



Research and
Development Center

工控&机器人 2025 年度策略报告：工控复苏拐点 渐进，人形机器人产业化加速

2024 年 12 月 12 日

证券研究报告

行业研究

行业投资策略

电力设备与新能源

投资评级 看好

上次评级 看好

武浩 电力设备与新能源行业首席分析师

执业编号: S1500520090001

联系电话: 010-83326711

邮箱: wuhao@cindasc.com

孙然 电力设备与新能源行业分析师

执业编号: S1500524080003

联系电话: 18721956681

邮箱: sunran@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区宣武门西大街甲 127 号

金隅大厦 B 座

邮编: 100031

工控复苏拐点渐进，人形机器人产业化加速

2024 年 12 月 12 日

本期核心观点

- **国产替代+复苏共振，国产替代持续。**2024 年工业自动化市场处于筑底期，工控行业主要上市公司 2024Q3 收入为 187 亿元，同比增长 10.1%，环比略有下降；利润方面，2024Q3 归母净利润为 18.1 亿元，同比下降 8.7%，整体有所承压。1) 工控下游部分传统行业呈现复苏迹象+高端制造业国产替代持续，此外锂电光伏资本开支的影响逐步减弱，我们认为随着国内宏观刺激政策的落地，国内工控行业有望迎来复苏；2) 国内工控产品性能+零部件自制能力有望逐步提升，在降本方面，以变频器为代表的专机、小型化设备竞争力凸显，在产品布局方面，二线企业逐步完善工控产品线布局。我们认为，国内工控行定制化+降本能力明显，随着工控行业复苏拐点的渐进，未来业绩有望恢复较高增长水平。
- **出海扬帆，工控企业国际化打开成长天花板。**相比国内工控行业市场，海外工控市场较大，中国工控市场规模约为全球的四分之一，自主品牌出海市场辽阔。从海外市场来看，我们认为东南亚、印度等新兴市场增速快，国内制造业在东南亚等市场布局加速，同时国内自主工控品牌在性价比上竞争力较高，有望复制国内增长路径，利用定制化+快速响应+价格优势率先打开市场；此外国内自主品牌，可以通过构建海外经销商等模式快速打开相关国家市场。
- **人形机器人产业化大势所趋，灵巧手方案更新成为新机遇。**1) 产业链角度，我们认为国内人形机器人有望加速，华为入局国内人形机器人产业链，我们认为有望帮助国内企业构建人形机器人生态。此外，以长安等为代表的车企入局也有望丰富国内机器人产业化落地。2) 特拉斯人形机器人再升级，灵巧手自由度提升至 22 个自由度，我们认为方案的更改有望探索更多产业可能，手部有望采取行星齿轮箱+丝杠+腱绳方案，电机有望试验无刷有齿槽电机等经济性方案。未来，特拉斯发力手部触觉传感集成，短期来看手部触觉传感器有望进一步迭代，长期来看电子皮肤等潜力方案有望引起重视。
- **投资建议：**1) 工控板块推荐汇川技术，建议关注伟创电气、信捷电气。2) 人形机器人板块推荐汇川技术、旭升集团（电新&汽车组覆盖）；建议关注三花智控、拓普集团（汽车组覆盖）、鸣志电器、兆威机电、北特科技、伟创电气、雷赛智能。
- **风险因素：**工业竞争格局恶化；国产厂商替代海外产业链不及预期；核心技术发展不及预期；人形机器人量产不及预期等。

目录

一、国产替代+复苏共振，国际化打开成长天花板	5
1.1 行业筑底，工业自动化行业复苏可期	5
1.2 小型化优势逐步显现，国产替代加速	11
1.3 出海大势所趋，国际化布局打开成长天花板	13
二、机器人产业化加速，国内产业链生态逐步完善	17
2.1 产业化落地加速，华为入局打造国内机器人生态	17
2.2 optimus 再升级，灵巧手成为重点	18
三、投资建议	26
四、风险因素	27

图表目录

图表 1：国内工控企业业绩情况	5
图表 2：工控行业收入情况（亿元）	6
图表 3：工控行业归母净利润情况（亿元）	6
图表 4：工控行业分季度收入情况（亿元）	6
图表 5：工控行业分季度归母净利润情况（亿元）	6
图表 6：工控行业毛利率和归母净利率	7
图表 7：工控行业费用率情况	7
图表 8：中国制造业 PMI 指数（%）	7
图表 9：中国规模以上工业企业产成品存货期末同比（%）	7
图表 10：中国半导体设备市场销售额（十亿美元）	8
图表 11：中国半导体设备进口额（亿美元）	8
图表 12：中国纺织服装行业固定资产投资额累计同比（%）	8
图表 13：国内锂电行业资本开支情况	9
图表 14：中国大型 PLC 市场规模（百万元）	10
图表 15：中国小型 PLC 市场规模（百万元）	10
图表 16：中国低压变频器市场规模（百万元）	10
图表 17：中国通用伺服市场规模（百万元）	10
图表 18：不同企业变频器对比	11
图表 19：国内工控企业业绩情况	11
图表 20：专用变频器市场情况	12
图表 21：国内工控企业产品线情况	12
图表 22：2024 国内外工业自动化市场规模（亿元）	13
图表 23：2022 年世界自动化公司 10 强名单	13
图表 24：国内外变频器产品参数对比	14
图表 25：国内外变频器产品价格对比	15
图表 26：24Q3 施耐德工控自动化业务收入分区域情况	15
图表 27：典型工控企业出海模式	16
图表 28：华为“造车”路径	17
图表 29：长安计划投入人形机器人领域	18
图表 30：人形机器人应用在工厂场景	18
图表 31：特斯拉人形机器人 22 自由度灵巧手	19
图表 32：特斯拉第二代灵巧手专利	20
图表 33：空心杯电机优势和应用范围	20
图表 34：行星减速器结构示意图	21
图表 35：哈默纳科灵巧手采用谐波减速器	21
图表 36：连杆/齿轮/带驱动灵巧手	22

图表 37: 线绳驱动式灵巧手	22
图表 38: 灵巧手自由度和传动方式	23
图表 39: 腱绳驱动原理	24
图表 40: 机器人和人类的多传感器和柔性电子皮肤	24
图表 41: 主要标的情况	26

一、国产替代+复苏共振，国际化打开成长天花板

1.1 行业筑底，工业自动化行业复苏可期

工业自动化行业三季度承压。从目前国内工控企业三季度业绩来看，以汇川技术、伟创等为代表的国内工控企业营收保持正增长，然而受国内宏观经济波动影响，多数企业归母净利润负增长。分企业来看：

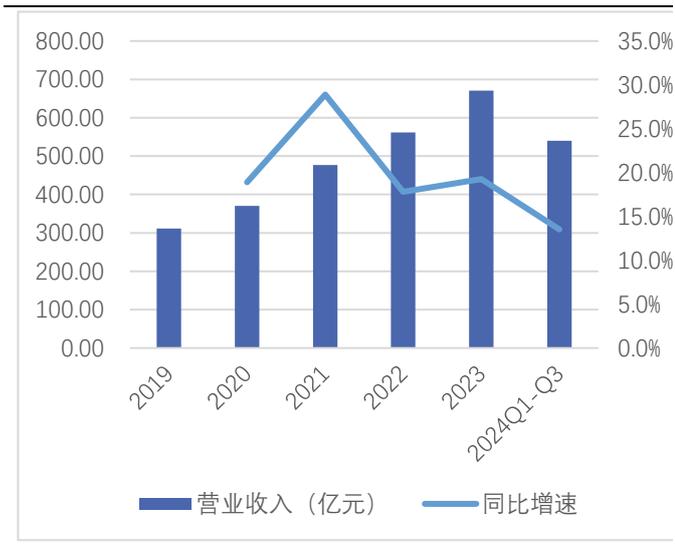
- 1) 海外收入占比相对较多的伟创电气，业绩保持高速增长，麦格米特等业绩维持正增长。
- 2) 汇川技术、信捷电气等利润略有承压，但收入保持正增长，显示工控行业国内替代持续。

