



丝杠方法论（二）

兵马已动，磨床先行

投资评级：（推荐）维持

报告日期：2025年02月15日

- 分析师：林子健
- SAC编号：S1050523090001

研究创造价值

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

兵马已动，丝杠赛道进入产能建设阶段

Optimus量产进度提前，最快2027年可生产百万台。 马斯克CES采访中表示，Optimus将是有史以来最大的产品。如果一切进展顺利，特斯拉的目标是今年制造数千台Optimus人形机器人，2026年的产量将增加10倍，然后在下一年再次扩产10倍，2027年机器人产量有望达到100万台。2024年10月，北特科技投资18.5亿元建设行星滚柱丝杠研发生产基地，12月，新剑传动总部暨年产100万台人形机器人及汽车行星滚柱丝杠产业化项目建设用地正式过审，**标志着丝杠赛道领先企业正式进入产能建设阶段。**

精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

行星滚柱丝杠最大加工难点在于内螺纹，磨削是加工高精度内螺纹唯一行之有效的方式。 在进行反向式行星滚柱丝杠螺母这种大长径比内螺纹磨削时，砂轮磨杆呈细长悬臂状态，极易发生由砂轮磨杆弱刚度特性引起的颤振问题，严重影响加工精度和加工效率。**大螺旋角磨削工件十分困难，对厂商加工技术、磨床要求很高，并且需要在专用磨床上进行。**

磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

丝杠加工需要专用设备，国外磨床进口难度大、交付周期长。 我国在高档数控机床行业面临“卡脖子”的难题，数控磨床核心部件主要包括数控系统、主轴、丝杆、线轨等，目前国内各核心部件技术距离国际水平存在一定差距。欧洲、日本是高端磨床主要产地，对中国采取出口限制措施。**目前国产丝杠螺纹磨床精度已跟上，且设备价格较国外低很多，机器人量产阶段国产设备才能满足大规模磨床需求。** 根据秦川机床滚动功能部件扩产项目的规划，5亿丝杠产值所对应的设备投资额为1.56亿元，**其中，磨床的采购约占项目设备投资的48%，** 旋风铣、测试仪器和其他机床约占52%。**根据我们测算，人形机器人产量为十万/百万/千万台时，对应内螺纹磨床市场空间为10/96/959亿元，外螺纹磨床市场空间为5/48/479亿元。**

推荐标的

- 1) **华辰装备：**数控轧辊磨床领先企业，中标南京理工大学P0级滚珠丝杠外螺纹磨床项目；
- 2) **日发精机：**成功研发数控丝杠螺纹磨床，精度可达C0级别；
- 3) **秦川机床：**机床行业老牌龙头企业，自上而下布局丝杠赛道。

重点关注公司及盈利预测

公司代码	名称	2025-02-15 股价	EPS			PE			投资评级
			2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E	
000837.SZ	秦川机床	10.46	0.06	0.09	0.15	189.15	121.49	72.09	未评级
002520.SZ	日发精机	6.63	-1.13	0.07	0.13	-5.87	102.00	53.04	未评级
300809.SZ	华辰装备	31.56	0.47	0.40	0.55	67.15	79.38	57.26	未评级

资料来源：wind，华鑫证券研究（未评级公司盈利预测来自wind一致预期）

机器人市场风险

机器人量产进度不及预期

原材料价格风险

丝杠原材料多采用高碳铬轴承钢，原材料价格上升会导致丝杠成本上升

投产进度不及预期

各个公司丝杠产能布局投产进度可能不及预期

地缘政治风险

丝杠属于高精密产品，生产设备需要高精度螺纹磨床，国内螺纹磨床的进口可能受到外国政策限制

推荐公司业绩不及预期

目录

CONTENTS

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是核心工艺

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

3.推荐标的

01 精加工是丝杠性能决定性因素， 磨削是丝杠精加工核心工艺

研究创造价值

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

□ 特斯拉Optimus2024年进展飞速，最快2027年可生产百万台

Optimus量产进度提前，最快2027年可生产百万台。马斯克在连线采访中表示，Optimus将是有史以来最大的产品。如果一切进展顺利，特斯拉的目标是今年制造数千台Optimus人形机器人，2026年的产量将增加10倍，因此26年目标是生产5-10万个人形机器人，然后在下一年再次生产10倍，产量来到50至100万台。

特斯拉Optimus2024年进展回顾



2024.1.16

Optimus完成叠衣服动作。



2024.2.25

流畅行走，步态稳健，可以转弯。



2024.5.5

Optimus开始学习利用端到端神经网络分拣电池。



2024.6.14

Optimus进入工厂实训。



2024. 10. 10

特斯拉“we, robot”发布会召开，optimus现场跳舞、倒酒，22Dof灵巧手初次展示。



2024. 10. 17

optimus托举11kg电池，能够爬楼梯。多个机器人共同建立对周围环境的共同理解，自主实现与人互动行为。



2024. 11. 28

Optimus22自由度灵巧手正式装机，远程操作接住网球。



2024. 12. 10

Optimus展示不依赖视觉在崎岖路面行走能力。

资料来源：特斯拉，华鑫证券研究

诚信、专业、稳健、高效

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

阅读最后一页重要免责声明

7

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

行星滚柱丝杠头部厂商迈入产能建设阶段

- **北特科技投资18.5亿元建设行星滚柱丝杠研发生产基地。**北特于2024年10月14日与江苏昆山经济技术开发区管理委员会签订《投资协议》。公司拟在江苏昆山经济技术开发区总投资18.5亿元，规划用地约140亩（一期用地约80亩，二期用地约60亩，具体以实测面积为准），建设行星滚柱丝杠研发生产基地项目。12月25日，北特科技以1,792万元竞得昆山约80亩工业用地，北特科技将在拿地后6个月开始新建厂房。
- **新剑传动总部暨年产100万台人形机器人及汽车行星滚柱丝杠产业化项目建设用地正式过审。**项目建设用地面积为40亩，建筑面积约为106亩。

新剑传动年产100万台人形机器人项目

用地单位	杭州新剑机电传动股份有限公司
项目名称	临政工出【2024】6号新剑传动总部暨年产100万台人形机器人及汽车行星滚柱丝杠产业化项目
批准用地机关	杭州市规划和自然资源局临安分局
批准用地文号	3301852024B000295
用地位置	位于青山湖科技城单元内LA010606-11-01地块，东至龙岭路，南至科技大道，北至长竹街
用地面积	26561平方米
土地用途	二类工业用地
建设规模	总建筑面积约为70952平方米
土地取得方式	出让
附图及附件名称	历次发证日期：
建设用地规划许可证附图、附件	2024年12月18日 原证
33018202416226	
33013120241611	

新剑传动CNC车磨机加车间



资料来源：北特科技投资者关系活动记录表，北特科技公司公告，杭州市规划和自然资源局，华鑫证券研究

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

□ 行星滚柱丝杠厂商布局者众多，具有相关加工工艺设备

相关公司主要机加设备一览

公司	加工设备	公司	加工设备	公司	加工设备	公司	加工设备
北特科技	数控车床 无心磨床 淬火/回火机床 铣床 深孔钻床 数控机床 全自动矫直机 拉拔机	丰立智能	喜基亚磨床 数控滚齿机 数控车床 热处理生产线 齿轮检测仪 锥齿轮加工设备 圆柱齿轮加工设备 齿轮研磨及清洗设备 精密机械件加工设备 公共及环保设备 信息化设备	厦厦精密	精密数控车床 立式精密数控滚齿机 卧式精密数控滚齿机 精密数控磨床	新剑传动	数控刀塔车铣机床 津上325数控机床 钻铣自动复合机床 四/六工位自动攻牙机 行星滚柱丝杠智能化在线检测组装线
公司	加工设备	公司	加工设备	公司	加工设备	公司	加工设备
斯菱股份	数控外圆磨床 外法兰沟道磨床 内圈滚道磨床 内圈挡边磨床 内圈内径磨床 外沟磨床 内沟磨床 配电设备 超精机	五洲新春	数控精密机床 可控气氛热处理自动生产线 全自动滚子探伤机 数控磨床 超精机 外观、尺寸自动检测机 检测仪 数控车床 高速锻锻机 加工中心	双林股份	加工中心 数控铣床 高速切削加工机 深孔钻床 数控卧式车床（普） 全自动轮毂轴承内外法兰磨床 数控轴承外圆双沟磨床 内圈磨加工生产线 数控轴承外圈双沟磨床 圆锥轴承内圈磨削自动线 数控全自动轮毂轴承单元外法兰沟道磨床 小内圈磨加工自动线 数控淬火设备	南京工艺	德国CNC10米高速硬体旋铣螺纹加工机床 INDEX车铣复合加工中心 10米数控外圆磨 10米激光丝杠(副)行程测量仪 5米数控螺纹磨床 10米CNC中频淬火机床 6米高精度数控打孔专机 德国EFD数控导轨小变形压淬机床 日本冈本4米数控导轨磨床 6米数控精密平面磨床 德国BLOHM公司数控滑块磨床 日本冈本6米数控导轨磨床 滚动直线导轨副综合测量机

资料来源：各公司官网，各公司公告，华鑫证券研究

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

□ 丝杠加工核心在外螺纹与螺母内螺纹

丝杠精度要求越高，磨制过程越繁琐。在生产过程中，粗加工阶段主要负责毛坯制造和螺纹初步加工，构建基础，主要工艺为车、铣；而精加工阶段则需要精细加工，使产品具备高稳定性和高精密性，主要依靠磨削实现。

丝杠加工工艺流程



资料来源：郑伟《精密行星滚柱丝杠副工艺制造与传动性能研究》、日发精机、华鑫证券研究

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

□ 外螺纹现阶段加工工艺包括硬车、磨削、滚轧、旋铣

外螺纹加工工艺主要为硬车、磨削、滚轧、旋铣，其中磨削精度高，滚扎效率高，硬车和硬旋铣较均衡。行星滚柱丝杠依靠零件间的螺纹啮合实现传动功能，螺纹的加工精度将直接影响系统的传动精度、使用寿命、与平稳性，故优化螺纹的加工技术是提升PRS整体性能的关键。PRS螺纹制造工艺方法主要为成型加工，例如目前应用于丝杠副螺纹制造技术主要有硬车、磨削、滚轧成型和旋风铣削技术。

