

折叠屏加速渗透，把握有斜率创新

2024年04月22日

➤ **折叠屏从 1 到 N 加速渗透。**在全球智能手机存量竞争的背景下，手机硬件创新的焦点正从光学摄像向折叠屏转移。目前全球折叠屏手机正处于从 1-N 快速增长渗透阶段。据 Counterpoint 预测，全球折叠屏手机出货量将从 2022 年的 1310 万台增至 2027 年的 1 亿台，CAGR 达 50.2%，预计 27 年在高端市场渗透率达 39%。在全球智能手机存量竞争的背景下，中国已成为全球最大折叠屏手机市场，据 IDC 数据，23Q4 中国折叠屏手机市场出货量约 277.1 万台，同比增长 149.6%。**展望 2024，上半年，Pocket2、vivo x fold3 等折叠新机陆续发布，下半年作为消费电子旺季，各大手机厂商都将密集发布折叠屏手机，有望进一步催化相关产业链投资。**

➤ **铰链：折叠屏的重要“关节”。**相较直板机，铰链是折叠屏手机的主要增量成本。据 CGS-CIMB 统计，三星的折叠机 Galaxy Fold 相较于高端直板机 Galaxy S9+，成本增长最高的为机械器材。**Galaxy Fold 机型中机械结构件（含铰链）成本约 88 美金（BOM 占比约 13.8%），成本占比增幅仅次于显示模组。**传统铰链技术方案需采用 MIM、冲压、CNC 精密加工等多种工艺。美国企业安费诺、中国台湾 AVC 等作为头部厂商，铰链零部件及组装业务已广泛应用于 HMOV+ 三星等客户的折叠屏终端。而随着国内折叠屏产业链的羽翼丰满，如国内企业**东睦股份、精研科技、统联精密**也持续拓展国内外客户。随折叠屏铰链形态进一步迭代，零部件复杂度与加工精度将持续提升，MIM 技术的综合优势将进一步凸显，有望成为折叠屏铰链的主流加工方案。

➤ **盖板：折叠屏“减薄”技术的关键。**作为折叠屏屏幕的关键组件，盖板需同时满足可折叠、透光性与防护性能。目前折叠屏手机的前盖材质主要有透明聚酰亚胺（CPI）和超薄柔性玻璃（UTG）两种。随着国内外盖板厂商逐步加大技术储备和供应链布局，UTG 盖板市场规模将持续提升。**CINNO Research 预计 2025 年国内折叠手机前盖板 UTG 搭载量将成长至近 500 万台，2022 年至 2025 年的 CAGR 约为 66%。**面对折叠屏手机市场的广阔前景和日益增长的需求，全球范围内的 UTG 产业链上下游企业都在积极布局，以抢占市场份额。**长信科技、凯盛科技和蓝思科技**是中国在超薄玻璃（UTG）领域的三家重要企业，各自在 UTG 产业链中扮演着关键的角色。

➤ **投资建议：**折叠屏市场正处于从 1-N 快速增长渗透阶段，建议把握有斜率创新，持续关注增量赛道：1) MIM：东睦股份、精研科技、统联精密；2) 研磨抛光工艺：金太阳；3) 液态金属：宜安科技；4) UTG：长信科技、凯盛科技。

➤ **风险提示：**行业竞争加剧的风险、折叠屏销量不及预期、技术更迭风险。

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
600114	东睦股份	13.50	0.32	0.59	0.85	42	23	16	推荐
300709	精研科技	28.22	0.77	1.16	1.53	37	24	18	推荐
688210	统联精密	16.63	0.37	0.84	1.12	45	20	15	推荐
300088	长信科技	4.91	0.19	0.28	0.39	26	18	13	/
600552	凯盛科技	10.85	0.11	0.25	0.37	99	43	29	/
300606	金太阳	18.35	0.37	1.21	1.72	50	15	11	/

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2024 年 04 月 19 日收盘价；未覆盖公司数据采用 wind 一致预期；东睦股份及统联精密 23 年 eps 为业绩快报数据，凯盛科技 23 年 eps 为年报实际数据）

推荐

维持评级

相关研究

- 存储行业专题研究：从 Astera Labs 招股书和信骅业绩会，我们读出了什么？-2024/04/14
- 电子行业周报：中国台湾地震对电子板块影响分析-2024/04/08
- 电子行业周报：P70+折叠屏，消费电子变革起-2024/04/01
- 海外 AI 研究系列（一）：超威半导体（AMD）深度报告：算力帝国的挑战者-2024/03/26
- 电子行业周报：GTC 大会引领铜互联变革-2024/03/25

目录

1 折叠屏：从 1-N 快速增长渗透	3
1.1 智能手机：步入存量市场，但仍有结构性创新	3
1.2 折叠屏：从 1-N 快速增长渗透	4
1.3 折叠是智能手机的未来吗？	7
1.4 折叠屏远期空间展望	8
2 铰链：折叠屏的重要“关节”	10
2.1 铰链：折叠屏手机的主要增量成本	10
2.2 铰链工艺：MIM 为主，3D 打印+液态金属辅助	12
2.3 铰链材料：钛合金+碳纤维助力高强度及轻量化	19
3 盖板：折叠屏“减薄”技术的关键	22
3.1 总览：显示屏幕产业链	22
3.2 盖板：UTG 成为折叠屏柔性盖板的主流方向	23
4 投资建议	28
4.1 行业投资建议	28
4.2 折叠屏相关公司梳理	28
5 风险提示	42
插图目录	46
表格目录	47

1 折叠屏：从 1-N 快速增长渗透

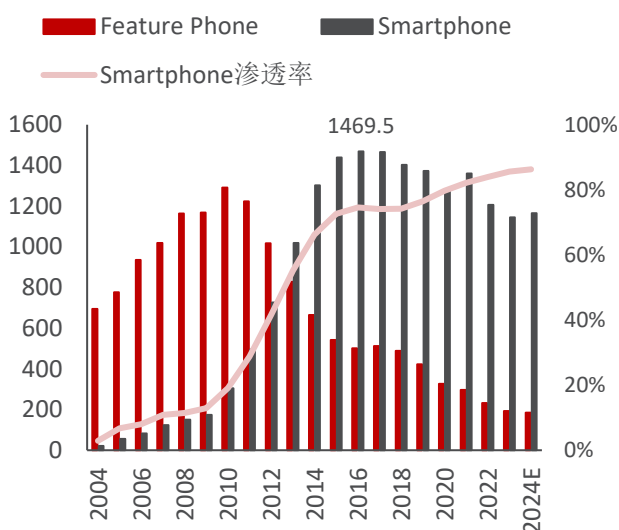
1.1 智能手机：步入存量市场，但仍有结构性创新

全球智能机销量于 2016 年达 14.7 亿部见顶，此后逐年缓降。2020 年受疫情影响大幅下滑，2021 年回暖至 13.6 亿部。据 IDC 数据，2023 年全球智能手机出货量同比下降 3.4%，降至 11.6 亿部，其中 23Q4 同比增长 8.5%，出货量达到 3.3 亿台。据 IDC 预测，考虑到换机周期叠加 AI 大模型技术的应用以及新兴市场的增长，预计 2024 年全球智能机销量将回升至近 12 亿部水平。

从市占率看，全球智能机品牌集中度逐年提升，CR5 占比从 14 年的 51.4% 提升至 23 年的 67.8%。

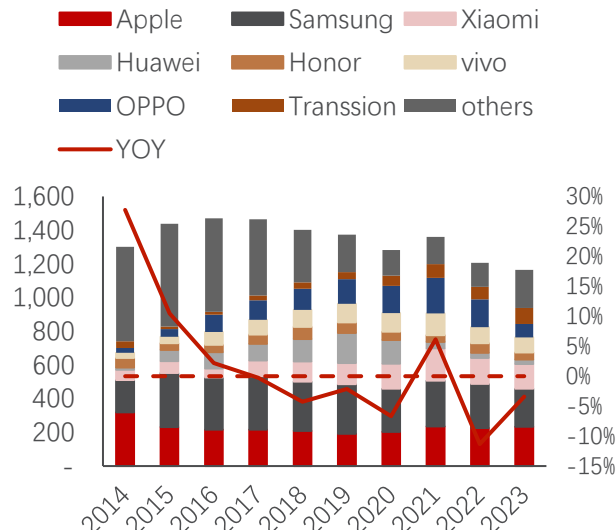
无论从销量还是从市占率角度，智能机市场早已进入存量竞争市场。

图1：2004-2024E 全球智能机出货量及渗透率 (亿部)



资料：IDC, 民生证券研究院

图2：2014-2023 年全球智能机各品牌出货量(百万部)



