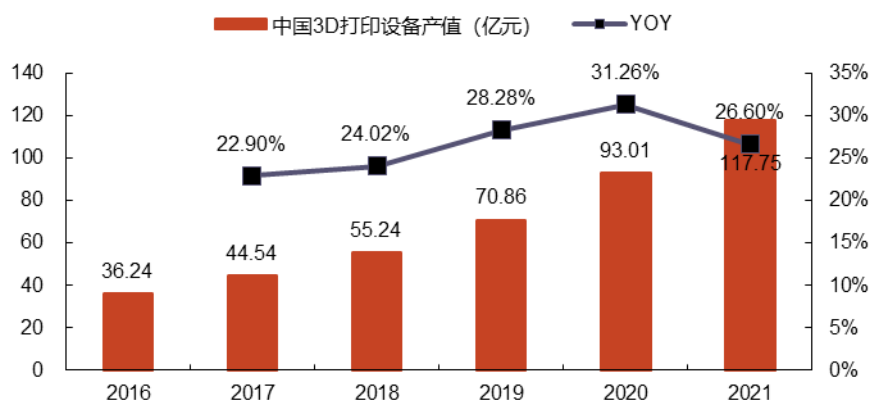


资料来源：赛迪智库，光大证券研究所整理

设备&材料

根据中国增材制造产业联盟及赛迪智库数据，我们对中国 3D 打印设备产值规模进行了测算，2021 年设备总产值约 117.75 亿元，同比增长 26.6%，近年来保持稳步增长。

图 36：中国 3D 打印设备产值规模（亿元）

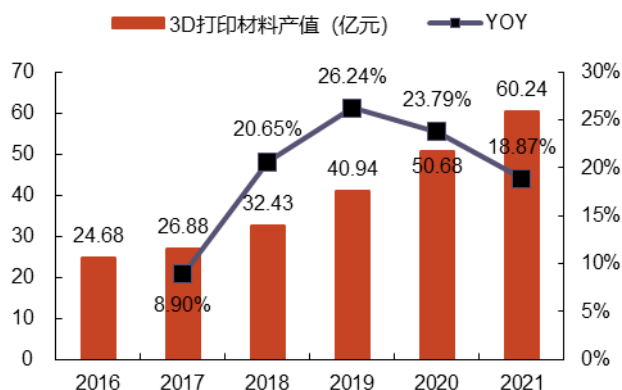


资料来源：中国增材制造产业联盟，赛迪智库，光大证券研究所测算

综合中国增材制造产业联盟及赛迪智库数据，我们对我国 3D 打印材料市场规模进行测算，2021 年我国 3D 打印材料总产值约 60.24 亿元，同比增长 18.87%。

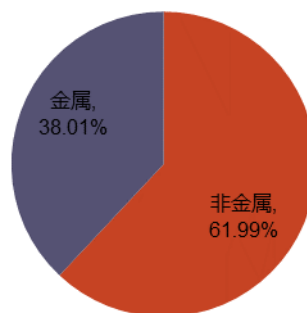
按金属和非金属 3D 打印材料分类，2019 年我国非金属 3D 打印材料总产值为 25.38 亿元，占比 61.99%，金属材料产值为 15.56 亿元，占 38.01%。

图 37：中国 3D 打印材料产值规模（亿元）



资料来源：中国增材制造产业联盟，赛迪智库，光大证券研究所测算

图 38：2019 年中国 3D 打印材料价值结构

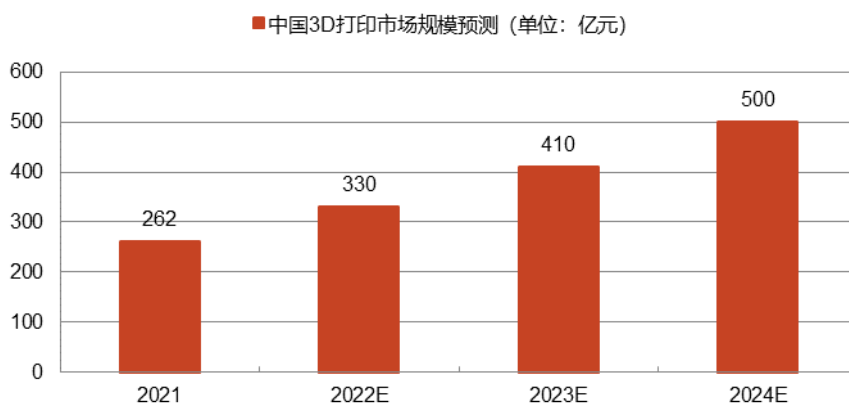


资料来源：赛迪智库，光大证券研究所整理

市场规模预期

我国高度重视 3D 打印产业发展，不断加大对 3D 打印产业的投入，同时我国 3D 打印市场应用程度不断深化，在各行业的应用逐步拓展，未来几年 3D 打印市场仍将处于快速增长阶段。根据赛迪顾问预测，2021-2024 中国 3D 打印产业复合增长率为 24.1%，2024 年产业规模将高速增长至 500 亿元。

图 39：中国 3D 打印市场规模预测



资料来源：赛迪顾问，光大证券研究所整理

3.4、设备厂商壁垒高，打印效率是关键

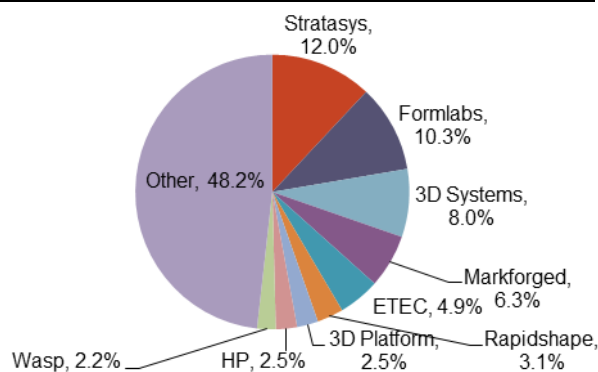
我们认为，3D 打印设备生产商是整个产业链的中流砥柱，在未来的市场竞争中将率先诞生产业龙头企业。设备生产商能够对接下游客户，了解客户实际需求，在此基础上进行设备、产品及原材料的研发，将各阶段研发进行匹配结合，能够针对需求为客户提供综合解决方案，具备极强的市场竞争力。

设备供应商格局

按销售工业级 3D 打印设备数量统计，2021 年全球工业级 3D 打印设备主要供应商来自美国，Stratasys 是 2021 年销量最大的企业，占全球总销量的 12%，其次是 Formlabs 和 3D Systems。

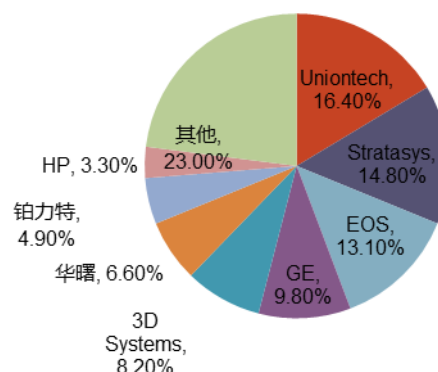
3D 科学谷对国内企业用 3D 打印设备品牌进行调研，截止 2018 年，我国企业用 3D 打印设备主要来自国外 Uniontech、Stratasys、EOS 等公司，国内 3D 打印设备厂商中市场份额（按企业数量）领先的有华曙高科（占比 6.6%）、铂力特（占比 4.9%）等。

图 40：2021 年全球工业级 3D 打印设备销量市场份额（按销售数量）



资料来源：Wohlers Report，光大证券研究所整理

图 41：2018 年中国企业用 3D 打印设备市场份额（按企业数量）



资料来源：3D 科学谷，光大证券研究所整理

在工业级应用中，金属和非金属是 3D 打印材料的两个主要分类，分别对应不同的打印原理和技术。美国企业多集中在非金属材料领域，欧洲企业多集中在金属材料领域，2021 年全球工业级 3D 打印设备出货量排名靠前的 Stratasys、Formlabs、3D Systems 等均以销售非金属 3D 打印设备为主，在国内占据大量份额的 Uniontech 公司同样以非金属设备为主。

金属 3D 打印的国际龙头企业主要为德国 EOS、SLM Solutions 以及美国 GE、3D Systems 等，国内金属 3D 打印以铂力特、华曙高科等为主，此外还包括鑫精合（PBF&DED）、江苏永年激光（PBF&DED）、广东汉邦（PBF）、北京易加三维（PBF）等。

