

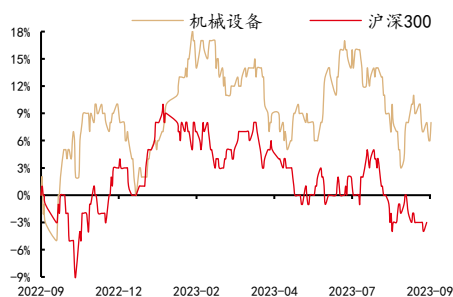
行业投资评级

强于大市|维持

行业基本情况

收盘点位	1471.95
52 周最高	1606.0
52 周最低	1298.09

行业相对指数表现（相对值）



资料来源：聚源，中邮证券研究所

研究所

分析师: 刘卓
SAC 登记编号: S1340522110001
Email: liuzhuo@cnpsec.com
研究助理: 傅昌鑫
SAC 登记编号: S1340123050006
Email: fuchangxin@cnpsec.com

近期研究报告

《政策再发力，加速迈入制造强国——七部门机械行业稳增长方案点评》 -
2023.09.04

机床行业系列专题（三）：丝杠—核心传动部件

● 投资要点

丝杠是数控机床核心传动元件。丝杠是将旋转运动转换成线性运动，或将扭矩转换成轴向反复作用力的传动零件，同时兼具高精度、可逆性和高效率的特点。其广泛应用于数控机床、制造设备、机器人、精密仪器等领域的传动控制系统之中。根据摩擦特性不同，可以将丝杠分为滑动丝杠、滚动丝杠（滚珠丝杠和滚柱丝杠）和静压丝杠。滚珠丝杠副主要由丝杠、滚珠和螺母组成。滚珠丝杠的主要性能参数包括精度等级、轴向间距、额定负载、导程、丝杠轴外径和长度等，其中精度等级是最重要的因素。滚珠丝杠产业链上游主要是制造滚珠丝杠副的原材料和零部件产业，下游广泛应用于机床、航空航天、汽车、冶金、工业机械、医疗等领域。滚动丝杠的未来迭代趋势是行星滚柱丝杠，主要变化是负载的传递单元使用螺纹滚柱而不是滚珠，在传动平稳性、负载能力、转速及加速度、寿命等性能方面更具备优势。全球滚柱丝杠市场未来十年预计成长至 5.57 亿美元，考虑到行星滚柱丝杠能够在定位方面达到更高的导程精度和稳定性，未来有望规模应用于高端精密数控机床领域。

市场供需缺口显著，进口替代叠加产业链筑基需求。从市场规模看，全球滚珠丝杠市场持续高速增长，在 2029 年有望达到 31.72 亿美元的规模。我国是滚珠丝杠产品消费的重要市场，近年来保持高速增长。国内市场滚珠丝杠供给端持续弱于需求端，行业供需缺口不断扩大，支撑着滚珠丝杠产品单价下降趋缓，保持较高韧性。从竞争格局看，全球滚珠丝杠市场行业集中度高，国内品牌在中高端市场占比较低。国内滚珠丝杠行业基数低但增长迅速，有望乘风实现国产替代。在产品端进口替代的进程之外，我国核心制造业产业链可靠性“筑基”需求亟待实现。国内品牌滚珠丝杠产品性能参数同国外产品存在差距，主要系国内磨床水平较低和淬火等工艺经验积累不足。磨削是高精度丝杠螺纹的主要加工方法，磨削工艺的核心设备是高精度磨床，所以设备精度决定了滚珠丝杠的性能下限，如今在国家政策的扶持下，国产厂商将能够获得更多新产品的验证机会，有望加速产品迭代进程，真正实现自主可控及可靠性“筑基”。

国产滚珠丝杠厂商发力正当时。建议关注国内滚珠丝杠领先厂商。1) 汉江机床（秦川机床）：母公司为上游精密磨床领先制造商，滚珠丝杠已量产出货；2) 南京工艺：国资委实际控制，多年深耕滚珠丝杠；3) 贝斯特：特斯拉直接供应商，大举进军滚珠丝杠产业；4) 恒立液压：以定增布局标准及重载滚珠丝杠，项目投产在即。

● 风险提示：

下游需求不及预期风险；导入机床供应链进度不及预期风险等。

目录

1 数控机床传动系统核心：丝杠	4
1.1 丝杠——高精度传动部件	4
1.2 滚珠丝杠的结构、分类及选型	6
1.3 滚珠丝杠产业链上下游	9
1.4 未来技术发展趋势：行星滚柱丝杠	10
2 市场供需缺口显著，进口替代叠加产业链筑基需求	14
2.1 滚珠丝杠供需差不断扩大，价格居高不下	14
2.2 中高端进口替代空间大，产业链可靠性“筑基”需求迫切	16
3 国产滚珠丝杠厂商发力正当时	17
4 风险提示	19

图表目录

图表 1: 丝杠的分类、特点及其应用	4
图表 2: 滑动丝杠示意图	5
图表 3: 静压丝杠示意图	5
图表 4: 滚珠丝杠（下半）与行星滚柱丝杠（上半）结构对比图	6
图表 5: 滚珠丝杠副示意图	6
图表 6: 滚珠丝杠副的组成	6
图表 7: 几种常用循环方式示意图	7
图表 8: 滚珠丝杠副不同循环方式比较	8
图表 9: 滚珠丝杠选型所需参数	8
图表 10: 精度等级与任意 300mm 行程内行程变动量 V 之间的对应关系	9
图表 11: 滚珠丝杠产业链	10
图表 12: 行星滚柱丝杠常见类型技术参数	11
图表 13: 滚柱丝杠精度等级标准	12
图表 14: 全球滚珠丝杠市场规模及远景空间预测（百万美元）	13
图表 15: 2022 年国内滚柱丝杠市场份额情况	13
图表 16: 2015-2029E 全球滚珠丝杠市场规模及增速情况	14
图表 17: 2014-2022E 中国滚珠丝杠市场规模及增速情况	15
图表 18: 2014-2022E 中国滚珠丝杠市场供需情况	15
图表 19: 2014-2022E 中国滚珠丝杠单价走势（元/套）	15
图表 20: 中国滚动部件高端市场份额情况	16
图表 21: 中国滚动部件中端市场份额情况	16

1 数控机床传动系统核心：丝杠

1.1 丝杠——高精度传动部件

丝杠是将旋转运动转换成线性运动,或将扭矩转换成轴向反复作用力的传动零件,同时兼具高精度、可逆性和高效率的特点。其广泛应用于数控机床、制造设备、机器人、精密仪器等领域的传动控制系统之中。在机床上,它是用以完成进给运动的重要元件,不仅要精确地传递运动过程,还需要能够传递一定的动力,在精度、强度、耐磨性等各方面均有较高要求。

图表1：丝杠的分类、特点及其应用

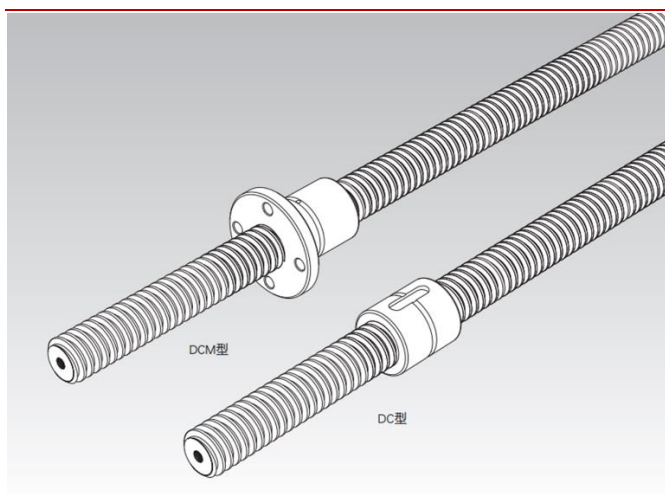
	滑动丝杠	滚珠丝杠	滚柱丝杠	静压丝杠
传动效率	低, 仅 24%-26%	高, 可达 92%-98%, 可显著节能	较高, 摩擦力较小时可达 90%	传动效率高, 可达 99%
摩擦	滑动摩擦发热严重, 一般转速不超过 3000RPS	点接触滚动摩擦热效应小, 额定转速在 3000-5000RPS	线接触滚动摩擦热效应小且承载力强, 转速可达 6000RPS	根据支撑流体不同分为液体和气体静压, 摩擦力和速度成正比, 低速时几乎为零
导程精度	低, 品质参差不齐	较高, 受滚珠直径限制, 常为毫米级	高, 可通过调整螺纹头数等因素使导程达到更小的微米级	能实现无间隙正反向传动, 定位精度高
使用寿命	短, 滑动摩擦对元器件的损伤大	长, 滚动摩擦损伤小, 可达滑动丝杠的 10 倍左右	很长, 显著高于滚珠丝杠, 荷载运动可达 1000 万次以上	由于静压螺母与丝杠并不接触因此无磨损, 寿命长
传动精度	难以实现微进给, 存在爬行现象, 螺纹间有侧向间隙, 反向时有空行程	传动无间隙, 无爬行, 运转平稳, 传动精度高	传动无间隙, 无爬行, 运转平稳, 传动精度高	传动具备可逆性, 油膜能够均化螺母误差, 传动精度很高
自锁性	有, 与导程角大小和工作面粗糙度有关	不能自锁	不能自锁	不能自锁
国产化率	充分	达 60%以上	处于起步阶段	仍未进入实用化阶段
应用举例	广泛用于金属切削机床进给和分度机构的传导螺旋摩擦压力机及千斤顶的传力螺旋	随机电一体化技术而迅速发展起来, 广泛运用于各种精度的数控机床、加工中心、FMS 柔性制造系统、电子设备、宇航设备、各种仪器仪表、交通运输起重装卸机械、机器人等场景。近年滚珠丝杠市场需求高速递增, 应用领域迅速扩大		精密机床进给及分度机构的传导螺旋, 如高精度螺纹磨床、非圆齿轮插齿机变型机床等

资料来源：《机械设计手册》第六版（成大先），观研天下，中邮证券研究所整理

根据摩擦特性不同，可以将丝杠分为滑动丝杠、滚动丝杠和静压丝杠。其中滚动丝杠又可分为滚珠丝杠和滚柱丝杠两种形态。

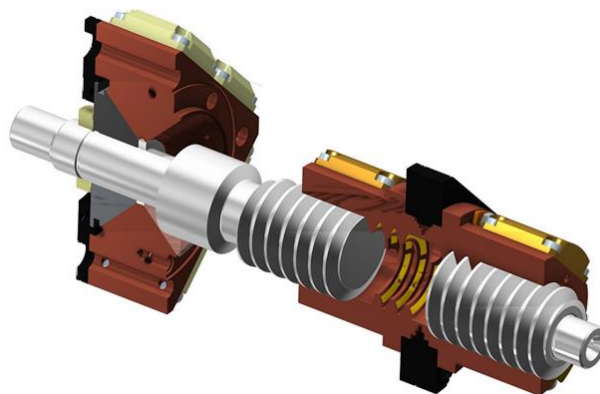
滑动丝杠的螺纹通常为梯形、锯齿形及矩形三种，梯形丝杠应用最广，锯齿形主要用于单向受力，矩形螺纹虽然在滑动丝杠中传动效率相对较高，单加工较困难且强度较低，应用较少。滑动丝杠的特点主要有摩擦力较大，传动效率较低，磨损快，低速和微调传动容易出现爬行，易自锁，定位精度和轴向刚度较差。但由于其结构简单，易结合具体要求进行结构调整，成本较低，故被用于普通机床的进给传动/分度结构、一般机械的丝杠传动等。

图表2：滑动丝杠示意图



资料来源：THK，中邮证券研究所

图表3：静压丝杠示意图



资料来源：自动化与驱动，中邮证券研究所

静压丝杠根据支撑流体不同分为液体静压丝杠与气体静压丝杠。液体静压丝杠的静压油膜位于静压螺母和精密丝杠之间，静压螺母和丝杠本身并不接触，因此没有磨损。其优点在于极低的摩擦力和极佳的减震性能，能够完全消除滚珠丝杠具有的震动和噪声，缺点则是装置较大，必须有油泵、蓄压器、液体循环装置、冷却装置和过滤装置等众多的辅助装置，且其静压油腔加工困难，过程存在环境污染问题。气体静压丝杠中，由于空气的可压缩性较强，气膜厚度要比油膜小，因此定位精度更高，但同时刚度和承载能力也降低。静压丝杠适用于要求进给传动系统具有较高的被动刚度与良好的减振性，以及十分看重定位精度和普适性的应用环境。机加工中常用到直线传动解决方案，但目前高端直线传动市场被一部分著名的直线电机制造商所占据，且制造成本较高，所以在精密高端机床上可以考虑使用静压丝杠作为替代方案。

滚动丝杠是通过在丝杠和螺母间添加以滚珠或滚珠为滚动体，使得原本的滑动摩擦转化为滚动摩擦，从而降低磨损和发热，提高精度和传动效率。根据加入的滚动体不同可以分为滚珠丝杠和滚柱丝杠两大类。关于滚动丝杠在下文部分会进行细致介绍。

