

电子&机械&金属行业研究 买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

国金证券研究所

分析师: 樊志远 (执业 S1130518070003) 分析师: 满在朋 (执业 S1130522030002) 分析师: 李超 (执业 S1130522120001)
fanzhiyuan@gjzq.com.cn manzaipeng@gjzq.com.cn lichao3@gjzq.com.cn

分析师: 刘妍雪 (执业 S1130520090004) 分析师: 李嘉伦 (执业 S1130522060003)
liuyanxue@gjzq.com.cn lijialun@gjzq.com.cn

消费电子钛合金打造百亿蓝海，推动钛材、耗材、设备需求增长

行业观点

手机中框、折叠屏铰链、手表表壳钛合金渗透率持续提升。1) 智能手机行业稳健增长，目前手机中框主流材料包括铝合金、不锈钢、钛合金，钛合金中框兼具轻量化和高硬度的优点，iPhone15 Pro、iPhone 15 Pro Max、三星 Galaxy S24 Ultra、Xiaomi 14 Pro 钛金属特别版均采用钛合金中框。以苹果手机中框的演变为例，非 Pro 系列主要采用铝合金，2017 年高端机 iPhone X 重新采用不锈钢、并沿用至 2022 年的 14Pro 系列、渗透率达 40%，2023 年开始 15 Pro 系列采用钛合金、我们预计渗透率仅 18%，钛合金替代不锈钢趋势明显，我们参考此前不锈钢机型的渗透率，我们预计 2027 年全球手机钛合金中框市场规模达 432 亿元，2024 年爆发式增长、同增 165%，2025~2027 年维持 9% 的稳健增长，为中框行业贡献增量。2) 折叠屏手机处于爆发式增长阶段、目前渗透率仅 1%，铰链作为折叠屏手机的重要环节，我们预计 2027 年全球折叠屏手机铰链市场规模达 333 亿元，2022~2027 年五年 CAGR 达 37%。荣耀 Magic V2 和荣耀 Magic Vs2 率先在铰链轴盖使用 3D 打印钛合金，大幅提升了铰链的坚固程度与耐折可靠性，进一步拓展钛合金、3D 打印在消费电子领域的应用。3) 智能穿戴方面，目前苹果、三星、华为等都有推出配置钛金属表壳的智能手表，2020 年苹果率先在 Apple Watch Series 6 Edition 采用钛合金、一直延续到 2023 年 Apple Watch Ultra 2，我们预计在苹果渗透率约为 10%。

预计 2027 年手机中框拉动钛合金用量达 0.7 万吨，增厚钛材行业 3% 需求。钛合金由钛精矿加工成海绵钛，再进一步加工成钛材。2022 年全球钛材产量达 21 万吨，我们测算可得，2027 年全球钛合金手机中框耗钛量为 0.7 万吨，增厚行业 3% 需求，2021 年我国钛材行业 CR3 达 47%、宝钛股份、西部超导、西部材料位列前三。考虑钛合金批量导入 3C 行业，钛合金中框和铰链有望为钛材整体市场贡献长期增量；提前布局钛合金市场和掌握钛合金关键材料加工技术的标的有望充分受益。

钛合金材料加工难度高，拉动制造端耗材、设备需求增长。钛合金硬度高、易黏连等特性导致加工成本较高，根据创世纪公告数据钛合金手机中框加工耗时约为铝合金中框的 3-4 倍。根据我们测算，24 年钛合金手机中框加工刀具、加工设备市场空间预计分别达到 31.5/177 亿元，其中除对传统 CNC 需求拉动外，新材料应用也有望加速 MIM/3D 打印等新技术路线渗透率提升，带来相关公司投资机会。同时目前刀具、CNC 设备、3D 打印设备等关键环节国内企业竞争力较强，在过去已经实现了较高的国产化率，头部企业具有较高市场份额，面对新的增量市场受益的确定性也较强。

投资建议：

重点关注 3D 打印和钛合金生产产业链相关公司：金太阳、精研科技、统联精密、长盈精密、天工国际、宝钛股份、银邦股份、铂力特、华曙高科、沃尔德。

风险提示：

行业需求不及预期、钛合金、3D 打印渗透率不及预期、行业竞争加剧风险。

内容目录

一、手机中框、折叠屏铰链、手表钛合金渗透率持续提升.....	5
1. 手机中框：钛合金渗透率持续提升，预计 2027 年钛合金市场规模达 432 亿元.....	5
2. 折叠屏：预计 2027 年折叠屏铰链市场达 333 亿元，钛合金、3D 打印逐步应用.....	8
3. 智能手表：钛合金表壳持续渗透.....	11
二、材料端：直接受益，海绵钛、钛材需求高增长.....	13
三、制造端：新材料应用伴随加工工艺变革，CNC/MIM/3D 打印在变化中孕育新机会.....	16
1. 钛合金应用有望提升加工环节价值量，拉动 CNC/MIM/3D 打印相关投资机会.....	16
2. CNC：显著拉动钻攻中心、磨抛设备、刀具需求.....	17
3. MIM：适合小体积复杂结构件制造，在折叠屏铰链应用前景良好.....	22
4. 3D 打印：“3D 打印 2.0”时代拉动设备投资需求.....	24
四、投资建议.....	31
1. 消费电子端建议关注：金太阳、东睦股份、精研科技、统联精密、科森科技、长盈精密等.....	31
2. 材料端建议重点关注：天工国际、宝钛股份、银邦股份等.....	32
3. 制造端建议关注：创世纪、宇环数控、华曙高科、铂力特、沃尔德等.....	34
五、风险提示.....	36

图表目录

图表 1：全球智能手机出货量增速降幅持续收敛.....	5
图表 2：不同手机中框材料对比.....	5
图表 3：各类合金材料参数对比.....	5
图表 4：各大手机品牌陆续采用钛合金中框.....	6
图表 5：苹果手机中框演变：高端机 Pro 系列钛合金替代不锈钢明显.....	6
图表 6：2017 年以来苹果手机中不锈钢中框渗透率持续提升.....	7
图表 7：预计 2027 年全球手机钛合金中框市场规模达 432 亿元，2024 年爆发式增长，2025~2027 年稳健增长.....	7
图表 8：历年 Pro 系列销量占比.....	8
图表 9：历代苹果中框成本.....	8
图表 10：中国折叠屏手机需求旺盛.....	9
图表 11：全球折叠屏手机需求持续增长.....	9
图表 12：中国折叠屏手机需求旺盛.....	9
图表 13：2023 年前三季度中国折叠屏竞争格局.....	9
图表 14：折叠屏手机铰链类型.....	10