图表 1：国内工控企业业绩情况

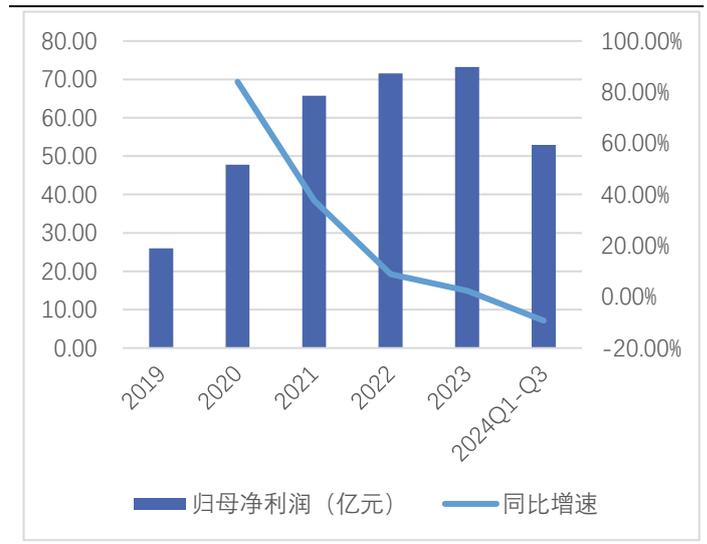
公司	营业收入 (亿元)				归母净利润 (亿元)			
	2024Q1-Q3	yoy	2024Q3	yoy	2024Q1-Q3	yoy	2024Q3	yoy
汇川技术	253.97	26.22%	92.14	20.13%	33.54	1.04%	12.36	-0.54%
伟创电气	11.57	22.37%	3.86	20.25%	2.10	34.09%	0.76	51.88%
雷赛智能	11.55	9.62%	3.32	-2.59%	1.44	56.36%	0.28	65.60%
禾川科技	6.44	-27.28%	1.61	-43.27%	(0.81)		(0.51)	
信捷电气	12.10	11.93%	4.13	13.91%	1.74	12.69%	0.48	-5.89%
步科股份	3.96	8.02%	1.40	5.98%	0.32	-25.54%	0.09	-22.68%
鸣志电器	18.30	-4.51%	5.65	-7.42%	0.47	-43.69%	0.07	-76.38%
正弦电气	2.79	-5.21%	0.90	-0.99%	0.31	-31.68%	0.07	-32.64%
麦格米特	59.03	21.06%	18.92	19.02%	4.11	-14.82%	0.97	3.86%
英威腾	31.43	-4.81%	10.30	-6.11%	1.53	-49.20%	0.44	-44.37%
众辰科技	4.94	5.42%	1.74	7.31%	1.61	7.78%	0.55	-0.75%
蓝海华腾	2.36	5.89%	0.89	19.04%	0.21	-5.05%	0.05	19.31%
卧龙电驱	121.94	1.06%	42.16	-0.85%	6.38	-30.92%	2.45	-23.03%

资料来源：IFIND，信达证券研发中心

从整个行业来看，2024Q1-Q3，国内工控行业企业收入规模约为 540 亿元，同比增长 13.5%，依然保持较高增速；利润方面，2024Q1-Q3，国内工控行业归母净利润为 53 亿元，同比下降 9.3%。我们认为，随着国内经济刺激政策的落地，工业企业有望补库，工控企业利润有望得到一定改善。

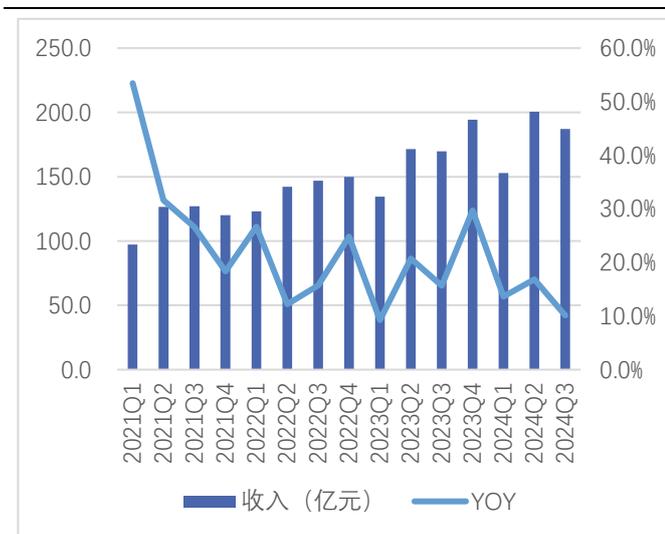
图表 2：工控行业收入情况（亿元）


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

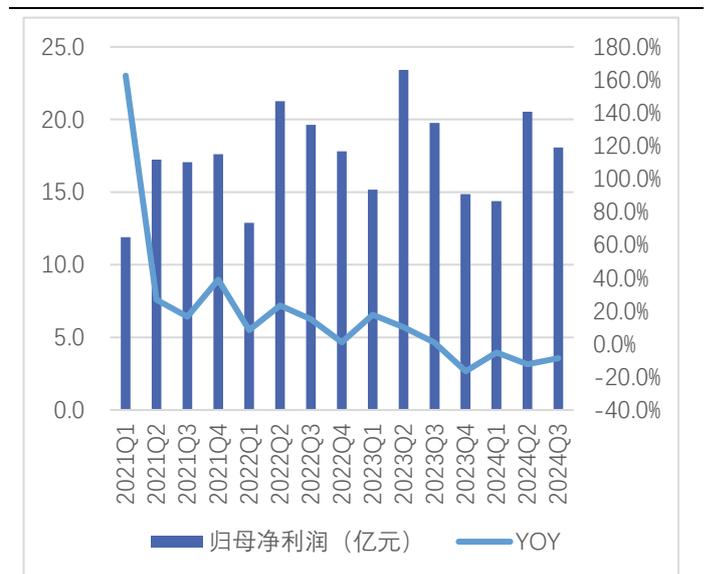
图表 3：工控行业归母净利润情况（亿元）


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

分季度来看，工控行业 2024Q3 收入为 187 亿元，同比增长 10.1%，环比略有下降；利润方面，2024Q3 归母净利润为 18.1 亿元，同比下降 8.7%。

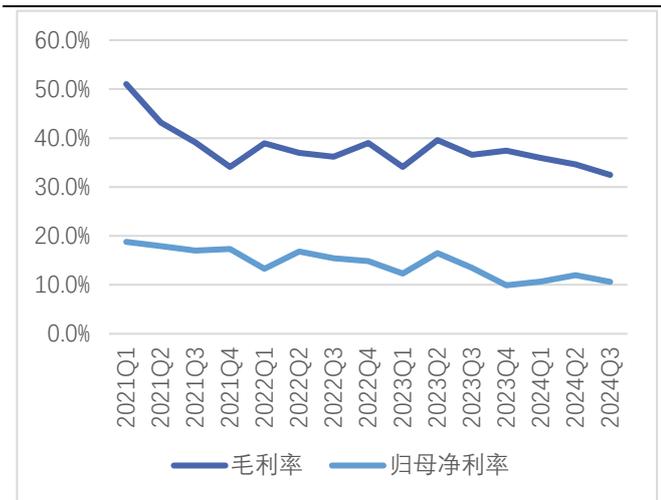
图表 4：工控行业分季度收入情况（亿元）


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

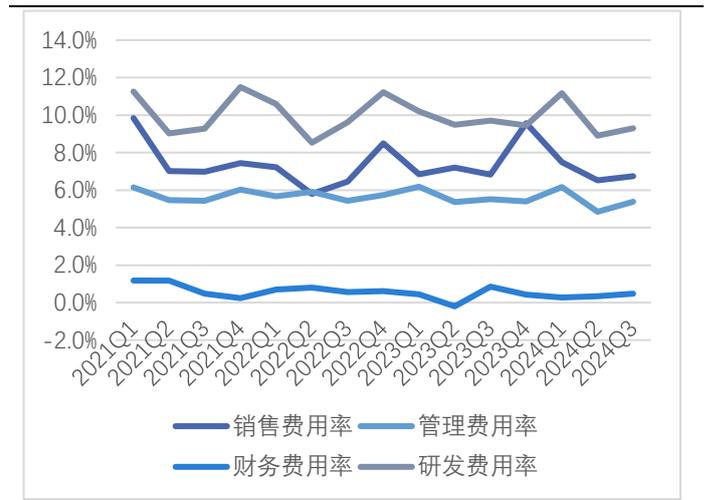
图表 5：工控行业分季度归母净利润情况（亿元）


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

盈利略有承压，研发费用保持较高水平。2024Q3 工控行业毛利率为 32.5%，归母净利率为 10.6%，环比均有所下降；费用率方面，销售费用率、财务费用率和研发费用率环比增长，工控行业维持较高研发投入。

