

3D打印：消费电子开启大规模应用，成长空间打开

——3D打印行业深度研究报告

行业评级：看好

2023年8月7日

分析师 邱世梁
邮箱 qiushiliang@stocke.com.cn
电话 18516256639
证书编号 S1230520050001

分析师 王华君
邮箱 wanghuajun@stocke.com.cn
电话 18610723118
证书编号 S1230520080005

分析师 李思扬
邮箱 lisiyang@stocke.com.cn
电话 15116271889
证书编号 S1230522020001

3D打印：消费电子开启大规模应用，成长空间打开

1、3D打印：钛合金引领消费电子革命，未来市场空间有望打开

- 3D打印是传统制造工艺的革新。3D打印又被称为增材制造，是一种快速成型技术，通过逐层打印的方式来构造物体的技术。
- 钛合金3D打印实现消费电子领域突破，未来成长空间有望打开。2023年7月，荣耀Magic V2首次大规模使用钛合金3D打印技术。3D打印首次在消费电子领域大规模使用，改变了过去3D打印“多品种、小批量”应用的常规认知，未来成长空间有望打开。
- 驱动因素：技术突破、成本下降、效率提升、ESG需求及认知度提升，驱动3D打印技术在消费电子领域实现突破。

2、3D打印应用领域：航空航天、消费电子、汽车、人形机器人、无人机/飞行汽车领域未来前景可期

- 航空航天：由零部件向整机，3D打印应用前景广阔。目前3D打印主要应用于发动机等零部件领域，未来有望向整机制造升级。
- 消费电子：有望持续拓展多品类及零部件应用，其中钛合金3D打印有望实现消费电子多品类应用，液冷散热构件未来应用可期。
- 汽车：3D打印技术有望贯穿汽车生产全产业链，从原型打印向零部件及整车制造发展，特别是在新能源汽车热管理等相关领域。
- 人形机器人：未来3D打印有望逐步从研发阶段走向生产阶段，人形机器人手板及骨骼、肢体等部件未来应用可期。
- 无人机/飞行汽车：碳纤维有望成为未来的主流技术。碳纤维比强度高、比模量高，在无人机/飞行汽车领域应用前景广阔。

3、3D打印材料：金属、高分子、陶瓷、复合材料有望多领域实现突破

- 3D打印材料：主要包括金属、高分子、陶瓷及复合材料等。我国3D打印市场中，非金属与金属材料占比分别约为39%/61%。
- 金属材料：金属材料多样化及材料组合为未来发展方向，钨合金、钴铬合金等材料应用前景可期。
- 高分子材料：有望打开鞋类、汽车及物流机器人市场空间。
- 陶瓷材料：碳化硅陶瓷或将成为突破领域，有望广泛应用于航空航天、微电子、汽车工业、核工业等领域。
- 复合材料：未来随着成本下降，有望从军用走向民用市场。碳纤维复合材料具有比强度、比模量高特性，未来应用可期。

4、核心标的：重点关注3D打印产业链综合布局企业

- 产业链综合布局标的：重点推荐铂力特、华曙高科。

5、风险提示：产业化不及预期风险；市场竞争加剧风险。

目录

CONTENTS

01

3D打印：钛合金引领革命，市场空间有望打开

3D打印：从“减材”向“增材”，传统制造工艺的革新

钛合金3D打印引领革命，消费电子领域市场空间打开

技术进步、成本下降及效率提升，驱动3D打印在消费电子领域实现突破

02

应用：军工、消费及工业多领域未来前景可期

航空航天：由零部件向整机，3D打印应用前景广阔

消费电子：钛合金引领变革，手机液冷散热未来应用可期

汽车：从原型到零部件到整机，3D打印有望贯穿汽车生产全产业链

人形机器人：从研发到生产，3D打印有望应用于人形机器人手板、骨骼、肢体等部件

无人机/飞行汽车：碳纤维有望成为未来的主流技术

03

材料：金属/高分子/陶瓷/复合材料有望多领域突破

3D打印材料：主要包括金属、高分子、陶瓷及复合材料等

金属材料：金属材料多样化及材料组合为未来发展方向

高分子材料：3D打印有望打开鞋类、汽车及物流机器人市场空间

陶瓷材料：碳化硅陶瓷或将成为突破领域

复合材料：未来随着成本下降，碳纤维材料有望从军用走向民用市场。

04

核心标的、风险提示

重点推荐铂力特、华曙高科

01

3D打印：钛合金引领消费电子革命，市场空间有望打开

3D打印：从“减材”向“增材”，传统制造工艺的革新

- **3D打印：又被称为增材制造，是一种快速成型技术。** 3D打印是以数字模型文件为基础，运用粉末状金属或塑料等可粘合材料，通过逐层打印的方式来构造物体的技术。
- **传统工艺：采用的制造技术是减材制造，** 主要通过去除材料来生产出所需要的零部件。
- **3D打印相比传统工艺具有：** 1) 适用于制造复杂物体；2) 节省材料、降低成本；3) 缩短研发制造周期；4) 轻量化、一体化成型；5) 满足定制化需求等优势。

表：3D打印与传统工艺优劣势对比

项目	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）
示意图	<p>原材料 → 增材加工 → 增材产品 + 废料</p>	<p>原材料 → 减材加工 → 减材产品 + 废料</p>

钛合金3D打印引领革命，消费电子领域市场空间打开

- **荣耀、苹果有望引入钛合金3D打印技术，引领行业技术迭代。**据界面新闻与证券日报，2023年7月，荣耀发布的折叠屏手机 Magic V2，第一次大规模使用钛合金3D打印技术，该技术主要用于铰链的轴盖部分，这是3D金属工艺结构件首次在手机上大规模使用。相比此前的不锈钢和铝合金材质，钛合金能够更好地兼具坚固和轻薄的特点，从而降低手机的厚度和重量，并提高强度。3D打印首次大规模在消费电子中进行应用，具有里程碑式的战略意义，未来有望打开成长空间。

图：荣耀Magic V2首次采用钛合金3D打印技术，有望打开消费电子领域市场空间



3D打印引入消费电子领域，有望改变传统“多品种、小批量”供应格局

- **成本、速度及快速成型优势显著，3D打印过去主要用于“多品种、小批量”产品供应。**3D打印能够快速成型，可在多品种产品生产中发挥优势。同时，在小批量情况下，3D打印技术在成本、速度和灵活性等方面优于传统制造工艺。据远铸智能，以生产500件FUNMAT PRO 410喷头罩壳为例，采用传统注塑开模方式生产单个喷头罩壳的成本要比3D打印工艺高出55%。
- **3D打印技术引入消费电子领域，未来有望开启大批量生产时代。**3D打印首次在消费电子领域大规模使用，有望改变过去3D打印“多品种、小批量”的供应格局，在未来实现大批量生产。

图表：3D打印生产小批量零部件相比传统工艺更具成本、效率优势（以生产GoPro相机复合弓支架StaBowMount为例）



	传统注塑工艺	3D打印
制造模具所需的时间（周）	12	0
生产1000个零件订单所需的时间（天）	3	12
交付第一批1000个零件的总交货时间（天）	87	12

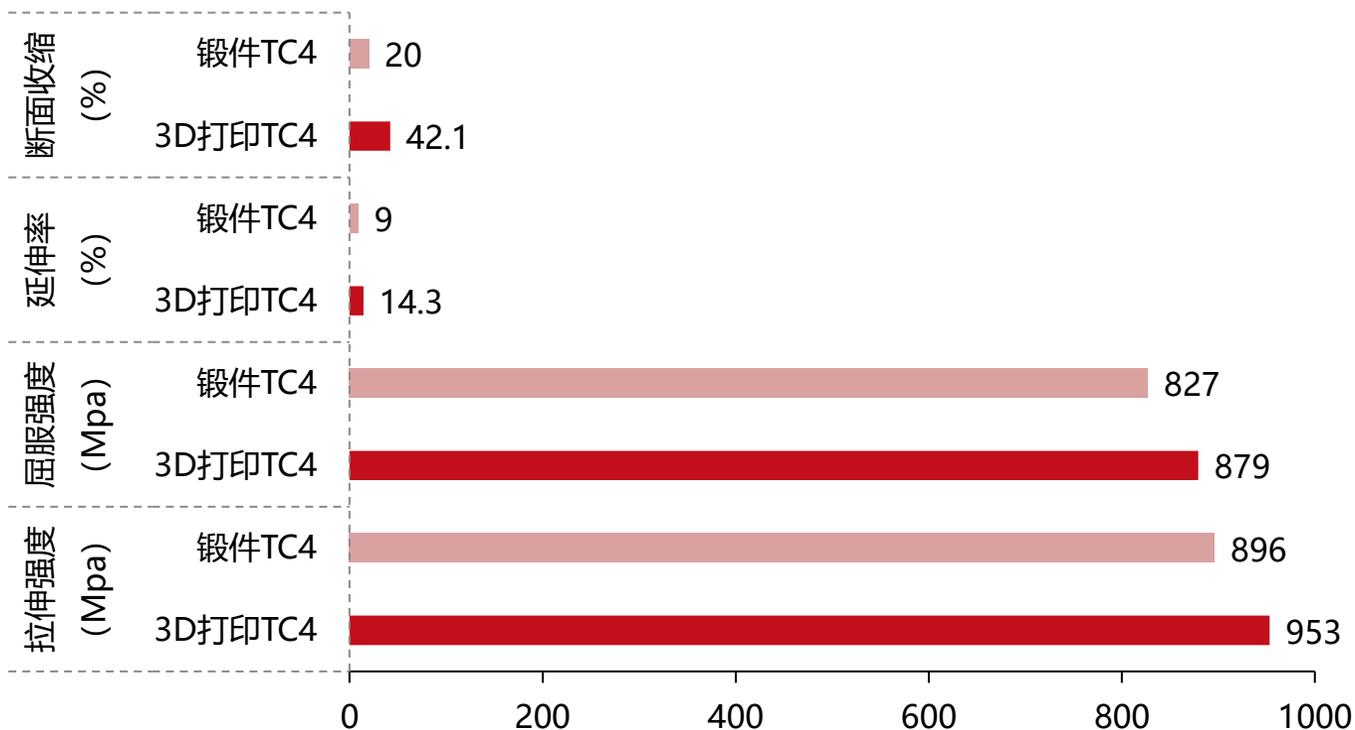
	传统注塑工艺	3D打印
模具成本	\$35,000	\$0
单个零件生产成本	\$4	\$12.72
允许的最小订单量（个）	1000	187
预计年销量（个）		1000
模具摊销年限（年）		4
4年内，生产的零件总量（个）	4000	4000
4年内，单个零件生产成本	\$13	\$12.72