图表 15: 各品牌铰链形态演变: 2023 年三星新品均采用水滴型.....	10
图表 16: 预计 2027 年全球折叠屏手机铰链市场规模达 333 亿元, 2022~2027 年五年 CAGR 达 37%.....	11
图表 17: 全球智能手表出货量.....	12
图表 18: 2022 年全球智能手表市场份额.....	12
图表 19: 华为 WATCH GT 3 Pro 推出钛金属版本.....	12
图表 20: Apple Watch 的 Ultra 系列采用钛合金表壳.....	12
图表 21: 苹果手表表壳演变: 2020 年高端款启用钛合金表壳.....	12
图表 22: 海绵钛加工流程.....	13
图表 23: 2021 年海绵钛行业格局.....	14
图表 24: 钛材加工流程.....	14
图表 25: 2021 年中国钛加工材行业竞争格局.....	15
图表 26: 全球和中国海绵钛产量.....	15
图表 27: 中国钛材产量.....	15
图表 28: 海绵钛价格.....	16
图表 29: 钛合金手机对钛材需求拉动.....	16
图表 30: 钛合金手机中框放量有望显著拉动加工刀具需求.....	16
图表 31: 钛合金手机中框加工为 CNC/MIM/3D 打印设备带来较大增长空间.....	17
图表 32: 手机中框使用材料对比.....	17
图表 33: 钛合金难以进行切削加工, 加工效率较低, 有望拉动相关设备、刀具需求.....	17
图表 34: 手机金属中框制造涉及多个 CNC 加工工序.....	18
图表 35: 金属中框铣削、钻削类工艺加工设备主要是钻工中心.....	18
图表 36: 创世纪为国内钻工中心龙头企业, 市场份额领先.....	19
图表 37: 消费电子行业大量使用数控磨床、数控抛光机进行磨削、抛光加工.....	19
图表 38: 宇环数控消费电子磨抛设备与日、美产品竞争获得了捷普集团、富士康等苹果产业链公司的大额订单, 产品具有较强竞争力.....	19
图表 39: 钛合金磨削加工较为困难, 有望拉动磨抛设备需求增长.....	20
图表 40: 钛合金材料的特殊特性需要对刀具的基体材料、涂层、设计等多个环节进行调整.....	21
图表 41: 海外龙头企业开发多款钛合金加工专用刀具.....	21
图表 42: 超硬刀具是最为理想的钛合金加工刀具.....	21
图表 43: MIM 工艺流程.....	22
图表 44: MIM 设备除 CNC 设备外主要包括混合料设备、注射设备、脱脂设备、烧结设备等.....	23
图表 45: 消费电子行业开始大批量应用 MIM 工艺.....	23
图表 46: 折叠屏铰链结构较为复杂.....	23
图表 47: MIM 工艺成本不会随着产品复杂度提升, 可以通过模具的优化实现相同成本制造.....	23
图表 48: 模型数字化、模型可打印处理、模型切片、打印构成 3D 打印制造流程.....	24

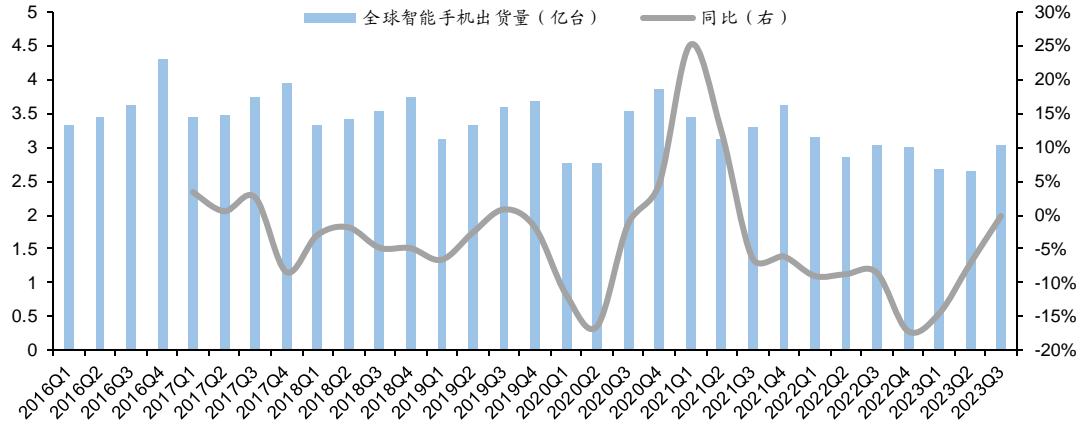
图表 49: 荣耀折叠屏开始采用 3D 打印技术制造钛合金材料.....	24
图表 50: 伴随技术成熟, 3D 打印价值不断得到认可.....	25
图表 51: 受到成本端的限制, 航空航天为最先适合 3D 打印技术推广的领域.....	25
图表 52: “3D 打印 2.0”时代, 应用面有望显著拓宽.....	26
图表 53: Desktop Metal 大规模生产设备制造流程.....	26
图表 54: 3D 打印技术进步有望在大批量生产中带来经济性.....	26
图表 55: 22 年全球 3D 打印市场空间 180 亿美元.....	27
图表 56: 3D 打印市场规模有望在 2031 年达到 1000 亿美元.....	27
图表 57: 3D 打印市场主要上市公司.....	27
图表 58: 国内企业在收入规模上仍有一定差距.....	28
图表 59: 国内企业在利润规模上已处于领先.....	28
图表 60: 金属 3D 打印设备铂力特、华曙高科技术实力走向全球领先.....	28
图表 61: 高分子 3D 打印设备华曙高科技术实力全球领先.....	29
图表 62: 激光器与振镜占铂力特设备平均成本约 25%.....	29
图表 63: 华曙高科目前激光器与振镜进口比例依旧较高.....	30
图表 64: 金橙子 3D 振镜已与行业龙头技术水平较为接近.....	30
图表 65: 锐科激光发布 3D 打印系列激光器.....	31
图表 66: 天工国际各业务收入占比 (2023H1)	33
图表 67: 天工国际钛合金业务.....	33
图表 68: 宝钛股份毛利结构 (2023H1)	33
图表 69: 宝钛股份钛产品业务收入.....	33
图表 70: 西部超导收入结构 (2023H1)	34
图表 71: 西部材料毛利结构 (2023H1)	34
图表 72: 相关标的一览.....	35

一、手机中框、折叠屏铰链、手表钛合金渗透率持续提升

1. 手机中框：钛合金渗透率持续提升，预计 2027 年钛合金市场规模达 432 亿元

根据 IDC，2023 年 Q3 全球智能手机出货量为 3 亿部、同减 0.1%；从 2021 年 Q3 以来智能手机经历了 9 个季度的下行周期。根据 Canalys，预计 2023 年全球智能手机出货量同减 5%，2024 年达 11.7 亿部、同增 4%，2027 年达 12.5 亿部，2023~2027 年 CAGR 达 2.6%。

图表 1：全球智能手机出货量增速降幅持续收敛



来源：IDC，国金证券研究所

目前智能手机的机身大多为三明治结构，由屏幕-中框-金属或玻璃后盖三层构成。目前手机中框主流材料包括铝合金、不锈钢、钛合金。

铝合金：是如今手机最为常用的金属材料，铝合金中框工艺成熟，一般采用压铸或 CNC 方法进行加工，生产良率高，成本相对较低，重量轻，导热性优，耐腐蚀度尚可，缺点则是强度较低，易磕碰留痕。

不锈钢：目前一般应用于高端机型，相比于铝合金有更高的强度和硬度，不易弯折和磨损，缺点是生产良率低、成本高，且会提高机身重量。

钛合金：相比铝合金和不锈钢，钛合金能够兼顾轻量化和高硬度，满足 3C 产品轻薄化需求，应用于消费电子领域主要存在加工难度大、成本高等问题。

以目前主要的中框金属为例，7 系铝合金（航空级）的密度为 2.81g/cm³，导热系数 130W/(m·K)，具备轻量化、加工难度低的优势，但硬度只有 150HB；316 不锈钢密度较大，为 7.9g/cm³，但 187HB 的强度优于铝合金；TC4 钛合金密度 4.51g/cm³，却有着远高于铝合金和不锈钢的硬度，缺点是导热系数较低，在 CNC 切削过程中工艺难度大。

图表 2：不同手机中框材料对比

手机中框材料	优点	缺点
铝合金	重量轻、生产工艺成熟	强度低、易留痕
不锈钢	强度高、不易弯折	重量大、成本高
钛合金	兼顾重量和强度、耐腐蚀	生产工艺尚不成熟、成本高

来源：中国磨料磨具网，国金证券研究所

图表 3：各类合金材料参数对比

材料/性能	7 系铝合金	316 不锈钢	TC4 钛合金
密度 g/cm ³	2.8	7.9	4.5
屈服强度 Mpa	455	205	830
弹性模量 Gpa	71	195	110
硬度 HB	150	187	280
导热系数 W/(m·K)	130	162	7.9

来源：艾邦咨询，国金证券研究所

目前，钛材料已经初步应用于手机中框。已上市的产品包括使用5级钛（Ti-6Al-4V）的iPhone15 Pro/Pro Max 和使用了99%TA-2 钛金属的Xiaomi 14 Pro 钛金属特别版，三星Galaxy S24 Ultra 也采用钛合金中框。可以看到，由于3C 数码领域市场竞争愈发激烈，各大厂商纷纷加紧旗舰产品的布局，不断提升用户体验感。