资料：IDC, 民生证券研究院

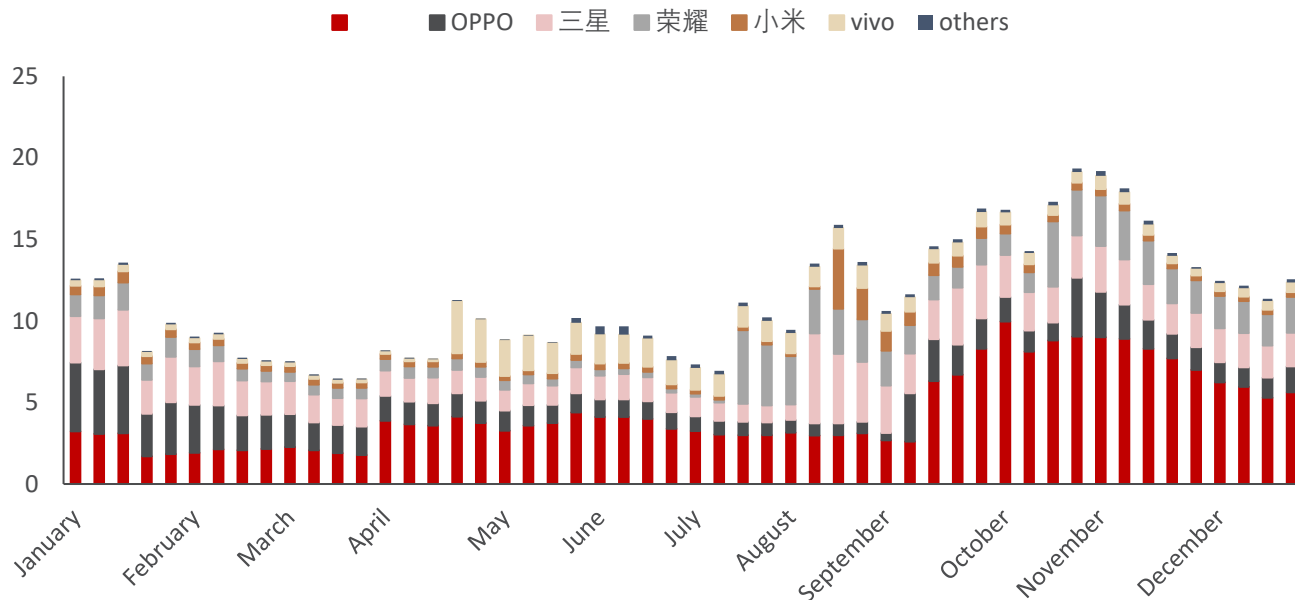
存量竞争市场下，硬件创新的焦点正从光学摄像向折叠屏转移。参考 TrendForce 数据，2023 年，全球折叠屏手机预计出货量达 1860 万，YOY+43%，其中 折叠屏手机出货量约 250 万部。

由于折叠屏成本依旧居高不下，所以一般用于旗舰机的差异化方案。当下各大厂商正在寻求机会来巩固他们在高端市场的地位。各品牌正在着手增强高端产品线的竞争力，并着重于改善产品硬件设计和软件 UI。在此趋势下，我们认为全球范围内折叠屏市场的竞争烈度将持续升级。

国内市场手机销量高频数据：2023 年下半年，MateX5 等安卓折叠屏新机发布密集，带动折叠屏手机销量持续创新高。据 BCI 数据，2023 年国内折叠屏手机销量为 582.7 万台。MateX5 发布至 2023 年年末 (9.11-12.31)，销量已达

到 92.5 万台。

图3：2023 年国内折叠屏手机分机型周度销量（万台）

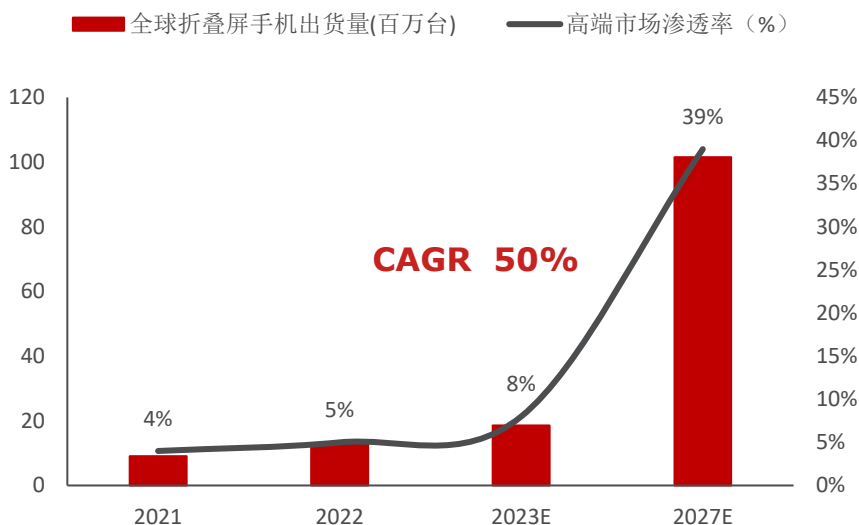


资料：BCI, 民生证券研究院

1.2 折叠屏：从 1-N 快速增长渗透

折叠屏手机市场快速渗透：据财联社报道，2023 年，全球折叠屏手机渗透率仅 1%，正处于从 1-N 快速增长渗透阶段。据 Counterpoint 预测，全球折叠屏手机出货量将从 2022 年的 1310 万台增至 2027 年的 1 亿台，CAGR 达 50.2%，预计 27 年在高端市场渗透率达 39%。在全球智能手机存量竞争的背景下，中国已成为全球最大折叠屏手机市场，据 IDC 数据，23Q4 中国折叠屏手机市场出货量约 277.1 万台，同比增长 149.6%。

图4：2021-2027E 全球折叠屏手机出货量及高端市场渗透率（百万台,%）

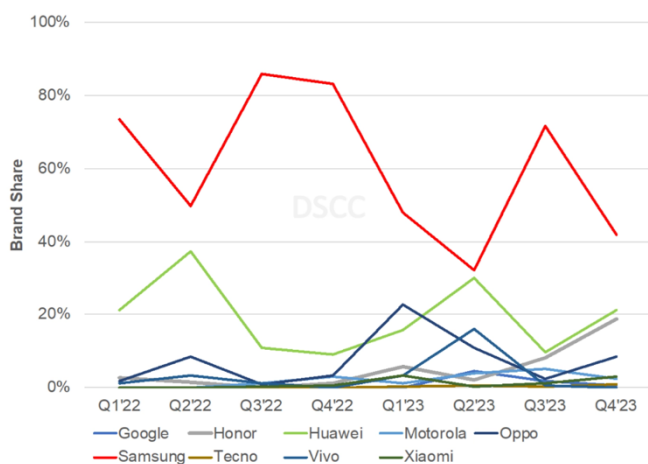


资料：Counterpoint, 民生证券研究院（高端机型市场指价位段在\$600 以上）

竞争格局：三星在全球折叠屏手机市场占据主导地位，据 DSCC 数据，3Q23 三星市场份额达 72%，位居第一，但低于去年的 86%，这是因为竞争对手陆续推出更多机型，并追求更高销量。第三季度 和荣耀则分别位居亚军、季军，前者份额为 9%，后者份额为 8%。**机型方面，**三星 Galaxy Z Flip 5 占比 45%，Galaxy Z Fold 5 占市场份额的 24%，Mate X3 和荣耀 Magic V2 各占 6% 的份额。DSCC 预计 2024 年全年将有 27 款不同的可折叠机型出货，其中 和荣耀会有更高的份额，而 OPPO 和 vivo 由于搁置上下折叠屏幕项目，导致市场份额有所下跌。

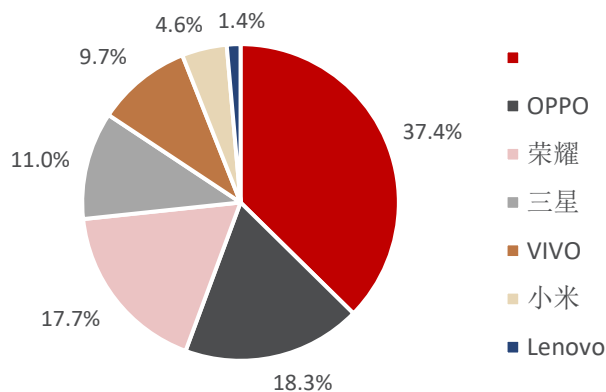
国内市场方面， 作为国内厂商中早期布局者先行优势明显。据 IDC 数据，23 年 市场份额稳居第一，达到 37.4%，其次为 OPPO（18.3%）、荣耀（17.7%）、三星（11%）、vivo（9.7%）和小米（4.6%）。

图5：1Q22-4Q23 全球折叠屏各品牌市场份额



资料：DSCC, 民生证券研究院

图6：2023 年国内折叠屏各品牌市场份额



资料：IDC, 民生证券研究院

直板屏手机迭代发展迎来瓶颈，折叠屏成为行业创新趋势。2018年10月31日，柔宇科技发布全球首款可折叠柔性屏手机 FlexPai 柔派，开启了折叠屏手机产业的新趋势；2023年，三星、TECNO、荣耀、小米、OPPO、vivo 等主流手机厂商，都在密集发布折叠屏手机，国内市场已成为折叠屏的重要战场。