表 5：部分金属 3D 打印设备生产商

3D 打印设备商	地区	主要技术	简介
EOS	德国	PBF	德国 EOS 成立于 1989 年，是金属和高分子材料工业 3D 打印的领导者，现在已经成为全球最大的金属 3D 打印设备供应商，产品类型覆盖 3D 打印设备、打印服务、材料、工艺和咨询服务等。
SLM Solutions	德国	PBF	德国 SLM Solution 是世界领先的金属激光 3D 打印设备生产商及服务提供商，一直以来专注于 SLM 相关的高新技术研发及产业化，是该技术领域的先驱之一，产品覆盖 3D 打印设备、原材料、打印及软件服务。
GE Additive	美国	PBF	GE 公司 2010 年开始布局 3D 打印技术，通过不断并购实现从 3D 打印用户到服务提供方的转变。2016 年，GE 成功收购瑞典 Arcam 公司和德国 Concept Laser 公司，成为金属 3D 打印领域的佼佼者，并在航空发动机领域实现了 3D 打印零部件的规模化应用。
3D Systems	美国	VAT、MJ、PBF、BJ	3D Systems 成立于 1986 年，是全球销售规模最大的 3D 打印解决方案供应商，提供“从设计到制造”全套 3D 打印解决方案，包括 3D 打印机、打印材料、打印服务和云计算按需定制部件。技术多样，可选材料包括塑料、金属、陶瓷等。
Renishaw	英国	PBF	雷尼绍是世界领先的工程科技公司之一，向众多行业和领域提供产品和服务，从飞机引擎、风力涡轮发电机制造，到口腔和脑外科医疗设备等。是英国唯一一家设计和制造工业用金属 3D 打印设备的公司，产品覆盖 3D 打印设备、金属粉末材料、辅助设备和软件及专业打印和技术服务咨询等。
铂力特	西安	PBF、DED	西安铂力特成立于 2011 年，是一家专注于工业级金属 3D 打印的企业，为客户提供金属 3D 打印与再制造技术全套解决方案，业务涵盖定制化产品服务、设备与原材料的研发与生产、3D 打印结构优化设计开发和工艺技术服务，技术主要包括 SLM、WAAM。
华曙高科	湖南	PBF	湖南华曙高科成立于 2009 年，专注于工业级 3D 打印设备的研发、生产与销售，致力于为全球客户提供金属（SLM）和高分子（SLS）3D 打印设备，并提供 3D 打印材料、工艺及服务。
易加三维	北京	PBF、VAT	易加三维创立于 2014 年，致力于研发和生产工业级 3D 打印系统与应用技术，以金属粉末床技术为核心，为航空航天、高性能工业制造等各领域提供专业的 3D 打印应用解决方案，当前技术主要包括 SLM、SLS、SLA 等。
汉邦科技	广东	PBF	汉邦科技于 2007 年进入金属 3D 打印领域，是国内专业的工业级金属 3D 打印（3D 打印）设备制造商，主要产品包括 SLM、LACM 技术装备及粉末材料。
永年激光	江苏	PBF、DED	江苏永年激光成形技术有限公司成立于 2012 年，由清华大学颜永年教授团队发起成立，是一家集金属 3D 打印技术与工艺研发、制造及应用于一体的高新技术企业。公司主营产品为 3 大类：激光选区熔化 SLM 设备、激光熔覆沉积成形 LCD 系统和金属 3D 打印应用及服务。

鑫精合	北京	PBF、DED	鑫精合成立于 2015 年，目前已形成了以北京鑫精合为总部和研发管理中心，天津镭明、安徽镭明为设备制造基地，西安鑫精合为电弧 3D 打印基地，沈阳精合、潍坊鑫精合为 3D 打印服务与机加工基地的产业布局。公司业务涵盖设备生产与打印服务，主要技术包括 SLM、WAAM 等。
-----	----	---------	--

资料来源：公司官网，铂力特定增说明书，光大证券研究所整理

根据各 3D 打印设备公司官网披露的信息显示，当前 SLM 技术中打印速度最快的是 SLM solution 的 NXG XII 600 设备及 Additive Industries 的 Metal FABG2 设备，最大打印速度均达到 1000cm³/h。从打印尺寸来看，国内 3D 打印设备成形尺寸普遍超过国外，华曙高科的 FS1521M 设备打印幅面达到 1530x1530mm。

表 6：各公司 SLM 技术设备参数

公司	设备型号	打印尺寸 (mm)	打印速度 (cm ³ /h)	振镜扫描速度 (m/s)	激光器数量	激光器功率
SLM solution	NXG XII 600	600*600*600	1000	-	12	1000W
Additive Industries	MetalFABG2	420*420*400	1000	-	4	1000W
EOS	EOS M 400-4	400*400*400	-	7	4	400W
铂力特	BLT-S1000	1200*600*1500	300	-	12	500W
华曙高科	FS1521M	1530*1530*1650	-	10	16	500W
易加三维	EP-M1250	1258*1258*1350	370	7	9	1000W
鑫精合	LiM-X800	800*800*1080	250	-	10	1000W
汉邦科技	HBD-1200	460*460*1200	-	10	2	1000W
大族激光	Hans-M360	350*350*300	-	7	2	500W
永年激光	YLM1000-A	φ1000*900	-	-	4	500W
国家 3D 打印创新中心	RC 300-N1	300*300*300	30	7	-	-

资料来源：各公司官网，光大证券研究所整理

金属 3D 打印设备的核心竞争力——多激光技术

我们认为，高生产效率是当前金属 3D 打印的核心竞争力。生产效率的提高不仅缩短了产品的生产时间，也降低了由于生产时间过长引起的产品质量问题（例如翘曲等），打印速度提高后，能够在热应力没有产生破坏之前打印完成，送入热处理炉，从而提高成品率，降低成本。此外，3D 打印技术本身特性就在于其能够定制化快速生产，若定制化时间太长，其市场竞争力将大幅减弱。

在生产时，零件是通过激光烧结金属粉末的方式进行成形，显然，使用的激光功率越大、激光数量越多，成形速度将越快，但实现多激光技术将面临多种困难，并不仅仅是增加激光数量能够解决的，这也是许多厂商 3D 打印速度成形效率慢的原因。

多激光技术的难点包括：光路系统设计、激光搭接、烟尘去除、热管理、激光校准、性能一致性问题。

图 42：SLM solution，NXG XII 600 设备 12 个激光器同时工作



资料来源：SLM solution，光大证券研究所整理

激光搭接问题：

在使用多激光时，每个激光器都有自己的最佳打印区域，必须考虑不同激光之间的协同工作。在打印零件时，可能会出现一个零件横跨几个激光器的工作区域，如何保证零件在激光区域交界处的成形质量与中心区域一致，是多激光技术的一大难点。当前仍有部分设备未妥善解决此问题，导致打印出的零件在激光区域搭接处有明显接痕。

烟尘去除问题：

打印过程中，高能激光束快速加热金属粉末，温度可接近金属的沸点，金属会蒸发产生金属蒸汽，随后冷凝、氧化结成小颗粒（通常小于 1 微米），即打印过程中形成的“黑烟”——亚微米金属冷凝物。

金属蒸汽冷凝后形成的黑烟将在一定程度上消耗激光能量，影响成形性能，这些黑烟还可能直接附着在顶部透镜上，相当于直接降低了到达粉床的激光功率。此外，黑烟漂浮物也可能会降落在未打印的粉末区域，形成杂质，导致产品致密度不高从而影响零件性能。市面上有部分金属 3D 打印设备无法良好解决黑烟问题，虽然可以短时间打印，但设备无法长时间连续工作，例如连续打印四五天时，可能会因为烟尘附着在激光保护器上导致产品质量变差。

当前处理黑烟的方式通常使用风场，即通过气流吹除烟尘，风场的技术多种多样，如何良好地解决吹除烟尘的问题是风场技术的核心（主要涉及仿真模拟计算技术）。

热管理问题：

3D 打印是热加工技术，零件成形时温度较高，如何保证稳定的熔池、气体及光路系统的温度，是成形零件精度高、性能好的前提。光路系统温度较高时易发生透镜漂移，气体温度较高时将发生光束变形，影响激光成形精度，熔池温度的剧烈变化则会在成形零件后产生热应力，使得零件容易开裂，因此，精准可控的温控系统也是多激光技术应用的前提。

实现 3D 打印效率提升的途径还有增加层厚、优化光学系统振镜参数、强化铺粉扫描协同等等，其中的技术难点主要是算法问题，此外，“少支撑技术”也是各 3D 打印设备厂商争相攻破的技术难点。

3.5、行业发展推演

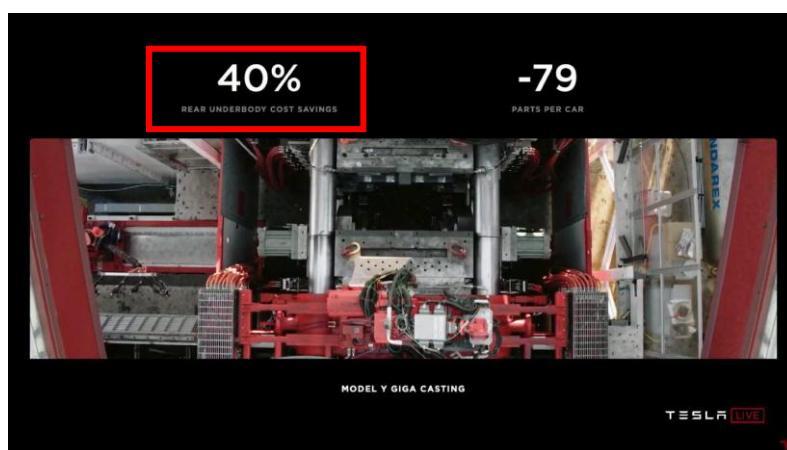
民用市场何时走到“1”

民用领域目前的限制，核心在于成本。而 3D 打印“平价”的节点，又取决于设计端降本的程度。此过程几乎不可逆，设计端考虑 3D 打印后的零部件，大概率无法用传统加工工艺来制造（或成本过高）。

此不可逆过程，一方面为 3D 打印的长期应用提供了重大保障，另一方面也在短期制约了 3D 打印工艺的应用：在传统制造工艺成本可控，下游厂商能实现盈利的情况下，尝试一个不可逆，而尚未在大规模制造中验证过的新工艺，主机厂可能会更倾向于谨慎。

我们判断，3D 打印工艺的不可逆特点，与当初一体化压铸工艺的发展具备一定的相似性，值得参考。我们认为一体化压铸技术随特斯拉 Model Y 快速打开应用的核心在于其带来的降本效应。而相比于一体化压铸制造工艺，3D 打印在制造复杂度&生产柔性上存在优势，如果能实现与传统工艺“平价”便已具备推广潜力。

图 43：Tesla Model Y 使用一体化压铸带来 40%成本下降



资料来源：特斯拉发布会，光大证券研究所

主机厂 vs. 3D 打印服务商

另外一个值得探讨的是，主机厂和 3D 打印服务商分工的问题。我们认为：

短期来看，因为 3D 打印技术的不成熟性（主要表现在对不同力学性能、不同材料的零件，需要适配打印参数），3D 打印服务商更了解设备、工艺参数，而主机厂对零件、材料性能的理解更加透彻。故而会以**服务商、主机厂合作模式为主**。