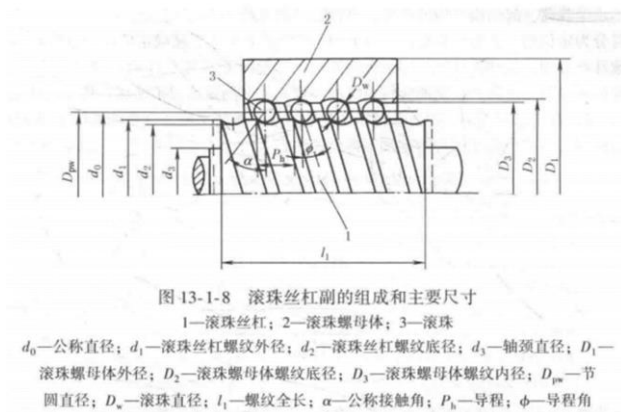
图表4：滚珠丝杠（下半）与行星滚柱丝杠（上半）结构对比图



资料来源：新剑传动，中邮证券研究所

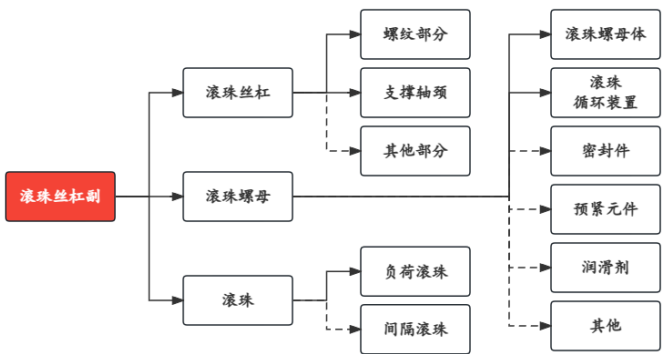
1.2 滚珠丝杠的结构、分类及选型

图表5：滚珠丝杠副示意图



资料来源：《机械设计手册》第六版（成大先），中邮证券研究所

图表6：滚珠丝杠副的组成

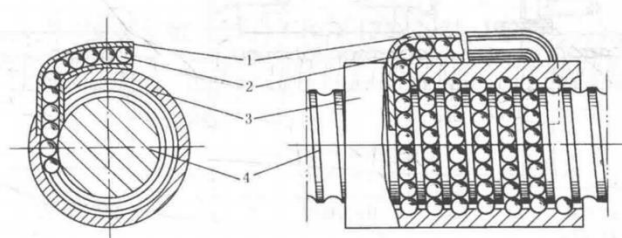
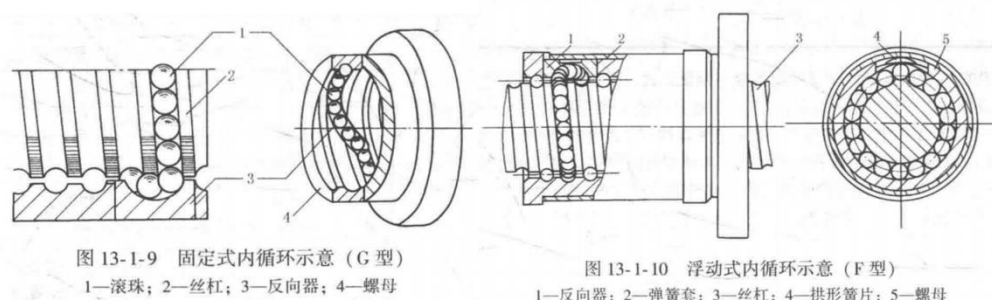


资料来源：汉艺精工官网，中邮证券研究所
备注：实线连接为主要部分，虚线连接为辅助部分

滚珠丝杠副主要由丝杠、滚珠和螺母组成，而其中螺母又是由螺母体、预压片、反向器、防尘器等多种部件组成。滚珠丝杠副可分为定位用（P 型）及传动用（T 型）两种，P 型是用于精确定位且能根据转角度和导程间接测量轴向行程的滚珠丝杠副，这种滚珠丝杠副是无间隙的（或称预紧滚珠丝杠副）。T 型是用于传递力的滚珠丝杠副，其轴向行程的测量由与滚珠丝杠副的旋转角度和导程无关的测量装置来完成。传动滚珠丝杠副精度低于定位型，通常采用 7 和 10 的标准公差等级。

对于丝杠，除螺纹滚道截面的形状有所不同外，各种类型的滚珠丝杠的结构基本相同。滚珠螺母的结构主要与滚珠循环的方式及预紧方式有关，且循环方式对滚珠螺旋传动的设计、制造、精度、寿命、成本及轴隙调整均有重要影响，与滚珠流畅性能更有直接关系。根据循环方式又可分为以下几种：

图表7：几种常用循环方式示意图



资料来源：《机械设计手册》第六版（成大先），中邮证券研究所

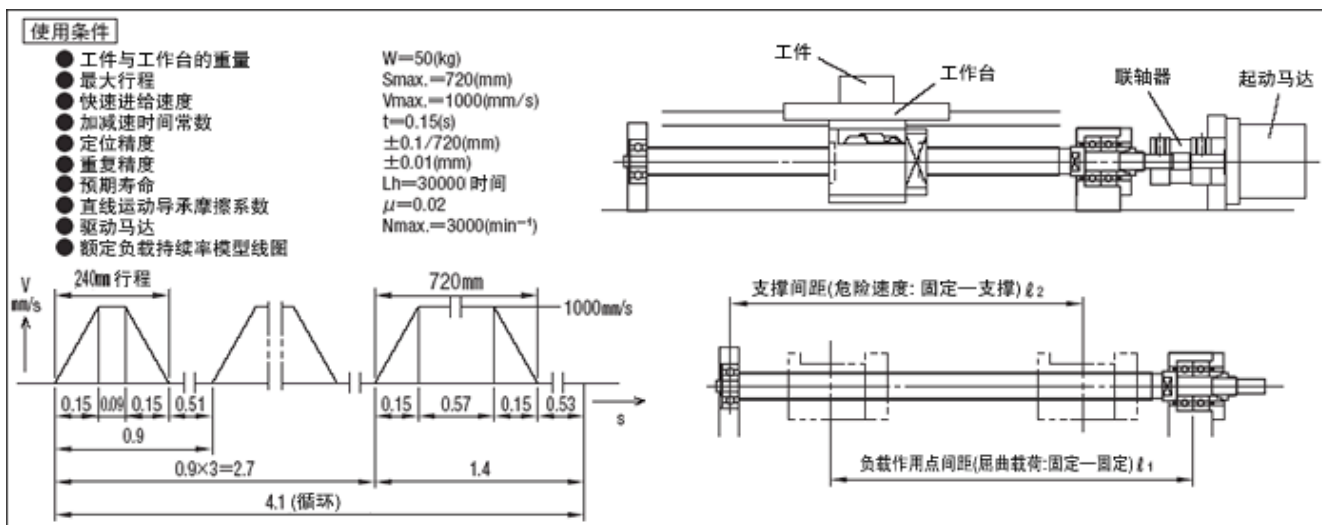
图表8：滚珠丝杠副不同循环方式比较

循环方式	内循环		外循环	
	浮动式	固定式	插管式	螺旋槽式
代号	F	G	C	L
结构特点	滚珠循环链最短,反向灵活,结构紧凑,刚性好,使用可靠,工作寿命长,螺母配合外径较小.扁圆型反向器螺母轴向尺寸最短		滚珠循环链较长,但轴向排列紧凑,轴向尺寸小,螺母配合外径较大(C型较小)刚性较差,但滚珠流畅性好,灵活、轻便	
摩擦力矩	小	小	较小	较大
工艺性	较差	差	好	一般
制造成本	最高	较高	较低	较低
使用场合	各种高灵敏、高精度高刚度的进给定位系统		中等载荷、高速运动及精密定位系统,在大导程、多头螺纹中占据优势	适用于一般工程机械不适宜高刚度、高速运转的传动

资料来源：《机械设计手册》第六版（成大先），中邮证券研究所

内、外循环方式各有其优缺点及适用场景，而在数控机床领域适用内循环居多。内循环滚珠丝杠螺母外径小、反向通道短，使得其外形尺寸可以做到更小，适用于安装空间比较紧凑的需求场景，同时，其反向器固定牢靠、刚性好，滚珠数目少流畅性好，都使得内循环滚珠丝杠的摩擦损失小且传动效率高，广泛应用于各种高灵敏、高精度高刚度的进给定位系统，也是目前数控机床最常用的丝杠类型。外循环滚珠丝杠的抗冲击能力强于内循环，其丝杠轴直径无特殊要求，且不常使用塑料反向器，这些特性使得外循环在大型丝杠、高负载丝杠以及工作温度环境较差的情况有着更优的表现。

图表9：滚珠丝杠选型所需参数



资料来源：米思米，中邮证券研究所

滚珠丝杠的主要性能参数包括精度等级、轴向间距、额定负载、导程、丝杠轴外径和长度等，其中精度等级是选型过程中最重要的因素。丝杠产品多为定制化，各种尺寸参数差别较大，通过丝杠选型的过程可以得到与使用对象及工作条件之间最匹配的丝杠产品。滚珠丝杠选型过程一般为 1) 设定螺距 2) 计算基本额定负载 3) 容许弯曲载荷与危险速度 4) 精度设计 5) 确定滚珠丝杠与丝杠支座组件的选型结果。

国内精度等级一般分为 P1、P2、P3、P4、P5、P7、P10 七个等级，1 级最高，10 级最低，2 级/4 级不优先采用。滚珠丝杠的制造成本主要取决于制造精度和长径比，精度越高、长径比越大，工艺难度越大，成本良率越低。所以精度越高的滚珠丝杠价值量越高，同时也适用于定位精度更高的场合。精度等级的标准由相同有效行程内的行程变动量决定，不同地区标准有所差异，日本、韩国以及中国台湾省采用的是 JIS 等级，为 C0、C1、C2、C3、C5、C7、C10；欧洲地区的国家采用的标准则是 IT0、IT1、IT2、IT3、IT4、IT5、IT7、IT10。一般来说，普通机械采用 C10、C7 级，数控设备一般采用 C5、C3 级（C5 较多，国内大部分数控机床都是 C5 级），航空制造设备、精密投影及三坐标测量设备等，一般采用 C3 以上精度。另外，C10、C7 级一般采用轧制方法制造，而 C5 级及以上采用研磨方法制造。具体我国精度标准与日本 JIS 标准差别如下：

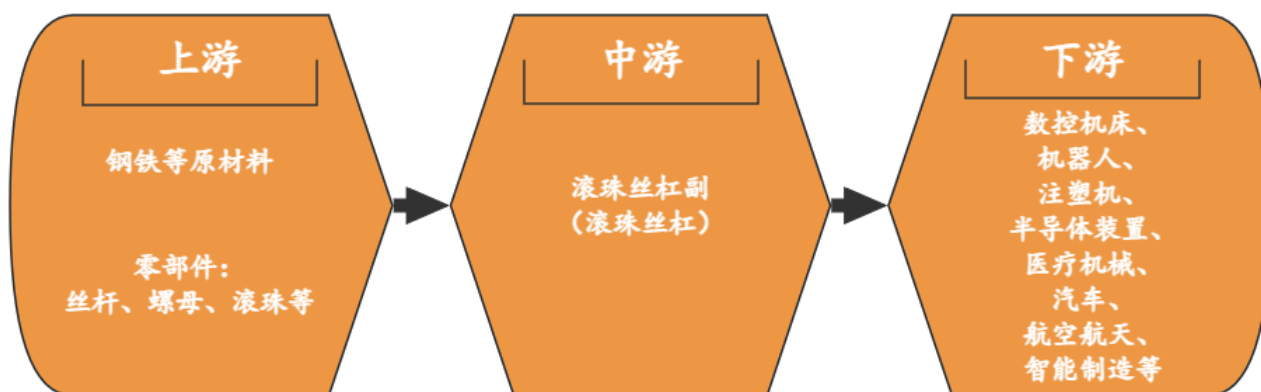
图表10：精度等级与任意 300mm 行程内行程变动量 V 之间的对应关系

	C0	C1	C2	C3	C5	C7	C10
V	3.5	5	7	8	18	50	210
	P1	P2	P3	P4	P5	P7	P10
V	6	8	12	16	23	52	210

资料来源：《机械设计手册》第六版（成大先），机械自动化，中邮证券研究所

1.3 滚珠丝杠产业链上下游

图表11：滚珠丝杠产业链



资料来源：中邮证券研究所

滚珠丝杠产业链上游主要是制造滚珠丝杠副的原材料和零部件产业。上游原材料最主要是制作丝杠的合金结构钢，以及制作螺母、滚珠的掺铬钢等。钢铁行业作为我国国民经济发展的支柱产业，涉及面广，产业关联度高，向上延伸至铁矿石、焦炭、有色金属等行业，向下延伸至房地产、汽车、船舶、家电、机械、铁路等行业。近年来，钢铁行业的原料供应充足，下游需求持续增长，其最终产品的产量逐年增加。根据国家统计局公布数据，2022 年我国粗钢产量 101795.9 万吨，同比-1.67%，主要系国家粗钢压减政策实施效果，但终端产品钢材产量为 134033.50 万吨，同比+0.27%。

滚珠丝杠产业链下游，由于其传动能力是诸多机械设备不可或缺的元件，广泛应用于机床、航空航天、汽车、冶金、工业机械、医疗等领域。目前下游最主要的应用场景为机床行业和注塑机，约占 59% 的市场份额，通常和导轨配套采购使用，对于精度要求最高且价值量最大；一般工业自动化行业的机器人精度要求较低，人型机器人的发展趋势一定程度上提高了对于丝杠的精度要求，现阶段设计规划采用行星滚柱丝杠居多；汽车行业主要是新能源汽车转向器上需要丝杠来实现转向，单价较为便宜但整体市场需求量大。

1.4 未来技术发展趋势：行星滚柱丝杠

行星滚柱丝杠其实并不是新兴的产品，回溯其历史，1942 年瑞典人 Carl Bruno Strandgren 首次申请了循环式行星滚柱丝杠专利，1954 年又申请了标准式和反向式行星滚柱丝杠专利。1970 年，瑞士 Rollvis 和瑞典 SKF 同时开始研制行星滚柱丝杠。1986 年 William J. Roantree 发明了差动式行星滚柱丝杠，之后 Oliver Saari 发明了轴承环式行星滚柱丝杠。

行星滚柱丝杠是将旋转运动转化为直线运动，传动单元为丝杠及螺母之间的滚柱，与滚珠丝杠的主要区别是负载的传递单元使用螺纹滚柱而不是滚珠。

区别于滚珠丝杠：

1) 行星滚柱丝杠由于高数量的接触点，能够承受更高的静态负载和动态负载，静载为滚珠丝杠的 3 倍，寿命为滚珠丝杠的 15 倍；

2) 大量的接触点和接触点的几何结构使行星丝杠比滚珠丝杠具有更强的刚度和抗冲击能力，同时也可以提供更高的转速及更大的加速度；

3) 行星滚柱丝杠为螺纹传动，螺距设计范围更广，行星滚柱丝杠的导程可以设计的比滚珠丝杠更小。

总的来说，行星滚柱丝杠与滚珠丝杠结构近似，在将传力元件替换为螺纹滚柱之后，其在传动平稳性、负载能力、转速及加速度、寿命等性能方面更具备优势。

行星滚柱丝杠产品目前主要有五种形式：标准式、反向式、循环式、差动式和轴承环式。标准式行星滚柱丝杠是一种高精度大负载的设计，可以提供非常稳定的驱动扭矩，丝杠多应用于大负载，高速及高加速度应用；反向式行星滚柱丝杠，滚柱不沿丝杠进行轴向运动，其行程运动是在螺母的内螺纹，通过较小的导程实现更高的额定负载，从而降低驱动扭矩，使直接导向成为可能；循环式行星滚柱丝杠是循环滚柱设计，滚柱是导向在一个托架中，其运动方式由一套凸轮来控制，适用于高精度、中低速运行；差动式行星滚柱丝杠最大的特点是具备差动运动，可以获得比一般行星滚柱丝杠更小的导程，更适应高速重载的工作场合。具体参数情况如下表：

图表12：行星滚柱丝杠常见类型技术参数

	标准式行星滚柱丝杠	反向式行星滚柱丝杠	循环式行星滚柱丝杠	差动式行星滚柱丝杠
规格	3.5x1—92x36 (丝杠中径 x 导程)	10.5x2—80x16 (丝杠中径 x 导程)	8x0.25—125x5 (丝杠中径 x 导程)	5x0.8—110x2.36 (丝杠中径 x 导程)
效率	80%-90%	70%-90%	60%-80%	60%-70%
导程精度	G1, G3, G5 (每 315mm 行程导程精度：6um, 12um, 23um)	G1, G3, G5 (每 315mm 行程导程精度：6um, 12um, 23um)	G1, G3, G5 (每 315mm 行程导程精度：6um, 12um, 23um)	T3, T5, T7 (每 315mm 行程导程精度：12um, 23um, 52um)
承载	静态承载：8.4KN-1898KN 动态承载：3.9KN-709KN	静态承载：20.8KN-1225KN 动态承载：13.4KN-559KN	静态承载：14.3KN-3972KN 动态承载：7.3KN-986KN	静态承载：10KN-1300KN 动态承载：8KN-550KN

转速	最高可达 12000 转/分	最高可达 10000 转/分	最高可达 10000 转/分	最高可达 14000 转/分
轴向间隙	0.02mm	0.02mm	0.02mm	-0.01mm(过盈预紧)

资料来源：新剑传动，中邮证券研究所

精度等级对于行星滚柱丝杠的标准与滚柱丝杠略有不同，主要分为 G1、G3、G5、G9，前三个对应定位行星滚珠丝杠，G9 则对应传动行星滚柱丝杠。

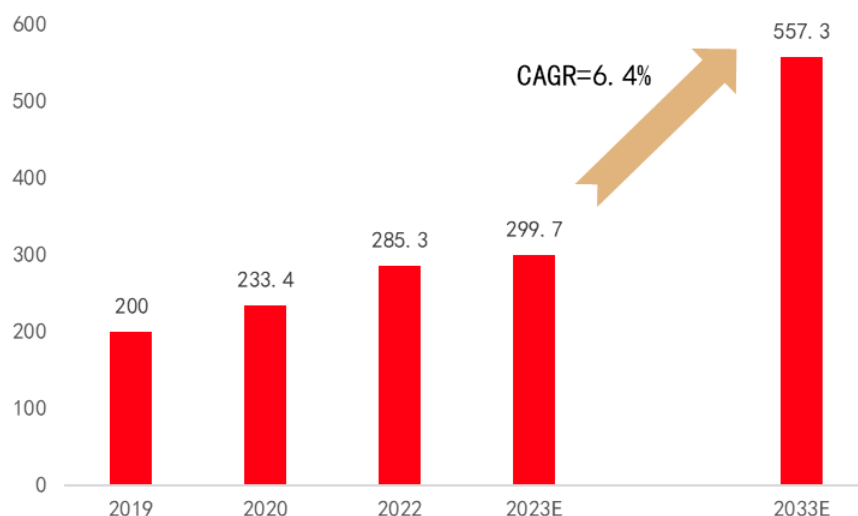
图表13：滚柱丝杠精度等级标准

精度等级 CI	导程误差 V
G1	6um/300mm
G3	12um/300mm
G5	23um/300mm
G9	200um/1000mm

资料来源：天誉科技，中邮证券研究所

全球滚柱丝杠市场未来十年预计成长至 5.57 亿美元，人形机器人或将注入成长新动力。从 2018 年到 2022 年，滚柱丝杠市场呈现出稳定的增长轨迹，复合年增长率为 4.1%。市场主要受益于工业自动化程度的提高、精密机械需求的增长以及制造技术的创新等多种因素，这些因素推动了滚柱丝杠在制造业、航空航天、汽车和机器人等垂直行业的应用。受工业部门扩张和新应用领域出现等因素的推动，未来市场预计将继续增长。根据 Persistence Market Research 的数据，从 2023 年到 2033 年，滚柱丝杠的全球销售额预计将以 6.4% 的复合年增长率增长，乐观预测可归因于几个因素，包括制造业、航空航天、汽车和机器人等各个行业对精密工程和自动化解决方案的需求不断增加。滚柱丝杠设计和性能方面的持续创新有望推动市场增长，并带来新的应用如特斯拉的人形机器人等，为行业注入新动力。

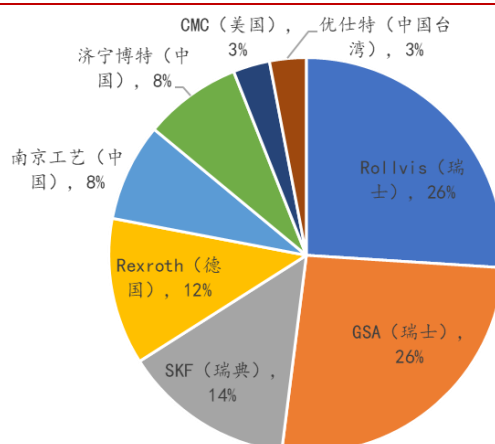
图表14：全球滚珠丝杠市场规模及远景空间预测（百万美元）



资料来源：Persistence Market Research，中邮证券研究所

国外多家公司于行星滚珠丝杠积淀已久，国内品牌处于追赶中。国外行星滚珠丝杠已在军用及高端民用市场规模应用，有多家公司具备制造多种结构形式行星滚柱丝杠的能力，如德国 LTK，瑞士 Rollvis，英国 Power Jacks、瑞典 SKF、美国 Moog 和 Exlar 以及日本 NSK 等，其中瑞士 Rollvis 是世界上著名的行星滚柱丝杠专业生产厂家。国内行星滚柱丝杠电动缸的应用刚刚起步不久，应用领域主要集中在国防、汽车、冶金等市场。目前我国研制行星滚柱丝杠副的企业仍较少，主要是南京工艺和济宁博特两家国内品牌，且处于结构设计阶段居多，与国外企业存在差距。

图表15：2022 年国内滚柱丝杠市场份额情况



资料来源：乐晴智库，中邮证券研究所

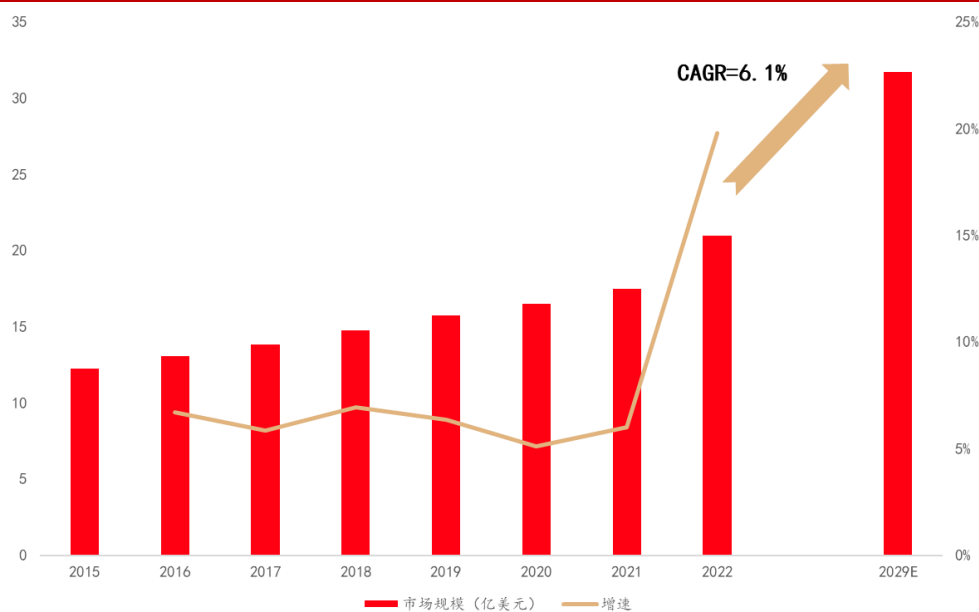
考虑到行星滚柱丝杠能够在定位方面达到更高的导程精度和稳定性，未来有望规模应用于高端精密数控机床领域，为我国工业母机产业链实现真正的自主可控。

2 市场供需缺口显著，进口替代叠加产业链筑基需求

2.1 滚珠丝杠供需差不断扩大，价格居高不下

全球滚珠丝杠市场持续高速增长，在2029年有望达到31.72亿美元的规模。近年来，高精度加工需求不断提升，尤其是在数控机床、航母航天、汽车工业、模具制造、仪器仪表等产业的应用渗透率提升，催生出滚珠丝杠规模更大、更高端的市场需求。根据华经产业研究院及秦川机床公告中的数据，全球滚珠丝杠市场从2015年的12.23亿美元，增长至2022年20.96亿美元，2029年预计全球市场将达到31.72亿美元的规模，年均复合增速达6.1%，未来成长空间广阔。

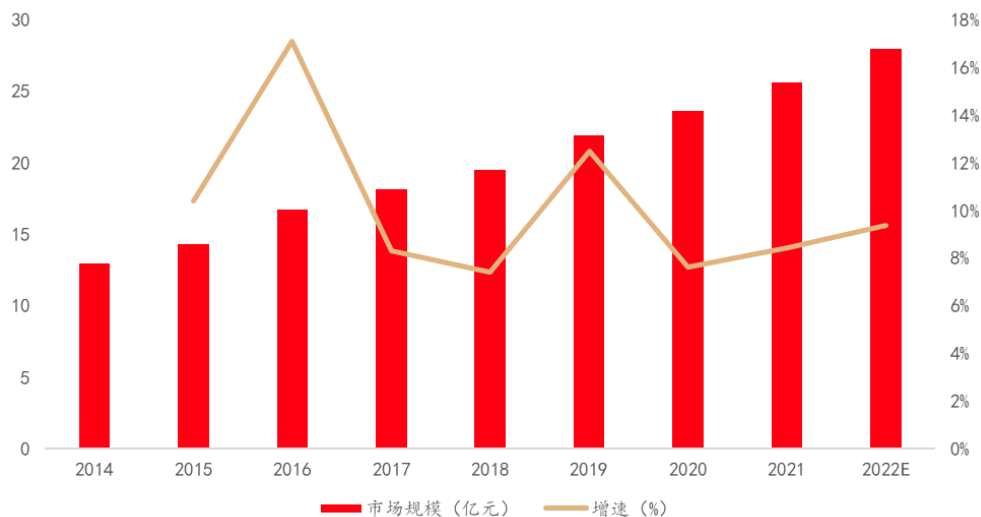
图表16：2015-2029E 全球滚珠丝杠市场规模及增速情况



资料来源：华经产业研究院，秦川机床公告，中邮证券研究所

我国作为全球制造业大国，是滚珠丝杠产品消费的重要市场之一，且近年来国内市场保持高增速。国内市场规模来看，2014 年我国滚珠丝杠市场规模为 12.96 亿元，2022 年预计规模增长至 28 亿元，期间 CAGR 超过 10%。

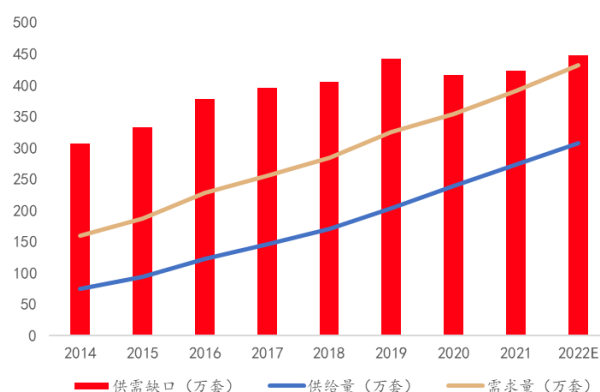
图表17：2014-2022E 中国滚珠丝杠市场规模及增速情况



资料来源：华经产业研究院，中邮证券研究所

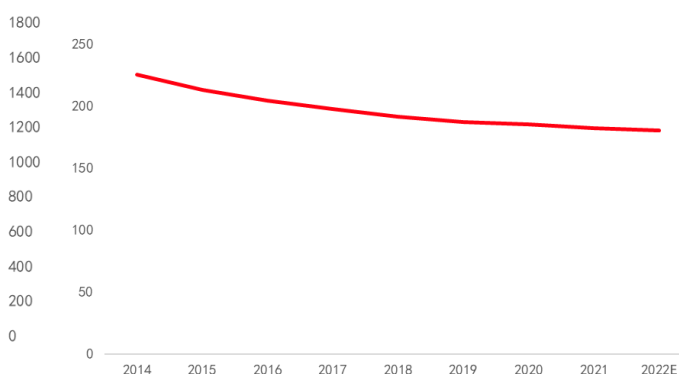
国内市场滚珠丝杠供给端持续弱于需求端，行业供需缺口不断扩大。根据华经产业研究院统计的国内市场的供给量与需求量情况，供需缺口从 2014 年的 307 万套，持续增长至 2022 年的 448 万套，市场需求旺盛带动产业规模成长。

图表18：2014-2022E 中国滚珠丝杠市场供需情况



资料来源：华经产业研究院，中邮证券研究所

图表19：2014-2022E 中国滚珠丝杠单价走势 (元/套)



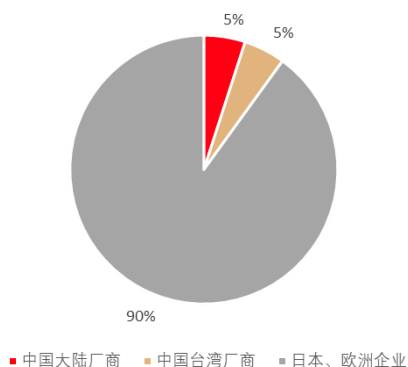
资料来源：中邮证券研究所

由于下游需求不断增长，滚珠丝杠产品单价下降趋势趋缓，保持着较高的韧性。近年来，随着国产品牌不断向中高端市场进军，我国滚珠丝杠副市场竞争加剧，根据上文中我国滚珠丝杠市场规模和需求量的数据，可以计算出历年产品的平均单价情况，可以看到国内滚珠丝杠价格从 2014 年 225 元/套下降至 2022 年的 180 元/套，价格下降速度保持较强韧性。

2.2 中高端进口替代空间大，产业链可靠性“筑基”需求迫切

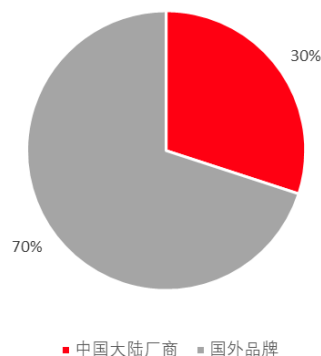
全球滚珠丝杠市场行业集中度高，国内品牌在中高端市场占比较低。为了实现高速或精密的加工，除在机床设备的结构刚性进行加强设计外，必须同时具备高速主轴系统和高速进给系统，才能达到材料切削过程的高速化，这对于企业的制造能力和设计能力都有较高的要求，从市场竞争格局看，从供应商来看，全球主要的生产企业有 NSK、THK、SKF、Bosch Rexroth 和 Schaeffler 等公司，前五家占据总市场份额大约 45.85%，市场集中度（CR5）较高。日本和欧洲滚珠丝杠企业占据了全球约 70% 的市场份额，国内厂商则包括中国台湾 Hiwin Technologies、银泰等，以及中国大陆的南京工艺、秦川机床等。

图表20：中国滚动部件高端市场份额情况



资料来源：沈阳中捷众创，中邮证券研究所

图表21：中国滚动部件中端市场份额情况



资料来源：沈阳中捷众创，中邮证券研究所

国内滚珠丝杠行业基数低但增长迅速，有望乘风实现国产替代。滚珠丝杠在国外起步早、发展快、技术成熟，欧美市场在高端滚珠丝杠制造领域占据垄断地位，并且广泛应用到各领域，但国内发展迅速，市场规模快速增长，国内大型生产企业技术逐渐提升，叠加我国政策强而有力的支持，有望逐步实现国产替代。

在产品端进口替代的进程之外，我国核心制造业产业链可靠性“筑基”需求亟待实现。日前，工信部等七部门联合发布的《机械行业稳增长工作方案（2023-2024）》中，强调“开展机械产品可靠性提升行动。实施基础产品可靠性“筑基”工程，重点提升工业母机用丝杠、导轨、主轴……”这里对于工业母机用丝杠的可靠性“筑基”要求十分值得注意。现阶段国内有不少企业在针对工业母机领域的自主可控不断攻关创新，生产制造了国产品牌的高端数控机床，部分性能参数优异，甚至可以远销海外市场，其上游主轴、丝杠、导轨、转台等核心零部件也正在逐步导入国产供应链，推动国产化率日益提升。但目前所达到的国产化水平，距离可靠性“筑基”尚有不小差距，其中的关键问题在于，使用国产工业母机并不能完整复刻自身，即国产机床产品自身包含使用本体设备无法制造或制造精度存在差异的核心零部件，比如，磨床是用制造丝杠的，同时磨床中也需要使用到丝杠，那么只有磨床产品能够加工出本体设备上使用的同等精度的丝杠时，才能称得上是达成了对自身的复刻，实现了可靠性“筑基”。

国内品牌滚珠丝杠产品性能参数同国外产品存在差距，具体分析差距的成因，主要系国内磨床水平较低和淬火等工艺经验积累不足。磨削是加工螺纹精度最高的工艺，可达到 P1 级。磨削是高精度丝杠螺纹的主要加工方法，其实质是砂轮的表面很多磨粒划擦、刻划和切削工件表面，使用螺纹磨床高速旋转的成型砂轮对加工工件表面进行高速切削，使用磨削加工的滚珠丝杠最高可达到 P1 级。而磨削工艺的核心设备是高精度磨床。磨床属于精度较高的加工机床，通常在工件加工的后端工序使用，使工件得到更高的加工精度和更低的表面粗糙度，提升下游机械的运行平稳性、使用精度等性能。可以说，设备精度决定了滚珠丝杠的性能下限，其中高精度螺纹磨床是关键。国内外磨床在加工精度方面差距不大，但从加工细节来看，进口磨床磨制的丝杠在滚道的表面质量、波纹度等方面都做得更好，而且故障率更低。

现阶段来看，国际形势复杂多变，中美两大经济体存在脱钩趋势，欧洲部分对中国高精度磨床卡脖子不算严格但交期长，日本方面则是完全禁售。如今在国家政策的扶持下，国产厂商将能够获得更多新产品的验证机会，有望加速产品迭代进程，真正实现自主可控及可靠性“筑基”。

3 国产滚珠丝杠厂商发力正当时

1) 汉江机床（秦川机床）：母公司为上游精密磨床领先制造商，滚珠丝杠已量产出货

汉江机床是上市公司秦川机床的子公司，也是国家第三个五年计划时期兴建的三线建设重点工程之一，机械工业大型骨干企业，国内螺纹磨床主导企业。公司主营产品包括机床与滚动功能部件，具有 50 年的设计制造经验。母公司秦川机床生产的精密磨床包括螺纹磨床、蜗杆磨床、外圆磨床等，其中螺纹磨床可用于滚珠丝杠副、螺杆副、精密蜗杆等产品的加工，多项产品填补了国内空白。近年来秦川机床通过自主研发及制造，对螺纹磨床系列产品的高效升级改造，子公司丝杠产品精加工水平得到有效的改善，精度达到国际先进水平。子公司汉江机床的丝杠产品精加工全部为其自主研发制造的螺纹磨床。

2023 年 7 月，秦川机床为“新能源汽车领域滚动功能部件研发与产业化建设项目”实施定向增发，该项目达产后将新增滚珠丝杠/精密螺杆副产能 28 万件/年、滑动直线导轨产能 13 万米/年，公司滚珠丝杠/精密螺杆副产能将提升至 38 万件/年，滑动直线导轨产能将提升至 18 万米/年，产能分别提升达到 280% 和 260%。

2) 南京工艺：国资委实际控制，多年深耕滚珠丝杠

南京工艺在滚动功能部件领域具有 70 年的研究制造历史，现为高新技术企业。工信部制造业单项冠军示范企业，入选国务院国企改革领导小组办公室公布的“科改示范企业”名单。公司产品为高速、高精中高档数控机床大批量配套，推进了国产滚动功能部件的提档升级和替代进口。南京工艺目前产品包括滚动导轨、滚珠丝杠、滚动花键、行星滚柱丝杠、数控精密工作台等。

3) 贝斯特：特斯拉直接供应商，大举进军滚珠丝杠产业

贝斯特成立于 1997 年，公司主营业务为研发、生产及销售各类精密零部件及工装夹具产品。公司利用在精密零部件加工领域形成的技术优势及自动化生产线的柔性加工能力，为气动工具和制冷压缩机等高端制造领域供应精密零部件。2020 年 2 月，公司正式取得特斯拉供应商代码，成为特斯拉合格供应商。2022 年 1 月，公司设立全资子公司无锡宇华精机，全面布局直线滚动功能部件。子公司将引进生产及检测等进口设备约 300 台套（其中研发设备 70 台），配套软件及系统、公辅设施等 30 余套。项目建成后，主营产品包括高精度滚珠丝杠副、高精度滚动导轨副等，将瞄准高端机床领域、半导体装备产业、自动化产业三大市场进行大力开拓。截至目前，子公司生产的滚珠丝杠副、直线导轨副等产品首台套已实现成功下线，部分产品已在送样验证过程中。

4) 恒立液压：以定增布局标准及重载滚珠丝杠，项目投产在即

2021 年 9 月，公司发布非公开发行股票预案，为恒立墨西哥项目、线性驱动器项目、通用液压泵技改项目等项目募集资金 50 亿元，其中 14 亿元用于线性驱动器项目投资建设。截至目前公司财报披露，项目仍在稳步推进中，预计于 2024Q1 投产，该项目达产后年产 10.4 万根标准滚珠丝杠电动缸、4500 根重载滚珠丝杠电动缸、750 根行星滚柱丝杠电动缸、10 万米标准滚珠丝杠和 10 万米重载滚珠丝杠的生产能力。

4 风险提示

下游需求不及预期风险；

导入机床供应链进度不及预期风险等。

中邮证券投资评级说明

投资评级标准	类型	评级	说明
报告中投资建议的评级标准： 报告发布日后的 6 个月内的相对市场表现，即报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数、可转债价格）的涨跌幅相对同期相关证券市场基准指数的涨跌幅。 市场基准指数的选取：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指为基准；可转债市场以中信标普可转债指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期基准指数涨幅在 20%以上
		增持	预期个股相对同期基准指数涨幅在 10%与 20%之间
		中性	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		回避	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	行业评级	强于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		弱于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	可转债评级	推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		谨慎推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 5%与 10%之间
		中性	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%与 5%之间
		回避	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%以下

分析师声明

撰写此报告的分析师（一人或多人）承诺本机构、本人以及财产利害关系人与所评价或推荐的证券无利害关系。

本报告所采用的数据均来自我们认为可靠的目前已公开的信息，并通过独立判断并得出结论，力求独立、客观、公平，报告结论不受本公司其他部门和人员以及证券发行人、上市公司、基金公司、证券资产管理公司、特定客户等利益相关方的干涉和影响，特此声明。

免责声明

中邮证券有限责任公司（以下简称“中邮证券”）具备经中国证监会批准的开展证券投资咨询业务的资格。

本报告信息均来源于公开资料或者我们认为可靠的资料，我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价，中邮证券不对因使用本报告的内容而导致的损失承担任何责任。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

中邮证券可发出其它与本报告所载信息不一致或有不同结论的报告。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

中邮证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者计划提供投资银行、财务顾问或者其他金融产品等相关服务。

《证券期货投资者适当性管理办法》于 2017 年 7 月 1 日起正式实施，本报告仅供中邮证券客户中的专业投资者使用，若您非中邮证券客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司不会因接收人收到、阅读或关注本报告中的内容而视其为专业投资者。

本报告版权归中邮证券所有，未经书面许可，任何机构或个人不得存在对本报告以任何形式进行翻版、修改、节选、复制、发布，或对本报告进行改编、汇编等侵犯知识产权的行为，亦不得存在其他有损中邮证券商业性权益的任何情形。如经中邮证券授权后引用发布，需注明出处为中邮证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节或修改。

中邮证券对于本声明具有最终解释权。

公司简介

中邮证券有限责任公司，2002 年 9 月经中国证券监督管理委员会批准设立，注册资本 50.6 亿元人民币。中邮证券是中国邮政集团有限公司绝对控股的证券类金融子公司。

中邮证券的经营经营范围包括证券经纪、证券投资咨询、证券投资基金销售、融资融券、代销金融产品、证券资产管理、证券承销与保荐、证券自营和与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问等。中邮证券目前已经在北京、陕西、深圳、山东、江苏、四川、江西、湖北、湖南、福建、辽宁、吉林、黑龙江、广东、浙江、贵州、新疆、河南、山西等地设有分支机构。

中邮证券紧紧依托中国邮政集团有限公司雄厚的实力，坚持诚信经营，践行普惠服务，为社会大众提供全方位专业化的证券投、融资服务，帮助客户实现价值增长。中邮证券努力成为客户认同、社会尊重，股东满意，员工自豪的优秀企业。

中邮证券研究所

北京

电话：010-67017788

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：北京市东城区前门街道珠市口东大街 17 号

邮编：100050

上海

电话：18717767929

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：上海市虹口区东大名路 1080 号邮储银行大厦 3 楼

邮编：200000

深圳

电话：15800181922

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：深圳市福田区滨河大道 9023 号国通大厦二楼

邮编：518048