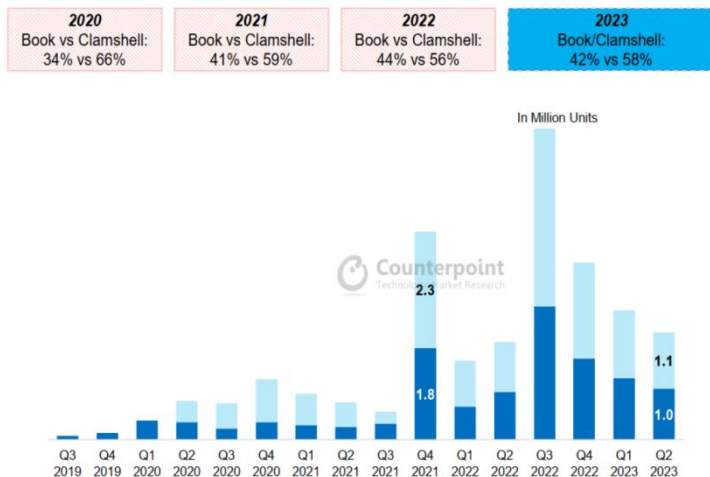
图7：2023年发布的折叠屏机型



资料来源：Counterpoint, IT之家, 民生证券研究院

从具体的形态上来看，折叠屏手机分为横向外折、横向内折和竖向内折三种类型。书本式横向折叠机提供更强的视觉沉浸感和生产力，目前主要针对高端用户；竖向折叠则是为了便携性。在推动折叠智能手机在全球普及的过程中，价格更实惠的竖折手机扮演着更重要的角色。后续随着更多横折新机发布，其占比将逐步提升。

图8：按折叠类型划分的折叠手机销售趋势（百万部）



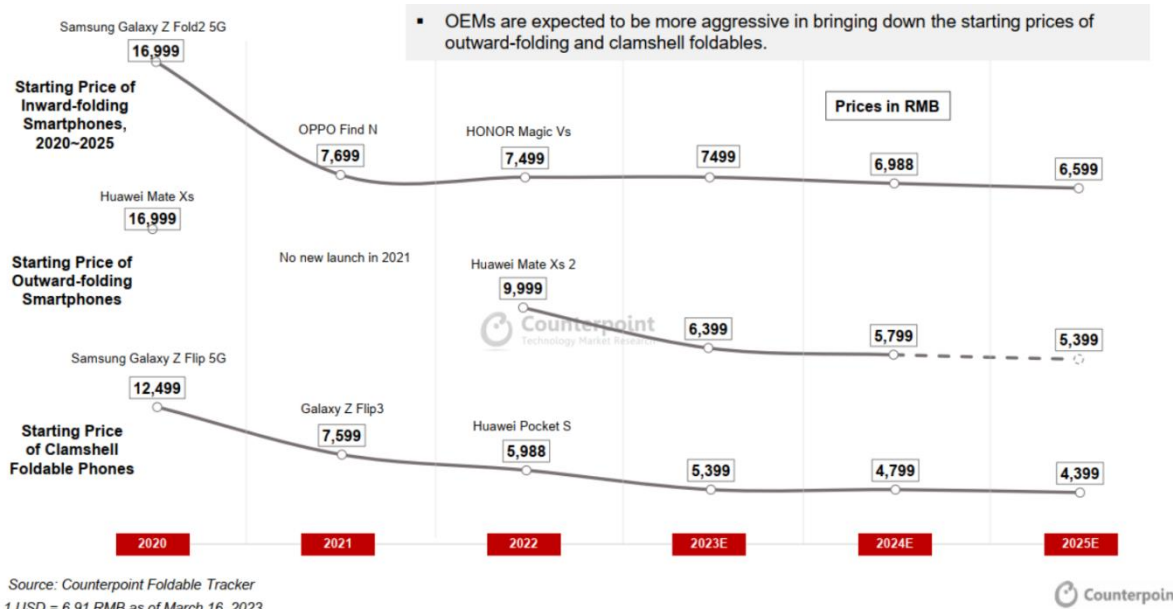
资料来源：Counterpoint, 民生证券研究院

1.3 折叠是智能手机的未来吗？

据艾瑞咨询调研数据，现有用户相对偏好 230g 以下和 10.0mm 以下的机身规格，目前影响折叠屏渗透率提升的几大关键因素：

1、**价格**：受益于技术的成熟和良品率的提升，使得折叠屏手机成本不断下降。除三星 外，多数折叠机型起售价已接近或低于同期苹果水平。IDC 数据显示，23Q2 高于 1000 美元的折叠屏手机份额已经由一年前的 92.8% 下降到 54.6%，同比下降 38.2pct。其中，竖折产品价格已下探到 400 至 600 美元价格段。2024 年、三星计划将推出更具有价格竞争力的折叠屏手机，其他安卓手机厂商也将跟进，推动折叠机市场加速扩张。

图9：折叠屏手机价格发展趋势

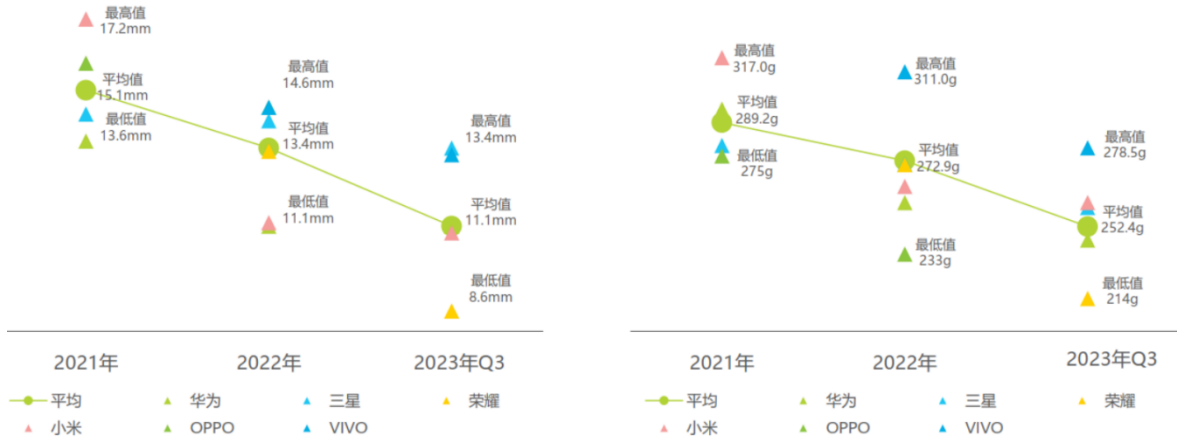


资料：Counterpoint，民生证券研究院

2、**重量**：假设以苹果各年度 iPhone Pro Max 为横向折叠对比机型，普通 iPhone 为竖向折叠对比机型。重量方面，2022 年以来 OPPO、荣耀、 等横折机型重量已接近或小于苹果，其中荣耀 V Purse 重量 214g 已小于 iPhone 15 Pro Max 的 221g，但各厂商竖向折叠机型重量仍高于苹果普通机型。

3、**厚度**：厚度方面，横折手机荣耀 V Purse 折叠厚度 8.6mm 已接近 iPhone 15 Pro Max 的 8.25mm，各厂商竖向机型仍偏厚。

图10：2021年-2023年Q3 中国市场主要横向折叠屏手机机身厚度&重量区间对比

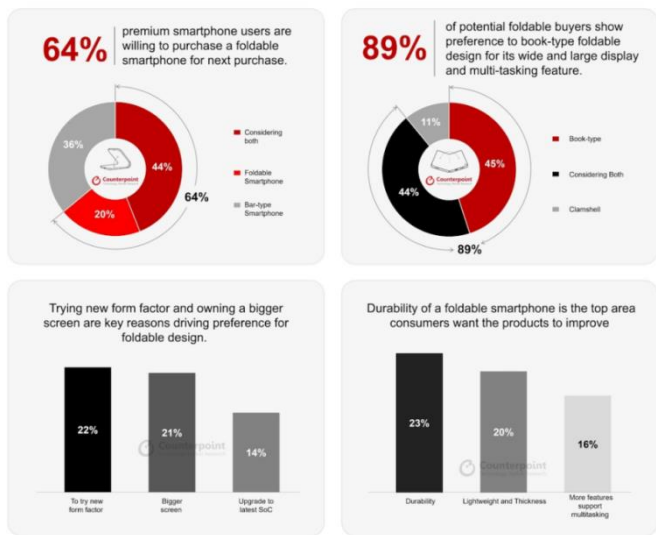


资料：艾瑞咨询，民生证券研究院

中国大量消费者正考虑将折叠手机作为下一次换机的选择。据调研机构 Counterpoint Research 近期的一项消费者调查突显了中国消费者对折叠智能手机的强烈兴趣。在中国售价 400 美元（约合人民币 2861 元）以上的智能手机用户中，高达 64% 正在考虑将折叠手机作为下一次换机的选择，其中 20% 已经决定购买，另外 44% 则在考虑此选项。

