

紧抓通用设备自主可控，把握专用设备景气加速

——2023 年度机械行业策略报告

机械行业

推荐 维持评级

核心观点

2023 年投资关键词：疫后复苏、国产替代、新技术落地。回顾 2022 年，机械设备板块行情表现整体与大盘基本一致，总体波动较大，投资机会较难把握，细分板块中仅光伏设备、机床工具、油服装备三个子行业从全年维度来看取得了正收益。展望 2023 年，宏观层面面临最大的变化是疫情防控政策的调整从动态清零到全面放开，随着放开第一波冲击过去，生产生活逐步恢复正常，复苏可期，增长目标仍需投资发力，机械设备板块我们依然看好与制造业投资相关板块的投资机遇，看好 2023 年**通用设备整体投资机遇大于专用设备**，且均存在**结构性机会**。通用设备的投资机会更多来源于**进口替代**，如数控机床、数控刀具、工业机器人等，专用设备的投资机会更多来源于**新技术的落地**，如光伏高效电池、复合铜箔、4680 大圆柱电池、一体压铸等渗透率提升带来的设备投资机会。

- **疫后复苏+国产替代：通用设备自主可控是 2023 年投资主线。**
- **数控机床：**周期向上，政策支持工业母机自主可控。我国机床产业大而不强，高端亟待突破，产业集中度有望提升。2021 年中国机床消费额为 280 亿美元（约 2000 亿 RMB），全球机床消费额约为 800 亿美元（约 5800 亿 RMB），中国消费额占全球约 35%。我国虽为机床大国，但大而不强，机床核心零部件如数控系统、高端机床如五轴联动数控机床依然严重依赖进口，中高端国产化率约为 30%。行业集中度较低，截至 2021 年底，我国金属切削机床企业仍有 931 家，金属成形机床仍有 544 家，行业内企业普遍规模较小。随着制造业强链补链的推进，行业集中度提升以及向高端化发展趋势明朗。相关标的：纽威数控、海天精工、国盛智科、科德数控、拓斯达、创世纪、秦川机床、亚威股份等。
- **数控刀具：**2021 年中国市场空间 477 亿，全球市场空间 2000 亿级别。数控刀具是典型的顺周期行业，从小周期推演的角度看明年行业增速好于今年，从草根调研反馈信息来看，9 月份起边际改善，22Q4 显著好于 Q3。经测算，我国数控刀片行业数量上国产化率约为 64%，金额上国产化率约为不足 30%。随着国内头部厂商高端产线放量以及国内制造业自主可控需求，明年刀具高端产品进口替代有望加速。相关标的：中钨高新、欧科亿、华锐精密。
- **工业机器人：**在“十四五”机器人产业发展规划等行业政策的引领下，叠加人口问题的不断突出，自动化改造意愿逐渐回归，我国工业机器人销量走向正增长区间。目前工业机器人国产化率约为 35%，国产机器人产业链进步有望在提升机器人各环节国产化率的同时推动机器人行业新一轮发展。相关标的：埃斯顿、绿的谐波等。
- **新技术落地：寻找专用设备景气加速环节的投资机遇。**
- **光伏设备：**2023 年受益于国内外装机需求提速、硅料供给释放、光伏各环节技术革新，光伏设备环节有望保持高景气。硅片环节，关注薄片化推动细线化趋势，钨丝金刚线渗透率提升。电池环节关注 HJT 降本路线；核心零部件国产化及铜电镀技术。组件环节关注新技术变革下组件设备（串焊设备）有望迎来量价齐升。关注钙钛矿产业化落地进

分析师

鲁佩
☎：(8621) 2025 7809
✉：lupei_vj@chinastock.com.cn
分析师登记编码：S0130521060001

范想想

☎：(8610) 8092 7663
✉：fanxiangxiang_vj@chinastock.com.cn
分析师登记编码：S0130518090002

特此鸣谢：贾新龙、王霞举

行业数据

2022.12.18



资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

相关研究

- 【银河机械】2022 年中期策略报告：复盘与展望，紧抓受益技术变革趋势的设备投资机会
- 【银河机械】2022 春季策略：把握稳增长主线，自下而上精选 α
- 【银河机械】2022 年度策略：硬科技+新能源，引领装备升级新征程
- 【银河机械】2021 年四季度策略报告_机械行业：拥抱机械制造大时代，寻找“专精特新”隐形冠军
- 【银河机械】2021 年中期策略报告_机械行业：制造强国，装备引领

程中设备投资机会。相关标的包括：美畅股份、明志科技、捷佳伟创、迈为股份、奥特维等。

- **风电设备：**明年是交付大年，关注抗通缩及国产替代主线。风机大型化以及深远海化进一步提升桩基、海缆用量需求。大兆瓦轴承存在技术壁垒，当前国产化率 33% 较低，而齿轮箱和发动机轴承的国产化率仅为 1%、0.2%。当前风电主轴轴承全球市场几乎被海外企业垄断。建议关注新强联、恒润股份等。
 - **核电设备：**核电发展提速背景下核电燃料环节投资机会，新燃料容器到 2025 年市场空间约 10.54 亿元，目前已迈入进入国产化。基于乏燃料在堆冷却满 10 年后离堆贮存的前提假设，到 2040 年，乏燃料运输容器的市场空间约 682.8 亿元。相关标的：科新机电等。
 - **电动车仍处发展快车道，重点关注锂电中技术变革及供应链重构中的设备机遇，**包括 4680 大圆柱电池、复合铜箔、换电、一体压铸等渗透率提升带来的设备投资机会，相关标的包括联赢激光、东威科技、瀚川智能、伊之密等。
- **其他建议关注周期向上品种船舶。**

投资建议：结合行业景气度、业绩确定性及估值，重点推荐纽威数控、欧科亿、怡合达、迈为股份、埃斯顿。

重点标的估值表

股票代码	股票简称	市值	收入 (亿元)				净利润 (亿元)				PE (2022E)
			2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
688697.SH	纽威数控	72	17	20	24	29	1.69	2.66	3.46	4.34	21
688308.SH	欧科亿	81	10	12	15	18	2.22	2.68	3.62	4.66	22
301029.SZ	怡合达	323	18	25	35	48	4.01	5.67	8.01	11.09	40
300751.SZ	迈为股份	717	31	46	74	108	6.27	9.19	15.23	22.65	47
002747.SZ	埃斯顿	189	30	39	51	66	1.57	1.84	3.05	4.35	62

资料来源：WIND 一致预期，银河证券研究院整理，数据截止至 2022 年 12 月 18 日

风险提示：制造业投资低于预期、新技术渗透不及预期，市场竞争加剧、原材料价格大幅上涨、设备出口不及预期等。

目 录

一、2023 年投资关键词：疫后复苏、自主可控、新技术落地.....	1
(一) 2022 年回顾.....	1
(二) 2023 年投资关键词：疫后复苏、国产替代、新技术落地.....	2
二、紧抓通用设备复苏+自主可控投资主线.....	5
(一) 通用设备有望底部复苏，推荐受益政策支持下自主可控品种.....	5
1、以机床、机器人、注塑机、激光为代表的通用自动化行业体现出类似的周期性特征.....	5
2、背后是库存周期影响下的制造业投资小周期.....	7
3、本轮制造业投资体现“弱复苏+自主可控”特征.....	8
(二) 重点看好数控机床、数控刀具、机器人三大细分子行业.....	9
1、数控机床.....	9
2、数控刀具.....	18
3、机器人.....	21
三、把握专用设备景气加速个股掘金.....	28
(一) 光伏设备.....	28
1、光伏设备三大驱动因素：需求提速、供给释放、技术革新.....	28
2、光伏设备产业链梳理.....	31
3、第三代太阳能电池钙钛矿产业化加速.....	37
(二) 风电设备.....	42
1、风电设备：明年是交付大年，关注抗通缩及国产替代主线.....	42
(三) 核电设备.....	45
1、核电技术发展助力双碳背景下核电复苏.....	45
2、核电发展提速背景下核电新燃料储运的投资机会.....	46
3、核电发展提速背景下核电乏燃料储运的投资机会.....	47
(四) 电动车仍处发展快车道，重点关注锂电中技术变革及供应链重构中的设备机遇.....	53
1、全球新能源汽车快速放量，锂电技术革新打开设备成长空间.....	53
2、4680 引领多环节技术变革，焊接设备充分受益.....	56
3、复合铜箔产业化前夜已至，2025 年设备市场空间超百亿.....	60
4、换电风起重卡先行，设备厂商率先受益.....	64
5、汽车轻量化趋势明朗，一体压铸设备需求释放.....	70
(五) 船舶行业周期向上，订单增加推升龙头业绩.....	75
1、船舶行业：订单新增上行，行业步入新周期.....	75
2、散货船订单大幅增长，供需紧平衡促价格提升.....	76
3、中国市场份额居世界首位，船舶行业龙头持续受益.....	77
四、投资建议.....	79
五、风险提示.....	81
附录：2022 年机械设备板块行情回顾.....	82

(一) 板块整体表现: 二季度逐渐筑底企稳	82
(二) 板块估值: 市场情绪回温, 估值逐步修复	82
(三) 子行业表现: 油服、机床、光伏设备三大行业取得正收益	83
(四) 个股表现: 体现新技术、小市值特征	83

一、2023 年投资关键词：疫后复苏、自主可控、新技术落地

(一) 2022 年回顾

我们在 2022 年度机械行业策略报告《硬科技+新能源，引领装备升级新征程》中提出 2022 年投资关键词为“硬科技”“新能源”“专精特新”，认为 2022 年机械设备制造业的投资机会依然将来源于与制造业投资相关的板块，特别是符合时代发展趋势的科技革命&能源革命下的制造升级。在 2022 年机械行业春季策略报告《把握稳增长主线，自下而上精选 α》中提出 2022 年稳增长主线凸显，稳增长重在稳投资，稳投资重在基建投资和制造业投资，机械设备板块多角度受益。

回顾 2022 年机械行业基本面以及行情表现：

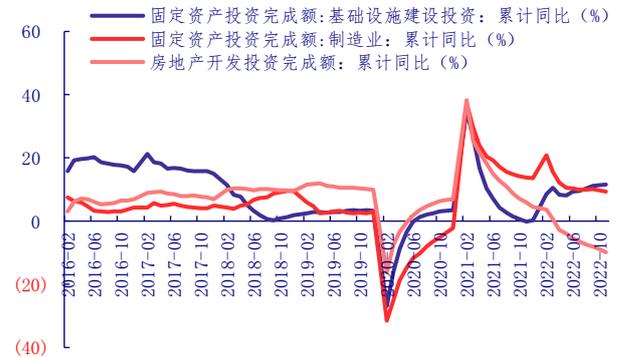
- 从投资层面看，2022 年 1-11 月份固定资产投资累计同比增速为 5.3%，其中增长主要受益于基建投资和制造业投资的拉动，1-11 月基建投资累计增速为 11.65%，制造业投资累计增速为 9.3%，房地产开发投资形成拖累，累计增速为-9.8%。

图1. 2022 年 1-11 月份固定资产投资增速情况



资料来源：WIND，中国银河证券研究院

图2. 2022 年 1-11 月份固定资产投资主要受制造业投资拉动



资料来源：WIND，中国银河证券研究院

- 从机械行业上市公司业绩层面看，2022 年前三季度机械行业整体收入增速转正 (+0.55%)，净利润降幅收窄 (-14.18%)，虽整体盈利能力仍承压 (净利率 6.75%，同比-1.16pct)，但受益于原材料价格回落因素，毛利率逐季环比改善 (毛利率 22.22%，同比-0.72pct，2022Q3 单季度环比+1.87pct)。细分子行业中，锂电设备、光伏设备、油服装备、煤机矿机、半导体设备实现收入和净利润双增长。(详细分析请参考《银河证券机械设备行业 2022 年三季报总结：业绩边际改善，关注通用设备筑底复苏》)
- 从机械设备板块行情表现层面看，整体走势与大盘基本一致，年初至今累计涨幅为-11.82%，其中仅油服装备、机床工具、光伏设备三个细分子行业从全年维度来看取得了正收益。2022 年市场总体波动较大，投资机会较难把握，且主题性投资机会大于基本面投资机会，机械板块典型代表为“人型机器人”及“钙钛矿设备”等主题性投资机会。我们认为，2022 年结合基本面与市场风格，机械设备板块中可把握的投资

机会包括油服（个股迪威尔年初至今涨幅 129.29%）、光伏设备中 Topcon 招标超预期（个股捷佳伟创年初至今涨幅-2.82%，但从 4 月份底部起年内最高涨幅达 257%）、新技术复合铜箔（个股东威科技年初至今涨幅 99.41%）、四季度通用设备底部复苏（个股纽威数控年初至今涨幅 32.58%）等。（详细数据见附录 2022 年机械设备板块行情回顾）

（二）2023 年投资关键词：疫后复苏、国产替代、新技术落地

展望 2023 年，从宏观层面看，面临最大的变化是疫情防控政策的调整从动态清零到全面放开，随着放开第一波冲击过去，生产生活逐步恢复正常，复苏可期，全年 GDP 目标在中国潜在经济增速和稳就业考虑下有望在 5% 上下，其中消费由于低基数和放开后复苏以及政策鼓励扩大内需等因素影响下预计增速高于 5%，出口在高基数以及外需收缩压力下预计低于 5%，实现 5% 的增速目标，仍需投资发力。投资方面，我们认为制造业投资仍是政策发力的方向，地产虽出现拐点但投资在 2022 年拿地和新开工面积大幅下降的基础上难以转正，基建投资预计保持韧性但增速低于 2022 年。

因此，2023 年机械板块的投资机遇，我们依然看好与制造业投资相关的板块。但 2023 年制造业投资受出口增速放缓以及汽车销量增速放缓等因素影响受到一定压制，增长将主要来源于政策对于高技术制造业的支持、国际形势不确定增强下的产业链自主可控，以及设备更新周期等。从通用设备和专用设备对比的角度看，我们看好 2023 年通用设备整体投资机遇大于专用设备，且均存在结构性机会，通用设备的投资机会更多来源于进口替代，如数控机床、数控刀具、工业机器人等，专用设备的投资机会更多来源于新技术的落地，如光伏高效电池、复合铜箔、4680 大圆柱电池、一体压铸等渗透率提升带来的设备投资机会。长期来看，这一轮制造业投资的典型特征将为“制造升级”，具体体现在高端产品占比提升，自动化智能化改造比例提升，国产化程度提升三大趋势。

2023 年机械行业重点细分子行业景气度变化趋势预测如下：

表1. 机械设备行业各细分子行业基本面展望

分类	细分行业	主要观点
周期板块	轨交装备	1) 过去三年（2020-2022）受疫情影响，铁路&城市轨交客座率大幅降低，导致车辆设备周转下降，车辆装备及耗材采购也大幅下降，随着出行率提升，采购有望修复性恢复；2) 新时代铁路发展规划支持铁路投资和车辆需求，十四五铁路科技发展规划提出铁路技术升级要求；3) 庞大的车辆设备进入大修期，零部件维修更新需求逻辑继续强化。
	工程机械	2022 年 1-11 月份挖机销量 24.45 万台，同比下滑 23.3%，其中国内销量 14.57 万台，同比下降 43.7%，出口 9.87 万台，同比增长 64.9%。11 月单月挖机销量 23680 台，其中国内销量 14398 台，同比增长 2.74%，为 2021 年 5 月份起挖机单月增速下滑以来首次转正。展望 2023 年，基建增长有望维持，房屋新开工面积受拿地下滑影响或继续下滑，更新周期向下，出口保持增长但增速低于 2022 年，我们对 2023 年工程机械行业保持谨慎乐观，预计全年增速持平。竞争情况方面，预计国产龙头企业市占率有望持续提升。

表1. 机械设备行业各细分子行业基本面展望

分类	细分行业	主要观点
	油气装备及服务	原油价格较高位有所回落，但国际油价仍在 80 美元附近，油气装备及服务需求仍在；国内能源自主可控支持政策不断，陆地能源及海上能源开采力度均有望加强。
	煤机	煤炭依然为我国发电主力，预计煤炭供给格局稳定。对煤机来说，煤炭企业设备更新需求逐渐成为需求重点，行业高增速难以维系。关注煤企智能化改造。
	机床	更新周期及库存周期在 2023 年有望叠加向上，且作为工业母机受益于政策支持，长期看制造业投资增长、更新升级需求以及数控化率提升，均带动行业增长。格局方面将体现集中度提升及国产化率提升两大趋势。
	电梯	2023 年随着保交楼政策推进地产竣工端有望复苏，电梯需求随着复苏。叠加老旧小区改造，预计电梯板块 2023 年基本面好转。但电梯的竞争仍面临较大压力。
	农机	疫情之后行业增速上行，且向大型化高端化发展。
	天然气储运设备	国内能源结构转型，天然气进入黄金发展期，天然气储运设备景气。
成长板块	激光设备	短期看，价格战影响国内激光设备生产商的盈利能力，但其市占率也在同步提升。看好行业的增长空间以及国产设备的份额持续提升。
	半导体设备	全球半导体处于下行周期尾声，预计 2023 年 Q1-Q2 触底回升。设备方面，（1）大陆晶圆厂逆周期大规模扩产，设备需求维持高位，（2）制裁升级加速进口替代。
	锂电设备	2022 年我国新能源汽车产销持续创新高，渗透率快速提升，1-10 月新能源汽车产销量分别达到 548.5 万辆和 528.0 万辆，同比分别增长 113.8%和 107.69%；10 月单月渗透率提升至 28.49%，预计到十五五，新能源汽车渗透率达到 60%以上，年销售辆突破千万辆。但锂电池厂商大幅扩产高峰期已过，关注新技术如 4680、复合铜箔等带来的投资机遇。
	光伏设备	2023 年受益于国内外装机需求提速、硅料供给释放、光伏各环节技术革新，光伏设备环节有望保持高景气。硅片环节，关注薄片化推动细线化趋势，钨丝金刚线渗透率提升。电池环节关注 HJT 降本路线：核心零部件国产化及铜电镀技。组件环节关注新技术变革下组件设备（串焊设备）有望迎来量价齐升。关注钙钛矿产业化落地进程中设备投资机会。
	风电设备	2023 年是交付大年，关注抗通缩及国产替代主线。风机大型化以及深远海化进一步提升桩基、海缆用量需求。大兆瓦轴承存在技术壁垒，当前国产化率 33%较低，而齿轮箱和发动机轴承的国产化率仅为 1%、0.2%。当前风电主轴轴承全球市场几乎被海外企业垄断。
	工业机器人	在“十四五”机器人产业发展规划等行业政策的引领下，叠加人口问题的不断突出，自动化改造意愿逐渐回归，我国工业机器人销量走向正增长区间。目前工业机器人国产化率约为 35%，国产机器人产业链进步有望在提升机器人各环节国产化率的同时推动机器人行业新一轮发展。

表1. 机械设备行业各细分行业基本面展望

分类	细分行业	主要观点
消费/耗材 属性	数控刀具	数控刀具是典型的顺周期行业，从小周期推演的角度看明年行业增速好于今年，从草根调研反馈信息来看，9月份起边际改善，22Q4显著好于Q3。经测算，我国数控刀片行业数量上国产化率约为64%，金额上国产化率约为不足30%。随着国内头部厂商高端产线放量以及国内制造业自主可控需求，明年刀具高端产品进口替代有望加速。
	消费机械	下游客户分散于消费领域，如家具、食品、饮料、医疗等，需求波动受固定资产投资影响小，相对较为稳健，2023年有望受益疫后消费复苏。

资料来源：中国银河证券研究院整理

2023年投资关键词：疫后复苏、国产替代、新技术落地。
➤ 疫后复苏+国产替代：通用设备自主可控是2023年投资主线。

■ **数控机床：**周期向上，政策支持工业母机自主可控。我国机床产业大而不强，高端亟待突破，产业集中度有望提升。2021年中国机床消费额为280亿美元（约2000亿RMB），全球机床消费额约为800亿美元（约5800亿RMB），中国消费额占全球约35%。我国虽为机床大国，但大而不强，机床核心零部件如数控系统、高端机床如五轴联动数控机床依然严重依赖进口，中高端国产化率约为30%。行业集中度较低，截至2021年底，我国金属切削机床企业仍有931家，金属成形机床仍有544家，行业内企业普遍规模较小。随着制造业强链补链的推进，行业集中度提升以及向高端化发展趋势明朗。相关标的：纽威数控、海天精工、国盛智科、科德数控、拓斯达、创世纪、秦川机床、亚威股份等。

■ **数控刀具：**2021年中国市场空间477亿，全球市场空间2000亿级别。数控刀具是典型的顺周期行业，从小周期推演的角度看明年行业增速好于今年，从草根调研反馈信息来看，9月份起边际改善，22Q4显著好于Q3。经测算，我国数控刀片行业数量上国产化率约为64%，金额上国产化率约为不足30%。随着国内头部厂商高端产线放量以及国内制造业自主可控需求，明年刀具高端产品进口替代有望加速。相关标的：中钨高新、欧科亿、华锐精密。

■ **工业机器人：**在“十四五”机器人产业发展规划等行业政策的引领下，叠加人口问题的不断突出，自动化改造意愿逐渐回归，我国工业机器人销量走向正增长区间。目前工业机器人国产化率约为35%，国产机器人产业链进步有望在提升机器人各环节国产化率的同时推动机器人行业新一轮发展。相关标的：埃斯顿、绿的谐波等。

➤ 新技术落地：寻找专用设备景气加速环节的投资机遇。

■ **光伏设备：**2023年受益于国内外装机需求提速、硅料供给释放、光伏各环节技术革新，光伏设备环节有望保持高景气。硅片环节，关注薄片化推动细线化趋势，钨丝金刚线渗透率提升。电池环节关注HJT降本路线：核心零部件国产化及铜电镀技。组件环节关注新技术变革下组件设备（串焊设备）有望迎来量价齐升。关注钙钛矿产业化落地进程中设备投资机会。相关标的包括：美畅股份、明志科技、捷佳伟创、迈为股份、奥特维等。

- **风电设备:** 明年是交付大年, 关注抗通缩及国产替代主线。风机大型化以及深远海化进一步提升桩基、海缆用量需求。大兆瓦轴承存在技术壁垒, 当前国产化率 33% 较低, 而齿轮箱和发动机轴承的国产化率仅为 1%、0.2%。当前风电主轴轴承全球市场几乎被海外企业垄断。建议关注新强联、恒润股份等。
- **核电设备:** 核电发展提速背景下核电燃料环节投资机会, 新燃料容器到 2025 年市场空间约 10.54 亿元, 目前已迈入进入国产化。基于乏燃料在堆冷却满 10 年后离堆贮存的前提假设, 到 2040 年, 乏燃料运输容器的市场空间约 682.8 亿元。相关标的: 科新机电等。
- **电动车仍处发展快车道, 重点关注锂电中技术变革及供应链重构中的设备机遇,** 括 4680 大圆柱电池、复合铜箔、换电、一体压铸等渗透率提升带来的设备投资机会, 相关标的包括联赢激光、东威科技、瀚川智能、伊之密等。
- **其他建议关注周期向上品种船舶。**

二、紧抓通用设备复苏+自主可控投资主线

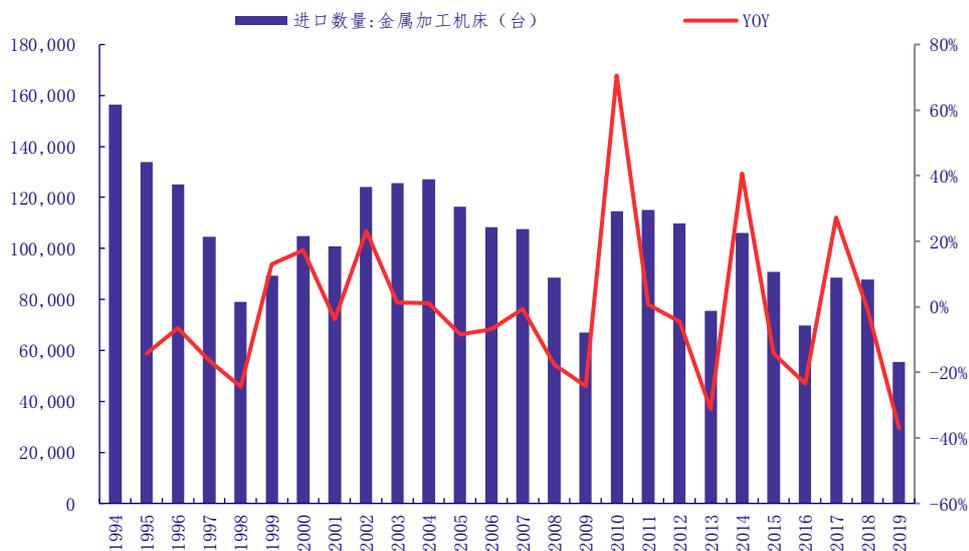
(一) 通用设备有望底部复苏, 推荐受益政策支持下自主可控品种

1、以机床、机器人、注塑机、激光为代表的通用自动化行业体现出类似的周期性特征

机床、工业机器人、注塑机、激光等通用自动化设备由于景气度均与制造业投资相关, 历史上主要受汽车制造业投资、3C 制造业投资及其他一般制造业投资波动影响, 景气趋势上体现出方向上的一致性(幅度有差别)。

- **机床:** 由于我国机床产业大而不强, 中高端机床进口为主, 相较国内产量数据, 进口数据可以更好地体现产业升级下的需求变动趋势, 因此我们选取机床进口数据作为指标。从过去 26 年的机床进口数据来看, 机床行业有其 10 年左右的大周期性的特征, 但也镶嵌 3-4 年小周期, 从增速低谷到下一个周期低谷的时间段分别为: 1998-2001 年, 2001-2005 年, 2005-2009 年, 2009-2013 年, 2013-2016 年, 2016-2019 年, 虽个别年份有领先或滞后, 整体也体现出与机器人、激光、注塑机较为一致的变动趋势。

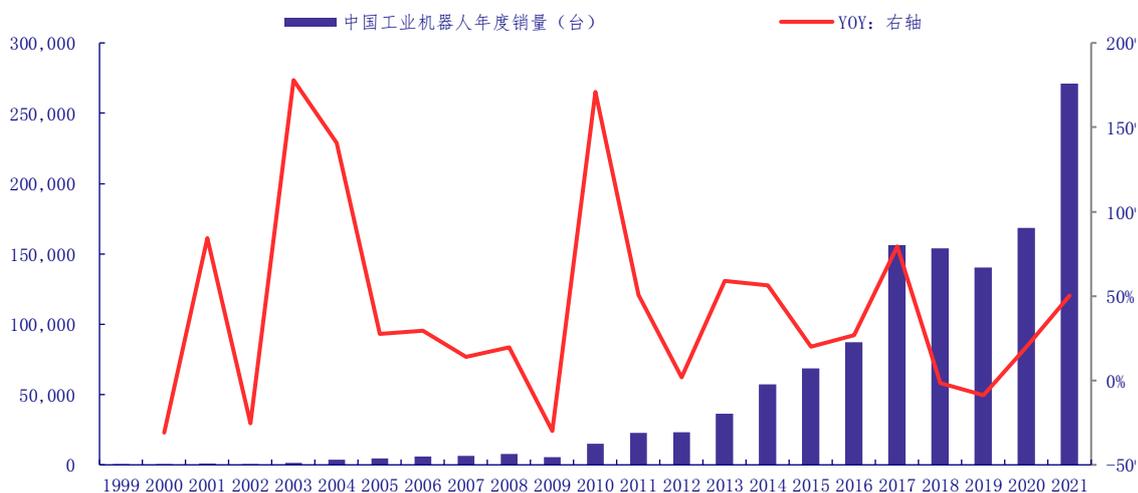
图3. 1994-2019 年中国进口机床数量



数据来源: WIND, 中国银河证券研究院

- **工业机器人:** 通过复盘 IFR 公布的 1999 年至 2021 年的工业机器人销量历史数据, 全球工业机器人和中国工业机器人的销量增速有着较为相似的变化趋势, 表现出 3-4 年左右的周期性。

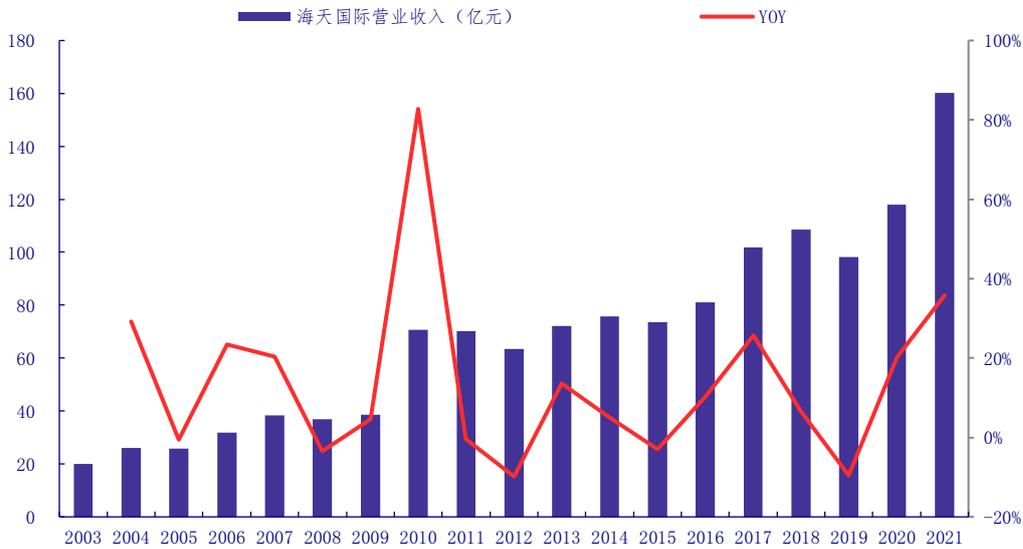
图4. 1999-2021 年中国工业机器人年度销量



数据来源: IFR, 中国银河证券研究院

- **注塑机:** 由于注塑机行业缺乏行业性统计数据, 我们以行业龙头海天国际的营收数据为代表说明行业的变化趋势。从海天国际过去 19 年的营收增速变化趋势来看, 同样体现出 3 年左右的周期性特征, 从增速低谷到下一个周期低谷的时间段分别为: 2005-2008 年, 2008-2012 年, 2012-2015 年, 2015-2019 年, 整体体现出与机器人较为一致的变动趋势。

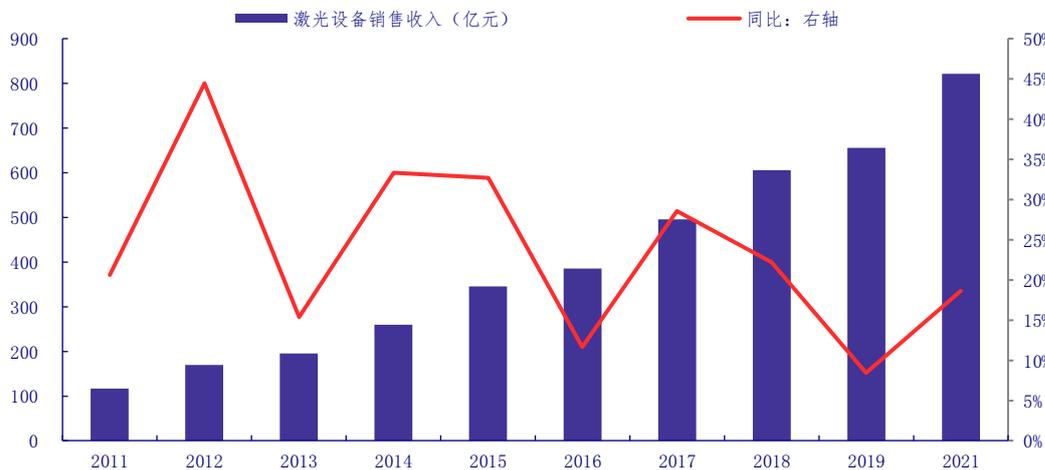
图5. 2003-2021年注塑机龙头海天国际营业收入



数据来源: WIND, 中国银河证券研究院

- **激光:** 我们以武汉文献中心公布的历年中国激光产业发展报告中的中国激光设备销售规模为指标, 可以看出, 激光设备行业同样体现出3年左右的周期性, 过去10年出现过2013-2016年, 2016-2019年两轮周期, 激光作为一个新兴产业链, 数据较短, 从这近两轮的数据来看, 近3年变化趋势与机器人一致, 上一轮较机器人滞后一年。

图6. 中国激光设备市场销售收入及增速



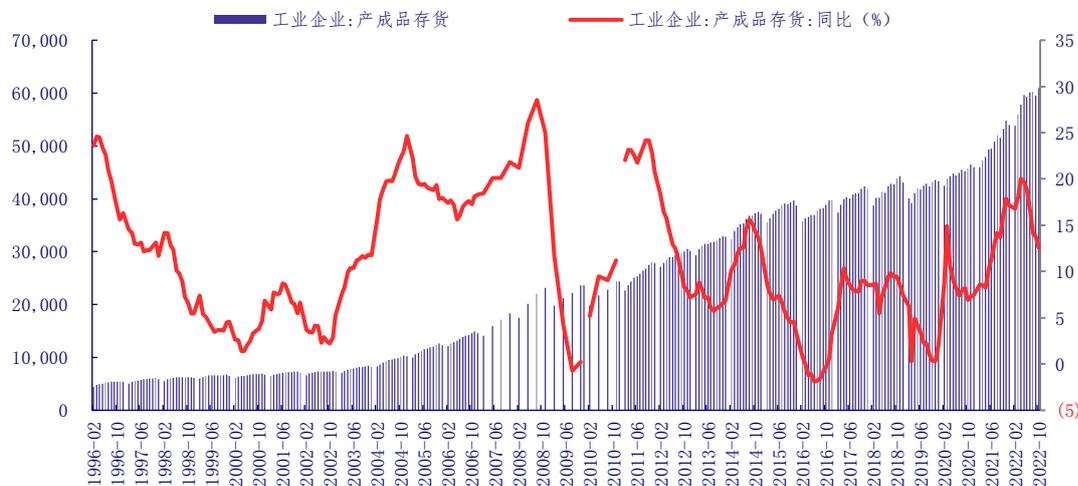
数据来源: 武汉文献中心《2022中国激光产业发展报告》, 中国银河证券研究院

2、背后是库存周期影响下的制造业投资小周期

通用自动化各个细分行业显现出的3-4年的小周期特征, 背后是库存周期影响下的制造业投资小周期。从工业企业产成品库存数据来看, 2000年5月、2002年10月、2006年5月、2009年8月、2013年8月、2016年6月、2019年11月为每一轮小周期低点, 平均周期约39个月, 其中上行期约23个月, 下行期约17个月。此轮库存周期的高点出现在2022年4月份,

按历史周期规律推演，库存周期见底回升将出现在 2023 年 9 月。

图7. 工业企业产成品库存约 3-4 年周期，目前仍处高位被动去库存阶段

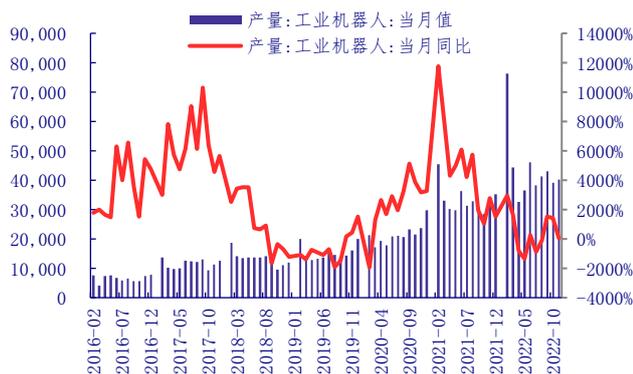


数据来源：WIND，中国银河证券研究院

结合历史传导规律，企业盈利周期领先于库存周期约一个季度，市场股价表现又领先于企业盈利周期约一个季度。

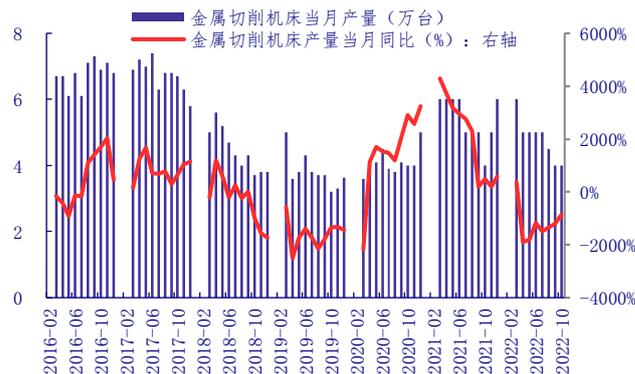
从工业机器人和金属切削机床产量数据来看，2022 年三季度见底，四季度起有所回暖，工业机器人 10 月单月产量增速 14.4%，金属切削机床 10 月单月产量增速-8.5%（有所收窄），但 11 月受疫情影响数据均有所下滑。从草根调研反馈信息来看，9 月起机床、刀具等通用设备需求边际改善。

图8. 工业机器人月度产量 2022 年 9 月已转正



资料来源：WIND，中国银河证券研究院

图9. 中国金属切削机床产量增速 9、10 月下滑有所收窄



资料来源：WIND，中国银河证券研究院

3、本轮制造业投资体现“弱复苏+自主可控”特征

当前工业企业库存仍处于较高水平，本轮去库存或需要更长的时间，背后的原因是需求较弱，或需等到疫情冲击对经济的影响减弱，生产生活逐步恢复正常，预计在 2023 年 Q2 前后，另外，要结合本轮制造业投资的特征，也就是政策支持下的自主可控选取投资赛道。

通用自动化细分行业包括机床产业链（数控刀具、数控机床、机床核心零部件）、机器人产业链（机器人本体、机器人核心零部件）、注塑机、激光产业链（激光器、激光设备、激光控制系统）、叉车、通用减速器、自动化零部件等细分子行业。通过以上分析，我们重点看好数控刀具、数控机床以及机器人三大细分子行业，以及受益于商业模式创新或进口替代的其他通用零部件领域。

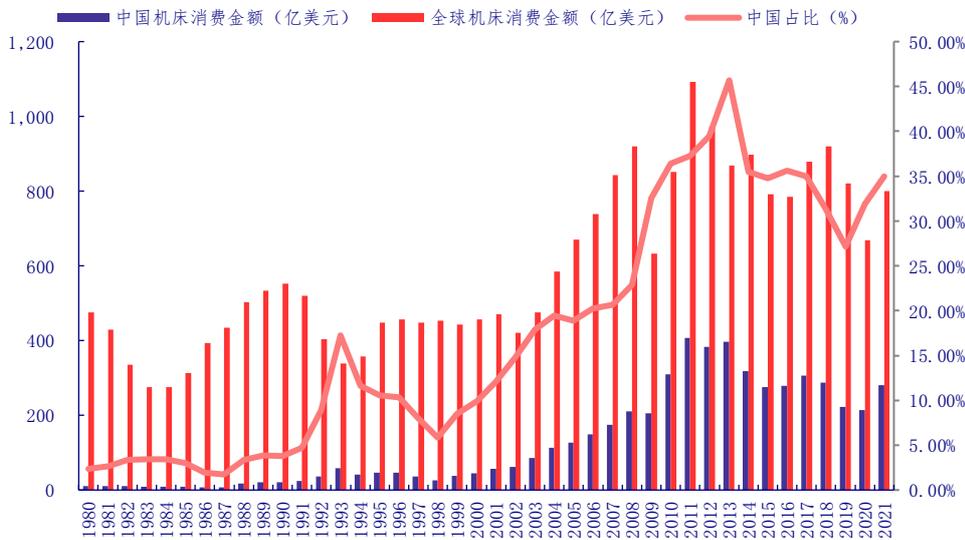
（二）重点看好数控机床、数控刀具、机器人三大细分子行业

1、数控机床

（1）机床行业周期性特征明显，目前处于逐步回升阶段

机床行业是一个典型的周期性行业，当前大周期（更新周期）向上，小周期（库存周期）逐步见底回升。机床的一般产品寿命约为 10 年，因此行业大约每 7-10 年为一个商业周期，历史上全球消费规模 1983 年、1993 年、2003 年、2013 年均处于阶段性低点。从 10 年的大周期来看，2020 年全球机床总消费 668.17 亿美元，中国机床消费金额 213.16 亿美元，处于近 10 年最低位，中国及全球市场从 2021 年开始复苏，2021 年机床消费显著提升，分别同比增长 19.73% 和 31.46%，目前仍处于底部回升阶段。中国机床消费占全球比重在 2019 年下降到低位 27.16% 后，近两年稳步上升，2021 年达到 35%。

图10.近 40 年全球和中国机床消费情况



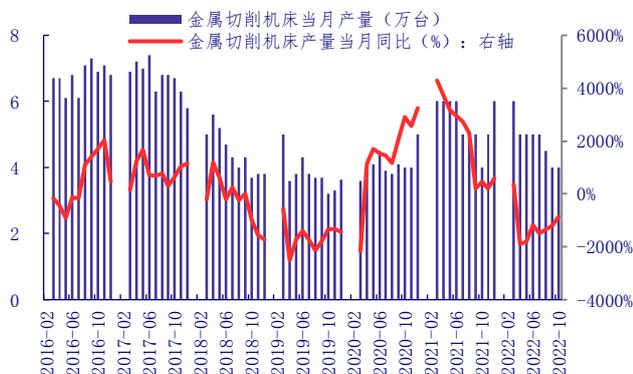
数据来源: Gardner Intelligence, 中国银河证券研究院整理

从小周期维度来看，与注塑机、机器人、激光、工控、通用减速机等通用自动化行业一致，背后是制造业投资的小周期。小周期维度 3-4 年一轮周期，2019 年、2015 年、2012 年、2009 年均处于小周期低点。中国金属切削机床 2022 年以来当月产量增速不断下降，库存压力逐渐释放，2022 年 1-11 月累计产量 52 万台，同比下降 12.50%，较于往年同期水平也处于地位。

目前中国机床行业处于大、小周期底部回升的交织阶段，另外中国疫情政策逐步宽松，中国制造业有望在 2023 年稳步回暖。展望未来 3-5 年，中国机床消费市场不仅将全面恢复到疫

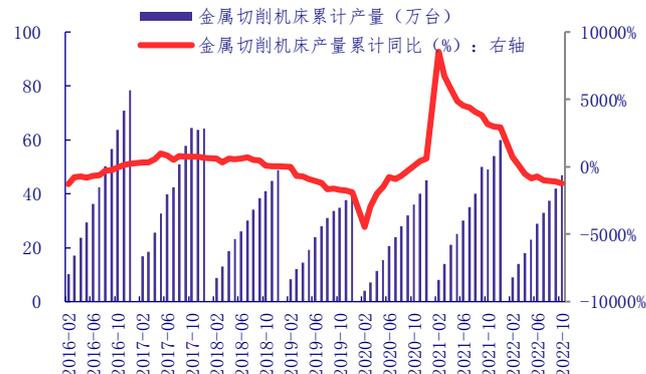
情前水平，而且借力国家十四五规划，以高端制造业为导向进一步扩大国内的机床消费市场。

图11.2016-2022年中国金属切削机床当月产量



资料来源：WIND，中国银河证券研究院

图12.2016-2022年中国金属切削机床累计产量



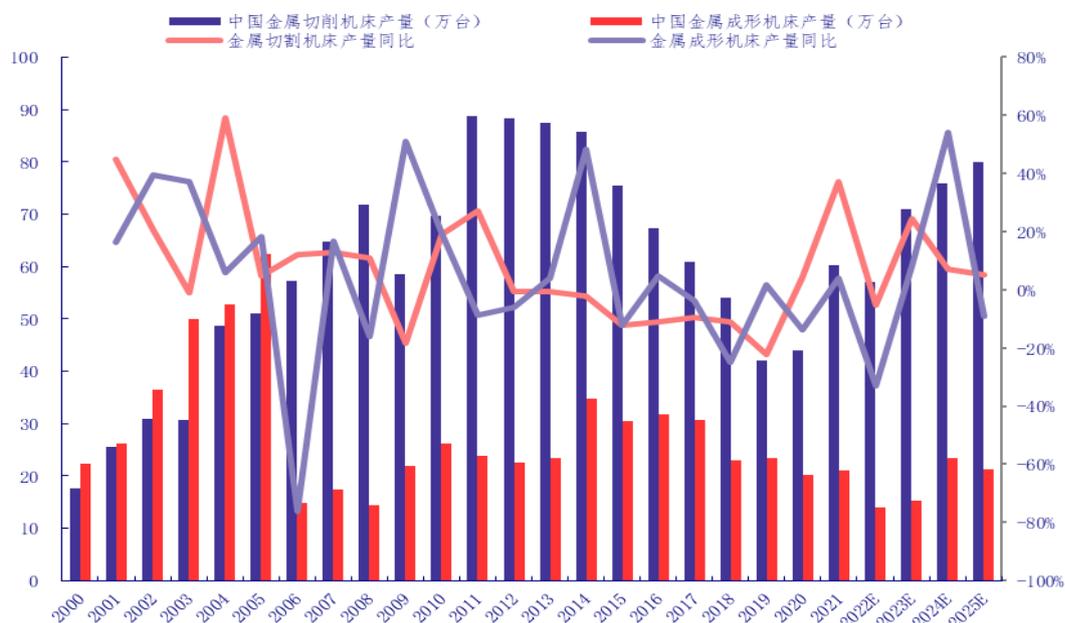
资料来源：WIND，中国银河证券研究院

(2) 需求端：疫情后时代经济全面恢复，高端制造业为核心驱动

➢ **金属切削机床需求稳步上升，金属成形机床需求逐步恢复**

金属切削机床的需求主要分为两种，第一是更新需求，金属切削机床的设备更换周期一般是10年，我们通过将之前10年-15年每年机床产量进行加权计算得出；第二是新增需求，每年中国制造业的扩张都需要新机床设备的购入，我们预计未来3年中国制造业投资平均增速为5%，因此未来3年带动的新增需求为14.01万台、11.77万台、12.36万台。以上加总，得到未来三年金属切削机床需求分别为71.47万台、76.43万台、79.83万台。金属成形机床我们认为会稳步恢复到疫情前水平，以更换需求为基本逻辑，预计未来三年金属成形机床需求分别为15.17万台、23.39万台、21.28万台。

图13.2022-2025年中国整体机床市场需求预测

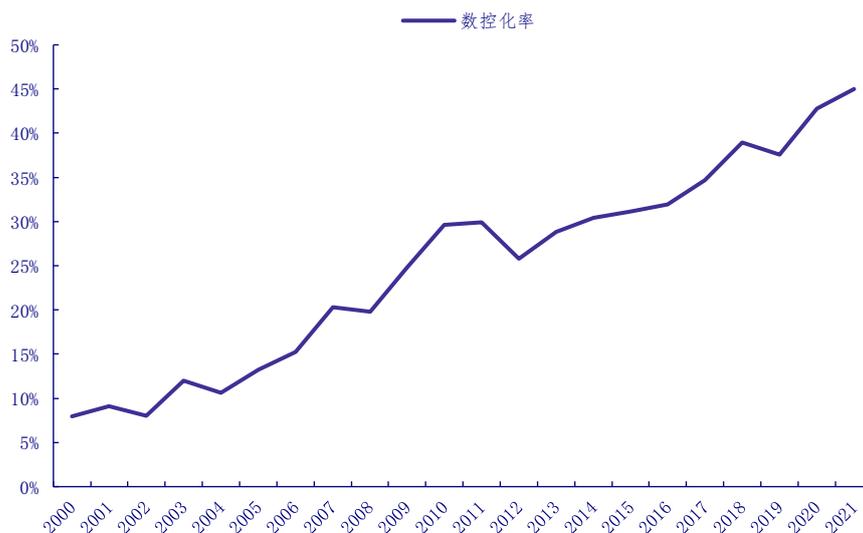


数据来源：WIND，中国银河证券研究院

➤ 工业现代化建设持续推进，数控机床占比稳步提升

随着政策对高端制造业的倾斜，数控机床占比稳步提升，2021年中国机床数控化率为45%，预计在政策加持和制造业需求下，假设每年提升3个百分点，中国数控机床2023-2025年的需求为36.45万台、41.27万台、45.50万台。

图14.2000-2021年中国金属切削机床数控化率逐步提升



数据来源：WIND，中国银河证券研究院

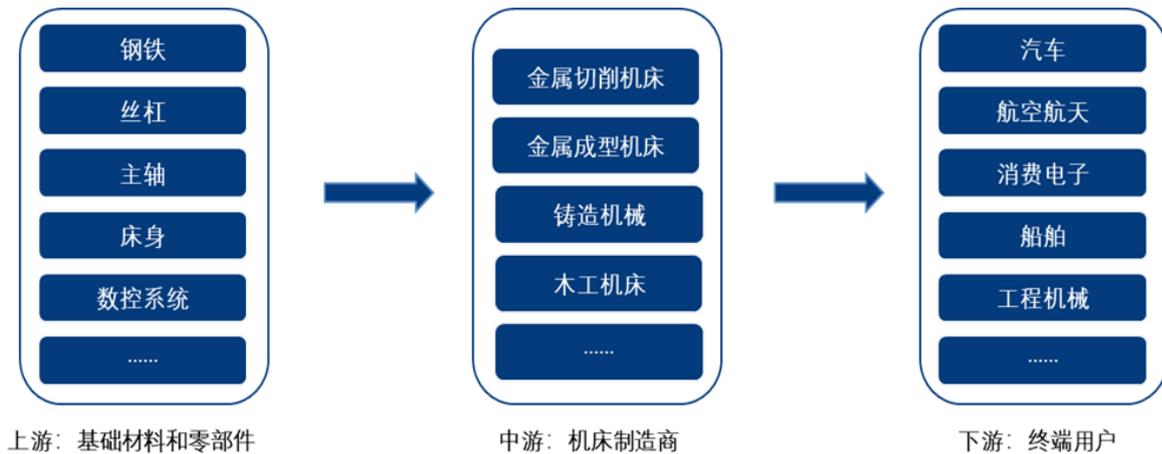
(3) 供给侧：核心零部件、中高端机床依赖进口，但国产化率在提升，国产产能在提升

➤ **机床产业链：中游位置承接结合上下游工业产业**

机床行业技术水平和产品质量是衡量一个国家装备制造业发展水平的重要标志。机床是对金属或其他材料的坯料或工件进行加工，使之成为所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器，机械产品的零件通常都是用机床加工出来的。机床与其他机器的主要区别在于，机床是制造机器的机器，同时也是制造机床本身的机器，因此机床又被称为母机或工具机。

整个机床产业链上中下游清晰，包括上游基础材料和零部件生产商、中游机床制造商和下游终端用户。上游基础材料和零部件生产商主要为机床制造商提供结构件（铸铁、钢件等）、数控系统、传动系统（导轨、丝杠、主轴等）、刀库等组成，涉及企业主要包括发那科、西门子、海德汉、三菱等等公司；中游是机床制造商，负责向终端用户提供满足其要求的各种机床或成套的集成产品；终端用户主要是汽车、消费电子、航天航空、船舶、工程机械等领域的公司。

图15.机床产业链



资料来源：中国银河证券研究院

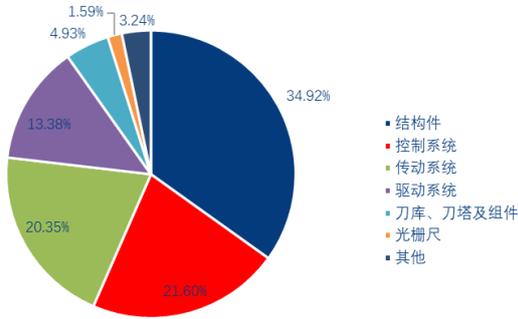
➤ **机床零部件占比与供应情况**

■ **上市机床公司核心零部件占比**

从机床行业上游来看，上游零部件可以分为结构件、数控系统、传动系统、功能部件等，这几部分占据了机床的最主要成本。

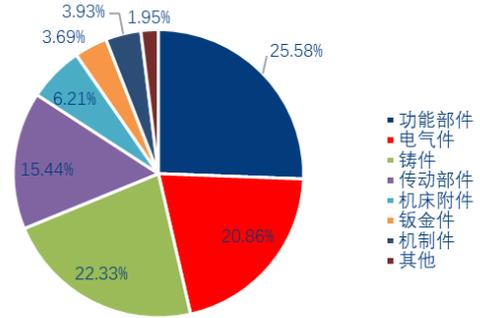
分公司来看，海天精工机床零部件占比前三为结构件、控制系统和传动系统，分别占比 34.92%、21.60%、20.35%；纽威数控机床零部件占比前三为功能部件、电气件和铸件，分别占比 25.58%、22.33%、20.86%；国盛智科机床零部件占比前三为机床其他材料、数控系统及配件和钣金类原材料，分别占比 22.73%、20.17%、20.05%；科德数控机床零部件占比前三为结构件、传动类和控制系统，分别占比 39.26%、17.26%、13.11%；浙海德曼机床零部件占比前三为导轨、数控系统和铸件，分别占比 26.69%、24.05%、14.82%。

图16.海天精工机床零部件占比



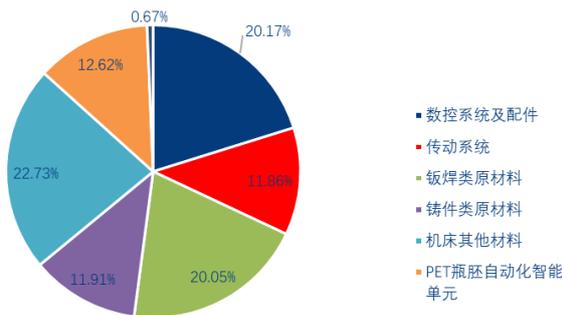
资料来源：海天精工招股说明书，中国银河证券研究院

图17.纽威数控机床零部件占比



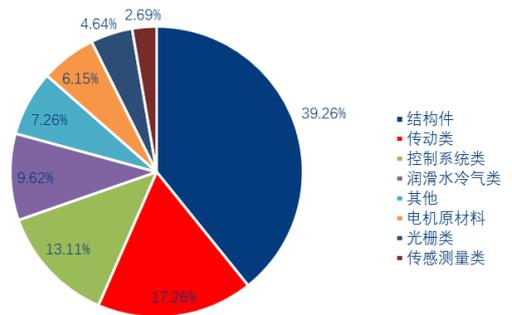
资料来源：纽威数控招股说明书，中国银河证券研究院

图18.国盛智科机床零部件占比



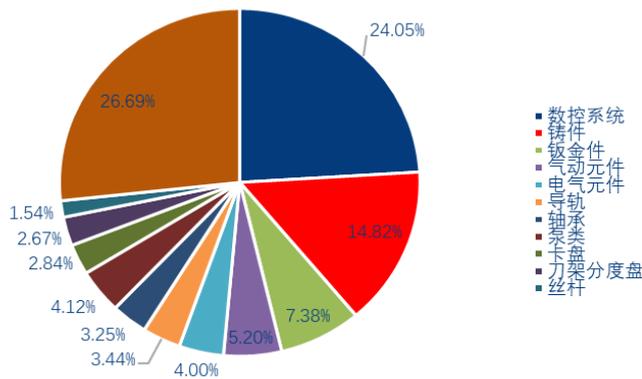
资料来源：国盛智科招股说明书，中国银河证券研究院

图19.科德数控机床零部件占比



资料来源：科德数控招股说明书，中国银河证券研究院

图20.浙海德曼机床零部件占比



资料来源：浙海德曼招股说明书，中国银河证券研究院整理

■ 零部件供应商

从表中可以看出数控系统和传动系统均以进口为主，公司集中在发那科、西门子、HIMIN和台湾银泰等；核心功能部件如转台、刀库、刀塔等是部分进口，部分使用国产品牌，公司集中在台湾宝嘉成、旭阳、常州德速、北钜等。结构件和铸件、钣金件以国产品牌为主，如光洋科技、云科晟数控等。

总的来说，机床的上游核心部件以进口日本、德国的公司为主，非核心部件正在逐步使用国产品牌。

表2. 机床零部件供应商情况

零部件类型	说明	供应商		备注
数控系统	进口为主	进口品牌	发那科 西门子 海德汉 三菱	
		国产品牌	华中数控 广州数控	
传动系统（包括丝杠、导轨、主轴、轴承、齿轮）	进口为主	进口品牌	HIMIN（上银） 台湾银泰 PMI（银鼎） INA（依纳） THK NSK 日本 NTN 日本 NACHI 德国 FAG 瑞典 SKF	丝杠、导轨 丝杆、导轨 丝杠、导轨 导轨 丝杠、导轨 轴承 轴承 轴承 轴承 轴承
		国产品牌	汉江工具 江苏启尖 上海莱恩 广东凯特 南京工艺装备 大连凯特乐 常熟长城 洛阳轴承 哈尔滨轴承 昊志机电	丝杠、导轨，秦川机床子公司 丝杆 丝杆 丝杠、导轨 丝杠、导轨 轴承 轴承 轴承 轴承 轴承 主轴
核心功能部件（转台、刀塔、刀库、齿轮箱、铣头、直角头、万向头、摆头、光栅	部分进口，部分自制	进口品牌	台湾宝嘉成 台湾旭阳 台湾德川 台湾亘隆	转台 转台 转台 转台

尺、编码器等)			大岛川 德大 台湾吉辅 六鑫刀塔 台湾迈坤 ZF (采埃孚) 德国斯德博 意大利 BF	刀库 刀库 刀库 刀塔 刀塔 齿轮箱 齿轮箱 齿轮箱
		国产品牌	常州德速 北钜 常州新墅 烟台环球	转台、刀库 刀库 刀塔 刀塔
结构件 (包括接触器、继电器、电阻器、按钮、行程开关等)	一般外采	国产品牌	光洋科技	
铸件、板焊件、润滑水冷、传动类	外采或自制	国产品牌	云科晟数控 毅鸣通数控 银德机械 哒详数控设备	

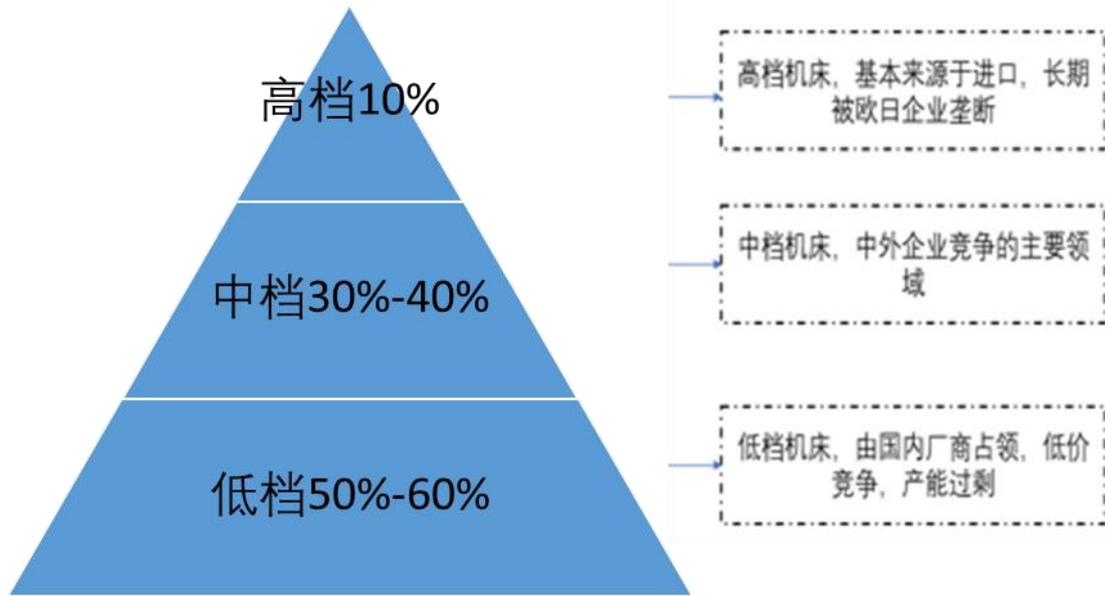
资料来源：上市机床公司招股说明书、中国银河证券研究院整理

(4) 机床中高端划分及竞争格局

➤ 机床中高端划分

目前我国的机床消费市场按照档次分大致呈金字塔结构，底部是低档机床，占比 50-60%，由国内厂商占领，主要通过打价格战来竞争，产能过剩；中部是中档机床，占比 30-40%，是目前中外企业竞争的主要领域；而顶部是高端机床，占比 10%，基本来源于进口，长期被欧日企业垄断。

图21. 我国机床消费档次划分



资料来源：中国银河证券研究院

中国机床消费市场的国产化率在经过 2003-2008 年快速提升后，一直在 70%左右的水平波动，国产化率有待提高，高端设备进口替代空间弹性更大。根据 Gardner Intelligence 的数据，2021 年中国机床进出口金额为 82.4 亿美元，占消费总量的 29%，整体的国产化率 71%。而高性能、高精密度的高档数控机床的国产化率更低。由于低档机床主要由国产厂商提供，我们假设进口机床集中在中高档，则中高档机床国产化率仅为 20%-30%。

近年来，国内中高档数控机床市场亦出现了一批具备核心技术的新兴民营机床企业，其产品得到市场的广泛认可，综合竞争力大幅提高，民族品牌开始崛起，逐渐形成进口替代趋势。另外，在中美贸易战的大背景下，由于美国以各种理由，特别是在高科技领域限制中国的全球化进程，这使得国内行业供应链被迫进行调整，加速了进口替代的进程。

➤ 国内机床企业竞争格局

集中度低：我国虽为机床大国，根据 Gardner Intelligence 的数据，2021 年中国机床消费市场金额是 280 亿美元（1960 亿人民币），但大而不强，行业集中度较低，截至 2021 年，我国金属切削机床企业仍有 931 家，金属成形机床仍有 544 家，行业内企业普遍规模较小。

中高端国产化率低：我们定义数控金属切削机床销量为中高端，则销量的 45%为中高端，中高端金额更高，假设 70%的金额占比为中高端，则中高端市场规模约为 900 亿，进口的 82.4 亿美元（约 600 亿）均为中高端，则国产中高端市占率约为 1/3。

➤ 重点企业扩产计划

为响应国家十四五规划，我国机床生产企业积极进行以高端数控机床为主的产能扩增计划。截至目前，纽威数控的三期中高端数控机床产业化项目已经在今年 8 月建成投产，预计年增产能 2000 台；国盛智科的中高档数控机床生产项目也已大致完成建设阶段，预计 2023 年将

达到50%设计产能，2024年实现达产；科德数控的面向航空航天高档五轴数控机床产业化能力提升工程已完成厂房建造与改造装修阶段，正在安装与调试设备；而创世纪、秦川机床和海天精工

的增产项目也均通过股东大会审议和相关批复，正在规划设计阶段。

综上，这些项目达产以后，我们保守预计年增高端机床超15000台，将会为国产高端机床领域注入新的活力。

表3. 重点机床生产企业的扩产计划

公司	项目	增产情况	项目进度
海天精工	高端数控机床智能化生产基地项目	计划投资10亿元，占地约330亩	已签署土地出让合同
纽威数控	三期中高端数控机床产业化项目	年增数控机床2000台，包括立式、卧式加工中心	2022年8月已经投产
国盛智科	中高档数控机床生产项目	年增高档数控机床600台，包括大型、卧式和五轴龙门加工中心	预计2023年达到50%产能，2024年达产
科德数控	面向航空航天高档五轴数控机床产业化能力提升工程	计划投资超4.6亿，建设面积15900平方米	设备安装调试阶段
创世纪	高端数控机床制造产业化生产基地项目（一期）	年增立式加工中心8000台，卧式240台，龙门180台	规划设计阶段
秦川机床	高档工业母机创新基地项目（一期）	计划投资5.9亿，内部收益率（税后）14.5%	规划设计阶段

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

(5) 相关标的

表4. 数控机床相关标的

股票代码	股票简称	企业简介
601882.SH	海天精工	中国数控机床领先企业，目前已形成以大港精工、堰山精工、大连精工为主体的三大生产集群；主导产品包括龙门镗铣、卧式加工中心、数控车削中心、大型卧式镗铣床、数控床等5大系列、200多个品种，产品广泛服务在汽车、机车、船舶、机械、电力、模具、柴油机等行业。
688697.SH	纽威数控	公司专注于中高档数控机床的研发、生产及销售，现有大型加工中心、立式数控机床、卧式数控机床等系列200多种型号产品，广泛应用于汽车、工程机械、模具、阀门、自动化装备、电子设备、航空、船舶、通用设备等行业，部分产品根据客户特殊需求定制化开发。
688558.SH	国盛智科	公司是国内领先的金属切削类中高档数控机床以及智能自动化生产线提供商，主要根据下游精密模具、新能源、航空航天、轨道交通、汽车、3D打印、生物医药、工程机械、工业阀门等终端领域客户的应用需求提供智能制造一体化解决方案。
300083.SZ	创世纪	公司是集数控机床研发、生产、销售、服务于一体的高端智能装备制造企业，旗下机床核心品牌有台群精机(Taikon)、宇德(YuKen)。公司数控机床产品品种齐全，涵盖金属切削机床和非金属切削机床品类，产品涵括钻攻机、立式加工中心、卧式加工中心、龙门加工中心、数控车床、雕铣机、精雕机、高光机、热弯机、走心机等系列精密加工设备，主要产品广泛应用于3C供应链、5G产业链、汽车零部件、模具、医疗器械、轨道交通、航空航天、石油化工装备、风电、船舶重工等诸多领域，是国内同类型企业中技术宽度最广、产品宽度最全的企业之一，能够为客户提供整套机加工解决方案。
688305.SH	科德数控	公司是从事高端五轴联动数控机床及其关键功能部件、高档数控系统的研发、生产、销售及服务的的高新技术企业，主要产品为系列化五轴立式(含车铣)、五轴卧式(含车铣)、五轴龙门、五轴卧式铣车复合四大通用加工中心和五轴磨削、五轴叶片两大系列化专用机床，以及服务于高端数控机床的高档数控系统，伺服驱动装置，系列化电机，系列化传感产品，电主轴，铣头，转台等。
300607.SZ	拓斯达	公司是国家级高新技术企业、广东省机器人骨干企业，深度研发视觉、控制器、伺服驱动三大底层技术，不断打磨以工业机器人、注塑机、CNC为核心的智能装备，打造以核心技术驱动的智能硬件平

		台，为制造企业提供智能工厂整体解决方案。公司旗下埃弗米是国内五轴联动数控机床领先企业。
688577.SH	浙海德曼	公司以“专”、“特”、“精”为产品的基本定位，以打破国际机床巨头对我国高端数控机床的垄断，实现“进口替代”为目标，致力于高端数控车床基础技术和核心技术的自主创新，形成了完整的高端数控车床开发平台和制造平台
000837.SZ	秦川机床	公司是中国精密数控机床与复杂工具研发制造基地，是中国机床工具行业的龙头企业。公司主要产品有齿轮磨床、螺纹磨床、外圆磨床(曲轴磨、球面磨、车轴磨)、滚齿机、通用数控车床及加工中心、龙门式车铣磨复合加工中心、塑料机械(中空机、木塑设备)、精密高效拉床等高端数控装备、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、螺杆转子副、精密齿轮、精密仪器仪表、精密铸件等零部件产品；以及数字化车间和系统集成、机床再制造及工厂服务、供应链管理以及融资租赁等现代制造服务业务。
002559.SZ	亚威股份	公司是国内中高端金属板材成形机床行业的领先企业之一。研发制造销售数控转塔冲床、数控折弯机、数控激光切割机、金属平板加工自动化系统、金属卷板加工自动化生产线、线性和水平多关节机器人等高端、智能、自动化产品。

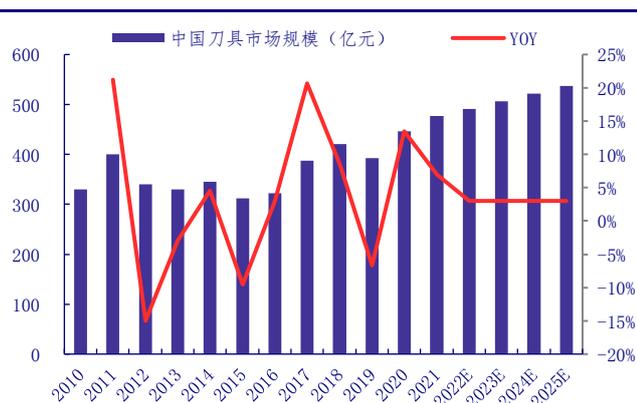
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

2、数控刀具

(1) 数控刀具作为工业耗材，是典型的顺周期行业

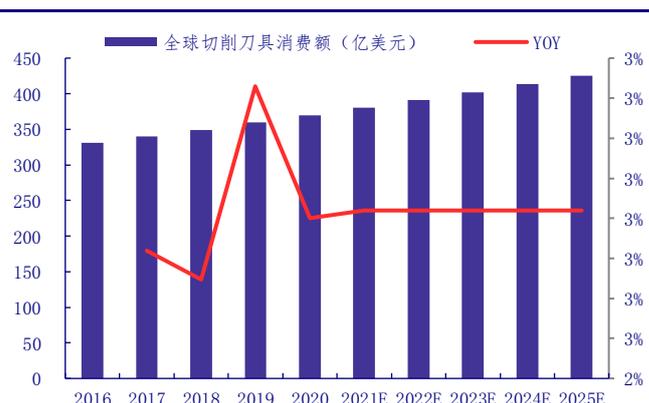
机床刀具指机械制造中用于切削加工的工具，又称切削工具，为工业耗材。2016-2018年我国切削刀具市场规模出现快速增长，2018年刀具消费总额达到421亿元，超过2011年400亿的高点，创造了历史最高纪录。2019年，汽车等下游制造行业下行，叠加中美贸易摩擦加剧，我国刀具消费额有所下滑至393亿元。2020年疫情后我国经济快速复苏，刀具行业的年消费额又一次创新高，达到421亿元，2021年市场规模进一步提升达到477亿元。根据QY Research数据，2020年全球切削刀具消费金额达370亿美元(约2680亿人民币)，2016-2020复合增长率为2.82%，预测2025年，全球刀具消费额将达到425亿美元。

图22.中国刀具市场规模(亿元)和趋势预测



资料来源：中国机床工具工业协会，中国银河证券研究院

图23.全球切削刀具消费额(亿美元)和趋势预测



资料来源：QY Research，中国银河证券研究院

用于金属切削机床加工的刀具按照材料的硬度从低到高主要分为高速钢、硬质合金、陶瓷以及超硬材料。根据中国机床工具工业协会数据，2021年国内金属切削机床刀具的市场规模大约477亿元，其中硬质合金约占51%，达到243.27亿元；根据中国机床工具工业协会统计，

刀片约占会员企业硬质合金刀具销售额 54%，依此估算国内硬质合金刀片市场规模在 131.4 亿元左右。硬质合金数控刀具按照结构可大致分为整体硬质合金刀具和可拆分/转位刀具，其中可转为刀具的使用更便捷，刀片达到寿命后可直接拆卸进行替换。刀片根据加工方式又可分为车削、铣削、和钻削刀片，其中车削刀片的占比最大。

图24.金属切削机床刀具品类拆分和市场规模

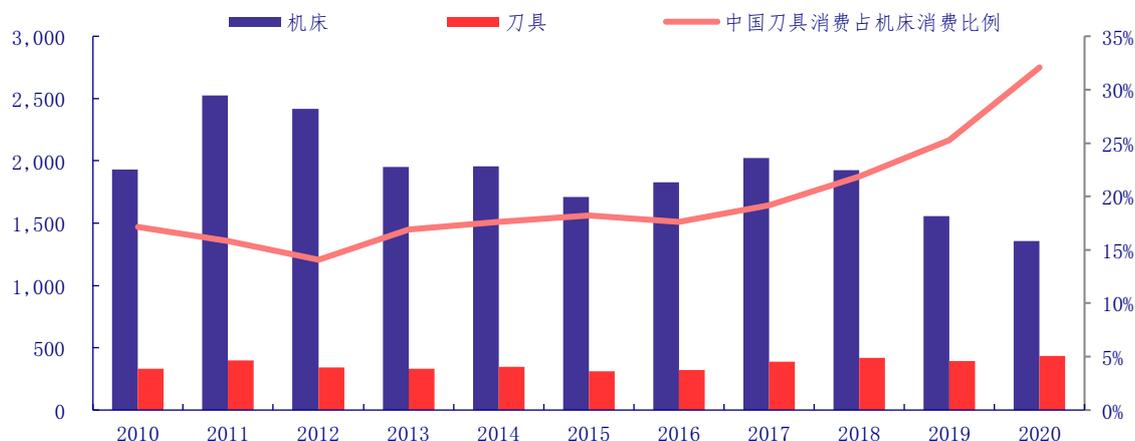


数据来源：中国机床工具工业协会，中国银河证券研究院整理

(2) 明年有望迎来周期向上+进口替代+均价提升的量价齐升机会

我国正处于产业结构的调整升级阶段，刀具消费占比有较大提升空间。在工业 4.0 的趋势下，制造业在积极寻求转型升级补短板，现代切削加工对刀具的稳定性、加工精度、进给速度、使用寿命等要求也相应的提高。在我国刀具产品占机床的消费结构中，数控刀片占机床消费的比重从 2012 年的 14.1%提升到 2020 年的 32.1%，可见我国刀具消费在提质升级，但距离传统制造业强国还有一定差距；根据华锐精密可转债募集说明书显示，德国、美国和日本等制造业强国注重数控机床和高效刀具互相协调、平衡发展，每年的刀具消费规模为机床消费的 50%左右。随着国内终端用户生产观念逐渐从“依靠廉价劳动力”向“改进加工手段提高效率”进行转变，以及制造业的转型升级，我国刀具消费规模仍存在较大提升空间。