外螺纹加工工艺对比

工艺项目	硬车	磨削	滚轧成型	旋风硬旋铣
对材料要求	对精胚外圆的圆度、圆柱度、直度及硬化层深度，硬度的均匀性有要求	无特殊要求	对精胚外圆尺寸、公差、圆度、圆柱度、直线度要求严格，材料塑性应变能力、延伸率要求较高	对精胚外圆的圆度、圆柱度、直度及硬化层深度，硬度的均匀性有要求
最高加工精度	精度与硬铣类似	P3级，P1级，PO级	P3、P5导程误差的波动小、线性好	P3级导程误差的波动小、线性好
齿形精度及表面质量	粗糙度 Ra=1.6μm	砂轮品质和使用寿命对其有直接影响	Ra=0.5-0.8um，表面光滑、处于压应力状态	Ra=0.4um，高速、渐近、低温切削，表面质量优于磨削
适宜加工对象	适于长度1m、螺距6mm以下长径比小的丝杠	常用规格高精度丝杠螺纹的精加工	超细长、大导程、超大导程双头和多头螺纹	整体大型超长丝杠，大钢球重型BS，各类异型螺杆
资源友好性	能耗低于磨削	湿切削，能耗、油耗、水耗均较高	低耗无屑加工、材料利用率高达80%以上	干切削，省工序，能耗、油耗、水耗低于磨削
环境友好性	污染小	有磨粒金属粉尘、油雾	无油雾和粉尘，污染小	噪声小，无油、少屑，污染小
生产效率与制造周期	削通常采用高转速、大切深，金属切除效率是磨削加工的3倍多，低于硬铣	效率低、工序多、制造周期最长	单机快速产出，库存性供货	生产效率高于磨削低于冷滚轧
装备及制造成本	硬车削生产制造成本是螺纹滚道硬磨削成本的1/3-1/2，是硬旋铣加工成本的1/3-1/4。	螺纹磨床已国产化，生产工序多、制造成本高	关键设备前期投入大，后期成本取决于轧辊寿命、研发制造能力	关键设备前期投入大，后期成本取决于PCBN刀片寿命及刃磨的自主化能力
量产	调整对刀比较麻烦，适用一定批量的产品，效率高于磨削。	更换工件规格较容易，不受生产批量限制	标准化，系列化大批量生产	调整对刀比较麻烦，适用一定批量的产品

资料来源：王伟《大型螺纹旋风硬铣削数值模拟及工艺参数优化》、华鑫证券研究

1.精加工是丝杠性能决定性因素，磨削是丝杠精加工核心工艺

磨削是内螺纹目前主流的加工方式

内螺纹加工难度大，目前高精度内螺纹加工方式仍以磨削为主，磨削工艺效率低，精度高，对磨床设备要求高。反向式行星滚柱丝杠因驱动方式的改变，使得螺母长且内螺纹磨制工艺难度大幅增加。

内螺纹加工工艺对比

	攻丝	车削	铣削	磨削	挤压
介绍	一种连续切削工艺，工件材料由顺序排列的切削刀依次切除，通过一次走刀即可获得最终螺纹尺寸。	在多轴机床或车床上，用可转位刀片式或体式小型镗刀车削螺纹。	采用螺旋插补方式来切削内螺纹和外螺纹。	一般来说，为了磨削出具有精密牙型的螺纹，机床的磨轮安装位置必须按螺纹的螺旋角倾斜变化，这就需要有一个旋转轴，绝大多数通用磨床并不具备这一条件。	通过转移（而不是切削）工件材料，挤压成形。
硬度要求	可以加工硬度低于HRC50的几乎任何工件材料，一些刀具制造商提供的丝锥甚至可以加工硬度高达HRC65的工件材料。	可在硬度达HRC50的工件或高温合金上车削螺纹	适合加工硬度HRC65以下的工件材料，具有极好的通用性	通用性较好	工件硬度应限制在约HRC40以下
大小要求	螺孔直径一般小于16mm，大于6.35mm；内螺纹长度通常可达到其直径的3倍以上。	加工尺寸范围很宽，从最大直径到小至6mm的螺孔都能加工。直径6mm以下的螺孔需要用整体硬质合金刀具加工，其可加工的最小孔径可达1.25mm左右。采用硬质合金刀柄的螺纹车刀可以加工深度为4-5倍孔径的螺孔。	加工尺寸范围很宽，从小至0-80规格（切削直径1.524mm）的螺纹到最大孔径的螺纹都能加工。一般来说，螺纹铣刀适合加工的最佳孔深应控制在大约2.5倍孔径以内，单齿螺纹铣刀可以加工更深的螺孔，甚至可以加工深度达20倍孔径的螺孔。	在进行大长径比内螺纹磨削时，砂轮磨杆呈细长悬臂状态，极易发生由砂轮磨杆弱刚度特性引起的颤振问题，严重影响加工精度和加工效率。具有较好加工经济性的螺纹磨削内径尺寸通常为10-525mm。磨削深孔内螺纹的经验法则是：磨轮轴的长度与直径之比不超过7：1。	可以加工深度达4倍直径的内螺纹。
加工效率	对于深孔螺纹而言，丝锥的加工速度比单齿螺纹铣刀更快。	使用多齿刀片可以减少完成螺纹加工所需的走刀次数，适合大批量生产。	与攻丝相比，铣削螺纹的加工周期通常更长一些	磨轮可以通过重新修形加工不同形状的螺纹而不必更换其他磨轮。	-
设备要求	丝锥按照螺纹的大径、小径和中径尺寸专门生产，丝锥必须在一次走刀的同时完成粗、精加工。	既可以使用单齿刀片，也可以使用多齿刀片。多齿刀片的每个切削刃上都有多个刀齿，每一个后续刀齿都比前一个刀齿的切削深度更大。	螺纹铣刀的耐用度是丝锥的十多倍甚至数十倍，而且在数控铣削螺纹过程中，对螺纹直径尺寸的调整极为方便。过去10-15年生产的大部分数控机床都具备螺纹铣削功能。	但大螺旋角磨削工件十分困难，对加工技术、磨床要求很高，需要在专用磨床上进行，磨床需要良好的刚性和热稳定性、较高的轴系运动精度、精确的闭环位置反馈以及温度可控的精密主轴。	挤压攻丝与切削攻丝相比，要求机床具有更大的扭矩和功率对工件夹持稳定性的要求更高，转移工件材料所需的力比切削工件材料更大，挤压攻丝对螺孔的钻削精度要求也更高。
特点	在加工硬度较低、粘性较大、易产生长条形切屑的工件材料切屑控制是大问题，丝锥容易折断导致工件报废。	加工尺寸范围很宽，高硬度材料对加工刀具要求高。	螺纹铣削可用于加硬度较高的材料；不受螺纹结构（外螺纹/内螺纹）和旋向（左旋/右旋）的限制；同一螺距的螺纹铣刀可加工不同直径的螺纹	对于经热处理后的高硬度螺纹面或硬脆材料螺纹面的高精度加工，磨削是目前唯一行之有效的加工方式。	与切削而成的螺纹相比，挤压成形螺纹的强度更高，因为挤压丝锥是通过压缩（而不是剪切）工件材料的晶粒结构来形成螺纹。

资料来源：《内螺纹精密磨削加工技术综述》李帅，《大导程滚珠丝杠副螺母成型磨削加工建模与仿真》范东风，《新能源汽车电动机轴内花键加工工艺与检测分析》罗应涛，《浅谈在数控加工中心上的内螺纹加工》孙浩，《滚珠丝杠滚道硬车加工技术研究》张广明，数控编程社区，华鑫证券研究

02 磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

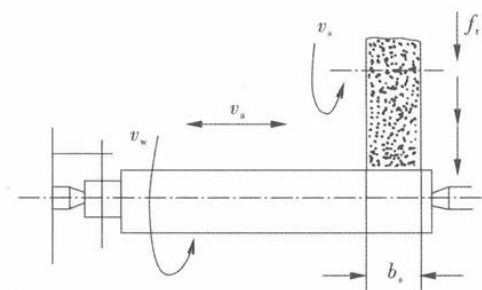
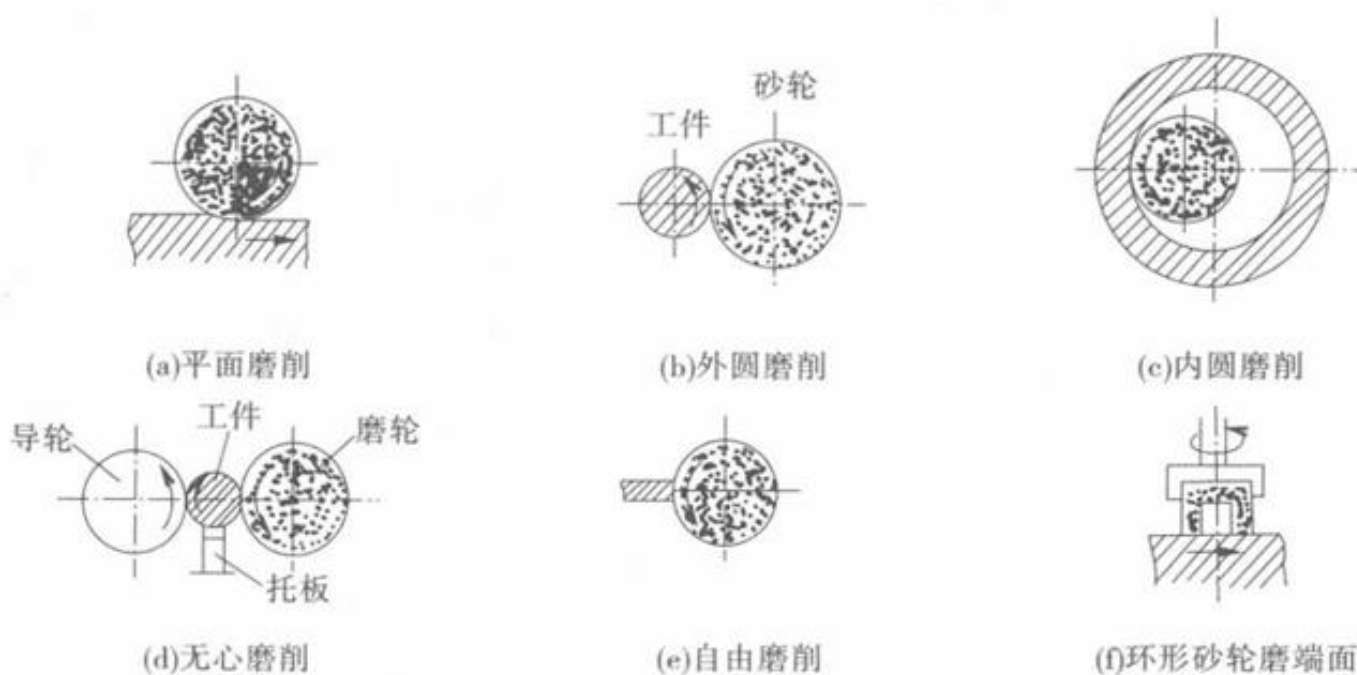
研创造价值