图表4: 各大手机品牌陆续采用钛合金中框



来源：苹果、三星、小米官网，国金证券研究所

以苹果手机中框的演变为例，钛合金替代不锈钢趋势明显。非Pro系列主要采用铝合金，2017年高端机iPhone X重新采用不锈钢、并沿用至2022年的14Pro系列，2023年开始15Pro系列采用钛合金。不锈钢渗透率从2017年的12.5%、逐步提升至2022年的41.4%，但是预计未来伴随钛合金渗透率提升，不锈钢渗透率逐步下降。

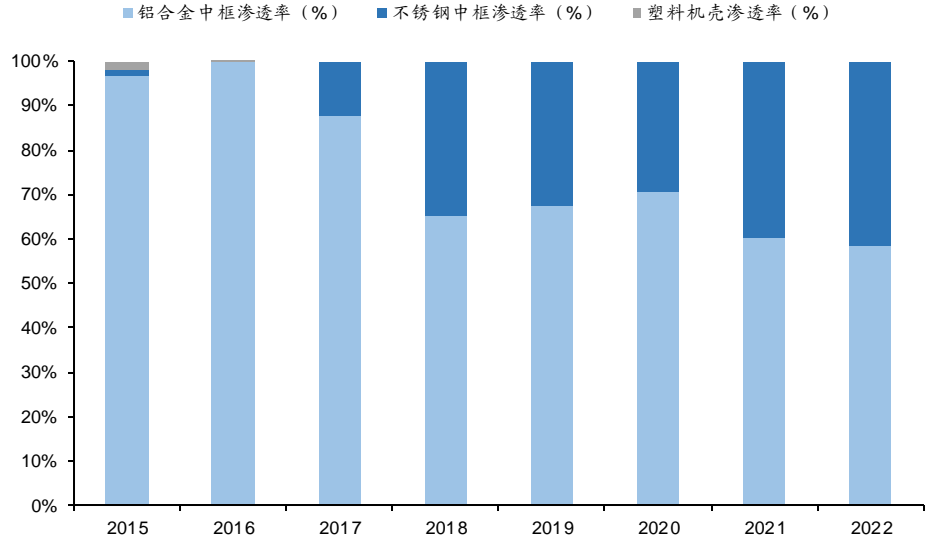
图表5: 苹果手机中框演变：高端机Pro系列钛合金替代不锈钢明显

发布时间	型号	机壳材质
2007	iPhone 初代	铝合金+塑料组合背板
2009	iPhone 3G/3GS	塑料背板
2010/2011	iPhone 4/4S	玻璃背板+不锈钢边框
2012/2013	iPhone 5/5S	上下玻璃+铝合金
2013	iPhone 5C	塑料背板
2014/2015	iPhone 6/6S/6S Plus	铝合金+信号带
2016	iPhone SE（第1代）	玻璃+铝合金
	iPhone 7/7 Plus	一体化铝合金机身
2017	iPhone 8/8 Plus	双面玻璃+铝合金
	iPhone X	双面玻璃+不锈钢
2018	iPhone XR	双面玻璃+铝合金
	iPhone XS/XS Max	双面玻璃+不锈钢
2019	iPhone 11	双面玻璃+铝合金
	iPhone 11 Pro/Pro Max	双面玻璃+不锈钢
	iPhone SE（第2代）	双面玻璃+铝合金
2020	iPhone 12 mini/12	双面玻璃+铝合金
	iPhone 12 Pro/Pro Max	双面玻璃+不锈钢
2021	iPhone 13 mini/13	双面玻璃+铝合金
	iPhone 13Pro/Pro Max	双面玻璃+不锈钢
2022	iPhone SE（第3代）	双面玻璃+铝合金

2023	iPhone 14/14 Plus	双面玻璃+铝合金
	iPhone 14 Pro/Pro Max	双面玻璃+不锈钢
	iPhone 15/15 Plus	双面玻璃+铝合金
	iPhone 15 Pro/Pro Max	双面玻璃+钛合金

来源：苹果官网，国金证券研究所

图表6: 2017年以来苹果手机中不锈钢中框渗透率持续提升



来源：IDC，国金证券研究所

未来伴随钛合金中框渗透率提升,预计2027年全球手机钛合金中框市场规模达432亿元,2024年爆发式增长,2025~2027年稳健增长。

手机出货量: 1) 根据Canalys, 预计2023年全球智能手机出货量同减5%, 2024年达11.7亿部、同增4%, 2027年达12.5亿部, 2023~2027年CAGR达2.6%。2) 考虑受华为回归冲击, 预计2023、2024年苹果销量下降3%, 2025年持平, 对应2023~2025年苹果手机销量为2.2、2.1、2.1亿部。

钛合金渗透率: 1) 2023年iPhone 15 Pro及15 Pro Max率先采用钛合金中框, 参考2022年iPhone 14 Pro及14 Pro Max销量占比(18%), 假设2023年钛合金中框渗透率为18%, 考虑非Pro系列主要采用铝合金, 参考铝合金中框渗透情况, 2022年iPhone 13 Pro、13 Pro Max、14 Pro及14 Pro Max销量占比, 我们预计钛合金中框渗透率2024年达40%, 并维持在40%的水平。2) 2024年三星Galaxy S24 Ultra率先采用钛合金中框, 我们参考Galaxy S23 Ultra的销量情况(1500万台), 预计2024年安卓行业渗透率为2%, 假设每年提升1pct、2027年渗透率达5%。

单价: 1) 根据Counterpoint, 15 Pro Max的钛合金中框相较于14 Pro Max的不锈钢中框贵7美金(高出18%), 对应iPhone的钛合金中框、不锈钢中框价值量为45.9、38.9美金。参考iPhone历代中框价格、有涨有跌、基本维持在47美金左右, 我们假设2024~2027年钛合金中框价格保持不变。2) 考虑Galaxy S24 Ultra售价(1300美金)略高于15 Pro Max(1199美金), 我们假设2024年安卓钛合金均价为45.9美金, 考虑未来伴随更多安卓高端机型采用钛合金中框, 假设2025~2027年钛合金中框价格年降5%。

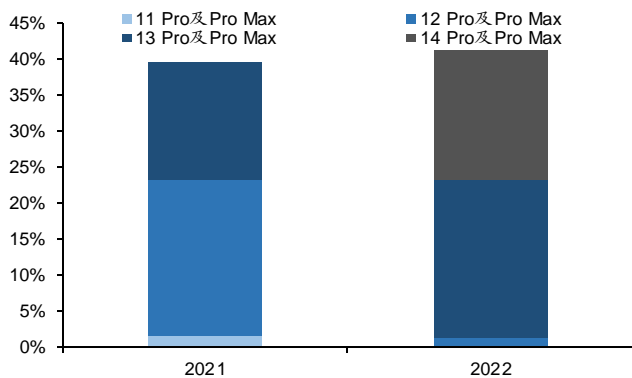
图表7: 预计2027年全球手机钛合金中框市场规模达432亿元, 2024年爆发式增长, 2025~2027年稳健增长

	2021	2022	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
全球手机出货量(百万部)	1352	1206	1145	1191	1221	1239	1245
YOY		-11%	-5%	4%	2.50%	1.50%	0.50%
苹果	235	226	220	213	213	213	213
YOY		-4%	-3%	-3%	0	0	0
安卓	1118	979	925	978	1007	1026	1032
YOY		-12%	-6%	6%	3%	2%	1%

	2021	2022	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
钛合金渗透率							
苹果			18%	40%	40%	40%	40%
安卓				2%	3%	4%	5%
钛合金中框手机出货量 (百万部)							
苹果			40	85	85	85	85
安卓				20	30	41	52
钛合金中框单价 (元)							
苹果			321	321	321	321	321
安卓				321	305	305	305
钛合金中框市场规模 (亿元)							
YOY				165%	9%	9%	8%
苹果			127	274	274	274	274
安卓			0	63	92	125	157

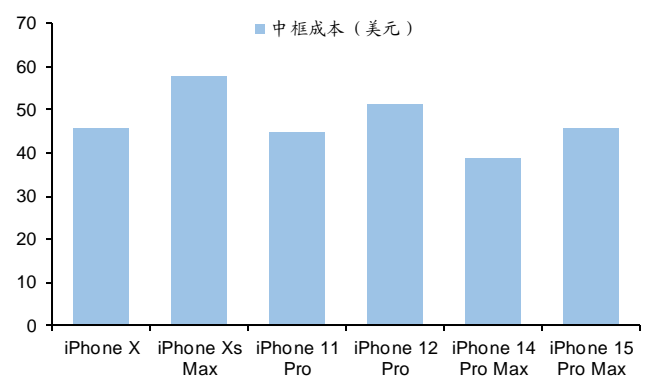
来源: IDC, Counterpoint Research, 国金证券研究所

图表8: 历年 Pro 系列销量占比



来源: IDC, 国金证券研究所

图表9: 历代苹果中框成本



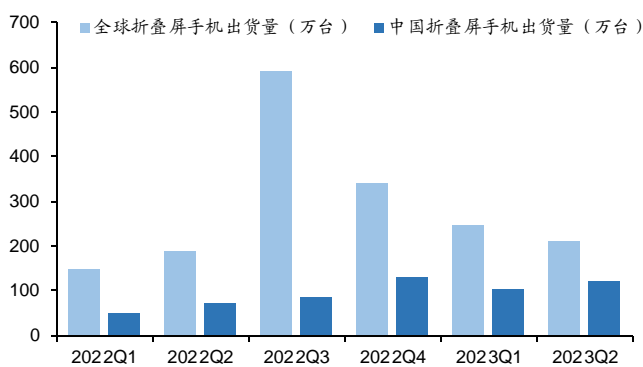
来源: Tech Insights, Counterpoint Research 国金证券研究所

2. 折叠屏: 预计 2027 年折叠屏铰链市场达 333 亿元, 钛合金、3D 打印逐步应用

根据 Counterpoint Research, 2023 年 Q2 全球折叠屏手机出货量达 210 万部、同增 10%; 其中中国折叠屏手机出货量达 120 万部、同增 71%; 7 月荣耀发布折叠旗舰荣耀 Magic V2 (闭合状态下厚度仅 9.9 毫米, 重量仅 231g, 成为全球最薄、最轻的旗舰横向内折手机), 受益新品周期, 根据 IDC, 2023 年 Q3 中国折叠屏手机出货量达 196 万台、同增 90%, 其中荣耀 Magic V2 成为最畅销机型、销量占比达 13%。

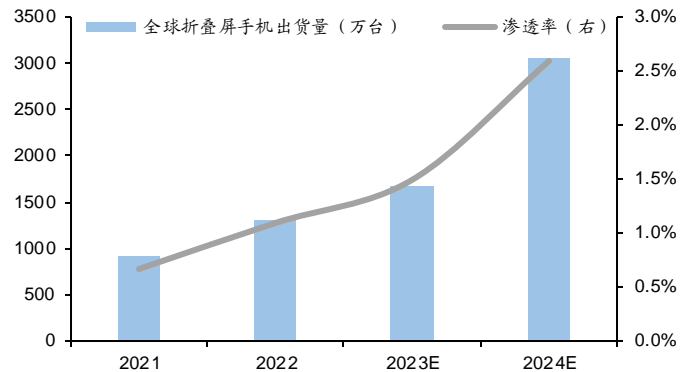
根据 Counterpoint Research, 中国消费价格在 400 美元以上的智能手机用户有 64% 的人正在考虑下次购机选择折叠屏手机, 其中 20% 的人已明确购买折叠屏手机, 2022 年全球 400 美元以上的智能手机占比达 27%; 预计 2023、2024 年全球折叠屏手机出货量达 1670、3060 万台, 渗透率为 1.5%、2.6%, 同增 28%、83%。

图表10：中国折叠屏手机需求旺盛



来源：Counterpoint Research, 国金证券研究所

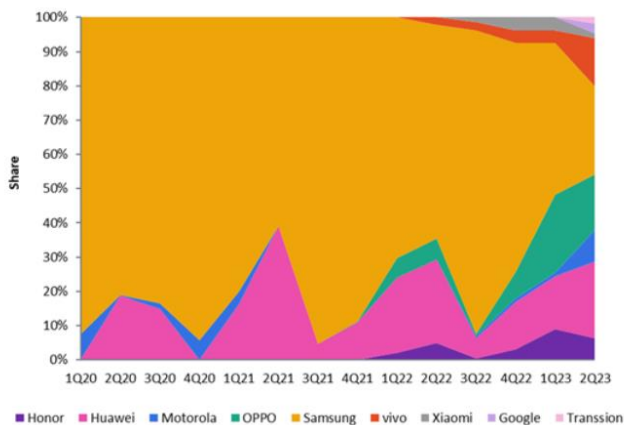
图表11：全球折叠屏手机需求持续增长



来源：Counterpoint Research, 国金证券研究所

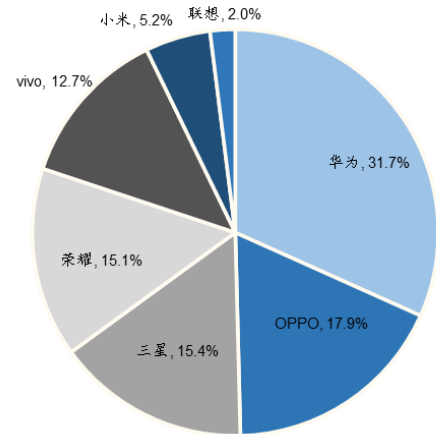
根据 Omdia, 2023 年 Q2 华为成为全球折叠屏市场第一名、份额达 33%、三星份额为 27%，在折叠屏根据 IDC, 2023 前三季度中国折叠屏市场排名前三厂商分别是华为、OPPO、三星，市场份额分别为 31.7%、17.9%、15.4%。

图表12：中国折叠屏手机需求旺盛



来源：Omdia, 国金证券研究所

图表13：2023 年前三季度中国折叠屏竞争格局



来源：IDC, 国金证券研究所

折叠屏手机主要包括横向内折、横向外折、竖向内折三种折叠形态，而铰链便是控制开合角度、实现手机形态变化的重要机械关节，对于屏幕的平整程度、整机的耐久度，以及抗摔落等方面有着决定性的影响。

铰链方面，形态包括 U 型铰链和水滴型铰链。U 型铰链常规弯折半径 1.5mm，结构较为简单，生产成本相对较低，但因为弯折半径小，容易造成更深的折痕，成本大约为 200 元；水滴型铰链弯折半径一般为 3mm，作为更优的解决方案，弯折半径较大，折叠时屏幕的形变分散在更大范围内，因此塑性形变更小，在折痕控制方面有更大优势，缺点则是设计结构复杂，成本更高，成本大概为 U 型铰链的四倍。同时由于需要更多空间来容纳弯折后的屏幕，因此对于机身轻薄设计也会产生一定的不利影响。据赛诺数据，2020 年 U 型铰链占整个市场比例为 60%，2021 年水滴型铰链加速渗透、市场占比达 65%。从 2022、2023 年各大品牌新品发布来看，目前采用 U 型铰链的主要是三星 2022 年发布的产品，但是自 2023 年三星新品均采用水滴型铰链，预计未来水滴型铰链渗透率有望持续抬升。

材料方面，荣耀 Magic V2 和荣耀 Magic Vs2 首次将钛金属应用于折叠屏手机铰链之中，轴盖使用 3D 打印钛合金，大幅提升了铰链的坚固程度与耐折可靠性，获得极佳的市场反馈，Magic V2 在 2023 年第三季度国内“大折叠”智能手机市场销量排名第一。