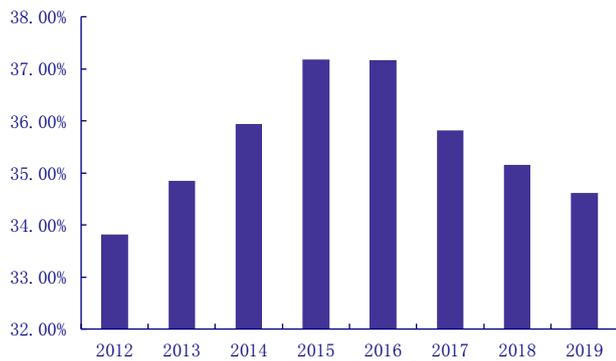
图25.中国刀具消费占机床消费比例呈上升趋势



数据来源：中国机床工具工业协会，中国银河证券整理

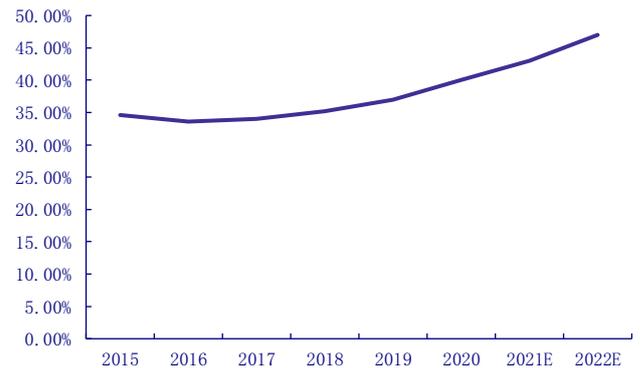
疫情只是导火索，从2017年起进口刀具的国内市场份额呈现下滑趋势。由于近两年疫情影响，国外的刀具厂商供货不及时+物流滞后，给国内的企业带来进口替代的机遇。在过去30年里，随着国内刀具行业的新兴企业涌现，各企业研发投入加大，叠加专精特新企业补贴和减税政策支持，刀具技术升级+本土服务优势显现，国产替代的进程不断加速，进口刀具的市场份额由2016年的37.2%逐步下降至2019年的34.6%。

图26.进口刀具市场规模逐渐下滑



资料来源：WIND，中国银河证券研究院

图27.我国刀具行业国产化率



资料来源：中国机床工具工业协会，中国银河证券研究院

机床数控化是机床行业的升级趋势，降本增效的同时，数控化率提升也为数控刀具市场带来增量。近几年，我国机床数控化率保持着稳定增长，2021年金属切削数控机床产量占比达到44.85%，同比+40.15%。根据国务院《中国制造2025》规划，预计到2025年我国数字化研发设计工具普及率达到72%，关键工序数控化率达到50%；对比国际上制造业强国机床数控化率60%-70%以上的水平，我国机床数控化率还有较大的提升空间。所以无论是存量机床的更新换代需要，还是每年新增的数控机床的需求，刀具作为机床加工的消耗品，将迎来可观的消费需求增速。

(3) 未来发展趋势是打造刀具综合解决方案提供商以及供应全球

以山特维克为鉴，未来刀具企业的发展路径为拓宽品类、从产品到服务强化品牌效应。自成立以来，山特维克一直致力于为客户解决实际问题，其产品也根据客户需求不断革新，从硬质合金刀片逐渐发展到包括涂层刀片和其他各类特殊材料刀片的近10万种品类；除产品外，山特维克还推出了刀具咨询和定制化服务。优质的产品加上全方位的服务，更能拓宽销售渠道、扩大客户范围、强化品牌效应。

国内头部企业或许也可以走上并购扩张的道路，以扩充产品线为客户提供完整的解决方案为目标，从硬件到软件，从设备配套到技术储备，未来中国有望出现一个行业龙头占领大部分市场，并逐步向海外扩张。

(4) 相关标的

表5. 数控刀具相关标的

股票代码	股票简称	企业简介
000657.SZ	中钨高新	公司依托完整的产业链竞争优势，着力建设从矿山、冶炼、精深加工于一体的产业体系，打造中国第一、

		世界一流的钨产业集团。硬质合金企业拥有“我国硬质合金工业的摇篮”株硬公司，国内领先的硬质合金切削刀具综合供应商株洲钻石，中国最大的设计和生产 PCB 用精密微型钻头、刀具和高精密级进模具的金洲公司，中国钨基硬面材料领域的领导者自硬公司，以及管理着国内最大的钨冶炼与粉末制品基地之一南硬公司。
688308.SH	欧科亿	公司是一家专业从事数控刀具产品和硬质合金制品的研发、生产和销售，具有自主研发和创新能力的高新技术企业，公司生产的数控刀具产品主要是数控刀片。公司自成立之日起，便致力于硬质合金制品的研制，积累了丰富的生产工艺和质量管理经验。
688059.SH	华锐精密	公司一直秉承“自主研发、持续创新”的发展战略，专注于硬质合金数控刀片研发与应用，不断追求硬质合金数控刀片整体性能的提升和制造工艺的优化。公司依托多年的人才、技术积累以及先进装备的引进和消化吸收，形成了在基体材料、槽型结构、精密成型和表面涂层四大领域的自主核心技术，开发了车削、铣削、钻削三大系列产品。公司核心产品在加工精度、加工效率和使用寿命等切削性能方面已处于国内领先水平，部分产品达到国际先进水平，进入了由欧美和日本刀具企业长期占据国内中高端市场，特别是铣削刀片已形成显著竞争优势。

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

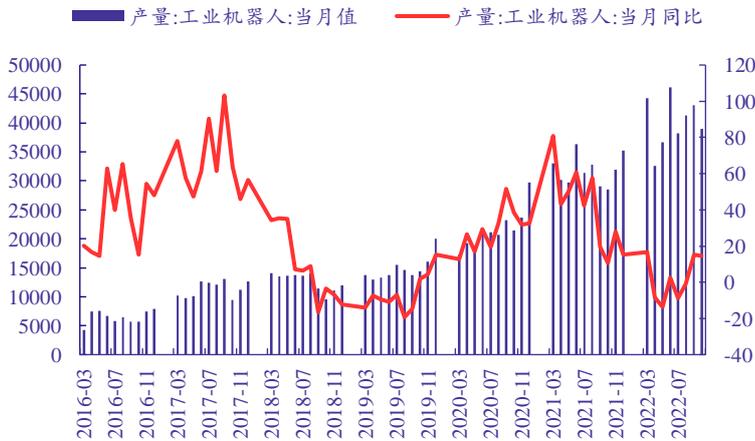
3、机器人

(1) 工业机器人产量重回正增长区间

2022 年 9 月-11 月，中国工业机器人产量同比重新恢复到正增长区间，受宏观经济因素、机械子行业周期波动、下游自动化需求乃至疫情等多方因素刺激，我国工业机器人的产量自 2015 年有统计数据以来，年度产量已从 2015 年的 32996 台，增长至 2021 年的 36.6 万台，可谓是一轮最初的成长。

近两年来，在自动化改造需求升级和疫情压制固定资产投资意愿的冲突下，我国工业机器人的销量同比数据经历了一轮小波动，而站在当下，我们仍旧对国产工业机器人及其产业链的前景持有乐观预期。

图28.我国工业机器人产量持续提升



资料来源：国家统计局，中国银河证券研究院

(2) 产业链协同发展有望推动行业新一轮增长

工业机器人产业链主要由原材料、零部件（上游）、机器人本体（中游）、系统集成（下游）以及行业应用等几个环节组成。工业机器人的生产成本结构中，上游核心零部件占比较高，伺服系统、控制器与减速器成本占比超70%，这其中减速器则占到一半，而本体制造仅占15%。究其原因，工业机器人的驱动与控制功能均来自核心零部件，与本体制造相比，核心零部件的技术壁垒更高，因此生产成本占比高。

核心零部件国产化程度低在一定程度上导致其生产成本占比高。以减速器为例，减速器国产化率较低，该市场主要依赖于进口。中国工业机器人制造企业在采购减速器时，由于采购数量较少，难以产生规模效应，面临国际供应商议价权过高问题，相同型号用减速器，中国企业采购价格是国际知名企业的两倍。

图29. 2020年工业机器人成本结构

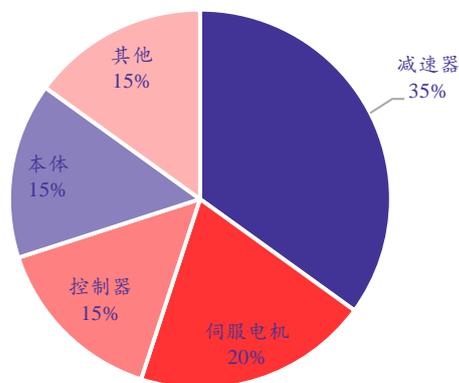
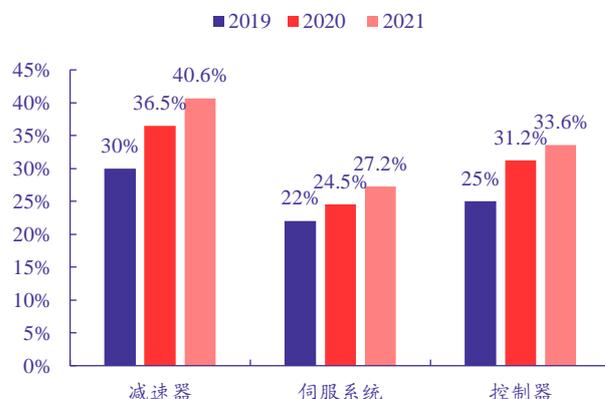


图30. 2019-2021年工业机器人核心零部件国产化率



资料来源：OFweek，中国银河证券研究院整理

资料来源：OFweek，中国银河证券研究院整理

随着国家对智能制造领域的大力投入，我国工业机器人核心零部件的研究领域取得了一定成效，涌现出了一批快速进步的精密减速器制造企业。如在谐波减速机方面，国内已有一些可替代产品，如绿的谐波、中大力德、双环传动等。对行业内主要企业的梳理如下：

表6. 精密减速器行业主要企业

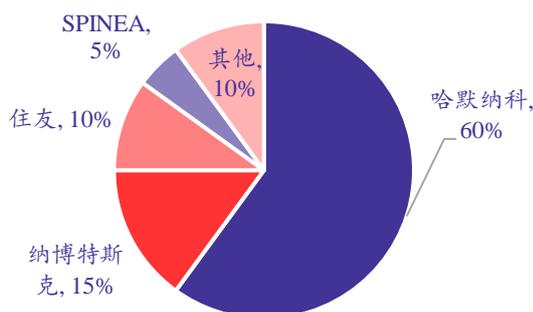
减速器类别	企业名称	企业概况
谐波减速器	哈默纳科	成立于1970年，总部位于日本东京，是日本东京证券交易所上市公司（6324.T），主要从事谐波减速器、机电一体化产品、精密行星减速器等生产和销售，是整体运动控制的领军企业，其生产的谐波减速器被广泛应用于各种传动系统中，在全球工业机器人领域有着较高的市场占有率。
	日本新宝	成立于1952年，总部位于日本京都，是日本电产公司（6549.T）旗下子公司，主要从事精密减速机、变速机的开发、生产和销售。
	中技克美	成立于1994年，注册资本4,000万元，位于北京市，在2017年于全国中小企业股份转让系统挂牌（871601.OC），主营业务包括谐波传动产品、谐波传动机电产品的制造和研发。
	绿的谐波	成立于2011年，总部位于江苏省苏州市，2020年总营收为2.17亿元人民币，其中谐波减速器及金属部件收入占比94.08%；其产品广泛应用于工业机器人、服务机器人、数控机床、航空航天、医疗器械、半导体生产设备、新能源装备等高端制造领域。
RV减速器	纳博特斯克	成立于2003年，总部位于日本，主营业务为精密减速器制造，产品在RV减速器领域全球市

	市场占有率超过 80%，公司的精密减速器客户主要包括工业机器人和机床，其中工业机器人客户覆盖全球四大家族机器人企业以及各知名机器人厂商。
住友	总部位于日本，是住友集团旗下的建设机械厂家，日本东京证券交易所上市公司（6302.T）。1982 年进入工业机器人减速机领域，为焊接，搬运，喷涂，装配等机器人应用领域提供全面减速机产品方案。
南通镇康	成立于 1993 年，位于江苏省海门市，主营业务包为精密机械产品研发、生产，于 2015 年实现镇康 RV 减速器的首批生产，是国内较早涉足机器人用 RV 减速器的厂商。
中大力德	成立于 2006 年 8 月，注册资本 8,000 万元，位于浙江省宁波市，2017 年于深交所主板上市（002896.SZ），主营业务为机械传动与控制应用领域关键零部件的研发、生产、销售和服务，产品包括精密减速器、传动行星减速器、各类小型及微型减速电机等。
双环传动	成立于 2005 年，总部位于浙江省台州市，公司始终专注于机械传动齿轮的研发、设计、制造与销售，形成涵盖汽车、高铁轨道交通及工业机器人等多个领域门类齐全的产品结构。
秦川机床	公司拥有秦川机床本部、宝鸡机床、汉江机床、沃克齿轮等多家企业。公司是中国机床工具行业龙头骨干，中国精密数控机床与复杂工具研发制造基地，工业机器人减速机研发制造基地。公司高端制造业务聚焦机器人关节减速器，面向汽车行业、齿轮传动行业、机床行业等市场。

资料来源：公司官网，中国银河证券研究院整理

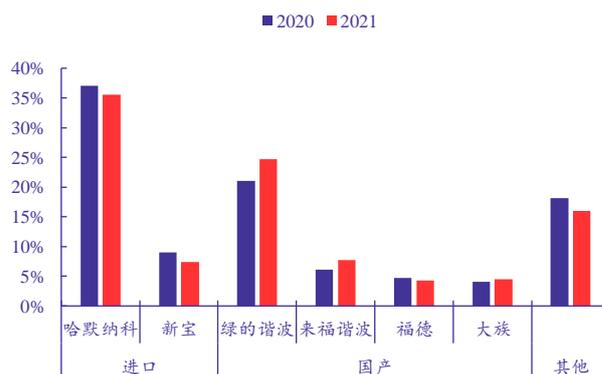
国产减速器市占率逐渐抬头，持续发展未来可期。减速器属于高精密度产品，产品开发周期长、前期资金投入大、技术复杂度高且生产难度高，减速器行业壁垒也高，是我国工业机器人领域中相对薄弱的环节。而从市占率来看，减速器行业集中度高，市场一直被少数国际企业垄断。近年来，中国工业机器人用谐波减速器的市场份额就有较为明显变化，国产减速器厂商正处于不断的技术消化、产品放量、产能扩张的正向成长周期中。我们认为，随着下游需求持续拓宽，预计未来减速器国产化率将得到大幅提升。

图31.2020 年全球工业机器人用减速器市场份额



资料来源：OFweek，中国银河证券研究院整理

图32.中国工业机器人用谐波减速器市场份额变化

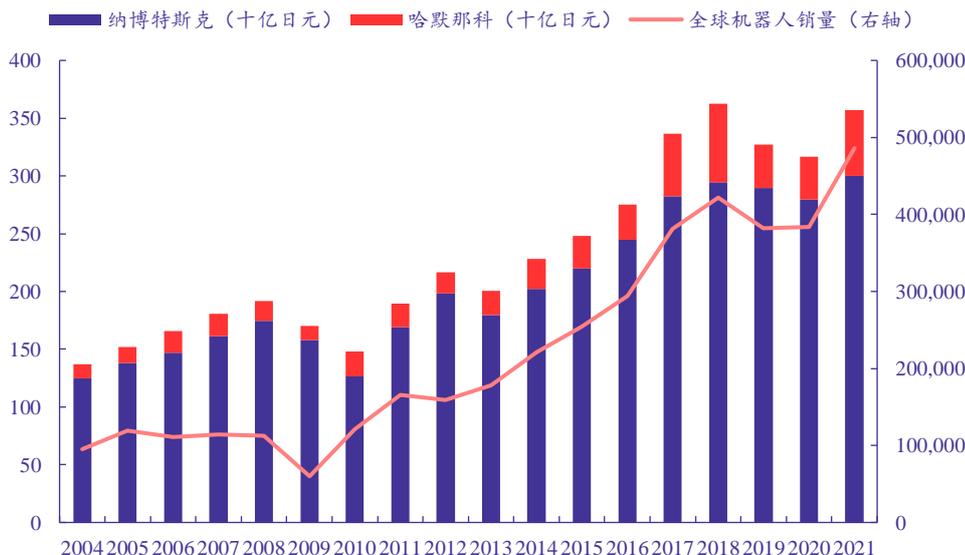


资料来源：中国银河证券研究院整理

精密减速器作为工业机器人的核心零部件之一，与工业机器人的产销量息息相关。在机械底座、肩部起支撑作用的多为 RV 减速器，是多轴工业机器人的重要活动关节，也是“大关节”；在执行操作的小臂、腕部等部位，则主要以“小关节”的谐波减速器为传动部件。一般来说，一台六轴机器人共需要使用 6 个减速器，其中底座、肩部使用 2 个 RV 减速器，其余部分使用谐波减速器 4 个。因此，工业机器人销量与精密减速器的配套需求密切相关。

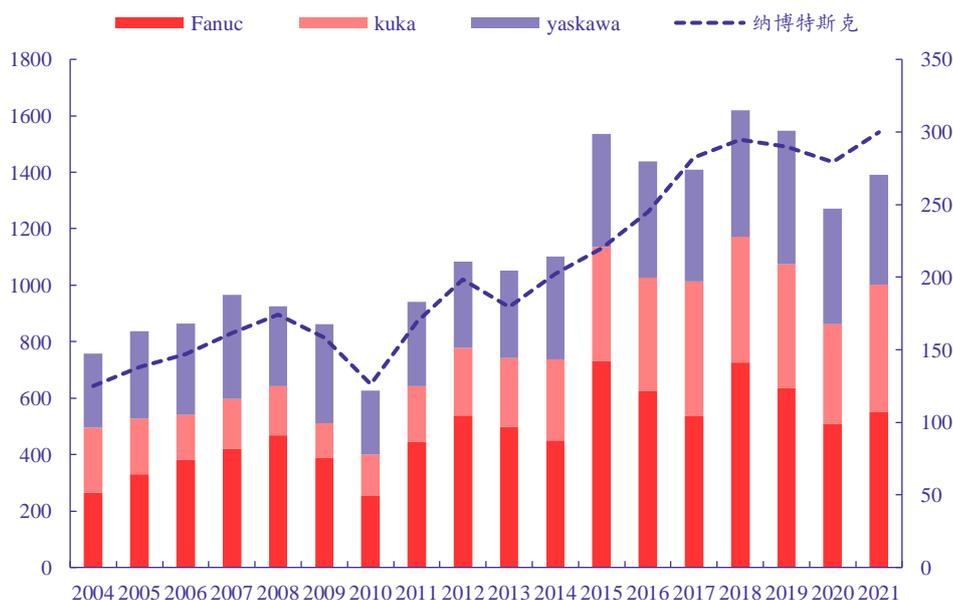
将减速器主要厂商的销售额与全球工业机器人销售量进行对比发现，两者呈现一个正相关的趋势。全球工业机器人销量的销量从 2004 年的 9.5 万台增加至 2021 年的 48.6 万台，同期减速器销售额从 1370 亿日元增长至 3368 亿日元。纳博特斯克和哈默尼克一直在全球工业机器人的减速器领域占有不可撼动的龙头地位，两家厂商的市占率合计覆盖了大半以上的市场，从两家公司的营业额来看，确实也与全球机器人销量数据呈现高度的相关性。

图33.全球工业机器人安装数量和主要减速器厂家销售额对比



资料来源: Bloomberg, IFR, 中国银河证券研究院整理

图34.工业机器人主机厂营收与纳博特斯克（右轴）营收减速器业务对比（十亿日元）

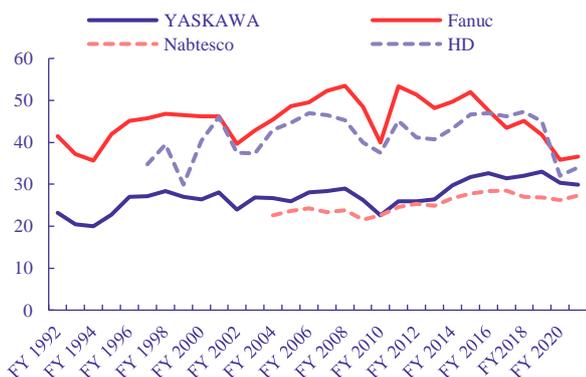


资料来源: Bloomberg, 中国银河证券研究院整理

从工业机器人的三大主机厂与纳博特斯科的营业收入来看, 整个工业机器人整机与零部件的传导链条清晰明了。回顾日本的工业机器人订单数据、全球机器人销量数据和减速机的销售额, 可以发现订单数据最先到达拐点, 随后机器人销量和减速机的配套销量相继呈现相同的变化趋势。基于这种较强的相关性, 我们可以将驱动工业机器人销量增长的三大底层因素, 与订单变化趋势, 以及减速机的销量变化趋势联系在一起。

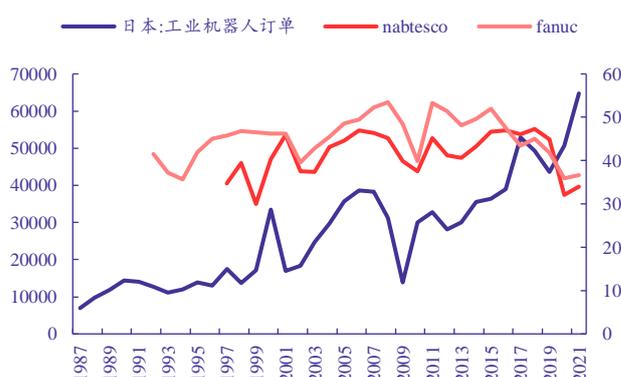
减速器发展成熟并能大批量供货给中游机器人整机厂时, 双方毛利都会因彼此的协同而得以提升。从全球工业机器人产业链的历史发展角度来看, RV 减速器龙头纳博特斯科, 作为工业机器人主机厂安川的一级供应商, 双方出货量提升时, 双方的毛利率也在逐步提升。理论上来说, 景气度向好的市场以及广阔的市场空间是产业链上下游毛利率整体提升的因素之一, 其次则是产业链主机与零部件在更好的协同之后, 降成本控制在更低的区间范围内, 为双方都争取更厚的盈利空间。

图35.各厂商毛利率变化情况 (%)



资料来源: Bloomberg, 中国银河证券研究院整理

图36.订单情况与零部件厂商毛利率情况 (右轴/%)

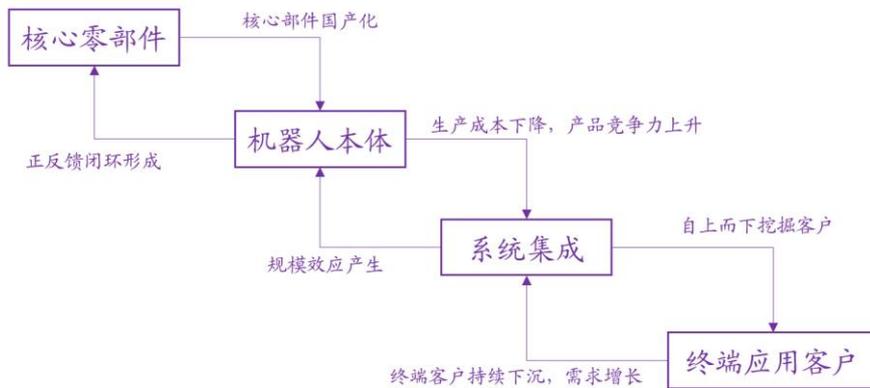


资料来源: Bloomberg, 中国银河证券研究院整理

在 2000 年左右, 日本的工业机器人销量正处于波动上涨的阶段当中, 我们可以看到当时工业机器人主机厂发那科和减速器的零部件厂商哈默尼克的盈利能力均有的阶段性上行的趋势。拟合日本的工业机器人历史订单情况和主机厂、零部件厂商的盈利水平后, 可也发现下游市场快速成长, 产业链上下游协同发展, 将拉动毛利率逐步提升。

随着中国减速器技术不断突破, 国产减速器逐渐放量, 与其中游的整机厂进行协同后, 双方毛利也将会跟随国外的趋势得到一个提升。工业机器人产业链联系较为紧密, 且传导作用明显, 中国实现核心零部件国产化后, 中游机器人本体的成本将大幅下降, 产品竞争力可有效提升, 本体成本的降低将带动系统集成解决方案价格的降低, 从而缩短应用端工业自动化生产设备改造投资回收期, 使得工业机器人在制造业的渗透率提升, 需求也相应增加。终端客户需求大幅增长将传导至中上游形成规模效应, 进一步促进全产业链降本, 同时推动中上游技术与质量双升, 促进中国工业机器人企业竞争力进一步加强。

图37.工业机器人产业链协同发展



数据来源：中国银河证券研究院

因此，我们认为，一方面三大底层因素，人口老龄化、用劳用工成本以及下游产业汽车电子行业的蓬勃发展依然会不断的驱动中国工业机器人的销量增长，另一方面，我国工业机器人主机厂、如埃斯顿等公司已经在市场中崭露头角，瓜分市场份额，我国的核心零部件厂商也不断进行技术研发与革新，上下游产业链协同发展，互惠共赢，增厚盈利的成长期将不日到来。

此外，进出口价格差距逐渐缩小，机器换人具有较高性价比。我国工业机器人进口均价已经从 1996 年的 4.76 万美元/台下降到 2019 年间的 1.63 万美元/台，而由于劳动人口下降导致的制造业人员工资持续上升，两者之间的差距不断缩小，并且工业机器人代替人工所带来的效率和安全性等方面的提升，使得工业机器人具有越来越高的性价比，机器换人成为越来越多企业的选择。

利好政策频出，国家大力支持工业机器人发展。如今工业机器人行业处在快速发展阶段，中国作为未来全球最大的机器人市场，不仅要把机器人水平提高上去，而且要尽可能多地占领市场。因此，在当今国家制造业处于人口红利逐渐消失的背景下，提升产业智能化升级将助力企业提高制造效率，国家提出了一系列与机器人相关的发展战略与规划。

表7. 工业机器人相关政策

发布时间	政策名称	发布部门	主要内容
2016 年	“十三五”国家战略性新兴产业发展规划	国务院	构建工业机器人产业体系，全面突破高精度减速器、高性能控制器、精密测量等关键技术与核心零部件，重点发展高精度、高可靠性中高端工业机器人。
2016 年	关于促进机器人产业健康发展的通知	工信部	开拓工业机器人应用市场。围绕国内工业转型升级带来的巨大需求，充分利用现有政策措施，推动工业机器人在制造领域的规模化应用。
2017 年	促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）	工信部	力争到 2020 年，实现“人工智能重点产品规模化发展、人工智能整体核心基础能力显著增强、智能制造深化发展、人工智能产业支撑体系基本建立”的目标。
2017 年	增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020 年）	发改委	计划八大重点领域中包含智能机器人关键技术产业化，重点开发基础性、关联性、开放性的机器人操作系统等关键共性技术。

2019年	产业结构调整指导目录 (2019年末)	发改委	扶持工业机器人核心零部件产业。 在鼓励类产业机械部分增加“机器人用关键零部件:精密减速机、高性能伺服电机和驱动器、全自主编程等高性能控制器、传感器、末端执行器等”“工业机器人RV减速机谐波减速机轴承”等内容。
2020年	两会提案		
2020年	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	发改委	扶持工业机器人核心零部件产业。
2020年	关于支持民营企业加快改革发展与转型升级的实施意见	发改委	机器人及智能装备推广计划。
2021年	“十四五”机器人产业发展规划	工信部等十五部门	提高产业创新能力,夯实产业发展基础,增加高端产品供给,拓展应用深度广度,优化产业组织结构。重点推进工业机器人、服务机器人、特种机器人重点产品的研制及应用,拓展机器人产品系列,提升性能、质量和安全性,推动产品高端化智能化发展。
2021年	“十四五”智能制造发展规划	工信部等八部门	发展通用智能制造设备,研发智能焊接机器人、智能移动机器人、半导体(洁净)机器人等工业机器人。
2022年	关于开展2022年度智能制造标准应用试点工作的通知	工信部	优先试点已发布、研制中的国家标准,配套应用相关行业标准、地方标准、团体标准和企业标准,形成一批推动智能制造有效实施应用的“标准群”。
2022年	关于印发广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案的通知	国务院	推进专业化机器人创新中心建设,大力发展工业机器人和服务机器人,推进无人机、无人艇等无人系统产业发展。发展数字产业,加快下一代互联网国家工程中心粤港澳大湾区创新中心建设,推进互联网协议第六版(IPv6)行业应用示范、下一代互联网算力服务等业务发展。

资料来源:各部门官网,中国银河证券研究院

中国企业追赶脚步并不慢,且格局优化后有望进一步提速。据MIR统计,我国2021年工业机器人市场中内资占有率为32%,下2020年小幅下降后又迅速回升,相比2019年提升1.9个百分点。2020年小幅下滑的主要原因是疫情冲击导致一些系抗风险能力弱的内资品牌加速退出市场所致,但是龙头企业的占有率提升,我国国产工业机器人领军企业保持快速发展;从绝对值来看,相比于历史沉淀悠久、拥有核心技术的国外机器人企业,我国数控系统以及工业机器人商业化起步较晚,但领军企业如埃斯顿通过积累底层技术和外延并购优质资产,已经实现了80%的零部件自主供应,具备满足通用化和定制化需求的本体自主设计能力,并能够开发、优化软件算法提升机器人本体质量。从这个角度来看我国工业机器人处于快速替代进口产品的阶段,并且国内工业机器人龙头企业也在开拓海外市场,包括设立研发中心,收并购海外企业,和海外公司进行战略合作,产品出口等,国内龙头优势有望进一步放大。

(3) 相关标的

标的方面,工业机器人本体厂商推荐关注在伺服方面有优势,国内工业机器人龙头埃斯顿(002747.SZ),核心零部件方面推荐关注在国产工业机器人用谐波减速机领域有相当市占率的绿的谐波(688017.SH)。

三、把握专用设备景气加速个股掘金

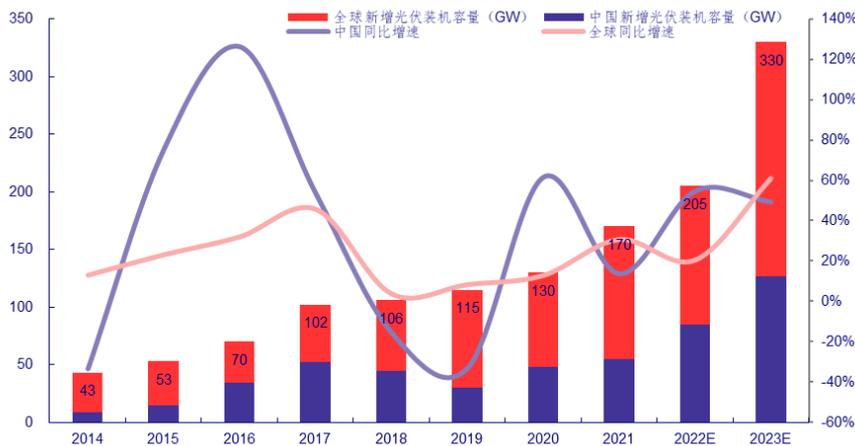
(一) 光伏设备

1、光伏设备三大驱动因素：需求提速、供给释放、技术革新

(1) 需求端：全球需求持续释放，2023 年全球装机或超 330GW

2023 年国内光伏装机或达 127GW，同比增速 49%。据各省十四五光伏装机规模预计 500GW，对应年均 100GW 以上。从装机先行指标招标规模来看，1-11 月有超过 110GW 光伏 EPC 项目启动招标，近 80GW 光伏 EPC 项目公布中标结果（去年同期仅为 10 余 GW），为 2023 年装机高增长奠定基础。

图38.2023 年全球装机预计超 330GW，同比增速 60.9%

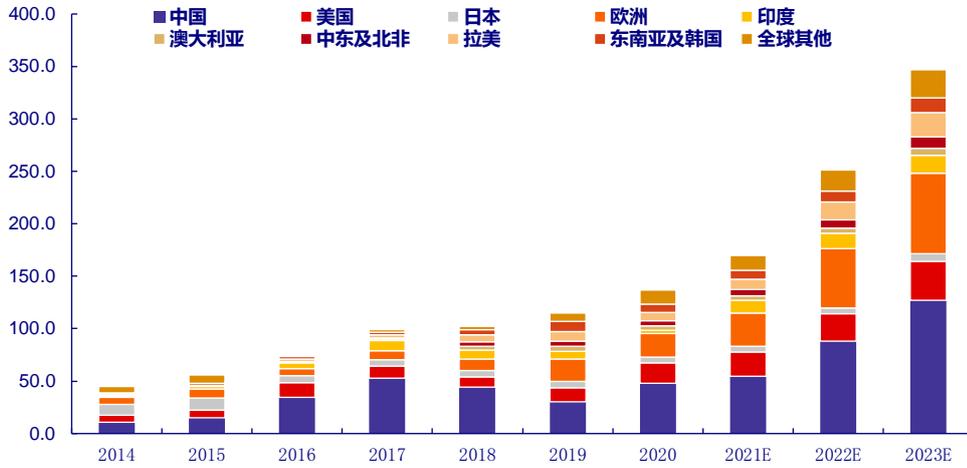


资料来源：CPIA、中国银河证券研究院

2023 年全球新增装机预计达 330GW，同比增速 60.9%。2022 年 1 到 10 月累积出口组件达 133.3GW，同比增长 83%。其中欧洲组件进口 74.7GW，俄乌冲突加剧能源紧张局势，欧盟将 2030 年可再生能源目标从 40%提升至 45%，预计 2023 年欧洲装机接近 75GW，同比增速 35%。

2023 年光伏设备市场空间或达 700 亿元。目前 PERC 生产线单 GW 投资额预计 1.3 亿元，topcon 对应 2.3 亿元，HJT 对应 4 亿元，保守计算，每年全球光伏设备市场空间约 700 亿元。

图39.全球各国装机及预测



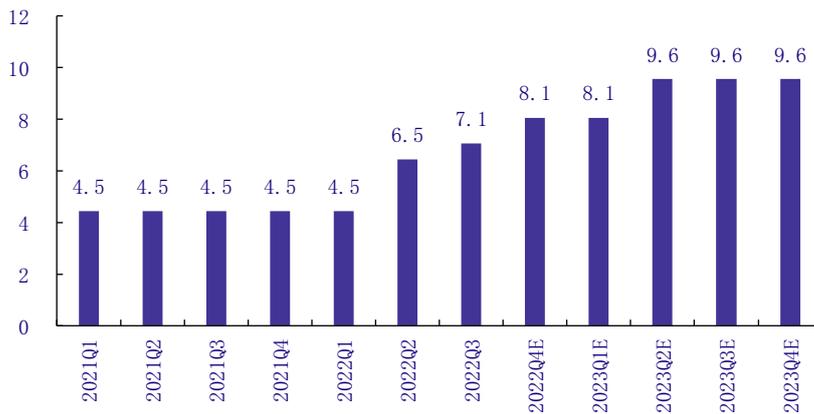
资料来源: CPIA、中国银河证券研究院

(2) 供给端: 硅料长期供不应求的局面将根本扭转

2023年底硅料产能预计达200万吨之上, 预计可支撑装机约600GW。硅料供不应求的局面得到根本改变, 带动组件价格下降将进一步刺激装机需求, 设备端将受益。以上数据按照2.8g/w及1.2倍容配比测算。

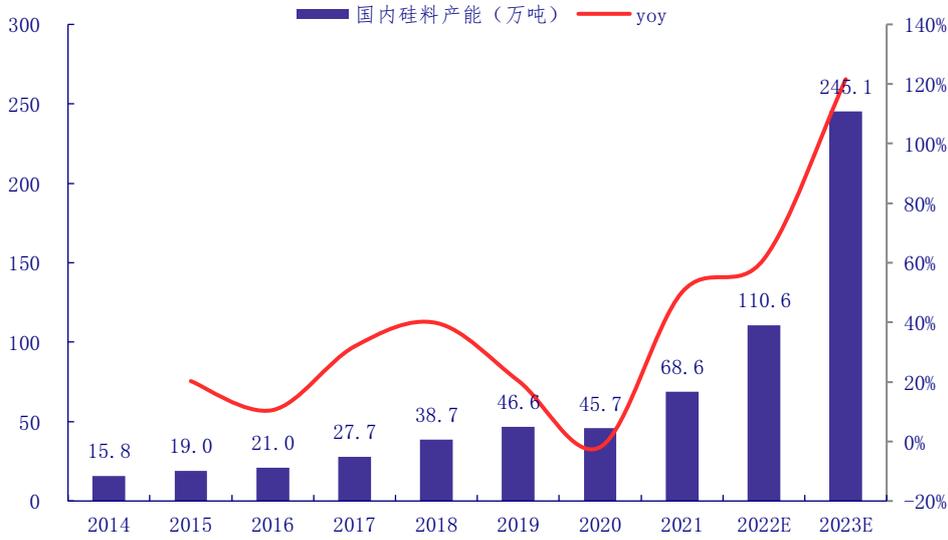
供给端相对紧张环节将转移至石英坩埚, 非硬性瓶颈, 价格具备上涨弹性。石英坩埚是光伏硅片长晶环节耗材, 原材料石英砂在下游需求放量而供给有限的情况下, 供需格局趋紧, 且高端石英砂供给相对刚性。23年年装机若按350gw测算, 对应石英砂需求8.8万吨, 预计2023年全球供给9.6万吨, 供需比1.09, 处于紧平衡。

