

机械设备行业

3D 打印行业研究系列报告（一）：

钛合金切入消费电子，3D 打印或将迎来新机遇

投资要点：

➤ **钛合金性能优越，产业链各环节加速发展。**钛合金具备高强度、强抗腐蚀性、耐高低温等性质，因此被广泛应用于航空、航天、舰船、兵器、生物医药、化工冶金、海洋工程、体育休闲等领域。**上游：**海绵钛为钛合金上游原料，产量加速提升，供给集中度较高，价格维持稳定，经测算全流程成本为3.9万/吨。**中游：**钛材生产主要包括熔铸、锻造、轧制等环节，一般需要反复多次进行。目前棒材、丝材等需求显著提升，海绵钛占总生产成本比例约为36%。**下游：**化工为钛材下游主要应用场景，航空航天增量最高，未来消费电子或将显著增加钛合金需求。

➤ **钛合金切入消费电子板块，3D打印或成潜在加工工艺。**今年下半年小米、三星、OPPO、华为等3C大厂纷纷推出钛合金材质打造零部件的产品，钛合金轻量化和高强度适用于3C电子领域。从工艺角度来看，传统CNC技术难以加工钛合金产品：1、**铰链：**传统工艺零部件数量过百，是用CNC与MIM工艺共同生产，手机铰链工艺制程复杂，成品良率较低。钛合金有效解决难生产问题，3D打印/MIM展现多维优势，有望成为折叠屏铰链主流加工方案。2、**手机中框：**数控立式加工中心CNC为主要工艺，结构复杂，需要定制化加工方式与加工刀具，成品率低；3D打印在性能和复杂零部件生产过程中具备明显优势。3、**智能手机外壳：**主要的工艺现在是MIM工艺进行生产，可以实现小/微型产品的复杂结构的近净成形，MIM工艺与粘合剂喷射金属3D打印工艺为互补关系。大多数情况下，确定选择什么工艺取决于产量。

➤ **钛合金技术切入消费电子领域，市场空间有望加速打开。**3D打印技术是通过金属粉末激光熔融而层层累积一体化成形的增材制造工艺，这就从技术路线上规避了钛合金难加工的属性，未来有望打开巨大市场。从市场空间测算来看，就目前已存在的3款运用钛合金的设备零部件来测算：1、**铰链：**到2027年3D打印钛合金铰链渗透率到50%时，市场空间将达到60亿元。2、**手机中框与智能手表：**通过对智能手机/手表出货量的预估，对渗透率、价值量占比、单个手机用量、钛合金价格、粉末利用率的合理假设后得出，2027年在3D打印渗透率在20%的情况下全球智能手机和智能手表的市场空间分别为486.35亿元和63.42亿元，中国市场为108.20亿元和31.80亿元。

➤ **建议关注：**铂力特（全产业链布局，国内金属3D打印龙头企业）、华曙高科（3D打印领军企业，技术创新驱动公司发展）和银邦股份（高端金属复合材料领先企业，子公司深耕3D打印行业）。

➤ **风险提示：**产业政策风险、技术迭代风险、供应链风险。

强于大市(维持评级)

一年内行业相对大盘走势



团队成员

分析师 彭元立
执业证书编号：S0210522100001
邮箱：PYL3957@hfzq.com.cn

相关报告

- 《机械设备行业 2023 年三季报综述：黎明前的黑暗，静待周期复苏之风》— 2023.11.05
- 《机械设备行业周报（10.30-11.04）出口产业链跟踪：零售销量与库存、运价和汇率出现边际改善》— 2023.11.04
- 《3D 打印行业深度报告：蓄势待发，产业化应用赋能未来》— 2023.11.03

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

正文目录

1	钛：全能金属，产业链各环节差异化发展.....	1
1.1	属性：性能优越，下游应用广阔	1
1.2	产业链：重点发展海绵钛产业线，航空与消费电子将加速行业发展.....	2
1.2.1	上游：海绵钛产量加速提升，全流程成本为 3.9 万/吨	2
1.2.2	中游：加工流程复杂，棒材、丝材需求提升	5
1.2.3	下游：航空航天、消费电子需求旺盛.....	7
2	钛合金成为消费电子材料创新趋势，关注新工艺——3D 打印	9
2.1	3C 设备大厂引入钛合金，打开市场增量	9
2.2	工艺对比：3D 打印 VS 传统 CNC 工艺	10
3	钛合金技术切入消费电子领域，市场空间有望加速打开	18
3.1	铰链：折叠屏轻量化趋势明显，3D 打印市场空间或超 60 亿元.....	18
3.2	智能手机中框：钛合金趋势显现，3D 打印或将迎来百亿市场	20
3.3	智能手表外壳：减重效果明显，低渗透带来高成长	23
4	投资建议	25
4.1	铂力特：全产业链布局，国内金属 3D 打印龙头企业	25
4.2	华曙高科：3D 打印领军企业，技术创新驱动公司发展.....	26
4.3	银邦股份：高端金属复合材料领先企业，子公司深耕 3D 打印行业.....	28
5	风险提示	30

图表目录

图表 1：钛材的性能特点.....	1
图表 2：钛产业链.....	2
图表 3：全球海绵钛产量占比情况	3
图表 4：中国海绵钛产量情况	3
图表 5：海绵钛的生产流程	4
图表 6：海绵钛成本测算.....	4
图表 7：海绵钛竞争格局.....	5
图表 8：海绵钛价格（元/KG）	5
图表 9：钛材加工流程	5
图表 10：2010-2015 年各类钛加工材的产量占全国钛加工材总产量的比例	6
图表 11：2022 年各类钛加工材的产量占全国钛加工材总产量的比例	6
图表 12：钛材总生产成本占比情况	6
图表 13：中国海绵钛用量情况	7
图表 14：海绵钛下游占比情况	7
图表 15：钛合金主要用途.....	7
图表 16：全球钛合金运用航空航天占比显著高于中国	8
图表 17：钛合金消费量运用在航空航天领域稳健增长	8
图表 18：钛合金有望在航空航天与消费电子领域明显增长（吨，%）	8
图表 19：3C 行业主要品牌钛合金图片（小米-荣耀-苹果）	9
图表 20：3C 行业主要品牌钛合金应用情况	9
图表 21：智能手机中框材质性能对比（钛合金、不锈钢、铝合金）	10
图表 22：钛合金中框相较于其他合金加工难度大、良率低	11
图表 23：过去手机中框加工解决方案	11
图表 24：3D 打印与传统制造技术对比.....	12
图表 25：手机铰链工艺难度	13

图表 26: 手机铰链类型	13
图表 27: 荣耀钛合金铰链	13
图表 28: 三星 Galaxy Fold 1 (折叠屏手机) 与 Galaxy S9 (非折叠手机) BOM 表对比 (美元)	14
图表 29: 钛及钛合金粉末成形技术的优缺点	15
图表 30: 粘合剂喷射金属 3D 打印工艺图	15
图表 31: 根据零件数量和复杂程度的技术分类	16
图表 32: 未来钛合金将运用的方向	17
图表 33: 2019 年-2023 年 Q3 中国主要品牌折叠屏手机基础款发售进度	18
图表 34: 全球折叠屏手机出货量 (万台, %)	19
图表 35: 中国折叠屏手机出货量 (万台, %)	19
图表 36: 折叠屏手机用户关注因素	19
图表 37: 中国主要折叠屏手机总量变化 (g)	19
图表 38: 折叠屏手机钛合金 3D 打印市场空间分析	20
图表 39: 全球智能手机季度出货量 (百万台)	21
图表 40: 中国智能手机市场季度出货量 (百万台)	21
图表 41: 中国智能手机价格份额趋势	21
图表 42: 全球与中国智能手机出货量预测	21
图表 43: 钛合金中框市场空间测算	22
图表 44: 全球智能手表竞争格局	23
图表 45: 中国智能手表出货量	23
图表 46: 钛合金表盖市场空间测算	24
图表 47: 铂力特设备性能对比情况	25
图表 48: 公司营收	26
图表 49: 公司销售毛利率	26
图表 50: 华曙高科发展历程	27
图表 51: 3D 打印产业链发布情况	27
图表 52: 华曙高科营业总收入 (百万, %)	28
图表 53: 华曙高科归母净利润加速增长 (百万, %)	28
图表 54: 多金属复合材料应用领域	29

1 钛：全能金属，产业链各环节差异化发展

1.1 属性：性能优越，下游应用广阔

钛合金具备高强度、强抗腐蚀性、耐高低温等性质。钛（Ti）是一种银白色过渡金属，熔点为 1660℃，密度为 4.54g/cm³。因具有密度小、比强度高、导热系数低、耐高温低温性能好，耐腐蚀能力强、生物相容性好等突出特点，被广泛应用于航空、航天、舰船、兵器、生物医药、化工冶金、海洋工程、体育休闲等领域。

- **高强度与低密度：**钛合金具有出色的强度与硬度，但相对于其他金属而言，密度较低。这使得钛合金在提供强大性能的同时，减轻了结构的重量负荷。
- **优异的抗腐蚀性：**钛合金具有出色的抗腐蚀性能，能够在酸性、碱性和盐性环境中抵御侵蚀。其钝化层可以有效地保护结构不受腐蚀和氧化的影响。
- **良好的生物相容性：**由于其低毒性和与人体组织的良好相容性，钛合金广泛用于医疗和人体植入物等领域。它不会引起过敏反应，并能够促进骨组织生长和愈合。
- **良好的加工性能：**钛合金具有良好的可塑性和可加工性，可通过锻造、旋压、铸造和粉末冶金等多种工艺方法进行成型和加工。
- **耐高温性能：**钛合金能够在高温环境中保持稳定性能，具有良好的耐氧化及耐热腐蚀性能。因此，它常被应用于航空航天、航空发动机、燃气涡轮机等高温工作条件下的部件和结构。

图表 1：钛材的性能特点

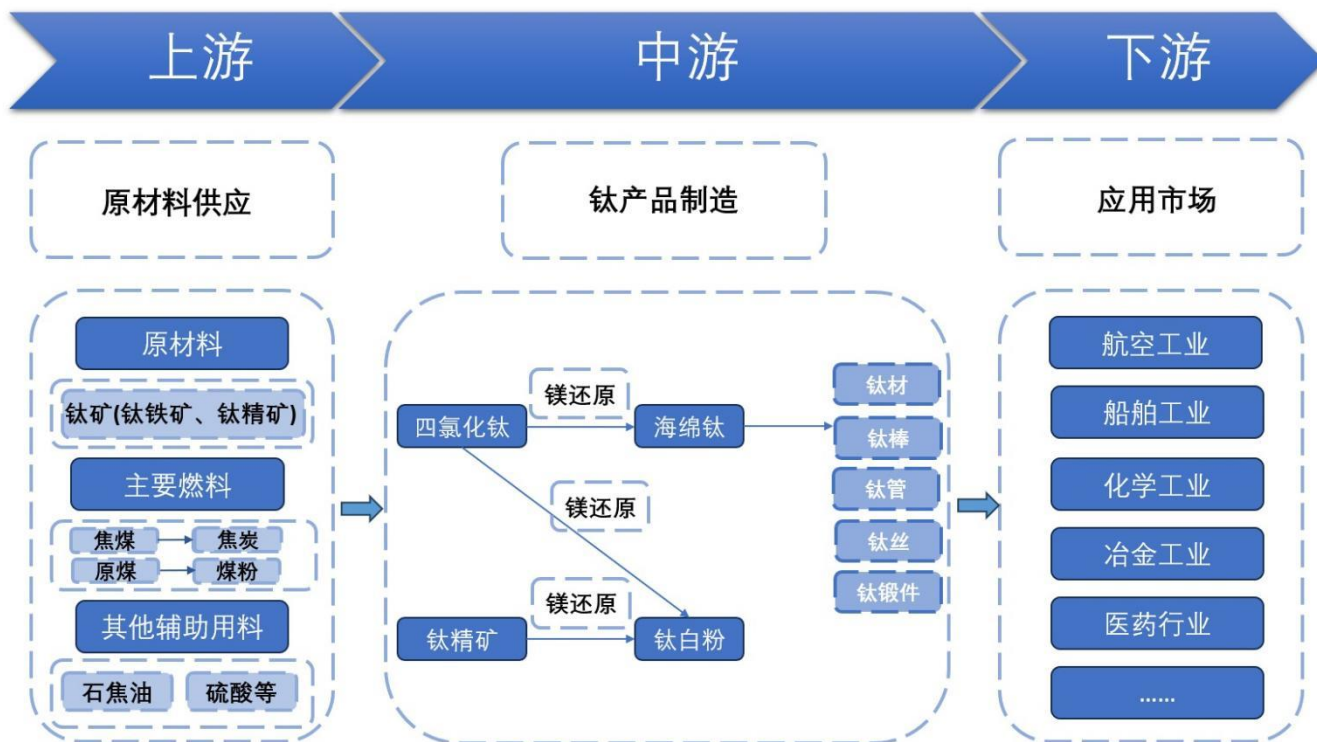
特点	简介
密度小，比强度高	密度为 4.51g/cm ³ ，约为铜的 50%，低碳钢的 57%，而比强度（抗拉强度/密度）非常高。
耐腐蚀性	钛表面易形成的致密稳定氧化膜具有强烈钝化倾向耐腐蚀性强。对盐酸、硫酸之耐蚀性优于不锈钢，仅次于镍基超合金，对海水耐冲蚀性优于镍基超合金、不锈钢及铜/镍合金。
耐高温、低温	新型钛合金可在 600° C 下或更高温度长期使用，也可在-196~-253° C 低温保持较好的延展性和韧性。
导热系数小	导热系数 $\lambda=15.24\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，约为镍的 1/4，铁的 1/5。铝的 1/14，钛合金的导热系数又比钛的导热系数低约 50%。
无磁性、无毒	在很大的磁场中不会被磁化，且与人体组织及血液有良好的相容性。