图表14: 折叠屏手机铰链类型



来源: 三星、华为、OPPO 官网, 国金证券研究所

图表15: 各品牌铰链形态演变: 2023年三星新品均采用水滴型

品牌	型号	横向/竖向	发布时间	铰链材料	铰链类型
华为	Mate Xs2	横向	2022年4月28日	1500MPa 超强钢	双旋鹰翼铰链
	Mate X3	横向	2023年3月23日	机翼铝	双旋水滴铰链
	Mate X5	横向	2023年9月14日	机翼铝	双旋水滴铰链
	Pocket S	竖向	2022年11月2日	2100MPa 超强钢+1500MPa MIM 钢	升降水滴铰链
荣耀	Magic V	横向	2022年1月10日	三重航天级用材	悬浮水滴结构铰链
	Magic Vs	横向	2022年11月23日	航天级高分子材料	悬浮水滴结构铰链
	Magic V2	横向	2023年7月12日	鲁班钛合金+盾构钢	悬浮水滴结构铰链
	Magic Vs2	横向	2023年10月12日	鲁班钛合金+盾构钢	悬浮水滴结构铰链
	V Purse	横向	2023年9月19日	盾构钢	悬浮水滴结构铰链
VIVO	X Fold	横向	2022年4月11日	F53 航空高强度钢	水滴型铰链
	X Fold2	横向	2023年4月20日	FS54 航空级钢材	水滴型铰链
	X Flip	竖向	2023年4月20日	航空级高强度钢+航空级铝合金	水滴型铰链
小米	Mix Fold2	横向	2022年8月11日	MIM 合金	微水滴形态铰链
	Mix Fold3	横向	2023年8月14日	1800MPa 超级钢	龙骨铰链
OPPO	Find N2	横向	2022年12月15日	航天级 MIM 超韧合金	水滴型铰链
	Find N3	横向	2023年10月19日	航天合金钢	水滴型铰链
	Find N2 Flip	竖向	2022年12月15日	航天级 MIM 超韧合金	水滴型铰链
	Find N3 Flip	竖向	2023年8月29日	航天合金钢	水滴型铰链
三星	Z Fold4	横向	2022年8月22日	装甲铝	U型铰链
	W23	横向	2022年10月21日		U型铰链
	Z Fold5	横向	2023年8月3日	装甲铝	水滴型铰链
	W24	横向	2023年9月15日		水滴型铰链
	Z Fold4 Flip	竖向	2022年8月22日	装甲铝	U型铰链
	W23 Flip	竖向	2022年10月21日		U型铰链
	Z Fold5 Flip	竖向	2023年8月3日	装甲铝	水滴型铰链
	W24 Flip	竖向	2023年9月15日		水滴型铰链

	moto razr 2022	竖向	2022年8月2日	航天级材料	第三代星轨转轴（水滴转轴）
moto	moto razr 40	竖向	2023年6月1日	高强度钢	第四代星轨转轴（水滴转轴）
	moto razr 40 Ultra	竖向	2023年6月1日	高强度钢	第四代星轨转轴（水滴转轴）

来源：华为、荣耀、VIVO、小米、OPPO、三星官网，国金证券研究所

受益于折叠屏放量、水滴型渗透率提升，预计 2027 年全球折叠屏手机铰链市场规模达 333 亿元，2022~2027 年五年 CAGR 达 37%。

(1) **折叠屏手机出货量：**根据 IDC，预计 2027 年全球折叠屏手机出货量达 5430 万台、2022~2027 年五年 CAGR 超 30%。

(2) **铰链成本：**据立鼎产业研究院数据，U 型铰链成本约 150-200 元，水滴铰链成本为 U 型铰链的 3-4 倍，因此我们取中间值，假设 U 型铰链/水滴铰链成本分别为 175/612.5 元，我们认为伴随铰链制作精密度要求不断提高、新合金材料逐步被应用，铰链设计复杂度逐年提升，同时受工艺成熟、消费电子年降的影响，我们假设铰链成本维持不变。

(3) **不同类型铰链渗透率：**据赛诺数据，U 型铰链 2020 年市场份额约 60%，2021 年水滴型铰链加速渗透，份额提升至 65%。考虑目前采用 U 型铰链的主要是三星 2022 年发布的产品，但是自 2023 年三星新品均采用水滴型铰链，预计未来水滴型铰链渗透率有望持续抬升，预计 2027 年水滴型铰链渗透率达 100%。

图表16：预计 2027 年全球折叠屏手机铰链市场规模达 333 亿元，2022~2027 年五年 CAGR 达 37%

	2021	2022	2023E	2024E	2027E
全球手机出货量（百万台）	1352	1206	1145	1191	1245
全球折叠屏手机出货量（百万部）	9.1	13.0	16.7	30.6	54.3
折叠屏渗透率	0.7%	1.1%	1.5%	2.6%	4.4%
铰链单价（元）					
U 型	175	175	175	175	175
水滴型	613	613	613	613	613
铰链渗透率					
U 型	35%	20%	10%	5%	0%
水滴型	65%	80%	90%	95%	100%
全球折叠屏手机铰链市场空间（亿元）	42	68	95	181	333
		63%	39%	90%	84%

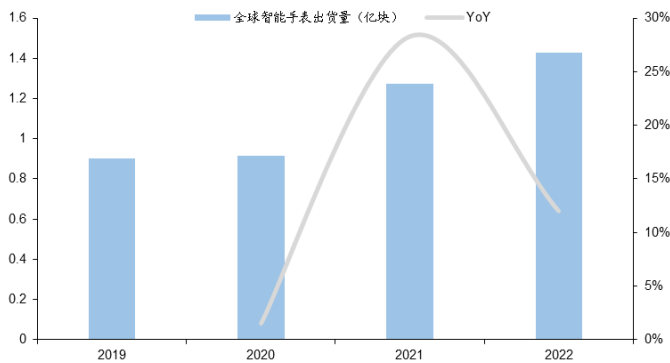
来源：IDC，立鼎产业研究院，国金证券研究所

3.智能手表：钛合金表壳持续渗透

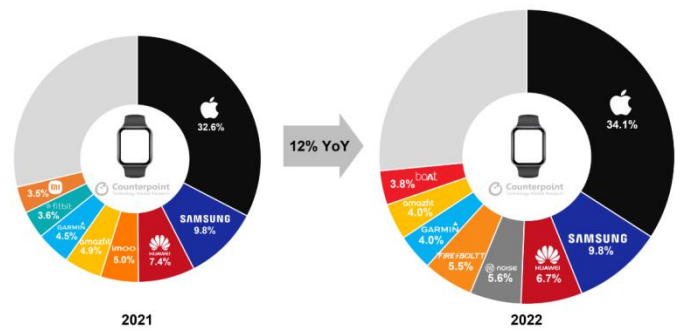
根据 Counterpoint 数据，2022 年全球智能手表出货量超过 1.4 亿块、同增 12%，根据 IDC，2023 年前三季度全球智能手表出货量达 1.17 亿部、同增 10%，是难得增长的消费电子细分板块。

在智能手表领域，苹果处于绝对领先地位，占据全部市场三成份额。2022 年智能手表市场前三名厂商分别为苹果、三星、华为。由于 Apple Watch Series 8、Ultra 和 SE 销售强劲，苹果的出货量同比增长 17%，年出货量首次增长 5000 万只，占全球智能手表市场收入约 60%，与第二名三星的差距进一步扩大。三星的年出货量增长约 12%，约占全球智能手表出货量的 10%。华为的市场份额同比下降 1%，市占率为 6.7%。

图表17: 全球智能手表出货量



图表18: 2022 年全球智能手表市场份额



来源: Counterpoint, 国金证券研究所

来源: Counterpoint, 国金证券研究所

智能手表外观结构件包含表壳、底盖、表圈、表镜等部件，而钛合金在早期就已经作为主流的表壳材质之一应用于智能手表产品。钛合金相较不锈钢更加轻盈，硬度高、耐划伤、耐磨损、耐腐蚀。从人体亲和角度看，钛合金生物相容性良好，毒性小，不易过敏，且钛合金导热系数较低，作为手表材质佩戴更加舒适。但同样由于表面色泽较暗淡，做抛光处理亮度不够，因此需要进行喷砂、拉丝或电镀，加工难度较大。目前 Apple、三星、华为等都有推出配置钛金属表壳的智能手表，2020 年苹果率先在 Apple Watch Series 6 Edition 采用钛合金，一直延续到 2023 年 Apple Watch Ultra 2。2022 年 Apple Watch Ultra 销量达 444 万部，在苹果智能手表总销量占比达 10%。

图表19: 华为 WATCH GT 3 Pro 推出钛金属版本

图表20: Apple Watch 的 Ultra 系列采用钛合金表壳

HUAWEI WATCH GT 3 Pro 钛金属



来源: 华为官网, 国金证券研究所

来源: 苹果官网, 国金证券研究所

图表21: 苹果手表表壳演变: 2020 年高端款启用钛合金表壳

发布时间	型号	表壳材质
2014	Apple Watch (第1代)	不锈钢
	Apple Watch Sport (第1代)	铝合金
	Apple Watch Edition (第1代)	18K 金
2016	Apple Watch Series 1	铝合金
	Apple Watch Series 2	铝合金/不锈钢
	Apple Watch Series 2 Edition	精密陶瓷
2017	Apple Watch Series 3	铝合金/不锈钢
	Apple Watch Series 3 Edition	精密陶瓷
2018	Apple Watch Series 4	铝合金/不锈钢
	Apple Watch Series 5	铝合金/不锈钢
2019	Apple Watch Series 5 Edition	钛合金/精密陶瓷
2020	Apple Watch Series 6	铝合金+不锈钢

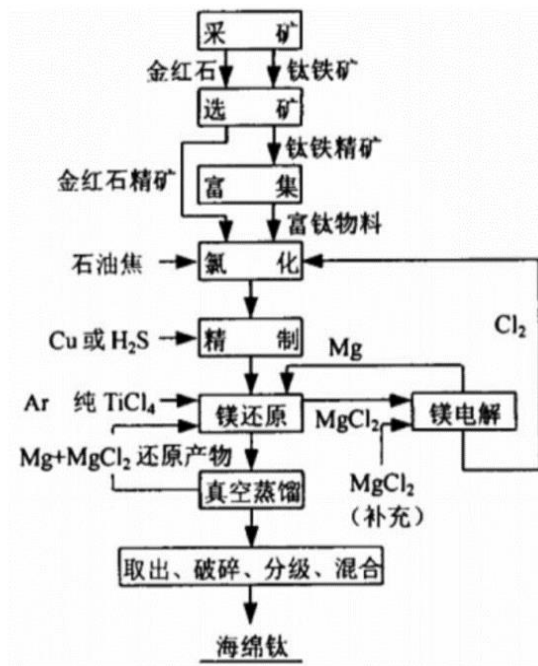
	Apple Watch Series 6 Edition	钛合金
	Apple Watch SE	铝合金
2021	Apple Watch Series 7	铝合金/不锈钢
	Apple Watch Series 7 Edition	钛合金
2022	Apple Watch Series 8	铝合金/不锈钢
	Apple Watch Ultra	钛合金
	Apple Watch SE (第二代)	铝合金
2023	Apple Watch Series 9	铝合金/不锈钢
	Apple Watch Ultra 2	钛合金

来源：苹果官网，国金证券研究所

二、材料端：直接受益，海绵钛、钛材需求高增长

海绵钛，是制取工业钛合金的主要原料，外表呈疏松的多孔海绵状，性质活泼，极易氧化。这种多孔的“海绵钛”无法直接使用，必须将它们熔化成液体，才能铸成钛锭、钛棒等金属钛材。镁热还原法是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 TiCl₄、精制 TiCl₄、电解精制镁、还原蒸馏法四道工序来进行。

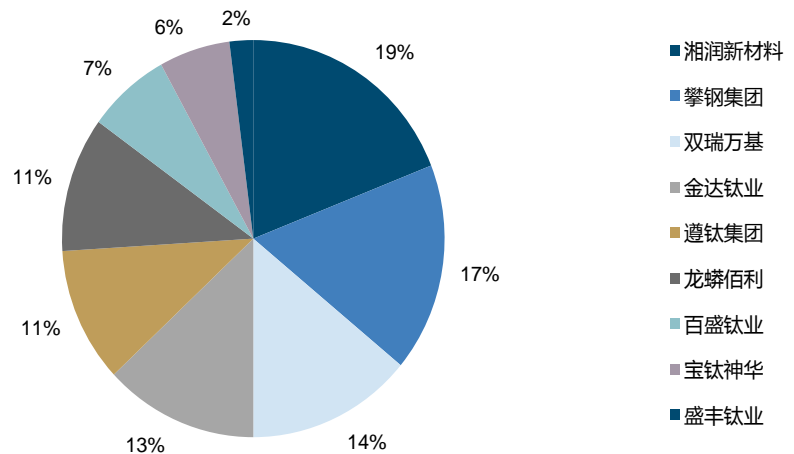
图表 22：海绵钛加工流程



来源：AMT，国金证券研究所

2021 年我国海绵钛行业 CR3 为 50%。排名前三位的分别是湘润新材料、攀钢集团和双瑞万基，占比分别为 19%、17%和 14%。

图表23：2021年海绵钛行业格局

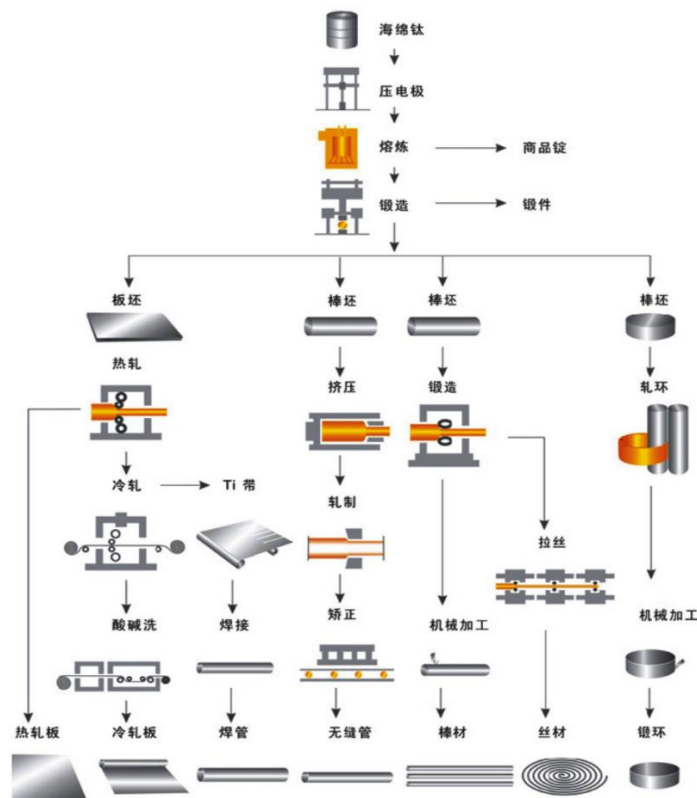


来源：华经情报网，国金证券研究所

海绵钛经高温熔融为钛锭，即可进一步加工成钛材。钛及钛合金加工的传统方法主要有铸锭冶金(或塑性加工)、铸造和粉末冶金3种。钛及钛合金铸锭冶金的工艺方法是将海绵钛、中间合金或纯金属熔铸成铸锭，再冷热加工成钛材。铸锭加工方法包括锻造、轧制、挤压、拉拔、冲压和旋压等，其中锻造是必不可少、最基本，也最重要的方法，其次是轧制，少部分钛材是挤压和拉拔成材的，旋压属于补充方式，使用最少。

根据宝钛股份投资者调研纪要，钛的熔炼、压力加工和热处理的难度都比较大，工艺复杂、技术含量高。钛及钛合金从熔炼到最终产品一般需要海绵钛的制备、钛材的制备和钛材的应用三步，其中前两步的技术复杂、制备难度大，是钛应用的难点和关键环节，海绵钛和钛材的质量直接决定钛制品的质量。

图表24：钛材加工流程

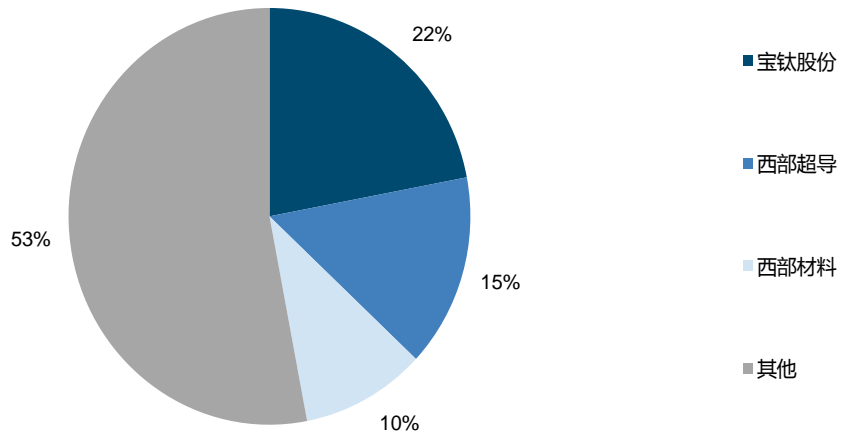


来源：中物金属，国金证券研究所

2021年我国钛材行业CR3位47%。根据中国有色金属工业协会钛锆钪分会对国内29家主

要钛加工材生产企业的统计，2021 年我国钛加工材行业总产量为 13.59 万吨，其中宝钛股份、西部超导和西部材料产量占比为行业前三，分别为 22%、15%、10%。

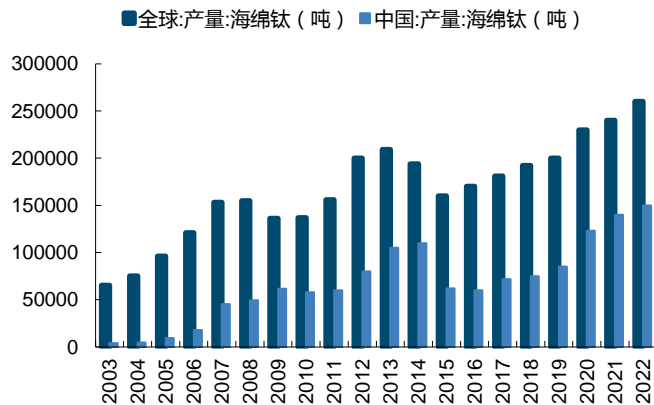
图表 25：2021 年中国钛加工材行业竞争格局



来源：华经情报网，国金证券研究所

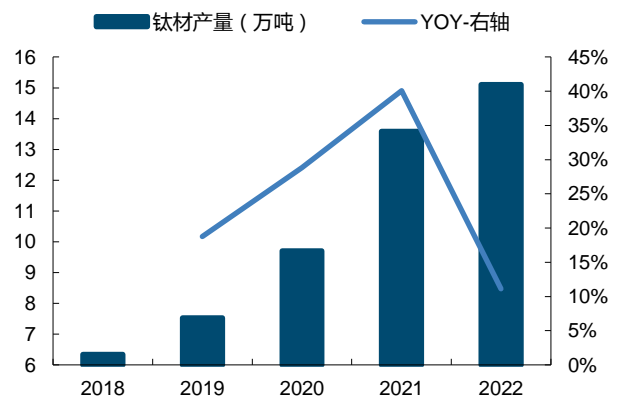
得益于生产设备和技术能力的突破，以及下游航空航天、海洋工程、石油化工等领域需求的带动，近年来我国海绵钛和钛材产量快速增长。2022 年我国海绵钛产量为 15 万吨，全球占比为 58%，10 年产量 CAGR 为 6%；钛材的产量为 15.1 万吨，亦为稳步增长。

图表 26：全球和中国海绵钛产量



来源：wind，国金证券研究所

图表 27：中国钛材产量



来源：中商情报网，国金证券研究所

历经 2021 年原材料价格上涨和能耗双控影响，海绵钛价格来到 8 万元的历史高位；2023 年以来受需求疲弱以及龙头企业持续扩产能影响，海绵钛价格从 8 万元回落到 5 万元/吨的水平。

图表28: 海绵钛价格



来源: wind, 国金证券研究所

根据前文我们对钛合金手机出货量预测, 2027 年全球钛合金手机出货量有望达到 1.37 亿部。根据快科技, 一台 iPhone 15 Pro Max 包含 18g 钛金属, 我们以此作为钛合金边框的普遍含钛量; 根据艾邦高分子数据, 钛合金手机中框整体良率约为 30%-40%, 我们采取中值为 35%。我们测算可得, 2027 年全球钛合金手机边框耗钛量为 0.7 万吨, 4 年 CAGR 高达 36%。

图表29: 钛合金手机对钛材需求拉动

	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
钛合金中框手机出货量 (百万部)	40	105	116	126	137
苹果	40	85	85	85	85
安卓		20	30	41	52
单个钛合金边框含钛量 (g)	18	18	18	18	18
钛合金边框成品率	35%	35%	35%	35%	35%
钛合金边框耗钛量 (吨)	2037	5396	5944	6500	7043
YOY		165%	10%	9%	8%

来源: 快科技, 国金证券研究所

三、制造端: 新材料应用伴随加工工艺变革, CNC/MIM/3D 打印在变化中孕育新机会

1. 钛合金应用有望提升加工环节价值量, 拉动 CNC/MIM/3D 打印相关投资机会

钛合金材料的应用在加工环节会带来较多变化, 对相关耗材、设备均有一定拉动:

1) 耗材: 预计拉动刀具需求大幅增长

手机中框的加工需要使用多种类型刀具进行配套使用, 假设每套钛合金加工刀具包含 100 种刀, 加工寿命为 100 个中框, 即每个手机中框平均消耗一支刀, 每支刀的均价按照 30 元/支计算。根据我们测算 24 年钛合金手机中框加工刀具需求有望达到 31.5 亿元, 作为增量市场对国内头部企业有较好的成长机会。

图表30: 钛合金手机中框放量有望显著拉动加工刀具需求

	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
钛合金中框手机出货量 (百万部)					
苹果	40	85	85	85	85
安卓		20	30	41	52
合计钛合金中框手机出货量 (百万部)	40	105	115	126	137
刀具耗量 (亿支)	0.4	1.05	1.15	1.26	1.37
刀具均价 (元/支)	30	30	30	30	30

	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
刀具市场需求 (亿元)	12	31.5	34.5	37.8	41.1

来源: IDC, Counterpoint Research, 鼎泰高科招股说明书, 国金证券研究所测算

2) 设备: 拉动 CNC/MIM/3D 打印设备投资需求

以长盈精密智能可穿戴设备 AR/VR 零部件项目投资作为参考, 根据公司公告信息项目测算营业收入 10.19 亿元, 对应的设备投资额为 6.71 亿元, 其中 CNC 设备的占比为 66.3%。考虑钛合金的加工难度较高, 加工设备的投资额占比预计会进一步提升, 假设占比为 80%, 根据我们测算钛合金手机中框对应的加工设备投资额预计 24 年达到 177 亿元。

图表31: 钛合金手机中框加工为 CNC/MIM/3D 打印设备带来较大增长空间

	2023E	2024E	2025E
全球钛合金手机中框市场空间 (亿元)	127	337	367
设备投入产出比	1.52	1.52	1.52
理论设备投资额 (亿元)	84	222	241
加工设备 (CNC/MIM/3D 打印等) 占比	80%	80%	80%
理论加工设备需求 (亿元)	67	177	193

来源: Counterpoint Research, IDC, 立鼎产业研究院, 长盈精密公司公告, 国金证券研究所测算

2. CNC: 显著拉动钻攻中心、磨抛设备、刀具需求

相较于其他材料, 钛合金在强度、硬度、抗蚀性、耐疲劳度等方面都具有优势, 并且弹性模量大于铝合金, 密度小于不锈钢, 可以提升手机的整体强度、耐摔性和耐刮擦性, 但目前钛合金的加工难度较大、成本较高、良率低, 仅用在部分旗舰高端机型中, 例如 iPhone15 Pro 和小米 14 Pro 钛金属特别版。