图40.石英砂季度产能-万吨



资料来源: CPIA、中国银河证券研究院

图41.国内硅料产能统计-万吨



资料来源: CPIA、中国银河证券研究院

(3) 光伏产业链面临的技术变革

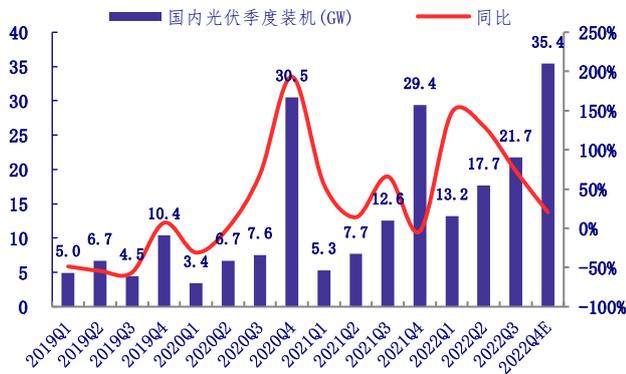
降低度电成本、开发高效电池,即降本增效是行业发展趋势和主流方向。硅料环节目前主流技术路线为改良西门子法(产物为棒状硅),流化床法(产物为颗粒硅)凭借无需破碎、可连续加料等优势加速渗透;拉棒环节,CCZ连续直拉法省去了单晶棒冷却时间,大大提升生产效率;硅片向薄片化、大尺寸方向发展,以有效较少单片硅耗量及硅棒的切割损耗,钨丝作为母线的金刚线,目前中钨高新已建成100亿米光伏钨丝生产线,处于产能爬坡阶段;在开发高效电池方面,目前主流的P型电池向光电转化效率更高的N型(TOPcon、HJT、xBC)电池转变,预计2023年HJT、TOPcon电池占比进一步提升。在上游环节的技术变革影响下及降本增效目标驱动下,组件环节技术变革主要围绕适应电池片调整、提高转换效率及单位电池片密度而进行。

表8. 产业链各环节技术进步方向

环节	技术进步方向	主要手段	对应设备
硅料	降本	颗粒硅	流化床
硅片	降低生产成本,单晶替代多晶	大尺寸、提高单炉投料量	单晶炉
	提高出片率	金刚线细线化、钨丝	金刚线切割机
电池片	提高检测精度、效率	采用高性能元器件、优化算法	硅片分选机
	改变电池结构,提高光电转换效率	TOPCon、HJT、xBC、钙钛矿电池	PECVD、PVD、刻蚀设备、激光开槽、光注入退火炉
组件	增加主栅数量、减少银浆耗量	多主栅技术	丝网印刷设备等
	适应电池片栅线调整	多主栅技术	多主栅串焊机、ibc串焊机
	提高转换效率	半片、三分片等	激光划片机、贴膜机、串焊机

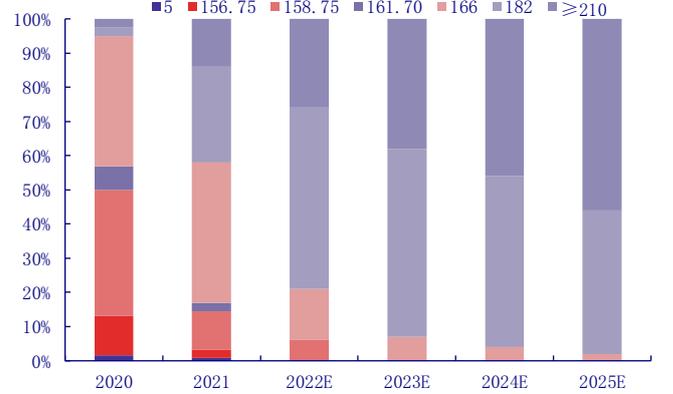
资料来源:公司公告,中国银河证券研究院整理

图42.2022 年度装机或达 88GW



资料来源：中电联，中国银河证券研究院

图43.2022 年末大硅片市占率预计近 80%



资料来源：PV InfoLink，中国银河证券研究院

2、光伏设备产业链梳理

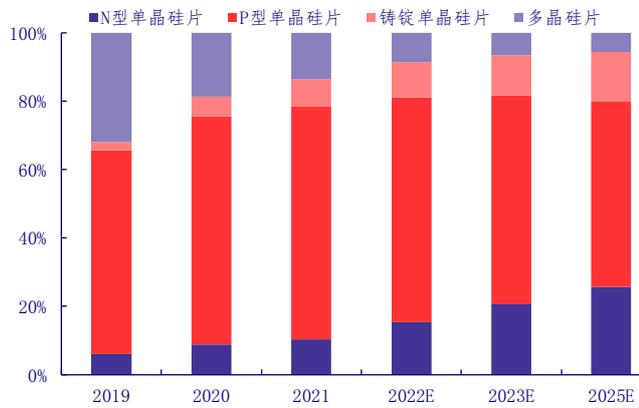
(1) 硅片设备

➤ 硅片连接上游硅料及下游电池片，目前单晶硅片是市场主流

多晶硅片占比快速减少，单晶硅片市占比从 2016 年不足 20%提升至 2021 年 95%。硅片是实现多晶硅原料向光伏晶硅电池转变的必经阶段。单晶硅片制造企业主要利用单晶硅炉生产单晶硅棒，多晶硅片企业主要利用铸锭炉生产多晶硅锭，而后再将其加工成单晶硅片或多晶硅片，最终用于制造晶硅电池片。光伏硅片可分为多晶和单晶硅片，当硅原子以金刚石晶格排列晶核的晶面取向相同为单晶，否则为多晶。因单晶电池光电转换效率可比多晶电池高 2-3%，在光伏电池降本增效的目标驱动下，单晶硅片市占比迅速提升。

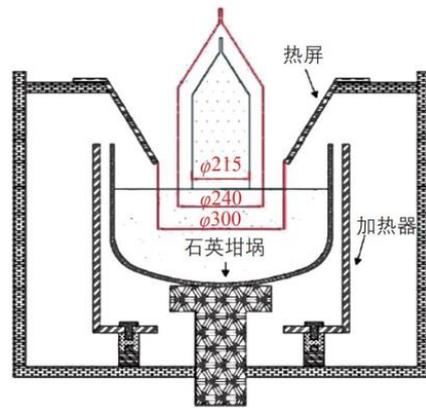
硅片制造工艺步骤主要包括拉晶、切片，目前设备均已实现国产化，拉晶过程根据掺杂剂不同分别得到 P 型或 N 型硅片，切片步骤目前主要采用金刚线切割。拉晶工艺主要包括 Fz(悬浮区熔法)、Cz(直拉法)，Fz 法可生产高纯度单晶，但对多晶硅原料的尺寸、设备、技术要求较为苛刻，生产成本低，目前主要用于对硅片要求更高的半导体领域。光伏领域主要使用 Cz 法，Cz 法过程中掺杂三价硼族得到 P 型硅片，五价磷族得到 N 型硅片。拉晶环节核心设备为单晶炉，已全面国产化。光伏硅片切割主要采用线锯切割方式，分为游离磨料和固结磨料两种，前者以砂浆切割为代表，通过钢线、游离液体磨料及待切割硅料三者摩擦作用进行切割；后者采用金刚线(金刚石粉固定在钢线上)进行切割，具有切割速度快、硅片品质高、成本低的特点，目前在单晶领域金刚线切割已完全取代砂浆切割。切片环节核心设备为多线切割机，国产厂商已主导市场。

图44.2019-2025年不同类型硅片市占比变化趋势



资料来源：CPIA，中国银河证券研究院

图45.老旧单晶炉已无法控制 210 大尺寸硅片对应硅棒



资料来源：隆基绿能，中国银河证券研究院

➤ 硅片环节迎大尺寸、薄片化、N型化历史机遇

拉晶环节降本路线主要是大尺寸及优化投料工艺。目前公认大尺寸体系可降低全产业链生产成本约 0.07-0.09 元/w，拉晶环节老旧单晶炉已无法控制 210 尺寸硅片对应硅棒，单晶炉设备迎更新需求。当硅片尺寸在一定范围内增大时，不换设备只改变夹具就可增加产出率，有效摊薄单位成本。自 2019 年中环 210 和隆基 18X 的相继推出，大尺寸硅片在 2021 年三季度市占比首次超过 50%并持续增加中。根据 PV InfoLink 预测，到 2022 年末，大尺寸硅片包括 182 和 210 的市占将达 79%。老旧单晶炉设备热屏内径一般不超 300mm，有的仅为 270mm，而目前 210 硅片对应硅棒外径约 300mm，原单晶炉已无法满足 210 尺寸硅片所需硅棒的控制需求。目前 8-12 英寸第四代且实现全自动化升级，第四代的 160 炉型(210mm 向下兼容 180mm)，热场尺寸达 36 英寸以上，单炉投料量达 2800kg 以上。

RCZ(多次投料复拉法)在控制单根硅棒时留下部分硅溶液使得坩埚保持高温，可令坩埚多次利用，目前成为主流技术。CCZ(连续直拉法)可以一边加料一边拉制晶棒，增加了拉晶效率，单晶电阻率一致性强、品质更高，对硅料要求高，更适合控制 N 型硅，有望成为下一代拉棒主流工艺。

切片环节降本路线主要是薄片化及切割细线化。硅片薄片化可以有效减少硅材料消耗，提高单位产能，目前市场主流的 182、210 单晶硅片厚度达到 160um，相比 2016 年减薄了 16%。2021 年以来，受到硅料价格快速上涨影响，硅片厚度有加速减薄的趋势。同时，为减少切片环节因锯缝造成的硅料损失，金刚线切割呈现细线化趋势，金刚线母线直径已由 2016 年的 80um 降至 2021 年 43um 左右。

N 型电池具有弱光响应好、光致衰减小等优点，有更大的效率提升空间，N 型电池是电池技术发展主要方向，对应 N 型硅片需求进一步增加，N 型硅片相比 P 型硅片需要纯度更高的多晶硅料。根据 CPIA 预测，2022 年 N 型硅片市占将达 10%左右，预计 2025 年市占达到 25%。

2022 年以来硅棒/硅片规划及在建规模已超 200GW，带动硅片设备需求。产业链垂直一体化趋势愈发明显。2021 年硅料硅片涨价潮以来，光伏电池片、组件厂商愈发认识到硅料、硅片环节重要性，促进部分下游厂商加快垂直一体化的布局，呈现进一步整合趋势。

表9. 2022-2023 年硅片产能统计

主要硅片企产能	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E
隆基股份	3.0	4.5	7.5	15.0	28.0	42.0	85.0	105.0	150.0	190.0
中环股份	2.5	2.5	3.3	12.0	23.0	33.0	45.0	88.0	140.0	180.0
晶澳科技	2.5	3.0	4.5	6.0	8.1	11.5	18.0	32.0	44.0	56.0
晶科能源	2.5	3.0	5.0	8.0	9.7	15.0	22.0	32.5	55.0	64.5
保利协鑫	13.0	15.0	20.0	25.0	28.0	35.0	25.0	24.5	24.5	24.5
上机数控	-	-	-	-	-	-	9.4	23.0	47.0	67.0
京运通	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	2.5	5.1	12.0	30.0	45.0
通威股份	-	-	-	-	-	-	0.0	7.5	15.0	15.0
阿特斯	-	-	0.4	1.2	1.7	5.0	6.1	8.3	20.0	30.0
双良节能	-	-	-	-	-	-	-	7.0	40.0	50.0
高景	-	-	-	-	-	-	0.0	12.0	30.0	40.0
环太集团	1.3	2.5	3.0	3.6	5.1	4.1	5.1	10.0	10.0	10.0
锦州阳光	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	3.0	4.5	9.0	9.5	9.5
荣德新能源	2.0	2.6	3.0	3.6	7.2	7.8	7.6	7.6	7.6	7.6
宜昌南玻	0.5	1.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2
天合光能	1.7	1.8	1.8	1.8	3.5	3.5	2.3	0.0	6.5	26.5
英利集团	3.0	3.8	4.3	4.3	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
赛维 LDK	4.8	3.0	3.8	3.8	3.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
旭阳雷迪	1.5	2.0	3.0	4.2	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
浙江昱辉	2.0	2.5	3.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
山东大海	1.0	1.5	2.5	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
韩华	1.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其他	24.4	32.3	29.6	22.0	25.1	2.8	6.0	0.0	10.0	10.0
硅片产能合计	68.2	84.0	100.0	122.3	161.2	185.3	243.3	380.6	641.3	827.8
其中单晶硅片产能	-	-	-	-	-	-	194.1	339.0	585.0	768.5

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

► 薄片化推动细线化趋势，钨丝金刚线渐行渐近

硅片环节：薄片化推动细线化趋势，钨丝金刚线渐行渐近。为减少切片环节因锯缝造成的硅料损失，金刚线切割呈现细线化趋势。根据聚成科技公告，目前行业领先水平钨丝已做到 28 线，且同规格的钨丝线优于碳钢线。

钨丝单价高于碳钢线，盈利能力边际改善。根据聚成科技公告，2022H1，碳钢线和钨丝线的单价分别为 35.95 元/公里、74.07 元/公里，毛利分别为 35.68%、36.85%，销售分别为 42.25%、57.75%。除聚成科技外，原轼新材、三超新材、岱勒新材也分别实现钨丝金刚线小批供应。

表10.钨丝金刚线最新进展

企业	进展
美畅股份	截至 2022 年 6 月，钨丝目前还没有达到批量生产、供货的程度，更多的是继续深入基础材料的研究。

原轼新材	截至 2022 年 6 月，使用钨丝母线生产的 31 线产品实现销售，29 线通过小试。
高测股份	截至 2022 年 10 月，自用金刚线主要以 34 μ m 金刚线为主，同时有小批量的钨丝金刚线。
三超新材	截至 2022 年 9 月，已经有小批量钨丝金刚线的销售。
岱勒新材	截至 2022 年 11 月，30-32 μ m 钨丝线产品批量出货，28 μ m 钨丝线产品小批供应。
聚成科技	2021 年末，已完成钨丝线产品的技术开发工作并投入量产；2022 年 1-6 月，实现钨丝线销量 338.45 万公里。

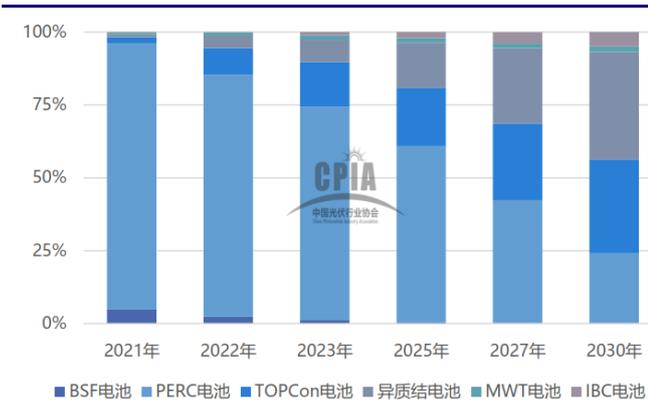
资料来源：聚成科技，中国银河证券研究院整理

(2) 电池片设备

➢ P 型向 N 型转换，高效电池技术路线引领光伏发展新纪元

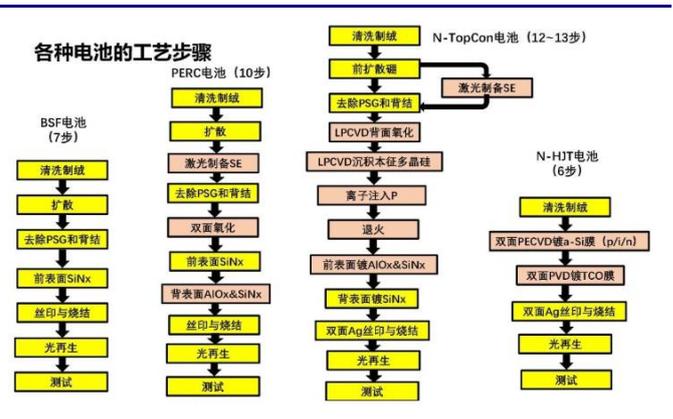
高转换效率牵引下，BSF→PERC→N 型电池（主要包括异质结电池和 TOPcon 电池）技术总路线清晰，2021 年 PERC 新建量产线市占 91.2%，N 型电池市占 3%，随着 N 型电池成本的降低及良率的提升，市占有望进一步提升。对四年以来的电池片渗透率进行复盘，2017 年常规 BSF 电池市占率达 83%，随着 PERC 效率得到市场认可，市占率由 2017 年 15% 提升至 2020 年 86%，基本全面替代 BSF 电池。2021 年，新建量产产线仍以 PERC 电池产线为主，随着 PERC 电池片新产能持续释放，PERC 市场占比进一步提升至 91.2%。2021 年 BSF 电池市场占比下降至 5%，较 2020 年下降 3.8%。N 型电池（主要包括异质结电池和 TOPcon 电池）量产规模仍较少，市占 3%，具体而言，TOPcon 产品良率低的关键技术问题仍未完全解决，异质结电池制造成本端仍比 TOPcon 高 0.2 元/w 左右（目前 PERC、TOPCon、HJT 设备投资成本分别为 0.12、0.21、0.4 元/w）。根据 CPIA 预测，伴随高效 N 型电池生产成本的降低及良率的提升，预计 2027 年 N 型电池量产线市占比将超 50%。

图46.2021-2030 年各种电池技术市场占比变化趋势



资料来源：CPIA，中国银河证券研究院

图47.各电池工艺步骤



资料来源：华晟新能源，中国银河证券研究院

TOPCon 与 PERC 产线兼容性高，可以由 PERC 电池设备升级改造，激光掺杂有望进一步提升效率，先进电池厂良率已接近 PERC 电池产品，截止 2022 年末产能预计达到 44.5GW。限制 PERC 电池技术发展主要原因是效率提升问题，2021 年 P 型单晶 PERC 电池平均量产转换效率达到 23.1%，较 2020 年提高 0.3 个百分点，已接近 PERC24.5%效率极限。TOPCon 通过在电池表面制备一层超薄隧穿氧化层和一层高掺杂的多晶硅薄层，二者共同形成钝化接触结构，提升电池开路电压和短路电流，从而实现光电转换效率。TOPCon 单晶电池 2021 年量

产平均转换效率 24%(CPIA), 极限效率值为 28.7%, 有很大提升空间。晶科能源 2021 年 TOPCon 电池量产效率达 24.5%, 良率已接近 PERC 电池产品。硼在硅中扩散慢, 常规扩散方法难度高, 而激光掺杂具有低损伤、高效掺杂等优势, 激光掺杂有望进一步提升效率。

表11.TOPCon2023年预计达到130GW(不完全统计)

产能 (GW)	2020 年	2021 年	2022E	2023E	2024E	2025E	公告时间
东方日升	0.5	0.5	0.5	6.5	6.5	6.5	2022 年 5 月 20 日
晶科能源	0.9	0.9	16.9	35	35	35	2022 年 4 月 21 日
钧达股份	0.0	0.0	8	26	26	26	2022 年 3 月 18 日
中来股份	2.1	3.6	7.6	27.2	27.2	27.2	2022 年 4 月 26 日
润阳股份	0.0	0.0	10	13	13	13	2022 年 3 月 18 日
聆达股份	0.0	0.0	0	5	5	5	2022 年 3 月 22 日
协鑫集成	0.0	0.0	0	5	25	25	2022 年 4 月 30 日
通威股份	0.0	1.0	10	10	10	10	2022 年 4 月 26 日
天合光能	0.0	0.0	8	3	5	8	2022 年 6 月 2 日
合计	3.5	6.0	61.0	130.7	152.7	155.7	——

资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院整理

HJT 电池工序简单可控、光致衰减低、效率高, 相较其他路线有明显优势, 目前单瓦制造成本高是阻碍 HJT 迅速扩张的重要原因。目前 HJT 电池组件 1GW 的总投资约 7 亿元人民币左右 (其中: 电池设备投资接近 4 亿元/GW)。主要降本增效路线: **一是微晶技术量产**, 电池片平均转换效率显著提升。**二是浆料平价**, 通过引入 12BB 以上多主栅技术、优化网版、银包铜量产导入等工作, 显著降低浆料成本。目前华晟 M6-12BB 电池单片银耗量已降至 150mg 以下, 导入银包铜浆料后年内有望将 HJT 电池银浆耗量降至 120mg/片。**三是硅片薄片化**, 异质结的对称结构、低温或无应力制程可以适应更薄的硅片, 100um 厚度超薄 HJT 专用硅片的量产导入, 在当前成本结构下可直接降低 HJT 产业链成本约 0.17 元/w (Solarzoom)。

表12.HJT 电池扩建项目统计

产能 (GW)	拟扩产规模	具体内容	公告时间
爱康科技	22	立足江苏苏州、泰州, 江西赣州、浙江湖州四大生产基地, 未来 5 年将打造 22GW 异质结电池产能。湖州基地目前产能 0.22gw, 湖州、泰州、赣州目前配套建设 10gw、6gw、8gw 产能	2021 年 8 月 27 日
华晟新能源	17.5	预计 2022Q2 形成 2.7GW 异质结产能	2022 年 4 月 8 日
宝馨科技、捷登智能	18	项目总投资约 127.2 亿元, 分三期建设 18GW 高效异质结电池和 8GW 光伏组件生产线。	2022 年 6 月 12 日
东方日升	15	有序推进浙江宁海年产 15GW 异质结电池片项目, 其中一期 5GW 电池片项目预计 2023 年 4 月达产	2022 年 4 月 23 日
华润电力	24	华润电力 12GW 高效异质结太阳能电池及组件项目, 包括 24 条 500MW 二代异质结太阳能电池生产装备线等主体工程, 2021 年 8 月开工, 预计 2025 年达产	2022 年 5 月 26 日
明阳智能	5	盐城 5GW 光伏异质结电池设备采购已完成, 已开工建设	2022 年 2 月 18 日
海泰新能	5	分两期建设, 一期 2GW 异质结电池及 2GW 组件, 二期 3GW 异质结电池及 3GW 组件	2021 年 10 月 11 日
金刚玻璃	1.2	投资建设 1.2GW 大尺寸半片超高效异质结太阳能电池及组件项目, 2023 年达产 100%	2022 年 5 月 22 日

合计	107.7	—	—
----	-------	---	---

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

xBC 技术将 PN 结、基底与发射区的接触电极以交指形状做在电池背面，可最大减少光学损失，相较于常规电池可以获得更高的电流，目前制程工艺复杂，激光开槽技术可用于背面钝化层开膜上，可简化工艺流程，大幅降低生产成本。隆基绿能 HPBC 电池泰州 4GW 将于 2022 年 8 月投产。

➤ 关注 HJT 降本路线：核心零部件国产化及铜电镀技术

一是核心部件国产化进度，明志科技腔体已送样至迈为股份；二是银浆降本，去银化思路推荐电镀铜，HJT 电镀铜工艺八廓沉积种子层、图形化、镀铜、后处理。2022 年 8 月，迈为取得无银化异质结效率突破达 25.94%。宝馨科技重点推动电镀铜设备在 HJT 领域的应用。东威科技电镀铜设备速度已达 6000 片/h。关注光刻设备企业芯碁微装、捷佳伟创、罗博特科、迈为股份。

(3) 新技术变革下组件设备（串焊设备）有望迎来量价齐升

➤ 组件设备环节主要受上游技术变革及降本增效高效双重因素影响

在上游环节的技术变革影响下及降本增效目标驱动下，组件环节技术进步方向主要包括适应电池片栅线调整的多主栅串焊工艺、提高光电转换效率的半片等工艺、提高单位面积电池密度方向的叠瓦、拼片等工艺。

2021 年以来，行业对串焊机的需求基本统一为兼容大尺寸。2020 前的组件设备只可兼容到 166 尺寸，在硅片大尺寸趋势下，由于组件设备的不兼容性，2020-2021 年行业扩产的重要驱动力来自于大尺寸设备对小尺寸的替代。光伏组件制备核心设备为串焊机，价值量占组件设备价值量的三分之一左右，受益于大尺寸组件的占比上升，串焊机更新周期由原来的 3-5 年缩短至一年半。

薄片化降本的逻辑在于降低单片硅耗，在控制碎片率的前提下实现降本目的。根据爱康科技测算，硅片厚度每降低 10um，成本可便宜 0.16 元/w，若 HJT 厚度从 170um 下降至 120um，成本相对于 PERC 具有优势。Topcon 在高温工艺下如果硅片厚度过薄，其钝化层会存在浆料烧穿的情况，致使良率大幅降低，由于 HJT 为低温工艺，比 TOPcon 更容易实现薄片化。目前 TOPcon 厚度通常在 160um 以上，HJT 可以做到 120um。薄片化对串焊提出更高的要求以控制碎片率。

➤ N 型电池扩产有望提升组件设备价值量

SMBB 主要通过将细栅变窄实现降低银浆量目标，适用于细栅银浆耗量更大的 TOPcon 电池。HJT 使用的为低温浆料，其颗粒比高温银浆更大，所以不能降低主栅和细栅的线径，降低细栅的银浆耗量而增加主栅数量无法吸纳来降低 HJT 的成本。更细的栅线对定位的精准度、焊接的精准度等提出更高的要求，有望带动单 GW 设备价值量提升。

0BB 主要针对 HJT 电池，能够完全去除主栅的银浆耗量，该技术对于串焊机放置焊带及电池片的精准度要求更高，现有的串焊机因无点胶、印刷机、固化的功能而较难改造为 0BB。

综上，随着 N 型电池扩产加快，串焊设备单 GW 价值量有望提升。

表13.新技术路线对串焊设备提出更高的要求

技术路线	焊接工艺差异	主栅技术	主栅技术对设备的要求	预计设备量产时点
TOPCon	800℃烧结，焊带线径更细	SMBB	焊带线径更窄，需要更加精准的定位	2023 年
HJT	焊接温度 200℃，需要使用锡铅等熔点较低的焊带焊料	0BB	对串焊机放置焊带、电池片对位的精度要求较高；需要增加点胶、印刷胶、固化功能	2023 年底/2024 年
XBC	单面焊接	-	使用主流红外焊接会出现翘曲，难以薄片化	2023 年上半年

资料来源：光伏电池片自动串焊关键技术的研究，中国银河证券研究院整理

3、第三代太阳能电池钙钛矿产业化加速

(1) 钙钛矿电池 (PSCs) 是第三代太阳能电池代表

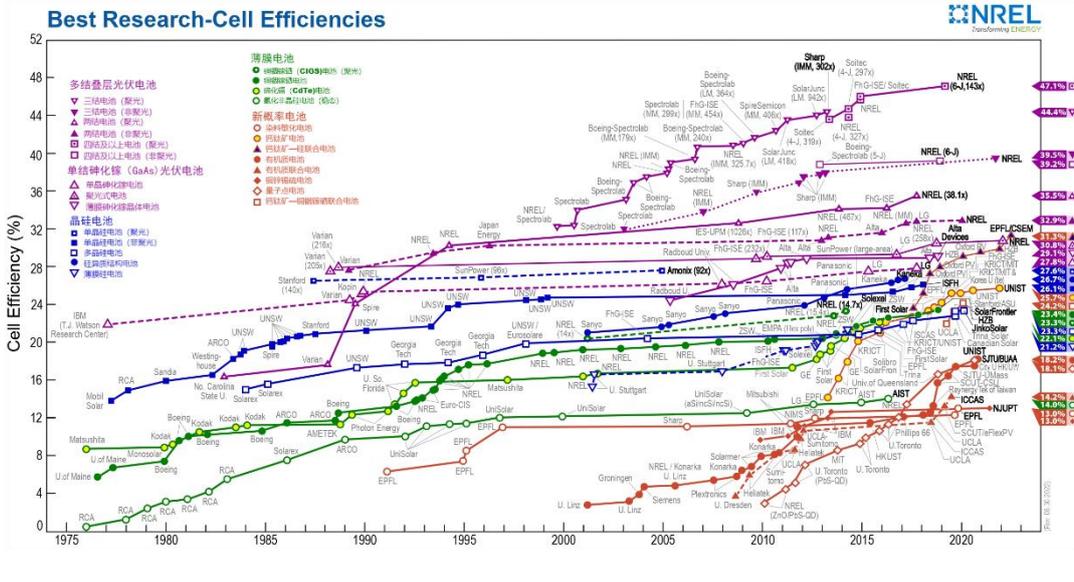
➢ 从晶硅到钙钛矿，钙钛矿材料介绍、光电特性及工作原理

第一代晶硅电池目前最成熟，第二代薄膜电池相比第一代具有质量轻、转换效率高的优势，但电池活性层材料昂贵且设备成本高等因素限制其大面积制备和商业化，第三代新型太阳能电池凭借材料成本低、效率高、工艺流程短等优势成为产业界和学术界热点。

广义的钙钛矿其实是指具有 ABX_3 型的化学组成的化合物：A 位一般由有机无机杂化，包括甲氨 CH_3NH_3 或者甲醚有机的分子，或无机的铯，B 位一般由硒或者铅，X 位一般都是卤素，ABX 通过化学配位键进行连接，形成 ABX_3 结构式，这种结构称为钙钛矿，用在钙钛矿电池的吸光层。

钙钛矿具有优异的光能吸收性，较高光吸收系数有利于减少光学损失，在 300-800nm 波长范围均有高吸收系数(大于 $3 \times 10^4 \text{cm}^{-1}$)。缺陷态密度低使得非辐射复合率很低，电压损失值小，开路电压损失在 0.3-0.4v 之间。钙钛矿材料可以通过调节组分，使其能带间隙在 1.4~2.3eV 之间连续可调，因此可以衍生出区别于硅基光伏的应用。目前最常用的钙钛矿材料 $MAPbI_3$ 和 $FAPbI_3$ 的禁带宽度位于 1.5-1.6eV，其理论最大光电转化效率均处于 30% 以上。连续可调的带隙宽度可制备钙钛矿叠层多结电池。通过对钙钛矿进行组分调控，可实现带隙连续调控，通过调整 A、B 和 X 含量可以获得不同组分钙钛矿材料，对应钙钛矿材料的带隙及能级分布也各不相同。

图48.太阳能电池的认证效率图（第一代蓝色线、第二代为绿色线、第三代为橙色线）



资料来源：NREL，中国银河证券研究院整理

(2) 效率提升空间大，降本优势明显

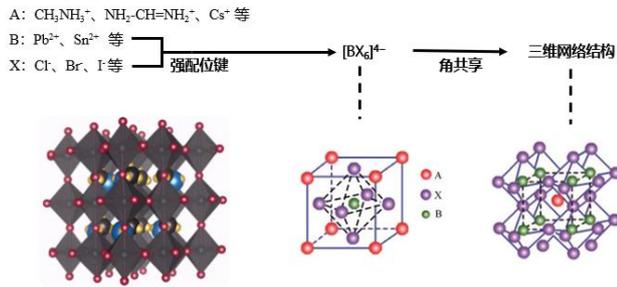
➤ 钙钛矿理论极限效率高于晶硅电池，可达30%以上

钙钛矿太阳能电池（PSCs）单结理论极限效率超30%，叠层模式下可达40%以上，相比晶硅电池效率提升空间大，主要因为人工设计后的钙钛矿材料带隙可以达到或接近s-q理论下吸光层最优带隙（1.3-1.5ev）。钙钛矿电池实验效率从2009年的3.8%提升至目前的25.7%，电池效率提升速度远快于晶硅电池的核心原因是钙钛矿电池材料可设计性强。

➤ 产业化效率稳步提升，目前已达16-18%

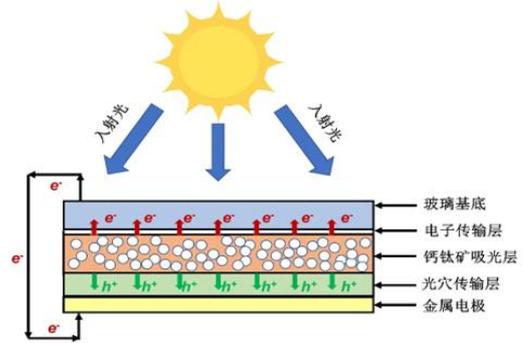
产业化效率稳步提升，目前已达16-18%，2023年玻璃基中试组件最高转换效率预计达19.3%。近年来产业化效率呈现逐步上升趋势，2019年协鑫光电在实现1241.16cm²面积15.31%的效率，同年杭州纤纳在300cm²尺寸的钙钛矿组件实现14.3%效率，华能集团2019年实现100cm²组件效率18%，2021年实现3500cm²面积电池效率15.5%。2022年极电光能在300cm²大尺寸组件实现18.2%转化效率，同年协鑫光电尺寸为1m*2m组件下线，据协鑫光电预计在工艺和产能稳定后，量产组件效率将超18%。目前产业化效率距离钙钛矿单结电池理论极限效率（超30%）还有较大提升空间，产业端、研发端针对钙钛矿电池的研发投入逐年增加，随着钙钛矿可设计性晶体配方以及工艺逐步优化，产业化效率预计呈现上升趋势。根据CPIA预测，玻璃基中试组件最高转换效率(>900cm²)2022年达到18.5%、2025年20%、2030年22%。

图49.钙钛矿材料 ABX₃ 正八面体晶体结构



资料来源：低成本制备高效率钙钛矿太阳能电池的研究-吕凤，中国银河证券研究院整理

图50.钙钛矿电池工作原理

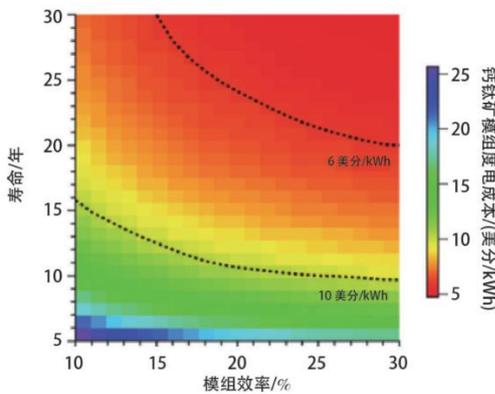


资料来源：钙钛矿太阳能电池的性能优化及稳定性研究-王硕，中国银河证券研究院整理

➤ 规模化降本优势明显，GW 级产能组件成本可降至 0.6 元/W

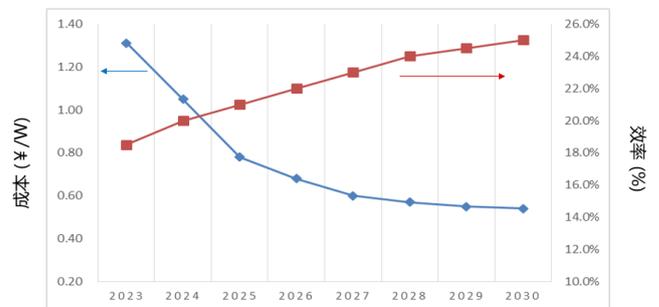
从 100MW 级扩大至 GW 级产能，组件成本下降约 50%，由 0.15 美元/W 降至 0.1 美元/W。目前有三家公司公布过其钙钛矿电池的生产成本。纤纳光电 100MW 生产线组件成本约 0.15 美元/W，扩大至 GW 级产线后组件成本约 0.1 美元/W；协鑫光电 GW 级产线组件成本可低于 0.1 美元/W。

图51.钙钛矿度电成本 (LCOE) 与效率、寿命关系图 (基于电池成本为 31.7 美元/m²)



资料来源：钙钛矿太阳能电池的产业化进程与展望-顾步一，中国银河证券研究院整理

图52.效率成本走势预测



资料来源：极电光能官网，中国银河证券研究院整理

(3) 产业化落地加速，钙钛矿设备显著受益

➤ 工艺路线：与材料、配方及电池结构等要素相关 (以平面反式为例)

平面结构电池中每层工艺路线与对应材料、配方、电池结构等要素相关，可能涉及的工艺如下：(一) 导电基底一般使用 CVD 或 PVD 法制备 ITO 或 FTO 导电玻璃。若第二层空穴传输需要温度较高的工艺，则选择 FTO 导电玻璃，因为 ITO 超过 300 摄氏度之后，会容易出现弯曲形变。(二) 空穴传输层 PVD 法或刮涂法制备，不同材料对应不同制备方法。如果选择氧化镍，它基本上就是喷涂、喷雾热解制备或者是用 PVD 法制备。如果选择 PTAA 等有机物，就需要刮涂制备或者是喷雾热解制备。(三) 钙钛矿吸光层比较流行做的是湿法制备、刮棒制

备、狭缝涂布制备以及喷雾热解制备，不同工艺方法各有优缺点，目前使用湿法，尤其是涂布工艺较多。（四）电子传输层若选择有机材料会使用蒸镀工艺，若为金属氧化物则会涉及气相沉积等工艺。有机材料，比如富勒烯等，选择的方式可能是蒸镀，尤其是团簇式蒸镀设备。如果选择二氧化锡或者硫化镉或者是二氧化钛这一部分，则使用 PVD 设备，或是 RPD、磁控电喷射等设备。（五）电极层选择金属电极通常对应蒸镀工艺，若选择透明导电电极通常对应磁控溅射工艺。

