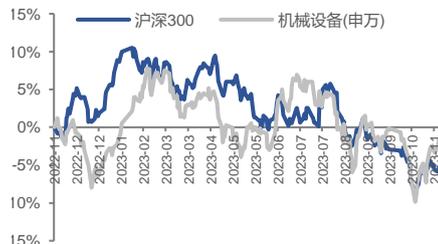


机械设备行业

钛合金导入消费电子，板块复苏带动刀具市场需求外溢

强于大市(维持评级)

一年内行业相对大盘走势



投资要点:

- **消费电子有望迎复苏，钛合金成行业趋势。**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。IDC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。其中，结构件材质是现在各大手机厂商关注的焦点，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。和其他材料相比，钛合金具备高强度、强抗腐蚀性、耐高低温等性质，适用于3C电子领域，但难加工、价格高为局限钛合金广泛运用的主要原因。目前钛铝复合材料为消费电子主流材质，但制作工艺有待成熟。
- **以硬质合金为主，需进行部分结构与材料优化。**以目前的产业发展阶段来看，随着产业升级，硬质刀具和超硬刀具为未来主要的加工刀具。虽然超硬刀具使用量占比逐年提升，但目前超硬刀具价格较硬质刀具差距过大，距超硬刀具广泛运用仍有一段路程要走。就目前钛合金材料加工工具来看，硬质合金与超硬材料综合性能更强，在切削温度和刀具黏结问题上较好表现，为主流加工刀具。刀具材料的切削性能和零件材料的切削加工性能以及加工条件为决定刀具选择的关键因素，也是加工钛合金材质刀具研发需要改进点。
- **CNC为主流加工方式，钛合金对应刀具需求市场空间广阔。**目前钛合金手机中框钛包铝结构加工依旧适合用CNC的方法进行加工。截至目前，消费电子钛合金材料用CNC加工的品牌与结构为中框（苹果、三星、小米）、表盖（苹果、三星、华为）。因此我们测算：在单中框/表盖和刀具对应关系为1.5个的情况下，2024年消费电子产品钛合金材料对应的刀具市场达53.46亿元。在未来刀具加工使用比率逐渐提升的情况下，对应加工刀具市场空间将继续扩充。同时，我们认为钛合金将从品牌、产品以及零部件三个方向不断渗透，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，市场空间广阔。
- **投资建议：**建议关注沃尔德（硬刀具领军者，子公司鑫鑫泉充分收益消费电子复苏）、鼎泰高科（PCB刀具龙头，产业链布局形成公司护城河）以及华锐精密（硬质刀具先进制造厂商，产品升级助力公司成长）。
- **风险提示：**下游应用需求不及预期、市场竞争加剧风险、原材料价格增长风险、下游终端客户材料更换风险。

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

- 1、《机械设备行业周报：房贷利率、零售库存、中美关系三大因素改善，出口代工产业链有望复苏》— 2023.11.18
- 2、《叉车：国内与国际需求共振，锂电化和国际化驱动成长》— 2023.11.16
- 3、《机械设备行业周报：消费电子有望复苏，金属粉末注塑成型或将迎来投资机会》— 2023.11.11

正文目录

1	行业现状：消费电子有望迎复苏，钛合金成行业趋势	1
1.1	应用趋势：手机出货量迎来拐点，钛合金为 3C 电子材料端亮点	1
1.2	材料对比：解决 3C 行业痛点，难加工与高价格限制行业发展	4
1.3	钛材对比：钛铝复合材料为消费电子主流材质，制作工艺有待成熟	6
2	加工刀具：以硬质合金为主，需进行部分结构与材料优化	11
2.1	主流刀具：硬质合金为目前主流刀具，超硬刀具运用逐渐提升	11
2.2	加工刀具：硬质刀具为主，超硬刀具为辅	12
2.3	改进方式：钛合金高质高效切削加工刀具方法	14
3	市场空间：24 年对应空间达 50 亿，未来行业加速渗透	16
4	投资建议	21
4.1	沃尔德：超硬刀具领军者，子公司鑫金泉充分收益消费电子复苏	21
4.2	鼎泰高科：PCB 刀具龙头，产业链布局形成公司护城河	23
4.3	华锐精密：硬质刀具先进制造厂商，产品升级助力公司成长	25
5	风险提示	27

图表目录

图表 1:	全球智能手机季度出货量 (百万台)	1
图表 2:	中国智能手机市场季度出货量 (百万台)	1
图表 3:	3C 行业主要品牌钛合金图片 (小米-荣耀-苹果)	2
图表 4:	3C 行业主要品牌钛合金应用情况	2
图表 5:	苹果手机中框材料变化	3
图表 6:	钛材的性能特点	4
图表 7:	智能手机中框材质性能对比 (钛合金、不锈钢、铝合金)	5
图表 8:	钛合金中框相较其他合金加工难度大、良率低	5
图表 9:	海绵钛、铝合金、不锈钢价格对比	6
图表 10:	Ti-Al 合金与钛基体性能比较	6
图表 11:	钛合金的分类及特点	7
图表 12:	Iphone 15 pro 中框拆解图示	8
图表 13:	小米 14 pro 图示	8
图表 14:	钛铝复合材料加工工艺介绍	9
图表 15:	爆炸焊接复合法图示	10
图表 16:	轧制复合法图示	10
图表 17:	箔冶金复合法图示	10
图表 18:	固-液铸轧法图示	10
图表 19:	不同刀具性能对比	11
图表 20:	不同刀具材料韧性与硬度的关系	11
图表 21:	刀具价格对比情况 (元/片)	11
图表 22:	超硬刀具占比逐年提升	12
图表 23:	钛合金分类与难加工原因	13
图表 24:	手机中框加工立铣刀加工总类	14
图表 25:	钛合金高质高效切削加工刀具技术	15
图表 26:	切削钛合金的具体措施	15
图表 27:	钛合金中框对应的刀具市场空间测算	18
图表 28:	钛合金表盖对应的刀具市场空间测算	19
图表 29:	钛合金表盖和中框累计对应的刀具市场空间测算	19

图表 30: 未来钛合金将运用的方向	20
图表 31: 公司产品总类与下游应用	21
图表 32: 沃尔德营收情况 (百万, %)	22
图表 33: 沃尔德毛利率情况	22
图表 34: 鑫金泉 3C 领域刀具展示	22
图表 35: 鼎泰高科主要客户 (集团)	23
图表 36: 鼎泰高科产品布局	24
图表 37: 鼎泰高科营收情况	24
图表 38: 鼎泰高科毛利率维持高位	24
图表 39: 华锐精密产品图示	25
图表 40: 华锐精密营收情况	26
图表 41: 华锐精密毛利率情况	26

1 行业现状：消费电子有望迎复苏，钛合金成行业趋势

1.1 应用趋势：手机出货量迎来拐点，钛合金为 3C 电子材料端亮点

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 Canalsy 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 1：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 2：中国智能手机市场季度出货量（百万台）

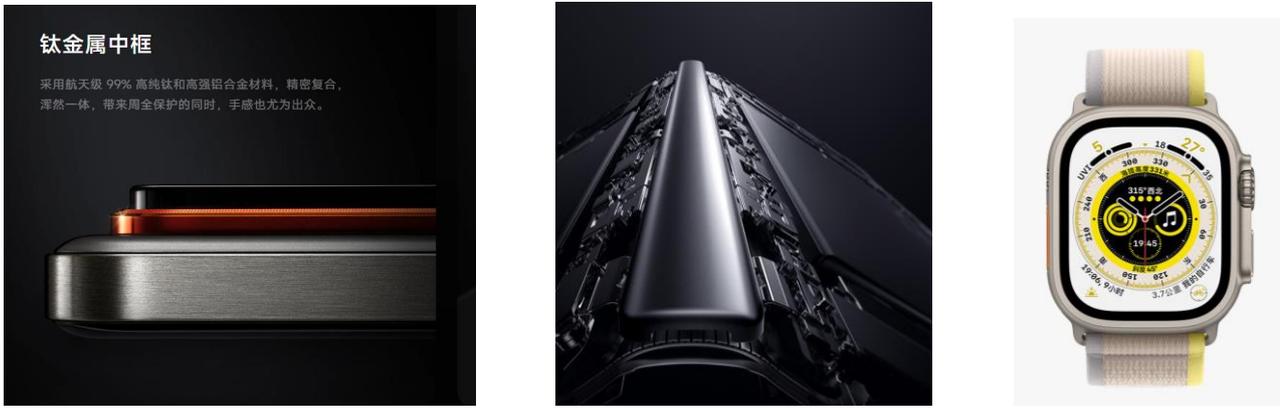


数据来源：Canalys，华福证券研究所

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。

图表 3：3C 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 4：3C 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。
OPPO	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。

	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

手机材料大致的走向是**塑胶→金属→玻璃、陶瓷、塑胶、金属**，逐渐向**钛合金、碳纤维渗透**，材质的多元化是目前这个时代的标志。而产品的每一次更新换代，背后都是一次科技的创新，包含了硬件和软件。手机等 3C 产品的加工工艺随着材料的变化也在不断变化，这就要求切削刀具也需要不断创新，以适应新材料、新工艺发展需求。下图为苹果手机的材料变化情况，可以看出 3C 电子手机领域逐渐由原来的塑料向铝合金、钛合金方向转变。

图表 5：苹果手机中框材料变化



数据来源：搞趣网，京东，舒宁易购，苹果官网，华福证券研究所

1.2 材料对比：解决 3C 行业痛点，难加工与高价格限制行业发展

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°C，密度为 4.54g/cm³。钛具有十大特性：①密度小，强度高，比强度大；②耐热性能好；③耐蚀性能优异；④低温性能好；⑤无磁；⑥热导率小；⑦弹性模量低；⑧抗拉强度与屈服强度接近；⑨在高温下容易被氧化；⑩抗阻尼性能低。此外，钛具有三种特殊的功能：①形状记忆；②超导；③储氢。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。

- **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，广泛用于医疗和人体植入物等领域。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 6：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 λ=15.24W/(m·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

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 7：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

痛点一：加工难度大、良品率低。

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。

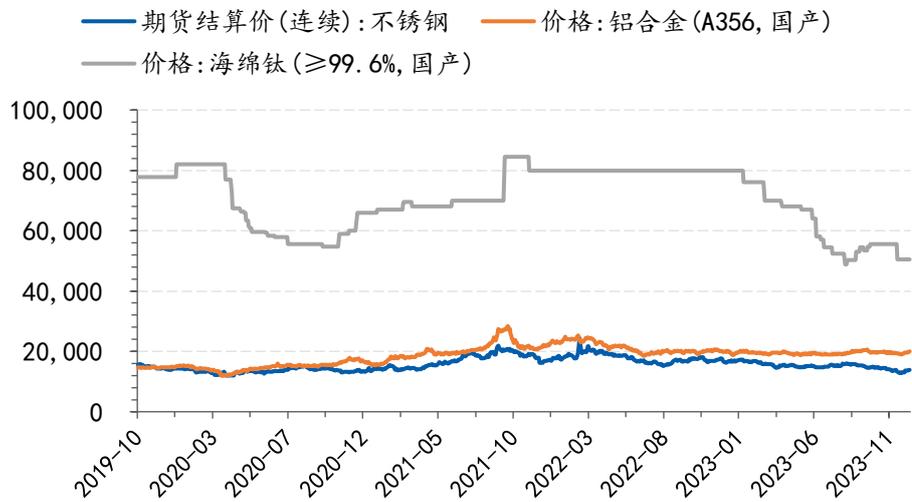
图表 8：钛合金中框相较其他合金加工难度大、良率低

	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

痛点二：价格相较于高位，原材料成本高昂。

图表 9：海绵钛、铝合金、不锈钢价格对比



数据来源：Wind，华福证券研究所

1.3 钛材对比：钛铝复合材料为消费电子主流材质，制作工艺有待成熟

纯钛指的是钛含量在 99% 以上的钛，实质为钛合金。工业纯钛含有较多量的氧、氮、碳及多种其他杂质元素，它实质上是一种低合金含量的钛合金，其强度不高，塑性好，易于加工成形，冲压、焊接、可切削加工性能良好，具有良好的耐腐蚀性，抗氧化性优于大多数奥氏体不锈钢，耐热性较差，使用温度不宜太高。

添加不同合金元素得出不同类型钛合金。钛合金，是指以钛元素为基础，添加单种或多种其他元素制备形成的新型合金。钛的活性较高，大多数元素均可与其相互作用。目前国内外，商用的钛合金中常用的合金元素有铝、锡、锆、钒、钨、锰、铁、铬、铜、硅等，而且几乎在所有的钛合金中都含有铝，只是数量不同，最多不超过 8%。

图表 10：Ti-Al 合金与钛基体性能比较

性能名称	Ti (基体)	Ti ₃ Al
密度/(g/cm ³)	4.5~4.7	4.1~4.7
弹性模量/GPa	95~115	120~145
屈服强度/MPa	380~1150	700-990
抗拉强度/MPa	480-1200	800~1140
抗蠕变极限温度/°C	550	750
抗氧化极限温度/°C	600	650
20°C 塑性/%	10~25	2~10
工作温度塑性/%	>20	10~20/660°C
持久断裂寿命	-	20

数据来源：材易通，华福证券研究所

α相与β相钛性能各不相同。钛具有两种同素异构结构，即α相与β相，其同素异构转变点约为882°C，当温度低于相变温度时，钛具有密排六方结构，被称为α(α-Ti)；当温度高于相变温度时，钛具有体心立方结构，被称为β钛(β-Ti)。β相的强度高于α相的强度，且滑移系统较多，更容易承受塑性变形，高强度钛合金通常是以β相为基的合金。α相的耐热性、抗蠕变性能均比β相好，高温钛合金通常为α合金和近α合金。

图表 11：钛合金的分类及特点

分类	成分特点	显微组织特点	性能特点	典型合金	
α钛合金	全α型合金	含有6%以下的铝和少量的中性元素(Zr、Sn)	退火后，除杂质元素造成的少量β相外，几乎全部为α相	密度小,热强性好,间隙元素含量低,有好的超低温韧性	TA1~TA7, TA7ELI
	近α型合金	除铝和中性元素外,还有少量(≤4%)的β稳定元素	退火后,除有大量的α相之外,还有少量(体积分数10%左右)β相	可热处理强化,有很好的热强性和热稳定性,焊接性能良好	Ti-75, TA12
	α+化合物型合金	在全α型合金的基础上添加少量的活性共析元素	退火后,除有大量的α相之外,还有少量的β相及金属间化合物	有沉淀硬化效应,提高了室温及高温抗拉强度和蠕变强度,焊接性良好	TA8
α+β钛合金	含有一定量的铝(<6%和不同量的β稳定元素及中性元素	退火后,有不同比例的α相及β相	可热处理强化,强度及淬透性随β稳定元素含量的增加而提高;可焊性好,一般冷成形及冷加工能力差: TC4ELI合金有良好的超低温韧性,β稳定元素加工的TC4ELI合金有良好的损伤容限性能	TC3~TC12, TC4ELI	
β钛合金	热稳定型β合金	含有大量β稳定元素,有时还有少量其他元素	退火后,全部为β相	室温强度较低,冷成形和冷加工能力强,在还原介质中耐腐蚀性较好,热稳定性、可焊接性好	TB7
	亚稳定β型合金	含有临界浓度以上的β稳定元素,少量的铝(一般≤3%)中性元素	从β相区固溶处理(水淬或空冷)后,几乎全部为亚稳定β相。时效时,β相中析出α相,时效后为β相和α相	固溶处理后,室温强度低,冷成形和冷加工能力强,可焊接性好;经时效后,室温强度高,在高屈服强度下具有高的断裂韧性,在350C以上热稳定性差,此类合金淬透性好	TB1~TB5, TB8~TB9
	近β型合金	含有临界浓度左右的β稳定元和一定量的中性元素及铝	从β相区固溶处理后有大量亚稳定β相,还有少量其他亚稳定相,时效后为相和α相	除有亚稳定合金的特点外,β相区固溶处理后,屈服强度低,均匀伸长长率高。α+β相区固溶处理、水淬或空冷时效后在高强度状态下断裂韧性及塑性较高,而α+β相区固溶处理、炉冷后在中强度状态下,可获得高的断裂韧性和塑性	TB6, TB10

数据来源：材易通，华福证券研究所

钛铝复合材料性能优越，3C 领域加速渗透。钛铝复合材料以钛和铝为基础，结合了钛合金和铝合金的优点。它具有比较高的强度，耐磨性良好，优异的耐蚀性，良好的导热性能和轻质化特点。而且，钛铝复合材料的材料和加工成本都较低于纯钛合金，使得钛铝复合材料成为一种更具经济性和高性能的选择。苹果手机钛金属边框通过固态扩散技术，与新的铝金属内框焊接在一起。这项行业创新技术利用热机械加工工艺，实现了这两种金属的高强度接合，内框以 100% 再生铝金属打造，提升再生材料的整体使用率。小米边框采用高纯钛材质设计，钛纯度高达 99%，外侧钛层实现高级质感和可靠性，内侧铝层用于平衡加工成本。通过在高温高压下，将钛、铝两种材料的热轧复合，实现外层钛、内层铝的材料组合，并形成有一定强度的固相结合界面。

图表 12: Iphone 15 pro 中框拆解图示



数据来源：微机分，华福证券研究所

图表 13: 小米 14 pro 图示



数据来源：小米技术，华福证券研究所

目前钛/铝复合板的制备方法主要为热轧复合法与爆炸复合法。这两种复合方法优点突出，但也有局限性：其一在进行热处理之前，不可避免的会在结合界面处生成分布不均匀的金属间化合物，严重影响板材的结合质量；其二工艺复杂，工业化生产难度大，能耗高，环境不友好。因此，在小米探索制备钛铝复合材料工艺时：

问题一：硬度过高的金属在变形时容易产生较大的内应力，从而易发生钛层开裂、铝分层等问题，由此导致了良品率低和原材料大量报废。

解决方案：调整材料方案，选用高延伸率、低内应力的高纯钛材质，有效降低了折弯抗力和界面应力，避免了开裂、分层风险。

问题二：如何将钛铝复合材料组成一个完整的手机中框。

解决方案：将钛铝复合材料通过连料工艺形成一个整体料块，方便操作的同时还

可以复用铝合金中框加工方案和线体，避免增加额外的设备和加工成本。友商是使用“夹具方案”，用夹具将互相分离的各部件夹持成一个整体，夹具跟随物料走完全流程加工，这期间制品均需夹具连接，不仅操作不便，且夹具成本极高。

问题三：后段加工过程中还伴有大量热输入，温度交替变化会让中框内部产生大量残余应力。在加工后应力逐步释放，会导致中框成品变形严重。

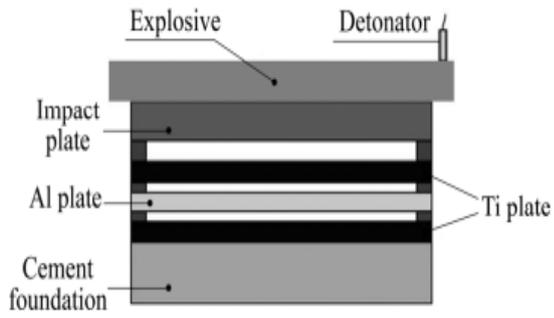
解决方案：通过抓取全加工制程的平面度变寻数据和批量平面度变形趋势，逐工作站分析。提出了 10 多组 CNC 反变形补偿方案 DOE，辅以情密整形工艺，使最终中框成品平面度得到明显改善。最终还需要经过 100+ 道精密加工工序的打磨，整个过程非常复杂。

图表 14：钛铝复合材料加工工艺介绍

方法	简介	优点	缺点
爆炸焊接复合	利用炸药爆炸时产生的高强化学能驱动覆板高速碰撞基板，碰撞点产生的瞬间高压不仅破坏了金属板表层的氧化膜，露出新鲜表面，而且在新鲜金属表面形成具有塑性变形、融化、扩散以及波形特征的焊接过渡区，从而实现高强度结合的一种金属焊接技术	工艺简单、成本低、应用广泛、产品尺寸不受限制	操作过程易受到环境因素影响，实验场地限制较大
轧制复合	将异种金属板叠层组坯后送入轧机辊缝进行轧制，依靠轧机的强大压力使金属板材发生塑性变形，待复合金属表层发生破裂，露出新鲜金属，在轧制力和温度的共同作用下异种金属原子在双金属界面互相扩散，从而实现结合。 <u>热轧复合法制备钛/铝复合板时，一般铝为基层材料，钛为覆层材料，轧制温度在 450 °C 左右，压下率控制在 50% 左右，轧制道次在两道次以上，可以得到结合较好的钛/铝复合板。</u>	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。	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
箔冶金复合	利用高温下元素扩散和超塑性原理，将冷轧和退火后的钛箔和铝箔叠层组坯，随后在真空热压炉中热压复合	可以得到结合质量良好的钛/铝复合板	箔冶金法虽然可以制备高结合强度的钛/铝复合板，但是只能采用箔材作为坯料，工艺复杂，能耗高，局限性较大，不适用于宽厚板的制备。
固-液铸轧	是利用转动的轧辊对液态金属迅速冷却，使液态金属在固态基板表面形成不规则的扩散流动，然后在轧制力的作用下使液态金属在凝固的同时发生塑性变形，从而制备出结合性能优异的双金属复合板，	能耗低、成本低，流程短是该工艺的显著优点。	在铸轧过程中存在复杂的传热与流动，需要严格控制浇注温度和铸轧速度，并重点关注温度场及流场的变化情况

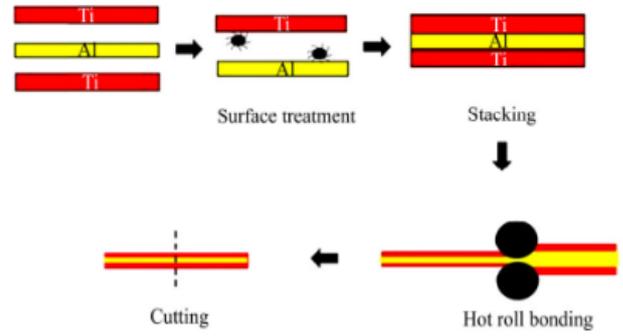
数据来源：《钛/铝复合板研究进展》(韩建超 2020)，华福证券研究所

图表 15: 爆炸焊接复合法图示



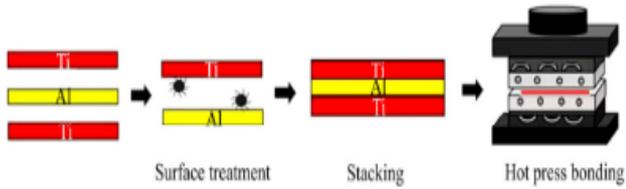
数据来源:《钛/铝复合板研究进展》(韩建超 2020), 华福证券研究所

图表 16: 轧制复合法图示



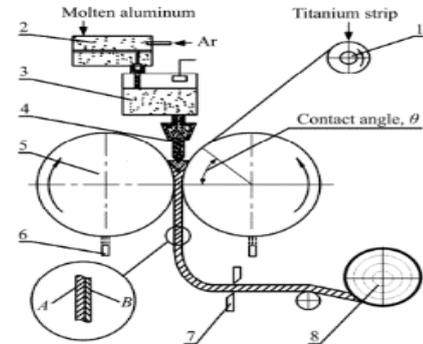
数据来源:《钛/铝复合板研究进展》(韩建超 2020), 华福证券研究所

图表 17: 箔冶金复合法图示



数据来源:《钛/铝复合板研究进展》(韩建超 2020), 华福证券研究所

图表 18: 固-液铸轧法图示



数据来源:《钛/铝复合板研究进展》(韩建超 2020), 华福证券研究所

2 加工刀具：以硬质合金为主，需进行部分结构与材料优化

2.1 主流刀具：硬质合金为目前主流刀具，超硬刀具运用逐渐提升

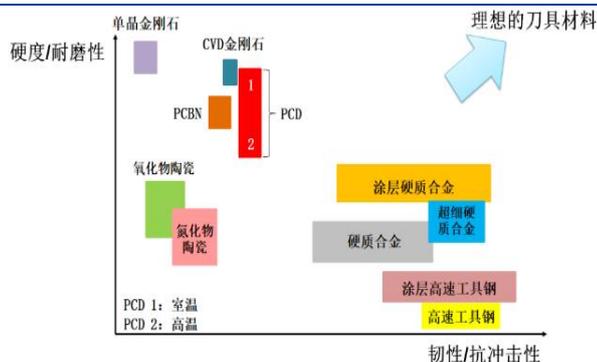
硬质合金和超硬合金为主流加工刀具。从历史角度来看，机械加工早期主要采用高速钢刀具；随后，以硬质合金和陶瓷刀具为代表的新型材料刀具开始逐步替代原有高速钢刀具。随着产业升级与技术进步，超硬材料刀具开始广泛应用于工业加工，并在部分领域替代硬质合金和陶瓷刀具。但目前超硬刀具价格较硬质刀具价格差距过大，距超硬刀具的广泛运用仍有一段路程要走。

图表 19：不同刀具性能对比

材料种类	密度 /(g/cm ³)	硬度	抗弯强度 /Gpa	抗压强度 /Gpa	冲击韧性 /(KJ/m ²)	弹性模 量/Gpa	热导率 /[W/m·°C]	线膨胀系数/× 10 ⁻⁶ °C ⁻¹	耐热性 /°C	
碳素工具钢	7.6~7.8	63~65HRC	2.2	4		210	41.8	11.72	200~250	
合金工具钢	7.7~7.9	63~66HRC	2.4	4		210	41.8	-	300~400	
高速钢 W18Cr4V	8.7	63~66HRC	3~3.4	4	180~320	210	20.9	11	620	
硬质合金	YG6	14.6~15	89.5HRA	1.45	4.6	30	630~340	79.4	4.5	900
	YT14	11.2~12	90.5HRA	1.2	4.2	7		33.5	6.21	900
陶瓷	Al ₂ O ₃ 陶 瓷	3.95	>91HRA	0.45~0.55	5	5	350~400	19.2	7.9	1200
	Al ₂ O ₃ +TiC	4.5	93~94HRA	0.55~0.65						
	Si ₃ N ₄ 陶 瓷	3.26	91~93HRA	0.75~0.85	3.6	4	300	38.2	1.75	1300
金刚石	天然金刚 石	3.47~3.56	10000HV	0.21~0.49	2		900	146.5	0.9~1.18	700~800
	聚晶金刚 石		6500~8000 HV	2.8	4.2		560	100~108.7	5.4~6.48	700~800
	立方氮化 硼	3.45	6000~8000 HV	1.0	1.5		720	41.8	2.5~3	1000~1200
复合刀片		≥5000HV	1.5						>1000	

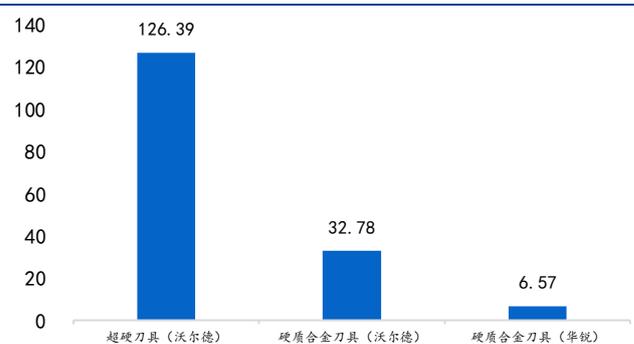
数据来源：不锈钢联盟，华福证券研究所

图表 20：不同刀具材料韧性与硬度的关系



数据来源：株洲钻石，华福证券研究所

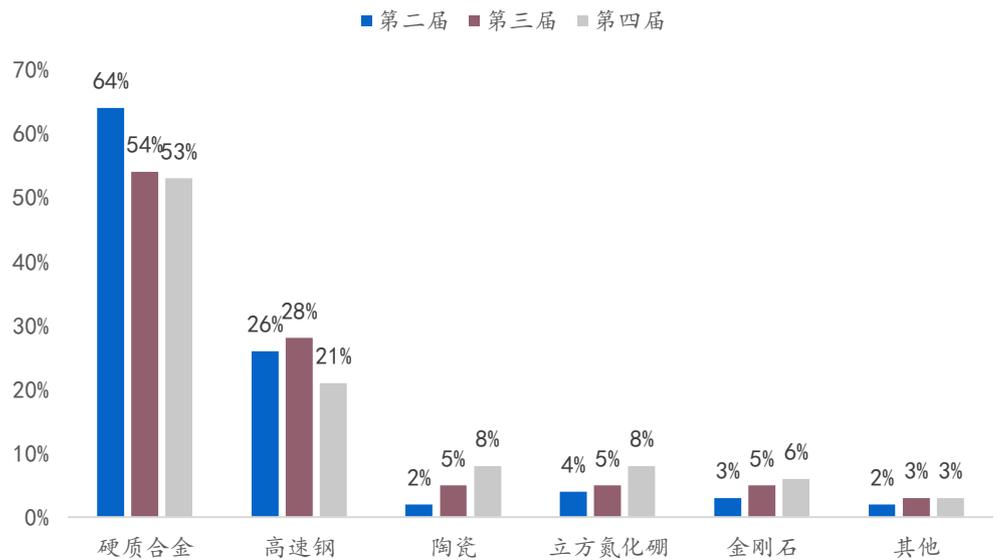
图表 21：刀具价格对比情况（元/片）



数据来源：沃尔德 2022 年年报，华锐精密 2022 年年报，华福证券研究所

超硬刀具使用量占比逐年提升。超硬材料刀具所用的超硬材料主要是与天然金刚石的硬度、性能相近的人造金刚石和 CBN（立方氮化硼）。由于天然金刚石价格比较昂贵，所以生产上大多采用人造聚晶金刚石（PCD）、聚晶立方氮化硼（PCBN），以及它们的复合材料。以 PCD 和 PCBN 刀具为代表的超硬刀具具有比硬质合金、陶瓷刀具更高的硬度和更优良的耐磨性能，能适应更高的切削速度。

图表 22：超硬刀具占比逐年提升



数据来源：《第四届切削刀具用户调查分析报告》，金属加工在线，华福证券研究所

2.2 加工刀具：硬质刀具为主，超硬刀具为辅

钛有三种基体结构，导热性差、弹性模量小等原因导致难加工。钛是同素异构体，室温下，钛合金有三种基体组织，钛合金也就分为以下三类： α 钛合金、 β 钛合金、 $(\alpha + \beta)$ 钛合金。钛合金具有密度小、强度高、耐腐蚀等优点，因此在航空、航天、发电设备、核能、船舶、化工、医疗器械等领域中得到了越来越广泛的应用。但在切削过程中存在切削温度高、材料化学活性大等问题，导致刀具易磨损易粘刀且表面加工质量差，使得钛合金成为典型难加工材料。

图表 23：钛合金分类与难加工原因

项目	具体情况
分类	a 合金 组织为单一的密排六方晶格的 a 相组织。a 钛合金的特点是高温性能好 (可在 500C 高温下长期工作), 抗氧化能力强, 但不能热处理强化, 常温强度低。典型牌号有 TA7、TA8 等。a 钛合金是钛合金中较容易加工的一类
	β 钛合金 组织为单一的体心立方晶格的 β 组织。β 钛合金的特点是冷变形塑性好, 可通过热处理强化, 常温强度高, 但热稳定性较差, 不宜在高温条件下工作。典型的牌号有 TB1、TB2 等。β 钛合金的切削加工性较差
	(α+β) 钛合金 具有 a 及 β 双相组织。其特点是具有较高的常温及高温强度, 塑性及韧性良好, 可进行热处理强化, 因而用途较广。典型牌号有 TC1、TC4 等。(α+β)合金的切削加工性介于前两类之间
难加工原因	刀-屑接触长度短 钛合金的切屑在空气中的氧和氮的作用下, 会形成硬脆的化合物, 使切屑成短碎片状, 因而刀-屑接触长度很短, 切削力和切削热集中在切削刃附近, 刀具容易崩刃
	导热性差 钛合金的导热系数小, 仅为 45 钢的 1/6~1/7, 而且密度小, 切削热量集中在切削刃附近, 刃区温度高, 刀具磨损剧烈
	化学亲和力大 与含 Ti 的硬质合金粘结严重
	弹性模量小 约为 45 钢的弹性模量的 1/2, 故弹性恢复大, 摩擦严重。同时, 工件也容易发生装夹变形
	钛屑易燃 在高温下(600C), 钛屑容易燃烧
	冷硬现象严重 钛的化学活性大, 在高的切削温度下, 很易吸收空气中的氧和氮, 形成硬而脆的外皮, 同时切削过程中的塑性变形也会造成表面硬化。冷硬现象不仅会降低零件的疲劳强度, 而且能加剧刀具磨损

数据来源: 金属加工, 华福证券研究所

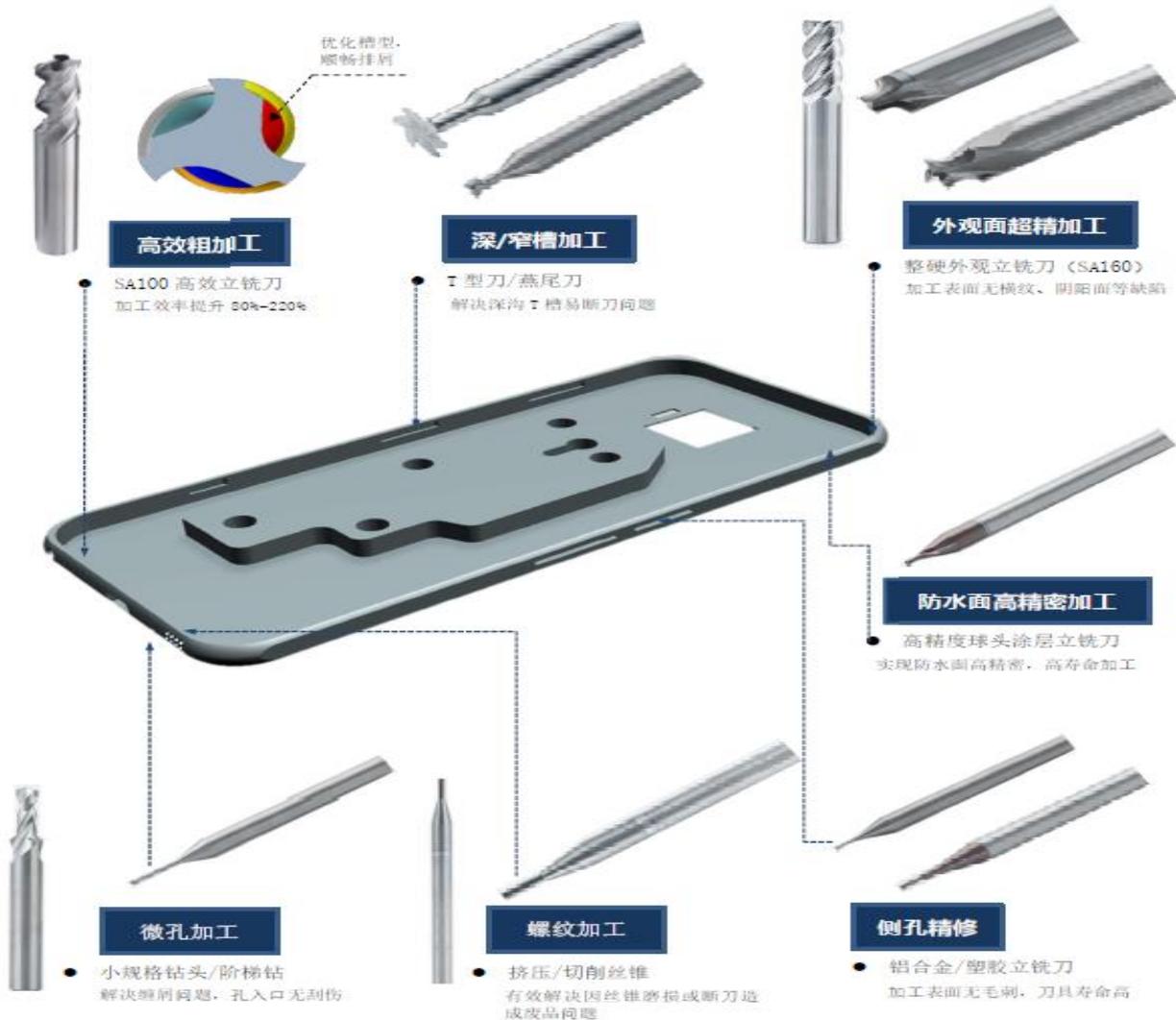
刀具材料的切削性能和零件材料的切削加工性能以及加工条件为决定刀具选择的关键因素。主要遵循原则为: (1) 加工普通工件材料时, 一般选用普通高速钢与硬质合金, 加工难加工材料时, 可选用高性能和新型刀具材料牌号, 只有在加工高硬材料或精密加工中常规刀具材料难以胜任时, 才考虑用超硬材料立方氮化硼和金刚石。

(2) 由于任何刀具材料在强度、韧性和硬度耐磨性两者之间总是难以完全兼顾的, 在选择刀具材料牌号时, 根据零件材料切削加工性和加工条件, 通常先考虑耐磨性, 崩刃问题尽可能用最佳几何参数解决, 如果因刀具材料性脆还要崩刃, 再考虑降低耐磨性要求, 选强度和韧性较好的牌号。一般来说, 低速切削时, 切削过程不平稳, 容易产生崩刃现象, 宜选强度和韧性好的刀具材料, 高速切削时, 高的切削温度对刀具材料的磨损影响最大, 应选择耐磨性好的刀具材料牌号。

硬质合金与超硬材料综合性能更强, 在切削温度和刀具黏结问题上有较好表现。完成铁合金零件加工时, 主要考虑切削温度和刀具黏结两个因素, 所以刀具的红硬性和导热能力要好, 抗弯曲能力要强, 加工时不易出现力具与工件相互黏结的现象。以下材料适宜加工铁合金零件: 1) 对于复杂、多刃刀具可选用高速钢材料, 适于制作

切削铁合金的钻头、绞刀、立铣刀、拉刀丝锥等刀具。2) 加工铁合金零件常用硬质合金铣刀。3) 涂层刀具, 抗黏结性能和抗氧化性能都非常强。4) CBN 刀具(最理想刀具材料), 切削中速度最高可达 250 m/min, 整个加工过程效果较好。5) PCD 刀具可以实现高速、高稳定性、高精度的铁合金材料加工, 且加工效果良好。

图表 24: 手机中框加工立铣刀加工总类

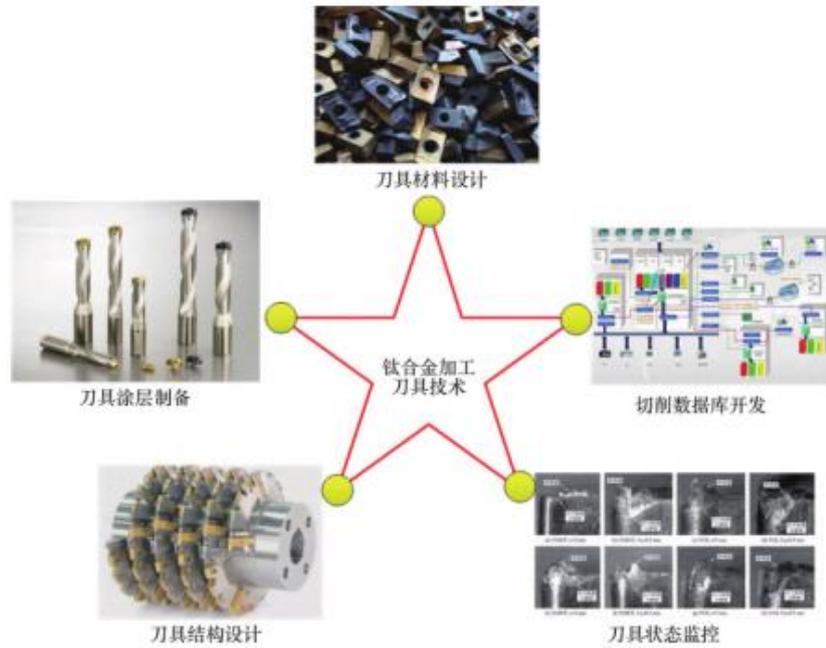


数据来源: 金属加工, 华福证券研究所

2.3 改进方式: 钛合金高质高效切削加工刀具方法

为实现钛合金构件的高质高效切削加工, 需要科学选用或设计开发高性能切削刀具, 相关技术包括刀具材料与刀具结构设计、刀具涂层制备、刀具切削参数优选、刀具加工状态监控及切削数据库开发。

图表 25: 钛合金高质高效切削加工刀具技术



数据来源:《钛合金高质高效切削加工刀具技术》(王兵 2022), 华福证券研究所

对钛合金零部件加工环节,需要对刀具材料设计、涂层制备以及刀具结构设计等方面进行改进。1) 刀具材料设计:进行钛合金与刀具材料力学性能和理化性能的匹配性分析,建立钛合金切削加工刀具-工件作用的材料学及热力学研究体系;2) 涂层制备:需针对钛合金的高化学活性特点,选用兼具减摩、耐磨与热障作用的涂层材料,并开发相应的涂层制备工艺和设备。3) 根据钛合金加工工艺特点和技术要求,开发钛合金加工特殊刃型刀具(如 Wiper 刀片)、整体超硬材料及密齿结构刀具等。

图表 26: 切削钛合金的具体措施

措施	说明
刀具材料的选择	应尽可能采用硬质合金刀具,并应选用不含 Ti 的 YG 类(ISO 的 K 类)硬质合金。如为断续切削或有冲击时,也可采用高速钢刀具(如 W2Mo9Cr4VC08)等,或采用细晶粒和超细晶粒的硬质合金,涂层硬质合金半精加工和精加工可分别采用 YBG202 和 YBG102。用金刚石和立方氮化硼刀具切削合金也能取得显著效果
刀具几何参数的选择	刀具前角及主偏角应较小,并须磨出适当的刀尖圆弧,后角应较大。一般硬质合金车刀可取 $\gamma_0 = -5 \sim -8^\circ$, $\alpha_0 = 10 \sim 15^\circ$, $\lambda_s = -3 \sim -5^\circ$, $K = 45 \sim 75^\circ$, $r = 0.5 \sim 1.0 \text{mm}$ 。另外,刀具的前、后面的粗糙度值应小,一般 $Ra \leq 0.2 \mu\text{m}$
切削用量的选择	选用较低的切削速度、较大的进给量和背吃刀量。用硬质合金刀具车削时背吃刀量 $a = 1 \sim 3 \text{mm}$,粗车背吃刀量一定要大于氧化皮深度,进给量 $f = 0.1 \sim 0.3 \text{mm/r}$;切削速度的选择,则应根据所加工的合金的强度高低及背吃刀量大小来决定,TC4 钛合金的切削速度 $v = 26 \sim 60 \text{m/min}$

冷却润滑	一般应选用极压乳化液来冷却，流量应充足。但若对零件的疲劳强度要求较高时，则切削液中不应含有硫、氯，此时应选用普通乳化液。如使用含氯的切削液，切削过程中在高温下，将会释放出氢气，被钛吸收，引起氢脆，也可能引起钛合金高温应力腐蚀开裂
工件的装夹	夹紧力不宜过大，以免工件变形，必要时可增加辅助支承来提高装夹刚性
其他	机床要有较好的刚性，各运动部件的间隙要仔细调整，这对粗加工特别重要，否则很容易打刀

数据来源：金属加工，华福证券研究所

3 市场空间：24 年对应空间达 50 亿，未来行业加速渗透

截至目前，消费电子钛合金材料用 CNC 加工的品牌与结构为中框(苹果、三星、小米)、表盖(苹果、三星、华为)。1) 中框：iPhone15 Pro/Pro Max，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。2) 表盖：Apple Watch Ultra/Ultra2，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。3) 中框：Galaxy S24 Ultra，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。4) 表盖：Galaxy Watch5 Pro，表壳采用钛合金材质，更耐刮擦。5) 中框：Xiaomi 14 Pro，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。6) 表壳：华为 Watch 4 Pro，采用 48 毫米的钛合金表壳，比普通金属更强韧坚固、耐腐蚀。

本文假设：

- **智能手机出货量：**本文对于智能手机各公司的出货量的假设主要是依据 2022 年-2023 年各品牌出货量情况进行判断：1) 苹果出货量：2022 年苹果出货量为 2.264 亿台，2023 年上半年 Pro 型号手机占总出货量占比为 46.8%。因此，本文预计 2023 年 15pro 以上的机型出货量达 3167 万台，24 年之后使用钛合金比例保持在 50%以上。2) 三星出货量：2022 年三星出货量为 2.609 亿台，2023 年上半年 Ultra 型号手机占总出货量占比为 8.4%，因此本文预计后续三星手机 Ultra 型号占比在 10%以上。3) 小米出

销量：2022年小米出货量为1.531亿台，因为公司今年未推出14Pro钛合金版手机，今年销售2个月的情况下出货量预计达到20万台，明年预计达到200万台。

- **智能手表出货量：**本文对于智能手表各公司的出货量的假设主要是依据2022年-2023年各品牌出货量情况进行判断：1) 苹果出货量：2022年出货量为3215.63万台，预计2023年出货量4160万台。按结构来看，8系列第一季度销售342万台，折合全年1368万台，占比为32.9%。今年Apple Watch Ultra 2为更高端产品，价格显著高于旗舰产品，保守预计今年出货量占比为5%，未来占比将逐渐提升。2) 华为2022年出货量为631.81万台，今年上半年华为手表出货量同比增长58%，假设今年出货量为910万台；从结构来看，中国市场手表超过501美金的出货量占比为11%，假设华为出货结构占比与全国一致，未来占比将稳定逐步提升，钛合金运用将逐渐扩大。3) 三星2022年出货量为924.14万台，预计今年出货量将达到1300万台；从结构来看，Galaxy Watch5 Pro一季度出货量为72.1万台，折合全年为288.4万台，即占比为22.18%。
- **刀具市场用量：**对刀具进行弹性测试进行市场空间测算，由于中框或者表盖都需要多种不同刀具进行生产，同时每个刀具可以加工的零部件数量不同，本文选择设置每个中框/表盖平均需要刀具数量来进行测算，设置的数量分别为1/1.5/2个进行测算。
- **刀具价格：**本文选取的是沃尔德硬质刀具均价与华锐精密刀具均价的中间值，主要是因为运用加工钛合金材料的刀具是需要特殊定制的硬质刀具，因此在两者之间比较合理。
- **刀具加工使用比率：**对于钛合金中框来看，近两年CNC技术成本优势明显，将维持竞争力，假定刀具加工使用比率为100%。表壳由于复杂度更高，由此MIM技术与3D打印技术具有一定的技术优势，于此表盖刀具加工未来刀具加工使用比率逐渐降低。

24年钛合金对应刀具市场预计为53.46亿元。同时，随着未来钛合金加工工艺的成熟，将有更多品牌、更多机型会使用更加优质的钛合金金属作为成品的结构件，市场空间将逐渐扩张。

图表 27：钛合金中框对应的刀具市场空间测算

	2022	2023E	2024E
智能手机出货量 (亿台)	12.1	12	12.4
三星	2.609	2.55	2.6
苹果	2.264	2.2	2.25
小米	1.531	1.55	1.6
OPPO	1.003	1	1.1
VIVO	0.99	1	1.1
其他	3.703	3.7	3.75
钛合金产品占比 (%)	0.00%	2.66%	11.40%
三星	0	0	10%
苹果	0	14%	50%
小米	0	0.13%	1.25%
OPPO	0	0	0.20%
VIVO	0	0	0.20%
其他	0	0	0.10%
钛合金产品数量 (万台)	0	3187	14131.5
三星	0	0	2600
苹果	0	3167	11250
小米	0	20	200
OPPO	0	0	22
VIVO	0	0	22
其他	0	0	37.5
	1.00	1.00	1.00
单位钛合金中框对应刀具使用量	1.5	1.5	1.5
	2	2	2
刀具均价 (元/片)	25.00	24.00	23.00
	0.00	7.65	32.50
刀具市场空间 (亿元)	0.00	11.47	48.75
	0.00	15.30	65.00

数据来源：IDC, Omdia, Canalys, IT之家, 华福证券研究所测算 (注：2022 不考虑)

图表 28：钛合金表盖对应的刀具市场空间测算

	2022	2023E	2024E
智能手表出货量（万台）	9430	13000	17100
三星	924.14	1300	1795.5
苹果	3215.63	4160	5301
华为	631.81	910	1368
其他	4658.42	6630	8635.5
钛合金产品占比（%）	0.00%	5.03%	9.98%
三星	0	22.18%	30%
苹果	0	5%	10%
华为	0	10.00%	15.00%
其他	0	1%	5.00%
钛合金产品数量（万台）	0	653.64	1705.725
三星	0	288.34	538.65
苹果	0	208	530.1
华为	0	91	205.2
其他	0	66.3	431.775
	1.00	1.00	1.00
单位钛合金表盖对应刀具使用量	1.5	1.5	1.5
	2	2	2
刀具加工使用比率	100%	90%	80%
刀具均价（元/片）	25.00	24.00	23.00
	0.00	1.41	3.14
刀具市场空间（亿元）	0.00	2.12	4.71
	0.00	2.82	6.28

数据来源：IDC, Watch fsces, Counter Point, 潮电智库, 集邦咨询, 华福证券研究所测算（注：2022 不考虑）

图表 29：钛合金表盖和中框累计对应的刀具市场空间测算

	2022	2023E	2024E
智能手机销量（亿台）	12.1	12	12.4
智能手表销量（万台）	9430	13000	17100
智能手机钛合金产品占比（%）	0.00%	2.66%	11.40%
智能手表钛合金产品占比（%）	0.00%	5.03%	9.98%
	1.00	1.00	1.00
单位钛合金表盖/中框对应刀具使用量	1.5	1.5	1.5
	2	2	2
中框-刀具市场空间（刀具用量=1.5）（亿元）	0.00	11.47	48.75
表盖-刀具市场空间（刀具用量=1.5）（亿元）	0.00	2.12	4.71
累计-刀具市场空间（刀具用量=1.5）（亿元）	0	13.59	53.46

数据来源：IDC, Watch fsces, Counter Point, 潮电智库, 集邦咨询, Omdia, Canalys, IT之家, 华福证券研究所测算（注：2022 不考虑）

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。

图表 30：未来钛合金将运用的方向



数据来源：华福证券研究所绘制

4 投资建议

钛合金加工难度大、导致刀具消耗量提升，打开刀具行业成长空间。苹果、荣耀、小米相继采用钛合金中框/轴盖，国内主流刀具企业已纷纷布局。**1) 华锐精密：**公司开发高精密 3C 行业刀具项目，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，实现产品设计、程序、制成高效率产出。**2) 鼎泰高科：**调整 IPO 募投项目实施规划，利用募投资金新建 960 万支数控刀具产能，以备数控刀具市场需求。**3) 沃尔德：**鑫金泉在 2021 年开始研发钛合金材料加工的刀具，2022 年某国际品牌高端智能手表的钛合金表壳生产中已经开始使用鑫金泉刀具，同时更多的智能手机品牌也开始大量使用钛合金等相关材料。**4) 欧科亿：**在钛合金加工的刀具方面有一定的技术储备和产品开发基础，未来公司也将抓住市场机会，进一步开展钛合金刀具产品技术创新。**5) 中钨高新：**钛合金加工刀具由株钻公司供应。从三季度看已经带来了阶段性的需求增长，供应钛合金刀具，未来也会抓住这块的市场机会加大合作和供应。

4.1 沃尔德：超硬刀具领军者，子公司鑫金泉充分收益消费电子复苏

国内超硬刀具领军企业，专注于 3C 电子显示&汽车制造领域。公司自成立以来，主要从事超高精密和高精密超硬刀具及超硬材料制品的研发、生产和销售业务。公司紧密围绕超硬刀具行业，依托自主研发的“超硬材料激光微纳米精密加工技术”、“真空环境加工技术”、“PCD 超薄聚晶片及复合片精密研磨及镜面抛光技术”、“自动化设备研制技术”等四大类核心技术，形成了应用广泛的高端超硬刀具及相关超硬材料制品研发生产能力。公司重点产品包括各类超高精密及高精密的超硬刀具、CVD 金刚石等超硬材料制品。

图表 31：公司产品总类与下游应用

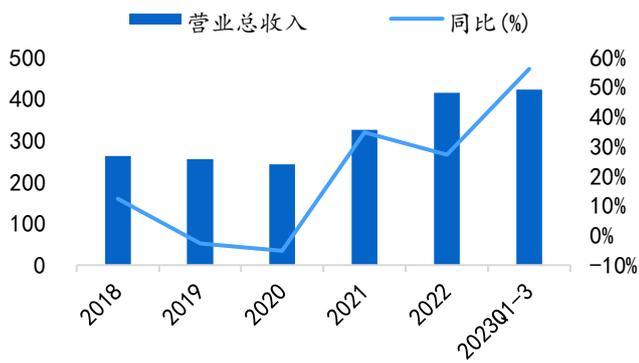
项目	超高精密刀具	高精密刀具
产品种类	主要为钻石刀轮、非标型铰刀、非标型铣刀等	主要为标准型车刀、标准型铣刀片、镗刀、雕刻刀等
精度要求	±5 微米以内	±25 微米以内
产品应用领域	消费电子显示、汽车工业、建筑及装饰、航空航天、新型能源	汽车工业、消费电子显示、钢铁加工、建筑及装饰、工程机械、航空航天、新型能源

数据来源：沃尔德招股说明书，华福证券研究所

注：行业内一般将加工公差在±25 微米以内的刀具称为高精密刀具，加工公差在±13 微米以内的刀具称为超高精密刀具，而发行人制定了更严格的企业标准，将产品精度在±5 微米以内的刀具划分为超高精密刀具，将产品精度在±25 微米以内的刀具划分为高精密刀具。

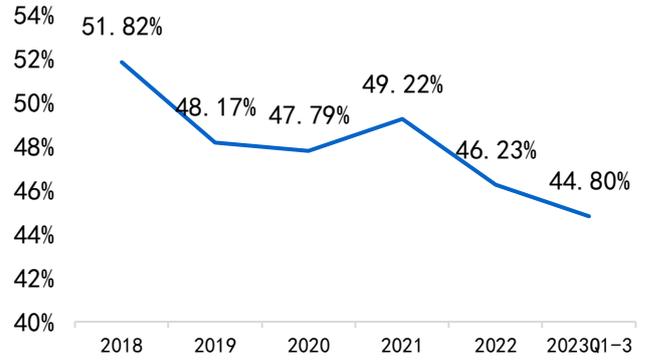
主营业务稳中有升,毛利率维持高位。2022 年公司实现营业收入 4.14 亿元,同比+27.17%;实现归母净利润 0.63 亿元,同比+15.37%。同时 2023Q1-3 营业收入、净利润保持双位数增长,特别是第三季度增长非常明显。毛利率由于产品结构中硬质刀具产能释放导致毛利率逐渐下降,但依旧维持高位。

图表 32: 沃尔德营收情况 (百万, %)



数据来源: Wind, 华福证券研究所

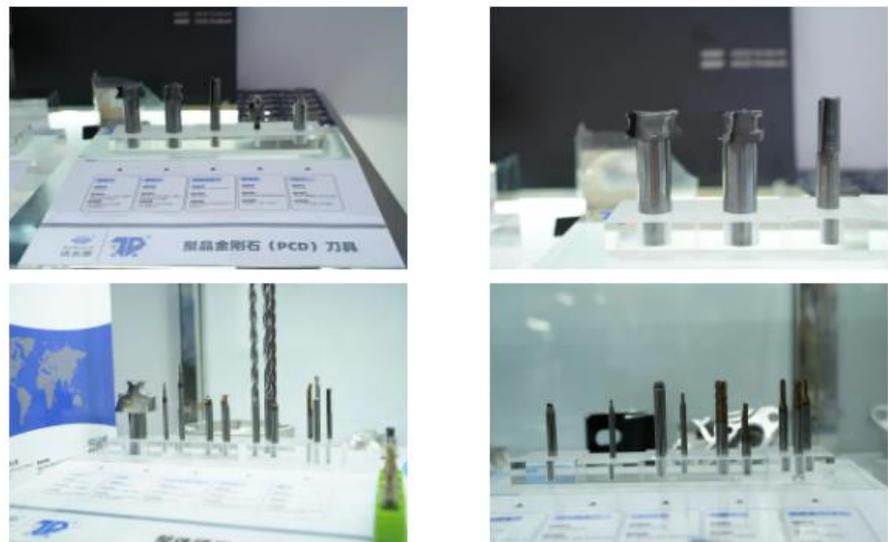
图表 33: 沃尔德毛利率情况



数据来源: Wind, 华福证券研究所

收购鑫金泉形成业务协同,拓展消费电子领域应用。进入第四季度,鑫金泉超硬刀具订单仍保持较好的趋势,整体硬质合金刀具市场需求相比第三季度较为缓和。鑫金泉在 2021 年开始研发钛合金材料加工的刀具,2022 年某国际品牌高端智能手表的钛合金表壳生产中已经开始使用鑫金泉刀具,同时更多的智能手机品牌也开始大量使用钛合金等相关材料,高端 3C 产品需求较为旺盛,加之消费电子开始复苏,公司积极推进惠州募投项目的投入,设备投资约 1 亿元,预计明年一季度开始投产。

图表 34: 鑫金泉 3C 领域刀具展示



数据来源: 沃尔德官方公众号, 华福证券研究所

4.2 鼎泰高科：PCB 刀具龙头，产业链布局形成公司护城河

公司是一家专业为 PCB、数控精密机件等领域的企业提供工具、材料、装备的一体化解决方案，具有自主研发和创新能力的高新技术企业。公司自成立之日起，便致力于微钻、铣刀及其他刀具等产品设计制造，积累了丰富的生产工艺和质量管理经验，具备全系列的研究设计、制造能力，为广大客户提供全方位的产品解决方案。公司目前是国内 PCB 刀具生产规模最大的企业之一，与健鼎科技、方正科技、华通电脑、瀚宇博德、胜宏科技、深南电路、景旺电子、崇达技术等国内外知名 PCB 生产厂商建立了长期稳定的合作关系。公司在中国电子电路行业协会 2021 年刀具类专用材料企业中营收排名第 1 位；根据 PrismaMark 数据，2020 年公司在全球 PCB 钻针销量市场占有率约为 19%，排名第 1 位。

图表 35：鼎泰高科主要客户（集团）

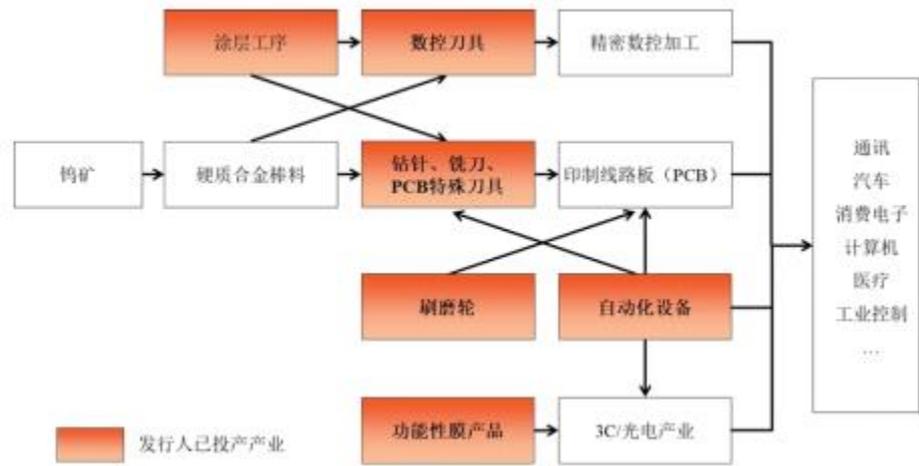


数据来源：鼎泰高科招股说明书，华福证券研究所

公司的产品主要包括钻针、铣刀、刷磨轮、数控刀具、PCB 特殊刀具、自动化设备、功能性膜产品等，主要面向的客户群是 PCB、数控精密机件制造企业。

1) PCB 刀具：包括钻针、铣刀、PCB 特殊刀具等，用于 PCB 加工制造，是公司最主要的产品。2) PCB 刷磨轮：主要用于 PCB 表面抛光等用途，类型包括放射轮、卷紧轮、陶瓷轮等。3) 数控刀具：成型刀、倒角刀、T 型刀、雕刻刀、斜边刀、较刀、丝锥、标准通用刀具等，主要应用于 3C 行业、模具行业、汽车及金属精密机件加工、航空航天等行业；4) 功能性膜：包括 PET/PVC 保护膜、防爆膜、磨砂/硬化膜、AR 膜、手机防窥膜、车载光控膜、AG 防爆膜等，主要应用于 3C 屏幕表面保护、家具及家电等外观件保护、玻璃制程保护和智能停车识别码保护、汽车、MiniLED 等领域。

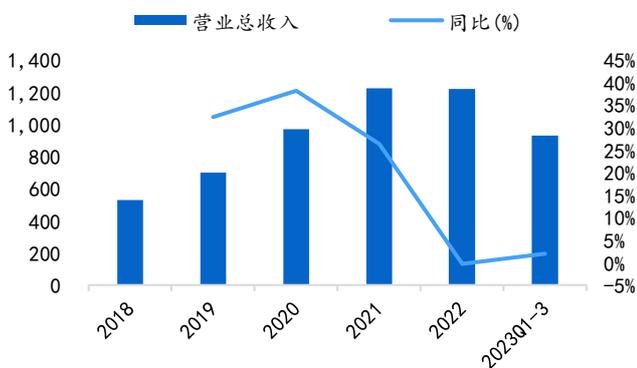
图表 36：鼎泰高科产品布局



数据来源：鼎泰高科招股说明书，华福证券研究所

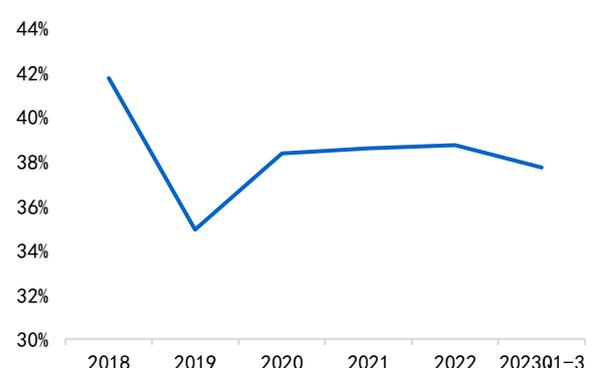
公司业绩稳健增长，22年-23年上半年受消费电子景气度下降而出现下滑。今年上半年整体业绩保持平稳，受全球消费电子行业需求放缓的影响，公司上半年业绩小幅收窄，主营业务产品中，上半年钻针、铣刀受价格下滑影响较大，同时受开工率不足影响，毛利同比有所下滑；上半年数控刀具订单不及预期，且新产品市场开发进度有所滞后，导致数控刀具类产品整体同比下滑；膜产品上半年营业收入同比增长较好；刷磨轮业务营业收入同比有所下滑，但毛利率控制较为稳健；自动化设备产品上半年出货情况达成预期，但收入确认不太理想，同比有所下滑，下半年将重点跟进客户验收情况。但下半年消费电子景气度回升，公司将迎来业绩高速增长的机会。

图表 37：鼎泰高科营收情况



数据来源：Wind，华福证券研究所

图表 38：鼎泰高科毛利率维持高位



数据来源：Wind，华福证券研究所

4.3 华锐精密：硬质刀具先进制造厂商，产品升级助力公司成长

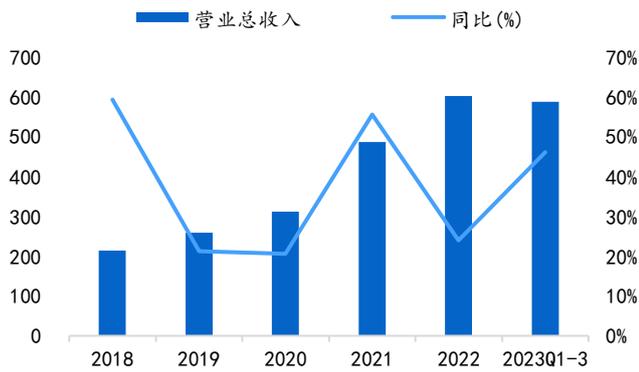
公司是国内知名的硬质合金切削刀具制造商，主要从事硬质合金数控刀片的研究、生产和销售业务。硬质合金数控刀片作为数控机床执行金属切削加工的核心部件，广泛应用于汽车、轨道交通、航空航天、精密模具、能源装备、工程机械、通用机械、石油化工等领域的金属材料加工。

图表 39：华锐精密产品图示

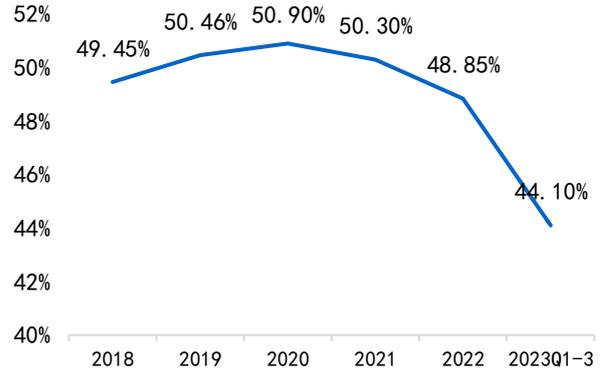


数据来源：华锐精密招股说明书，华福证券研究所

营收受经济大环境影响承压，三季度降幅收窄。2023 年前三季度实现营收 5.88 亿元，同比增长 46.07%，归母净利润 1.06 亿元，同比下降 1.28%，扣非后净利润 1.02 亿元，同比下降 2.07%，降幅大幅收窄。单季度来看，公司实现营收 2.3 亿元，同比增长 104%，归母净利润 0.43 亿元，同比增长 104.48%，扣非后净利润 0.43 亿元，同比增长 115.92%。盈利能力方面，公司 23Q3 销售毛利率约为 42.98%，同比略降 3.32pct，销售净利率 18.78%，同比基本持平，环比增长 0.28pct。毛利率略有下降主要系整刀产线产能逐步释放阶段固定成本较大，叠加可转债利息支出、股权激励费用等原因影响。

图表 40：华锐精密营收情况


数据来源：Wind，华福证券研究所

图表 41：华锐精密毛利率情况


数据来源：Wind，华福证券研究所

公司注重研发，刀具在 3C、模具、航空航天、汽车等领域都有大量应用。未来公司主要在：1) 提升数控刀片的高速切削性能，满足客户高效加工需求。下游客户已具备高速、高效加工的装备条件，对加工效率的追求也越来越迫切。加工效率的提升对数控刀片的高温性能、耐磨性等方面提出了更高的要求。2) 提高数控刀片的稳定性和尺寸精度，满足客户自动化生产需求。面对这一发展新态势，公司积极调整和改进现有生产工艺，不断提升产品性能的稳定性。公司将持续改进工艺，助力客户自动化生产。3) 持续开展航空航天等领域难加工材料的切削研究。随着各类航空新型材料的大量应用，对刀具的切削加工提出了很大的挑战。公司近年来已在耐热合金加工用涂层刀具研究开发方面取得了一定的成果。4) 拓展数控刀体研究，巩固数控刀片优势。数控刀片和数控刀体在切削应用中相互配合使用，共同决定了数控刀具的综合使用性能。5) 积极布局整体硬质合金刀具市场。随着公司市场业务的不断拓展，为了顺应市场需求，满足客户对刀具产品系列完整度的要求，公司布局整体硬质合金刀具的研究开发。

5 风险提示

(1) 下游应用需求不及预期：刀具作为生产过程中的消耗品，其使用频率决定了更新速度，如果刀具下游行业尤其是汽车和消费电子不景气，可能面临产能无法充分利用、设备闲置等问题，对刀具的需求量将下降。

(2) 市场竞争加剧风险：目前硬质刀具的参与者较多，竞争加剧会导致行业获利能力下滑。

(3) 原材料价格增长：原材料成本占刀具主营业务成本比例较高，如果未来原材料价格出现持续上涨，将导致公司存在盈利能力降低的风险。

(4) 下游终端客户材料更换风险：虽然目前钛合金逐渐被使用在高端消费电子产品中，但未来仍可能出现材质更换风险。

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。本报告仅供本公司的客户使用。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