图11：用户对折叠屏手机的偏好程度

Key Insights on Consumer's Preference For Foldable Form Factor in China



资料：Counterpoint，民生证券研究院

1.4 折叠屏远期空间展望

展望 2024，上半年，Pocket2、vivo x fold3 等折叠新机陆续发布，有望进一步催化相关产业链投资。下半年作为消费电子旺季，三星、荣耀、小米、vivo 等各大手机厂商都将密集发布折叠屏手机，国内市场已成为折叠屏的

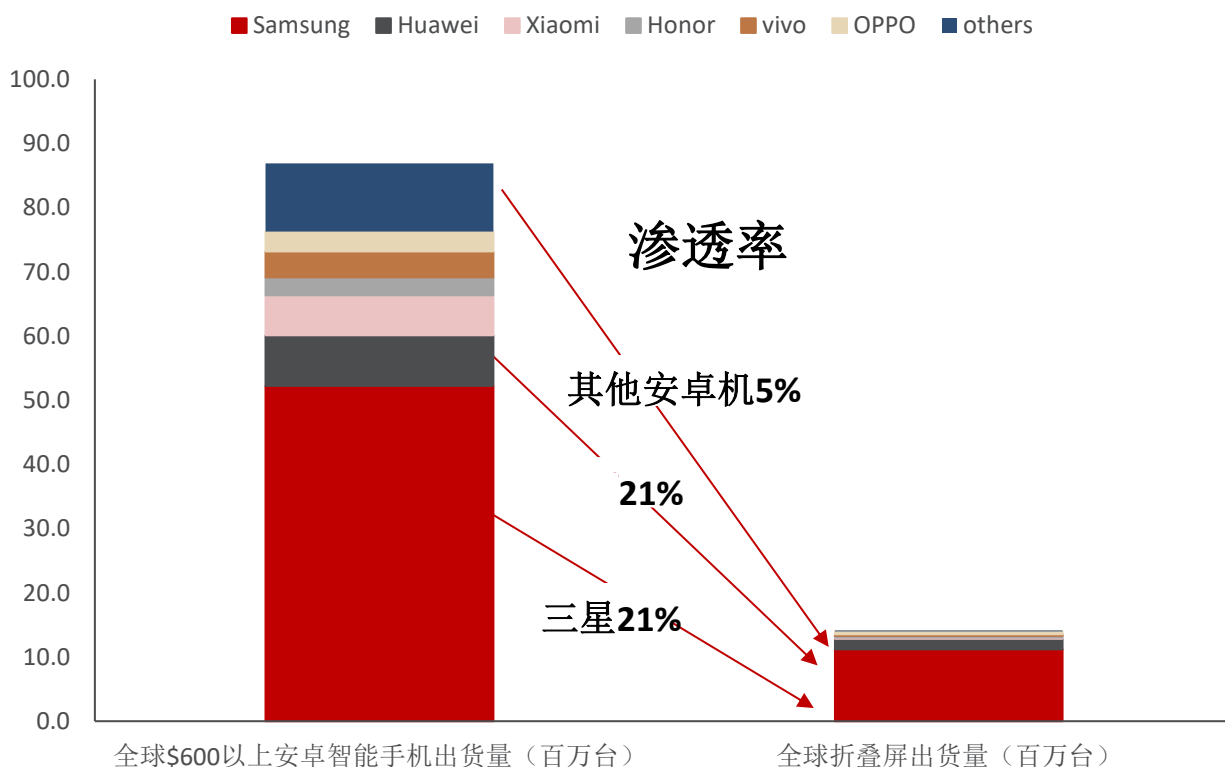
重要战场。

三星作为折叠屏手机领军者，基本折叠屏手机售价均在人民币 5000 元以上，据 IDC 数据，22 年三星折叠屏手机全球销量 1120 万部，三星\$600 以上高端机型销量 5223 万部，其折叠屏在高端机型的渗透率达 21%， 折叠屏在高端机型的渗透率为 21%；反观，除三星、 外折叠屏在安卓高端机型的渗透率仅为 5%。**我们预计，未来国内各大品牌厂商也将持续发力折叠屏赛道：**

假设：

- 1、未来全球智能手机出货量稳定在 12 亿部，若折叠屏手机价格下探至\$400 以上，2022 年\$400 以上机型占比 33%，假设远期该比例不变，则\$400 以上机型为 4 亿部；
- 2、假设安卓\$400 以上机型占比提升至 50%，为 2 亿部。若安卓品牌厂商瞄准三星，参考 22 年三星\$600 以上高端机型销量中折叠屏的渗透率为 21%，假设提升折叠屏在\$400 以上机型中的占比至 30%，**在考虑苹果未入局折叠屏赛道的前提下，折叠屏手机出货量的潜在空间为 6000 万部。**
- 3、若考虑苹果入局折叠屏赛道，假设苹果智能手机出货量稳定在 2 亿部，若其中折叠屏占比 20%（参考 22 年三星折叠屏在高端机型的占比 21%），为 4000 万部，**则全球折叠屏手机出货量潜在空间为 1 亿部。**

图12：2022 年全球\$600 以上安卓手机出货量及折叠屏手机出货量（百万台）



资料：IDC，民生证券研究院整理

2 铰链：折叠屏的重要“关节”

2.1 铰链：折叠屏手机的主要增量成本

相较直板机，铰链和显示模组是折叠屏手机的主要增量成本。据 CGS-CIMB 统计，三星的折叠机 Galaxy Fold 相较于高端直板机 Galaxy S9+，成本增长最高的为机械器材和显示屏幕。Galaxy Fold 机型中机械结构件（含铰链）成本约 88 美金（BOM 占比约 13.8%），成本占比增幅仅次于显示模组。

图13：三星 Galaxy Fold 及 Galaxy S9+ BOM 拆分



单位:美元	Galaxy Fold	Galaxy S9+	增长百分比
显示屏幕	218	79	175.95%
摄像模组	48	38	26.32%
机械器材	88	38	193.33%
处理器	71.5	67	6.72%
能源管理	11	9	22.22%
WLAN网络	7	7	0.00%
内存空间	79	57	38.60%
RF	21	19	10.53%
感应器	7	5.5	27.27%
电池	9	4.9	83.67%
其他	77	60	28.33%
总和	636.5	376.4	69.10%
售价	1980	840	135.71%
毛利率	67.85%	55.19%	22.94%

资料：CGS-CIMB，民生证券研究院

折叠屏的铰链经过数代工艺创新，如今成为兵家必争之地。2019 年，三星 Galaxy Fold 首次采用滑轨加双转轴的模式，这是最初常用的 U 型铰链；随后，的初代 Mate X 和 Mate Xs 开创采用了外折铰链设计；摩托罗拉在 Razr 5G 上率先引入了“水滴”形态概念，较为有效的解决了折痕问题；2020 年，推出的 Mate X2，在综合了内折、水滴铰链、双转轴、滑轨和弹簧阻尼，才实现了完全闭合且品质较好的折叠屏。后续手机厂商都开始应用水滴型铰链。

表1：铰链的发展历程

手机型号	三星 Fold	Mate X	Moto razr	Mate X2
铰链				
铰链类型	U 型铰链	外折铰链	水滴铰链	水滴铰链
铰链原理	单轨	单轨	转轴	双轨
优点	弯折时屏幕保持弧度	铰链结构薄，更精简	可合拢，屏幕容纳空间大	完全闭合，品质较好

资料：各公司官网，民生证券研究院整理

水滴铰链凭借成本相对较低，结构相对较稳固，可实现度相对较高的优势，成为折叠屏铰链的主流方案。目前市场上在铰链结构的选择上有 U 型铰链，水滴型铰链主流两种类型铰链，还有一些品牌自主研发的铰链结构。

表2：U 型铰链和水滴型铰链对比

铰链类型	U 型铰链	水滴型铰链
铰链结构	 【U型铰链】 弯折半径R1.5mm 屏幕弯折和畸变集中在小范围内， 塑性变形更大	 【水滴铰链】 弯折半径R3.0mm 屏幕弯折和畸变分散在较大范围， 塑性变形更小
优势	结构简单成本低	折叠无缝，以及多角度自由悬停
劣势	占据非常多机身空间	铰链构造更加复杂且造价成本高

