

3C消费新领域，“钛”不一样

——钛合金行业专题报告

邱祖学、任恒、李挺、孙二春

- **钛合金进军手机边框，引领产业发展新趋势。**钛合金因具有比强度高、亲生物、透声性好和良好的金属质感等特性，同时象征着高端大气等身份特征，因而成为手机巨头们选用的新一代金属材料。苹果iphone 15 pro、pro max和小米14 pro纷纷采用钛合金边框。根据测算，假设苹果、小米下一代高端机型继续扩大钛的使用范围，华为等品牌也开始涉足钛边框，渗透率逐年提高，2027年3C钛边框总价值量有望达到936亿元，钛使用量达到1.87万吨，相关产业链有望受益。
- **钛粉应用拓展至折叠屏铰链，3D打印加速在3C消费领域渗透。**荣耀折叠屏手机Magic V2的铰链轴盖部分采用了钛合金3D打印工艺，宽度相较于铝合金材质降低27%，强度却提升150%。金属3D打印工艺是用增材的方式成型，避开了CNC加工的难点，在复杂结构零件生产上效率更高、可定制性更强，未来渗透率有望不断提升。我们测算钛合金3D打印工艺预计到2027年有望拉动钛材用量约6886吨，按照TC4不含税价21.68万元/吨对应价值量14.93亿元。
- **钛合金加工难度高，切削刀具有望受益于钛合金边框放量。**钛合金的切削加工性比普通钢和不锈钢要差，对切削刀具具有特殊要求。钛材料属于难加工材料，根据艾邦高分子数据，钛合金手机中框整体良率约为30%-40%，远低于铝合金中框的80%；且加工时间长，约为铝合金的3-4倍。3C领域钛合金材料加工对切削刀具的需求有望显著增加。
- **风险提示：**手机销量不及预期；钛边框渗透率不及预期；原材料价格大幅波动。



1

钛合金进军手机边框

2

钛材供应集中度较高

3

3D打印在钛合金材料中的应用

4

钛合金材料加工刀具需求增加

5

投资建议

6

风险提示

CONTENTS

目录



01 钛合金进军手机边框

01

钛合金进军手机边框

- 苹果新一代的 iPhone 15 Pro 和 15 Pro Max 采用更加高级的钛合金边框，取代不锈钢边框，由此可以获得更高强度和更轻的重量。
- 小米14 pro 钛金属特别版通过航天级99%高纯钛和高强铝合金材料精密复合的方式制作钛边框。

图：小米14pro钛金属特别版



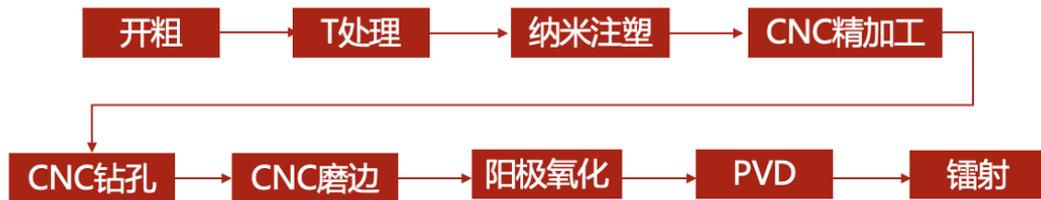
图：iphone15系列采用航空级钛金属



01 钛合金进军手机边框

- 手机中框是手机结构的重要组成部分，它不仅起到支撑和保护内部零件的作用，而且也影响手机的整体外观和手感。
- 对于金属中框，CNC因其效率高、精度高、加工质量稳定的优点成为必备加工手段，缺点是成本较高，易浪费材料。

图：手机中框工艺链流程图



图：手机边框产业链



01

钛合金进军手机边框

- 钛素有“未来金属”的美誉，作为重要的工业基础材料，钛及钛合金材料具有密度低、强度高和耐腐蚀性强等优点。因此，钛被广泛应用于航空航天、海洋工程、核工业等诸多尖端科技行业。
- 钛合金的边框使得手机更加耐用，能够抵抗日常使用中的磨损和划痕，同时使得手机更加便携，减少了手机内部的结构负担，并且钛合金的外观光泽度和独特性也为手机增添了美感。

表：不同材料性能比较

金属	纯钛	钛合金 (TC4)	铝合金	镁合金	不锈钢 (304)
密度/(g/cm ³)	4.40	4.42	2.74	1.82	7.93
比强度	93	253	117	154	66
热导率/W·(m·K) ⁻¹	17	8	96	72	16
弹性模量/GPa	110±10	110±10	72	45	193
抗拉强度/Mpa	410±20	1120±20	320	230	520
屈服强度/Mpa	345±20	1010±50	160	150	205
维氏硬度 (HV5)	195±5	370±5	150		200

01

钛合金进军手机边框

- 纯钛是指纯度达到99%以上的钛金属材料，强度低，质地软，不耐磨损，耐蚀性很高。而**钛合金**添加了其他金属元素后提高了强度，硬度，及耐磨性。
- **TC4**，其组成为**Ti-6Al-4V**，属于**(α+β)**型钛合金，具有良好的综合力学机械性能。由于具有高强度、高韧性、低密度、优良的耐腐蚀性和良好的可焊性和可加工性等优点，因此被广泛应用于各个领域。根据CN110883088A《钛合金手机边框的加工工艺》等专利信息，TC4可以被作为钛合金中框材料。

表：钛合金TC4与纯钛性能对比

	成本	重量	强度	硬度	耐磨损性	耐腐蚀性	环保性
纯钛	★★	★★	★★	★★	★★★	★★★	★★★★
钛合金TC4	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★

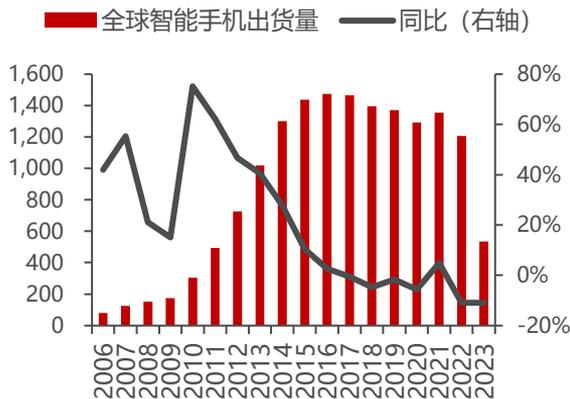
表：工业纯钛、部分钛合金的牌号及主要用途

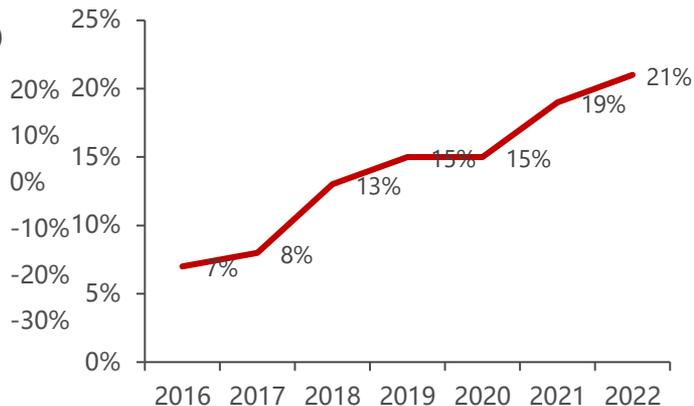
类型	牌号	主要特性	应用
纯钛	TA	强度不高，但塑性好，在部分介质中具有良好的耐蚀性，抗氧化性优，耐热性较差	工作温度350℃以下，受力不大，但要求塑性好的冲压件和耐蚀结构零件。例如：飞机的发动机附件；船舶用管道海水淡化系统零部件；化工上的热交换器等。
a型钛合金	TA	良好的抗蠕变性能，强度、可焊性以及韧性；耐蚀性和可切削加工性能好，但塑性低，室温冲压性能差	<ul style="list-style-type: none"> ➢TA4可做中等强度范围的结构材料，如焊丝。 ➢TA5、TA6用于400℃以下在腐蚀介质中工作的零件及焊接件，如飞机蒙皮叶片、船舶零件等。 ➢TA7用于500℃以下长期工作的结构件和各种模锻件，短时使用可到900℃。亦可用于超低温部件。
近a型钛合金	TA	基体主要为a相，含有少量b相稳定元素（一般小于2%）；有较好的热稳定性	主要用作高温钛合金等。
b型钛合金	TB	固溶状态下冷成形性能良好，而且淬透性和热处理响应性也优良。	可用于350℃以下工作的零件，主要用于制造各种整体热处理（固溶、时效）板材冲压件和焊接件；如压气机叶片、轮盘、轴类等重载荷旋转件及飞机构件等。
近b型钛合金	TB	较高的抗疲劳性能，较长的蠕变疲劳寿命，高韧性和优良的高温服役性能，并且不降低塑性和热稳定性。	可用作航空发动机压气机盘、转子和其他部件等。
a+b型钛合金	TC	具有优良的综合性能，如其室温强度高于α合金的，热加工工艺性能良好，可以进行热处理强化	<ul style="list-style-type: none"> ➢TC1、TC2可用于400℃以下工作的冲压件、焊接件以及模锻件和弯曲加工的各种零件、低温结构材料。 ➢TC3、TC4可用作400℃以下长期工作的零件、结构用模件、各种容器、低温部件、舰船耐压壳体等。 ➢TC6可在400℃以下使用，主要用作飞机发动机结构材料。TC9可用于制造在560℃以下长期工作的零件，主要用在飞机喷气发动机的压气机盘和叶片上。 ➢TC10可用于制造在450℃以下长期工作的零件，如飞机结构零件、起落架、导弹发动机外壳等。

01

钛合金进军手机边框

- 2022年全球智能手机出货12.05亿台，同比下滑11.02%；2023年上半年全球智能手机出货5.34亿台，同比下滑11.03%。
- 2022年中国智能手机出货2.64亿台，同比下滑23.11%；2023年1-8月份全球智能手机出货1.60亿台，同比下滑6.70%。
- 但根据Counterpoint research最新公布的报告显示，2022年全球高端（≥600 美元）智能手机销量却同比增长了1%，占总出货比例达21%。我们预计未来高端手机销量占比有望逐步提升。

图：全球智能手机出货量（单位：百万台）

图：中国智能手机出货量（单位：百万台）

图：全球高端手机销量占比


01

钛合金进军手机边框

- 我们对于3C钛边框钛价值量假设如下：
- 手机单台钛耗用量：70g；
- 全球高端机销量：全球手机销量维持11亿台，其中高端机型占比逐年提升；
- 钛边框手机高端机渗透率：假设苹果、小米下一代高端机型继续扩大钛的使用范围，华为等品牌也开始涉足钛边框，渗透率逐年提高；
- 钛材料均价：TC4不含税价为21.68万元/吨；纯钛不含税价为13.27万元/吨；两种材料各占50%份额，则均价为17.48万元/吨；
- 我们预计3C钛边框钛2027年使用量达到2.08万吨；价值量有望达到36.33亿元。

表：3C钛边框钛价值量测算

	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
手机单台钛耗用量(g)	70	70	70	70	70
全球手机销量 (亿台)	11	11	11	11	11
高端机占比	23%	24%	25%	26%	27%
钛边框手机高端机渗透率	36%	60%	70%	80%	90%
钛总使用量 (t)	6375.6	11088	13475	16016	18711
TC4不含税价 (万元/t)	21.68	21.68	21.68	21.68	21.68
纯钛不含税价 (万元/t)	13.27	13.27	13.27	13.27	13.27
钛材料均价 (万元/t)	17.48	17.48	17.48	17.48	17.48
3C钛边框钛价值量(亿元)	11.14	19.38	23.55	27.99	32.70

01

钛合金进军手机边框

- **我们对于3C钛边框总价值量假设如下：**
- 全球高端机销量：全球手机销量维持11亿台，其中高端机型占比逐年提升；
- 钛手机高端机渗透率：假设苹果、小米下一代高端机型继续扩大钛的使用范围，华为等品牌也开始涉足钛边框，渗透率逐年提高；
- 单台手机边框价值量：350元（苹果钛合金边框价值量约50美元，折合人民币约412元，而小米等手机边框价值量预计低于苹果）；
- **我们预计2027年3C钛边框总价值量有望达到936亿元**，其中加工端价值量达894亿元，占比95.61%。

表：3C钛边框总价值量测算

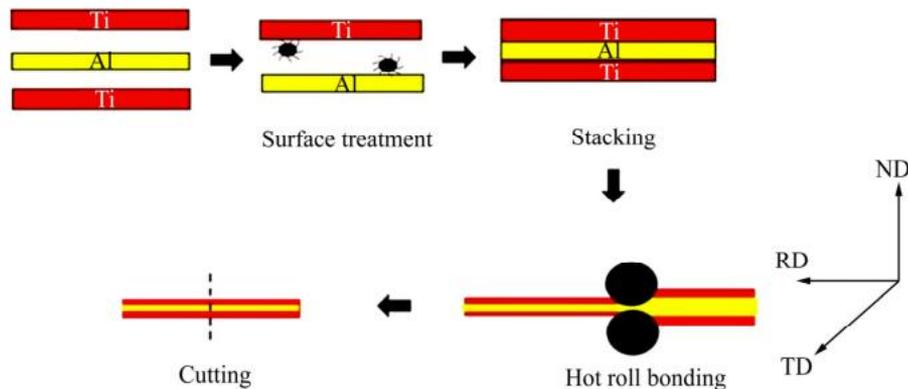
	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
全球手机销量 (亿台)	11	11	11	11	11
高端机占比	23%	24%	25%	26%	27%
钛边框手机高端机渗透率	36%	60%	70%	80%	90%
单台手机边框价值量 (元/台)	350	350	350	350	350
边框市场价值量 (亿元)	319	554.4	673.75	800.8	935.55
加工端价值量 (亿元)	305	530	644	766	894
加工端价值占比 (%)	95.61%	95.61%	95.61%	95.61%	95.61%

01

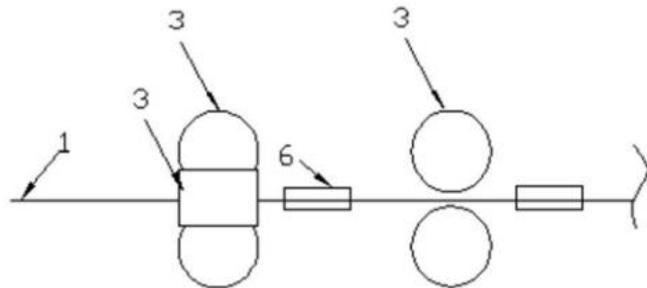
钛合金进军手机边框

- 钛/铝复合板的制备方法主要为固-固复合法，主要包括爆炸焊接复合法、挤压复合法、轧制复合法等。界面金属间化合物的形成过程实质上是钛、铝原子的相互扩散反应过程，受时间和温度以及扩散系数等因素的影响。
- **轧制复合法优点：**具有工艺简单、生产效率高、成本低、便于批量化生产等优点，可生产质量稳定的复合板。
- **难点：**受温度的影响，轧制复合过程中界面处易出现脆性金属间化合物，从而影响结合质量，因此轧制参数(压下率，轧制温度，轧制速度等)的选择至关重要；由于钛、铝板的变形抗力差异较大，在轧制工艺不当的情况下很容易出现板材翘曲、边裂以及钛板变形量小的问题。
- **爆炸复合法**更适合宽厚板制备，所产生的波纹状界面结合强度更高，容易出现覆板和断裂、表面灼伤等缺陷。
- **挤压复合法**适用于生产连续的长方形和矩形断面的复合型材，需要大功率挤压机，而且不能连续化生产，材料利用率低。

图：轧制法钛铝板复合工艺 (3C钛边框为双层复合)



图：钛边框用棒材轧制工艺



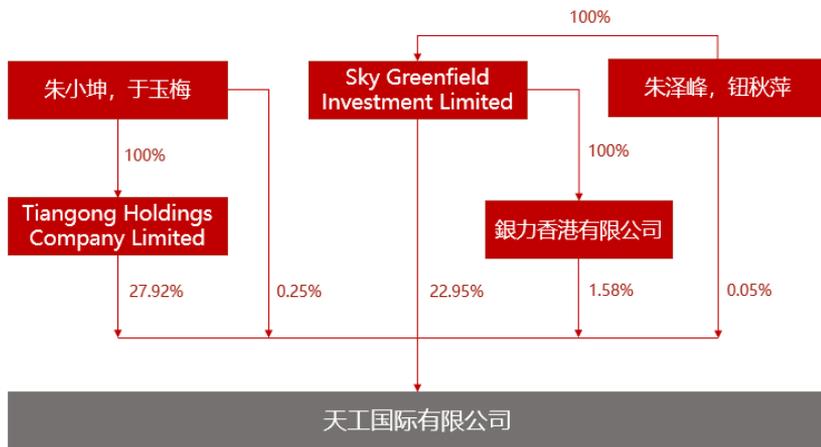
备注：1、钛合金棒材，3、轧辊，6、管式炉

01 天工国际：工模具钢龙头，粉末钢+刀具+3C钛合金齐头并进

天工国际始建于1981年，于2007年在香港联交所主板上市。从成立起公司持续深耕于工模具钢领域，是中国特种工具钢、模具钢、钛材料及切削工具生产制造商、国家重点高新技术企业。公司的高速钢、模具钢、切削工具、钛合金四大主产品被广泛应用于航空、汽车、高速列车及石油化工等行业和机械加工等不同领域，畅销欧美等世界近百个国家以及香港、台湾地区。

公司股权集中度高。公司实际控制人为朱小坤家族（朱小坤、其配偶于玉梅与其子朱泽峰），合计持有股份 52.75%。

图：天工国际股权图（截至2023年11月17日）



表：天工国际历史沿革

时间	重要事件
1987年	开展高速钢切削工具生产业务
1992年	开始生产高速钢
2005年	开始生产模具钢
2007年	天工国际在香港联交所主板上市
2010年	上马年产5000吨钛材及钛合金材料项目
2015年	江苏天工科技股份有限公司成功登陆“新三板”；硬质合金刀具项目全面建成投产，成为普通刀具向现代化刀具行业转型升级的重要标志
2019年	建成中国首条粉末冶金规模化生产线，填补了国内粉末冶金工模具钢规模化生产空白，实现高速钢销量世界第一，模具钢销量国内第一、世界第二
2020年	投产泰国高度自动化切削工具厂（产能4800万件）；成为恒生指数成份股并正式进入深港通交易
2021年	分拆子公司“天工工具”A股上市通过董事会审议，完成股份制改造，专注于高端工模具钢生产
2022年	安装建设“7000吨快锻项目”，引进国际上先进的快锻液压机组和配套装备，旨在满足中国模具制造用大型模具材料需求
2023年	附属公司天工股份进入北交所上市辅导阶段

01 天工国际：工模具钢龙头，粉末钢+刀具+3C钛合金齐头并进

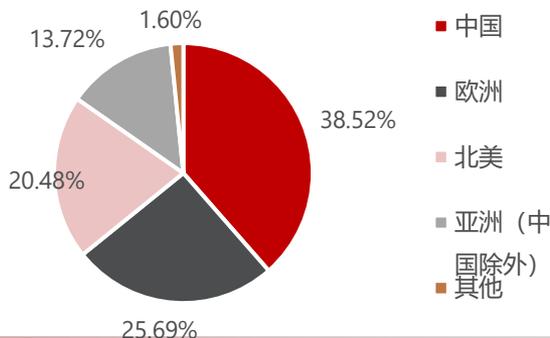
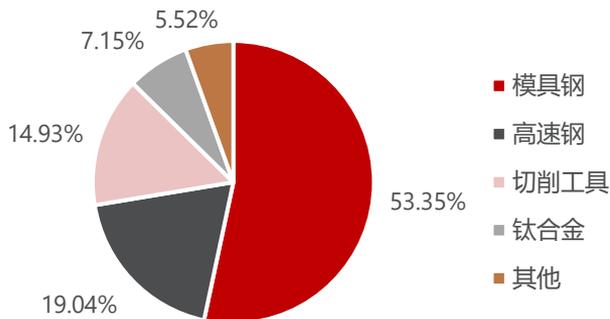
目前公司的工模具钢的年产能已达25万吨，其中高速工具钢产品年产量已连续17年位居世界第一、连续25年位居中国第一。2019年11月正式建成并投产国内首条规模化粉末冶金生产线，目前粉末冶金有5000吨的产能。模具钢持续创新，目前“7000吨快锻项目”已经投产，从而更好满足市场对一体化大型模具的整体需求。

切削刀具即将放量，带来新的盈利增长点。公司推出粉末丝锥刀具与硬质合金刀具，计划将粉末丝锥刀具产能从每年500万支扩张为1000万支。

表：公司产品及特性

产品	应用	特性	图例
高速钢	制造金属切削工具、高温轴承及冷挤压模具等	高硬度、高耐磨性和高耐热性	
模具钢	制造冷冲模、热锻模、压铸模具等模具	高硬度、高强度、高耐磨性、高韧性、高淬透性、高淬硬性	
切削工具	工业制造	开发粉末丝锥和硬质合金刀具	
钛合金	手机及3C（电脑、通信及消费电子）、3D打印	质轻、耐腐蚀性、强度高	

图：天工国际2022年主营收入按产品分布



图：天工国际2022年主营收入按地区分布

01 天工国际：工模具钢龙头，粉末钢+刀具+3C钛合金齐头并进

- 目前公司的钛合金业务主要由天工股份经营，公司间接持有天工股份75.58%的股权。
- 公司目前已在钛合金线材、管材、板材等中高端民用市场上取得了积极进展，钛合金产品获得必维国际检测集团等国际权威组织的质量认证，**开创了国内行业冷拉钛合金盘圆的最大规格记录**，钛合金盘圆品质处于行业领先地位。
- 2023年5月30日，天工国际发布公告称附属公司天工股份拟申请公开发行股票并在北交所上市。天工股份(834549.NQ)目前在新三板挂牌。
- **公司当前钛合金产能已达1万吨，伴随募投项目的投产，产能有望扩张至1.3万吨。**

表：天工股份北交所IPO计划

项目名称	投资总额 (万元)	募集资金拟投资额 (万元)
年产 3000 吨高端钛及钛合金棒、丝材生产线建设项目	40,000.00	36,000.00

图：天工国际钛材产品



2021年9月1日，公司首批用于3D打印用钛丝材正式发往加拿大，并将应用于航空航天领域，钛丝材的首次出口标志着公司钛及钛合金产品向国际高端应用领域迈出新步伐。

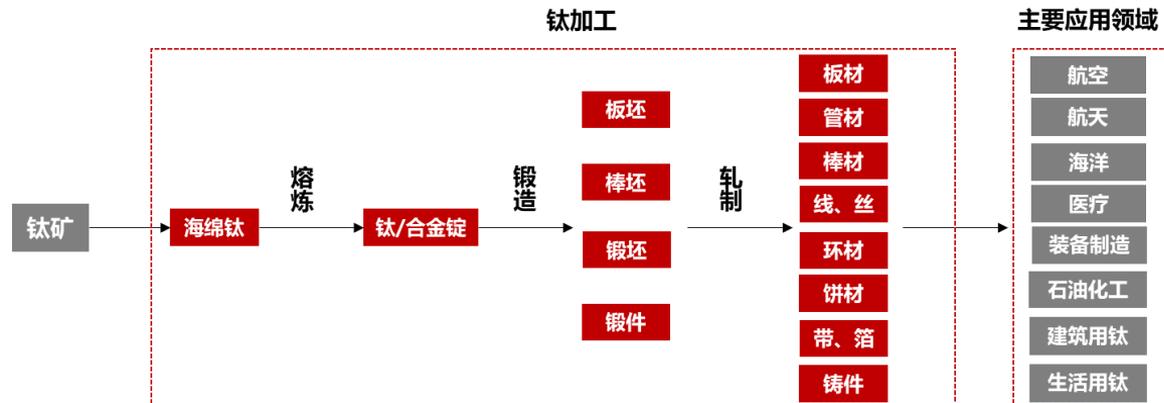
2022年12月，公司连续签订重大销售合同，向需求方提供符合民用消费品市场需求的钛合金盘圆材料及相关服务，表明公司的钛及钛合金产品的质量稳定性正在获得终端客户的全面认可，民用消费品市场的业务拓展取得显著进展。



01 宝钛股份：国内钛材龙头，拥有钛冶炼加工全产业链布局

➤ **宝钛股份：国内钛材龙头，拥有钛冶炼加工全产业链布局。**公司业务布局覆盖从海绵钛、钛铸锭到钛加工材的冶炼加工全产业链，是国内最大的钛及钛合金生产基地，主要产品为各种规格的钛及钛合金板、带、箔、管、棒、线、锻件、铸件等加工材，目前拥有海绵钛产能22000吨/年，钛加工材实际产能34214吨/年。公司下游可分为国内军品、国内民品和出口三大市场，公司军品钛材主要用于国内航空航天、深海等领域，民用产品市场主要用于化工领域，出口产品市场覆盖航空钛材、化工、3C等。2022年公司军品、民品和出口领域钛材销量占比分别为56.46%、24.72%和18.82%。

图：宝钛股份业务覆盖钛产业链环节



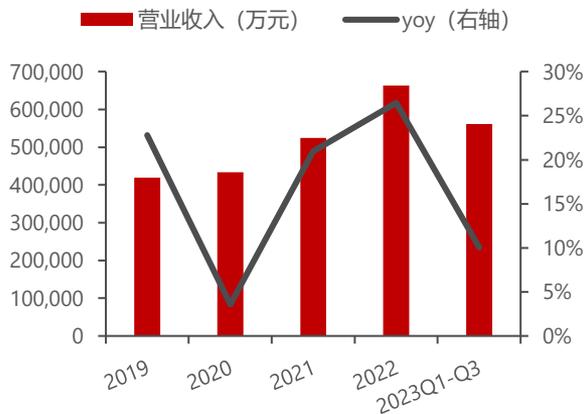
图：宝钛股份股权结构（截至2023年11月17日）



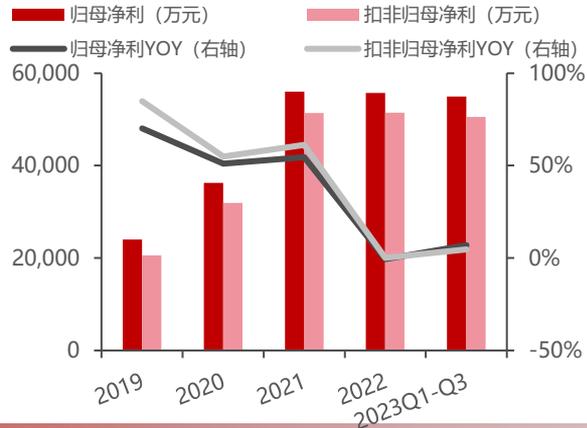
01 宝钛股份：国内钛材龙头，拥有钛冶炼加工全产业链布局

➤ **宝钛股份：受益3C+出口航空市场需求，出口业务快速增长，3C新兴领域持续发展有望贡献业绩增量。**2023年，公司出口业务快速增长，主要得益于出口航空市场需求回暖，公司与波音、空客等海外航空企业合作进一步深入，同时3C市场钛材应用也逐步打开，公司2023Q2取得历史最好业绩，单季度实现盈利2.44亿元。受到国内军品和民品市场需求疲弱拖累，2023年前三季度，公司钛产品销量2.42万吨，同比下滑0.36%。未来3C领域钛材应用有望持续拓宽，传统CNC加工和3D打印工艺路径都以公司所布局钛材为原材料，公司有望受益3C新兴领域的持续发展。

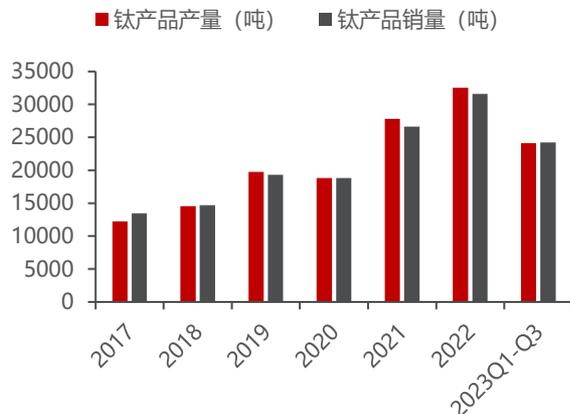
图：宝钛股份营收及增速



图：宝钛股份利润及增速



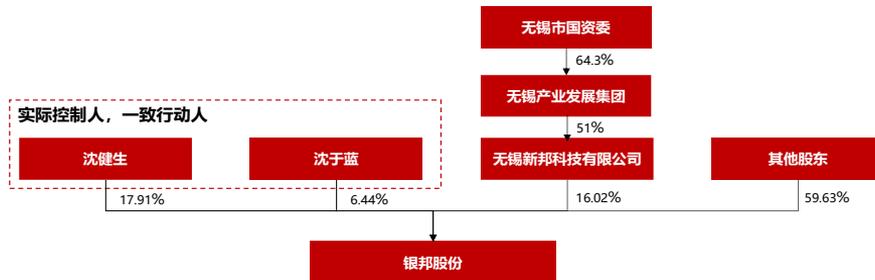
图：宝钛股份钛产品产销量



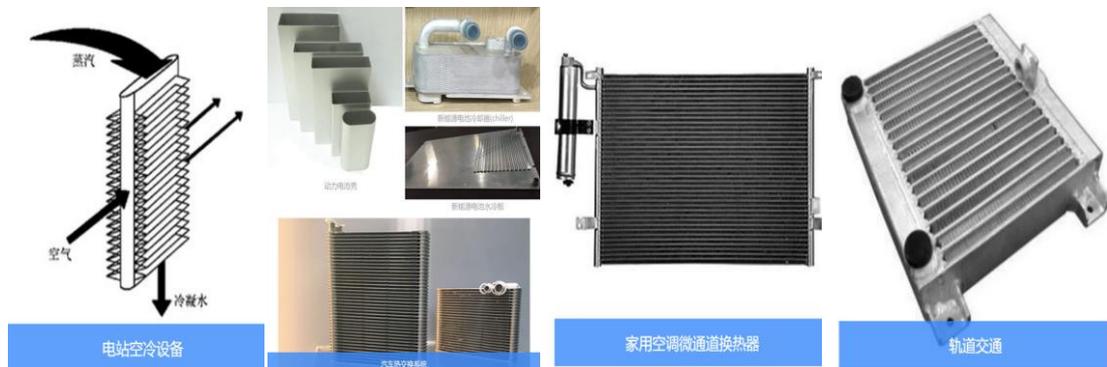
01 银邦股份：金属层状复合材料领军企业，积极开拓3C市场

◆ **银邦股份：金属层状复合材料领军企业，积极开拓3C领域钛铝复合材料市场。**公司主要从事铝热传输材料、铝钢复合材料、多金属复合材料等新材料的研发、生产和销售，建有年产25万吨的铝合金复合材料和多金属复合材料生产基地，并不断在新材料领域进行研发升级。公司生产的铝热传输材料全面应用于汽车热交换、家用电器、消费电子、轨道交通、航空航天、电站空冷等领域。此外，公司积极开拓3C行业用钛铝复合材料的研发及生产，公司与华为成功合作研发出新型多金属复合材料广泛应用于手机中框及背板。

图：沈健生、沈于蓝二人为一致行动人，实际控制人（截至2023年11月17日）



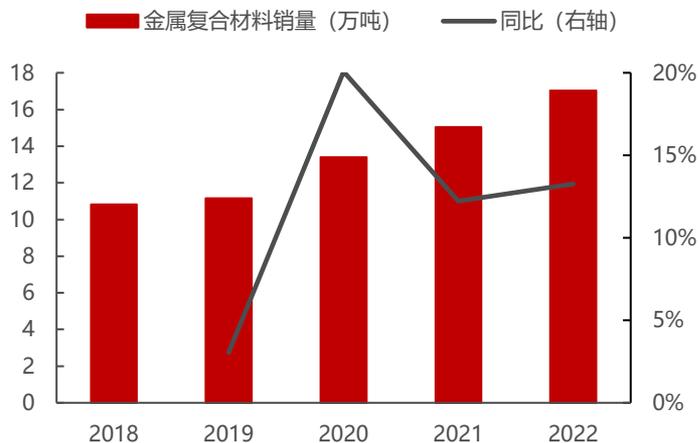
图：公司主要产品与应用领域



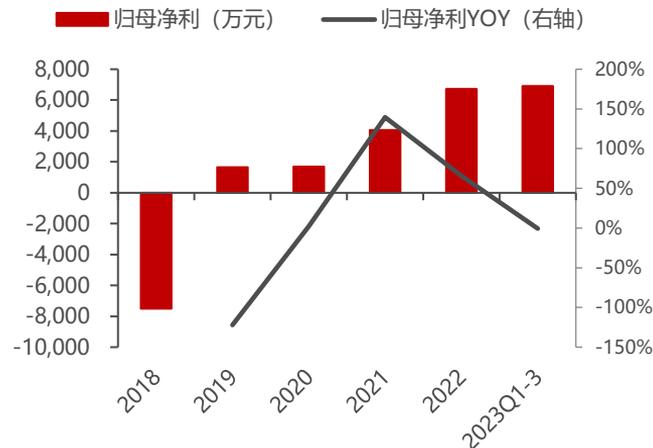
01 银邦股份：金属层状复合材料领军企业，积极开拓3C领域市场

◆ **银邦股份：主要产品销量稳健增长，盈利能力回升。** 受益于新能源车等行业景气度提升，2019年以来，公司主要产品销量和利润回升。2023Q1~Q3，公司归母净利润约为0.77亿元，同比基本持平。未来随着淮北35万吨新能源车用再生低碳铝热传输材料项目投产放量，叠加3C领域钛铝复合材料等新产品助力，公司未来经营业绩增长有望加速。

图：公司复合材料销量变化（单位：万吨）



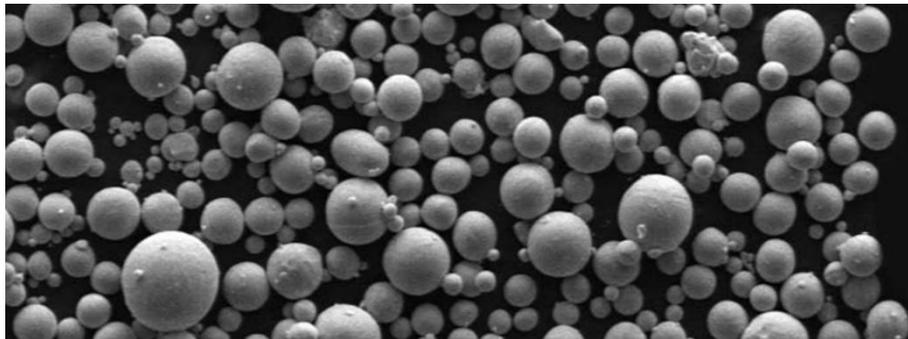
图：公司净利润变化（单位：万元）



银邦股份：金属层状复合材料领军企业，积极开拓3C领域市场

- **银邦股份：子公司飞而康是国内领先的3D打印全套解决方案提供商。**银邦股份子公司无锡飞而康下设特种金属粉末事业部、3D打印解决方案事业部和特种制造技术事业部。公司建有一条进口电极感应熔炼气雾化（EIGA）钛合金粉末生产线并于2012年投入使用，年产钛合金粉末90吨，已通过民用航空航资质认证（CAAC）；公司拥有“选择性激光熔化”SLM3D打印制造技术，目前已批量为中国商飞交付合格3D打印钛合金零件，是中国商飞金属3D打印零件合格供应商。公司业务布局覆盖3D打印材料+3D打印服务，有望受益3C应用拉动的3D打印产业快速发展机遇。

图：飞而康生产的3D打印钛合金粉体材料



飞而康科技生产的钛合金粉末质量高且性能稳定

飞而康粉末适用于3D打印工艺，包括选择性激光熔化和电子束熔化工艺；热等静压工艺；粉末注射成型工艺；冷喷涂；涂层等等。公司生产的钛合金粉末可用于航空工业、生物工程，化工工业，海洋工程等领域。

02 钛材供应集中度较高

02

钛材供应集中度高

- 钛材供应集中度高，不同种类中钛板材占比最大。2022年我国总计生产钛加工材15.1万吨，连续8年实现增长。产业集中度方面，排名前三家总占比达到了年总产量的47%，钛加工材行业集中度高。
- 在各类钛加工材种类中，钛板材产量占比最高，达到钛加工材总产量的51.59%，棒材产量占比18.37%，管材产量占比11.33%，锻材产量占比6.44%，丝材产量占比0.87%，铸件产量占比0.58%，箔带产量占比2.57%，其他钛加工材产量占比8.26%。

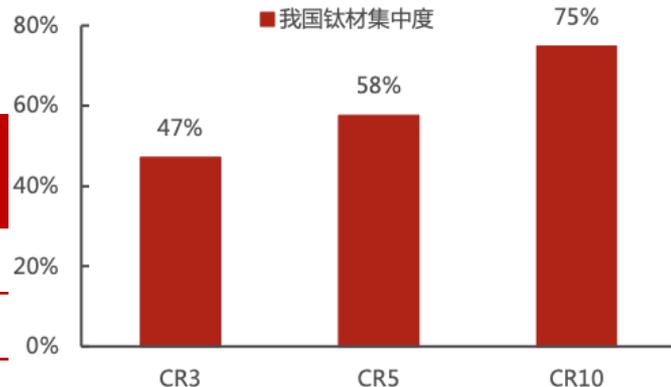
表：2021-2022年中国各类钛加工材产量

年度	产量 (万吨)	板材			棒材		管材		锻材	丝线 材	铸件	箔带 材	其他	合计
		钛板	冷轧 卷带	热轧 卷带	棒材	无缝 管	焊管							
2021	产量 (万吨)		7.0		2.5	1.5	0.9	0.1	0.1	0.3	1.1	13.6		
2022	产量 (万吨)	5.8	1.0	1.7	3.3	1.2	0.6	0.8	0.2	0.1	0.3	0.1	15.1	

图：中国钛材产量



图：2021年中国钛材集中度



➤ TC4冶炼难点:

- ◆ **初生 α 相数量:** TC4合金的力学性能与初生 α 相数量和形态有密切关系, 初生 α 相含量越多, 室温拉伸塑性和疲劳性能越好; 初生 α 相数量越少, 则高温持久、蠕变和断裂韧度越好。为了获得优异的综合性能, 初生 α 相含量通常希望控制在 15%-50%范围内。
 - ◆ **氧含量影响:** 随着氧含量的增加, TC4合金的抗拉强度明显提高, 拉伸塑性和断裂韧度急剧下降。氧含量过高还会导致焊接性能变差。因此, 在保证强度水平的前提下, 应将氧含量控制在较低的范围。
- **苹果在行业中以要求苛刻著称, 而且对节能环保和脱碳也开始重视起来。**
- 用EB炉 (电子束熔炼炉) 熔炼与VAR (真空自耗炉) 熔炼制备的TC4钛合金铸锭有以下不同:
- ◆ (1) EB炉具有很好地精炼除杂效果, 可去除高低密度夹杂物, 得到细晶均质铸锭;
 - ◆ (2) 可省去VAR熔炼后的开坯锻造, 直接进行扁锭轧制。
 - ◆ (3) VAR熔炼TC4钛合金在高温高应变速率下合金容易产生裂纹、绝热剪切带和局部金属流动等缺陷。

03 3D打印在钛合金材料中的应用

03 3D打印拓宽钛材3C应用窗口，有望拉动粉体材料需求

- **3D打印工艺钛合金零部件首次在3C领域得到应用。** 荣耀折叠屏手机Magic V2的铰链轴盖部分采用了钛合金3D打印工艺，是金属3D打印工艺在3C领域的首次应用，宽度相较于铝合金材质降低27%，强度却提升150%，完美的平衡了轻薄与可靠性要求。苹果也在智能手表表壳的制造中引入3D打印工艺，有望在下一代智能手表中采用3D打印工艺制备钛合金表壳。

图：荣耀Magic V2铰链轴盖采用钛合金3D打印工艺



图：Apple Watch Ultra智能手表表壳采用钛合金材料



03 3D打印拓宽钛材3C应用窗口，有望拉动粉体材料需求

- **金属3D打印工艺和钛合金材料加工适配度很高。**钛合金加工工艺目前主要包括CNC工艺（切削磨削）和金属3D打印工艺，CNC工艺在面对结构复杂的钛合金件时存在加工难度大、效率低、良品率低、成本高的问题，金属3D打印工艺是用增材的方式成型，避开了CNC加工的难点，在复杂结构零件生产上效率更高、可定制性更强。**金属3D打印一般采用钛合金粉末为原材料，目前主流采用激光粉末床熔合（L-PBF）工艺，还有使用金属线材（或粒料）的熔融沉积成型技术（FDM）和使用粉末材料的粘结剂喷射成型技术（BJ）。**

图：金属3D打印主要工艺



03 3D打印拓宽钛材3C应用窗口，有望拉动粉体材料需求

- 金属3D打印用金属粉体涉及材料种类较多，包括钛合金、铝合金、铜合金、高温合金、模具钢、不锈钢、钴铬合金、难熔金属等。**其中，目前钛合金的用量最大，应用占比超过50%；高强度、高韧性铝合金粉末逐步引起越来越多生产商的兴趣，应用占比约20%，未来市场潜力巨大；镍基、钴基、铁基等高温合金材料在增材制造中的批量应用也将成为未来行业重点关注方向；铜合金正逐步成为研究和应用热点；模具钢和钴铬合金在模具和齿科领域已经初具规模。

表：3D打印金属粉末类型及特性

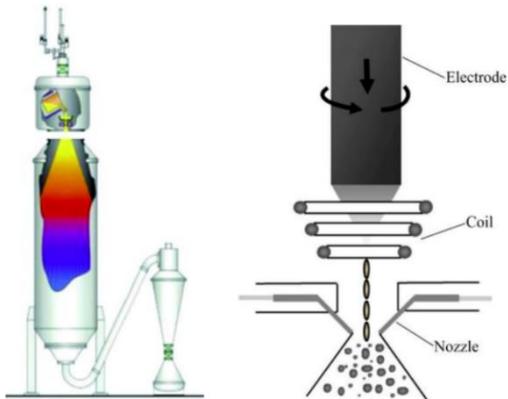
金属粉末类型	材料特性
铝合金粉末	密度低，比强度较高，接近或超过优质钢，塑性好；3D打印用铝合金可以做到零件致密、组织细小
钛合金粉末	强度高、热强度高、抗蚀性好、低温性能好，在航空航天领域应用非常广泛
铜合金粉末	具有优异的导热性和导电性，可以结合设计自由度，产生复杂的内部结构和随形冷却通道
高温合金粉末	在很广的温度范围内能维持良好的机械性质
钴铬合金粉末	耐磨性、耐腐蚀性好，常用于打印人工关节和牙齿等
不锈钢粉末	价格低廉、耐腐蚀性能好、强度高，可打印复杂工业零部件

03 3D打印拓宽钛材3C应用窗口，有望拉动粉体材料需求

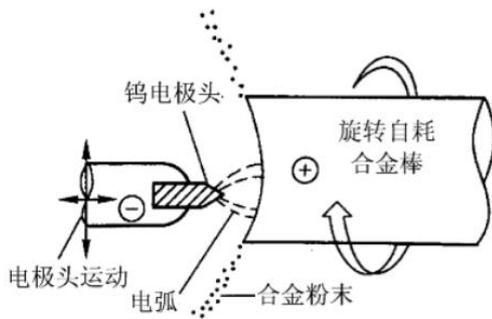
- 3D打印金属粉末制备方法主要包括雾化法(以气雾化为主，包括真空气雾化(VIGA)和电极感应雾化(EIGA)等)、等离子旋转电极雾化法(PREP)、等离子熔丝雾化法(WPA)和等离子球化法(PA)等，目前气雾化生产的粉末约占世界粉末总产量的30%~50%。

图：不同的3D打印金属粉体材料制备方法

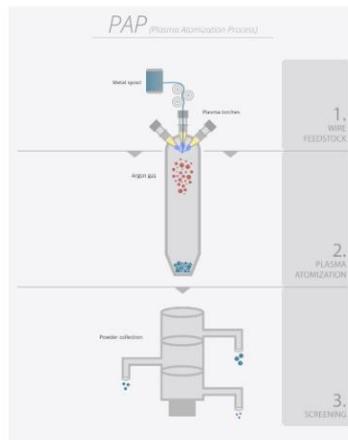
气雾化法



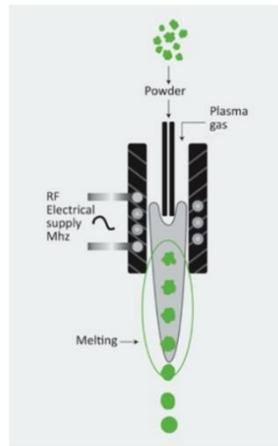
旋转电极法 (PREP)



等离子熔丝雾化法(WPA)



等离子球化法(PA)



03 3D打印拓宽钛材3C应用窗口，有望拉动粉体材料需求

- 3D打印金属粉末材料的主要性能指标包括纯净度、粉末粒度分布、粉末形态、粉末流动性和松装密度等。金属3D打印粉末必须同时满足粉末实心（空心粉、卫星粉少）、纯度高、粒度分布窄、球形度高、氧含量低、流动性好和松装密度高等要求。若粉末性能不达要求，3D打印成形件中容易出现球化、裂纹、孔隙以及翘曲变形等缺陷，严重影响其成形精度和力学性能。

表：3D打印金属粉末指标及具体要求

3D打印金属粉末指标	具体要求
纯净度	要求粉末中无陶瓷夹杂物，氧、氮含量也需要严格控制
粉末粒度分布	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 以激光作为能量源的打印机：适合使用15 ~ 53μm的粉末作为耗材； ➤ 以电子束作为能量源的铺粉型打印机：适合使用53 ~ 105μm的粗粉； ➤ 同轴送粉型打印机：采用粒度为105 ~ 150μm的粉末
粉末形貌	3D打印金属粉末要求球形度在98%以上，这样打印时铺粉及送粉更容易进行
粉末流动性和松装密度	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 粉末颗粒越大、颗粒形状越规则、粒度组成中极细的粉末所占的比例越小，其流动性越好； ➤ 颗粒表面吸附水、气体等会降低粉末流动性； ➤ 松装密度增加，可改善粉末的流动性

03 3D打印拓宽钛材3C应用窗口，有望拉动粉体材料需求

- 我们对于钛合金3D打印应用需求量假设如下：1) 假设智能手表和折叠屏手机市场持续增长；2) 单只表壳钛合金材料用量13.7g，单台铰链零部件钛合金材料用量20g；3) 假设苹果、荣耀以及其他厂商继续推广钛合金3D打印工艺，渗透率有望持续提升；4) 假设3D打印金属粉体成品率30%，3D打印后道加工耗损率50%。
- 我们测算钛合金3D打印工艺预计到2027年有望拉动钛材用量约6886吨，按照TC4不含税价21.68万元/吨对应价值量14.93亿元。

表：钛合金3D打印应用需求量测算

	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
全球智能手表出货量 (万只)	15376	16452	17604	18836	20155
高端比例 (300美元以上)	20%	20%	20%	20%	20%
钛合金3D打印渗透率	0%	10%	20%	30%	40%
单只表壳钛合金材料用量 (克)	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
全球折叠屏手机出货量 (万台)	1860	3570	5470	7860	10150
钛合金3D打印渗透率	1%	10%	20%	30%	40%
单台铰链零部件钛合金材料用量 (克)	20	20	20	20	20
3D打印钛合金粉末总用量 (吨)	4	116	315	626	1033
3D打印后道处理耗损率	50%	50%	50%	50%	50%
3D打印金属粉体出粉率	30%	30%	30%	30%	30%
钛材原材料需求量 (吨)	25	777	2102	4176	6886

03 有研粉材：国内金属粉体材料龙头，布局3D打印金属粉体材料

- **有研粉材：国内金属粉体材料龙头，子公司有研增材布局3D打印金属粉体材料业务。**公司业务布局覆盖先进铜基金属粉体材料、高端微电子锡基焊粉材料和3D打印金属粉体材料等，是国内铜基金属粉体材料和锡基焊粉材料领域的龙头企业，公司3D打印金属粉体材料业务主要由子公司有研增材承接，制粉技术主要包括真空气雾化制粉技术、高压水雾化制粉技术和高速离心雾化制粉技术，目前拥有500吨3D打印金属粉体材料产能，具体包括铝合金粉末（200吨）、高温合金粉末（200吨）、钛合金粉末（75吨）以及铜合金粉末（25吨）。

表：有研增材3D打印粉体材料具体产品

产品大类	主要产品	产品特性	产品优势
增材制造 金属粉体材料	铝合金粉末	密度低，比强度较高，接近或超过优质钢，塑性好；3D打印用铝合金可以做到零件致密、组织细小	利用自主研发的高流动性铝合金粉末制备技术，开发出适合增材制造的高流动性、高球形度、低氧含量、低空心粉率的高品质球形铝合金粉末
	铜合金粉末	具有优异的导热性和导电性，可以结合设计自由度，产生复杂的内部结构和随形冷却通道	已成功制备出多种型号铜及铜合金粉末；在民用领域已开发出散热器用高纯度球形纯铜粉、模具用高强高导铜合金粉末等产品
	高温合金粉体	在很广的温度范围内能维持良好的机械性质	利用现有惰性气体雾化制备球形粉末技术，成功开发出GH4169、GH3536、K418、M400等高温合金粉末，对GH4169、M400进行成分调控，已通过用户认可，形成批量供货。可根据用户要求实现特殊牌号高温合金粉末的定制化生产
	钛合金粉末	强度高、热强度高、抗蚀性好、低温性能好，在航空航天领域应用非常广泛	将展开相关技术研发攻关，适时推动低成本制备增材制造钛合金粉末

04 钛合金材料加工刀具需求增加

04 钛合金材料加工刀具需求增加

加工钛合金材料刀具选用硬质合金材质

◆ 钛合金的切削加工性比普通钢和不锈钢要差，对切削工具有特殊要求。钛材料属于难加工材料，广泛应用的退火钛TiAl6V4 (TC4) 的加工性能比退火不锈钢 AISI 304的加工性能低35%~40%。钛合金的导热性较差，刀屑摩擦生成的热量难以散发，导致接触区温度较高，切削速度过高会使切屑与切削刀具材料之间发生化学反应，导致刀片突然崩刃/破裂，加工钛合金的切削刀具材料通常使用硬质合金。根据艾邦高分子数据，钛合金手机中框整体良率约为30%-40%，远低于铝合金中框的80%；且加工时间长，约为铝合金的3-4倍。3C领域钛合金材料加工对切削刀具的需求有望显著增加。

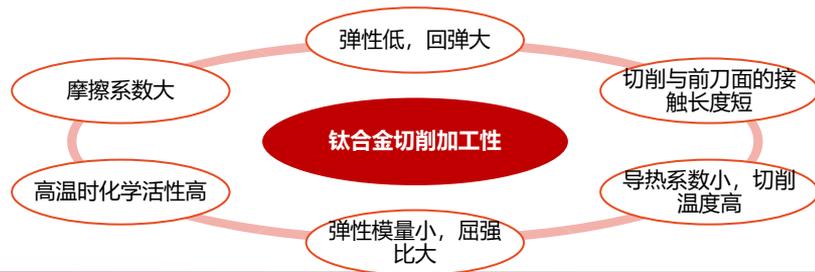
表：钛合金 TC4 材料参数

名称	密度 ρ (kg/m ³)	熔点 (°C)	强度极限 (Mpa)	屈服极限 (Mpa)	弹性模量 (GPa)	泊松比	热导率 k (W/m · °C)	比热容 C (J/(kg · °C))	膨胀系数 (10e-6/°C)	延伸率(%)	初始温度(°C)	熔点(°C)
参数	4430	1668	950	880	113.8	0.3	7.3	526	8.8	10	20	1668

表：硬质合金刀具热力学性能

材料	密度 ρ (kg/m ³)	弹性模量 (GPa)	泊松比	膨胀系数 (10e-6/°C)	热导率 k (W/m · °C)
硬质合金	14500	650	0.25	4.5	85

图：钛合金切削加工性能



04

钛合金材料加工刀具需求增加

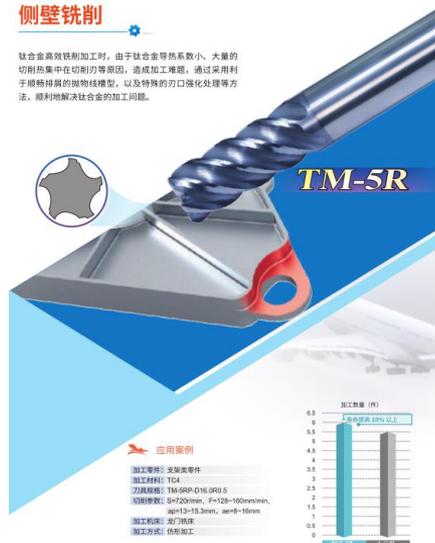
国内部分刀具厂商将受益3C产品钛合金材料加工带来的发展机遇

◆ **中钨高新：刀具龙头，航空航天钛合金加工刀具技术沉淀深厚。** 公司旗下株洲钻石切削刀具股份有限公司产品广泛应用于机床行业、汽车制造行业、模具制造行业、航空工业、国防军工行业、钢铁行业、电子行业等众多领域，其中航天领域钛合金刀具技术沉淀深厚，有望受益电子产品钛合金材料加工刀具的需求放量。

图：中钨高新航空领域钛合金材料加工解决方案



图：中钨高新钛合金加工案例



资料来源：中钨高新官网，民生证券研究院

04 钛合金材料加工刀具需求增加

国内部分刀具厂商将受益3C产品钛合金材料加工带来的发展机遇

◆ **厦门钨业：发布“银雀”系列钛合金铣削刀具，3C领域刀具发展大有作为。**公司旗下子公司厦门金鹭2023年10月发布“银雀”系列钛合金铣削刀具，旨在加强对航空航天、3C、医疗等行业钛合金加工刀具业务开拓。公司今年发布定增预案规划新增年产能3000万片可转位刀片，200万件整体刀具，170万件超硬刀具，全部投产后公司数控刀片总规划产能将达到9000万片，整刀将超过1200万件，公司在刀具市场竞争力将持续增强。

图表1：厦门金鹭银雀系列钛合金切削刀具应用领域



图表2：厦门金鹭产品在3C领域的加工案例



国内部分刀具厂商将受益3C产品钛合金材料加工带来的发展机遇

- ◆ **华锐精密：完成部分以加工钛合金为核心的3C用刀具开发。**公司现有核心产品为硬质合金数控刀片，包括车削、铣削和钻削三大系列，2021年产量排名国内第三，公司已经完成部分以加工钛合金为核心的3C用圆弧刀、平头刀、倒角刀、T型刀、高光刀、成型刀具的开发，将充分受益手机等钛合金材料加工带来的发展机遇。

图：华锐精密部分钛合金等难加工材料刀具



图：华锐精密主要产品系列



05 投资建议

- ◆ **钛边框产业链标的：**关注钛材标的天工国际、宝钛股份以及钛边框加工标的银邦股份。手机巨头纷纷采用钛合金边框，利好相关产业链。
- ◆ **3D打印板块：**关注有研粉材。金属3D打印工艺是用增材的方式成型，避开了CNC加工的难点，在复杂结构零件生产上效率更高、可定制性更强，未来渗透率有望不断提升。
- ◆ **钛合金用刀具板块：**关注中钨高新、厦门钨业和华锐精密。钛合金的切削加工性比普通钢和不锈钢要差，对切削刀具有特殊要求。钛材料属于难加工材料，根据艾邦高分子数据，钛合金手机中框整体良率约为30%-40%，远低于铝合金中框的80%；且加工时间长，约为铝合金的3-4倍。3C领域钛合金材料加工对切削刀具的需求有望显著增加。

06 风险提示

- ◆ **手机销量不及预期。** 2022年开始全球手机销量同比下滑，若未来手机下滑超预期，将影响行业未来整体需求。
- ◆ **钛渗透率提升不及预期。** 当前3C用钛渗透率不高，若未来渗透率提升不及预期，将影响行业未来整体需求。
- ◆ **原材料价格大幅波动。** 行业上游主要原材料为海绵钛。原材料价格的波动可能影响行业整体毛利和净利水平。

THANKS 致谢

邱祖学研究团队：

分析师 邱祖学

执业证号：S0100521120001
邮件：qizuxue@mszq.com

分析师 张弋清

执业证号：S0100523100001
邮件：zhangyiqing@mszq.com

分析师 张建业

执业证号：S01001522080006
邮件：zhangjianye@mszq.com

分析师 任恒

执业证号：S0100523060002
邮件：renheng@mszq.com

分析师 李挺

执业证号：S0100523090006
邮件：liting@mszq.com

研究助理 孙二春

执业证号：S0100121120036
邮件：sunerchun@mszq.com

研究助理 南雪源

执业证号：S0100123070035
邮件：nanxueyuan@mszq.com

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路8号财富金融广场1幢5F； 200120
北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座19层； 100005
深圳：广东省深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦32层05单元； 518026

分析师声明:

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师, 基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论, 独立、客观地出具本报告, 并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点, 结论不受任何第三方的授意、影响, 研究人员不曾因、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。

评级说明:

投资建议评级标准	评级	说明	
以报告发布日后的12个月内公司股价(或行业指数)相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中:A股以沪深300指数为基准;新三板以三板成指或三板做市指数为基准;港股以恒生指数为基准;美股以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅5%~15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5%~5%之间
		回避	相对基准指数跌幅5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5%~5%之间
		回避	相对基准指数跌幅5%以上

免责声明:

民生证券股份有限公司(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。

本报告仅供本公司客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用, 并不构成对客户投资建议, 不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要, 客户应当充分考虑自身特定状况, 不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写, 但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断, 且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期, 本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告, 但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下, 本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易, 也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务, 本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突, 勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告, 则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权归本公司所有, 未经书面许可, 任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记, 除非另有说明, 均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。