➤ **设备端：主要为镀膜设备、涂布设备、激光设备、封装设备**

产线设备类型主要为镀膜设备、涂布设备、激光设备、封装设备，其中镀膜设备价值量过半，激光设备确定性需求强，封装设备与晶硅电池相比差别不大。（一）镀膜设备主要涉及 PVD 及 RPD 设备，其中 RPD 设备比传统的 PVD 设备优势在于可以减少对钙钛矿电池的轰击损害，有利于提高转换效率和良率。相应的设备企业有捷佳伟创、迈为股份、京山轻机、众能光电等，其中捷佳伟创于 2022 年 7 月获钙钛矿电池量产 RPD 镀膜设备订单，该 RPD 设备具备较高技术壁垒；蒸镀设备主要涉及京山轻机等，2021 年 5 月京山轻机子公司晟成光伏与协鑫光电开展叠层技术战略合作，晟成光伏钙钛矿团簇型多腔式蒸镀设备已实现量产并应用于多个客户端。（二）涂布设备主要用于制作钙钛矿吸光层，主要企业德沪涂膜（未上市）、众能光电等，德沪涂膜为协鑫光电 100MW 产线供应大尺寸狭缝涂布设备，狭缝涂布可在玻璃、塑料等基片上沉积液体化合物，精确控制液体流量和移动相对速度，制备所需技术指标的薄膜。众能光电目前已对外销售刮涂/涂布一体机。（三）目前各种技术路线均需要激光设备，激光设备主要应用工序为激光划线，把大的面板进行切割，形成子电池，再将电池用串联或者并联的方式连接。目前供应钙钛矿激光设备的公司包括大族激光、迈为股份、德龙激光、杰普特、帝尔激光、众能光电等。

图53. 钙钛矿相比晶硅产业链及工艺时间明显缩短



资料来源：协鑫光电项目环评、中国银河证券研究院整理

100MW 级钙钛矿电池产能设备量价值约 1 亿元，GW 级预计 3-4 亿元。纤纳光电 100MW 钙钛矿电池产能建设投资合计约 1.2 亿元，其中钙钛矿生产线成本约 0.97 亿元，占比 80%。

协鑫光电 100MW 钙钛矿太阳能电池组件成本拆分，其中固定资产折旧约 800 万元，折旧按 20 年计算，除去厂房等建筑成本，设备类成本预计 1-1.2 亿元。按照 1GW 产能对应约 5 亿元，3-4 条生产线计算，对应设备价值量约 3-4 亿元，其中镀膜设备价值量超 50%。

表14. 目前在途产能达 0.86GW, 规划产能 28.3GW

公司名称	位置	成立时间	技术路线	工艺路线	是否有设备	量产时间(预计)	融资轮次	最高效率	在建产能 (MW)	规划产能 (MW)	出货组件尺寸	备注
众能光电	杭州	2015	反式/无机	-	是全体	2022	B, 10 亿	19.47%@64 cm ²	200	100	-	公司的 64cm ² 和 3000cm ² 的组件效率分别达到 20%和 17%，处在国际先进水平，公司在建钙钛矿太阳能光伏组件生产线产能可达 200MW/年。
纤纳光电	杭州	2015	正式	溶液打印技术	无	2022	C, 20 亿	20.2%@20 cm ²	100 (已建成)	5000	1.2m*0.6m	其位于衢州的 100MW 量产线已破土动工，并且于 2022 年 2 月，开工建设全球首个钙钛矿地面光伏电站；7 月 28 日举行首批 α 组件的发货仪式，发货数量 5000 片。
协鑫光电	昆山	2016	反式	-	无	2023	B, 10 亿	15%@1100 cm ²	100	-	1m*2m	投建全球首条 100MW 大面积钙钛矿光伏组件中试线，目标尺寸达 1*2 米，组件效率达 18%以上，成本低于晶硅 70%，寿命超过 25 年。
极电光能	无锡	2020	正式	一步溶液涂布技术	无	2022	A, 20 亿	20.5%@64 cm ²	150	10000	1.2m*0.6m	在建行业产能最大的 150MW 钙钛矿组件试制线，预计于 2022 年三季度完成设备调试，开始试生产，量产线项目也在全力推进中，并计划于 2023 年一季度启动建设。
万度光能	武汉	2016	碳电极	-	无	2022	A, 5 亿	13%@900 cm ²	200	10000	-	公司投资 60 亿元建设可印刷介观钙钛矿太阳能电池生产基地项目。项目占地 110 亩，分两期建设，第一期建设一条 200MW 级可印刷介观钙钛矿太阳能电池大试线，成功后拟扩充至 10GW 产能。
曜能科技	北京	2017	叠层	-	无	-	A, 5 亿	-	-	-	166 mm *166 mm	2022 年下半年开始建设中试车间，2023 年底投入使用。
黑晶光电	深圳	2019	叠层	-	无	-	-	25.4%@PERC	-	-	-	钙钛矿-晶硅叠层太阳能电池领域取得突破，在标准太阳光谱下测试实现了 23.5%的光电转换效率，可将太阳能电池的转换效率提高到 35%以上，远远超过晶硅太阳能电

												池的理论效率。
宁德时代	宁德	2011	-	-	无	-	定向增 发, 450 亿	-	-	-	-	钙钛矿光伏电池进展顺利, 正在搭 建中试线中
鑫磊鑫	金昌	2021	-	-	无	2023	B, 4.5 亿	18%	-	100000 %	-	2022年7月1GW钙钛矿光伏组件 产线开工。
大正微纳	镇江	2018	-	-	无	-	-	-	-	-	40cm*60 cm	2022年7月10MW柔性钙钛矿光 伏组件产线正式启动量产。
无限光能	深圳	2022	-	-	无	2024	天使轮	-	10	100	-	预计在三季度完成试验线建设, 年 内实现大尺寸组件批量下线, 目标 效率大于 20%。下一步将启动 10MW级中试线建设, 为实现2024 年建成100MW级量产线奠定坚实 基础。
华晟新能 源	安徽	2020	叠层	-	无	2025	A	-	-	100	-	已量产尺寸钙钛矿/异质结叠层电 池研发平台, 成果实现 M6 尺寸大 面积钙钛矿层的均匀制备。
牛津光伏	英国	2015	叠层	-	无	2022	D, 70 亿	29.52%@ 1.12 cm ²	100	2000	166 mm *166 mm	计划 2024 年将其目前 100 MW/ 年的产能工厂扩大到 2 GW/年。
Saule	波兰	2016	单节	喷墨 印刷	无	2021	C, 30 亿	-	-	-	-	
亨特能源	美国	2017	单节	-	无	-	-	-	-	-	-	
					合计				860	28300		

资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院整理

(二) 风电设备

1、风电设备: 明年是交付大年, 关注抗通缩及国产替代主线

(1) 2022 年装机并网不及预期, 2023 年全球/国内风电新增装机需求有望达到 115/75GW

2022 年前三季度国内风机招标量已达 76.3GW, 同比增长 83%; 我们预计 2023 年全球/国内风电新增装机需求有望达到 115/75GW, 同比增长 21%/67%, 2022-2025 年全球/国内风电新增装机 CAGR 有望达到 14%/28%。整体看 2022 年招标量有望达到 100GW, 按照招标量年内与下年 3:7 的比例, 预计 70% 招标的风机将于 2023 年交付并网, 为未来风电装机打下坚实基础。

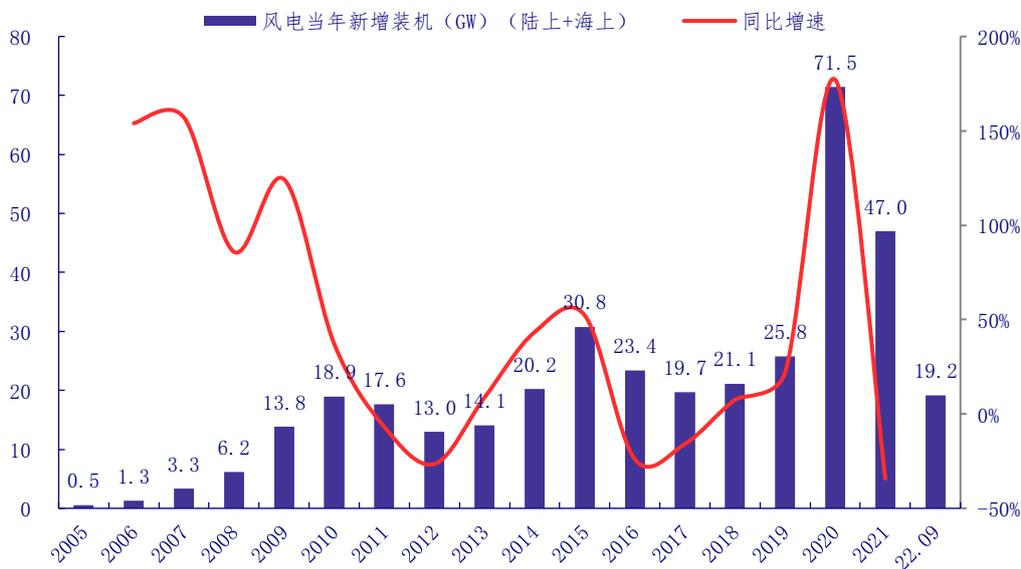
图54.风电先行指标招标量



资料来源: CPIA、中国银河证券研究院

2022年风电装机并网不及预期。2022年1到9月并网19.2GW，同比增长17%，不及预期原因主要为上半年长三角疫情影响使得齿轮箱、轴承等关键部件缺货严重，对风机的排产和交付产生影响。

图55.风电新增装机



资料来源: 能源局、中国银河证券研究院

(2) 风机大型化下关注抗通缩环节及国产替代主线

风机大型化持续推进，招标价格持续下跌，2022年9月月度公开招标均价已降低至1808元/kw。平均功率提升及单位成本降低有望带动风电装机量提升。

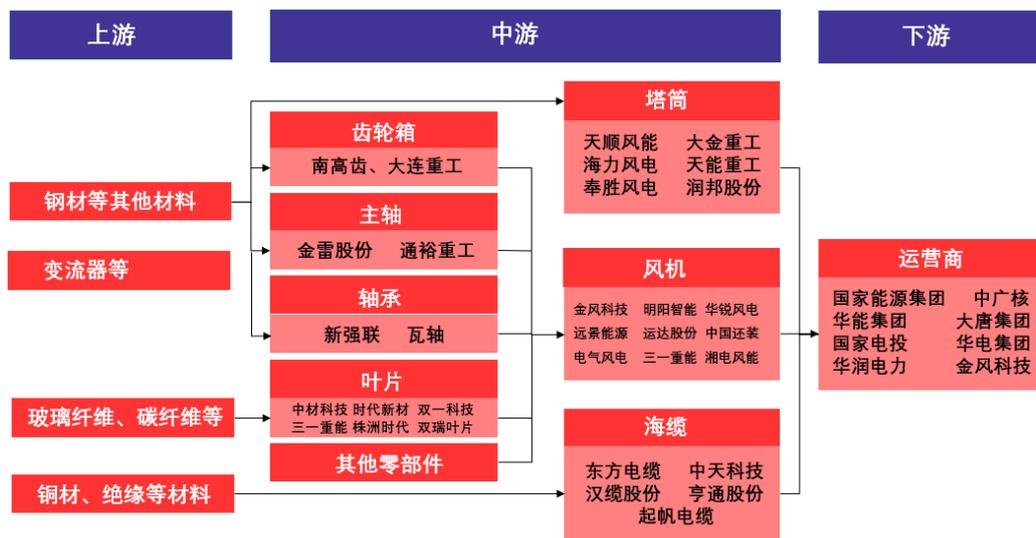
大型化趋势下，海缆有望实现量价齐升，抗通缩属性强。从量上看，离岸距离增加 34%，送出缆用量超线性翻倍增长，价值量方面，更高电压等级和柔性直流海缆的应用使得单公里价值量提升 48%以上。

风机大型化以及深远海化进一步提升桩基用量需求。当水深小于 20m 时单桩的重量在 800-1200 吨，当水深超过 30m，重量在 1600-1800 吨。桩基生产壁垒不高，核心在于产能布局及码头资源。

风机大型化以及深远海化进一步提升桩基用量需求。当水深小于 20m 时单桩的重量在 800-1200 吨，当水深超过 30m，重量在 1600-1800 吨。桩基生产壁垒不高，核心在于产能布局及码头资源。建议关注海力风电、大金重工

大兆瓦轴承存在技术壁垒，当前国产化率 33% 较低，而齿轮箱和发动机轴承的国产化率仅为 1%、0.2%。当前风电主轴轴承全球市场几乎被海外企业垄断。建议关注新强联、恒润股份。

图56.风电产业链



资料来源：中国银河证券研究院

图57.轴承市占率

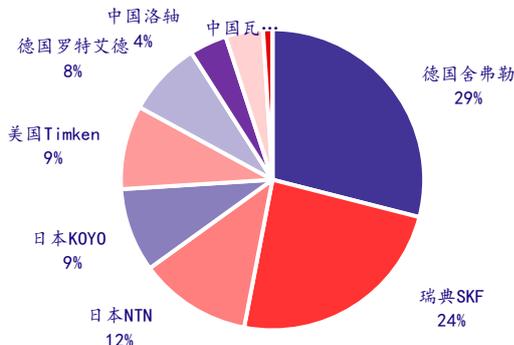


图58.月度公开招标均价



资料来源：中电联，中国银河证券研究院

资料来源：PV InfoLink，中国银河证券研究院

(三) 核电设备

1、核电技术发展助力双碳背景下核电复苏

(1) 核电技术快速发展

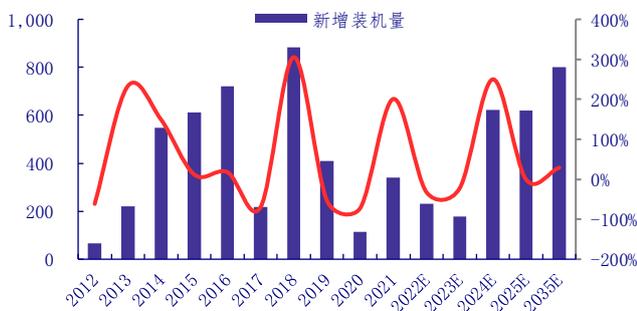
核电技术的发展从第一代到第四代，甚至第五代也被提出。从核电站技术演变来看，主要可划分四代核电技术。第一代是实验性的核电站，主要目的是为了通过试验示范形式来验证其核电在工程实施上的可行性，目前已基本退役；第二代核电技术具有标准化、系列化、批量化的特点，安全性较、经济性均提高，但应对严重事故的措施仍薄弱；第三代核电技术是主流，安全性更高，建造周期缩短，寿命延长，目前我国新建均为三代机型，正在逐步取缔二代+机组成为主力，2021年9月，世界首个钍核反应堆在甘肃成功运行，中国或将于2030年前建造一个为10万居民提供电力的373兆瓦钍核反应堆；第四代仍在发展阶段，预计2030年左右推出解决核能经济性、安全性、可持续性、废物处理和防止核扩散问题的核能系统。第五代核能系统是一种“核能协同网络”的概念，具有系统性、灵活性和多能性三大特点。

(2) 全国核电机组装机规模持续增长

核电机组核准数量是核电装机规模的先行指标，2022年核电机组核准数量已达10台，是2008年以来的最多年份。2011年日本福岛核事故以来，中国一度暂停新增核电项目审批，直至2012年12月才核准江苏田湾核电二期工程，2022年我国核准5个核电项目，共计10台核电机组，是2008年以来最多年份。截至2022年9月，我国在运核电机组数量54台，其中中广核26台，中核25台，国家电投2台，华能2台，乐观预计2030年我国在运核电机组或达96台。我国在建核电机组23台，其中中核10台，中广核9台，华能2台，国家电投2台。

核电机组装机规模持续增长。2012-2021年，全国核电装机容量从1263万千瓦上升至5328万千瓦，复合增长率达17.34%。根据《十四五规划和2035年远景目标纲要》，“十四五”期间我国核电运行装机容量达到7000万千瓦。此外，根据中国核能行业协会发布的《中国核能年度发展与展望(2020)》，2035年在运和在建核电装机容量合计将达到2亿千瓦。

图59.核电机组每年新增装机容量



资料来源：中国核能行业协会，国际原子能机构，中核智库，中国核

图60.核电机组装机规模持续增长，到2025年7000万千瓦



资料来源：中国核能行业协会，国际原子能机构，中核智库，中国核

河证券研究院

河证券研究院

(3) 核电装备市场空间或达千亿元

2022-2025 年我国核电装备市场空间或达千亿元。按“十四五”期间我国核电运行装机容量达 7000 万千瓦，每台核电机组 100 万千瓦装机容量计算，2022-2025 年间，核电建设有望按照平均每年 7-8 台机组推进。核电站每千瓦建造成本 1.1-1.8 万元，设备市场空间占比约为建造成本的一半，按平均每年 7-8 台机组推进，2022-2025 年核电设备市场空间或达千亿，约 825-1350 亿元，对应核电设备市场空间 413-675 亿元。

图61.核电产业链



资料来源：中国银河证券研究院

2、核电发展提速背景下核电新燃料储运的投资机会

(1) 我国新燃料运输容器迈入国产化替代

我国核电产业起步较晚，此前新燃料储运容器主要来自国外购入。国际上主要的核电大国美国、法国、俄罗斯等核能产业发展时间长，于新燃料运输方面积累了丰富的技术经验，其所产容器为国际所广泛使用。法国主管部门批复 FCC3、FCC4 型运输容器满足新燃料组件安全运输需求。美国按照 A(F)或 B(F)型货包的要求进行核燃料组件运输容器设计，在力学、临界安全等方面的考虑充分，而俄罗斯 TK-C5 型、TK-C5-M 型等运输容器结构相对简单。总体上，国外核燃料组件运输容器装载兼容性和系列化程度较高。

近年，为满足不断增加的新燃料组件运输需求，国内自主设计了多款新燃料组件运输容器，获得了监管部门对设计、制造的批复。针对应用较多的压水堆，中国核电工程与中核建中核燃料元件有限公司共同设计研发 CNFC-3G 燃料组件运输容器，能装载 2 组 AFA3G、CF 或 STEP-12 型新燃料组件。中国核电工程设计了用于装载 FA300 新燃料组件的 CNFC-300 燃料组件运输容器、适用于装运高温气冷堆燃料组件的 CNFC-HTR 燃料组件运输容器。中广核研究院有限公司自主研发了用于装载压水堆 STEP-12 和 AFA3G 系列新燃料组件的 ANT-12A 型燃料组件运输容器。上海核工程研究设计院于 2017 年完成了 AP1000 燃料组件装运容器—STC-NF1A 燃料组件运输容器的国产化设计。针对中国实验快堆（CEFR）使用的混合氧化物 MOX 新燃料组件，原子能院设计开发了 CEFR-MOX 新燃料组件运输容器。

国内从事新燃料组件运输容器制造的企业主要有南通中集能源装备有限公司、四川科新机电股份有限公司、西安核设备有限公司、大连宝原核设备有限公司等。西安核设备取得了 CNFC-3G 燃料组件运输容器制造方法的发明专利，实现了该设备的自主制造。2018 年南通中集能源装备取得了 STC-NF1A 燃料组件运输容器的制造许可，2019 年完成了首批运输容器的制造，将为三门核电站 1 号机组生产的 64 组首次换料 API1000 燃料组件，从内蒙古包头运往三门核电站。2022 年 11 月 29 日，由大连宝原核设备承制的首批“ANT-12A 型新燃料运输容器”设备顺利完成出厂验收，将交付中广核铀业发展有限公司。科新机电于 2018 年获得《民用核安全设备制造许可证》，成为为数不多的拥有核电资质的民营压力容器制造企业，目前已取得核电产品 ANT-12A 型新燃料运输容器项目批量化生产订单并服务于“一带一路”。

(2) 我国新燃料运输容器的市场空间测算

新燃料组件运输需求来自当年新建成和在运核电机组。当年新建成核电机组的燃料组件运输需求为当年新建成核电机组数与单台核电机组对应组件数量的乘积。在运核电机组的燃料组件运输需求为当年在运核电机组数与单台核电机组对应组件数量乘积的三分之一。由于我国商用核电站分布于沿海地区，元件制造厂地处内陆，核燃料组件运输路程较长、路况复杂，考虑元件制造周期和厂内存放周期，一年周转 2 次。此外，一台容器可以装两个燃料组件。因此，每年的新燃料容器年市场需求为当年新建成和在运核电机组的燃料组件运输需求的四分之一。

表15.新燃料容器年市场需求到 2030 年约有 1512 个

项目/年份	2022	2023	2024	2025	2030
新建成核电机组的组件运输需求	157	511	531	688	1256
在运核电机组的组件运输需求	2768	2820	2990	3167	4790
总运输需求	2925	3331	3521	3855	6046
新燃料容器年市场需求	732	833	881	964	1512

资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

表16.新燃料容器对应市场空间测算

项目/年份	2022	2023	2024	2025
新建成核电机组的组件运输需求	177	311	548	964
在运核电机组的组件运输需求	20	36	63	110
总运输需求	97	170	299	527
新燃料容器年市场需求	1.94	3.40	5.98	10.54

资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

3、核电发展提速背景下核电乏燃料储运的投资机会

(1) 乏燃料运输国内外发展进程

乏燃料运输容器的发展历程分为 5 各阶段：第一阶段为研究堆用小型乏燃料运输容器（10 t 左右）；第二阶段为商用堆用小型乏燃料运输容器（20 t 左右）；第三阶段为商用堆用大型乏燃料运输容器（100 t 左右）；第四阶段为商用堆用系列化大型乏燃料运输容器；第五阶段为大型多用途乏燃料容器（研究堆、商用堆、存储、运输）。主要核电大国均有了技术成熟、

已经形成系列化的乏燃料运输容器，多数处于第四阶段并向第五阶段发展，如法国 TN 系列容器、美国 NAC 系列容器、德国 Castor 系列容器、日本 MSF 系列容器、俄罗斯 TK 系列容器等。

对比国内与国外发展现状，我国目前已逐步进入第三阶段。1994 年，核二院研制的 RY-I 型研究堆用小型运输容器在大连 523 厂进行小批量生产，标志着我国完成了第一个阶段。齐齐哈尔重型铸造致力于研制球墨铸铁核乏燃料运输容器，成功研制了 BQH-20 型球墨铸铁乏燃料运输容器，目前该厂可生产 20 t 级的球墨铸铁乏燃料运输容器。2017 年 12 月中核“龙舟-CNSC 乏燃料运输容器研制”项目中原型样机通过验收，并具备了批量化生产能力，这标志着我国成功自主研发了大型乏燃料运输容器。2021 年 6 月，我国自主设计制造的百吨级乏燃料运输容器—CNSC 乏燃料运输容器顺利下线，这标志着我国逐步进入乏燃料运输容器的第三阶段。

(2) 乏燃料后处理需求旺盛

➤ 乏燃料产生量高，后处理需求大

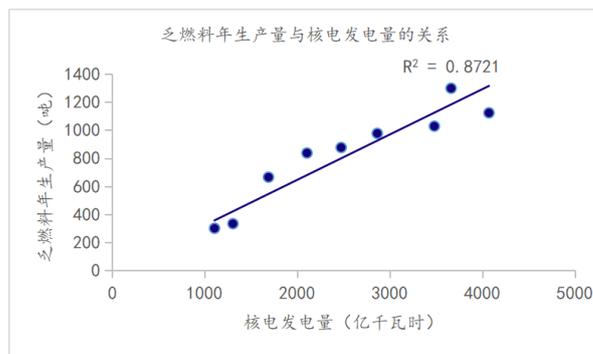
我国乏燃料产生量逐年增长，到 2030 年乏燃料年产出 1803 吨，累计产出 23110 吨。我国核电站设备平均利用率在 2013-2021 年基本在 80%以上，近三年超 90%，这说明核电站机组运行稳定，基本满负荷运行。此外，对 2013-2021 年核电发电量与乏燃料年产量的数据进行回归，可得两者呈正相关，据此来预测 2022 及以后的乏燃料年产量与乏燃料累计产生量。根据《by Energy Outlook: 2020edition》，中国核电年均增速为 5.4%至 6.0%，按 5.4%的增速对乏燃料产出做等比估算，到 2030 年乏燃料年产出为 1803 吨，累计产出 23110 吨。

图62.乏燃料产生量逐年增加，已突破 1000 吨

年份	核电设备平均利用率
2013	85.89%
2014	86.32%
2015	83.30%
2016	79.55%
2017	81.14%
2018	85.61%
2019	92.36%
2020	92.95%
2021	92.27%
2022 (1月-9月)	90.85%

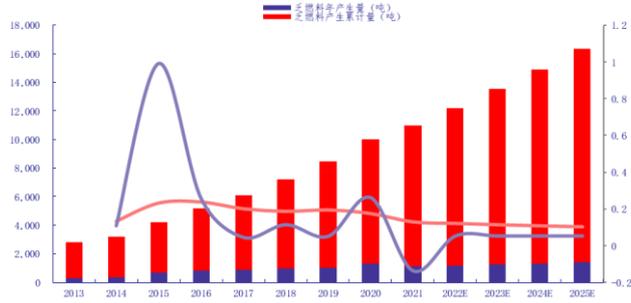
资料来源：中国核能行业协会，中国银河研究院整理

图63.乏燃料年产生量与核电发电量呈正相关



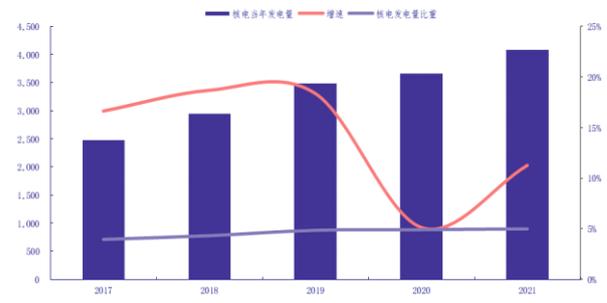
资料来源：《乏燃料后处理困局》，中国核能行业协会，中国银河研究院

图64.乏燃料产生量逐年增加，已突破 1000 吨



资料来源：《乏燃料后处理困局》，中国银河证券研究院

图65.核电发电量持续增长，年均增速预计 5.4%



资料来源：中国核能行业协会，中国银河证券研究院

➤ 乏燃料组件类别不同刺激乏燃料后处理需求

乏燃料组件类别不同刺激乏燃料处理需求。不同堆型和型号对应的组件尺寸、形状有所区别。以外形尺寸和燃料特性为划分依据，我国的乏燃料包括标准型四边形组件、加长型四边形组件、短型四边形组件、六边形组件、圆柱形棒束组件、球形组件。乏燃料组件类别的不同对乏燃料处理和储存能力提出了更高的要求。

表17.乏燃料组件类别不同

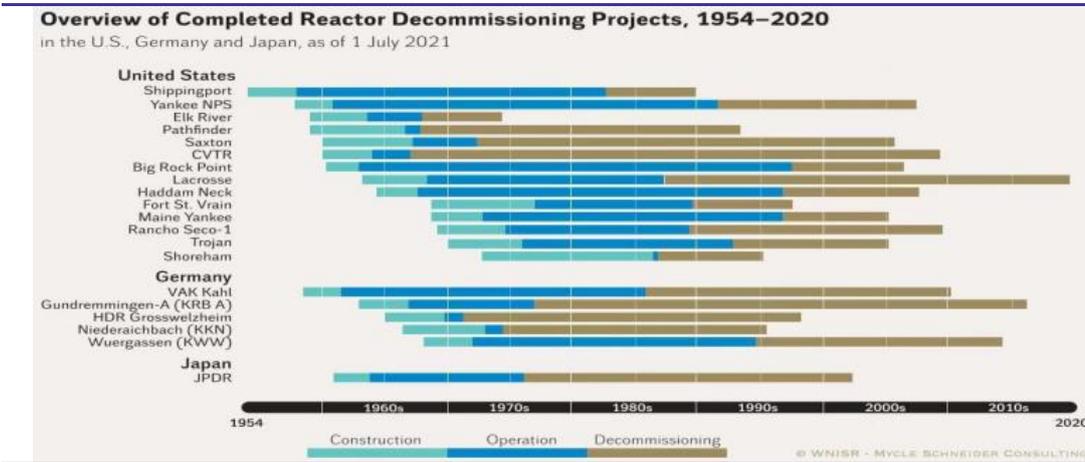
乏燃料组件类型	乏燃料组件名称	应用堆型	长度 (单位: 毫米)	重量 (单位: 千克)
标准型四边形组件	AFA-2G、AFA-3G、CF3 组件	CNP650、M310、CPR1000、华龙一号	4060.2 (以 AFA-3G 为例)	461 (以 AFA-3G 为例)
加长型四边形组件	AFA-3GLE、RFA-2 组件	EPR1750 、 AP1000 、 CAP1400	4795.5(以 AP1000 为例)	541(以 AP1000 为例)
短型四边形组件	FA300	泰山一期核电站	3200 (以泰山一期为例)	466.3 (以泰山一期为例)
六边形组件	AFA 组件、TVS-2M 组件和 TVS-2006 组件	田湾、徐大堡核电站 AES-91 机组和 AES-2006 机组	中心距为 236，对边距为 235.1(以 TVS-2006 为例)	-
圆柱形棒束组件	CANDU 堆燃料组件	泰山三期核电站的 CANDU-6 堆型	燃料棒束长度 495.3, 燃料棒束直径 102.4	24.1
球形组件	高温气冷堆球形燃料组件	高温气冷堆	直径 60	总重量 0.2

资料来源：《我国乏燃料离堆贮存需求分析及技术路线选择》，中国银河证券研究院整理

➤ 核电站退役刺激乏燃料后处理需求

核工业将迎来退役高潮，刺激乏燃料后处理市场。据预计，到 2030 年，全球约一半的现役核电机组将退役，超 200 台，全球核电反应堆退役市场规模预计超 1000 亿美元。我国核电站投产时间较晚，若核电站按照运行 40-60 年退役，我国核电站在 2030 年前后将开始面临退役，市场规模预计达千亿元。

图66.核电站退役即将迎来高潮



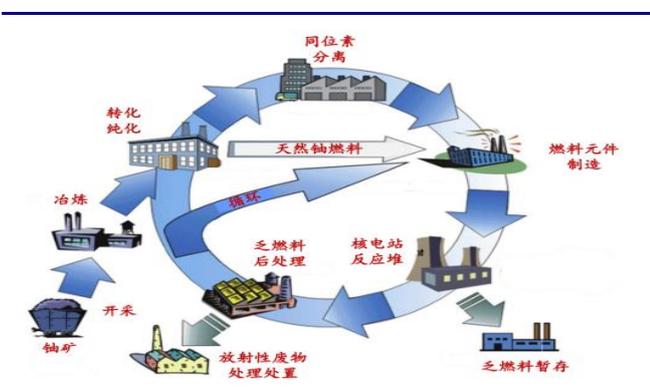
资料来源：WNISR、中国银河证券研究院

➤ 闭式循环管理产生乏燃料暂存需求

中国坚定执行闭式核燃料循环政策。目前，各国主要采取直接进行深地层埋藏、闭式核燃料循环两种方式处理乏燃料。直接进行深地层埋藏多用于美国、加拿大、北欧国家，成本低、简单，但后患无穷（自然灾害、恐怖袭击等）。闭式核燃料循环多用于法国、日本、中国、俄罗斯等国家。闭式核燃料循环指将乏燃料送至后处理厂，从中回收铀、钚，以实现重复利用核燃料的目的。早在1983年，我国就确定了“发展核电必须相应发展后处理”的战略，2021年我国进一步明确了坚定执行闭式核燃料循环的政策。

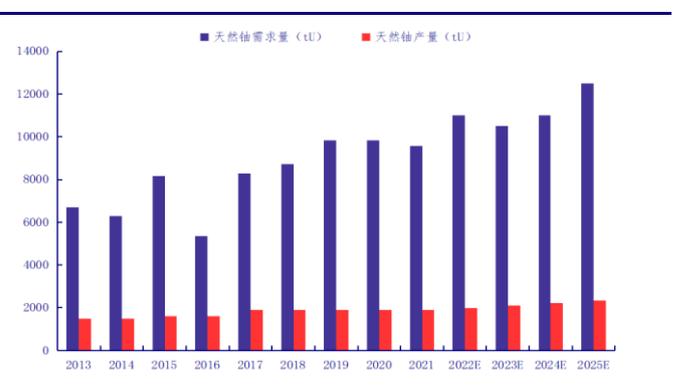
天然铀需求大而产量不足，建立闭式核燃料循环的必要性进一步提升。天然铀是目前普遍使用的核燃料，核电装机容量的增长增加了对铀的需求。根据世界核协会，天然铀需求量从2013年的6711吨增长到2021年的9563吨，增速达4.5%。然而，我国天然铀不丰富且开采成本高，2021年我国铀产量仅占全球总产量的3.4%，铀资源高度依赖进口，对外依存度常年维持在70%以上。根据世界核协会，我国铀产量在2013-2021年间仅增长385吨。因此，必须建立核燃料闭式循环体系，这可使铀资源利用率提高50~60倍，大幅减少天然铀需求量，降低铀对外依存度，实现核能可持续发展，这也符合我国建设资源节约、环境友好型社会的发展要求。

图67.核燃料循环



资料来源：景业智能招股说明书，中国银河证券研究院

图68.我国本土天然铀的需求量远高于对应的产量



资料来源：世界核协会，中国银河证券研究院

闭式核燃料循环管理产生乏燃料暂存需求。闭式核燃料循环的最后需要将反应堆产生的

乏燃料运至后处理厂，在后处理厂提取出有用的物质进行重复利用，从而提高铀的利用率。然而，我国后处理能力缺口大，后处理厂少，所以需要建立一定的乏燃料离堆贮存能力。

(3) 乏燃料后处理能力弱

乏燃料产生量逐年增长，但是我国乏燃料后处理能力薄弱，目前乏燃料处理能力只有 50 吨/年，在建处理能力也仅为 200 吨/年。2010 年，我国在甘肃兰州建造了第一座乏燃料后处理中间试验厂——中核四零四厂，拥有年处理 50t 的乏燃料处理能力。随后，中核集团提出了在中试厂的技术基础上自主设计建设 200t/a 项目，目前正在建设。相比乏燃料的年产生量，目前我国的乏燃料处理能力远远不够，需建立乏燃料离堆贮存能力。

表18.在运和即将投运的乏燃料后处理设施

国家	设施	位置	产能(tHM/a)	投运时间
法国	UP2-800	阿格	800	1994 年
	UP3	阿格	800	1989 年
英国	镁诺克斯	塞拉菲尔德	1500	1964 年
俄罗斯	RT-1	马雅克	400	1977 年
日本	六所村	六所村	800	2023 年*
印度	四座小型设施	-	360	-
中国	中核 404 厂	甘肃	50	2010 年

*计划于 2023 年投运，目前尚未投运。

资料来源：《全球乏燃料与高放废物管理现状》，中国银河证券研究院整理

(4) 乏燃料运输容器市场空间超千亿

基于乏燃料在堆冷却满 3 年后离堆贮存的前提假设，乏燃料运输容器对应市场空间将破千亿。根据《田湾核电站乏燃料离堆贮存方案研究》，乏燃料组件在乏燃料水池贮 3 年后，放射性和余热即可衰减至从反应堆水池运出的条件。所以，按 3 年正常测算乏燃料累计运出需求量，到 2030 年，乏燃料累计运出需求量约 1.64 万吨，对应市场空间约 492.6 亿元。

表19.按水池吨放 3 年乏燃料测算乏燃料运输容器年市场需求

项目/年份	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
乏燃料累计运出需求量	6249	7279	8358	9507	10696	11959	13310	14798	16421	41632
乏燃料运输容器年市场需求	312	364	418	475	535	598	666	740	821	2082
对应市场空间(亿元)	187	218	251	285	321	359	399	444	493	1249

资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

基于乏燃料在堆冷却满 20 年后离堆贮存的前提假设，到 2040 年，乏燃料运输容器的市场空间约 253.4 亿元。我国核电厂乏燃料池贮存能力多为 20 年，满 20 年后必须运出，所以，按 20 年极限测算，到 2030 年乏燃料累计运出需求量 1529.5 吨，对应市场空间 45.9 亿元。

表20.按水池吨放 20 年乏燃料测算乏燃料运输容器年市场需求

项目/年份	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
累计运出需求量(吨)	100	239	393	547	702	900	1098	1297	1529	8445

年市场需求(个)	5	12	20	27	35	45	55	65	76	422
对应市场空间(亿元)	3	7	12	16	21	27	33	39	46	253

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

表21.我国乏燃料池贮存能力, 多为 20 年

核电站	机组	第一次联网时间	乏燃料贮存方式	乏燃料贮存能力(年)	乏燃料贮满年份
泰山		1991/12/15	密集湿式贮存乏池扩容	35	2025
大亚湾	1号	1993/8/31	湿式贮存	10	2003
	2号	1994/2/7			2004
泰山二期	1号	2002/2/6	密集湿式贮存	20	2022
	2号	2004/3/11			2024
岭澳	1号	2002/2/26	密集湿式贮存	20	2042
	2号	2002/9/14			2043
泰山三期	1号	2002/11/19	厂址湿式/干式贮存	40	2042
	2号	2003/6/12			2043
田湾	1号	2006/5/12	湿式贮存	20	2026
	2号	2007/5/14			2027

资料来源: 中广核, 中国银河证券研究院整理

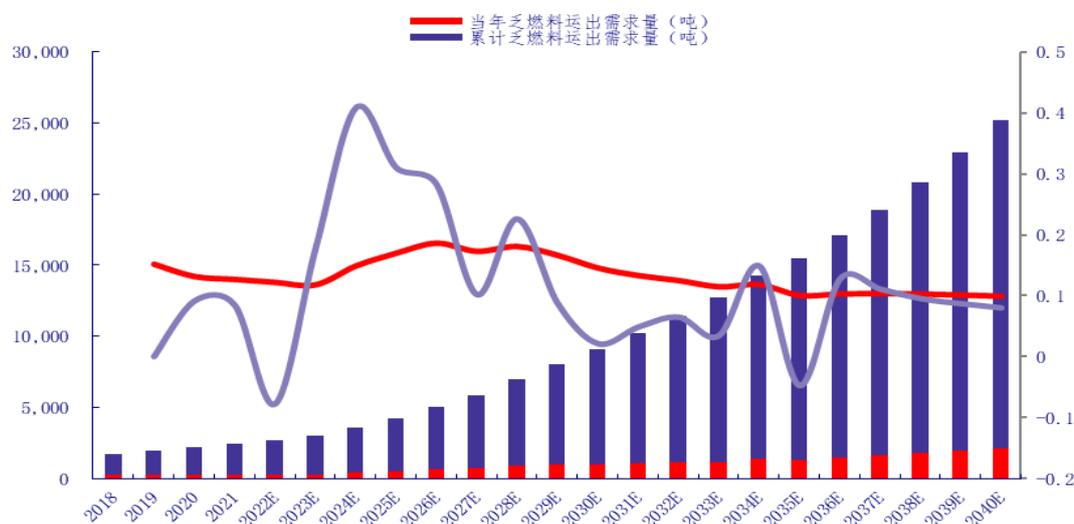
基于乏燃料在堆冷却满 10 年后离堆贮存的前提假设, 到 2040 年, 乏燃料运输容器的市场空间约 682.8 亿元。结合 3 年和 20 年的测算, 并考虑乏燃料在堆贮存水池至少必须保证有一个堆芯和三分之一换料的安全裕量, 合理选择按水池屯放乏燃料 10 年来测算乏燃料运输容器市场空间。到 2030 年, 乏燃料累计运出需求量 7823.4 吨, 对应市场空间 234.7 亿元。虽然弹性比较大, 但乏燃料运输容器总需求及其增长趋势是确定的, 长期看, 市场空间将超千亿。站在乏燃料储运能力和建设周期的角度, 都需要积极发展乏燃料运输容器且该种需求日益迫切。

表22.按水池屯放 10 年乏燃料测算乏燃料运输容器年市场需求

项目/年份	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
累计运出需求量(吨)	2183	2473	2881	3416	4103	4859	5786	6794	7823	22760
年市场需求(个)	109	124	144	171	205	243	289	340	391	1138
对应市场空间(亿元)	66	74	86	102	123	146	174	204	235	683

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

图69.乏燃料运出需求量（按10年）



资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

（四）电动车仍处发展快车道，重点关注锂电中技术变革及供应链重构中的设备机遇

1、全球新能源汽车快速放量，锂电技术革新打开设备成长空间

（1）新能源汽车渗透率快速提升，持续超预期

2022年我国新能源汽车产销持续创新高，渗透率快速提升。中国新能源汽车市场产销两旺表现突出，2021年新能源汽车产量为354.5万辆，同比增长159.52%；新能源汽车销量为352.1万辆，同比增长157.57%；连续7年位居全球第一。2022年1-10月，新能源汽车延续高景气，产销量分别达到548.5万辆和528.0万辆，同比分别增长113.8%和107.69%；10月单月渗透率提升至28.49%。

图70.中国新能源汽车产量情况

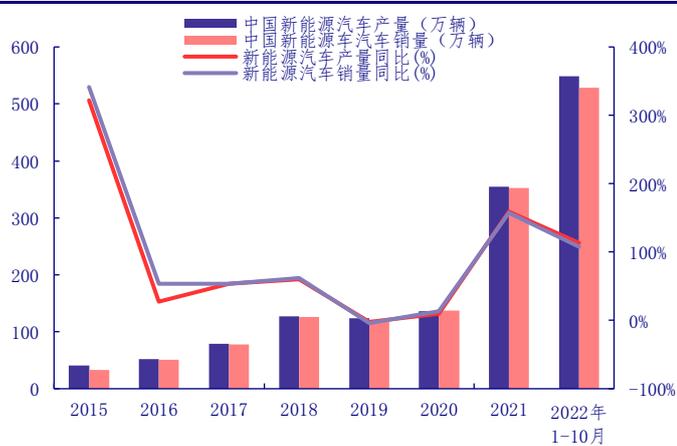


图71.中国新能源汽车渗透率



资料来源：中汽协，中国银河证券研究院

全球节能减排趋势下，全球新能源汽车渗透率实现快速增长。根据乘联会秘书长崔东树披露，2022年全球新能源汽车渗透率已由2021年的8%提升至12%。分地区来看，2022年10月欧洲新能源汽车渗透率达到24.48%，其中，挪威、瑞典两国新能源汽车渗透率高居全球前两位，10月渗透率分别达到73%、52.6%。美国新能源汽车渗透率也提升至7.3%。

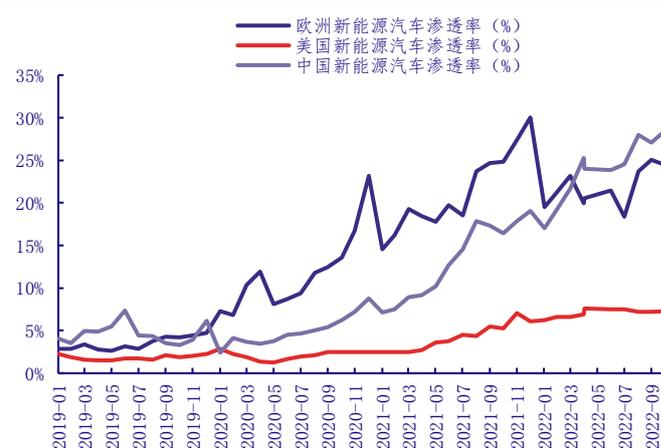
图72.全球新能源汽车销量



资料来源：CleanTechnica, EV Sales, EVTank, 中国银河证券研究院

资料来源：中汽协，中国银河证券研究院

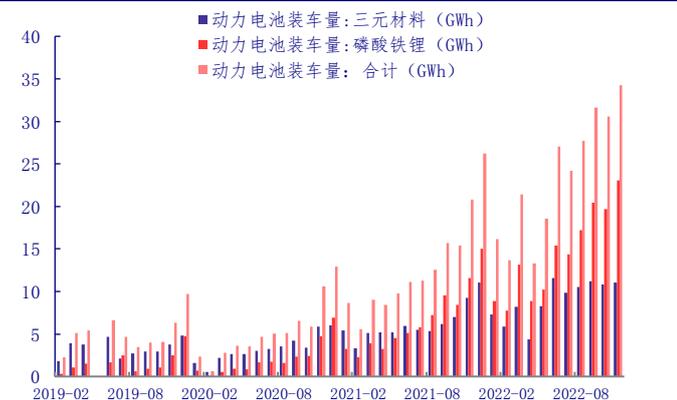
图73.中国、欧洲、美国新能源汽车渗透率



资料来源：Wind, 中国银河证券研究院

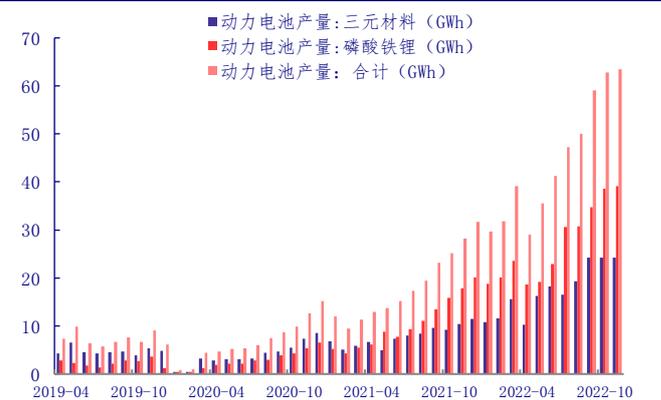
在新能源汽车市场的强劲增长态势下，动力电池装机量大幅提升。截至2022年11月，中国动力电池累计产量达到489.13GWh，同比增长160.1%。其中磷酸铁锂电池累计产量为297.01GWh，同比增长182.0%。三元电池累计产量为191.47GWh，同比增长132.3%。我国动力电池装车量累计258.50GWh，同比累计增长101.5%。其中三元电池装车量累计99.02GWh，同比累计增长56.0%；磷酸铁锂电池装车量累计159.08GWh，同比累计增长145.5%。

图74.中国动力电池装车量



资料来源：Wind, 中国银河证券研究院

图75.中国动力电池产量

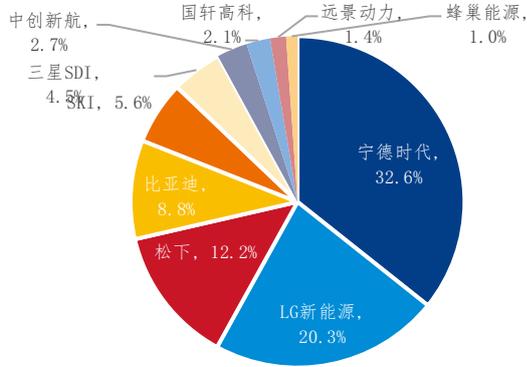


资料来源：Wind, 中国银河证券研究院

宁德时代电池装机量稳居第一，国内电池企业市占率提升。2022年前10月，宁德时代仍然在全球动力电池装机量中位居首位，市场份额达到35.3%，相比2021年的32.6%进一步提升。比亚迪市占率大幅提升，前10月市场份额达到13.2%。从整体来看，装机量排名前10的

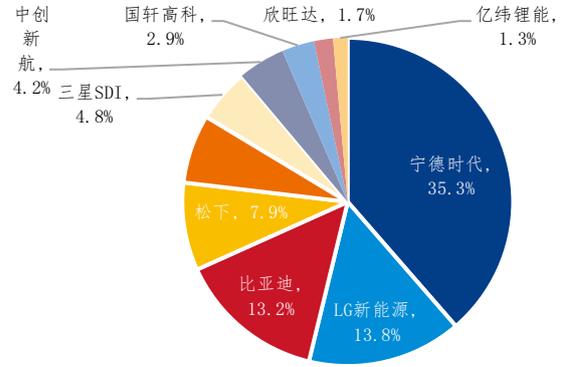
企业相对稳定，韩国电池厂市场份额下滑，中国电池企业总体市占率进一步提升至 58.6%。

图76.2021 年全球动力电池装机量 TOP10 份额



资料来源: SNE Research, 中国银河证券研究院

图77.2022 年前 10 月全球动力电池装机量 TOP10 份额



资料来源: SNE Research, 中国银河证券研究院

(2) 动力电池扩产增速放缓，关注锂电技术变革带来的设备机遇

国内电池新增产能增长放缓，海外扩产仍在加速。从全球主流动力电池厂商产能规划来看，2023-2025 年，国内预计将新增电池产能 843.8/680.5/439.0GWh，同比+17.28%/-19.35%/-35.49%，产能扩张速度逐步放缓。同时，海外电池厂产能仍将保持较快增长，叠加国内电池企业出海建厂，2023-2025 年海外产能预计将新增 233.2/368.5/481.0GWh，同比+58.86%/58.02%/30.53%。

表23.全球主流电池厂产能规划

	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
国内产					
能					
宁德时代	186	370	539	731	895
比亚迪	105	317.5	576	636	651
国轩高科	45	114	179	214	244
亿纬锂能	38.5	125.5	191.5	279.5	349.5
蜂巢能源	18.6	62.6	182.9	255.9	325.9
欣旺达	4	64	144	224	244
中创新航	29.5	92.5	177.5	330	400
国内合计	426.6	1146.1	1989.9	2670.4	3109.4
国内新增	206.1	719.5	843.8	680.5	439.0
同比		249.10%	17.28%	-19.35%	-35.49%
国内海外建厂		8	61.5	106	172
海外产					
能					
松下	89	136	169	206	229
LG	106	108	176	357	462
三星 SDI	25	51	78	81	81
SKI	57	75.8	87.5	147.5	276.5
Northvolt		45	45	88	206
大众			40	40	80
国外合计	277	423.8	657	1025.5	1506.5

	国外新增	91	146.8	233.2	368.5	481.0
	同比		61.32%	58.86%	58.02%	30.53%
全球产能	全球合计	703.6	1569.9	2646.9	3695.9	4615.9
	全球新增	297.1	866.3	1077	1049	920
	同比		191.59%	24.32%	-2.60%	-12.30%

资料来源：各公司公告，GGII，起点锂电，中国银河证券研究院

受动力电池厂商扩产节奏放缓影响，锂电设备新签订单规模将有所收缩，重点关注产业链技术迭代下具备渗透空间的相关设备机遇，以及锂电设备公司平台化发展带来的第二增长曲线。随着电池技术的不断发展，锂电产业链各环节技术不断更新迭代，4680 电池推动干法涂布、全极耳激光焊接的工艺革新，复合集流体对传统铝箔/铜箔的替代为磁控溅射和电镀设备打开发展空间。换电车型的放量、车身一体化压铸等新能源汽车产业链新发展方向也将助力相关设备需求增长。

(3) 相关标的

表24.相关标的

企业	简介
先导智能 (300450.SZ)	全球领先的新能源装备提供商，业务涵盖锂电池智能装备、光伏智能装备、3C 智能装备、智能物流系统、汽车智能产线、氢能装备、激光精密加工装备等领域。
赢合科技 (300457.SZ)	主要从事锂离子电池专用设备的研发、生产和销售，为客户提供锂电池自动化装备和服务，以及电子烟 ODM 代工业务。
杭可科技 (688006.SH)	全球一流的集销售、研发、制造、服务为一体的新能源锂电池化成成分容成套生产设备系统集成商，公司的主要产品有各类电池充放电设备、测试设备、物流设备及相应配套软件系统。
利元亨 (688499.SH)	公司产品以锂电池制造设备为主，已基本覆盖电芯制造、电芯装配、电芯检测、电池组装、物流仓储等锂电池生产过程全工艺设备。

资料来源：中国银河证券研究院

2、4680 引领多环节技术变革，焊接设备充分受益

(1) 特斯拉发布 4680 大圆柱电池，实现电芯降本增效

圆柱、方形、软包是动力电池封装的三种方式。相比方形和软包电池，圆柱电池优势在于：第一，成组接触面较大，安全性佳。其弧形表面在充分接触时仍存在较大间隙，一定程度上抑制了电池之间热量传递，且圆柱电池单体能量低，密封性较好，不易发生漏液现象，因此圆柱电池在安全性方面优势明显。此外，圆柱电池一致性高，可以一定程度上避免由于电池不一致导致的过充、过放和局部过热的危险。第二，材料兼容性强。为提高电池能量密度，高镍正极材料和硅碳负极材料被应用到电池材料体系，但高镍材料较差的热稳定性和硅碳材料较高的体积膨胀率对动力电池的安全性带来了考验。圆柱电池结构体强度更高，对硅碳负极脱胀的容忍度较高，且圆柱电池的热失控传播阻断特性可以在一定程度上弥补高镍材料热稳定性差的缺点，因此在应用高镍材料和硅碳负极材料方面，圆柱电池优势明显。

近年来，圆柱电池不断向更大尺寸发展。一方面，目前行业内圆柱形电池的模组成组效率约为 87%，系统成组约为 65%，而方形电池则分别为 89%和 70%，圆柱电池成组效率较低。圆柱电池直径变大后，动力电池支架板和集流片的孔径变大，可相应减轻重量。动力电池包中电芯数量的减少可以减少结构件用量，在提高电池能量密度的同时提高成组效率。另一方面，圆柱路线对车企的 BMS 技术要求较高，大圆柱路线可降低 BMS 控制难度。单体圆柱电芯容量小，要达到一定的动力性能，需要的电芯数量众多。一款 75KWh 的电动车动力电池组大约需要 7000 个 18650 电池，或 4400 个 21700 电池，对 BMS 提出极高要求。而 46800 电池仅需要 950 个，所需电池数量显著减少，从而降低 BMS 控制难度。

2020 年 9 月，特斯拉发布新一代 4680 圆柱形电池。电池直径 46mm，高度 80mm，相较于传统 2170 电池，4680 电池的能量将是其 5 倍，车辆续航里程将提高 16%，未来结合电池材料和车辆设计的改进，车辆续航里程净增长将高达 56%，生产成本则可以节约 54%，有效实现降本增效，从而提升圆柱电池市场份额。

图78.圆柱电池变迁



资料来源：汽车工艺师，中国银河证券研究院

图79.特斯拉 4680 电池



资料来源：特斯拉，中国银河证券研究院

(2) 电池厂布局 4680 产能，2023 年有望量产

海内外车企纷纷布局 4680，电池厂 2023 年有望实现量产。特斯拉 4680 电池将率先用于 Model Y 系列车型。2022 年 9 月，宝马集团宣布将从 2025 年起率先在其“新世代”车型中使用全新圆柱电芯，已向宁德时代和亿纬锂能两家合作伙伴授予价值超过百亿欧元（约合人民币 700 亿元）的电芯生产需求合同，并还将寻找合作伙伴在北美自由贸易区建设电芯工厂为其供应新型圆柱电池。戴姆勒、Rivian、小鹏、蔚来、江淮、一汽等国内外车企也逐步布局 4680 车型。下游需求增长，各电池厂商纷纷布局 4680 产能。

表25.电池厂 4680 产能规划

企业	布局
特斯拉	2022 年 1 月，特斯拉加州工厂成功下线 100 万颗 4680 电池，目标产能 10GWh。2 月，弗里蒙特 4680 电池试点工厂产量突破 100 万
宁德时代	计划在上海临港建设 4680 电池工厂，目前规划 8 条线，共 12GWh，预计 2024 年开始量产。获得宝马定点，成为宝马 2025 年“新世代”车型圆柱电芯在欧洲的主要供应商之一，将分别在中国和欧洲建立两座年产能 20GWh 电芯工厂。
亿纬锂能	2021 年宣布与 StoreDot 联合开发 46 系大圆柱电池路线，并通过中试线完成了 46 系大圆柱

	系统产品的试生产。投资 44 亿元，在湖北省荆门市建设 20GWh 46 系电池产线，预计 2023 年产能 20GWh，2024 年达到 40GWh。获得宝马定点，成为宝马 2025 年“新世代”车型圆柱电芯在欧洲的主要供应商之一，将分别在中国和欧洲建立两座年产能 20GWh 电芯工厂。
比克电池	计划 2022 年下半年小批量量产，2023 年规模量产，未来几年扩产至 80GWh。
以色列 Storedot	2021 年 9 月宣布量产出第一款 4680 电池，计划 2024 年量产。
松下	今年 5 月已经开始小量试产 4680 电芯，并计划 2023 年起在日本和歌山县工厂为特斯拉量产 4680 电池，年产能 10GWh，约满足 15 万辆汽车的电池需求。
LG 新能源	将投资 5820 亿韩元用于韩国 Ochang 工厂，新建 4680 圆柱电池生产线，预计 2023 年下半年开始投产，年产能 9GWh。
三星 SDI	韩国天安工厂为特斯拉建立 4680 电池测试产线，计划 2024 年量产。

资料来源：公司公告，起点锂电，中国银河证券研究院

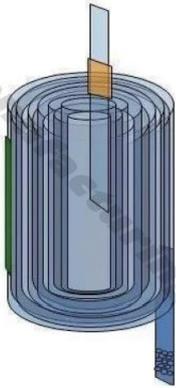
(3) 46 系列电池引领涂布+焊接工艺技术革新，设备环节率先受益

4680 电池主打“大电芯+全极耳+高镍高硅+CTC”，相比 18/21 系电池主要具备三点优势：1) 改进材料体系/结构硅基负极：能够提供更高的能量密度和倍率性能，能量密度提升 10%-20%；2) 使用新型电解液：添加新型锂盐，提高电解液窗口和充放电电压；3) 无极耳/全极耳设计：阻抗更小，提高电极和充电倍率，可承受 4C 以上高倍率电流，充电快。根据特斯拉披露的数据，4680 电池在成本端较 21 体系圆柱电池综合降本 56%。

就设备环节而言，46 系列电池的新结构对辊压、涂布、极耳分切、焊接、揉平、注液等工艺均提出了全新挑战。其中，干法涂布和全极耳激光焊接是技术变革的两大核心环节。相比于传统湿法涂布，干法涂布不使用溶剂，工艺简单，节省制浆、混料、干燥等环节设备成本；生产速度可提升至原来的七倍。另一方面，干法涂布避免了锂与混有锂金属的碳在有溶剂情况下无法很好地融合，导致第一次循环容量损失的问题，还可将正极材料厚度从 55 μm 提升至 60 μm，提升活跃电极材料比，从而使能量密度提升 5%的同时保证功率密度。

相比于以前的圆柱电池，4680 电池最大的结构创新是无极耳，又称全极耳。极耳是从电芯中将正负极引出来的金属导体，电流必须流经极耳才能与电池外部连接。全极耳的优势在于：1) 输出功率高，电池电流通路变宽，且内阻大幅减少，内部损耗随之降低，进而大幅提升了电池功率（6 倍于 2170 电池）。2) 安全性高，圆柱电池散热为轴向居多，热量从极耳出散出。传统圆柱电池只有两个极耳，热量传输通道窄，散热效果不佳。4680 电池极耳面积大大增加，热量传输通道宽阔，大大改善了散热效果，增强了电池的热稳定性。3) 快充性能大幅提升，全极耳结构下，电子更容易在电池内部移动，电流倍率提高，因此充放电速度更快。4) 生产效率高，消除生产线添加极耳的流程和时间，从而节省设备空间，并减少出现制造缺陷的可能。

图80.传统电池极耳结构



资料来源：汽车工艺师，中国银河证券研究院

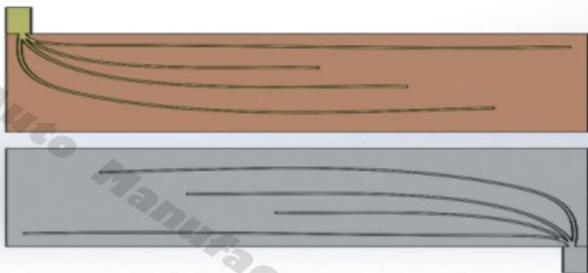
图81.4680 全极耳结构



资料来源：汽车工艺师，中国银河证券研究院

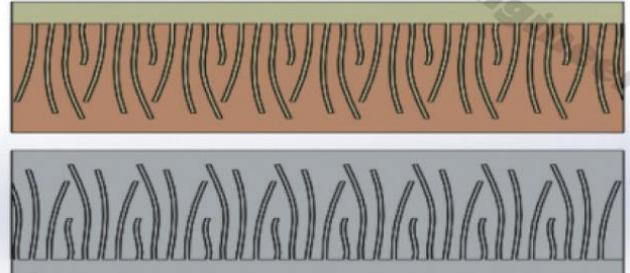
传统的圆柱体电池，正负极铜箔、铝箔隔膜叠加起来卷绕，为了引出电极，会在铜箔和铝箔两端分别焊接一个导引线，即极耳。传统的 1860 电池卷绕长度是 800mm，以导电性更好的铜箔为例，极耳从铜箔上把电导出来长度就是 800mm，相当于电流要通过 800mm 长的导线。通过计算得到电阻大约是 $20\text{m}\Omega$ ，2170 电池卷绕长度约是 1000mm，电阻约 $23\text{m}\Omega$ ，而 4680 电池全极耳电池把整个集流体都变成极耳，导电路径不再依赖极耳，电流从沿极耳到集流盘横向传输变为集流体纵向传输，整个导电长度由 1860 或者 2170 铜箔长度的 800~1000mm 变成了 80mm（电池高度）。电阻降到 $2\text{m}\Omega$ ，内阻消耗由 2W 降到 0.2W，直接降低一个数量级。

图82.传统电池极耳原理



资料来源：汽车工艺师，中国银河证券研究院

图83.4680 全极耳原理



资料来源：汽车工艺师，中国银河证券研究院

焊接工艺难度、数量升级，关注激光焊接设备投资机会。全极耳极片端面与集流盘的面焊增加了焊接工序和焊接量，对激光焊接工艺要求大大提高。焊接数量方面，从传统两个极耳的点焊到 4680 全极耳的面焊，焊点数量相比 21700 提高五倍以上，单 GWh 电池产线增加了 5 台焊接设备，相比方形电池激光焊接工序从 5 道增加至 7 道。焊接难度方面，面焊的激光强度和焦距不轻易控制，激光焊接工艺不稳定可能会导致焊穿烧到电芯内部或者没有焊接到位，一般需要使用连续激光器。4680 产线单 GWh 需配置焊接设备数量增加，叠加工艺技术要求提升带来的焊接设备价值量的增加，将充分利好激光焊接设备厂商。

(4) 相关标的

表26.相关标的

企业	简介
联赢激光 (688518.SH)	国内领先的精密激光焊接设备及自动化解决方案供应商，专业从事精密激光焊接机及激光焊接自动化成套设备的研发、生产、销售。公司产品广泛应用于动力电池、汽车制造、五金家电、消费电子、光通讯等制造业领域。
赢合科技 (300457.SZ)	主要从事锂离子电池专用设备的研发、生产和销售，为客户提供锂电池自动化装备和服务，以及电子烟 ODM 代工业务。

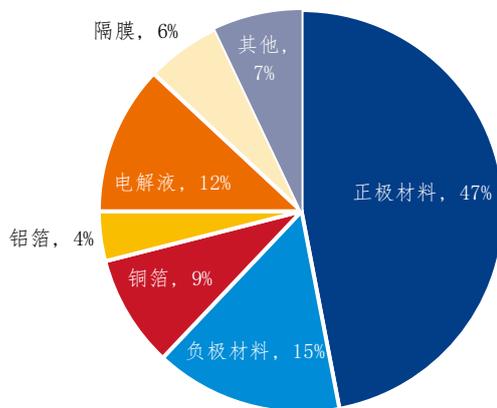
资料来源：中国银河证券研究院

3、复合铜箔产业化前夜已至，2025 年设备市场空间超百亿

(1) 安全性+低成本+轻量化驱动复合铜箔产业化发展

典型锂离子电池结构主要包括正极、负极、电解液和隔膜四部分。锂电池充电时，加在电池两极的电势迫使正极的嵌锂化合物释放出锂离子，通过隔膜后嵌入片层结构的石墨负极中；放电时锂离子则从片层结构的石墨中析出，重新和正极的嵌锂化合物结合，锂离子实现移动，产生电流。铜箔在动力电池成本中占比 9%，为提升电池能量密度和安全性，并进一步降低成本，锂电铜箔正在向高密度、轻薄化、高抗拉强度、高延伸率等方向发展。

图84.锂离子电池成本结构

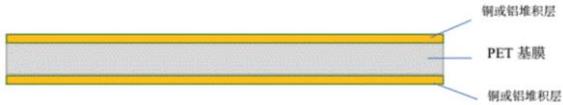


资料来源：GGII，中国银河证券研究院

复合集流体为“金属-PET/PP 高分子材料-金属”三明治结构，以高分子绝缘树脂 PET/PP 等材料作为“夹心”层，上下两面沉积金属铝或金属铜。复合铜箔即是在塑料薄膜 PET 等材料表面上制作一层金属导电层的一种新型材料，相比传统电解铜箔，复合铜箔作为负极集流体的锂电池具有低成本、高安全、长寿命和高能量密度等优势。

表27. 传统铜箔与复合铜箔对比

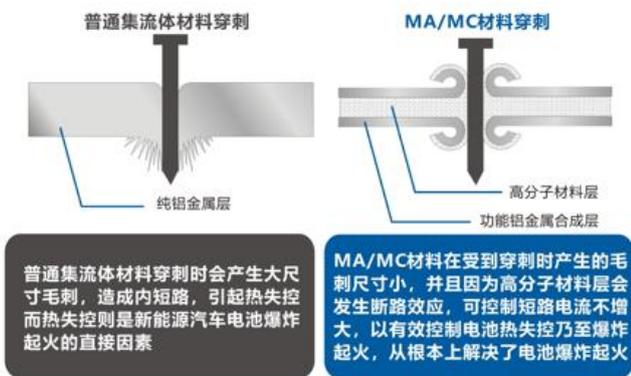
	传统铜箔	复合铜箔
工艺原理	溶铜电解+电镀	真空镀膜+离子置换
工艺区别	核心工艺是在阴极辊中将硫酸铜电解液通过直流电沉积而制成原箔	直接采用真空镀膜与化学电镀铜工艺，将铜膜镀在非金属材料表面

组成	99.5%纯铜	高真空下将铜分子堆积到超薄型 PP 基膜上，再经过离子置换产出成品
示例		
特点	单位面积重量较重，金属铜材使用量高，成本高。 导热性能高，用于电池材料安全性差	中间层为 PP 膜，单位面积重量轻，铜材使用量少，降低成本和金属用量。 中间层为绝缘层，用于电池材料安全性好
基膜	使用铜料，溶铜后生成原箔生产基膜	PET/PP 原料膜作为基膜
工序长度	13-15	8-10

资料来源：重庆金美环评报告，中国银河证券研究院

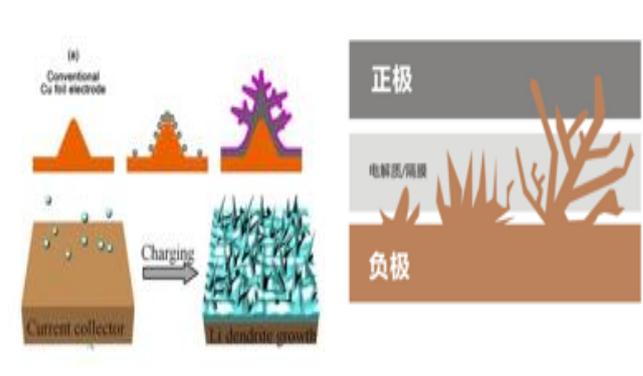
1) **高安全性**：传统技术仅能对内短路起到延缓作用，而且以牺牲电池能量密度为代价。而复合集流体中间的高分子基材具有阻燃特性，其金属导电层较薄，短路时会如保险丝般熔断，在热失控前快速融化，电池损坏仅局限于穿刺位点形成“点断路”。

图85.复合铜箔避免穿刺短路



资料来源：重庆金美官网，中国银河证券研究院

图86.锂枝晶穿刺



资料来源：重庆金美官网，中国银河证券研究院

2) **高比能**：复合集流体中间层采用轻量化高分子材料，重量比纯金属集流体降低 50%-80%。复合铜箔中铜厚度相比 6 μm 铜箔减少 66.67%，复合铝箔中铝厚度相比 10 μm 铝箔减少 80%。金属用量的节省部分用 PET 等材料进行替代后，保障安全性的同时重量更轻，产品综合性能更优。随着重量占比降低、电池内活性物质占比增加，能量密度可提升 5%-10%。

表28. 复合集流体可有效提升能量密度

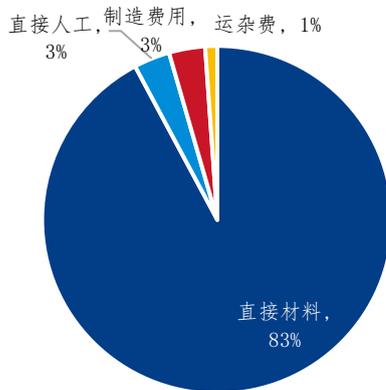
	负极片	正极片	重量能量密度增加率
电池 0	6 μm 铜箔	10 μm 铝箔	/
电池 1	1 μm 铜箔+3 μm PP+1 μm 铜箔	3 μm 铝箔+4 μm PP+3 μm 铝箔	6%
电池 2	1 μm 铜箔+3 μm PP+2 μm 铜箔	10 μm 铝箔	3%
电池 3	6 μm 铜箔	3 μm 铝箔+4 μm PP+3 μm 铝箔	3%

资料来源：比亚迪《复合集流体、电极片及电池》，中国银河证券研究院

3) 长寿命: 高分子材料围绕电池内活性物质层形成层状环形海绵结构, 在充放电过程中, 可吸收极片活性物质层锂离子嵌入脱出产生的膨胀-收缩应力, 从而保持极片界面长期完整性, 使循环寿命提升 5%。

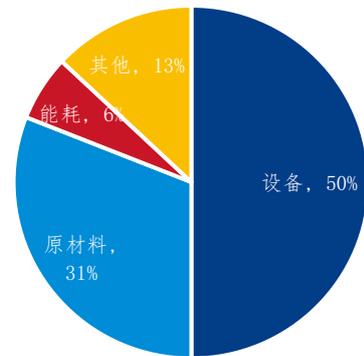
4) 低成本: PET 铜箔规模化成本显著低于传统铜箔。以 6 μ m 铜箔为例, 其单位材料成本为 3.73 元/平方米; 而 6.5 微米 PET 铜箔的铜箔厚度为 2 μ m, 单位总成本为 1.3 元/平方米, 低于铜箔的单位成本, 材料成本优势明显。传统铜箔的原材料成本占比约 83%, 而复合铜箔原材料成本占比约 31%, 且受产业化初期影响设备成本占比高达 50%, 复合铜箔生产通过规模效应降低成本的空间更大。在技术完备条件下, 复合铜箔大规模量产后有望实现 4.5 元每平米以下, 相较传统铜箔有望实现降低 40% 的制造成本。

图87.传统铜箔成本结构



资料来源：重庆金美官网，中国银河证券研究院

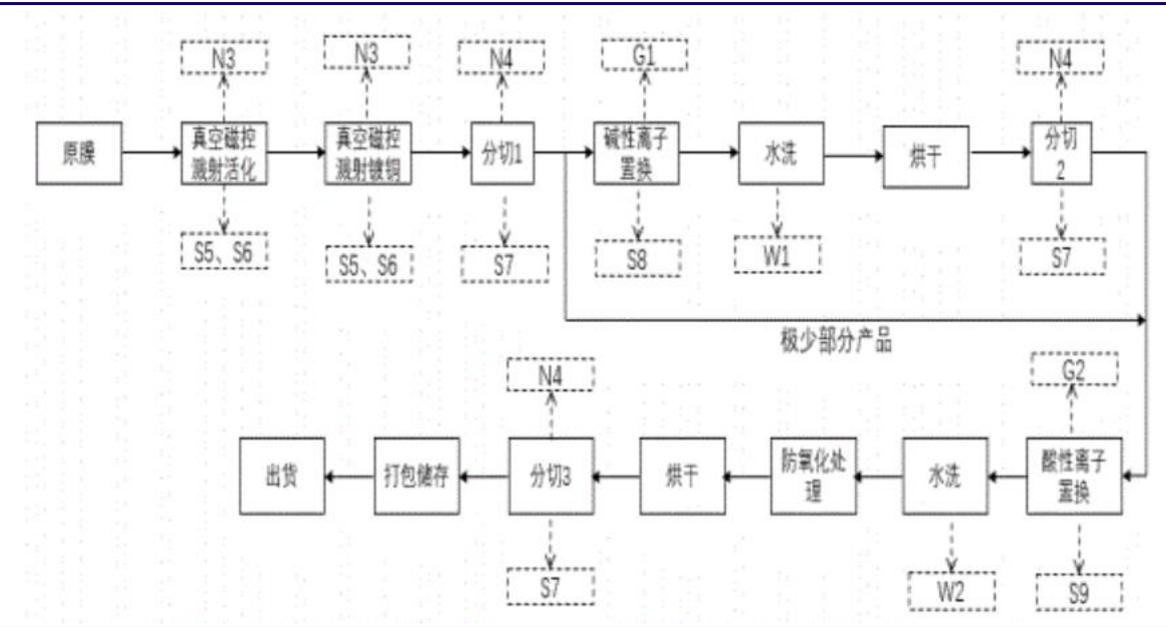
图88.复合铜箔成本结构



资料来源：重庆金美官网，中国银河证券研究院

复合铜箔核心工艺设备为磁控溅射和水电镀设备。 复合铜箔的制备工艺包括包括一步法（化学沉积法/真空磁控溅射/真空蒸镀法）、两步法（真空磁控溅射+水电镀）和三步法（真空磁控溅射+真空蒸镀+水电镀）。目前主流采用的为两步法, 即在厚度 3-8 微米的 PET 或者 PP 等塑料薄膜表面先采用真空沉积铜的方式, 制作一层约 30-70nm 的金属层, 将薄膜金属化, 然后采用水介质电镀的方式, 将铜层加厚到 1 μ m, 复合铜箔整体的厚度在 5-10 μ m 之间

图89.两步法复合铜箔工艺流程



资料来源：重庆金美环评报告，中国银河证券研究院

复合集流体超声波焊接需求量增加，进口替代势在必行。PET 和铜的熔点不同，激光焊接的波长无法同时满足塑料和金属的熔点，而使用超声波摩擦的物理特性，可将 PET 层与铜铝材熔接。因此，相比传统铜箔/铝箔电池，使用复合集流体的电池在前段需使用超声波高速滚焊技术进行极耳转印焊，单线设备需求量是极耳超声波焊接的 3 倍。过去超声波焊接设备以进口必能信、Sonics 等公司为主，成本高昂，亟需进行进口替代。

(2) 产业化进程不断加速，核心设备 2025 年市场空间超百亿

从产业链上下游布局来看，复合铜箔产业化趋势较为明朗，2023 年有望实现量产。东威科技作为目前国内唯一可量产电镀设备的企业，将保持较强的先发优势。目前，东威科技已先后与客户 D、客户 L 签订 5 亿元和 10 亿元双边夹卷式水平镀膜设备订单，与宝明科技签订 2.13 亿元双边夹卷式水平镀膜设备订单，并于 12 月 9 日与胜利精密签订战略合作框架协议，将分别在 2023 年上半年和下半年交付 10 台、30 台新型高速高效水平夹持式复合铜箔电镀设备。产能方面，明年产能计划不低于 100 台，规划在 100-300 台左右；目前在手订单已接近 300 台，现有订单均将在 24 年底完成。东威科技将在巴城镇投资建设昆山东威新能源设备扩能项目，预计年产销 300 台（套）卷式水平膜材电镀设备和 150 台（套）磁控溅射卷绕镀膜设备。

预计 2025 年磁控溅射+电镀设备市场空间合计达到 110 亿元。根据主流电池厂商产能规划，假设 2022-2025 年，复合铜箔在新增电池市场中渗透率为 0.5%/8%/15%/25%。按单 GWh 需 2 台磁控溅射设备和 3 台电镀设备，单台价格分别为 1400 万元/1000 万元，随着效率和良率的提升，单 GWh 所需设备数量逐步减少。则到 2025 年，磁控溅射设备和电镀设备市场规模将分别达到 54.7 亿元和 55.2 亿元。

表29. 复合铜箔设备市场空间测算

	2022E	2023E	2024E	2025E
--	-------	-------	-------	-------

全球新增电池产能 (GWh)	866	1077	1049	920
复合铜箔渗透率 (%)	0.5%	8%	15%	25%
复合铜箔新增产能 (GWh)	4.3	86.2	157.4	230
单 GWh 磁控溅射设备台数	2	1.9	1.8	1.7
单台磁控溅射设备价值量 (万元)	1400	1400	1400	1400
单 GWh 磁控溅射设备投资额 (万元)	2800	2660	2520	2380
单 GWh 电镀设备台数	3	2.8	2.6	2.4
单台电镀设备价值量 (万元)	1000	1000	1000	1000
单 GWh 电镀设备投资额 (万元)	3000	2800	2600	2400
磁控溅射设备市场空间 (亿元)	1.2	22.9	39.7	54.7
电镀设备市场空间 (亿元)	1.3	24.1	40.9	55.2

资料来源: 中国银河证券研究院

(3) 相关标的

表30.相关标的

企业	简介
东威科技 (688700.SH)	公司主营业务为高端精密电镀设备及其配套设备的研发、设计、生产及销售。主要面向 PCB 电镀设备 (包括 VCP、水平化铜、水平镀等设备)、通用五金电镀设备 (包括龙门、五金连续镀等设备)、新能源动力电池负极材料专用设备、光伏领域专用设备、磁控溅射卷绕镀膜设备等领域。
骄成超声 (688392.SH)	主要从事超声波焊接、裁切设备和配件的研发、设计、生产与销售,并提供新能源动力电池制造领域的自动化解决方案,产品主要应用于新能源动力电池、橡胶轮胎、汽车线束、功率半导体、无纺布等领域,是专业提供超声波设备以及自动化解决方案的供应商。

资料来源: 中国银河证券研究院

4、换电风起重卡先行, 设备厂商率先受益

(1) 补能需求+政策导向, 推动换电市场快速发展

随着新能源汽车渗透率的快速提升, 新能源汽车的补能需求也大幅提高。目前, 新能源汽车补能方式主要有充电和换电两种。充电补能分为慢充与快充两种形式, 分别对应交流充电桩与直流充电桩。交流充电桩功率较低, 电池需要 8-10 小时才能充满。直流充电桩功率较高, 电池在半个小时内就可充满 80%, 但是直流充电对电池损耗较大。换电模式为直接更换电池进行补能, 通过换电站对大量电池集中储存、集中充电, 于站内为新能源汽车提供电池更换服务, 按换电方式可分为底盘换电、侧方换电和分箱换电。

表31. 乘用车换电模式对比

	底盘换电	分箱换电	侧方换电
换电方式	从底盘下方进行整体更换	将没有电的小电池组拆下替换	电池箱位于车体侧面进行更换
优点	电池整体置于保护壳内, 安全性	电池小块化、模块化、标准化	安全性较高

	较高；换电时间短；不改变车体前后轴重量，有利于保障汽车安全和运行性能	统一易实现，通用性较好，可实现多类车型兼容	
缺点	需对电池底盘结构进行改造，封装工艺复杂，标准化困难，设备和维修成本较高	电池分仓设计，框架及连接件多，重量增加	对空间要求较高；换电设备成本高，标准化程度低
换电时长	<5min	5-10min	5-10min
电池隐蔽性	好	差	较好
电池箱密封性	好	差	较好
换电设备成本	高	低	较高
自动化程度	全自动	半自动	半自动
操作工艺标准化程度	易实现	不易实现	不易实现
插接件安全风险	低	高	较低
代表企业	北汽、蔚来、奥动、宁德时代	伯坦科技、力帆	时空电动
应用车型	出租车、私家车	分时租赁车	网约车、出租车、物流车
示例			

资料来源：中国充电联盟，《纯电动轻型商用车换电技术方案》，《后补贴时代新能源汽车换电模式发展趋势》，中国银河证券研究院

相比充电模式，换电模式在土地利用，补能效率、电网调配等方面更具优势：1) 换电模式**土地利用率更高**。在充电模式下，每一个停车位都需要配备一个充电桩，新增的补能需求只能通过新建充电桩的方式满足。同时车辆对于车位的占用时长难以控制，容易出现充电桩闲置的情况。而换电站类似加油站，需要更换电池补能的车辆可以做到随换随走，对于土地的需求主要集中在前期建设上；2) 换电模式**补能效率更高**。即使是在快充模式下，将电池充满 80% 也需要半个小时。而换电模式通过更换电池的方式，可以将补能时间缩短至 5 分钟以下，大幅提升补能效率；3) **有利于电网错峰配电，降低充电成本**。受用户工作与生活的影 响，目前充电桩的使用主要集中在某几个时间段，加重电网负担。换电模式下，换电站能够在夜间用电低谷期对电池充电，有利于电网削峰填谷，减少对电网的冲击。通过 V2G 技术，换电站可在日间用电高峰时段向电网释放多余电能，协助电网满足高峰负荷需求，以降低新建发电机组的投入，提高电力资源利用率。另外，夜间充电还能降低充电成本。以北京一般工商业为例，电压在 1 千伏以下的充电电价为峰时每度 1.42 元，谷时每度 0.29 元，两者之间有 1.13 元的价差。4) 换电能够**降低用户端的购车成本**。消费者购买换电车型时可选择车电分离形式，降低购车成本。以蔚来为例，用户选择电池租用服务长续航电池包，购车价格可降低 128000 元；5) 可**实现电池闭环管理**。换电模式可以对电池进行集中管理和梯次利用，实现闭环状态下的可持续盈利，有利于电池回收，实现电池效益最大化。

表32. 充换电模式对比

	换电	充电
补电时长	3-5min	慢充 4-10h, 快充 0.5-1h
电池寿命	集中养护, 有利于减慢电池衰减	长期快充加剧电池损耗
电网响应	根据电网侧需求, 在统一管理框架下进行电池充电优化调度	充电负荷具有时空随机性, 对电网运行和调度有不利影响
能源供给	光伏、风电等方式多样化, 匹配分布式能源发展趋势	电力容量需求高, 能源供给方式较为固定
产品标准	电池端、车端、接口等相关规格、尺寸需实现标准化, 需国家统一协调推动	需实现充电桩、充电设施信息和支付的互联互通
地域影响	对地域气候条件要求较低	气温较低影响充电效率
梯次利用	预留电池回收渠道, 易实现统筹管理	无
运营成本	管理人员、电池冗余配置	基础设施为重资产

资料来源: 中国充电联盟, 中国银河证券研究院

国家陆续发布多项政策, 自上而下推动换电模式发展。自 2020 年起, 我国发布各项政策大力推进换电模式建设。2020 年 5 月, 换电首次被写入政府工作报告, 同年 10 月, 国务院发布的《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》, 提出鼓励开展换电模式应用。2021 年 10 月, 工信部在全国 11 个城市启动新能源汽车换电模式应用试点工作。同年 11 月, 《电动汽车换电安全要求》正式实施, 成为我国换电行业的第一个基本通用性国家行业标准, 有望推动换电行业标准化, 促进换电市场发展。

表33. 换电产业相关政策

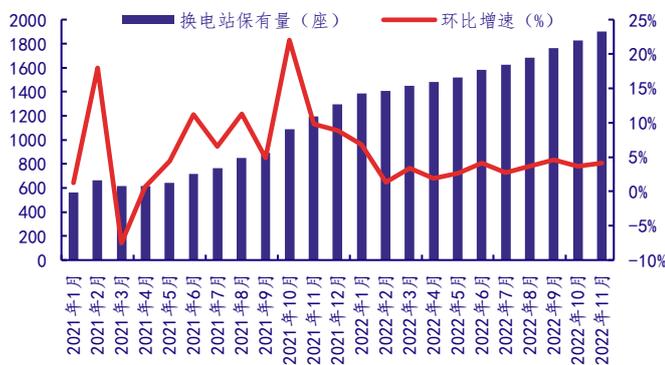
发布时间	发布部门	政策名称	重点内容
2016 年 2 月	发改委	《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》	发展新能源+电动汽车运行新模式。在城市、景区、高速公路等区域因地制宜建设新能源充电站等基础设施, 提供电动汽车充放电、换电等业务。
2018 年 12 月	发改委	《提升新能源汽车充电保障能力行动计划》	探索出租车、租赁车等特定领域电动汽车换电模式应用。
2019 年 6 月	发改委、生态环境部、生物部	《推动重点消费品更新升级畅通资源循环利用实施方案(2019-2020 年)》	鼓励企业研制充换电结合的新能源汽车产品。完善充换电等基础设施。中央和地方财政继续对充换电等基础设施建设和配套运营服务给予支持。
2020 年 4 月	财政部、工信部、科技部、发改委	《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	新能源乘用车补贴前售价须在 30 万元以下(含 30 万元), 但为鼓励“换电”新型商业模式发展, 加快新能源汽车推广, “换电模式”车辆不受此规定。
2020 年 10 月	国务院	《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》	推动充换电、加氢等基础设施科学布局、加快建设, 鼓励开展换电模式应用。
2021 年 4 月	国家能源局	《2021 年能源工作指导意见》	加快充换电基础设施建设, 推动电动汽车充换电基础设施高质量发展。
2021 年 10 月	工信部	《工业和信息化部启动新能源汽车换电模式应用试点工作》	启动新能源汽车换电模式应用试点工作。纳入此次试点范围的城市共有 11 个, 其中综合应用类城市 8 个(北京、南京、武汉、三亚、重庆、长春、合肥、济南), 重卡特色类 3 个(宜宾、唐

2022年1月	发改委	《关于进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力的实施意见》	山、包头)。 加快换电模式推广应用。围绕矿场、港口、城市转运等场景，支持建设布局专用换电站，加快车电分离模式探索和推广，促进重型货车和港口内部集卡等领域电动化转型。探索出租、物流运输等领域的共享换电模式，优化提升共享换电服务。
2022年3月	工信部	《2022年汽车标准化工作要点》	加快构建完善电动汽车充换电标准体系，推进纯电动汽车车载换电系统、换电通用平台、换电电池包等标准制定
2022年6月	交通运输部、国家铁路局、中国民用航空局、国家邮政局	《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系

资料来源：各政府网站，中国银河证券研究院

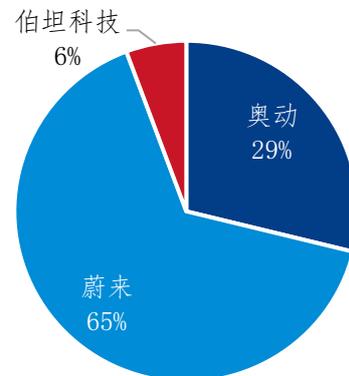
在政策推动和新能源汽车市场的飞速发展下，我国乘用车换电站数量快速增加。截至2022年11月，我国已建成乘用车换电站数量从2021年1月的562座，增长至1902座，环比增加4.11%。从市场格局来看，蔚来、奥动新能源和伯坦科技为主要的换电站建设企业，其中蔚来的市场份额达到65.51%。

图90.中国乘用车换电站保有量



资料来源：充电联盟，中国银河证券研究院

图91.中国乘用车换电站市场格局



资料来源：充电联盟，中国银河证券研究院

节能减排叠加成本优势下，换电重卡渗透率加速提升。政策端，一方面国六b排放标准将于2023年7月1日开始全面实施，柴油车排放标准进一步提升；另一方面，工信部于去年10月启动新能源汽车换电模式应用试点工作，各省市积极探索新能源汽车换电模式，支持在公交、出租、城市物流配送、工程、环卫、港口、矿山等公共领域率先推进换电应用。市场端，换电模式与重卡部分应用场景天然契合。在港口、钢厂、矿山等各类倒短运输场景中，换电重卡能够凭借迅速的补能优势、低廉的能源成本、与柴油重卡相差无几的购车门槛更好地适用于重度、短途应用场景。在这些独立场景中，换电模式经济性得以凸显。

表34. 燃油重卡与新能源重卡成本对比

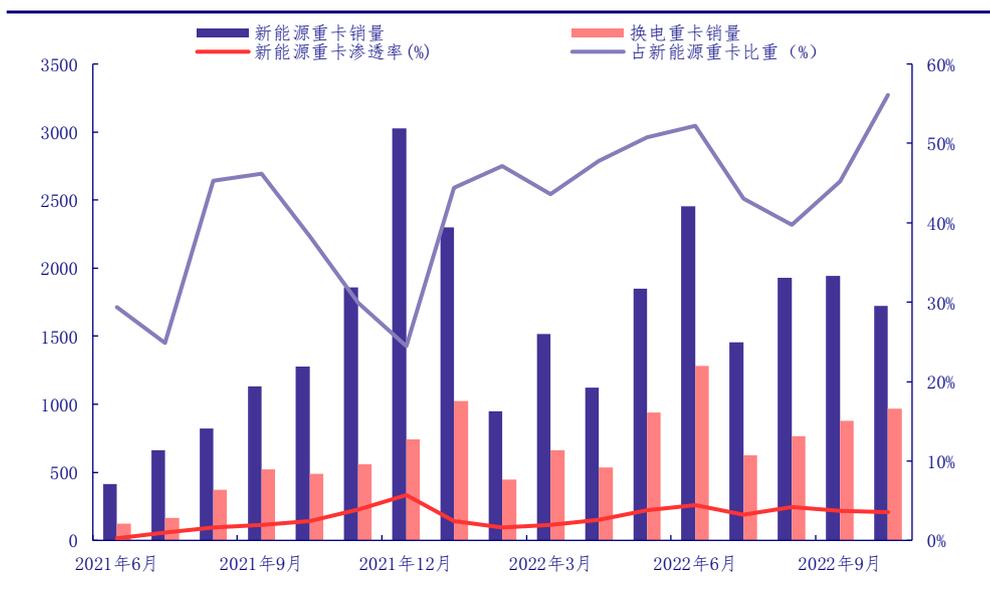
	单位	燃油重卡	新能源重卡
购置成本	万元	40	80

折旧年限	年	5	5
每公里能耗	L/km, kWh/km	0.4	1.7
单位能源价格	元/L, 元/kWh	7.5	1.07
年运营里程	公里	118800	118800
年耗能	L/年, kWh/年	47520	201960
每年能源费用	万元/年	35.6	21.6
每年维保费用	万元/年	4.6	3.6
全生命周期成本	万元	224	195

资料来源：协鑫能科，中国银河证券研究院

目前，包括干线物流车、渣土车、牵引车、矿卡等在内的各类用车场景均在大力发展换电模式，相关产品及商业化逐步被市场验证，换电重卡在新能源重卡中的占比飞速提升。2022年10月，换电重卡销量966辆，在新能源重卡中占比高达56.10%，新能源重卡渗透率仍较低，仅有3.57%，但未来换电重卡市场确定性明朗，有望持续快速发展。

图92.换电重卡渗透率



资料来源：电车资源，中国银河证券研究院

(2) 换电站布局进程加速，设备市场空间巨大

目前，我国布局换电站的玩家主要可以分为四类：1) 以北汽、吉利、蔚来为代表的车企；2) 以宁德时代为代表的动力电池企业；3) 以奥动新能源为代表的第三方运营商；4) 以中石化、中石油等为代表的能源央企。

蔚来换电站主要面向C端客户，并推出独有的BaaS服务。自2017年ES8起，所有电动车均支持换电。2020年，蔚来推出车电分离的电池租用服务(BaaS)模式，并与宁德时代、湖北省科技投资集团以及国泰君安国际控股有限公司子公司共同投资电池资产公司。用户分别购买电动汽车和租用电池，选择BaaS服务购买75kWh和100kWh的新能源汽车可分别节省81340元和140600元，并对电池每月支付980元和1680元的租用费。蔚来自2021年4月

起部署的第二代换电站，将换电时间缩短至3分钟内，可容纳13块电池。

宁德时代推出巧克力换电块，布局换电市场。2022年1月18日，宁德时代发布专用电池交换网络品牌EVOGO，推出由“换电块、快换站、APP”三大产品共同组成的组合换电整体解决方案和服务。其中，电池块采用宁德时代的CTP技术，重量能量密度超过160Wh/kg，体积能量密度超过325Wh/L，能够提供200km左右的续航。同时，该电池块适配目前80%以上的已上市电动汽车以及未来三年内在专用EV平台上开发的电动汽车。快换站占地约三个停车位，最多可储存48个电池块，只需一分钟即可更换单块电池。2022年9月，与上汽、中石化、中石油、上海国际汽车城共同投资成立上海捷能智电新能源科技有限公司，依托中国石化、中国石油遍布全国的5万余座加油站网络，升级打造“可换电、可充电”的综合能源服务站。

奥动新能源作为第三方运营商，与车企和电池厂紧密合作。奥动开发了独有的底盘卡扣式换电技术，换电站可实现20秒全程自动化极速换电，日服务量可满足1000辆出租/网约车或5000辆私家车，设备占地面积仅155平方米。奥动新能源通过与电池厂合作开发换电电池包，并设立奥动电池银行，可实现电池全生命周期管理。

多家企业发布换电站规划，换电设备市场规模广阔。根据主要换电站建设企业的布局规划，预计2022年我国将建成换电站超3000座，以单换电站设备价值量150-200万元计算，对应设备投资规模45-60亿元；到2025年建成换电站达28000座，对应设备投资规模420-560亿元。

表35. 部分企业换电站建设规划

企业	规划
国家电网	到2025年建成1000座公用及商用换电站。
国家电投	到2025年新增投资持有换电站4000座。
中石化	2025年之前建设5000座智能充换电站。
国电投	2025年新增投资持有换电站4000座
吉利	2025年在全球运营5000座智能换电站
蔚来	2021年换电站建成700座以上；从2022年至2025年，在中国市场每年新增600座换电站；至2025年底，蔚来换电站全球总数超过4000座，其中中国以外市场的换电站约1000座。
宁德时代	2022年底在厦门投建30座快换电站
奥动新能源	2021-2025年建设10000个以上20秒极速换电站，满足1000万辆以上新能源汽车的换电补能需求。
协鑫能科	到2025年至少建5000座换电站。

资料来源：中国银河证券研究院整理

(3) 相关标的

表36.换电设备相关标的

企业	简介
瀚川智能 (688022.SH)	瀚川智能拥有换电站装备制造、核心零部件制造与终端运营系统平台三大类别产品，可为动力电池厂商、充换电业务运营商和整车制造商提供智能化整体换电解决方案与服务。

山东威达 (002026.SZ)	山东威达子公司德迈科和蔚来合资成立昆山斯沃普，主营自动化换电站设备。目前公司与蔚来深度绑定换电合作关系，在换电设备领域优势显著，并持续加深与各大车企的合作，提高市场占有率。
博众精工 (688097.SH)	博众精工自 2016 年起布局新能源充换电领域，是市场上在换电领域批量生产最早的企业之一，在充换电站领域具有先发优势。2018 年公司为蔚来汽车开发了多款智能充换电站产品。
科大智能 (300222.SZ)	科大智能为电动汽车提供智能配电和充换电的端到端全方位电气化解决方案及创新应用，致力于清洁能源控制技术和充换电基础设施建设。

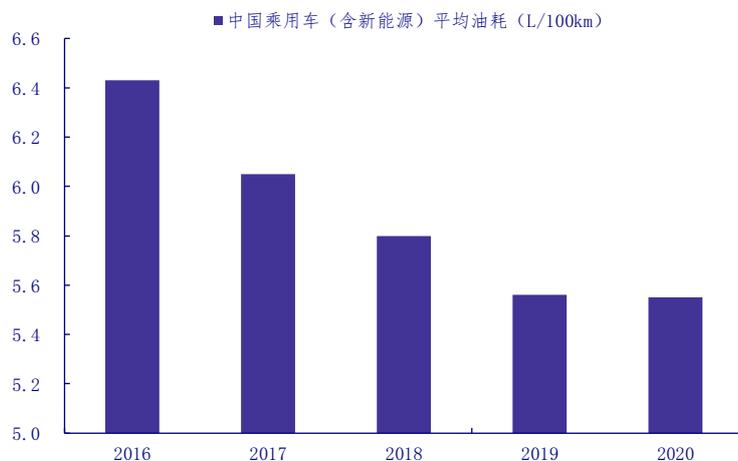
资料来源：中国银河证券研究院整理

5、汽车轻量化趋势明朗，一体压铸设备需求释放

(1) 汽车轻量化加速，压铸机市场空间广阔

在全球节能减排的大趋势下，汽车轻量化已成为全球汽车工业的一致目标。《中国制造 2025》明确指出轻量化技术是汽车行业未来共同突破的重点方向。为实现“双碳”目标，我国持续推进乘用车平均油耗下行，2020 年我国乘用车（含新能源）平均油耗已从 2016 年的 6.43L/100km 下降至 5.55L/100km。

图93.2016-2020 年中国乘用车平均油耗



资料来源：工信部，中国汽车工程学会，中国银河证券研究院

根据中国汽车工程学会发布的《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》，我国乘用车（含新能源）新车油耗在 2025 年、2030 年、2035 年大的目标值分别为 4.6L/100km、3.2L/100km 和 2.0L/100km。有关研究表明，汽车整车重量每减少 10%，燃油效率可提高 6-8%；重量每减少 100kg，百公里油耗可降低 0.3-0.6L，二氧化碳排放可减少约 5g/km。汽车轻量化成为实现汽车降低油耗，节能减排的重要途径之一。

图94. 中国汽车平均油耗目标及轻量化目标

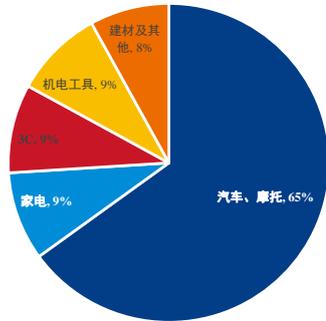


资料来源：中国汽车工程学会，中国银河证券研究院

全球新能源汽车渗透率快速提高，亟需轻量化缓解里程焦虑。新能源汽车的三电（电池、电机、电控）系统大大增加了整备质量，相比燃油车，新能源汽车往往重10%。研究表明，纯电动汽车整车重量每降低10kg，续航里程可增加2.5km。作为新能源汽车的难题，提高续航里程一直是消费者的需求和新能源车企的目标。《节能与新能源汽车技术路线图2.0》对纯电动乘用车轻量化设定的目标是，至2025年、2030年和2035年整车轻量化系数分别降低15%、25%和35%。

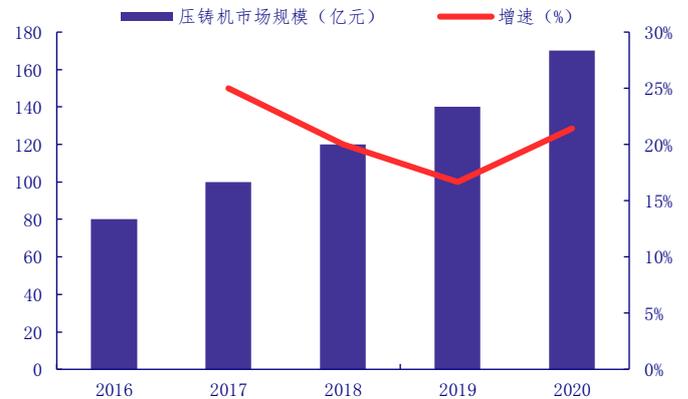
随着下游汽车行业的飞速发展，以及汽车轻量化进程的加快，压铸机市场规模持续扩大。压铸机主要应用于汽车（汽车动力总成配件、汽车结构件、方向盘）、摩托车、3C（计算机、通讯、消费电子）、家电、电动工具、航空航天等高科技产业。发达国家与汽车相关的模具需求占模具总需求量的40%以上，目前我国与汽车相关的模具需求约占模具总需求量的30%，其中大部分压铸需求直接来源于汽车压铸件，2020年我国65%的压铸机应用于汽车和摩托车领域。随着汽车产销规模的逐年攀升，压铸机市场飞速发展，2020年我国压铸机市场规模达到约170亿元，同比增长21.43%。

图95.中国压铸机下游应用领域



资料来源：华经产业研究院，中国银河证券研究院

图96.中国压铸机市场规模



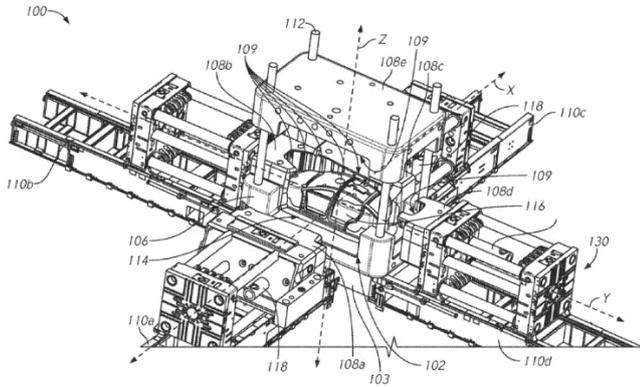
资料来源：智研咨询，中国银河证券研究院

(2) 特斯拉引领，车厂纷纷布局一体化压铸

传统压铸 vs 一体压铸。传统车身制造覆盖四大工艺：1) 冲压：借助压力机与模具将板材连续冲压为小块钣金零件；2) 焊装：将冲压好的车身零件用夹具定位，采用装配后焊接的方法将其接合形成车身总成（即白车身）；3) 喷涂：喷涂油漆于白车身上，起到防腐蚀与装饰的作用；4) 总装：将车身、动力系统、电控系统、内外饰等各零件装配生产为整车。一体化压铸则通过大吨位压铸机，将多个单独、分散的铝合金零部件高度集成，再一次成型压铸为1-2个大型铝铸件，从而替代多个零部件先冲压再焊接在一起的方式。所需生产零部件数量骤减，同时大幅减少焊接、涂胶环节，极大简化了车身整体生产流程。

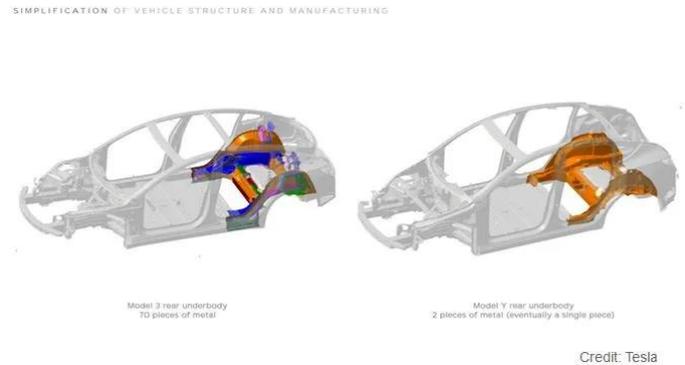
特斯拉率先布局一体化压铸，有效实现生产环节降本增效。2019年7月，特斯拉发布新专利“汽车车架的多向车身一体成型铸造机和相关铸造方法”。2020年9月，特斯拉宣布 Model Y 将采用一体式压铸后地板总成，使用意德拉 6000 吨级压铸单元 Giga Press，将零件个数由 70 个减少至 1-2 个，制造成本下降 40%，制造时间由传统工艺的 1-2 小时缩减至 3-5 分钟。一体化压铸利用 3 个大型压铸件（车身前底板+CTC 电池包上盖与车身中地板+车身后底板）替换由 370 个零件组成的整个下车体总成，可实现整体减重 10%，续航增加 14%。至 2021 年初，特斯拉美国、德国、中国上海的四座整车工厂均已安装超大型压铸机，用于 Model Y 一体成型后地板生产。2022 年 4 月开始交付 Model Y 的德州超级工厂采用一体化压铸工艺，使车身生产时间只需 45 秒，应用于 Model Y 车身后地板生产过程中，大量减少焊接等环节，将多个焊接件减少为 1 个。此外，该方案可将前后地板零部件数量从 171 个减少至 2 个，焊接点数量减少超 1600 个。此外，一体化压铸还可将工厂占地面积减少 30%，所需技术工人数量缩减至原来的十分之一。

图97.特斯拉一体化压铸专利



资料来源：特斯拉，中国银河证券研究院

图98.特斯拉 Model 3 与 Model Y 压铸方式对比



资料来源：特斯拉，中国银河证券研究院

国内外车企紧跟特斯拉脚步，布局一体化压铸技术。随着一体压铸技术在 Model Y 后地板应用的逐渐成熟，特斯拉将一体压铸逐步推广至 Model Y 前机舱、Cybertruck 后地板等其他结构件上，其中 Cybertruck 后地板将使用 8000T 压铸机进行生产。沃尔沃、大众、蔚来等国内外车企也纷纷布局一体化压铸产能和铝合金材料，从而实现车身轻量化。

表37.各车企布局一体化压铸技术路线

车厂	搭载车型	研发材料	应用零件	尺寸	压铸机	制造时间	减重
特斯拉	Model Y	-	车身后底板+前地板（前纵梁），171 个减少至 2 个，焊点数量减少超过 1600 个	-	Giga Press 6000T	180-190s	一体化压铸+CTC 实现整车减重 10%
沃尔沃	Torslanda 工厂（包括 XC90 等车型）	已开发免热处理铝合金，正在研发再生铝合金	车身后舱，进一步拓展 CTC 底盘方案	-	8000T	-	-
奔驰	概念车 EQXX	-	车身后部及前部减震塔顶，整个车身由 3 块组成	-	-	-	减重 15%-20% 能耗达到 10kwh/百公里以下 实际用电里程超过 1000km
大众	Trinity（基于 SSP 平台）	-	车身后底板，集成约 30 个单独部件	1600mmx1500mm	4400T	2min	10kg
高合	HiPhi Z	TechCast 超大铸件用低碳铝合金材料	车身后舱	1700mmx1500mm	7200T（与拓普集团合作开发）	-	15%-20%
小鹏	-	-	-	1700mmx1500mm	6800T	120s	-

m

蔚来	ET5	新型 C611 铝合金	车身后底板	力劲 6000T	减重 30% 整车抗扭刚度增加至 34kNm/deg 后备箱空间增加 7L
----	-----	-------------	-------	-------------	--

资料来源：国汽车战略院，中国银河证券研究院

(3) 下游需求升级，压铸设备企业布局超大型压铸机

新能源车企布局一体化压铸带动超大型压铸机需求增长，压铸设备企业率先受益。作为一体化压铸生产的核心设备，目前大型高端压铸设备供应商主要为海外企业，包括布勒、意德拉和意特佩雷斯，其中意德拉于 2008 年被力劲科技收购。为满足新能源车企的一体化压铸需求，国内主要压铸企业加快布局一体化压铸产能。

表38.国内超大型压铸设备企业布局

公司名称	超大型压铸机进程
力劲科技	2021 年 4 月，全球首发 DREAMPRESS 9000T 智能压铸单元 Giga Press 压铸机用于特斯拉 Model Y 一体压铸 子公司意德拉即将推出 9000T 高压 Giga Press 压铸机用于 2023 年开始生产的特斯拉 Cybertruck 2022 年 1 月，与广东鸿图签署 12000 吨超级智能压铸单元联合研发合作协议
伊之密	目前已完成 6000-9000 吨超大型压铸机的研发，并积极开拓下游客户，已与一汽、长安、云海金属、长源东谷等达成合作。公司 9000 吨超大型压铸机已与一汽完成签约，预计下半年交付；7000 吨 LEAP 系列压铸机性能和功效达到国际一流水平，成功中标中国长安车身一体化压铸项目。9 月份，公司先后与云海金属（2 台）、长源东谷（2 台）签署 LEAP7000T 超大型智能压铸机采购协议。同时，公司扩建超大型压铸机产能，新的重型压铸机生产基地预计将在今年年底投产，规划 31 个重型压铸机机位，预计年产能 60-90 台
海天金属	HDC 系列 180-8800 吨

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

(4) 相关标的

表39.相关标的

企业	简介
力劲科技 (0558.HK)	公司从事设计、制造及销售三大产品系列，即压铸机、注塑机及计算机数控(CNC)加工中心。在全球拥有 8 个主要生产基地，分布于全国 5 个省份、中国台湾和意大利（意德拉）
伊之密 (300415.SZ)	公司是专注于高分子材料及金属成型领域的系统集成供应商，主要业务为注塑机、压铸机、橡胶机、高速包装系统及模具、机器人自动化系统的设计、研发、生产、销售和服务。

资料来源：中国银河证券研究院整理

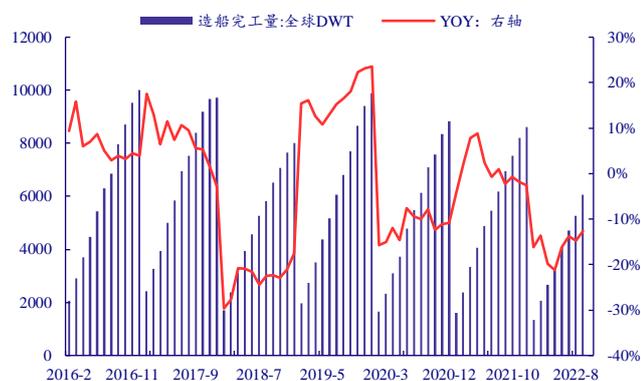
(五) 船舶行业周期向上，订单增加推升龙头业绩

1、船舶行业：订单新增上行，行业步入新周期

近两年，世界各国经济不均衡复苏，全球航运市场和造船市场经历了超预期的回升阶段，我国的三大造船指标在 2021 年也实现了全面增长，在国际市场份额中保持领先，绿色船舶转型发展加速，产业链供应链韧性得到提升，船舶行业正处于周期向上的发展期。但同时收到劳动力资源不足、综合成本波动上升等因素影响，船舶行业可谓机遇与挑战共存。

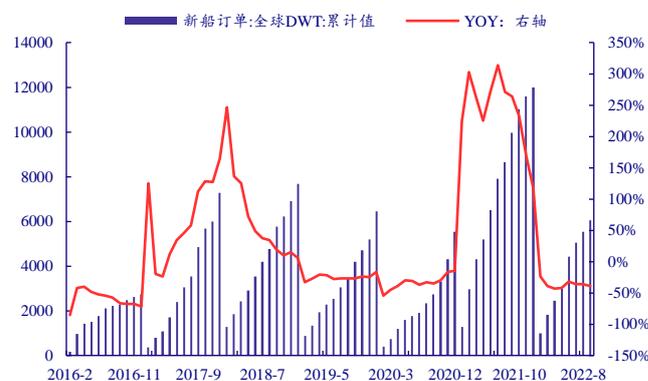
船舶制造业的景气度受供需关系影响，是较为典型的强周期行业。拉长时间周期来看，船舶制造业近半个世纪以来，经历了多轮从复苏到繁荣最后衰退、萧条的大周期。2010-2020 年是上一轮周期的萧条期，行业产能过剩，船舶需求下滑，并且受到金融危机影响，全球造船完工量及手持订单量持续下滑。

图99.全球造船完工量



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图100. 全球新签订单量



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

从 2020 年三季度开始，集装箱船运价指数大幅提升，全球新船订单急剧增长，整个船舶行业开始复苏进入上行周期。2021 年全球新船订单量达 1.2 亿载重吨，同比增长 117%，市场景气度提升明显。此外，新散货船的价格指数从 2021 年开始有大幅提升，新船订单处于供需紧平衡的状态，可以看出船舶行业正步入新一轮景气周期，且按照历史周期来看，景气周期或将维持数年。