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

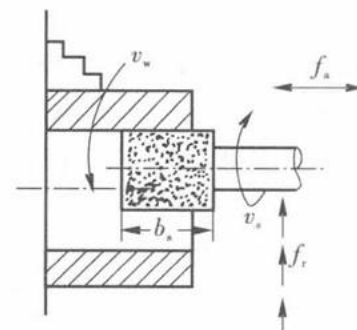
磨削的基本分类

通常所说的磨削主要是指用砂轮和砂带进行去除材料加工的工艺方法，是应用最为广泛的高效精密的终加工工艺方法。用磨料去除材料的加工方法是人类最早使用的一种生产技艺方法。远在石器时代，已开始使用磨料研磨加工各种贝壳、石头及兽骨等，制成生活和狩猎的工具。目前，磨削加工技术正朝着使用超硬料磨具，开发精密及超精密磨削方式，高速、高效磨削工艺及研制高精度、高刚度的自动化磨床的方向发展。精密加工是指被加工零件加工精度达 $1\sim 0.1\mu\text{m}$ 、表面粗糙度为0.2的加工技术;超精密加工是指被加工零件的尺寸精度小于 $0.1\mu\text{m}$ ，表面粗糙度 $<0.025\mu\text{m}$ ，机床定位精度的分辨率和重复精度小于 $0.01\mu\text{m}$ 的加工技术。 $\sim 0.01\mu\text{m}$

基本的磨削加工种类



外圆磨削运动简图



内圆磨削运动简图

资料来源：《砂轮特性与磨削加工》，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

磨削主要的优势在表面粗糙度低，加工精度高

- **磨削可以获得很低的表面粗糙度和加工精度。**由于磨削加工具有微量切削的特点因此它可以更经济地获得很低的表面粗糙度。磨削精度可达1~2级圆度误差不超过0.1μm;圆柱度误差小于1μm/300μm，同轴度误差小于1μm，平面工件直线度误差小于3μm/1000μm，有些特殊的加工方法还可以达到更高的精度。
- **磨削可获得高的金属切除率。**一般认为磨削的效率低，只能在精加工时采用。但是随着砂轮特性的改进和新的磨削工艺的开发，磨削已不是传统概念中的低效加工方法而开始成为与其他切削加工方法相媲美的高效率的加工工艺，在某些工序上已成功地取代车削、刨削和铣削，直接从毛坯上加工成形。表1-4是一些磨削方法所能达到的比磨除率。

磨削的基本特点

- 磨削过程是大量磨粒进行统一磨削过程。其他切削方式只有一条或者几条有一定几何形状的切削刃在参与工作。
- 磨粒适合加工高硬度、大脆性的工件材料，加工质量高，热稳定性好。
- 磨粒切削速度极高，磨削去会产生极高的磨削温度（400-1200℃），80%热量会传递给工件。
- 磨具具有自锐作用，磨钝后的磨粒会脱落露出新的磨粒，行程磨具的自锐。

各种切削加工方法可达到的表面粗糙度

加工方法	可达到的粗糙度值(R _a)/μm
切削车、刨、铣	1.6~0.8
滚压加工	0.4~0.05
抛光	0.4~0.025
一般磨削	0.8~0.2
研磨	0.05~0.025
珩磨	0.2~0.025
超精加工	0.05~0.025
精密磨削	0.1~0.05
镜面磨削	0.025

磨削加工方法能达到的比磨除率

磨削加工方法	可达到的比磨除率 /[mm ³ /(mm·s)]
外圆磨削	35
内圆磨削	10
往复平面磨削	25
立轴平面磨削	50
砂带磨削	80
高速荒磨	500~2000
重负荷磨削	300
缓进给磨削	300
珩磨	3
常态切断	1500
热态切断	5000

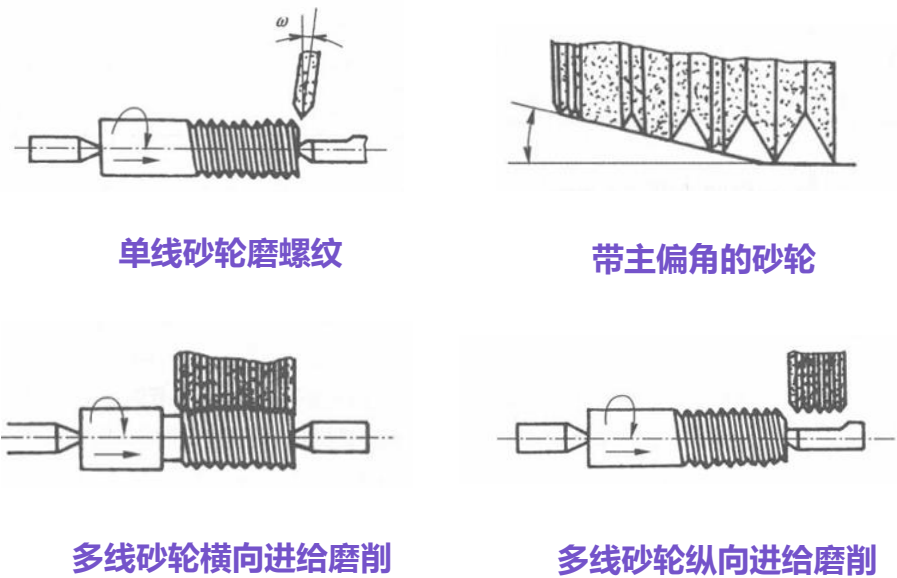
资料来源：《砂轮特性与磨削加工》，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

螺纹磨削加工效率主要取决于螺纹种类、加工工艺以及材料硬度

多线砂轮磨削螺纹具有加工效率高、适用范围广和高精度的特点，适合大批量生产小螺距的螺纹工件。其加工效率源于多线砂轮可同时磨削多个螺纹牙形，但需确保螺纹宽度小于砂轮宽度，尤其对螺距3mm及以下的螺纹，可直接磨削而无需预加工。此方法对砂轮修整精度要求较高，需与工件螺纹相匹配，以保证加工质量。对于硬度超过HRC60的工件，需要结合粗磨与精磨工艺，控制磨削深度在合理范围内，以确保表面质量。

不同砂轮磨削方法



磨削用量表

螺纹种类	螺距/mm				砂轮选择	磨削用量					
		材料	直径/mm	长度/mm		粗磨		半精磨		精磨	
						n _w	α _p	n _w	α _p	n _w	α _p
梯形螺纹	3~6	9Mn2V HRC 55~58	40	≤400	WA80~ 120J	4~6	2~3	3~4	0.5~1	3~4	0.04~ 0.08
	3~6		40	500~1000			1~1.5		0.4~0.7		
	6~8		70	2000			1~1.5		0.4~0.7		
滚珠螺纹	2~5	GCr15 50CrMo	≤50	≤1000	WA80~ 120J	7~12	0.3~2	7~12	0.2~0.8	5~10	0.03~ 0.08
	6~8		≤80	≤4000							
	10~12		≤100	≤4000							
普通螺纹	≤3	≤HRC6 0	≤50		WA80~ 120J	一刀磨出n _w =1~3					

注：1.n_w——工件转速，r/min，α_p——磨削深度，mm/d.str；
2.工件硬度大于HRC60时，采用粗、精磨深度0.04~0.08mm

资料来源：《砂轮特性与磨削加工》，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

□ 内螺纹加工主要难点在于孔径小，限制较大

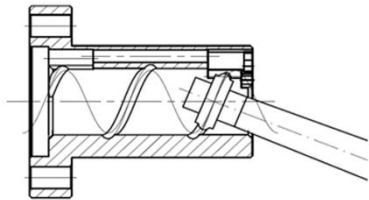
内螺纹磨削通常要难于外螺纹磨削。主要原因在于：1) 磨孔时砂轮直径受到工件孔径的限制，直径较小。小直径砂轮很容易磨钝，需要经常修整和更换，增加了辅助时间，**生产效率较低**；2) 砂轮转速由于受到内圆磨具的限制，小直径的砂轮磨孔时很难达到正常的磨削速度，砂轮圆周速度较低，**使磨削表面的粗糙度不易降低**。3) 砂轮轴的直径由于受孔径的限制比较细小，而悬伸长度较大，刚性较差，磨削容易发生弯曲和振动，使工件的加工精度和表面粗糙度难于控制，**限制了磨削用量的提高**。4) 内圆磨削时砂轮与工件孔的接触面积较外圆磨削大，因此磨削力和磨削热都大。而冷却条件却又很差，工件易发热，排屑比较困难，屑聚集在孔内，和冷却液混合成糊状，**容易使砂轮堵塞**。

为了避免上述传统螺母精加工方法的缺点，现代有工艺采用了高刚度的弯头杆磨削工艺来对大导程滚珠螺母做精加工，该装置相对于传统磨削方法，可以保证磨削砂轮与螺母内滚道的高度啮合，提高了内螺纹磨削中工件滚道表面的粗糙度和法向截面的轮廓度。

目前成熟螺母加工工艺

	干涉磨	成型磨	硬车
原理	基于砂轮与螺母工件之间特定的干涉运动来实现材料去除。使用与螺母螺纹轮廓相适配的特制砂轮	利用成形砂轮来磨削螺母，成形砂轮的形状与螺母待加工的轮廓形状完全一致。	通过精确控制车床的主轴转速、进给速度、切削深度等运动参数，刀具在旋转的螺母坯料上进行切削。
优势	高精度，表面质量好	能直接加工出复杂形状的螺母轮廓，确保螺母的形状精度；效率高于干涉磨	加工效率高，灵活性高
缺点	加工效率低。砂轮直径厚度都很小，磨粒脱落后外形变化很大，齿形精度难以保证。并且砂轮磨损快，需要定期更换砂轮。	大导程螺母内螺纹加工时，磨杆倾角过大会导致与螺母内孔碰撞，影响加工连续性；砂轮磨损后，需要精确修整以恢复其形状精度，对砂轮修整设备和技术要求较高。	受限于线速度低和设备刚度，精度较差；表面质量不高。

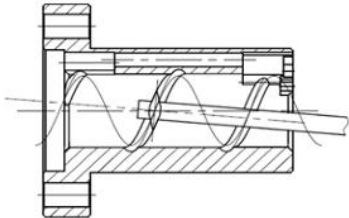
内螺纹滚道成型磨削



弯头磨杆



内螺纹滚道干涉磨



资料来源：大导程内螺纹磨床加工精度正向设计研究 江桥，《砂轮特性与磨削加工》，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

精密螺纹加工需要专门的设备

现代螺纹磨削使用的设备有**螺纹磨床、丝杠磨床、万能螺纹磨床、内螺纹磨床**。专门用途的磨床有**丝锥磨床、滚刀铲磨床、蜗杆磨床、大直径螺纹磨床**等。螺纹磨削是机械制造、机床制造和工具制造企业中的关键技术之一。如精密丝杠等传动螺纹都有较高的螺距公差要求。