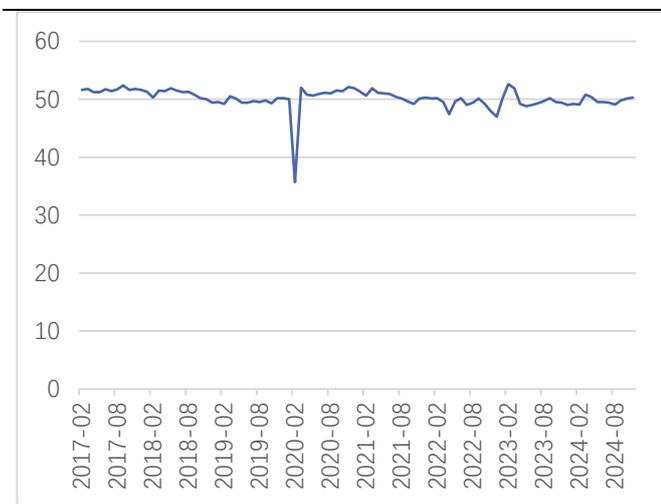
图表 6：工控行业毛利率和归母净利率


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

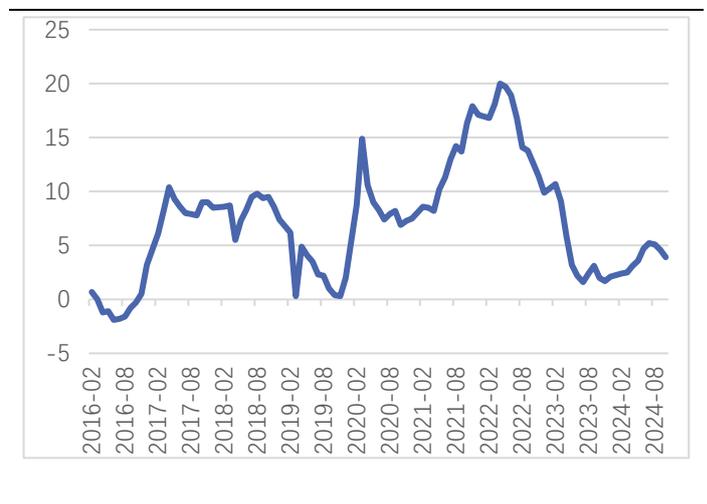
图表 7：工控行业费用率情况


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

PMI 重回扩张区间，工业产成品存货处于较低水平。11 月中国制造业 PMI 指数为 50.3%，达到枯荣线之上，整体景气度有所改善，进入扩张区间。此外，工业产成品库存同比增速处于历史较低水平，规模以上工业企业产成品存货 10 月同比为 3.9%、我们认为库存周期或仍处于底部阶段，随着经济数据的改善，未来有望进入扩张区间。

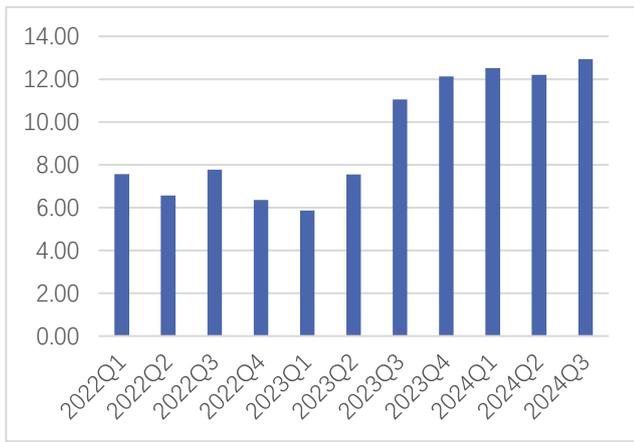
图表 8：中国制造业 PMI 指数 (%)


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

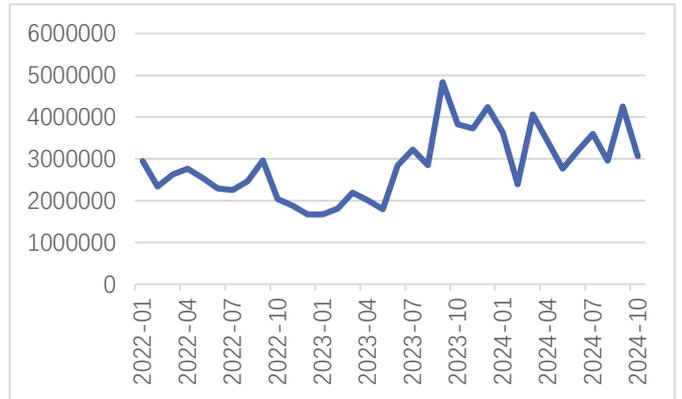
图表 9：中国规模以上工业企业产成品存货期末同比 (%)


资料来源：IFIND，信达证券研发中心

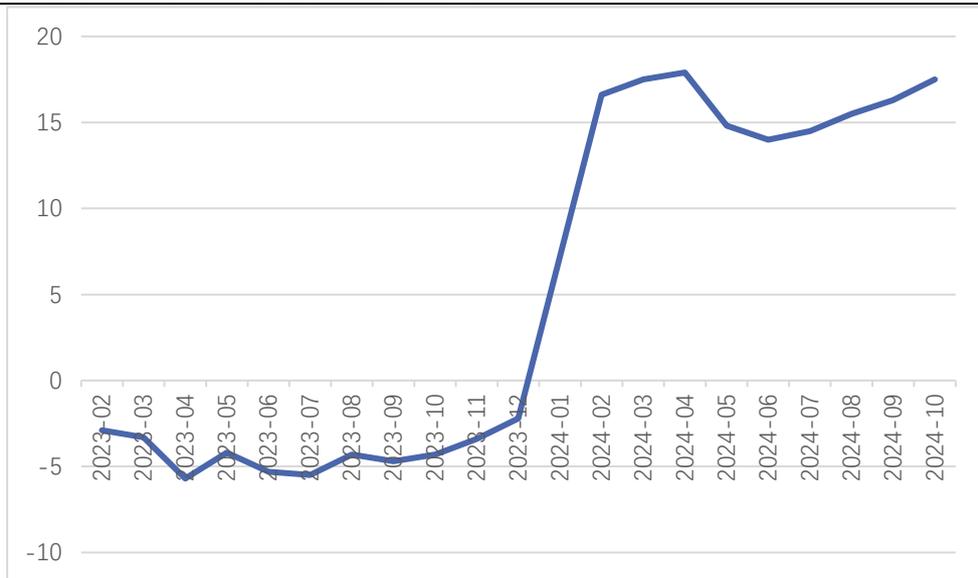
部分传统行业有望复苏，高端制造设备国产替代持续加速。1) 传统行业方面，有望随着需求恢复+自动化程度提升，部分工业自动化产品需求回暖，以纺织服装为例，2024 年 10 月固定资产累计同比为+17.5%，固定资产投资增速逐步恢复，部分传统行业触底回升；2) 高端制造业方面，以半导体设备为例，我国近几年半导体设备市场规模保持较高增速，未来随着国产替代的继续，我们认为相关设备市场有望保持较高增速，带动相应工业自动化设备增长。

图表 10：中国半导体设备市场销售额（十亿美元）


资料来源：IFIND, 信达证券研发中心

图表 11：中国半导体设备进口额（亿美元）


资料来源：IFIND, 信达证券研发中心

图表 12：中国纺织服装行业固定资产投资额累计同比（%）


资料来源：IFIND, 信达证券研发中心

锂电光伏行业影响减弱。我们认为，锂电光伏等新能源行业近几年的高速发展，造就了其行业资本开支的大量增长，对工控行业需求量有较大的拉动作用，而锂电光伏行业的扩产高峰结束，对工控行业则有一定拖累作用。随着锂电、光伏行业的触底，工控领域的增长压制有望逐步减弱。

图表 13: 国内锂电行业资本开支情况

环节	2022Q1	2022Q2	2022Q3	2022Q4	2023Q1	2023Q2	2023Q3	2023Q4	2024Q1	2024Q2	2024Q3
三元正极	301%	228%	168%	-34%	-16%	-2%	-38%	-5%	-3%	-53%	32%
铁锂正极	230%	133%	195%	120%	21%	62%	7%	7%	-49%	-69%	-64%
三元前驱体	81%	115%	75%	43%	19%	-30%	-32%	-6%	27%	103%	11%
负极	350%	56%	87%	39%	-3%	-12%	-10%	36%	-5%	-1%	-42%
电解液	128%	153%	107%	60%	44%	-13%	-26%	-32%	-39%	-37%	-36%
隔膜	171%	10%	227%	-15%	76%	58%	-16%	132%	-44%	-19%	73%
结构件	37%	49%	191%	84%	44%	9%	-39%	-3%	-38%	-38%	-49%
铜箔	283%	268%	103%	141%	32%	-14%	-30%	-46%	-16%	-46%	-61%
电池	67%	55%	33%	18%	-3%	-47%	-27%	-28%	-28%	-2%	-14%
CATL	30%	17%	4%	-5%	-10%	-39%	-23%	-46%	-32%	-16%	-12%
全行业	101%	70%	66%	24%	8%	-26%	-24%	-13%	-24%	-11%	-16%

资料来源: WIND, 信达证券研发中心

国内经济刺激政策+行业复苏双击, 工控市场有望回暖。1) 政策方面, 2024 年 11 月, 全国人大常委会表示增加 6 万亿元地方政府债务限额, 用于置换存量隐性债务。此外, 财政部表明加大力度支持大规模设备更新, 扩大消费品以旧换新的品种和规模, 有望刺激工控设备回暖; 2) 从国内自动化产业来看, 工业产成品存货若进行补库, 有望抬升相应设备销量。参考 MIR 预测, 2025 年, 低压变频器、PLC 等市场有望逐步回暖。

图表 14：中国大型 PLC 市场规模（百万元）


资料来源：MIR 睿工业，信达证券研发中心

图表 15：中国小型 PLC 市场规模（百万元）


资料来源：MIR 睿工业，信达证券研发中心

图表 16：中国低压变频器市场规模（百万元）


资料来源：MIR 睿工业，信达证券研发中心

图表 17：中国通用伺服市场规模（百万元）


资料来源：MIR 睿工业，信达证券研发中心

1.2 小型化优势逐步显现，国产替代加速

通用产品方面，小型化优势有望显现。以众辰科技 22KW 变频器与汇川技术、英威腾、正弦电气同类型变频器对比可知，众辰科技变频器体积为 8296.85cm³，体积和尺寸较小，而在调速范围、稳速精度、启动转矩差不多，但转矩精度较好。在主要功能参数差别不大以及个别参数较优的情况下，众辰科技产品的体积相对较小、定价具有竞争力，从而使得产品毛利率在同行业可比公司中保持中等偏上的水平。

图表 18：不同企业变频器对比

相关指标或参数	众辰科技	汇川技术	英威腾	正弦电气	对比结论	
	NZ200-22kW	MD500-22kW	GD300-22kW	A90-22kW		
尺寸大小 (mm)	H332W151 D165.5	H350W210 D192	H407W255 D245	H293W190 D180	尺寸较小	
体积 (cm ³)	8,296.85	14,112.00	25,427.33	10,020.60	体积较小	
主要控制性能	电机类型	异步/同步	异步/同步	异步/同步	异步/同步	无差别
	调速范围	异步 1:100 同步 1:200	1:200 (SVC) 1:1000 (FVC)	异步 1:100 同步 1:20	1:50 (VVF) 1:200 (SVC)	差别不大
	稳速精度	±0.5% (无 PG)	±0.5% (SVC) ±0.02% (FVC)	±0.2%	±0.2%额定同步转速	差别不大
	启动转矩	异步 0.5Hz/150% 同步 0.25Hz/150%	0.25Hz/150% (SVC) 0Hz/180% (FVC)	异步 0.25Hz/150% 同步 2.5Hz/150%	150%/1Hz (VVF) 150%/0.25 Hz (SVC)	差别不大
	转矩精度	5Hz 以上 ±5%	FVC: ±3% SVC: 5Hz 以上 ±5%	10%	±8%额定转矩(SVC)	较优

资料来源：众辰科技公告，信达证券研发中心

小型化有望降低成本。以众辰科技产品价格与伟创电气、正弦电气对比，2022 年众辰科技变频器均价为 794 元，正弦电气、伟创电气均价为 1013、899 元，众辰科技产品价格略低于同行价格，但毛利率依然维持较高水平。我们认为，在同等性能下，采用软件算法和结构优化等方式将变频器等工控产品小型化，可以降低原材料成本和客户安装空间，从而保障公司盈利能力，未来通用产品方面有望逐步向着小型化发展。

图表 19：国内工控企业业绩情况

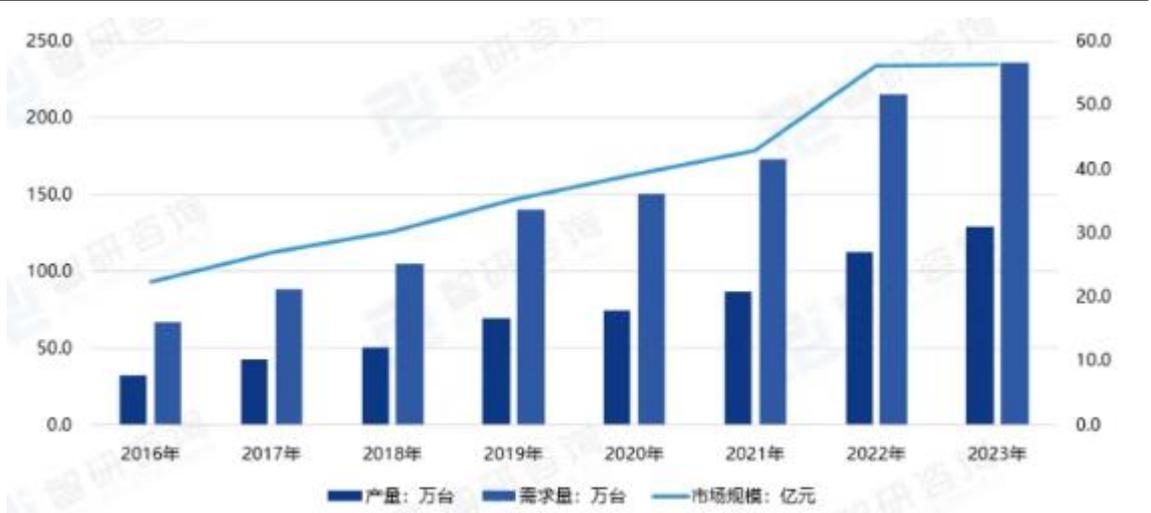
	2022 年	2021 年	2020 年
汇川技术	432900	314500	212300
英威腾	200120.13	176122.3	127943.31
蓝海华腾	10663.84	12119.01	11840.33
伟创电气	62659.71	59720.35	45516.76
正弦电气	25499.17	33739.72	31009.32
众辰科技	51625.11	59888.34	60633.84

变频器产品相关毛利率	汇川技术	45.64%	46.59%	46.95%
	英威腾	39.68%	40.08%	41.28%
	蓝海华腾	39.25%	39.11%	38.77%
	伟创电气	41.11%	37.41%	41.90%
	正弦电气	32.24%	35.40%	40.23%
	众辰科技	41.66%	44.19%	46.10%

资料来源：众辰科技公告，信达证券研发中心

变频器等产品行业专机竞争力相对较高。我们认为，相比通用类型产品，为行业专门定制的专机能够提升公司产品在客户层面竞争力，同时可以提升对应产品在该行业运行性能，更符合行业需求，是国内企业国产替代持续提升的原因之一。以变频器为例，目前大量使用的行业专用变频器包括纺织专用、供水专用、注塑机专用和电梯专用变频器等。据智研数据显示，2023年中国专用变频器市场规模约为56.5亿元，行业产需量分别约为129.2、235.8万台。

图表 20：专用变频器市场情况



资料来源：智研产业研究院，信达证券研发中心

国内二线工控企业产品线逐步齐全，竞争力有望显现。随着自动化行业的深入发展，国产品牌的第二梯队产品线也逐步完善，覆盖伺服、变频器、PLC等一系列产品。我们认为齐全的产品线是国内企业国产替代的又一关键因素，有望助力国内工控企业满足客户定制化需求。

图表 21：国内工控企业产品线情况

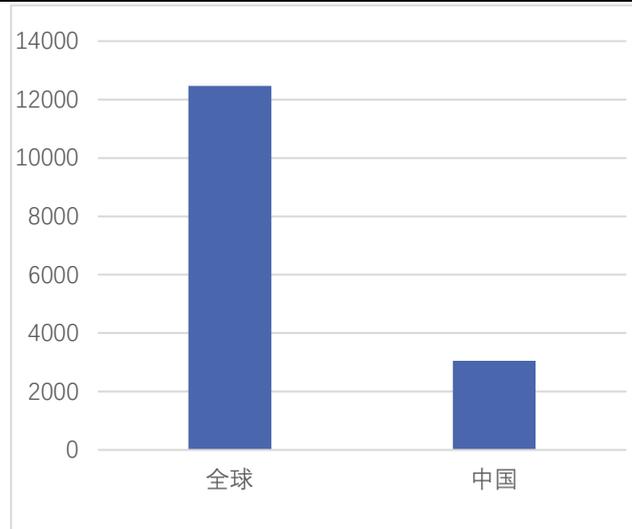
公司	伺服	变频器	小型 PLC
伟创电气	✓	✓	✓
禾川科技	✓	✓	✓
信捷电气	✓	✓	✓
众辰科技	✓	✓	