资料：科技时辰，民生证券研究院整理

关于 U 型铰链与水滴铰链，从技术上，U 型铰链弯曲半径更小，容易产生折痕。水滴型铰链弯折区域半径更大，屏幕折叠时折叠处的弯曲更为自然，折痕相对来说就会更浅，并且这种折叠方式还会减少屏幕磨损，让折叠屏更为耐用。

表3：各大手机品牌折叠屏铰链特点

品牌	机型	铰链	重量	折叠厚度
	Mate Xs	鹰翼式铰链	300g	11mm
	Mate XS2	双旋鹰翼铰链	255g	11.1 mm
	Mate X3	双旋水滴铰链	241g	11.08mm
	Mate X5	双旋水滴铰链	243g	11.08mm
	Pocket s	水滴式铰链	190g	15.2mm
	Z Fold 4	精工铰链	263g	14.2-15.8mm
三星	Z Fold 5	超闭合精工铰链	253g	13.4mm
	W24	超闭合精工铰链	270g	13.4mm
	Find N2	超轻固精工拟椎式铰链	237 克 (松绿, 云白)	14.6mm
OPPO	Find N3	航空合金精工拟椎铰链	233 克 (素黑)	
			245 克 (玻璃版)	11.70mm (玻璃版)

			239 克 (皮革版)	11.90mm (皮革版)
	X Fold 2	水滴型铰链	278.5g (华夏红, 天青蓝)	13.2mm (华夏红, 天青蓝)
	X Fold+	水滴型铰链	279.5g (弦影黑)	12.9mm (弦影黑)
VIVO			311g	14.57-14.91mm
	X filp	水滴型铰链	198g (菱紫, 钻黑)	17.56mm (菱紫)
			199g (绸金)	16.62mm (钻黑)
				16.80mm (绸金)
	Magic V2	鲁班钛金铰链	231g (素皮版)	9.9mm (素皮版)
荣耀			237g (玻璃版)	10.1mm (玻璃版)
	Magic Vs2	鲁班钛金铰链	229g	10.7mm
	Magic V Purse	荣耀蝶翼铰链	214g	8.6mm

资料：各品牌官网，民生证券研究院整理

2.2 铰链工艺：MIM 为主，3D 打印+液态金属辅助

铰链：铰链一般由多个金属零件组装而成，如 Find N 铰链里面包含了 136 个元器件，加工精度达到 0.01mm。因此铰链加工工艺十分重要。**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，MIM 工艺具备设计自由度高（适用于生产复杂件）、量产能力强（大批量生产效率高）、成本更低（以智能手表为例，复杂的 CNC 生产手表件价格约 80-100 元，使用 MIM 辅以少量 CNC，价格可降至 40-50 左右）等综合优势。美国企业安费诺、中国台湾 AVC 等作为头部厂商，铰链零部件及组装业务已广泛应用于 HMOV+三星等客户的折叠屏终端。

近年来，国内折叠屏产业链逐渐发展成熟，如国内企业精研科技、统联精密、东睦股份也持续拓展国内外客户。随折叠屏铰链形态进一步迭代，零部件复杂度与加工精度将持续提升，MIM 技术的综合优势将进一步凸显，有望成为折叠屏铰链的主流加工方案。

图14：铰链的发展历程



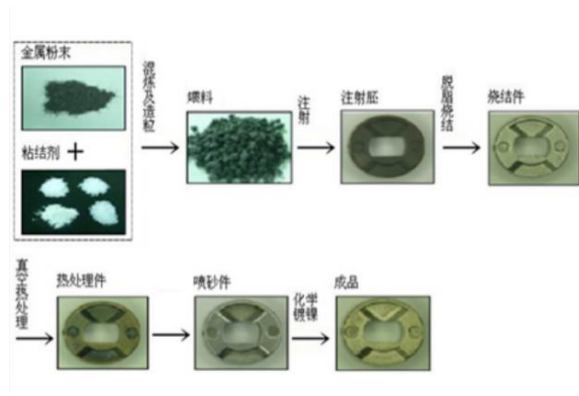
资料：Wind，立鼎产业研究院，民生证券研究院整理

2.2.1 MIM 技术：发展迅速，下游应用持续拓展

金属注射成型，简称 MIM (Metal Injection Molding)，是将金属粉末与

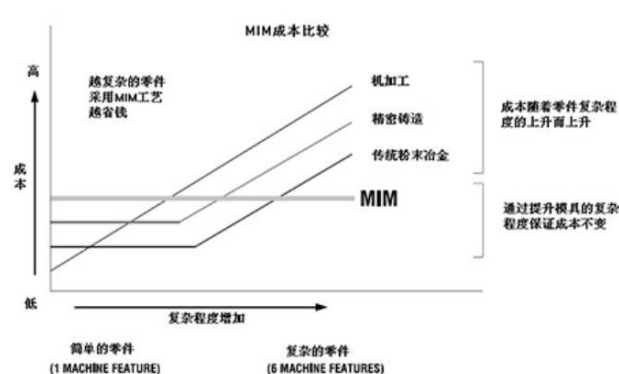
粘结剂混合来进行注射成型的方法。首先需要将粉末与粘结剂进行混合，然后混合料进行制粒再注射成形所需要的形状，经过脱脂烧结将粘结剂处理掉，从而得到想要的金属产品，或再经过后续的整形、表面处理、热处理、机加工等方式使产品更加完美。

图15: MIM 技术流程



资料：精研科技官网，民生证券研究院

图16: MIM 的成本比较



资料：精研科技官网，民生证券研究院

表4: MIM 技术特点

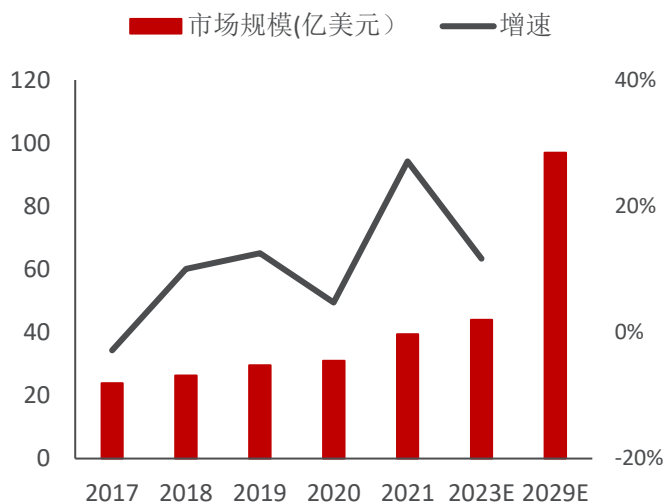
优势	劣势
可使用绝大部分金属材料	容易欠注，形成气穴
做到± 0.5%的公差精度	会形成变形
原料利用率接近 100%	汇合处有可能出现线状痕迹
灵活调整和迅速提升产量	

资料：精研科技官网，搜狐网，民生证券研究院整理

从国内市场来看，我国 MIM 市场的规模逐年增加。据中国钢协粉末冶金分会数据，2020 年我国 MIM 行业市场规模为 73 亿元，较上年同比增长 8.96%，据精研科技 2021 年报，预计至 2026 年我国 MIM 市场规模将达到 141.4 亿元，2020-2026 年 CAGR 达 11.6%。

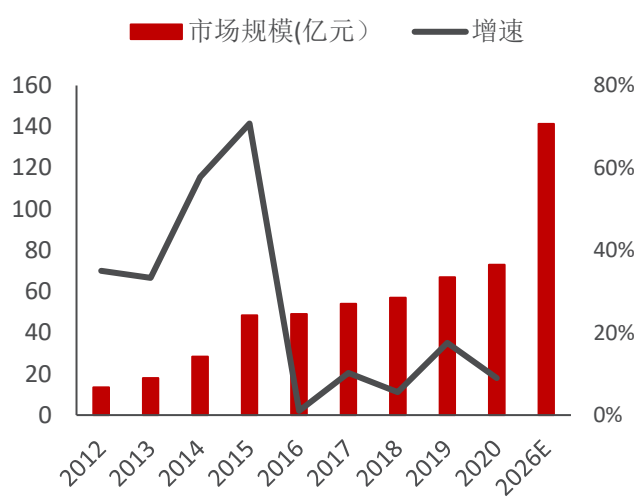
反观全球市场，2017 年全球的 MIM 市场规模达到 23.9 亿美元，2019 年增长到 29.6 亿美元。随着 MIM 技术的日益成熟和应用的愈加广泛，MIM 工艺将面向更为广阔的市场。据 Maximize market research 数据显示，全球 MIM 市场规模在 2021 年达到 39.4 亿美元，有望于 2029 年实现 96.9 亿美元，2021-2029 年 CAGR 达 11.9%。

图17: 全球 MIM 行业市场规模



资料 : maximize market research, 华经产业研究院, 民生证券研究院

图18: 中国 MIM 行业市场规模

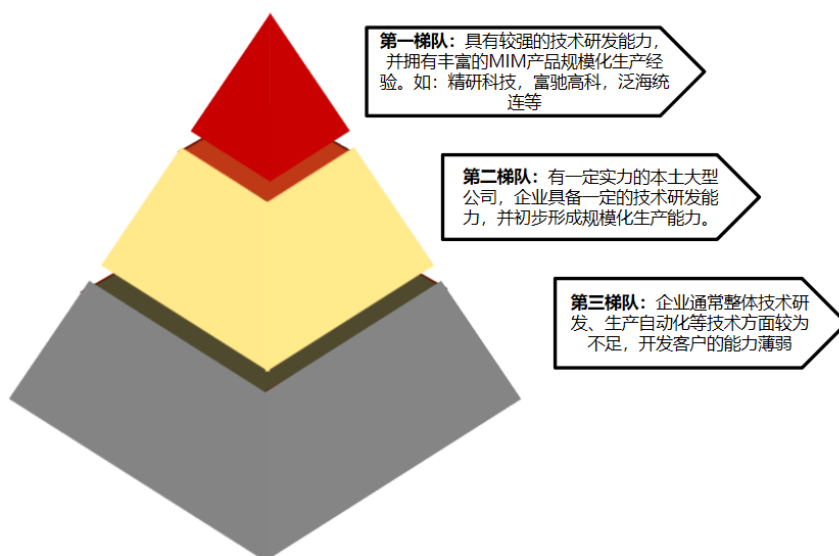


资料 : 中国钢协冶金分会, 精研科技年报, 民生证券研究院

MIM 行业格局分散, 具有明显分层梯队。目前国内 MIM 行业集中度较分散, 按照营收规模, 可将市场分为三大梯队:

第一梯队在国内属于独一档的存在, 整体营收规模超过 2 亿元, 主要包括富士康子公司全亿大、中国台湾晟铭电子等设立 MIM 生产基地的综合性企业, 以及精研科技、富驰高科、泛海统联等专注于 MIM 产品的生产制造的企业。第二梯队是收入规模在 5,000 万元至 2 亿元, 竞争实力弱于第一梯队, 主要为国内品牌企业配套 MIM 零部件产品, 客户集中度较高。第三梯队则是企业收入规模在 5,000 万元以下, 在喂料研发、生产自动化等技术方面较为不足, 开发客户的能力薄弱, 仅通过设备的购置和人员的铺设进行中小批量的 MIM 产品生产主要承接第一、二梯队的外发订单或部分小规模客户订单, 在行业竞争中处于弱势地位。

图19: MIM 行业竞争格局

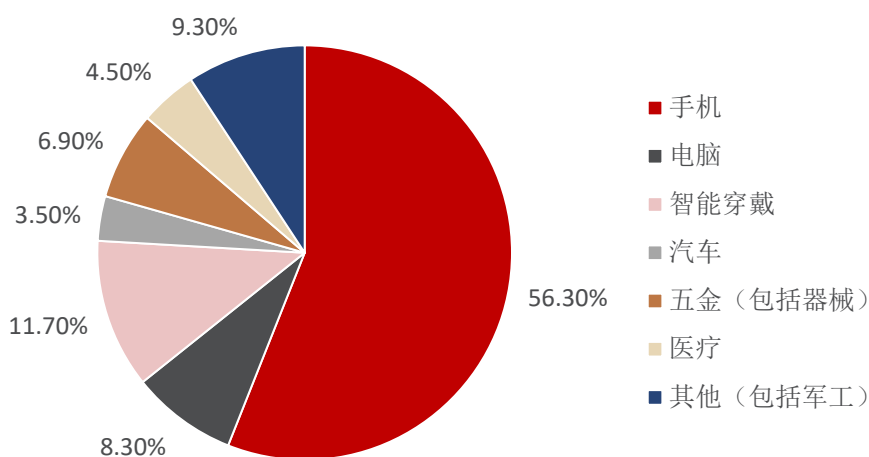


资料 : 华经产业研究院, 民生证券研究院整理

MIM 工艺主要应用于消费电子行业，折叠屏成为新的应用趋势。目前我国的 MIM 行业发展中贡献的主要是消费电子类，包括智能手机，折叠屏铰链、TWS 耳机、智能手表等。同时 MIM 技术还应用于汽车领域，医疗领域以及工具及其他行业，均有业务发展，且均保持良好增速，展望未来能取得更好的成绩。

在消费电子行业，折叠屏手机成为智能手机行业新的方向，复杂的折叠铰链结构为 MIM 产业带来新的应用方向。随着 MIM 产品在智能手机等消费电子产品中的应用日益成熟，可穿戴设备也开始创新应用 MIM 产品。可穿戴设备用 MIM 产品主要包括表壳、底壳、表扣等类别。除此之外，电脑上的铰链和散热风扇也在 MIM 产品范围之内，并且对 MIM 产品的需求也会随着技术的迭代而需求增加。

图20：2020 年中国 MIM 市场按应用划分占比



资料：2020 年金属注射成形行业统计报告，民生证券研究院整理

2.2.2 液态金属：消费电子为新应用场景

液态金属又称非晶合金，指熔点低于 200 摄氏度的低熔点合金，在室温下呈液态，通过人为干预可以从高温液态到固态，打破金属结晶，形成非晶体合金。液态金属具有熔融后塑形能力、高硬度、抗腐蚀、高耐磨等特点，其抗弯强度、抗拉强度、弹性形变等均优于常用材料，可以实现一步到位制造结构高度复杂的金属部件，满足手机柔性屏的外折方案，被称为跨世纪的新型功能材料。

表5：液态金属技术特点

优势	劣势
较低的熔点	锆矿原材料过于依赖进口
强度、硬度、磁性、耐蚀性、耐磨性等方面大幅优于其他金属	较高的技术壁垒
卓越的弹性变形能力	成本非常高

资料：科技日报，民生证券研究院整理

基于上述优越性能，液态金属在新能源汽车、消费电子、医疗器械、军事、空间工程材料、体育休闲用品等领域市场需求大，产业化前景广阔。

图21：液态金属加工工艺



资料：世竞官网，民生证券研究院

液态金属的下游应用领域广泛，主要集中在消费电子、医疗器械、高端体育用品等领域。在消费电子领域，液态金属被广泛应用于消费电子产品结构件的制造过程中，如手机卡托、手环表壳、手机中框、USB 接口等领域；在医疗器械领域，凭借良好的生物相容性，液态金属还可用于手术刀、人造牙齿、生物传感器等领域。在高端体育用品领域，目前液态金属已经在高尔夫球、滑雪、棒球、滑冰网球拍、自行车和潜水装置等许多体育项目中得到应用。

表6：液态金属主要应用领域

领域	简介
电力电子	Fe、Ni、Co 基液态金属条带因为其优异的软磁特性已经得到广泛的应用，已成为各种变压器、电感器和传感器、磁屏蔽材料、无线电频率识别器等的理想铁芯材料，是电力、电力电子和电子信息领域不可缺少的重要基础材料，其制造技术也已经相当成熟。
消费电子	液态金属有注塑、压铸的塑型方式，可以打造任意形状，同时表面光亮度高，在实际加工工艺中能通过改变原子结构来获得不同的颜色，提高了液态金属的适用性。目前，液态金属已广泛应用在消费电子产品结构件，如手机卡托、手环表壳，手机中框、卡锁块、USB 接口、光学镜头支架等。
医疗	液态金属具有生物兼容性、可降解（如 Ca-，Mg-基液态金属）和不会引起过敏的特点：在医学上可用于修复移植和制造外科手术器件，如外科手术刀、人造骨头。用于电磁刺激的体内生物传感材料、人造牙齿等。镁基液态金属因为其可降解性、较高的强度、接近骨头的弹性模量可能成为新一代体内支架类材料。
体育用品	液态金属用于体育用品所能提供的高性能主要体现在高强度、高抗永久变形能力，高弹性、优异的固有低频振动阻尼、耐腐蚀。液态金属已经广泛应用于高尔夫球，滑雪、棒球、滑冰、网球拍、自行车和潜水装置等许多体育项目。
航天军工	主要应用于太阳风收集品、空间站防护板、卫星的展开机构、卫星反射镜、潜望镜等。

资料：，民生证券研究院

液态金属在折叠屏手机的应用： 第二代升级版折叠屏手机 MateXs 选用锆基液态金属+MIM 工艺，锆基液态合金作为主要铰链系统材料以提高强度，铰链系统拥有超过 100 个器件，使用锆基液态金属等材料极大提升铰链强度，强度比钛合金高 30%；vivo X Fold 使用了锆基液态金属（锆基合金）、航空级高强度钢、高强度碳纤维等先进材料。锆基液态金属的使用，使 vivo X Fold 的水滴铰链

