机械设备

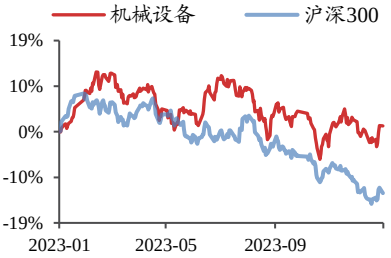
2024 年 01 月 03 日

工业母机：高端加速突破，产业未来可期

——行业深度报告

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《关注特斯拉机器人新方向:线束和标准化充电接口—行业周报》-2024.1.1

《核电核准数量维持高位，可控核聚变产业化加速—行业点评报告》-2024.1.1

《直击 2023 日本国际机器人展，关注小型化、轻量化、传感器等方向—行业周报》-2023.12.24

孟鹏飞（分析师）
mengpengfei@kysec.cn
证书编号：S0790522060001

熊亚威（分析师）
xiongyawei@kysec.cn
证书编号：S0790522080004

● **机床行业恰逢高端突破机遇，顺周期强者恒强、静待反弹**

我国机床产量产值世界第一，但高端国产化率不足 10%，大而不强。近年来在制造升级、自主可控及政策设计的推动下，行业迎来高端突破机遇；关键在以核心零部件为代表的产业链配套环节，及以五轴联动机床、精密磨床为代表的高端产品环节。此外，我国机床下游景气度震荡磨底，龙头企业韧性彰显、强者恒强。未来顺周期复苏后，机床设备作为产线基础，有望首先迎接反弹。

● **核心零部件：工业母机高端突破的重中之重，国产替代如火如荼**

核心零部件按重要性和技术壁垒排序，依次为数控系统、编码器和光栅尺、滚珠丝杠、主轴等。（1）数控系统：高档数控系统约占机床成本的 20%-40%，利润高、粘性强。我国主流高端数控系统来自德日，国产化率不足 10%，华中数控等厂商正奋起追赶。**（2）编码器、光栅尺：**五轴联动机床一般配备 2 个编码器+3 个光栅尺。我国编码器外资市占率 40%+，光栅尺被海外垄断。国内具有编码器量产和高端光栅尺供货能力的厂商主要为奥普光电。**（3）滚珠丝杠：**2023 年我国机床用滚珠丝杠市场空间约 97 亿元，2030 年有望增长至 190.6 亿元。量产厂商稀少，中高端机床用滚珠丝杠国产化率不足 10%。主要玩家包括秦川机床等。**（4）主轴：**我国每年主轴市场规模近百亿，存量替换空间可观。电主轴量产厂商较少，主要厂商包括昊志机电等。主轴轴承突破是电主轴国产化率提升的关键。

● **高端产品：五轴联动机床、精密磨床为整机最强 α，亟需打破海外垄断**

（1）五轴联动机床是高端制造自主可控核心资产。主要下游航空航天、汽车等，价值量、技术壁垒双高。2022 年我国五轴联动机床市场空间约 113 亿元，基本被德日企业占据，国产化率约 10%。国内具备或有望具备量产能力的厂商包括科德数控、海天精工、豪迈科技等。**（2）精密磨床是精密零部件生产主力。**下游包括高端滚珠丝杠、轴承、RV 减速器等。2020 年我国磨床市场空间约为 80 亿元，国产化率 31%。宇环数控、秦川机床等企业的磨床具备国产替代能力。

● **企业画像：关注品牌溢价、自主可控、产品出海等强 α 逻辑**

（1）品牌溢价：制造业对机床设备可靠性要求高，因此具有品牌效应的公司主要表现为利润率提升、营收跑赢行业，或深耕特定市场。**（2）自主可控：**具备核心零部件自制能力，交付刚性较强；研发投入高，具备高端突破潜能。**（3）产品出海：**东南亚、俄乌等地区机电设备需求增长明显，有望带动出海机床厂商业绩高增。**（4）管理向好：**主要体现为人效优化。

受益标的：自主可控：华中数控、奥普光电、秦川机床、昊志机电、科德数控、宇环数控、豪迈科技、拓斯达、日发精机；**顺周期：**海天精工、纽威数控；**机床辅机：**同飞股份。

● **风险提示：**国内高端机床及核心零部件突破进度不及预期；相关政策推进不及预期；下游景气修复不及预期。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

目 录

1、 工业母机：恰逢制造升级高端化机遇，需求磨底静待复苏 6
1.1、 我国机床行业大而不强，高端领域被进口垄断 6
1.2、 制造升级提振高端市场，政策设计助推产业升级 9
1.2.1、 机床为强需求导向，制造升级是驱动力 9
1.2.2、 自主可控为战略必须，政策设计助推产业升级 16
1.3、 制造业景气度震荡磨底，机床设备强者恒强、静待反弹 17
2、 知日鉴中：需求助推产量高增，核心部件力挺高端升级 19
2.1、 日本机床：需求拉动产值，核心部件助力高端突破，政策调控兜底 20
2.1.1、 汽车、军工需求强劲，提振日本机床产量、竞争力 21
2.1.2、 核心零部件给予高端市场配套支持，员工“终身制”保证代际传承 21
2.1.3、 三大法令支持产业突破，政府调控蓄力产值回升 22
2.2、 国产机床已至突破前夜，关键在核心零部件配套、高端产品突破 24
3、 产业链配套：中高端核心零部件国产率低，国内厂商奋起直追 25
3.1、 数控系统：机床最核心的“大脑”，高端国产化率低于 10% 26
3.1.1、 成本占比 20%-40%，高端数控系统国产渗透率低 26
3.1.2、 数据积累助力产品迭代，AI 赋能缩短国内外代际差 29
3.2、 编码器、光栅尺：数控机床的“眼睛”，高精度供货能力稀缺 31
3.3、 滚珠丝杠：数控机床核心传动部件，高精度量产厂商稀少 34
3.4、 主轴：电主轴为高端机床必需环节，国产替代启动 36
3.5、 转台：航空航天领域要求高，国产突破、台资逐渐退出 38
4、 高端产品：五轴联动机床、精密磨床为整机最强 α 40
4.1、 五轴联动机床：高端制造不可或缺的“卡脖子”环节，国产化率 10% 40
4.2、 精密磨床：精密零部件生产的命门，高端依赖进口 44
5、 企业画像：关注品牌溢价、自主可控、出海等强 α 逻辑 46
6、 受益标的 48
6.1、 自主可控 48
6.1.1、 华中数控：国内高端通用数控系统龙头，外资份额的有力抢占者 48
6.1.2、 奥普光电：打破绝对式封闭式光栅尺国外垄断，高精度编码器量产 48
6.1.3、 秦川机床：精密磨床老牌厂商，滚珠丝杠量产能力稀缺 49
6.1.4、 昊志机电：国内电主轴龙头，转台业务逐渐放量 50
6.1.5、 科德数控：五轴联动机床执牛耳者，核心零部件自制 50
6.1.6、 宇环数控：数控磨床隐形冠军，产品可与海外直接竞争 51
6.1.7、 豪迈科技：轮胎模具全球龙头，高端五轴数控机床打开成长空间 51
6.1.8、 拓斯达：埃弗米专注五轴机床，自主研发优势显著 52
6.1.9、 日发精机：高端轴承产线龙头，进军丝杠磨床领域 52
6.2、 顺周期 53
6.2.1、 海天精工：龙门机床龙头，品类拓展+出海打造新增长极 53
6.2.2、 纽威数控：产品布局全面，向五轴机床、自主可控发展 53
6.3、 机床辅机 54
6.3.1、 同飞股份：国产工业温控设备龙头，定位中高端领域 54
7、 风险提示 55

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图表目录

图 1: 机床按材料变形方式可主要分为金属成形机床和金属切削机床 6
图 2: 2022 年我国机床产值世界第一 6
图 3: 2022 年我国机床消费额世界第一 6
图 4: 电子、汽车、航空航天为我国机床主要下游 7
图 5: 国产机床精度保持上与国际水平差距较大 7
图 6: 我国高端机床领域基本被海外厂商垄断 8
图 7: 我国数控机床高端国产化率低 8
图 8: 我国机床数控化率不断提升 8
图 9: 机床由主体、传动系统、控制系统等构成 8
图 10: 核心零部件高端产品国产渗透率低 9
图 11: 上世纪末，日本发那科公司的数控系统产量在日本数控机床产量中占比始终在 95%上下，实际是占领了我国数控机床市场 11
图 12: 进入 20 世纪，我国机床产值快速攀升 11
图 13: 进入 20 世纪，我国机床产量快速攀升 11
图 14: 21 世纪以来，数控机床与汽车产业关联性加强 12
图 15: 2009 年以来我国 3C 产业发展加速 12
图 16: 铝合金手机边框制程需要大量配套 CNC 机床 13
图 17: 钻攻中心加工手机外壳 13
图 18: 2021-2022 年，数控系统下游中军工、新能源领域热度高 13
图 19: 苹果 iPhone15 pro 采用钛合金中框 14
图 20: 荣耀折叠 V2 采用钛合金 3D 打印工艺 14
图 21: 2022 年我国五轴加工中心销量逆势增长 15
图 22: 2022 年机床工具净利扭亏为盈 15
图 23: 2020 年以来机床工具利润水平提升 15
图 24: 2020 年以来机床工具行业研发费用持续加大 16
图 25: 制造业 PMI 指数连续震荡磨底 17
图 26: 2023 年 11 月生产指数环比降低 0.2pct 18
图 27: 2023 年 11 月新订单指数低于荣枯线 18
图 28: 2023 年 11 月制造业固定资产投资累计环比提升 18
图 29: 我国设备制造业 PPI 指数持续磨底 19
图 30: 我国工业企业利润同比好转 19
图 31: 2023 年 8 月以来我国金属切削机床产量同比向好 19
图 32: 我国金属成型机床产量同比仍处于负区间 19
图 33: 日本、德国、美国、瑞士是世界主要数控机床生产国 20
图 34: 日本机床在高速发展的 30 年中，大致受到三轮需求刺激 21
图 35: 日本靠前的机床厂商总部集中于东京和名古屋附近 22
图 36: 日本知名核心零部件厂总部多围绕东京、名古屋形成产业集群 22
图 37: 工业母机上游零部件主要包括机床主体、传动系统、数控系统、辅机及耗材 25
图 38: 核心零部件高端产品国产渗透率低 25
图 39: 工业母机领域中，最核心的是数控系统，接下来依次是编码器和光栅尺、滚柱丝杠、主轴等 26
图 40: 数控系统是机床最核心的控制部件 27
图 41: 科德数控 2018-2019 年高端数控系统毛利率超过 60% 27
图 42: 1983 年发那科数控系统税前利润率相比 1972 年提高 15pcts 27

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图 43: 2022 年国内数控系统市场规模为 135 亿元 28
图 44: 2022 年国内数控系统销量为 37.9 万台/套 28
图 45: 2022 年我国数控系统海外厂商市占率约 67% 28
图 46: 我国主流数控系统依赖国外进口 28
图 47: 国产数控机床落地在先进应用场景，推动国产数控系统高端升级 30
图 48: 误差补偿等 AI+技术有望助力数控系统技术突破 30
图 49: 编码器应用于伺服系统 31
图 50: 光栅尺是光栅线位移传感器的简称 32
图 51: 机床是光栅尺主要的应用领域 32
图 52: 未采用光栅尺，机床半闭环控制 32
图 53: 采用光栅尺，机床实现全闭环控制 32
图 54: 我国编码器市场有望稳健增长 33
图 55: 多摩川、海德汉占据我国编码器 42%的市场 33
图 56: 2022-2025 我国光栅尺市场 CAGR 有望达 13% 33
图 57: 我国光栅尺市场基本被外资垄断 33
图 58: 滚珠丝杠为常见的传动机构 34
图 59: 滚珠丝杠在是高端机床的核心传动部件 34
图 60: 我国中高端机床领域的丝杠、导轨市场基本由海外厂商占据 35
图 61: 主轴带动刀具或工件旋转 36
图 62: 电主轴省去了皮带、齿轮或联轴器的传动环节 36
图 63: 昊志机电在国内电主轴市场市占率约为 21% 38
图 64: 机床转台是机床上用于固定工件的零部件 38
图 65: 配备了第五轴转台机床又叫双转台机床 38
图 66: 2020-2025 年我国数控转台市场 CAGR 有望达 12% 39
图 67: 数控转台可分为涡轮蜗杆/凸轮滚子/谐波/DD 电机结构四种 40
图 68: 相比三轴机床，五轴联动机床具有多种优点 40
图 69: 五轴联动机床可实现复杂曲面加工（右图） 41
图 70: 五轴机床与国家高端制造、航天军工的自主可控性息息相关 41
图 71: 航空航天关键零部件加工需要使用五轴联动技术 41
图 72: 新能源 NEV 为工业母机新赛道 42
图 73: 新能源 NEV 下游包含多种零部件 42
图 74: 协会重点联系企业五轴联动机床中，立式加工中心占比最高 43
图 75: 卧式、重型龙门机床价值量大 43
图 76: 我国五轴联动机床市场主被海外企业占据 43
图 77: 轴承内外圆需要经过平面磨削、内/外径磨削、沟（滚）道磨削等工序加工 44
图 78: 轴承磨削需要端面磨床、外圆磨床、内圆磨床、无心磨床等数控机床 44
图 79: 瑞士 MZ 公司精密螺纹磨床打磨螺纹 45
图 80: 磨齿机可实现新能源车齿轮修型 45
图 81: 国产磨床与进口磨床价格差距较大 46
图 82: 关注品牌溢价、自主可控、产品出海、管理向好等强 α 逻辑 46
图 83: 具有品牌溢价的机床企业营收增速跑赢行业 47
图 84: 下游涵盖 3C、新能源、航空航天、半导体等领域 48
图 85: JFT 系列绝对式光栅尺曾荣获中国机床工具工业协会 2020 年度自主创新十佳 49
图 86: 定增项目聚焦五轴机床、核心零部件量产 50
图 87: 科德数控已实现数控系统、主轴、轴承、导轨、转台等核心零部件自制 51

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图 88: 豪迈科技五轴数控机床具备性能、价格优势 52
图 89: 龙门、立加、卧加贡献海天精工主要收入 53
图 90: 2020 年起营收规模大幅增长，盈利能力提升 53
图 91: 纽威股份产品矩阵丰富 54
图 92: 同飞股份覆盖数控装备、电力电子领域，向储能温控设备延伸 54

表 1: 本土机床企业规模较小，距国际厂商有量级差距 9
表 2: 机床“十八罗汉”形成 10
表 3: 钛合金中框相较铝合金加工难度大、良率低 14
表 4: 高端制造顶层设计叠加资金支持，工业母机产业深化赋能 16
表 5: 日本机床历经 30 年发展，产值跃升世界第一 20
表 6: 日本涌现出世界级零部件企业 22
表 7: 日本推出三大法令加速机床发展 23
表 8: 核心零部件、高端产品为高端机床突围关键 24
表 9: 国产零部件技术水平较海外厂商有一定差距 26
表 10: 国产企业自主研发数控系统 28
表 11: 高端数控系统技术壁垒主要在伺服电机、应用级前沿控制技术及可靠性等方面 29
表 12: 光栅编码器广泛应用于数控机床主轴、刀架、伺服系统等位置 31
表 13: 高端精密机床需要配置编码器+光栅尺 32
表 14: 绝对式光栅尺不需要“回零”，更适合多轴数控机床 33
表 15: 2023 年我国机床用滚珠丝杠市场空间约 97 亿元，2030 年有望增长至 190.6 亿元 35
表 16: 电主轴替代机械主轴大势所趋 37
表 17: 我国每年主轴市场规模近百亿 37
表 18: 数控转台可分为凸轮滚子结构、涡轮蜗杆结构、谐波结构、DD 电机结构四种 39
表 19: 2020 年协会重点联系企业五轴联动机床全品类销售均价约为 186.6 万元/台 42
表 20: 2022 年我国五轴联动机床市场空间约为 113.3 亿元 43
表 21: 精密磨床主要用于轴承、减速器、丝杠等机床、机器人核心零部件打磨 44
表 22: 2020 年我国磨床市场空间约为 80 亿元 45
表 23: 国产机床厂商实现部分核心零部件自制 47
表 24: 建议关注自主可控、顺周期及机床辅机领域 55

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

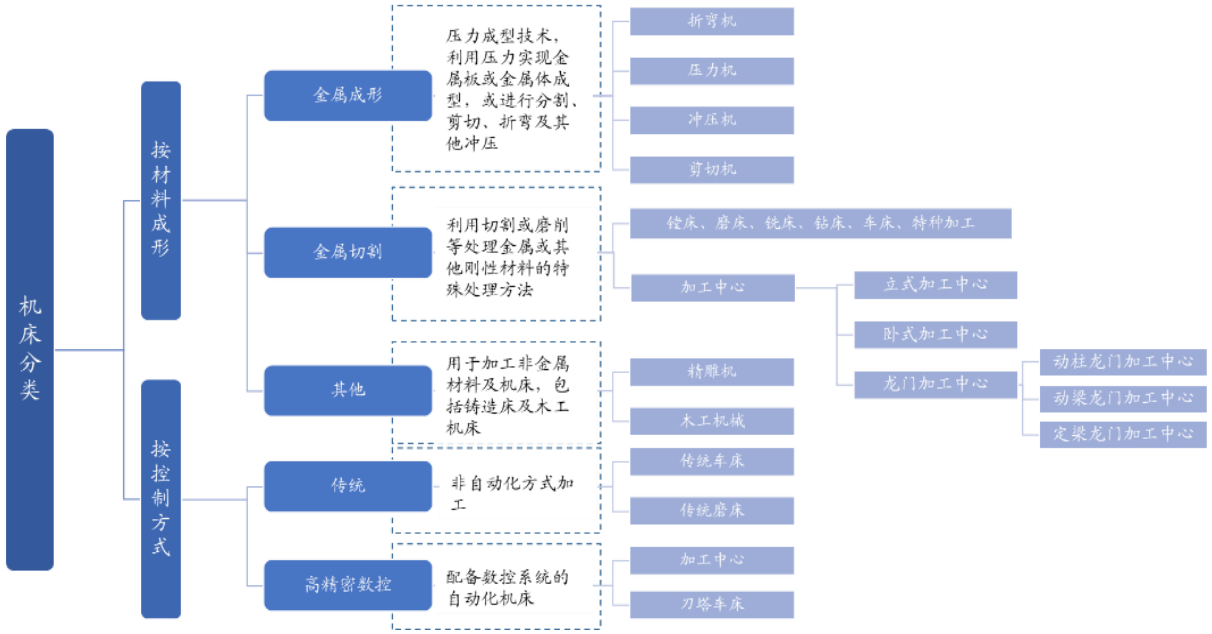
1、 工业母机：恰逢制造升级高端化机遇，需求磨底静待复苏

1.1、 我国机床行业大而不强，高端领域被进口垄断

机床是指制造机器的机器，亦称工业母机或工具机。按材料变形方式分，机床可分为金属成型机床和金属切削机床。切削机床中，又可按加工方式分成车、铣、刨、磨、镗、拉、钻、齿轮加工等多种类型。在高精密数控领域，卧式加工中心、立式加工中心、五轴联动机床等多种类别。

数控机床是装有程序系统的自动化机床，精密度及柔性比传统机床更高。**其作为典型的机电一体化产品，能够体现一个国家的制造业发达程度。**

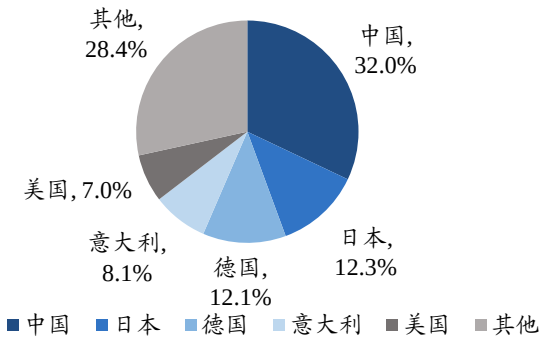
图1：机床按材料变形方式可主要分为金属成形机床和金属切削机床



资料来源：华经产业研究院、开源证券研究所

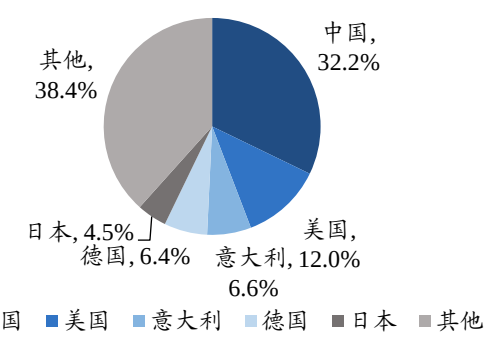
我国为机床大国，机床行业消费量世界第一。根据德国机床制造商协会数据，2022 年我国机床产值约 1818 亿元，世界占比 32.0%；机床消费额约 1839.2 亿元，世界占比 32.2%；机床产值、销售额均为世界第一。

图2：2022 年我国机床产值世界第一



数据来源：德国机床制造商协会、开源证券研究所

图3：2022 年我国机床消费额世界第一

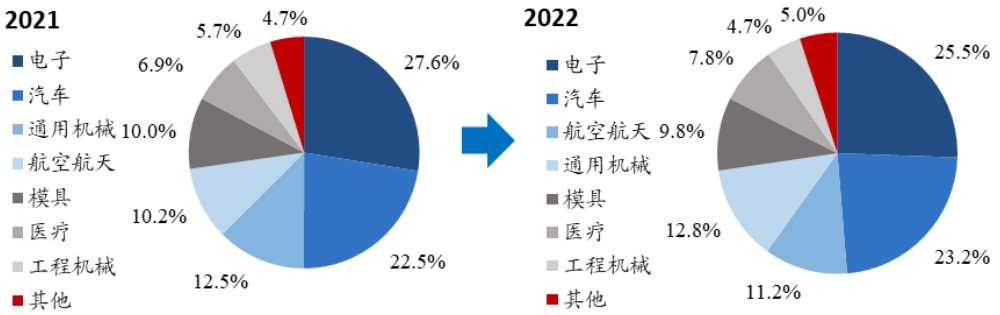


数据来源：德国机床制造商协会、开源证券研究所

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

电子、汽车、航空航天为机床主要下游。 2022 年，我国电子、汽车、航空航天、模具在工业母机下游中占比分别达 25.5%/23.2%/11.2%和 9.8%。其中，电子行业设备更新周期快，需求分散，2022 年依赖逐渐疲软，但有望随新一轮苹果周期复苏；新能源板块的风电、光伏以及航空航天、军工等战略性产业发展态势较好；医疗等平行产业处在大的产品形态和加工装备升级周期中，模具等中间产业受下游需求带动（如新能源车等），总体占比稳定。

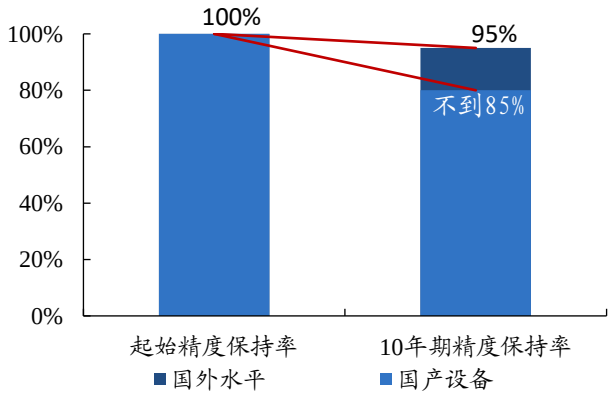
图4：电子、汽车、航空航天为我国机床主要下游



数据来源：MIR、开源证券研究所

机床行业大而不强，性能与海外差距较大。以德国 WALDRICHCOBURG 公司龙门加工中心产品为例，其使用 10 年后精度保持率可达到 95%，而目前国产设备使用 10 年期精度保持率还难以达到 85%。目前，我国高档数控机床平均无故障时间间隔（MTBF）已由 600 小时优化至 2000 小时，精度指标也提升了 20%，但较国外水平仍存在追赶空间。

图5：国产机床精度保持上与国际水平差距较大

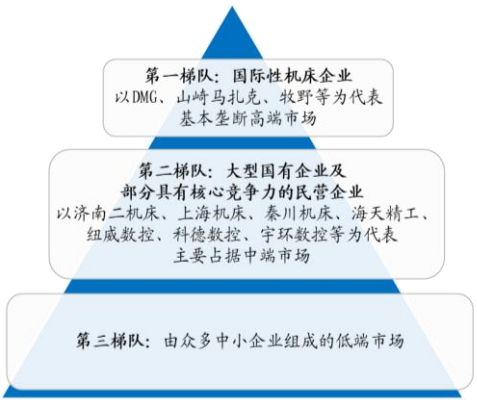


数据来源：《机床共性技术的现状及发展趋势》（张扬，2022 年）、开源证券研究所

高端机床市场长期被海外垄断。我国数控机床市场大致可以分为 3 个梯队。（1）以 DMG、山崎马扎克、牧野等为代表国际性机床企业基本垄断高端市场；（2）以济南二机床、上海机床、秦川机床、海天精工、纽威数控、科德数控、宇环数控等为代表的大型国有企业及部分具有核心竞争力的民营企业，主要占据中端市场；（3）由众多中小企业组成的低端市场。本土机床数控化率不断提升，部分企业逐渐可与国外竞争，但仍有差距。我国高端数控机床领域长期被海外垄断，2023 年国产化率约为 6%。

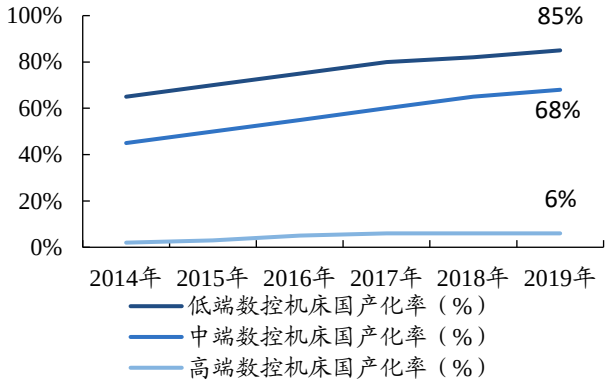
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图6：我国高端机床领域基本被海外厂商垄断



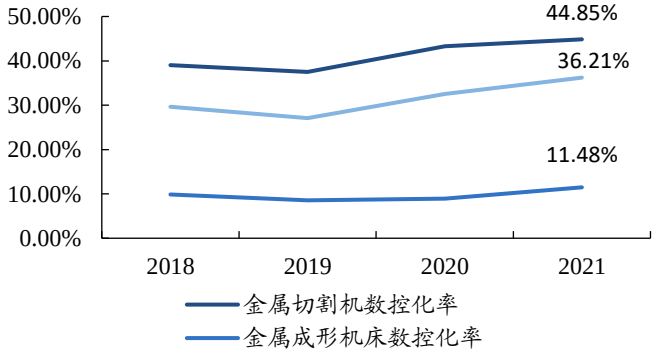
资料来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

图7：我国数控机床高端国产化率低



数据来源：智研咨询、开源证券研究所

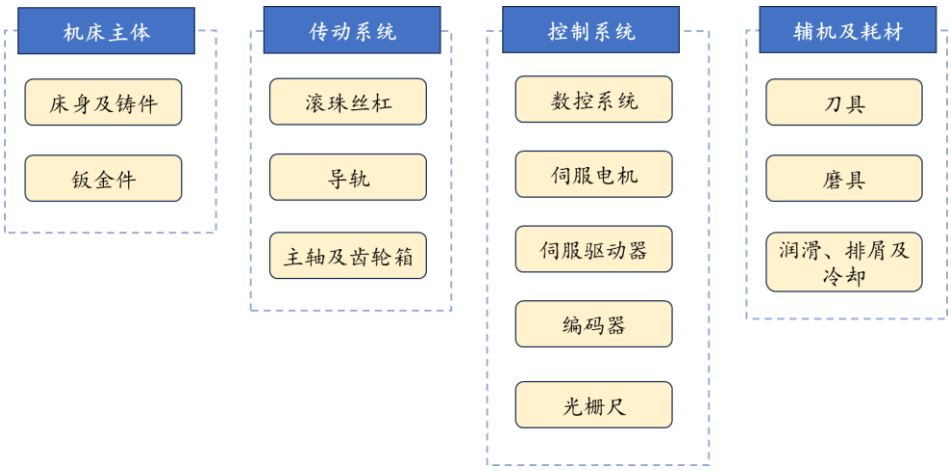
图8：我国机床数控化率不断提升



数据来源：智研咨询、开源证券研究所

机床产业链供应链受制于人。数控机床核心零部件包括数控系统，编码器、光栅尺，滚珠丝杠，主轴，导轨，转台等。其精度及可靠性对机床性能影响较大。我国核心零部件依赖海外进口，高端领域国产渗透率低，技术水平较海外厂商有一定差距。

图9：机床由主体、传动系统、控制系统等构成



资料来源：头豹产业研究院、开源证券研究所

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图10：核心零部件高端产品国产渗透率低

机床零部件	低端	中端	高端
机床主体	85%	过半	较低
数控系统	整体35%左右 高端渗透率较低		
主轴（电主轴）	82%	65%	6%
丝杠、导轨	基本实现100%	50%左右	10%左右

资料来源：MIR 睿工业、《A 智能装备有限公司差异化战略研究》（姜乃群，2022 年）、《机床功能部件的自主研发与创新发展》（周吉贞，2022 年）、开源证券研究所

本土机床企业规模较小，距国际厂商有量级差距。囿于上述机床性能、国产化率和产业链等因素，我国本土机床产品价值量相对较小，2022 年的本土机床企业营收规模中最高的约为 45 亿元。而国际企业除德国埃马克外，其余厂商 2019 年的收入规模均为百亿级，中外机床厂商收入规模差距仍然较大。

表1：本土机床企业规模较小，距国际厂商有量级差距

国际厂商				国内企业			
机床厂商	国家	2019 年营收（亿元）	核心产品	机床厂商	2022 年营收（亿元）	其中机床收入（亿元）	核心产品
山崎马扎克	日本	359.04	车铣、加工中心	创世纪	45.27	44.22	钻铣、立加
通快	德国	288.32	金属成型、激光切割	海天精工	31.77	31.24	龙门、卧加
德马吉森精机	德国	259.76	车铣、加工中心	秦川机床	41.01	21.67	磨床、车床
马格	美国	221.68	龙门五轴、加工中心	纽威数控	18.46	18.35	立加、卧加
天田	日本	211.48	金属成型机床	亚威股份	18.3	11.85	金属成型、激光切割
大隈	日本	131.92	车床、加工中心	沈阳机床	16.7	10.81	多品类
牧野	日本	127.84	铣床、加工中心	华中数控	16.63	7.07	数控系统
格劳博	德国	114.24	加工中心、五轴联动	日发精机	21.39	9.81	五轴联动、车床
哈斯	美国	100.64	立加、卧加、车床	国盛智科	11.63	9.4	五轴联动、卧加、龙门
埃马克	德国	59.16	车床、磨床	科德数控	3.15	2.76	五轴联动、卧加

资料来源：　、赛迪顾问、开源证券研究所

1.2、 制造升级提振高端市场，政策设计助推产业升级

1.2.1、 机床为强需求导向，制造升级是驱动力

复盘我国工业母机发展历史，我们发现，我国工业母机行业发展紧随国家工业制造业发展节奏，驱动因素历经计划经济、改革开放、汽车工业、3C 电子等多个主题。产业增长具有较强需求导向。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

（1）计划经济至改革开放时期：机床工业体系初具雏形，数控机床发展伊始

我国第一台现代意义上的机床于 19 世纪洋务运动期间引入。建国后“一五”期间，根据前苏联专家的建议，国家对部分机修厂进行改造并新建部分企业，确定了 18 个机床厂的分工与发展方向，即机床“十八罗汉”。而后“二五”、“三线建设”期间，我国机床工业地域布局逐渐完善，上海、昆明、陕西等地成为我国机床生产基地，机床工业体系初具雏形。

表2：机床“十八罗汉”形成

名称	建厂时间	主攻方向
长沙机床厂	1912	牛头刨床、拉床
沈阳第二机床厂	1933	钻床、镗床
沈阳第一机床厂	1935	卧式车床、专用车床
大连机床厂	1935	卧式车床、组合机床
昆明机床厂	1936	镗床、铣床
济南第二机床厂	1937	龙门刨床、机械压力机
重庆机床厂	1940	滚齿机
济南第一机床厂	1944	卧式车床
上海机床厂	1946	外圆磨床、平面磨床
南京机床厂	1948	六角车床、自动车床
无锡机床厂	1948	内圆磨床、无心磨床
沈阳第三机床厂	1949	六角车庆、自动车床
齐齐哈尔第二机床厂	1949	铣床
北京第一机床厂	1949	铣床
齐齐哈尔第一机床厂	1950	立式车床
天津第一机床厂	1951	插齿机
北京第二机床厂	1953	磨床
武汉重型机床厂	1953	立车、镗床

资料来源：《我国机床工业七十年》（任国梁，2022 年）、开源证券研究所

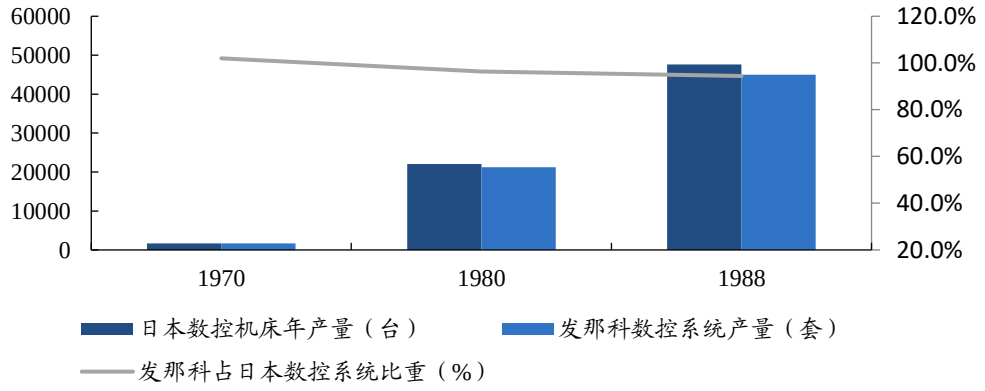
同时，我国数控技术也在不断追赶海外。在 1952 年世界第一台数控机床诞生于美国后，我国清华大学与北京第一机床从于 1958 年研制成功我国第一台数控机床，1966 年完成第二代晶体管数控系统研制；1972 年完成第三代集成电路数控系统，比美国晚 7 年；1975 年研发第四代 NC 数控系统，比美国迟 5 年（即差距缩小 2 年）。

改革开放后，我国机床走向市场化，但数控技术也与国外差距逐渐加大。改革开放后我国开启了国内机床厂与境外机床工具企业间的合作；产品出口迅速增长，1997 年出口创汇达到 2.8 亿美元，为 1979 年的 7.36 倍。但当时所执行的全面引进方针，并没有有效消化吸收引进技术。例如 20 世纪 80 年代初引进日本发那科数控系统技术，主要停留在组装和合资生产阶段，没有进行有效吸收再创新，也没有与国家科技计划相结合，导致我国数控机床与国外技术逐年拉大。

上世纪末，日本发那科公司基本占领了我国数控机床市场。具体表现为，日本发那科公司的数控系统产量在日本数控机床产量中占比始终在 95%上下，表面上看，日本发那科公司垄断了日本的数控机床市场，但实际是发那科占领我国的数控机床市场的体现。**至今，国内市场基本被日本发那科和德国西门子垄断，高档数控系统长期以来 94%-95%依赖进口。**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图11：上世纪末，日本发那科公司的数控系统产量在日本数控机床产量中占比始终在95%上下，实际是占领了我国数控机床市场

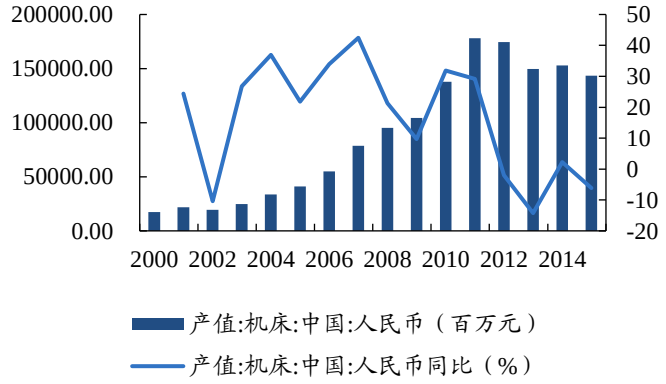


数据来源：《我国机床工业七十年》（任国梁，2022年）、开源证券研究所

（2）汽车工业时期：机床产值快速攀升，与汽车产业关联性明显增强

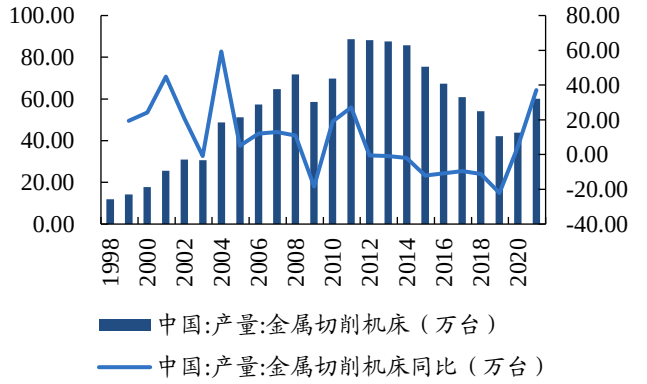
进入20世纪，我国机床产量产值快速攀升。2000年-2010年，我国机床产值CAGR达22.95%。机床行业体量快速膨胀，于2012年前后达到顶点，进入周期性波动阶段。

图12：进入20世纪，我国机床产值快速攀升



数据来源：　　、开源证券研究所

图13：进入20世纪，我国机床产量快速攀升



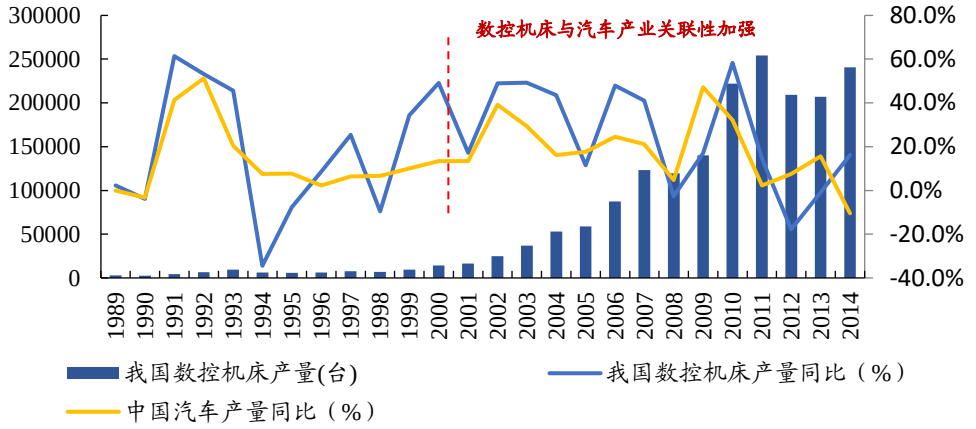
数据来源：　　、开源证券研究所

汽车工业对机床需求量较大。21世纪我国加入WTO以来，汽车渗透率不断提升。我国汽车生产主要包括14条生产线（缸体、缸盖、曲轴、凸轮轴、连杆、变速箱、中亚、焊接、涂装、铸造、锻压、热处理、总装），对机床的需求量较大。根据2006年于《机械工程师》上发表的数据，彼时国内汽车或零部件直接创造了国内机床产品派生需求的30%-40%，如将汽车工业对通用机械工业（如模具制造）和电子机械的相关需求考虑在内，占比将上升至60%-70%。

虽然受制于本土机床性能，我国汽车工业生产线中，80%左右来自进口，**但21世纪以来，数控机床与汽车产业关联性明显增强，汽车工业为该阶段我国助推我国机床行业增长的主要因素之一。**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图14：21 世纪以来，数控机床与汽车产业关联性加强

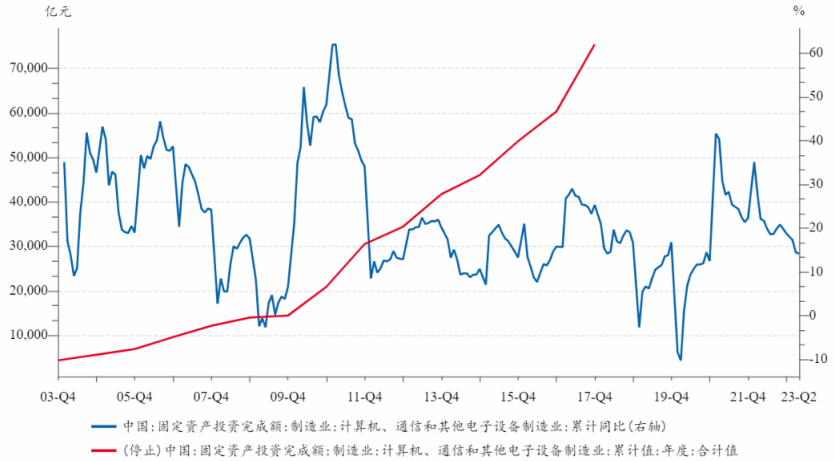


数据来源：　　、开源证券研究所

（3）3C 电子时期：精度、效率、柔性要求高，倒逼机床技术迭代

2009 年以来 3C 产业发展加速，机床柔性提升。固定资产投资额呈现明显拐点。3C 行业的主要加工工件包括手机外壳、电脑外壳、相机外壳等，对机床需求的特点为高精度、高效率、高柔性。机床需要具备复合加工、多轴联动等功能。

图15：2009 年以来我国 3C 产业发展加速



数据来源：

钻攻中心及立式加工中心为 3C 时代的主要配套产品。金属外壳在苹果公司的引领下成为智能手机的消费风尚，从而带动了钻攻中心等金属加工机床需求。以铝合金中框为例，其制程总计 40 余项，CNC 加工、去毛刺、打磨抛光等工艺环节皆需要配套数控机床。

3C 电子对机床的高需求催生系列通用机床厂商。以小米 4 手机为例，月出货量 50 -100 万只时，考虑良率损耗等因素，每月需配备的 CNC 设备需达到 1000-2000 台。因此，加工企业如果想要进入到大客户供应链，需配备 500 台及以上 CNC 设备。3C 电子对机床消费的需求，也催生出创世纪等通用机床厂商，及宇环数控、春草研磨等细分领域冠军。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图16：铝合金手机边框制程需要大量配套 CNC 机床

资料来源：材料馆公众号

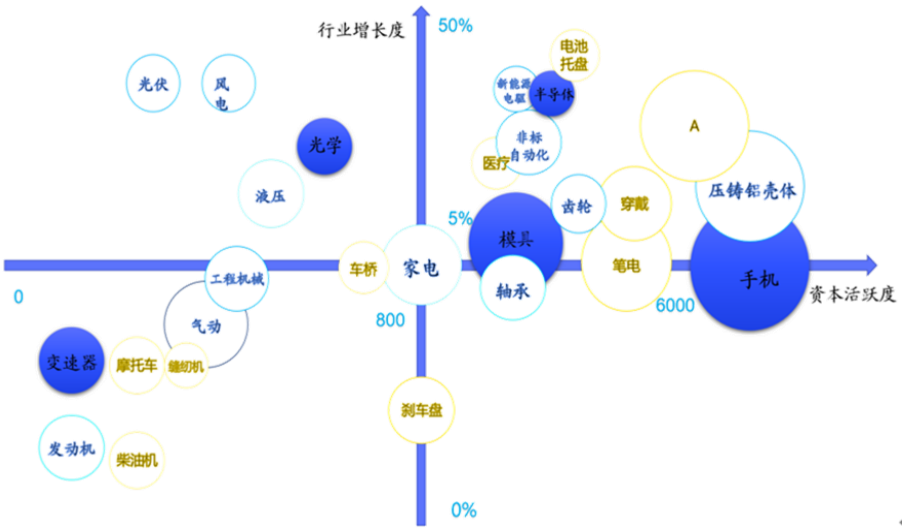
图17：钻攻中心加工手机外壳

资料来源：华亚机床视频号

（4）当前节点：体量总体稳定，高端制造需求推动行业由量转质

以新能源、航空航天为代表的高端产业，派生出高端机床新一轮需求。结合我国机床发展历史，我们发现，数控机床的产业态势，能够反映国家制造业的发展情况。换言之，我国历轮制造业浪潮，都推动了数控机床行业的更新迭代。从数控系统看，2021-2022 年，其下游中军工、新能源领域热度较高。我们认为，以新能源产业为代表的民用市场和以航空军工为代表的特殊市场需求将成为工业母机的新一轮驱动，**而以五轴联动机床、高精度磨床为代表的高附加值产品增速，有望跑赢行业。**

图18：2021-2022 年，数控系统下游中军工、新能源领域热度高



资料来源：发那科、开源证券研究所

钛合金等新材料在消费端的应用普及，同样对机床加工设备提出了更高要求。3C 领域，苹果、小米、荣耀等智能手机厂商逐步在智能手环边框、手机中框、折叠屏铰链等环节引入钛合金材料。

相比传统铝合金材料，钛合金材硬度大、磨削温度高、工件材料粘附以及砂轮粘附严重，且在高温下具有很高的化学活性，导致其磨削质量难以控制，良率偏低；因此需要更加高端的机床设备进行加工、磨削。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图19：苹果 iPhone15 pro 采用钛合金中框

资料来源：DoNews 公众号

图20：荣耀折叠 V2 采用钛合金 3D 打印工艺

资料来源：闪回收公众号

表3：钛合金中框相较铝合金加工难度大、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

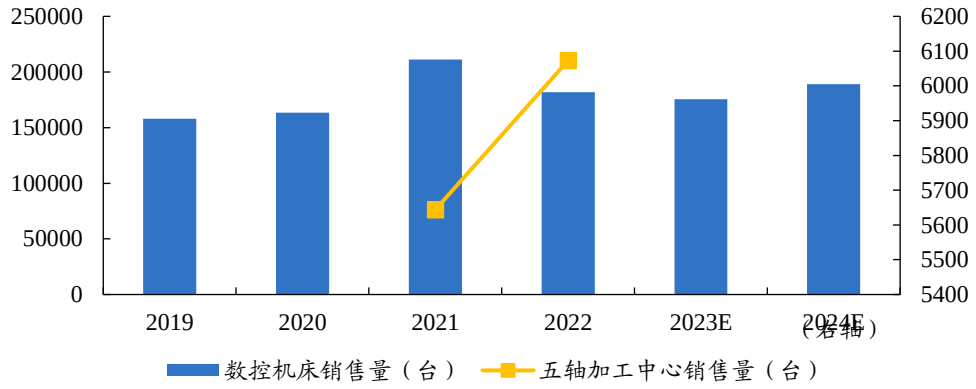
资料来源：艾邦高分子官网、开源证券研究所

机床整体由量转质的逻辑重塑，在机床销量及板块业绩上得到印证。

五轴联动机床销量逆势增长。我国机床体量在经历改革开放、燃油车、3C 电子等主题催化后，体量趋于稳定。2021 年前后为我国本轮机床周期顶点，根据 MIR 数据，2021 年我国数控机床销量 211300 台，同比增加 29.3%；2022 年销量 181760 台，同比下降 14.0%。但高端机床销量呈现逆势增长，根据 MIR 同口径数据，2022 年我国五轴加工销量 6073 台，同比增长 7.6%；其中科德数控五轴中心销量较 2021 年增长 48%；乔锋智能销量达 134 台，与云南 CY 和台群精机实现五轴加工中心从 0 到 1 的突破。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

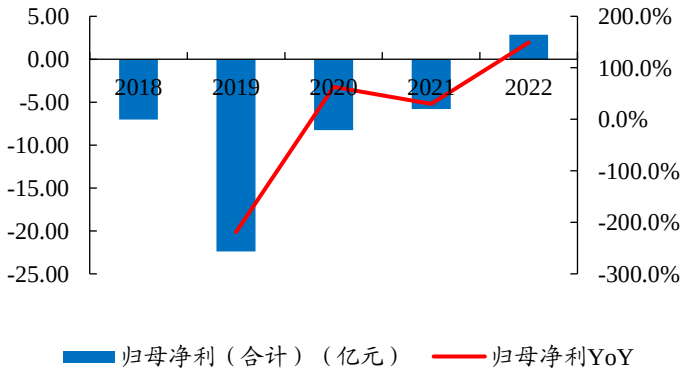
图21：2022 年我国五轴加工中心销量逆势增长



数据来源：MIR、开源证券研究所

机床板块业绩扭亏为盈，盈利能力及研发投入提升。2022 年机床工具板块营收同降 19.1%，但板块整体净利扭亏为盈，同升 149.1%。2022 年销售毛利率同升 4.41pct；销售净利率同升 2.69 pct。2022 年研发费用同增 13.2%，2020 年-2022 年 CAGR 达 24.6%。

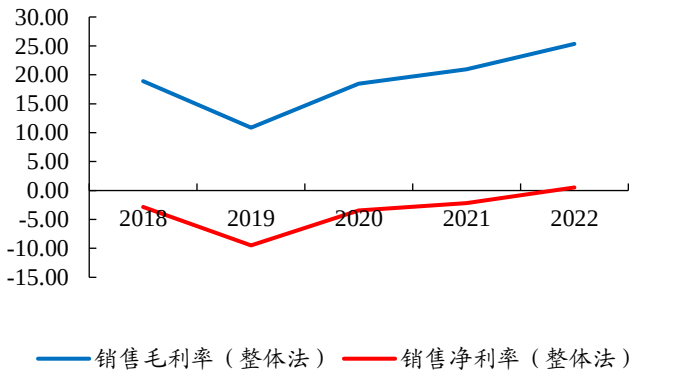
图22：2022 年机床工具净利扭亏为盈



数据来源：　　、开源证券研究所

*板块成分：沈阳机床、秦川机床、汇洲智能、华东数控、日发精机、亚威股份、华东重机、宇环数控、宇晶股份、思进智能、华中数控、华辰装备、海天精工、宁波精达、科德数控、国盛智科、浙海德曼、纽威数控、恒进感应

图23：2020 年以来机床工具利润水平提升

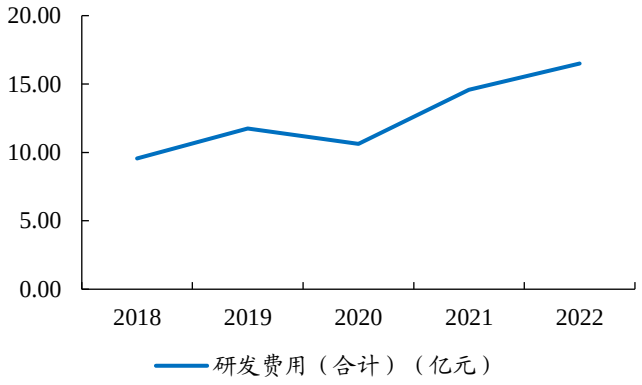


数据来源：　　、开源证券研究所

*板块成分：沈阳机床、秦川机床、汇洲智能、华东数控、日发精机、亚威股份、华东重机、宇环数控、宇晶股份、思进智能、华中数控、华辰装备、海天精工、宁波精达、科德数控、国盛智科、浙海德曼、纽威数控、恒进感应

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图24：2020年以来机床工具行业研发费用持续加大



数据来源：　　、开源证券研究所

*板块成分：沈阳机床、秦川机床、汇洲智能、华东数控、日发精机、亚威股份、华东重机、宇环数控、宇晶股份、思进智能、华中数控、华辰装备、海天精工、宁波精达、科德数控、国盛智科、浙海德曼、纽威数控、恒进感应

高端需求拉动的同时，近年来在地缘政治、国际局势的影响下，工业母机自主可控的战略地位凸显。我国出台的系列政策，有望从顶层设计角度助推行业高端升级。

1.2.2、 自主可控为战略必须，政策设计助推产业升级

高端机床技术封锁日渐严密，自主可控成为战略必须。目前，本土机床数控化率不断提升，部分企业逐渐可与国外竞争，但仍有差距。德日为我国数控机床的主要进口国。但日本对其出口高端精密机床的安装地点、使用人员、用途有严格限制，并对出口机床设备安装挪动上锁功能；而西方国家对机床等战略行业的技术封锁也日趋严密。但随制造升级深化，国内对高精度、高可靠性的高端数控机床需求提升，高端工业母机的自主可控，也成为战略必须。二十大报告强调安全与发展，特别是产业链供应链安全。自主可控、产业升级是必然趋势。**工业母机作为制造机器的机器，占据产业链中上游重要环节，已转变自主可控的核心资产。**

政策顶层设计助推工业母机产业升级。2022年以来，我国陆续出台相关政策，从高端制造顶层设计、资金支持、税收减免三方面深化赋能工业母机产业，涉及工业母机、关键功能部件、数控系统等多个环节，政策纵深性、延展性加强，有望有效助推工业母机产业升级，从制造业根基推动新一轮高端装备革命。

表4：高端制造顶层设计叠加资金支持，工业母机产业深化赋能

日期	来源/发文单位	核心内容
2015.05	中国制造2025	开发一批精密、高速、高效、柔性数控机床；加快高档数控机床等前沿技术、装备的研发
2018.05	两院院士大会	工业母机、高端芯片、基础软硬件、开发平台、基本算法、基础元器件、基础材料等瓶颈仍然突出，关键核心技术受制于人的局面没有得到根本性改变。
2022.7.26	国家产业基础专家委员会《产业基础创新发展目录（2021年版）》	新增工业基础软件，构成了“五基”（即，基础零部件和元器件、基础材料、工业基础软件、基础制造工艺及装备、产业技术基础）创新发展目录。
2022年8月	国家制造业转型升级基金	战略入股了苏州长城精工科技股份有限公司。长城精工具备先进的精密轴承生产技

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

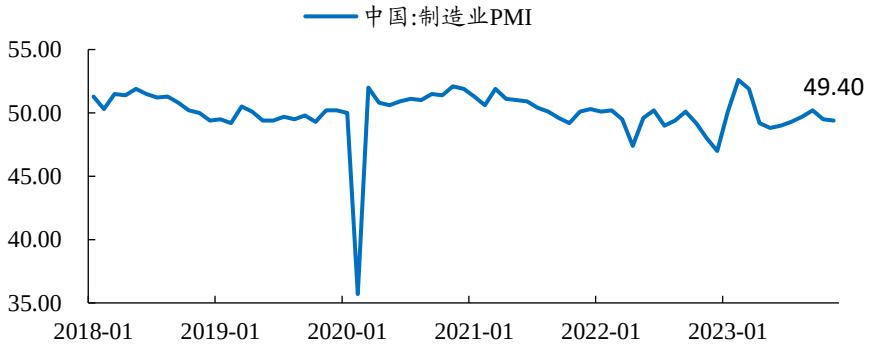
日期	来源/发文单位	核心内容
		术，为北京精雕、海德曼、爱贝科等国内机床工具优秀企业供货。
2022.9.6	工信部	做好工业母机行业顶层设计，统筹产业、财税、金融等各项政策，积极推进专项接续，进一步完善协同创新体系和机制，突破核心关键技术，强化产业基础，培育优质企业和产业集群，保持产业链供应链稳定，推动工业母机行业高质量发展。
2022.9.18	证监会	首批两只中证机床 ETF 获批，其追踪的中证机床指数从沪深市场中选取 50 只业务涉及机床整机及其关键零部件制造和服务的上市公司证券作为样本，涵盖机床主机、数控系统、主轴、刀具等供应链关键环节。
2022.9.27	-	首个中国主导的机床数控系统系列国际标准 ISO23218-2 正式发布，表明我国在 04 专项支持下建立的“高档数控系统技术标准体系”成果得到了国际认可，能够助力国产数控系统企业产品的推广。
2022.10.16	党的二十大报告	产业链、供应链安全；强调将国家安全提到非常突出的地位，尤其是军工领域的自主可控，包含军工制造装备——高端五轴数控机床的自主可控。
2023.2.10	国资委《关于做好 2023 年中央企业投资管理进一步扩大有效投资有关事项的通知》	加快传统产业改造升级，推动高端化、智能化、绿色化发展和数字化转型，加大制造业技术改造投资，推动集成电路和工业母机产业快速发展。
2023.7.17	财政部《税务总局关于工业母机企业增值税加计抵减政策的通知》	2023 年 1 月 1 日-2027 年 12 月 31 日，对生产销售先进工业母机、关键功能部件、数控系统的工业母机企业，允许按当期可抵扣进项税加计 15%抵减企业应纳增值税、税额。

资料来源：中国政府网、国商机构公众号、第一财经、中国证券报等、开源证券研究所

1.3、 制造业景气度震荡磨底，机床设备强者恒强、静待反弹

制造业 PMI 指数连续震荡磨底。2023 年 6 月-9 月，制造业 PMI 指数分别为 49.0/49.3/49.7/50.2，实现连续四个月小幅回升，站上荣枯线；10 月-11 月回落至 49.5/49.4,，整体处于震荡磨底阶段。其中，在 11 月构成制造业 PMI 的 4 个分类中，生产指数、供应商配送指数高于荣枯线（50%），原材料库存指数、新订单指数低于荣枯线。

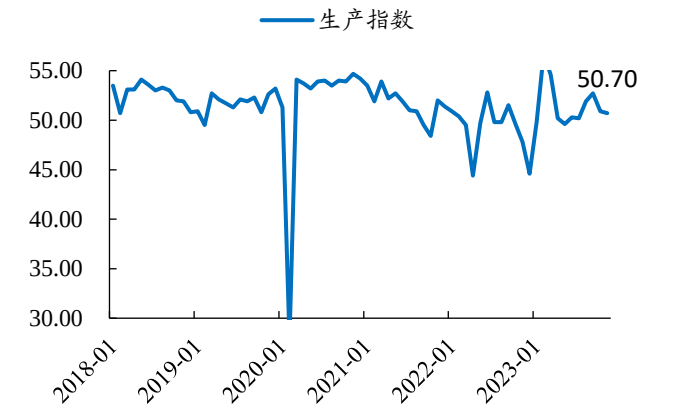
图25：制造业 PMI 指数连续震荡磨底



数据来源：　　、开源证券研究所

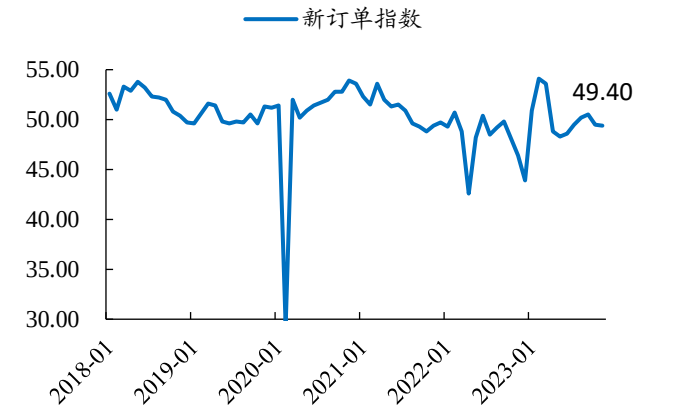
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图26：2023 年 11 月生产指数环比降低 0.2pct



数据来源：　　、开源证券研究所

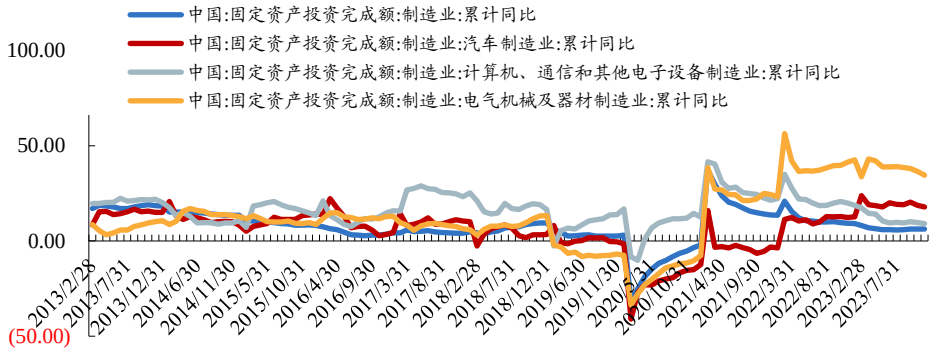
图27：2023 年 11 月新订单指数低于荣枯线



数据来源：　　、开源证券研究所

制造业投资仍处于磨底区间，环比小幅回升。2023 年 11 月，制造业固定资产投资累计同比增速为 6.3%，环比提升 0.1pct；制造业固定资产投资累计增速仍处于磨底区间。

图28：2023 年 11 月制造业固定资产投资累计环比提升

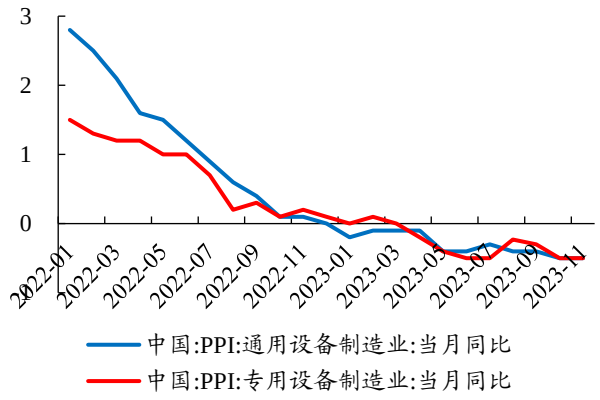


数据来源：　　、开源证券研究所

设备制造业 PPI 持续磨底，工业企业利润同比好转。2023 年 11 月，我国通用设备/专用设备 PPI 同比下降 0.5%/0.5%，持续磨底。工业企业利润总额 11 月当月同比增长 2.7%，维持在正区间；累计同比下降 7.8%，降幅收窄。实体制造业边际改善逐渐显现。

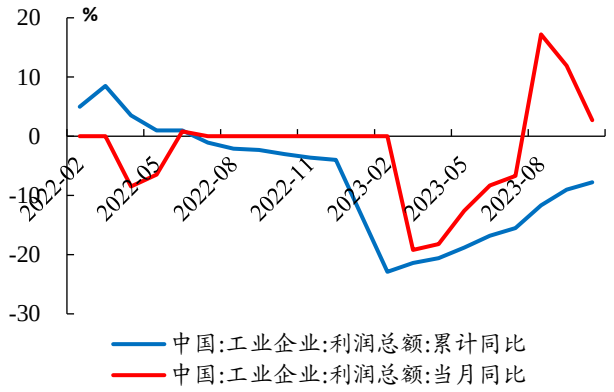
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图29：我国设备制造业 PPI 指数持续磨底



数据来源：、开源证券研究所

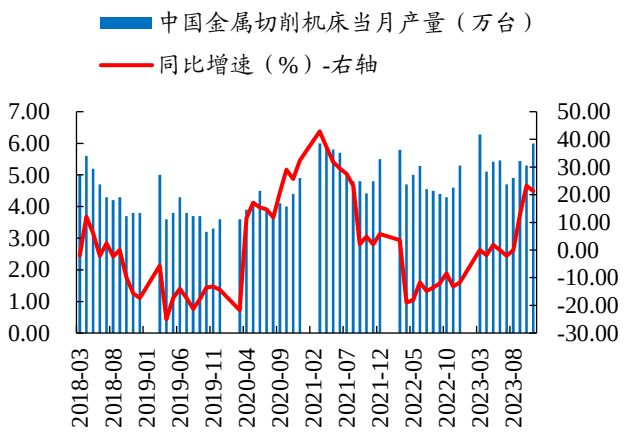
图30：我国工业企业利润同比好转



数据来源：、开源证券研究所

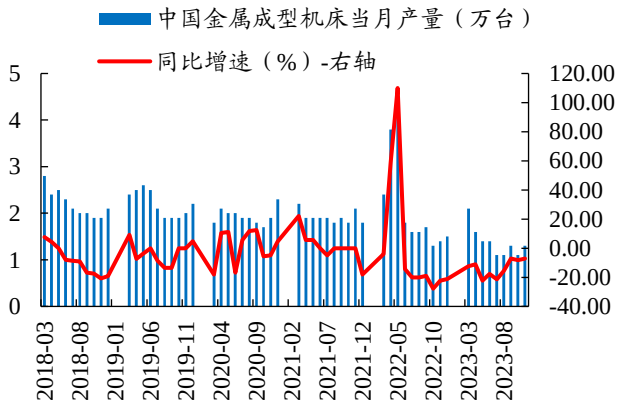
金属切削机床产量同比连月向好。2023 年 8 月以来，我国金属切削机床产量连月增长，11 月金属切削机床产量 6 万台，同比增长 21.30%。金属成型机床产量同比仍然处于负区间。

图31：2023 年 8 月以来我国金属切削机床产量同比向好



数据来源：、开源证券研究所

图32：我国金属成型机床产量同比仍处于负区间



数据来源：、开源证券研究所

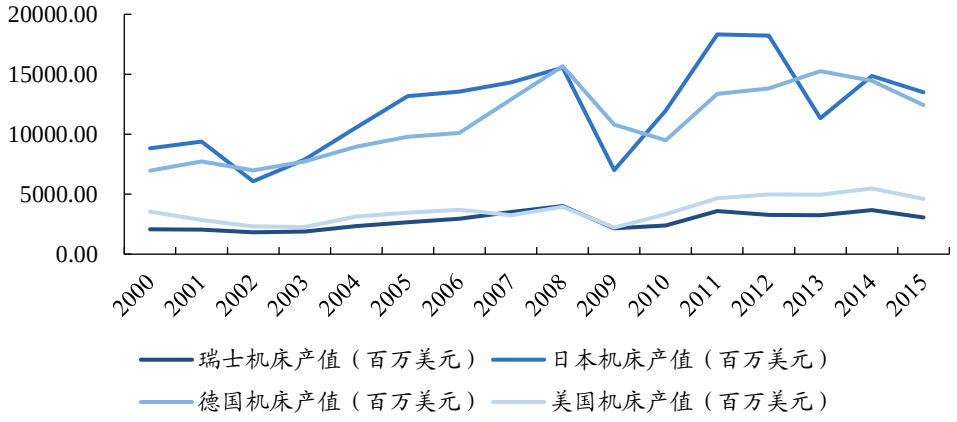
景气磨底下，龙头企业强者恒强，周期复苏后有望迎来较大弹性。通用自动化复苏周期拉长，景气磨底下龙头企业韧性彰显、强者恒强。度过制造业产能出清、迎来顺周期复苏后，机床设备作为生产性基础设备，有望首先迎接反弹，存活下来的企业有望迎来较大弹性。

2、知日鉴中：需求助推产量高增，核心部件力挺高端升级

我国与日本、德国是全球主要的数控机床生产国。然而，虽然我国机床体量庞大，高端数控机床却难以进入世界主流，高端数控机床仍以德、日为主。瑞士、美国的数控机床技术也走在世界前列。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图33：日本、德国、美国、瑞士是世界主要数控机床生产国



数据来源：MIR、开源证券研究所

日本是继美国、德国之后在世界上第三个建立起机床工业、制造业、工业化强国的国家。其机床产业从 1945 年-1955 年受二战及美国军管当局的影响和限制基本停滞，自称落后世界先进水平 20 年。**1958 年，日本与我国基本同时研制出第一部数控机床**，从 1955 年到 1982 年的近 30 年时间里，日本机床高度发展，一举成为全球最大的机床生产地。**复盘日本机床产业发展历程，对我国机床行业具有借鉴意义。**

2.1、 日本机床：需求拉动产值，核心部件助力高端突破，政策调控兜底

表5：日本机床历经 30 年发展，产值跃升世界第一

时间	日本机床发展主线
50 年代	二战战败后着重整顿企业，提高产品质量， 发展手动普通机床满足国内市场需求。
60 年代	小轿车开始进入家庭，配合汽车工业发展需要， 大力引进开发高效自动化机床及自动化生产线；扩大出口。
70 年代	在电子工业和计算机技术基础上， 大力发展数控机床，实现中小批柔性生产自动化。
80 年代	日本机床产值跃升世界第一。 经济泡沫破裂，政府调控机床市场，防止机床杀价出售； 开拓亚洲等新出口市场。
90 年代	日本机床产值回升。

资料来源：《瑞士、日本机床工业发展的战略战术》（陈循介，1997 年）、开源证券研究所

复盘日本机床发展历程，我们认为，日本机床的成功主要由以下因素推动：

（1）汽车、军工需求强力提振日本机床产量、竞争力：主要为日俄战争、二战期间军需品需求拉动，以及朝鲜战争期间美国军需的大力扶持；日本本土汽车工业发展同时加速了日本本土机床由量转质的转变。70 年代末出口需求凸显。

（2）核心零部件给予高端市场配套支持，员工“终身制”保证代际传承：上游核心零部件技术突破为日本机床成功的关键；人才的培养与沉淀确保日本机床产业的代际传承与长盛不衰。

（3）三大法令支持产业突破，政府调控蓄力产值回升：日本政府连续制定发布

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

“机振法”、“机电法”、“机信法”三大法令，加速日本机床高水平发展。80 年代泡沫经济破裂后，日本政府的积极调控，1995 年实现产值和出口全面回升。

2.1.1、 汽车、军工需求强劲，提振日本机床产量、竞争力

日本机床工业在高速发展的 30 年里，主要受到了三轮需求刺激。

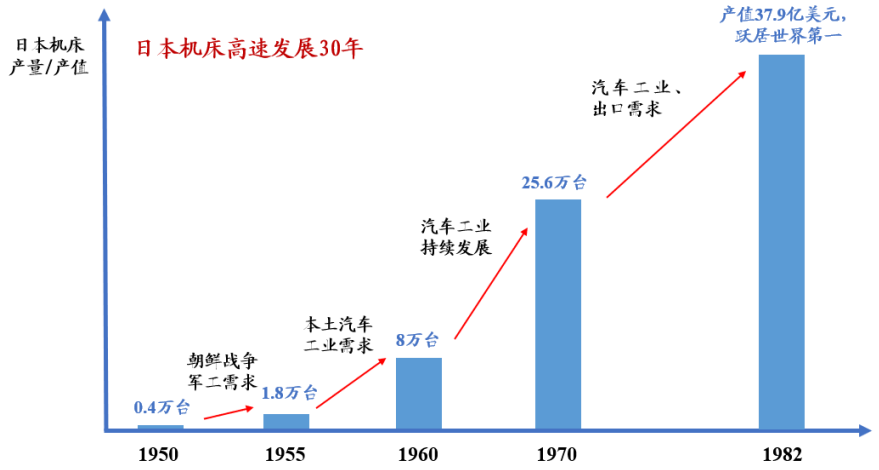
（1）朝鲜战争军工需求。1950 朝鲜战争期间，在美国的扶持下，日本接受美国军需订货，机床工业得以迅速发展。1950 年日本本土机床产量 0.4 万台，至 1955 年增长为 1.8 万台，5 年间机床产量增长 3.5 倍。

（2）本土汽车工业助推。上世纪 60 年代，日本国内小轿车开始进入家庭。为配合汽车工业需要，机床工业大力引进、开发高效自动化机床、生产线，同时扩大出口。1960 年，日本国内机床产量增长至 8 万台，1970 年达 25.6 万台。

（3）以美国为代表的机床出口需求。上世纪 70 年代末至 80 年代初，美国汽车工业和航空制造业需求成为了日本机床的需求主力之一。日本在数控机床的出口战略上，避开了与美、德等国家一流高档数控机床的竞争。而是以需求量大、应用面广的中高档数控机床为主攻方向，以大占领市场、牟取利润为第一位，且出口产品质量上乘，尤其重视加工中心产品，在美、欧市场受到欢迎。1970 年日本机床出口比例为 10%，1978 年增长至超过 40%，到 80 年代稳定在 30-40%的区间。1975 年，日本机床行业增长有 80%来自美国。1999 年，美国进口机床产品约有 60%为日本制造。

1982 年前后，在日本成为世界最大的汽车生产商之后不久，日本机床产值达到 37.9 亿美元，跃居世界首位。**汽车工业及出口需求对日本机床产值增长功不可没，要求苛刻的日本汽车制造商同时也极大促进了日本机床竞争力的提升。**

图34: 日本机床在高速发展的 30 年中，大致受到三轮需求刺激



资料来源：《日本建立世界上第三个机床工业、制造业、工业化强国的战略战术》（陈循介，2012 年）、中国超硬材料网、开源证券研究所

2.1.2、 核心零部件给予高端市场配套支持，员工“终身制”保证代际传承

核心零部件是日本机床世界领先的关键。数控机床的核心零部件主要包括数控

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

系统，编码器、光栅尺，滚柱丝杠、线性导轨，轴承，转台等。在机床工业的发展过程中，日本本土机床核心零部件产业也高度发展，涌现出发那科、NSK、THK 等一批产品质量过硬、技术一流世界级的零部件企业；机床高端市场配套产业完善各种功能部件、机电液气光等源部件、先进刀具、测量、附件、精密轴承、主轴、伺服等一应俱全。此外，日本电子工业及计算机技术的先进地位，也为日本加速机床机电一体化开辟了道路。上游产业的发展给予了日本机床工业配套支持，使得日本机床产品开发投入市场的速度超过美国和德国。

表6：日本涌现出世界级零部件企业

机床零部件	日本生产商
轴承	NSK、NTN
丝杠	NSK、Tsubaki-Nakajima、Kuroda Seiko
导轨	THK、NSK
数控系统	发那科、三菱

资料来源：《纵观日本机床工业的发展》（机械工程师，2006 年）、开源证券研究所

日本核心零部件企业依托机床厂商选址，形成产业集群。日本产值靠前的机床厂商集中在东京和名古屋附近，而 NSK、THK、NTN 等知名核心零部件厂商总部多围绕东京、名古屋、奈良，形成产业集群。

图35：日本靠前的机床厂商总部集中于东京和名古屋附近

资料来源：百度地图、各公司官网、开源证券研究所

图36：日本知名核心零部件厂总部多围绕东京、名古屋形成产业集群

资料来源：百度地图、各公司官网、开源证券研究所

员工“终身制”保证代际传承。日本十分重视教育，社会集体意识较强，企业对员工实行“终身制”，千方百计地培养人才，通过连续不断地积累技艺，增强企业的实力。同时，政府、企业中的专家人才，也能够坚持有恒地使用社会的技术链、生产链和供应链。

2.1.3、三大法令支持产业突破，政府调控蓄力产值回升

20 世纪 50 年代以来，日本政府连续制定发布“机振法”、“机电法”、“机信法”三大法令，对加速日本机床工业发展，提高机床技术水平，加强国际竞争实力起到了决定性作用。

1956 年，日本政府制定《机械工业振兴临时措施法》（简称“机振法”），并分别于 1961 年和 1966 年对法案实施两次修改，而后持续实施至 1971 年。确定**以机床及**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

基础配套零部件为突破口，按产品组织集团，**避免低水平无序竞争。**

1971 年，设立《特定电子工业和特定机械工业振兴临时措施法》（简称“机电法”），持续推动日本机械工业和电子工业发展，实施至 1978 年 3 月，重点为发展**机电一体化产品。**

1978 年，制定《特定机械情报产业振兴临时措施法》（简称“机信法”）作为延续机电法的后续措施，重点为以**机电信息一体化**为中心，提高机械工业产品水平和**整体品质。**但这一法案由于与《日本国宪法》第九条规定相抵触，最终于 1985 年终止实施。

表7：日本推出三大法令加速机床发展

政策名称	实施时间	主要方向	政策对象
《机械工业振兴临时措施法》	1956-1971 年	确定以机床及基础配套零部件为突破口	机械工业零部件
《特定电子工业和特定机械工业振兴临时措施法》	1971-1977 年	促进特定电子工业和特定机械工业的发展，发展机电一体化产品	机械零部件、电子零部件
《特定机械情报产业临时措施法》	1978-1985 年	以机电信息一体化为中心，提高机械工业产品水平和整体品质	机械零部件、电子零部件、电子软件

资料来源：《日本中小企业非研发创新政策支持体系研究—以“机振法”产业政策体系为例（田正，2021 年）》、开源证券研究所

此外，日本政府还加强了产品质量控制，及对本国机床行业的统计分析。在 1937 年之前，日本工业产品质量低下，基本为劣质产品代名词。鉴于此，日本在德国工业标准（DIN）的基础上，制定了日本工业标准（JIS），同时逐步采用德国施莱辛格博士的“机床检验书”，并随技术发展添加机床运转精度等检验项目。统计分析方面，日本从 1958 年起，每 5 年对全国机床拥有量调查一次，对机床役龄结构、生产情况、国外差距、市场需求等详细考察，从而优化本土机床结构，提高制造业工业生产能力。

可以看出，日本振兴机床产业的思路是：（1）从基础零部件入手，推动机械设备现代化，更新旧有设备；（2）加强质量控制，大力发展机电一体化产品，提高产品质量及技术水平；（3）保护市场生态，避免低水平无序竞争。

在 80 年代日本泡沫经济破裂后，日本政府的积极调控同样起到了积极作用。彼时面对遭受重创的机床工业，日本政府及时加大调控力度，整顿市场秩序，防止本土企业对产品杀价出售；同时加强各战略机种、部件的开发投入，开拓国外市场；及时减少 FMS、FS 等方向的开发，集中精力生产各种廉价机床，以供应客户、提高国内外市场的竞争力；并把出口主攻方向由欧洲转向亚洲，打开新市场空间。在上述策略的引导支持下，到 1995 年，日本机床产值和出口全面回升。

在日本政府各项政策标准的推动下，日本机床实现大批量生产自动化，质量提高至世界一流水平，并加深了对机床精度、可靠性的深刻认知，**为后续发展数控机床打下了坚实基础。**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

2.2、 国产机床已至突破前夜，关键在核心零部件配套、高端产品突破

总结日本机床发展历程，多轮政策引导，汽车、军工需求助推，和核心零部件配套支持是支撑其 30 年黄金发展的主要动力。

反观我国，如我们在 1.2 中所分析，制造升级为我国工业母机高端市场提供了增长驱动力；而在自主可控趋势下，高端工业母机作为生产高精尖设备、仪器的机器，战略地位得到全面提升。对比中日机床发展历程，目前我国已具备政策顶层设计、高端需求牵引两大助推因素，且市场整体体量庞大，具有支撑机床高端化的土壤。

表8：核心零部件、高端产品为高端机床突围关键

	日本	中国
政策面	三大法令加速机床发展， 严格标准提升产品质量	自主可控成为战略必须， 政策顶层设计助推产业升级
需求面	汽车、军工需求推动机床行业 竞争力提升	机床体量庞大， 制造升级提供高端市场增长动力
供给面	核心零部件世界领先， 企业代际传承较好	**核心零部件亟待突破，** 行业人才紧缺

资料来源：开源证券研究所

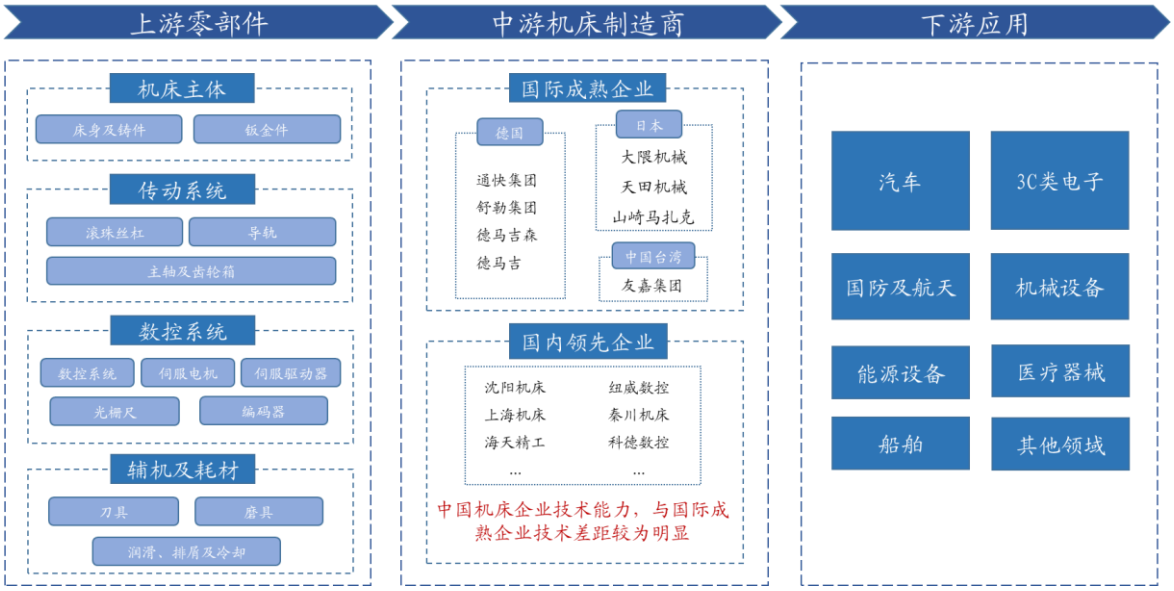
因此，我们认为，我国数控机床已到高端突破前夜，突围关键在于：**（1）产业链配套角度的核心零部件自主可控；（2）高端产品角度的五轴联动机床、精密磨床国产替代。**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

3、 产业链配套：中高端核心零部件国产率低，国内厂商奋起直追

数控机床核心零部件，主要指数控系统，编码器、光栅尺，滚珠丝杠，主轴，导轨，转台等精度及可靠性对机床性能影响较大的零部件。是数控机床传动系统、数控系统的主要组成部分。

图37：工业母机上游零部件主要包括机床主体、传动系统、数控系统、辅机及耗材



资料来源：头豹产业研究院、开源证券研究所

目前，我国核心零部件高端产品国产渗透率低，国产零部件技术水平较海外厂商有一定差距。

图38：核心零部件高端产品国产渗透率低

机床零部件	低端	中端	高端
机床主体	85%	过半	较低
数控系统	整体35%左右 高端渗透率较低		
主轴（电主轴）	82%	65%	6%
丝杠、导轨	基本实现100%	50%左右	10%左右

资料来源：MIR、《A 智能装备有限公司差异化战略研究》姜乃群 2022 年、《机床功能部件的自主研发与创新发展》周吉贞 2022 年、开源证券研究所

国产替代的主要瓶颈在于：（1）硬件方面，主要为丝杠/导轨、轴承、刀具等零部件及机身材料的热变形、刚性、应力、精度等问题；（2）软件方面，主要为数控系统误差补偿能力，以及伺服系统加减速控制精度等不能满足高端数控机床要求。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

表9：国产零部件技术水平较海外厂商有一定差距

机床核心零部件	海外厂商	国产厂商	国内外对比
数控系统	FANUC，西门子，三菱，海德汉等	华中数控，广州数控，科德数控，秦川机床等	国产数控系统在高精度，高速等性能方面与国际先进水平尚存在较大差距
编码器、光栅尺	多摩川、海德汉	奥普光电等	一流厂商接近国际先进水平
滚珠丝杠、导轨	日本 THK，德国 Rexroth，台湾上银等	秦川机床，启尖丝杠，江门凯特等	国产厂商较多，但具备量产能力的厂商较少，产品精度、可靠性有待提升
主轴	德国 Kessler，瑞士 FISCHER，瑞士 MCT，瑞士 IBAG，英国西风，英国 ABL	昊志机电，国机精工，科隆电机，阳光精机等	量产厂商稀缺，技术仍需迭代
转台		秦川机床、科德数控、昊志机电等	多为自用
刀具	瑞典山特维克，美国肯纳，日本京瓷等	华锐精密，欧科亿，秦川机床，株洲钻石等	材料较落后，稳定性不高，平均寿命只有国际先进水平的 1/3-1/2

资料来源：开源证券研究所

按重要性机技术壁垒排序，**我们认为，核心零部件中，最核心的是数控系统，接下来依次是编码器和光栅尺、滚珠丝杠、主轴、导轨、转台等。**

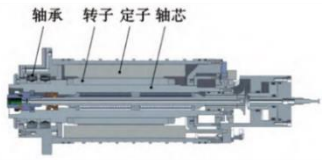
图39：工业母机领域中，最核心的是数控系统，接下来依次是编码器和光栅尺、滚柱丝杠、主轴等

数控系统

编码器

光栅尺

滚珠丝杠



电主轴（剖面图）

资料来源：华中数控官网、CALT 官网、CIMT 特刊、THK 官网、《高速电主轴冷却技术研究及应用探讨》（程耀楠等 2022 年）、开源证券研究所

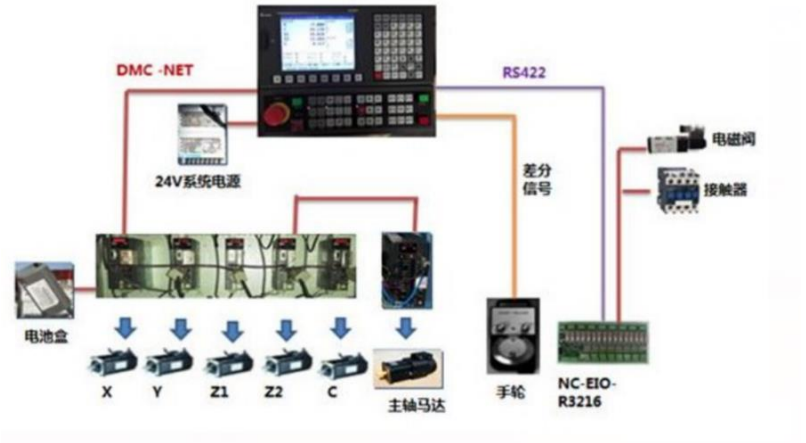
3.1、 数控系统：机床最核心的“大脑”，高端国产化率低于 10%

3.1.1、 成本占比 20%-40%，高端数控系统国产渗透率低

数控系统是数控机床的控制系统，由驱动器、控制器、电机构成，是机床最核心的控制部件。**高档数控系统价值约占机床成本的 20%-40%。**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图40：数控系统是机床最核心的控制部件

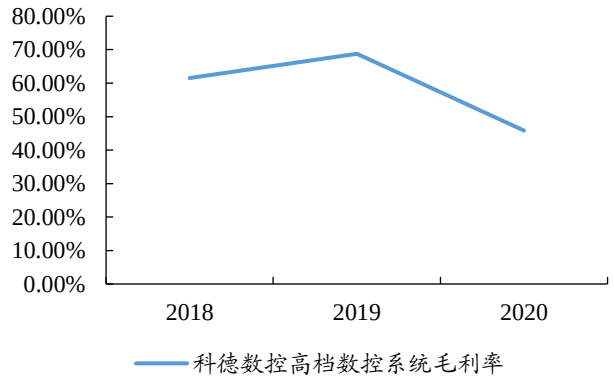


资料来源：海科工控官网

数控系统具有利润高、粘性强的特点。作为数控机床最核心的部件，数控系统掌控着工业母机运作过程中的稳定与作业安全，因此客户粘性强、毛利率高。

利润率方面，以日本发那科为例，1972 年发那科从富士通集团独立后，当年数控系统的税前利润率为 23.2%，随着产品迭代性能增强、客户认可度提升及粘性加大，到 1983 年，发那科数控系统的税前利润率提升至 38%。而国内厂商科德数控在 2018-2019 年以销售航空航天用高端数控系统为主的时期，毛利率一度高于 60%。

图41：科德数控 2018-2019 年高端数控系统毛利率超过 60%



数据来源：科德数控招股书、开源证券研究所

图42：1983 年发那科数控系统税前利润率相比 1972 年提高 15pcts

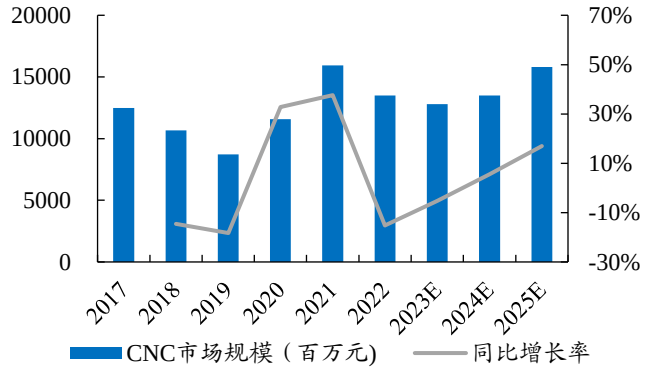
数据来源：《黄色机器人》稻叶清右卫门著、开源证券研究所

客户粘性方面，行业层面看，数控系统需要配合机床工艺不断迭代，通过机床大量应用进而修正、升级是数控系统走向成熟可靠的必经之路。从公司层面看，数控系统在正式投入使用前，需要投入大量磨合调试成本，因其直接影响工业母机运作过程中的稳定与作业安全，客户一经选定，不容易轻易更换。而广泛的数据收集和调试经验将进一步推进优势品牌的技术迭代，相比其他行业，**更易形成“赢家通吃”局面。**

2022 年，我国数控系统市场规模约为 135 亿元。根据 MIR 数据，2022 年，我国数控系统市场规模约为 135 亿元，数控系统销量达 37.9 万台/套。

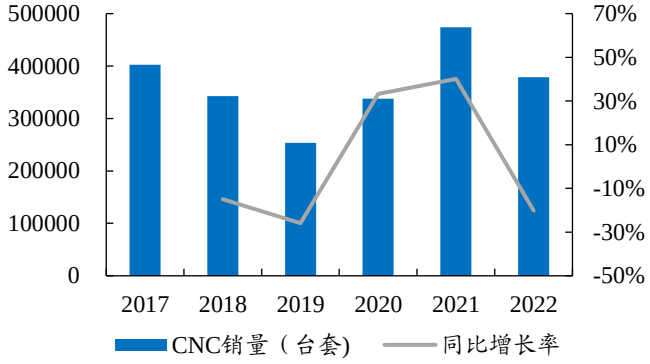
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图43：2022 年国内数控系统市场规模为 135 亿元



数据来源：MIR、开源证券研究所

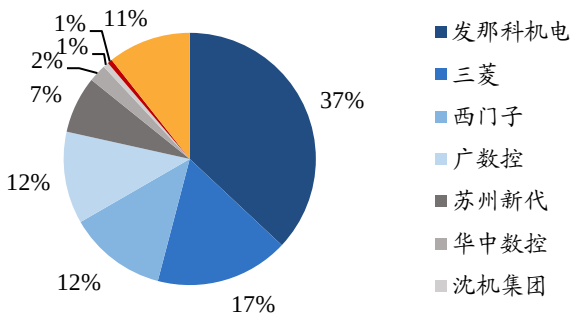
图44：2022 年国内数控系统销量为 37.9 万台/套



数据来源：MIR、开源证券研究所

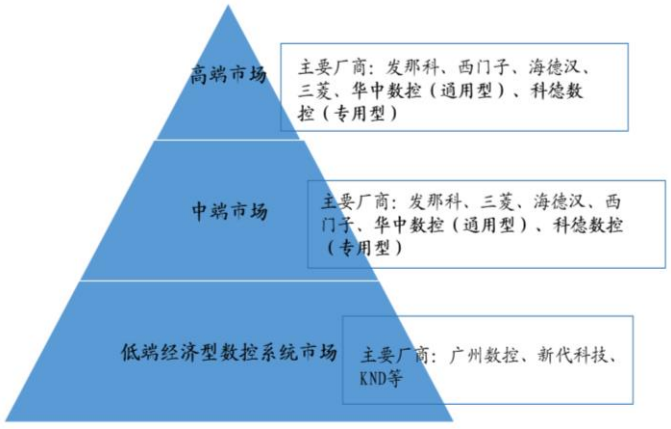
数控系统国产化率低，国产替代空间大。国内目前主流的高档数控系统主要来自德日等，如德国西门子、德国海德汉和日本发那科等。2022 年，我国海外数控系统厂商市占率约 67%。且进口系统多为封闭式，修改和扩展控制软件较为困难。

图45：2022 年我国数控系统海外厂商市占率约 67%



资料来源：日本机床协会官网、开源证券研究所

图46：我国主流数控系统依赖国外进口



资料来源：开源证券研究所

高端数控系统国产化率低于 10%，自主力亟待提升。高端数控系统主要满足航空航天、汽车、船舶等重要关键零件机械加工需求，一直是重要的战略资源，被发达国家严格管控，禁止对外销售或完全开放功能。作为资本和技术密集型产业，高端数控系统已经形成寡头市场，寡头反之加强资本和技术密集。目前我国高端数控系统国产化率不足 10%，成为导致中国制造基础薄弱的“卡脖子”关键基础部件。国内华中数控、北京精雕、科德数控等厂商正奋起追赶。

表10：国产企业自主研发数控系统

厂商	主要型号
华中数控	9 型、8 型高档数控系统
广州数控	25iG、986、980MDi
航天数控	CASNUC 2000G、CASNUC 3000H
大连光洋科技（科德数控）	GNC60、GNC61、GNC62
北京精雕	JD50

资料来源：《五轴联动工具磨床的关键技术及其研究现状》（叶启立 2020 年）、各公司官网、开源证券研究所

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

3.1.2、 数据积累助力产品迭代，AI 赋能缩短国内外代际差

我国高端数控系统的技术壁垒，主要在伺服电机、应用级前沿控制技术及可靠性等方面。从中高档数控机床技术上看，国内企业在工艺技术和关键共性技术投入上布局广泛，但在前沿技术上较国外有较大差距，且在可靠性、数字化设计及动态误差补偿等技术上还存在一定缺口。高性能伺服和驱动技术是国内与海外差距最大的技术之一。

表11：高端数控系统技术壁垒主要在伺服电机、应用级前沿控制技术及可靠性等方面

	技术难度	国产企业发展情况
数控系统本体	技术难度有所降低	目前出现了大量 PC-base 或通用架构的数控系统，海德汉、西门子、台湾新代、柏楚电子、维宏电子、科德数控、北京精雕，华中数控和广州数控目前还采用专用架构，其数控系统控制层面（尤其是通用机床）的功能性已和发那科相近。
伺服和电机	技术难度较高，过程涉及核心技术和国际元器件壁垒	头部数控系统厂商在国际元器件上有优先采购权，国产系统产家没有采购优势，在高精度伺服控制、反馈以及编码器方面也存在较大差距。
应用级的前沿控制技术	以往不太被重视，解决方案的研发需要投入大量的高端人才，投入周期较长	应用技术和数控系统的结合是国产数控系统的很大短板，但我国一些自主创新创造的产业已走到国际先进（新能源汽车），广东普拉迪科技股份有限公司、海天精工等机床厂跟随这一过程取得跃升式发展的机遇。
数控系统可靠性	可靠性标准分为三个类别：加工的一致性、稳定性、故障率，在批量生产中较关键	国产数控系统和数控机床已经解决了从 0 到 1 的生产，但在批量生产质量难以保证，在可靠性方面和进口厂商相比存在弱势。

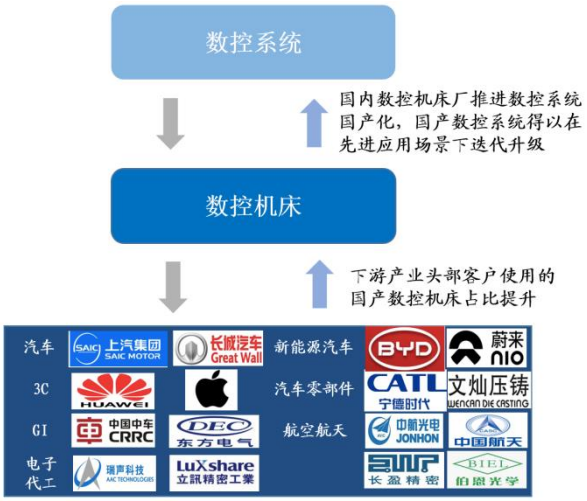
资料来源：开源证券研究所

我们认为，国产数控系统的突破路径主要有以下三点：

（1）重视各领域头部客户数据积累，利用先进应用场景反哺技术。数控系统的优化迭代依赖对下游不同行业、工艺的数据积累和理解。日本发那科等海外顶尖数控系统厂商始终和下游各个产业的顶尖客户紧密合作：首先研究客户的技术标准、装备标准、质量标准、加工工艺；而后在客户加工厂进行专业化设计，再推导出数控系统应具备的功能和应实现的差异化效果。利用先进应场景反向赋能，是发那科数控系统迭代升级特色之一，也是数控系统厂商走向头部的不二法门。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图47：国产数控机床落地在先进应用场景，推动国产数控系统高端升级



资料来源：各公司官网、开源证券研究所

（2）利用 AI 赋能数控系统核心伺服装置，缩减国内外代际差。国内数控系统龙头华中数控自主研发的华中 9 型数控系统是世界首台嵌入 AI 芯片的智能化数控系统，实现了全球数控系统市场的重大突破。搭载华中 9 型数控系统的华工激光三维五轴激光加工装备成功实现国产替代，可在国际市场上和巨头直接竞争。

图48：误差补偿等 AI+技术有望助力数控系统技术突破

资料来源：发那科、开源证券研究所

（3）深入教育系统，培养下一代工人对国产品牌的强粘性。早在 2002 年发那科刚进军中国的过程中，北京发那科就开启了校企合作，联合深圳职业技术学院成立了第一所 FANUC 数控系统应用中心；而后牵头成立了机械行业先进制造人才培养联盟，成为教育部全国职业教育教师企业实践基地；并入选了教育部《职业教育校企深度合作项目》。发那科深入教学一线，自学校起培养下一代工人的使用习惯，极大地提高了用户粘性。目前，我国数控系统龙头企业也积极展开校企合作，如华中数控为中国教育实训基地市场提供配套教材、数控机床、工业机器人等一揽子服务，完成了与 100 多所院校单位的深度交流与合作。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

3.2、 编码器、光栅尺：数控机床的“眼睛”，高精度供货能力稀缺

编码器、光栅尺皆属于光栅传感器，是集光、机、电、算技术于一身的高精度位移传感器，被比喻为“数控机床的眼睛”。编码器可以检测机械运动，并将其转换为模拟或数字编码的输出进行反馈。

编码器一般应用于机床转台、摆头等需要测量角位移的机床部件。一般来讲，编码器在机床主轴、伺服轴和刀库上皆可安装。

按监测原理，编码器可分为光电编码器和磁电编码器两种。光电编码器由光源、光码盘和光敏原件组成，精度高、可靠性好，一般适合用于加工中心；磁电编码器结构简单、耐高温、耐油污，一般用于低速、低精度、环境恶劣的数控车床及铣床等场景。

表12：光栅编码器广泛应用于数控机床主轴、刀架、伺服系统等位置

分类	安装位置	安装要求
主轴编码器	主轴	主轴带动工件或刀具旋转，其高刚性、高精度、高强度、高转速特点，要求编码器具有高防护等级、耐震动、具有一定刚性和回转精度要求。
手动脉冲发生器	手动脉冲发生器	手动脉冲发生器用于工件加工的原点修正，手动脉冲发生器要求手感舒适、准确性好、耐磨性好、抗震能力强。
分度头编码器	分度盘	分度盘是将工件夹持在卡盘上或两顶尖间，并使其旋转、分度和定位，精度要求高、准确度要求高，因此必须使用高分辨率和高精度的角度编码器。
刀架用编码器	刀架	刀架可自动更换刀具，工作环境恶劣，要求故障率小，但对编码器分辨率要求较低。
伺服进给编码器	伺服系统	目前伺服进给编码器主要分三类，分别是增量式、增量总线式、绝对式。

资料来源：《光栅编码器在机床行业中的应用》（王忠杰，2015 年）、开源证券研究所

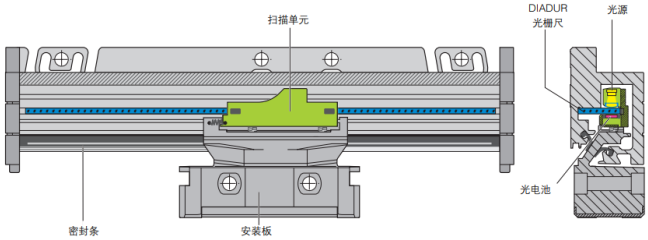
图49：编码器应用于伺服系统

资料来源：禾川科技公告

光栅尺是光栅线位移传感器的简称，一般应用于直线移动导轨。光栅尺是一种利用光栅原理实现线位移测量的传感器，可实现移动量的精确显示和自动控制，广泛应用于金属切削机床加工 S 的数字显示和 CNC 加工中心位置环的控制。

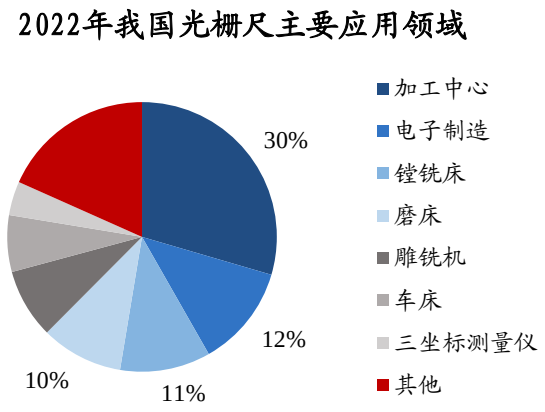
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图50：光栅尺是光栅线位移传感器的简称



资料来源：海德汉官网

图51：机床是光栅尺主要的应用领域



数据来源：MIR、开源证券研究所

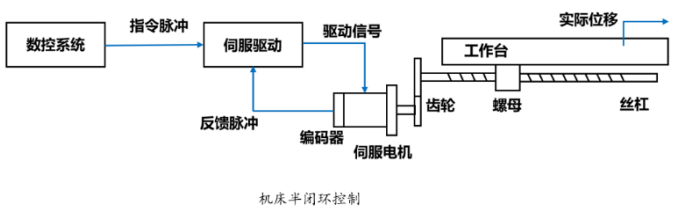
中低端机床一般只使用编码器，高端精密机床需要同时配置编码器+光栅尺。数控机床伺服控制系统分为半闭环与全闭环控制系统两种。其中，**半闭环控制**使用间接测量，将编码器等位置检查装置安装在伺服电机或丝杠的端部，测量误差较大；**全闭环控制**能够实现终端位移的直接测量，将光栅尺安装在机床运动部件上，系统精度更高，多见于高端精密机床；**且机床精度几乎只取决于光栅尺精度和安装位置。**

表13：高端精密机床需要配置编码器+光栅尺

	测量反馈部件	测量方式	机床应用
半闭环机床	编码器	间接测量，将编码器等位置检查装置安装在伺服电机或丝杠的端部，测量误差较大	中低端机床
全闭环机床	编码器+光栅尺	直接测量，将光栅尺安装在机床运动部件上，系统精度更高	高端精密机床

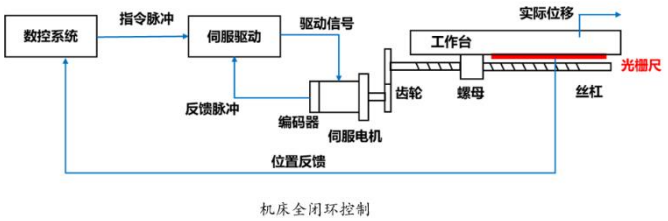
资料来源：《光栅测量技术在数控机床上的应用——光栅尺篇》（吴宏圣等，2014 年）、开源证券研究所

图52：未采用光栅尺，机床半闭环控制



资料来源：158 机床网

图53：采用光栅尺，机床实现全闭环控制



资料来源：158 机床网

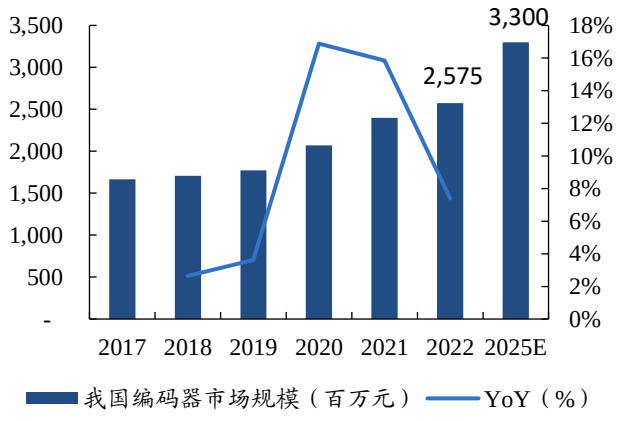
五轴联动机床一般配备 2 个编码器+3 个光栅尺。近两年国内外高端数控机床，基本全部采用**绝对式光栅尺**。五轴数控机床 3 个直线轴和 2 个旋转轴需对应配套 3 个光栅尺和 2 个角度编码器。

我国编码器市场稳健增长，40%以上的市场被多摩川、海德汉占据。根据 MIR 数据，2022 年我国编码器市场规模约为 25.75 亿元，同比增长 7.4%；预计到 2025 年将增长到 33 亿元，2022-2025 年 CAGR 达 8.6%。根据 MIR 统计，按销售额计算，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

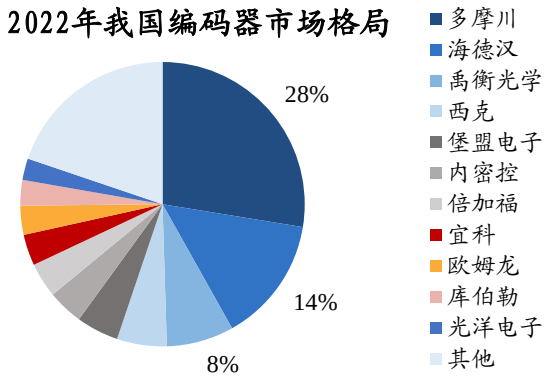
我国编码器 42%的市场被多摩川、海德汉两家外资厂商占据，国内厂商禹衡光学市场占比 8%，位列第三。

图54：我国编码器市场有望稳健增长



数据来源：MIR、开源证券研究所

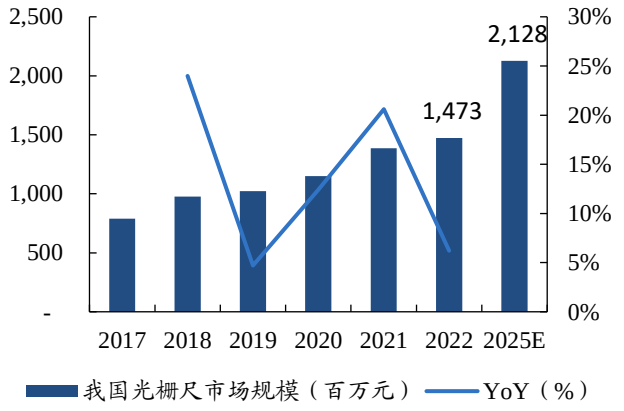
图55：多摩川、海德汉占据我国编码器 42%的市场



数据来源：MIR、开源证券研究所

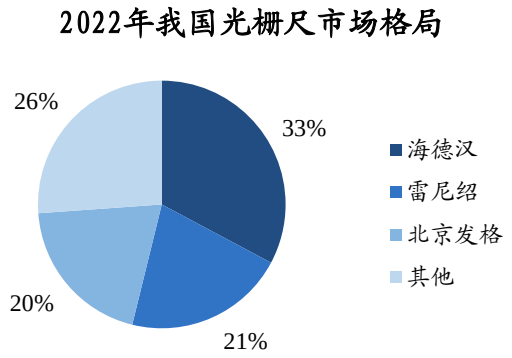
相比编码器，我国光栅尺市场增长较快，市场基本被外资垄断。根据 MIR 数据，2022 年我国光栅尺市场规模约为 14.73 亿元，同比增长 6.2%；预计到 2025 年将增长到 21.3 亿元，2022-2025 年 CAGR 达 13%。光栅尺市场基本被多摩川、雷尼绍、北京发格（母公司西班牙发格）等外资厂商占据。

图56：2022-2025 我国光栅尺市场 CAGR 有望达 13%



数据来源：MIR、开源证券研究所

图57：我国光栅尺市场基本被外资垄断



数据来源：MIR、开源证券研究所

绝对式光栅尺是多轴数控机床未来发展方向。同增量式光栅尺相比，安装绝对光栅尺的机床可在重新开机后无需执行参考点回零操作，可在中端后马上开始原来加工程度，显著提升了有效加工时间，更适合于多轴数控机床。

表14：绝对式光栅尺不需要“回零”，更适合多轴数控机床

	原理	优点	适用条件
增量光栅尺	通过两个相对运动的光栅调制成摩尔条纹，对摩尔条纹进行计数细分后得到位移变化，通过在标尺光栅上设置一个或多个参考点来确定绝对位置	测量范围内的任何一点都可以作为起点零点	增量光栅尺有一个或多个参考点，可以精确到信号周期，大多数场合都采用增量式光栅尺
绝对光栅尺	在标尺光栅尺上划一条带有绝对位置编码的	通电后可以直接获取当前位	绝对式编码器不需回零，若机器有多个

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

原理	优点	适用条件
码道，读数头通过读取当前位置的编码就可以得到绝对位置	置信息，无需“归零”操作，简化了控制系统的设计	轴，回零循环会变得复杂和耗时，在此情况下，使用绝对式光栅尺有利

资料来源：禹衡光学官网、开源证券研究所

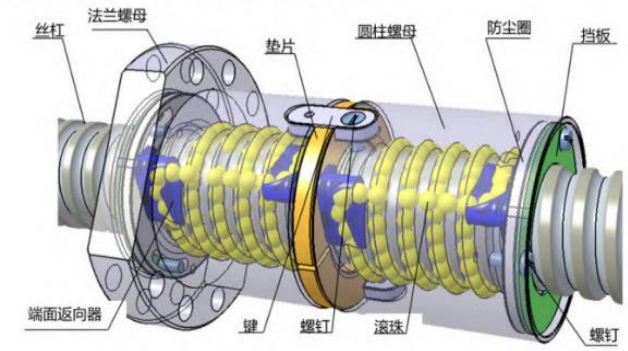
高端数控机床用绝对式光栅尺市场基本由外资垄断。我国绝对式光栅尺起步较晚，近几年才形成产业批量化状态。在金属切削类全闭环数控机床中，**封闭式玻璃载体绝对式光栅 80%以上由海德汉公司占据。**绝对式光栅尺市场的其他供应商还有西班牙发格（FAGOR）、英国雷尼绍（RENISHAW）等。同时，超高精的产品被西方国家列入限制出口的产品目录，对我国的购买进行严格控制。国内目前有绝对式光栅尺供货能力的厂商主要为禹衡光学（奥普光电子公司）。

3.3、 滚珠丝杠：数控机床核心传动部件，高精度量产厂商稀少

滚珠丝杠是将旋转运动转化为线性运动的传动机构。其主要优势是能够在高速运行下保证定位精度，由于摩擦力比较低，传动效率可达 90%，远高于普通滑动螺纹传动。在数控机床，机器人关节，新能源车等领域具有广泛应用。

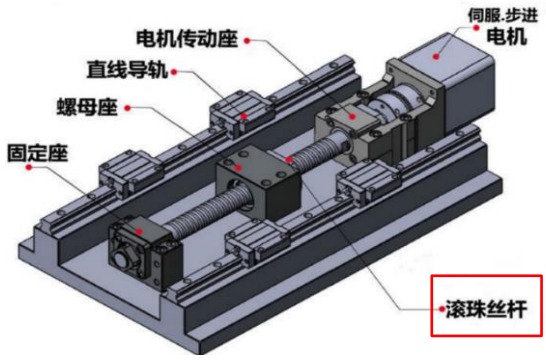
滚珠丝杠作为数控机床核心传动部件，是机床高端化的关键。在工业母机领域，滚珠丝杠用于直线传动，通常安装在高精度数控机床的直线轴中。如五轴联动机床由 3 个直线轴和 2 个旋转轴构成，一般会在 X、Y、Z 轴分别安装一个高精度滚珠丝杠。

图58：滚珠丝杠为常见的传动机构



资料来源：《机床核心功能部件的自主研发与创新发展》周吉贞，2022 年

图59：滚珠丝杠在是高端机床的核心传动部件



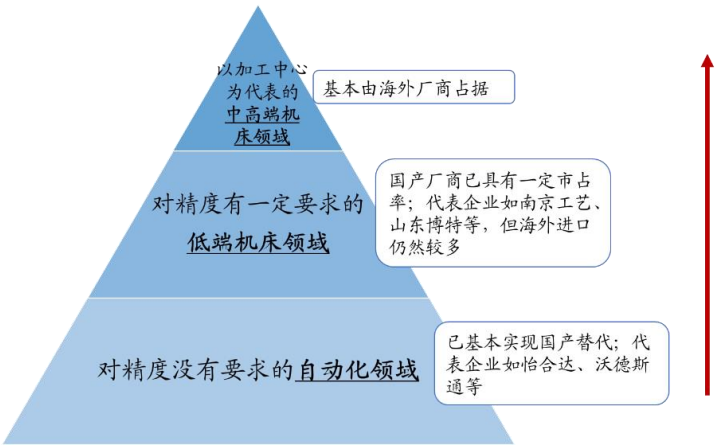
资料来源：上海办顺机电科技官网

我国是滚珠丝杠的主要消费市场之一，量产厂商稀少。根据华经产业研究院数据，我国滚珠丝杠市场规模约占全球总量的 20%。但国内滚珠丝杠竞争格局分散，具有量产能力的滚珠丝杠厂商稀少，主要玩家包括汉江机床（秦川机床子公司）、南京工艺、博特精工等。贝斯特、恒立液压等公司亦有布局。

目前，我国市场上的丝杠、导轨大概可以分为 3 个应用档次：（1）对精度没有要求的自动化领域。如自动化装配、工厂自动化等；代表企业如怡合达、沃德斯通等。（2）对精度有一定要求的低端机床领域。该部分中档功能部件国产厂商已具有一定市占率；代表企业如南京工艺、山东博特等，但海外进口仍然较多。（3）以加工中心为代表的中高端机床领域；该部分基本由海外厂商占据。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图60：我国中高端机床领域的丝杠、导轨市场基本由海外厂商占据



资料来源：观研天下、开源证券研究所

中高端滚珠丝杠自主可控力弱，国产渗透率不足10%。目前，国产滚动部件水平基本保持在P2级以下水平，大部分产品在P3-P5级，但在精度保持性和可靠性上仍有较大差距，难以满足中高端机床需求。相比国内产品，海外产品优势具有以下优势：（1）国际企业基础工艺及前沿学术相对领先，产品在精度、一致性、稳定性和可靠性方面更有优势。（2）海外厂商经过多年经营，已完成大额装备投资摊销。成本及运营结构优势转化为利润空间，在价格竞争时具备优势。

我们测算，2023年我国机床用滚珠丝杠市场空间约为97亿元，2030年有望增长至190.6亿元，市场规模翻倍。核心假设如下：

- 根据台湾上银年报，其滚珠丝杠产品均价约为768元。由于数控机床领域对滚珠丝杠要求较高，出货量小，而低端自动化领域对滚珠丝杠的需求量极大，因此上银的滚珠丝杠产品均价可以基本代表低端偏中端的丝杠产品价值量。参照自动化领域所用的中低端丝杠产品均价，**我们假设，高端机床领域所用的高端滚珠丝杠单个价值量约1.5万元，中端机床所用滚珠丝杠产品约为6500元，低端机床所用滚珠丝杠约为3500元。**
- **按中高端机床用3个滚珠丝杠，低端机床平均用2.5个滚珠丝杠**（个别低端机床只安装1-2个丝杠）估算市场规模。
- 我们预测，2023年高端、中端、低端机床分别占我国金属切削机床总产量的10%、50%、40%。到2030年，高端、中端、低端机床分别占我国金属切削机床总产量的40%、40%、20%。

表15：2023年我国机床用滚珠丝杠市场空间约97亿元，2030年有望增长至190.6亿元

测算指标	数值		
自动化领域所用的中低端丝杠产品均价（元）	768		
	高端	**中端**	**低端**
假设各部分滚珠丝杠价值量约为均价的（倍）	20.0	8.5	4.5
各等级机床滚珠丝杠均价（元）	**15354**	**6525**	**3455**
单个机床所需滚珠丝杠个数	3.0	3.0	2.5
各等级单个机床滚珠丝杠价值量（万元）	**4.61**	**1.96**	**0.86**
2023年机床总产量中各等级机床占比（%）	**10%**	**50%**	**40%**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

测算指标		数值	
2023 年平均每台机床滚珠丝杠价值量（万元）		**1.78**	
2023 金属切割机床产量（万台）		54.34	
2023 年我国机床用滚珠丝杠市场空间（亿元）		**96.99**	
2030 年机床总产量中各等级机床占比（%）	**40%**	**40%**	**20%**
2030 年平均每台机床滚珠丝杠价值量（万元）		**2.80**	
2023 金属切割机床产量（万台）		68.12	
2030 年我国机床用滚珠丝杠市场空间（亿元）		**190.6**	

数据来源：上银科技公告、　　、开源证券研究所

未来随着我国高端装备制造不断发展，精密传动需求有望继续加大，高精度滚珠丝杠量产能力将成为各企业的核心竞争力之一。

3.4、 主轴：电主轴为高端机床必需环节，国产替代启动

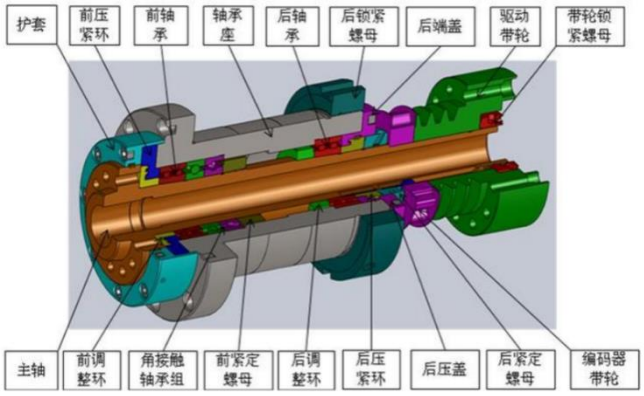
主轴是机床上带动刀具或工件旋转，产生切削运动的运动轴。主轴属于数控机床传动系统的一部分，其质量好技术水平直接影响机床品质、性能、工作效率及运行稳定性。按照主轴的驱动方式，机床主轴可分为机械主轴和电主轴两大类。

机械主轴通过主轴电机和中间的传动装置（如皮带、齿轮、联轴器等）带动主轴旋转工作，一般用于非数控机床和大扭矩机床。机械主轴技术成熟、结构简单、制造和维修难度小、价格低廉且后期维护成本低，**在大重型机床低速大扭矩、大功率等要求上表现优越。**

图61：主轴带动刀具或工件旋转

资料来源：迪克精机官网、开源证券研究所

图62：电主轴省去了皮带、齿轮或联轴器的传动环节



资料来源：兆恒机械官网

电主轴是数控机床三大高新技术（高速电主轴、数控系统、进给传动）之一，更适宜高性能数控机床。电主轴由无外壳电机、主轴、轴承、主轴单元壳体、驱动模块和冷却装置等组成。转子采用压配方法与主轴做成一体，主轴则由前后轴承支承。定子通过冷却套安装于主轴单元的壳体中。主轴的变速由主轴驱动模块控制，而主轴单元内的温升由冷却装置限制。在主轴的后端装有测速、测角位移传感器，前端的内锥孔和端面用于安装刀具。将电动机与主轴从结构上融为一体。

电主轴代替机械主轴大势所趋。因省去了皮带、齿轮或联轴器的传动环节，相比传统机械主轴，电主轴具有高转速、高精度、高效率、高可靠性等特点，其**根据昊志机电招股书，并联运动机床、五面体加工中心等高档数控机床，由于加工工艺**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

和加工对象的特殊性，必须使用电主轴。

表16：电主轴替代机械主轴大势所趋

	电主轴	机械主轴
驱动方式	由内装式电机直接驱动	带轮传动和齿轮驱动
旋转精度	高	低
刚度	高	低
速度	无极变速，速度快	速度慢
散热	要求高	要求低
成本	高，大致为机械主轴的 5-10 倍	低
震动	小	大
应用	数控机床（雕铣机、高速加工中心等）；2 万转/分以上的高转速机床等	大部分非数控机床；大扭矩切削的数控机床；不超过 1 万转/分的低转速机床

资料来源：立鼎产业研究院、开源证券研究所

我国每年主轴市场规模近百亿。按每台机床平均搭配 1.3 根主轴（部分机床搭载 2 根主轴），主轴均价 1 万元计算，机床加工环节和加工时长都会影响其寿命。以无心磨床为例，机床每使用 2000 小时就需要更换一次主轴，每年约更换 4 次，**存量替换空间可观。**

表17：我国每年主轴市场规模近百亿

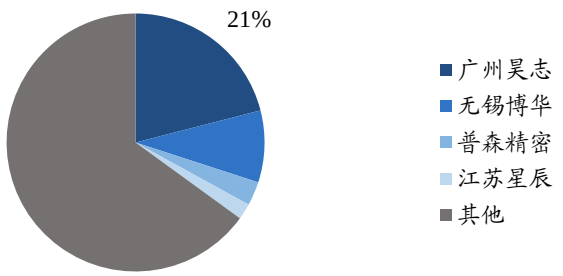
机床主轴市场规模测算	
2022 年我国金属切削机床产量（万台）	57.2
平均每台机床搭配主轴数量（根）	1.3
机床主轴年需求（万根）	74.4
电主轴均价（万元/根）	1
2022 年机床电主轴市场规模（亿元/年）	74.4
2030 年我国金属切削机床产量（E，万台）	68.8
平均每台机床搭配主轴数量（根）	1.3
电主轴均价（万元/根）	1
2020 年机床电主轴市场规模（亿元/年）	89.5

数据来源：　　、观研天下、开源证券研究所

我国电主轴竞争格局分散，量产厂商较少。根据《A 智能装备有限公司差异化战略研究》数据统计，我国电主轴主要厂商包括昊志机电、无锡博华等。龙头企业昊志机电市占率约为 21%。大部分市场被企业自制或中小厂商占据。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图63：昊志机电在国内电主轴市场市占率约为 21%



资料来源：《A 智能装备有限公司差异化战略研究》（姜乃群 2022 年）、开源证券研究所

低端电主轴基本实现国产化，高端市场国产化率较低。全球主轴行业领先企业主要集中在欧洲、日本、台湾等地，瑞士 FISCHER 公司、瑞士 IBAG 公司、德国 Kessler 公司、英国西风等欧洲厂商在全球电主轴行业占据重要份额。日本、台湾的主轴技术水平相对落后于欧洲，但产业发展成熟，性价比较好。目前国产电主轴已基本实现了对台湾厂商的超越。

主轴轴承突破是电主轴国产化率提升的关键。主轴轴承是电主轴最核心的部件，在电主轴产品的生产成本中占比较高。昊志机电电主轴的轴承主要进口自德国舍弗勒，而可比规格型号的进口轴承价格大幅高于国产轴承，使得国产电主轴的价格居高不下，限制了电主轴的进一步渗透。因此，突破主轴轴承的关键技术，实现主轴轴承国产化是高端电主轴国产化率提升的关键。

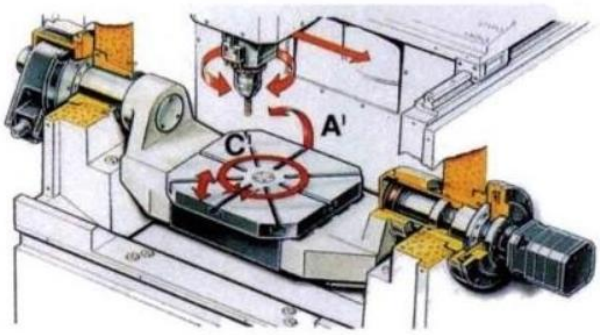
3.5、 转台：航空航天领域要求高，国产突破、台资逐渐退出

机床转台是机床上用于固定工件并提供旋转坐标，从而使机床实现多面或曲面加工的零部件。按旋转轴数分，机床转台可分为第四轴（即一个旋转轴）和第五轴（即两个旋转轴）两种，也就是常说的单转台和双转台。

图64：机床转台是机床上用于固定工件的零部件

资料来源：迪克精机官网、开源证券研究所

图65：配备了第五轴转台机床又叫双转台机床



资料来源：海特机床官网

五轴机床中，采用双转台形式的机床较多。五轴机床可分为双摆头、双转台、单摆头单转台三种。双摆头机床制造难度大（体积小故内部机械组件相对细小，难

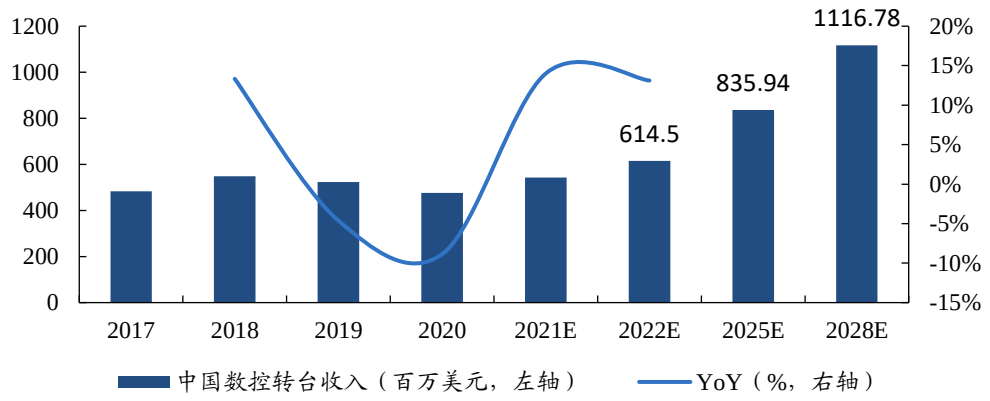
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

以保证高刚性），摆头价格高（国内常用双摆头一般在 300-400 万元；单摆头在 30-60 万元）；而国内双转台的单价大概在 15-50 万元。因此，五轴机床多采用双转台结构。**但对于加工体积大、重量重的工件，还是会采用双摆头或者单摆单转台形式的机床。**

航天航空领域对转台精度、稳定性、扭矩要求较高。航发叶片加工精度及质量要求极高，所用高温合金或铁合金材料加工难度极大，因此对加工的母机（如高端五轴叶片加工机床）提出了前所未有的精度及稳定性要求。用于固定工件转台，需要满足高速、高精度、高稳定性及大扭矩四大要求。

我国数控转台市场由台资主导，2020-2025 年市场 CAGR 有望达 12%。根据 QYResearch 数据，2021 年我国数控转台 CR5 均为台资企业，集中度 56%，国内品牌存在感较弱。2025 年数控转台市场空间有望达 8.36 亿美元，对应 2020-2025 年 CAGR 为 12%。目前，国产数控转台产品主要集中在中低端市场，本土竞争力较弱，主要厂商包括昊志机电、烟台大华、杰鑫机械、德川机械、环球机床等。

图66：2020-2025 年我国数控转台市场 CAGR 有望达 12%



数据来源：QYResearch、开源证券研究所

按结构分，数控转台可分为凸轮滚子结构、涡轮蜗杆结构、谐波结构、DD 电机结构四种。其中，蜗轮蜗杆转台为当前主流应用，但刚性差、维护成本高。凸轮滚子转台定位精度高、寿命长，**但其凸轮、YRT 轴承的技术壁垒较高，国内 YRT 轴承生产厂家较少，主要厂家坐落于位于洛阳、瓦房店、哈尔滨等地。**DD 直驱电机转速高、响应快、精度高，目前国内科德数控、昊志机电、豪迈科技、北京精雕等厂商皆具备 DD 直驱转台生产能力。

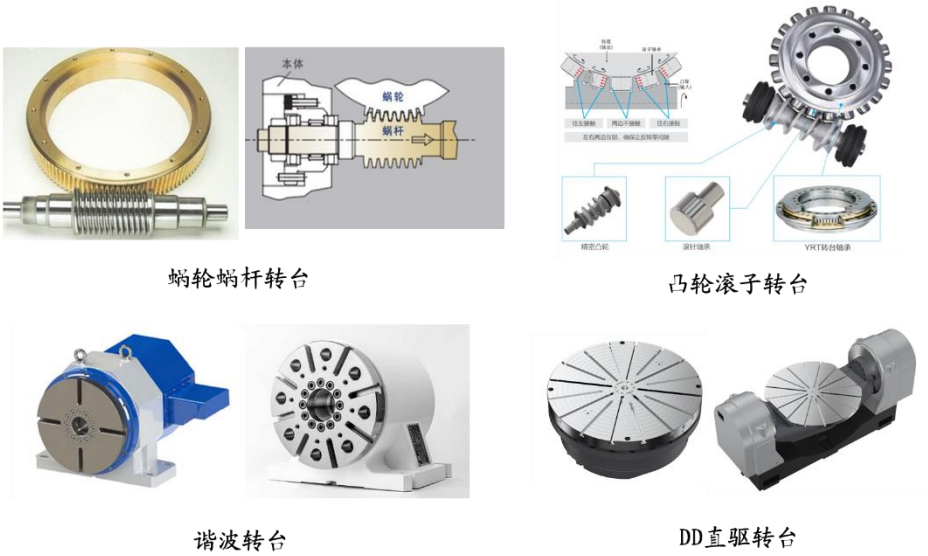
表18：数控转台可分为凸轮滚子结构、涡轮蜗杆结构、谐波结构、DD 电机结构四种

	蜗轮蜗杆传动	凸轮滚子传动	谐波减速传动	力矩直驱传动
传动原理	蜗轮蜗杆传动	弧面分度凸轮及滚柱组成，线接触啮合驱动转轮转动	电机驱动，通过谐波减速器传动	DD 电机直驱转台旋转，通过编码器反馈控制
技术特点	大扭矩回转加工；半年至一年需定期消隙；无法预压、刚性差、维护成本高	定位高精度、高效率；刚性高；零背隙、免维护、寿命长	传动精度高、体积小、传递扭矩大、寿命长、成本低	高动态响应、高精度控制、低噪音
下游应用	大部分下游行业	3C、汽车行业、精密制造等	3C、珠宝首饰零部件、模具、木工等	航空航天等

资料来源：新浪财经、绿的谐波公司年报、精雕公司官网、开源证券研究所

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图67：数控转台可分为涡轮蜗杆/凸轮滚子/谐波/DD 电机结构四种



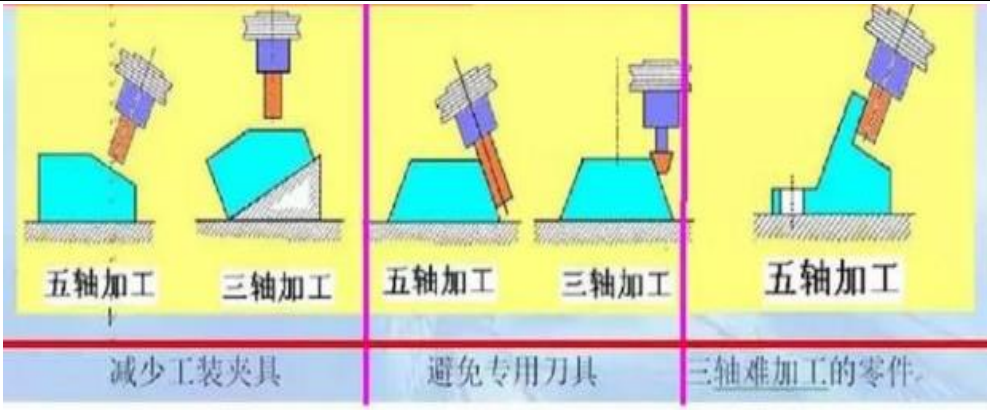
资料来源：沃迪士精密官网、昊志机电官网、绿的谐波官网、科德数控官网、德州鑫密官网、开源证券研究所

4、 高端产品：五轴联动机床、精密磨床为整机最强 α

4.1、 五轴联动机床：高端制造不可或缺的“卡脖子”环节，国产化率 10%

五轴联动代表机床领域的最高技术水平，是进行复杂曲面加工的理想机器。五轴联动机床的五个轴分别为传统机床的 X、Y、Z 三个直线轴，组成空间直角坐标系；以及 A、C 两个旋转轴，以此实现球面空间任意角度的加工。此外，五轴联动机床在加工复杂工件时只需要设置一个坐标系、进行一次对刀，就可以完成加工，无需考虑机床运动和刀具长度，能够极大提高加工效率和精度。

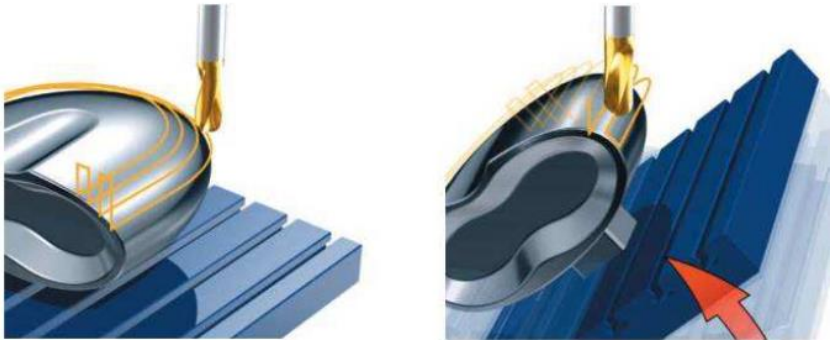
图68：相比三轴机床，五轴联动机床具有多种优点



资料来源：普拉迪官网

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

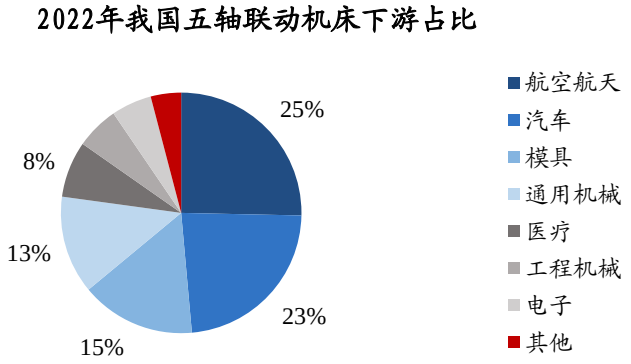
图69：五轴联动机床可实现复杂曲面加工（右图）



资料来源：工业机器人公众号

五轴联动机床是我国把握航空航天核心领域自主可控、提升民用高端制造水平的关键环节。五轴联动机床广泛应用于航空航天、精密设备、城市轨道交通、新能源汽车等领域。2022 年，我国五轴联动机床前两大下游分别为航空航天（25%）和汽车（23%）。

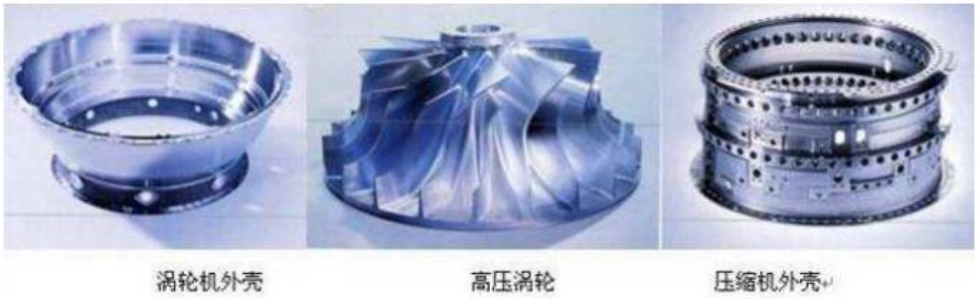
图70：五轴机床与国家高端制造、航天军工的自主可控性息息相关



数据来源：MIR、开源证券研究所

航空航天方面，在现代国防装备中，许多关键零部件的材料、结构、加工工艺都有一定的特殊性和加工难度，必须采用多轴联动、高速、高精度的高端数控机床进行加工。航空、航母等高端装备的关键零部件也几乎完全依赖高端数据机床的精度保证。

图71：航空航天关键零部件加工需要使用五轴联动技术



资料来源：工业机器人公众号

民用高端制造方面，五轴联动机床在新能源汽车领域的应用主要分为四个方面：电驱和电机，电池电源，智能驾驶电控（包括相关的连接件或执行件、线动、底盘

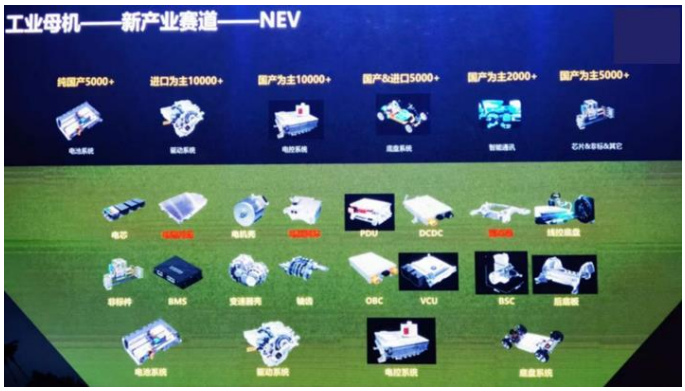
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

等），和一体化车身。电池组作为新能源汽车的关键核心部件，约占整车成本的35%-40%。搭载在车辆上的电池组在续航要求下体积庞大，上盖、外壳、底座、保护罩都有高加工需求；原材料为铝合金和高强度钢板，重量轻，对制造工艺以及机床提出更高要求。此外，新能源汽车零部件还包括和电相关的一系列部件。按加工制程时间测算，预计新能源车四大系统或三电系统，在1-2年内就会起量。

图72：新能源NEV为工业母机新赛道

资料来源：发那科

图73：新能源NEV下游包含多种零部件



资料来源：发那科

五轴联动机床价值量高。根据中国机床工业协会数据，2020年协会重点联系企业五轴联动机床全品类销售均价约为186.6万元/台。其中，**五轴立式加工中心占比最高，卧式、重型龙门机床价值量大。**按机床放置方式分，五轴联动机床可分为卧式和立式两种。立式加工中心一般用于消费电子、汽车等领域中小型零部件加工，卧式五轴联动机床用于航空航天、汽车等领域大重型、复杂零部件加工。五轴重型龙门机床均价可达800万元以上。

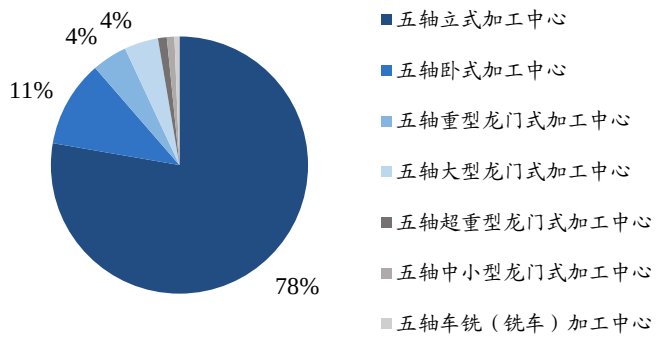
表19：2020年协会重点联系企业五轴联动机床全品类销售均价约为186.6万元/台

产品名称	销量（台）	占比（%）	同比增长（%）	金额（亿元）	同比增长（%）	均价（万元/台）
五轴立式加工中心	492	77.73	-3.5	4.9	12	99.6
五轴卧式加工中心	69	10.9	1.5	4	-7.7	579.7
五轴超重型龙门式加工中心	7	1.11	250	0.6	352.6	857.1
五轴重型龙门式加工中心	28	4.42	-15.2	1.4	-3.6	500.0
五轴大型龙门式加工中心	27	4.27	8	0.7	10.2	259.3
五轴中小型龙门式加工中心	6	0.95	-40	0.1	-15.3	166.7
五轴车铣（铣车）加工中心	4	0.63	100	0.11	151.1	275.0
合计/均价	633	100	-	11.81	-	**186.6**

数据来源：科德数控公告、开源证券研究所

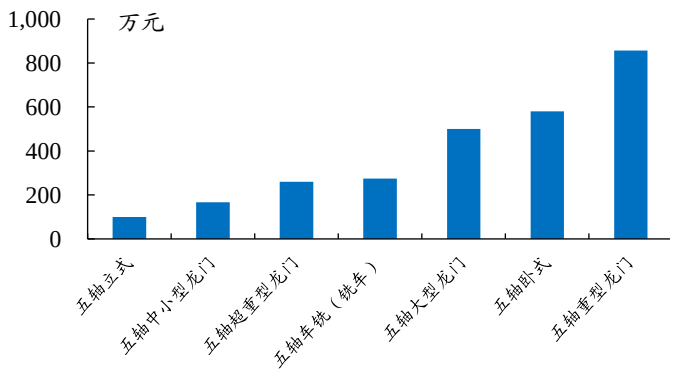
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图74：协会重点联系企业五轴联动机床中，立式加工中心占比最高



数据来源：科德数控公告、开源证券研究所

图75：卧式、重型龙门机床价值量大



数据来源：科德数控公告、开源证券研究所

2022 年，我国五轴联动机床市场空间约为 113.3 亿元。根据中国机床工业协会披露数据，五轴联动机床均价约为 186.6 万元/台。根据 MIR 数据，2022 年我国五轴联动机床销量为 6073 台，测算得我国五轴联动机床市场空间约为 113 亿。

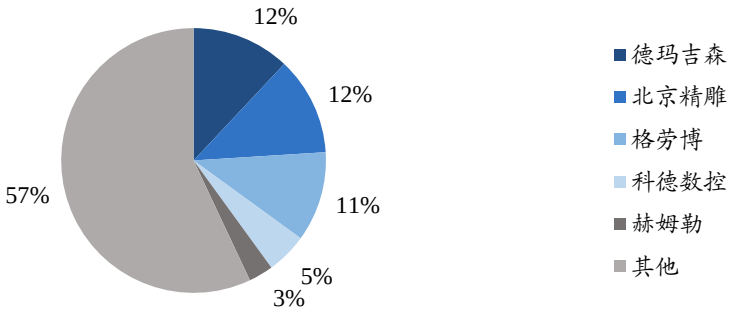
表20：2022 年我国五轴联动机床市场空间约为 113.3 亿元

我国五轴联动机床市场空间测算	
2020 年协会重点联系企业五轴联动机床销量（台）	633
2020 年协会重点联系企业五轴联动机床销售额（亿元）	11.81
五轴联动机床均价（万元）	186.6
2022 年国内五轴联动机床销量（台）	6073
五轴联动机床市场空间（亿元）	113.3

数据来源：科德数控公告、MIR、开源证券研究所

五轴联动机床国产渗透率约为 10%，我国尚缺乏规模生产能力。五轴联动机床技术壁垒极高。目前国内市场主要被德马吉森、格劳博、赫姆勒等海外企业占据。我国五轴联动机床生产能力较低，龙头科德数控的五轴联动机床产能约为 240 台/年，预计未来募投项目扩产后将增加到 1095 台/年。秦川机床五轴联动机床定增项目投产后产能将增加到 248 台/年。海天精工等龙头也在积极建厂，扩充产能。2020 年我国国产五轴联动机床销售额约为 11.8 亿元，按市场空间 113 亿粗略估算，我国五轴联动机床国产渗透率约为 10.4%。

图76：我国五轴联动机床市场主被海外企业占据



数据来源：观研天下、开源证券研究所

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

4.2、 精密磨床：精密零部件生产的命门，高端依赖进口

磨床是利用磨具对工件表面进行磨削加工的机床。我国市场中主要的磨床产品包括外圆磨床、凸轮轴磨床、曲轴磨床、轧辊磨床、齿轮磨床、双端面磨床、平面磨床、无心磨床、螺纹磨床等。

精密磨床主要用于轴承、减速器、丝杠等机床、机器人核心零部件打磨。因此，精密磨床的高端化水平，将决定我国工业母机、机器人精度的高低，从而影响我国自主可控的整体进程。

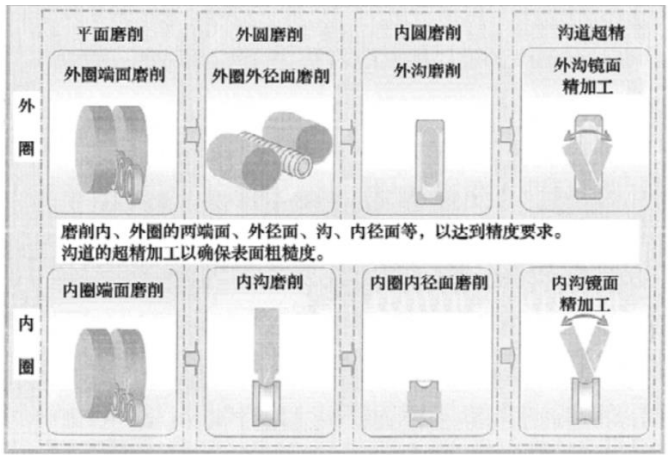
表21：精密磨床主要用于轴承、减速器、丝杠等机床、机器人核心零部件打磨

磨床种类	机床核心零部件	机器人关键零部件	新能源车零部件
端面磨床	主轴轴承、转台轴承等	轴承、齿轮等	轴承、齿轮、阀片等
外圆磨床、内圆磨床、无心磨床等		轴承等	
螺纹磨床	滚珠丝杠	滚珠丝杠、滚柱丝杠	
齿轮磨床（磨齿机）	-	RV 减速器等	变速箱齿轮等

资料来源：开源证券研究所

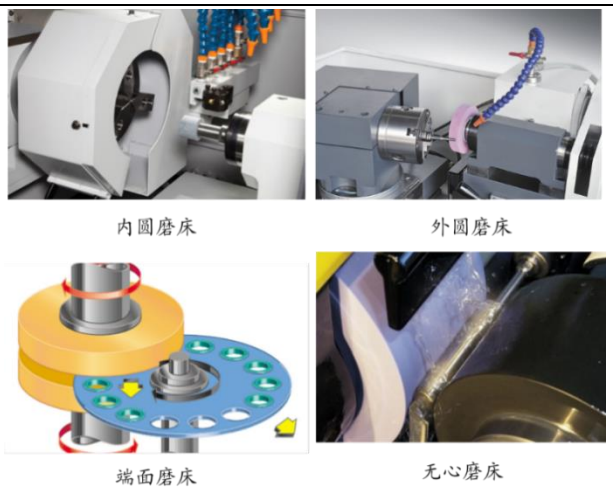
核心零部件方面，端面磨床、外圆磨床等是机床**主轴轴承、转台轴承**生产的关键设备。精密螺纹磨床是数控机床**高端滚珠丝杠**突破的核心装备，**滚珠丝杠也在机器人、自动化传动、新能源车上有广泛应用。**

图77：轴承内外圆需要经过平面磨削、内/外径磨削、沟（滚）道磨削等工序加工



资料来源：轴承杂志社公众号

图78：轴承磨削需要端面磨床、外圆磨床、内圆磨床、无心磨床等数控机床

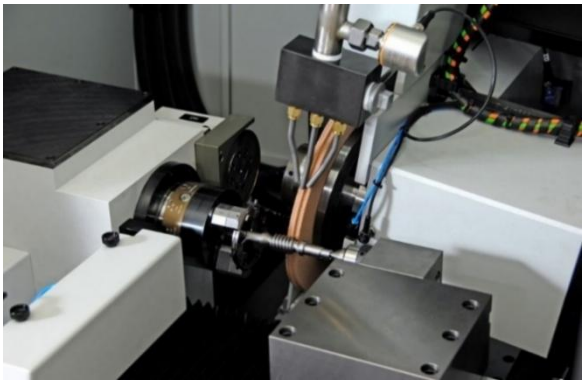


资料来源：平泰机械官网、博纳领航官网、兴富祥科技官网、钜升精机官网、开源证券研究所

磨齿机是RV减速器的关键装备，精密RV减速器磨齿机价值量较大，可逾千万。而精密减速器都是我国亟待突破的核心零部件，是高端装备制造突围的必需环节。此外，磨齿机也是新能源车齿轮箱加工的必须环节。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图79：瑞士 MZ 公司精密螺纹磨床打磨螺纹



资料来源：Monnier Zahner 官网

图80：磨齿机可实现新能源车齿轮修型

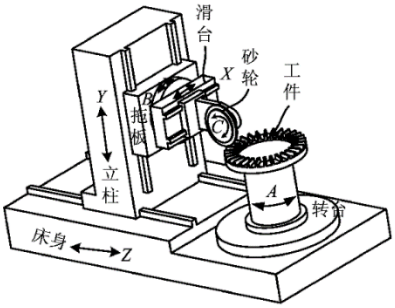


图6 磨齿面齿轮数控机床

资料来源：《多轴 CNC 机床运动优化磨齿拓扑修形面齿轮》（沈云波等，2017 年）

我国磨床市场空间约为 80 亿元，国产化率 31%。根据中国机床工具工业协会数据，我国 2020 年磨床进口金额约为人民币 54.9 亿元，协会统计企业磨床均价约为 23.3 万元；根据 MIR 数据，2020 年国产磨床销售量（不含出口）为 10732 台；测算得 2020 年国产磨床行业本土销售额约为 25 亿元。磨床行业整体市场空间约为 79.9 亿元，磨床行业国产化率约为 31%。

表22：2020 年我国磨床市场空间约为 80 亿元

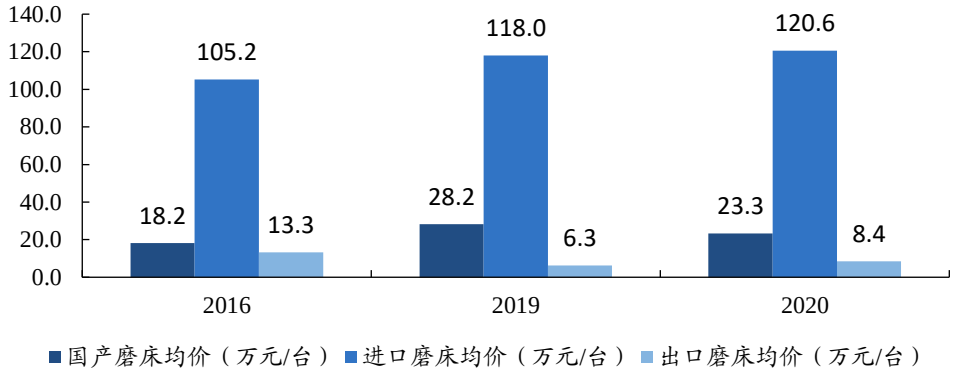
我国磨床市场空间测算	
2020 年进口磨床数量（台）	4629
2020 年进口磨床均价（万元）	118.6
2020 年进口磨床金额（亿元）	54.9
2020 年国产磨床销售量（不含出口，台）	10732
2020 年协会统计企业磨床均价（万元）	23.3
2020 年国产磨床行业本土销售额（亿元）	25.0
我国磨床行业市场空间（亿元）	**79.9**

数据来源：中国机床工具工业年鉴、MIR、开源证券研究所 *注：国内磨床产值=国产磨床行业本土销售额+磨床海外进口额

进口磨床集中于高端领域，日德占据重要份额。国产磨床市场以中端磨床为主，总体工艺能力低于进口。2020 年，我国进口磨床均价约为 120 万元/台，但国产磨床均价约为 23.3 万元/台。进口磨床约占我国机床消费额的 70%，但消费量仅占 30%，可见其大多集中于高端领域。其中，德国米克罗莎（无心磨床）、日本光洋株式会社（无心磨床），日本东洋（内圆磨床）在我国高精度磨床领域占据重要份额。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图81：国产磨床与进口磨床价格差距较大

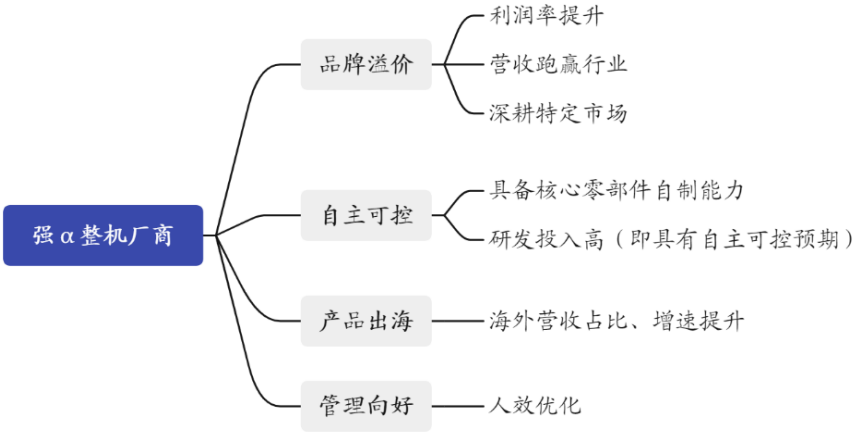


数据来源：中国机床工具工业年鉴、开源证券研究所

国内磨床性能提升、具有交付优势，逐步打破海外垄断。精密磨床领域品牌效应强、客户认证周期长。日德厂商严格按照规划进行机床的生产，不会轻易扩产，交货周期很长，而国内企业具有交货周期优势。国内宇环数控（端面磨床）、秦川机床（磨齿机、螺纹磨床、外圆磨床等）生产的磨床性能比肩海外，具备国产替代的能力，逐步打破海外垄断。

5、企业画像：关注品牌溢价、自主可控、出海等强α逻辑

图82：关注品牌溢价、自主可控、产品出海、管理向好等强α逻辑



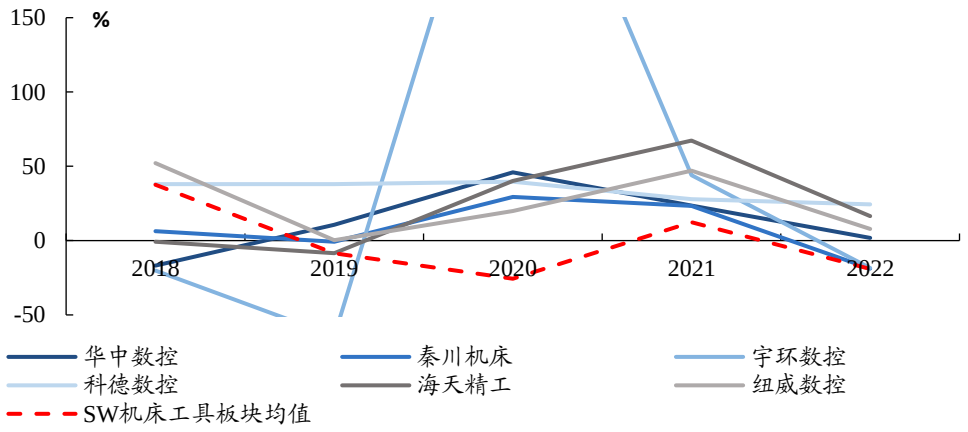
资料来源：开源证券研究所

（1）品牌溢价：机床、自动化机构组成了制造业企业的生产线，如果生产设备出现故障，产线停工的每一秒对企业都是损失。因此，下游企业会优先选择已经过市场验证的产品，这也是中高端机床国产替代难以推进的原因之一。

因此我们认为：①已经被市场认可的、具有核心产品的机床厂商具有明显优势，表现为营收跑赢行业。②企业的品牌溢价、产品性能也会体现在价格上，表现为利润率提升。③目前国内机床产品以通机为主，专机市场的竞争格局尚未完全确定，深耕某一特定领域、专机产品过硬的厂商有望迅速建立品牌形象、抓住机床高端化及国产替代机会。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图83：具有品牌溢价的机床企业营收增速跑赢行业



数据来源：　　、开源证券研究所

（2）自主可控：主要体现两方面：①具备核心零部件自制能力：即供应链受海外影响小，交付周期相对自主，在产业链、供应链波动中的交付刚性较强。②研发投入高：其一为，具有实现核心零部件自制的预期；其二为，具备整机产品向高端领域突破的潜能。

表23：国产机床厂商实现部分核心零部件自制

国产机床厂商	主轴	滚珠丝杠	导轨	轴承	数控系统
科德数控	自制电主轴	德国舍弗勒	光洋科技（关联方）、德国舍弗勒	光洋科技（关联方）、鸿元轴承、日本 NSK、德国舍弗勒	自制
秦川机床	自制电主轴、机械主轴，德国 CYTEC	可自制	可自制	南方精工、部分轴承进口	可自制、华中数控、德国西门子、广州数控
国盛智科	台湾日绅（80%），正在自制试产电主轴	台湾银泰（80%）、西班牙伊比兰伽（1%）		日本 NSK（80%）	日本发那科（90%）
海天精工	可自制	进口	进口	进口	日本发那科
北京精雕	可自制	日本 THK、台湾上银	日本 THK、台湾上银	日本 NSK	自制
日发精机	自制电主轴、台湾数格	日本 THK	日本 THK	日本 NSK	日本发那科
创世纪	台湾数格、50%自主研发	日本 NSK	德国 INNA	日本 NSK	德国西门子、德国海德汉、华中数控

资料来源：各公司公告、各公司官网、机床商务网、数控机床市场网、开源证券研究所

（3）产品出海：机床设备的替换周期约为 10 年，而我国上一轮峰值出现在 2020-2021 年，替换需求逐步下行。而一带一路沿线，特别是东南亚、俄乌等地区机电设备需求增长明显，有望带动出海机床厂商业绩高增。

（4）管理向好：有利于企业内部降本增效、保证员工代际传承。主要体现为人效优化。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

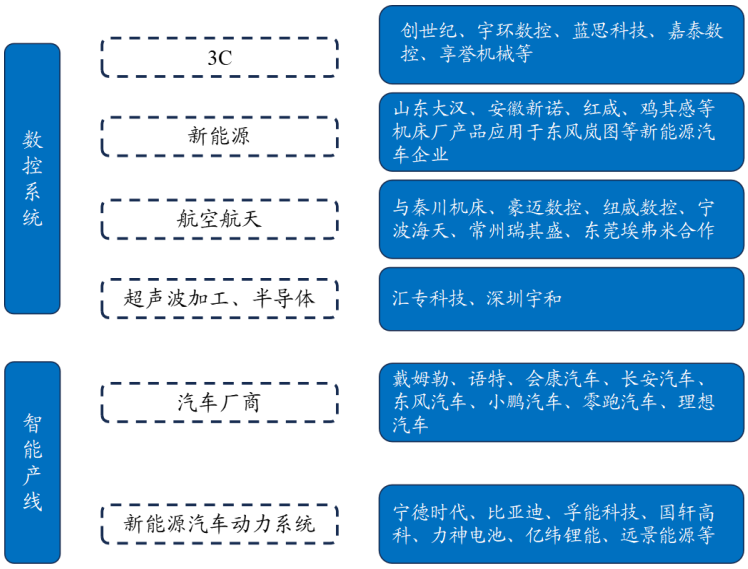
6、 受益标的

6.1、 自主可控

6.1.1、 华中数控：国内高端通用数控系统龙头，外资份额的有力抢占者

国产通用数控系统领军者，有望在中高端数控系统领域抢占外资份额。公司由华中科技大学数控研究所成立，是国内在高端通用数控系统市场抢占海外巨头份额的领军厂商。公司以培养下一代用户粘性为目标，从高校数控系统实训基地切入市场，以国家重大专项为契机，持续与下游机床厂合作，广泛服务于 3C、航空航天、新能源汽车及半导体领域的优质厂商，产业生态初步具备。下游机床行业复苏、高端升级，自主可控推动国产数控系统向中高端快速渗透。公司作为极具战略、市场价值的通用型中高端数控系统龙头，市占率有望提升、营运能力有望改善，同时规模效应逐步显现有望带来利润率提高。

图84：下游涵盖 3C、新能源、航空航天、半导体等领域



资料来源：华中数控公司公告、开源证券研究所

最新产品 AI 赋能，弥补国内外高端数控系统代际差。公司自主研发的华中 9 型数控系统是世界首台嵌入 AI 芯片的智能化数控系统，实现了全球数控系统市场的重大突破。搭载华中 9 型数控系统的华工激光三维五轴激光加工装备成功实现国产替代，可在国际市场上和巨头直接竞争。

对标发那科，从底层技术打造生态、长期看好在高端数控系统市场份额提升。公司以数控系统技术为基，拓展伺服电机、工业机器人及智能产线。工业机器人可为数控系统提供数据反馈平台助力升级优化、带来新能源等领域的优质客户资源，并提高工厂人效，以产业链优势助力公司在高端数控系统市场加速突围。

6.1.2、 奥普光电：打破绝对式封闭式光栅尺国外垄断，高精度编码器量产

公司是中科院光机所唯一上市平台，通过将光机所研究成果产业化，现已逐步发展成光机电一体化企业，业务覆盖光电测控仪器、光栅编码器、复合材料、光学材料等。随着高端编码器下游需求提升及国产替代，公司光栅编码器业务未来成长

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

空间广阔。此外，军工行业高景气也为公司光电测控仪器、复合材料等业务增长提供保障。

目前，全球中高端光栅编码器市场一直被海外公司控制，国内企业正逐步实现突破。**公司控股子公司禹衡光学是我国编码器工程唯一中试基地，多项技术成果打破海外垄断，是国内高精度光栅编码器达到量产能力的唯一上市公司，未来有望持续受益于国产替代。**

图85：JFT系列绝对式光栅尺曾荣获中国机床工具工业协会2020年度自主创新十佳

资料来源：长光集团公司官网

6.1.3、 秦川机床：精密磨床老牌厂商，滚珠丝杠量产能力稀缺

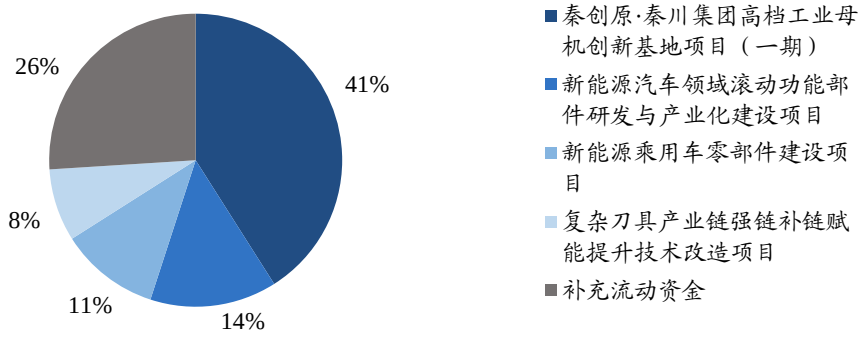
公司为老牌机床国企，精密磨床技术领先。公司前身上海机床厂齿轮磨床分厂，齿轮加工机床、精密螺纹磨床等底蕴深厚技术领先，下游新能源车、机器人等领域精密度要求高、景气向好；车铣复合及五轴联动机床与华中数控、江丰电子等合作，进军航空航天、半导体靶材加工领域；宝鸡机床流量产品产值位居国内前列。有望受益政策提振、自主可控及一带一路。

核心零部件自主可控，量产能力强。公司零部件产品包括滚珠丝杠、精密减速器、高端复杂刀具等。产品技术壁垒高，是数控机床高端化和机器人自主可控的关键环节，国内量产厂商稀少，有望充分受益自主可控及国产替代趋势。

定增项目聚焦五轴机床、核心零部件量产。项目建成后，公司预计高端五轴加工中心产能将达 248 台/年，滚珠丝杠/精密螺杆副产能 38 万件/年，新能源车零部件产量 144 万只/年，各类高端复杂刀具产能 19.47 万件/年。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图86：定增项目聚焦五轴机床、核心零部件量产



资料来源：秦川机床公告、开源证券研究所

6.1.4、 昊志机电：国内电主轴龙头，转台业务逐渐放量

公司为国内电主轴龙头。公司主轴产品品类齐全，主要包括 PCB 钻孔机和成型机电主轴、数控雕铣机主轴、高速加工中心主轴、钻攻中心主轴、磨床主轴等，主要配套各类数控机床，用于消费电子、PCB、新能源车、模具、五金加工。在国内电主轴市占率约为 21%，其后龙二秦川工具占比 12%，为我国电主轴龙头企业。

转台业务逐渐放量。公司转台产品包括力矩电机转台（DD 转台）和谐波转台，具有四轴（立式、卧式）、五轴（单臂、摇篮）等多个规格品种，可配套加工中心、钻攻中心等各类数控机床。其中，力矩电机转台（四轴）于 2017 年被广东省高新技术企业协会认定为“广东省高新技术产品”；谐波转台配套自研的谐波减速器，市场竞争力较强。2022 年，公司转台等功能部件相关业务（含转台、直线电机、减速器、燃料电池空压机、导轨等产品）实现销售收入 1.1 亿元，同比增长 125.11%。

6.1.5、 科德数控：五轴联动机床执牛耳者，核心零部件自制

五轴联动机床执牛耳者。公司为五轴联动机床龙头企业，主要下游航空航天、新能源车等。在五轴联动数控机床、高档数控系统及关键功能部件核心技术方面取得一系列重大突破，技术水平站在行业前列，功能、控制精度和加工效率等方面达到国际先进水平。

核心零部件自制率高。公司已构建起国内高档数控产业领域内完整的技术链和产业链，在主轴、导轨、轴承、数控系统等核心零部件上皆实现自制，在自主可控、交付安全上得到有效保障。

募投项目产能大幅增长，量产能力有望断崖式领先。公司 2023 年 2 月发布定增草案，拟募资不超过 6 亿人民币。募投项目主要是在现有技术和现有工艺基础上扩充生产线，实现对高档五轴联动数控机床、五轴卧式加工中心等产品的规模化生产；达产后，公司五轴数控机床总产能预计 1,095 台，电主轴产能 1,295 支。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图87：科德数控已实现数控系统、主轴、轴承、导轨、转台等核心零部件自制

资料来源：科德数控官网

6.1.6、 宇环数控：数控磨床隐形冠军，产品可与海外直接竞争

国内稀缺高端数控磨床研发制造企业。公司主营产品五轴联动抛光机/数控磨床技术壁垒高。下游应用覆盖装备制造、机械加工、军工等多个领域，可对大型轴承、液压阀套、液压缸体、精密齿轮、阀门等具有高精度及表面质量要求的产品进行加工，加工精度等级达 IT3～IT2 级。公司目前已切入比亚迪新能源汽车供应链，第三代半导体磨抛设备已有样机推出。主要客户包括捷普、比亚迪、比亚迪电子等。

产品对标海外，核心零部件自主可控。公司高精度数控复合立式磨床，对标德国优秀企业，磨床主要竞争对手包括日本日清、日本光洋。目前公司已实现电主轴自制，旗下子公司宇环精密开发的 SP50 高精度电主轴性能达到国内领先水平；与华中数控成立联合实验室，五轴联动机床产品批量配置华中 8 型数控系统，搭载华中数控伺服系统，采用双通道控制方式，实现 RTCP 关键功能。

6.1.7、 豪迈科技：轮胎模具全球龙头，高端五轴数控机床打开成长空间

轮胎模具数控专用机床的发明者，轮胎模具全球龙头。2012-2022 年轮胎模具业务营收保持正增长，对抗多轮行业下行周期；2014-2022 年该业务收入 CAGR 达 59%。

高端五轴数控机床位列国内第一梯队，国产替代打开长期成长空间。公司自成立初期就同时生产模具和模具加工专用数控机床，积累了大量数控机床设计制造的经验，可复用到高端五轴数控机床。

公司自研 DD 直驱转台、摇篮转台，进一步降低成本、缩短货期。同时，自研核心部件使得数控机床整体设计更加协调，性能提升。**公司五轴数控机床有望凭借性能、价格上的明显优势，顺应国产替代，实现市占率的上升，带动总营收、净利润增速换挡。**

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

图88：豪迈科技五轴数控机床具备性能、价格优势

资料来源：豪迈科技官网

6.1.8、 拓斯达：埃弗米专注五轴机床，自主研发优势显著

子公司埃弗米专注五轴机床，自主研发优势显著。埃弗米专注于五轴数控机床的研发制造，技术基因呈接五轴数控机床全球龙头德玛吉，主轴、转台、双摆铣头等核心零部件均为自主研发，位列国产五轴机床第一梯队。拓斯达收购埃弗米后，在资金、人才、产能建设、客户拓展方面给予支持，2022 年，埃弗米五轴联动数控机床签单量超 160 台，同比增长超 60%，出货量超 130 台，同比增长 100%以上，保持快速增长。目前，埃弗米订单排产仍处于饱满状态，截至 2022 年 12 月 31 日，埃弗米在手订单超过 1.6 亿元。

高端五轴数控机床接连推出新产品，顺应国产替代趋势。2022 年公司推出新产品 GMU600 天车式五轴联动加工中心，主要用于新能源汽车零部件、通用零件、民用航空领域加工，全年该产品订单超 30 台，客户购买意愿较高。2023 年公司将推出新品 HMU1500 卧式五轴联动加工中心，应用于较大规格叶轮、新能源汽车副车架等领域。目前，高端五轴数控机床订单饱满，公司产能充沛，自主可控趋势下公司有望实现营收规模进一步扩大，盈利能力进一步提升。

6.1.9、 日发精机：高端轴承产线龙头，进军丝杠磨床领域

控股子公司日发机床为高端轴承装备行业龙头企业。在高端轴承磨超加工及装配生产线领域，**公司产品市场占有率位居第一。**目前国内轴承行业规模靠前的 30 家企业中，有 25 家采用公司的高端轴承磨超加工及装配生产线产品。**轴承业务积极开拓新领域**，风电方面：五轴及三轴龙门加工中心设备已用于加工风电轴承保持架及内外圈；新能源汽车方面：高端轴承加工设备应用于新能源汽车电机轴承、轮毂轴承、差速器轴承等；减速器方面：减速器轴承加工设备已服务部分减速器生产企业。**合作国内外一流企业**，国内与五洲新春和人本集团合作，海外与全球领先轴承企业斯凯孚（SKF）和舍弗勒建立深度合作关系。**生产线覆盖全面**，实现了“车床-磨床-超精机-装配线”的整个冷加工工序全覆盖。

推出数控螺纹磨床产品，可用于滚珠丝杠及螺母的外、内螺纹的磨削加工，目

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

前处于试磨阶段。

重视技术研发，具备核心技术优势:（1）收购意大利公司 MCM。MCM 公司是全球领先的卧式加工中心制造商。MCM 自主开发的柔性制造系统 JMAX 系统可实现无人化智能制造工厂，已有超 500 套被客户使用；MCM 在中国设立的全资子公司浙江玛西姆引入五轴机床关键核心技术，并基本掌握核心零部件转台、摆头、摇篮等的本地化研发制造能力；（3）截至日发精机 2020 年年报披露，公司机床产品数控化率 100%，产品平均无故障时间均在 1000 小时以上，远高于行业平均水平。

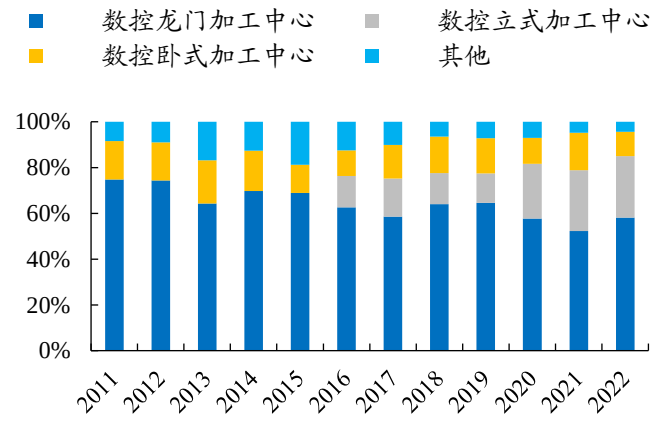
6.2、 顺周期

6.2.1、 海天精工：龙门机床龙头，品类拓展+出海打造新增长极

龙门龙头，产品定位高端、性能领先。公司产品以龙门加工中心/卧式加工中心/立式加工中心为主，龙门处于龙头地位。产品下游应用领域覆盖汽车、航天、模具、工程机械、石油化工、船舶、冶金等，其中航空航天/汽车设备附加值高。公司研发投入领先行业，并持续推进核心部件自研，自制电主轴已投入使用。

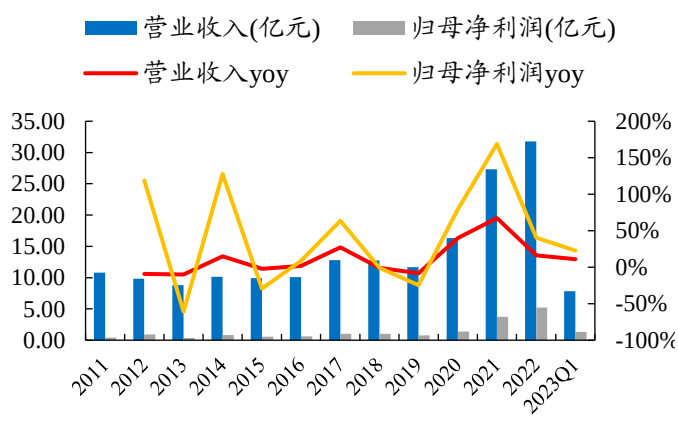
品类拓展+出海打造新增长极。公司根据下游需求持续拓展品类。2022 年龙门/立加/卧加/其他占主营业务收入分别为 58%/27%/11%/4%，毛利率分别为 31%/17%/35%/24%。新能源车压铸工艺带来对机床需求变革，公司已布局相关产品，预计受益。此外，公司海外业务毛利率常年高于国内，2022 年国内/海外业务毛利率分别为 26%/36%，**发力出海有望同时提升营收规模和盈利水平。**

图89：龙门、立加、卧加贡献海天精工主要收入



数据来源：　　、开源证券研究所

图90：2020 年起营收规模大幅增长，盈利能力提升



数据来源：　　，开源证券研究所

6.2.2、 纽威数控：产品布局全面，向五轴机床、自主可控发展

逐步向高端化、自主化转变。公司目前有五轴联动立式加工中心、五轴联动龙门加工中心，五轴联动卧式加工中心等 20 多款五轴联动机床，有望逐步实现进口替代目标；零部件方面，公司已掌握部分核心功能部件的研发与生产，包括大扭矩电主轴、全自动附件头、高精度数控转台，适合高速轻切削的加工中心电主轴等，有望逐步提高关键部件的自给率。

产品矩阵丰富，7 大类别 200 多种型号下游涵盖广泛。公司产品包括大型加工

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

中心、立式数控机床、卧式数控机床等七大类别，下游应用领域包括航空航天、汽车、船舶、电子、工程器械等。**新成立新能源汽车行业项目部，布局新能源汽车行业**，开发多个新机型不断丰富公司产品矩阵。

图91：纽威股份产品矩阵丰富

资料来源：纽威数控官网

海外销售网络布局完善，具备领先优势。公司较早布局海外市场，目前已在全球 40 多个国家建立了完善的销售网络，主要销售区域为东南亚、俄罗斯、土耳其、巴西、墨西哥等，基本涵盖全球主要工业国家。2022 年国外营收 3.31 亿元，同比增长 56.53%，增速高于中国大陆营收。国外营收近五年 CAGR 为 32.5%，增长迅速，占比从 2020 年的 11.7%增长至 2022 年的 18%。

6.3、 机床辅机

6.3.1、 同飞股份：国产工业温控设备龙头，定位中高端领域

国产工业温控设备龙头，在数控装备领域覆盖液体恒温设备与电气箱恒温装置。公司已成功进入德国埃马克、日本马扎克、德国通快、北京精雕、锐科激光等内外资巨头供应商体系，并于德国成立子公司；国内下游客户包括海天精工、纽威数控等国内机床领先企业。公司定位中高端战略不动摇，契合数控装备产业发展趋势，能够在中高端市场构筑长期护城河并持续提升龙头市占率，具备量价齐升逻辑。

图92：同飞股份覆盖数控装备、电力电子领域，向储能温控设备延伸

资料来源：同飞股份公告、开源证券研究所

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

表24：建议关注自主可控、顺周期及机床辅机领域

	受益标的			EPS			PE		
	代码	公司名称	评级	2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
自主可控	300161.SZ	华中数控*	买入	0.36	0.71	0.98	97.2	49.3	35.7
	002338.SZ	奥普光电*	买入	0.96	1.31	1.76	34.8	25.5	19.0
	000837.SZ	秦川机床*	买入	0.25	0.31	0.41	42.9	34.6	26.2
	300503.SZ	昊志机电	未评级	-	-	-	-	-	-
	002903.SZ	宇环数控*	买入	0.45	0.61	0.81	56.6	41.8	31.4
	688305.SH	科德数控	未评级	0.98	1.50	2.01	77.9	51.1	37.9
	300607.SZ	拓斯达*	买入	0.48	0.58	0.78	32.1	26.6	19.8
顺周期	601882.SH	海天精工*	买入	1.25	1.55	1.90	21.1	17.0	13.9
	688697.SH	纽威数控*	买入	0.97	1.20	1.50	19.2	15.6	12.4
	002595.SZ	豪迈科技*	买入	1.95	2.30	2.77	15.2	12.9	10.7
机床辅机	300990.SZ	同飞股份*	买入	1.23	1.82	2.91	35.7	24.1	15.1

数据来源：　、开源证券研究所　*注：表中华中数控、奥普光电、秦川机床、宇环数控、拓斯达、海天精工、纽威数控、豪迈科技、同飞股份数据来源为开源证券研究所，其余数据来源为一致预测。最新收盘日　2024 年 1 月 2 日。

7、 风险提示

国内高端机床及核心零部件突破进度不及预期;

相关政策推进力度不及预期;

下游景气修复不及预期。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。
因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上;
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%～20%;
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在－5%～＋5%之间波动;
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现;
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平;
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。
备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。		

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，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、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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，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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海
地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳
地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京
地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安
地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.cn