

新质科技启航，内外需求共振

推荐|维持

——机械设备行业 2025 年年度投资策略

报告要点:

● 人形机器人：量产可期，关注最终方案及核心零部件供应商

主线一：特斯拉人形机器人产品不断迭代，有望成最早量产厂商，建议关注相关产业链。人形机器人涉及多种核心零部件，特斯拉放量后将带来各环节厂商的大规模扩张，建议关注特斯拉技术方案及潜在供应商。

主线二：国内外人形机器人厂商已经开始小批量交付以及在工厂试训，寻找通用部件。我们对目前人形机器人厂商的硬件应用进行梳理，寻找人形机器人量产后，目前厂商存在共同的核心零部件投资机会。执行器共性集中在电机以及灵巧手方案。感知层共性集中在视觉及传感，视觉以TOF法与多目视觉方案为主，部分厂商辅以激光雷达/超声波传感器；力感知方面，六维力传感器具备较大投资价值。

总成方面，我们建议关注此前跟特斯拉在新能源汽车领域合作已久的厂商：三花智控、拓普集团。核心零部件中，电机：推荐已供样的空心杯电机厂商江苏雷利，建议关注：禾川科技、鸣志电器、步科股份、兆威机电。行星滚柱丝杠：推荐多次送样零部件的五洲新春，建议关注加工能力较强的恒立液压以及具备高精度加工能力的贝斯特、北特科技、双林股份。减速器：建议关注国内谐波减速器龙头厂商绿的谐波，中大力德（行星减速器）、双环传动。传感器：推荐六维力传感器有望落地的东华测试，建议关注柯力传感。

● 出口链：看好海内外经济与库存周期共振，积极关注景气度向上方向

投资展望：宏观层面，2024年1-11月我国出口总值23.04万亿元，同比增长6.7%，整体仍保持相对稳定。我们认为，出口链作为半周期+半消费/成长类板块，虽然受到特朗普上台后一系列贸易政策等因素的扰动，但当前部分出口企业仍存在较为明确的布局机会。建议关注下游景气度具备反转预期方向，公司具备一定逆势提价能力的标的。

● 低空经济：启航元年，驶向星辰大海

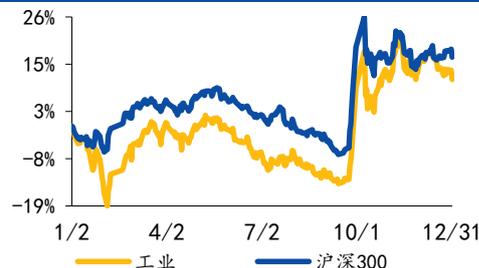
投资展望：鉴于顶层设计定调低空经济新增长引擎，确立低空经济发展的战略地位，多省市于工作报告提到要大力发展低空经济并出台配套政策，低空经济有望迎来发展机遇，打开万亿级市场空间。低空经济产业链涉及环节和企业众多，主要包括上游的研发和原材料，中游的核心零部件、系统和总装集成，下游的新型基础设施、运营服务以及“低空经济+”等应用场景。随着低空经济的蓬勃发展，产业链中的相关企业有望充分受益。低空经济的载体以直升机、eVTOL和无人机为主，其中eVTOL具有安全性、环保、经济性、智能自主性、体验舒适性等优势，预计随着各家eVTOL的研发、认证和商业化，eVTOL作为新兴产业有望实现成本下降后的规模性商业化，迎来发展新机遇。

建议关注亿航智能：eVTOL行业领跑者，全球首个三证齐全；万丰奥威：通航飞机全球领先，eVTOL进展值得期待；卧龙电驱：电驱全球领先，领跑航空电驱；蓝海华腾：电控技术领先，积极攻关电动飞行器MCU；莱斯信息：民航空管国产化龙头，构建低空飞行服务保障体系；华设集团：依托独有竞争优势，深度参与低空项目；苏文科：布局低空经济业务，打造第二增长曲线。

● 风险提示

全球宏观经济环境风险、贸易摩擦风险、汇率波动风险、市场竞争加剧的风险、技术研发风险、核心技术人员流失风险

过去一年市场行情



资料来源：Wind

相关研究报告

《国元证券行业研究-机械行业周报：低空经济稳步推进，人形机器人持续更新》2024.10.21

《国元证券行业研究-人形机器人行业点评：工博会国内诸多厂商亮相，十月期待新 Demo 机登场》2024.09.30

报告作者

分析师 龚斯闻
执业证书编号 S0020522110002
电话 021-51097188
邮箱 gongsiwen@gyzq.com.cn

分析师 冯健然
执业证书编号 S0020524090002
电话 021-51097188
邮箱 fengjianran@gyzq.com.cn

分析师 许元琨
执业证书编号 S0020523020002
电话 021-51097188
邮箱 xuyuankun@gyzq.com.cn

分析师 楼珈利
执业证书编号 S0020524040002
电话 021-51097188
邮箱 loujiali@gyzq.com.cn

附表：重点公司盈利预测

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS			PE		
					2023A	2024E	2025E	2023A	2024E	2025E
300660	江苏雷利	买入	38.22	12206.83	0.99	1.10	1.35	38.48	34.82	28.33
603667	五洲新春	增持	24.75	9066.93	0.38	0.46	0.56	65.62	53.47	44.22
300354	东华测试	增持	34.79	4812.16	0.63	1.17	1.63	54.84	29.70	21.28
300718	长盛轴承	增持	30.69	9169.53	0.81	0.87	1.05	37.85	35.44	29.10

资料来源：Wind，国元证券研究所
注：股价数据基于 2024 年 12 月 31 日

目录

1. 复盘：估值持续修复，高景气赛道个股表现突出	6
2. 人形机器人：量产可期，关注最终方案及核心零部件供应商	9
2.1 Optimus：Demo 机持续迭代，预期明确，量产空间提升	9
2.2 国内厂商：demo 机侧重硬件、运动性能展示，智元、宇树、优必选等厂商均开始量产	11
2.3 国外厂商：demo 机侧重流畅度、交互能力，Tesla 商业进程预期较快	16
2.4 总结：关注两条主线	19
3. 出口链：看好海内外经济与库存周期共振，积极关注景气度向上方向	22
3.1 出口链：库存周期拐点+房地产延续韧性，积极关注景气度反转细分方向	22
4. 低空经济：启航元年，驶向星辰大海	26
4.1 行业：低空经济发展前景广阔，eVTOL 成为重要载体	26
4.1.1 低空经济蓬勃发展，各类载体前景广阔	26
4.1.2 eVTOL：低空经济重要载体，商业落地未来可期	28
4.1.3 先决条件：适航取证	30
4.1.4 低空经济产业链长，涉及面广，应用场景多	32
4.2 政策：顶层设计大力支持，地方政府积极响应	33
4.2.1 顶层政策支持，定调新增长引擎地位	33
4.2.2 地方政策纷纷出台，助力低空经济加速发展	34
4.2.3 全球政策同频，低空经济未来可期	37
4.3 投资建议	37
5. 风险提示	42

图表目录

图 1：机械设备涨幅在所有行业中排 14 位（不含沪深 300，截至 2024 年 12 月 31 日）	6
图 2：机械设备累计涨幅情况（截至 2024 年 12 月 31 日）	7
图 3：机械设备二级板块累计涨跌幅（截至 2024 年 12 月 31 日）	7
图 4：机械设备及各子板块 PE（TTM）变化情况（截至 2024 年 12 月 31 日）	8
图 5：机械设备及各子板块估值水平与历史分位数（截至 2024 年 12 月 31 日）	8
图 6：机械设备行业个股持股机构数（截至 2024 年 Q3）	8
图 7：机械设备行业个股机构持股比例排名（截至 2024 年 Q3）	8
图 8：特斯拉人形机器人性能不断迭代	11
图 9：国内厂商主要产品以及应用场景梳理	12
图 10：国内主要人形机器人公司发展历程	15
图 11：国外厂商主要产品以及应用场景梳理	16
图 12：国外主要人形机器人公司发展历程	19

图 13: 人形机器人不同执行器零部件构成情况.....	20
图 14: 2024 年以来我国出口整体保持稳定 (亿元; %)	22
图 15: 1-11 月我国向美国累计出口金额达 3.38 万亿元.....	22
图 16: 美国制造业 PMI 和核心 PCE 同比情况 (%)	23
图 17: 美国失业率及非农就业情况 (%) ; 千人)	23
图 18: 美国销售与库存总额 (百万美元) 及库销比情况	24
图 19: 美国销售与库存当月同比及库销比情况.....	24
图 20: 美国新建住房销售量及同比 (千套; %)	24
图 21: 美国住宅固定资产投资额及同比 (十亿美元; %)	24
图 22: 美国 30 年期抵押贷款利率及住房市场指数情况 (%)	25
图 23: 阴极铜及螺纹钢变动趋势 (元/吨)	25
图 24: 美元/欧元兑人民币即期汇率变化.....	25
图 25: 主要海运价格指数走势	26
图 26: 主要海运价格指数环比增速	26
图 27: 低空经济、通用航空、无人机的关系	26
图 28: 低空经济的构成	26
图 29: 民用直升机飞行时长总量预测	27
图 30: 民用直升机机队规模预测.....	27
图 31: 2025-2050 全球城市空中交通中投入使用的载客无人机数量预测 (单位: 架)	27
图 32: 中国和全球 eVTOL 市场规模预测 (单位: 亿元人民币)	28
图 33: 全球 eVTOL 运行机队规模预测 2020-2050 (单位: 千架)	28
图 34: 全球 eVTOL 运营商收入预测 2020-2050 (单位: \$Bn)	28
图 35: eVTOL 具体分类.....	29
图 36: eVTOL 六大性能特征.....	30
图 37: eVTOL 应用场景.....	30
图 38: 亿航 EH216-S.....	32
图 39: 低空经济产业链	32
图 40: 地方政府低空经济政策概览.....	36
图 41: 亿航智能 EH216-S 无人驾驶载人航空器迈入规模化生产	38
图 42: 万丰奥威 eDA40 纯电动飞机.....	38
图 43: 卧龙电驱入选《2023 中国低空经济领军企业 TOP20》	39
图 44: 蓝海华腾产品多样.....	40
图 45: 莱斯信息主要产品和服务.....	40
图 46: 公司设计的赣州低空经济产业园.....	41
表 1: 机械设备一级行业个股表现情况 (截至 2024 年 12 月 31 日)	7
表 2: 各厂商 demo 机执行器部件性能对比.....	21
表 3: 各厂商所用感知部件对比.....	21
表 4: 部分细分品类出口当月同比增速.....	23
表 5: 适航认证证书	31

表 6: eVTOL 和低空经济等领域国家层面政策	33
表 7: 全国各地关于 eVTOL 和低空经济等领域政策	34
表 8: 各国 eVTOL 和低空经济等领域相关政策.....	37

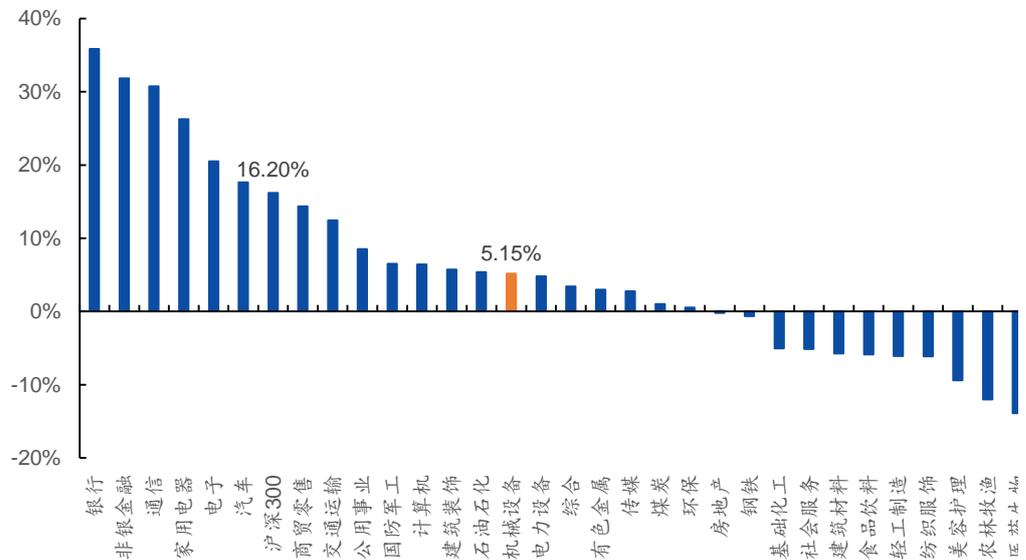
1. 复盘：估值持续修复，高景气赛道个股表现突出

截至 2024 年 12 月 31 日，机械设备板块累计上涨 5.15%，在 SW31 个一级行业中排名第 14 位，相较沪深 300 涨跌幅为-11.05pct。从累计涨跌幅情况来看，机械设备涨跌幅走势与沪深 300 涨跌幅基本保持一致但年初受制造业景气度下降导致表现欠佳。

子板块来看，从二级板块累计涨跌幅情况来看，通用设备/专用设备/轨交设备/工程机械/自动化设备年初至 12 月 31 日累计分别变动-3.5%/1.5%/23.4%/19.1%/7.0%。除通用设备略有回调外子板块均较年初有所上涨，其中轨交设备为表现最好板块，受益于替换周期以及铁路投资超预期等因素，较机械整体行业表现更为出色；工程机械和自动化设备较行业整体表现更好，自动化设备中人形机器人板块题材持续发酵，埃夫特-U、拓斯达等企业表现亮眼；通用设备、专用设备或受制造整体景气度影响，板块略有提振但不及行业整体。

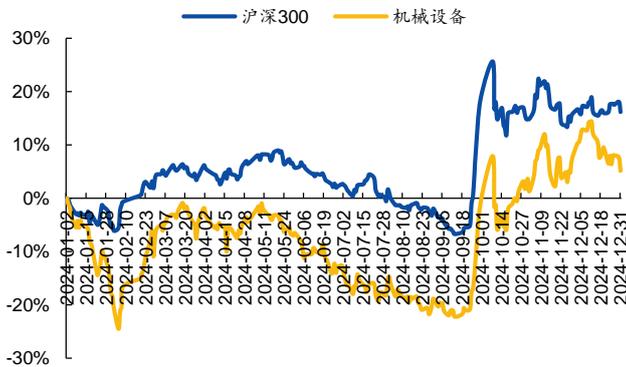
个股表现方面，机械设备板块累计涨跌幅排名前 20 的个股中属于通用设备/专用设备/工程机械/自动化设备板块的公司分别有 5/8/4/3 家。机械设备一级行业涨幅前五个股罗博特科/宗申动力/中坚科技/威博液压/埃夫特-U 年初至 12 月 31 日累计涨幅分别为 288.4%/282.8%/174.9%/172.7%/130.4%，分别属于其他自动化设备/其他通用设备/其他专用设备/工程机械器件/机器人。

图 1：机械设备涨幅在所有行业中排 14 位（不含沪深 300，截至 2024 年 12 月 31 日）



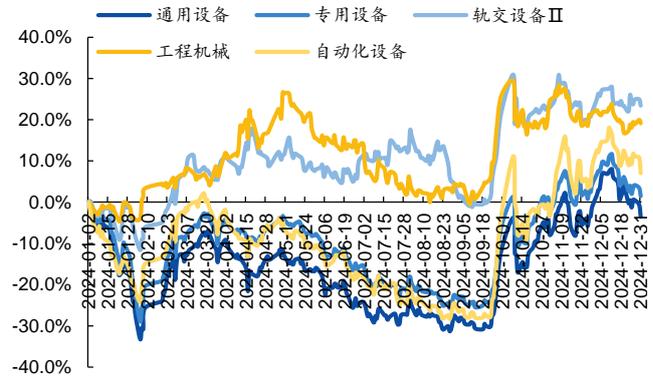
资料来源：IFinD，国元证券研究所

图 2：机械设备累计涨幅情况（截至 2024 年 12 月 31 日）



资料来源：IFinD，国元证券研究所

图 3：机械设备二级板块累计涨跌幅（截至 2024 年 12 月 31 日）



资料来源：IFinD，国元证券研究所

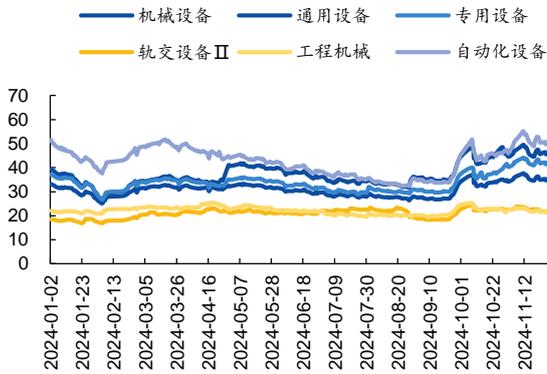
表 1：机械设备一级行业个股表现情况（截至 2024 年 12 月 31 日）

排名	代码	公司名称	累计涨跌幅	所属板块	排名	代码	公司名称	累计涨跌幅	所属板块
1	300757.SZ	罗博特科	288.4%	其他自动化设备	11	002611.SZ	东方精工	96.6%	印刷包装机械
2	001696.SZ	宗申动力	282.8%	其他通用设备	12	002837.SZ	英维克	92.4%	其他专用设备
3	002779.SZ	中坚科技	174.9%	其他专用设备	13	300411.SZ	金盾股份	88.7%	其他专用设备
4	871245.BJ	威博液压	172.7%	工程机械器件	14	002685.SZ	华东重机	88.5%	机床工具
5	688165.SH	埃夫特-U	130.4%	机器人	15	001288.SZ	运机集团	83.6%	能源及重型设备
6	300276.SZ	三丰智能	123.6%	机器人	16	603662.SH	柯力传感	82.2%	仪器仪表
7	600843.SH	上工申贝	121.5%	纺织服装设备	17	000528.SZ	柳工	82.1%	工程机械整机
8	600894.SH	广日股份	120.9%	楼宇设备	18	002595.SZ	豪迈科技	72.7%	其他专用设备
9	839725.BJ	惠丰钻石	112.4%	磨具磨料	19	300718.SZ	长盛轴承	70.1%	工程机械器件
10	000680.SZ	山推股份	99.6%	工程机械整机	20	873223.BJ	荣亿精密	68.7%	金属制品

资料来源：IFinD，国元证券研究所

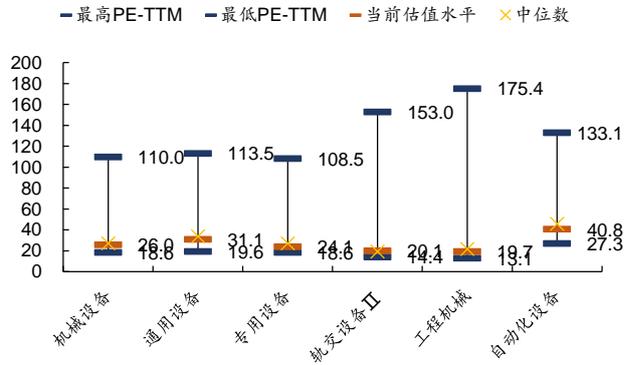
估值方面，子赛道基本保持同频变动，相较年初有所修复。截至 2024 年 12 月 31 日，通用设备/专用设备/轨交设备/工程机械/自动化设备 PE-TTM 分别为 31.1/24.1/20.1/19.7/40.8 倍，分别处于近十年历史中的 32.7%/25.6%/53.6%/38.4%/31.6%分位，历经市场整体回调后，机械设备各子板块估值均回到近十年中位数附近水平；与年初相比，除轨交设备相较年初估值水平略有上升外，其他子板块均有所下滑。个股持股机构数与机构持股比例层面，截至 2024Q3 末持股机构数量排名前五位的公司分别为汇川技术/三一重工/徐工机械/柳工/中国中车，对应持股机构数分别为 241/196/173/143/104 家，机构持股比例排名前五的个股恒立液压/中国通号/中国电研/国机重装/一拖股份对应持股比例分别为 85%/85%/82%/81%/80%，就持股机构数量以及持股比例而言，基本面扎实、业绩表现稳健的赛道龙头标的（如汇川技术、恒立液压）更容易受到青睐。

图 4：机械设备及各子板块 PE (TTM) 变化情况（截至 2024 年 12 月 31 日）



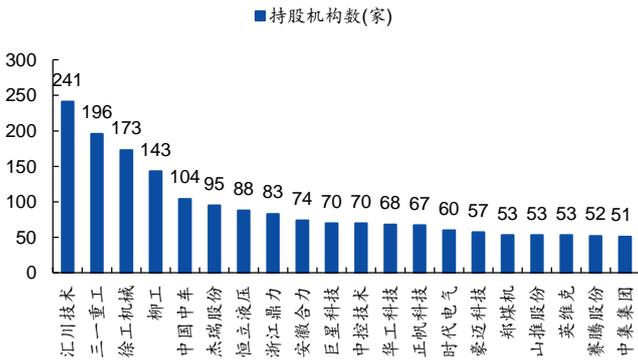
资料来源：IFinD，国元证券研究所

图 5：机械设备及各子板块估值水平与历史分位数（截至 2024 年 12 月 31 日）



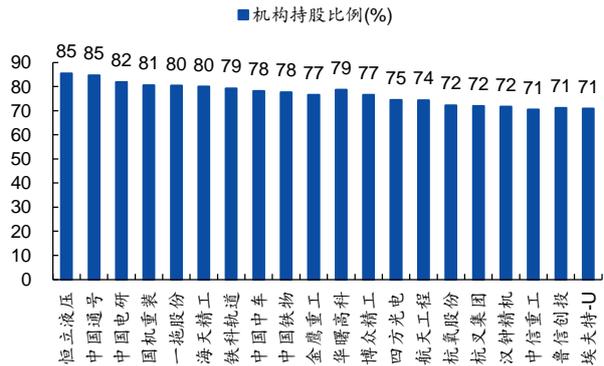
资料来源：IFinD，国元证券研究所
注：剔除了负值

图 6：机械设备行业个股持股机构数（截至 2024 年 Q3）



资料来源：IFinD，国元证券研究所

图 7：机械设备行业个股机构持股比例排名（截至 2024 年 Q3）



资料来源：IFinD，国元证券研究所

2.人形机器人：量产可期，关注最终方案及核心零部件供应商

投资展望：

主线一：特斯拉人形机器人产品不断迭代，有望成为最早量产厂商，建议关注相关产业链。2024年6月，马斯克在年度股东大会上预测，人均拥有2个人形机器人，则全球存量人形机器人会在100亿台以上，每年人形机器人需求在10亿台，若特斯拉至少占比10%，则其至少每年有1亿台产量。与此同时，特斯拉已经在工厂部署了两个Optimus机器人，预计2025年能达到量产，并有超过1000个Optimus机器人在特斯拉工厂工作，还能将单价控制在2万美元以下，打开了市场的想象空间。人形机器人涉及多种核心零部件，特斯拉放量后将带来各个细分环节厂商的大规模扩张，建议关注特斯拉技术方案以及潜在供应商：总成方面，我们建议关注此前跟特斯拉在新能源汽车领域合作已久的厂商：三花智控、拓普集团。核心零部件中，电机：推荐已供样的空心杯电机厂商**江苏雷利**，建议关注：禾川科技、鸣志电器、兆威机电。行星滚柱丝杠：推荐多次送样零部件的**五洲新春**，建议关注加工能力较强的恒立液压以及具备高精度加工能力的贝斯特、北特科技、双林股份。减速器：建议关注国内谐波减速器龙头厂商绿的谐波，中大力德（行星减速器）、双环传动。传感器：推荐六维力传感器有望落地的**东华测试**，建议关注柯力传感及有望将柔性传感器应用人形机器人领域的汉威科技。

主线二：国内外人形机器人厂商已经开始小批量交付以及在工厂试训，寻找通用部件。国内外人形机器人厂商已经开始小批量交付，我们认为伴随AI的飞速发展，具身智能到来的时间可能提前。软件、算法是决定第一台符合消费者需求具身智能人形机器人落地的必要条件，而量产后的规模化降本是人形机器人渗透率提升的关键。因此我们对目前人形机器人厂商的硬件应用进行梳理，寻找具身智能人形机器人量产后，目前厂商共同核心零部件潜在的投资机会。

执行器共性集中在电机以及灵巧手方案。电机层面无框力矩电机需求广阔，建议关注步科股份。当前时点来看，灵巧手既是人形机器人参与精密活动的必备条件，也是现在大多数厂商的共同选择，其中空心杯电机具备结构紧凑、高精度、高能量密度等特点，能够适配机器人灵巧手，推荐江苏雷利，建议关注鸣志电器、禾川科技、兆威机电。

感知层共性集中在视觉及传感，视觉以TOF法与多目视觉方案为主，部分厂商辅以激光雷达/超声波传感器；力感知方面，六维力传感器具备较大投资价值，推荐东华测试，建议关注柯力传感。

2.1Optimus：Demo机持续迭代，预期明确，量产空间提升

人形机器人未来有望替代复杂的人类运动，马斯克预计量产以后人形机器人产品将达到数百万台，单价在2万美元以下，打开对应市场想象空间。人形机器人指形状及尺寸与人体相似，能够模仿人类运动、表情、互动及动作的机器人。人形机器人

作为一种相对较新的智能服务机器人，预期将在日常工作中与人类形成密切的关系。自 2021 年马斯克提出 Tesla Bot 概念设计以来，市场持续发酵。其中 2024 年 6 月，马斯克在年度股东大会上预测，人均拥有 2 个人形机器人，则全球存量人形机器人会在 100 亿台以上，每年人形机器人需求在 10 亿台，若特斯拉占比 10%，则其至少每年有 1 亿台产量。与此同时，特斯拉已经在工厂部署了两个 Optimus 机器人，预计 2025 年能达到量产，并有超过 1000 个 Optimus 机器人在特斯拉工厂工作，还能将单价控制在 2 万美元以下（成本在 1 万美元）；2026 年将大幅提高产量并且投放市场对外出售，自此打开市场更大的想象空间。

特斯拉人形机器人样机迭代速度极快，在应用场景和运动性能方面均展现出较大突破。特斯拉人形机器人自概念机亮相以来进展迅速，从 2021 年 8 月 AI Day 首次展示人形机器人概念开始，仅一年就推出 Optimus Gen-1 概念机（2022 年 10 月），且已具备基本运动能力，随后在 2023 年 3 月（运动能力、感知能力增强）、5 月（运动控制能力显著提高）、9 月（视觉和感知能力明显提升）均获得不同程度的进步；2023 年 12 月，Optimus Gen-2 视频发布，二代在运动性能（更快的移速）、灵巧手的感知（二指捏鸡蛋）、轻量化（减重 10kg）方面均有所突破。2024 年 1-2 月，特斯拉发布视频，展示 Optimus Gen-2 首次应对家居测试场景（叠衣服对应的 to c 场景）时的出色表现及更高水平的运动性能（有史以来最快步速以及更流畅的表现）。之后在 2024 年 6 月的年度股东大会上，马斯克透露下一代 Optimus 双手和双臂将拥有 22 个自由度，甚至能够弹奏钢琴，这意味着人形机器人将拥有更优的灵活度；10 月，Optimus 展示了其自主执行复杂任务的能力（如自主抓取和放置物体、自主探索未知空间），11 月，特斯拉 Optimus 工程师 Milan Kovac 表示目前新手/前臂系统拥有双倍的自由度，其中手上有 22 个自由度，手腕/前臂额外增加 3 个自由度，且表示未来主要优化方向在于触觉感应集成的拓展以及前臂重量的减轻；伴随人形机器人核心部件的持续优化，人形机器人量产在望。

图 8：特斯拉人形机器人性能不断迭代



资料来源：CNET, Youtube, Insideevs., X, 机器之心, 国元证券研究所

2.2 国内厂商：demo 机侧重硬件、运动性能展示，智元、宇树、优必选等厂商均开始量产

国内厂商总结：商用量产进度集中在近两年，成本集中控制在几十万元内，工业、生活端均存潜在应用场景，demo 机更侧重运动性能、硬件性能的突破。从现有最新产品来看，国内厂商基本都推出了最新的人形机器人 demo 机并不断更新迭代，2024 年 8 月智元同时发布远征 A2、远征 A2-W、A2-Max、灵犀 X1 等五大系列，傅利叶 9 月推出 GR-2，开普勒和优必选在 10 月分别推出了 K2 和 Walker S1。从商用化进度来看，目前宇树 G1、傅利叶 GR-1 已经开始出售交付，远征 A2、A2-W 开始规模量产且于 10 月启动发货，开普勒 K2 已启动人形机器人在客户实际场景中的应用测试，优必选 Walker S 已获得来自车厂超过 500 台的意向订单、S1 已进入诸多汽车工厂实训。从远期售价看，国内厂商预计量产以后整机成本控制在几十万元以内，其中宇树 G1 零售价 9.9 万元人民币起，智元身高 1.7 米左右的通用人形机器人成本在 25-30 万，开普勒先行者预估对外售价为 2-3 万美元。从应用场景来看，目前国内厂商产品面对工业和消费端场景均存，其中优必选 Walker S 系列、智元远征 A1 和 A2、开普勒先行者主要面对工业化场景，优必选 Walker X、小米 Cyber One 更多偏生活场景，傅利叶 GR-2、宇树科技 G1 在两种场景中均在探索应用机会。

图 9：国内厂商主要产品以及应用场景梳理

厂商	小米	宇树科技	傅利叶智能	智元机器人	开普勒	优必选
机器人名称	CyberOne	G1	Fourier GR-2	远征A2	开普勒K2	Walker S1
图例						
国家	中国	中国	中国	中国	中国	中国
身高	177CM	127CM	175CM	169CM	175CM	172CM
重量	52KG	35KG	63KG	69KG	83KG	76KG
运动及负载能力	时速：1m/s； 模组峰值扭矩300Nm； 峰值扭矩密度96Nm/Kg； 末端负载最高15kg	移动速度：2m/s； 最大负载：单臂最大负载：G1约2kg，EDU约3kg	步速：5km/h； 单臂运动负载达3kg； 最大关节扭矩380N.m	行走速度1m/s；	单手负载能力15kg	负载行走15kg
自由度	21个自由度	单腿自由度：6； 总关节电机23-43； G1 EDU定制版可选配Dex3-1灵巧手（7自由度）	全身53自由度； 12自由度灵巧手	40+主动自由度	52个自由度； 22自由度灵巧手（单手11个）	最大扭矩250N.m； 6个阵列式触觉压力传感器、全栈式灵巧操作策略库
发布时间	2022年8月发布并不断改进	2024年5月发布	2024年9月发布	2024年8月发布	2024年10月发布	2024年10月发布
售价/成本	60-70万元/台（成本）	9.9万人民币（G1）， 高于9.9万人民币（G1，EDU定制版）；	/	身高1.7米左右的通用机器人成本在25-30万，市面售价60-70万左右	/	/
商用化阶段	小米机器人公司正推进仿人机器人在自有制造系统的分阶段落地。短期内应用在智能制造的某些场景	已进行出售； 24年8月发布量产版本	/	8月预定，10月开始发货，预计2024全年出货200台人形机器人	已启动K2人形机器人在客户实际场景中的应用测试，应用场景包括物料搬运、样品处理、巡逻巡检、冲压收料、质量检测等	Walker S1已进入汽车工厂实训，与L4级无人物流车、无人叉车、工业移动机器人和智能制造管理系统协同作业
应用场景	居家生活，工作办公，交通出行，睡眠休息	迎宾接待、科研教育、工业制造、康复医疗	接待引导、安防巡检、工业制造、医疗康复、科研教育、家庭服务	高校实训室、营销客服、迎宾接待、展厅讲解、展示表演等	智能制造、仓储物流、特种作业、科研教育等	工业环境作业
公司愿景	“服务人”，围绕人的工作生活，更好为人服务，紧密连接人和万物	用科技推动世界进步	可以商业化量产的人形机器人	以智能机器创造无限生产力	专注人形机器人，解放人类生产力	在多种场景下提供智能化、有温度的服务

资料来源：各公司官网、公众号，量子位，张江科技，机器之心，人形机器人视界，国元证券研究所

我们对国内厂商发展历程进行复盘以及对应产品进行分析：

- **优必选 Walker S 系列：五年四代产品，商业化程度高，目标是在成本可控的平台上让机器人走进家庭服务，未来零售价格潜力在小几十万人民币价格区间内。**优必选科技自 2015 年开始研发双足机器人 Walker 系列。最初的原型机于 2016 年出现，只有下半身，验证了步态行走、斜坡自适应等算法。2018 年 1 月，发布第一代 Walker 机器人，实现了中国双足机器人行走能力的突破；2019 年 1 月，发布第二代 Walker 机器人，增加了人机交互能力；2021 年 7 月，发布第三代 Walker X，实现了更快更稳定的运动能力，更轻更安全的交互，同时 AI 能力提升，更聪明更亲和；2023 年，公司研发工业版人形机器人 Walker S（已进入蔚来工厂实训）；2024 年 10 月，更新的 Walker S1 实现在汽车工厂与 L4 级无人物流车、无人叉车、工业移动机器人和智能制造管理系统

协同作业。公司创始人兼 CEO 周剑表示：“优必选的目标是在成本可控的平台上让机器人走进家庭服务。Walker 目前的单位成本可控，未来的零售价格潜力会在在一台普通家用中型轿车小几十万人民币价格区间内。”

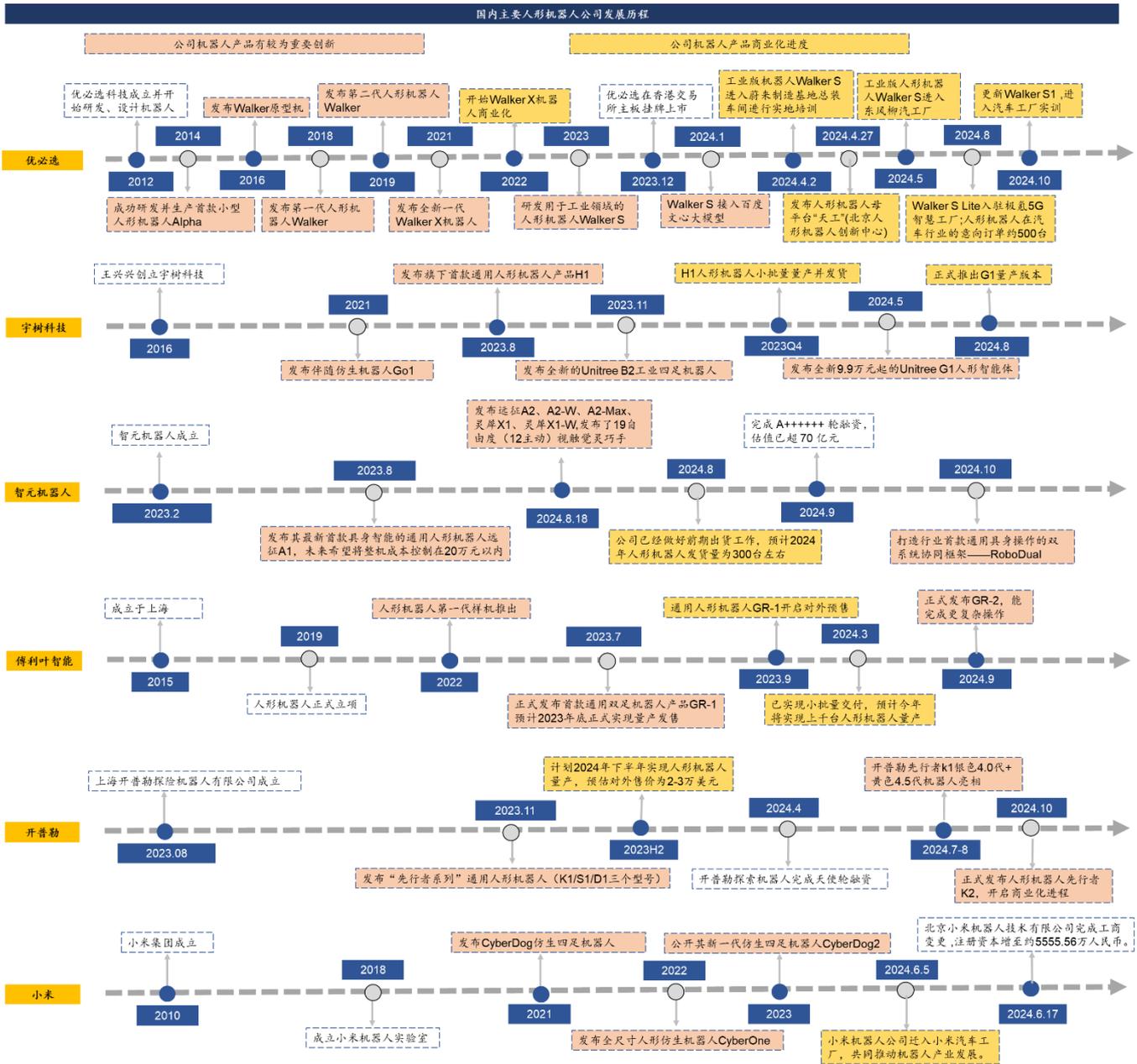
- **Walker S 于 2023 年发布，于 2024 年 10 月更新 Walker S1，与蔚来、东风柳汽、一汽大众、吉利、天奇股份等多家车企宣布合作，截至 2024 年 10 月，Walker S 系列为全球进入最多车厂实训的人形机器人。Walker S1 在 Walker S 的基础上更新发展，身高 1.72m。硬件性能上，进行了创新迭代，包括一体化关节技术、集成化头部设计和仿人灵巧手，使其具备更稳定可靠的肢体和更敏捷灵活的操作能力，借助自主研发的机器人操作系统应用框架 ROSA2.0，重点解决了光照和环境变化情况下的视觉定位、动态高负载情况下的运控算法和高负载长时间工况下的关节散热等 3 大关键难题；关键技术上，WalkerS1 通过引入多模态规划大模型、行业首创的语义 VSLAM 导航技术和感控一体的运动控制框架，实现了高级意图理解、细粒度任务规划和复杂空间导航，提升了机器人在工业场景下的泛化应用能力，标志着人形机器人技术在全球范围内达到了行业领先水平。**
- **宇树科技 Unitree G1：创始人王兴兴于 2016 年创立宇树科技，在全球高性能四足机器人领域，宇树实现了一系列重要里程碑：最早提出技术方案，最早将其商业化，并且多年来一直处于全球出货最多、销量领先的位置，全球出货量至少占 60% 以上。公司 2023 年 8 月发布全尺寸通用机器人 Unitree H1，其国内第一台能跑的全尺寸通用机器人，自研自产核心零部件（伺服电机、减速器和控制器等），于 2023 年下半年完成小批量量产和发货，零售价几十万人民币以内。2024 年 5 月，宇树发布最新产品 Unitree G1，售价 9.9 万元起，已经开始批量销售。2024 年 8 月正式推出 G1 量产版本。**
- **Unitree G1 于 2024 年 5 月发布，零售价 9.9 万元起，其旨在实现更强大的高度互动和智能响应的全领域 AI 化身应用。标准版智能体身高 127cm，重量 35kg，具备 23 个自由关节，能够模拟人体的自然动作和表情，具备更大的关节运动角度空间，能够实现原地平躺起身以及腿部折叠、耍金箍棒、开可乐、砸碎核桃、颠锅、焊接等动作。感知方面，G1 搭配深度相机“Intel RealSense D435”以及 3D 激光雷达来实现 360° 探测感知。G1 模仿&强化学习驱动并接入机器人模型 UnifoLM（Unitree 机器人统一大模型），在 AI 加速下每天都在升级进化。此外，进阶版 G1 EDU 提供了不同模块方案的搭配，与 G1 相比具备更大的膝关节扭矩、手臂负载及更高的自由度（腰部加选 2 个自由度、单灵巧手 7 个自由度及加选 2 手腕自由度），算力方面，G1 EDU 还可以再选配高算力模组 NVIDIA Jetson Orin 支持二次开发，为更高水平 AI 化身应用助力。**
- **智元机器人远征/灵犀系列：2023 年 8 月发布 A1，目前面向工业制造领域，未来希望将整机成本控制在 20 万元以内；2024 年 8 月发布远征 A2、A2-W、A2-Max、灵犀 X1、灵犀 X1-W 系列。智元机器人于 2023 年 8 月发布了其首款具身智能的通用机器人远征 A1。2024 年 8 月发布五款商用人形机器人，其中交互服务机器人远征 A2 身高 169cm，重约 69kg，内置 700Wh 电池，原**

地掉头宽度 60cm，续航约 2 小时，全身自由度 40+；采用拟人构型与人因设计，提供多模交互与智能体验，可自主移动与可靠行走，拥有多重保障，支持便捷操作与极简维护。柔性智造机器人远征 A2-W 身高 163cm，具备双臂协作与全域可达、高效部署与柔性作业、模型进化与持续演进、多模感知与安全无忧、持久作业与极简维护五大亮点。根据稚晖君发布会透露，远征 A2、远征 A2-W 这两款机器人正在规模量产途中，预计将于 10 月开始发货。2024 年智元机器人预估发货量将达到 300 台左右，包括双足人形机器人 200 台，以及轮式机器人 100 台。

- **傅利叶智能 Fourier GR 系列：2023 年 7 月发布 GR-1，自研 FSA 高性能一体化执行器；2024 年 9 月发布 GR-2。**傅利叶智能 2015 年在上海正式成立，于 2019 年 6 月正式立项人形机器人项目；2023 年 7 月，傅利叶智能发布了首款通用双足机器人产品 GR-1，GR-1 身高 1.65m，重 55kg，最多拥有高达 54 个自由度（灵巧手 11*2 个自由度），最大关节峰值扭矩达 230N·m，步行速度可达 5km/h，负重能力为 50kg。它采用电驱动技术，内置 32 个自研 FSA 高性能一体化执行器，确保了高度的精确性和灵活性。GR-1 具备快速行走、敏捷避障、稳健下坡、抗冲击干扰等运动功能，可应用于接待引导、安防巡检、工业制造、医疗康复、科研教育和家庭服务等场景。GR-1 于 2023 年 9 月开始预售，据张江科投，截至 2024 年 3 月份傅利叶人形机器人目前已实现小批量交付，正加紧对其“大脑、小脑、肢体”等核心系统进一步研发攻关，预计 2024 年将实现上千台人形机器人量产。2024 年 9 月发布新一代 GR-2，身高达到 175cm，体重 63kg，搭载新一代 12 自由度灵巧手，全新版本的执行器 FSA 2.0，全身共有 53 个自由度，单臂运动负载达 3kg，续航延长 2 小时，相比上一代 GR-1 能够完成更复杂的操作。
- **开普勒先行者 K1/S1/D1/K2:2023 年 11 月发布 K1/S1/D1，自研行星滚柱丝杠执行器及旋转型执行器，三型号满足多元场景需求，计划于 2024 年下半年实现人形机器人量产，预估对外售价为 2-3 万美元。**开普勒于 2023 年 11 月发布了“先行者系列”通用型人形机器人，包括 K1、S1 和 D1 三个型号，其中先行者 K1 适用于教育科研、自动化生产线和智能搬运等场景；S1 专为户外巡检设计，具备防水、防尘和防辐射能力，适用于复杂环境巡检、应急救援和户外安全作业；D1 适用于危险环境检测和安全隐患排查等高危环境作业。2024 年 10 月开普勒发布先行者 K2，四肢主体结构采用一体化设计，提高了机器人的刚性，使其更易于制造和维护。全身拥有 52 个自由度，单手 11 个自由度（主动+被动），能够执行复杂的动作和任务；负载能力：单手负载能力达到 15 公斤，适合进行重物搬运等任务；每个指尖配备 96 个触点的柔性传感器，提升了灵巧操作能力；使用 2.33KWh 大容量电池，保证 8 小时不间断续航，并增加了兼顾直充和自动充电的特殊充电接口；具身智能软件在动态智能感知、智能任务规划、全身协同操作、自主训练学习、自主智能移动等方面取得了全面进展。目前 K2 已进入多家头部客户的实际场景开展测试，如物料搬运、样品处理、巡逻巡检、冲压收料、质量检测等，按计划推进落地流程。
- **小米 Cyber One：2022 年 8 月发布，构建未来科技生态，关注多种应用场景服务功能。**公司 2018 年成立小米机器人实验室，2021 年对外发布第一代四足

机器人 Cyber Dog，2022 年 8 月正式对外发布人形机器人 Cyber One。Cyber One 身高 177cm，体重 52kg，拥有 21 个关节自由度。最大模组峰值扭矩可达 300N·m，配合双足控制算法，实现 3.6km/h 的行走速度和稳定的姿态平衡。感知方面，Cyber One 搭载了视觉、听觉、触觉等多种传感器。深度相机和 AI 相机通过计算机视觉算法建立三维环境模型，实现视觉避障、目标识别与跟随。通过自然语言处理算法，可识别 45 种语义和 85 种环境音。预计成本 60-70 万人民币/台，目前正推进仿人机器人在自有制造系统的分阶段落地。

图 10：国内主要人形机器人公司发展历程



资料来源：各公司官网、公众号，科技行者，中国证券网，张江科技，小鹏资讯，中国机器人网，高工移动机器人，国元证券研究所

2.3 国外厂商：demo 机侧重流畅度、交互能力，Tesla 商业进程预期较快

国外厂商总结:量产时间集中在 2025 年及以后，应用场景主要在工业领域，产品进展侧重具身智能的流畅度、交互能力。从商业化进度来看，海外量产交付进度整体较不明朗，其中 Digit 拟于 2024 年交付第一批，2025 年全面上市出售；特斯拉在 2024 年 6 月年度股东大会上表明现已在工厂部署了两个 Optimus 机器人，预计 2025 年进入量产且超过 1000 个 Optimus 机器人在特斯拉工厂工作，第二代 Optimus 已在工厂中进行处理电池任务，2025 年小批量生产供内部使用，2026 年将投放市场；Atlas 在 2024 年进入汽车工厂之前均作为人形机器人研究平台存在，商用化进程较慢，于 2024 年 4 月，波士顿动力公司官宣抛弃先前液压版本 Atlas，已转入对全电动 Atlas 的研发；2024 年 10 月 Atlas 已经进驻工厂，且实现了全自动工作。从远期售价来看，Digit 售价为 25 万美元/套；Figure 02 预计成本低于 2 万美元；而 Optimus 在大规模生产情况下，售价将达 2 万美元（成本控制在 1 万美元）。从应用场景来看，国外人形机器人厂商目前主要以工业场景为主，其中 Digit 专注物流行业，Atlas 目前在工厂制造场景训练较多，Sanctuary AI 公司的 Phoenix 除了工业场景以外，亦在医疗场景有所应用，而 Optimus 旨在全方位实现客户需求的任何功能，成为综合全能型人形机器人。

图 11：国外厂商主要产品以及应用场景梳理

厂商	Boston Dynamics	TESLA	Agility Robotics	Sanctuary AI	Figure AI
机器人名称	ATLAS (液压版)	Optimus Gen 2	DIGIT	Phoenix	Figure 02
图例					
国家	美国	美国	美国	加拿大	美国
身高	150CM	约172CM	175CM	170CM	约168CM
重量	89KG	63KG	65KG	70KG	60KG
运动及负载能力	最大行走速度：2.5m/s；慢跑、空翻、三级跳等动作，并跳过木箱、木板等障碍物；	最大行走速度：2.6m/s；仿生手指非常灵活；能够自然行走	最大行走速度：1.5m/s；最大负载重量：16kg	最大行走速度：1.4m/s；最大负载重量：25kg	最大行走速度：1.2m/s；最大负载重量：25kg
自由度	28个自由度	躯干：30个基础自由度；颈部：2个自由度；手部：22个自由度；手腕和前臂额外增加3个自由度	26个自由度	手部21个自由度	手部16个自由度
发布时间	2013年发布初代并不断改进；2024年4月官宣全电动Atlas	2022年首次展示原型机；2024年5月发布最新版本 optimus gen2的视频	2019年2月推出初代Digit；2024年3月发布最新版本	2023年5月发布；2024年4月发布第七代版本	2024年8月发布
售价/成本	/	预计成本1万美元；售价2万美元	25万美元/套（售价）	未市售	预计成本低于2万美元
商用化阶段	2024年10月已经进驻工厂，且实现了全自动工作	Optimus Gen 2已经在工厂中进行处理电池的任务，明年小批量生产供内部使用（数千台），2026年将投放市场	2024年交付第一批；2025年全面上市；部署在GXO Spanx仓库的人形机器人Digit，已经完成了10000个物流订单的履约	与麦格纳、微软合作。目前正在与宝马一起测试和评估，即将部署首批1000台人形机器人。机器人可能采用轮式机器人；24年11月宝马生产线引入设计	Figure 02人形机器人
应用场景	工厂制造、建筑工地、智能服务、物流、医疗保健、灾难响应和搜索救援等任务	工厂制造、家居（旨在成为全方位实现客户需求的任何功能，综合全能型人形机器人）	物流	物流、家居、医疗等多场景	工厂制造、物流仓储、家居、零售
公司愿景	探索人形机器人的运动潜力	能够执行危险、重复无聊的任务	能够执行危险、重复或肮脏的任务	让机器人能够胜任人类工人所能做的任何工作，解决严峻的劳动力挑战	可商业化的自主人形通用机器人

资料来源：各公司官网、公众号，Tesla, YouTube, Newatlas, 哔哩哔哩, CNET, IEEE, Popsci, RobotReport, 腾讯网, 新浪财经, AGV 网, 国元证券研究所

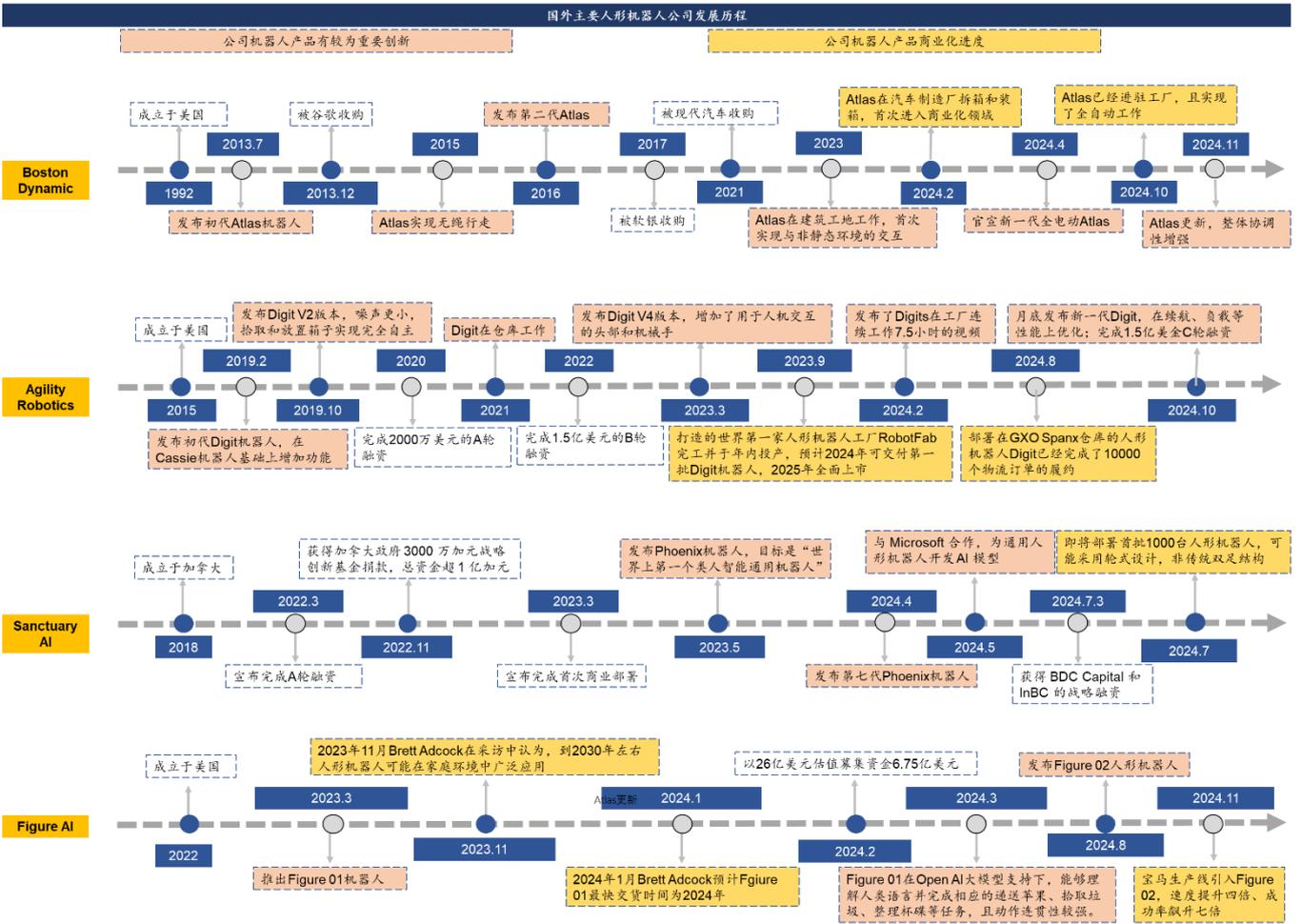
我们对国外厂商发展历程进行复盘以及对应产品进行分析：

- **波士顿动力—Atlas：液压版自 2013 年推出后持续更新，实现动静态环境自主避障，探索人形机器人运动潜力，主要作为人形机器人研究平台，商业化进程缓慢。于 2024 年 4 月官宣将液压 Atlas 转为全电动 Atlas 的研发。**2013 年 7 月，波士顿动力发布初代人形机器人 Atlas，电源与网络连接需要系绳，非常耗电，且需要人工提前输入程序。2015 年 DARPA 比赛中，Atlas 加入锂离子电池组，实现无绳行走。2016 年 1 月，波士顿动力发布新视频，Atlas 能够完成移动家具、清理地板等家务工作，但执行任务仍非自主，且操作速度较慢；2 月，波士顿动力发布新版本 Atlas。2016-2021 年，波士顿持续发布新视频，视频中 Atlas 逐渐掌握后空翻、跑酷、树丛慢跑、跳舞等高难度动作。2023 年，Atlas 实现与非静态环境交互，能够自主判断物体重量并调整自身平衡。与跑酷阶段处理的静态障碍相比，它迈出了重要一步。2024 年 2 月，Atlas 进入汽车制造场景工作，涉足商业化领域，此前 Atlas 一直是一个人形机器人研究平台而非商业化产品。2024 年 10 月，Atlas 已经进驻工厂，且实现了全自动工作。
 - 2024 年 4 月波士顿动力宣布 Atlas 告别重型复杂的动力液压系统，转而研发新一代全电动版本。全电动版本的 Atlas 将比以前任何一代更强壮、更灵巧、更敏捷，通过探索几种新的机械手变体满足 Atlas 在客户环境中的各种预期操纵需求，于 2024 年 11 月全面转向电动系统；在官网的展示视频中，全电动 Atlas 于完全躺下的状态下，通过腿部折叠直接蹬地而起，头部旋转了 180°，展示了唯有全电动驱动下人形机器人的灵活性。
- **Agility Robotics—Digit：2019 年推出首代，多次迭代后，专为仓储物流场景打造，售价 25 万美元/套，预计将于 2024 年交付第一批，并且于 2025 年全面上市销售。Agility Robotics 成立于 2015 年。**2019 年 2 月，Agility Robotics 发布初代 Digit 机器人，在 Cassie 机器人设计的基础上增加了上躯干、手臂、传感器和额外的计算能力。10 月，发布新版本 DigitV2，噪声更小，视频中两台机器人协作完成拾取和放置箱子，实现完全自主。2023 年 3 月，发布 Digit V4 版本，增加了用于人机交互的头部和机械手。2023 年 9 月，Agility Robotics 打造的世界第一家人形机器人工厂 RobotFab 接近完工，并预计于年内投产。2024 年 2 月 Agility Robotics 于 2 月 27 日发布了 Digits 在工厂的视频，展示了 2023 年 10 月时，Digits 在工厂长时间连续工作下，仍能保证高效率，高任务完成率的强大性能。2024 年 6 月，公司宣布与全球最大的纯合同物流供应商 GXO Logistics Inc. 签署一份多年期协议，将 Digit 人形机器人部署到各种物流业务中，8 月部署在 GXO Spanx 仓库的人形机器人 Digit，已经完成了 10000 个物流订单的履约。2024 年 10 月，完成 1.5 亿美金的 C 轮融资，并于月底发布最新一代 Digit，续航从 2 小时增加到 8 小时。
 - 最新版 Digit 机器人身高 175cm，重 65kg，最大运动速度可达 1.5m/s，最大负重 50 磅（约 22.68kg），售价 25 万美元/套，Digit 机器人预计将于 2024 年交付第一批，并且于 2025 年全面上市销售。Digit 作为 Agility Robotics 精心打造的物流机器人，用途多样，可以执行多种任务并适应不同的工作流程，身形非常适合在仓库内工作，便于部署在现有仓库或基础

设施中而无需改造。目前，Digit 已经能在非平坦的地面上行走、抓取和运送塑料手提袋、整理包装箱等，在提高仓库效率方面潜力巨大。

- **Sanctuary AI—Phoenix: 2023 年发布，配备世界顶尖灵巧手，配备智能控制平台 Carbon。** Sanctuary AI 成立于 2018 年。2023 年 5 月发布 Phoenix 机器人，目标是“世界上第一个人形智能通用机器人”。Phoenix 机器人高 170cm，重 70kg，最大负重 25kg，虽然设计了双腿但是在轮式平台上滚动，最高速度可达 1.4m/s。目前虽然有自主工作能力，但主要由人类远程操控。全身自由度 20 个，配有世界领先水平的灵巧手，兼顾速度、精度和力度，可与人类的手部灵活性和精细操作相媲美，并具有模仿触觉的专有触觉技术。此外，Phoenix 配备智能控制平台 Carbon，该平台不仅包含了试点学习和强化内容，还加入了大型语言模型人工智能，集成现代 AI 技术，将自然语言转化为现实世界中的行动，未来有望像 ChatGPT 一样进行对话并接受自然语言的指令。在商业化应用和合作上，2024 年 4 月与麦格纳国际公司合作，预计 2025 年将 Phoenix 机器人部署到麦格纳的汽车零部件工厂；5 月宣布与 Microsoft 合作，为通用人形机器人开发 AI 模型，包括 Sanctuary AI 的 Phoenix；7 月即将部署首批 1000 台人形机器人，这些机器人很可能采用轮式设计，而非传统的双足结构。
 - 2024 年 4 月 Sanctuary AI 发布第七代 Phoenix 机器人，其具有改进的类人动作范围、视觉感知和触觉传感能力。较于前代具体改进包括延长正常运行时间、加快构建速度、降低制造成本、改进硬件（如手腕、手和肘部的动作范围和耐用性）、小型化液压系统、提高视觉和触觉精度。新一代机器人显著加快了任务自动化速度，从数周缩短到不到 24 小时，提高了 50 倍。这些改进使得机器人更接近人类行为，并加速了人工智能基础模型的发展。
- **Figure 系列: 2023 年 2 月发布初代机，OpenAI 大模型加持下体现具身智能属性。** Figure 是一家成立于 2022 年的新兴公司，2023 年 2 月，推出人形机器人 Figure 01，demo 机已完成行走任务。2024 年 2 月，Figure 表示正在与 ChatGPT 制造商 Open AI 合作，“为人形机器人开发下一代 AI 模型”。此外，Figure 还表示，它还将使用 Microsoft 的 Azure 云服务进行 AI 基础设施，训练和存储。3 月，Figure 发布 Figure01 新视频，Figure01 在 OpenAI 大模型支持下，展示出较高的具身智能水平。2024 年 8 月，发布最新版 Figure 02 身高 1.68m，体重 60kg，有效载荷 20kg。相比较 Figure 01 主要任务是确保整体架构的正确性，figure02 目标是打造一个功能完备的机器人。在商业化进程上，公司指出机器人至少更新三个硬件版本才能达到相对商业化、可靠且无误的状态，投入更多精力在家用机器人上，预测 3 年内实现机器人在家庭中的应用，未来 2~5 年内将自主双足机器人推向市场；2024 年 11 月宝马生产线引入 Figure 02 人形机器人，速度提升四倍、成功率飙升七倍，不断推进机器人应用的落地。

图 12：国外主要人形机器人公司发展历程



资料来源：各公司官网、微信公众号，techspot, newatlas, Youtube, Newatlas, popsci, CNBC, IEEE, 国家邮政局, FastCompany, 36氪, 腾讯网采访, 机器人技术与应用, 国元证券研究所

2.4 总结：关注两条主线

主线一：特斯拉人形机器人产品不断迭代，有望成为最早量产厂商，建议关注相关产业链。根据特斯拉2022年Tesla AI Day公布的信息，Optimus身体部分共有28个基础自由度（14个线性执行器以及14个旋转执行器）。2023年12月13日，特斯拉在X上放出特斯拉人形机器人“擎天柱2代”（OptimusGen2）的新演示视频。此版本主要在新增自由度（脖子）、性能（行走速度提升30%、总重量下降10kg）、硬件（脚底、脚趾、手指增加传感器；新增11自由度灵巧手）方面有所迭代进化。2024年6月，马斯克在年度股东大会上预测，人均拥有2个人形机器人，则全球存量人形机器人会在100亿台以上，每年人形机器人需求在10亿台，若特斯拉至少占比10%，则其至少每年有1亿台产量。2024年7月，第二代Optimus已经在工厂中进行处理电池的任务，2025年小批量生产供内部使用，2026年将投放市场。与此同时，特斯拉已经在工厂部署了两个Optimus机器人，预计2025年能达到量产，并有超过1000个Optimus机器人在特斯拉工厂工作，还能将单价控制在2万美元以下，自此打开了对应市场的想象空间。我们认为其是人形机器人最具备量产可能的厂商。人形机器人涉及多种核心零部件，特斯拉放量后将带来各个细分环节

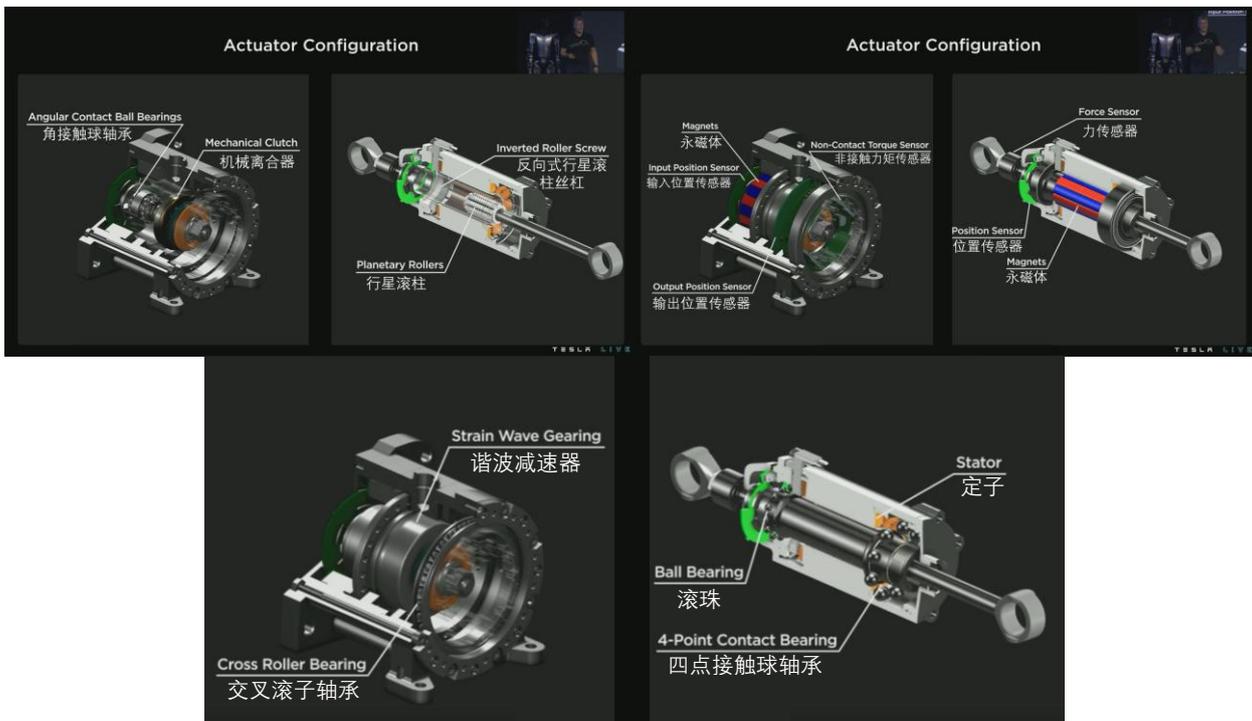
厂商的大规模扩张，建议关注特斯拉技术方案以及潜在供应商：

总成方面，我们建议关注此前跟特斯拉在新能源汽车领域合作已久的厂商：三花智控、拓普集团。

核心零部件中：

- 电机：推荐已供样的空心杯电机厂商江苏雷利，建议关注：禾川科技、鸣志电器、兆威机电。
- 行星滚柱丝杠：推荐多次送样零部件的五洲新春，建议关注加工能力较强的恒立液压以及具备高精度加工能力的贝斯特、北特科技、双林股份。
- 减速器：建议关注国内谐波减速器龙头厂商绿的谐波，中大力德（行星减速器）、双环传动。
- 传感器：推荐六维力传感器有望落地的东华测试，建议关注柯力传感及有望将柔性传感器应用人形机器人领域的汉威科技。

图 13：人形机器人不同执行器零部件构成情况



资料来源：特斯拉 AI day，国元证券研究所

主线二：国内外人形机器人厂商开始批量交付但仍处于持续实训优化阶段，寻找通用部件。

对比国内外厂商执行器主要零部件，共性集中在电机以及灵巧手方案。电机层面，国内外人形机器人对电机的峰值扭矩要求在 180N.m 以上，其中国内厂商集中要求在 200N.m 及以上，对应无框力矩电机（结构紧凑、大扭矩）需求广阔，建议关注步科股份。手部部件来看，从当前时点来看，灵巧手既是人形机器人参与精密活动的必备条件，也是现在绝大多数厂商的共同选择，而空心杯电机具备结构紧凑、高

精度、高能量密度等特点，能够适配机器人灵巧手，推荐江苏雷利，建议关注鸣志电器、兆威机电。

表 2：各厂商 demo 机执行器部件性能对比

	开普勒	优必选	小米	宇树	傅利叶	智元	TESLA
	先行者系列 (K1/S1/D1/K2)	Walker S1	CyberOne	G1/G1 EDU	Fourier GR-2	远征及灵犀系列	Optimus-gen2
关节—电机	自选旋转执行器—高扭矩电机 峰值扭矩达到 200N.m	最大扭矩 250N.m	最大模组峰值扭矩： 300N.m 峰值扭矩密度：96Nm/kg	膝关节最大扭矩： 90N.m(G1) 120N.m(G1 EDU)	自研高性能 FSA 执行器 2.0 (集成电机、驱动器、减速器及编码器) 最大关节扭矩：380N.m	PowFlow 关节电机 准直驱关节方案 峰值扭矩 91-512N.m	(20Nm / 110Nm / 180N) 三种旋转执行器 (500N / 3900N / 8000N) 三种线性执行器
灵巧手	绳驱触觉灵巧手 单手 11 自由度，每个指尖配备高达 96 个触点的柔性传感器	6 自由度手掌 (Walker-X)	非灵巧手	非灵巧手 (G1) 7 自由度，且均为主动自由度 (G1 EDU)	单手 12 自由度；6 个阵列式触觉传感器	12 主动自由度+7 被动自由度	22 自由度

资料来源：各公司官网，Tesla，国元证券研究所

对比国内外厂商感知层主要零部件，共性集中在视觉以及感知方面，其中视觉方面，TOF 与多目视觉方案为主，部分厂商辅以激光雷达/超声波传感器；力感知方面，六维力传感器具备较大投资价值，推荐东华测试，建议关注柯力传感。

表 3：各厂商所用感知部件对比

	开普勒	优必选	小米	宇树	傅利叶	智元	TESLA
	开普勒先行者系列 K2	Walker S	CyberOne	G1/G1 EDU	Fourier GR-1	远征及灵犀系列	Optimus-gen2
视觉	红外双目 3D 摄像头	RGBD 摄像头*2+4 目相机 (S-lite)	Mi Sense 自研空间视觉模组 AI 交互相机	3D 激光雷达 (LIVOX-MID360) + 深度相机 (Intel RealSense D435)	深度相机 Intel® RealSense™；可拓展激光雷达	RGBD 摄像头 + 激光雷达+全景相机	3 颗 Autopilot 摄像头
听觉	听觉传感器 (远场四麦线性阵列)	-	双麦克风识音系统	-	环形麦克风识音系统	麦克风阵列	-
感知	拉压力传感器、扭力传感器、速度传感器、姿态传感器 (S-lite) 4*六维力传感器	-	-	-	IMU；可拓展六维力传感器	IMU	六维力传感器

资料来源：各公司官网，国元证券研究所

3.出口链：看好海内外经济与库存周期共振，积极关注景气度向上方向

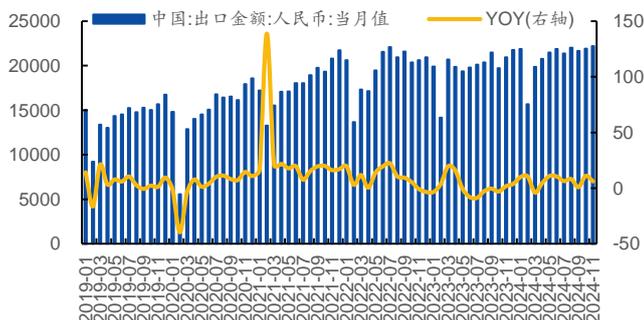
3.1 出口链：库存周期拐点+房地产延续韧性，积极关注景气度反转细分方向

投资展望：宏观层面，2024年1-11月我国出口总值23.04万亿元，同比增长6.7%，整体仍保持相对稳定。我们认为，出口链作为半周期+半消费/成长类板块，虽然受到特朗普上台后一系列贸易政策等因素的扰动，但当前部分出口企业仍存在较为明确的布局机会。建议关注下游景气度具备反转预期方向，公司具备一定逆势提价能力的标的。

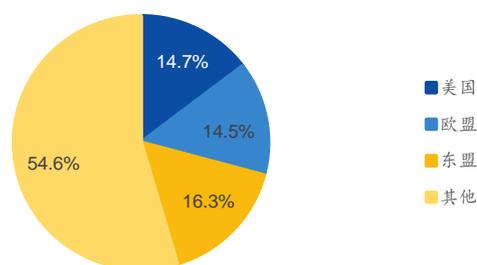
出口增长态势良好，1-11月对东盟、欧盟、美国出口增长。据海关总署统计，2024年1-11月我国出口总值23.04万亿元，同比增长6.7%。其中11月份出口表现稳中向好，出口总值为2.22万亿元，同比增长6.02%。分地区来看，1-11月我国对美出口总值为3.38万亿元，同比增长5.2%，占比总出口金额的14.7%；出口欧盟地区的金额为3.34万亿元，同比增长3.8%，占比总出口金额的14.5%；对东盟出口3.74万亿元，同比增长12.7%，占比总出口金额的16.3%。

图 14：2024 年以来我国出口整体保持稳定（亿元；%）

图 15：1-11 月我国向美国累计出口金额达 3.38 万亿元



资料来源：iFinD，国元证券研究所



资料来源：iFinD，国元证券研究所

受海外市场需求有所回暖叠加去年同期基数相对偏低影响，部分出口子品类 2024 年下半年出口增速边际回暖。根据细分品类的不完全统计，截至 24 年 10 月，手用或机用工具/拖拉机/食品加工机械/包装机械/打印机、复印机及一体机/泵/压缩机/机床/手提式各种电钻/割刀水平旋转草坪、公园或运动场机动割草机出口金额当月同比分别增长 17.9%/16.1%/26.3%/25.1%/18.9%/28.6%/41.5%/11.1%/40.7%/144.5%。

中长期看，国内企业多维度优势有望得到进一步强化。短期来看，海外经济存在一定扰动，海外整体需求或有所波动。中长期来看，国内企业得益于在东南亚、南美等海外市场优先布局产能项目，并且技术、规模、客户结构上逐渐具备优势，预计产业链的议价能力将逐步增强。

表 4：部分细分品类出口当月同比增速

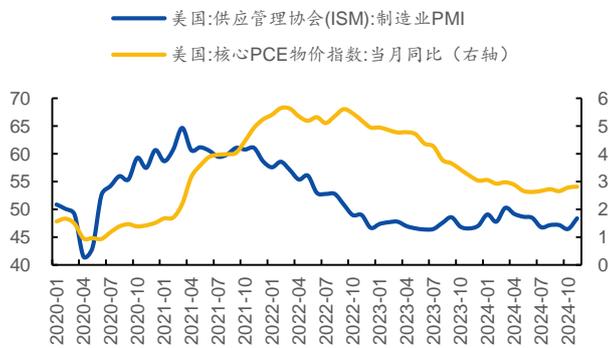
品类	2024年1月	2024年2月	2024年3月	2024年4月	2024年5月	2024年6月	2024年7月	2024年8月	2024年9月	2024年10月
手用或机用工具	12.2%	45.0%	-9.7%	-2.1%	12.8%	12.9%	2.6%	6.5%	0.8%	17.9%
拖拉机	-15.1%	-21.1%	-17.4%	-19.9%	-14.0%	-1.9%	-5.6%	26.1%	14.9%	16.1%
食品加工机械	15.9%	65.5%	1.0%	10.8%	21.0%	25.5%	20.0%	18.1%	8.7%	26.3%
包装机械	7.3%	71.5%	16.3%	9.8%	18.4%	12.4%	23.3%	25.2%	4.3%	25.1%
打印机、复印机及一体机	2.0%	-19.0%	-16.8%	-8.5%	-6.5%	1.9%	4.3%	6.0%	0.7%	18.9%
泵	18.4%	47.0%	-5.6%	6.1%	13.7%	16.7%	8.0%	18.8%	4.0%	28.6%
压缩机	14.7%	21.8%	2.5%	3.4%	12.9%	14.0%	29.3%	19.5%	8.3%	41.5%
机床	25.8%	35.9%	-1.9%	0.7%	8.0%	-1.5%	0.0%	6.8%	-8.1%	11.1%
手提式各种电钻	22.2%	25.7%	-17.8%	-0.9%	12.6%	14.4%	32.9%	23.2%	2.2%	40.7%
割刀水平旋转草坪、公园或运动场机动割草机	0.4%	27.5%	12.6%	47.6%	90.7%	83.8%	118.3%	137.5%	119.2%	144.5%

资料来源：海关总署，国元证券研究所

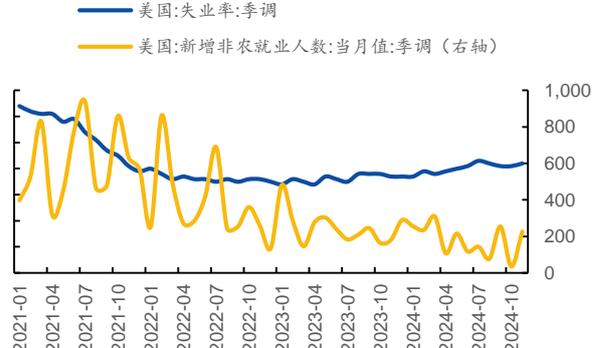
从需求端来看，我们预计美国经济整体仍将具备韧性。截至 24 年 11 月，美国制造业 PMI 为 48.4%，连续 8 个月低于 50%，整体水平偏弱；11 月核心 PCE 物价指数当月同比上涨 2.82%；此外 24 年 11 月美国失业率水平为 4.2%，季调后当月新增非农就业人数达 22.7 万人，较 10 月份环比有较大幅度增长。

图 16：美国制造业 PMI 和核心 PCE 同比情况 (%)

图 17：美国失业率及非农就业情况 (%; 千人)



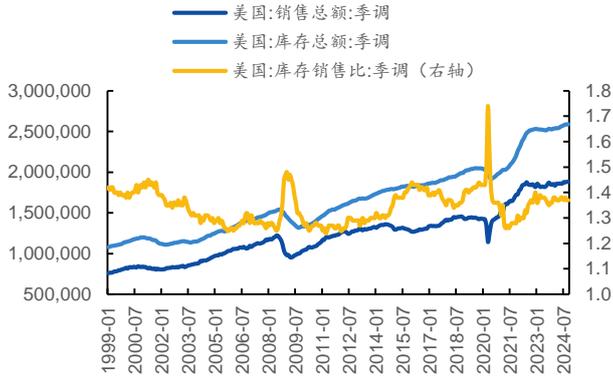
资料来源：iFinD，国元证券研究所



资料来源：iFinD，国元证券研究所

从库存周期角度看，美国库存周期仍处弱补库阶段，2025 年或逐步进入被动补库阶段。销售和库存情况是判断库存周期处于哪个阶段的重要变量。从同比数据来看，美国销售同比从 2022Q2 开始持续下行，库存同比从 2022Q3 开始持续下行。美国销售总额同比增速已于 2023 年下半年触底回升。截止到 2024 年 10 月，美国销售总额同比为 1.71%，库存总额同比为 2.39%。美国总库存销售比为 1.37，2023 年 12 月至今始终在 1.37-1.38 间震荡。美国自 1999 年以来已经历 7 轮完整库存周期，平均每段完整周期时长约为 3 年。本轮周期从 20 年年中开始，考虑到中间受新冠疫情扰动影响，本轮周期持续时长或有所波动，预计本轮库存周期正接近由主动补库向被动补库切换。

图 18: 美国销售与库存总额 (百万美元) 及库销比情况



资料来源: iFinD, 国元证券研究所

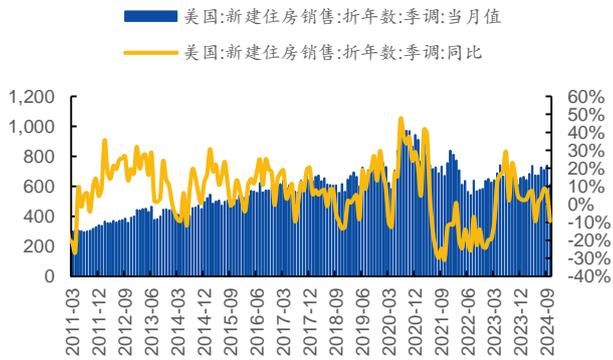
图 19: 美国销售与库存当月同比及库销比情况



资料来源: iFinD, 国元证券研究所

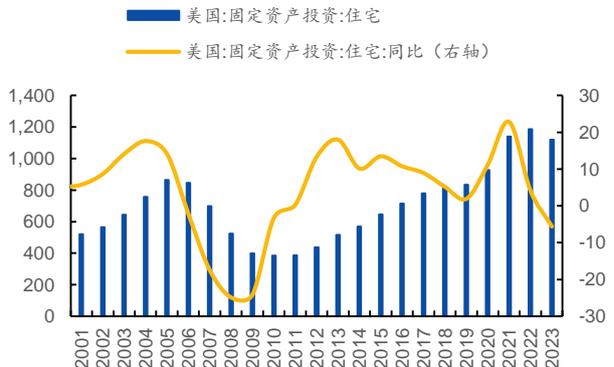
美国房地产仍保持韧性，降息预期或提振市场信心。2024 年 10 月美国新建住房销售折年数为 61 万套，同比减少 9.36%。2024 年 12 月 20 日美国 30 年期抵押贷款利率为 6.72%。根据美国新建住房销售水平与同比情况以及住宅固定资产投资水平情况，美国房地产市场仍保持较强韧性。综合考量海外降息预期，我们认为降息周期的延续或将带动房贷利率下行，从而带动美国地产消费复苏。

图 20: 美国新建住房销售量及同比 (千套; %)



资料来源: iFinD, 国元证券研究所

图 21: 美国住宅固定资产投资额及同比 (十亿美元; %)



资料来源: iFinD, 国元证券研究所

图 22：美国 30 年期抵押贷款利率及住房市场指数情况 (%)



资料来源：iFinD, Trading Economics, 国元证券研究所

原材料方面：主要原材料价格预计保持相对稳定。截至 24 年 11 月，铜及螺纹钢等大宗商品整体预期企稳向好。综合来看，国内外终端需求或将逐步改善，预期 2025 年铜、螺纹钢等大宗商品需求可能上升。从供给端来看，全球铜矿资源等供应保持稳定，地缘风险逐渐退散。另外，美联储等欧美央行的逐步进入降息周期，大宗商品整体预期将企稳回升，但考虑到需求端预计仍为温和复苏，预计主要原材料价格保持相对稳定。

汇率方面：美元兑人民币汇率或仍保持强势。归因于特朗普上台后美联储降息预期有所回落，国内经济恢复相对疲软等多方面影响，美元兑人民币汇率或仍保持强势。

图 23：阴极铜及螺纹钢变动趋势 (元/吨)



资料来源：iFinD, 国元证券研究所

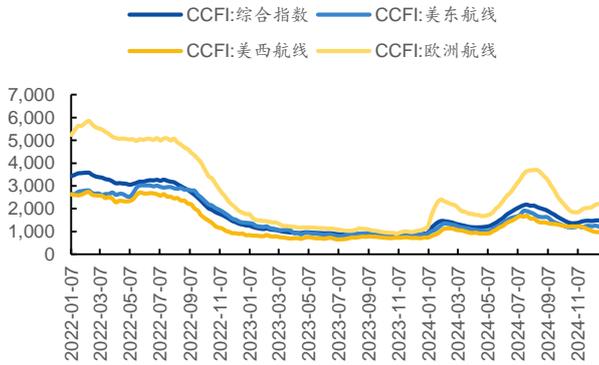
图 24：美元/欧元兑人民币即期汇率变化



资料来源：iFinD, 国元证券研究所

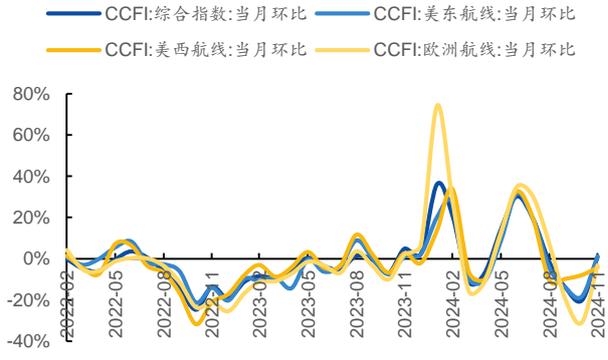
海运方面：2024 年中国出口集装箱运价指数高于去年，美西、美东航线相对平稳。自 2024 年初以来，受红海危机、巴拿马运河干旱等影响，CCFI 较 2023 年快速上涨，在 2024 年 7 月达到峰值后开始回落，但在 10 月底触底回升。预计短期内运价将处于平稳状态，后续需关注美国贸易政策变动对北美航线运输市场的影响。

图 25：主要海运价格指数走势



资料来源：iFinD，国元证券研究所

图 26：主要海运价格指数环比增速



资料来源：iFinD，国元证券研究所

4.低空经济：启航元年，驶向星辰大海

4.1 行业：低空经济发展前景广阔，eVTOL 成为重要载体

4.1.1 低空经济蓬勃发展，各类载体前景广阔

“低空经济”：指以低空空域为依托，以通用航空产业为主导产业，涉及低空飞行、航空旅游、支线客运、服务、科教等众多行业的经济概念，是辐射带动效应强，产业链条较长的综合经济形态。“低空”：根据国务院、中央军委发布的《关于深化我国低空空域管理改革的意见》，“低空”是指真高 1000 米以下，可根据不同地区特点和实际需要，具体划设低空空域高度范围。低空经济的载体以直升机、电动垂直起降型飞机（eVTOL）和无人机为主。

图 27：低空经济、通用航空、无人机的关系



资料来源：前瞻产业研究院，国家低空经济融合创新中心，国元证券研究所

图 28：低空经济的构成

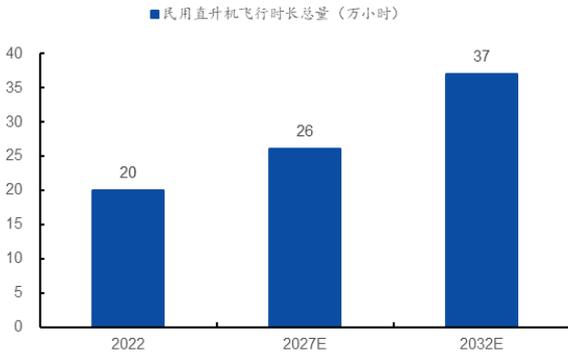
低空经济	低空制造	航空器、零部件、机载设备等
	低空飞行	生产作业类
		公共服务类
	低空保障	保障低空飞行安全及空域安全的相关产业
综合服务	支撑、辅助低空经济发展的服务性产业	

资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

直升机：直升机市场规模稳定增长，根据中国航空工业集团有限公司发布的《民用直升机中国市场预测年报（2023-2032）》，2022 年民用直升机飞行时间约 20 万小时，民用直升机机队规模为 1037 架，轻型直升机仍然是我国民用直升机机队的主力，占比达到 40%。报告预测到 2027 年直升机飞行总量突破 26 万小时，2022 至 2027CAGR 为 5.4%；到 2032 年突破 37 万小时，2027 至 2032CAGR 为 7.3%。预

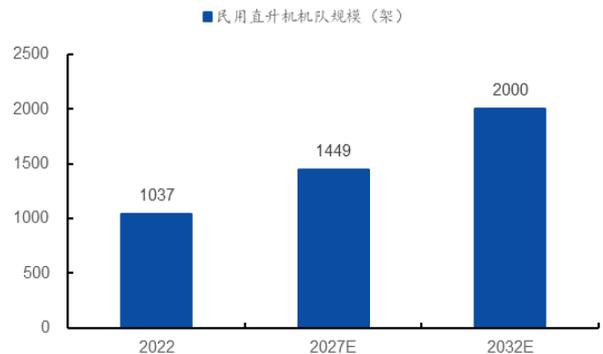
测到 2027 年，中国民用直升机机队规模将达到 1449 架，2022 年至 2027 年 CAGR 为 7.0%；到 2032 年，机队规模将超过 2000 架，2027 年至 2032 年 CAGR 为 6.7%。在经济社会快速发展推动下，伴随低空空域政策改革的跟进，中国通用直升机预计将保持快速发展。

图 29：民用直升机飞行时长总量预测



资料来源：中国民航网，国元证券研究所

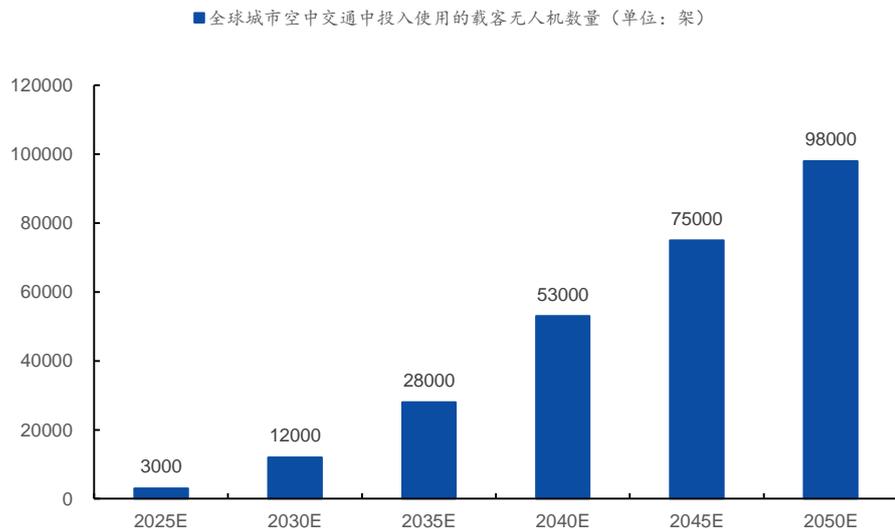
图 30：民用直升机机队规模预测



资料来源：中国民航网，国元证券研究所

无人机：无人机是低空经济中的核心产业之一。在国内多重政策支持背景下，中国无人机产业发展迅速。据中国民航局《民航行业发展统计公报（2022）》，截至 2022 年底，获得通用航空经营许可证的无人机通用航空企业 15130 家，比上年底净增 2467 家。全行业注册无人机共 95.8 万架。行业无人机有效驾驶员执照 15.28 万本。2022 年，全年无人机累计飞行小时 2067 万小时，同比增长 6.17%。而根据罗兰贝格预测，2025-2050 全球城市空中交通载客无人机数量将呈现稳步增长态势，有望从 2025 年的 3000 架增长至 2030 年的 12000 架，预计 2050 年将达到 98000 架。

图 31：2025-2050 全球城市空中交通中投入使用的载客无人机数量预测（单位：架）

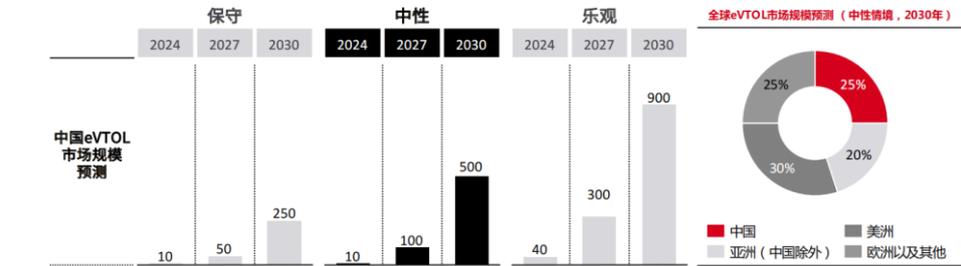


资料来源：Roland Berger，国元证券研究所

eVTOL：eVTOL（Electric Vertical Take-off and Landing，电动垂直起降飞行器），是指采用电机驱动的具备垂直起降能力的飞行器。我国 eVTOL 行业正迎来快速发展的机遇，目前在国内，亿航、峰飞、沃飞等公司正积极开展电动垂直起降飞行器的

研发。根据保时捷管理咨询预测，到 2030 年，在保守、中性、乐观的预期下，中国 eVTOL 市场规模分别为 250、500、900 亿元人民币，相应的，在中性预期下，中国 eVTOL 市场规模占全球 25% 份额，即全球市场规模达 2000 亿元人民币。

图 32: 中国和全球 eVTOL 市场规模预测 (单位: 亿元人民币)

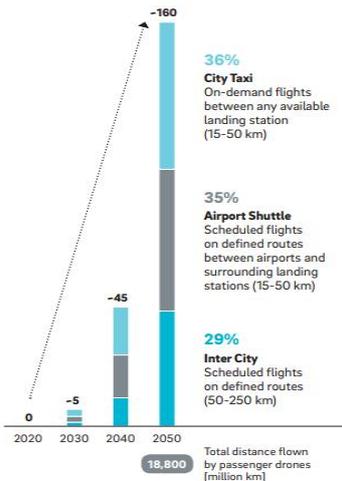


资料来源: 保时捷管理咨询, 国元证券研究所

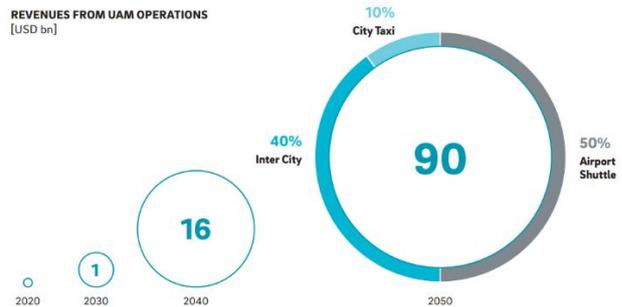
根据罗兰贝格预测，2030、2040、2050 年全球 eVTOL 运行数量分别为 0.5、4.5、16 万架，全球运营商收入分别为 10、160、900 亿美元。其中 2050 年收入中，50% 来自机场往返，40% 来自城际往返。

图 33: 全球 eVTOL 运行机队规模预测 2020-2050 (单位: 千架)

图 34: 全球 eVTOL 运营商收入预测 2020-2050 (单位: \$Bn)



资料来源: Roland Berger, 国元证券研究所



资料来源: Roland Berger, 国元证券研究所

4.1.2 eVTOL: 低空经济重要载体，商业落地未来可期

eVTOL 机型丰富，技术路线多样。eVTOL 是指采用电机驱动的具备垂直起降能力的飞行器，其中电机由电动力驱动，电动力包含电池、燃料电池等不同能源形式。eVTOL 构型种类较为丰富，其总体构型可进行多种创新性的气动-推进一体化设计和非常规气动布局设计，具体可细分为多旋翼型、复合型、矢量推进型（包括倾转旋翼型及倾转涵道型）。

多旋翼型：适航认证难度相对较低，占地空间较小，具有垂直起降能力，灵活性和稳定性较高，技术难度较低，但能效低，航程短，仅适用于短途运输。

复合型：能效较高，具有高速和长航程的能力，但有效载荷低，占地面积大，重量

大，不易折叠，灵活性较差。

倾转旋翼型：具有较高的速度和航程，且可满足不同的出行需求，既可垂直起降，又可长距离飞行，但开发技术难度大，研发风险和成本高，且对载荷及乘员数量有限制，难以实现大规模运输。

倾转涵道型：具有高速和长航程能力，效率较高且兼具舒适性和安全性，但技术难度极高，投资较大，产品开发与测试周期长。

图 35: eVTOL 具体分类

	多旋翼型	升力与巡航复合型	倾转旋翼/机翼型	倾转涵道型
架构示意	 通过多个（通常多于4个）固定螺旋桨实现起降和巡航动作	 升力与巡航用的螺旋桨是独立的，分别实现垂直起降和巡航	 通过倾转不同螺旋桨或机翼方向实现飞行姿态控制与起降	 通过改变涵道推力方向，实现不同场景下的垂直起降于巡航
主要玩家 (举例)	VOLOCOPTER, AIRBUS, eHANG	VOLOCOPTER, VERTICAL, AUTOFLIGHT, eHANG	AIRBUS, JOBY, eHANG	PEROVO, LILIJUM
载重	★★★★★ 1-3位乘客	★★★★★ 2-5位乘客	★★★★★ 2-5位乘客	★★★★★ 4-7位乘客
最大时速	★★★★★ 80-150 km/h	★★★★★ 150-200 km/h	★★★★★ 180-250 km/h	★★★★★ 200-300 km/h
最大航程	★★★★★ 20-50 km	★★★★★ 150-250 km	★★★★★ 200-250 km	★★★★★ 175-300 km
主要应用场景	<ul style="list-style-type: none"> 空中出租车 (市内点对点交通) 机场接驳 (市郊至市中心往返交通) 低空旅游 短途紧急救援等 	<ul style="list-style-type: none"> 空中出租车 机场接驳 城际短途航班 物流运输等 	<ul style="list-style-type: none"> 空中出租车 机场接驳 城际短途航班 物流运输等 	<ul style="list-style-type: none"> 城际中长途航班 紧急救援 观光旅游等

资料来源：保时捷管理咨询分析，国元证券研究所

eVTOL 性能优势明显，竞争能力突出，发展前景广阔。eVTOL 主要具有六大性能特征：飞行安全性、运行可靠性、绿色环保性、运营经济性、智能自主性、体验舒适性。1) 飞行安全性：eVTOL 采用多电池系统、多电机驱动多旋翼，具有多套独立可靠的动力系统提供安全冗余，大幅提升飞行安全性。2) 运行可靠性：eVTOL 运营环境复杂，对运行可靠性要求更高；电气化的 eVTOL 简化了传统动力及传动复杂的机械结构，在各种功能上均实现了运行可靠性。3) 绿色环保性：eVTOL 基于电动化，没有发动机，符合零碳愿景和环保要求，同时能够大幅降低噪音，提升乘坐体验和舒适度。4) 运营经济性：eVTOL 在生产、设计、运营等方面均具有低成本优势，随着规模化和供应链不断成熟，未来 eVTOL 运营成本将进一步降低，更加大众化、普适化。5) 智能自主性：eVTOL 拥有智能驾驶技术，帮助感知、决策、控制，实现高度自动化运行。6) 体验舒适性：eVTOL 可实现城内及城际空中交通“门到门”无缝中转，缩短行程时间以提高通勤效率，同时具备噪音小，带来沉浸式观光体验。

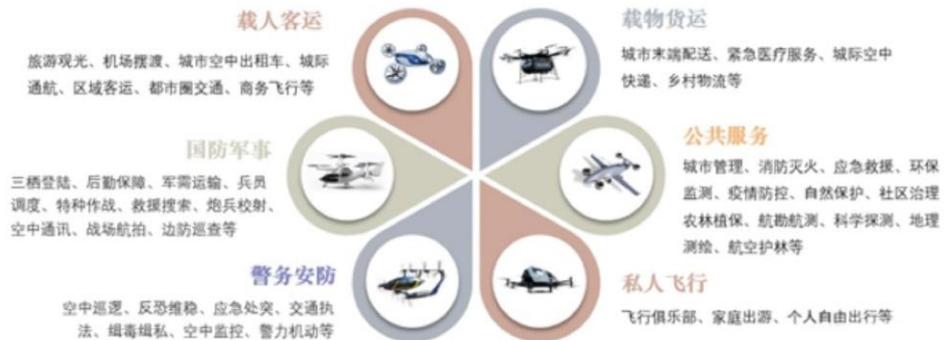
图 36: eVTOL 六大性能特征



资料来源：《eVTOL 的性能特征、关键技术与发展瓶颈探究》（张洪，2022），国元证券研究所

eVTOL 适用范围广，应用场景丰富。目前 eVTOL 可以满足少量乘客的城市飞行或包裹递送，小型 eVTOL 在军事、航模、农业、安防等领域已有大量应用。随着全球 eVTOL 量产，应用场景将大幅拓展至城市客运（UAM）、区域客运（RAM）、城市物流配送、商务出行、紧急医疗服务、私人飞行器等多种场景模式，大致可分为载人客运、载物货运、公共服务、警务安防、国防军事及私人飞行等六大类行业场景。

图 37: eVTOL 应用场景



资料来源：《eVTOL 飞行器的的发展态势与应用场景综述》（张洪，2023），国元证券研究所

4.1.3 先决条件：适航取证

民用航空器只有经过民航局适航审定合格才能够进入中国民航市场。根据中国民用航空局（CAAC）发布的《中华人民共和国民用航空法》和《民用航空产品和零部件合格审定规定》，适航审定分为三个阶段，分别是型号合格审定、生产许可审定和适航合格审定。对于 eVTOL 来说，取证路径也要遵循民航要求进行各环节流程认证和审批。一般来说，一款 eVTOL 的适航审批流程为适航证 AC（试飞）——型号合格证 TC（机型可商业化，但每架产品需单独申请 AC）——生产许可证 PC（批量化 AC 授权）。

型号合格审定：是中国民用航空局（CAAC）对民用航空产品（指民用航空器、航空发动机或者螺旋桨）进行设计批准的过程。符合民用航空产品符合相应适航规章

和环境保护要求的民用航空产品，CAAC 会根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21) 颁发**型号合格证 (Type Certificate, 简称 TC)**。型号合格证内容主要包括型号设计、使用限制、数据单、有关适航要求和环境保护要求，以及对民用航空产品规定的其他条件或限制，取得 TC 证则证明民用航空产品符合相应适航规章和环境保护要求。型号合格审定主要包括五个阶段：项目受理和启动阶段、要求确定阶段、符合性计划制定阶段、符合性确认阶段、颁证阶段。

生产许可审定：是 CAAC 对已获得民用航空产品型号设计批准并欲重复生产该产品的制造人所进行的资格性审定，以保证该产品符合经批准的型号设计。生产许可审定的最终批准形式是颁发**生产许可证 (Production Certificate, 简称 PC)**。持有或已经申请 TC，具有申请 PC 的资格。生产许可证内容主要包括质量控制资料、组织机构和生产设施。取得 PC 表明对于申请生产许可证的任何产品均已建立并能够保持一个质量控制系统，以确保产品的每一项目均能符合相应型号合格证书的设计要求。生产许可审定主要包括四个阶段：申请和受理阶段、评审准备阶段、质量控制系统评审阶段、颁证阶段。

适航合格审定：在适航检查人员对航空器完成适航检查、确认航空器符合经批准的型号设计并处于安全可用状态后，适航监察员即可完成**适航证 (Airworthiness Certificate, 简称 AC)** 的签发。包括标准适航证、出口适航证、外国适航证认可书和特许飞行证等。持有 PC 无需进一步证明即可获取 AC。取得单机适航证证明每架航空器均按照批准的设计和经批准的质量体系制造。

表 5：适航认证证书

证书名称	含义	内容
型号合格证 TC (Type Certificate)	型号合格证是适航当局根据适航规章颁发的，用以证明民用航空产品的设计符合相应适航规章和环保要求的证件。取得 TC 表明飞机的设计满足适航标准。	型号设计特征、使用限制、合格证数据单、有关适用条例及民航局对产品规定的任何其它条件或限制。
生产许可证 PC (Production Certification)	生产许可证是适航当局对飞机制造符合性的批准，“制造符合性”是指航空产品和零部件的制造、试验、安装等符合经批准的设计。	原材料控制、供应商管理、生产环节的划分及控制、生产质量管控、飞机出厂测试、售后维修维护等。
单机适航证 AC (Aircraft Certification)	单机适航证是适航当局对每架飞机制造符合性的批准，表示这一架飞机可以安全运营，确保每架飞机都是按照批准的设计和经批准的质量体系制造的。	包括标准适航证、出口适航证、特许飞行证、试验适航证四类。

资料来源：中国商飞有限责任公司官网，中国民航局，国元证券研究所

截至目前，亿航 EH216-S 是全球首个三证齐全的 eVTOL 飞行器。2023 年 10 月 13 日，亿航 EH216-S 无人驾驶航空器获得 eVTOL 领域全球首张型号合格证 (TC)。2023 年 12 月 21 日，EH216-S 无人驾驶载人航空器获得由中国民用航空局颁发的标准适航证 (AC)，成为全球首个获得适航证的 eVTOL 航空器，取得行业领先，正式开启商业化交付。2023 年 12 月 28 日，首批完成适航认证的 EH216-S 无人驾驶载人航空器分别在广州、合肥两座城市完成了商业首飞演示，标志着 EH216-S 在当地景区将开展常态化空中商业飞行，稳步推进商业化运营。2024 年 4 月 7 日，EH216-S 无人驾驶载人航空器获得由中国民用航空局颁发的生产许可证 (PC)，这是全球 eVTOL 行业内首张生产许可证，标志着 EH216-S 率先迈入规模化生产阶段，为下一步商业化运营提供重要保障。

图 38：亿航 EH216-S

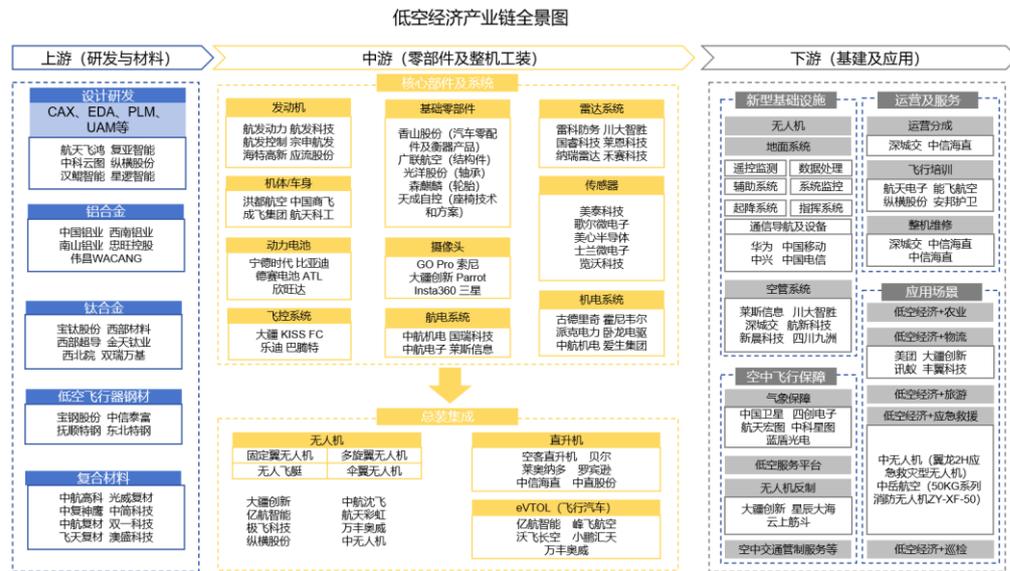


资料来源：公司官网，国元证券研究所

4.1.4 低空经济产业链长，涉及面广，应用场景多

低空经济产业链长，涉及到的企业众多，且下游应用场景广泛。低空经济产业链主要包括上游环节的研发环节及原材料，其中原材料包括金属原材料、特种橡胶与高分子材料等；中游环节的核心零部件、系统、总装集成，总装集成包括无人机、直升机、eVTOL；下游环节的新型基础设施、运营服务以及低空经济+等应用场景，包括农业、物流业、旅游业、巡检业等。

图 39：低空经济产业链



资料来源：中商产业研究院，国元证券研究所

4.2 政策：顶层设计大力支持，地方政府积极响应

4.2.1 顶层政策支持，定调新增长引擎地位

中央强调重视发展低空经济，定调其新增长引擎地位。“低空经济”概念于 2021 年 2 月首次被写入国家规划，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》提出，发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济。2023 年 12 月，中央经济工作会议明确提出“打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业”。2024 年 3 月 5 日，国务院总理李强在政府工作报告中再次指出，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。低空经济的重要性被反复提及，相关政策的出台为低空经济的发展奠定了坚实的基础。

表 6: eVTOL 和低空经济等领域国家层面政策

时间	发布部门	政策名	eVTOL 和低空经济等领域国家层面政策
2017.5	科技部、交通运输部	《“十三五”交通领域科技创新专项规划》	研究新能源电动飞机电推进系统技术，通用飞机轻质、高效整体化结构设计及制造技术，研制新能源电动飞机和先进通航轻型飞机。
2019.1	中国民用航空局	《基于运行风险的无人机适航审定指导意见》	从政策上为 eVTOL 型航空器的适航和运行建立了框架。
2021.1	中共中央国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	首次提出发展“低空经济”，“低空经济”概念被首次写入国家规划，从国家层面加强了对低空经济建设的顶层设计，加速低空经济产业生态形成。
2021.12	中国民航局航空器适航审定司	《亿航 EH216-S 型无人驾驶航空器系统专用条件（征求意见稿）》	为亿航智能 EH216-S 型无人驾驶航空器系统的合规性和安全性提供依据。
2022.1	发改委、商务部	《关于深圳建设中国特色社会主义先行示范区放宽市场准入若干特别措施的意见》	放宽航空领域准入限制，深化粤港澳大湾区低空空域管理试点，完善低空飞行服务保障体系。
2023.5	国务院、中央军委	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	对无人航空器设计生产标准、操控人员要求、飞行空域划设、飞行活动管理以及法律责任等多个维度进行了规范，明确指出“国家鼓励无人驾驶航空器科研创新及其成果的推广应用，促进无人驾驶航空器与大数据、人工智能等新技术融合创新，并要求地方相关部门提供支持”。
2023.6	国务院、中央军委	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	旨在规范无人驾驶航空器飞行以及有关活动，促进无人驾驶航空器产业健康有序发展，维护航空安全、公共安全、国家安全。
2023.10	工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局	《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035 年）》	坚持多技术路线并举，积极探索绿色航空新领域新赛道。面向城市空运、应急救援、物流运输等应用场景，加快 eVTOL、轻小型固定翼电动飞机、新能源无人机等创新产品应用，到 2025 年实现电动垂直起降航空器（eVTOL）试点运行
2023.11	空管委	《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》	对空域管理模式进行顶层设计。
2023.12	中共中央政治局	中央经济工作会议	将低空经济列为战略性新兴产业，提出要大力发展数字经济，加快人工智能发展；打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业；开辟量子、生命科学等未来产业新赛道。
2023.12	空管委	《国家空域基础分类方法》	以充分利用国家空域资源，规范空域划设和管理使用，依据航空器飞行规则和性能要求、空域环境、空管服务内容等要素，将空域划分为管制空域和非管制空域。为非管制空域的划分提供了法规支持，为 eVTOL 的试验运行和商业化部署奠定了坚实基础。
2024.3	国务院	2024 年政府工作报告	巩固扩大智能网联新能源汽车等产业领先优势，加快前沿新兴氢能、新材料、创新药等产业发展，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。制定未来产业发展规划，开辟量子技术、生命科学等新赛道，创建一批未来产业先导区。
2024.3	工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局	《通用航空装备创新应用实施方案》	到 2027 年，我国通用航空装备供给能力、产业创新能力显著提升，以无人化、电动化、智能化为技术特征的新型通用航空装备在城市空运、物流配送、应急救援等领域实现商业应用。
2024.7	中共中央政治局	《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》	深化综合交通运输体系改革，推进铁路体制改革，发展通用航空和低空经济，推动收费公路政策优化。
2024.10	工业和信息化部	国新办发布会	将探索建立通感一体的低空经济网络设施。还将通过加强顶层谋划、加强多场景应用牵引等，推动低空产业发展。

资料来源：科技部官网，中国政府网，民航局官网，国元证券研究所

4.2.2 地方政策纷纷出台，助力低空经济加速发展

地方政府积极响应国家政策，支持低空经济产业发展。多个省市将低空经济写入政府工作报告，据不完全统计，目前有 24 个城市将低空经济写入政府工作报告。此外，多个地区出台多项支持低空经济发展的政策措施。2022 年 6 月，深圳发布“20+8”产业政策，包含无人机在内的“智能机器人产业集群”被列为 20 个战略性新兴产业集群之一。2023 年 12 月，深圳市交通运输局、工业和信息化局等七部门联合印发《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》，围绕引培低空经济链上企业、鼓励技术创新、扩大低空飞行应用场景、完善产业配套环境四个方面提出具体支持措施，政策支持力度前所未有。2023 年 12 月 29 日深圳市第七届人民代表大会常务委员会第二十三次会议通过《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，该条例自 2024 年 2 月 1 日起施行。《条例》设九章，共六十一条，包括总则、基础设施、飞行服务、产业应用、产业支持、技术创新、安全管理、法律责任和附则。多个地方政府以资金、政策形式围绕技术创新鼓励、企业落户奖励补贴、基础设施建设、产业配套完善、应用场景发展等方面展开支持，为低空经济的发展提供助推力。

表 7：全国各地关于 eVTOL 和低空经济等领域政策

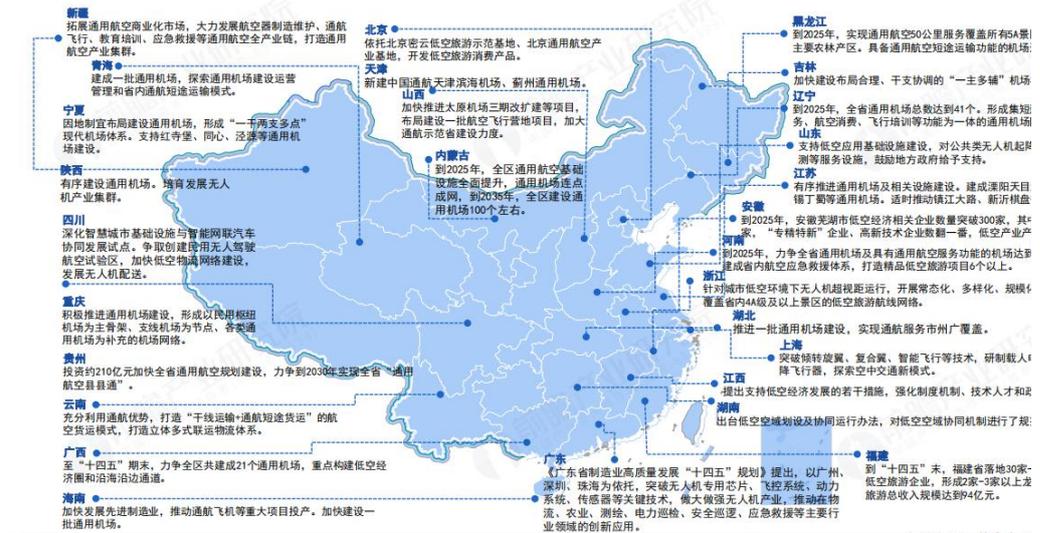
地区	时间	政策名	中国各地关于 eVTOL 和低空经济等领域政策
北京	2018.1	《北京市加快供给侧结构性改革扩大旅游消费行动计划(2018-2020年)》	依托密云低空旅游示范基地、平谷通用航空产业基地，研究开发空中游览、航空体验、航空运动等航空旅游产品。
	2024.3	《关于促进中关村延庆园无人机产业创新发展行动方案(2024-2026年)》	关键核心技术取得突破，无人机与人工智能深度融合，低空安防技术持续升级。创新要素高效配置，低空应用场景加速开放，落地一批示范作用明显、可规模化复制推广的应用场景及解决方案。产业规模不断壮大，引进培育一批高新技术企业、专精特新企业和独角兽企业，构建形成以工业级无人机为主导、低空经济与低空安防并重的特色产业集群。
	2024.9	《北京市促进低空经济产业高质量发展行动方案(2024-2027年)》	充分发挥北京市科技、人才、政策等优势，统筹产业发展和低空安全，坚持创新驱动、特色发展，瞄准新领域新赛道，聚焦新技术新能源，加快低空产业技术创新，着力发展低空制造、技术服务，推进低空应用及生态建设，加强央地合作、区域协同，将低空经济培育为引领京津冀协同发展的先导示范产业，将北京打造成低空经济产业创新城市、全国低空经济示范区。
浙江省	2021.5	《浙江省航空航天产业发展“十四五”规划》	做强通用航空和无人机，加快发展大飞机、通用航空、无人机、商业航天等重点领域。加快培育航空服务消费市场，拓展多元化应用场景，探索以下游服务应用带动上游通航制造发展模式。加强专业化通航运营市场主体培育，支持民营企业开展国际并购，培育通航制造运营一体化企业。
	2024.8	《浙江省人民政府关于高水平建设民航强省 打造低空经济发展高地的若干意见》	深入贯彻党中央、国务院有关决策部署，紧扣勇当先行者、谱写新篇章的新定位新使命，统筹推进三个“一号工程”，全面加强“三支队伍”建设，大力实施“十项重大工程”，抢抓机遇、乘势而上，全力建设高水平民航强省，聚力打造低空经济发展高地，为全省高质量发展提供强劲动能。到 2027 年，基本建成航空服务全省覆盖、航线网络全球通达、空港枢纽多式便捷、航空产业高能集聚、低空经济先行引领、行业治理顺畅高效的高水平民航强省和低空经济发展高地。到 2035 年，全面建成高水平民航强省和低空经济发展高地。
广东省	2021.8	《广东省制造业高质量发展“十四五”规划》	以广州、深圳、珠海为依托，突破无人机专用芯片、飞控系统、动力系统、传感器等关键技术，做大做强无人机产业，推动在物流、农业、测绘、电力巡检、安全巡逻、应急救援等主要行业领域的创新应用。
	2021.9	《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》	支持广州、深圳等地探索开展“空中的士”等城市通勤新模式。
	2023.10	《广州开发区(黄埔区)促进低空经济高质量发展的若干措施》	对在本区建设无人机小型起降点、智能起降柜机、中型起降场、大型起降枢纽、电动垂直起降飞行器(eVTOL)起降场、直升机起降平台等低空经济相关基础设施的企业给予补贴。
四川省	2024.5	《广东省推动低空经济高质量发展行动方案(2024—2026年)》	到 2026 年，低空管理机制运转顺畅、基础设施基本完备、应用场景加快拓展、创新能力国际领先、产业规模不断突破，推动形成低空制造和服务融合、应用和产业互促的发展格局，打造世界领先的低空经济产业高地。
	2024.6	《四川省人民政府办公厅关于促进低空经济发展的指导意见》	坚持政府引导、市场主导、试点先行、安全发展原则，以培育低空经济市场为重点，加快基础设施建设和低空航线网络构建，巩固拓展低空空域管理改革试点成果，增强低空飞行服务保障能力，提升通用航空(以下简称通航)制造业水平，加快形成新质生产力。

地区	时间	政策名	中国各地关于 eVTOL 和低空经济等领域政策
云南省	2023.5	《云南省无人机产业发展三年行动计划(2023-2025)》	推动无人机产业快速健康有序发展,形成集“产、学、研、用、测、数、智”七位一体的无人机产业体系,构建辐射南亚东南亚地区低空经济产业发展新格局。
广西壮族自治区	2024.10	《广西低空经济高质量发展行动方案(2024—2026年)》	充分发挥我区区域、区位等优势,以创新研发和场景应用为牵引,统筹推动低空装备制造、场景应用、飞行服务保障体系、技术创新能力不断发展,培育发展低空领域新技术、新模式、新业态,加快打造具有重要影响力的低空经济高地。
重庆市	2024.9	《重庆市推动低空空域管理改革促进低空经济高质量发展行动方案(2024—2027年)》	坚持“统筹兼顾、协同共建,需求牵引、滚动实施,市场主导、政府引导,改革引领、创新驱动”基本原则,构建可用低空空域资源最大化、协同管理机制顺畅、管理服务体系优质、空管数字底座强大、法规制度保障有力的“五大基座”,探索跨省低空飞行联盟新体系、低空飞行数字化管理新手段、飞行服务站一体化管理新机制、通航起降点建设新模式、空域要素定价新方式、低空领域标准体系建设新突破等具有全国引领性的“六大创新”,打造消费业态丰富、产业链条完整、创新生态活跃、通航文化精彩的“低空经济创新发展之城”。
福建省	2024.7	《关于更高起点建设生态强省谱写美丽中国建设福建篇章的实施方案》	全面提升产业体系现代化水平,大力推进传统产业绿色低碳转型,推动各类资源节约集约利用,培育壮大新能源、新材料、低空经济等战略性新兴产业,支持宁德建设新能源新材料产业核心区,推进福州、厦门、泉州人工智能产业园建设,加快形成新质生产力,不断塑造发展的新动能、新优势。
山西省	2024.5	《山西省加快低空经济发展和通航示范省建设的若干措施》	大力拓展通航应用场景,构建通航公共服务网络。加快通航基础设施建设,提升运营服务保障能力。提高通航研发制造水平,强化创新平台驱动效能。激发通航消费市场活力,营造浓郁通航文化氛围。加大通航人才培养力度,夯实通航产业发展基础。
河北省	2024.6	《关于加快推动河北省低空制造业高质量发展的若干措施》	强化创新引领,提升产业竞争能力。强化企业培育,推动产业融合发展。强化产业配套,构建完整产业链条。强化试点示范,打造融合产业生态。强化统筹保障,巩固产业发展支撑。
西藏自治区	2024.6	《西藏自治区支持低空经济高质量发展的若干政策(征求意见稿)》	设立专项资金。支持通用机场基础设施建设。支持低空飞行服务保障体系建设。鼓励通用机场管理运营。鼓励开通区内短途运输航线。鼓励开展低空物流。鼓励拓展通航应用场景。
内蒙古自治区	2024.9	《内蒙古自治区低空经济高质量发展实施方案(2024—2027年)》	发挥内蒙古区位优势、算力优势、空域优势,拓展丰富和示范推广“低空+”应用场景,带动低空飞行器及零部件制造、基础设施、低空飞行与保障一体化发展,培育新业态新模式,发展新质生产力。
湖北省	2021.11	《湖北省制造业高质量发展“十四五”规划》	延伸发展通用航空运营服务,支持加快通航机场网络建设,完善各类配套设施,构建符合省内特点和需求的低空空域管理体系,促进通用航空与旅游观光、农林植保、电力巡护、医疗救援、航空运动等产业衔接,促进新一代信息技术与通用航空产业链深度融合。
湖北省	2024.8	《湖北省加快低空经济高质量发展行动方案(2024—2027年)》	统筹推进高质量发展和高水平安全,推动形成低空制造和服务融合、应用和产业互促的低空经济发展新格局,打造具有全国重要影响力的低空经济发展高地和低空经济发展示范区,加快培育发展新质生产力,为谱写中国式现代化湖北实践新篇章提供战略支撑。至2027年,全省低空基础设施基本完备,产业能级大幅跃升,应用场景加快拓展,力争产业规模突破1000亿元,低空经济成为全省经济高质量发展的重要增长极。
天津	2022.1	《天津市贯彻落实〈国家综合立体交通网规划纲要〉的实施方案》	支持房车自驾游、通用航空低空游等特色旅游发展。
江西省	2024.8	《江西省关于促进低空经济高质量发展的意见(征求意见稿)》	坚持稳中求进,把握数字化、融合化、绿色化发展方向,以全面创新为驱动、以市场需求为牵引、以空域开放为保障,着力做强低空制造、丰富低空场景、提升低空设施、完善低空服务、优化低空生态,构建产业智慧高效、场景丰富多元、业态广泛融合、监管安全规范的低空经济发展新格局,进一步做大做强做优我省低空经济,努力创建全国低空经济发展示范区,打造新质生产力新赛道,培育高质量发展新引擎,为加快构建体现江西特色和优势的现代化产业体系、奋力谱写中国式现代化江西篇章提供有力支撑。
湖南省	2022.8	《湖南省通用航空条例》	引领和推动湖南省行政区域低空空域管理改革,有效利用低空空域资源,加强通用航空管理,促进通用航空产业发展。
湖南省	2024.6	《关于支持全省低空经济高质量发展的若干政策措施》	加大传统通航运营补贴。加大新型航空器运营支持力度。拓展应用场景。支持新质生产力发展。加强技术创新。积极招引低空企业。促进产业集聚。完善基础设施。支持低空监视系统建设。扩大公共服务和生产应用。加大金融支持力度。汇聚低空经济专业人才。
山东省	2024.11	《山东省低空经济高质量发展三年行动方案(2025-2027年)》	汇聚政产学研用优势资源,以智慧化、高端化、融合化、绿色化为导向,以构建服务保障新体系、激活创新驱动新引擎、拓展低空应用新场景、培育低空产业新业态为重点,聚力打造具有国际影响力和竞争力的战略性新兴产业集聚区。到2027年,全省低空飞行综合保障水平走在全国前列,载货无人机实现常态化飞行,载人无人机实现商业化飞行。低空产业实现高端化跃升,基本形成济南、青岛市两核引领,东营、烟台、潍坊、日照、临沂、滨州等市多点支撑的低空经济发展新格局,成为全省经济发展重要增长极和全国创新发展重要策源地。
上海	2022.10	《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》	深化空天利用。突破倾转旋翼、复合翼、智能飞行等技术,研制载人电动垂直起降飞行器,探索空中交通新模式。
上海	2024.8	《上海市低空经济产业高质量发展行动方案(2024-2027年)》	到2027年,建立低空新型航空器研发设计、总装制造、适航检测、商业应用的完整产业体系,打造上海低空经济产业创新高地、商业应用高地和运营服务高地,核心产业规模达到500亿元以上,在全球低空经济创新发展中走在前列。联合长三角城市建设全国首批低空省际通航城市,建成全国低空经济产业综合示范引领区,加快打造具有国际影响力的“天空之城”。

地区	时间	政策名	中国各地关于 eVTOL 和低空经济等领域政策
江苏省	2023.5	《江苏省航空航天产业发展三年行动计划（2023—2025年）》	聚焦通航整机及无人机，重点发展水陆两栖飞机、固定翼多用途飞机、10座以上中大机型通航飞机、中轻型直升机、旋翼机、新一代垂直起降电飞行器，推动通航飞机在市政管理、应急救援、低空旅游、商务出行、飞行驾驶培训等方面的应用。
	2024.8	《省政府办公厅关于加快推动低空经济高质量发展的实施意见》	深入落实习近平总书记关于发展新质生产力的重要论述和对江苏工作重要讲话重要指示精神，坚持市场主导、创新驱动、因地制宜、统筹发展、安全发展，以空域改革为基础、技术创新为动力、产业发展为核心、场景应用为牵引，全力推进低空经济发展，使之成为发展新质生产力的新引擎，到2027年，低空空域协同管理机制运转高效，低空经济发展规模全国领先。到2030年，智能互联、功能完善、安全高效的低空设施网基本建成，覆盖上中下游的特色产业链基本形成，低空飞行应用融入生产生活，低空经济成为全省战略性新兴产业新增长极，努力建成具有世界影响力的低空经济发展高地。
	2022.6	“20+8”产业政策	包含无人机在内的“智能机器人产业集群”被列为20个战略性新兴产业集群之一。
深圳市	2023.8	《深圳市宝安区关于促进低空经济产业发展的若干措施》	对 eVTOL 企业分类补贴，补贴条件包括经主管部门审定在宝安区开设 eVTOL 航线、建设 eVTOL 起降场等。
	2023.1	《盐田区关于促进低空经济产业创新发展的若干措施（征求意见稿）》	将对新引进掌握低空领域核心技术或行业领先的载人电动垂直起降飞行器（eVTOL）、非载人无人机等飞行器生产及运营项目的企业进行补贴。
	2023.1	《2024年战略性新兴产业扶持计划项目申报指南》	重点支持城市空中交通、应急救援等领域的有人或无人驾驶电动垂直起降飞行器。
安徽省	2023.1	《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》	抢抓低空经济产业创新发展的战略机遇期，具体围绕引培低空经济链上企业、鼓励技术创新、扩大低空飞行应用场景、完善产业配套环境四个方面提出20项具体支持措施。2024年深圳市政府工作报告提出，深圳市争创国家低空经济产业综合示范区，在低空空域管理、飞行规则标准和适航审定等方面先行先试，新增无人机航线80条。
	2023.1	《深圳经济特区低空经济产业促进条例》	该条例自2024年2月1日起施行。《条例》设九章，共六十一条，包括总则、基础设施、飞行服务、产业应用、产业支持、技术创新、安全管理、法律责任和附则。
	2024.0	《安徽省加快培育发展低空经济实施方案（2024—2027年）及若干措施》	统筹共建低空智联基础设施，增强低空科技创新引领，推进低空制造业集群化发展，应用牵引低空服务业发展，提升低空飞行保障水平，营造低空经济发展生态。
黑龙江省	2024.9	《黑龙江省加快推动低空经济发展实施方案（2024—2027年）》	到2027年，全省低空经济规模培育壮大，低空空域改革实现突破，场景应用形成龙江特色，低空经济全产业链活力倍增，加快构建研发制造和市场运营双轮驱动、综合保障与延伸服务协同提升的低空经济产业新格局，打造低空经济特色示范区。
陕西省	2024.7	《推动低空制造产业高质量发展工作方案（2024—2027年）》	抢抓低空经济产业倍增的战略机遇和黄金窗口，锚定智能化、融合化、服务化目标，统筹高质量发展和高水平安全，推动我省低空制造产业能级全面跃升。
河南省	2024.8	《促进全省低空经济高质量发展实施方案（2024—2027年）》	以扩大低空消费需求为牵引，着力完善基础设施和飞行服务保障体系，着力提升航空研发制造能力，着力推动场景应用与产业融合，加快高端要素集聚，构建低空经济产业生态，积极打造低空经济发展示范区，形成全国具有重要影响力的低空经济发展高地，为中国式现代化建设河南实践提供重要支撑。到2025年，完成低空基础设施布局，初步建立低空空域管理机制。低空经济标杆应用场景进一步扩容升级。

资料来源：省府网，市府网，国元证券研究所

图 40：地方政府低空经济政策概览



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

4.2.3 全球政策同频，低空经济未来可期

全球政策同频，促进低空经济产业发展。近年来，欧美日韩等发达国家也加快对低空经济和eVTOL领域的政策出台，助推相关产业发展的积极性。1) 美国：2023年3月，白宫科技政策办公室（ASTP）发布《国家航空科技优先事项》，提出优先发展eVTOL等AAM飞行器。2) 欧洲：2023年12月，EASA颁布第四版eVTOL适航认证的拟议符合性评审方法，对eVTOL适航标准进行更新和修正。3) 日韩：2020年7月，日本颁布《增长战略跟进计划》，计划在2023年开始试行“飞行汽车”业务；2023年1月，美国联邦航空管理局（FAA）与韩国民航局（KOCA）就未来先进空中机动性飞机的开发和运营达成合作，并共同努力促进先进空中交通项目的安全监督；4) 中东：2023年2月，阿联酋和迪拜方在世界政府峰会上批准了迪拜飞行出租车垂直起落站的设计模型，预计站点将在三年内开始运营。

表 8：各国家/地区 eVTOL 和低空经济等领域相关政策

国家	时间	各国家/地区 eVTOL 和低空经济等领域相关政策
美国	2022.5	美国联邦航空局（FAA）发布关于 AAM（先进空中交通）的详细实施方案，FAA 将 eVTOL 的归属类别变更为 21.17(b)下的特殊类别，标志着 eVTOL 适航程序的加速。
	2023.3	由美国白宫科技政策办公室（ASTP）颁布的《国家航空科技优先事项》文件提到，美国政府将优先考虑 FAA 的下一代计划，以实现美国国家空域系统（NAS）的现代化。美国政府将优先发展的新航空技术包括小型无人机（small drones）和先进空中交通（AAM）飞行器，如电动垂直起降飞行器（eVTOL）、电动短距起降飞机（eSTOL）和其他高度自动化的电动客货运飞机。
欧洲	2019.7	EASA 颁布《Special Condition for small-category VTOL aircraft》，提出针对小型 eVTOL 的航空管理规定，应用于小型 eVTOL 的适航认证工作。
	2023.12	EASA 颁布第四版 eVTOL 适航认证的拟议符合性评审方法，对 eVTOL 适航标准进行更新和修正
日本	2020.7	日本颁布《增长战略跟进计划》，计划首次将无人机和飞行汽车纳入国家层面战略规划，预计 2022 年之后，在包括城市在内的地区实现并发展无人机物流服务，到 2023 年实现农村地区的载人飞行，并逐步将载人飞行业务扩展到城市。
	2020.12	韩国发布《城市空中交通（UAM）规划方案》，成为第二个在国家层面制定 UAM 产业政策规划的国家。规划方案明确了 UAM 的发展路径与推进关键节点，预计 2022 年至 2024 年开展试飞、2025 年实现商业运营。
韩国	2023.1	美国联邦航空管理局（FAA）与韩国民航局（KOCA）就未来先进空中机动性飞机的开发和运营达成合作，并共同努力促进先进空中交通项目的安全监督。
	2023.2	阿联酋和迪拜方在世界政府峰会上批准了迪拜飞行出租车垂直起落站的设计模型，预计站点将在三年内开始运营。

资料来源：FAA，美国航空航天局（NSTC），欧洲航空安全局（EASA），韩国国土交通部官网，商务部，国元证券研究所

4.3 投资建议

（1）亿航智能（EH.O）：eVTOL 行业领跑者，全球首个三证齐全

全球领先城市空中交通科技企业。公司深耕空中交通科技领域，为全球多个行业领域客户提供无人驾驶航空器系统和解决方案，覆盖空中交通（包括载人交通和物流运输），智慧城市管理和空中媒体等应用领域。公司于 2016 年发布全球首款载人级自动驾驶飞行器，引领全球城市空中交通新行业。2019 年 12 月 12 日，公司登陆纳斯达克，成为全球首家上市的城市空中交通企业。

全球首个三证齐全，eVTOL 先发优势显著。截至目前，亿航 EH216-S 是全球首个三证齐全的 eVTOL 飞行器。2023 年 10 月 13 日，EH216-S 获得 eVTOL 领域全球首张型号合格证（TC）；2023 年 12 月 21 日，获得由中国民用航空局颁发的标准适航证（AC），2024 年 4 月 7 日，获得全球 eVTOL 行业内首张生产许可证（PC）。

图 41：亿航智能 EH216-S 无人驾驶载人航空器迈入规模化生产



资料来源：公司官网，国元证券研究所

(2) 万丰奥威 (002085.SZ)：通航飞机全球领先，eVTOL 进展值得期待

深耕大交通领域先进制造业，坚持双引擎驱动发展格局。公司持续聚焦主业，专注于汽车金属部件轻量化产业和低空领域通航飞机制造产业。轻量化产业聚焦铝/镁合金部件，轻量化铝合金产品年产能 4,200 多万套，是细分行业的全球领跑者。通航飞机制造产业发力低空领域，钻石飞机通过丰富机型在低空旅游、能源勘测、农林作业、电力巡查、应急救援、文化体育等领域广泛应用，并加速推进纯电动飞机商业化应用以及进军 eVTOL 领域。

通航飞机全球领先，抢占 eVTOL 领域先发优势。公司旗下钻石飞机在整机设计研发、发动机制造技术、新材料技术和先进制造领域具备同行领先的技术研发优势，拥有奥地利、加拿大、捷克三大飞机设计研发中心及国内一个省级工程研究中心，以及奥地利、加拿大、中国（青岛、新昌）四大飞机制造基地，为全球通用飞机的领导者。公司凭借自身的先发优势，推出 eDA40 纯电动飞机，叠加布局 eVTOL 领域多年的技术经验、全球各航空局丰富的取证经验及安全飞行等经验，有望抢占先机，把握低空经济的发展机遇，成为低空经济通用飞机创新制造企业的全球领跑者。

图 42：万丰奥威 eDA40 纯电动飞机



资料来源：公司官网，国元证券研究所

(3) 卧龙电驱 (600580.SH): 电驱全球领先, 领跑航空电驱

聚焦电机行业, 坚守“一二三发展战略”。公司大力推进电机产业作为公司的第一条成长曲线要稳定发展, 加快产品的迭代升级, 大力发展高效电机、永磁电机、电机+变频等新电机产品; 新能源产业作为公司的第二条成长曲线要快速发展, 包括光伏、风电、储能、氢能、电动交通等业务; 系统解决方案业务作为公司的第三条成长曲线要全力发展, 即“电机+变频+上位机+传感器+N”的系统解决方案业务。

抢先布局电动航空领域, 积极推进 eVTOL 产品研发。公司在电动航空领域布局多年, 与包括商飞在内的主流主机厂商携手研发, 加速电动航空技术的商业化应用。同时, 公司与中国民航科学技术研究院共建“联合实验室”, 参与航空电力系统设计相关标准的制定。

图 43: 卧龙电驱入选《2023 中国低空经济领军企业 TOP20》



资料来源: 公司官网, 国元证券研究所

(4) 蓝海华腾 (300484.SZ): 电控技术领先, 积极攻关电动飞行器 MCU

专注工控产品, 电控小巨人。公司是一家专业致力于新能源汽车电机控制器、工业自动化控制产品的研发设计、生产和销售的国家级专精特新小巨人企业, 聚焦于新能源汽车驱动和工业自动化控制, 专注于电动汽车电机控制器、新能源 DCDC、中低压变频器、伺服驱动器等产品的研发、制造、销售以及整体方案解决。

积极攻关电动飞行器 MCU, 把握低空发展机遇。公司拥有十余年电控技术积累和应用经验, 提前布局电动飞行器电机控制器 (MCU), 组建相关团队重点负责电动飞行器电机控制器的研发, 并获得深圳市科技创新委员会关于电动飞行器方面的政府资助资金, 力图通过对电动飞行器的控制算法和电机驱动控制器的关键技术研发, 实现电动飞行器高功率密度电机控制器设计, 实现面向电动飞行器的电机控制系统的开放性、软硬件自主可控。

图 44：蓝海华腾产品多样



资料来源：公司官网，国元证券研究所

(5) 莱斯信息 (688631.SH)：民航空管国产化龙头，构建低空飞行服务保障体系

民航空管国产化龙头，开展低空飞行产品研制。公司长期致力于为国内民航机场运行和空中交通管理提供整体解决方案，其研发的 ATC（空中交通管制系统）、ATFM（空中流量管理系统）等多款产品打破国际垄断，加速实现国产化。同时公司在通航领域，以项目建设为契机，开展低空飞行服务解决方案及无人机运行管理、低空通航服务系统等通航产品研制，构建未来低空飞行服务保障体系，助力我国低空经济的发展。

图 45：莱斯信息主要产品和服务



资料来源：公司公告，国元证券研究所

(6) 华设集团 (603018.SH)：依托独有竞争优势，深度参与低空项目

竞争优势独特，综合实力雄厚。公司在低空经济领域具备丰富的经验和深厚的技术

积累，可提供包括低空政策咨询、标准制定、规划设计、空域管理、系统开发以及行业应用等在内的全方位服务，先后为 113 个运输机场和 18 个通用机场提供工程咨询服务。此外，公司依托行业智库（北京民航院）+规划设计产业策划（公司本部）+行业运用（中设航空），形成了从行业规划、标准政策研究，到通用航空及配套设施设计咨询，再到综合管控平台建设及无人机行业落地运用的低空经济业务格局，2023 年，公司深度参与省内多个城市市民用无人机试飞基地建设和服务项目，并依托“路智宝”“路域宝”“航务宝”等系列低空经济融合产品的推广实施运用，积极构建省级低空通航产业政务信息服务平台。

积极拓展低空经济业务，树立行业标杆项目。截至目前，公司已承担《江苏省交通控股低空（无人机）一体化综合服务管理体系建设》《太仓市民用无人机试飞基地建设和服务项目》《苏州市吴江区低空基础设施体系布局规划》《南京市城市场景的空中交通航线网络近期规划》等项目。此外，公司设计的赣州低空经济产业园已成为全国唯一以 B 类通用机场标准建设的飞行测试基地，以及唯一集飞行空域、800 米飞行测试跑道、风洞实验室、综合检测实验室、低空监管平台、通航机库等低空经济产业发展全要素零距离融合在一起的低空经济产业园，具有示范意义。

图 46：公司设计的赣州低空经济产业园



资料来源：公司公告，国元证券研究所

(7) 苏文科 (300284.SZ)：布局低空经济业务，打造第二增长曲线

布局低空经济业务，加快发展新质生产力。公司在京津冀、长三角及粤港澳等地区密集布局低空应用飞行服务、无人机设备检测与鉴定、低空飞行培训、低空经济产业发展研究、低空飞行基础设施及监管体系建设、各类应用场景策划与开发等六大业务方向，针对政府主体、投资平台主体及市场应用主体，开拓低空飞行服务新场景、构建低空交通运输新体系、孵化低空经济产业新业态，立足低空产业经济发展和交通运输体系构建，致力打造成为低空经济发展的高端智库型科技企业。截至目前，公司承接了江苏省交通运输厅的《江苏省民航统计服务及民航专项统计调查 (2023-2024 年)》、《江苏省民航发展蓝皮书 (2023 年) 暨年度发展分析报告》，苏

州市交通运输局的《苏州市通用机场发展战略研究》、牡丹江市重大项目建设保障中心的《牡丹江海浪机场改扩建项目可研阶段净空障碍物测量》等低空经济项目，积极开拓低空经济业务，打造第二增长曲线。

5. 风险提示

(1) 全球宏观经济环境风险

当前全球经济处于周期性波动当中，尚未出现经济全面复苏的趋势，面临下滑的可能。

(2) 贸易摩擦风险

近年来国际贸易摩擦、地缘政治冲突逐渐升级，美国政府加大了对中国进口商品加征关税范围和征收税率，如果未来国际贸易摩擦、地缘政治冲突进一步升级，可能会导致国内企业对国际市场的销售收入或盈利水平下降。

(3) 汇率波动风险

出口型企业在海外的采购与销售业务，通常以欧元、美元等外币定价并结算，外汇市场汇率的波动会影响企业所持货币资金的价值，从而影响公司的资产价值。本年度内人民币兑美元、欧元汇率存在短期内大幅波动的情况。如果人民币出现短期内大幅升值，企业产品出口以及经营业绩可能受到不利影响，企业面临汇率变化对经营业绩带来波动的风险。

(4) 市场竞争加剧的风险

相关行业具有产品更新迭代快、市场竞争激烈的特点，相关企业需根据市场变化和行业发展趋势，不断提高产品创新与研发实力，保持竞争优势，如果未来企业不能抓住目前行业发展机遇，进一步提高市场占有率，将会对公司盈利能力带来不利影响。

(5) 技术研发风险

相关行业属于技术密集型行业，技术和产品研发需要一定的研发投入，新产品的市场接受也需要一定周期，但研发成果的产业化、市场化受市场需求、客户认同等因素的影响，存在不确定性。相关技术如不能及时运用于产品开发与市场需求，则可能对公司业绩增长造成影响。

(6) 核心技术人员流失风险

相关行业属于技术密集型行业，具有较高的技术壁垒，对技术开发人员、关键工艺生产人员的综合素质要求较高。如果公司核心人员流失，则可能会削弱公司的核心竞争力，进而对公司生产经营产生不利影响。

投资评级说明

(1) 公司评级定义

买入	股价涨幅优于基准指数 15%以上
增持	股价涨幅相对基准指数介于 5%与 15%之间
持有	股价涨幅相对基准指数介于-5%与 5%之间
卖出	股价涨幅劣于基准指数 5%以上

(2) 行业评级定义

推荐	行业指数表现优于基准指数 10%以上
中性	行业指数表现相对基准指数介于-10%~10%之间
回避	行业指数表现劣于基准指数 10%以上

备注：评级标准为报告发布日后的 6 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现，其中 A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数或纳斯达克指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证 50 指数。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力，本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000)，国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

法律声明

本报告由国元证券股份有限公司（以下简称“本公司”）在中华人民共和国境内（台湾、香港、澳门地区除外）发布，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告，则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议，国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的投资建议或要约邀请。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波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取投资银行业务服务或其他服务，上述交易与服务可能与本报告中的意见与建议存在不一致的决策。

免责条款

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠，但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有，未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅，如需引用或转载本报告，务必与本公司研究所联系并获得许可。

网址：www.gyzq.com.cn

国元证券研究所

合肥

地址：安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心 A 座国元证券
邮编：230000

上海

地址：上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼国元证券
邮编：200135

北京

地址：北京市东城区东直门外大街 46 号天恒大厦 A 座 21 层国元证券
邮编：100027