技术进步、成本下降及效率提升是3D打印在消费电子领域实现大规模应用的前提

驱动因素一：技术进步

- **3D打印能够有效解决钛合金加工问题。**钛合金材料存在加工难度大、良率低等问题，从而使得制造成本过高。通过3D打印技术，尤其是金属粉末激光熔化技术，能够有效地解决钛合金材料成型的问题，大大降低了生产成本。

表：钛合金TC4 (Ti-6Al-4V) 3D打印与传统锻造工艺力学性能（塑性变形能力）对比

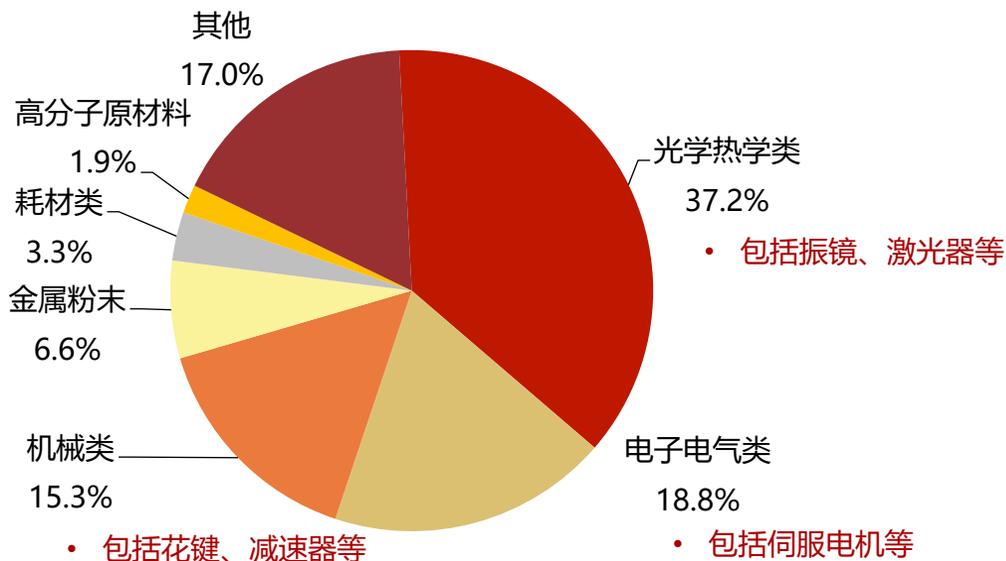


技术进步、成本下降及效率提升是3D打印在消费电子领域实现大规模应用的前提

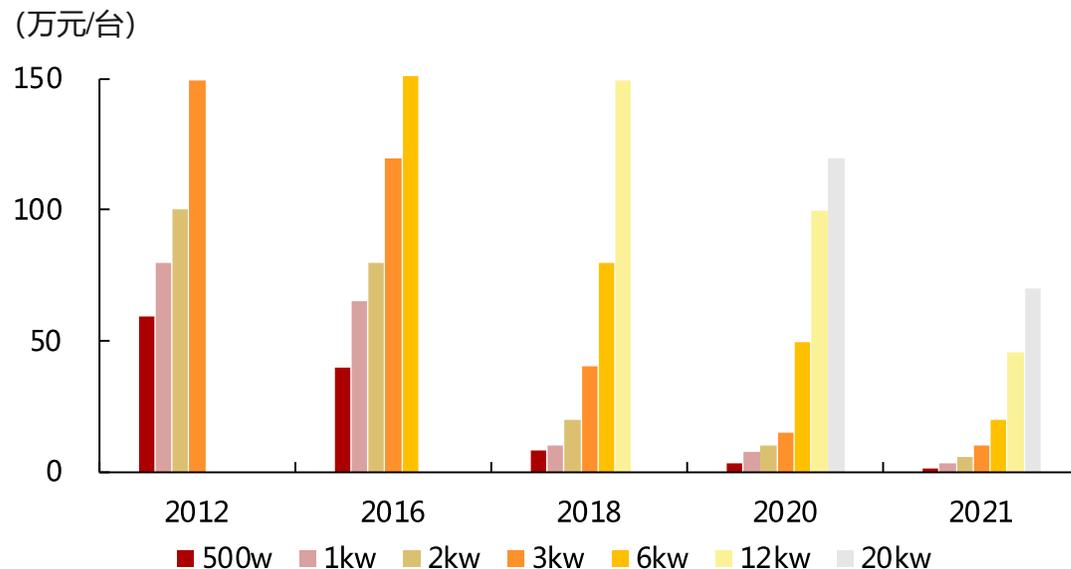
驱动因素二：成本下降

- **光学光热类/电子电气类/机械类/金属粉末为3D打印设备主要成本。**据华曙高科招股书，2022H1华曙高科直接材料占3D打印设备及辅机配件的80.4%，同时2022H1光学热学类/电子电气类/机械类/金属粉末/耗材类/高分子原材料分别占原材料采购成本（剔除外协件）的37.2%/18.8%/15.3%/6.6%/3.3%/1.9%。
- **3D打印材料、设备成本快速下降。**据铂力特公司公告，我国金属3D打印粉末价格持续下降，铂力特自制金属3D打印粉末平均售价由2020年的144.48万元/吨下降至2022年的78.19万元/吨，降幅达45.9%。据前瞻产业研究院，我国激光器价格下降趋势明显，我国3kW光纤激光器价格从2018年的40万元/台下降至2021年的10万元/台，降幅达75.0%。据中经产业信息研究网，我国激光振镜平均价格已由2017年的2225.71元/套下降至2021年的2139.43元/套。

图：2022H1华曙高科原材料采购成本结构（剔除外协件）



图：2012-2021年我国各功率光纤激光器价格呈下降趋势



技术进步、成本下降及效率提升是3D打印在消费电子领域实现大规模应用的前提

驱动因素三：效率提升

■ 3D打印通过增加激光头、增加层厚、改变铺粉方式及嫁接打印等方式提升效率。

增加激光头

- 据3D打印技术参考，增材制造行业自2017年开发出多激光打印策略后，每增加一个激光头设备的打印效率就提升20-50%。据铂力特微信公众号，铂力特BLT-A450设备配置六激光，与市面同体量设备所配置的四激光相比，打印效率提升约30%。

表：铂力特BLT-A450设备六激光比市面四激光效率提升约30%

	激光数量	材料	整版数量	成型高度	成型时间
满版 分水器	四激光	高温合金	40个	45mm	72h
	六激光				50h
满版水 冷机壳	四激光	铝合金	36个	100mm	103h
	六激光				71h

表：铂力特设备打印层厚增加，打印效率提升

产品信息	零件层厚	激光功率	BLT-A320		BLT-A320M	
			机时(h)	效率(g/h)	机时(h)	效率(g/h)
热 咀 套	50μm	500w	28.2	229.5	25.8	251.8
	80μm	500w	17.6	371.1	16.1	407.4
	100μm	500w	-	-	14.1	438.0
	120μm	1000w	-	-	11.8	536.2
	140μm	1000w	-	-	10.1	603.1

表：华曙高科电子烟模具嫁接打印相比整体打印效率提升70%

	整体打印	嫁接打印	
加工时间	20小时	6小时	效率提高70%
粉材用量	2.6kg	0.8kg	成本减少69%

增加层厚

- 打印层厚增加，能够减少打印次数，提高打印效率。据白令三维3D打印，当打印层高为100mm，层厚为0.1mm时，需要打印1000层，当层厚为0.2mm时，则只需打印500层。

嫁接打印

- 嫁接打印是指并非从零开始，而是在现有的材料上完成零件增材制造过程。
- 据华曙高科官网，以电子烟模具为例，华曙高科嫁接打印相比整体打印效率提升70%。

改变铺粉方式

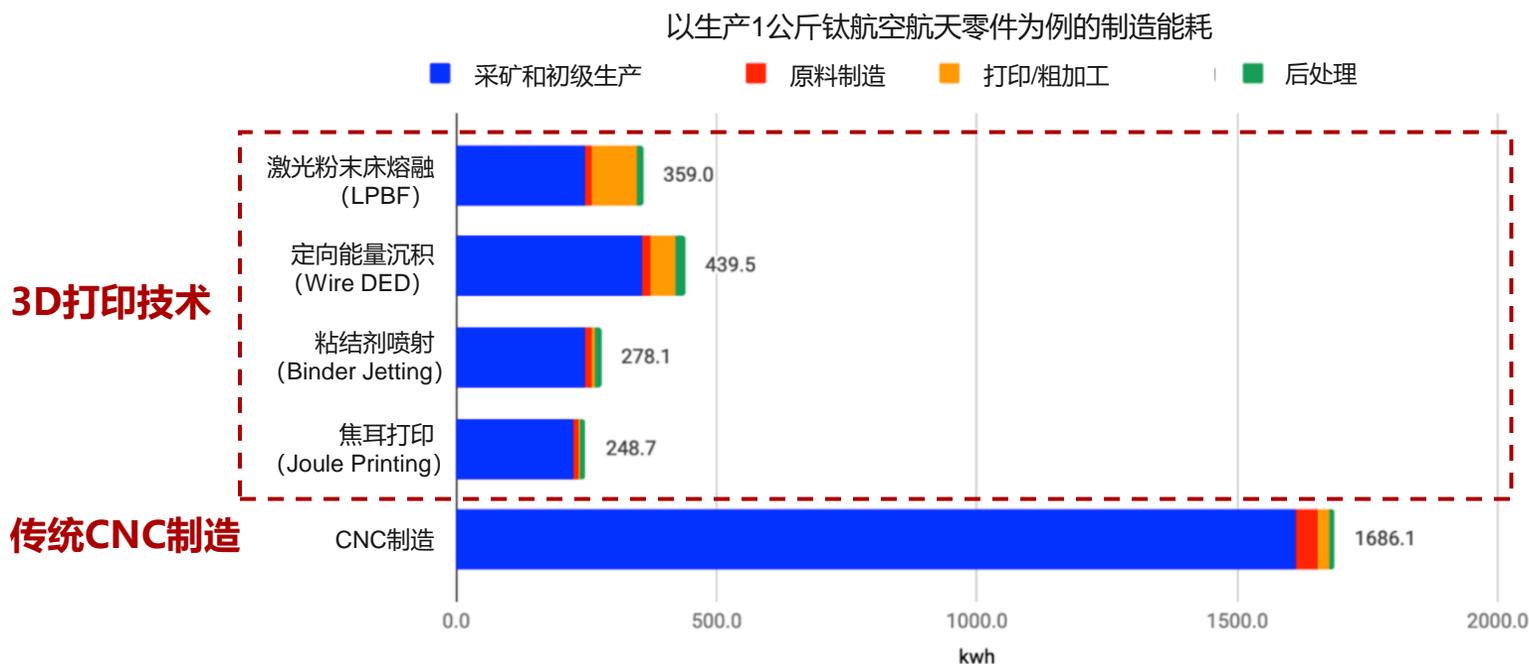
- **双向铺粉**：目前产业内已经完成了双向铺粉技术的普及。据华曙高科官网，华曙高科FS350M采用的双向铺粉技术相比传统单向铺粉效率提高38%。
- **变速铺粉**：目前具有自主定制软件能力的公司已经开始研究变速铺粉的策略。

技术进步、成本下降及效率提升是3D打印在消费电子领域实现大规模应用的前提

驱动因素四：ESG需求

- **3D打印能够节省材料、降低能耗。**据美国能效和可再生能源局，相较于传统制造方法，增材制造可以将材料成本和浪费降低近90%，同时将能耗降低25%。同时，目前越来越多的3D打印支持材料回收循环，进而减少材料浪费。
- **3D打印制造过程环境污染小。**传统工艺所产生的废渣、废水、废气有害物质会对环境造成污染，而3D打印机可以可再生生物降解为原料，通过电源产生的高温熔化喷出熔融物并逐层堆积而成，减少毒气、噪声和化学物质等污染。

图：3D打印技术相比传统CNC制造能耗更低

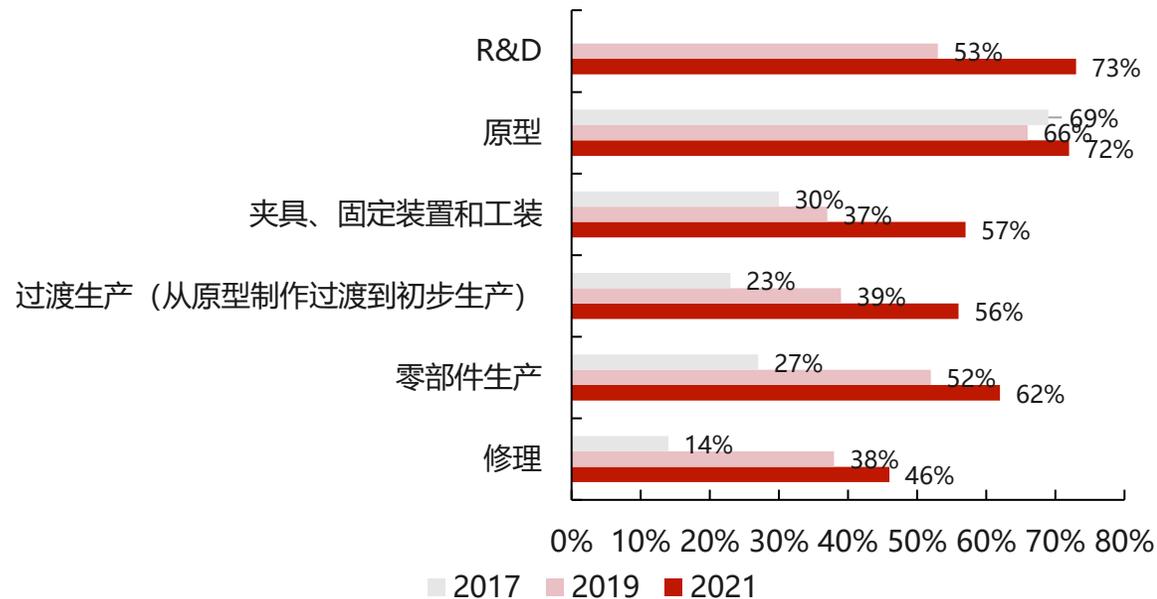


技术进步、成本下降及效率提升是3D打印在消费电子领域实现大规模应用的前提

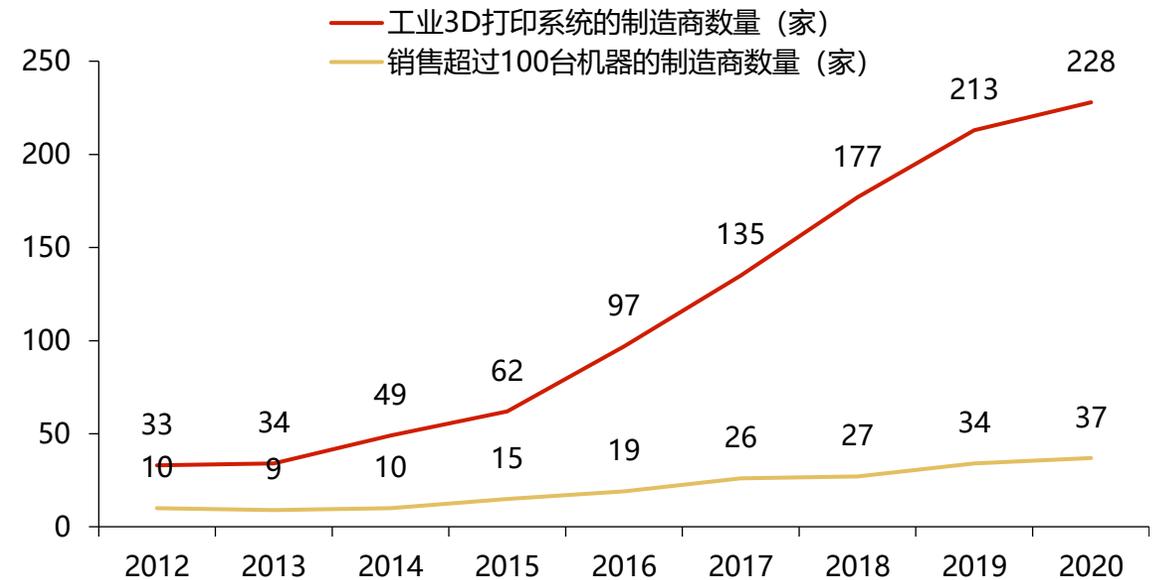
驱动因素四：认知度提升

■ **3D打印认知度、接受度正在逐步提升。**据Ultimaker《3D Printing Sentiment Index 2021》于2020年12月调查的调查数据，被调查者对3D打印的认知度与采用率已分别提高到71%/39%，较上一次调查增长4%/4%。据Jabil调查数据，2021年被调查者在研发/原型/夹具、固定装置和工装/过渡生产/零部件生产/修理的3D打印使用率达73%/72%/57%/56%/62%/46%，较2019年增长20/6/20/17/10/8pct。据Wohlers Associates、前瞻产业研究院，全球工业3D打印系统制造商由2012年的33家增长至2020年的228家（为2012年的7倍）。

图：客户在各领域的3D打印使用率均呈上升趋势



图：2012-2020年全球3D打印设备制造商数量增加

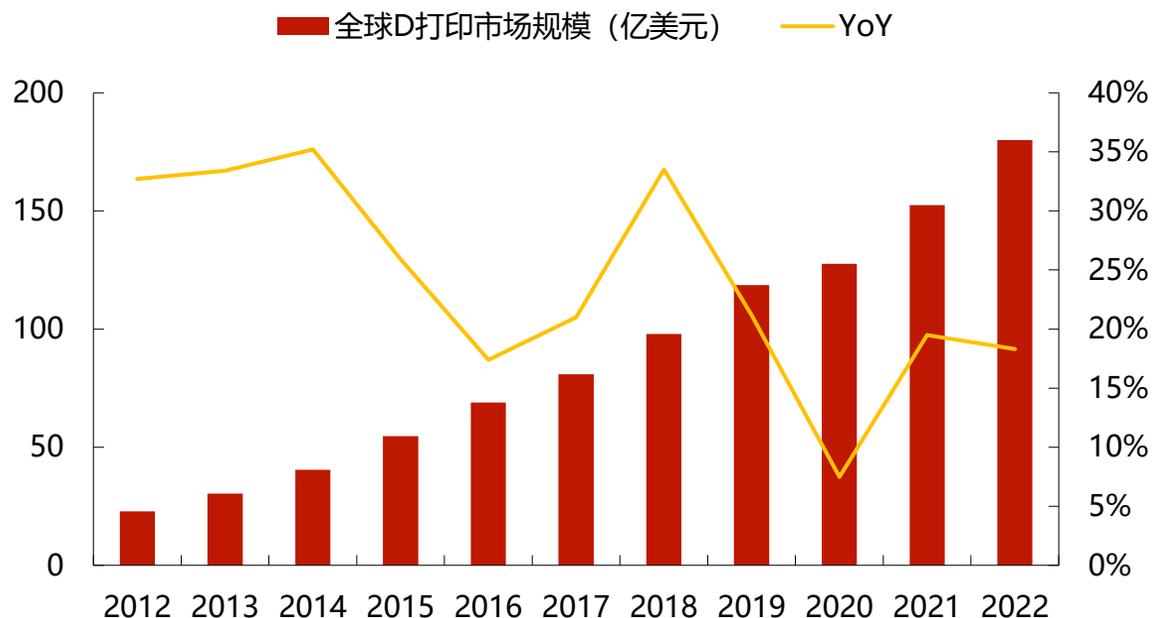


02

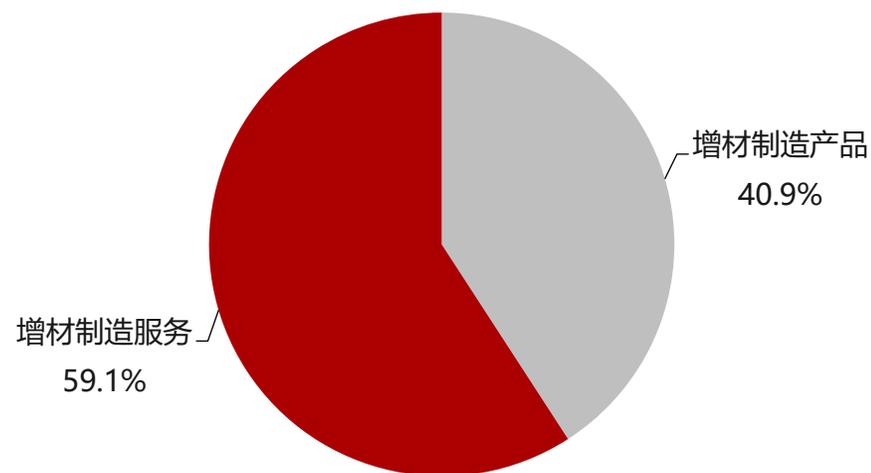
应用：航空航天、消费电子、汽车、人形机器人、无人机/飞行汽车领域未来前景可期

- 2022年全球3D打印市场规模达180亿元，预计2025年将达298亿美元，2022-2025年CAGR为18.3%。据Wohlers Associates《Wohlers Report 2023》、3D打印技术参考，全球增材制造市场规模由2017年的80.95亿元增长至2022年的180亿美元，同比增长18.3%，2017-2022年CAGR为17.3%。据Wohlers预测，预计2025年增材制造收入规模将达298亿美元，2022-2025年CAGR为18.3%；预计2030年将达853亿美元，2022-2030年CAGR为21.5%。

图：2012-2022年全球增材制造市场规模



图：2021年全球增材制造市场规模结构



上游环节

材料与软硬件供应

材料：金属材料、非金属材料、生物材料、复合材料等

硬件：激光器、DLP光引擎、主板、振镜系统等

软件：建模、切片、控制软件、CAD等



中游环节

设备生产/制造服务商

熔融沉积成型(FDM)

生物打印

光固化成型(SLA)

电子束熔化(EBM)

数字光处理(DLP)

选择性热烧结(SHS)

选择性激光烧结/熔化(SLS/SLM)

三维打印快速成型(3DP)

激光熔覆成型(LMD)

.....



下游环节

客户及应用

汽车工业

航空航天

生物医疗

消费娱乐

建筑打印

政府/军事

专业培训

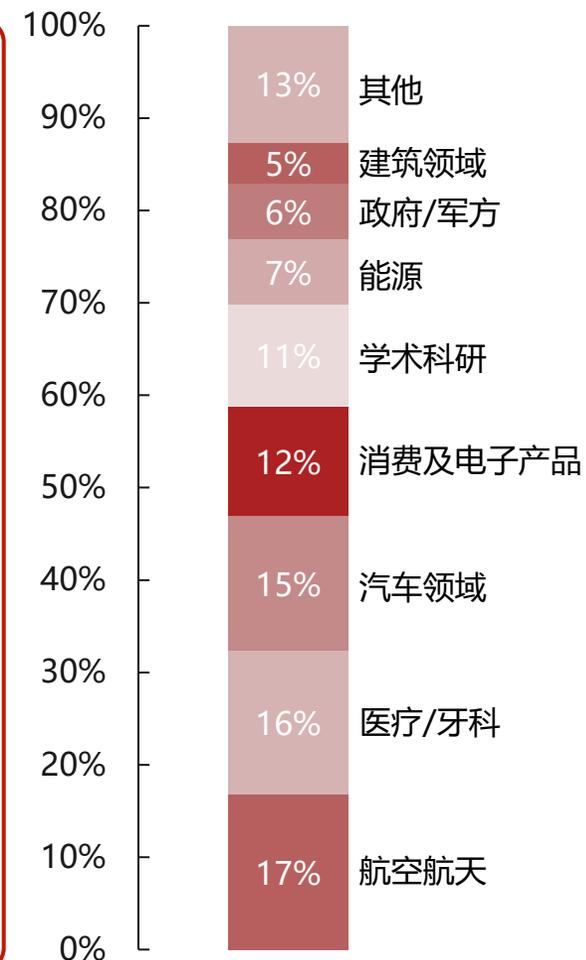
文创工艺

时尚生活

.....



3D打印下游应用结构 (2021年)



缩短研发制造周期

- 3D打印无需模具，能够缩短产品研发制造周期。

制造复杂部件

- 3D打印可制造更为复杂、精确的部件，并且可在制造过程中添加新材料或实现材料组合。

节省材料、降低成本

- 航空航天制造多采用价格昂贵且难加工的材料，如钛合金、镍基、高温合金等。传统工艺材料利用率低（不高于10%，甚至仅2%-5%），成本较高。3D打印可将材料利用率提升至60%，甚至90%以上，从而降低制造成本。

实现轻量化

- 减重对于航空航天飞行器具有重要意义，据铂力特招股说明书，飞机重量减少1磅，平均每年可以节省1.1万加仑燃油，3D打印可通过优化复杂零部件结构达到减重的效果。

增材再制造，修复损伤零部件

- 3D打印可以对损伤零部件进行修复，无需进行传统的主要结构修复或部件更换，能够降低成本。

提升零部件强度和耐用性

- 3D打印技术可以方便地加工高温难熔、难加工、高硬度的材料，金属零件直接成形时的快速凝固特征可提高零件的机械性能和耐腐蚀性，可在成形零件可在不损失塑性的情况下提高强度。

价格敏感性低、小批量生产

- 航空航天具有价格敏感性低、小批量的特性，适宜采用3D打印技术。

- **目前3D打印技术主要用于发动机等航空航天器零部件。**目前航空航天领域正在不断探索使用增材制造生产飞机零件，包括发动机部件（如带有内部冷却通道的涡轮叶片、燃料喷嘴和压缩机及集成管道系统），以及各种铰链、支架、内部组件、轻量化机身等。对于发动机而言，飞机和航天器火箭发动机中的静态和旋转部件都受到极端性能要求和恶劣环境的影响，例如高温、高压、腐蚀等，这些性能通常要求压缩机叶片、涡轮叶片、导流器和叶轮等零部件具备高度复杂的形状并由特殊材料制造，因此使用3D打印技术可以显著提高航空航天器的性能。
- 例如，通用电气波音新型777X客机的新GE9X发动机在7个多部件组件中拥有304个3D打印零件，其中228个低压涡轮叶片采用EBM工艺和TiAl合金制造，其重量为航空用传统镍基合金涡轮叶片的50%，这使得GE9X比前身GE90发动机油耗降低了10%。

图：GE9X发动机在多个零部件采用3D打印技术



图：3D打印的GE9X发动机TiAl合金叶片



- 3D打印技术显现出从零部件向整机制造扩展的趋势。目前国内外企业和研究机构利用3D打印技术不仅打印出了飞机、导弹、卫星、载人及货运飞船等的零部件，还打印出了发动机、无人机、微卫星、火箭等航空航天领域整机。
- 例如，2023年3月，美国相对论空间公司发射了全球首枚3D打印运载火箭“人族一号”，该火箭85%的箭体结构（包括发动机）采用3D打印而成。火箭已成功通过Max-Q阶段，一级飞行正常，一二级分离正常，首次向全世界展示了3D打印火箭可承受最恶劣的轨道发射条件。尽管分离后的火箭二级未能成功点火，但对于3D打印技术在航空航天领域的发展具有里程碑式的意义。
- 航空航天领域3D打印市场有望进一步打开。未来随着3D打印技术不断进步，3D打印在航空航天领域有望进一步打开市场空间。

图：人族1号火箭85%的箭体结构采用3D打印技术

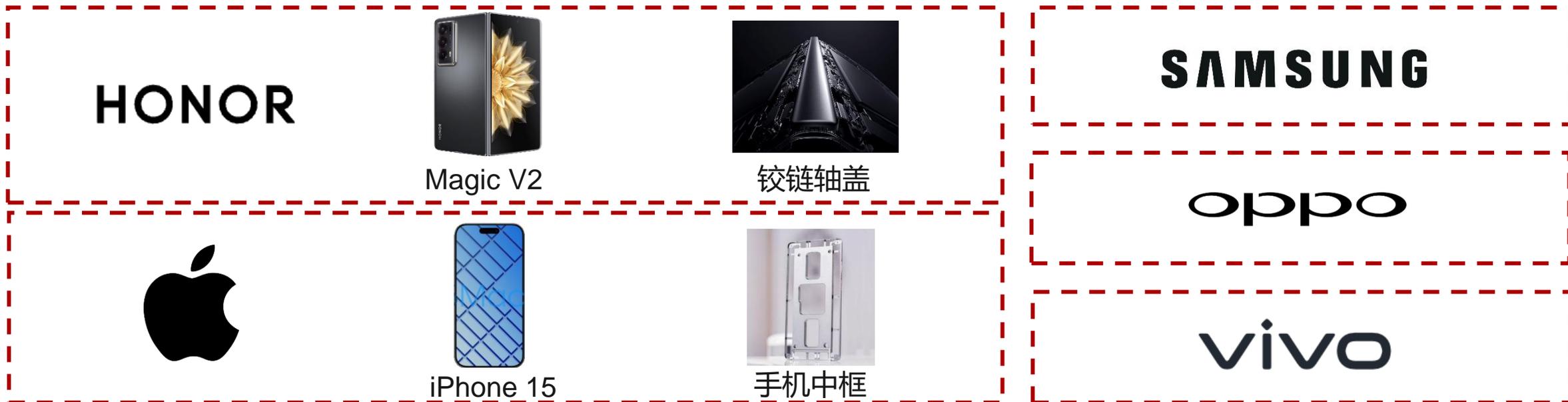


图：人族1号火箭示意图



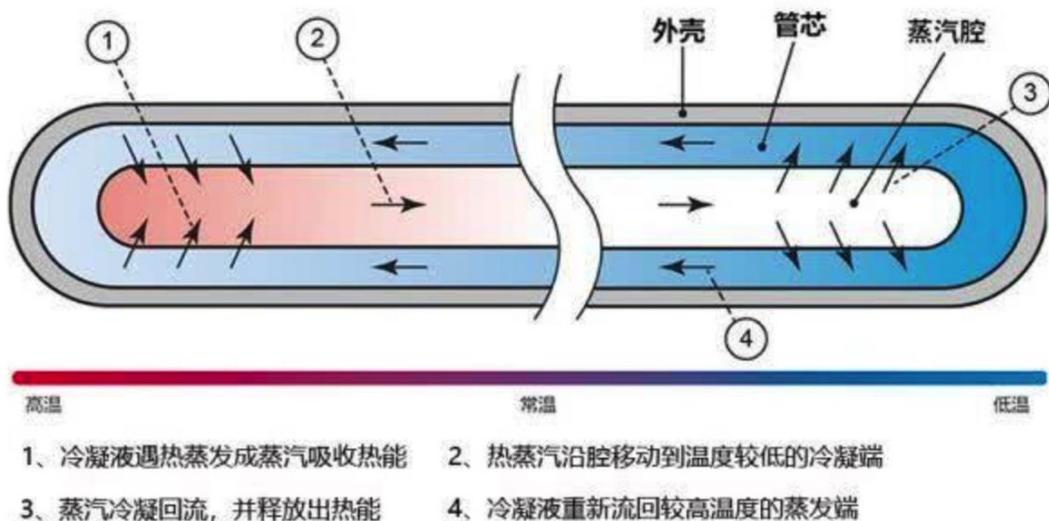
- **荣耀、苹果有望引入钛合金3D打印技术，引领消费电子领域变革。**2023年7月，荣耀发布的折叠屏手机Magic V2，第一次大规模使用钛合金3D打印技术，该技术主要用于铰链的轴盖部分，这是3D金属工艺结构件在手机上首次大规模使用。同时，苹果公司已累计获得钛合金材料相关专利8项，未来在iPhone 15上有可能将中框结构件用钛合金替换之前的铝合金。此外，目前三星、OPPO、vivo等公司都开始加速与供应链沟通、测试，试图在下一代产品中用上钛合金技术。
- **未来随着成本下降，3D打印消费电子市场空间有望打开。**目前钛合金轴盖的材料成本30元左右，加工成本在200-300元之间。未来随着3D打印技术量产进一步规模化、良率进一步提高，有望带来边际成本下降。价格的进一步下跌，有望带动3D打印在消费电子应用领域的扩张，打开市场空间。

图：手机厂商加速推进钛合金3D打印技术，有望打开消费电子领域空间



- **VC均热板液冷+石墨烯已成为5G手机散热的主流方案。**随着智能手机性能的提升，智能手机功耗快速提升，对散热的需求增加。目前手机散热方式主要分为液冷散热（VC均热板、热管）、风冷散热、石墨散热、导热凝胶散热、金属背板/边框散热等。目前高阶智能手机散热主要采用超薄VC均热板辅以石墨及石墨烯等的散热组合方案，中阶机型则是使用热导管结合石墨散热。VC均热板和热管由纯铜制造的内部密封、中空且填充冷却剂的散热单元组成。
- **3D打印一体化成型、轻量化及制造周期短，手机液冷领域未来前景可期。**液冷散热存在液体泄漏的风险，会导致手机升温、损害零部件。3D打印具有一体化成型、轻量化、制造周期短等特点，能够提高液冷散热构件的密封性及轻薄性，并缩短生产周期。据南极熊3D打印网，2023年5月，芯片研究巨头imec在ITF世界会议上展出的3D打印处理器冷却器将处理器（如CPU和GPU）的能力提高了3.5倍，比目前最好的CPU冷却器性能高出3.5倍。未来3D打印有望在手机液冷散热领域打开市场空间。

图：手机VC均热板散热原理



图：手机液冷热管与VC热均板示意图



缩短研发周期

- 汽车产品会经过数次迭代，**3D打印能够快速制造实物部件或组件的原型。**
- 据3D打印技术参考，福特公司在德国默克尼希设立了用于3D打印原型制造快速技术中心，相较于传统方法需几个星期，福特快速技术中心仅需数小时便可完成原型打印。

实现汽车轻量化

- 3D打印能够通过**优化结构设计**减少零部件质量与数量，**实现汽车车身的轻量化。**
- 据3D科学谷，通用汽车采用Autodesk的拓扑优化将汽车座椅支架-座椅安全带固定部位由8个零件集成为1个零件，同时新部件相比先前的部件减重40%，强度增加20%。

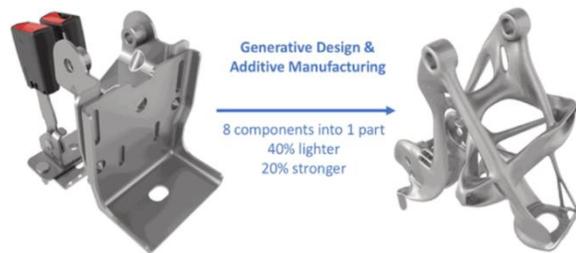
满足个性化定制需求

- 3D打印可以根据客户需求自定义生产，**满足汽车定制化需求。**
- 2020年，保时捷推出一款3D打印的全新形态的定制全桶式座椅，不仅更加符合人体工程学，还具有更轻的重量（相比传统全桶式赛车座椅轻8%以上）和更好的乘坐舒适性。

3D打印可以用于汽车原型制造



通用汽车通过拓扑优化将8个零件集成为1个



宝马采用3D打印定制座椅



- **目前3D打印主要应用于原型与零部件生产领域。** 由于3D打印具有快速成型的特点，因此3D打印在汽车原型制作领域发挥着重要作用。同时，由于3D打印能够实现复杂产品生产，以及轻量化、定制化生产，因此3D打印也被应用于汽车零部件生产领域。目前奔驰、宝马、大众、福特、本田等车企都在持续推进3D打印技术。由于3D打印在复杂及定制化产品生产方面具备优势，因此未来3D打印有望在复杂构造产品及定制化产品方面进一步打开市场空间。
- **未来3D打印有望打通汽车生产全生命周期。** 目前3D打印主要应用于原型和零部件制造阶段，且还未达到量产阶段。随着技术进步、成本下降及车企认知度的提高，未来3D打印技术的应用有望贯穿汽车行业全生命周期，进一步从研发走向生产。

研发

零部件

整车

3D打印用于制造汽车原型

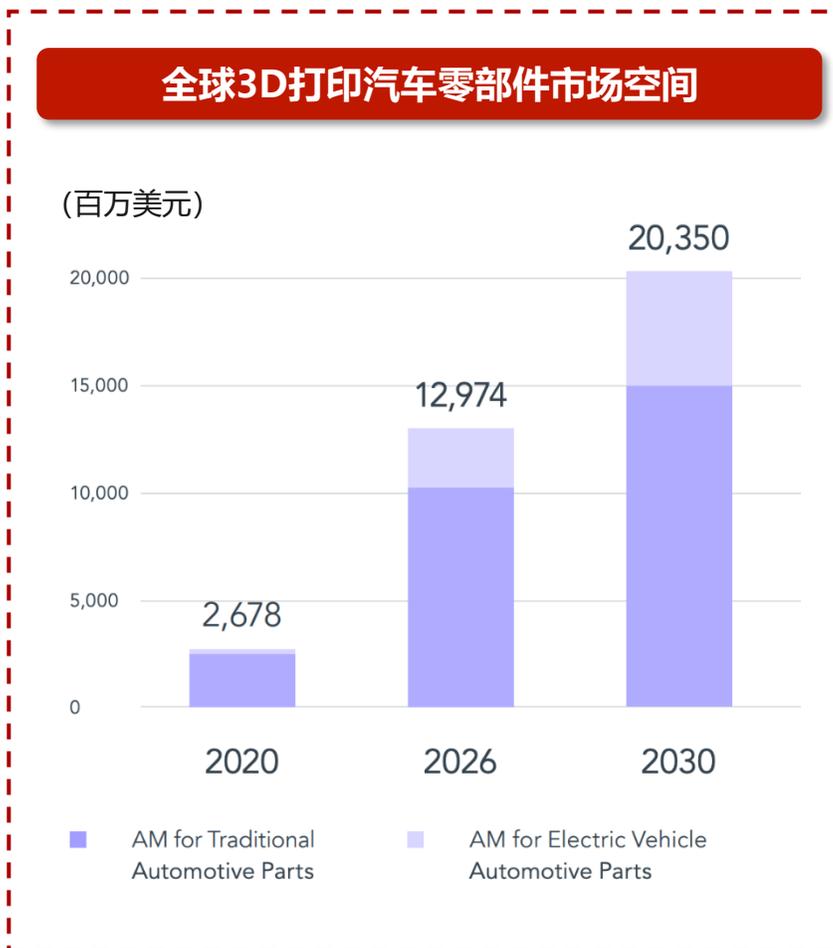


年份	品牌	产品	说明	示意图
2014	大众集团	工装夹具	2014年，大众集团葡萄牙工厂采购了7台FDM打印机进行工装夹具直接制造。2016年，葡萄牙工厂3D打印了约1000个工装零件，该工厂在2016年节省了16万欧元的开发成本，2017年达32.5万欧元，成本降低比例达91%；同时，开发时间也减少了95%，大大加快了产品上市速度。	
2017	奔驰	恒温器	采用铸铝合金3D打印的奔驰卡车的恒温器，并通过了所有严格的质量测试。	
2020	保时捷	座椅	使用3D打印生产全桶式赛车座椅，主要用于座椅的部分中央区域（即座垫和背靠垫），不仅更加符合人体工程学，还具有更轻的重量（相比传统全桶式赛车座椅轻8%以上）和更好的乘坐舒适性。	
2021	本田	曲柄轴部件	与软件公司Autodesk展开合作，设计了一款曲柄轴部件并采用3D打印技术制造样品，从而实现车辆轻量化并提升发动机燃油经济性。	

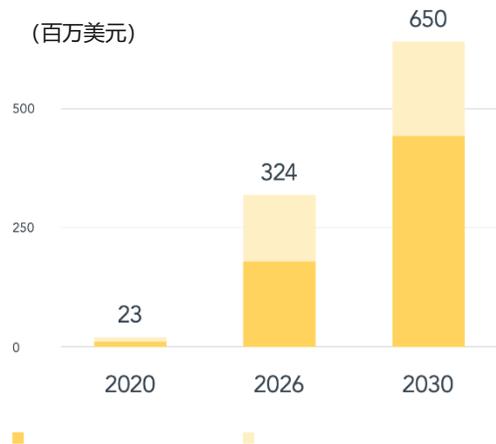
长期来看，3D打印有望用于整车打印



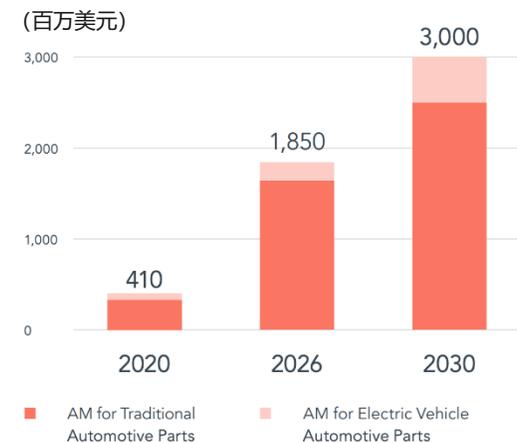
图：2020-2030E全球3D打印汽车及细分市场市场空间



全球3D打印汽车车身市场空间



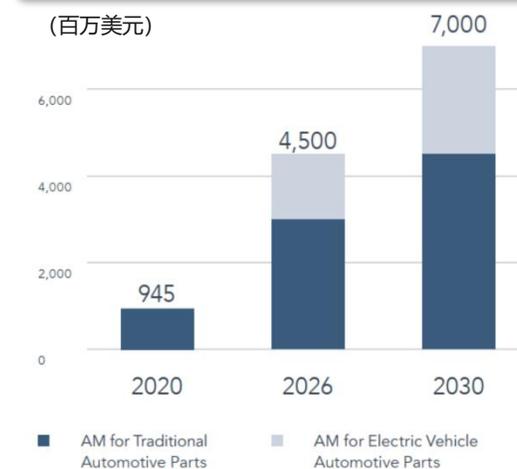
全球3D打印汽车电子附件市场空间



全球3D打印汽车内饰市场空间



全球3D打印汽车动力部件市场空间



轻量化降本

轻量化对于人形机器人灵活性具有重要意义，3D打印能够通过拓扑优化减少人形机器人重量，并降低成本。据硅族机器人，采用3D打印的POPPY机器人成本相较传统机器人降低了1/3。

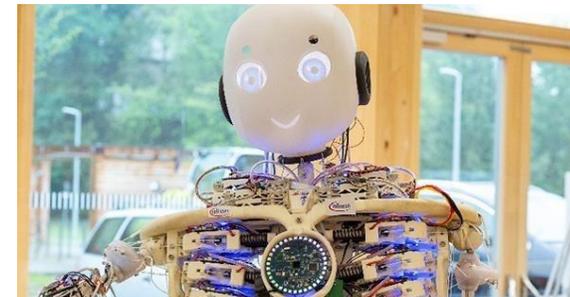
图表：Atlas机器人采用3D打印拓扑优化骨骼晶格结构



生产复杂结构

人形机器人内外部结构复杂，采用传统加工难以完成生产，而3D打印能够快速制造复杂结构。

图表：Roboy 2.0人形机器人采用3D打印进行骨骼制造



缩短研发制造周期

3D打印能够快速加工出手板，缩短研发制造周期。据诺研3D，法国INRIA Flowers公司的POPPY机器人通过采用3D打印技术组装耗时仅约2天。

图表：3D打印可用于快速打印机器人外壳手板



定制化生产

3D打印可用于满足人形机器人定制化需求。

图表：Atlas采用3D打印的人形机器人定制伺服阀



从研发到生产，3D打印有望打开人形机器人零部件市场空间。在研发方面，3D打印可用于快速制作机器人手板（外壳、内部功能性结构）。据中国机器人网，3D打印可仅用2周即可完成外壳手板打印的整个产品周期。在制造方面，由于3D打印能够实现轻量化，生产复杂结构，未来随着3D打印成本下降及接受度提升，3D打印有望在人形机器人骨骼、肢体等部件制造领域打开市场空间。

研发



零部件

3D打印可用于快速制作人形机器人手板（外壳、内部功能性结构）



机器人	Atlas	POPPY	Roboy
厂商	美国波士顿动力	法国INRIA Flowers	瑞士Devanthro
首次推出年份	2013年	2016年	2017年
3D打印应用领域	核心零部件（包括腿、液压动力单元HPU、伺服阀等）	除马达和电子电路以外的所有零件采用3D打印（包括骨骼等）	肌肉骨骼系统
示意图			

- **碳纤维复合材料具有比强度高、比模量高的特性。**碳纤维复合材料主要是由碳纤维与树脂、金属、陶瓷、橡胶等基体混合加工成的碳纤维复合材料，具有比强度高（轻质、高强度）、比模量高（单位密度的弹性模量高）等特性。
- **无人机/飞行汽车：碳纤维3D打印有望成为未来的主流技术。**减重对于无人机/飞行汽车具有重要意义减轻，通过减重可以提高飞行速度与时长。碳纤维因轻质、高强、高模等特性而备受青睐。采用3D打印技术能够减少碳纤维传统生产的繁复工序，并实现轻量化。我们认为未来随着技术进步、成本下降，碳纤维3D打印有望成为无人机/飞行汽车的主流技术

图：意大利无人机公司Soleon推出3D打印生物害虫防治无人机SoleonAgro



图：俄罗斯Hoversurf公司推出采用3D打印碳纤维和金属制造的飞行汽车Formula



03

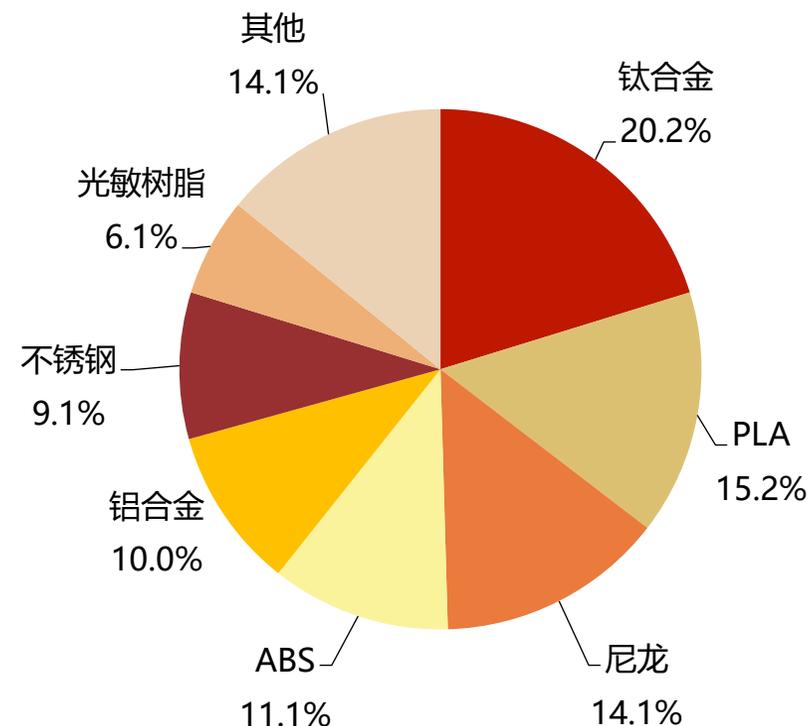
材料：金属/高分子/陶瓷/复合材料有望多领域实现突破

3D打印材料主要包括金属、高分子、陶瓷及复合材料等。据中商情报网《2023年中国3D打印行业产业链上中下游市场分析》，我国3D打印市场中，钛合金、铝合金、不锈钢分别占20.2%、10.0%、9.1%，合计占比39.3%，其余多为非金属材料，包括尼龙、PLA、ABS塑料、树脂等。

表：3D打印材料分类及应用

材料	细分	应用
金属材料	钛合金、高温合金、铝合金等金属粉末、液态金属材料等	航空航天、船舶工业、核工业、汽车工业、轨道交通等领域高性能、难加工零部件与模具的直接制造
高分子材料	树脂类（光敏树脂）；丝材类（PLA、ABS、PC、PPSF、PETG等）；粉末类（PA、PS、PC、PP、PEEK等）	航天航空、汽车制造、家电、电子消费品等领域、电子消费品、家电、汽车制造、航空航天、生物医疗、工/模具制造、原型验证、科研教学、文物修复与保护等领域
陶瓷材料	陶瓷	航空航天、汽车、生物等领域
复合材料	碳纤维复合材料等	电子消费品、家电，汽车制造、航空航天、医疗器械等领域

图：我国3D打印材料细分类型占比



- **金属3D打印材质要求严格，主要采用钛合金/钴铬合金/不锈钢/铝合金等材料。** 3D打印所使用的金属粉末一般要求纯净度高、球形度好、粒径分布窄、氧含量低，因此能够应用于3D打印的金属材料品种较少。目前，应用于3D打印的金属粉末材料主要有钛合金、钴铬合金、不锈钢和铝合金材料等。
- **3D打印适用于难熔、难加工及价格高的材料。** 首先，3D打印具有节省材料的特性，适用于加工价格昂贵的材料，从而降低成本。其次，采用传统工艺加工高温难熔、难加工金属，工艺繁复、成本高昂，而3D打印能够快速成型，适用于难加工材料制造。
- **金属材料多样化及材料组合为未来方向。** 其中，高熔点钨、镍合金有望成为未来3D打印的发展方向；镁合金是质量最轻的金属结构材料，可用于制作复杂流道、拓扑等结构，适用3D打印技术；近年来铜合金的应用逐步增长；钴铬合金有望在齿科等领域实现应用；高熵合金指的是由五种或五种以上金属形成的新型合金，具有优异的力学、耐热性、耐蚀性等性能，受到广泛重视。

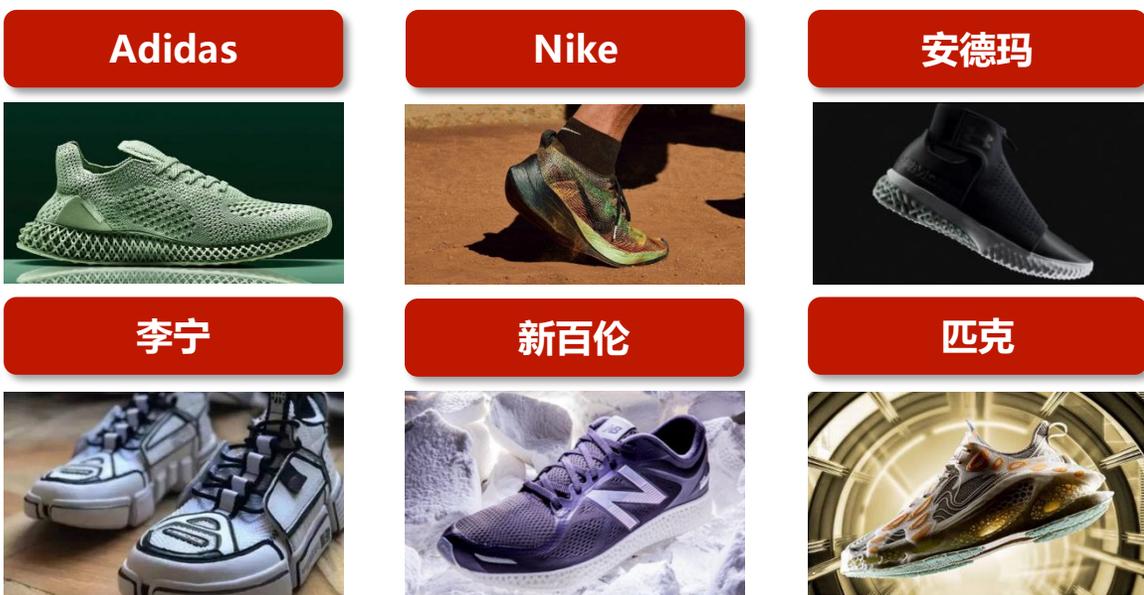
表：3D打印金属性能对比

	钛合金	钴铬合金	不锈钢	铝合金	钨合金	镍合金	镁合金	铜合金
熔点	钛：1660℃	钴铬合金： 1250~1450℃	-	铝：660℃	钨：3422℃	镍：1455℃	镁：650℃	铜： 1083℃
优势	强度高；耐腐蚀性好；耐热性高	机械性能良好；比重小、质轻；熔点高；化学性能稳定，抗腐蚀性强；对机体无刺激性，可用作种植材料；铸造收缩大。	更高抗蠕变性、优良的成形品质、高温保持抗断裂和抗拉强度、耐腐蚀和抗点蚀性	质量轻、比强度高、热加工性优异、耐腐蚀	热机械性能（如高熔点、高密度、高导热性和适度的热膨胀）	在高温和高应力环境下，具有良好的力学性能、抗氧化、耐热腐蚀性能	最轻的金属结构材料；比强度与比刚度高；优异的阻尼性能、热稳定性、抗电磁辐射性能；生物相容性和弹性模量可与人类骨骼相媲美	高导电性、导热性、延展性及耐腐蚀性
应用	飞机发动机压气机部件，以及火箭、导弹等各种结构件。	软质适用制作各类固定修复体；中硬质适用于制作卡环、基托及增高的垫等；硬质者适用于可摘局部义齿大支架的整体铸造、种植材料。	炊具、餐具、五金、手术器械、主要设备、工业设备、和建造摩天大楼及大型建筑物的建筑材料等。	汽车和航空工业领域的轻量级零件模型制造。	可用于制造波导、准直器、核反应堆等离子体面组件等，覆盖航天、航空、军事、医疗以及核工业等领域	航空航天等领域	航空、航天、汽车、电子通讯、生物医学等	散热器、冷却部件等，覆盖航空航天、武器装备等领域

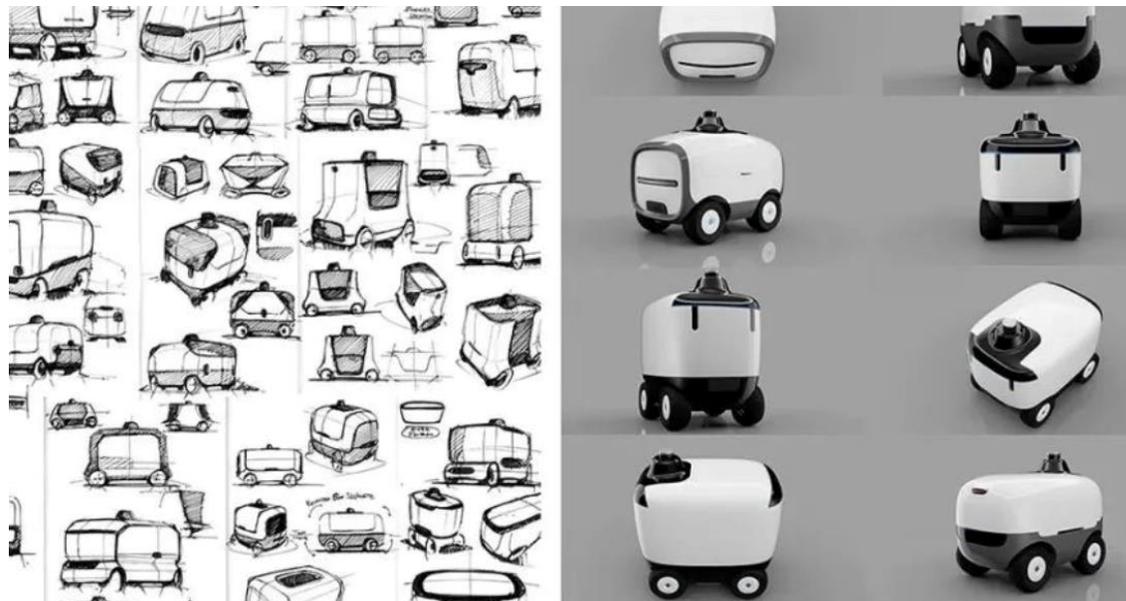
资料来源：陕西赛格玛科技，鸿普科技官网，亚太科技，百恩威，3D打印技术参考，上海科普公园，南极熊3D打印，长三角G60激光联盟，焊接切割联盟，3D打印技术参考，金属百科，浙商证券研究所

- **高分子3D打印有望引领鞋类市场新革命。** 高分子材料是鞋的重要组成部分。在鞋类制造领域，3D打印能够具有减轻鞋的重量，减少制作工序、缩短上市周期，提高设计自由度等优点。耐克、阿迪达斯、安德玛、李宁、新百伦、匹克等品牌均推出了3D打印鞋。未来高分子3D打印有望成为鞋类制造的发展趋势，打开市场空间。
- **未来随着技术进步，3D打印汽车零部件市场有望打开。** 目前3D打印技术主要应用在打印汽车原型，帮助车企缩短研发周期，使用的材料多为高分子材料。未来随着技术进步，3D打印有望应用于最终产品或零件打印，打开更高附加值应用的市场空间。
- **3D打印在物流机器人领域应用前景广阔。** AGV物流机器人即自动导引运输车，能够通过设置指定的拣选和投送路径进行物料运输，适用于仓库、配送中心（DC）和制造工厂等场景。由于自动导引装置等原因，AGV机器人的外壳结构比较复杂，而3D打印具有制造复杂物体、缩短制造周期的优势，因此未来3D打印有望在物流机器人领域打开市场空间。

图：3D打印可用于鞋类打印



图：3D打印可用于打印物流机器人



- **成形缺陷多、质量差，陶瓷3D打印工业化进程受限。**陶瓷3D打印技术具有材料利用率高、生产周期短、成型精度高、表面质量好等优点，可实现形状复杂的单件、小批量陶瓷零件的定制化生产，然而陶瓷3D打印存在成形缺陷过多、质量差的问题，尤其是裂纹缺陷严重问题将影响陶瓷件的力学性能，因此，目前3D打印在陶瓷领域应用较少。
- **碳化硅陶瓷有望成为陶瓷3D打印突破领域。**碳化硅陶瓷是一种具有高强度、高硬度、高热导率、高化学稳定性等性能，其高温强度可一直维持到1600℃，是陶瓷材料中高温强度最高的材料，被广泛应用于航空航天、微电子、汽车工业、核工业等领域。传统工艺生产工序复杂、成本高、模具设计制作周期长，同时碳化硅陶瓷材料具有极高的硬度和脆性，加工难度高，而3D打印技术能较好地解决复杂形状难成型、难加工，制作周期长、成本高的问题，未来有望打开碳化硅陶瓷市场空间。

图：碳化硅陶瓷应用领域广泛

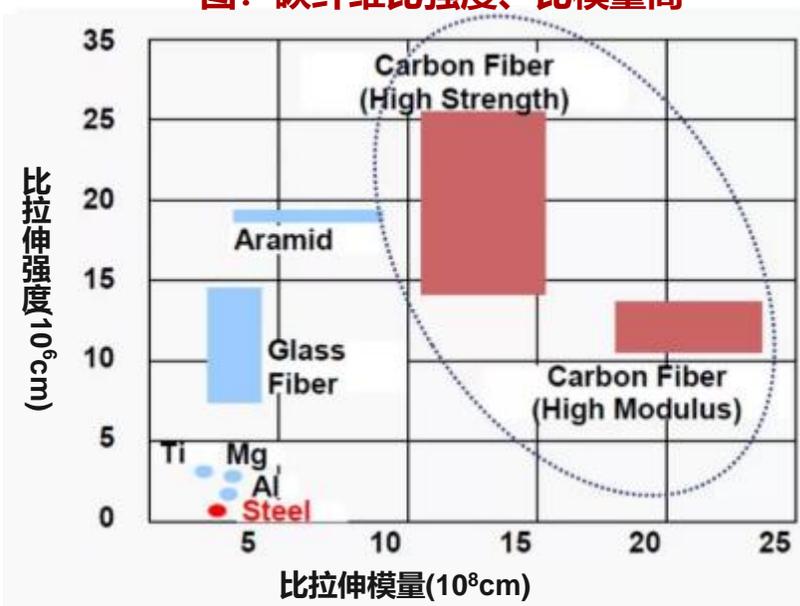


图：3D打印碳化硅陶瓷样品示意图

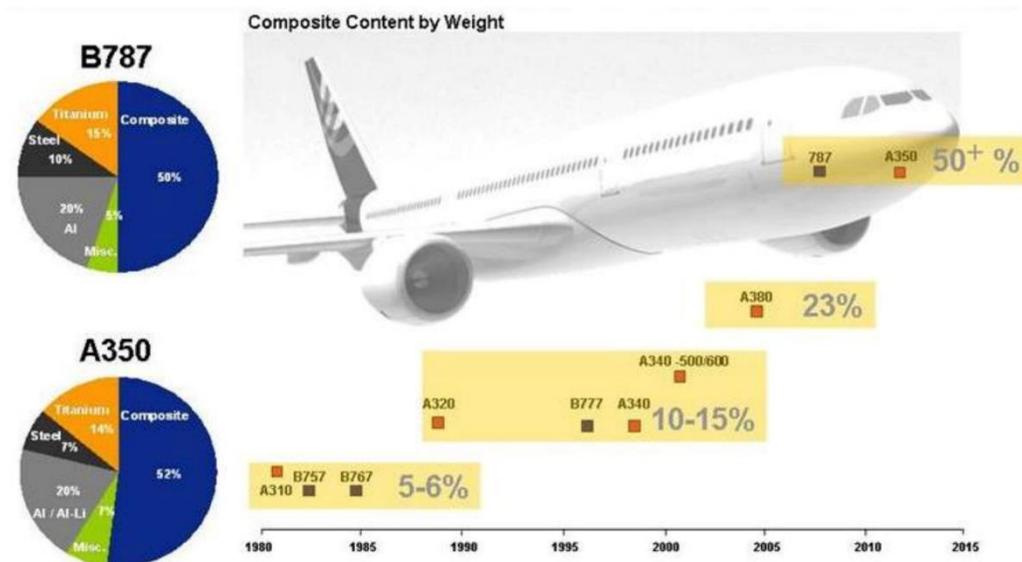


- **碳纤维复合材料具有比强度、比模量高的特性。**碳纤维复合材料主要是由碳纤维与树脂、金属、陶瓷、橡胶等基体混合加工成的碳纤维复合材料，相比单一碳纤维具有比强度高（轻质、高强度）、比模量高（单位密度的弹性模量高）等特性。据国际金属加工网，碳纤维复合材料强度比钢铁高10倍，比铝高8倍，但重量仅为钢铁、铝的一小部分。采用3D打印加工碳纤维具有生产周期短、降低成本、可定制化等优势。
- **未来随着成本下降，碳纤维3D打印有望从军用走向民用市场。**目前碳纤维原料、加工成本较高，据普向环保，碳纤维价格为钢材的4-5倍，目前主要应用于低价格敏感度的航空航天、军工、汽车等领域。据3D科学谷，飞机领域空客的A350 XWB包含了52%的碳纤维增强（CFRP）部件，波音787 Dreamliner包含了50%的碳纤维增强（CFRP）部件；汽车领域的宝马BMW i3也大量使用碳纤维增强部件。我们认为未来随着成本下降，碳纤维有望逐步从军用走向民用市场，进一步打开市场空间。

图：碳纤维比强度、比模量高



图：飞机上所采用的复合材料比例逐年提高



04 核心标的、风险提示

- **产业链综合布局标的：重点推荐**铂力特（3D打印设备+服务+材料）、华曙高科（3D打印设备+材料）；**关注**金橙子、有研粉材、银邦股份、南风股份等。

表：3D打印核心标的估值表

公司	代码	2023/8/4		EPS/元				PE				2022A	
		股价(元)	总市值(亿元)	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	PB	ROE (%)
铂力特	688333	121.7	195	0.5	1.6	2.6	3.9	243	76	47	31	12.7	6
华曙高科	688433	33.8	140	0.2	0.4	0.5	0.7	141	89	65	49	7.7	14
金橙子	688291	32.2	33	0.4	0.6	0.9	1.2	85	51	37	28	3.7	7
有研粉材	688456	38.4	40	0.5	1.1	1.8	2.2	72	36	21	17	3.6	5
银邦股份	300337	6.8	56	0.1				83				3.3	4
南风股份	300004	5.7	27	0.1				112				1.6	1
行业平均								123	63	42	31	5.4	6

1、铂力特：金属3D打印龙头，“设备+产品+原材料”产业链各环节接力放量

公司：公司覆盖3D金属打印“设备+产品+原材料”全产业链，深耕行业超20年，技术团队实力行业领先。

市场空间：全球市场方面，据Wohlers统计数据，2022年全球3D打印市场规模为180亿美元，同比增长18.3%。中国市场方面，据中商情报网，2022年中国3D打印产业规模达330亿元，同比增长52%。

竞争格局：欧美主导，国产加速突破。据中商情报网，中国市场的主流设备品牌包括联泰、EOS、华曙、铂力特、3D Systems、GE、Stratasys、惠普等。联泰在3D打印行业中市场占比最大达16.4%，其次为Stratasys和EOS，分别占比14.8%和13.1%。

2、定增加码3D打印服务+材料业务；预计公司产品生产能力有望加速扩张

31亿定增加码3D打印产能：公司拟发行定增31亿元，投入“金属增材制造大规模智能生产基地项目”，用于建设高品质金属3D打印原材料粉末生产线、高效和高精度金属3D打印定制化产品生产线，配套金属3D打印粉末自动生产线、产品检验检测设备、大尺寸/超大尺寸3D打印设备和后处理设备合计505台/套。

3、消费电子：华为、苹果手机有望引入钛合金技术、催生3D打印行业技术需求

华为、苹果手机有望引入钛合金技术，引领行业技术迭代。据界面新闻公众号文章，“荣耀本月发布的折叠屏Magic V2，将第一次大规模使用钛合金技术（轻薄优势），新材料主要用于卷轴器件”。同时，苹果公司已累计获得钛合金材料相关专利8项，未来在iPhone 15上有可能将中框结构件用钛合金替换之前的铝合金。公司作为金属3D打印龙头，有望受益于3D消费电子需求的增长。

4、我们与市场的观点的差异

市场认为：3D打印市场天花板有限，对公司产业链布局认知不足。

我们认为：（1）钛合金技术引领3D打印消费电子市场变革，未来市场空间有望打开；（2）公司将依托其设备-产品-原材料产业链多元布局，充分受益行业发展红利，打开成长空间。

5、盈利预测

预计公司2023-2025年净利润为2.5/4.2/6.3亿元，同比增长216%/65%/51%，对应2023年8月4日PE为76/47/31倍。维持“买入”评级。

6、风险提示

下游客户集中风险；3D打印产业化不及预期风险。

1、华曙高科3D金属与高分子设备双线齐发力，金属设备销售增势迅猛，高分子设备销量逐步恢复

公司主要为客户提供具有自主知识产权和应用核心技术的金属增材制造设备、高分子增材制造设备和自研的配套3D打印高分子粉末材料，是国家级“专精特新”小巨人企业。公司盈利成长性强，2019-2022年营业收入、归母净利润CAGR分别为43%、77%。

2、中国2020年增材制造市场规模达208亿元，2021-2025年CAGR将超20%

全球：增材制造（3D打印）市场产值2022年约180亿美元，2012-2022年CAGR约23%，2025年和2030年全球3D打印收入规模将分别达到298亿美元和853亿美元。

中国：2020年3D打印市场规模达208亿元，同比增长32%，预计2021年将达260亿元，预计2025年将超过630亿元，2021-2025年CAGR约为25%。

全球3D打印设备市场规模：2021年全球3D打印设备市场规模约32亿美元，2012-2021年全球工业级3D打印设备销量CAGR为14.5%；其中金属增材制造设备销量CAGR为32%，高分子增材制造设备销量CAGR为14%。

3、竞争格局：增材制造设备竞争格局：欧美主导，公司为国内龙头企业之一

目前全球3D打印市场主要集中在北美、欧洲和亚太地区三个地区，其中美国为全球增材制造市场主导，2021年美国、中国增材制造设备安装量占比达33%、10.6%。2021年公司设备市场占有率达1.4%，高于铂力特设备市场占有率（1.1%）。

4、我们与市场的观点的差异

市场认为：3D打印市场天花板有限，对公司全链条综合布局认知不足。

我们认为：（1）公司将依托其设备-软件-材料全链条多元布局，为全产业链用户提供多样定制化增材制造解决方案，提高市场渗透率。（2）借助优秀研发团队布局前瞻产品技术，优化迭代技术创新，提升公司竞争优势，打开公司成长空间。

5、盈利预测

预计公司2023-2025年归母净利润分别为1.6/2.2/2.9亿元，同比增长分别约57%/40%/32%，对应2023年8月4日PE分别为89/65/49倍。维持“增持”评级。

6、风险提示

增材制造设备核心器件进口依赖风险；下游产业化应用不及预期；产能投放不及预期

- **产业化不及预期：**目前行业处于初期化阶段，成本相对较高，技术成熟度仍有欠缺，若技术突破、成本下降或下游应用开拓不及预期，或将使得3D打印产业化进度不及预期。
- **市场竞争加剧风险：**若行业景气度上行，存在新进入竞争者增加的风险，或造成行业竞争加剧，进而对行业发展造成不利影响。

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

股票的投资评级

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、买入：相对于沪深300指数表现 + 20%以上；
- 2、增持：相对于沪深300指数表现 + 10% ~ + 20%；
- 3、中性：相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%之间波动；
- 4、减持：相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，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。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的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。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、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。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>