资料来源：公司公告，信达证券研发中心

1.3 出海大势所趋，国际化布局打开成长天花板

全球工控市场规模超过 1700 亿美元。根据贝哲斯咨询的调研数据，2024 年全球工业控制和工厂自动化市场规模为 1731 亿美元，预计到 2029 年其规模将达到 2562 亿美元。2024 年，亚太地区的工业控制和工厂自动化市场在整个市场中占最大份额（35.9%）。我们认为，中国工控市场规模约占全球四分之一，中国工控品牌出海市场辽阔。

图表 22：2024 国内外工业自动化市场规模（亿元）



资料来源：贝哲斯咨询，MIR 睿工业，汇川技术公告，信达证券研发中心

欧美、日本等海外品牌占据全球工控领域主导地位，国内厂商有望打破原有竞争格局。据美国“控制（CONTROL）”杂志统计 2022 年全球工业自动化市场具有较大影响力的品牌包括西门子、艾默生、ABB、施耐德、罗克韦尔等企业，这些企业占据较大全球市场份额，在工控领域积累了完整的自动化产品体系和智能制造解决方案，具备高水准的产品质量和服务能力。国内工控品牌以汇川技术为代表，积极布局海外市场，有望开拓全球工业自动化市场。

图表 23：2022 年世界自动化公司 10 强名单

排名	公司名称	主要业务	销售额（百万美元）
1	西门子	过程自动化系统、现场仪表	15240
2	艾默生	过程自动化系统、现场仪表	13748
3	ABB	过程自动化系统、现场仪表	11645
4	施耐德	过程自动化系统、现场仪表	8198
5	罗克韦尔	过程自动化系统	7884
6	福迪威	现场仪器	5825
7	阿美特克	电子仪器仪表、现场仪表	4229
8	费斯托	气动和电驱动	4038
9	霍尼韦尔	过程自动化系统	3748
10	三菱电子	过程自动化系统	3721

资料来源：工业互联网说，信达证券研发中心

产品性能上，国内外厂商差距不断收敛。欧美、日韩等地区的 OEM 厂家具有相关产品的研发能力，对于工控解决方案的需求较小，因此更加重视标准化工控产品的竞争力。以变频器为例，我们认为国内头部工控厂商在调速范围、转矩精度等核心指标上已接近海外产品标准，在部分发达经济体市场中有能力取得一定市场份额。

图表 24：国内外变频器产品参数对比

品牌		ABB	安川电机	汇川技术	英威腾
国家		瑞士	日本	中国	中国
产品系列		ACS880	GA700	MD500	GD350
SVC 主要控制性能	电机类型	异步、同步、同步磁阻	异步、同步	异步、同步	异步、同步
	调速范围	-	1:200 (异步) 1:100 (同步)	1:200 (异步) 1:50 (同步)	1:200 (异步) 1:20 (同步)
	稳速精度	≤10%额定滑差 (±0.5~0.01%)	-	±0.5% (异步) ±0.1% (同步)	±0.2%
	启动转矩	-	0.3Hz:200% (异步) 5%速度:100% (同步)	0.5Hz:150% (异步) 2%额定速:100% (同步)	0.25Hz:150% (异步) 2.5Hz:150% (同步)
	转矩响应	3~4ms	-	<20ms	<20ms
	转矩精度	±5%	-	±5% (同步)	±10%
FVC 主要控制性能	电机类型	异步、同步、同步磁阻	异步、同步	异步、同步	异步、同步
	调速范围	-	1:1500	1:1000	1:1000
	稳速精度	±0.01%	-	±0.02%	±0.02%
	启动转矩	0Hz:200%	0min ⁻¹ :200%	0Hz:180%	0Hz:200%
	转矩响应	1~2ms	-	<5ms	<10ms
	转矩精度	-	-	±3% (异步) ±5% (同步)	5%

资料来源：伟创电气招股说明书，信达证券研发中心

国内自主品牌凭借定制化+响应速度+性价比优势有望打开新兴国家市场。1) 我们认为，国内自主企业定制化能力和响应速度优势明显，以汇川技术为代表的国内自主品牌以行业线模式开发市场，对特定市场采用定制化方案，同时维持较快的响应速度，在中国市场的市占率提升明显，在海外市场有望复制对应战略，快速打开新兴国家市场；2) 我们认为东南亚、拉美、俄罗斯等国家或地区受制于经济发展客观条件，更偏好性价比高的工控产品以缓解成本压力。以变频器为例，同型号下国产厂商价格显著低于海外厂商，因此对于新兴市场而言，国产产品相比于欧美、日韩产品更具有吸引力，更易于被国内工控品牌突破。

图表 25：国内外变频器产品价格对比

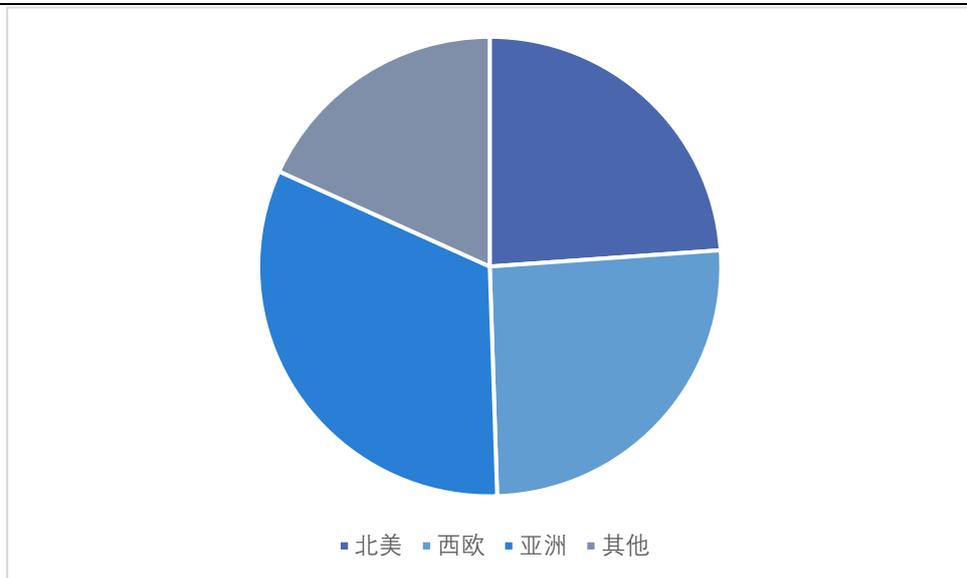
企业名称	三菱电机	汇川技术	三菱电机	汇川技术
国家	日本	中国	日本	中国
变频器型号	相似型号		相似型号	
	FR-D740-2.2K-CHT	MD500T2.2GB	FR-D740-7.5K-CHT	MD500T7.5GB
价格（元）	1300	1030	2915	1830

资料来源：淘宝网，信达证券研发中心

备注：为 2024 年 12 月 6 日价格

我们认为国内工业企业出海+新兴市场的发展，或将给国内工业自动化企业出海带来契机。

- 1) 国内企业出海，包括一带一路地区出海，有望带动国内工控企业出海。参考 MIR 睿工业统计，2023 年，富士康在越南累计建厂 15 座，在建 2 座，拟建 2 座。2023 年越南新建一座工厂，投资规模高达 1.3 亿，主要产品为 MacBook。
- 2) 新兴市场经济增长有望带来新机遇：2024 年印度工业自动化市场规模约为 151.2 亿美元，Mordor Intelligence 预计 2029 年达到 294.3 亿美元，期间年复合增长率为 14.26%。参考典型工控企业施耐德工业自动化收入情况，24Q3 亚洲占比约为 32%，考虑到国内国产替代下进程（海外企业在中国市场规模缩小），亚洲其他新兴经济体工业自动化市场可观。

图表 26：24Q3 施耐德工控自动化业务收入分区域情况


资料来源：施耐德，信达证券研发中心

借船出海与行业线出海并行。我们认为国内工控企业出海分几个方面：1) 与国内工业企业绑定出海，通过与国内优秀客户协同出海，能够提升与客户绑定深度，并将自身产品影响力扩展到对应国家；2) 通过拓展海外经销商数量模式，公司可以凭借国内工控产品较高的性价比，通过开发经销商模式，迅速打开海外市场；3) 寻找典型细分市场，中国工控企业在定制化能

力方面具有较大优势，凭借行业线模式+针对海外市场定制对应工控市场，有望实现公司在特定领域的影响力。4) 此外，我们认为国内工控企业有望复制其他行业出海经验，通过收并购海外品牌等方式实现自身在海外市场的突破。

图表 27：典型工控企业出海模式



资料来源：汇川技术、伟创电气公司公告，信达证券研发中心

二、机器人产业化加速，国内产业链生态逐步完善

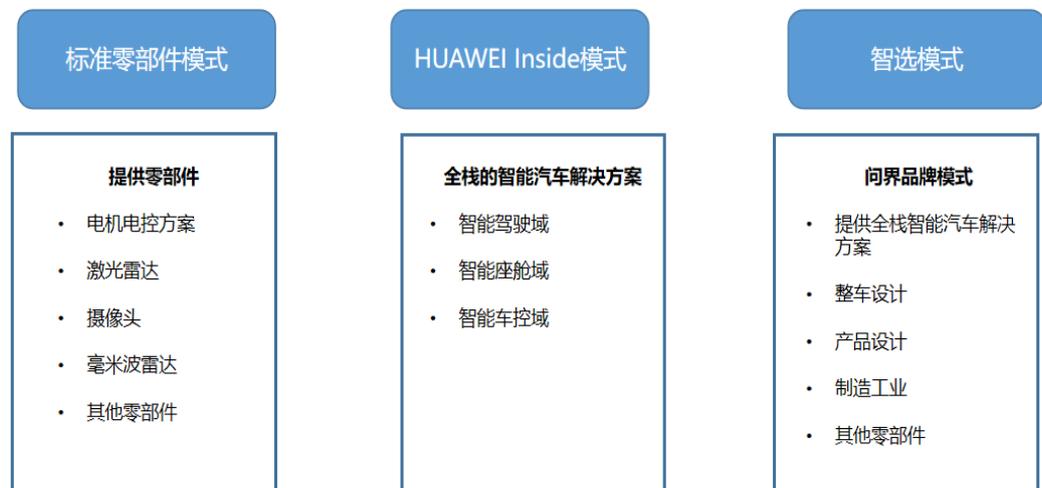
2.1 产业化落地加速，华为入局打造国内机器人生态

华为入局，平台赋能有望加速国产人形机器人落地。2024年11月，华为（深圳）全球具身智能产业创新中心成立，华为在具身智能关键技术和产业生态上已经提前做了技术储备和产业布局，并已与超百家企业共同搭建了具身智能和机器人产业的合作生态。2024年11月15日，华为与乐聚机器人、大族机器人、拓斯达、中坚科技、中软国际、禾川人形机器人、兆威机电等16家企业签署了战略合作备忘录。我们认为，华为正式入局人形机器人，加上盘古大模型的加持，有望赋能机器人赛道，加速国产人形机器人项目落地。

华为未来在人形机器人领域的参与方式，我们认为可以参考华为入局汽车行业的方式发展。华为在在汽车领域分别有标准零部件模式/HI模式/智选三种合作模式：

- 1) 标准零部件模式：**华为向车企提供激光雷达、毫米波雷达、摄像头等零部件以及一些电控解决方案，合作参与度较低；
- 2) HI模式：**合作企业包括北汽极狐HI版、长安阿维塔11等，用华为全栈的智能汽车解决方案，合作参与度较高，华为通过计算和通讯架构等方式赋能车企；
- 3) 智选模式：**华为不仅提供全栈智能汽车解决方案，还做整车的产品定义，产品设计，制造工艺设计，用户体验设计，产品市场营销和产品销售。在智选模式中，车企负责的部分只是传统的机械工程、底盘调校和工厂的生产制造。在智选模式下，华为选择了赛力斯作为合作车企。

图表 28：华为“造车”路径



资料来源：踢车帮，信达证券研发中心

国内地方整车厂也逐步参与人形机器人行业。2024年10月，重庆市经信委等部门印发《重庆市“机器人+”应用行动计划（2024—2027年）》提出了五个重点领域：制造业、农业、智能建造、公共服务、特种应急。重点工作包括攻关机器人产业关键核心技术，开发中高端机器人产品，培育机器人重点企业，搭建“机器人+”应用供需平台，探索“机器人+”应用创新模式等。在产业基地方面，2024年7月，中西部首个人形机器人创新中心——成都人形机器人创新中心正式登“岛”入驻。我们认为以重庆、成都为代表的中西部地区发布相关产业政策、建设产业基地，同时以长安汽车、赛力斯等为代表的车企入局人形机器人产业，国内机器人产业链有望逐步完善，人形机器人可以借助汽车产业链规模化能力降低生产成本。

- 1) **长安汽车**：11月15日举办的2024广州车展上，长安汽车宣布，未来五年内计划投入超500亿布局海陆空立体交通方案和人形机器人。在机器人领域，将开展类人机器人、汽车生态机器人等相关产业布局。2026年前推出长安飞行汽车产品，2027年前发布人形机器人产品。
- 2) **赛力斯**：2024年赛力斯就在招聘软件上陆续发布多个与人形机器人相关的岗位，其中包括：具身智能控制工程师、嵌入式软件开发（电机-机器人）、产品经理（机器人）、具身智能应用开发 leader 等，储备机器人相关技术。
- 3) **小鹏**：小鹏在人形机器人领域探索较早，11月6日，在2024小鹏AI科技日上，小鹏董事长兼CEO何小鹏正式发布了最新款人形机器人——小鹏 Iron。

图表 29：长安计划投入人形机器人领域



资料来源：第1眼新闻，信达证券研发中心

人形机器人初步落地场景逐步明确。我们认为工厂有望成为人形机器人初步落地场景，以特斯拉、Figure 2 等为代表的企业将人形机器人应用在工厂领域。我们认为，工厂场景有望作为人形机器人落地的第一个场景，后续在逐步应用到家庭等其他场景。

图表 30：人形机器人应用在工厂场景

企业名称	应用场景
Agility Robotics	舍弗勒计划从 Agility 购买大量人形机器人，用于整个舍弗勒全球工厂网络。舍弗勒股首席运营官安德烈亚斯·希克说，人形机器人融入到整个工厂，提升自动化运营，并到 2030 年，将在舍弗勒全球 100 家工厂组成的全球网络中部署大量人形机器人。
Figure 2	今年进入宝马车厂开始工作，可以连续工作 20 个小时
特斯拉	特斯拉人形机器人进入工厂，可以完成拿取电池等操作
优必选	优必选 Walker S1 已进入比亚迪工厂执行搬运任务实训，并已实现全球首次人形机器人与无人物流车、无人叉车、工业移动机器人和智能制造管理系统的协同作业

资料来源：财联社，新智元，新闻联播，中国机器人网，信达证券研发中心

2.2 optimus 再升级，灵巧手成为重点

特斯拉人形机器人再更新，量产有望提速。从2024年10月特斯拉人形机器人进展来看，目前Optimus在AI的驱使下可以在工厂中完成一些任务，可以自主探索空间，进行避障，依托特斯拉汽车一致纯视觉方案，可随时捕捉外界环境特点，自主识别复杂环境进行决策、规划和行动。Optimus可自主充电，可承载较大的有效载荷，如11KG电池托盘，并且可以与人互动，在运动性能方面，展示了爬楼梯等能力。

- 1) **量产预期有望提速：**马斯克给出的量产时间节点是2025年年初进行小批量生产，率先在特斯拉内部使用；当年年底，特斯拉工厂将应用数千台Optimus；2026年，特斯拉将大幅度提高Optimus产量，并向外部出售。
- 2) **目前主要改进方向：**改进设计，简化生产流程，构建供应链，从而实现大规模生产。
- 3) **在2024年11月，公司展示22自由度灵巧手，未来扩展触觉传感集成、通过肌腱实现更精细的控制、减轻前臂重量有望成为潜在发展方向。**

图表 31：特斯拉人形机器人 22 自由度灵巧手



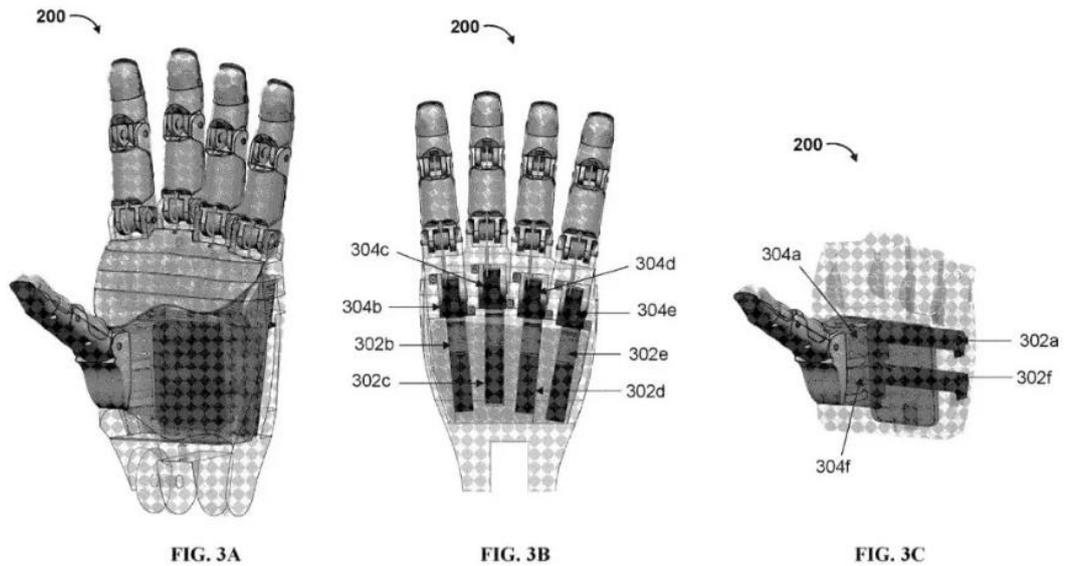
资料来源：财联社，信达证券研发中心

从特斯拉2024年4月公布的灵巧手专利来看，第二代灵巧手采用线绳的欠驱动模式，其手部结构：一个机器人手系统可以包括一个手掌区域和一个或多个手指，每个手指包括一个驱动装置；一个近端部件，其第一端机械地耦合到手掌区域并配置为绕着相对于手掌区域的第一枢轴旋转；一个远端部件，其第一端机械地耦合到近端部件的第二端，并配置为绕着相对于近端部件的第二枢轴旋转；一根电缆，其第一部分耦合到驱动装置，第二部分沿着近端部件和远端部件延伸，第二部分与第一枢轴和第二枢轴分离，且其末端具有比电缆直径更大的尺寸，具有更大尺寸的末端结构用于在驱动装置拉动电缆时与远端部件啮合。我们认为采用欠驱动模式，可

以简化结构保障灵活性，从构成来看：

- 1) 总共 6 个执行器，大拇指 2 个，其他每个手指一个
- 2) 电缆布线，有助于产生更均衡的关节扭矩，并有助于微调扭矩
 - 1) 采用扭矩弹簧，可以为手指关节提供一定刚度，同时使用磁铁和霍尔效应传感器精确检测手指位置和关节角度。

图表 32：特斯拉第二代灵巧手专利



资料来源：机器人前瞻，信达证券研发中心

特斯拉机器人手部自由度增加，手部电机降本有望引起重视。2024 年 5 月，马斯克表示 Optimus 的双手将升级为拥有 22 个自由度，这非常接近人类拥有 27 个自由度的双手，灵巧手的零部件配置有望发生改变，手部电机数量有望进一步增长。在控制生产成本的情况下，电机降本诉求有望提升。

- 1) 如果考虑采用一体化电机技术，将电机与其他传动设施集成在一起，从而缩小体积、减少重量，此外也可以使用改进电机内部设计，增大功率密度。
- 2) 空心杯电机属于无齿槽电机，无刷电机减少了机械接触和磨损，寿命更长且维护成本较低；有齿槽磁能更集中，相比空心杯电机模组转速更低可以节省齿轮箱，性价比优势较突出。因此出于人形机器人降本需求，搭载无刷有齿槽电机的灵巧手商业化进度可能更快。

图表 33：空心杯电机优势和应用范围

	特点	优势	应用范围
空心杯电机	1、 节能特性 ：能量转换效率很高，其最大效率一般在 70% 以上，部分产品可达到 90% 以上（铁芯电动机一般在 70%）。 2、 控制特性 ：起动、制动迅速，响应极快，机械时间常数小于 28 毫秒，部分产品可以达到 10 毫秒以内（铁芯电动机一般在 100 毫秒以上）；在推荐运行区域内的高速运	1、主要是启动转矩低、转子与定子间无径向作用力； 2、速度曲线平滑，噪音小、峰值转矩高；	1、需要快速响应的随动系统（导弹的飞行方向快速调节，高倍率光驱的随动控制，快速自动调焦，高灵敏的记录和检测设备，工业机器人，仿生义肢等） 2、对驱动元件要求平稳持久拖动的产品

	转状态下，可以方便地对转速进行灵敏的调节。 3、 拖动特性 ：运行稳定性十分可靠，转速的波动很小，作为微型电动机其转速波动能够容易的控制 在 2% 以内。	3、响应速度快，散热好	（仪器仪表） 3、各种飞行器，包括航空、航天、航模等
--	---	-------------	-------------------------------

资料来源：万泰电机微信公众号，信达证券研发中心

灵巧手减速器方案可以分为行星齿轮箱、谐波方案等：

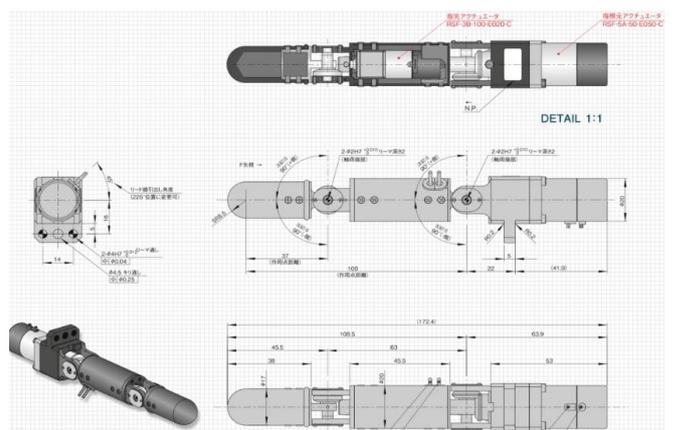
- 2) 谐波减速器：哈默纳科在 23 年年报中特别强调了用于人形机器人手部的迷你执行器 RSF-3C 及 RSF-5B，集成谐波减速器、无刷伺服电机及编码器于一体，显示出哈默纳科在人形机器人手部执行器技术上的领先优势。这些微型减速器极可以用于手指关节，每根手指配置 2-3 台。
- 3) 行星齿轮箱：价格相对便宜，国内如帕西尼，DexH13 驱动结构采取旋转电机主流驱动方案，手指传动方案采取行星齿轮箱+丝杠+连杆的方式。考虑成本因素，我们认为短期内行星齿轮箱方案可能性更大。

图表 34：行星减速器结构示意图



资料来源：洪健等《一种高性能移动机器人一体化关节模组设计》，信达证券研发中心

图表 35：哈默纳科灵巧手采用谐波减速器



资料来源：人形机器人研究院，信达证券研发中心

参考刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，灵巧手的主要传动方式有连杆传动、齿轮传动、带传动以及线绳传动：

- 1) 连杆传动多用于工业和商业用途，多个连杆串并联混合的使用形式较为常见。手指的运动和动力由刚性连杆传递，能够抓取大型的物体且结构设计紧凑，可以完成包络抓取。但是在远距离的控制上就比较困难，容易发生弹射，抓取的空间较小。
- 2) 齿轮传动在工业机器人中应用比较广泛，它能获得稳定的传动比，传递效率高，可靠性更强。但齿轮本身的质量加大了整体的质量和惯性。
- 3) 线绳驱动是目前灵巧手研究中应用最为广泛的一种传动方式，线绳在一定程度上模拟了人手的肌腱结构，线绳传动使得大型的驱动器远离了执行机构，减轻末端的负载和惯量，

提升了抓取的速度，它排布灵活，适合空间狭小且需要驱动自由度数目较多的传动场合。但它也有自身的局限性，如带负载能力弱，预紧力变化大，负载越大效率越低等。

图表 36：连杆/齿轮/带驱动灵巧手



资料来源：刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，信达证券研发中心

图表 37：线绳驱动式灵巧手



资料来源：刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，信达证券研发中心

参考刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，从目前灵巧手种类来看，已经有部分灵巧手自由度达到 20 以上。从传动方式来说，腱绳、韧带、连杆等均有应用，腱绳方式应用相对较多，在复杂度较高的灵巧手中可能更为适用。

图表 38：灵巧手自由度和传动方式

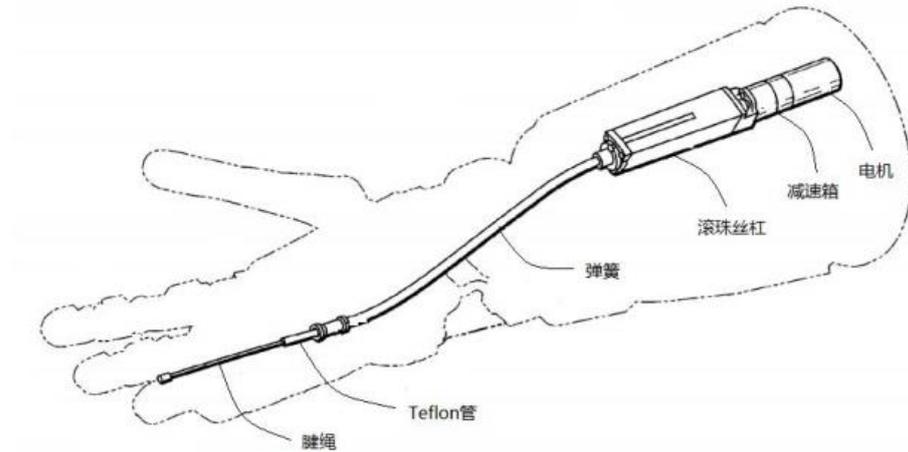
灵巧手(参考文献)	主要研究单位	研究年份	手指个数	关节数目	自由度	传动方式
Okada Hand	日本电工实验室	1974	3	11	11	腱-滑轮
SALISBURY Hand	斯坦福大学	1983	3	9	9	腱-滑轮
Belgrade/USC Hand ^[39]	贝尔格莱德大学	1988	5	15	15	连杆
UB Hand	博洛尼亚大学	1992	3	13	11	腱-滑轮
NTU Hand ^[40]	台湾大学	1996	5	17	17	齿轮
DIST Hand ^[41]	热那亚大学	1998	4	16	16	腱-滑轮
Robonaut Hand ^[42]	NASA	1999	5	22	14	腱-滑轮
LMS Hand ^[43]	普瓦提埃大学	1998	4	16	16	腱-滑轮
GIFU Hand ^[44]	日本岐阜大学	2001	5	20	16	齿轮连杆
DLR Hand ^[45]	德国宇航中心	2001	4	17	13	腱-滑轮
High Speed Hand ^[46]	东京大学	2003	3	8	9	齿轮
Keio Hand	庆应义塾大学	2003	5	20	20	腱-滑轮
Yokoi Hand	东京大学	2004	5	15	11	腱
Robotic Hand MA-1 ^[47]	加泰罗尼亚理工大学	2004	4	16	16	齿轮
BH985 Hand	北京航空航天大学	2005	5	20	11	齿轮连杆
MAC-HAND ^[48]	意大利热那亚大学	2005	4	12	12	腱
NAIST-HAND ^[49]	日本奈良先端科学技术大学	2005	4	16	12	齿轮连杆
SKKU Hand II ^[50]	韩国成均馆大学	2006	4	13	10	齿轮
HEU Hand II ^[51]	哈尔滨工程大学	2006	3	9	9	齿轮
SAH ^[52-53]	Schunk 公司	2007	4	16	13	齿轮连杆
LARM Hand ^[54]	Cassino 大学	2010	3	9	12	连杆
KNTH ^[55]	K. N. Toos 科技大学	2011	3	6	9	全柔性
Metamorphic Hand ^[56]	天津大学	2013	4	12	16	连杆
Barret Hand ^[57]	巴雷特技术公司	2013	3	9	9	连杆齿轮
Ritsumeikan Hand ^[58]	日本立命馆大学	2013	5	16	20	连杆
Pisa/IIT Soft Hand ^[59]	意大利	2014	5	19	21	韧带
ISR-Soft Hand ^[60]	美国	2014	5	15	21	腱
Washington Hand	华盛顿大学	2016	5	15	21	线绳
SSSA-My Hand ^[61]	Scuola Superiore Sant' Anna	2016	5	10	21	齿轮连杆
HERI Hand ^[62]	意大利	2017	3	12	15	连杆
Shadow Hand ^[63]	Shadow 公司	2019	5	24	20	腱-滑轮
欠驱动灵巧手	河北工业大学	2020	5	15	15	单腱
软体仿人手	上海交通大学	2020	5	15	11	软体
Anthropomorphic Robot Hand	韩国	2021	5	15	20	线绳
ILDA Hand	韩国	2021	5	20	15	连杆

资料来源：刘伟等《机器人灵巧手研究综述》，信达证券研发中心

综合前文论述，我们认为特拉斯目前 22 自由度灵巧手方案可能采用腱绳驱动方案，采用行星齿轮箱+丝杠+腱绳设计。

参考韩运峥《空间五指灵巧手控制系统设计》，腱绳驱动的原理如下图所示，电机和滚珠丝杠外置于手臂中，电机通过减速箱带动滚珠丝杠，电机轴的转动被转化为丝杠螺母的平移运动，丝杠螺母拉动腱绳，腱绳另一端连接到手指指骨上，拉动手指绕关节轴旋转。由于手腕的俯仰和侧摆运动会扭动腱绳的位置和形状，消除手腕运动对腱绳的影响，在腱绳外面套上硬质弹簧，类似自行车刹车线的原理。

图表 39: 腱绳驱动原理



资料来源: 韩运峰《空间五指灵巧手控制系统设计》, 信达证券研发中心

人形机器人需要增加触觉传感集成, 有望催化电子皮肤加速落地。电子皮肤一种人工智能皮肤, 由多个传感器组成, 模仿人类皮肤的触觉能力。它可以用于机器人、假肢等, 赋予它们触觉能力, 并且可以测量体内和环境的各种参数。电子皮肤可以赋予机器人类似人类皮肤感知力, 人形机器人的发展有望加速电子皮肤的产业化落地。

图表 40: 机器人和人类的多传感器和柔性电子皮肤



资料来源: 人机交互研究院微信公众号, 信达证券研发中心

静待工艺成熟, 看好电子皮肤在人形机器人领域应用潜力。目前电子皮肤仍处于实验室阶段, 在成本、感知性能上依然有较大提升空间, 具体来说有以下难点: 1) 在材料层面, 需要具有

类似组织的机械性能和在生理环境中的优异稳定性；2) 在器件层面，需要使用具有出色电子特性的低工作电压（例如高电荷载流子迁移率和低亚阈值摆幅）进行安全高效的机体操作；3) 在系统层面，需要具有足够晶体管数量、逻辑深度和功能复杂性的信号调理电路；4) 在应用层面，柔软的电子皮肤需要感官信息的仿生编码和设备生物界面的神经形态驱动，以实现自然感觉和低功耗。

三、投资建议

1) 工控板块推荐汇川技术，建议关注伟创电气、信捷电气。

2) 人形机器人板块推荐汇川技术、旭升集团（电新&汽车组覆盖）；建议关注三花智控、拓普集团（汽车组覆盖）、鸣志电器、兆威机电、北特科技、伟创电气、雷赛智能。

图表 41：主要标的情况

证券简称	证券代码	股价	市值	EPS			PE		
		(元)	(亿元)	2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E
鸣志电器	603728.SH	61.38	257.1	0.32	0.48	0.61	192.41	129.22	100.46
北特科技	603009.SH	43.01	145.60	0.22	0.32	0.47	196.12	132.62	90.62
兆威机电	003021.SZ	84.21	202.28	0.90	1.13	1.45	93.85	74.29	57.90
三花智控	002050.SZ	24.98	932.35	0.89	1.05	1.22	28.20	23.87	20.41
拓普集团	601689.SH	52.56	886.2	1.77	2.27	2.82	29.63	23.14	18.66
旭升集团	603305.SH	16.03	149.59	0.61	0.75	0.99	26.28	21.37	16.19
汇川技术	300124.SZ	61.57	1,657.6	1.87	2.27	2.71	32.93	27.12	22.72
伟创电气	688698.SH	50.00	105.69	1.28	1.61	2.04	39.15	30.99	24.56
雷赛智能	002979.SZ	34.99	107.3	0.70	0.89	1.12	50.22	39.24	31.38
信捷电气	603416.SH	43.64	61.34	1.75	2.11	2.56	24.95	20.65	17.02

资料来源：IFIND，信达证券研发中心

备注：股价为12月11日收盘价；旭升集团、汇川技术采用信达证券研发中心预测，其余参考IFIND一致预测

四、风险因素

工业竞争格局恶化：工控行业竞争格局恶化将影响企业盈利水平；人形机器人处于初期阶段，相关零部件供应过多将影响企业盈利。

国产厂商替代海外产业链不及预期：国内工控企业国产替代进度不及预期将影响企业盈利水平。

核心技术发展不及预期：人形机器人核心技术发展对量产落地影响较大，若核心技术发展不及预期将影响企业未来预期。

人形机器人量产不及预期。人形机器人若量产不及预期，将影响产业链企业相关订单落地情况。

研究团队简介

武浩，新能源与电力设备行业首席分析师，中央财经大学金融硕士，7年新能源行业研究经验，2020年加入信达证券研究所，负责电力设备新能源行业研究。2023年获得新浪金麒麟光伏设备行业菁英分析师第三名。研究聚焦细分行业及个股挖掘。

姚云峰，新能源与电力设备行业研究员，复旦大学硕士，曾任职于中泰证券、国金证券，目前主要从事新能源锂电池赛道研究，2024年加入信达证券研究所。

孙然，新能源与电力设备行业分析师，山东大学金融硕士，2022年加入信达证券研发中心，负责人形机器人、工控及充电桩行业研究。

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 15% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~15%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5%之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。