精密螺纹的加工范围

种类	名称	特点
传动螺纹	1. 机床梯形螺纹丝杠 2. 调节丝杠 3. 滚珠螺纹丝杠 4. 蜗杆	1. 高精度的坐标镗床、坐标磨床、螺纹磨床等都采用精密丝杠，以保证传动的准确性。淬硬丝杠通常用单线砂轮直接磨削螺纹。精密丝杠有较高的精磨要求，常用丝杠磨床S7432，可加工1.5、2、3m的丝杠，其他如S7450。 2. 调节丝杠用于调节相关部件的位置，故对螺距有较高的精度要求 3. 滚珠螺纹丝杠副的丝杠与螺母都要经过磨削，滚珠螺纹丝杠采用双圆弧滚道，砂轮由双圆弧砂轮修整器修整，用单线砂轮磨削法磨削螺纹，用内螺纹磨床有S7620A、S7632A、CNC SK7612等 4. 蜗杆属齿轮类零件，磨削蜗杆螺纹主要保证齿轮传动的正确性和平稳性要求。按齿廓形状，蜗杆分阿基米德蜗杆、法向直廓蜗杆、渐开线杆三种。在螺纹磨床上用砂轮锥面磨蜗杆时，砂轮与齿面之间有干涉现象，影响齿形精度。
	1. 丝锥 2. 圆板牙 3. 滚丝轮 4. 梳形螺纹铣刀 5. 圆梳刀板牙头 6. 滚刀	1. 丝锥是螺纹加工的刀具，常见的有手用丝锥、机用丝锥、螺母丝锥、圆柱管螺纹螺母丝锥、圆锥管螺纹螺母丝锥、挤压丝锥等。通常用多线砂轮法铲磨螺纹。 2. 圆板牙用于加工外螺纹。通常用单线砂轮法铲磨内螺纹 3. 滚丝轮用于滚轧外螺纹 4. 梳形螺纹铣刀用于铣削外螺纹 5. 圆梳刀板牙头用于加工外螺纹 6. 滚刀是加工齿轮、花键的刀具，主要有齿轮滚刀、蜗杆滚刀、花键滚刀三种。
量规及量仪	1. 螺纹塞规 2. 螺纹环规 3. 千分丝杠	1. 螺纹塞规是测量内螺纹的量规。用单线砂轮法磨外螺纹 2. 螺纹环规是测量外螺纹的量规。用单线砂轮法磨内螺纹 3. 千分丝杠包括千分尺的丝杠及量仪的测微丝杠，用单线砂轮法磨外螺纹
紧固螺纹	1. 高强度螺栓 2. 机械零件的结构要素	1. 高强度螺栓用于构件连接中 2. 在各种机械零件中，有时需要装配连接其他零件，且用螺丝紧固如磨床砂轮主轴等。采用普通螺纹
专门用途螺纹	具有螺旋特征的机械结构杆	螺纹还应用在一些特殊要求的场合，如计量注射器所采用的螺纹，它要满足精确注射量的要求

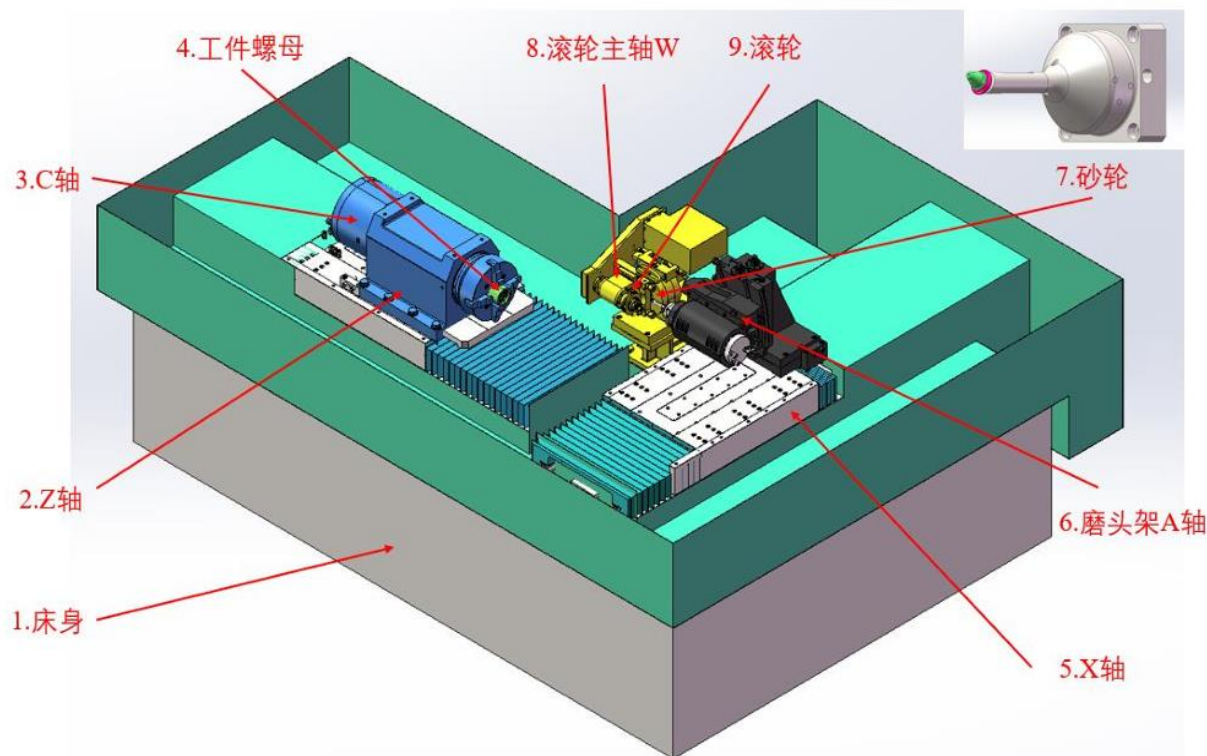
资料来源：《磨工（技师、高级技师）第2版》，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

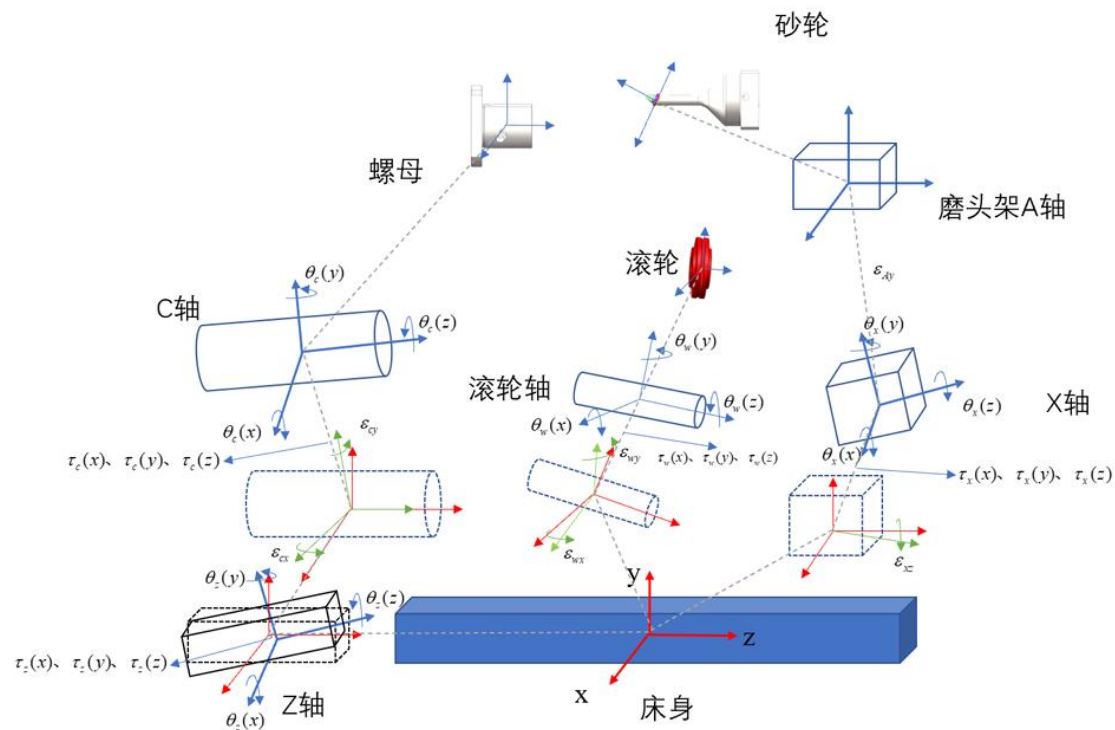
□ 螺纹磨床属于数控机床中的一种，结构件成本占大头

螺纹磨床是精加工环节的核心，是实现丝杠螺纹精密磨削工艺的唯一手段。根据加工类别，螺纹磨床主要分为外螺纹与内螺纹两类。通过其精密磨削得到的丝杠拥有最高的精密等级，是行星滚柱丝杠生产工艺的关键必备设备。

内螺纹磨床结构简图



内螺纹磨床结构拓扑图



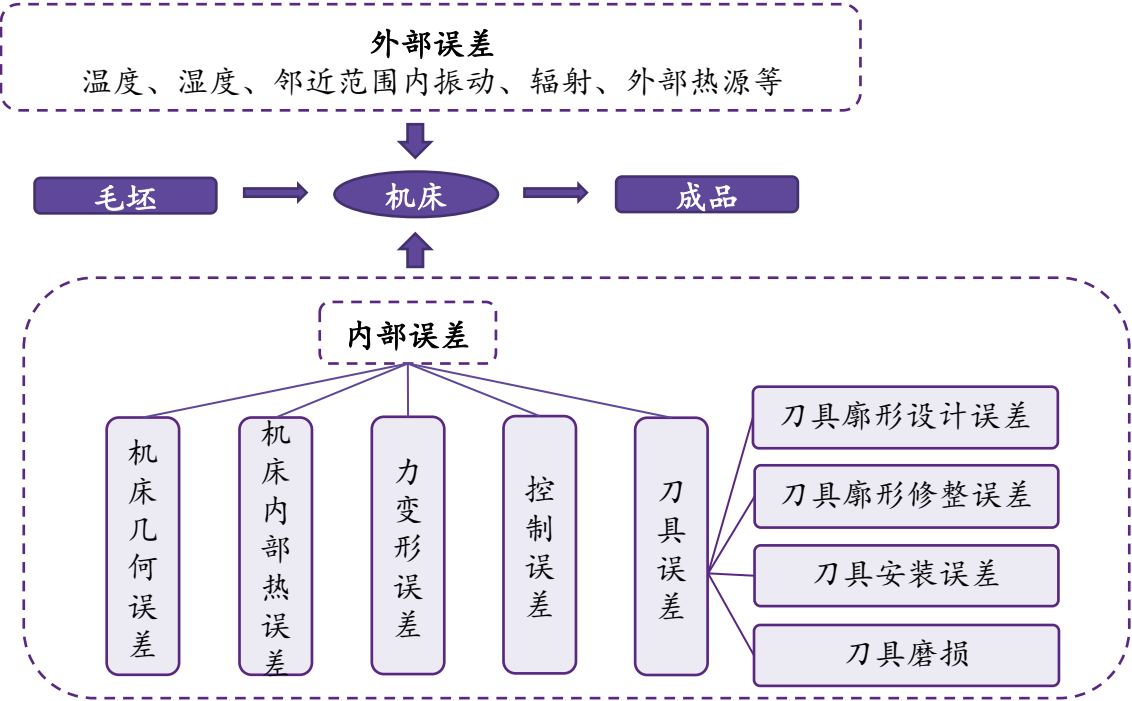
资料来源：大导程内螺纹磨床加工精度正向设计研究 江桥，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

机床误差将直接影响加工精度，几何误差是主要影响因素

造成机床加工误差的原因主要包括几何误差、热误差、控制系统误差、刀具磨损等。其中，几何误差是数控机床中最主要的误差，约占机床总误差的40%。磨削过程过程具有多自由度多自由度耦合运动的特点，由于机床设计、制造、装配中的缺陷，使得机床中各零部件的实际几何参数和位置相对于理想几何参数和位置发生偏离，属于机床本身固有的误差，为工艺系统静误差。这些形状和位置误差会反应到机床的运动部件上，从而导致系统所规定的坐标值与机床工作部件所处实际位置存在误差，由此而产生的几何误差直接反映在齿形误差上。由于一个物体在空间内有6个自由度，因此机床移动部件在运动时共有六项误差因素，其中包括三项移动误差元素和三项转角误差元素，一般普通三轴机床存在21项几何误差。

机床误差分类



三轴机床21项误差汇总

运动方向	误差元素	运动方向	误差元素
沿 X 方向移动	线性位移误差 δ_{xx}	沿 Y 方向移动	线性位移误差 δ_{yy}
	Y 向直线度误差 δ_{yx}		X 向直线度误差 δ_{xy}
	Z 向直线度误差 δ_{zx}		Z 向直线度误差 δ_{zy}
	倾斜误差 ϵ_{xx}		倾斜误差 ϵ_{yy}
	俯仰误差 ϵ_{yx}		俯仰误差 ϵ_{xy}
沿 Z 方向移动	偏摆误差 ϵ_{zx}	轴间	偏摆误差 ϵ_{zy}
	线性位移误差 δ_{zz}		S_{xy}
	X 向直线度误差 δ_{yz}		S_{xz}
	Y 向直线度误差 δ_{xz}	轴间	S_{yz}
	倾斜误差 ϵ_{zz}		
	俯仰误差 ϵ_{xz}		
	偏摆误差 ϵ_{yz}		

资料来源：复杂廓形螺杆转子高精磨削的误差控制及工艺优化研究 陶丽佳 华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

行星滚柱丝杠生产属于精密、超硬加工，对磨床要求更高

一般来说滚柱丝杠采用CGr15作为原材料，高碳铬轴承钢经过淬火等热处理后，硬度通常能达到HRC60以上，需要使用超硬磨料磨具进行加工。行星滚柱丝杠精度要求较高、材料硬度大，对磨床和磨具的刚性、抗振性、精密性提出了更高的要求。

精密、超硬磨床具备条件

普通磨床	超硬磨料磨具磨床	精密/超精密磨床
要求砂轮高速运转时稳定可靠。砂轮主轴应有足够的精度和刚性，支承砂轮主轴的轴承要保证砂轮的平稳运转，并具有支承磨削力作用的足够的刚度。 磨床必须具有良好的抗振性能和防振措施，以保证磨削过程中容易产生的强迫振动和自激振动不干扰磨削过程。 磨床要具有承受磨削力的足够的刚性，以保证加工效率和磨削精度。 磨床进给系统要精确稳定。进给装置应能满足最小进给量要求。 磨床电机应当能提供足够的动力。尤其是在高速磨削、强力磨削以及重负荷磨削等高效率磨削工艺，更需要较大的功率。	砂轮主轴精度须高于使用普通磨料磨具的机床。一般要求轴向窜动量控制在0.005mm以内，径向振摆控制在0.01mm以内。 在机床整体结构的刚性和稳定性方面要求极高。 机床必须有足够的刚性，一般要求比普通机床高50%左右。 机床进给机构的精度要高，应保证准确均匀地送进，操作方便，有0.005mm/行程以下的进给系统。 机床的密封性能必须良好，尤其是头架主轴和轴承部分，必须有很可靠的密封。 磨削液供给系统需保证供给的磨削液有足够流量和压力。	精密磨削机床应具有高的几何精度，砂轮工件主轴回转精度一般应小于1mm，导轨直线度误差不超过1000000:1，以保证工件的几何形状精度。具有高精度的横进机构，以保证砂轮修整时的微刃性和微刃等高性以及工件的尺寸精度。 精密磨床加工的零件往往对尺寸精度要求极高，机床振动会直接影响工件加工精密性。 为了保证超精密和超精密磨削质量，磨床的传动系统，主轴、导轨等结构，温度控制和工作环境均应有高稳定性。 因为砂轮修整器的进给速度一般为10~15mm/min，所以要求工作台应有低速稳定的进给运动，稳定性达到6mm/min，无爬行和冲击现象。

资料来源：《砂轮特性与磨削加工》 华鑫证券研究

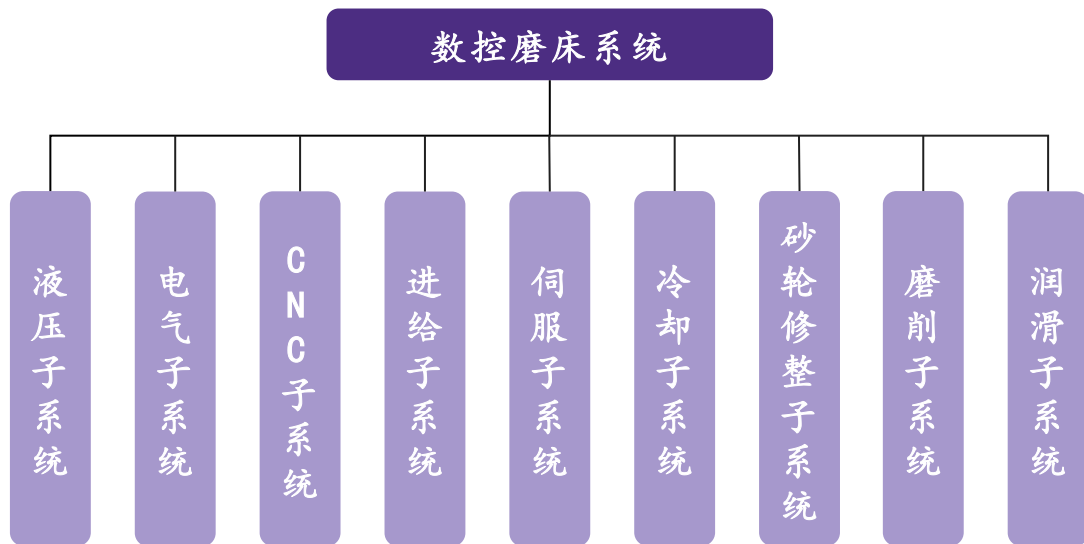
2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

□ 螺纹磨床属于数控机床中的一种，结构件成本占大头

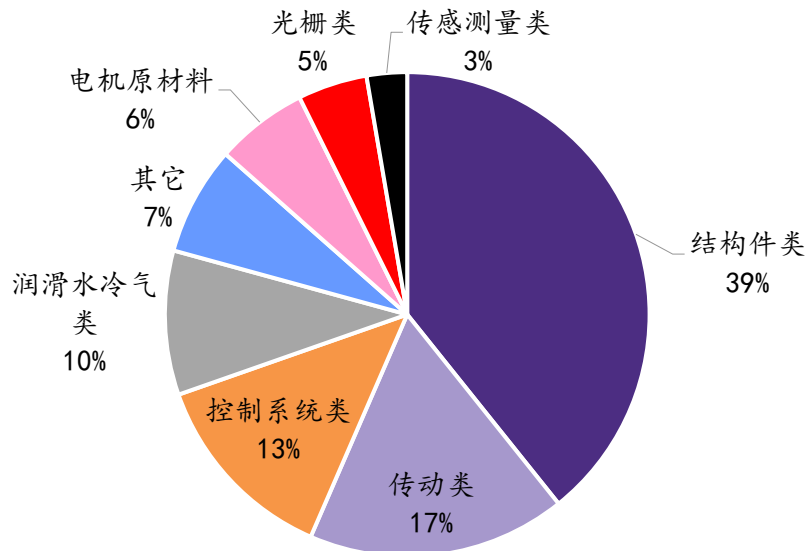
数控磨床系统可划分为以下9个子系统：液压子系统、电气子系统、CNC子系统、进给子系统、伺服子系统、冷却子系统、砂轮修整子系统、磨削子系统和润滑子系统。

结构件、传动系统、控制系统占机床主要成本。根据科德数控生产数控机床、数控系统及关键功能部件的采购情况，主要原材料可分为结构件类（机床防护件、床体等）、电机原材料类（磁钢、线缆等）、控制系统类（主板、FPGA等）、传动类（丝杠、导轨等）、润滑水冷类（水冷机、泵、密封、紧固等）、光栅类（光栅尺、圆光栅等）、传感测量类（传感器等）及其他。

数控磨床子系统划分



数控机床主要成本占比



资料来源：《数控磨床整机系统可靠性分析与评价》，华鑫证券研究

资料来源：科德数控招股说明书，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

全球高端螺纹磨床市场几乎被外国企业所垄断

全球螺纹磨床市场主要由日本和欧洲几家领先企业主导，包括日本的三井精机、德国的克林贝格等。日德企业的产品在精度、稳定性和可靠性等具备显著优势，在高端市场领域拥有强大的市场地位。中国虽然在螺纹磨床总产量上较大，但在高端产品和技术方面仍有提升空间

2023年全球前五大机床生产商

	三井精机 (Yamazaki Mazak)	通快 (Trumpf)	迪恩 (DNSolution)	大隈 (Okuma Corporation)	德马吉 (DMGMori)
国家	日本	德国	韩国	日本	德国
市场份额	5.63%	5.01%	2.43%	2.25%	2.12%
产品特点及 技术优势	以“刮研削”技术为特色，通过人工矫正手段实现高精度加工，提供高精度机床。其工厂设计合理，为高精度加工提供保障。	在激光加工技术和钣金加工设备领域处于领先地位，高端激光切割机床效率高，支持多种加工方式，提供高速、高精密的加工能力。	提供多种机床产品，具有较高的性价比，在自动化解解决方方案方面具有优势，如协作机器人自动化系统等。	拥有先进的技术研发能力，产品在精度、稳定性和可靠性方面表现优秀，尤其在高端数控加工中心领域具有竞争力，注重智能化和自动化技术的应用。	结合德国和日本先进技术和管理经验，产品在精度、性能和稳定性方面表现优秀，尤其在高端数控加工中心领域具有竞争力，覆盖多个加工领域。
市场定位	定位于高端机床市场，主要客户群体为对机床精度要求极高的航空航天、汽车制造、模具制造等行业。	定位于高端市场，客户群体涵盖汽车制造、航空航天、电子、医疗器械等行业	市场定位较为广泛，既包括中高端市场，也包括对价格较为敏感的中小企业市场，客户群体涵盖汽车、航空、IT、机械加工等行业。	主要定位于高端机床市场，客户群体包括汽车制造、航空航天、模具制造等对机床精度和稳定性要求较高的行业。	定位于高端市场，客户群体主要为航空航天、汽车制造、模具制造、医疗器械及半导体等重要行业的企业

资料来源：QYreserch，各公司官网，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

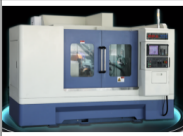
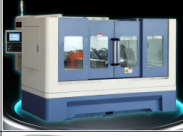
国内高端磨床面临“卡脖子”问题，国外进口难度大

我国在高档数控机床行业面临瓶颈，国产化率非常低。数控磨床核心部件主要包括数控系统、主轴、丝杆、线轨等，目前国内各核心部件技术距离国际水平存在一定差距，国内机床厂商为提高机床精度和稳定性，提高产品竞争力，核心部件以国际品牌为主，国产化率较低，对国际品牌部件依存度较高，特别是高档数控机床配套的数控系统基本为发那科、西门子等境外厂商所垄断。

国外磨床产品

国际厂商	产品型号	产品图片
英国 Matrix Machine Tool (Coventry) Limited	MATRIX TI-3060E CNC精密内螺纹磨床	
英国 Matrix Machine Tool (Coventry) Limited	MATRIX TI-5060E CNC精密内螺纹磨床	
日本三井精机 (Mitsui Seiki)	GSN-180IS-HIGH LEAD	
瑞士凯伦伯格 Kellengerber	VOUMARD 1000	

国内磨床产品

国内厂商	产品型号	产品图片
日发精机	SK7420/500数控外螺纹磨床、SK7620F 数控内螺纹复合磨床	
日发精机	SK7620F数控内螺纹磨床	
汉江机床	SK7612数控内螺纹磨床	
汉江机床	SK7605数控内螺纹磨床	
华辰精密装备	HC-450/1000T亚μ螺纹磨床	

资料来源：KELLENBERGER, MatrixMachine, MitsuiSeiki, 日发精机, 压缩机技术, 华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

□ 丝杠零部件数量较多，加工效率偏低、耗时长，需要更多的生产设备

2024年11月，力仁科技拟投资2.2亿元建设年产高精度滚柱丝杠5000套项目。项目劳动定员50人，一天三班，每班工作8小时，年工作300天，年工作小时数为7200h。**丝杠产品不是统一的规格，但一般情况下约由15件左右的零部件组装而成**，一套丝杠产品使用的滚柱一般为4—6只、丝杠1只、螺母1个以上、标准件不等。根据估算5000套丝杠共需零部件约75000件，**螺纹磨床及磨削中心每台设备每天可生产零部件约4件**，合计年产93600件，产能有所冗余。

力仁科技高精度滚柱丝杠生产线

序号	设备名称	设备型号	数量（台/套）	备注
1	内螺纹磨削中心	非标定制	26	/
2	高精度丝杠螺纹磨床	非标定制	26	丝杠组件制备、螺母组件制备
3	高精度滚柱螺纹磨床	非标定制	26	滚柱组件制备
4	螺纹检查仪	KORDT4210-02	2	丝杠组件检测、螺母组件检测
5	丝杠动态检查仪	DK-M3200	1	高精度滚珠丝杠检测
6	丝杠负载测试仪	非标定制	1	高精度滚珠丝杠检测
7	快走丝线切割机	非标定制	2	滚柱线切割工艺柄
8	数控倒角机	非标定制	2	丝杠组件制备、螺母组件制备
9	激光打标机	XJR-UV-15	1	/
10	砂轮修整机	200/20/32	2	丝杠组件制备、螺母组件制备
11	汽油存放防爆柜	M160035	1	/
12	砂轮平衡架	/	10	/
13	抽真空机	WLW-3	1	/

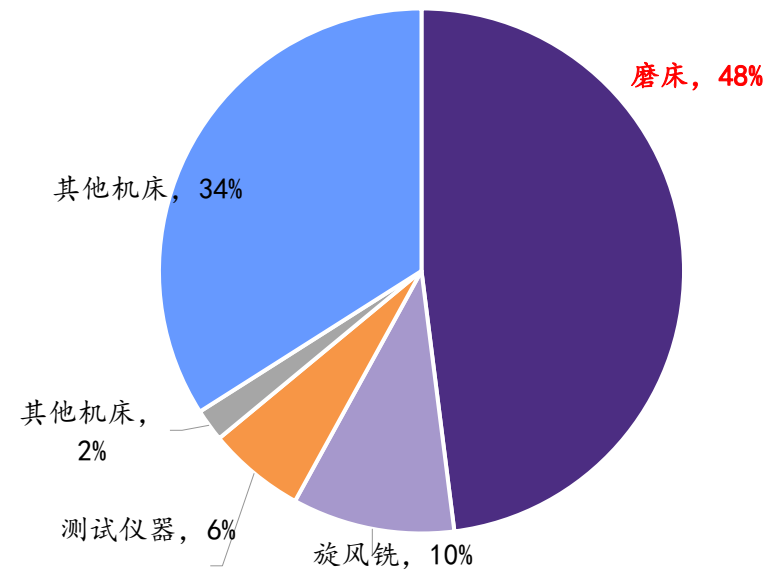
资料来源：力仁科技行星滚柱丝杠研发及生产项目建设项目环评报告书，华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺， 螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

□ 螺纹磨床价值量高， 占据丝杠加工设备一半投资份额

高档磨床的应用越加普及， 国内的制造能力尚未能完全满足高端市场的要求， 而进口磨床价值量高。我国导轨丝杠仍主要依赖进口， 国产化率仅为5%。根据秦川机床滚动功能部件扩产项目的规划， 5亿丝杠产值所对应的设备投资额为1.56亿元， 其中， 磨床的采购约占项目设备投资的48%， 旋风铣、 测试仪器和其他机床约占52%。秦川机床主要采用进口高精度设备， 如高精度床身导轨磨床， 其单台设备价格高达2800万元。

秦川机床丝杠扩产设备投资额分布



秦川机床扩产部分进口设备单价情况

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

资料来源：秦川机床， M2觅途咨询， 华鑫证券研究

2.磨削是主要螺纹加工工艺，螺纹磨床占据丝杠设备半壁江山

百万机器人丝杠产能将带来约150亿螺纹磨床市场空间

我们基于以下假设对不同人形机器人产量所需要磨床投资额度进行测算：

- 假设1：每台人形机器人有14个线性执行器，即需要14根行星滚柱丝杠。
- 假设2：单根丝杠内螺纹平均加工时间2h；每根滚柱丝杠由6根行星柱和1根恒星柱组成，外螺纹加工时间2h。
- 假设3：单台内螺纹磨床价值量300万元，外螺纹磨床价值量100万元。

人形机器人产量为十万/百万/千万台时，对应内螺纹磨床市场空间为14/144/1438亿元，外螺纹磨床市场空间为5/48/479亿元。

内螺纹磨床市场空间测算

人形机器人产量（万台）	10	100	1000
丝杠需求量（万根）	140	1400	14000
单根丝杠内螺纹平均加工时间（小时）	2	2	2
每台内螺纹磨床每天工作时长（小时）	16	16	16
每台内螺纹磨床年产量（根）	2920	2920	2920
需要内螺纹磨床数量（台）	479	4795	47945
每台内螺纹磨床价值量（万元）	300	300	300
内螺纹磨床市场空间（亿元）	14	144	1438

外螺纹磨床市场空间测算

人形机器人产量（万台）	10	100	1000
丝杠需求量（万根）	140	1400	14000
单根丝杠外螺纹平均加工时间（小时）	2	2	2
每台外螺纹磨床每天工作时长（小时）	16	16	16
每台外螺纹磨床年产量（根）	1460	1460	1460
需要外螺纹磨床数量（台）	959	9589	95890
每台外螺纹磨床价值量（万元）	100	100	100
外螺纹磨床市场空间（亿元）	5	48	479

资料来源：华鑫证券研究

03 推 荐 标 的

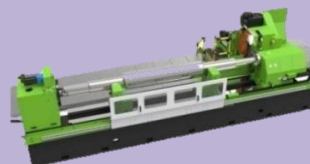
研 究 创 造 价 值

□ 深耕数控轧辊磨床二十载，不同类型产品丰富

公司专注高端精密磨削装备制造，核心产品为全自动精密数控轧辊磨床。公司致力于研发亚微米级高端复合磨削设备、精密螺纹磨床、数控直线导轨磨床及自主数控系统。公司于2020年获评国家第二批专精特新“小巨人”企业，并于2022年10月被工信部评为第七批国家制造业单项冠军示范企业。公司中标南京工业大学P0级别滚珠丝杠外螺纹磨床项目，主要用于工业母机用PO级滚珠丝杠副加工工艺，主要针对小螺距、小钢球、多头螺纹的磨削加工，中标产品单价179.4万元。公司已全面掌握数控轧辊磨床领域“关键功能部件—整机技术—技术服务”全产业链的核心技术。其轧辊磨床产品在各项性能指标上媲美世界一流产品，特别是在高速高精磨削领域确立了全球技术领先地位，成功打破国外品牌对我国轧辊磨削高端装备的垄断。公司研发的精密螺纹磨床主要用于各种螺纹工件滚道的高精度磨削，加工精度和质量对产品性能有直接影响。该产品最大支持螺纹直径分别为320毫米（外螺纹）和100毫米（内螺纹）， $R_a \leq 0.4$ 微米，标准试件精度等级为C0级。



钢铁行业轧辊磨床



有色金属行业轧辊磨床



造纸轻纺行业轧辊磨床



机械加工行业轧辊磨床

亚微米级高端复合磨削系列产品



精密螺纹磨床



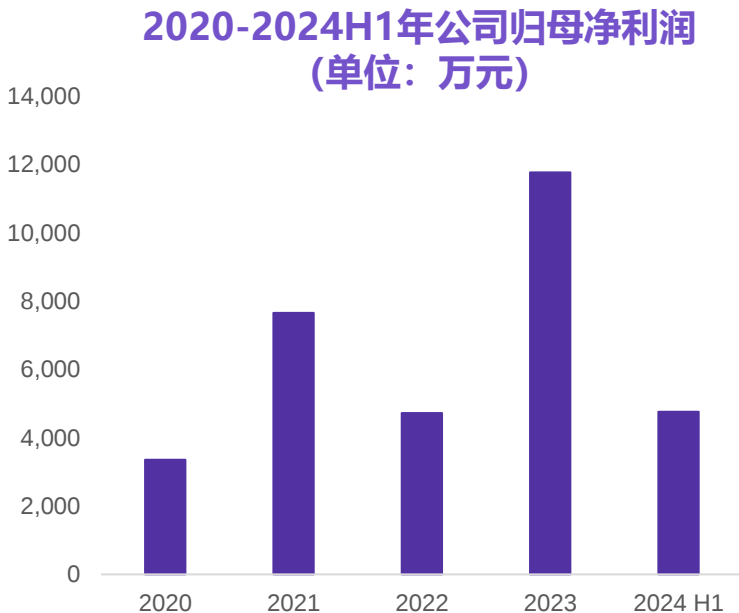
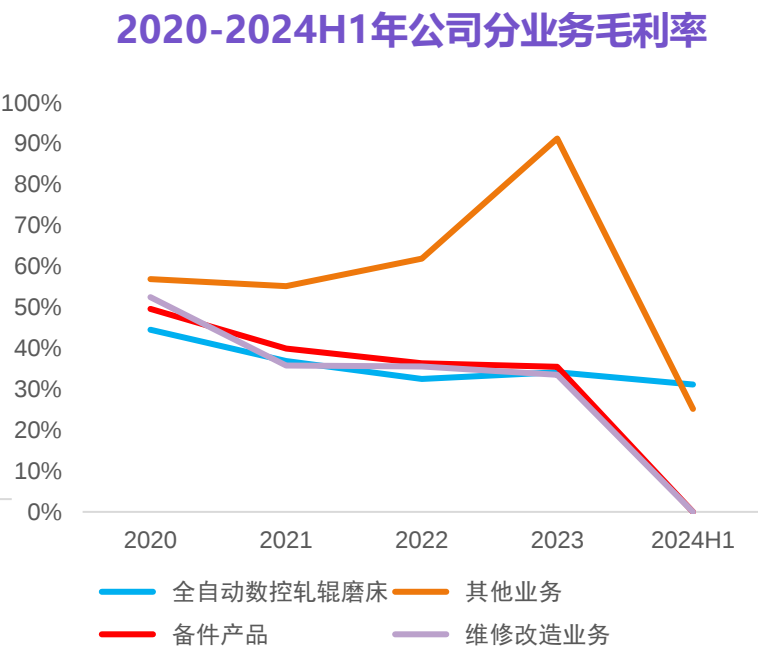
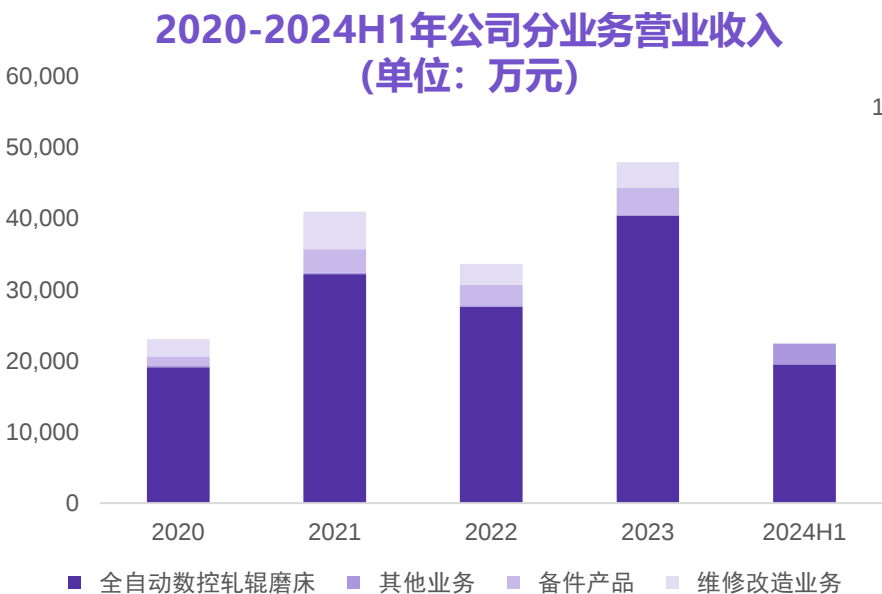
数控直线导轨磨床



公司营收稳步增长，布局高端制造业

全自动数控轧辊磨床业务是公司收入端基本盘。2023年，公司营业总收入为4.8亿元，同比+42.5%；同年全自动数控轧辊磨床实现营业收入4.0亿元，占比84.3%。盈利能力方面，全自动数控轧辊磨床在2020-2024H1的毛利率分别为44.5%/36.9%/32.5%/34.1%/31.1%，盈利能力较为稳定。同时，2023年公司归母净利润为1.2亿元，同比+149.4%。

布局高端制造业，研发生产精密半导体和丝杠磨削设备。与长光大器合资成立的公司，聚焦超精密光学元件磨床与导轨磨床的研发、销售与服务，并提供光学元件、半导体等超精密零部件的加工解决方案，共同开拓市场。此外，公司成功中标南京理工大学高精度外螺纹磨床项目，设备将用于滚珠丝杠副及人形机器人关键部件的精密加工，并支持相关技术研究，推动高端制造发展。



日发精机：成功研发数控丝杠螺纹磨床，精度可达C0级别

□ 数控磨床专家，高端轴承磨超加工产线市场占有率第一

公司专注于数字化智能机床及产线、航空航天智能装备及产线、智能制造生产管理系统软件的研发生产。公司已经形成了涵盖高端智能制造装备及服务、航空运营及服务的综合业务体系。公司的主要产品为各类数控机床，在高端轴承磨超加工及装配生产线领域占据市场领先地位。目前，轴承行业前30大企业中，有25家采用了公司的高端轴承磨超加工及装配生产线产品，市场占有率位居第一。在2024年中国国际轴承及其专用装备展览会上，公司展示了代表产品SK7420/500数控丝杠磨床。该产品在任意300mm长度内的运行精度可达0.003mm，精度达到C0级别。

延续高端制造的技术优势，公司于2023年研发完成数控螺纹磨床，成功应用于新能源汽车、人形机器人、工业母机等领域的丝杆和螺母加工。设备凭借高效与高精度赢得客户认可，相关产品已具备批量生产能力。截至目前，公司已向部分客户交付内外螺纹磨床、磨削中心及专用磨床。2024年，公司加快市场拓展步伐，与多家客户达成合作，相关设备的应用正稳步推进。

公司数控磨超机床系列产品



轴承磨超自动线系列



轴承装配自动线系列



单机数控磨床系列



数控通用磨床系列

公司SK7420/500数控丝杠磨床图示



公司SK7420/500数控丝杠磨床参数

规格	参数	单位
最大磨削直径	Φ 200	mm
最大顶尖距	600	mm
最大螺旋升角	± 15°	deg
砂轮主轴转速	0-3000	rpm
头架主轴转速	5-600	rpm
砂轮尺寸	500×203×（10-40）	mm
x 轴进给行程	370	mm
z 轴进给行程	765	mm
任意 300mm 长度上	0.003	mm
中经尺寸变动量	0.008	mm
表面粗糙度	Ra0.32	/
机床重量	7500	Kg
机床外型尺寸	3220×2200×2260	mm

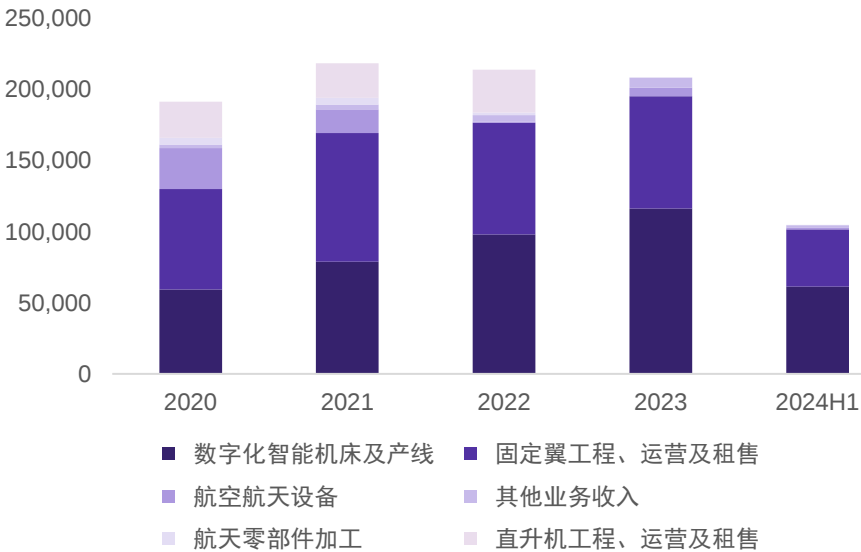
资料来源：公司官网、公司公告，中捷众创公众号，华鑫证券研究

日发精机：公司核心业务贡献主要利润

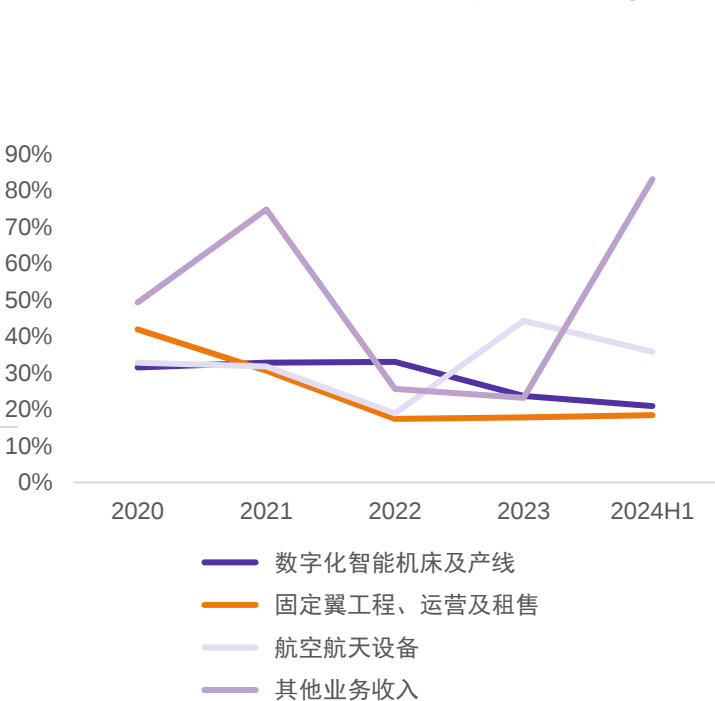
公司营收持续增长，24H1大幅减亏

公司主要业务为数字化智能机床及产线和固定翼工程、运营及租售，合计营收占比超90%。分业务来看，2023年，公司营业总收入为20.8亿元。数字化智能机床及产线/固定翼工程、运营及租售/航空航天设备/其他业务收入/航天零部件加工，分别实现收入11.6/7.9/0.6/0.7/0.01亿元，分别占比55.8%/37.9%/2.9%/3.3%/0.1%；盈利能力方面，2020-2024H1，数字化智能机床及产线毛利率分别为31.5%/32.8%/33.0%/23.7%/20.9%，盈利能力较为稳定。同时，公司2023/2024H1年的归母总利润分别为-9.0/-0.2亿元，同比+41.0%/+50.1%，亏损逐步减少。

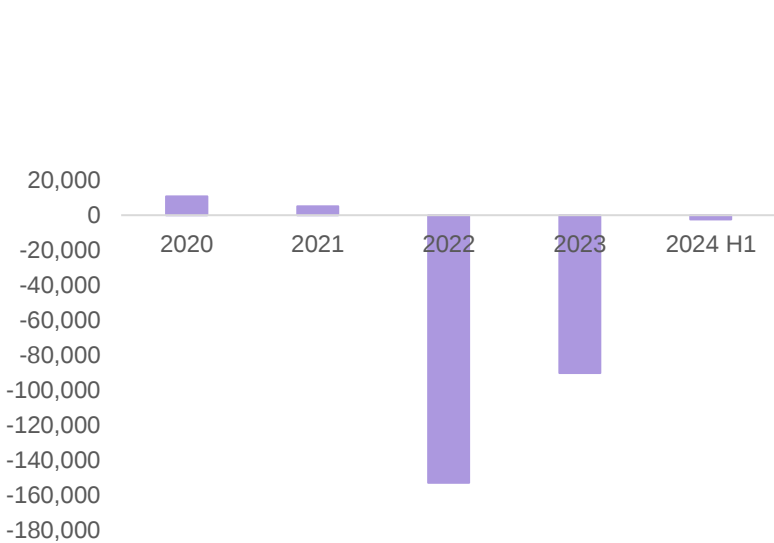
2020-2024H1年公司分业务营业收入
(单位：万元)



2020-2024H1年公司分业务毛利率



2020-2024H1年公司归母净利润
(单位：万元)



子公司汉江机床螺纹磨床可生产高精度螺纹磨床，丝杠项目逐步投产

公司主营业务涵盖高端数控装备与核心零部件的研发制造，以及智能制造与系统集成服务。具体包括：1) 高端数控装备：专注于齿轮磨床、螺纹磨床、外圆磨床等高端数控设备的研发、生产与销售；2) 核心零部件产品：包括数控复杂刀具、高档数控系统、滚动功能部件、汽车零部件、特种齿轮箱、机器人关节减速器等；3) 系统集成业务：提供智能制造及自动化生产线解决方案。公司在齿轮加工机床、螺纹磨床、加工中心、车削中心、外圆磨床等领域均位居国内第一梯队。其中，公司研发的SK7120数控螺纹塞规磨床，其在任意100mm运行范围内的精度达0.0035mm。近期，公司在SK7120的基础上成功研发出新一代产品SK7120A，并宣布产品精度进一步提升。

2023年公司计划募集资金不超过12.3亿元，主要用于高档工业母机创新基地、新能源汽车领域滚动功能部件研发与产业化等项目。项目达产后，整体机床年产能预计将从14,600台提升至14,835台，高端五轴数控加工中心的产量将由13台增加至248台，滚珠丝杠和滑动直线导轨的年产能分别提升至38万件和18万米，预计在2到3年内实现全面达产。

公司精密磨床产品

秦川SK7120数控螺纹塞规磨床

主要产品	产品样图	介绍
数控外螺纹磨床		该系列可用于高端滚珠丝杠副、螺杆副、精密蜗杆等产品的精密磨削加工。主要适用于滚动功能部件、汽车零部件及新能源等领域。
数控内螺纹磨床		该系列可用于各种螺母内螺纹滚道的精密磨削加工，主要适用于滚动功能部件、汽车零部件及新能源等领域。
外圆磨床		该系列用于磨削多台阶轴类、带肩面的轴类及盘类零件，主要适用于汽车、工程机械、轨道交通、光伏、钢铁、印刷机械、新能源等行业。



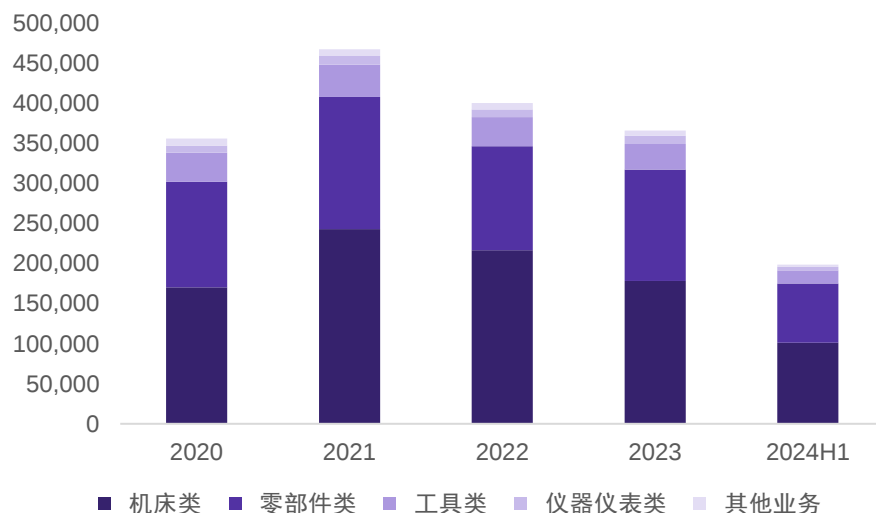
资料来源：公司官网、公司公告，华鑫证券研究

秦川机床：机床行业老牌龙头企业，自上而下布局丝杠赛道

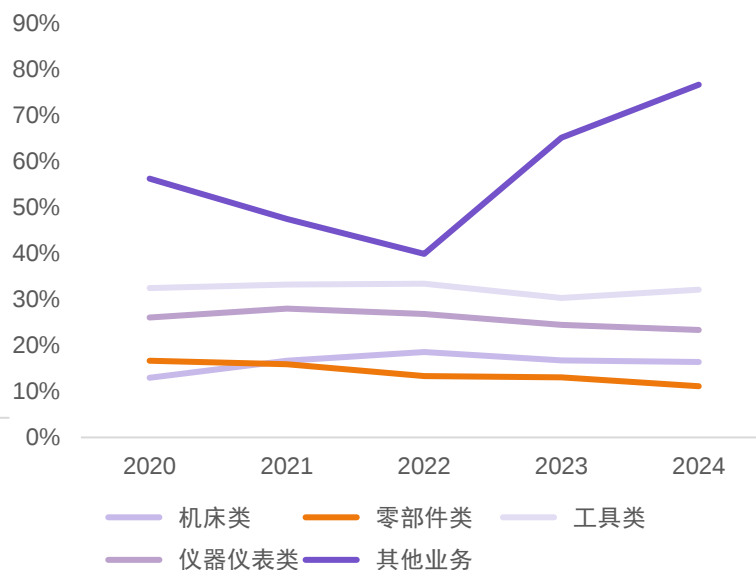
□ 盈利受行业景气度影响波动，盈利情况有望改善

公司主要业务为机床类及零部件类，合计营收占比超85%。分业务来看，2023年，公司营业总收入为37.6亿元。机床类/零部件类/工具类/仪器仪表类/其他业务，分别实现收入17.8/13.9/3.2/1.0/0.6亿元，分别占比47.3%/37.0%/8.5%/2.7%/1.7%；盈利能力方面，2020-2024H1，机床类毛利率分别为13.0%/16.7%/18.6%/16.7%/16.4%，盈利能力较为稳定。在2020-2024H1年，公司归母净利润分别为1.5/2.8/2.8/0.5/0.4亿元，同比+151.4%/+83.7%/-2.7%/-81.0%/-46.5%。

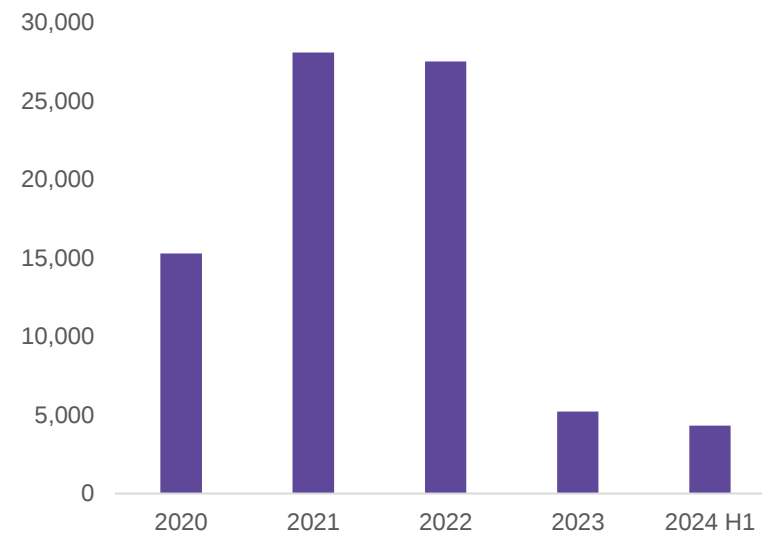
2020-2024H1年公司分业务营业收入
(单位：万元)



2020-2024H1年公司分业务毛利率



2020-2024H1年公司归母净利润
(单位：万元)



资料来源：iFinD，华鑫证券研究

机器人市场风险

机器人量产进度不及预期

原材料价格风险

丝杠原材料多采用高碳铬轴承钢，原材料价格上升会导致丝杠成本上升

投产进度不及预期

各个公司丝杠产能布局投产进度可能不及预期

地缘政治风险

丝杠属于高精密产品，生产设备需要高精度螺纹磨床，国内螺纹磨床的进口可能受到外国政策限制

推荐公司业绩不及预期

林子健：厦门大学硕士，自动化/世界经济专业，CPA，6年汽车行业研究经验。曾任职于华福证券研究所，担任汽车行业分析师。2023年加入华鑫证券研究所，担任汽车行业首席分析师。兼具买方和卖方行业研究经验，立足产业，做深入且前瞻的研究，擅长自下而上挖掘个股。深度覆盖特斯拉产业链/一体化压铸等细分领域。

张智策：武汉大学本科，哥伦比亚大学硕士，2024年加入华鑫证券。2年华为汽车业务工作经验，主要负责智选车型战略规划及相关竞品分析。

程晨：上海财经大学金融硕士，2024年加入华鑫证券，研究汽车&人形机器人方向。

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

免责声明

华鑫证券有限责任公司（以下简称“华鑫证券”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。本报告由华鑫证券制作，仅供华鑫证券的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告中的信息均来源于公开资料，华鑫证券研究部门及相关研究人员力求准确可靠，但对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。我们已力求报告内容客观、公正，但报告中的信息与所表达的观点不构成所述证券买卖的出价或询价的依据，该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时结合各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就财务、法律、商业、税收等方面咨询专业顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华鑫证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露。

本报告中的资料、意见、预测均只反映报告初次发布时的判断，可能会随时调整。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，华鑫证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。华鑫证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告版权仅为华鑫证券所有，未经华鑫证券书面授权，任何机构和个人不得以任何形式刊载、翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若华鑫证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，华鑫证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成华鑫证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。如未经华鑫证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。华鑫证券将保留随时追究其法律责任的权利。请投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的华鑫证券研究报告。

证券投资评级说明

股票投资评级说明：

	投资建议	预测个股相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	买入	> 20%
2	增持	10%—20%
3	中性	-10%—10%
4	卖出	< -10%

行业投资评级说明：

	投资建议	行业指数相对同期证券市场代表性指数涨幅
1	推荐	> 10%
2	中性	-10%—10%
3	回避	< -10%

以报告日后的12个月内，预测个股或行业指数相对于相关证券市场主要指数的涨跌幅为标准。

相关证券市场代表性指数说明：A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以道琼斯指数为基准。



华鑫证券
CHINA FORTUNE SECURITIES

研创造价值