在强度、耐用性、体积等方面更具优势。

图22: Mate XS 应用液态金属



资料 : 官网, 民生证券研究院

图23: Vivo X Fold 应用液态金属



资料 : Vivo 官网, 民生证券研究院

2.2.3 3D 打印: 消费电子空间持续渗透

3D 打印技术的工作原理是利用计算机建模软件创建 3D 模型, 根据切片程序将横截面堆叠成 3D 模型。3D 打印大大加速了信息制造技术向网络化定制和数字化方向发展, 逐渐成为我国国民经济不可或缺的一部分。复合材料、金属材料等现有材料的打印技术是 3D 打印发展的重要方向, 也是其他许多制造领域定制产品的主要工作形式。

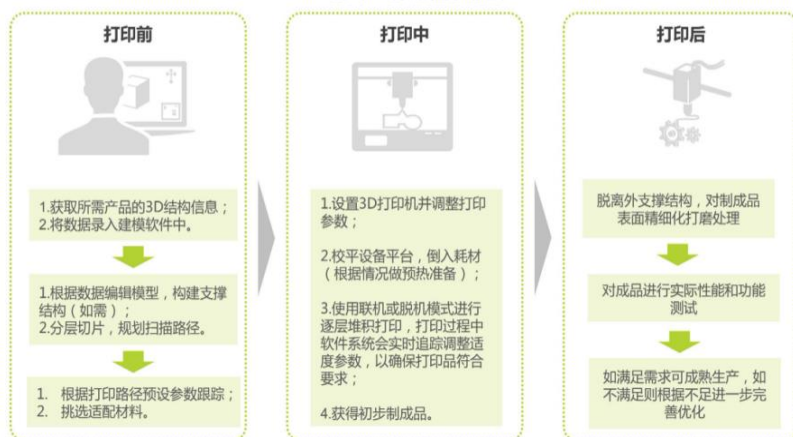
表7: 3D 打印技术特点

优势	劣势
工速度快, 生产周期相对较短	零件成本较高, 无法规模化
制造体积小、结构复杂的物体方面有很大的优势	生产速度较慢, 无法实现完全自动化
不需要二次加工, 在线操作批量生产和远程控制	缺乏生产流程的标准化

资料 : 搜狐网, 民生证券研究院整理

3D 打印技术最具代表性的是熔积成型技术。其工作原理是通过送丝装置将热熔长丝材料送入喷嘴。在计算机软件的控制下, 加热喷嘴挤出软化材料, 并开始沿着物体的轮廓移动, 直到半流动材料的填充和固化完成, 从而形成 3D 打印产品。

图24: 3D 打印工作流程

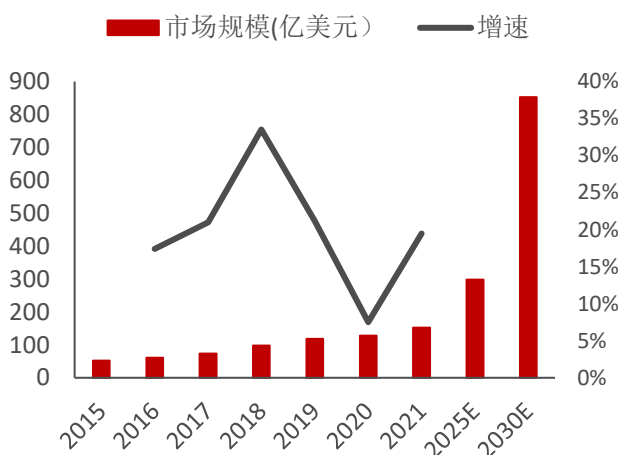


资料 : 艾瑞咨询, 民生证券研究院

全球 3D 打印行业蓬勃发展。据 Wohlers 数据，2021 年全球增材制造产值（包括产品和服务）152.44 亿美元，同比+19.50%，Wohlers 预测，2025 年全球增材制造收入规模将达到 298 亿美元，2021-2025 年 CAGR 为 18.24%；2030 年增材制造收入规模将达到 853 亿美元，2025-2030 年 CAGR 为 23.41%。

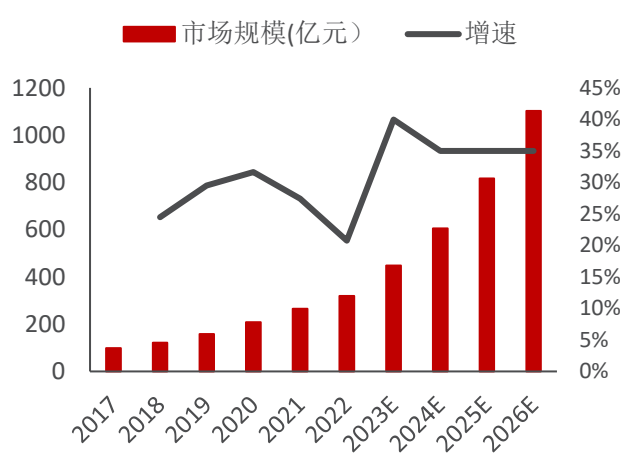
国内 3D 打印行业进入稳增长赛道。据亿度数据，2022 年国内 3D 打印市场规模达 320 亿元，2017-2022 年市场规模稳步爬坡上升，期间 CAGR 为 26.7%。Wohlers 预计 26 年国内 3D 打印行业市场规模将达 1101.9 亿元，22-26 年 CAGR 为 36.22%，将保持高速增长趋势。

图25：全球 3D 打印市场规模



资料：wohlers report, 华经产业研究院, 民生证券研究院

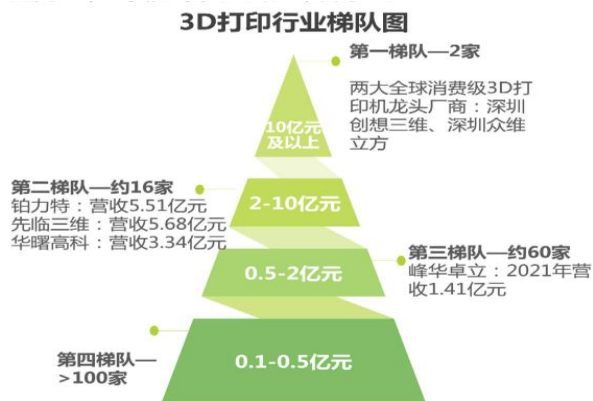
图26：国内 3D 打印市场规模



资料：亿度数据, 中国增材制造产业联盟, 民生证券研究院

3D 打印行业集中度高，龙头企业地位明显。伴随我国相关政策驱动，企业端、研发端、资本端等齐力发展，推动 3D 打印行业迎热潮发展。2021 年国内以增材制造为主营业务的上市公司已有 22 家，实力较为雄厚的有铂力特、先临三维、华曙高科等。就区域而言，京津冀 3D 打印全国领先，长三角已初步形成 3D 打印产业链发展形势，华中地区以研发为主。

图27：3D 打印行业竞争格局



资料：艾瑞咨询, 民生证券研究院

B 端是 3D 打印的主要应用领域。目前 3D 打印在航空航天领域的应用已处于产业化阶段，工业级应用范围较广，而消费领域需求还需要进一步挖掘，大众消费品需要从成本端落地。在消费电子领域，荣耀发布的新款折叠屏 Magic V2 中铰链的轴盖部分采用 3D 打印的钛合金材质。

图28：荣耀 Magic V2 采用 3D 打印技术



资料：荣耀官网，民生证券研究院

2.3 铰链材料：钛合金+碳纤维助力高强度及轻量化

2.3.1 钛合金：兼具高强度和轻量化

钛合金兼具高强度和轻量化优势。钛合金强度较高，同时钛合金具备良好的耐腐蚀性，在高温的中性或弱酸性的氧化物溶液中具有高度稳定性。金属钛被誉为“太空金属”、“海洋金属”、“现代金属”及“战略金属”。钛及钛合金对一个国家的国防、经济及科技的发展具有战略意义。

金属钛及其制品以其优越性能被广泛应用于航空、航天、舰船、兵器、生物医疗、化工冶金、海洋工程、体育休闲等领域。苹果 Ultra 手表标配钛合金边框，相比使用不锈钢，钛合金边框能够减轻全机重量的 12.9%。

表8：钛合金和其他元素对比

材料	密度 g/cm ³	抗拉强度 Mpa	比强度 N·m/kg	弹性模量 E (10 ⁴ Mpa)	硬度 BHN	熔点 °C
铝合金	2.7	110-270	57	7.15	75-120	660
锌合金	6.7	280-440	52	7.05	65-140	385
镁合金	1.8	250-343	191	4.41	60-75	650
钛合金	4.5	580-1646	366	11.76	270-310	1668

资料：中国有色金属协会公众号，民生证券研究院

3C 消费电子行业主要品牌钛合金导入情况：1) 荣耀折叠屏 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。2) 苹果 iPhone 15 Pro/Pro Max：边框加入钛金属材料。3) 苹果手表：Watch Ultra 2 采用 49 毫米钛金属表壳。4) Watch 4 Pro：采用航天级钛合金表壳，更坚固，耐腐蚀。

5) 三星 S24 Ultra 手机：机身设计方面，三星 Galaxy S24 Ultra 首次将钛金属材料边框引入 Galaxy 手机。

表9：钛合金在 3C 消费电子行业应用情况

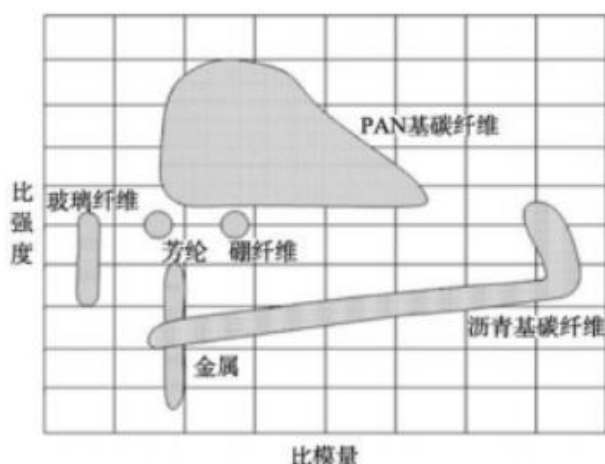
品牌	产品型号	产品类型	使用钛合金部位
苹果	iPhone 15 Pro/Pro max	手机	中框
	Apple Watch Ultra	手表	外壳
荣耀	折叠屏 Magic V2	手机	铰链、轴盖
三星	Galaxy S24 Ultra	手机	中框
	Galaxy Watch5 Pro	手表	外壳
OPPO	折叠屏 Find N2	手机	螺丝
荣耀	Watch 4 Pro	手表	表壳

资料：各公司官网，民生证券研究院整理

2.3.2 碳纤维：3C 领域渗透率从 0 到 1

碳纤维是一种含碳量在 95%以上的高强度、高模量的新型纤维材料。它是由片状石墨微晶等有机纤维沿纤维轴向方向堆砌而成，经碳化及石墨化处理而得到的微晶石墨材料。碳纤维具有耐腐蚀、高模量、密度低、无蠕变、良好的导电导热性能、非氧化环境下耐超高温、耐疲劳性好等特性，广泛应用于军工、航空航天、体育用品、汽车工业、能源装备、医疗器械、工程机械、交通运输、建筑及其结构补强等领域，是发展 与国民经济的重要战略物资。

图29：碳纤维和其他材料的性能对比

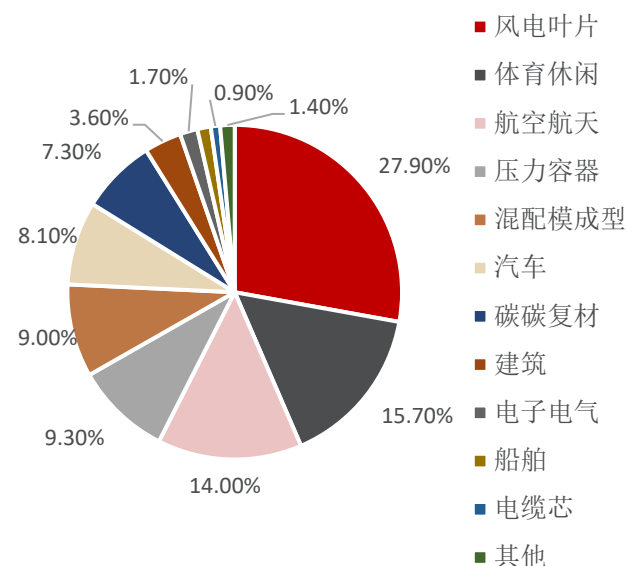


资料：《PAN 基碳纤维的生产与应用》（王浩静,张淑斌），民生证券研究院

受益于宽应用领域，碳纤维需求实现多点开花。在全球范围，风电叶片依然占据绝对主流。我国碳纤维应用分布具有本国特色，与全球差异较大。其中航空航天领域碳纤维需求仅为 3.2%，远远低于全球 14.0%。其主要原因是国内碳纤维生产

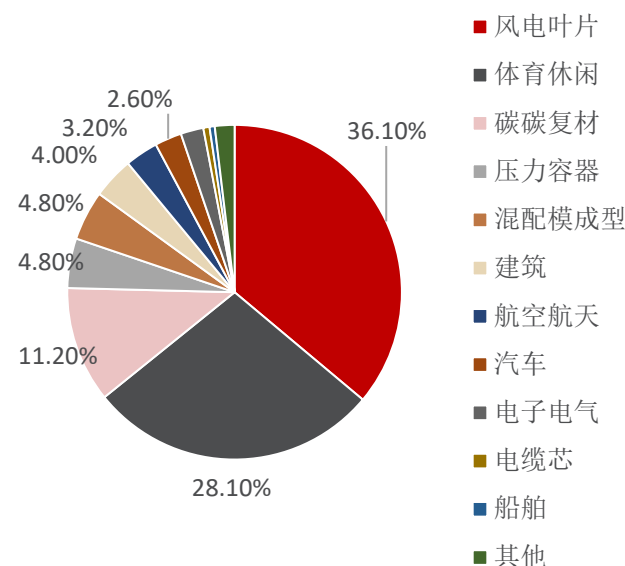
技术有限,无法批量供应 T800 强度以上的小丝束碳纤维。随着未来我国碳纤维在航空航天等高端领域的拓展,碳纤维需求结构将向高端化迈进。

图30: 2021 年全球碳纤维下游需求结构



资料 : 艾瑞咨询, 民生证券研究院

图31: 2021 年中国碳纤维下游需求结构



资料 : 艾瑞咨询, 民生证券研究院

碳纤维主要应用在工业领域, 3C 领域渗透率从 0-1 开启。在电子产品消费领域, 碳纤维的应用尚处于初级探索阶段。一些高端电子设备如笔记本电脑、智能手机等已经使用碳纤维作为一种增强材料, 用以提高产品的强度和轻量化。此外, 碳纤维在电池电极材料、电子封装材料等领域也有一定的应用。在折叠屏领域, 如 Mate X2 的铰链应用了碳纤维复合材料, 大大的增强了铰链的强度, OPPO Find N3 同样也采用碳纤维复合支撑材料, 大幅提高了铰链稳定性与使用寿命。

图32: Mate X2 铰链应用了碳纤维复合材料



资料 : 官网, 民生证券研究院

图33: OPPO Find N3 采用碳纤维支撑材料



资料 : OPPO 官网, 民生证券研究院

3 盖板：折叠屏“减薄”技术的关键

3.1 总览：显示屏幕产业链

显示屏是手机的核心组件。在手机的成本结构中，显示屏幕经常占据重要的一环，对整体成本有着显著的影响。特别是折叠屏手机，其使用了一种名为柔性 OLED 的显示技术，这种显示屏可以弯曲，甚至折叠，而不会破裂或失效，但其生产成本却相对较高。据 IHS Markit 数据，三星 Galaxy Fold 7.3 英寸的可折叠柔性 OLED 面板的成本接近 200 美元，手机柔性 OLED 面板的平均售价是硬屏 OLED 的 3 倍左右，是 LCD 屏的 6 倍以上。**因此，折叠屏手机的持续渗透，将带动显示屏幕产业链如 OLED 面板、盖板、偏光片等供应链的发展。**

表10：折叠屏零组件供应商

品牌	折叠屏变化	三星 Galaxy Fold 供应商	国内相关 供应商	其他成熟供应商
OLED 面板	工艺制程上需要进行一定的调整 (主要集中在中后端制程)，但无本质变化，无需另设产线	SDC	京东方、华星光电、维信诺、深天马、和辉光电等	LGD、AUO 等
触控	触控电极材料方案需由 ITO 材料替换为金属网格(Metal Mesh)	SDC、On-cell Y-OCTA 触控方案 (MetalMesh 电极材料)	O-film、长信科技等	TPK
盖板层	由玻璃转换为 CPI 薄膜+硬质涂层方案	住友化学	新纶科技等	韩国 Kolon、SKC 等
OCA 光学胶	技术难度相比于以往大幅提升	SDI	新纶科技等	3M、三菱等
偏光片	需要大幅降低厚度	日东电工	三利谱等	住友化学、LG 等
结构件	需要在机身配置折叠转轴，转轴设计难度极高	韩国 KHVatec	长盈精密等	/

资料：OLED industry，民生证券研究院整理

新型显示屏产业链上游部分主要包括各种组成零件，如制程设备、核心材料以及关键配件，这些都是构建新型显示产品的基础。中游部分主要负责面板和模组的生产，包括面板制造和模组组装，这是将上游的零件转化为实际可用产品的关键步骤。最后，下游部分则是将这些面板和模组整合到终端产品中，如手机、VR/AR 设备、可穿戴设备、车载显示、平板电脑、电脑以及激光投影等。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/946153223121010121>