图101. 全球手持订单量

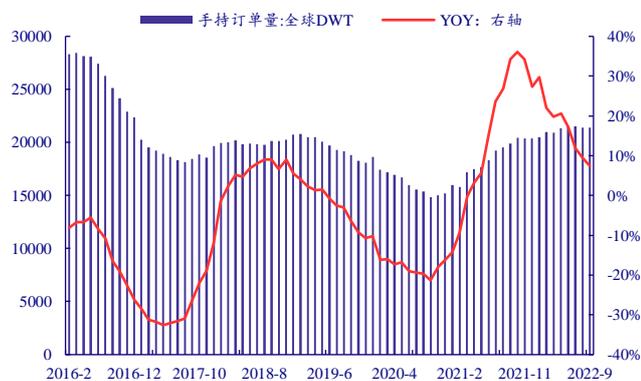
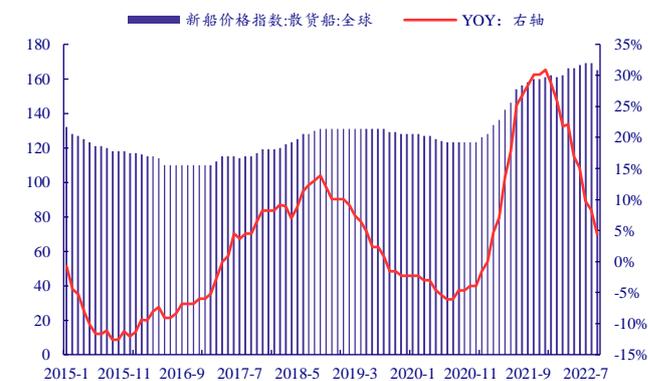


图102. 新船价格指数：散货船



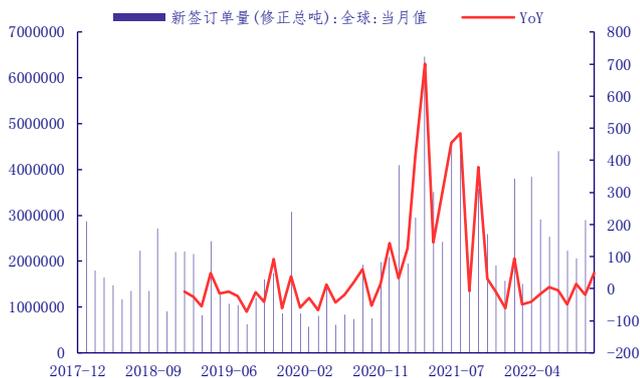
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

2、散货船订单大幅增长，供需紧平衡促价格提升

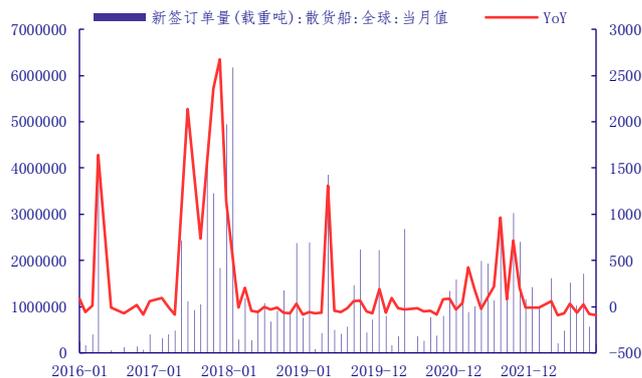
从2020年Q3开始，集装箱船运价指数与各类船型的新签订单量大幅上升。2021年全球各类新船新签订单量达3768万载重吨，同比约增长126%，其中全球散货船新签订单量达2028万载重吨，同比增长约114%；全球油船新签订单量达1326万载重吨，同比下降30%；集装箱船新签订单达368万TEU，同比增长343%。

图103. 全球新船新签订单量



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

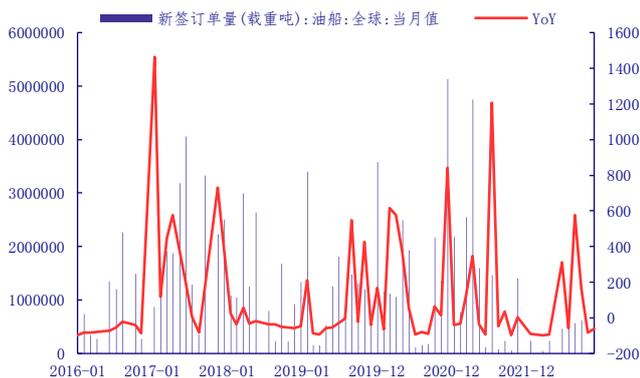
图104. 全球散货船新签订单量



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

船舶市场现处于供给产能紧缺，需求急剧增长，而产能较为受限的状态，供需出现结构性不平衡。而船坞的造船能力提升是一个缓慢的过程，而新船订单的提升，船坞的新建速度落后，因此也推升了新船价格指数持续上升。而对于船企，新船订单的消化往往需要一个相对较长的周期，因而高景气阶段将得以保持。

图105. 全球油船新签订单量



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

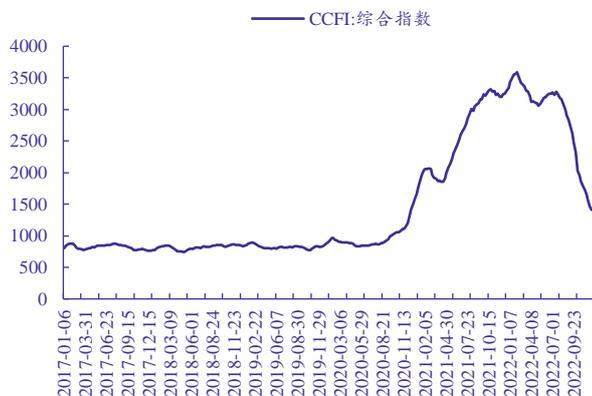
图106. 全球集装箱船新签订单量



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

从船运价格来看，集装箱船运价指数（CCFI）在2021年上涨了300%以上，涨幅为历史最高，箱船结束了持续十余年的低谷，新船订单量激增，究其原因主要是海外疫情防控的政策放松刺激国外对中国进口需求的增长，同时全球的物流网络拥堵，需求的短期大幅增长提高了船运成本，导致运价指数的上涨，同时也带动新造船价格指数的上升。

图107. 集装箱船运价指数 CCFI 变化情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图108. 中国新造船价格指数变化情况

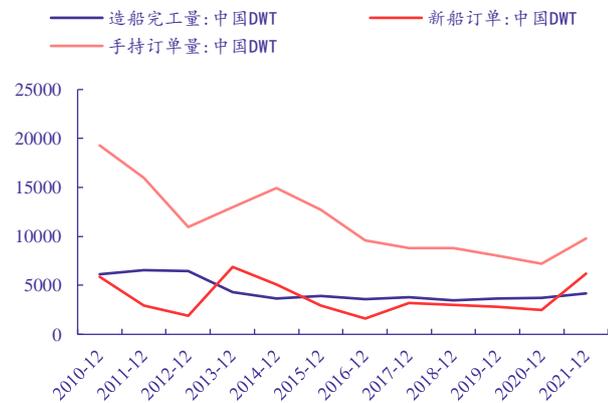


资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

3、中国市场份额居世界首位，船舶行业龙头持续受益

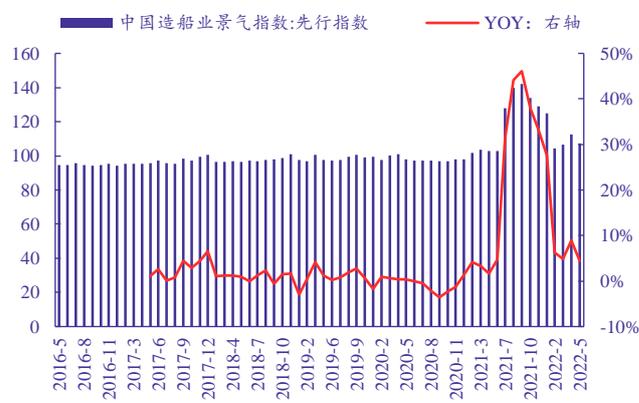
在上轮船舶行业的景气周期中，中国造船业三大指标份额仅占世界约 15%，而从 2022 年 10 月的数据来看，中国造船业的造船完工量、手持订单量和新船订单约占总量的比例达到 50% 左右，中国造船订单数居世界首位。2021 年 9 月，中国造船业景气指数达到峰值，三大指标在 2021 年均有所提升。2022 年，新船订单量前 10 家企业占全国总量约 70%，在船舶行业新周期，国内龙头企业订单有望持续增长。

图109. 中国造船业三大指标变化情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图110. 中国造船业景气指数变化情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

中国船舶: 中国船舶集团有限公司是我国船舶工业发展的国家队、主力军，坚持走自力更生、自主创新发展道路，培育了超大型智能原油轮、液化天然气运输船、超大型集装箱船等集研发、制造、配套为一体的世界级海洋装备先进产业集群，公司深化供给侧结构性改革，以大型邮轮、船用低速机、智能船舶、智慧海洋等重大创新工程为牵引，发展形成了完整的海军武器装备、科技创新和产业发展体系，打造形成强力国际竞争优势。

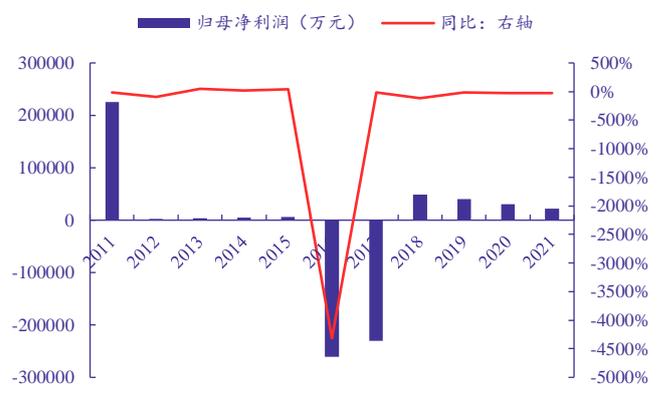
根据公司三季报显示，公司 2022 年三季度营收小幅增长，归母净利润大幅提升。公司 2022 年三季度营业收入为 385.92 亿元，同比增长 0.96%，归母净利润为 14.63 亿元，同比增长 256.35%，公司净利率与毛利率分别达到 3.88%及 10.03%，净利率达到近几年来最高水平。

图111. 中国船舶历年营业收入情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图112. 中国船舶历年归母净利润情况

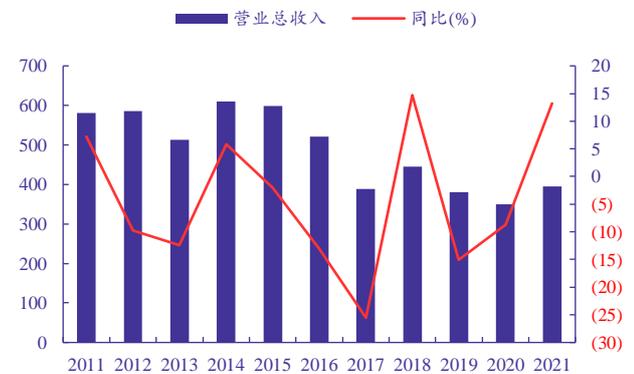


资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

中国重工: 中国重工是目前 A 股资本市场上首家获得国家国防科技工业管理部门批准的上市公司。目前, 中国重工在舰载武器装备关键技术、舰船用配套产品技术方面拥有大量高质量科技成果和自主核心技术, 产品包括舰艇用柴油机及部件、舰载武器发射装置、舰艇用导航设备、舰艇用通讯设备、军用加固计算机、舰艇用传动装置等多种军用舰船装备。

公司 2022 年三季度营收稳步增长, 但归母净利润大幅下降。公司 2022 年三季度营业收入为 259.62 亿元, 同比增长 4.49%, 归母净利润为-12.52 亿元, 同比下滑 2363%, 预计 2022 年底会有所改善。公司净利率与毛利率分别达到-5.07%及 5.49%, 对比往年均有所下降。

图113. 中国重工历年营业收入情况 (亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图114. 中国重工历年归母净利润情况 (亿元)



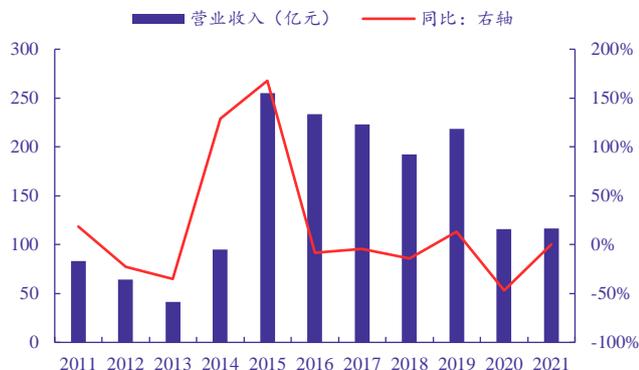
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

中船防务: 中船海洋与防务装备股份有限公司是中国船舶集团有限公司属下的大型造船骨干企业之一, 其前身是广州广船国际股份有限公司。公司于 1993 年在上海和香港上市, 是中国第一家 A+H 股上市造船企业。014 年、2015 年, 中船防务先后收购了中船龙穴造船有限公司、中船黄埔文冲船舶有限公司, 完成了对中船集团在华南地区优质造船资产的整合, 实现境内核心军工资产上市, 成为集海洋防务装备、海洋运输装备、海洋开发装备和海洋科考装备四大海洋装备于一体的大型综合性海洋与防务装备企业集团。

公司 2022 年三季度营收稳步增长, 归母净利润大幅增长。公司 2022 年三季度营业收入为 72.99 亿元, 同比增长 6.66%, 归母净利润为 0.24 亿元, 同比增长 289%, 公司净利率与毛利

率分别达到 0.48%及 6.67%，维持正常水平。

图115. 中船防务历年营业收入情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图116. 中船防务历年归母净利润情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

四、投资建议

2023 年投资关键词：疫后复苏、国产替代、新技术落地。回顾 2022 年，机械设备板块行情表现整体与大盘基本一致，总体波动较大，投资机会较难把握，细分板块中仅光伏设备、机床工具、油服装备三个子行业从全年维度来看取得了正收益。展望 2023 年，宏观层面面临最大的变化是疫情防控政策的调整从动态清零到全面放开，随着放开第一波冲击过去，生产生活逐步恢复正常，复苏可期，增长目标仍需投资发力，机械设备板块我们依然看好与制造业投资相关板块的投资机遇，看好 2023 年通用设备整体投资机遇大于专用设备，且均存在结构性机会。通用设备的投资机会更多来源于进口替代，如数控机床、数控刀具、工业机器人等，专用设备的投资机会更多来源于新技术的落地，如光伏高效电池、复合铜箔、4680 大圆柱电池、一体压铸等渗透率提升带来的设备投资机会。

➤ 疫后复苏+国产替代：通用设备自主可控是 2023 年投资主线。

- 数控机床：周期向上，政策支持工业母机自主可控。我国机床产业大而不强，高端亟待突破，产业集中度有望提升。2021 年中国机床消费额为 280 亿美元（约 2000 亿 RMB），全球机床消费额约为 800 亿美元（约 5800 亿 RMB），中国消费额占全球约 35%。我国虽为机床大国，但大而不强，机床核心零部件如数控系统、高端机床如五轴联动数控机床依然严重依赖进口，中高端国产化率约为 30%。行业集中度较低，截至 2021 年底，我国金属切削机床企业仍有 931 家，金属成形机床仍有 544 家，行业内企业普遍规模较小。随着制造业强链补链的推进，行业集中度提升以及向高端化发展趋势明朗。相关标的：纽威数控、海天精工、国盛智科、科德数控、拓斯达、创世纪、秦川机床、亚威股份等。
- 数控刀具：2021 年中国市场空间 477 亿，全球市场空间 2000 亿级别。数控刀具是典型的顺周期行业，从小周期推演的角度看明年行业增速好于今年，从草根调研反馈信息来看，9 月份起边际改善，22Q4 显著好于 Q3。经测算，我国数控刀片行业数量上国产化率约为 64%，金额上国产化率约为不足 30%。随着国内头部厂商高端产线放量以及国内制造业自主可控需求，明年刀具高端产品进口替代有望加速。相关标的：

中钨高新、欧科亿、华锐精密。

- **工业机器人：**在“十四五”机器人产业发展规划等行业政策的引领下，叠加人口问题的不断突出，自动化改造意愿逐渐回归，我国工业机器人销量走向正增长区间。目前工业机器人国产化率约为 35%，国产机器人产业链进步有望在提升机器人各环节国产化率的同时推动机器人行业新一轮发展。相关标的：埃斯顿、绿的谐波等。
- **新技术落地：寻找专用设备景气加速环节的投资机遇。**
- **光伏设备：**2023 年受益于国内外装机需求提速、硅料供给释放、光伏各环节技术革新，光伏设备环节有望保持高景气。硅片环节，关注薄片化推动细线化趋势，钨丝金刚线渗透率提升。电池环节关注 HJT 降本路线：核心零部件国产化及铜电镀技。组件环节关注新技术变革下组件设备（串焊设备）有望迎来量价齐升。关注钙钛矿产业化落地进程中设备投资机会。相关标的包括：美畅股份、明志科技、捷佳伟创、迈为股份、奥特维等。
- **风电设备：**明年是交付大年，关注抗通缩及国产替代主线。风机大型化以及深远海化进一步提升桩基、海缆用量需求。大兆瓦轴承存在技术壁垒，当前国产化率 33% 较低，而齿轮箱和发动机轴承的国产化率仅为 1%、0.2%。当前风电主轴轴承全球市场几乎被海外企业垄断。建议关注新强联、恒润股份等。
- **核电设备：**核电发展提速背景下核电燃料环节投资机会，新燃料容器到 2025 年市场空间约 10.54 亿元，目前已迈入进入国产化。基于乏燃料在堆冷却满 10 年后离堆贮存的前提假设，到 2040 年，乏燃料运输容器的市场空间约 682.8 亿元。相关标的：科新机电等。
- **电动车仍处发展快车道，重点关注锂电中技术变革及供应链重构中的设备机遇，**括 4680 大圆柱电池、复合铜箔、换电、一体压铸等渗透率提升带来的设备投资机会，相关标的包括联赢激光、东威科技、瀚川智能、伊之密等。
- **其他建议关注周期向上品种船舶。**

表40.重点细分领域受益个股

领域	相关标的
数控机床	纽威数控、海天精工、国盛智科、科德数控、拓斯达、创世纪、秦川机床、亚威股份等
数控刀具	中钨高新、欧科亿、华锐精密
机器人自动化	埃斯顿、绿的谐波、拓斯达、埃夫特等
光伏设备	美畅股份、明志科技、捷佳伟创、迈为股份、奥特维等
风电设备	新强联、恒润股份等
核电设备	科新机电、景业智能等
受益电动车新技术	联赢激光、东威科技、瀚川智能、伊之密等
船舶	中国船舶

资料来源：中国银河证券研究院整理

结合行业景气度、业绩确定性及估值，重点推荐纽威数控、欧科亿、怡合达、迈为股份、

埃斯顿。

表41.重点标的估值表

股票代码	股票简称	市值	收入 (亿元)				净利润 (亿元)				PE (2023E)
			2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
688697.SH	纽威数控	72	17	20	24	29	1.69	2.66	3.46	4.34	21
688308.SH	欧科亿	81	10	12	15	18	2.22	2.68	3.62	4.66	22
301029.SZ	怡合达	323	18	25	35	48	4.01	5.67	8.01	11.09	40
300751.SZ	迈为股份	717	31	46	74	108	6.27	9.19	15.23	22.65	47
002747.SZ	埃斯顿	189	30	39	51	66	1.57	1.84	3.05	4.35	62

资料来源: WIND 一致预期, 中国银河证券研究院, 数据截止至12月18日

五、风险提示

制造业投资低于预期、新技术渗透不及预期, 市场竞争加剧、原材料价格大幅上涨、设备出口不及预期等。

附录：2022 年机械设备板块行情回顾

(一) 板块整体表现：二季度逐渐筑底企稳

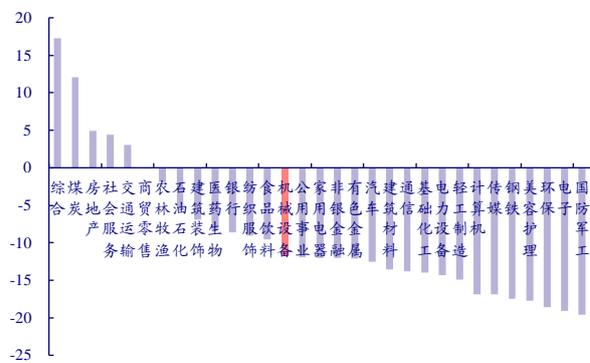
截至 2022 年 12 月 12 日，机械板块走势与大盘基本一致。年初至今机械行业累计涨幅为 -11.82%，累计涨幅位居 14 位。从走势看，年初至今基本与大盘走势一直，但机械行业走势整体弱于大盘。我们认为，一方面由于上半年长三角及各地频繁受疫情点发影响，制造业生产节奏受原材料、货运、交付等因素影响，叠加几个典型产品的微观数据销量增速相对偏弱，影响了二级市场表现；另一方面，上游原材料上涨，下游销售竞争加剧，或也压制了中游机械制造业的盈利水平，从而导致板块整体表现差强人意。

图 117. 2022 年机械设备板块走势



资料来源：Wind，中国银河证券研究院，数据截止至 2022.12.12

图 118. 2022 年初机械设备板块涨幅位居 14 位



资料来源：Wind，中国银河证券研究院，数据截止至 2022.12.12

(二) 板块估值：市场情绪回温，估值逐步修复

截止 2022 年 12 月 12 日，机械设备板块估值水平为 36 倍，较年初的 35 倍基本持平，一季度主要由于整体市场情绪偏弱，叠加俄乌国际局势所带来的负面影响，大部分行业估值均下行，至年中，市场情绪回温，疫情逐步可控，估值修复，目前机械行业估值水平位于全行业 8 位。

图 119. 2022 年机械设备估值变化

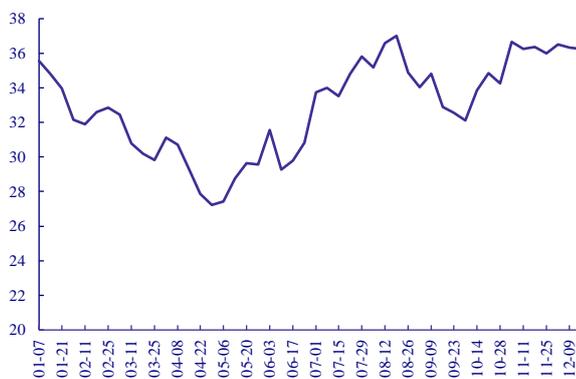
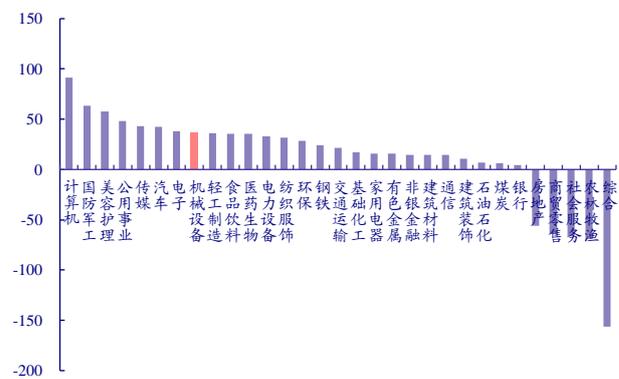


图 120. 2022 年机械设备板块估值位居 8 位



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院, 数据截止至 2022.12.12

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院, 数据截止至 2022.12.12

(三) 子行业表现: 油服、机床、光伏设备三大行业取得正收益

我们将机械设备行业划分为 5 个大领域 15 个小领域, 年初至今涨幅居前的细分子领域主要是油气开发设备, 油气设备受上游石油等资源品价格上涨影响, 上游资本开支呈预期增加, 带动石油开发设备上涨。其余子板块中, 机床工具、光伏设备、检测服务等子板块, 相对跌幅较小。

表42.2022 年机械细分子行业涨幅

	子行业	年初至今涨幅
传统专用设备	轨道交通设备	-8.9%
	工程机械	-26.7%
	油气开发设备	15.5%
	航运装备	-12.8%
新能源&新兴专用设备	锂电设备	-25.4%
	光伏设备	0.3%
	风电设备	-24.1%
	3C 及面板设备	-12.8%
	半导体设备	-1.9%
传统通用设备	机床工具	2.2%
	注塑机	-0.6%
新兴通用设备	激光	-17.2%
	机器人	-14.1%
其他	仪器仪表	-13.0%
	检测服务	-0.3%

资料来源: Wind, 银河证券研究院整理, 数据截止至 2022.12.12

(四) 个股表现: 体现新技术、小市值特征

从个股角度看, 机械板块 2022 年涨幅居前的股票特点: (1) 与上游资源品相关的机械设备产品涨幅较高, 如油气装备、采掘装备等, 或与新技术相关, 如光伏领域新技术; (2) 小市值为主, 大部分涨幅居前的标的市值仍低于百亿。

表43.2022 年机械板块个股涨幅前二十

排名	证券代码	证券简称	市值(亿元)	年初至今涨跌幅(%)
1	002150.SZ	通润装备	95.01	323.02%
2	300700.SZ	岱勒新材	44.04	153.96%
3	002514.SZ	宝馨科技	89.64	147.51%
4	688377.SH	迪威尔	83.92	131.65%

5	600992.SH	贵绳股份	54.97	126.57%
6	000595.SZ	宝塔实业	81.30	123.82%
7	002843.SZ	泰嘉股份	46.84	116.96%
8	688700.SH	东威科技	213.44	112.92%
9	002965.SZ	祥鑫科技	91.60	103.65%
10	300345.SZ	华民股份	45.41	97.86%
11	603029.SH	天鹄股份	30.30	74.62%
12	300260.SZ	新莱应材	185.48	73.56%
13	600388.SH	龙净环保	153.95	67.05%
14	300553.SZ	集智股份	40.19	65.96%
15	003033.SZ	征和工业	37.32	65.70%
16	002175.SZ	*ST 东网	51.58	64.90%
17	300554.SZ	三超新材	28.05	62.28%
18	605060.SH	联德股份	65.26	59.12%
19	002849.SZ	威星智能	32.15	58.51%
20	600520.SH	文一科技	21.82	57.01%

资料来源: Wind, 银河证券研究院整理, 数据截止至 2022.12.12

图 目 录

图 1.	2022 年 1-11 月份固定资产投资增速情况	1
图 2.	2022 年 1-11 月份固定资产投资主要受制造业投资拉动	1
图 3.	1994-2019 年中国进口机床数量	6
图 4.	1999-2021 年中国工业机器人年度销量	6
图 5.	2003-2021 年注塑机龙头海天国际营业收入	7
图 6.	中国激光设备市场销售收入及增速	7
图 7.	工业企业产成品库存约 3-4 年周期，目前仍处高位被动去库存阶段	8
图 8.	工业机器人月度产量 2022 年 9 月已转正	8
图 9.	中国金属切削机床产量增速 9、10 月下月有所收窄	8
图 10.	近 40 年全球和中国机床消费情况	9
图 11.	2016-2022 年中国金属切削机床当月产量	10
图 12.	2016-2022 年中国金属切削机床累计产量	10
图 13.	2022-2025 年中国整体机床市场需求预测	11
图 14.	2000-2021 年中国金属切削机床数控化率逐步提升	11
图 15.	机床产业链	12
图 16.	海天精工机床零部件占比	13
图 17.	纽威数控机床零部件占比	13
图 18.	国盛智科机床零部件占比	13
图 19.	科德数控机床零部件占比	13
图 20.	浙海德曼机床零部件占比	13
图 21.	我国机床消费档次划分	16
图 22.	中国刀具市场规模（亿元）和趋势预测	18
图 23.	全球切削刀具消费额（亿美元）和趋势预测	18
图 24.	金属切削机床刀具品类拆分和市场规模	19
图 25.	中国刀具消费占机床消费比例呈上升趋势	19
图 26.	进口刀具市场规模逐渐下滑	20
图 27.	我国刀具行业国产化率	20
图 28.	我国工业机器人产量持续提升	21
图 29.	2020 年工业机器人成本结构	22
图 30.	2019-2021 年工业机器人核心零部件国产化率	22
图 31.	2020 年全球工业机器人用减速器市场份额	23
图 32.	中国工业机器人用谐波减速器市场份额变化	23
图 33.	全球工业机器人安装数量和主要减速器厂家销售额对比	24
图 34.	工业机器人主机厂营收与纳博特斯克（右轴）营收减速器业务对比（十亿日元）	24
图 35.	各厂商毛利率变化情况（%）	25
图 36.	订单情况与零部件厂商毛利率情况（右轴/%）	25
图 37.	工业机器人产业链协同发展	26
图 38.	2023 年全球装机预计超 330GW，同比增速 60.9%	28
图 39.	全球各国装机及预测	29

图 40.	石英砂季度产能-万吨.....	29
图 41.	国内硅料产能统计-万吨.....	30
图 42.	2022 年度装机或达 88GW.....	31
图 43.	2022 年末大硅片市占率预计近 80%.....	31
图 44.	2019-2025 年不同类型硅片市占比变化趋势.....	32
图 45.	老旧单晶炉已无法拉制 210 大尺寸硅片对应硅棒.....	32
图 46.	2021-2030 年各种电池技术市场占比变化趋势.....	34
图 47.	各电池工艺步骤.....	34
图 48.	太阳能电池的认证效率图（第一代蓝色线、第二代绿色线、第三代橙色线）.....	38
图 49.	钙钛矿材料 ABX ₃ 正八面体晶体结构.....	39
图 50.	钙钛矿电池工作原理.....	39
图 51.	钙钛矿度电成本（LCOE）与效率、寿命关系图（基于电池成本为 31.7 美元/m ² ）.....	39
图 52.	效率成本走势预测.....	39
图 53.	钙钛矿相比晶硅产业链及工艺时间明显缩短.....	40
图 54.	风电先行指标招标量.....	43
图 55.	风电新增装机.....	43
图 56.	风电产业链.....	44
图 57.	轴承市占率.....	44
图 58.	月度公开招标均价.....	44
图 59.	核电机组每年新增装机容量.....	45
图 60.	核电机组装机规模持续增长，到 2025 年 7000 万千瓦.....	45
图 61.	核电产业链.....	46
图 62.	乏燃料产生量逐年增加，已突破 1000 吨.....	48
图 63.	乏燃料年产生量与核电发电量呈正相关.....	48
图 64.	乏燃料产生量逐年增加，已突破 1000 吨.....	49
图 65.	核电发电量持续增长，年均增速预计 5.4%.....	49
图 66.	核电站退役即将迎来高潮.....	50
图 67.	核燃料循环.....	50
图 68.	我国本土天然铀的需求量远高于对应的产量.....	50
图 69.	乏燃料运出需求量（按 10 年）.....	53
图 70.	中国新能源汽车产量情况.....	53
图 71.	中国新能源汽车渗透率.....	53
图 72.	全球新能源汽车销量.....	54
图 73.	中国、欧洲、美国新能源汽车渗透率.....	54
图 74.	中国动力电池装车量.....	54
图 75.	中国动力电池产量.....	54
图 76.	2021 年全球动力电池装机量 TOP10 份额.....	55
图 77.	2022 年前 10 月全球动力电池装机量 TOP10 份额.....	55
图 78.	圆柱电池变迁.....	57
图 79.	特斯拉 4680 电池.....	57
图 80.	传统电池极耳结构.....	59

图 81.	4680 全极耳结构	59
图 82.	传统电池极耳原理	59
图 83.	4680 全极耳原理	59
图 84.	锂离子电池成本结构	60
图 85.	复合铜箔避免穿刺短路	61
图 86.	锂枝晶穿刺	61
图 87.	传统铜箔成本结构	62
图 88.	复合铜箔成本结构	62
图 89.	两步法复合铜箔工艺流程	63
图 90.	中国乘用车换电站保有量	67
图 91.	中国乘用车换电站市场格局	67
图 92.	换电重卡渗透率	68
图 93.	2016-2020 年中国乘用车平均油耗	70
图 94.	中国汽车平均油耗目标及轻量化目标	71
图 95.	中国压铸机下游应用领域	72
图 96.	中国压铸机市场规模	72
图 97.	特斯拉一体化压铸专利	73
图 98.	特斯拉 Model 3 与 Model Y 压铸方式对比	73
图 99.	全球造船完工量	75
图 100.	全球新签订单量	75
图 101.	全球手持订单量	75
图 102.	新船价格指数: 散货船	75
图 103.	全球新船新签订单量	76
图 104.	全球散货船新签订单量	76
图 105.	全球油船新签订单量	76
图 106.	全球集装箱船新签订单量	76
图 107.	集装箱船运价指数 CCFI 变化情况	77
图 108.	中国新造船价格指数变化情况	77
图 109.	中国造船业三大指标变化情况	77
图 110.	中国造船业景气指数变化情况	77
图 111.	中国船舶历年营业收入情况	78
图 112.	中国船舶历年归母净利润情况	78
图 113.	中国重工历年营业收入情况 (亿元)	78
图 114.	中国重工历年归母净利润情况 (亿元)	78
图 115.	中船防务历年营业收入情况	79
图 116.	中船防务历年归母净利润情况	79
图 117.	2022 年机械设备板块走势	82
图 118.	2022 年初机械设备板块涨幅位居 14 位	82
图 119.	2022 年机械设备估值变化	82
图 120.	2022 年机械设备板块估值位居 8 位	82

表 目 录

表 1.	机械设备行业各细分子行业基本面展望	2
表 2.	机床零部件供应商情况	14
表 3.	重点机床生产企业的扩产计划	17
表 4.	数控机床相关标的	17
表 5.	数控刀具相关标的	20
表 6.	精密减速器行业主要企业	22
表 7.	工业机器人相关政策	26
表 8.	产业链各环节技术进步方向	30
表 9.	2022-2023 年硅片产能统计	32
表 10.	钨丝金刚线最新进展	33
表 11.	TOPCon2023 年预计达到 130GW (不完全统计)	35
表 12.	HJT 电池扩建项目统计	35
表 13.	新技术路线对串焊设备提出更高的要求	37
表 14.	目前在途产能达 0.86GW,规划产能 28.3GW	41
表 15.	新燃料容器年市场需求到 2030 年约有 1512 个	47
表 16.	新燃料容器对应市场空间测算	47
表 17.	乏燃料组件类别不同	49
表 18.	在运和即将投运的乏燃料后处理设施	51
表 19.	按水池屯放 3 年乏燃料测算乏燃料运输容器年市场需求	51
表 20.	按水池屯放 20 年乏燃料测算乏燃料运输容器年市场需求	51
表 21.	我国乏燃料池贮存能力, 多为 20 年	52
表 22.	按水池屯放 10 年乏燃料测算乏燃料运输容器年市场需求	52
表 23.	全球主流电池厂产能规划	55
表 24.	相关标的	56
表 25.	电池厂 4680 产能规划	57
表 26.	相关标的	59
表 27.	传统铜箔与复合铜箔对比	60
表 28.	复合集流体可有效提升能量密度	61
表 29.	复合铜箔设备市场空间测算	63
表 30.	相关标的	64
表 31.	乘用车换电模式对比	64
表 32.	充换电模式对比	65
表 33.	换电产业相关政策	66
表 34.	燃油重卡与新能源重卡成本对比	67
表 35.	部分企业换电站建设规划	69
表 36.	换电设备相关标的	69
表 37.	各车企布局一体化压铸技术路线	73
表 38.	国内超大型压铸设备企业布局	74

表 39.	相关标的	74
表 40.	重点细分领域受益个股.....	80
表 41.	重点标的估值表.....	81
表 42.	2022 年机械细分子行业涨幅	83
表 43.	2022 年机械板块个股涨幅前二十.....	83

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

鲁佩 机械组组长，首席分析师

伦敦政治经济学院经济学硕士，证券从业 8 年，2021 年加入中国银河证券研究院。2016 年新财富最佳分析师第五名，IAMAC 中国保险资产管理业最受欢迎卖方分析师第三名，2017 年新财富最佳分析师第六名，首届中国证券分析师金翼奖机械设备行业第一名，2019 年 WIND 金牌分析师第五名，2020 年中证报最佳分析师第五名，金牛奖客观量化最佳行业分析团队成员；2021 年第九届 Choice “最佳分析师”第三名。

范想想 机械行业分析师

日本法政大学工学硕士，哈尔滨工业大学工学学士，2018 年加入银河证券研究院。曾获奖项包括日本第 14 届机器人大赛团体第一名，FPM 学术会议 Best Paper Award。曾为新财富机械军工团队成员。

评级标准

行业评级体系

未来 6-12 个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报 10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来 6-12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：指未来 6-12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%-20%。

中性：指未来 6-12 个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来 6-12 个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%及以上。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险，应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。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。

银河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。银河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。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

联系人

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：苏一耘 0755-83479312 suyiyun_yj@chinastock.com.cn

程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

陆韵如 021-60387901 luyunru_yj@chinastock.com.cn

北京地区：唐嫚玲 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn