



磨床行业研究

买入（上调评级）

证券研究报告

机械组

分析师：满在朋（执业 S1130522030002） 分析师：李嘉伦（执业 S1130522060003）

manzaipeng@gjzq.com.cn

lijialun@gjzq.com.cn

为精加工而生，丝杠、钛合金、碳化硅催化国产成长

投资逻辑

磨床为精加工而生，技术壁垒较高：磨床为适应精加工和硬表面加工需求而生，以外圆磨床、内圆磨床、平面磨床为主。在一般加工条件下精度等级可达到 IT5 至 IT6 级（研磨/抛光能达到更高），而铣削（加工中心一般为铣削）精度等级根据粗铣和精铣在 IT7 至 IT14 之间，表面粗糙度也有较大差异。为实现高精、高速加工，磨床具有较高技术壁垒，对结构件（例如磨床用丝杠可达最高精度等级 C0 级）、功能部件（高精度和电气控制能力）、装配均有较高要求。

国内高端磨床进口替代空间较大，下游需求爆发有望催化国产崛起：日、美、德等国家磨床技术实力领先企业发展成熟，以“大而全”（例如 PSS 集团下属 9 大磨床品牌）、“小而美”（例如三井精机螺纹磨床份额领先）不同定位抢占市场。但从技术、专利看，国内企业正奋起直追。根据海关总署数据，22 年中国磨床进口额为 8.35 亿美元，进口替代空间较大。同时进口均价远高于出口均价，例如数控平面磨床 22 年进口均价 18.31 万美元、出口均价 4.44 万美元。目前国产五轴工具磨床与进口磨床技术差距已经较小，我们认为在有足够需求催化的背景下（例如工具磨床背景是刀具国产品牌近年高增长）能够实现国产替代，若下游需求爆发有望催化国产崛起。同时高端磨床存在较大进口限制，例如日本高端磨床出口需经过日本政府严格审查，即使购买了也有使用范围限制、移机限制等，在自主可控政策支持下有望加速国产替代。

丝杠：磨床为磨制丝杠核心设备，通过国产设备降本势在必行。在丝杠加工过程中，粗加工环节有磨削/硬车/旋风铣三种技术路线，精加工主要采用磨削加工，磨削工时约占总工时的 39%，从秦川机床案例看磨床的投资额约占丝杠扩产设备投资额的 48%。丝杠加工难点主要集中在滚道加工，螺母、丝杠轴分别需要进行内螺纹、外螺纹加工。根据我们测算，按照不同加工工时计算，100 万台人形机器人对应磨床 22 至 44 亿元市场空间。目前头部企业丝杠磨床主要使用日本、德国进口设备，秦川机床采购高精度床身导轨磨床单价高达 2800 万元。我们认为当前一方面国产螺纹磨床已具有一定技术积累，2014 年上海机床厂 SK7420 已可实现 P1 级滚珠丝杠副加工，说明国内企业具备制造高端螺纹磨床的技术实力；一方面人形机器人丝杠降本诉求较强，对定制化开发&自动化升级要求较高，在这方面国内企业贴近终端客户有望抢占先机，在人形机器人行业有望实现高增长背景下，通过使用国产设备实现降本势在必行。

钛合金：苹果在手机、手表采用钛合金材料，拉动磨抛设备需求。在消费电子行业磨床广泛用于手机、电脑的玻璃面板、外壳、中框打磨抛光。目前苹果手机、手表使用了钛合金材料，安卓厂商有望跟进。钛合金材料加工难度更高，会出现高磨削温度、砂轮黏附等问题，需要对现有设备进行升级改造或更新，有望拉动相关磨抛设备需求。

碳化硅：行业高增长拉动磨抛设备需求，国产设备开发落地后续潜在边际催化较多。在硅片制备过程中，滚磨（外圆磨）、倒角（端面磨等）、研磨（平面磨）、抛光（类似平面磨）均需要使用到磨床，有较好应用前景。根据 Wolfspeed 数据，汽车碳化硅渗透率有望大幅提升 26 年超过 50%，27 年汽车用碳化硅市场空间达到 49.86 亿美元，22 至 27 年 CAGR39%，有望拉动相关磨抛设备需求。而当前国内磨床设备供应商基本均开发了相关产品，当前正从打样逐步过渡至批量出货阶段，后续潜在边际催化较多。

投资建议

磨床为精加工而生，赛道高壁垒国产替代空间较大。当前国内磨床具有一定技术积累，在丝杠、钛合金、碳化硅下游需求多点催化背景下国产替代有望加速，建议关注华辰装备（丝杠磨床）、宇环数控（钛合金磨床、碳化硅磨床）、日发精机（丝杠磨床）、秦川机床（丝杠磨床）、华中数控（磨床数控系统）。

风险提示

下游需求不及预期、新品验证不及预期。

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



内容目录

1. 磨床为精加工而生，技术壁垒较高	6
1.1 常见磨床以外圆磨床、内圆磨床、平面磨床为主	6
1.1.1 外圆磨床	7
1.1.2 内圆磨床	8
1.1.3 平面磨床	9
1.2 磨具为磨床加工核心耗材，包含砂轮、磨头、油石、砂瓦等	10
1.3 磨床在高精度、高速追求下具有较高技术壁垒	11
2. 国内高端磨床进口替代空间较大，下游需求爆发催化国产崛起	14
2.1 海外企业发展成熟，形成“大而全”、“小而美”不同定位	14
2.2 从专利、技术视角看，国内磨床企业正在奋起直追，部分领域差距已经较小	19
2.3 22 年中国磨床进口额 8.35 亿美元，国内企业普遍体量较小有较大成长空间	20
2.4 丝杠、钛合金、碳化硅市场需求多点爆发，有望催化国产崛起	22
2.4.1 丝杠：磨床为磨制丝杠核心设备，通过国产设备降本势在必行	22
2.4.2 钛合金：苹果在手机、手表采用钛合金材料，拉动磨抛设备需求	28
2.4.3 碳化硅：行业高增长拉动磨抛设备需求，国产设备开发落地后续潜在边际催化较多	30
3. 投资建议	35
3.1 华辰装备：与贝斯特签订导轨磨床合作协议，螺纹磨床有望实现突破深耕丝杠赛道	35
3.2 宇环数控：钛合金设备+碳化硅设备共同催化，同时导轨磨床已经开发落地	37
3.3 日发精机：轴承装备技术实力突出，螺纹磨床进行丝杠试磨情况良好	38
3.4 秦川机床：子公司汉江机床螺纹磨床技术处于领先水平	39
3.5 华中数控：磨削数控系统可用于丝杠螺纹磨削	40
3.6 科德数控：工具磨、叶尖磨技术实力国内领先	41
4. 风险提示	42

图表目录

图表 1：金属切削机床主要分类	6
图表 2：金属切削加工根据工件/刀具相对运动关系的分类	6
图表 3：磨削加工主要通过砂轮等实现材料去除	7
图表 4：磨床以外圆磨、内圆磨、平面磨为主	7
图表 5：外圆磨主要加工方式	8
图表 6：外圆磨床结构	8
图表 7：主要内圆磨削方式	8
图表 8：内圆磨砂轮通常直径较小，整体加工难度更高	9



图表 9: 内圆磨床主要结构	9
图表 10: 平面磨床主要磨削方式	9
图表 11: 立式平面磨床结构	10
图表 12: 卧式平面磨床结构	10
图表 13: 磨具由磨粒、气孔、结合剂组成	10
图表 14: 磨料、粒度、结合剂、硬度、组织等决定了磨具最终的特性	11
图表 15: 磨床精度等级为机床精度最高一档, 技术难度最高 (研磨后精度可进一步提高)	12
图表 16: 精密磨床加工精度可达微米级, 技术难度较高	12
图表 17: 要实现最终的高精度加工, 磨床核心功能部件需要具有较高精度	13
图表 18: 磨床用丝杠可达到 C0 级 (数字越小精度越高)	13
图表 19: 磨床根据砂轮线速度分为普通磨床、高速磨床和超高速磨床	14
图表 20: 实现超高速磨削对磨床性能要求较高	14
图表 21: 海外磨床企业以欧、美、日等国家与地区为主, 企业发展较为成熟	14
图表 22: PSS 集团有能力为多个行业提供全套解决方案	15
图表 23: PSS 集团旗下 9 大品牌均有较长发展历史技术, 构筑强大品牌矩阵	16
图表 24: 法孚集团也以多个知名品牌构筑品牌矩阵, 提供高精度磨削解决方案。	16
图表 25: 法孚集团超精密设备事业部 21 年新签订单约 3.02 亿欧元, 占比约 16%	17
图表 26: 三井精机螺纹磨床具有较高市场份额, 尤其在日本几乎为 100%	17
图表 27: 三井精机工厂建设坚固地基以减少振动影响	18
图表 28: 三井精机工厂采用特殊设计的空调系统以降低温度变化	18
图表 29: 三井精机“Kisage”工艺追求更高加工精度	18
图表 30: 三井精机使用“三面摩擦”的方式创造平面	18
图表 31: 采用“Kisage”工艺多次测量多次加工以实现机械加工无法达到的精度	19
图表 32: 截至 20 年 8 月中国磨床专利数量已达全球领先	19
图表 33: 2000 年后中国磨床技术专利申请数量快速提升, 2011 年申请量达到世界第一, 国内企业迎头追赶	20
图表 34: 国产磨床与进口磨床进行刀具加工性能较为接近	20
图表 35: 22 年中国磨床进口额 8.35 亿美元	21
图表 36: 磨床进口均价远高于出口均价	21
图表 37: 国内磨床企业收入体量较小, 未来有较大成长空间	22
图表 38: 23 年工业母机政策支持力度进一步加大	22
图表 39: 磨削滚珠丝杠加工工艺复杂	23
图表 40: 丝杠粗加工有多重工艺	23
图表 41: 磨制丝杠加工主要工序工时	23
图表 42: 磨削工艺约占磨制工序 39% 工时	23
图表 43: 滚珠丝杠主要包括螺母、丝杠轴两大部分	24



图表 44: 行星滚柱丝杠相比滚柱丝杠增加了行星滚柱的加工, 但加工方式与主丝杠轴类似.....	24
图表 45: 内螺纹磨床结构	24
图表 46: 丝杠螺母内螺纹加工方式	25
图表 47: 砂轮回转面与滚道螺旋面接触对应关系	25
图表 48: 反式行星滚柱丝杠螺母内螺纹加工可能出现加工干涉, 需针对设备、砂轮等进行优化.....	25
图表 49: 螺纹磨床加工示意	26
图表 50: 丝杠外滚道加工示意	26
图表 51: 头部企业在精加工环节多使用进口设备	26
图表 52: 秦川机床滚动功能部件扩产设备投资中磨床占比 48%.....	26
图表 53: 秦川机床扩产部分进口设备单价可上千万	26
图表 54: 上海机床厂开发的 SK7420 机床可实现 P1 级滚珠丝杠副加工, 我们认为技术层面看具备国产替代基础.....	27
图表 55: 丝杠加工设备有较大优化空间, 国内企业贴近终端客户有望抢占先机	27
图表 56: 人形机器人百万台出货量有望拉动 22 至 44 亿元磨床设备市场	28
图表 57: 消费电子行业大量使用数控磨床、数控抛光机进行磨削、抛光加工	28
图表 58: 宇环数控消费电子磨抛设备与日、美产品竞争获得了捷普集团、富士康等苹果产业链公司的大额订单, 产品具有较强竞争力.....	28
图表 59: 目前钛合金材料已经在手机厂商中持续推广	29
图表 60: “三明治”结构, 中间为手机中框.....	29
图表 61: 手机中框示意图	29
图表 62: 手机中框使用材料对比	30
图表 63: 钛合金磨削加工较为困难, 有望拉动磨抛设备需求增长	30
图表 64: 典型抛光硅片制作工序包含多个磨抛环节	31
图表 65: 硅棒截断后需使用外圆磨床进行处理	32
图表 66: 切片后的硅片倒角处理也需要使用磨床	32
图表 67: 硅片双面研磨处理 (通常用于小硅片)	33
图表 68: 硅片表面磨削处理 (通常用于大硅片)	33
图表 69: 硅片单面抛光示意	33
图表 70: 抛光通常采用 CMP 设备	33
图表 71: 第三代半导体材料碳化硅具有更优良的物理、化学性质	33
图表 72: 汽车碳化硅渗透率有望大幅提升	34
图表 73: 新能源汽车碳化硅市场空间有望在 27 年达到 49.86 亿美元	34
图表 74: 国产碳化硅磨抛相关设备取得一定进展, 后续有望迎来边际催化	35
图表 75: 重点公司盈利预测	35
图表 76: 华辰装备为国内轧辊磨床细分赛道冠军, 下游覆盖钢铁、有色等行业	36



图表 77: 华辰装备亚 μm 级磨床性能优异, 同时实现核心功能部件+数控系统自制	36
图表 78: 华辰装备预计 1 年内向贝斯特供应高端导轨磨床, 同时公司官网已出现螺纹磨床.....	37
图表 79: 宇环数控为消费电子磨抛设备领军企业, 覆盖苹果等一线消费电子厂商	37
图表 80: 宇环数控导轨磨床实现小量销售, 加工精度可达 IT3 级	38
图表 81: 宇环数控碳化硅多功能滚圆磨床	38
图表 82: 宇环数控 CMP 设备	38
图表 83: 日发精机轴承磨超自动线可用于圆锥滚子轴承超精密加工	39
图表 84: MCM 卧式加工中心.....	39
图表 85: MCM 柔性制造系统.....	39
图表 86: 秦川机床布局主机、高端制造、核心零部件、智能制造四大业务板块	40
图表 87: 秦川机床子公司汉江机床能提供滚珠丝杠副成套设备, 尤其是螺纹磨床技术实力突出.....	40
图表 88: 华中数控 HNC-808DG 磨削数控系统	41
图表 89: 华中数控磨床数控系统覆盖丝杠螺纹磨等多种磨削加工方式	41
图表 90: 科德数控五轴工具磨削中心	42
图表 91: 科德数控铣磨复合加工设备	42
图表 92: 科德数控高速叶尖磨削中心单价可上 1000 万元	42



1.磨床为精加工而生，技术壁垒较高

1.1 常见磨床以外圆磨床、内圆磨床、平面磨床为主

金属切削机床按照国家标准的《金属切削机床型号编制方法》，分为车床、铣床、钻床、镗床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、磨床、刨插床、拉床、锯床和其他机床 11 类。

图表1：金属切削机床主要分类

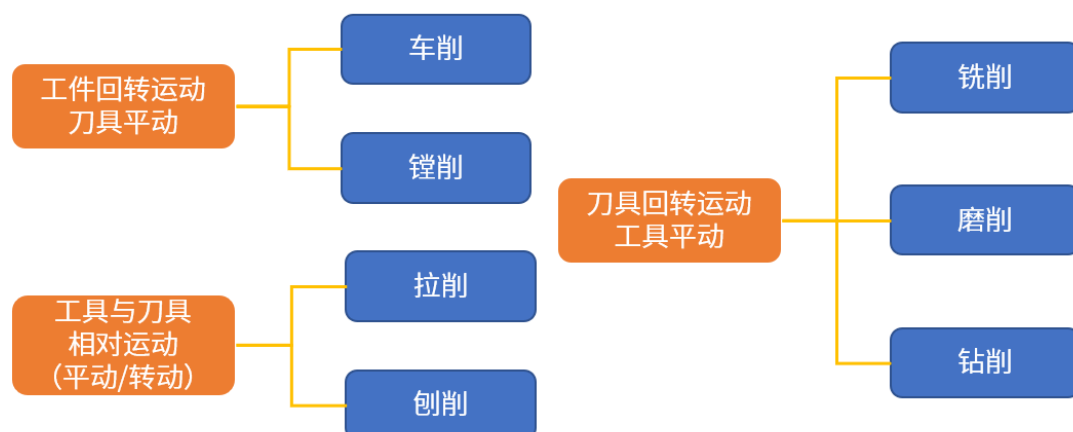
类别	车床	钻床	镗床	磨床	齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	Y	S	X	B	L	G	Q
参考读音	车	钻	镗	磨	牙	丝	铣	刨	拉	锯	其

注：磨床的种类因为很多，所以该类又分为 M、2M、3M，参考读音是磨、2 磨、3 磨。

来源：《金属切削机床（第3版）》，国金证券研究所

根据工件/刀具的相对运动关系，可以将金属切削加工分为三大类。

图表2：金属切削加工根据工件/刀具相对运动关系的分类

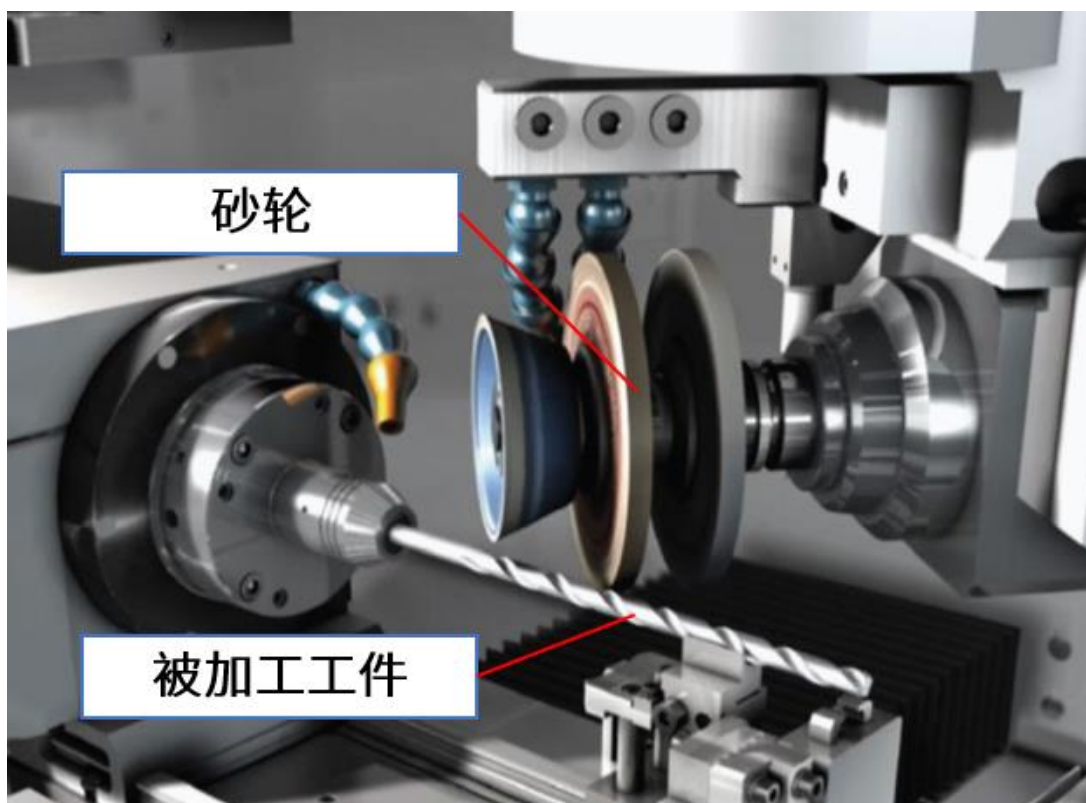


来源：《数控车削编程与加工》，国金证券研究所

磨床类机床是以磨料、磨具（砂轮、砂带、油石、研磨料）为工具进行磨削加工的机床，它们是由精加工和硬表面加工的需要而发展起来的。



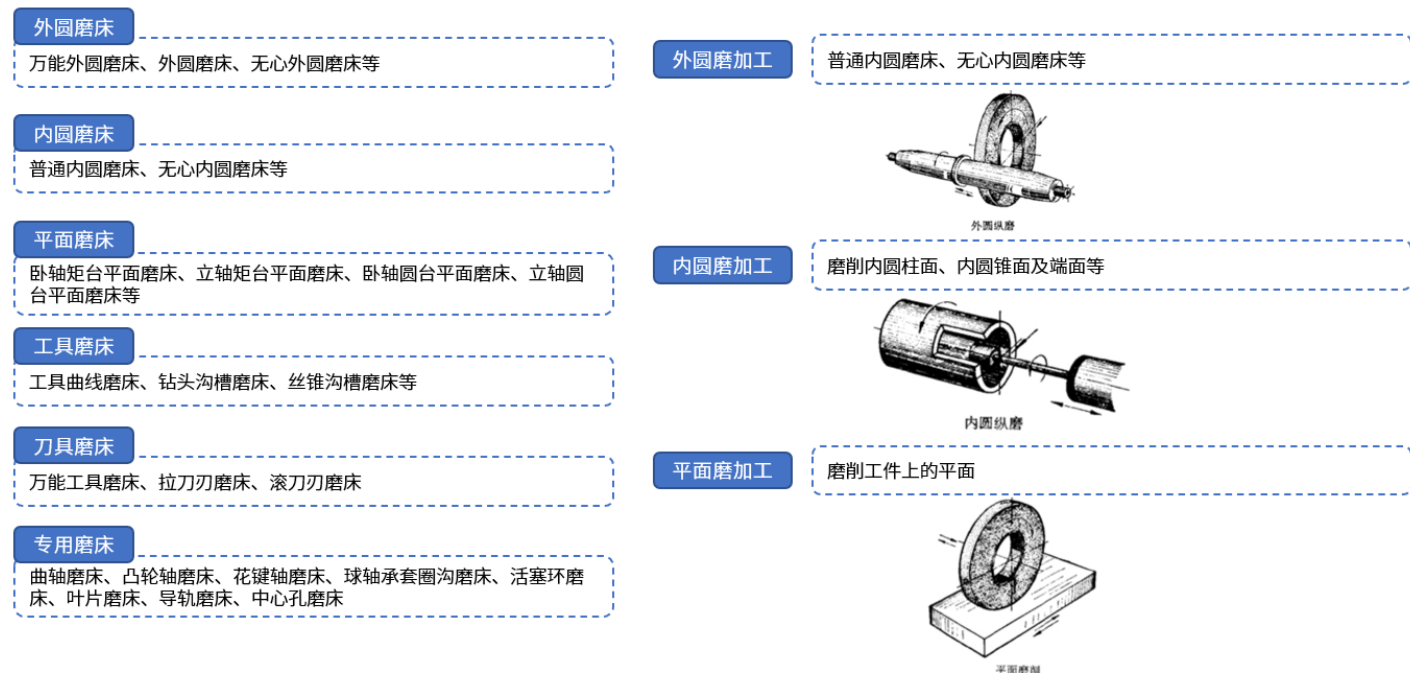
图表3：磨削加工主要通过砂轮等实现材料去除



来源：《五轴联动工具磨床的关键技术及其研究现状》，国金证券研究所

磨削加工根据被加工工件形状不同有较多分类，其中外圆磨、内圆磨、平面磨为最常见的三种磨削加工方式。

图表4：磨床以外圆磨、内圆磨、平面磨为主



来源：《金属切削机床（第3版）》、《磨料、磨具与磨削技术》、国金证券研究所

1.1.1 外圆磨床

外圆磨削应用最为广泛，可用于加工轴、套筒等零件的外圆柱面、圆锥面、轴上台阶和端面等。外圆磨削的方法很多，常用的有纵向磨削法、切入磨削法、分段磨削法和深切缓进



给磨削法。

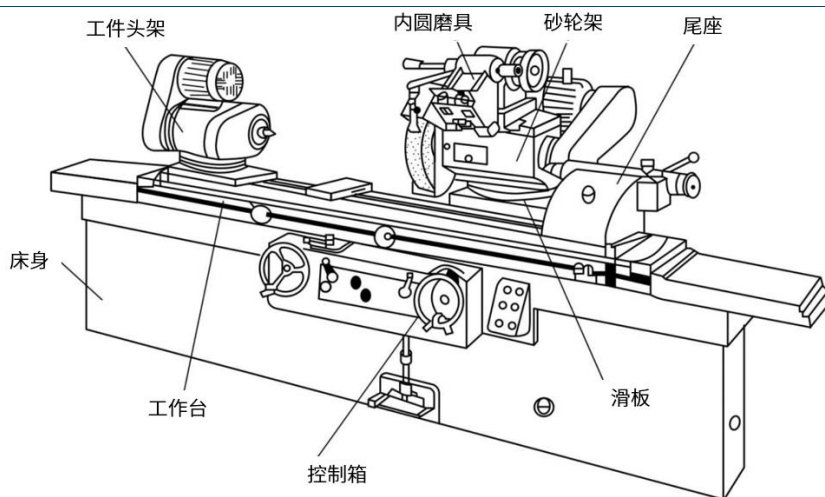
图表5：外圆磨主要加工方式

纵向磨削	切入磨削	分段磨削	深切缓进

来源：《机械加工工艺简明速查手册》，国金证券研究所

外圆磨床主要由工件头架、砂轮架、尾座、工作台、床身等核心部件组成。

图表6：外圆磨床结构

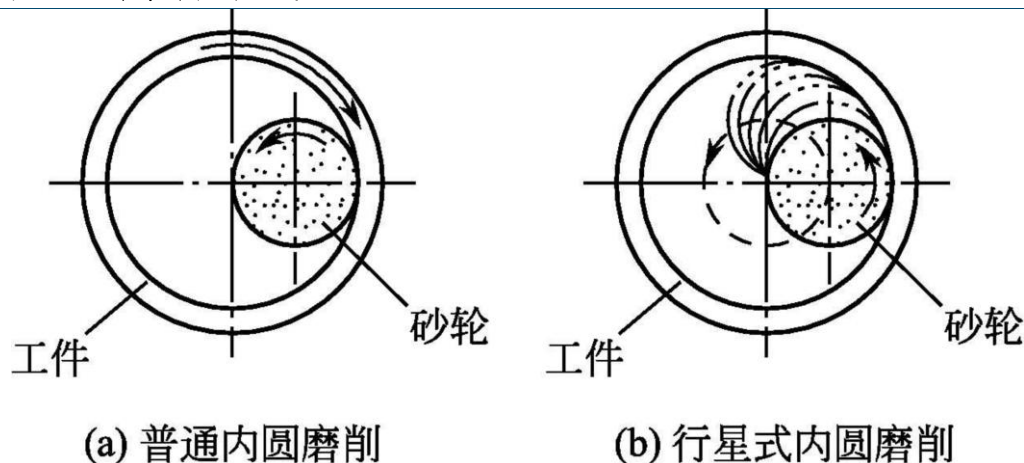


来源：《金属切削机床（第3版）》，国金证券研究所

1.1.2 内圆磨床

内圆磨削方式主要包括中心内圆磨削、行星内圆磨削等，进给运动方式与外圆磨削类似，分为纵向磨削法和切入磨削法。

图表7：主要内圆磨削方式



来源：《机械加工工艺简明速查手册》，国金证券研究所

内圆磨削相比外圆磨削整体难度更高。



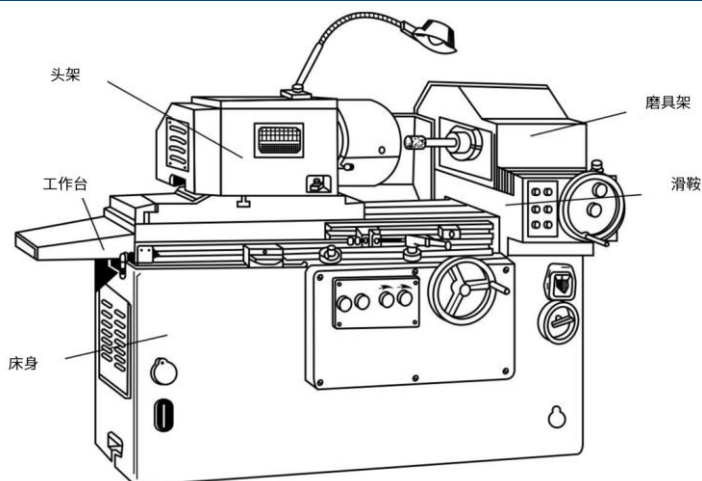
图表8：内圆磨砂轮通常直径较小，整体加工难度更高

砂轮直径受限	受到工件内孔直径的限制，所用砂轮的直径较小，砂轮转速高。
发热更大	砂轮外圆与工件内孔成内切圆接触，其接触弧长比外圆磨削大，因此，磨削中产生的磨削力和磨削热较大，磨粒容易磨钝，工件也容易发热或烧伤、变形。冷却条件较差，切削液不易进入磨削区域。
排屑困难	磨屑不易排出，当磨屑在工件内孔中积聚时，容易造成砂轮堵塞，影响工件的表面质量。特别在磨削铸铁等脆性材料时，磨屑和切削液混合成糊状，更容易使砂轮堵塞，影响砂轮的磨削性能。
受力条件差	磨内孔砂轮需要接刀杆，磨削时，其受力条件属悬臂梁结构，刚性较差，容易产生弯曲变形和振动，对加工精度和表面粗糙度都有很大的影响，同时也限制了磨削用量的提高。
测量困难	内圆磨削内孔的测量空间较小，工件检测困难，尤其深孔和小孔磨削时测量不便，一般采用塞规、三爪内径千分尺和内径百分表进行检测。

来源：《机械加工工艺简明速查手册》，国金证券研究所

内圆磨床由床身、工作台、头架、磨具架、滑鞍及砂轮修整器、操纵装置等部件组成。

图表9：内圆磨床主要结构

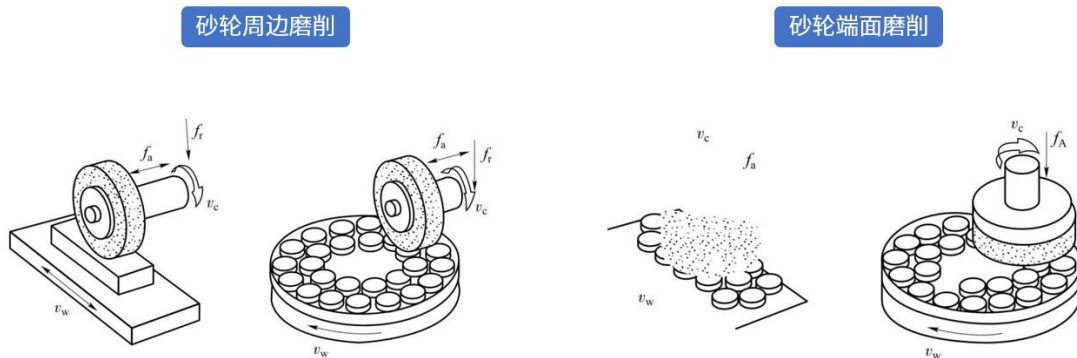


来源：《金属切削机床（第3版）》，国金证券研究所

1.1.3 平面磨床

平面磨床主要用于工件平面磨削加工，磨削方法包括砂轮平面磨、砂轮周边磨等。

图表10：平面磨床主要磨削方式

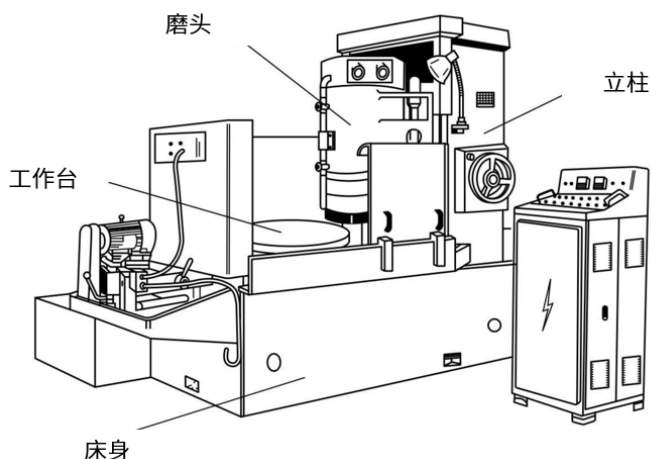


来源：《金属切削机床（第3版）》，国金证券研究所

平面磨床根据机床结构可分为立式、卧式平面磨床。

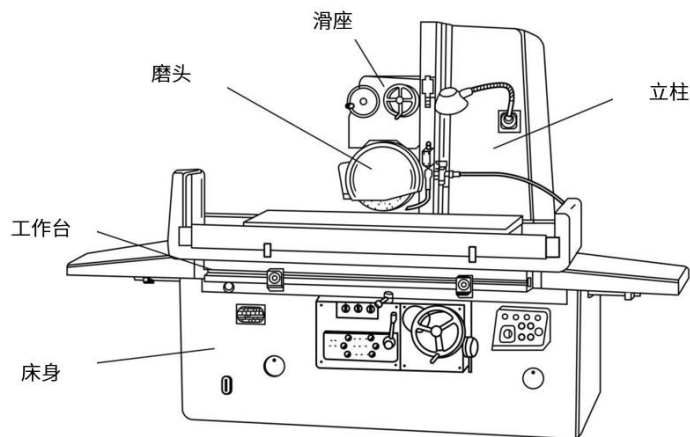


图表11：立式平面磨床结构



来源：《金属切削机床（第3版）》，国金证券研究所

图表12：卧式平面磨床结构

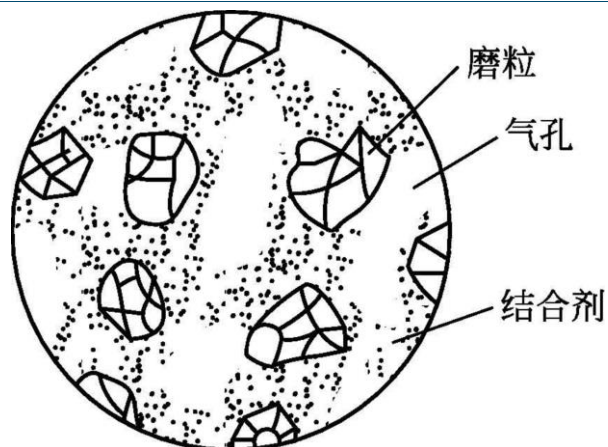


来源：《金属切削机床（第3版）》，国金证券研究所

1.2 磨具为磨床加工核心耗材，包含砂轮、磨头、油石、砂瓦等

磨具是由许多细小的磨粒用结合剂固结成一定尺寸形状的磨削工具，由磨粒、结合剂和空隙（气孔）三要素组成。

图表13：磨具由磨粒、气孔、结合剂组成



来源：《机械加工工艺简明速查手册》，国金证券研究所

磨具的磨料、粒度、结合剂、硬度、组织等决定了磨具最终的工作特性。磨料主要分为普通磨料（刚玉系、碳化物系）、超硬磨料（金刚石、立方氮化硼）。



图表14：磨料、粒度、结合剂、硬度、组织等决定了磨具最终的特性

磨料	系列	磨料名称	代号	特 性	适于磨削的材料
	氧化物系	棕刚玉	GZ	棕褐色,硬度高,韧性大,价格便宜	碳钢、合金钢
		白刚玉	GB	白色,硬度比 GZ 高,韧性比 GZ 差	淬火钢、高速钢
	碳化物系	黑碳化硅	TH	黑色,硬度比 GB 高,性脆而锋利,导热性较好	铸铁、黄铜
		绿碳化硅	TL	绿色,硬度及脆性比 TH 高,有良好的导热性	硬质合金、宝石、陶瓷
其他	人造金刚石	JR		无色透明或淡黄色、黄绿色、黑色,硬度高	硬质合金、宝石、光学玻璃、半导体材料等
	立方氮化硼	CBN		黑色或淡色白,硬度仅次于 JR,耐磨性高,发热小	高钒高速钢、不锈钢等难加工材料

粒度	粒度号	颗粒尺寸/ μm	使用范围
	12#、14#、16#	2 000~1 000	粗磨、珩磨、打磨毛刺
	20#、24#、30#、36#	1 000~400	磨钢锭、打磨铸件毛刺、切断钢坯等
	46#、60#	400~250	内圆磨、外圆磨、平面磨、无心磨、工具磨等
	70#、80#	250~160	内圆磨、外圆磨、平面磨、无心磨、工具磨的半精磨、精磨
	100#、120#、150#、180#、240#	160~50	半精磨、精磨、珩磨、成形磨、工具磨等
	W40、W28、W20	50~14	精磨、超精磨、珩磨、螺纹磨、镜面磨等
	W14或更细	14~2.5	精磨、超精磨、镜面磨、研磨、抛光等

结合剂	名 称	代号	性 质	应用范围
	陶瓷结合剂	V	耐热、耐水、耐油、耐酸碱,气孔率大,强度高,但韧性、弹性差	除切断外的各种磨削加工
	树脂结合剂	B	强度高,弹性好,耐冲击,有抛光作用,但耐热性差,抗腐蚀性差	制造高速砂轮、薄砂轮
	橡胶结合剂	R	强度和弹性更好,有极好的抛光作用,但耐热性更差,不耐酸,孔隙堵塞	抛光砂轮、薄砂轮、无心磨导轮
金属结合剂	金属结合剂	J	强度高,成形性好,有一定韧性,但自锐性差	各种金刚石砂轮

硬度	名称	超软	软 1	软 2	软 3	中软 1	中软 2	中 1	中 2	中硬 1	中硬 2	中硬 3	硬 1	硬 2	超硬
	代号	D·E·F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	Y

组织	组织号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	磨粒率/%	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34
	用途	成形磨和精磨				磨淬火工件、刀具				磨韧性好、硬度低材料						

来源：《机械制造技术（第2版）》，国金证券研究所

1.3 磨床在高精度、高速追求下具有较高技术壁垒

磨床在高精度、高速追求下具有较高技术壁垒：

- 1) 高精度：磨床属于机床精度最高一档，超精密磨床要求尤其高
- 整体来看，磨床精度等级属于机床里最高一档，技术难度最高。



图表15: 磨床精度等级为机床精度最高一档, 技术难度最高 (研磨后精度可进一步提高)

加工方法	IT等级																		
	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
外圆磨削																			
内圆磨削																			
平面磨削																			
无心磨削																			
粗车																			
半精车																			
精车																			
精细车																			
粗铣																			
精铣																			

来源:《机械加工工艺简明速查手册》, 国金证券研究所

精密磨床技术难度较高, 以高精度磨床为例, 主要可用于丝杠导轨、机床主轴等部件加工, 要求表面粗糙度 Ra 不大于 0.01-0.14 μm , 精度达到 0.1-0.5 μm 。

图表16: 精密磨床加工精度可达微米级, 技术难度较高

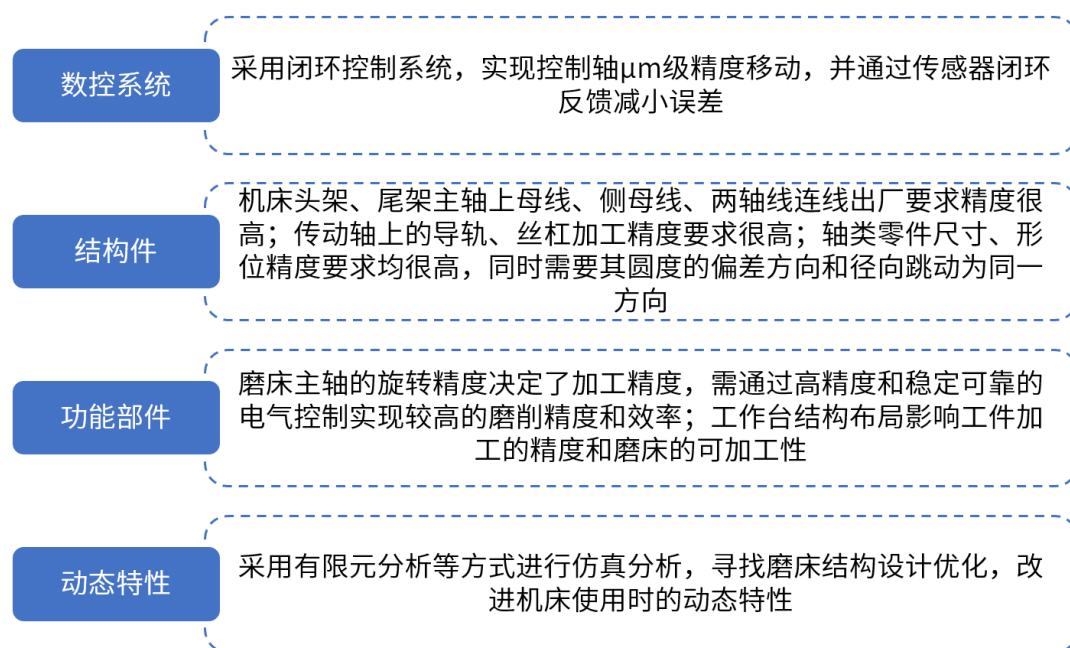
相对磨削等级	加工精度/ μm	表面粗糙度 Ra/ μm	适用范围
普通磨削	>1	0.16~1.25	各种零件的滑动面、曲轴轴颈、凸轮轴轴颈、活塞、普通滚动轴承滚道及平面、内圆、外圆和桃形凸轮, 各种刀具的刃磨, 一般量具的测量面等
精密磨削	0.5~1	0.04~0.16	液压滑阀、液压泵、油嘴、针阀、机床主轴、量规、四棱尺、高精度轴承滚柱、塑料及金属带、压延辊
高精度磨削	0.1~0.5	0.01~0.04	高精度滚柱导轨、精密机床主轴、金属线纹尺、标准环、塞规、量杆、半导体硅片、金属带、压延辊
超精密磨削	≤ 0.1	≤ 0.01	精密级金属线纹尺、轧制微米级厚度带的压延辊、超光栅、超精密磁头、超精密电子枪、固体电子元件及航天器械、激光光学部件、核融合装置、天体观测装置等零件加工

来源:《磨料、磨具与磨削技术》、国金证券研究所

要实现最终的高精度加工, 磨床核心功能部件需要具有较高精度。



图表17：要实现最终的高精度加工，磨床核心功能部件需要具有较高精度



来源：《超高速磨床仿真分析》，《高速精密乳辊磨头主轴驱动控制系统设计》，《基于数控磨床闭环位置反馈实现大型零件带锥表面配磨》，国金证券研究所

例如磨床用丝杠也可达到丝杠的最高精度要求。

图表18：磨床用丝杠可达到C0级（数字越小精度越高）

用途		NC 机床																						
		车床		铣床 镗床		加工中心		钻床		坐标镗床		磨床		电火花加工机械		线切割机		电火花加工		冲床		激光加工机械		木工机械
轴		X	Z	XY	Z	XY	Z	XY	Z	XY	Z	XY	Z	XY	Z	XY	Z	XY	XY	Z				
精度等级	C0	○								○	○	○												
	C1	○		○		○				◎	◎	○	○	○		○	○							
	C2	○		○	○	○	○					◎	○	○	○	◎	○							
	C3	◎	○	◎	○	○	○	○					◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○			
	C5	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎							◎		○	◎	◎	◎	◎	◎	
	Ct7								○														◎	
	Ct10																						○	

来源：NSK，国金证券研究所

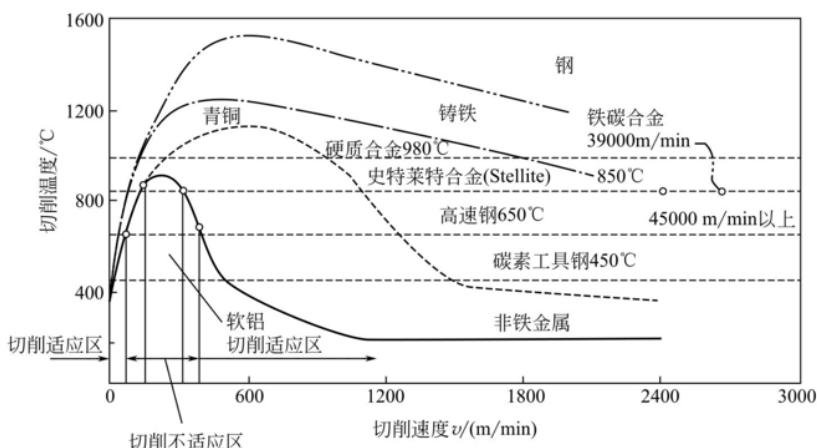
2) 高速度：实现高速、超高速磨削对磨床性能要求较高

磨床根据砂轮线速度分为普通磨床、高速磨床和超高速磨床。



图表19：磨床根据砂轮线速度分为普通磨床、高速磨床和超高速磨床

在大于临界切削速度的范围内，则可进行高速切削，大幅度地提高机床的生产率

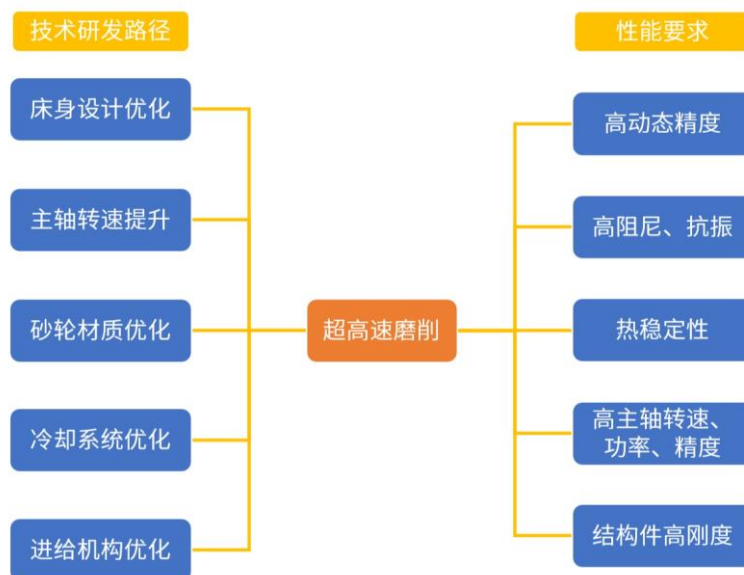


普通磨床	线速度 $\leq 45\text{m/s}$
高速磨床	$45\text{m/s} < \text{线速度} \leq 150\text{m/s}$
超高速磨床	线速度 $> 150\text{m/s}$

来源：《高速磨削机床研究综述》，《磨料、磨具与磨削技术（第二版）》，国金证券研究所

要实现磨床的超高速磨削，对床身、主轴、冷却系统等需要进行进一步优化，以实现较好的动态特性。

图表20：实现超高速磨削对磨床性能要求较高



来源：《磨料、磨具与磨削技术（第二版）》，国金证券研究所

2.国内高端磨床进口替代空间较大，下游需求爆发催化国产崛起

2.1 海外企业发展成熟，形成“大而全”、“小而美”不同定位

欧、美、日等国家与地区由于高端制造业、半导体产业起步较早，在磨床技术研发水平处于全球领先地位，相关企业资历老产品成熟。

图表21：海外磨床企业以欧、美、日等国家与地区为主，企业发展较为成熟

公司	简介
Precision Surfacing Solutions (PSS)	生产微米级精密表面处理技术开发的全球行业领导者，拥有 Lapmaster、Peter Wolters、ELB、aba、REFORM、KEHREN、MICRON、ISOG、Barnes 等 9 大品牌家族。能够提供面向各种场景的精密加工解决方案。
UNITED GRINDING Group (联合磨削集团)	世界领先的机床制造商之一，主要产品有精密磨床、电解机床、激光机床、测量机以及增材制造机床。集团在 20 多个制造、服务和销售地点拥有约 2300 名员工。



公司	简介
hardinge (哈挺机床)	全球一流的高精度, 高可靠性金属切削机床及相关的工具附件供应商。拥有超过 125 年的丰富经验, 产品包括多元化的数控车床、铣床、磨床以及夹持工具配件, 为全球超过 65 个国家及地区提供优质解决方案
Fives (法孚)	法孚在磨削领域已有 120 多年的经验, 并在广泛的应用和材料制作中设计提供磨削技术。在全球磨削领域拥有 141 项有效专利, 能为不同行业客户提供解决方案。
Hamai Company (浜井产业株式会社)	主要产品包括研磨抛光机、滚齿机和双面铣床, 具有 90 多年的双面研磨机、滚齿机制作经验, 产品适合加工各种晶体、硅片、玻璃、蓝宝石、电脑磁盘、液晶等。
AM Technology	主要产品包括单/双面精磨系列设备、研磨抛光系列设备以及精密切割切面系列设备等, 产品应用于工件的精磨、研磨、切割和抛光领域, 其中 ADL 双面精磨, 研磨抛光系列设备和 VRG 半自动减薄系列设备达到欧盟 CE 标准。
Mitsui Seiki (三井精机)	1928 年成立, 专注制造高精度母机, 在丝杠螺纹磨床中占有较高份额, 尤其是在日本的份额接近 100%。
TOYO (东洋先进机床)	凭借在汽车生产制造中孕育出来的加工制造技术, 在超精密加工领域持续突破, 尤其是内圆磨床市场认可度较高, 06 年内圆磨床累计产量达到 10000 台, 22 年销售额 255 亿日元。

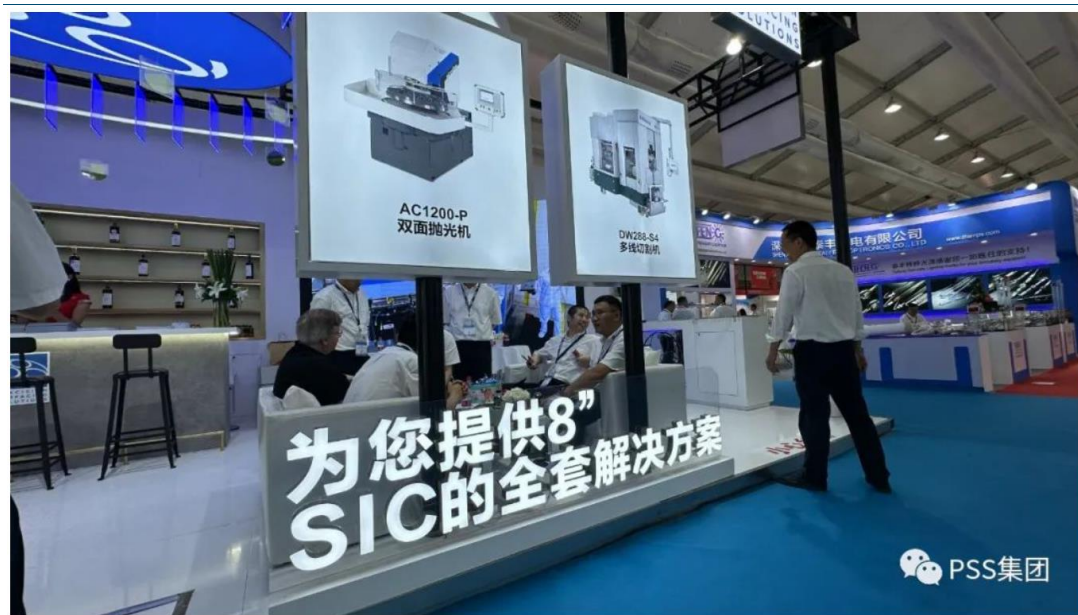
来源: 各公司官网, 宇环数控招股说明书, 宇晶股份招股说明书, 国金证券研究所

整体来看, 海外市场参与者可以分为“大而全”、“小而美”两类:

1) “大而全”: 打造多品牌产品矩阵, 为多个精密加工下游提供整体解决方案

美国 PSS(Precision Surfacing Solutions)集团, 前身莱玛特·沃尔特斯(Lapmaster Wolters), 作为全球最大的超精密机床生产制造商之一, 旗下拥有来自于德国、瑞士、美国、英国及荷兰的多个百年品牌。集团产品涵盖了半导体晶圆设备、多线切割设备、研磨、抛光、双端面磨床、强力成形磨、平面成形磨、去毛刺机、立式磨削中心、叶尖磨、内外圆磨及耗材。为全球超过 9000 个客户提供精密加工解决方案。

图表22: PSS 集团有能力为多个行业提供全套解决方案

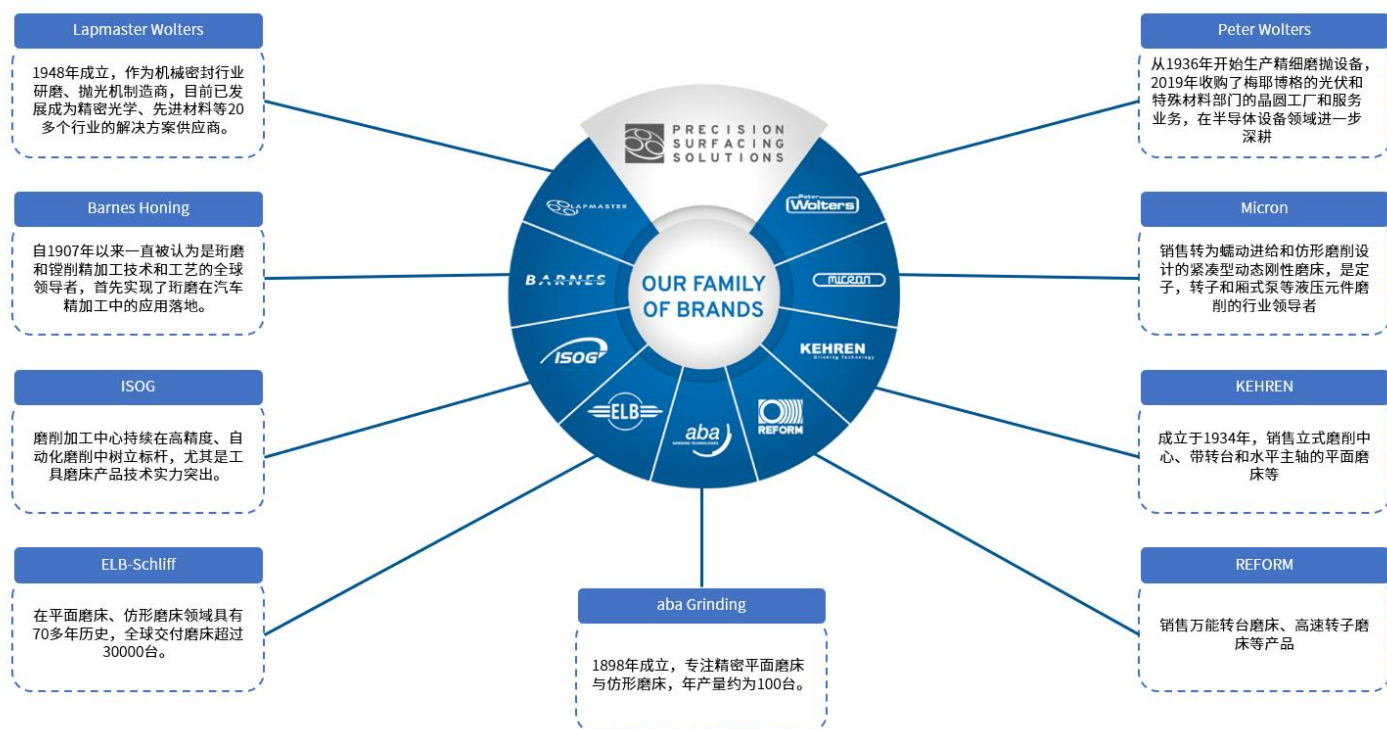


来源: PSS 集团微信公众号, 国金证券研究所

PSS 集团旗下 9 大品牌均有较长发展历史, 构筑强大品牌矩阵。



图表23: PSS 集团旗下9大品牌均有较长发展历史技术, 构筑强大品牌矩阵



来源: PSS 集团官网, 国金证券研究所

法孚集团超精密设备事业部提供金属切削、复合材料自动化解解决方案、磨削/超精密加工、切削工具/磨具磨料等产品与服务。其磨床板块下属多个品牌, 在汽车行业以其先进的凸轮轴磨削系统和曲轴磨削系统闻名, 同时也在无心磨削、圆盘磨削和数控磨削工艺方面处于领先地位, 其磨削的轴类零件广泛应用于各个行业。

图表24: 法孚集团也以多个知名品牌构筑品牌矩阵, 提供高精度磨削解决方案。

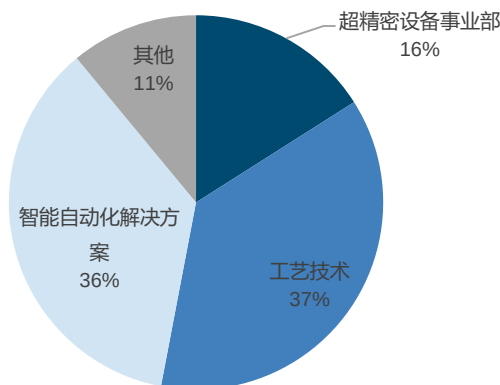
无心磨削 Cincinnati (辛辛那提) 无心磨床能够实现贯通进给或者切入进给的磨削方式。机床的高刚度不仅能确保其超高精度, 还提高了生产效率, 达到更高的磨削余量。	外圆磨削 Landis (兰迪斯) 系列外圆磨床能够为各种大、中、小圆柱形工件的磨削提供精确、可靠、灵活和高效的解决方案。	内圆/外圆磨削 法孚Bryant (布莱恩特) 产品线包含了单一目标的内外圆磨床和复合型磨床(外圆/内圆/滚道/端面)。适用于多种应用场景和广泛的尺寸范围。
随动磨床 法孚Landis (兰迪斯) 领先的随动磨削技术为加工曲轴的连杆径和主轴径, 凸轮轴的凸轮和轴颈, 以及非同轴工件提供高效的解决方案。	单端面 and 双端面磨削技术 提供Gardner (加德纳)、Giustina (吉斯卡尼) 或Daisho (大昌) 等品牌的磨床解决方案	超精密磨削 法孚的Cranfield Precision (克兰菲尔德精密) 精密业务领域包括从小型光学自由曲面、棱柱形和非球面磨削, 到大型光学元件的自由曲面磨削, 以及大型鼓轮的金刚石车削。

来源: 法孚集团官网, 国金证券研究所



法孚集团 21 年实现营业收入 17.24 亿欧元，新签订单 18.89 亿欧元，其中超精密设备事业部（含金属切削、复合材料自动化解决方案、磨削/超精密加工、切削工具/磨具磨料等多个子版块）订单占比约为 16%，对应约 3.02 亿欧元。

图表25：法孚集团超精密设备事业部 21 年新签订单约 3.02 亿欧元，占比约 16%



来源：法孚集团官网，国金证券研究所

2) “小而美”：深耕细分领域打造拳头产品

以三井精机为例，其 22 年营业收入为 201 亿日元，企业规模小于德玛吉森精机等龙头机床厂，但高精度机床具有较高知名度，尤其是螺纹磨床市场份额较高，在日本份额几乎为 100%。

图表26：三井精机螺纹磨床具有较高市场份额，尤其在日本几乎为 100%



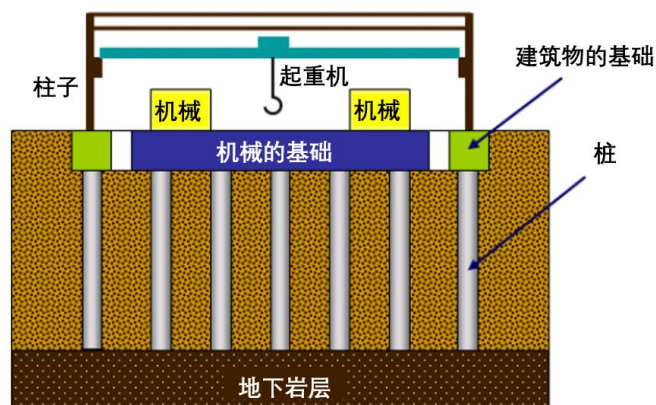
来源：三井精机官网，国金证券研究所

为了实现高精度机床制造并保持较高产品一致性，三井精机在工厂建设、制造/装配工艺等领域不断精进：

1) 实现彻底的温度控制与振动控制。根据三井精机官网信息，其工厂建设为了确保地基水平与降低外部振动影响，地基由 1700 根桩打入地下基岩组成，同时建筑物的地基与设备安装的地基进行了隔离，确保其他振动不会对设备造成影响。同时工厂采用了特殊设计的空调系统成为天花板层流系统，将空调空气泵入天花板，然后从众多穿孔板中吹出小孔，朝向地板进行收集并通过回风管循环，以实现工厂在垂直/水平方向均几乎没有温差，同时地面几乎没有风速。



图表27：三井精机工厂建设坚固地基以减少振动影响



来源：三井精机官网，国金证券研究所

图表28：三井精机工厂采用特殊设计的空调系统以降低温度变化

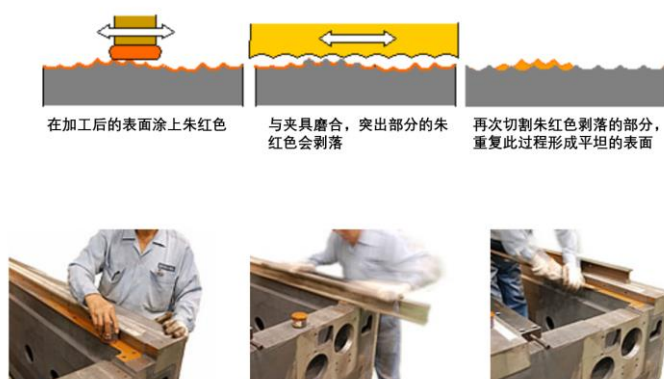


来源：三井精机官网，国金证券研究所

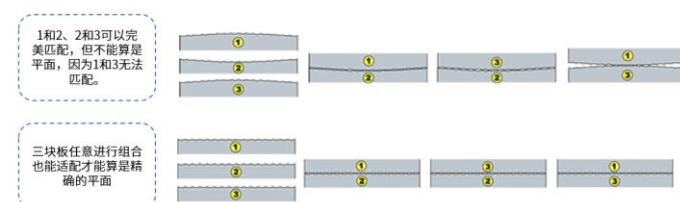
2) 采用“Kisage”特殊工艺追求更高精度。工业母机的加工精度无法超过母机本身的精度，为了解决这个问题三井精机提出了“Kisage”工艺，使用类似凿子的工具刮掉铸件表面的过程。在高低不平的金属切削表面上涂上朱红色，再用夹具进行擦拭，凸出部的朱红色会被剥离，再次切割朱红色剥离的部分，重复进行这个过程以确保形成平坦的表面。

图表29：三井精机“Kisage”工艺追求更高加工精度

图表30：三井精机使用“三面摩擦”的方式创造平面



来源：三井精机官网，国金证券研究所

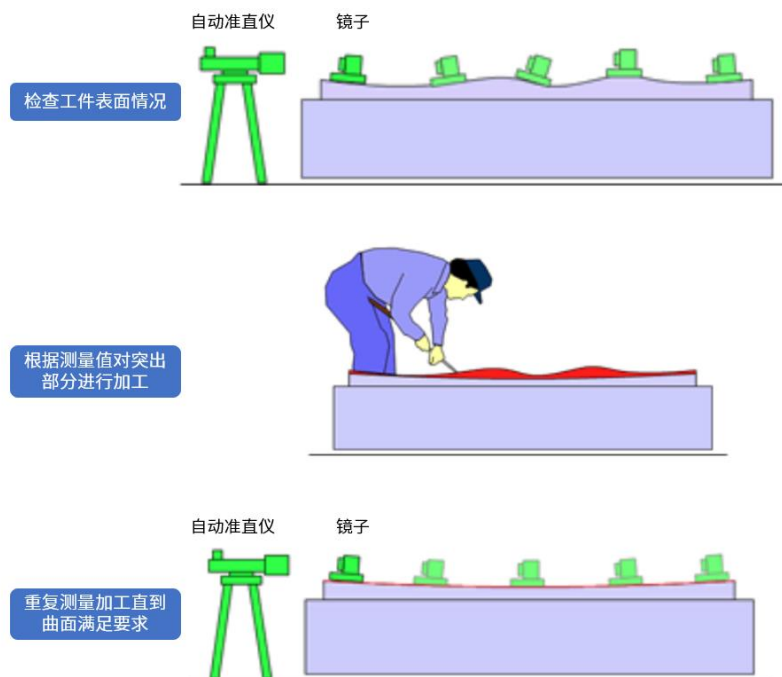


来源：三井精机官网，国金证券研究所

在一个滑动表面的加工中，需要进行多次的重复加工与测量以实现高精度。对于加工工人的要求较高，最好的工人能用身体记住要调整多少到 $1\mu\text{m}$ 去除量。



图表31：采用“Kisage”工艺多次测量多次加工以实现机械加工无法达到的精度

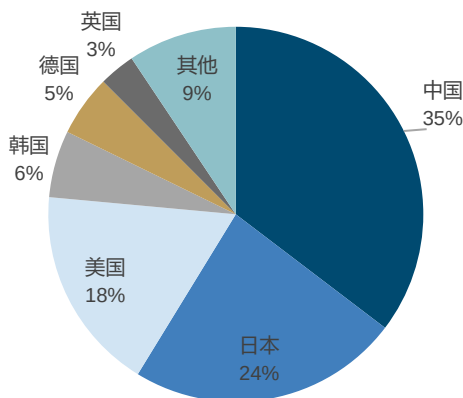


来源：三井精机官网，国金证券研究所

2.2 从专利、技术视角看，国内磨床企业正在奋起直追，部分领域差距已经较小

根据《复合磨床专利及机床行业知识产权现状分析》数据，截至2020年8月，以磨床整个技术领域进行专利检索，中国磨床专利数量14257组，已经达到全球第一。

图表32：截至20年8月中国磨床专利数量已达全球领先

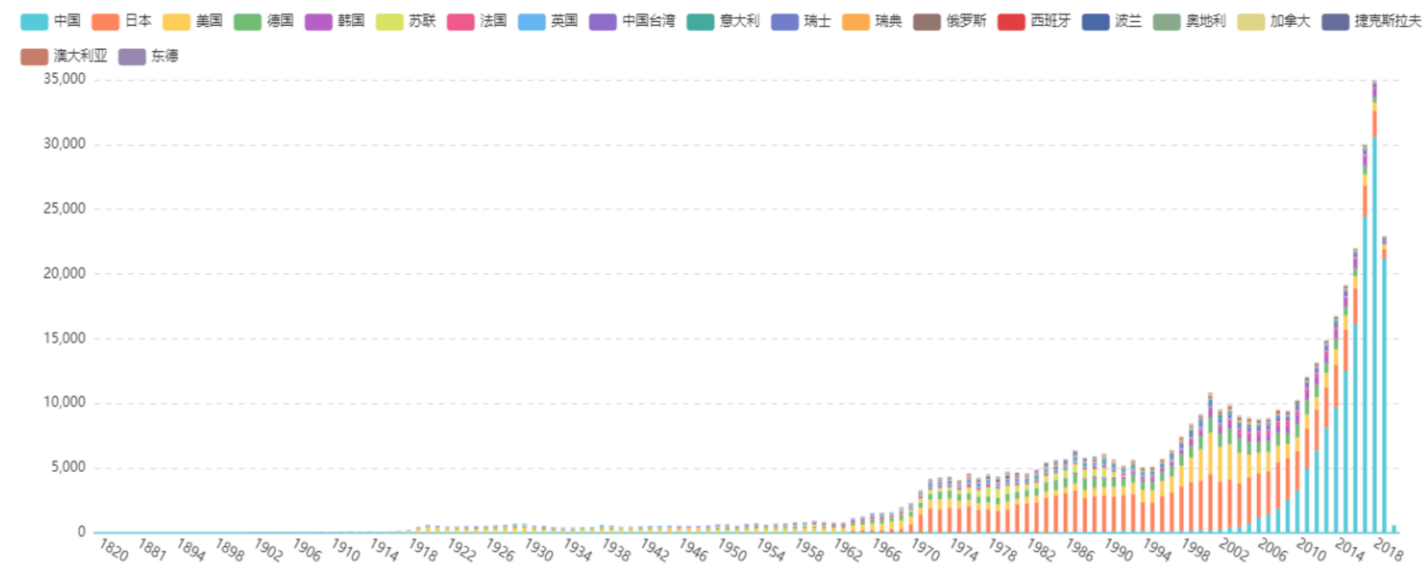


来源：《复合磨床专利及机床行业知识产权现状分析》，国金证券研究所

动态视角看，2000年之前中国磨床专利申请数量较少，专利申请以日本、美国、德国等国家为主，之后专利申请数量大幅增长，到2011年专利申请量已达到世界第一并持续增长。



图表33：2000年后中国磨床技术专利申请数量快速提升，2011年申请量达到世界第一，国内企业迎头追赶



来源：《复合磨床专利及机床行业知识产权现状分析》，国金证券研究所

根据《国产与进口五轴工具磨床加工能力的对比测试》中的株洲钻石刀具加工案例信息，使用国产磨床和进口磨床各加工5支D10抗振铣刀，结果显示，国产磨床和进口磨床加工所有参数均合格，一致性均较好，仅从检测样品A齿和B齿的刃径、芯厚、前后角及跳动的一致性来看，国产磨床加工的产品质量比进口磨床略好。两种机床加工的产品参数无明显差异，因此国产磨床加工抗振铣刀的调整控制能力能满足加工要求，与进口磨床的加工能力处于同一水准，但产磨床的装夹跳动精度和加工产品的外径跳动精度与进口磨床相比存在一定差距。

综合上述内容看，我们认为目前国产磨床已具备一定技术积累能够与进口品牌进行竞争，在有足够需求催化的背景下能够实现国产替代。

图表34：国产磨床与进口磨床进行刀具加工性能较为接近

参数	进口D10抗振铣刀			国产D10抗振铣刀		
	A齿	B齿	A、B齿差值	A齿	B齿	A、B齿差值
刃径（刃长1mm处）/mm	9.956	9.960	0.004	9.957	9.957	0.000
刃径（刃长21mm处）/mm	9.945	9.953	0.008	9.951	9.950	0.001
芯厚/mm	5.50	5.52	0.02	5.62	5.62	0.00
前后段芯厚差/mm	0.00	0.01	0.01	-0.03	0.00	0.03
前端刃宽/mm	1.55	1.59	0.04	1.64	1.59	0.05
尾端刃宽/mm	1.570	1.480	0.090	1.600	1.633	0.030
带起宽/mm	0.285	0.290	0.005	0.185	0.180	0.005
倒角/mm	0.050	0.045	0.005	0.045	0.050	0.005
前角/（°）	6.3	5.9	0.4	5.1	5.2	0.1
后角/（°）	9.0	9.4	0.4	9.2	9.4	0.2
螺旋角/（°）	38	41	—	38	41	—
刃部径向跳动/mm	0.003/0.004		0.001	0.004/0.004		0
周刃锯齿/mm	0.008×0.004		—	0.011×0.005		—
端齿锯齿/mm	0.010×0.004		—	0.010×0.004		—

来源：《国产与进口五轴工具磨床加工能力的对比测试》，国金证券研究所

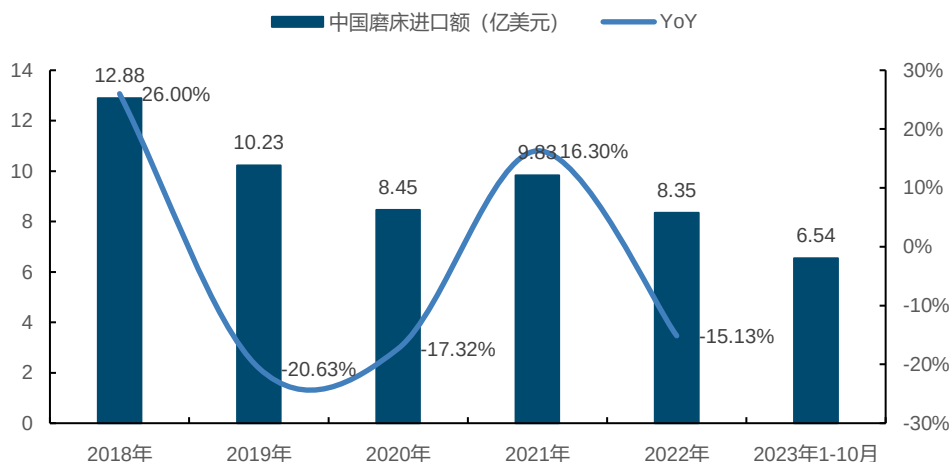
2.3 22年中国磨床进口额8.35亿美元，国内企业普遍体量较小有较大成长空间

根据机床工具工业协会数据，2022年中国磨床进口额占金属加工机床的12.2%，考虑进口机床中磨床的占比较高（磨床主要精加工），假设金属加工机床中磨床占比8%。根据中国机床工具工业协会测算数据，22年国内金属加工机床消费额1843.6亿元人民币（274.1亿美元），按照8%占比计算磨床市场空间为147.49亿元。

根据海关总署数据进行统计，以编码8460作为参考，中国磨床进口额一度高达10亿美元，近年进口额有下降趋势，但22年仍为8.35亿美元。



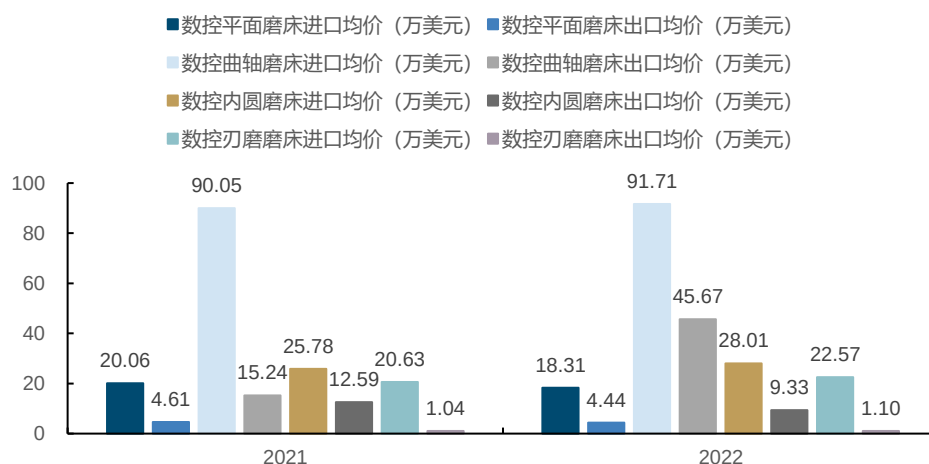
图表35：22年中国磨床进口额8.35亿美元



来源：海关总署，国金证券研究所；注：按照海关总署编码8460（用磨石、磨料或抛光材料对金属或金属陶瓷进行去毛刺、刃磨、磨削、珩磨、研磨、抛光或其他精加工的机床，但品目8461的切齿机、齿轮磨床或齿轮精加工机床除外）进行统计

从主要的平面磨床、曲轴磨床（属于外圆磨）、内圆磨床看，进口均价远高于出口均价，

图表36：磨床进口均价远高于出口均价

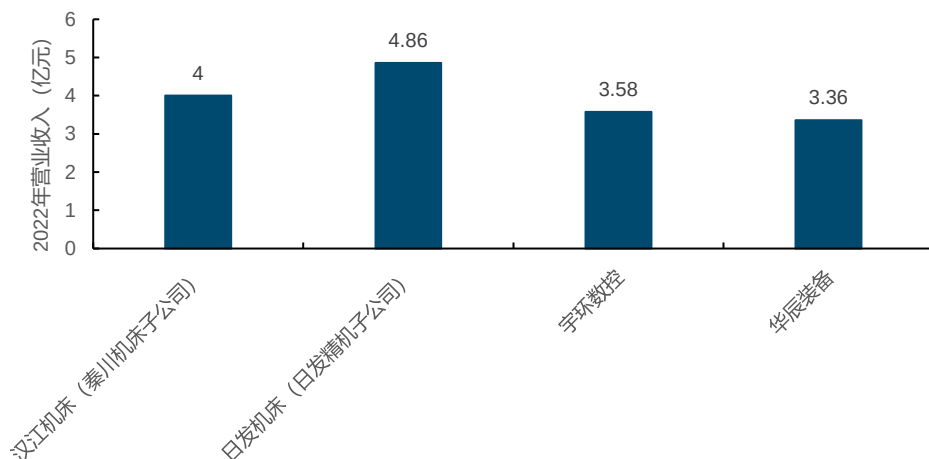


来源：海关总署，国金证券研究所

在有较大国产替代空间，国产磨床价格与进口磨床价格有较大差距背景下，目前国内磨床企业的体量也普遍较小，未来有较大成长空间。



图表37：国内磨床企业收入体量较小，未来有较大成长空间



来源：，国金证券研究所；注：汉江机床、日发机床业务不仅限于磨床

从“巴统清单”到“瓦森纳协定”，西方发达国家针对中国进行了严格的技术封锁，例如日本进口的高端磨床需经过外方严格审查，并且限制使用范围、限制移机等。近年在国际局势趋于紧张背景下，高精度多轴机床对中国技术封锁有进一步加剧的趋势，在国家自主可控政策持续加码下国产替代有望加速。

图表38：23年工业母机政策支持力度进一步加大

日期	发布部门	政策名称	主要内容
2019.1	江西工信局	《制造业设计能力提升专项行动计划（2019-2022年）》	将“高档数控机床及配套数控系统：五轴及以上联动数控机床，数控系统，高精精密、高性能的切削工具、量具量仪和磨料模具”列为鼓励发展项目
2020.06	工信部	《工业通信职业技能提升行动计划实施方案》	形成一批可复制可推广的新技能培训经验做法，并且剔除2年内开展各类职业技能培训50万人次以上的要求，以期为制造强国、网络安全建设提供坚强技能人才保障
2020.09	国家发改委	《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》	加快高端装备制造产业补短板。重点支持工业机器人、建筑、医疗等特种机器人、高端仪器仪表、轨道交通装备、高档五轴数控机床、节能异步牵引电动机、高端医疗装备和制药装备。。
2021.08	国资委	《国资委党委扩大会议》	针对工业母机等加强关键核心技术攻关，努力打造原创技术“策源地”，肩负起产业链“链主”责任，开展补链强链专项行动，加强上下游产业协同。
2022.09	财政部、税务总局	《关于加大支持科技创新税前扣除力度的公告》	高新技术企业在2022年10月1日至2022年12月31日期间新购置的设备、器具，允许当年一次性全额在计算应纳税所得额时扣除，并允许在税前实行100%加计扣除。
2023.9	财政部、税务总局、国家发展改革委、工业和信息化部	《关于提高集成电路和工业母机企业研发费用加计扣除比例的公告》	工业母机企业在2023年1月1日至2027年12月31日期间，再按照实际发生额的120%在税前扣除；形成无形资产的，在上述期间按照无形资产成本的220%在税前摊销。
2023.9	七部门	《机械行业稳增长工作方案（2023—2024年）》	推进工业母机、仪器仪表、农机装备等行业的发展，完善标准体系

来源：财政部，税务总局，中国政府网，国金证券研究所

2.4 丝杠、钛合金、碳化硅市场需求多点爆发，有望催化国产崛起

2.4.1 丝杠：磨床为磨制丝杠核心设备，通过国产设备降本势在必行

滚珠丝杠加工一般分为磨削加工与冷轧加工，冷轧加工通过冷加工工艺模具制造，批量生产后成本低，但是通常精度控制有限；磨削加工通过热处理、车削、磨削等几十道工序逐一完成，可用于给高精度设备作为定位部件。



图表39：磨削滚珠丝杠加工工艺复杂

序号	工艺内容	序号	工艺内容
1	下料	12	粗磨 90° V 形槽
2	球化退火热处理并检验校直	13	磁力探伤
3	加工端面，钻中心孔	14	时效处理并检验
4	粗车	15	研磨中心孔
5	高温时效并检验	16	半精磨滚道
6	加工端面，修研中心孔	17	低温时效处理并检验
7	半精车	18	铣键槽
8	铣	19	磨端部螺纹
9	粗磨	20	研磨中心孔
10	工作表面(滚道)与加工基准(中心孔)淬、回火--检验	21	精磨滚道，全检
11	研磨中心孔	22	装配--跑合--检验--防锈 包装--检验--入库

来源：《精密滚珠丝杠机械加工工艺规程研究》，国金证券研究所

其中粗磨环节各加工方式之间可以切换，精磨环节则主要使用磨床进行加工以实现高精度。

图表40：丝杠粗加工有多重工艺

粗加工	设备与刀具	粗加工	生产效率	备注
砂轮磨削	丝杠磨床或开槽磨床	磨制 90° V 型槽	低	需要半精磨和精磨
硬车削	CBN 刀具及数控车床	车制 90° V 型槽	中	适于长度 1m、螺距 6mm 以下长径比小的滚珠丝杠
		工作滚道一次		
旋风铣削	CBN 刀具及数控车床	铣削成型，加工达到半精磨精度	高	适于较长以及长径比大的滚珠丝杠

来源：《精密滚珠丝杠机械加工工艺规程研究》，国金证券研究所

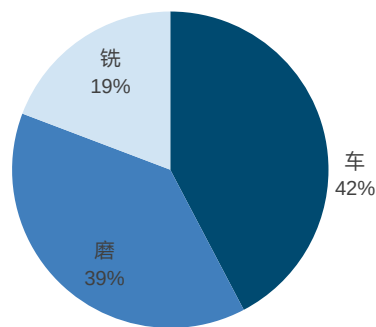
根据《面向精密螺纹丝杠的智能制造单元系统研究》中加工案例数据，从工时上看，磨制工序约占总工时的 39%。

图表41：磨制丝杠加工主要工序工时

工序	工序名称	工时
1	车	3.5
2	磨	2
3	铣	1.5
4	热处理	-
5	车	2
6	磨	2
7	铣	1
8	磨	1
合计		13

来源：《面向精密螺纹丝杠的智能制造单元系统研究》，国金证券研究所

图表42：磨削工艺约占磨制工序 39%工时

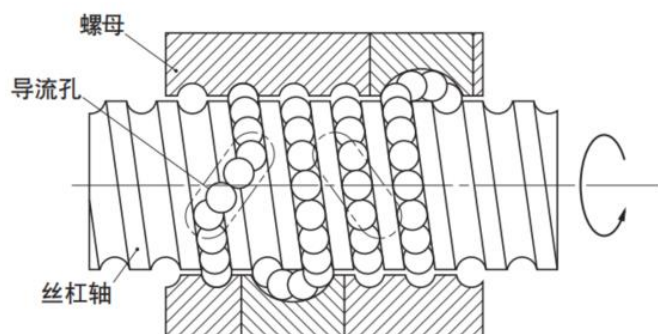


来源：《面向精密螺纹丝杠的智能制造单元系统研究》，国金证券研究所

丝杠从结构上看主要包括螺母、丝杠轴两大部分，如果是行星滚柱丝杠还需要进行行星丝杠的制造，但加工方式与主丝杠轴类似。

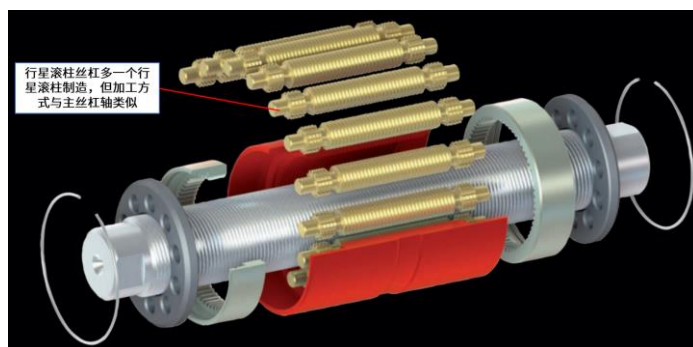


图表43: 滚珠丝杠主要包括螺母、丝杠轴两大部分



来源: NSK 官网, 国金证券研究所

图表44: 行星滚柱丝杠相比滚柱丝杠增加了行星滚柱的加工, 但加工方式与主丝杠轴类似



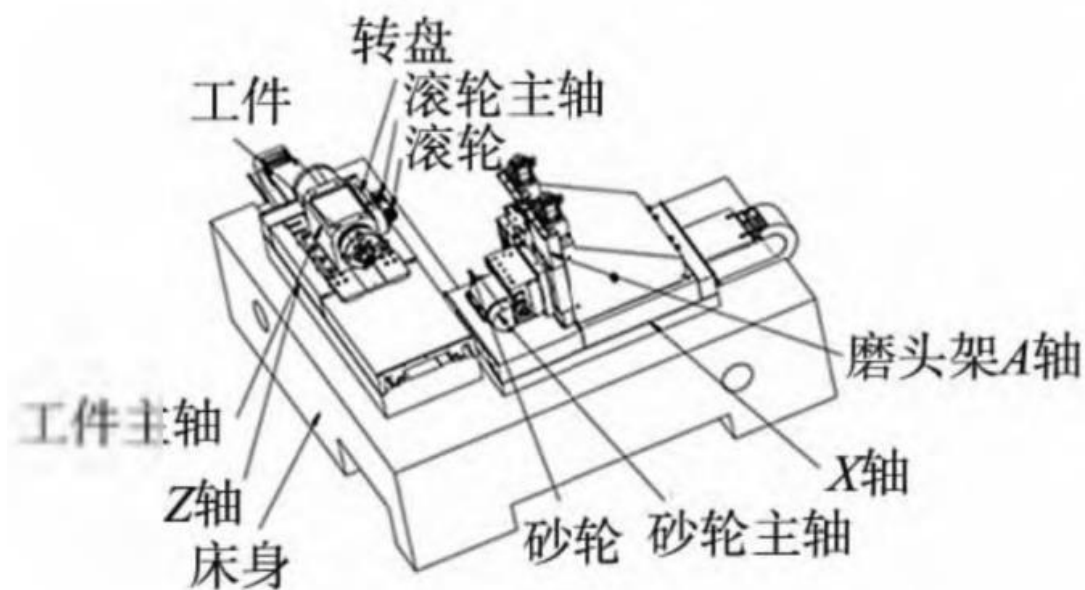
来源: GSA 官网, 国金证券研究所

不管是螺母还是丝杠轴, 除使用内圆磨床、外圆磨床进行加工外, 难点都在滚道的加工:

1) 螺母内滚道加工: 主要涉及内螺纹磨床, 技术难度较高, 尤其是反式行星滚柱丝杠螺母长度较长难以加工

螺母内滚道加工属于内螺纹加工, 在机械加工中内螺纹加工占到孔加工工作量的 50%, 主要使用高精度的内螺纹磨床。

图表45: 内螺纹磨床结构

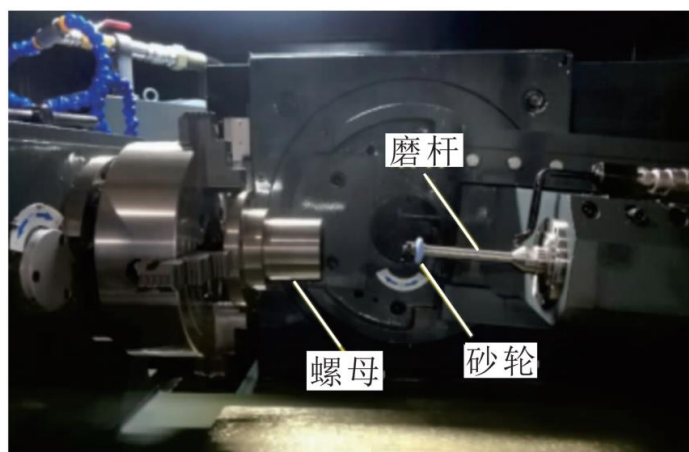


来源: 《内螺纹磨床的几何误差建模及灵敏度分析》, 国金证券研究所

螺母内滚道加工主要通过磨杆带动砂轮旋转, 由砂轮轴线相对螺母中心线成螺旋升角进行安装, 对工件进行磨削。

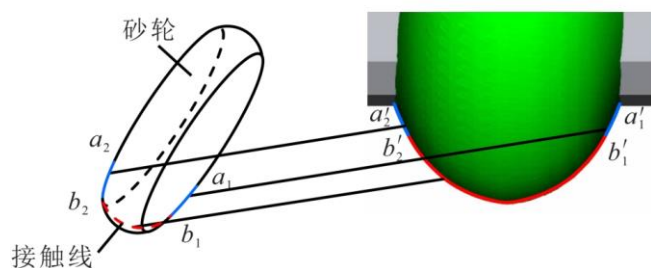


图表46：丝杠螺母内螺纹加工方式



来源：《大导程滚珠螺母内滚道接触区磨削分析》，国金证券研究所

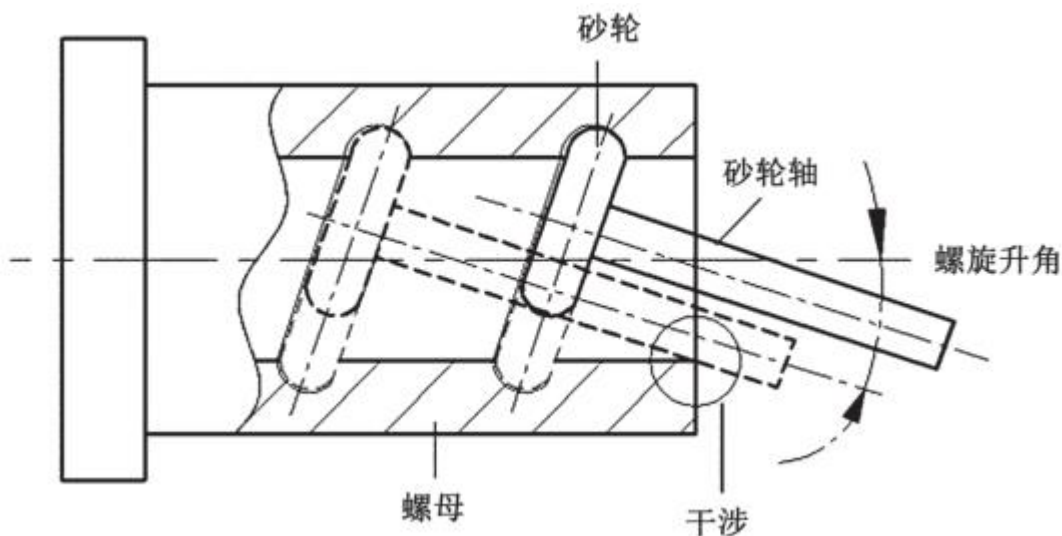
图表47：砂轮回转面与滚道螺旋面接触对应关系



来源：《大导程滚珠螺母内滚道接触区磨削分析》，国金证券研究所

由于反式行星滚柱丝杠螺母较长，在加工的过程中会发生加工干涉问题，预计在设备上需要进行一定调整，通过调整砂轮直径、调整磨杆直径（需要综合考虑磨杆刚度变化）避免加工干涉问题。

图表48：反式行星滚柱丝杠螺母内螺纹加工可能出现加工干涉，需针对设备、砂轮等进行优化



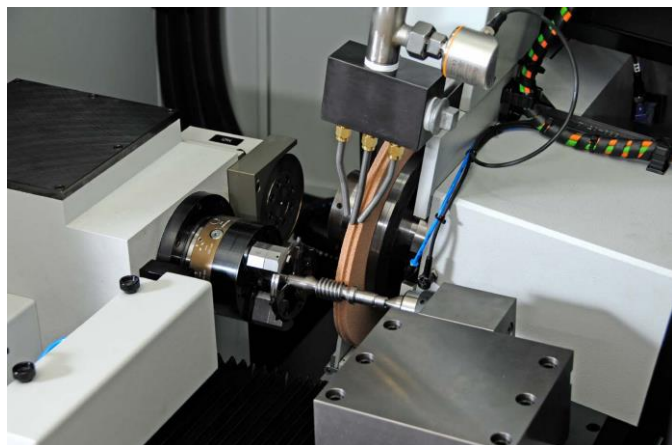
来源：《一种加工大导程螺母内滚道方法的研究》，国金证券研究所

2) 丝杠轴滚道加工：主要涉及螺纹磨床

丝杠的螺纹滚道加工为制造关键工序，主要通过螺纹磨床进行螺纹滚道加工。

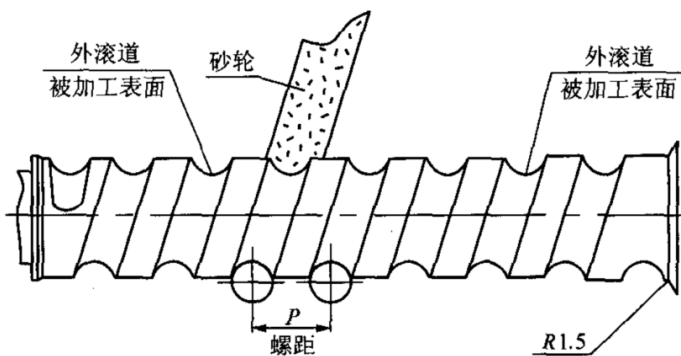


图表49：螺纹磨床加工示意



来源：Monnier+Zahner AG 官网，国金证券研究所

图表50：丝杠外滚道加工示意



来源：《滚珠丝杠螺纹自动变距磨削工艺研究》，国金证券研究所

具体到设备来看，丝杠加工主要涉及车床、铣床、车铣复合加工中心、外圆磨床、内圆磨床、螺纹磨床等，目前国内头部企业在精加工环节主要使用进口设备。

图表51：头部企业在精加工环节多使用进口设备



德国CNC 10米高速硬体旋铣螺纹加工机床



INDEX车铣复合加工中心



日本三井2米高精度数控螺纹磨床



10米激光丝杠（副）行程测量仪



日本冈本6米数控导轨磨床

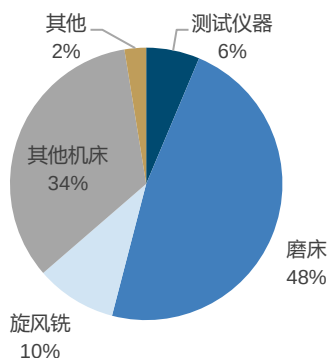


10米数控外圆磨

来源：南京工艺官网，国金证券研究所

根据秦川机床公告信息，其再融资项目中关于滚动功能部件扩产的项目规划看，5亿丝杠产值（公司公告披露的测算结果）对应设备投资额1.56亿元，共采购设备46台，其中磨床价值量占比约为48%，价值量占比高主要由于高端磨床采用了进口机床，单价较高，高精度床身导轨磨单价可达2800万元。

图表52：秦川机床滚动功能部件扩产设备投资中磨床占比48%



图表53：秦川机床扩产部分进口设备单价可上千万

设备	单价（万元）
高精度床身导轨磨床	2800
龙门式五面体加工中心	1100
高精度数控直线导轨磨床	1800
高精度数控旋风铣	750



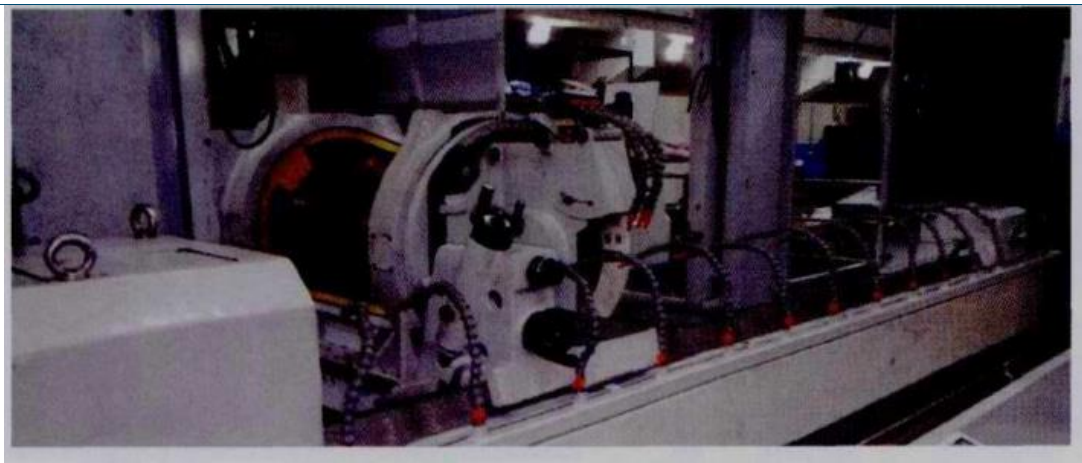
来源：秦川机床公司公告，国金证券研究所

来源：秦川机床公司公告，国金证券研究所

我们认为丝杠通过国产设备进行降本势在必行：

1) 在国家重大科技专项的支持下，国产高端螺纹磨床已具备一定技术基础：根据 2014 年发布的《高精度滚珠丝杠磨床的设计与开发》信息，上海机床厂开发的 SK7420 数控丝杠磨床可实现 P1 级别滚珠丝杠副加工，属于国家高档数控机床与基础制造装备科技重大专项资助课题（2011ZX04003—022），填补了国内缺少高精度数控螺纹磨床的技术空白。我们认为在国家的政策支持下，国内企业在技术层面已经取得了突破，在市场需求快速增长的背景下具备设备国产化放量的基础。

图表54：上海机床厂开发的 SK7420 机床可实现 P1 级滚珠丝杠副加工，我们认为技术层面看具备国产替代基础



来源：《高精度滚珠丝杠磨床的设计与开发》，国金证券研究所

2) 定制化开发&自动化升级需求较强：如前文所述，丝杠在磨削加工过程中根据结构不同面临如何避免加工干涉、提升加工效率等问题，需要针对具体需求进行定制化开发。同时考虑人形机器人用丝杠体积较小，在加工上或需要更多的考虑自动化升级所带来的降本空间，国产设备厂商相比进口品牌更贴近终端客户，我们认为在设备定制化开发&自动化升级上国内企业有望抢占先机。

图表55：丝杠加工设备有较大优化空间，国内企业贴近终端客户有望抢占先机

丝杠加工时间对比					
普通加工时间/h·件 ⁻¹			智能单元复合加工时间/h·件 ⁻¹		
工序号	工序名称	工时	工序号	工序名称	工时
1	车	3.5	1	电弧铣	3
2	磨	2	2	磨	2
3	铣	1.5	3	热处理	0
4	热处理	0	4	电弧铣	1.5
5	车	2	5	铣	1
6	磨	2	6	磨	1.5
7	铣	1			
8	磨	1			
合计		13	合计		9

来源：《面向精密螺纹丝杠的智能制造单元系统研究》，国金证券研究所

假设人形机器人出货量达到 100 万台，平均每台机器人使用 10 根行星滚柱丝杠，使用两台磨床（内螺纹和外螺纹加工）进行制造，假设设备单价为 100 万，每根丝杠平均制造时



间分别为 40/60/80 分钟（按照精磨环节时间计算），对应磨床市场需求分别为 22/33/44 亿元。

图表56：人形机器人百万台出货量有望拉动 22 至 44 亿元磨床设备市场

人形机器人出货量（万台）	100		
单机行星滚柱丝杠需求（支）	10		
丝杠总需求（万支）	1000		
平均加工时间（分钟）	40	60	80
每日有效加工时间（小时）	20	20	20
一套设备年产量（按照 300 天计算）	9000	6000	4500
设备需求量（套）	1111	1667	2222
设备单价（万元/套）	200	200	200
设备市场需求（亿元）	22.22	33.33	44.44

来源：《面向精密滚柱丝杠的智能制造单元系统研究》，特斯拉，国金证券研究所测算

2.4.2 钛合金：苹果在手机、手表采用钛合金材料，拉动磨抛设备需求

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

图表57：消费电子行业大量使用数控磨床、数控抛光机进行磨削、抛光加工



来源：宇环数控官网，国金证券研究所

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

图表58：宇环数控消费电子磨抛设备与日、美产品竞争获得了捷普集团、富士康等苹果产业链公司的大额订单，产品具有较强竞争力

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



比较项目	宇环数控 YHM77110	美国莱玛特 AC1000
温度的实时控制； 3、研制出轴承外环和内齿轮一体化的回转 支承机构，提高了齿圈机构的刚度和回转精度，保证 了工件保持架的运动精度和平稳性以及薄工件双面抛光的加工 精度和可靠性。		
技术参数	研磨盘尺寸：φ 1070mm*φ 495mm 游星轮参数：节距 15.875mm，研磨盘尺寸：φ 1050mm*φ 470mm 游星轮参数：节距 15.875mm， 齿数 64 个 游星轮数量：7 个 研磨工件最大尺寸：φ 280mm 齿数 70 个 游星轮数量：6 个 研磨工件最大尺寸：φ 295mm	
用途	用于对蓝宝石玻璃及超硬金属材料的加工，主要应用领域为消费电子。	适用加工各种晶体、硅片、玻璃、蓝宝石等硬脆材料和各种金属材料。

来源：宇环数控招股说明书，国金证券研究所

目前行业变化主要发生在材料的更迭上，苹果开始采用钛合金材料进行手机中框、手表中框制造，安卓阵营也开始逐步加大钛合金材料应用，未来钛合金有望成为消费电子行业产品新材料应用新趋势。

图表59：目前钛合金材料已经在手机厂商中持续推广

品牌	钛合金材料使用情况
苹果	iPhone15Pro/Pro Max 系列机身中框，Apple Watch Ultra 钛金属表壳
三星	Galaxy S24 Ultra 将采用钛合金框架，Galaxy Watch3 等
华为	2022 年发布的折叠屏手机 MateXs2 结构件中采用钛合金材料、Watch 4Pro 中钛合金边框
荣耀	折叠屏 MagicV2 铰链的轴盖部分首次采用钛合金
小米	小米 14Pro 钛金属特别版（钛金属中框）
OPPO	折叠屏 OPPO Find N2 的螺丝、OPPO Reno11Pro 钛金属边框

来源：各公司官网，国金证券研究所

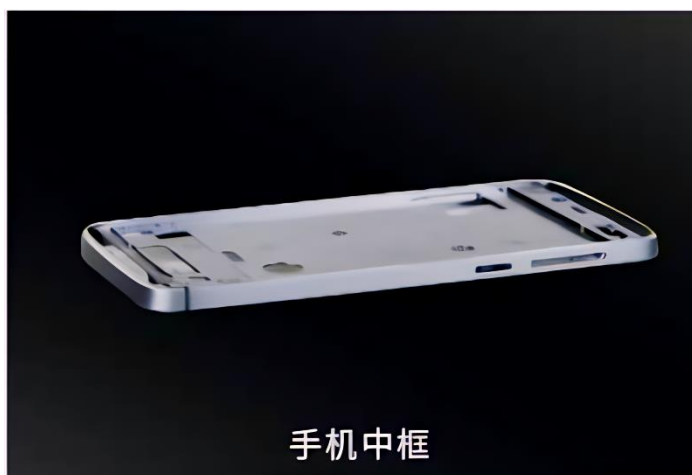
手机中框是智能手机的支撑结构，用于固定手机屏幕、后盖板和内部元器件。目前大部分智能手机采用常见的“三明治”结构，即中间部分是手机中框，前后分别是正面板和背盖。在“三明治”结构之间。

图表60：“三明治”结构，中间为手机中框



来源：半导体行业观察，国金证券研究所

图表61：手机中框示意图



来源：鑫金泉官网，国金证券研究所

目前手机中框的材质主要分为以下几类：铝合金、不锈钢、钢铝复合压铸、钛合金、液态金属、塑料等。

铝合金是当前智能手机中最常用的金属材料，苹果自 2012 年 iPhone5 开始使用铝合金中框，如今 iPhone15 和 iPhone15 Plus 依旧使用铝金属边框，同时市面中大部分的手机都是铝合金中框。铝合金比重低，仅为不锈钢的约 1/3，可以有效降低手机重量，并且成本低、目前工艺较为成熟，良率高，但是弹性模量低，不耐摔，遭受挤压、碰撞后很容易产生不可逆的形变。



相较于铝合金，不锈钢中框硬度高、耐划伤、耐磕碰，但是其加工难度更高，良率低，密度大，很难通过使用不锈钢材质中框来降低手机整体重量。

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

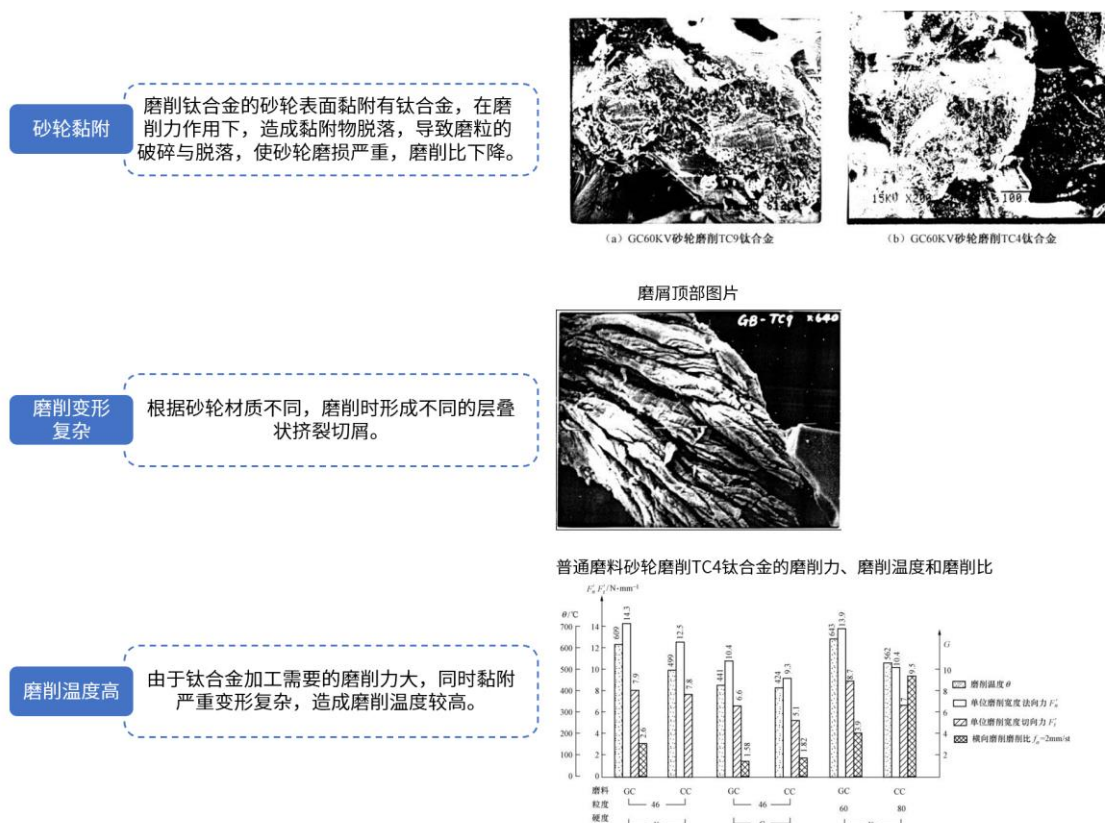
图表62：手机中框使用材料对比

	成本	密度 (g/cm³)	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	硬度 (HB)	熔点 (摄氏度)	伸长率 $\delta 5$ (%)	弹性模量 (GPa)	加工 成熟度
钛合金 TC4	高	4.5	895	860	269-351	1630-1650	≥ 10	113	低
铝合金 7075	低	2.81	524	455	150	475-635	≥ 6	71	高
不锈钢 SUS304	中	7.93	520	205	187	1398-1454	≥ 40	193	中

来源：材数库，上海有色网，国金证券研究所

钛合金作为一种难加工材料，高硬度、低热导率、弹性模量小等特性导致磨削加工较为困难，有望拉动磨床设备需求增长。

图表63：钛合金磨削加工较为困难，有望拉动磨抛设备需求增长



来源：《磨削原理》，国金证券研究所

2.4.3 碳化硅：行业高增长拉动磨抛设备需求，国产设备开发落地后续潜在边际催化较多

硅片制备包括单晶生长、外圆磨端面磨、切割、粗磨、精磨、减薄、粗抛、精抛（CMP）等工序。



图64：典型抛光硅片制作工序包含多个磨抛环节

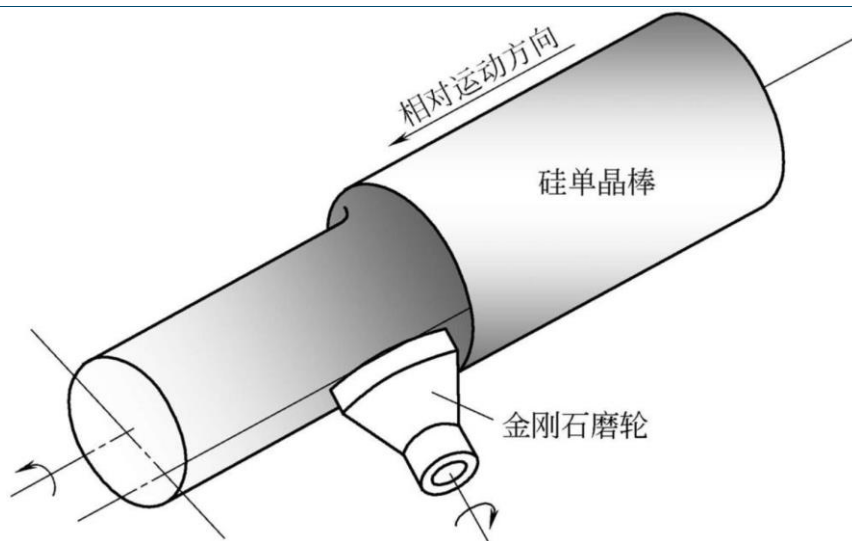


来源：《芯片用硅晶片的加工技术》，国金证券研究所

在硅棒截断后，需要使用外圆磨床进行滚磨处理。



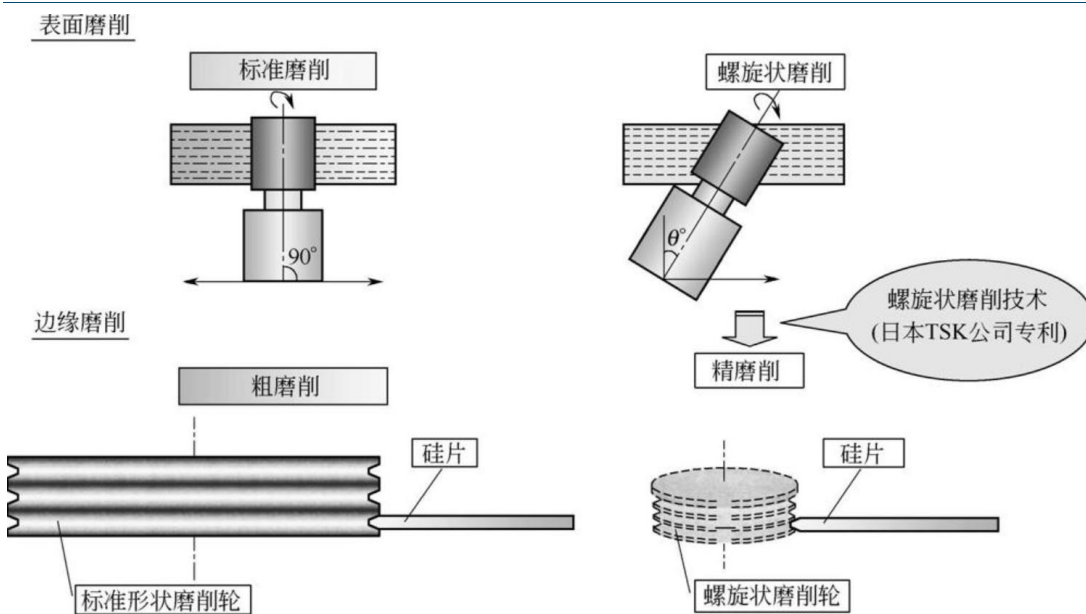
图表65：硅棒截断后需使用外圆磨床进行处理



来源：《芯片用硅晶片的加工技术》，国金证券研究所

切片后的硅片倒角处理也需要使用磨床。

图表66：切片后的硅片倒角处理也需要使用磨床

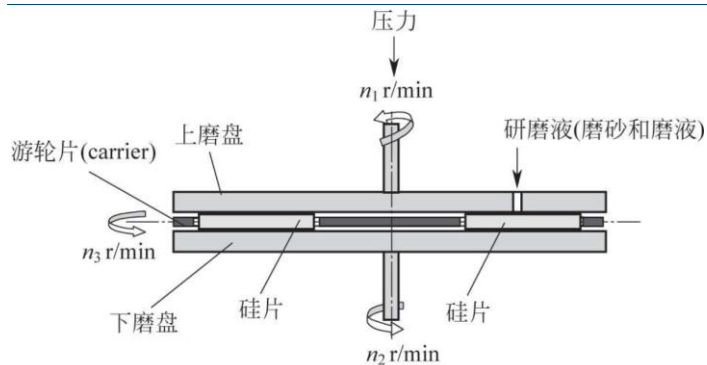


来源：《芯片用硅晶片的加工技术》，国金证券研究所

倒角后需对硅片进行研磨，以去除因切割产生的表面机械应力损伤层和表面的各种金属离子等杂质污染，并使硅片具有一定的几何尺寸精度的平坦表面。

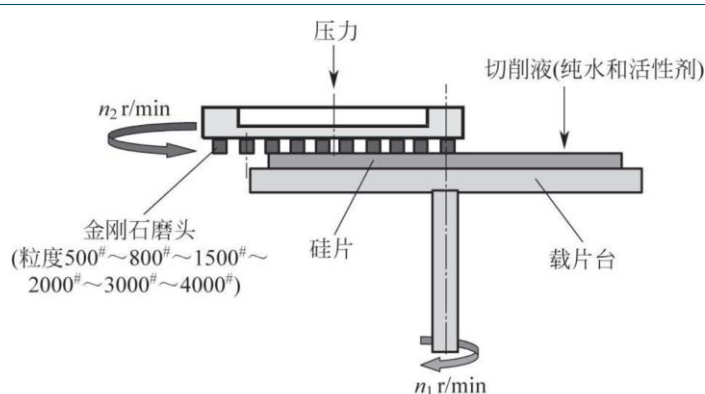


图表67: 硅片双面研磨处理 (通常用于小硅片)



来源:《芯片用硅晶片的加工技术》, 国金证券研究所

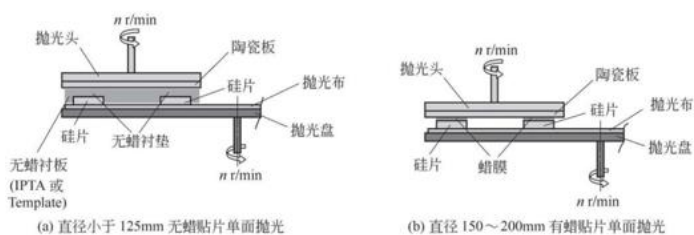
图表68: 硅片表面磨削处理 (通常用于大硅片)



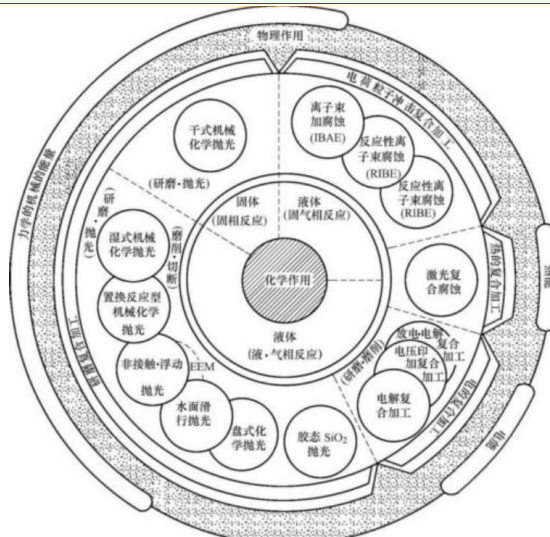
来源:《芯片用硅晶片的加工技术》, 国金证券研究所

抛光为磨床最后参与的处理工序,也是硅片加工中的关键工序,其加工精度直接影响 IC 芯片的性能、合格率等技术指标。通用采用 CMP (化学机械抛光) 设备

图表69: 硅片单面抛光示意



图表70: 抛光通常采用 CMP 设备



来源:《芯片用硅晶片的加工技术》, 国金证券研究所

来源:《先进制造技术》, 国金证券研究所

与第一代半导体材料 Si 和第二代半导体材料 GaAs 相比,碳化硅 (SiC) 具有更优良的物理、化学性质,可用于制造高功率、耐高压、耐高温、高频、低能耗、抗辐射能力强的功率和射频器件,广泛应用于新能源汽车、5G 通信、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等现代工业领域。

图表71: 第三代半导体材料碳化硅具有更优良的物理、化学性质

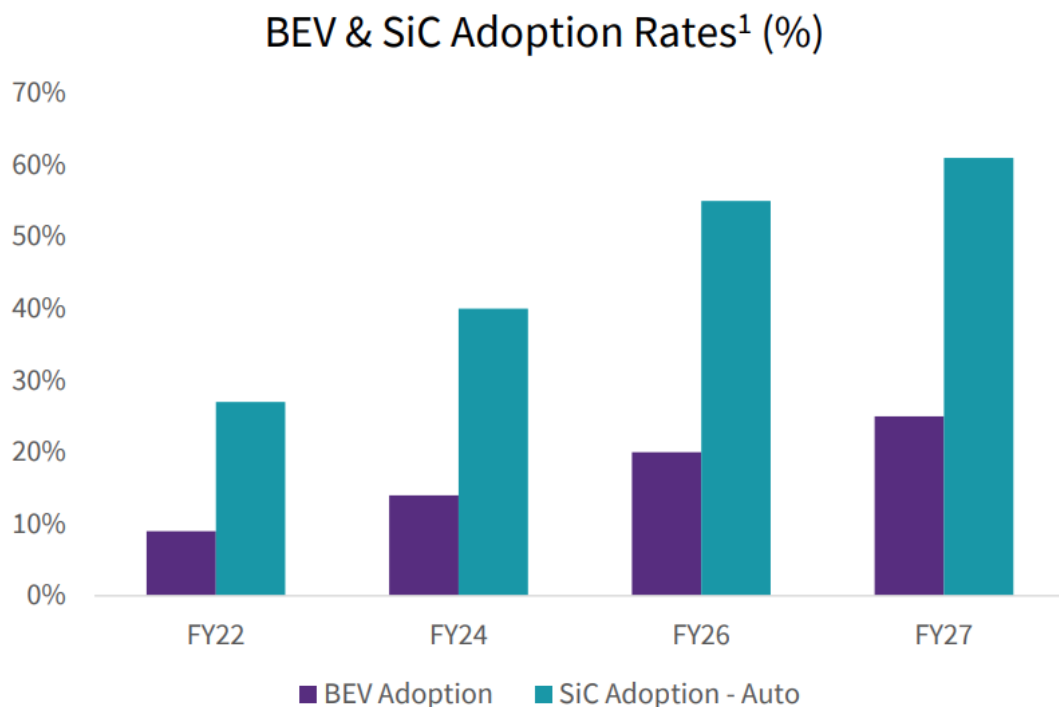
性质/材料	4H-SiC	6H-SiC	GaN	Si	GaAs	Al ₂ O ₃	AlN
热导率/[W/(cm·K)]	4.9	4.9	1.3	1.3	0.5	0.3	2.0
带隙/eV	3.2	3.0	3.44	1.12	1.42	>8.5	6.2
本征材料是否透明	是	是	是	否	否	是	是
可用掺杂	n, p	n, p	n, p	n, p	n, p	绝缘	绝缘
饱和电子速率/(10 ⁷ m/s)	2.0	2.0	2.7	1.0	2.0	—	—
电子迁移率/(cm ² ·V·s ⁻¹)	1 000	600	900	1 450	8 500	—	—
E _b /(MV/cm)	9.7	10.0	12.2	11.8	12.8	9.4	8.9
晶格常数/10 ⁻¹⁰ m	3.073	3.081	3.189	3.84	4.00	2.747	2.5
与 GaN 的晶格失配/%	3.8	3.5	0	-17	-22	16	2.5
与 GaN 的热失配/%	-0.11	-0.12	0	-0.17	0.11	0.30	0.01



来源：《第三代半导体材料》，国金证券研究所

根据 wolfsped 预测数据，未来几年汽车碳化硅渗透率将大幅提升，在 26 年超过 50%。

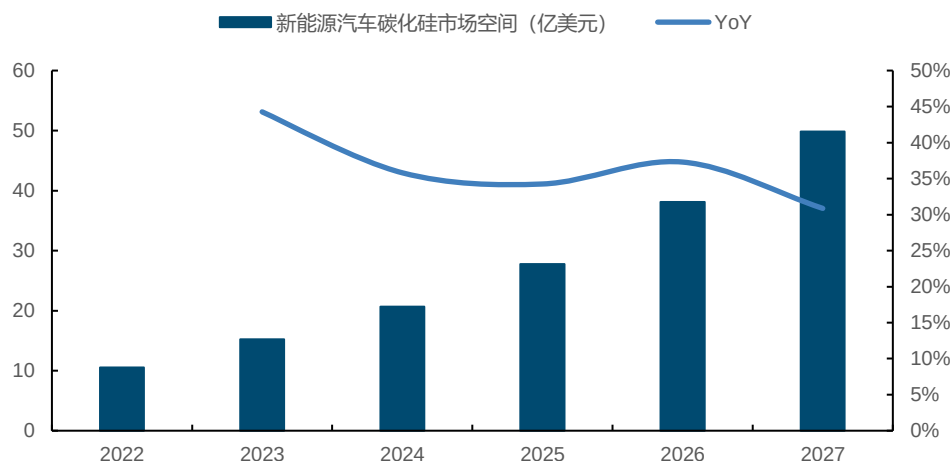
图表72：汽车碳化硅渗透率有望大幅提升



来源：Wolfspeed 官网，国金证券研究所

在新能源汽车销量高增长同时碳化硅渗透率提升背景下，预计碳化硅市场空间快速扩展，22 至 27 年 CAGR39%，新能源汽车用碳化硅市场规模预计在 27 年达到 49.86 亿美元。

图表73：新能源汽车碳化硅市场空间有望在 27 年达到 49.86 亿美元

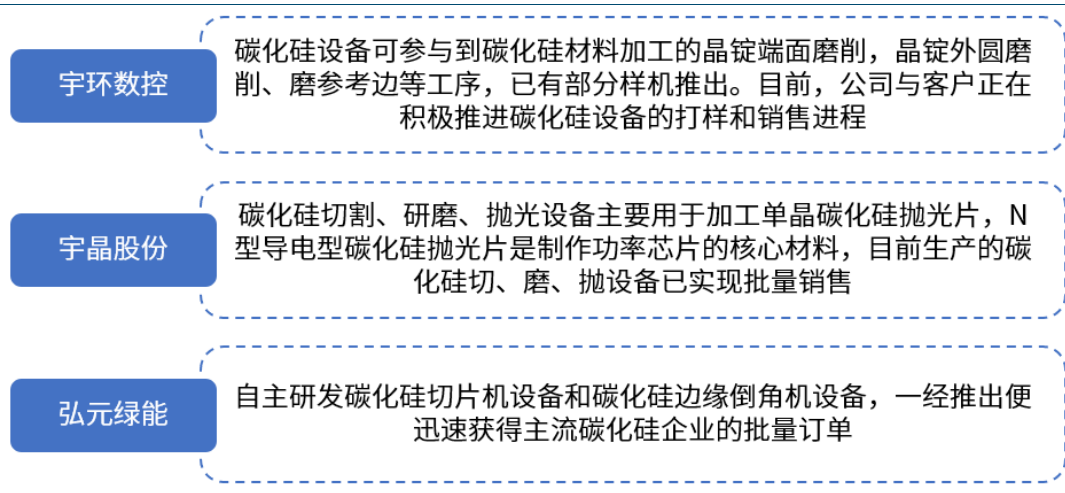


来源：Wolfspeed 官网，国金证券研究所

目前来看国产碳化硅磨抛相关设备供应商均取得一定进展，后续有望迎来边际催化。



图表74：国产碳化硅磨抛相关设备取得一定进展，后续有望迎来边际催化



来源：各公司公告，国金证券研究所

3.投资建议

磨床为精加工而生，赛道高壁垒国产替代空间较大。当前国内磨床具有一定技术积累，在丝杠、钛合金、碳化硅下游需求多点催化背景下国产替代有望加速，建议关注华辰装备（丝杠磨床）、宇环数控（钛合金磨床、碳化硅磨床）、日发精机（丝杠磨床）、秦川机床（丝杠磨床）、华中数控（磨床数控系统）。

图表75：重点公司盈利预测

代码	公司简称	市值 (亿元)	归母净利润（亿元）				PE			
			2022	2023E	2024E	2025E	2022	2023E	2024E	2025E
300809.SZ	华辰装备	74	0.47	1.16	1.54	1.87	156	63	48	40
002903.SZ	宇环数控	40	0.55	0.64	0.85	1.12	133	115	87	66
002520.SZ	日发精机	53	-15.30	-	-	-	-5	-	-	-
000837.SZ	秦川机床	109	2.75	2.77	3.87	5.50	27	27	19	13
300161.SZ	华中数控	71	0.17	1.12	2.00	3.09	439	66	37	24
688305.SH	科德数控	71	0.60	1.11	1.71	2.36	122	66	43	31

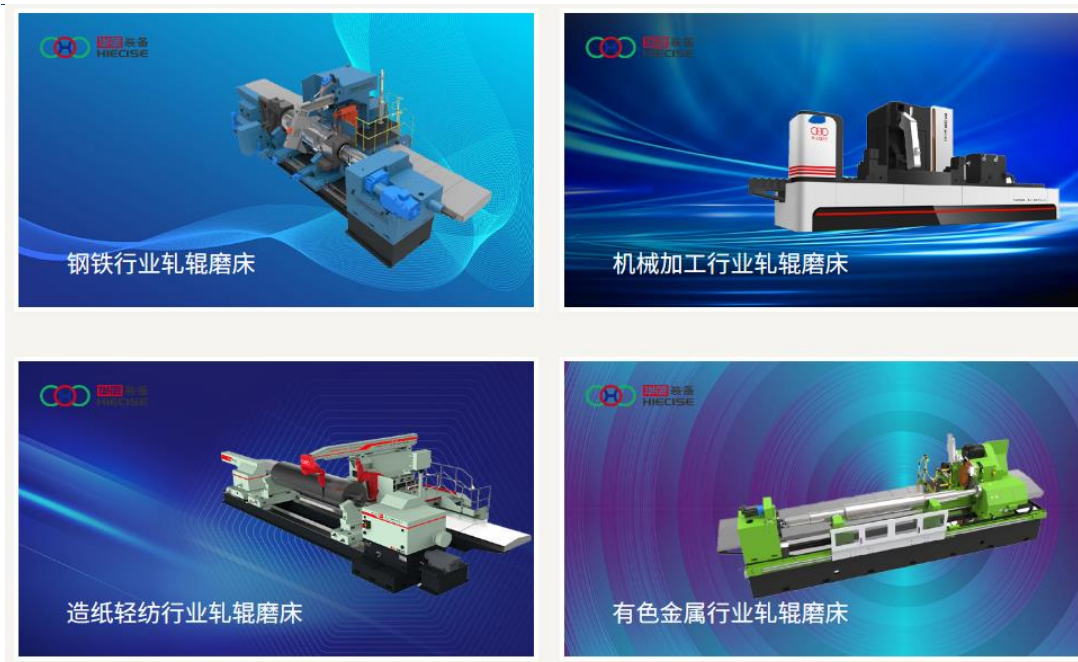
来源：，国金证券研究所；华辰装备、宇环数控取自 2024 年 1 月 1 日 一致预期

3.1 华辰装备：与贝斯特签订导轨磨床合作协议，螺纹磨床有望实现突破深耕丝杠赛道

华辰装备为国内轧辊磨床领军企业，产品主要用于钢铁、有色等下游行业，根据华辰装备公司公告数据，16/17 年轧辊磨床行业占有率分别为 32%、34%。



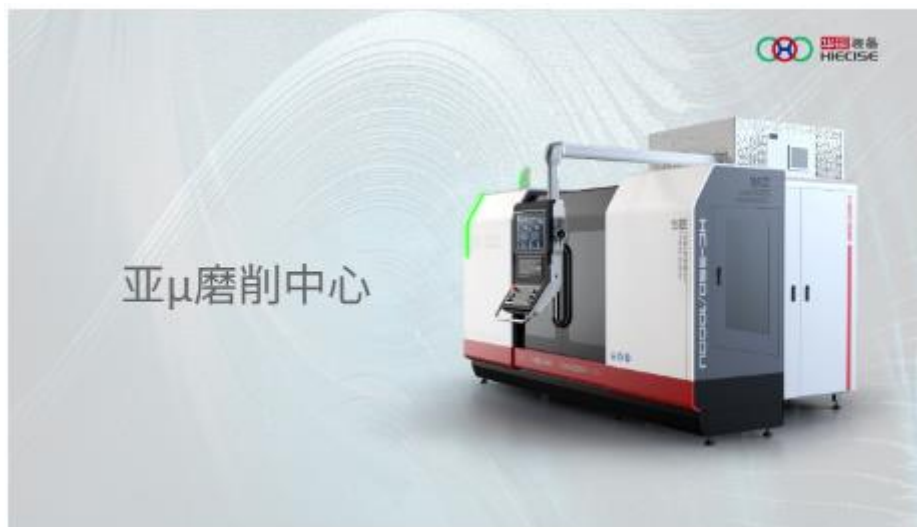
图表76：华辰装备为国内轧辊磨床细分赛道冠军，下游覆盖钢铁、有色等行业



来源：华辰装备官网，国金证券研究所

华辰装备新研发亚 μm 级磨床，产品性能实现进一步突破。亚 μm 级磨削中心X轴重复定位精度可达到 $1.5\mu\text{m}$ 。同时华辰装备实现了核心功能部件自主可控，砂轮主轴、工件主轴、B轴、高速内磨主轴、HCK2000C数控系统均为华辰自主研发制造。

图表77：华辰装备亚 μm 级磨床性能优异，同时实现核心功能部件+数控系统自制

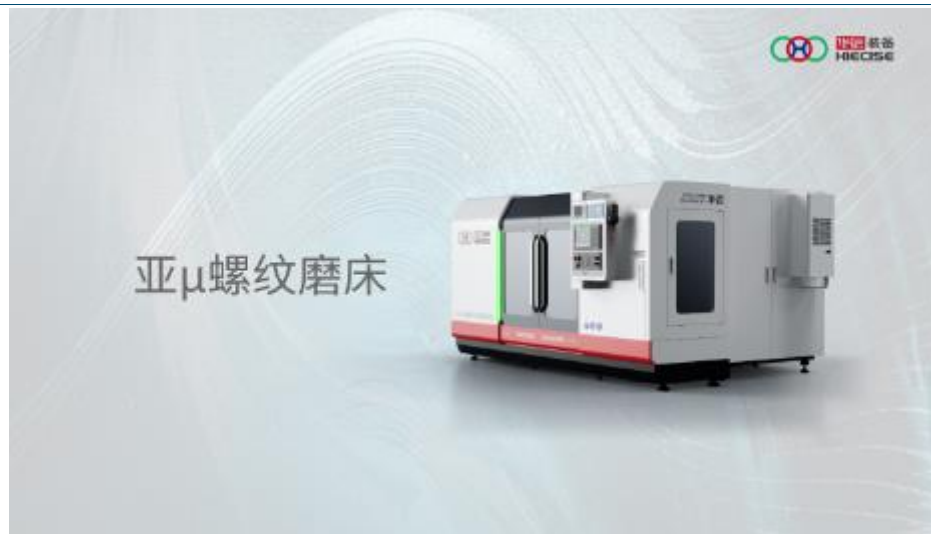


来源：华辰装备官网，《CMT2023 | 磨削类机床展品》，国金证券研究所

根据华辰装备微信公众号发布信息，23年10月华辰装备与贝斯特达成战略合作关系，计划于1年内向贝斯特提供对标国际行业龙头领先水平的精密数控直线导轨磨床产品以及相应技术支持。



图表78：华辰装备预计1年内向贝斯特供应高端导轨磨床，同时公司官网已出现螺纹磨床



来源：华辰装备官网，华辰装备微信公众号，国金证券研究所

3.2 宇环数控：钛合金设备+碳化硅设备共同催化，同时导轨磨床已经开发落地

宇环数控为消费电子磨抛设备领军企业，与苹果产业链建立了长期合作关系，同时为华为、荣耀、小米、三星等消费电子品牌企业的供应商及代工厂提供相关的设备配套服务，覆盖消费电子领域一线厂商。

2023年宇环数控与捷普科技新签累计2.53亿元订单，有望持续受益于钛合金加工需求催化。

图表79：宇环数控为消费电子磨抛设备领军企业，覆盖苹果等一线消费电子厂商



来源：宇环数控官网，宇环数控公司公告，国金证券研究所

在其他领域宇环数控开发了高精度数控立式复合磨床，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；同时开发了导轨磨床，采用龙门式布局，可对机床或其他装备产品上的中、大型结构件进行加工，加工精度可达到IT3级，目前已实现少量销售。



图表80：宇环数控导轨磨床实现小量销售，加工精度可达 IT3 级

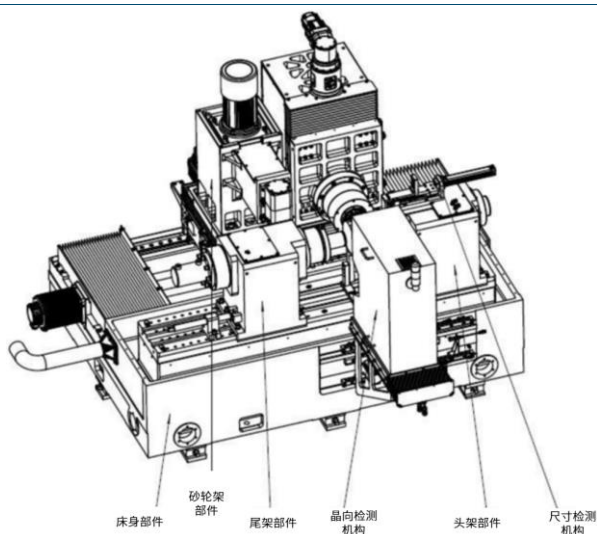


来源：宇环数控官网，宇环数控公司公告，国金证券研究所

在半导体领域，宇环数控目前碳化硅设备可参与到碳化硅材料加工的晶锭端面磨削，晶锭外圆磨削、磨参考边等工序，已有部分样机推出。目前与客户正在积极推进碳化硅设备的打样和销售进程，后续有望受益于碳化硅需求提升。

图表81：宇环数控碳化硅多功能滚圆磨床

图表82：宇环数控 CMP 设备



来源：国家知识产权局，《一种碳化硅多功能高速滚圆磨床》，国金证券研究所



来源：宇环数控官网，国金证券研究所

23 年 11 月 24 日宇环数控 23 年限制性股票激励计划完成授予，向 142 名激励对象授予 364 万股限制性股票。业绩考核为以 22 年为基准，23 至 25 年营业收入或净利润增长率分别不低于 15%/30%/60%，22 至 25 年 CAGR16.96%。

3.3 日发精机：轴承装备技术实力突出，螺纹磨床进行丝杠试磨情况良好

日发精机子公司日发机床定位高端数控机床，下游覆盖高端轴承、汽车及零部件、工程机械等高精密机械及零部件制造业。轴承装备技术实力突出，国内轴承行业规模靠前的 30 家企业中，有 25 家采用日发精机的高端轴承磨超加工及装配生产线产品。



图表83：日发精机轴承磨超自动线可用于圆锥滚子轴承超精密加工



来源：日发精机官网，国金证券研究所

日发精机并购的子公司意大利 MCM 为全球知名 4 轴/5 轴卧式加工中心制造商，有能力通过 FMS 柔性制造系统为汽车、航空航天等领域提供整体解决方案。MCM 加工中心性能优异，同时所有系列均设计成模块化的配置，如行程、布局、技术性能、附件和检测器件都有多种配置，并可进行进一步的产品定制开发。持续赋能公司机床技术实力提升。

图表84：MCM 卧式加工中心



来源：MCM 官网，国金证券研究所

图表85：MCM 柔性制造系统



来源：MCM 官网，国金证券研究所

在日发精机具有磨床、加工中心等产品技术积累，同时下游轴承厂商积极切入丝杠领域背景下，日发精机针对性的进行了丝杠相关设备开发，跟随下游客户一同切入丝杠领域。目前根据公司公告信息，日发精机数控螺纹磨床用于新能源汽车、人形机器人上的丝杠与螺母的试磨情况良好，高效且精度符合客户要求，获得了客户的认可，正与一些下游客户在做技术交流。近期，用于丝杠螺母的端面外圆磨床已向某客户交付，并与另一客户签订了螺纹磨床合同。但订单额均较小。

3.4 秦川机床：子公司汉江机床螺纹磨床技术处于领先水平

秦川机床包含主机业务、高端制造业务、核心零部件业务、智能制造业务四大业务板块，产品包括高端数控车床、外圆磨床、齿轮加工机床、加工中心、滚动功能部件等，拥有宝鸡机床、汉江机床、汉江工具、沃克齿轮等子公司。



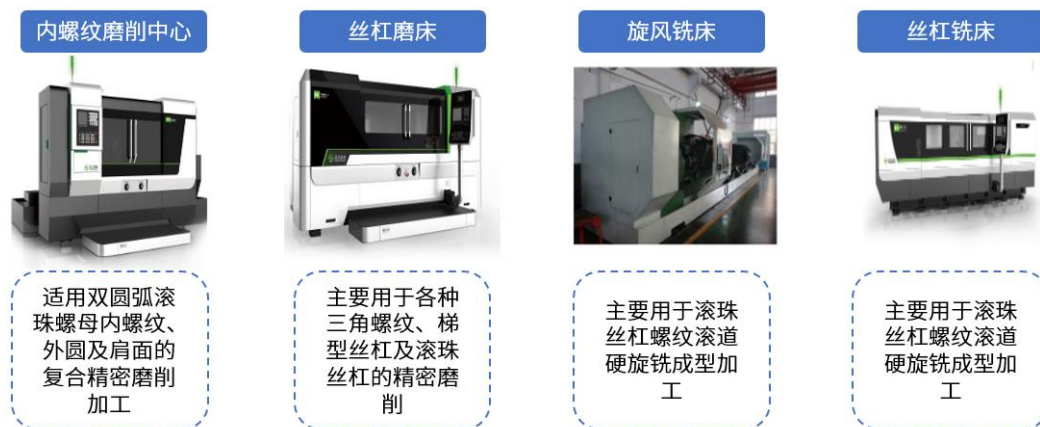
图表86：秦川机床布局主机、高端制造、核心零部件、智能制造四大业务板块



来源：秦川机床官网，国金证券研究所

秦川机床子公司汉江机床为国内螺纹磨床主导企业，能够提供滚珠丝杠副成套设备，22年汉江机床营业收入4亿元（除磨床外还直接销售滚动功能部件）。子公司格兰德在磨床领域也开发了外圆磨床、万能外圆磨床、端面外圆磨床、轴承磨床、球面磨床、外圆系列数控磨床、汽车及工具行业专用磨床等11大类、110多个品种、150多个规格，根据公司官网信息格兰德具有年产磨床1.5亿能力。

图表87：秦川机床子公司汉江机床能提供滚珠丝杠副成套设备，尤其是螺纹磨床技术实力突出



来源：汉江机床官网，国金证券研究所

3.5 华中数控：磨削数控系统可用于丝杠螺纹磨削

华中数控 HNC-808DG 磨削数控系统转为磨削加工开发，在按键、编程、工艺模块等方面进行磨削加工针对性优化。



图表88：华中数控 HNC-808DG 磨削数控系统



来源：华中数控官网，国金证券研究所

在加工工艺上该系统集成了无震荡切入磨、走刀磨、多次切入走刀磨、量仪对刀和砂轮修整等多种工艺模块包可以调用，应用上覆盖了内圆磨、外圆磨、无心磨、凸轮磨削、螺纹丝杠磨等。

图表89：华中数控磨床数控系统覆盖丝杠螺纹磨等多种磨削加工方式



来源：华中数控官网，国金证券研究所

3.6 科德数控：工具磨、叶尖磨技术实力国内领先

科德数控开发的五轴工具磨削中心可用于各种铣刀、钻头、铰刀、丝锥等精度高，形状复杂刀具的加工，在株洲钻石同德国瓦尔特和澳大利亚安卡，同等工况下，连续 24 小时满负荷运行，批量生产刀具，产品性能达到国际领先水平。

同时科德数控在工具磨基础上打造了一款铣磨复合加工设备，通过模块化组合更换铣削主轴、磨削主轴及刀库，能够实现高效加工。主要应用于刀具、医疗、船舶、模具、汽车、航空航天等领域，可针对铣刀、钻头、铰刀、丝锥、小叶片、小叶轮等复杂工件实现高效铣磨复合加工。



图表90：科德数控五轴工具磨削中心



来源：科德数控官网，国金证券研究所

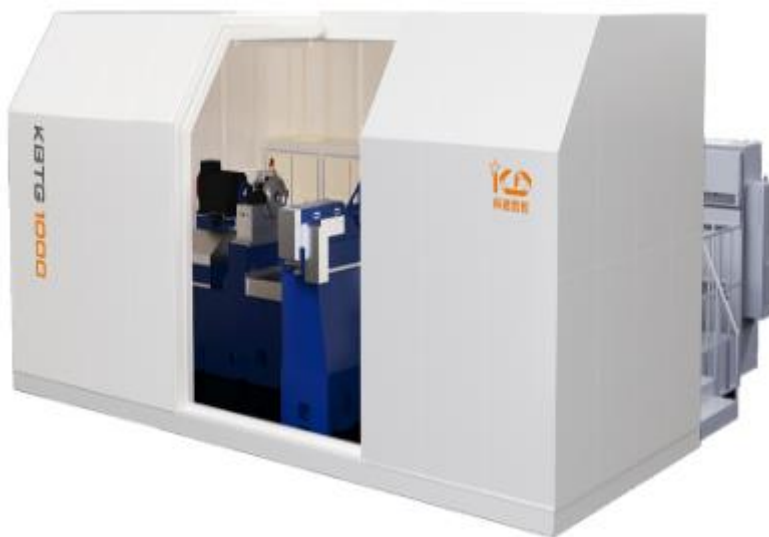
图表91：科德数控铣磨复合加工设备



来源：科德数控官网，国金证券研究所

根据科德数控公告信息，4Q22 科德数控推出高速叶间磨削中心 KBTG1000，对标西班牙诺巴特，填补国产空白可实现进口替代，单价均价在 1000 万元以上，在 23 年实现了订单突破。能够实现航空发动机、船用发动机的转子叶尖的磨削加工。

图表92：科德数控高速叶尖磨削中心单价可上 1000 万元



来源：科德数控官网，科德数控公司公告，国金证券研究所

4.风险提示

下游需求不及预期：我们认为在下游高增长背景下有望加速国产磨床放量，若下游实际增长低于预期，将对设备需求造成影响，从而影响国产磨床放量。

新品验证不及预期：目前国内磨床企业在部分领域产品还处在送样验证阶段，若送样验证结果不及预期将对企业业绩造成不利影响。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海

电话：021-80234211

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：201204

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 5 楼

北京

电话：010-85950438

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100005

地址：北京市东城区建国内大街 26 号

新闻大厦 8 层南侧

深圳

电话：0755-83831378

传真：0755-83830558

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心

18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究