长期来看，随服务商&主机厂对工艺参数的积累和对零部件设计的优化，行业可能存在两种模式：1) 服务商参与主机厂产能调峰；2) 主机厂负责核心零部件，低附加值件交由服务商生产。届时可能会出现跨行业生产的 3D 打印服务商（无模具生产能力的应用），通过成熟的工艺、成本控制，进而获取较大的市场份额。

4、行业内主要公司及投资建议

3D 打印作为颠覆性的制造工艺，相较于传统平材、减材制造，具备较大优势。在高端应用领域的带动下，3D 打印设备、原材料有望实现逐步降本，而随应用领域的逐步拓展，制造工艺也将趋于成熟，最终有望推动 3D 打印在消费电子、汽车、齿科等领域的“平价”，打开巨大市场空间。在此过程中，设备厂商将率先受益，推荐华曙高科，建议关注铂力特、有研粉材。

4.1、华曙高科（688433.SH）

4.1.1、公司介绍

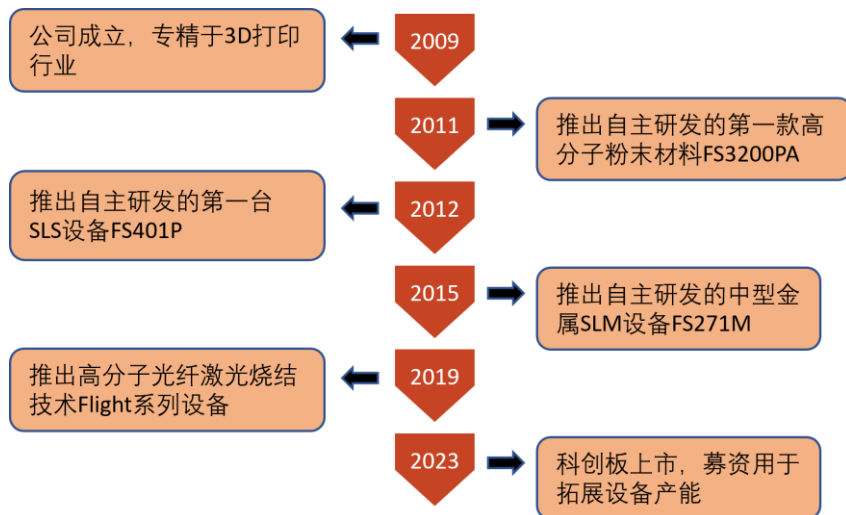
湖南华曙高科技股份有限公司成立十余年来专注于工业级 3D 打印设备的研发、生产与销售，为全球客户提供金属（SLM）3D 打印设备和高分子（SLS）3D 打印设备，并提供 3D 打印材料、工艺及服务。

公司已开发 20 余款设备，并配套 40 余款专用材料及工艺，正加速应用于航空航天、汽车、医疗、模具等领域。公司是全球少数同时具备 3D 打印设备、材料及软件自主研发与生产能力的 3D 打印企业，销售规模位居全球前列，是我国工业级 3D 打印设备龙头企业之一。

发展历程

公司于 2009 年成立，专精于 3D 打印行业，并将自主研发作为企业发展的核心。2010 年，华曙高科组建材料研发团队，开始自主研发高分子粉末材料，打破了国外巨头垄断局面；2012 年推出自主研发的第一款 SLS 设备；2015 年推出自主研发的中型金属 SLM 设备；2019 年推出全球独创的高分子光纤激光烧结技术 Flight 系列设备。2023 年，公司成功在科创板上市，结合市场需求，进一步扩张公司产能。

图 44：华曙高科发展历程



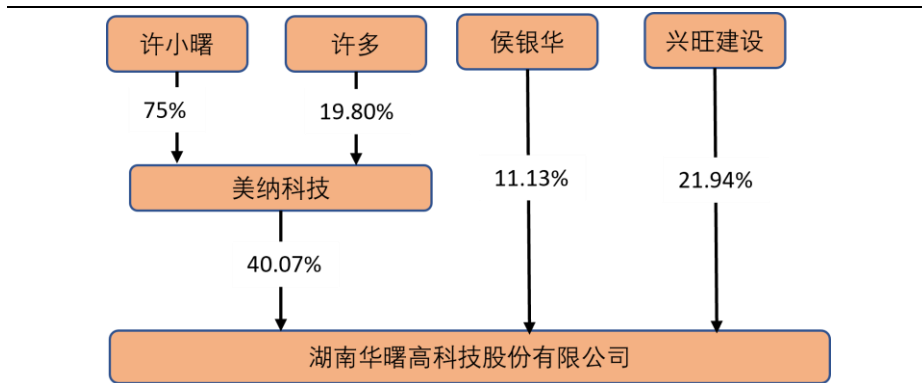
资料来源：华曙高科官网，光大证券研究所整理

股权结构

公司实控人为许小曙与许多，两人系父子关系，截至 2023 年 9 月 30 日，两人分别持有美纳科技 75%、19.8% 股权，通过美纳科技间接持有华曙高科 40.07% 的股份。

公司创始人许小曙，应用数学及材料学博士学历，是粉末床 3D 打印技术的领军人物和企业家人，拥有超过 20 年 3D 打印经验，R&D100Award（世界 100 位应用科学领域突出贡献奖）、美国“Dinosaur Award”等世界级荣耀获得者。许小曙先生 1986 年赴美攻读博士，毕业后加入世界 3D 打印知名企业并担任技术总监，2009 年回国创办了华曙高科公司，推动国内 3D 打印技术的产业化。

图 45：华曙高科股权结构



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理；注：统计时间 2023 年 9 月 30 日

子公司

华曙高科当前共拥有上海华曙、深圳华曙、华曙新材料、长沙工研增材制造、美国华曙、欧洲华曙六家子公司以及一家参股公司重庆华港，成立了一家非营利性社会组织长沙市 3D 打印产业技术创新战略联盟。

表 7：华曙高科参股控股公司

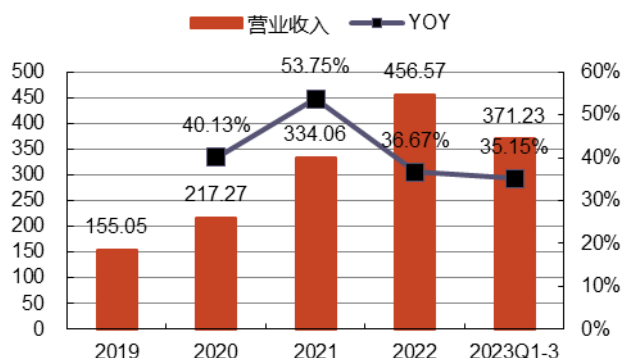
子公司	成立时间	地点	持股比例	主营业务
上海华曙	2014	上海	100%	3D 打印设备及材料的研发及销售
深圳华曙	2014	深圳	100%	3D 打印设备及材料的销售
华曙新材料	2021	湖南益阳	100%	3D 打印高分子材料的研发、生产及销售。生产线正在建设，尚未实际开展业务
长沙工研增材制造	2021	湖南长沙	100%	暂无实际经营
美国华曙	2017	美国	100%	公司在美国的销售及技术服务平台
欧洲华曙	2018	德国	100%	公司在欧洲的销售及技术服务平台
重庆华港	2016	重庆	40%	使用华曙高科设备，开展 3D 打印应用研发、加工服务、材料和设备销售于一体的整体解决方案平台

资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

4.1.2、营收稳步增长

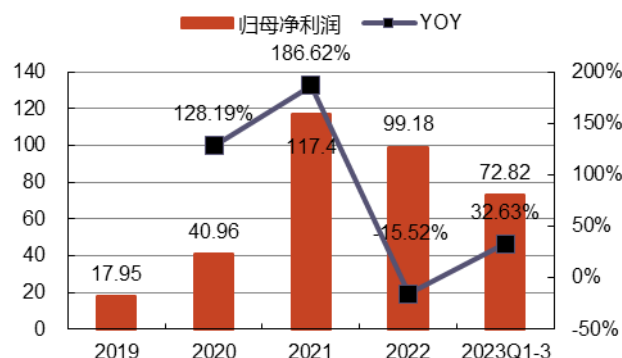
2023 年前三季度，公司总营收 3.71 亿元，同比增长 35.15%，归母净利润 7282 万元，同比增长 32.63%。

图 46：2019-2023Q1-3 公司营收及 YOY（单位：百万元）



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

图 47：2019-2023Q1-3 公司归母净利润及 YOY（单位：百万元）

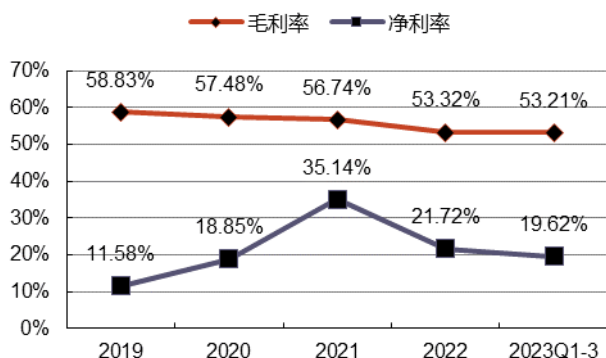


资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

2023Q1-3 公司毛利率 53.21%，近年来有逐年下降的趋势，主要原因可能是公司产品结构变化。2023 年前 3 季度公司净利率 19.62%，（2021 年净利率高主要是受非经常性损益影响）。

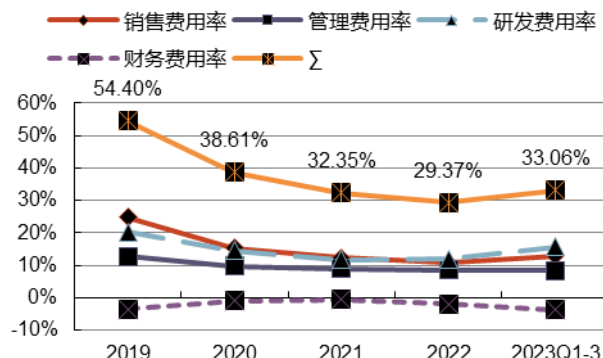
期间费用方面，2023Q1-3 公司期间费用率为 33.06%，其中研发费用率 15.62%、销售费用率 12.92%、管理费用率 8.28%。

图 48：2019-2023Q1-3 公司毛利率&净利率



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

图 49：2019-2023Q1-3 公司期间费用率



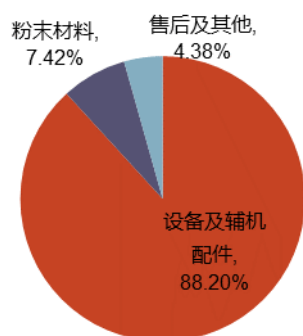
资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

4.1.3、金属、非金属设备双线布局

公司的产品主要可分为：3D 打印设备及配件、3D 打印粉末材料、售后服务及其他。设备及配件是公司主要的收入来源，2022 年占公司总营收 88.2%，其次是粉末材料，占比 7.42%。设备又可分为金属 3D 打印设备和高分子 3D 打印设备，近年来公司金属设备收入占比逐渐提高，已成为公司营收中最重要的部分。

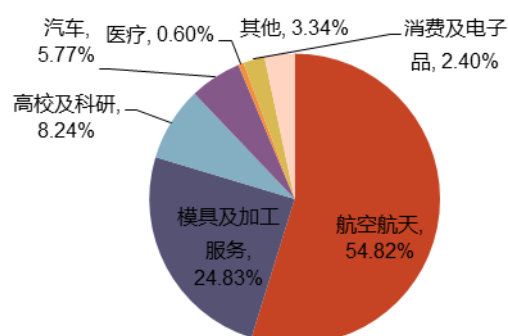
客户结构方面，综合公司设备及材料销售情况，公司客户主要来自航空航天领域（销售额口径），2021 年占比 54.82%，其次是模具及加工服务，占比 24.83%。

图 50：华曙高科 2022 年营收结构



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

图 51：华曙高科 2021 年下游结构（销售额口径）



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

金属 3D 打印设备

公司以高分子设备研制起家，后进行金属 3D 打印设备的研发，其设备采用选区激光熔融（SLM）工艺技术，设备广泛应用于航空航天、模具、汽车、医疗、科研教育等领域。

图 52：华曙高科金属 3D 打印设备——FS621M Pro



资料来源：公司官网，光大证券研究所整理

公司从战略上重点布局金属 3D 打印技术，多年来持续面向高效益规模化产业化 3D 打印及特定场景 3D 打印应用高端功能定制化需求，持续开展技术突破与产品创新，推出 FS1211M、FS811M、FS721M 等多系列多配制自主 SLM 设备。

表 8：华曙高科金属 3D 打印设备

产品型号	应用领域	成型材料	成形尺寸 (mm)	激光器 (个)	最大扫描速度 (m/s)
FS1521M	高精尖行业超大尺寸精密零件	钛合金、铝合金、高温合金等	1530*1530*1650	16	
FS1211M	航空航天超大型产品专用设备		1330*700*1700	8	
FS811M	航空航天等大尺寸部件批量生产	镍基高温合金、钛合金等	840*840*960	6	10
FS721M	航空航天、汽车、模具等行业大尺寸或长条形零件批量生产	不锈钢、铝合金、钛合金等	720*420*420	2/4/8	10
FS621M	航空航天、石油、船舶、汽车、能源动力等大尺寸部件批量生产	不锈钢、铝合金、钛合金、镍基高温合金、铜合金等	620*620*1100	1/4	10/15
FS621M Pro	航空航天、石油、船舶、汽车、能源动力等行业大尺寸部件批量生产	不锈钢、铝合金、钛合金、镍基高温合金、铜合金等	620*808*1200	4/6	10
FS621M Ultra	航空航天、石油、船舶、汽车、能源动力等行业大尺寸部件批量生产	不锈钢、铝合金、钛合金、镍基高温合金、铜合金等	620*620*1700	4	10
FS531M	航空航天、汽车等行业大尺寸部件		540*540*670	4	
FS422M 系列	航空航天、汽车、模具等行业大尺寸部件，成本低	不锈钢、模具钢、铝合金、铜合金、镍基高温合金、钛合金等	425*425*550	1/2/4	10
FS301M 系列	航空航天、汽车、模具、医疗等	镍基高温合金、钛合金、不锈钢、模具钢、铝合金等	305*305*410	1/2	15.2
FS273M 系列	航空航天、汽车、模具、医疗、教育等	铝合金、镍基高温合金、钛合金、铝合金、不锈钢等	275*275*355	1/2	15
FS200M 系列	模具行业	钛合金、铝合金、模具钢、不锈钢等	425*230*300	2	10
FS121M 系列	入门级，用于口腔和科研领域	不锈钢、钛合金等	120*120*100	1	15

资料来源：公司公告，公司官网，光大证券研究所整理

公司金属 3D 打印设备产品的特点在于成型尺寸大，公司 FS1521M 设备是专门为高精尖行业超大尺寸精密零件制造而设计的，成形尺寸达 1530mmx1530mmx1650mm，处于国际领先水平。此外，公司 FS301M 系列设备的振镜最大扫描速度可达 15.2m/s，处于国际先进水平，最大扫描速度的提高可有效减少激光扫描跳转时间，提高生产效率。

“最大成形尺寸”和“振镜最大扫描速度”是 SLM 设备的关键性指标，华曙高科的设备在这两项上均居于行业领先，具有极强市场竞争力。同时，公司深度掌握动态聚焦和定焦两种光学系统技术，可贴合用户需求灵活配置，设备的技术难度和制造效率优于国内外可比公司。

表 9：同行业金属 3D 打印设备关键技术指标对比

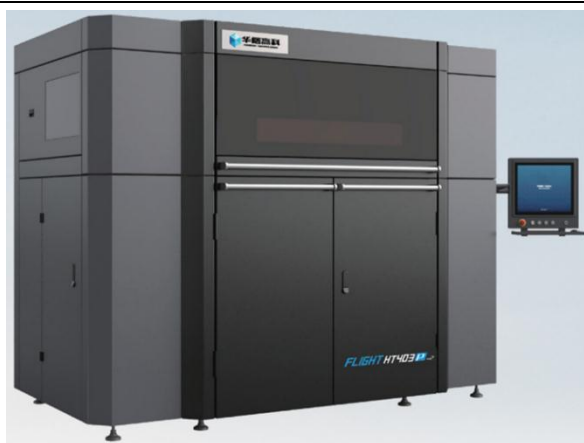
指标	华曙高科	EOS	SLM Solution	3D systems	铂力特
最大尺寸 (mm)	1330*700*1700	450*450*1000	600*600*600	500*500*500	1200*600*1500
扫描速度 (m/s)	15.2	7	10	-	7
光学系统	动态聚焦/定焦技术	定焦技术	动态聚焦技术	-	定焦技术

资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

高分子 3D 打印设备

公司自主研发的高分子 3D 打印设备采用选取激光烧结 (SLS) 工艺技术。受制于对成型材料控形和控性的技术难度，SLS 技术是较为复杂的工艺路线之一，公司是国际上少数几家掌握该项核心技术并推出工业级产业化设备的 3D 打印设备供应商。公司还在全球率先推出 Flight 技术，能够实现多激光配置，可打印精细薄壁件，将产能和打印效果大幅度提升。

图 53: Flight 403P 系列设备



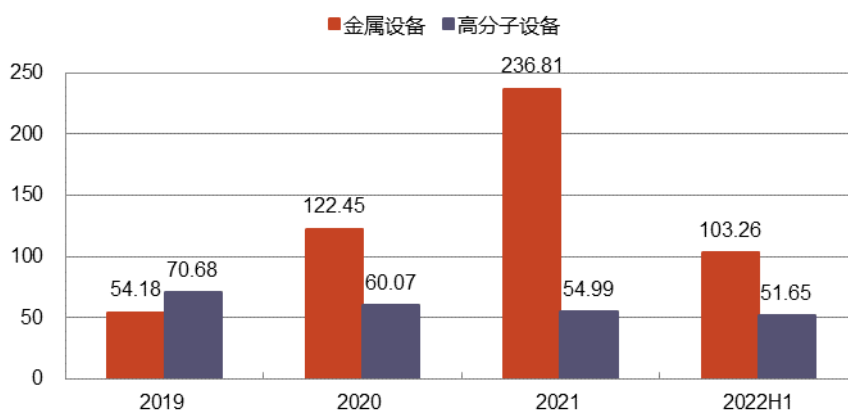
资料来源: 公司官网, 光大证券研究所整理

表 10: 华曙高科高分子 3D 打印设备

产品型号	应用领域	成型材料	成形尺寸 (mm)
HT1001P	汽车、航空航天等, 适用于大批量连续生产	FS3300PA、FS3401GB、FS1092A-TPU*等	1000*500*450
Flight 403P 系列	生产级, 适用于中大型尺寸工件和批量零件	FS3300PA-F, FS3401GB-F, LUVOSINT® TPU X92A-1064 WT 等	400*400*450/540
403P 系列	生产级, 生产效率高	FS 3300PA、FS 3401GB、Ultrasint® PP nat01、FS 1092A-TPU 等	400*400*450/540
252P 系列	教育科研	FS3300PA、FS3401BG、Ultrasint® PP nat01、FS1092A-TPU 等	250*250*320
eForm	高校、汽车、医疗等	FS3300PA、FS3401GB、Ultrasint® PP nat01 等	250*250*320

资料来源: 公司公告, 公司官网, 光大证券研究所整理

图 54: 2019-2022H1 公司 3D 打印设备营收结构 (单位: 百万元)



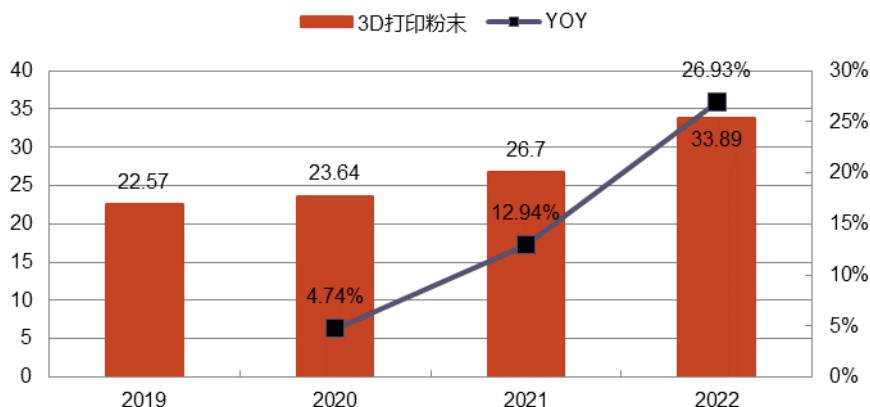
资料来源: 公司公告, 光大证券研究所整理

原材料

公司销售的粉末材料主要为自研的高分子粉末材料, 2021 年高分子粉末销售金额占比 93.19%, 其余为金属粉末。公司的 3D 打印粉末材料可用于自研设

备，也可用于其他厂家的设备，多年来公司粉末材料获得了市场的一定认可，销量稳定增长。

图 55：华曙高科粉末材料营收（单位：百万元）



资料来源：公司公告，光大证券研究所

公司以多样化产业应用需求为牵引，建立了涵盖聚酰胺（PA）、聚氨酯（TPU）、聚苯硫醚（PPS）为基材，覆盖 169°C-295°C 熔点、能适配 CO2 激光器及光纤激光器的高分子及其复合粉末材料产品体系。

在 SLS 工艺技术目前使用最广泛的尼龙粉末领域，公司率先突破化工巨头赢创的 PA12 粉末材料垄断，开坯全新的粉末配方与制备技术路线，从分子端创新设计源头开始突破并掌握了 SLS 尼龙粉末材料各环节技术，成功开发了从原料端全国产化的 FS3200PA 材料，并实现规模化量产，扭转了 SLS 技术应用受限于高价格原材料及垄断式经营模式而发展缓慢的困局。

售后服务及其他

华曙高科提供设备故障恢复、设备预防性保养等服务，在收到客户需求后将组织远程及现场服务帮助客户快速恢复生产，并制定多种设备的维护保养方案供客户选择。

4.1.4、公司看点

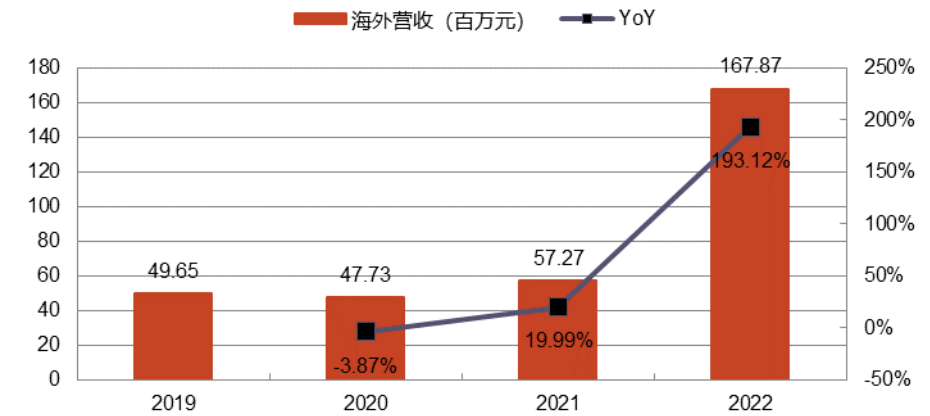
（1）金属&非金属双线布局

华曙高科作为 3D 打印设备核心供应商，以高分子设备研制起家，后进行金属 3D 打印设备的研发全球布局。根据 AMPOWER REPORT 2023 的统计，2022 年全球高分子 3D 打印产值是金属 3D 打印产值的两倍以上，预计到 2027 年金属、高分子 3D 打印产值将处在同一体量。华曙高科前瞻性的双线布局，为后续成长提供了足够的市场空间。

（2）布局海外，参与全球竞争

根据 Wohlers Report 的统计，2022 年中国 3D 打印市场产值仅仅占全球市场的 11.5%，海外市场空间巨大。华曙高科通过设立欧洲、美国子公司，深度参与全球竞争，凭借优秀的产品力，公司 2022 年海外营收同比增加+193%。

图 56：华曙高科 2019-2022 年海外收入情况



资料来源：公司公告，光大证券研究所绘制

(3) 软件全自主研发

我们判断，工业级别 3D 打印设备核心壁垒在于设备控制软件&数据处理软件。华曙高科在设备软件全自主研发的布局，有利于后续设备迭代，以及对客户定制化需求的快速相应能力。

表 11：华曙高科与竞争对手设备、软件参数对比

指标/公司	华曙高科	EOS	SLM Solution	3D System	说明
光学系统	动态聚焦技术、定焦技术可选	定焦技术	动态聚焦技术	/	定焦技术适合批量生产；动态聚焦技术难度更高、更灵活
振镜最大扫描速度 (m/s)	15.2	7	10	/	最大扫描速度越快，可有限减少激光扫描跳转时间，生产效率越高
软件	全自主研发（设备控制、数据处理、扫描路径规划、质量管控、调试校准软件等均为自主研发、可兼容第三方）	设备控制软件自主研发、数据处理软件购买第三方	设备控制软件自主研发、数据处理软件购买第三方	全自主研发	全系列软件自主研发，数据安全性更高，开放核心参数，支持快速功能定制，贴合行业应用

资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

4.1.5、关键假设和盈利预测

华曙高科目前主要业务包括 3D 打印设备及辅机配件、3D 打印粉末、售后及其他 3 项业务。我们结合公司规划、行业未来发展趋势，针对公司各项目的营业收入及毛利率作出如下假设：

(1) 3D 打印设备及辅机配件

2022 年公司 3D 打印设备及辅机配件业务贡献营收 4.0 亿元，同比 +38.0%，毛利率 53.1%；2023H1 实现营收 2.4 亿元，同比 +36.7%。考虑到 3D 打印在高端领域渗透率提升的潜能，以及民用市场打开后广阔的市场空间，我们预计公司 2023-2025 年 3D 打印设备及辅机配件业务营收分别约 5.6/7.9/10.7 亿元，对应增速分别为 +40%/+40%/+35%。综合考虑工业设备大型化带来的附加值提升、以及产品推广过程中降价的可能性，结合前期该业务毛利率情况，预计 3D 打印设备及辅机配件业务毛利率分别约 52.6%/52.0%/51.4%。

(2) 3D 打印粉末

2022 年公司 3D 打印粉末业务贡献营收 3389 万元，同比 +26.9%，毛利率 47.6%；2023H1 实现营收 1881 万元，同比 +31.0%。考虑到随公司设备销售

量的提升，有望带动上游粉末材料的需求。我们预计公司 2023-2025 年 3D 打印粉末业务营收分别约 4406/5727/7159 万元，对应增速+30%/+30%/+25%。结合该业务前期毛利率情况，综合考虑价格年降等因素，预计 3D 打印粉末业务毛利率分别约 47.1%/46.6%/46.1%。

(3) 售后及其他

2022 年公司售后及其他业务贡献营收 1999 万元，同比+28.6%，毛利率 67.5%；2023H1 实现营收 1101 万元，同比+77.3%。考虑随公司设备销售量的增长，存量设备将带动公司售后及其他业务的加速放量。我们预计公司 2023-2025 年售后与其他业务营收分别约 2799/3918/5485 万元，对应增速+40%/+40%/+40%。综合考虑前期毛利率、国内外业务模式差异等因素，预计售后及其他业务毛利率稳定在 60%左右。

表 12：华曙高科业务拆分（单位：百万元）

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营收	334.06	456.57	635.81	885.73	1191.97
3D 打印设备及辅机配件	291.81	402.69	563.77	789.27	1065.52
3D 打印粉末	26.70	33.89	44.06	57.27	71.59
售后及其他	15.55	19.99	27.99	39.18	54.85
YoY	53.75%	36.67%	39.26%	39.31%	34.57%
3D 打印设备及辅机配件	59.88%	38.00%	40.00%	40.00%	35.00%
3D 打印粉末	12.94%	26.93%	30.00%	30.00%	25.00%
售后及其他	39.96%	28.55%	40.00%	40.00%	40.00%
毛利率	56.74%	53.32%	52.54%	52.00%	51.47%
3D 打印设备及辅机配件	56.37%	53.09%	52.59%	51.99%	51.39%
3D 打印粉末	48.73%	47.60%	47.10%	46.60%	46.10%
售后及其他	77.49%	67.53%	60.00%	60.00%	60.00%

资料来源：公司公告，光大证券研究所预测

综上，我们预计公司 2023-2025 年营收分别约 6.4/8.9/11.9 亿元，同比分别+39.3%/+39.3%/+34.6%。预计综合毛利率分别约 52.5%/52.0%/51.5%。考虑到随销售规模增长后有望带动费用率下降，我们预计 2023-2025 年三费（销售、管理&研发）费率分别为 29.9%/26.4%/24.4%，预计归母净利润分别约 1.5/2.3/3.3 亿元，同比+55.4%/+50.0%/+42.8%，对应 EPS 分别为 0.37/0.56/0.80 元。

4.1.6、估值和评级

我们选取同属于 3D 打印行业厂商的铂力特（3D 打印设备制造商&服务提供商）、超卓航科（冷喷涂服务商，冷喷涂工艺属于 3D 打印技术的一种，根据 2023 年中报披露数据，公司定制化增材制造业务营收占总营收比例 82.83%）作为可比公司，进行相对估值比较：

表 13：华曙高科与可比公司估值比较

公司名称	收盘价（元）	EPS（元）				PE				PEG(23)	PB（LF）
		22A	23E	24E	25E	22A	23E	24E	25E		
铂力特	112.22	0.50	1.59	2.82	4.32	226	71	40	26	0.67	10.92
超卓航科	40.60	0.66	0.77	1.24	1.66	62	53	33	24	1.46	2.73
均值	-	-	-	-	-	144	62	36	25	1.06	6.83
华曙高科	33.29	0.24	0.37	0.56	0.80	139	89	60	42	1.81	7.38

资料来源：，光大证券研究所；注：股价时间 2023/11/22，华曙高科 EPS 为光大证券研究所预测，其余为一致性预期；注：按最新股本计算

通过相对估值分析可知，公司 2023E PE 高于行业均值，考虑到华曙高科在金属、非金属设备的双线布局，以及海外开拓情况，我们认为公司当前估值将有望得到支撑。

我们预计华曙高科 2023-2025 年净利润分别为 1.5/2.3/3.3 亿元，对应 EPS 分别为 0.37/0.56/0.80 元，当前股价对应 PE 分别为 89x/60x/42x。华曙高科作为国内 3D 打印设备龙头企业，通过金属、非金属设备的双线布局，参与国际市场竞争，拓展其成长上限。后续随 3D 打印在高端领域的渗透率提升，以及民品领域应用的逐步拓展，公司营收、业绩有望得到快速提升。首次覆盖，给予公司“增持”评级。

风险提示

下游市场扩展不及预期；公司产能释放不及预期；新技术、新工艺迭代进度超预期；新股波动风险。

表 14：华曙高科盈利预测与估值简表

指标	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	334.06	456.57	635.81	885.73	1,191.97
营业收入增长率	53.75%	36.67%	39.26%	39.31%	34.57%
净利润（百万元）	117.40	99.18	154.09	231.20	330.25
净利润增长率	186.60%	-15.52%	55.36%	50.04%	42.84%
EPS（元）	0.28	0.24	0.37	0.56	0.80
ROE（归属母公司）（摊薄）	17.87%	12.96%	7.93%	10.64%	13.19%
P/E	117	139	89	60	42
P/B	19	16	7	6	6

资料来源： ，光大证券研究所预测，股价时间：2023/11/22

4.2、铂力特（688333.SH）

4.2.1、公司介绍

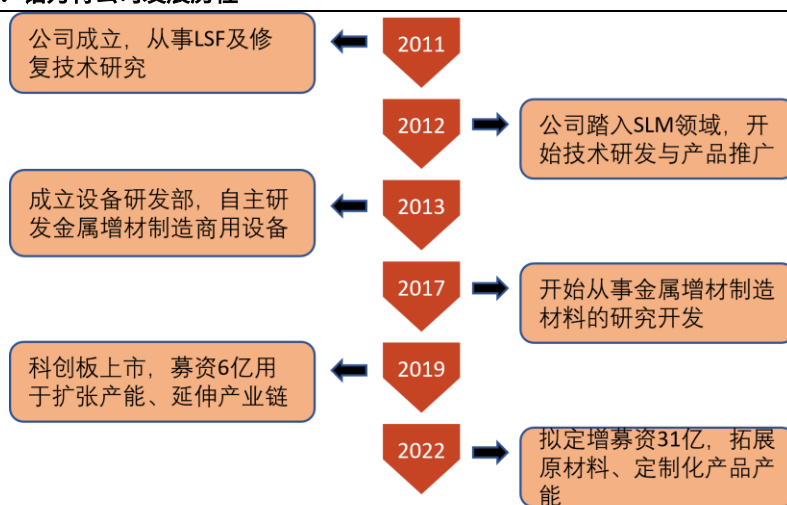
西安铂力特成立于 2011 年 7 月，公司专注于工业级金属 3D 打印，为客户提供金属 3D 打印与再制造技术全套解决方案，包括：设备、打印服务、原材料、技术服务等。

作为国内 3D 打印行业早期的参与者之一，公司通过多年技术研发创新及产业化应用，在金属 3D 打印领域积累了独特的技术优势，整体实力在国内外金属 3D 打印领域处于领先地位。公司产品及服务广泛应用于航空航天、工业机械、能源动力、科研院所、医疗研究、汽车制造、船舶制造及电子工业等领域，尤其在航空航天领域市场占有率较高，终端客户主要包括中航工业下属单位、航天科工下属单位、航天科技下属单位等，且已成为空客公司金属 3D 打印服务的合格供应商。

发展历程

2011 年，铂力特在西安成立，成立之初主要从事 LSF 及 3D 打印修复技术的研究；2012 年，公司意识到 SLM 技术在成形复杂精密部件的优势，开始进行 SLM 技术的研发；2017 年，公司开始从事金属 3D 打印材料的研发。公司于 2019 年在上交所科创板上市，产能开始大幅扩张。

图 57：铂力特公司发展历程

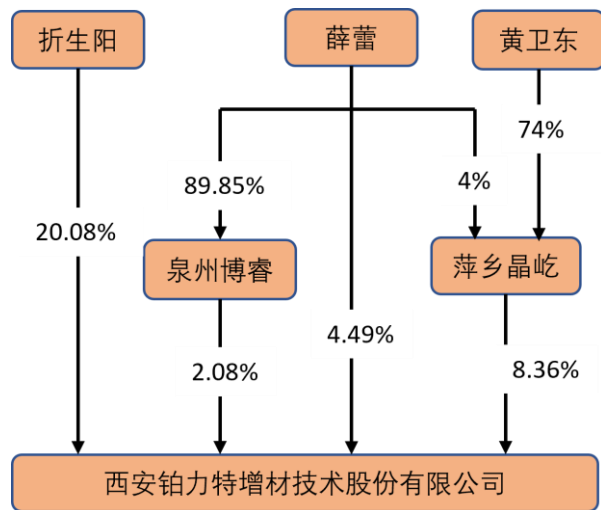


资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

股权结构

公司实际控制人为折生阳、薛蕾。薛蕾为公司董事长兼总经理，博士研究生学历，中国光学学会激光加工专业委员会委员、中国材料研究学会青年工作委员会第八届理事会理事、中国增材制造产业联盟副理事长、陕西省航空学会理事、国防科技工业航天特种构件 3D 打印技术创新中心理事，深耕 3D 打印行业多年，是公司核心技术人员。

图 58：铂力特股权结构图

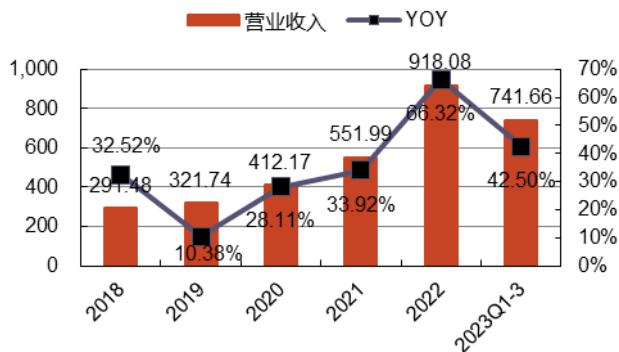


资料来源：公司公告，光大证券研究所整理；注：统计时间 2023 年 9 月 30 日

4.2.2、业务快速扩张，营收高速增长

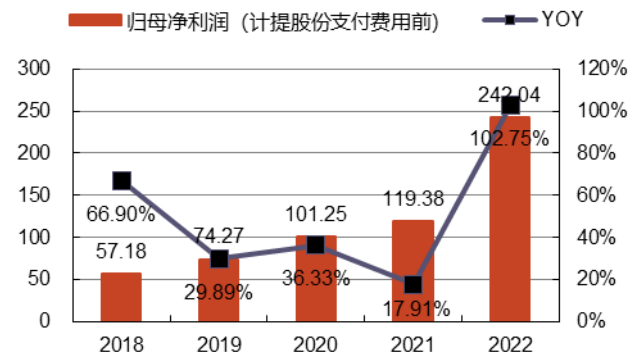
公司业务处于快速扩张期，2022 年公司实现营收 9.18 亿元，同比增长 66.32%；2022 年公司归母净利润为 7950 万元，同比扭亏（2021 年归母净亏损 5331 万元），剔除股份支付费用前为 2.42 亿元，同比增长 102.75%，营收利润均保持高速增长，2023Q1-3 实现营收 7.42 亿元，归母净利润 3847 万元。

图 59：铂力特营收&YOY（单位：百万元）



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

图 60：铂力特归母净利润&YOY（单位：百万元）（计提股份支付费用前）

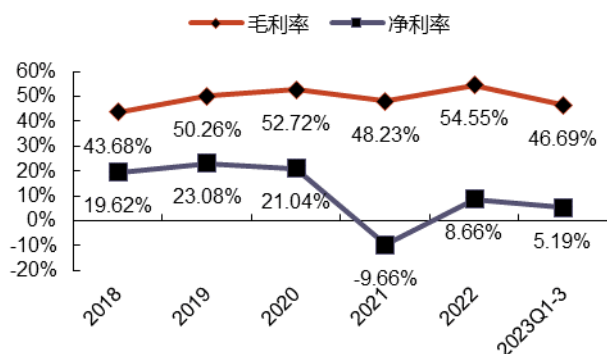


资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

公司毛利率稳定在高位，2023Q1-3 综合毛利率 46.69%，归母净利润率 5.19%，主要由于股权激励费用计提所致。

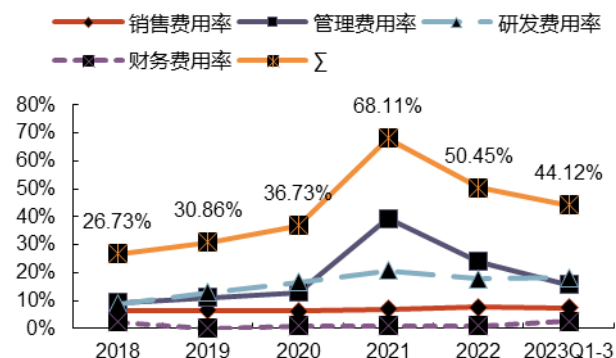
期间费用方面，2023Q1-3 期间费用率总计 44.12%，2022 年以来呈现逐步下降的趋势，主要由于管理费用率下降（计提股权激励费用变少）。细分来看，销售费用率 7.50%、管理费用率 15.80%、研发费用率 18.31%。

图 61：铂力特毛利率&净利率



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

图 62：铂力特期间费用率

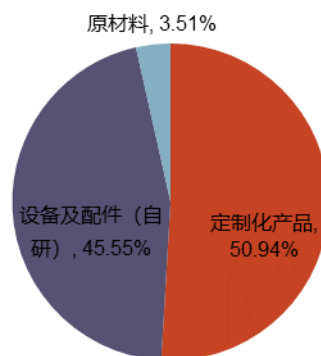


资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

4.2.3、专注金属 3D 打印，打通产业链上下游

铂力特的业务范围涵盖金属 3D 打印服务、设备、原材料、工艺设计开发、软件定制化产品等，构建了较为完整的金属 3D 打印产业生态链。公司营收主要可分为三大板块：定制化 3D 打印产品、设备及配件、原材料，其中定制化产品业务近年来增长较快，已成为公司最主要的收入来源，2022 年营收占比达 50.94%。

图 63：2022 年铂力特营收结构



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

3D 打印定制化产品

公司金属 3D 打印定制化产品服务基于客户产品技术要求及成本驱动，产品尺寸从毫米级到数米级。可选择 SLM、LSF、WAAM 技术等，成形材料涵盖钛合金、高温合金、铝合金、铜合金、不锈钢、模具钢、高强度钢等多个种类，其中以高温合金和钛合金为主。

图 64：铂力特定制化产品（整体叶盘、缘条、燃油喷嘴）



资料来源：公司官网，光大证券研究所整理

公司生产的定制化金属 3D 打印产品，广泛应用于航空航天、汽车、医疗、模具、电子、能源动力等领域，先后承担工信部、科技部多类 3D 打印科研攻关项目，参与支持多个国防型号工程的研制与交付，完成了多项装备发展部、国防科工局的 3D 打印技术攻关任务。

2020 年 3 月，公司收到空中客车公司零部件认证团队对公司制造的 A330-NEO 某 3D 打印零件的认证结果，该零件由 BLT-S310 打印，零件性能达到空中客车民用航空零件的装机要求。

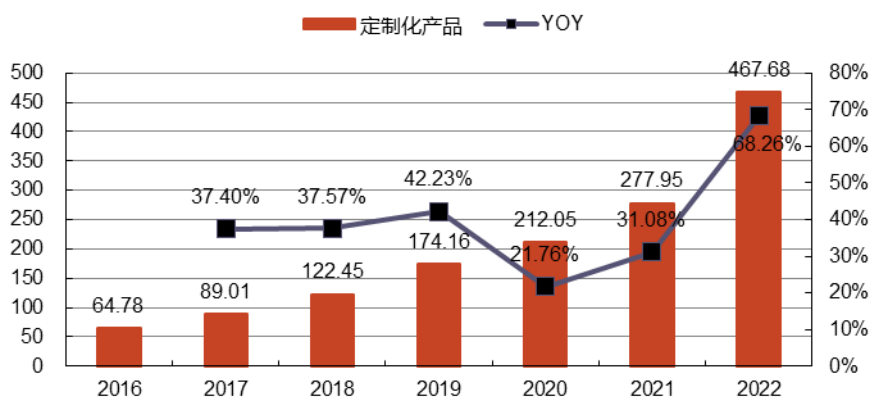
表 15：铂力特金属 3D 打印定制化产品

应用行业	使用材料	产品
航空航天	高温合金	发动机集成件、空心叶片、燃油喷嘴、叶轮盘等
	钛合金	格栅舱门、通风器、钛合金框、主连接箱体零件、飞机中央翼上下缘条等
	铝合金	飞机进气道零件、卫星膀胱支架、卫星天线支架等
	铜合金	发动机尾喷管、高频感应线圈等
船舶	不锈钢	冷却器等
汽车	铝合金	赛车前后机身承立柱、轮毂、摇臂等
能源	不锈钢	转轮等
核工业	钨合金	钨合金光栅等
电子	铝合金	天线信号接收板等
模具	模具钢	底盖零件、注塑模具、鞋模等

资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

截至 2022 年，3D 打印定制化产品已成为公司最重要的收入来源，营收占比达 50.94%，同比增长达 68.26%。3D 打印定制化产品是公司衔接下游客户需求的重要途径，公司贴合客户需求进行产品生产，能够更好地发掘产品痛点，对症下药，有望成为公司未来扩大市场份额的重要途径。

图 65：铂力特 3D 打印定制化产品营收（单位：百万元）



资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

自研设备及配件

公司自研金属 3D 打印设备主要分为 PBF 技术和 DED 技术，其中 SLM（PBF）设备占主要地位。

图 66：BLT-S310



资料来源：公司官网，光大证券研究所整理

公司自主研发十余个型号，不同型号设备对应不同细分市场，出货量及市场占有率在国内金属 3D 打印设备市场位居前列，且设备的部分核心参数能够达到国际先进水平。

表 16：铂力特 3D 打印设备产品

技术类型	产品型号	应用领域	成形尺寸 (mm)	激光器	成形效率 (cm ³ /h)
PBF	BLT-S310/S320	铂力特最成熟的 SLM 设备, 已广泛应用于航空、航天、汽车、医疗、科研等各个领域	250*250*400	500W* (1/2)	25/50
PBF	BLT-S400	主要针对航空航天、汽车模具等行业开发设计, 成形尺寸更大, 能够实现更大零部件打印	400*250*400	500W* (2/3)	50/75
PBF	BLT-S450/ BLT-S450T/ BLT-S450Q	面向航空、航天、医疗、汽车等多领域用户生产需求开发的高效率高质量金属 3D 打印综合系统	400*400*500/ 400*450*500/ 450*450*500	500W* (2/4)	25/50/100
PBF	BLT-S510/ BLT-S515	面向航空航天、科研院所等领域的高品质金属 3D 打印设备	500*500*1000/ 500*500*1500	500W* (4/6)	100/150
PBF	BLT-S600	面向航空航天、科研院所等领域的高品质金属 3D 打印设备	600*600*600	500W* (4/6)	100/150
PBF	BLT-S800	面向航空航天、科研院所等领域的高品质金属 3D 打印设备	800*800*600	500W (6/8/10)	150/200/250
PBF	BLT-S1000	面向航空航天、科研院所等领域的高品质金属 3D 打印设备。	1200*600*1500	500W* (8/10/12/16)	200/250/300
PBF	BLT-A400	面向工业、模具、医疗等行业都有对应的解决方案, 成形材料广泛, 可实现批量化优质生产。	400*300*400	500W* (2/3)	50/75
PBF	BLT-A300+	主要面向职业教育领域	250*250*300	500W*1	25
DED	BLT-C400	主要面向航空航天等高附加值中小型零部件修复市场开发的专用设备	400*400*400	500W*1	
DED	BLT-C600	主要面向航空航天等高附加值中小型零部件成形与修复市场开发, 集成修复与成形功能于一体	600*600*1000	500W/1000W/2000W*1	
DED	BLT-C1000	主要面向航空航天大型零部件的毛坯件制备与大型零部件修复市场开发	1500*1000*1000	2000-8000W*1	

资料来源：公司公告，公司官网，光大证券研究所整理

原材料

公司在原材料研发方面的核心人员拥有多年金属 3D 打印专用材料研发及应用经验，在新材料研究方法、材料特性发掘及应用方面积累了丰富的经验，为公司金属 3D 打印专用材料的产业化打下了深厚基础。公司生产粉末制备工艺成熟稳定，粉末球形度、空心粉率、杂质含量、特殊元素含量均达到行业先进水平。

图 67：铂力特-金属粉末



资料来源：公司官网，光大证券研究所整理

铂力特拥有制粉专用车间，厂房面积 5000 平方米，具有多条粉末生产线，具有年产 400 吨高品质成品粉末的能力。

4.2.4、公司看点

(1) 设备&服务双驱，打造国内金属 3D 打印龙头

公司通过布局 3D 打印设备&3D 打印服务，支撑其营收业绩的高速增长。从放量节点上判断，新技术的应用拓展，将伴随着相关设备的快速起量，进而助力公司营收高速增长；而后续随 3D 打印技术相关应用的不断拓展，3D 打印服务业务将进一步助力公司快速成长。

(2) 定增募资，持续扩大产能，巩固行业地位

公司上市以来，持续扩充产能：当 2022 年定增项目后续落地&投产，将总共形成超大型设备机时 124.2 万小时/年、大型设备机时 75.33 万小时/年、中小型设备机时 110.97 万小时/年；金属 3D 打印设备 1400 台/年；金属 3D 打印原材料 1200 吨/年的产能。为后续高端产品渗透率提升&民品应用空间打开后抢占市场份额提前布局。

表 17：公司历次产能扩张情况

项目	金属 3D 打印定制化产品机时（万小时/年）			金属 3D 打印设备（台/年）	金属 3D 打印原材料（吨/年）
	超大型设备机时	大型设备机时	中小设备机时		
早期业务及 IPO	18.9	36.45	94.77	400	400
创新能力建设项目				1000	
2022 年定增项目	105.3	38.88	16.2		800
Σ	124.2	75.33	110.97	1400	1200

资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

(3) 股权激励，调动核心员工积极性

为进一步稳定和激励核心团队，为公司长远稳健发展提供机制和人才保障，公司于 2020 年制定了股权激励计划。该股权激励计划授予股票占总股本 5%，主要授予公司高管及核心技术人员，分 4 个归属期，达到目标后每期解除 25%限售股票。股权激励有望调动公司核心团队的工作积极性，推动公司业务的高效开展。

表 18：铂力特 2020 年股权激励计划考核表

归属期	考核年度	年度营业收入(A)	
		目标值(Am)	触发值(An)
第一个归属期	2020	2020 年营业收入较 2019 年增长 25%	2020 年营业收入较 2019 年增长 20%
第二个归属期	2021	2019-2021 年营业收入年复合增长率为 25%	2019-2021 年营业收入年复合增长率为 20%
第三个归属期	2022	2019-2022 年营业收入年复合增长率为 30%	2019-2022 年营业收入年复合增长率为 25%
第四个归属期	2023	2019-2023 年营业收入年复合增长率为 30%	2019-2023 年营业收入年复合增长率为 25%

资料来源：公司公告，光大证券研究所整理

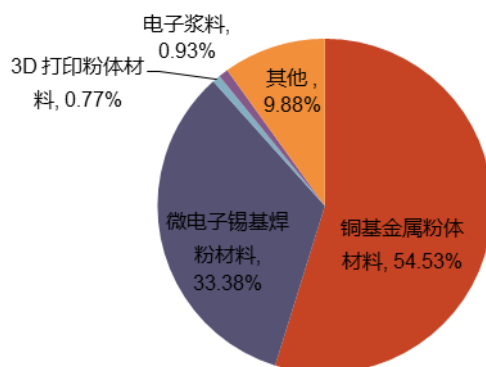
风险提示

下游市场扩展不及预期；公司产能释放不及预期；新技术、新工艺发展超预期；金属 3D 打印市场拓展不及预期；3D 打印服务后续增长不及预期。

4.3、有研粉材（688456.SH）

公司专注于有色金属粉体材料领域，主要从事铜基金属粉体材料、微电子锡基电子互连材料和 3D 打印粉体材料及相关粉体的研发、生产与销售。公司掌握有色金属制粉核心技术和拥有完善的研究开发能力、综合技术服务能力，为粉末冶金、超硬工具、微电子互连封装、摩擦材料、催化剂、电工合金、电碳制品、导电材料、热管理材料、3D 打印等下游多个行业和领域提供基础原材料。其终端产品广泛应用于汽车、高铁、机械、航空、航天、化工、电子信息等领域。

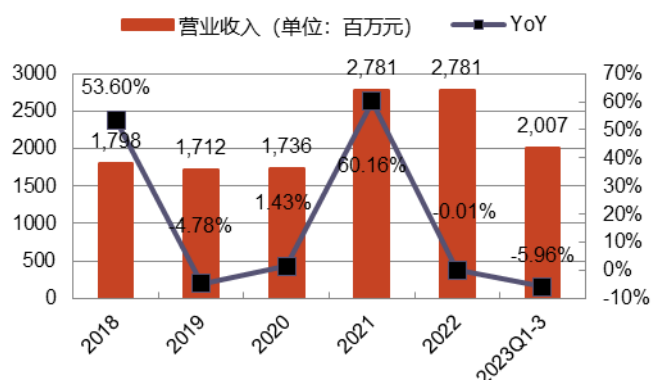
图 68：有研粉材 2022 年收入中，核心业务占比达到 90%



资料来源：公司公告，光大证券研究所绘制

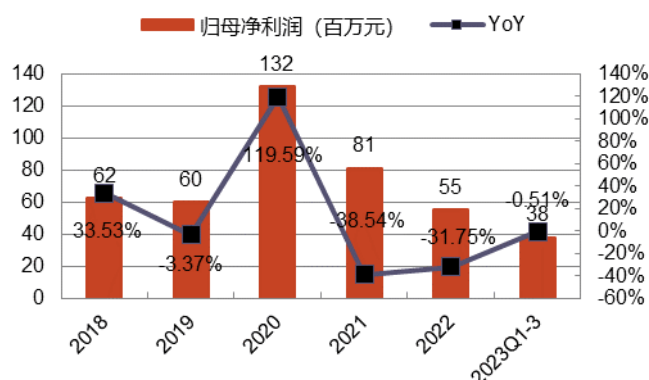
2022 年，公司实现营收 27.81 亿元，与 2021 年几乎持平；实现归母净利润 5544 万元，同比下降 31.75%。其中铜基金属粉体材料实现营收 15.16 亿元，同比下降 9.36%；微电子锡基焊粉材料营收 9.28 亿元，同比增长 14.22%；3D 打印粉体材料营收 2130 万元，同比增加 114.72%，主要是产能扩大所致；电子浆料营收 2573 万元，同比减少 1.48%；其他产品营收 2.75 亿元，同比增加 8.69%。

图 69：有研粉材 2018-2023Q1-3 营收情况



资料来源：公司公告，光大证券研究所

图 70：有研粉材 2018-2023Q1-3 归母净利润情况

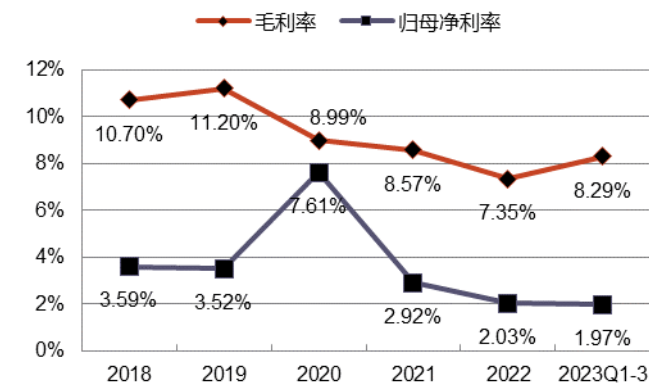


资料来源：公司公告，光大证券研究所

公司为原料生产厂商，毛利率相对较低。近些年毛利率持续走低，或与国际公共卫生事件期间产品交付影响、以及原材料价格波动相关。

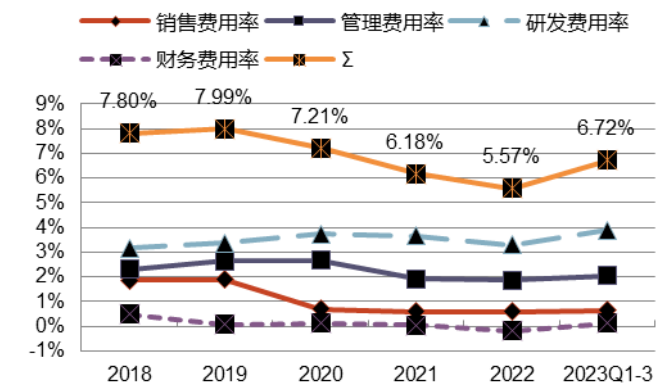
期间费用率方面，公司 2023Q1-3 期间费用率合计 6.72%，其中销售费用率 0.65%，管理费用率 2.04%，研发费用率 3.90%，财务费用率 0.13%。

图 71：有研粉材近年毛利率水平



资料来源：公司公告，光大证券研究所

图 72：有研粉材期间费用率情况



资料来源：公司公告，光大证券研究所

公司持续聚焦金属粉体材料主业，在各细分行业领域依旧保持并发挥了竞争优势。铜基粉体材料领域，抓住国际市场机遇，扩大电解铜粉出口，同比增幅明显；同时积极开拓在摩擦、电碳、催化剂等领域的新客户，实现了批量销售；锡基粉体材料领域，虽然消费电子市场景气度较差，但通过开发境外重点客户，稳定大客户，发挥产品竞争优势，2022 年产品销量同比增长 5.5%，高附加值产品销售贡献稳步提升；3D 打印粉体材料领域，围绕航空航天、设备制造等重点领域，聚焦高温合金、铝合金粉、钛合金粉等重点产品，新扩建产能，提高运行效率，3D 打印粉体产销量快速增长，为该板块跨越式发展奠定了坚实基础。

公司 2021 年完成 IPO，募集的资金主要投向“有研粉末科技创新中心建设项目”、“新建粉体材料基地建设项目”和“泰国产业基地建设项目”三个项目。

表 19：有研粉材募资投向

募集方式	项目名称	项目投资	建设周期	预期效果
IPO (2021)	有研粉末科技创新中心建设项目	总投资 1.08 亿元，其中拟利用募集资金 1.08 亿元	36 个月	对公司实验室升级改造，完善提升研发装备，扩充技术研发团队，进行各项研发费用投入，针对 3D 打印粉体材料工艺开发、先进金属材料开发、粉末冶金技术开发、微电子连接材料开发等课题开展技术研发工作。
	新建粉体材料基地建设项目	总投资 1 亿元，其中拟利用募集资金 1 亿元	18 个月	通过购置具备较强先进性和较高自动化程度的生产、检测及能源供应设施设备，提升公司产品的生产供应能力，进一步满足市场需求。
	泰国产业基地建设项目	总投资 9706 万元，其中拟利用募集资金 9706 万元	36 个月	帮助公司开拓海外市场，推进海外业务布局，提升公司产品在海外市场的竞争力和占有率，提高自身收入规模和盈利水平。
	补充流动资金	总投资 1 亿元，其中拟利用募集资金 1 亿元		

资料来源：公司公告，光大证券研究所

◆ 风险提示

市场需求波动风险；国际化运营风险；大宗原材料波动风险。

5、风险分析

（1）高端领域应用拓展不及预期

目前 3D 打印的主要应用仍在航空航天等高端领域，如果在航空航天领域的渗透率没有持续提升，将在短期限制整个 3D 打印行业的成长性。

（2）民品应用拓展不及预期

民品应用市场广阔，但成本端仍是需要考虑的核心因素，如果 3D 打印行业制造成本持续居高不下，则会影响其在民用领域的应用推进，进而影响行业长期成长性。

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：A 股市场基准为沪深 300 指数；香港市场基准为恒生指数；美国市场基准为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。	

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不曾与、不与、也将不会与本报告中的具体推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）成立于 1996 年，是中国证监会批准的首批三家创新试点证券公司之一，也是世界 500 强企业——中国光大集团股份公司的核心金融服务平台之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
6th Floor, 9 Appold Street, London, United Kingdom, EC2A 2AP