

3C 设备

3C 设备产业链专题报告

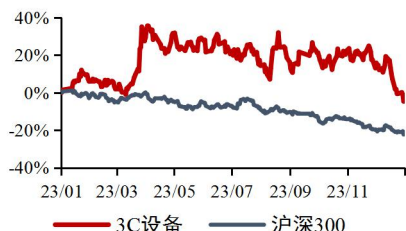
领先大市-A(首次)

掘金千亿级市场，折叠屏、钛合金兼具规模与高 α 属性

2024 年 1 月 19 日

行业研究/行业专题报告

3C 设备板块近一年市场表现



资料来源：最闻，山西证券研究所

分析师：

杨晶晶

执业登记编码：S0760519120001

邮箱：yangjingjing@sxzq.com

投资要点：

➢ **3C 自动化设备产业链全景梳理：**3C 自动化设备产业链可分为：上游为零部件供应商；中游为设备制造商；下游为消费电子产品和终端客户（品牌商&代工商）。3C 自动化设备涉及范围广、种类繁多。（1）按照流程，主要可以分为：前段的核心零部件设备（例如 PCB 板、触摸屏、机壳、摄像头等）、中段的模组设备（例如表面贴装模组设备、平板显示模组设备等），以及后段的整机组装检测设备。（2）按照设备功能，主要可以分为：组装设备、检测设备、生产加工设备等。

➢ **经测算，2022 年智能手机、可穿戴设备对应的 3C 设备存量市场规模近 1000 亿元，增量需求空间超 520 亿元。**消费电子行业以下两大典型特征，共同驱动 3C 自动化设备需求增长：（1）消费电子具有技术升级快、更新换代周期短的特点，新型硬件终端、新功能模组的不断涌现，以及消费电子频繁的型号和设计变更使得制造企业需要持续采购、更新定制化程度较高的 3C 自动化设备。（2）下游市场竞争加剧，品牌商对产品质量和精度提出更高要求，有望拉动 3C 设备的自动化水平进一步提升。

➢ **折叠屏手机处于高速增长期，利好显示模组&铰链相关设备。**目前全球折叠屏手机渗透率不足 2%，根据 Counterpoint 的预测，预计 2027 年全球折叠屏手机出货量有望突破 1 亿部，2023-2027 年 CAGR 高达 52.84%。折叠屏产品供应链的重要增量是来自铰链、盖板和柔性面板，此三类部件在折叠屏手机中的成本占比较高。随着折叠屏手机的出货量及渗透率的快速提升，与折叠屏手机屏幕相关的组装、检测、生产制造等环节设备有望随之放量。同时，铰链的良率水平中位数目前仅在 50%-60%，成为折叠屏组装环节的核心难点及门槛。TrendForce 预计 2023 年折叠屏手机铰链市场产值逾 5 亿美元，重点利好铰链相关的组装检测设备。

➢ **钛合金应用加速渗透，利好钛合金刀具、3D 打印及研磨抛光设备。**目前钛合金制品加工大部分采用切削磨削加工技术，存在良率低、耗时长、加工成本高等难点。根据创世纪投资者关系活动记录表（2023.11.1），钛合金手机中框的整体良率约为 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，两方面因素叠加，导致设备需求量也显著加大。根据《科创板日报》公开资料，钛合金加工的刀具消费量约是不锈钢的 2 倍，铝合金的 5 倍。钛合金手机中框的应用将使刀具消费明显增加，2024 年有望迎来一个新的消费高峰期。3D 打印钛合金开始已经在苹果、荣耀等产品中有应用，未来对钻攻中心、磨床等后处理设备的需求将同步提升。



➤ **行业投资建议：**受益于下游 3C 大客户频繁推出新产品、积极推广新材料应用，以及国产设备商不断从新材料和新工艺两个维度升级精密制造能力，3C 自动化设备有望迎来历史新机遇，我们看好 2024 年消费电子行业迎来底部复苏、周期反转。细分赛道方面，我们重点推荐兼具规模及高成长属性的折叠屏、钛合金领域，折叠屏技术更新迭代、材质和加工工艺升级带来的设备增量需求空间广阔。

➤ **重点公司关注：**我们建议关注：（1）组装检测设备：利和兴、联得装备、荣旗科技；（2）3C 刀具：鼎泰高科、沃尔德；（3）CNC：创世纪、宇环数控；（4）3D 打印及后处理：金太阳、铂力特、华曙高科。

风险提示：宏观经济和行业景气度波动风险；消费电子市场需求变化较快的风险；终端产品需求增长不及预期的风险；技术未能形成产品或实现产业化的风险；美国对华为实施制裁的风险；全球产业转移风险；人才流失风险；原材料价格波动的风险等。

目录

1. 3C 自动化设备产业链全景梳理.....	6
2. 3C 自动化设备分类及应用.....	8
2.1 组装设备.....	8
2.2 检测设备.....	8
2.3 生产加工设备.....	10
2.3.1 传统精密加工设备.....	10
2.3.2 3D 打印设备.....	12
3. 全球千亿级市场空间，消费电子创新增量需求打开成长空间.....	13
4. 折叠屏手机处于高速增长期，利好显示模组&铰链相关设备.....	15
4.1 技术迭代+价格下探，2024 年折叠屏手机渗透率有望扩大至 2.2%.....	15
4.2 折叠屏手机 BOM 拆解分析，显示模组、铰链为主要增量环节.....	18
4.3 利好显示模组相关设备，建议关注利和兴、联得装备.....	19
4.4 铰链组装良率亟待提升，重点利好组装检测设备.....	21
5. 钛合金应用加速渗透，利好钛合金刀具、3D 打印及研磨抛光设备.....	23
5.1 钛合金刀具量价空间广阔.....	25
5.2 3D 打印及后处理市场初具规模.....	26
6. 行业投资建议：重点推荐折叠屏、钛合金赛道，兼具规模及高成长属性.....	30
7. 风险提示.....	31

图表目录

图 1： 3C 自动化设备产业链.....	6
图 2： 智能手机生产流程.....	7
图 3： 3C 领域视觉检测装备的主要功能.....	9

图 4: 宇环数控 3C 数控磨床、数控研磨抛光机.....	11
图 5: 创世纪钻铣加工中心系列产品的 3C 应用场景及加工件介绍.....	11
图 6: 我国电子信息制造业固定资产投资额及同比增长率.....	14
图 7: 全球可折叠手机出货量预测（单位：百万台）.....	15
图 8: 2023 年全球折叠手机品牌市占率.....	15
图 9: 2021 年-2023 年 Q3 中国市场主要横向折叠屏手机机身厚度区间对比.....	16
图 10: 2021 年-2023 年 Q3 中国市场主要横向折叠屏手机机身平均重量对比.....	16
图 11: 2020 年-2023 年 Q3 中国市场折叠屏发布产品平均售价对比.....	17
图 12: 国内主要折叠屏手机品牌厂商（在售）产品价格区间及最高价情况.....	17
图 14: 三星 Galaxy Fold 与 iPhone XS Max、Galaxy S9+物料成本对比.....	18
图 15: 三星 Galaxy Fold 主要物料成本占比情况.....	19
图 16: 堆积面板性能比较.....	19
图 17: 铰链形态设计方案发展情况.....	19
图 18: iPhone 15 Pro 全新钛金属材质亮相.....	24
图 19: HUAWEI WATCH GT 3 Pro 钛金属版.....	24
图 20: OPPO Find N3 摄像头圆环采用钛合金打造.....	24
图 21: 荣耀 Magic V2 采用鲁班钛合金铰链.....	24
图 22: 3C 刀具在手机加工中的应用情况.....	26
图 23: 2021 年增材制造主要应用下游及占比情况.....	27
图 24: 荣耀 Magic V2 鲁班钛金铰链.....	28
图 25: 电子产品（手机底壳）成型作业流程.....	29
图 26: 打磨抛光作业流程.....	29

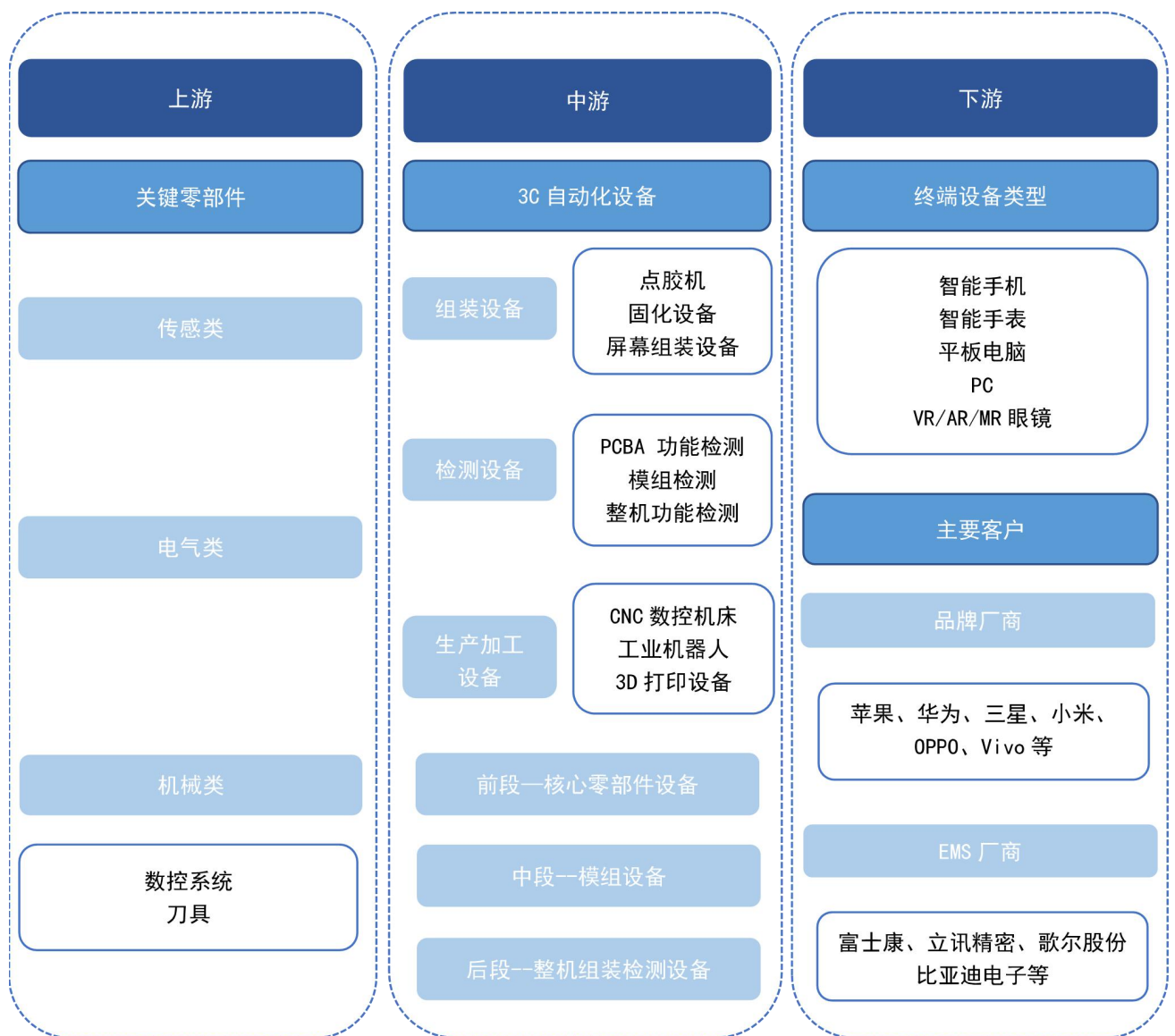


表 1: 3C 领域功能检测类别及具体测试内容.....	9
表 2: 增材制造原材料分类及应用领域介绍.....	12
表 3: 消费电子代工智能手机、可穿戴设备单位生产线对应的设备购置金额测算.....	14
表 4: 2022 年全球智能手机、可穿戴设备出货量对应的自动化设备需求空间测算.....	15
表 5: 主要上市公司与折叠屏手机屏幕相关的设备简介.....	20
表 6: 主流手机品牌最新折叠屏机型铰链介绍.....	22
表 7: 主要上市公司与折叠屏手机铰链相关的设备简介.....	23
表 8: 3C 及消费品领域增材制造技术优势.....	27
表 9: 主要上市公司与钛合金 3D 打印及后处理相关的设备简介.....	30

1. 3C 自动化设备产业链全景梳理

消费电子是指围绕着消费者而设计的与生活、工作娱乐息息相关的电子类产品，最终实现消费者自由选择资讯、享受娱乐、处理事务等目的。**3C 自动化设备产业链可分为：上游为零部件供应商；中游为设备制造商；下游为消费电子产品和终端客户（品牌商&代工商）。**

图 1：3C 自动化设备产业链



资料来源：博杰股份招股说明书、荣旗科技招股说明书、安达智能招股说明书、凯格精机招股说明书、强瑞技术招股说明书、传音控股招股说明书、创世纪招股说明书，山西证券研究所整理绘制

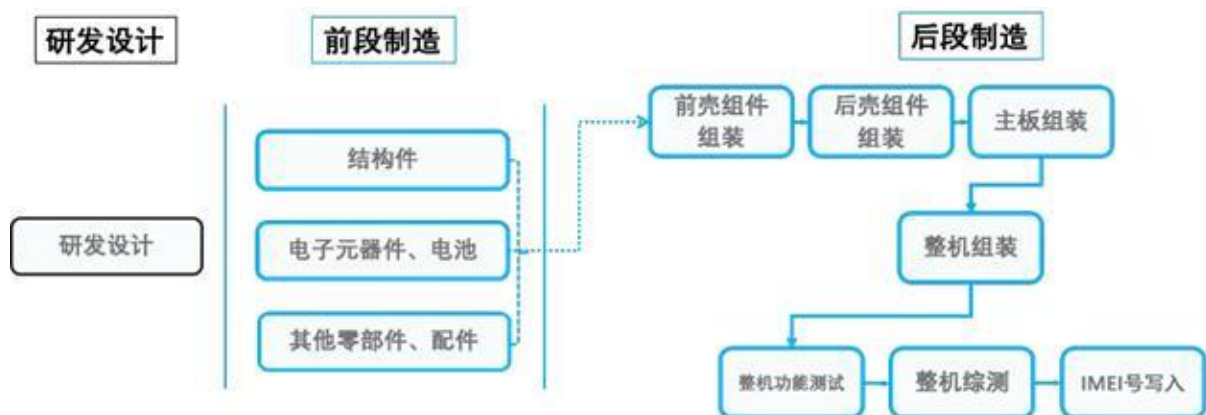
自动化设备制造业的上游主要是工控类组件、电子元器件、气动元器件、金属和非金属材料及机加工件等产品。从整体来看，上游行业均属于成熟行业，生产技术较稳定，供应量较为充足，产品质量满足本行业需求，本行业的原材料和零部件采购需求能够得到充分保障。对于部分技术含量较高的零部件，我国企业制造水平仍显不足，主要依赖进口。进口零部件的供应持续性和价格稳定性会对自动化设备制造企业产生一定影响。

3C 自动化设备涉及范围广、种类繁多。(1) 按照流程，主要可以分为：前段的核心零部件设备（例如 PCB 板、触摸屏、机壳、摄像头等）、中段的模组设备（例如表面贴装模组设备、平板显示模组设备等），以及后段的整机组装检测设备（例如机器人、自动防水检测设备、封装设备等）。(2) 按照设备功能，主要可以分为：组装设备、检测设备、生产加工设备等。

根据强瑞技术招股说明书，按照时间顺序，智能手机生产流程大致可以分为研发设计、前段制造和后段制造三个阶段。仅就智能手机而言，其整机和零部件（模组）的组装、检测工序就多达几百项，每一道工序运用的工艺、技术各不相同。

由于各种零部件模组及精密结构件的加工精度和质量稳定性是确保移动终端电子产品整机性能稳定、质量优越的根本保障，因此，前段制造工序所使用治具产品的精密度要求往往会比后段制造工序更高。零部件生产对应的设备技术难度较高，如 IC 制造设备等，目前国内设备厂商主要集中在中后段环节，主要包括 CNC 机床及玻璃加工设备、平面显示模组设备、SMT 生产线设备等。

图 2：智能手机生产流程



资料来源：强瑞技术招股说明书、山西证券研究所

3C 自动化设备服务于下游消费电子品牌商及代工商，广泛运用于智能手机、平板电脑、

笔记本电脑、可穿戴电子产品等消费电子领域，下游行业的发展决定了 3C 设备的市场容量、利润水平和技术发展方向。近年来，全球智能手机行业的市场集中度不断提升，三星、华为、苹果、小米、OPPO、vivo 合计占据了绝大多数市场份额。

经多年快速发展，消费电子行业目前形成了较为成熟的产业链全球分工模式，终端品牌企业通常将自身业务的核心集中于产品的设计、研发及品牌运作，而将零组件生产、整机组装等生产制造环节交由 EMS 企业具体实施，并建立严格的供应链管理体系对采购设备、原材料进行管理，尤其对设备供应商而言需要通过终端品牌企业的和 EMS 企业共同的测试审核，才能获得订单。全球主要的 EMS 厂商包括：富士康、立讯精密、比亚迪、信维通信、歌尔股份等，各 EMS 厂商主要为苹果、亚马逊公司等消费电子品牌商完成消费电子产品的制造过程。

2. 3C 自动化设备分类及应用

2.1 组装设备

自动化组装是指以自动化机械代替人工劳动的一种装配技术，自动化组装设备是自动化生产线的重要设备，能够有效取代人工劳动提高客户生产效率。

3C 产品的自动化组装包括电子元器件生产、电子部件组装、电子装联和后段整机组装等多个生产工序，可以根据程序和算法自动完成预定的装卸工件、定位加紧、工件输送、组装、包装、检测等工序及工艺过程。组装工艺具体流程包括：切板、贴合天线、盖板、摄像头等模组安装、镜头安装、电池安装、合壳等。由于组装流程更为琐碎，也是使用人力最多的步骤，自动化组装设备的品种也特别繁多。

2.2 检测设备

检测装备在制造活动中承担质量管理的任务，能够测试产品是否符合设计标准与质量要求，具有广义的生产功能，在制造业不断追求品质的发展趋势下，发挥了重要的作用。检测设备能对产品有关功能、参数进行检测，测试产品是否符合设计标准与质量要求，能够实现对产品的电性能、光学性能、音频性能、触感性能、防水性能、可靠性及外观尺寸等检测工作。产品质量因关乎企业的品牌及声誉，是企业经营管控的重要环节。

视觉检测设备：机器视觉技术依靠光学成像、机械运动、电气控制、分析算法、应用软件等核心技术，使得智能检测、组装设备具备高精度的 2D/3D 模型获取能力，图像处理、图像

识别、认知决策等人工智能和抽象理解能力，并且能够完成复杂工业的精密运动任务，从而实现智能检测、测量、定位和识别等功能。



图 3：3C 领域视觉检测装备的主要功能







资料来源：荣旗科技招股说明书，山西证券研究所

功能检测设备：主要应用于检测各类电子产品功能、性能指标，通过对计算机软件、算法、机构设计、控制理论、物理学、化学等学科及工艺的运用，利用软件算法配合自动化设备的使用对产品的各项待测参数进行读取，从而验证待测产品，确认产品的特性可以满足设计需求，实现生产效果的提升，为客户达到提质降本增效的效果。消费电子产品的功能多样化和设计复杂化导致产品检测种类繁多、精度要求高，各类功能检测广泛应用在生产的各个环节中，主要包括电学测试、信号测试、声学测试、光学测试、传感测试和恒压力测试等。

表 1：3C 领域功能检测类别及具体测试内容

功能检测类别	具体测试内容
电学测试 	对电路板上的电子元器件进行缺陷测试、开短路测试和整体性能测试，检测项目包括表面电阻、表面电阻率、体积电阻、体积电阻率、击穿电压、介电强度、介电损耗、静电性能等。
信号(无线射频) 测试 	对产品的无线电信号(包括 GPS、Wifi、蓝牙等) 进行检测，主要包括带宽、功率和频率等指标。

功能检测类别	具体测试内容
声学测试 	对产品的喇叭、麦克风的灵敏度、噪音值和失真度等指标进行测试，包括发送/接收语音质量测试、回声回路测试、频率响应、失真曲线、阻抗曲线等。
光学测试 	对消费电子产品的屏幕和环境光感应器的光学性能进行测试，测试指标包括亮度、颜色、均匀度和光照度等。
传感测试 	检测手机中的方向、重力、光线、距离等感应器。
恒压力测试 	对含有压力敏感元件的产品进行老化、标定等测试。

资料来源：荣旗科技招股说明书，山西证券研究所

2.3 生产加工设备

2.3.1 传统精密加工设备

数控机床：主要面向平板、PC、手机、可穿戴设备等 3C 产品相关金属及非金属结构件的精密加工。随着移动通信和无线充电等技术及下游智能制造产业的蓬勃发展，消费者对最终产品质量、工艺、性能等要求越来越高，使得生产厂商对精密结构件的外观设计、材料、质量、精度等有较高的要求，从而对精密加工数控机床设备和配套的需求呈现出高速化、精密化、智能化的发展趋势。以智能手机为例，无论是大量应用的铝合金中框、玻璃背板，还是高端机型选用的不锈钢中框、钛合金中框、陶瓷背板，其主要加工工艺均离不开数控机床设备。

(1) 数控磨床：主要应用于金属材质外观件和结构件（如边框、背板等）和触摸屏玻璃基板等精密组件的高精度磨削和抛光。随着消费者对产品时尚感、美感的追求度日益提升，消费电子产品外观设计在附加值提升中的重要性日益显现；与此同时，产品更新周期的缩短，使得消费电子厂商的产能要求对外观件、结构件以及玻璃基板的加工精度和加工效率的要求不断提高，原来低端设备已难以满足生产需求，高精度、高效率的磨削抛光设备需求大幅提升。

图 4：宇环数控 3C 数控磨床、数控研磨抛光机



资料来源：宇环数控官网，山西证券研究所

(2) 钻铣加工中心：作为集切削、钻孔、攻牙为一体的切削金属机床，已经充分渗透到消费电子领域对表面光洁要求高的加工。

图 5：创世纪钻铣加工中心系列产品的 3C 应用场景及加工件介绍

高速钻铣攻牙加工中心

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。

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

其他领域各类零件

各类小型精密零件、壳体类零件等

资料来源：创世纪 2023 半年报，山西证券研究所

(3) 精雕加工中心：

一种由程序控制的自动化机床、通过刀具切割将毛坯料加工成半成品、成品零件。精雕加工中心是一款专用于玻璃、铝塑复合材料、普通陶瓷加工的产品，主要应用于 3C 行业（手机、平板、PC、可穿戴设备）的零部件加工，也可以用于其他领域各类小型五金件的生产加工。

(4) 五轴加工中心：随着零件复杂程度和精度要求的不断提升，采用五轴加工工艺已成为机加行业趋势。以智能手机、平板、电脑为代表的消费电子终端设备由于具有一些高精度的元器件，如摄像头模组零件，需要进行按序加工，耗时长，便可以利用五轴加工中心来实现一次装夹完成多面特征的加工外轮廓面采用磨削加工。

工业机器人：随着 3C 产品制造行业对生产效率和精度要求的提高，敏捷制造、柔性制造、精益制造是 3C 产品制造企业的发展方向，工业机器人符合高精度、高柔性，高稳定性的要求。其中，拓斯达工业机器人自动化方案主要应用于上下料、焊接、注塑、冲压、检测、组装、涂胶、打磨等工艺环节。埃夫特机器人产品批量应用于 3C 行业产品打磨、热弯、装配、搬运、PCB 板多工位投放等场景。

2.3.2 3D 打印设备

3D 打印是指利用打印头、喷嘴或其他打印技术，通过材料堆积的方式来制造零件或实物的工艺，此术语通常作为增材制造的同义词。不同于传统制造业通过切削等机械加工方式对材料去除从而成形的“减”材制造，3D 打印通过对材料自下而上逐层叠加的方式，将三维实体变为若干个二维平面，大幅降低了制造的复杂度。

表 2：增材制造原材料分类及应用领域介绍

类别	材料名称	应用领域
金属增材制造材料	钛合金、高温合金、铝合金等金属粉末、液态金属材料等	航空航天、船舶工业、核工业、汽车工业、轨道交通等领域高性能、难加工零部件与模具的直接制造
无机非金属增材制造材料	高性能陶瓷、非金属矿、宝玉石材料、树脂砂、覆沙膜、硅砂、硅酸盐类等	航空航天、汽车发动机等铸造用模具开发及功能零部件制造；工业产品原型制造及创新创意产品生产
有机高分子增材制造材料	树脂类：光敏树脂；丝材类：PLA、ABS、PC、PPSF、PETG 等；粉末类：PA、PS、PC、PP、PEEK 等	工/模具制造、原型验证、科研教学文物修复与保护、生物医疗等
生物增材制造材料	生物可降解材料、生物相容性材料、活细胞等	药物控制释放、器官移植、组织和软骨质结构再生与重建等

资料来源：铂力特 2022 年度特定对象发行 A 股募集说明书(注册稿) (2023-5-25)，山西证券研究所

3. 全球千亿级市场空间，消费电子创新增量需求打开成长空间

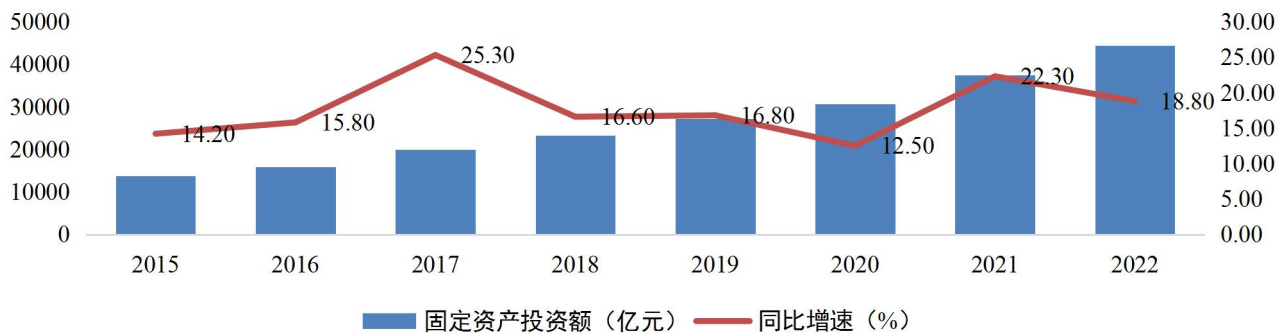
消费电子行业以下两大典型特征，共同驱动 3C 自动化设备需求增长：

(1) 消费电子具有技术升级快、更新换代周期短的特点，新型硬件终端、新功能模组的不断涌现，以及消费电子频繁的型号和设计变更使得制造企业需要持续采购、更新定制化程度较高的智能检测、组装及生产加工等设备。产品的快速更新换代直接影响到消费电子产品制造业生产设备的更新速度，提高了该行业固定资产投资的更新频率。消费电子产品具有加工工艺精细、技术要求高、更新速度快、需要持续创新等特点，消费者对电子产品“喜新厌旧”的速度较快，一款消费电子产品的生命周期通常不超过 12 个月，受消费电子快速的更新换代影响，生产线的周期一般在 1.5 年左右，以智能手机为代表的智能电子产品每隔一年半至两年即进行一次较大规模的性能和功能更新。由于手机产品在摄像头模组、边框、显示屏等方面更新迭代速度较快，使得即使新一代的手机产品仅在某个模组领域有创新，也会带来对模组段自动化设备的新需求。以智能手机为例，全球出货量较大的品牌如苹果、三星、小米和华为等，每年都会发布 2 款以上的新系列产品，不同产品之间各零部件结构差异较大，通用性较差，如摄像头支架、卡托等，不同机型部件大小、开孔位置基本都有一定的调整。因每一代电子产品的结构设计都会发生变化，该段工序的设备均需进行更新迭代和定制化的设计。例如，当手机的摄像头模组增加，相对应的贴装设备、送料设备和视觉检测设备等均需根据摄像头数量及贴装位置变化等因素，进行设计和生产。

(2) 下游市场竞争加剧，品牌商对产品质量和精度提出更高要求，有望拉动 3C 设备的自动化水平进一步提升，利好升级换代需求高增长。根据每日经济新闻报道，当前我国 3C 行业的自动化渗透率整体偏低，大约在 20%~30%。消费电子行业发展速度日新月异，对精密金属零部件的微型化、高尺寸精度以及行业内企业的快速市场响应能力的要求越发提高。消费电子产品朝着小型化、便携化、多功能的趋势不断发展，也对上游零部件供应厂商提出更高的要求，零部件精度和质量标准不断提升。单纯依靠人工已经无法满足行业极精密加工、极低的不良品率、快速市场响应的要求，提高制造过程的自动化智能化水平可以明显减少由于人为因素产生的尺寸公差与不良品，可以极大地提高生产效率、加快市场反应速度。近年来，行业内企业对自动化智能化生产设备与检测设备的需求越来越大，自动化智能化程度快速提升，以苹果、三星、华为等为代表的知名消费电子企业对生产组装环节中智能检测、组装及生产加工装备的使用渗透率也进一步提升。

近年来，电子信息行业固定资产投资规模不断增长。根据国家统计局数据显示，2015-2022年，我国电子信息产业固定资产投资呈现逐年增长的趋势，年均复合增长速度达 18.23%。

图 6：我国电子信息制造业固定资产投资额及同比增长率



资料来源：wind、国家统计局，山西证券研究所

参考全球 ODM 龙头厂商闻泰科技建设的年产 3000 万台、年产 1500 万台智能手机生产线中设备投资规模，可大概推算出 2022 年全球 12.06 亿部的智能手机出货量对应的设备规模为 465 亿元。参考苹果产业链代工厂立讯精密建设的年产 400 万件智能可穿戴设备生产线中设备投资规模，可推算出 2022 年 4.92 亿部可穿戴设备对应的市场规模为 492 亿元。由于 3C 产品的生产线的周期较短，设备更新频率高，即使不考虑下游终端市场的增长，根据博众精工 2022 年度向特定对象发行 A 股股票募集说明书（2022.9.9），每年 3C 设备的更新换代率可假设为 50%，则每年仅手机和可穿戴产品生产线的自动化设备更新就将带来约 500 亿元的市场需求。其中，组装环节对人工依赖度较高，未来增量空间广阔。根据高工机器人产业研究所数据，3C 产业链的前段与中段的自动化率达到 50-70%，而后段整机组装环节的自动化率仅有 20%左右。

表 3：消费电子代工商智能手机、可穿戴设备单位生产线对应的设备购置金额测算

公司及产线名称	设备购置金额 (万元)	单位生产线对应设备投资规模 (元)
闻泰科技		
3000 万台智能手机生产线	110856.92	38.59
1500 万台智能手机生产线	62796.59	
立讯精密		
400 万件智能可穿戴设备生产线	40000	100

资料来源：闻泰科技公开发行可转换公司债券募集说明书（2021-07-25）、立讯精密公开发行可转换公司债券募集说明书（2020-10-30），山西证券研究所

表 4：2022 年全球智能手机、可穿戴设备出货量对应的自动化设备需求空间测算

项目	2021 年存量需求	2022 年存量需求	2022 年增量需求（假设 50%更新换代率）
全球智能手机出货量（亿台）	13.55	12.06	
智能手机对应需求空间（亿元）	523	465	261
可穿戴设备出货量（亿台）	5.33	4.92	
可穿戴设备对应需求空间（亿元）	533	492	267
合计设备需求空间（亿元）	1056	957	528

资料来源：闻泰科技公开发行可转换公司债券募集说明书（2021-07-25）、立讯精密公开发行可转换公司债券募集说明书（2020-10-30）、wind、IDC，山西证券研究所

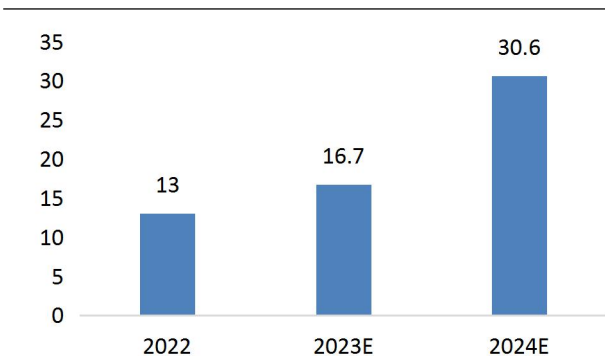
4. 折叠屏手机处于高速增长期，利好显示模组&铰链相关设备

4.1 技术迭代+价格下探，2024 年折叠屏手机渗透率有望扩大至 2.2%

凭借创新性的形态和沉浸式大屏体验，近年来折叠屏手机出货量持续高速增长。折叠屏手机通过创新性的产品设计，利用折叠、展开的产品形态，在兼顾便携性的同时，更大程度上满足了用户的体验需求。自问世以来，折叠屏手机市场一直保持快速增长。根据 IDC 数据，全球折叠屏手机出货量由 2018 年 19.8 万台增长至 2020 年 280 万台，CAGR 达 276%。

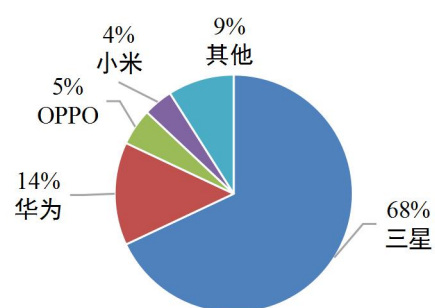
目前全球折叠屏手机渗透率不足 2%，其中三星占据近 70%的市场份额，华为紧随其后。根据 TrendForce 集邦咨询数据，预估 2023 年的折叠手机出货量占全年智能手机市场仅 1.6%，2024 年占比小幅扩大至 2.2%；品牌方面，2023 年三星折叠手机仍居首位，市占率从 2022 年的 82%降至 68%，排名第二的华为市占率约 14%。

图 7：全球可折叠手机出货量预测（单位：百万台）



资料来源：Counterpoint，山西证券研究所

图 8：2023 年全球折叠手机品牌市占率



资料来源：TrendForce，山西证券研究所

近年来，折叠屏手机基础性功能持续优化，用户体验不断提升。如荣耀、华为、OPPO 等厂商通过前沿技术不断调整和研发铰链结构、电池材料、屏幕材质，进一步优化折叠屏手机在机身厚度、重量和折痕上的基础配置。现有折叠屏用户相对偏好 230g 以下和 10.0mm 以下的机身规格，除了基础功能之外，轻薄握感最直接地影响了用户的使用体验。根据艾瑞咨询《2023 年中国折叠屏手机用户洞察报告》，折叠屏手机用户在购机时，超 3 成以上的用户关注折叠屏手机的轻薄握感、硬件配置和软件功能，说明用户购机时除关注硬件配置与软件功能的使用体验外，也格外追求适宜自身需求的轻薄握持体验。在折叠屏手机的裸机重量和折叠态厚度需求上，42.8%的用户偏好 230g 以下的机身重量，52.7%的用户偏好 10.0mm 以下的折叠态厚度。从近年发布的横向折叠屏手机参数上来看，横向折叠屏手机的平均厚度和平均重量呈现明显下降的趋势，各大厂商不断突破横向折叠屏手机机身规格的极限，其中荣耀率先将横向折叠屏手机机身厚度降低至 8.6mm，推动横向折叠屏手机迈入“毫米时代”。

图 9：2021 年-2023 年 Q3 中国市场主要横向折叠屏手机机身厚度区间对比



资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

图 10：2021 年-2023 年 Q3 中国市场主要横向折叠屏手机机身平均重量对比

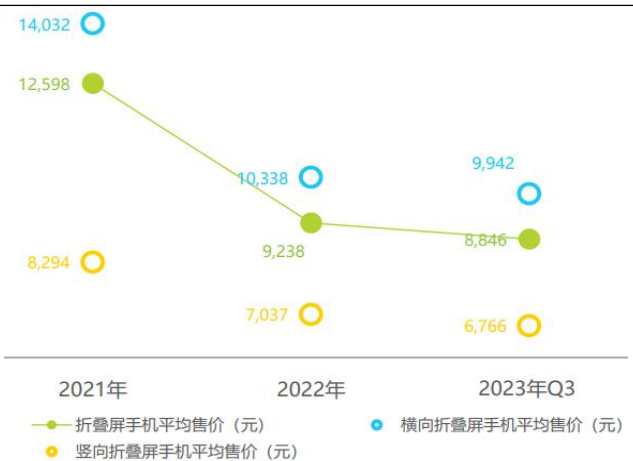


资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

近年来，多数品牌的折叠屏手机起售价已经来到了万元以下，消费者对于折叠屏的接受程度越来越高，有利于折叠屏手机的渗透率进一步提升。根据艾瑞咨询《2023 年中国折叠屏手机用户洞察报告》，自 2021 年起，中国市场的折叠屏手机价格呈现明显的下降趋势，平均价格累计下降 29.8%，尤其在价格相对较高的横向折屏手机上，其新品上市期间的价格已逐步贴近各品牌传统直板机的高端旗舰款价格区间。荣耀 V Purse 首次将横向折叠屏手机的价格下探

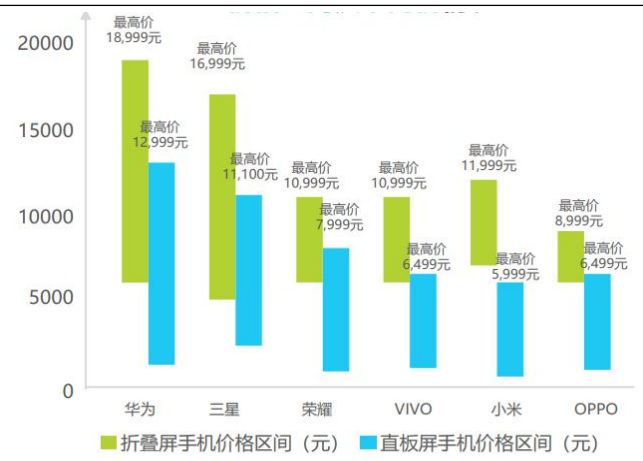
至 5999 元，进一步推动横向折叠屏手机价格上的亲民化，减少直板屏手机用户使用折叠屏手机的经济迁移成本，进而带动折叠屏手机市场的发展。

图 11：2020 年-2023 年 Q3 中国市场折叠屏发布产品平均售价对比



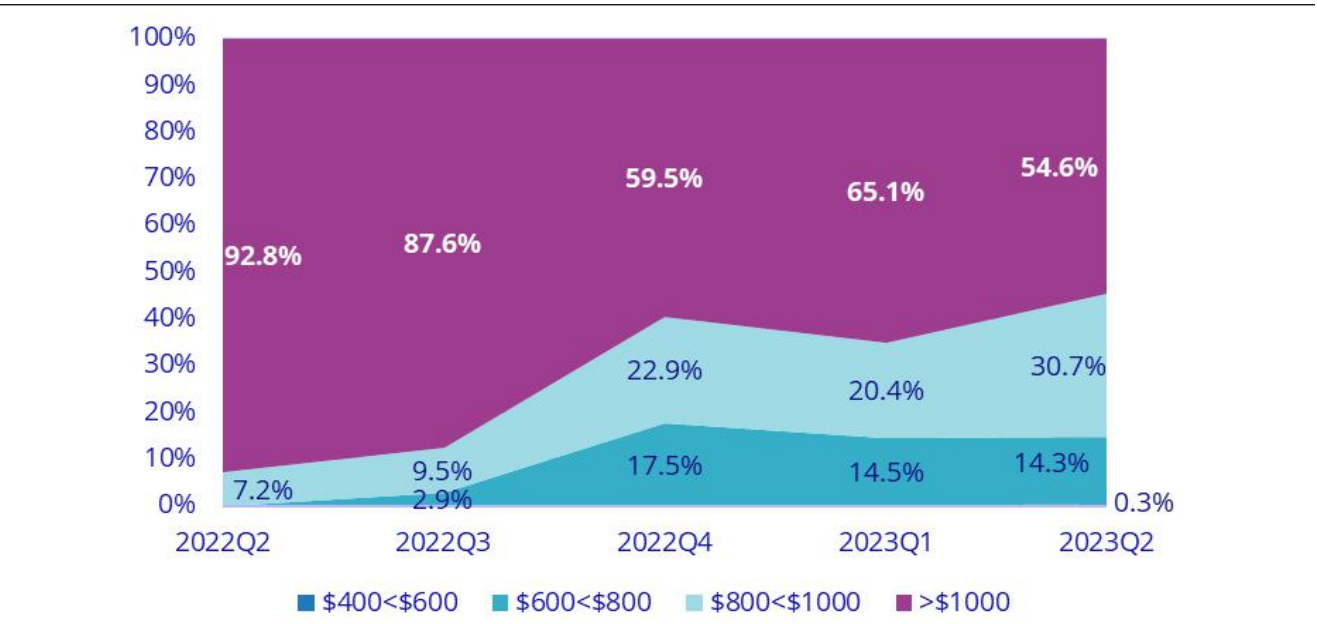
资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

图 12：国内主要折叠屏手机品牌厂商（在售）产品价格区间及最高价情况



资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

图 13：2022Q2-2023Q2 中国折叠屏手机价格段份额



资料来源：IDC，山西证券研究所

随着产业链日渐完善和关键部件良品率的提升，叠加量产带动成本逐步下降，折叠屏手

机有望迎来从尝鲜到普及的转折点。根据 Counterpoint 的预测，预计 2027 年全球折叠屏手机出货量有望突破 1 亿部，2023-2027 年 CAGR 高达 52.84%。

4.2 折叠屏手机 BOM 拆解分析，显示模组、铰链为主要增量环节

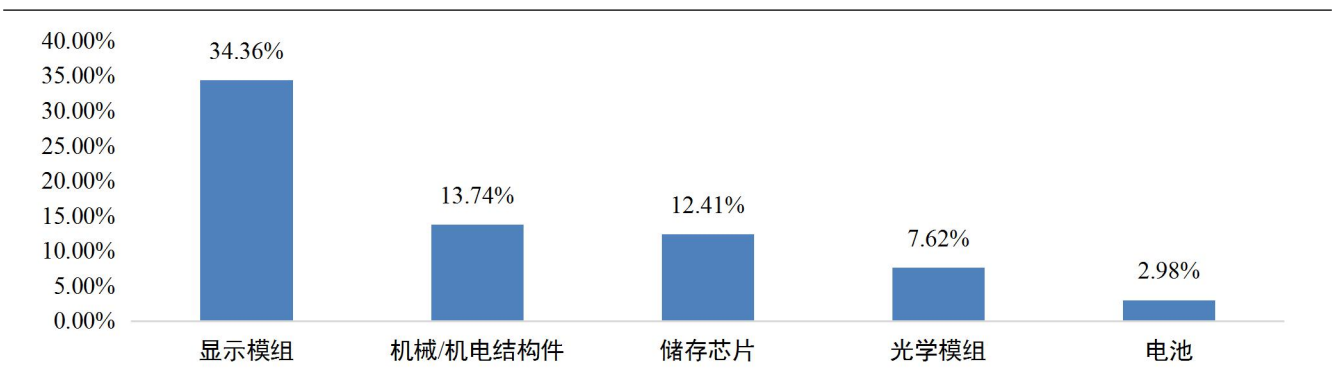
折叠屏产品供应链重要增量是来自铰链、盖板和柔性面板，此三类部件在折叠屏手机中的成本占比较高，也是折叠屏手机降本轻薄化的关键。根据头豹研究院资料，显示模组、光学模组、机械/机电结构件、储存芯片和电池等是折叠屏手机成本增加的主要来源，以三星折叠屏手机“Galaxy Fold”为例，根据 BOM 表拆分，三星“Galaxy Fold”整机的物料成本高达 636.7 美元，比苹果 OLED 全面屏手机“iPhone XS Max”和三星 AMOLED 曲面屏手机“Galaxy S9+”分别高出 246.7 美元和 260.9 美元，其中，Galaxy Fold 1 显示模组、机械结构件（含铰链）的 BOM 占比分别为 34.4%、13.7%，相对非折叠产品 Galaxy S9+ 的对应 BOM 占比分别提升 13.3、5.8pcts。三星折叠屏手机“Galaxy Fold”物料成本的增加主要来源于以下四个方面：（1）显示模组成本增加，原因在于折叠屏幕成本及显示面积的增加；（2）机械/机电结构件成本增加，原因在于盖板、铰链和两个隔离框中增加了金属中框用量；（3）储存芯片成本增加，原因在于折叠屏手机屏幕尺寸增加，显示内容增加，对存储空间要求也相应提高；（4）电池成本增加，原因在于折叠屏手机大尺寸屏幕耗电更快，需要配备更大容量的电池，手机厂商多采用双电芯模式。同时折叠屏手机对电池续航能力要求也提高，手机厂商通过快充、无线充电等方式实现快速续航，快充和无线充电增加了电源管理难度，提高了电池的单机附加价值。

图 14：三星 Galaxy Fold 与 iPhone XS Max、Galaxy S9+ 物料成本对比

三星 Galaxy Fold 与 iPhone XS Max、Galaxy S9+ 物料成本对比						
与 Galaxy S9+ 比较			Galaxy Fold	与 iPhone XS Max 比较		
差值	Galaxy S9+	Galaxy Fold (估算)	物料成本 (单位: 美元)	Galaxy Fold (估算)	iPhone XS Max	差值
139.8	79.0	218.8	显示模组	218.8	120.0	98.8
10.5	38.0	48.5	光学模组	48.5	37.6	10.9
57.7	29.8	87.5	机械/机电结构件	87.5	71.5	16
4	67.0	71.0	处理器	71.0	30.0	41
2.1	8.8	10.9	电源管理芯片	10.9	12.6	-1.7
0	7.0	7.0	蓝牙芯片/WALN芯片	7.0	7.0	0
22	57.0	79.0	存储芯片	79.0	40.8	38.2
2	19.0	21.0	射频前端	21.0	15.5	5.5
1.5	5.5	7.0	传感器	7.0	1.2	5.8
4.3	4.9	9.2	电池	9.2	6.5	2.7
3.5	15.5	19.0	配件	19.0	7.3	11.7
13.3	44.5	57.8	其他成本	57.8	40.2	17.6
260.9	376.0	636.7	总成本	636.7	390.2	246.7

资料来源：头豹研究院，山西证券研究所

图 15：三星 Galaxy Fold 主要物料成本占比情况



资料来源：头豹研究院，山西证券研究所

折叠屏手机屏幕、铰链难度系数高，而且直接关系到手机的折叠形态、平整度、厚薄和成本把控，历经数次迭代优化，目前已形成相对成熟的技术方案。在屏幕的关键技术上，伴随着材料、技术的进步，现已形成多层薄膜封装的成熟应用方案，既有效保障了屏幕的视感和灵敏度，又显著增强了手机动态折叠的耐用性。目前被认为最有前景的可折叠显示屏盖板材料是无色透明聚酰亚胺（CPI）和柔性可折叠玻璃（UTG），UTG 具有耐磨、强度高、回弹性好的特性，是优秀的基础材料。在铰链的关键技术上，目前已形成折叠无缝的水滴型铰链设计方案。各品牌在此基础上不断迭代优化结构的设计和精进高强度材料的应用，如荣耀采用榫卯结构优化铰链结构并结合强度重量比更高的钛合金材料等，进一步保障了折叠屏铰链的稳固性、轻盈性。

图 16：堆积面板性能比较



资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

图 17：铰链形态设计方案发展情况



资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

4.3 利好显示模组相关设备，建议关注利和兴、联得装备

随着折叠屏手机的出货量及渗透率的快速提升，与折叠屏手机屏幕相关的组装、检测、生产制造等环节设备有望随之放量。随着折叠屏手机的接连发布，OLED 用量大幅上涨，柔

性、可折叠 OLED 屏幕成为引领显示技术的潮流。相对于主流的小尺寸显示技术，OLED 制作过程复杂并且对工艺流程的要求更高。长远来看，随着国内 OLED 面板良品率持续爬升，成本逐步降低，在显示领域渗透率有望增加。

利和兴 OLED 柔性屏覆膜设备主要用于将覆盖保护膜和散热膜覆盖于 3D 曲面的 OLED 柔性面板上。公司在材料选型、结构优化、装配工艺等方面进行挖掘和整合，掌握了超长辊轴受力变形控制技术，实现了 3D 曲面 OLED 柔性面板覆膜技术的产业化，该技术能够覆盖 5.5 英寸-15.6 英寸范围的 OLED 柔性屏，并率先应用在知名面板厂商公司 8 英寸 OLED 屏产品的制造过程，帮助国内知名智能手机生产商顺利实现折叠屏手机量产，协助其成为第一款量产的国产折叠屏手机厂商。

根据**联得装备**投资者关系活动记录表（2023.12.7-12.8），公司为生产折叠屏的厂商提供屏幕生产制造设备，主要有绑定设备、贴合设备、覆膜设备、检测设备及组装设备。公司在折叠屏的绑定技术和贴合技术处于技术领先地位，已同华为开展了广泛合作，主要包含屏幕制造及整机组装智能化装备。同时，公司拥有众多优质头部客户资源，与包括大陆汽车电子、博世、京东方、维信诺、深天马、德赛西威、华星光电、苹果、富士康、夏普、业成、蓝思科技、惠科等国内外众多知名显示领域制造商建立了良好的紧密的合作关系。

强瑞技术折叠屏老化测试设备主要用于检测折叠屏手机的屏幕使用寿命，根据强瑞科技招股说明书，2020 年公司向华为销售了 41 台折叠屏老化测试设备，制造成本较高，单价为 7.5 万元/台。

创世纪主要从事金属切削数控机床的研发、生产及销售，对于 CNC 加工来说，手机折叠屏、平面屏或曲面屏只是外观、结构的不同，对数控机床选型上没有区别，创世纪拳头产品钻攻机都能满足加工需求且已广泛应用。

表 5：主要上市公司与折叠屏手机屏幕相关的设备简介

上市公司	产品名称	详细介绍
利和兴	OLED 柔性屏覆膜设备	<p>主要用途： 在 OLED 柔性屏的表面覆盖一层保护膜、散热膜</p> <p>产品特点： 1、采用超长轴形变控制技术，利用覆膜头机构可实现覆膜力度精准控制，解决了 OLED 柔性屏 3D 曲面覆膜困难问题，保证了 3D 曲面覆膜品质； 2、创新性地解决材料选型、结构优化、装配工艺等问题，解决了 3D 曲面屏圆弧角覆膜的工艺；采用超长轴形变控制技术，解决了针对 8-15.6 英寸 OLED 柔性屏覆膜时辊轴受力变形的情况，利用覆膜头机构支撑 6 毫米直径的滚辊，精准控制覆膜力度；</p>

上市公司	产品名称	详细介绍
		3、视觉定位精度高,其中 3D 曲面覆膜精度 $\pm 0.15\text{mm}$, 2D 覆膜精度 $\pm 0.1\text{mm}$, 覆盖 5.5 英寸-15.6 英寸范围的 OLED 柔性屏, 实现对韩国先进技术的追赶, 提升国内 OLED 柔性屏 3D 曲面覆膜相关技术。
联得装备	半导体显示自动化模组设备	运用于平板显示面板中后段模组组装工序, 主要是 TFT-LCD、OLED、Mini LED, Micro LED 显示模组, 以及触摸屏等相关零组件的模组工序生产过程。借助模组组装设备生产的平板显示器件及相关零组件, 是包括 VR/AR、智能手机、移动电脑、平板电视、液晶显示器、汽车电子在内的新兴消费类电子产品和其他需要显示功能的终端产品中不可或缺的组成部分。
强瑞技术	折叠屏老化测试设备	用于检测折叠屏手机的屏幕使用寿命
创世纪	高速钻铣攻牙加工中心系列	机械结构优异, 整体刚度高, 整机振动小; 具备高速度、高精度、高效率、高表面光洁度、高速攻牙、高速换刀(最快仅需 1 秒)等优势; 可实现快速铣削、钻削、镗削、铰削和攻丝等多种加工功能。主要应用于 3C 消费电子领域金属结构件(如不锈钢、钛合金、铝合金等)、非金属结构件(如铝塑材料、工程塑料、高分子合成材料等)的精密加工。

资料来源: 利和兴 2023 年半年度报告、联得装备 2023 年半年度报告、强瑞科技招股说明书、创世纪招股说明书, 山西证券研究所

4.4 铰链组装良率亟待提升, 重点利好组装检测设备

折叠屏手机的铰链是支撑柔性屏幕、控制旋转幅度、实现手机形态变化的重要机械“关节”, 关系到屏幕折痕深浅、轻薄程度等与消费者体验最相关的问题, 直接影响消费者购买手机的意愿。转轴铰链支撑折叠功能, 是折叠屏手机的关键部件, 在折叠屏手机中辅助屏幕完成展开或收纳。相较于笔记本电脑的轴承技术, 折叠屏手机转轴铰链对精密度、耐用性、强度、轻薄度的要求更高, 技术难度更高。铰链需要完成精密限位、阻尼保护以及多次开合等功能, 是实现稳定、可靠的折叠屏产品的关键。转轴铰链支撑折叠功能, 是折叠屏手机的关键部件, 在折叠屏手机中辅助屏幕完成展开或收纳。相较于笔记本电脑的轴承技术, 折叠屏手机转轴铰链对精密度、耐用性、强度、轻薄度的要求更高, 技术难度更高。

TrendForce 预计 2023 年折叠屏手机铰链市场产值逾 5 亿美元, 目前主要份额被海外供应商占据。根据 TrendForce 集邦咨询分析报告, 随着折叠手机市场渗透率提升, 预估 2023 年铰链市场产值可逾 5 亿美元, 年增 14.6%。依照折叠手机 2022 年品牌市占率来看, 采用 U 型铰链的三星市占率最高约 82%, 而三星大部分可折叠手机铰链均由 KH Vatech、S-connect 等供货商提供, 同步积极导入其他厂商实现供应链多元化降低成本。水滴型则是其他品牌厂采用, 市占率合计近 20%, 铰链由安费诺、奇鋹等厂商提供。

表 6：主流手机品牌最新折叠屏机型铰链介绍

品牌	铰链名称	材料应用情况
华为	双旋水滴铰链	纤维复合性材料+高强度钢
荣耀	鲁班钛金铰链	盾构钢+钛合金
OPPO	超韧精工拟锥铰链	纤维复合性材料+超韧合金
VIVO	超耐久轻量铰链	纤维复合性材料+航空钢
小米	龙骨连杆转轴	高耐磨陶瓷钢材料+超级钢

资料来源：艾瑞咨询公众号，山西证券研究所

折叠屏铰链对结构件的强度、厚度和精度超过传统工艺极致的要求，因此制造工艺十分复杂，其中，MIM（金属注射成型技术）和液态金属工艺是实现高性能铰链的关键加工技术。应用于折叠屏智能手机上的铰链不仅需具备至少 10 万次以上的开合寿命，同时还需具备重量轻、尺寸小和稳定性强等特点。目前不锈钢和铝合金的 CNC 成型工艺难以满足铰链对材料性能、尺寸精度和综合成本的要求。MIM 工艺在制备几何形状复杂、精度要求高、组织结构均匀、性能优异的近净成形零部件方面具有独特的优势，已逐步进入苹果等主流消费电子企业产业链。与传统零件加工工艺比较，MIM 工艺在零件密度、拉伸强度、表面光洁度、微小化能力、薄壁能力、复杂程度、设计自由度、批量生产能力、适应材质范围、供货能力等多方面都极具明显的优势。液态金属作为折叠屏手机铰链的关键部件材料，具有高强度、良好成型性和高尺寸精度的特性，能够达到铰链结构件对于厚度、强度和精度的要求，同时由于液态金属本身卓越的弹性变形能力，使产品的疲劳性能远远好于其他材料，因此更适合用来制造折叠屏手机铰链。华为推出的首台折叠机 MateXS 就将锆基液态金属作为铰链材质应用于折叠屏手机，实现了无缝折叠，又保证了展开后屏幕的平整。

折叠屏手机铰链的核心技术难点主要在于设计方案、组装良率等。根据科创板日报，折叠屏铰链需要多个金属零部件组装而成，涉及连接、走线、散热等上百个精密元件，此前 vivo 执行副总裁胡柏山曾公开表示，vivo X Fold 折叠屏手机仅铰链就有 174 个零件，整部手机有 400 多个零件。根据精研科技调研活动信息（2021.12.13），折叠屏手机的转轴，设计方案很重要，零件数量很多，堆叠起来有比较大的挑战，作为整体供应商需要花很多精力做结构设计，而且因整个产品也十分复杂，生产精度要求很高，所以设计方案是首先要面临的问题。此外，组装的良率也是难点，从零部件到组件是一个跨越，需要将组装的良率控制好，如果良率低，则损耗就会大，就会影响盈利能力，所以控制良率非常关键且需具有一定的技术含量。目前手机品牌大多只参与铰链设计，组装环节则会交给代工厂。

铰链的良率水平中位数目前仅在 50%-60%，成为折叠屏组装环节的核心难点及门槛，组装良率与铰链本身设计的复杂程度、MIM 件的良率有关，根据精研科技投资者关系活动记录表（2022.5.18-5.20），公司了解到市面上一般做得好的会有 70%以上的良率水平，少数能达到 80%，一般的良率水平在 50-60%，差一点的可能在 40-50%。低良率的主要原因包括两方面，首先，折叠屏铰链的设计复杂，空间有限，且零件数量较多，需要供应商能够配合客户做好相应的设变、及设变后的验证等程序；另一方面，铰链越来越复杂，其对于 MIM 零件的精度、一致性的要求也越来越高，最终 MIM 件的良率将在一定程度上影响组装的良率。目前一些品牌客户的铰链设计方案复杂性很高，所以各品牌之间的铰链组装良率也会有差异，并不完全取决于铰链的供应商。一般水滴屏铰链会高于 U 型铰链的价值量，左右折方案会高于上下折方案的价值量。

利和兴折叠屏铰链检测设备常用于测试零部件状态的铰链，但由于折叠屏的特殊性，它要求较高的精度，所以以伺服丝杆模组为代表的高精密仪器也被折叠屏检测设备广泛应用。此外，荣旗科技在 2020 年推出了适用于 MIM 金属结构件的视觉检测装备，并已成功开拓了杭州智见、精研科技等重点客户。

表 7：主要上市公司与折叠屏手机铰链相关的设备简介

上市公司	产品名称	详细介绍
利和兴	折叠屏铰链检测设备	常用于测试零部件状态的铰链
荣旗科技	MIM 件全自动智能光学多维尺寸量测设备	可用于 MIM 件的多面尺寸量测，具备不间断自动上下料技术和基于深度学习算法的模穴号智能识别功能，实现了一站式无人化智能检测及分拣，设备具有通用性强、产能高的特点。每小时产量可达 1800pcs/h，测量精度可达 3 μm，检测准确率高达 99.9%。

资料来源：利和兴投资者互动平台（2023.9.25）、每日经济新闻、荣旗科技招股说明书，山西证券研究所

5. 钛合金应用加速渗透，利好钛合金刀具、3D 打印及研磨抛光设备

2023 年以来，荣耀、苹果、小米等知名手机品牌加速导入钛合金材料，渗透率持续提高。目前钛合金在 3C 领域主要应用于智能手表表壳、智能手机中框、折叠屏手机铰链等部位，未来有望在更多品牌及产品线中得到应用。2023 年 7 月，荣耀正式发布 Magic V2 折叠屏手机，其中的铰链使用钛合金材料。2023 年 9 月，苹果公司在 iPhone15 Pro 及 iPhone15 Pro Max 系列中采用了钛金属中框构架，这是苹果公司首次将钛金属材质应用于智能手机产品线，打造出

苹果迄今为止最轻巧的 Pro 机型。2023 年 10 月，小米公司正式发布小米 14 Pro 钛金属特别版，该产品采用了钛铝中框架构。此外，钛合金也已被应用在了 OPPO 折叠屏手机，以及华为、苹果、三星智能手表表壳等产品。根据金融界报道，三星 GalaxyS24 Ultra 钛合金边框手机预计于 2024 年 1 月推出，有望成为继荣耀、苹果、小米之后的第 4 个重要品牌推出钛合金手机产品，将进一步加快钛合金在 3C 领域的导入和放量。

图 18: iPhone 15 Pro 全新钛金属材质亮相



资料来源：苹果官网，山西证券研究所

图 19: HUAWEI WATCH GT 3 Pro 钛金属版



资料来源：华为官网，山西证券研究所

图 20: OPPO Find N3 摄像头圆环采用钛合金打造



资料来源：OPPO 官网，山西证券研究所

图 21: 荣耀 Magic V2 采用鲁班钛合金铰链



资料来源：荣耀官网，山西证券研究所

钛合金在高强度、轻量化、耐腐蚀等方面具备显著优势，有助于消费电子产品的轻薄化与耐久性，因此成为最新的热门材质。随着消费电子产品轻薄化和耐久性要求的不断提高，以及对设计自由度的追求，产品部件材质变得非常关键。钛合金是一种先进的轻量化结构材料，

具有密度低于不锈钢、生物相容性好、高质感、无磁、不过敏、耐腐蚀性优良、比强度高、透声性好以及良好的金属质感等优点，同时象征着高端大气等身份特征，逐渐成为消费电子产品所青睐的材料之一。目前消费电子产品一般采用不锈钢（重量大）和铝合金（硬度低），相比不锈钢和铝合金等材质，钛合金能够更好地兼具坚固和轻薄的特点，从而降低手机的厚度和重量，并提高强度。

然而，由于钛合金制品的加工难度大、良率低、生产成本居高不下，当前制约了钛材料在 3C 领域的大规模应用。钛合金材料的机械加工性能差，影响了该材料的广泛使用，钛合金在加工性能方面的缺点包括硬度高、塑性低、导热系数低、弹性变形大、弹性模量低和化学活性高等。具体来说，钛合金由于热传导率低，加工硬化现象明显，常规的机加工方法加工难度大、加工效率低、且相关加工设备昂贵。此外，产品的不规则、多孔等复杂形状，也进一步增加了加工成本。

5.1 钛合金刀具量价空间广阔

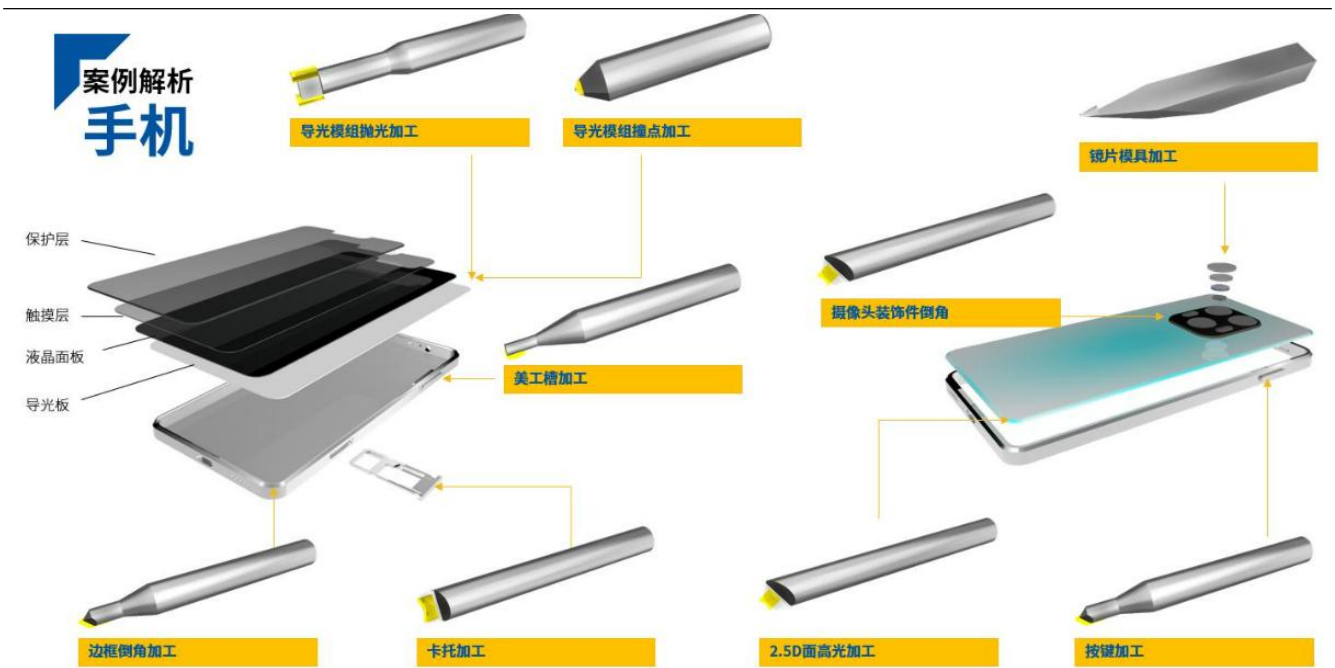
目前钛合金结构件的主流加工方式为 CNC，由于钛合金的热传导率低、加工硬化严重、与刀具的亲合性高、塑性变形小，所以在加工钛合金时，需要选择专用的钛合金刀具才能保证加工效率。根据《刀具界》杂志资料显示，加工钛合金的影响因素有：（1）变形系数小：切屑在前刀面上滑动摩擦路程增大，加速刀具磨损。（2）切削温度高：钛合金的导热系数小，切削时产生的热不易传出。（3）刀具易磨损：毛坯经过冲压、锻造、热轧等方法加工后，形成硬而脆的不均匀外皮，极易造成崩刃现象。由于钛合金存在的难加工特性，数控刀具需要通过优化涂层以及提升产品结构以拥有更强的耐高温属性，其中涂层技术主要依托于技术积累，产品结构提升则依托于产品设计能力以及优质工具磨床（瓦尔特、罗曼蒂克、牧野等）。

从价的角度来说，由于钛合金加工刀具的成本结构不同，售价相较于不锈钢加工刀具或铝合金加工刀具都会较高一些。钛合金材料与铝合金材料差异较大，主要体现在材料匹配、涂层应用及结构设计上的不同，铝合金加工刀具一般不需要涂层或使用 DLC 或 TAC 涂层，而钛合金加工刀具为提升刀具的使用寿命，是以 PVD 涂层为主；其次，二者在结构设计上也有较大差异，铝合金加工刀具要求比较锋利一些，采用较大前后角设计。而钛合金加工刀具是要求零前角或者负前角，对刀具的材料要求也不同。

从量的角度来说，相比于传统铝合金来说，加工钛合金材料对刀具的损耗更大，随着钛合金材料未来在手机中框的应用趋势增加，预计对钛合金刀具的需求量也会相应增长。目前

钛合金制品加工大部分采用切削磨削加工技术，存在良率低、耗时长、加工成本高等难点。根据创世纪投资者关系活动记录表（2023.11.1），钛合金手机中框的整体良率约为 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，两方面因素叠加，导致设备需求量也显著加大。根据《科创板日报》公开资料，钛合金加工的刀具消费量约是不锈钢的 2 倍，铝合金的 5 倍。钛合金手机中框的应用将使刀具消费明显增加，2024 年有望迎来一个新的消费高峰期。

图 22：3C 刀具在手机加工中的应用情况



资料来源：鑫金泉官网，山西证券研究所

根据鼎泰高科投资者关系活动记录表（2023.10.26-11.29），公司在钛合金加工刀具方面已有相应的技术储备，并与需求客户保持着良好的供应关系。

根据沃尔德投资者关系活动记录表（2024.1.2-1.4），子公司鑫金泉 2021 年开始研发钛合金加工用的 3C 刀具，2022 年用于某国际品牌高端智能手表的钛合金表壳加工，2023 年用于手机钛合金中框等机构件的加工。目前鑫金泉对钛包铝和钛合金材料的加工能够提供完整解决方案，针对纯钛材料和 3D 打印钛材料的加工刀具也有相应技术储备，正在为客户提供解决方案。

5.2 3D 打印及后处理市场初具规模

消费电子类产品具有生产结构复杂、多种类、小批量的特点，由于 3D 打印不需要开模具，

因此在生产定制化或者小批量的产品时会比较灵活、有成本优势。3D 打印设备目前在消费电子行业的应用主要集中在产品设计和开发环节。消费品行业具有产品生命周期短，更新换代快的特性，需要持续不断的开发和投入。借助 3D 打印的优势，可以缩短产品开发周期，大幅削减设计成本，现有的 3D 打印技术可以实现各种复杂设计的模型制作，赋予设计师更多的自由，产品设计水平大幅提升。另外，3D 打印已经在一定程度上解决了消费品行业产品定制化大规模应用的问题。

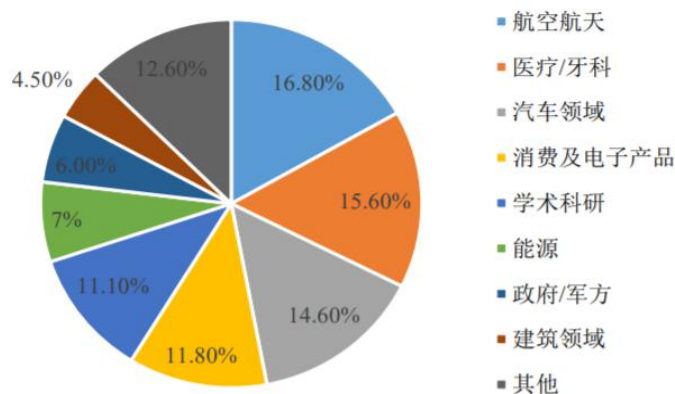
表 8：3C 及消费品领域增材制造技术优势

优势	具体内容
降低成本	降低材料报废率，减少人工投入，降低制造成本
突破复杂结构成形	复杂结构一体成形，为设计师插上想象力的翅膀
个性化定制	实现小批量个性化定制，更具有创新性
提高生产效率	缩短研制周期，节约成本，零件品质稳定优异

资料来源：华曙高科官网，山西证券研究所

目前，消费电子是增材制造的第四大下游行业。根据 Wohlers Report 2022 报告显示，2021 年增材制造主要应用于航空航天、汽车、消费及电子产品、医疗/牙科、学术科研等领域，其中，在消费及电子产品领域的应用占比达到 11.80%。

图 23：2021 年增材制造主要应用下游及占比情况



资料来源：Wohlers Report 2022 报告、华曙高科招股说明书，山西证券研究所

3D 打印钛合金开始不断在苹果、荣耀等产品中有应用。其中，荣耀 Magic V2 是钛合金 3D 打印技术在 3C 领域的首次规模化应用。2023 年 7 月 12 日，荣耀正式发布折叠屏手机 Magic V2，MagicV2 铰链的轴盖便采用 3D 金属打印工艺，是 3C 行业第一次大规模应用钛合金 3D

打印技术的产品，该技术应用于卷轴器件可提升材料强度 150%，并使手机闭合态厚度首次降至 10mm 以内。此外，Apple Watch Series9 的表壳采用不锈钢粘结剂喷射（Binder Jetting）金属 3D 打印；Apple Watch Ultra 的数字表冠、侧按钮和一些其他操作按钮使用钛合金粉末床激光熔融（L-PBF）金属 3D 打印生产。

图 24：荣耀 Magic V2 鲁班钛金铰链



资料来源：荣耀官网，山西证券研究所

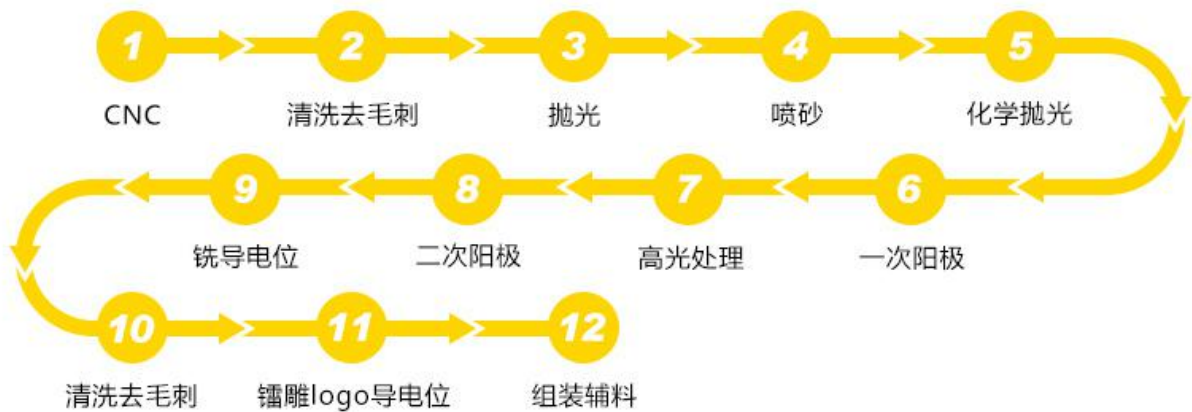
由于钛合金 3D 打印技术成本较高，短期内或限制渗透率的快速提升。但未来随着量产进一步规模化、良率进一步提高，有望带来边际成本的下降。根据界面新闻报道，目前荣耀 MagicV2 的钛合金轴盖材料成本约为 30 元，加工成本却高达 10 倍（约 200-300 元），是目前折叠屏结构件中最昂贵的模块。虽然早在四十年前 3D 打印技术就已经诞生，但由于钛合金材料成本及生产成本高昂，至今其最大的应用领域主要还是集中在航空航天、牙科等价格非敏感的领域。

目前比较成熟的钛合金 3D 打印工艺，主要是 SLM 技术，国内包括铂力特、华曙高科、易加三维、汉邦科技等金属 3D 打印厂商的设备，都已经相对比较成熟，部分厂商已经通过了苹果代工厂（富士康、立讯精密等）对 3D 打印钛合金手机或者手表零件的验证，质量和精度已经满足要求，设备已进厂测试。

为了提高工件精度及光洁度，钛合金材料在经过 CNC 切削磨削或 3D 金属打印等粗加工工艺后，还需要抛光打磨，未来对钻攻中心、磨床、研磨抛光产品等后处理设备的需求将同步提升。消费电子产品结构件经过锻压、压铸、注塑、CNC 或 3D 打印加工环节后，通常表面

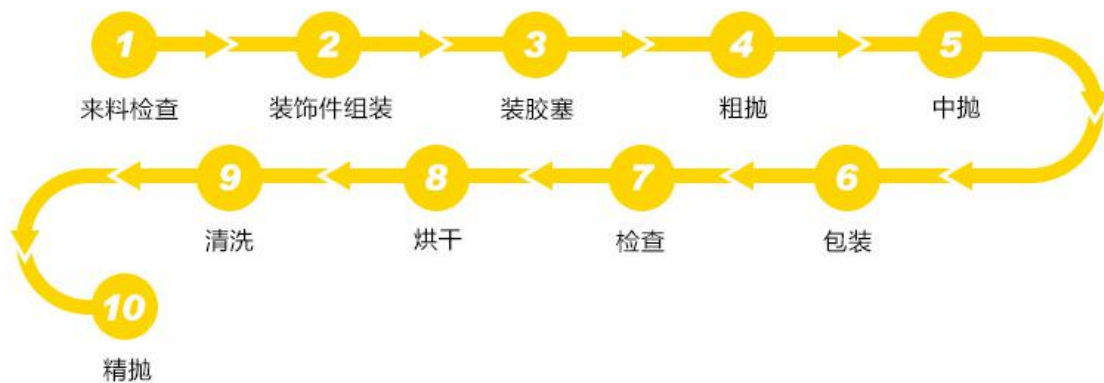
粗糙，还需要经过一系列处理才能达到炫彩的外观，如精加工、研磨抛光、热处理等，特别是在手机外观结构件加工中，玻璃、陶瓷、金属等组件的精密加工是其必不可少的重要环节。以苹果为代表的高端手机外壳的精密打磨抛光，在技术指标、精度和美观等方面要求更高，因此也需要高端的研磨抛光设备。

图 25：电子产品（手机底壳）成型作业流程



资料来源：东莞金太阳官网，山西证券研究所

图 26：打磨抛光作业流程



资料来源：东莞金太阳官网，山西证券研究所

根据界面新闻报道，荣耀 Magic V2 钛合金铰链轴盖的 3D 打印毛坯件由铂力特生产，接着由金太阳进行研磨和抛光，最后交由瑞声进行组装。而对于钛合金轴盖生产加工来说，最难的环节就在于研磨和抛光，其中，钛合金 3D 打印成本为 20-30 多元，但研磨抛光成本达到了

200-300 元。

表 9：主要上市公司与钛合金 3D 打印及后处理相关的设备简介

上市公司	产品类型	相关业务
铂力特	3D 打印	公司为客户提供金属增材制造全套解决方案，业务涵盖金属 3D 打印设备的研发及生产、金属 3D 打印定制化产品制造、金属 3D 打印原材料的研发及生产等。 荣耀 MagicV2 合金铰链轴盖的 3D 打印毛坯件由铂力特生产
华曙高科	3D 打印	公司金属 3D 打印设备可以用于多种应用场景的钛合金材料打印
金太阳	研磨抛光耗材、CNC	抛光耗材方面，已研发并量产用于钛合金产品研磨抛光的新产品 设备方面，开发了应用于 3C 消费电子各类结构件研磨抛光及拉丝的五轴数控机床，如钛合金 AT 面磨抛设备、多功能平面拉丝设备等
宇环数控	CNC	2023 年，公司与捷普成都签署了累计 2.53 亿元的加工设备合同，主要参与手机中框的外观镜面抛光和拉丝等工序。
创世纪	CNC	公司金属切削数控机床具有 3C 行业钛合金材料加工工艺技术能力。
鼎泰高科	数控刀具	公司在钛合金加工刀具方面已有相应的技术储备，并与需求客户保持着良好的供应关系。
沃尔德	数控刀具	子公司鑫金泉 2021 年开始研发钛合金加工用的 3C 刀具，2022 年用于某国际品牌高端智能手表的钛合金表壳加工，2023 年用于手机钛合金中框等机构件的加工。目前鑫金泉对钛包铝和钛合金材料的加工能够提供完整解决方案，针对纯钛材料和 3D 打印钛材料的加工刀具也有相应技术储备。

资料来源：铂力特 2023 年半年报、界面新闻、华曙高科投资者问答（2023.11.9）、金太阳调研活动信息（2023.11.9）、宇环数控投资者调研纪要（2023.12.19）、创世纪投资者问答（2023.7.19）、鼎泰高科投资者关系活动记录表（2023.11.29）、沃尔德投资者关系活动记录表（2024.1.2-1.4），山西证券研究所

6. 行业投资建议：重点推荐折叠屏、钛合金赛道，兼具规模及高成长属性

受益于下游 3C 大客户频繁推出新产品、积极推广新材料应用，以及国产设备商不断从新材料和新工艺两个维度升级精密制造能力，3C 自动化设备有望迎来历史新机遇，我们看好 2024 年消费电子行业迎来底部复苏、周期反转。

细分赛道方面，我们重点推荐兼具规模及高成长属性的折叠屏、钛合金领域，折叠屏技术更新迭代、钛合金材质和加工工艺升级带来的设备增量需求空间广阔。在制造端，钛合金材料与 3D 打印、CNC（数控机床加工）工艺的融合有望成为消费电子发展的新方向。

个股方面，我们建议关注：（1）组装检测设备：利和兴、联得装备、荣旗科技；（2）3C 刀具：鼎泰高科、沃尔德；（3）CNC：创世纪、宇环数控；（4）3D 打印及后处理：金太阳、铂力特、华曙高科。

7. 风险提示

宏观经济和行业景气度波动风险

受到全球局势变化等因素影响，国内宏观经济不确定性增强，3C 等下游部分制造业景气度受到较大程度的影响，由此带来设备制造商下游客户固定资产投资增速放缓的可能性，进而导致设备制造商产品需求和订单下滑。

电子制造行业与宏观经济息息相关，当前全球通胀高企、货币政策收紧、地缘政治冲突升级、债务危机等多因素叠加使得全球经济及供应链体系饱受冲击。宏观环境的不利因素对居民收入、购买力及消费意愿产生负面影响。若负面影响长时间存在，将给行业带来一定的冲击和挑战。

消费电子市场需求变化较快的风险

对于 3C 自动化设备制造商来说，客户的产品在技术和材料方面不断更新和升级，因此，为保证市场份额和竞争力，设备制造商需紧密跟随客户需求和产品技术路线，提前进行研发设计及建设厂房、购买设备和储备人员等生产准备工作。如果以上公司的技术及生产能力无法满足客户新产品的要求或客户临时变更、延缓或暂停新产品技术路线，将对其业绩产生不利影响。如果未来公司的研究开发能力、生产管理能力和产品品质不能持续满足下游市场的要求或者公司的主要客户在市场竞争中处于不利地位，其产品的市场需求将会出现萎缩，产品价格和销售量将会下降，进而对其业绩产生不利影响。

终端产品需求增长不及预期的风险

电子工业自动化精密装备的市场需求与行业下游的产品换代、产线升级需求紧密相关。随着终端客户对消费电子、5G 通信设备、显示照明及汽车电子等下游市场电子产品的升级换代需求进一步提高，自动化精密设备的市场需求有望持续增长。若未来消费电子、5G 通信设备、显示照明及汽车电子等终端市场产品升级换代周期不及预期，导致下游厂商设备更新速度减慢，电子工业领域自动化精密设备的需求增长也将放缓，将对设备制造商生产经营产生不利影响。

技术未能形成产品或实现产业化的风险

设备制造商面向的下游行业发展变化和市场培育存在一定的不确定性，新技术、新产品的研发具有一定的前瞻性、先导性，如果设备制造商对产品发展趋势和技术发展路径的判断存在偏差，导致出现研发方向与成果不被市场接受的情形，设备制造商将面临技术无法形成产品，

研发投入无法转化为经营成果的风险，从而对设备制造商的业绩持续增长造成负面影响。

美国对华为实施制裁的风险

一方面，伴随着中美贸易摩擦，美国对公司核心客户华为的智能手机业务先后采取了一系列制裁措施，包括限制华为为智能手机使用安卓系统及部分应用软件、限制运用美国相关专利技术的企业或厂商为华为提供芯片代工服务或向华为销售 5G 芯片等，美国对华为的制裁措施会导致华为智能手机的销量出现下滑，极端情况下甚至可能导致华为 5G 智能手机业务的持续经营能力面临重大不确定性，进而可能间接导致 3C 设备行业来自华为的收入增长不及预期，甚至出现收入大幅下滑的情形；另一方面，3C 设备行业的终端客户以智能手机品牌商为主，下游客户的智能手机等产品销售范围遍布全球，中美贸易摩擦可能导致下游客户的产品销量出现一定幅度下滑；第三方面，中美贸易摩擦对于开拓美国客户（苹果、谷歌等客户）也可能产生一定的不利影响。

全球产业转移风险

由于国内人力红利比较优势逐渐消退，东南亚国家的产业配套渐趋成熟，全球电子制造业出现向越南、印度、泰国等国家进行多地产能布局的态势。在贸易摩擦、全球产业转移的背景下，如设备制造商无法持续维系现有客户关系或及时调整产业布局，将可能会对设备制造商发展造成不利影响。

人才流失风险

设备制造商的技术和产品的研发在很大程度上依赖于专业技术人才，拥有稳定、高素质的技术人才队伍对设备制造商未来的发展至关重要。随着行业竞争日趋激烈，如果设备制造商未来不能在薪酬福利、内部晋升、个人成长等方面为相关人才持续提供具有竞争力的发展平台，可能会造成技术人才队伍的不稳定，从而对设备制造商的生产经营造成一定影响。

原材料价格波动的风险

全球经济环境变化及通货膨胀加剧，或将导致包括芯片在内的众多原材料价格波动、交付周期延长。原材料价格的上涨、交付周期的延长会对设备制造商的生产成本产生直接的不利影响，有可能带来设备制造商毛利率水平和利润水平下滑的风险。

分析师承诺：

本人已在中国证券业协会登记为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人对证券研究报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规，研究方法专业审慎，分析结论具有合理依据。本报告清晰地反映本人的研究观点。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直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位或执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

投资评级的说明：

以报告发布日后的 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。

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见的结果的重大不确定事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。（新股覆盖、新三板覆盖报告及转债报告默认无评级）

评级体系：

——公司评级

- 买入： 预计涨幅领先相对基准指数 15%以上；
- 增持： 预计涨幅领先相对基准指数介于 5%-15%之间；
- 中性： 预计涨幅领先相对基准指数介于-5%-5%之间；
- 减持： 预计涨幅落后相对基准指数介于-5%- -15%之间；
- 卖出： 预计涨幅落后相对基准指数-15%以上。

——行业评级

- 领先大市： 预计涨幅超越相对基准指数 10%以上；
- 同步大市： 预计涨幅相对基准指数介于-10%-10%之间；
- 落后大市： 预计涨幅落后相对基准指数-10%以上。

——风险评级

- A： 预计波动率小于等于相对基准指数；
- B： 预计波动率大于相对基准指数。

免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“公司”)具备证券投资咨询业务资格。本报告是基于公司认为可靠的已公开信息，但公司不保证该等信息的准确性和完整性。入市有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，公司不对任何人因使用本报告中的任何内容引致的损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映发布当日的判断。在不同时期，公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。客户应当考虑到公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。公司在知晓范围内履行披露义务。本报告版权归公司所有。公司对本报告保留一切权利。未经公司事先书面授权，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，或以任何侵犯公司版权的其他方式使用。否则，公司将保留随时追究其法律责任的权利。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此声明，禁止公司员工将公司证券研究报告私自提供给未经公司授权的任何媒体或机构；禁止任何媒体或机构未经授权私自刊载或转发公司证券研究报告。刊载或转发公司证券研究报告的授权必须通过签署协议约定，且明确由被授权机构承担相关刊载或者转发责任。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此提示公司证券研究业务客户不得将公司证券研究报告转发给他人，提示公司证券研究业务客户及公众投资者慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

依据《证券期货经营机构及其工作人员廉洁从业规定》和《证券经营机构及其工作人员廉洁从业实施细则》规定特此告知公司证券研究业务客户遵守廉洁从业规定。

山西证券研究所：

上海

上海市浦东新区滨江大道 5159 号陆家嘴滨江中心 N5 座 3 楼

太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层
电话：0351-8686981
<http://www.i618.com.cn>

深圳

广东省深圳市福田区林创路新一代产业园 5 栋 17 层

北京

北京市丰台区金泽西路 2 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 A 座 25 层