图表32: 手机中框使用材料对比

成本	密度 (g/cm ³)	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	硬度 (HB)	熔点 (摄氏度)	伸长率 δ5 (%)	弹性模量 (GPa)	加工 成熟度	
钛合金 TC4	高	4.5	895	860	269-351	1630-1650	≥10	113	低
铝合金 7075	低	2.81	524	455	150	475-635	≥6	71	高
不锈钢 SUS304	中	7.93	520	205	187	1398-1454	≥40	193	中

来源: 材数库, 上海有色网, 国金证券研究所

钛合金难以进行切削加工, 受钛合金力学、化学、物理性能综合影响, 加工过程中会出现切削力需求大、切削温度高、切削黏连等问题, 加工效率较低, 有望拉动相关设备、刀具需求。

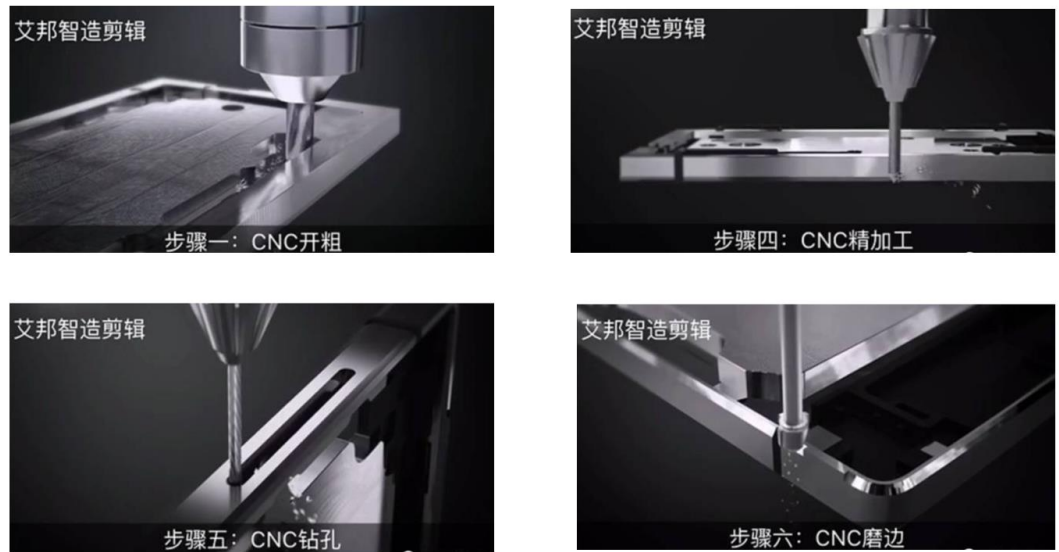
图表33: 钛合金难以进行切削加工, 加工效率较低, 有望拉动相关设备、刀具需求

切削温度高	切削钛合金时, 在相同的切削条件下, 切削温度比切削45钢高将近1倍, 而且温度集中在刀具切削刃狭小区域内。其原因是刀-屑接触短, 切屑变形小, 摩擦路程长和它的热导率低。
单位切削力大	切削它的主切削力比切削一般结构钢小20%左右。但由于刀-屑接触短, 其刀具单位面积切削力大。
刀具易磨损	钛合金毛坯经过锻造、热轧等方法加工后, 形成硬而脆的不均匀外皮, 极易造成刀具磨损, 这是切削加工钛合金最困难的工序。再由于它的切削温度高, 切屑与刀具接触短, 散热条件差, 加上它弹性模量小, 弹性恢复大, 与刀具摩擦面积大, 亲和性大, 易造成刀具磨料、黏结、扩散和氧化磨损。
加工效率低	由于钛合金的特性, 在保证工件加工精度和表面质量的条件下, 很难获得高的生产效率。因砂轮在磨削时容易黏附变钝而失效, 磨削比较低。在相同的条件下, 磨削TC4的磨削比只有1.53, 而磨削45钢的磨削比为71.5, 磨削钛合金的磨削比是磨削45钢的1/47。

来源: 《现代机械加工新技术》, 国金证券研究所

手机中框加工中涉及多个 CNC 加工工序。

图表 34：手机金属中框制造涉及多个 CNC 加工工序



来源：艾邦智造微信公众号，国金证券研究所

其中铣削、钻削类工艺加工对应的设备主要是钻攻中心。根据创世纪公告信息，钛合金钛合金手机中框加工时长约为铝合金中框的 3-4 倍，对行业需求有较大拉动作用。

图表 35：金属中框铣削、钻削类工艺加工设备主要是钻攻中心



来源：泰嘉数控官网，国金证券研究所

目前钻攻中心已有较高国产化率，创世纪钻攻中心累计销量超过 90000 台(22 年报数据)，产品发展成熟，面对行业的增长将会直接受益。


图表36：创世纪为国内钻工中心龙头企业，市场份额领先

高速钻铣加工中心

台群拳头产品

90000+台全球应用

是一款集钻孔、攻牙、铣削、镗、铰等加工功能为一体的机型。批量加工快速高效、稳定性强、良品率高，特别适合对表面光洁度要求高的加工。



经典款

通用款

销量位居国内单项产品行业第一
质量、性能、产销规模等已实现进口替代

应用场景


3C应用场景

3C领域（手机、平板、PC、可穿戴设备等产品）



通用化应用场景（新兴领域）

自动化设备、无人机、医疗器械、AR/VR、智能家居、新能源汽车等新兴领域



该产品在应用深度上，已实现“进口替代”，在应用广度上，发展赛道已全面拓宽。

加工件

3C消费电子设备结构件

金属类：不锈钢、钛、铝合金等；非金属类：铝、塑料等材料



其他领域各类零件

各类小型精密零件、壳体类零件等



来源：创世纪年报，国金证券研究所

磨削类工艺主要通过磨床完成，在消费电子行业中，磨床主要应用于金属材质外观件和结构件（例如手机中框、手机背板）和触摸屏的玻璃基板进行磨削、抛光加工。

图表37：消费电子行业大量使用数控磨床、数控抛光机进行磨削、抛光加工

<p>智能手机</p> <p>面板玻璃的凹槽打磨、抛光</p> 	<p>笔记本电脑</p> <p>外壳打磨、抛光</p> 	<p>平板电脑</p> <p>外壳打磨、抛光</p> 
<p>智能手表</p> <p>中框打磨、抛光</p> 	<p>电子烟</p> <p>外壳打磨、抛光</p> 	<p>VR眼镜</p> <p>镜片凹面+凸面打磨、抛光</p> 

来源：宇环数控官网，国金证券研究所

在消费电子领域国产磨床已具有较强竞争力。根据宇环数控招股说明书信息，在消费电子磨抛领域，其产品与日本日清工业、美国Lapmaster等进行竞争，拿到了捷普集团、富士康等苹果产业链公司的大额订单，产品具有较强竞争力。

图表38：宇环数控消费电子磨抛设备与日、美产品竞争获得了捷普集团、富士康等苹果产业链公司的大额订单，产品具有较强竞争力

比较项目	宇环数控 YHM77110	美国莱玛特 AC1000
性质/特点	1、提出了双液压缸大压力加载及控制技术，研制了大压力工作条件下的高刚性研磨盘结构及机床结构，解决了大尺寸研磨（抛光）盘及机床结构受力变形的技术难题；2、研制出具有全封闭迷宫式水冷结构的上/下抛光盘、多运动轴系的水循环系统和	1、设备可以选择不同的行星转动装置、驱动功率和砂轮盘转速，以匹配最大范围的工件尺寸；2、工件行星运动，具有高刚性和高精度；3、外部水冷却，能及时带走抛光热量；4、加压方式为伺服比例阀+气缸加压，压力传感器检测压力。

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/757114020055006036>