数据来源：华经产业研究院，华福证券研究所

1.2 产业链：重点发展海绵钛产业线，航空与消费电子将加速行业发展

钛产业链有钛白粉和海绵钛两个方向，核心关注海绵钛应用。两条产业链均以钛铁矿或金红石为基础，经过多道工序生产出高纯度的四氯化钛，四氯化钛按不同的处理方法可以制备钛白粉或海绵钛。钛白粉的成型方式主要为硫酸法和氯化法，产品应用于涂料、塑料和造纸等行业；海绵钛经熔炼铸锭后，可加工成各种钛材和钛设备；也可熔炼成各种钛合金产品；还可以用粉末冶金法制造各种钛部件和钛设备；海绵钛(或海绵钛加合金元素)经熔炼形成钛铸锭，再经锻造、轧制、挤压等塑性加工方法将铸锭加工成材，主要产品为棒材、丝材、管材、板材、异型材等。

图表 2：钛产业链



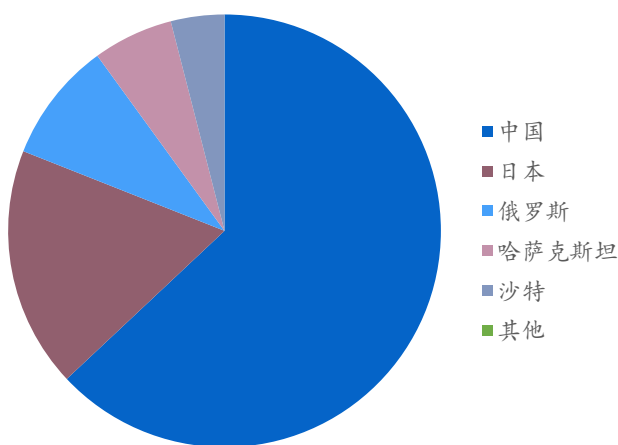
数据来源：前瞻产业研究院，华福证券研究所

1.2.1 上游：海绵钛产量加速提升，全流程成本为 3.9 万/吨

海绵钛是指用金属热还原法生产出的海绵状金属钛，纯度一般在 99.1-99.7 之间，外表呈疏松多孔海绵状，性质活泼，极易氧化，是制备钛材的主要原材料。根据钛含量、杂质含量和硬度，海绵钛等级从高到低分为 0A 至 5 七个等级，其中仅高品质 0 级及 0A 级可用于航空航天和军工领域，1-5 级海绵钛品质相对较低，主要应用于化工领域。根据龙佰集团讯息，目前 2 万吨/年的海绵钛生产线已实现达标达产，合格率超 90%，一级品率超 80%，0 级品率达 60%，未来高端海绵钛的应用将越来越广。

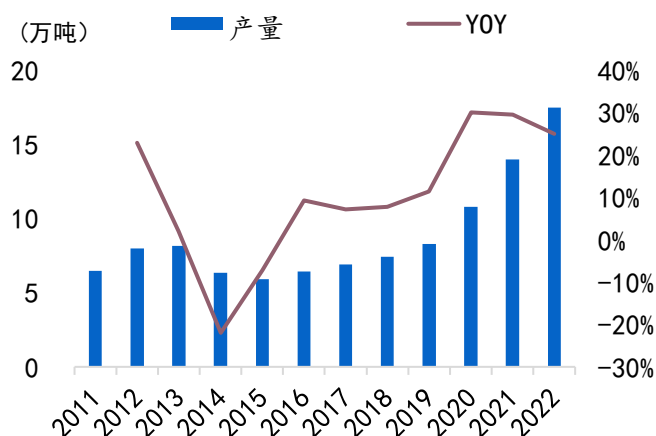
全球海绵钛产能增长以国内为主，国内海绵钛产能稳健增长。从结构上看：2022 年全球海绵钛产量为 27.9 万吨，同比增长 14.6%。其中，中国海绵钛产量占到 62.7%，俄罗斯及乌克兰海绵钛产量出现不同程度的下降，分别下降了 7.4%和 83.6%；日本、哈萨克斯坦、沙特阿拉伯海绵钛产量有所上升，分别上升了 1.6%、6.7%和 93.0%。我国海绵钛行业经过近 10 年结构调整，2020 年迎来爆发式增长时期。在航空航天、船舶、海洋工程等中高端行业需求的拉动下，我国海绵钛产量在 2022 年达到 17.5 万吨，同比+25%。

图表 3：全球海绵钛产量占比情况



数据来源：华经产业研究院，华福证券研究所

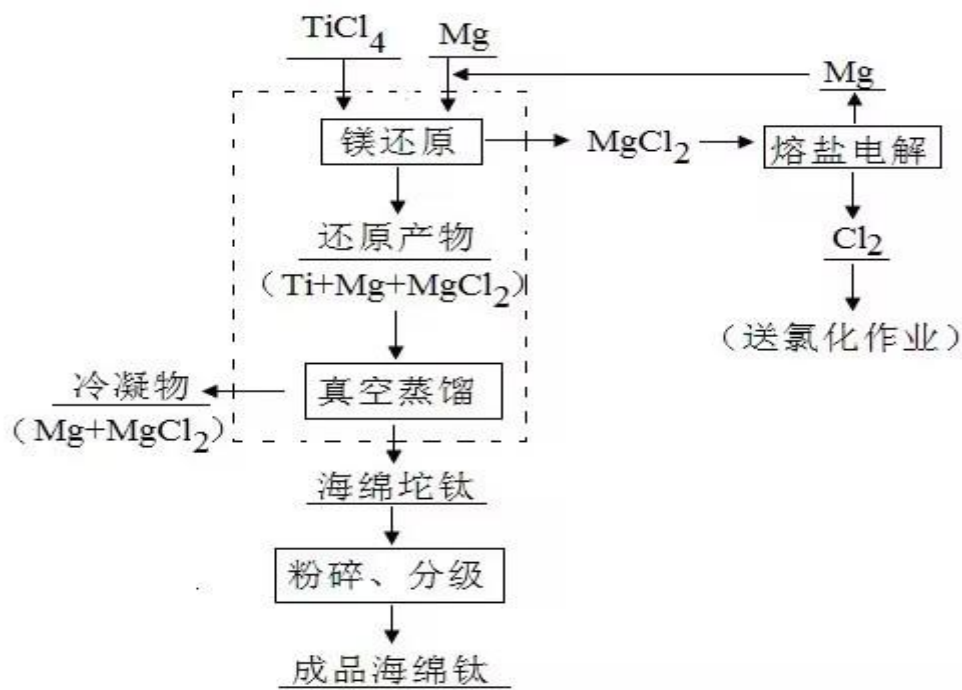
图表 4：中国海绵钛产量情况



数据来源：《2022 年中国钛工业发展报告》，华福证券研究所

镁热还原法全世界批量生产海绵钛的主流方法。海绵钛的生产需要通过粗制 $TiCl_4$ 、精制 $TiCl_4$ 、电解精制镁、还原蒸馏法四道工艺来进行。经过以上流程工艺后，直接原材料为高钛渣、液氯和镁。以攀钢海绵钛厂数据为例，单吨海绵钛约需 2.62 吨高钛渣、1.08 吨液氯、70kg 镁，电耗为 28000kWh。根据当前市场价格：高钛渣取 8000 元/吨，煅后焦 3600 元/吨，液氯 380 元/吨，镁锭 21166 元/吨，电费 0.5 元/度，计算得到全流程海绵钛的原材料和电费成本约 3.9 万元/吨。

图表 5：海绵钛的生产流程



数据来源：轧钢之家，华福证券研究所

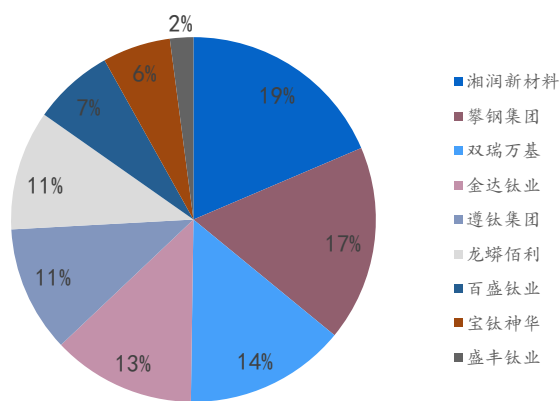
图表 6：海绵钛成本测算

原料	高钛渣	煅后焦	液氯	镁锭	电耗	合计
单耗 (吨、KWh)	2.62	0.57	1.08	0.07	28000	
单价 (元/吨、元/KWh)	8000	3600	380	21166	0.5	
单吨成本 (万元)	20960	2052	410.4	1481.62	14000	38904

数据来源：《攀西地区金属钛产业生产技术现状及发展思考》（邹建新 2021），钛业信息网，生意社，壹观点，华福证券研究所

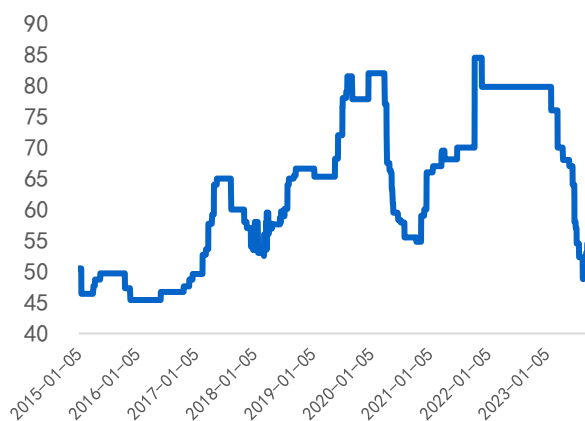
国内海绵钛供给集中度较高，价格维持稳定。根据华经产业研究院数据，当前国内海绵钛主要有 9 家生产企业，以新疆湘润、攀钢集团、洛阳双瑞万基、朝阳金达、贵州遵钛等为代表，2021 年国内海绵钛产量 13.99 万吨，上述五家企业产量分别 2.6、2.43、2.0、1.78、1.57 万吨，行业集中度较高。且目前龙头企业产能正加速扩张当中，未来产能将持续增加。价格方面，国内钛精矿绝大部分用于生产钛白粉，海绵钛占比不足 5%，精矿价格主要由钛白粉主导，海绵钛价格受自身供需影响偶有独立行情。目前一级以上海绵钛价格持续下降，在 50 元/KG 左右，即 5 万/吨。

图表 7：海绵钛竞争格局



数据来源：华经产业研究院，华福证券研究所

图表 8：海绵钛价格（元/KG）

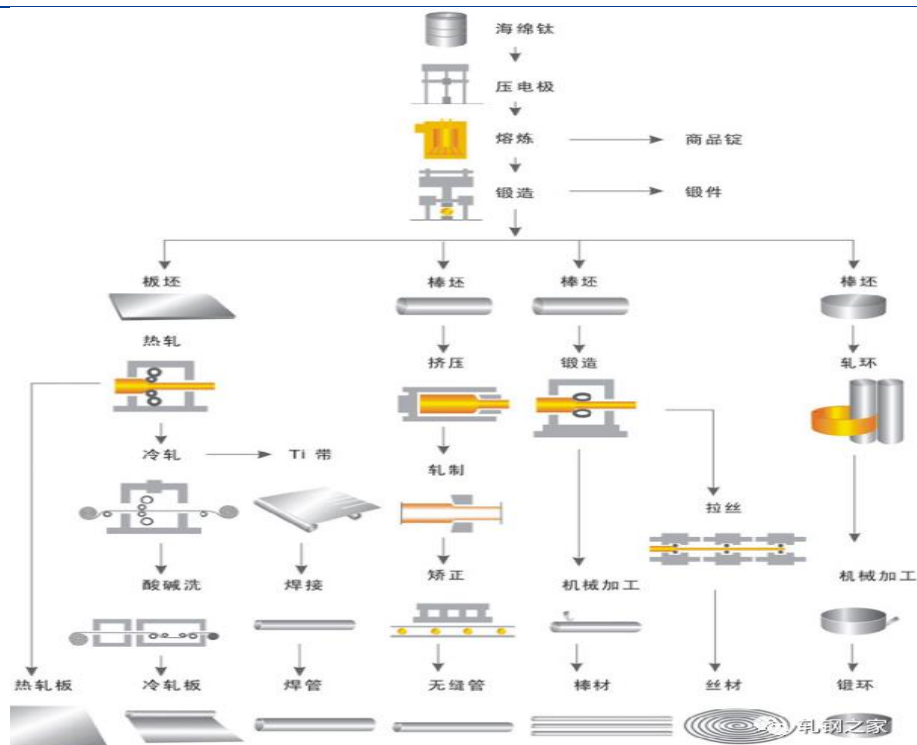


数据来源：，华福证券研究所

1.2.2 中游：加工流程复杂，棒材、丝材需求提升

钛材生产主要包括熔铸、锻造、轧制等环节，一般需要反复多次进行。1) 将符合要求的海绵钛进行真空熔铸得到合格的钛及钛合金铸锭；2) 利用压力加工技术将铸锭锻造加工成钛及钛合金坯料。3) 依据客户需求和应用领域的不同要求，经过锻造、轧制、挤压、拉拔等工艺的变形处理、热处理和机械加工等生产出锻件、棒材、板材、管材、丝材等不同的产品品种，经过进一步的深加工制造成钛零件和装备。

图表 9：钛材加工流程



数据来源：轧钢之家，华福证券研究所

钛材产生结构性差距，棒材、丝材等需求显著提升。据中国有色金属工业协会钛锆钎分会对国内 32 家主要钛加工材生产企业的统计，2022 年我国共生产钛加工材 15.1 万吨，同比增长 11.0%。将 2010 年、2015 年、2022 年的各类钛加工材的产量及占比情况汇总，可以看出我国钛板的占比呈下降趋势，棒材较 2010 年上升了约 5 个点，管材较 2010 年下降了 11 个点，出现了冷轧卷带、热轧卷带、箔带的细分加工钛材。丝材呈上升趋势，铸件呈下降趋势。

图表 10：2010-2015 年各类钛加工材的产量占全国钛加工材总产量的比例

年份	类型	板材	棒材	管材	锻件	丝材	铸件	其他	合计
2010	产量/t	21056	6386	8767	847	119	513	635	38323
	所占比例	54.9%	16.7%	22.9%	2.2%	0.3%	1.3%	1.7%	100%
2015	产量/t	22746	10847	6399	4248	444	1632	2330	48646
	所占比例	46.8%	22.3%	13.2%	8.7%	0.9%	3.3%	4.8%	100%

数据来源：《2010 年中国钛工业发展报告》，《2015 年中国钛工业发展报告》华福证券研究所

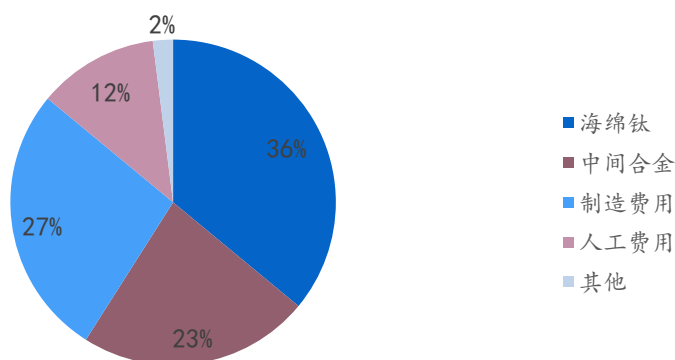
图表 11：2022 年各类钛加工材的产量占全国钛加工材总产量的比例

类型	钛板	冷轧卷带	热轧卷带	钛棒	无缝管	焊管	锻件	丝线	铸件	箔带	其它
产量/万 t	5.8	1	1.7	3.3	1.2	0.6	0.8	0.2	0.1	0.3	0.1
所占比例	38.4%	6.6%	11.3%	21.9%	7.9%	4.0%	5.3%	1.3%	0.7%	2.0%	0.7%

数据来源：《2022 年中国钛工业发展报告》，华福证券研究所

作为钛材生产重要原料，海绵钛占总生产成本比例约为 36%。根据观研天下数据可得，中间合金：海绵钛：人工费用：制造费用：其他=23：36：12：27：2，海绵钛大概占总成本的 1/3 左右。从市场数据来看，前文提到一级及 0 级海绵钛目前价格为 55 元/KG，按照该占比来计算得出钛棒总成本大概在 170 元左右，根据搜钛网的报价信息，最近几次成交量钛棒钛丝价格在 230 元/KG，毛利率大概在 30%左右，符合市场数据验证。

图表 12：钛材总生产成本占比情况

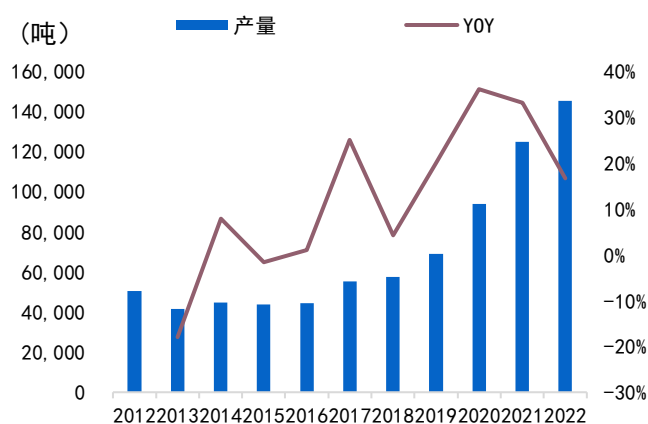


数据来源：观研天下，华福证券研究所

1.2.3 下游：航空航天、消费电子需求旺盛

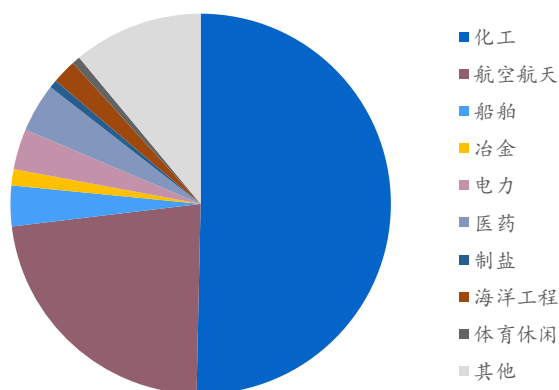
化工为钛材下游主要应用场景，航空航天增量最高。随着钛合金的优势不断被市场验证，钛合金需求也在稳健提升，近五年 CAGR=36.05%。其中，最大消费领域为化工领域，用钛量约 7.3 万吨，同比+24%，占比 50%；其次为航空航天领域，用钛量约 3.3 万吨，同比+47%，占比 23%；医药、船舶领域用钛量的绝对数值相对较低，但增速均在 30% 以上，冶金、电力、制盐、体育休闲、海洋工程领域的用钛量均出现不同程度的下滑。

图表 13：中国海绵钛用量情况



数据来源：《2012-2022 年中国钛工业发展报告》，华福证券研究所

图表 14：海绵钛下游占比情况



数据来源：《2022 年中国钛工业发展报告》，华福证券研究所

图表 15：钛合金主要用途

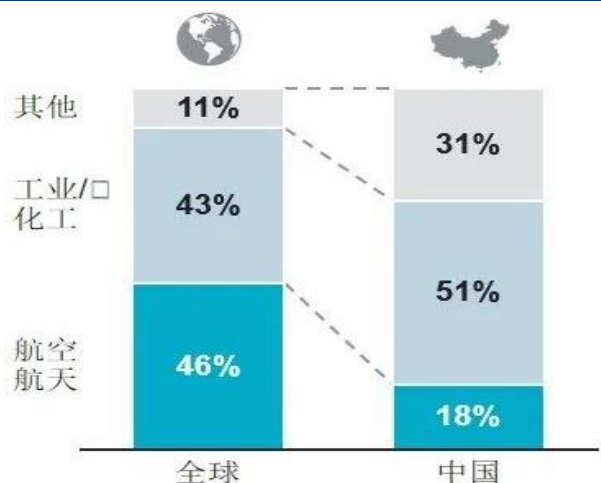
应用领域	利用性质	具体用途
航空	质量轻、比强度高、耐高温低温、耐腐蚀	飞机框梁、起落架、紧固件等，发动机的风扇、压气机盘件和叶片等转动件
航天	质量轻、比强度高、耐高温低温、耐腐蚀	火箭发动机和人造卫星壳体、燃料箱、压力容器、载人宇宙飞船船舱等
舰船	耐腐蚀、比强度高	潜艇耐压壳体、螺旋桨、喷水推进器、海水换热系统、舰船泵、阀及管路等
兵器	质量轻、比强度高、耐腐蚀	坦克和装甲车的装甲材料、榴炮弹零部件、反坦克导弹舱机和架体、迫击炮底座和支架等
海洋工程	耐腐蚀、比强度高	海水淡化用管道、海洋石油钻探用泵、阀、管件等
生物医疗	生物相容性好、耐腐蚀、无磁性、形状记忆功能	人工关节、人工植牙和正牙、心脏起搏器、心血管支架、手术器械等
体育器械	质量轻、比强度高、耐腐蚀	高尔夫球头、网球拍、羽毛球拍、台球杆、登山棍、滑雪杖、冰刀等
生活用品	质量轻、比强度高、耐腐蚀	眼镜架、手表、拐杖、钓鱼竿、厨具、数码产品壳体、工艺品、装饰品等
化工冶金	耐腐蚀、耐高温低温	用于氯碱、纯碱、塑料、石油化工、冶金、制盐等工业的电解槽、反应器、蒸馏塔、浓缩器、分离器、热交换器、管道、电极等
建筑	耐腐蚀、热膨胀系数低、比强度高、节能环保、色泽好	汽车的排气和消音系统、承重弹簧、连杆和螺栓等

电力	耐高温、抗腐蚀	核电凝汽器、发电机叶片
汽车	密度小、抗腐蚀、色泽好	连杆、尾轴簧、高性能汽车阀、双排气系统等

数据来源：华经产业研究院，华福证券研究所

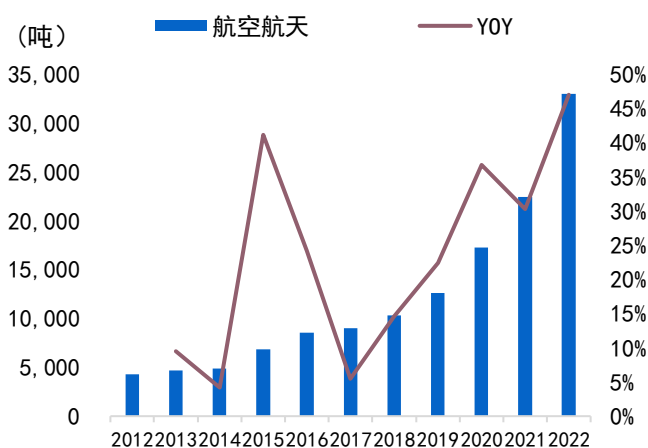
未来国内航空航天与 3C 电子钛材用量占比有较大提升空间。2022 年国内航空航天用钛材占比仅 23%，相较之下，2020 年全球航空工业领域钛材消费占比近 50%。随着大量军工装备、大飞机研制及批量化生产加快，叠加我国 3C 电子领域开始使用钛合金，我国钛合金下游应用有望完成从中低端市场到中高端市场的结构性转变。

图表 16：全球钛合金运用航空航天占比显著高于中国



数据来源：罗兰贝格，案头研究，华福证券研究所

图表 17：钛合金消费量运用在航空航天领域稳健增长



数据来源：华福证券研究所

图表 18：钛合金有望在航空航天与消费电子领域明显增长（吨，%）

行业	2020		2021		2022		2023E		2025E	
	消费量	占比	消费量	占比	消费量	占比	消费量	占比	消费量	占比
化工	47531	50.78%	58591	47.08%	73000	50.34%	7650	45.00%	8800	40.00%
航空航天	17228	18.41%	22450	18.04%	33000	22.76%	4250	25.00%	6600	30.00%
船舶	2743	2.93%	3710	2.98%	5000	3.45%	510	3.00%	660	3.00%
冶金	1324	1.41%	6385	5.13%	2000	1.38%	204	1.20%	242	1.10%
电力	4638	4.96%	7533	6.05%	5000	3.45%	595	3.50%	748	3.40%
医药	2517	2.69%	4157	3.34%	6000	4.14%	680	4.00%	836	3.80%
制盐	1231	1.32%	1744	1.40%	1000	0.69%	119	0.70%	154	0.70%
海洋工程	3262	3.49%	3704	2.98%	3000	2.07%	340	2.00%	418	1.90%
体育休闲	7240	7.74%	1876	1.51%	1000	0.69%	119	0.70%	132	0.60%
消费电子	-	-	-	-	-	-	833	4.90%	2090	9.50%
其他	5900	6.30%	14311	11.50%	16000	11.03%	1700	10%	1320	6%
总量	93614	100%	124461	100%	145000	100%	17000	100%	22000	100%

数据来源：《2020-2022 年中国钛工业发展报告》，华福证券研究所

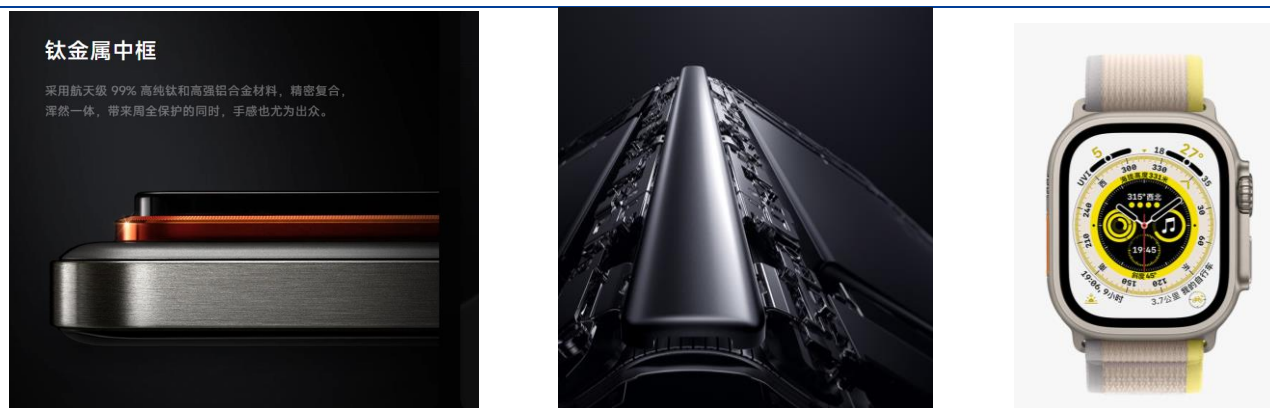
2 钛合金成为消费电子材料创新趋势，关注新工艺——3D 打印

2.1 3C 设备大厂引入钛合金，打开市场增量

小米、三星、OPPO、华为等 3C 大厂纷纷推出钛合金材质打造零部件的产品。

2023 年 10 月 26 日，小米发布新机 Xiaomi 14 Pro，并推出钛金属特别版，是全球首款使用钛金属作为中框的安卓手机。此前，2023 年 10 月 19 日，OPPO 发布新机折叠屏 Find N3，铰链采用航天级 MIM 合金，重量降低 7%，强度大幅提升，其中“潜航黑”配色版以钛合金作为摄像头圆环材质，是对钛合金 3C 零部件的初步探索。更早之前，2023 年 7 月，荣耀发布折叠屏手机 Magic V2，铰链的轴盖部分首次采用钛合金 3D 打印工艺，成为 3D 打印在手机上的首次规模化应用；9 月，苹果发布 iPhone 15 Pro/Pro Max 采用钛合金外壳，Apple Watch Ultra2 采用钛合金表壳，并宣称正积极探索钛合金零部件的 3D 打印技术。

图表 19：3C 行业主要品牌钛合金图片（小米-荣耀-苹果）



数据来源：IT 之家，南极熊 3D 打印，华福证券研究所

图表 20：3C 行业主要品牌钛合金应用情况

品牌	产品型号	产品类型	使用钛合金部位	零部件说明
苹果	iPhone15 Pro/Pro Max	手机	中框	钛金属边框通过固态扩散技术与铝金属内框焊接，有强度高质量轻的优势，相比于不锈钢中框的 iPhone 14 代重量轻了 20g 左右。
	Apple Watch Ultra/Ultra2	手表	表壳、表带	外观采用 49 毫米钛金属表壳，高山回环式表带采用抗腐蚀的钛金属 G 式表扣，海洋表带采用钛金属表扣和带弹性的钛金属环。
荣耀	折叠屏 Magic v2	手机	铰链、轴盖	搭载 91%金属结构的“鲁班钛合金铰链”，标志着金属 3D 打印技术已经被成功应用于手机零件批量生产。钛合金技术可以让铰链中的轴盖变得更轻更薄，从而带动折叠屏整体厚度和重量的下降。

三星	Galaxy S24 Ultra	手机	中框	据 Techweb，三星下一代旗舰 Galaxy S24 Ultra 将会采用钛合金中框，它将对标同样采用钛合金的 iPhone 15 Pro Max，新款手机有望在今年底亮相。
	Galaxy Watch5 Pro	手表	表壳	表壳采用钛合金材质，更耐刮擦。
	折叠屏 Find N2	手机	螺丝	螺丝钉从前一代的不锈钢材质改为钛合金，每颗螺丝钉可以减重 0.015 克，整机 64 颗钛合金螺丝钉一共减重约 1 克。
OPPO	折叠屏 Find N3	手机	铰链、摄像头圆环	铰链采用航天级 MIM 合金，重量降低 7%，抗湿耐热耐摔，强度大幅提升。“潜航黑”配色以钛合金作为摄像头圆环材质。
小米	Xiaomi 14 Pro	手机	中框	采用钛金属中框设计，相比其他材质拥有耐磨性好、重量轻等优点，小米 14 Pro 也是全球首款搭载钛金属中框的安卓手机。
华为	Watch 4 Pro	手表	表壳	采用 48 毫米的钛合金表壳，比普通金属更强韧坚固、耐腐蚀。

数据来源：IT 之家，新浪科技，南极熊 3D 打印，快科技，天极网，太平洋科技，科技圈，华福证券研究所

钛合金轻量化和高强度适用于 3C 电子领域。智能手机的支撑结构手机中框（用于固定手机屏幕、后盖板及内部元器件）对材质要求较高的强度及硬度、较好的耐腐蚀性。目前中高端智能手机常用的材质有不锈钢 SUS304、SUS316L、铝合金 AL6063、AL7075，将钛合金与其对比可以看出钛合金兼具轻量化和高强度的优势。

图表 21：智能手机中框材质性能对比（钛合金、不锈钢、铝合金）

材料	密度 (g/cm ³)	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	布氏硬度 (HB)	伸长率 δ5 (%)	熔点 (°C)
TC4	4.43	≥895	≥825	270-310	≥10	1662-1668
不锈钢 SUS304	7.93	≥480	≥177	≤187	≥40	1375-1450
不锈钢 SUS316L	8.03	≥515	≥205	≤187	≥40	1398-1454
铝合金 AL6063	2.75	≥205	≥170	95	≥9	568-652
铝合金 AL7075	2.81	≥524	≥462	150	≥11	475-635

数据来源：机械知网，镍基高温合金及进口不锈钢，百度百科，华福证券研究所

2.2 工艺对比：3D 打印 VS 传统 CNC 工艺

加工难度大、成本高是钛合金未在 3C 电子广泛运用的主要原因。电子产品金属结构件一般以不锈钢和铝合金为主，不锈钢光泽感好，但重量不占优势；铝合金有轻量优势，但硬度一般。而钛合金的强度高于不锈钢，重量却只有同体积不锈钢的一半，能同时做到硬度和重量两者兼顾。由于钛合金的传统加工难度大，良率低，从而造成生产成本较高，因此一直没有被 3C 行业广泛应用。

图表 22：钛合金中框相较其他合金加工难度大、良率低

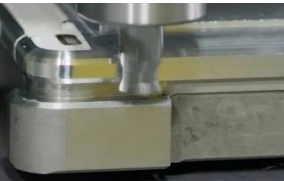
	铝合金	不锈钢	钢铝复合压铸	钛合金
成本	★	★★★★	★★	★★★★★
重量	★	★★★★★	★★	★★★★
强度（硬度）	★	★★★★	★★★★	★★★★★
耐疲劳度	★	★★★★	★★	★★★★★
环保性	★	★★	★	★★★★★
阳极氧化（成熟度）	★★★★★		★★	
电镀（成熟度）	★	★★★★★	★★★★	★★
加工难度	★	★★★★	★★	★★★★★
良率	★★★★★ 80%	★ 30%-40%	★★★★ 70%	★ 30%-40%
外观效果	★	★★★★	★★	★★★★
工艺成熟度	★★★★★	★★	★★★★	★
加工方式	多样化加工	锻压+CNC，纯CNC	压铸+CNC	锻压+CNC，纯CNC

数据来源：艾邦高分子网，3D 打印技术参考，华福证券研究所

（一）手机中框

中框加工工艺：数控立式加工中心 CNC 为主要工艺。手机中框，用于固定手机屏幕、后盖板及内部元器件，手机中框材质拥有较高的强度及硬度、较好的耐腐蚀性。中高端智能手机常用的材质有不锈钢 SUS304、SUS316L、铝合金 AL6063、AL7075（航空铝）。一般常见的胚料成型工艺有锻造、铸造、铝挤等，常用的表面处理方式有抛光+PVD 涂层、喷砂+阳极氧化、拉丝。**苹果钛合金采用行业首创的热机械工艺，包裹着一个由 100%回收铝制成的新下部结构，通过固态扩散将这两种金属以惊人的强度结合在一起，铝制框架有助于散热，并使背面玻璃易于更换。**

图表 23：过去手机中框加工解决方案

加工部位	示意图	加工类型	加工方式	问题
手机内腔加工		粗加工	分层面铣	手机内腔加工，加工余量大，切削温度高，金属去除率要求高；刀具需保持良好的排屑性、抗崩性；通常失效形式为刀具崩刃。
中框侧壁开粗		粗加工	侧铣	中框侧壁开粗，需要将方型的坯料加工成弧形的手机中框侧壁形状。坯料上下直角部的加工对刀具的冲击力巨大，极易使刀具出现崩刃失效，寿命较低，刀具成本过高。
中框侧壁精加工		外观加工	侧铣	中框侧壁的外观精加工，对被加工后的表面质量要求极高，要求侧壁不允许有刀纹、刀线等外观不良现象。同时对刀具的轮廓度要求较高，以此来保手机产品对轮廓度的要求。

手机 SIM 卡槽加工



粗加工

螺旋下刀
铣削

手机中框四周存在 SIM 卡槽、开关键、音量键槽等多个深槽部位；这些部位通常采用螺旋下刀铣削，对刀具刀尖刚性、耐磨性有很高要求。

数据来源：厦门金鹭切削工具，华福证券研究所

3D 打印是钛合金中框生产的一个重要选项。3D 打印是一种快速成型技术，通过软件分层离散和数控成型系统，通过逐层打印的方式来构造物体的技术，具备定制化、低损耗、精密制造、复杂轻量化等优势。目前基础 3D 打印技术主要是 SLM、EBM、LENS 工艺，原材料主要是钛合金、铝合金以及不锈钢。一方面，中框是一个隐藏但机械复杂的部件，所有手机内部组件都安装在其上，复杂性明显；另一方面，钛合金材料难切，主要是因为切削中切削温度高、粘刀严重、切削力大、崩刃及冷硬现象严重，用传统 CNC 方法加工钛合金中框一方面对刀具有特殊要求，另一方面钛合金产品良率也相对较低。因此 3D 打印钛合金是一个潜在的可能性，钛合金 3D 打印在航空航天领域应用成熟，技术生产端不存在困难，目前的局限在于大规模生产过程中高昂的生产成本。

图表 24：3D 打印与传统制造技术对比

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、SLS 等	磨削、切削、精密磨削与抛光等
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)	±0.1-10um(超精密加工精度甚至可达纳米级)
零件表面粗糙度	Ra2um-Ra10um 之间(表面光洁程度较低)	Ra0.1um 以下(表面光洁度较高，甚至可达镜面效果)

数据来源：铂力特招股说明书，华福证券研究所

（二）手机铰链

手机铰链工艺制程复杂，成品良率较低。铰链是折叠手机较传统手机的新增组件，其作用主要是辅助柔性屏对折（即在非折叠状态下使得屏幕能完全延展，折叠后使屏幕实现贴合，且在此过程中兼顾柔性屏弯折的稳定性与耐用性），因此需要配合屏幕折叠结构进行特定的设计与制造，工艺制程复杂，成品良率较低。

图表 25：手机铰链工艺难度

项目	具体表现
供应链整合	零件繁杂，需进行供应链整合，设计难度高。由于铰链设计过程中涉及多个零件（如 O 客户折叠屏手机 Find N 铰链里面包含了 136 个元器件，加工精度达到 0.01mm），各零件均需精准对位，因此需要进行供应链整合，整体设计难度极高。
工艺多样	工艺多样，精度加工难度高。铰链需要的十多种金属零件成型，需要用到 MIM、冲压、液态金属等多种工艺成型；针对有装配精度特征还需要 CNC 精密加工，由于 CNC 装夹定位易变形，关键尺寸难以保证；
后处理复杂	后制程处理工艺复杂。CNC 加工后还需要后制程处理，例如喷砂、PVD 等工艺，由于零部件轻薄，容易造成变形甚至断裂；
模组组装	相较于前道工序的 MIM 件制造、CNC 加工，后道工序的转轴模组组装具备更高工艺壁垒。铰链组装过程中不同零件需要互相配合才能达到平整度要求，属于典型的紧密组装范畴，技术工艺更为复杂且涉及较多专利壁垒，因此在多道工序后成品良率较低。

数据来源：立鼎产业研究网，华福证券研究所

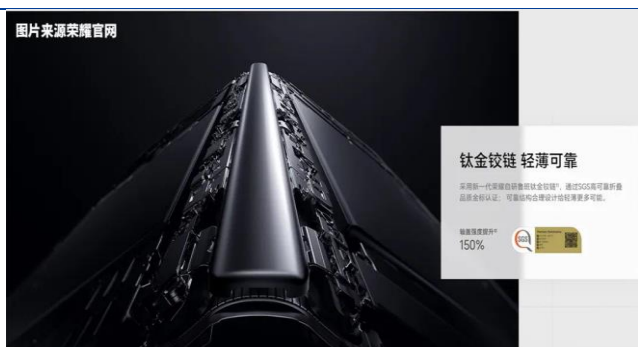
水滴型铰链或成折叠屏主流，未来将使用先进材料减轻重量。从复杂程度来看，水滴型具有更大的弯折半径，可有效改善折叠屏折痕问题，但更加复杂。普通的 U 型铰链零部件数量 60+ 个，成本约 150-200 元；而水滴铰链零部件数量普遍达 130+ 个，成本为 U 型铰链的 3-4 倍。尽管价格更高，考虑到水滴型铰链在降低折痕方面效果更优，预计未来会成为主流。截至 2022 年上半年，华为 Mate X2 及 P50 Pocket、荣耀 Magic V、OPPO Find N、VIVO X Fold 均采用水滴型铰链方案。从材料端来看，为减轻转轴铰链重量，产业链厂商正在现有 MIM+液态金属+碳纤维的组合下，开发 MIM（3D 打印）+钛合金或其他先进材料的组合，比如荣耀 Magic V2 搭载 91%金属结构铰链，首次采用航天的钛合金 3D 打印工艺，支持 40 万次折叠。

图表 26：手机铰链类型



数据来源：电子工程专辑，华福证券研究所

图表 27：荣耀钛合金铰链



数据来源：南极熊 3D 打印，华福证券研究所

从成本结构来看，相较于传统智能手机，铰链是主要增量成本来源之一。铰链 BOM（物料清单）成本主要包括 MIM 精密加工、液态金属原材料、模组组装等。

由于铰链精密部件达 100 个以上，加工工艺难度极高，因此具备较高价值量。据韩国研究机构 CGS-CIMB 数据，Galaxy Fold 1 机型中机械结构件（含铰链）成本约 87.5 美金（BOM 占比约 13.7%），相较于非折叠产品 Galaxy S9+ 增加约 57.7 美金，相应 BOM 占比提升约 5.8pct，成本占比增幅仅次于显示模组。

图表 28：三星 Galaxy Fold 1（折叠屏手机）与 Galaxy S9（非折叠手机）BOM 表对比（美元）

	折叠手机 BOM 拆分		非折叠手机 BOM 拆分		折叠屏 BOM 显著增加	
	Galaxy Fold 1	成本占比	Galaxy S9+	成本占比	成本提升	成本变动
总成本	\$636.70		\$375.80		\$260.90	
显示模组	218.8	34.36%	79	21.02%	139.8	13.34pcts
机械/机电结构件	87.5	13.74%	29.8	7.93%	57.7	5.81pcts
电池	9.2	1.44%	4.9	1.30%	4.3	0.14pcts
存储芯片	79	12.41%	57	15.17%	22	-2.76pcts
其他成本	57.8	9.08%	44.5	11.84%	13.3	-2.76pcts
光学模组	48.5	7.62%	38	10.11%	10.5	-2.49pcts
传感器	7	1.10%	5.5	1.46%	1.5	-0.36pcts
电源管理芯片	10.9	1.71%	8.8	2.34%	2.1	-0.63pcts
配件	19	2.98%	15.5	4.12%	3.5	-1.14pcts
射频前端	21	3.30%	19	5.06%	2	-1.76pcts
处理器	71	11.15%	67	17.83%	4	-6.68pcts
蓝牙芯片	7	1.10%	7	1.86%	0	-0.76pcts

数据来源：CGS-CIMB，立鼎产业研究网，华福证券研究所

3D 打印/MIM 展现多维优势，有望成为折叠屏铰链主流加工方案。传统铰链技术方案需采用 MIM、冲压、CNC 精密加工等多种工艺，相较于其他工艺，3D 打印/MIM 工艺具备设计自由度高（适用于生产复杂件）、量产能力强（大批量生产效率）、成本更低（以智能手表为例，已广泛应用于 HMOV+R 客户等折叠屏终端。）

（三）智能手表

智能手表运用钛合金已经是非常常见的现象，钛合金可以应用于手表的表圈、表壳，目前主要工艺为 MIM 工艺。主要的工艺现在是 MIM 工艺进行生产，可以实现小/微型产品的复杂结构的近净成形，可以制备出高维度、高精度的零部件，因此是一种理想的钛合金成形工艺，适用于可穿戴设备的钛合金零部件成形。但随着技术 3D 打印技术的不断成熟，加工效率不断提升，用 3D 打印技术生产手表钛合金零部件逐渐产生性价比。有国外科技媒体的报道，在 Apple Watch Ultra 中的钛金属部件，包括数字表冠（Digital Crown）、侧按钮（Side Button）和操作按钮（Action Button）都可以进行 3D 打印，这些零件目前采用传统的 CNC 工艺制造。

图表 29：钛及钛合金粉末成形技术的优缺点

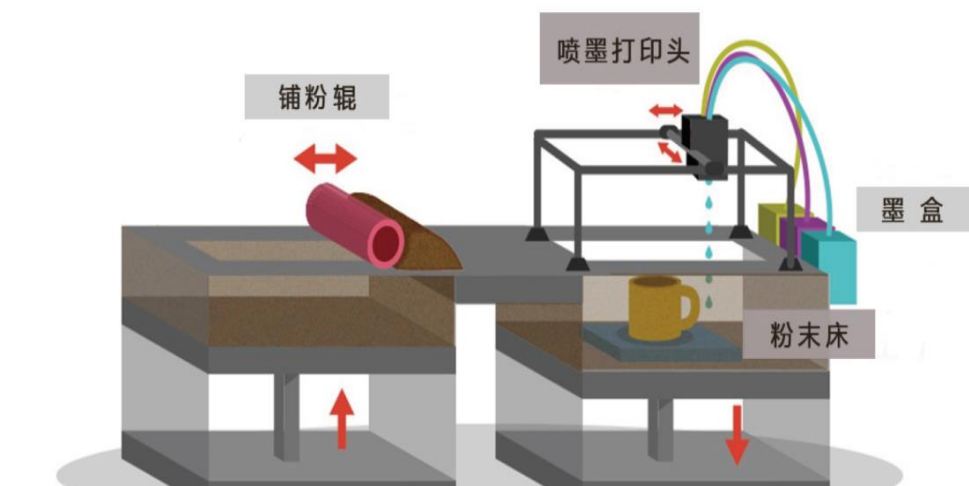
成形技术	优点	缺点
热等静压成形	集热压和等静压的优点于一身，成形温度低，产品致密，性能优良。	设备昂贵，生产率低
金属注射成形	能生产出致密、具有良好力学性能及表面质量的形状复杂的机械零件，材料利用率及生产率高。	不能生产尺寸较大的零件
激光快速成形	制造速度快、节省时间、节约成本；采用非接触加工的方式，没有传统加工的残余应力问题，没有工具更换和磨损等问题，无切割、噪音和振动等；高度集成化。	成形件表面比较粗糙，表面质量低；对设备精度的控制要求较高。
冷压/温压成形	生产成本相对较低、工艺简单、密度均匀性好、压制压力和脱模压力低。	因添加润滑剂，对成形件质量有一定影响
高速压制	压制速度快，压坯密度高且密度分布均匀；弹性后效低，脱模压力小；生产率高，可经济成形大型零件。	对模具各方面性能要求较高，因而成本高。

数据来源：艾邦加工展，华福证券研究所

根据财联社的报道，苹果公司已经在积极尝试使用 BJ 粘结剂喷射 3D 打印技术(binderjetting/3DP)用以 Apple Watch 零部件开发，测试生产 Apple Watch Series 9 的钢质底盘。该技术有望运用在今年下半年发布的新款 Apple Watch Ultra 钛金属构件上。这一新的制造方法相对于传统的数控机床（CNC）制造方式，不仅能够缩短生产周期，还有助于减少材料浪费，从而对环境更加友好。根据此前报告《3D 打印深度报告：蓄势待发，产业化应用赋能未来》表明：该技术主要优势在于

- 1、速度快：粘合剂喷射金属 3D 打印采用阵列式喷头，是传统 SLM 的几十倍以上，满足大规模生产的加工速度。
- 2、材料广：理论上可打印任何粉末状金属材料。原则上，常温下不易氧化的粉末均可打印。
- 3、成本低：不到 SLM 工艺的 1/5；与传统数控的加工成本相当。
- 4、无支撑（粉末利用率高、后处理简单）：打印零件周围松散的粉末即可支撑住打印件。

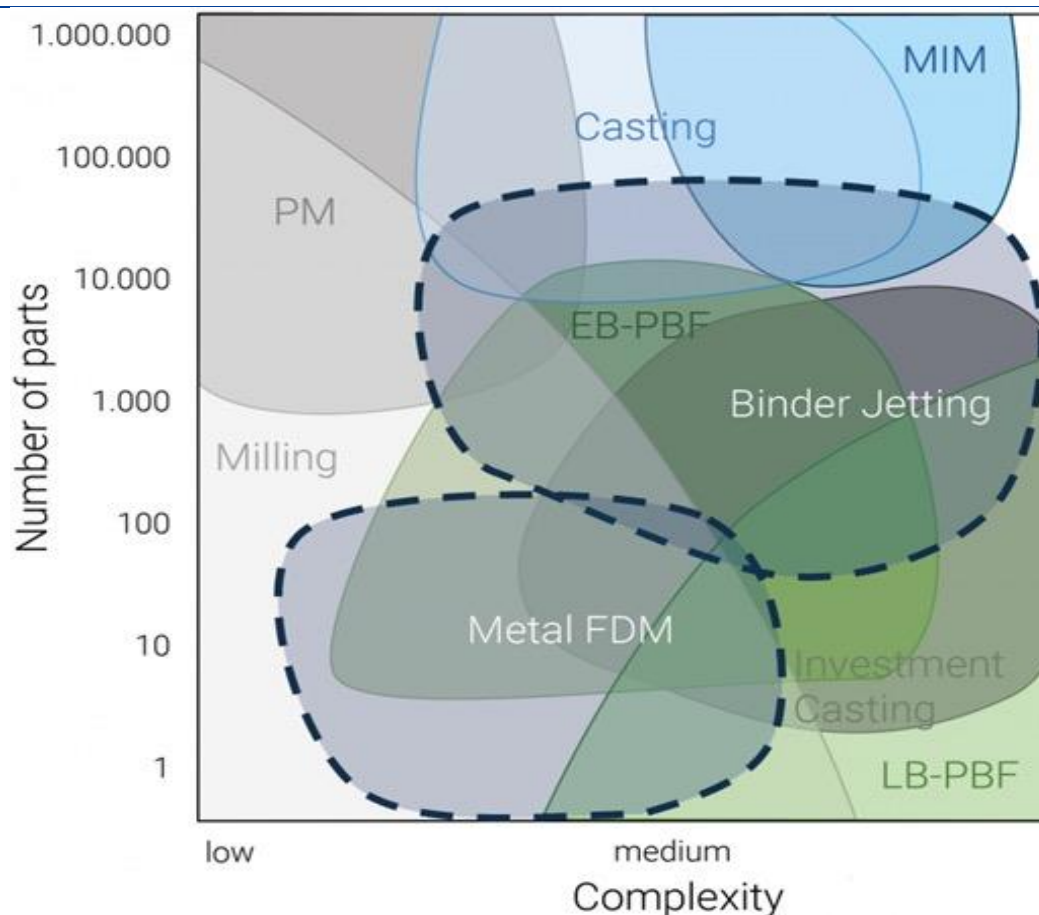
图表 30：粘合剂喷射金属 3D 打印工艺图



数据来源：武汉易制科技。华福证券研究所

粘合剂喷射金属 3D 打印工艺与 MIM 工艺为互补关系。大多数情况下，确定选择什么工艺取决于产量。对于原型制造和小批量生产，比如几万件，选择 BJ 是不错的选择。但是 MIM 在大批量生产时更具成本效益，比如几十万件以下，选择 MIM。其次，MIM 不能做太大和厚实的零件。一般 MIM 在 500g 以下范围。所以对于大尺寸，倾向于选择 BJ。而对表面光洁度要求不同选择不同工艺 MIM 的表面光洁度略高，粗糙度更小，所以表面粗糙度在 $1\sim 2\mu$ ，选择 MIM。表面粗糙度在 3μ 以上，选择 BJ。对于装配精度高的，一般在 1μ 以下，加工后期工艺需要采用 CNC，既可以选择 MIM 也可以选择 BJ。

图表 31：根据零件数量和复杂程度的技术分类



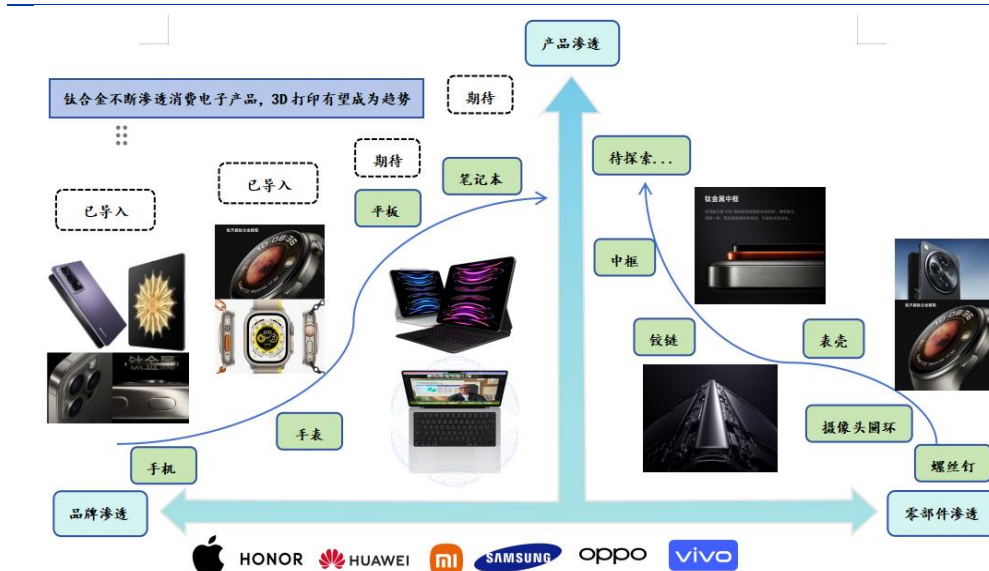
数据来源：粉末冶金硬质合金及先进陶瓷展。华福证券研究所

(四) 未来可能应用场景

随着 3C 电子逐渐向高端化发展，未来钛合金运用将愈发广泛。相比之前采用的不锈钢和铝合金材料，钛合金在手机制造中更好地平衡了坚固性和轻薄性的特点。钛合金的高强度与低密度使得手机的厚度和重量得以降低，同时提升了整体的结构

强度。因此，未来在平板电脑、笔记本电脑、手机其他零部件等都将用到钛合金作为结构件进行生产组装。3D 打印的快速发展就解决钛合金加工难的问题，未来 3D 打印将逐渐在 3C 电子领域得到使用，当技术、成本、性能等方面满足厂商要求时，3D 打印将迎来需求爆发点。

图表 32：未来钛合金将运用的方向



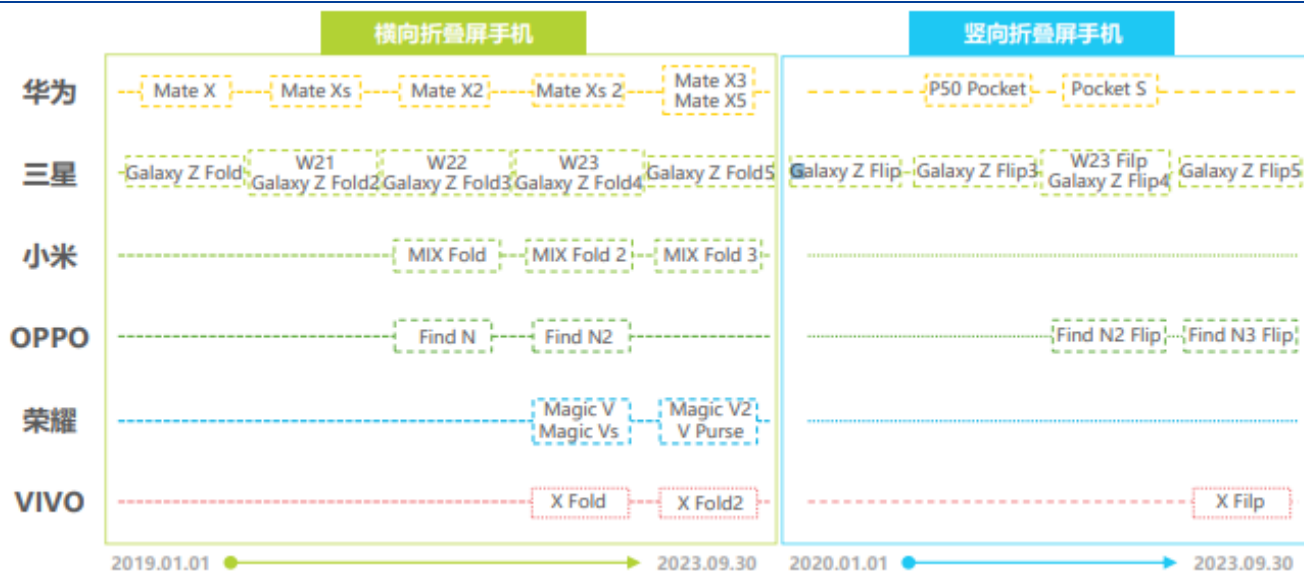
数据来源：华福证券研究所绘制

3 钛合金技术切入消费电子领域，市场空间有望加速打开

3.1 铰链：折叠屏轻量化趋势明显，3D 打印市场空间或超 60 亿元

折叠屏手机或成高端市场的重要机型。在传统直板屏手机产品迭代发展陷入瓶颈的同时，受市场饱和、用户换机周期长等行业现状影响，国内智能手机出货量市场持续低迷，因此各大厂商纷纷将目光转移到更具溢价能力的高端智能手机领域。而折叠屏手机因其极具差异化的外形、强大的功能优势等天然自带的高端属性，逐渐从这场“高端”角逐中脱颖而出，成为近几年高端智能手机市场的热门产品，助力了品牌厂商抢占高端市场份额。

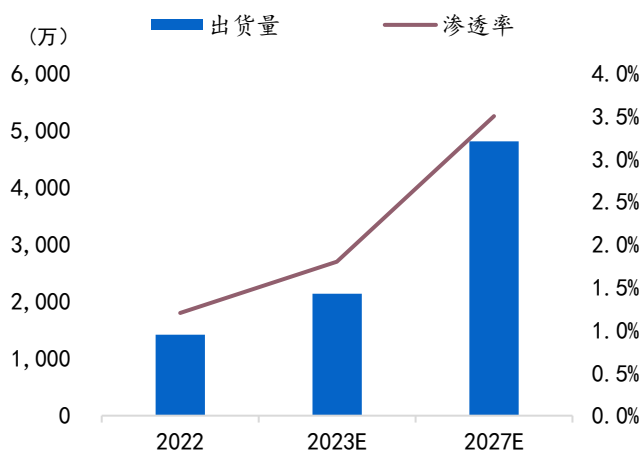
图表 33：2019 年-2023 年 Q3 中国主要品牌折叠屏手机基础款发售进度



数据来源：艾瑞咨询，华福证券研究所

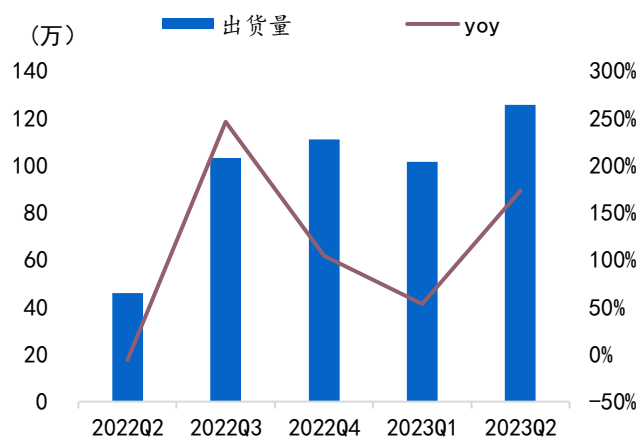
市场快速增长，未来成长空间巨大。全球市场：据 IDC 数据，2022 年全球折叠屏手机出货约 1420 万台，IDC 预计 2027 年折叠屏手机将达 4810 万部，未来 5 年 CAGR=27.6%。国内市场：2022 年全年中国折叠屏产品出货量增速成为市场亮点，据 IDC，2023 年第二季度，中国折叠屏手机市场出货量约 126 万台，同比增长 173.0%，上半年整体出货量约 227 万台，同比增长 102.0%。

图表 34：全球折叠屏手机出货量（万台，%）



数据来源：IDC，华福证券研究所

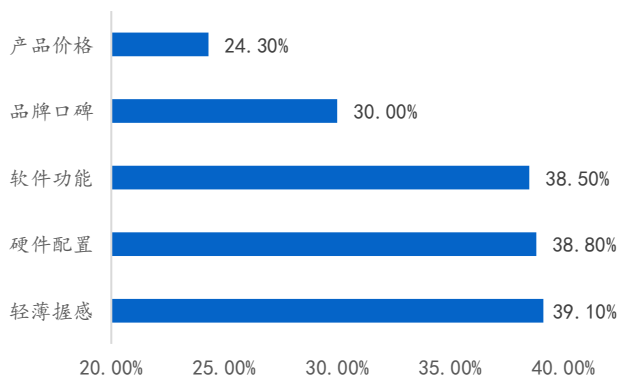
图表 35：中国折叠屏手机出货量（万台，%）



数据来源：IDC，华福证券研究所

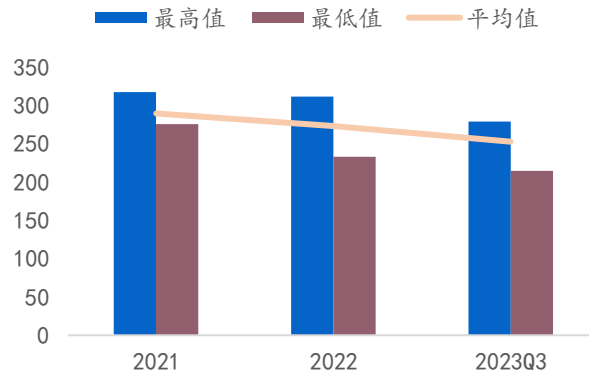
重量成购买折叠屏手机的主要因素之一，轻薄化是未来发展趋势。折叠屏手机用户在购机时，超 3 成以上的用户关注折叠屏手机的轻薄握感、硬件配置和软件功能，说明用户购机时除关注硬件配置与软件功能的使用体验外，也格外追求适宜自身需求的轻薄握持体验。

图表 36：折叠屏手机用户关注因素



数据来源：艾瑞咨询，华福证券研究所

图表 37：中国主要折叠屏手机总量变化（g）



数据来源：艾瑞咨询，华福证券研究所

市场空间测算：1) 根据南极熊 3D 打印网的产业咨询，目前钛合金铰链轴盖的材料成本为 30 元，加工成本为 200-300 元，保守估计总体费用为 250 元。2) 根据 IDC 的数据，全球折叠屏手机销量 2022 年为 1420 万台，预计在 2027 年达到 4810 万台，2022-2027 年 CAGR=27.6%。中国折叠屏手机 2022Q2-2023Q1 一年中销售量达 361.7 万台，预计未来增速将快于全球，预计 2022-2027 年 CAGR=30%，即 2027 年达到 1343 万台。通过图表可以看到，当 2027 年 3D 打印钛合金铰链渗透率到 50%时，全球市场空间将达到 60 亿元，中国市场空间将达到 16.8 亿元。

图表 38：折叠屏手机钛合金 3D 打印市场空间分析

年份	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
渗透率/ 全球销量（万台）	1812	2312	2950	3764	4810
1%	0.45	0.58	0.74	0.94	1.20
5%	2.27	2.89	3.69	4.71	6.01
10%	4.53	5.78	7.38	9.41	12.03
30%	13.59	17.34	22.13	28.23	36.08
50%	22.65	28.90	36.88	47.05	60.13
90%	40.77	52.02	66.38	84.69	108.23
渗透率/ 中国销量（万台）	470	611	795	1033	1343
1%	0.12	0.15	0.20	0.26	0.34
5%	0.59	0.76	0.99	1.29	1.68
10%	1.18	1.53	1.99	2.58	3.36
30%	3.53	4.58	5.96	7.75	10.07
50%	5.88	7.64	9.94	12.91	16.79
90%	10.58	13.75	17.89	23.24	30.22

数据来源：IDC，南极熊 3D 打印，华福证券研究所测算

3.2 智能手机中框：钛合金趋势显现，3D 打印或将迎来百亿市场

消费者需求修复，全球和中国市场的智能手机出货量在 2023 年第二季度以后的跌幅趋势有所减缓。全球市场来看：根据 Canalys 的数据，2023 年第一季度和第二季度的全球智能手机出货量分别为 2.70 亿部和 2.58 亿部，同比分别下降了 13% 和 10%。2023 年第三季度，全球智能手机市场降幅收窄至 1%，由于厂商在二季度库存状况得到改善，并在三季度推出新品，因此出货量达 2.946 亿部。国内市场来看：2023 年第二季度，中国智能手机市场的出货量约为 6430 万部，同比下降 5%。2023 年第三季度，中国智能手机市场出货连续两个季度下跌平缓，同比下滑 5%至 6670 万部。这表明从第二季度开始，中国市场的智能手机出货量跌幅显著收窄。

中国智能手机市场出货量有望在 2023 年第四季度迎来拐点，实现近 10 个季度的首次反弹。随着 8 月以来多个爆款新品的上市，中国智能手机市场热度回暖，社会各界对于智能手机的关注度明显高于上半年，消费者需求出现好转。IDC 中国手机月度 sale out 零售数据显示，今年第三季度中国智能手机实际零售量已实现同比增长 0.4%，10 月上半月依然延续同比增长趋势。随着各品牌大量竞争力十足的新产品集中上市以及年终电商平台的促销推动，新一轮换机周期逐渐开始。

图表 39：全球智能手机季度出货量（百万台）



数据来源：Canalys，华福证券研究所

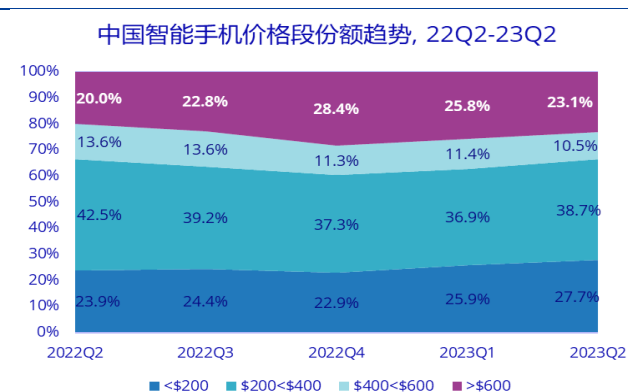
图表 40：中国智能手机市场季度出货量（百万台）



数据来源：Canalys，华福证券研究所

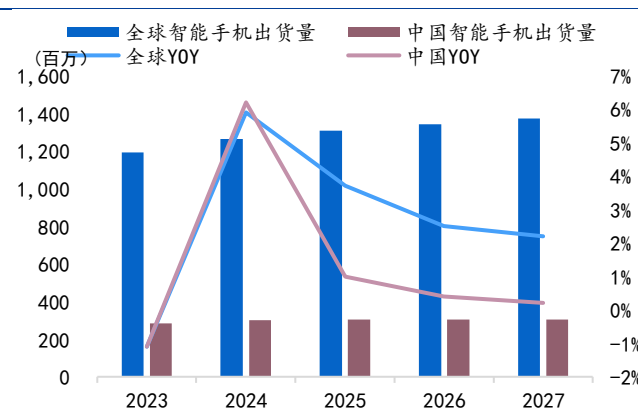
中国智能手机整体市场 600 美元以上高端市场表现依旧强劲，未来智能手机迎来稳健增长阶段。IDC 数据显示，第二季度中国 600 美元以上高端手机市场份额达到 23.1%，相比 2022 年同期逆势增长，增长 3.1 个百分点。随着国产品牌坚持高端化路线，主流厂商先后推出“直板+折叠”双旗舰布局：“直板”旗舰产品硬件配置拉满，“折叠屏”通过外观形态的改变打造差异化体验来吸引消费者注意，高端机型数持续增长，高端手机市场成为各家必争之地。另一方面，IDC 预计，2024 年全球智能手机市场出货量 12.63 亿，同比增长 5.9%；中国智能手机市场出货重新回到 3 亿市场大盘，同比增长 6.2%。

图表 41：中国智能手机价格份额趋势



数据来源：IDC，华福证券研究所

图表 42：全球与中国智能手机出货量预测



数据来源：IDC，华福证券研究所

由于市场竞争加剧，各个厂商都在积极准备全新一代产品，后续新品节奏提前，产品力也将明显提升。预期年底的中国手机市场将会进入到百家争鸣的时刻，根据前文所看到，目前小米、苹果已经在高端手机型号中开始使用钛合金中框，后续三星 Galaxy S24 Ultra 也将导入钛合金中框，未来智能手机钛合金中框将是发展方向。因此我们假设：

- 出货量：根据 IDC 的预测，全球智能手机出货量 2023-2027 年依次为 11.93、12.63、13.09、13.41 和 13.71 亿台，中国智能手机出货量为 2.83、3.00、3.03、3.04 和 3.05 亿台。
- 渗透率：按照 1%，5%，10%，20%和 50%做弹性测试。
- 价值量占比：根据中国粉末：设备：下游的价值量占比=17：22：41 来计算智能手机中框提升的整体 3D 打印市场规模。
- 单个手机用量：根据对比苹果手机 15Pro 与 14Pro 重量对比，可以发现在大小变化不大的情况下减轻 18g，14Pro 中框不锈钢（奥氏体 316）密度为 7.98g/cm³，钛合金的 4.5g/cm³，假设靠更换边框带来的重量减轻为 12g，那么一台手机的钛合金中框 15.52g。
- 钛合金价格：根据粉末销售机构数据显示，目前钛合金 3D 打印粉末的价格在 800-900 元/KG 之间，本测算以 850 元/KG 为准。
- 粉末利用率：根据南极熊 3D 打印同比，目前成熟的激光熔覆的粉末利用率为 35%。

图表 43：钛合金中框市场空间测算

年份		2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
渗透率/全球出货量（亿台）		11.93	12.63	13.09	13.41	13.71
粉末	1%	4.50	4.76	4.93	5.05	5.17
	5%	22.48	23.80	24.67	25.27	25.84
	10%	44.97	47.60	49.34	50.54	51.67
	20%	89.93	95.21	98.68	101.09	103.35
	50%	224.83	238.02	246.69	252.72	258.37
设备	1%	5.82	6.16	6.38	6.54	6.69
	5%	29.10	30.80	31.92	32.71	33.44
	10%	58.19	61.61	63.85	65.41	66.87
	20%	116.38	123.21	127.70	130.82	133.75
	50%	290.96	308.03	319.25	327.05	334.37
产业链	1%	21.16	22.40	23.22	23.79	24.32
	5%	105.80	112.01	116.09	118.93	121.59
	10%	211.60	224.02	232.18	237.86	243.18
	20%	423.21	448.04	464.36	475.71	486.35
	50%	1058.02	1120.10	1160.90	1189.28	1215.88
渗透率/中国出货量（亿台）		2.83	3.00	3.03	3.04	3.05
粉末	1%	1.07	1.13	1.14	1.15	1.15
	5%	5.33	5.65	5.71	5.73	5.75
	10%	10.67	11.31	11.42	11.46	11.50

设备	20%	21.33	22.61	22.84	22.92	22.99
	50%	53.33	56.54	57.10	57.29	57.48
	1%	1.38	1.46	1.48	1.48	1.49
	5%	6.90	7.32	7.39	7.41	7.44
	10%	13.80	14.63	14.78	14.83	14.88
	20%	27.61	29.27	29.56	29.66	29.75
	50%	69.02	73.17	73.90	74.14	74.39
	1%	5.02	5.32	5.37	5.39	5.41
	5%	25.10	26.61	26.87	26.96	27.05
	10%	50.20	53.21	53.74	53.92	54.10
产业链	20%	100.39	106.42	107.49	107.84	108.20
	50%	250.98	266.06	268.72	269.60	270.49

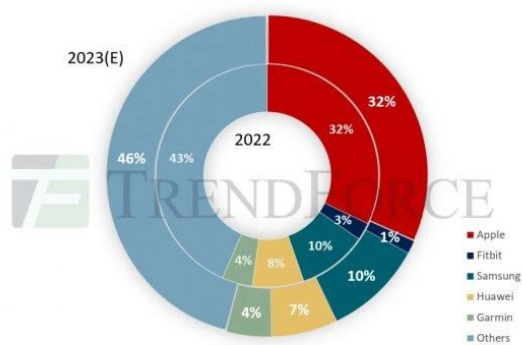
数据来源：IDC，南极熊 3D 打印，华经产业研究院，ZAEKE，钢易科技，钢百科，华福证券研究所

3.3 智能手表外壳：减重效果明显，低渗透带来高成长

在经历了 2022 年第四季度和 2023 年第一季度连续两季度的下滑后，2023 年第二季度全球智能手表出货量触底回暖，同比增长 11%达到 3150 万台左右。根据集邦咨询公布的最新报告，受全球经济低迷影响，2023 年全球智能手表出货量预估为 1.3 亿块。苹果以超过 30% 的份额领先，其次是三星（接近 10%）、华为、Garmin、Fitbit 等。

图表 44：全球智能手表竞争格局

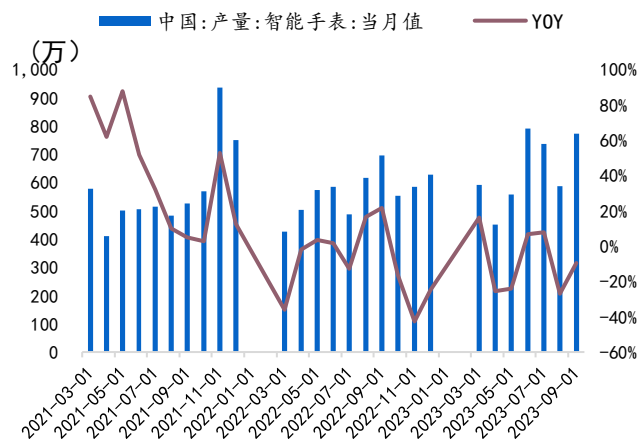
Brand Manufacturers' Share in 2022 and 2023(Estimated)



Source: TrendForce, October, 2023

数据来源：RTENDFORCE，华福证券研究所

图表 45：中国智能手表出货量



数据来源：，华福证券研究所

□ 出货量：根据 Mordor Intelligence 的预测，全球智能手表出货量 2023 和 2028 年依次为 1.3412 和 4.5689 亿台，CAGR=27.78%，中国智能手表出货量 2022 年为 6277 万个，同理假设未来 6 年中国智能手表出货量 CAGR=30%。

□ 渗透率：按照 1%，5%，10%，20%和 50%做弹性测试。

- 价值量占比：根据中国粉末：设备：下游的价值量占比=17：22：41 来计算智能手表中框提升的整体 3D 打印市场规模。
- 单个手表用量：根据对比苹果官网中的不锈钢与钛合金手表之间重量相差 6.4g，同理不锈钢（奥氏体 316）密度为 7.98g/cm³，钛合金的 4.5g/cm³，假设靠更换材料带来的重量减轻为 6g，那么一个智能手表的钛合金中框 7.76g。
- 钛合金价格：根据粉末销售机构数据显示，目前钛合金 3D 打印粉末的价格在 800-900 元/KG 之间，本测算以 850 元/KG 为准。
- 粉末利用率：根据南极熊 3D 打印同比，目前成熟的激光熔覆的粉末利用率为 35%。

图表 46：钛合金表盖市场空间测算

年份		2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
渗透率/全球出货量（亿台）		1.34	1.71	2.19	2.80	3.58
粉末	1%	0.25	0.32	0.41	0.53	0.67
	5%	1.26	1.61	2.06	2.64	3.37
	10%	2.53	3.23	4.13	5.27	6.74
	20%	5.06	6.46	8.25	10.55	13.48
	50%	12.64	16.15	20.63	26.37	33.69
设备	1%	0.33	0.42	0.53	0.68	0.87
	5%	1.64	2.09	2.67	3.41	4.36
	10%	3.27	4.18	5.34	6.82	8.72
	20%	6.54	8.36	10.68	13.65	17.44
	50%	16.35	20.90	26.70	34.12	43.60
产业链	1%	1.19	1.52	1.94	2.48	3.17
	5%	5.95	7.60	9.71	12.41	15.86
	10%	11.89	15.20	19.42	24.82	31.71
	20%	23.79	30.40	38.84	49.63	63.42
	50%	59.47	75.99	97.11	124.08	158.55
渗透率/中国出货量（亿台）		0.63	0.82	1.06	1.38	1.79
粉末	1%	0.12	0.15	0.20	0.26	0.34
	5%	0.59	0.77	1.00	1.30	1.69
	10%	1.18	1.54	2.00	2.60	3.38
	20%	2.37	3.08	4.00	5.20	6.76
	50%	5.91	7.69	10.00	12.99	16.89
设备	1%	0.15	0.20	0.26	0.34	0.44
	5%	0.77	1.00	1.29	1.68	2.19
	10%	1.53	1.99	2.59	3.36	4.37
	20%	3.06	3.98	5.17	6.73	8.74
	50%	7.65	9.95	12.94	16.82	21.86

产业链	1%	0.56	0.72	0.94	1.22	1.59
	5%	2.78	3.62	4.70	6.12	7.95
	10%	5.57	7.24	9.41	12.23	15.90
	20%	11.13	14.47	18.82	24.46	31.80
	50%	27.83	36.18	47.04	61.15	79.50

数据来源：Mordor Intelligence，南极熊 3D 打印，苹果官网，华经产业研究院，ZAEKE，钢易科技，钢百科，华福证券研究所

4 投资建议

4.1 铂力特：全产业链布局，国内金属 3D 打印龙头企业

铂力特（688333.SH）是国内金属 3D 打印先行者与领头羊、是全产业链布局的稀缺龙头。铂力特成立于 2011 年 7 月，并于 2019 年 7 月 22 日登陆科创板。公司始终专注于工业级金属增材制造，为客户提供全方位的金属增材制造与再制造技术解决方案，构建了较为完整的金属 3D 打印产业生态链，整体实力在国内外均处领先地位。

- 下游：应用于航空航天、工业机械、能源动力、轨道交通、汽车制造、船舶制造、电子工业、模具制造及医疗研究等各领域，其中广泛应用于航空航天领域。
- 客户：包括中航工业、航天科工、航天科技、航发集团、中国商飞、中国神华能源、中核集团、中船重工及各类科研院所。
- 产品：1) 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研究积累，在金属增材制造的新材料开发领域处于国际领先地位；2) 自主研发了 SLM、LSF、WAAM 系列金属 3D 打印设备，为国际先进水平；3) 产品生产与服务：要使用核心金属 3D 打印技术生产相关产品，后处理过后进行销售。

图表 47：铂力特设备性能对比情况

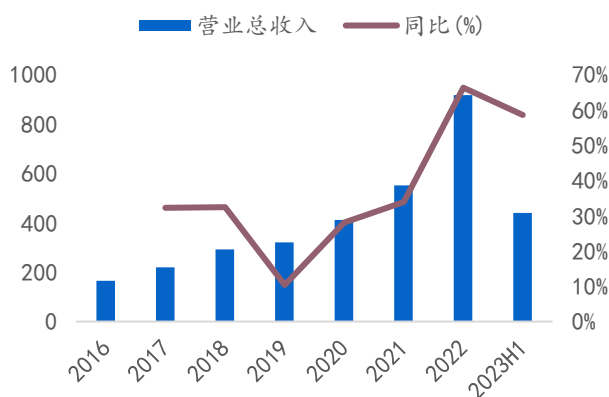
技术指标参数	EOS-M400	铂力特-S500	铂力特-S600
最大成型尺寸	400mm X400mm X 400mm	400mmX400mmX1500mm	600mmX600mmX600mm
分层厚度	20-100um	20-100um	20-100um
激光器功率及数量	1000W*1	500W*4	500W*4
激光器光束质量	M2 < 1.1	M2 < 1.1	M2 < 1.1
最大扫描速度	7m/s	7m/s	7m/s

重复定位精度	+5um	+5um	+5um
最高预热温度	200C	200C	200C
氧含量	/	≤200ppm	≤200ppm
铺粉方式	前后双向铺粉	左右双向铺粉	前后双向铺粉
可打印材料	铁合金、铝合金、钴铬合金、高温合金、不锈钢、模具钢等	铁合金、铝合金、钴铬合金、高温合金、不锈钢、模具钢等	铁合金、铝合金、钴铬合金、高温合金、不锈钢、模具钢等

数据来源：铂力特招股说明书，华福证券研究所

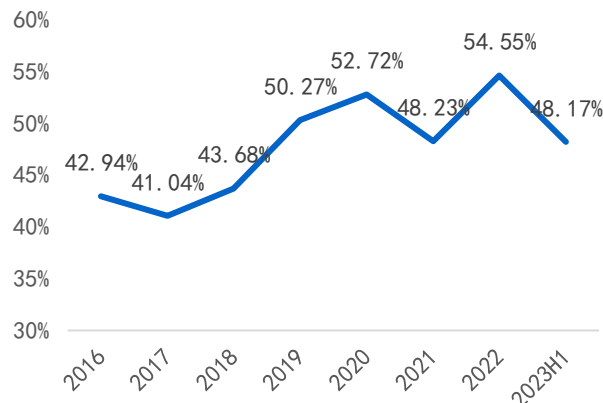
毛利率高位企稳，细分领域营收持续高增。铂力特近三年在维持高毛利率的同时营收仍保持高速增长。分下游应用行业来看，航空航天领域在毛利率高于 50%的情况下连续三年增长，2022 年同比增速为 101.71%。

图表 48：公司营收



数据来源：，华福证券研究所

图表 49：公司销售毛利率

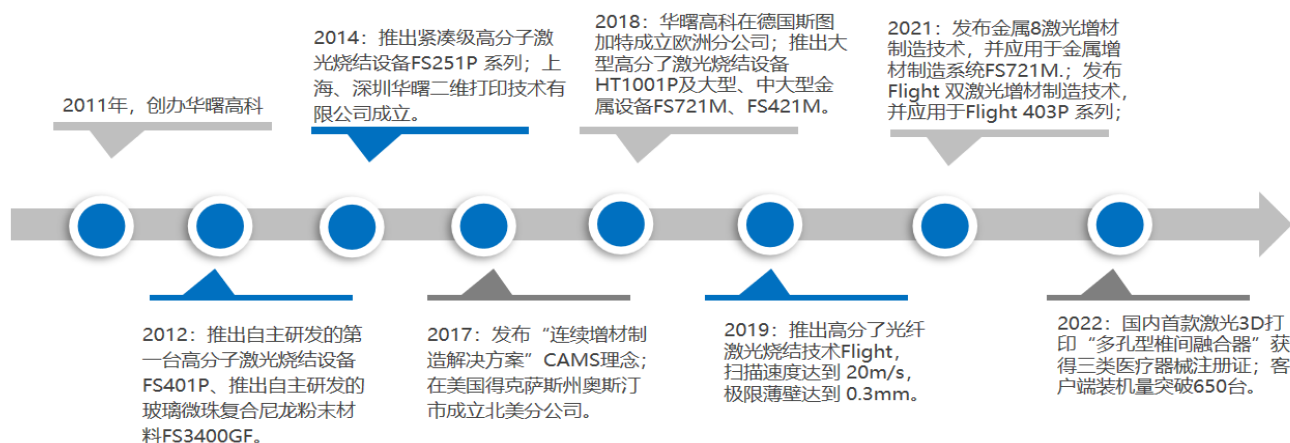


数据来源：，华福证券研究所

4.2 华曙高科：3D 打印领军企业，技术创新驱动公司发展

华曙高科为中国领先工业级增材制造技术全套解决方案提供商。华曙高科十余年来专注于工业级增材制造设备的研发、生产与销售，致力于为全球客户提供金属（SLM）增材制造设备和高分子（SLS）增材制造设备，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。公司是全球极少数同时具备 3D 打印设备、材料及软件自主研发与生产能力的增材制造企业，销售规模位居全球前列，是我国工业级增材制造设备龙头企业之一。

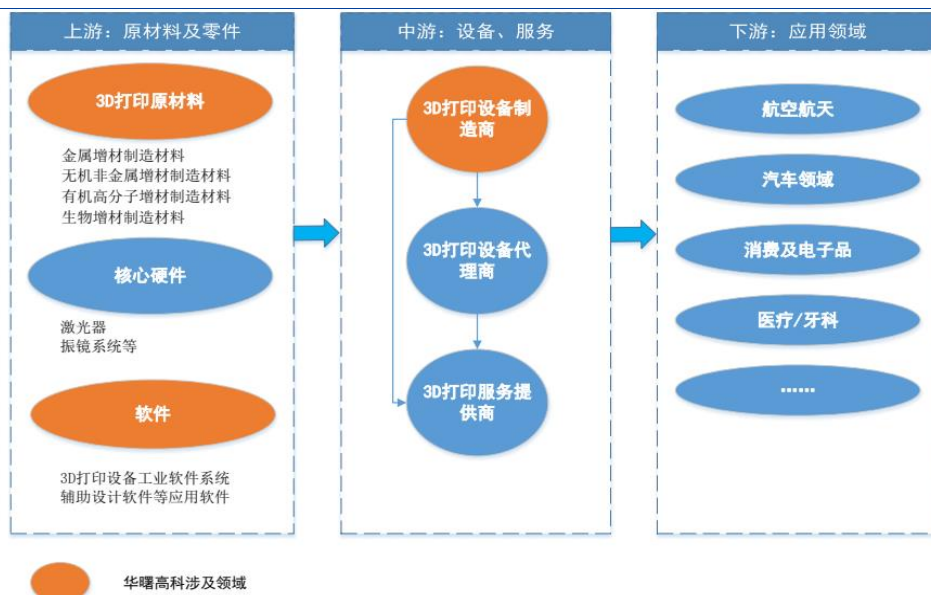
图表 50：华曙高科发展历程



数据来源：公司官网，华福证券研究所

产品矩阵涵盖行业上游粉末与中游设备。华曙高科形成了系列自主 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，协同公司核心产品构成多位一体的金属与高分子工业级增材制造完整自主技术与品牌价值体系，在大尺寸、多激光、连续增材制造以及高性能粉末材料等增材制造研发应用方向上成为走在国际前列的民族企业。华曙高科率先在行业内开放设备及其软件技术功能，以设备、软件、材料、工艺的全方位开放，降低行业技术应用门槛。同时，公司依托强大的设计、生产、服务的系统综合能力，快速响应市场多样、复杂的产业化需求，连续、稳定向美国、德国等增材制造强国销售工业级自有品牌 SLM、SLS 打印设备及 SLS 尼龙粉末材料，自主产品出口至全球 30 多个国家。

图表 51：3D 打印产业链发布情况

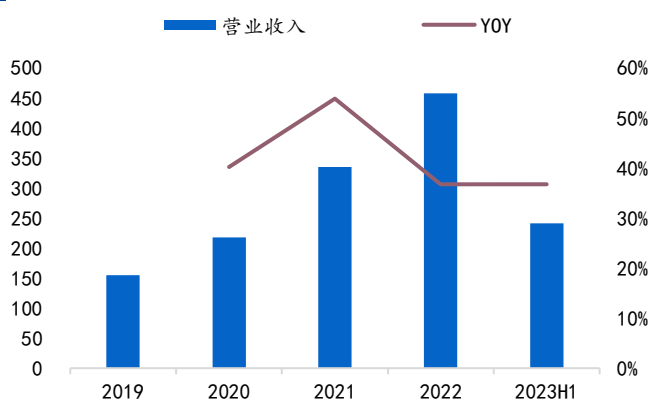


数据来源：华曙高科招股说明书，华福证券研究所

收入和利润快速稳步增长。2019 年到 2022 年营业总收入和归母净利润均保持

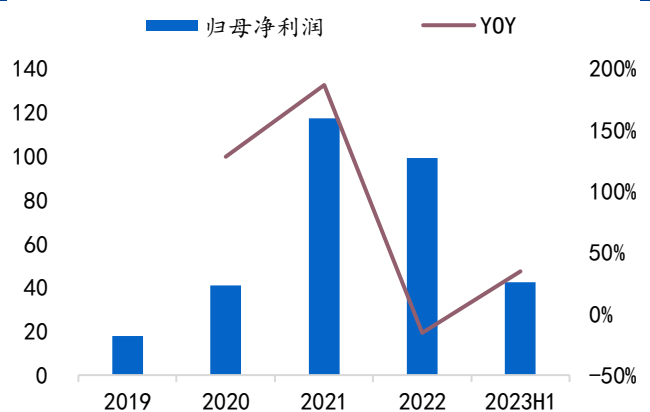
稳步增长，2020 年华曙高科实现营业收入 2.17 亿元，同比增长 40%，归母净利润 0.41 亿元，同比增长 128%。2021 年没有受到疫情的负面影响，公司业绩持续快速增长，2021 年营收 3.34 亿元，同比 54%，净利润 1.17 亿元，同比 187%。22 年营收稳固增长，净利润由于疫情影响期间费用大幅提升，出现下降的情况。

图表 52：华曙高科营业总收入（百万，%）



数据来源：，华福证券研究所

图表 53：华曙高科归母净利润加速增长（百万，%）



数据来源：，华福证券研究所

公司的技术优势主要体现在：1）完整性，是市场上少数掌握从原材料到成品制造的完整技术体系的公司，同时掌握了动态聚焦和定焦两种 SLM 技术的主要分支；2）自主性，公司可提供设备零部件完全国产化替代方案，拥有完全自主知识产权的具有开放性特征的全套 3D 打印工业软件系统，可从软件端设置多类技术参数开放供用户自由调节，可为重要领域的增材制造技术应用提供具有信息安全保障的国产化高性能增材制造设备；3）开放性，公司的技术体系与产业化客户深度绑定、协同并进。

4.3 银邦股份：高端金属复合材料领先企业，子公司深耕 3D 打印行业

高端金属复合材料领先企业，产品矩阵完善。公司立足铝合金复合材料、多金属复合材料等新材料、新技术的综合化研发和生产，向着轻量化材料解决方案提供商转型升级，公司生产的钎焊铝合金复合材料全面应用于汽车热交换、家用空调、轨道交通、航空航天、电站空冷等领域，通过与国际一线的主机厂商建立合作共同服务于特斯拉、BMW、奔驰、中车、卡特彼勒、GM 等品牌。公司自主研制开发铝钢、铝不锈钢、铝铜、铝钛、铜钢、钢不锈钢等数十种多层金属复合材料产品系列，可满足对材料性能多样化的需求，在生活电器、汽车零部件材料、高档炊具、手机外壳和中框材料、海洋工程、航空航天、机械冶金等领域有着广阔的应用前景。

图表 54：多金属复合材料应用领域



数据来源：公司官网，华福证券研究所

飞而康是国内最早从事金属 3D 打印应用服务的厂商之一，深耕航空航天业务十余载，建设工业化生产工厂，积极推动 3D 打印产业化应用。飞而康是国内首家通过金属 3D 打印适航认证、拥有金属粉末制备-金属 3D 打印部件制造-热等静压处理-性能检测完整生产工艺的企业，制造的 3D 打印零件已被批量应用到 C919 飞机的生产中。飞而康这两年都实现了破亿的营业收入，其中大部分任务是为航空航天领域配套的，航空航天产品是飞而康目前的业务基石，也正是这个领域高质量、高标准的要求磨砺了飞而康技术能力和交付能力。

5 风险提示

（一）产业政策风险。增材制造行业系国家重点扶持的战略新兴产业，国家产业政策对该行业的发展起到了积极的引导作用。如果未来政府对行业支持政策发生变化导致财政税收优惠、政府补助及科技扶持等政策缩减甚至取消，将会对行业生产经营造成不利影响。

（二）技术迭代风险。随着增材制造技术的发展，应用领域的扩大，技术的升级迭代加快，不同技术之间的竞争加剧，技术创新和新产品开发仍是行业竞争的关键。若企业无法保持技术先进性则可能导致竞争力下降。

（三）供应链风险。国内增材制造领域振镜、激光器等核心零部件进口依赖严重，若因地缘政治导致进口受限，且短期内无法国产化替代，则可能影响到企业产品的交付。

分析师声明

本人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，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅在 20%以上
	持有	未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于 10%与 20%之间
	中性	未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与 10%之间
	回避	未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来 6 个月内，行业整体回报高于市场基准指数 5%以上
	跟随大市	未来 6 个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与 5%之间
	弱于大市	未来 6 个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的 6~12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普 500 指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路 1436 号陆家嘴滨江中心 MT 座 20 层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn